



thermo scientific

Thermo Scientific

**TRACE 1600/1610**

用户指南

气相色谱仪

MI-317000-0066 修订版 A 2022 年 8 月

**ThermoFisher**  
SCIENTIFIC

© 2022 Thermo Fisher Scientific Inc. 保留所有权利。

TRACE™ 1600 和 TRACE™ 1610 是 Thermo Fisher Scientific 的商标。Microsoft® 是 Microsoft 的注册商标。Adobe® 是 Adobe Systems Incorporated 在美国和/或其他国家/地区的注册商标。Swagelok® 是 Swagelok Company 的注册商标。Viton® 和 Vespel® 是 DuPont 的注册商标。SilFlow®、NoVent® 和 FingerTite® 是 Trajan Scientific and Medical 的注册商标。所有其他商标均为 Thermo Fisher Scientific 及其子公司的资产。

Thermo Fisher Scientific S.p.A. 发布, Strada Rivoltana, km 4, 20090 Rodano - Milan - Italy  
电话: +39 02 950591

Thermo Fisher Scientific Inc. 将在客户购买产品时提供本文档, 以供客户操作产品时使用。本文档受版权保护; 未经 Thermo Fisher Scientific Inc. 的书面授权, 严禁复制本文档的全部或任何部分。

本文档中包含的信息如有更改, 恕不另行通知。本文档中所有的技术信息仅供参考。本文档中的系统配置和规格相关信息将取代买方先前收到的版本。

本文档并不属于 Thermo Fisher Scientific Inc. 与买方之间的任何销售合同。本文档不能以任何形式约束或修改任何销售条款和条件, 两份文档之间如果有任何冲突的信息, 应以销售条款和条件为准。

版本历史记录:

第一版, 2022 年 4 月发布 - “原版说明”

**一般实验室设备。不适用于临床、患者或诊断用途。**



## TRACE 1600/1610 User Guide, MI-317000-0034, 修订版 A

	强烈赞同	赞同	中立	反对	强烈反对
手册条理清晰。	1	2	3	4	5
手册言简意赅。	1	2	3	4	5
手册有我需要的所有信息。	1	2	3	4	5
说明简单易懂。	1	2	3	4	5
说明完整无遗漏。	1	2	3	4	5
技术信息易于理解。	1	2	3	4	5
操作示例清晰实用。	1	2	3	4	5
图片对我有帮助。	1	2	3	4	5
参考手册的信息, 我就能操作系统。	1	2	3	4	5

如果不同意, 请在下方留言。如果留言超出规定区域, 请另附纸张填写。

---

---

---

---

---

---

---

---

## 客户信息登记卡

立即登记即可获得 Thermo Fisher Scientific 产品用户的所有特权, 包括客户支持、应用报告和技术报告。

## 我的机构类型: (仅勾选一项)

- 商业 (营利性) 实验室
- 政府实验室
- 医院/诊所
- 工业实验室
- 研究机构
- 大学/学院
- 兽医实验室
- 其他 \_\_\_\_\_

## 我的主要应用方向: (仅勾选一项)

- 分析
- 生物医学
- 临床/毒理学
- 能源
- 环境
- 食品/农业
- 法医/毒理学
- 制药
- 研究/教育
- 其他 \_\_\_\_\_

## 我的主要工作职能: (仅勾选一项)

- 管理
- 实验室管理
- 操作员
- 其他 \_\_\_\_\_

姓名 \_\_\_\_\_ 职位 \_\_\_\_\_

公司 \_\_\_\_\_

地址 \_\_\_\_\_

省/市 \_\_\_\_\_ 邮政编码 \_\_\_\_\_

国家/地区 \_\_\_\_\_

电话 \_\_\_\_\_ 分机号码 \_\_\_\_\_

序列号 \_\_\_\_\_ 购买日期 \_\_\_\_\_

请沿虚线折叠本页并邮寄到以下地址, 或者发送电子邮件联系我们:

Editor, Technical Publications  
Thermo Fisher Scientific S.p.A.  
Strada Rivoltana, km 4  
20090 Rodano (MI)  
Italy

Editor, Technical Publications  
Thermo Fisher Scientific GC-GC/MS  
2215 Grand Avenue Parkway  
Austin TX 78728-3812  
Unites States of America

折叠线

折叠线



## 声明

制造商: **Thermo Fisher Scientific**

**Thermo Fisher Scientific** 是本手册对应仪器的制造商, 仅在以下情况下对该仪器的安全性、可靠性和性能负责:

- 安装
- 重新校准
- 变更和维修

都需要由授权人员执行, 并且

- 本地安装应遵守当地的法律法规
- 如果仅委托经过培训的合格人员操作仪器, 则应按照提供的说明使用

未遵守上述要求而造成的任何损坏, **Thermo Fisher Scientific** 概不负责。

**Thermo Fisher Scientific S.p.A.**

Strada Rivoltana, km 4, 20090 Rodano - Milan - Italy — 电话: +39 02 950591 - 传真: +39 02 9505276

## 法规遵从

Thermo Fisher Scientific 对其产品进行全面的测试和评估, 以确保完全符合适用的国内和国际法规。

Thermo Fisher Scientific 郑重声明, 最初交付的产品符合下列适用的欧洲指令的要求, 并且带有对应的 CE 标志:

- 低电压指令: 2014/35/EU
- EMC 指令: 2014/30/EU
- RoHS 指令 2011/65/EU, 包括修订委托指令 2015/863/EU

并且符合以下产品标准:

### 安全

此设备符合以下标准:

- IEC 61010-1:2010/AMD1:2016, IEC 61010-2-010:2019
- CAN/CSA C22.2 No. 61010-1
- EN 61010-1:2020, EN 61010-2-010:2015
- UL 61010-1

### 电磁兼容性

此设备符合以下标准:

- CISPR 11/EN 55011: 1 组, A 类
- IEC 61326-1:2012
- EN 61326-1:2012
- FCC 第 15 部分, 子部分 B, §15.107(a) 和 §15.109(a)



**重要：** A 类设备适用于工业环境。在其他环境中，由于存在传导干扰和辐射干扰，要确保电磁兼容性可能存在潜在困难。

## FCC 合规性声明

此设备符合美国联邦通讯委员会 (FCC) 规则的第 15 部分规定。设备的运行必须符合下面的两项条件：(1) 此设备不会造成有害干扰，并且 (2) 此设备必须能够承受接收到的任何干扰，包括可能导致意外运行的干扰。



**注意** 使用该设备之前，请阅读和理解本手册中关于安全使用和操作本设备的各类注意事项、标志和符号。

## Thermo Scientific 仪器的 搬运注意事项

为了保障操作人员的安全，遵守国际法规，需要**多人协作**搬运（抬起、搬动）这款 Thermo Fisher Scientific 仪器。这款仪器非常笨重，独自一人无法安全地搬运。

## Thermo Scientific 仪器的 正确使用注意事项

**遵守国际法规：** 如果未按照 Thermo Fisher Scientific 指定的方式使用此仪器，仪器的各项保障功能可能会受到影响。

## 电磁传输磁化 注意事项

请勿在仪器附近使用射频发射装置，例如手机。

# 符合性声明

-Original-

## EU Declaration of Conformity



**ThermoFisher**  
SCIENTIFIC

Thermo Fisher Scientific S.p.A.  
Strada Rivoltana  
20053 Rodano Milan  
Italy

We hereby declare that the following products

**Designation:** Gas chromatograph  
**Model:** Thermo Scientific Trace 1600 Series  
*Trace 1600, Trace 1610*

fulfill all the relevant requirements of the following directives:

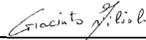
**Low Voltage Directive** 2014/35/EU  
**Electromagnetic Compatibility Directive** 2014/30/EU  
**RoHS Directive** 2011/65/EU and (EU) 2015/863

The following relevant harmonized standards were used:

EN 61010-1:2020-03 EN 61326-1:2013-07

Person authorized to compile the technical file:

Giacinto Zilioli  
(Director, Strategic Projects)  
Thermo Fisher Scientific S.p.A.

  
\_\_\_\_\_  
Signature Date Milan, March 9, 2022

-Original-

## UK Declaration of Conformity



**ThermoFisher**  
SCIENTIFIC

Thermo Fisher Scientific S.p.A.  
Strada Rivoltana  
20053 Rodano Milan  
Italy

Declares, under sole responsibility, that products

**Designation:** Gas chromatograph  
**Model:** Thermo Scientific Trace 1600 Series  
*Trace 1600, Trace 1610*

as originally delivered complies with the essential requirements of the following applicable UK Regulations:

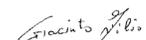
**Electrical Equipment (Safety) Regulations** 2016  
**Electromagnetic Compatibility Regulations** 2016  
**The Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (ROHS) Regulations** 2012

and complies with the following harmonized standards and other technical specifications:

BS EN 61010-1:2010+A1:2019 BS EN 61326-1:2021

Signed for and on behalf of: Thermo Fisher Scientific S.p.A.:

Giacinto Zilioli  
(Director, Strategic Projects)  
Thermo Fisher Scientific S.p.A.

  
\_\_\_\_\_  
Signature Date Milan, March 4, 2022

# 中国 EEP 有害物质信息

产品中有害物质的名称及含量  
China EEP Hazardous Substances Information

部件名称 Component Name	有害物质 Hazardous Substances (TRACE 1600 Series)					
	铅 (Pb)	汞 (Hg)	镉 (Cd)	六价铬 (Cr(VI))	多溴联苯 (PBB)	多溴二苯醚 (PBDE)
(主机:背板接口电路板) Base Unit: PCBA BACKPLANE	X	0	0	0	0	0
(主机:烤箱电路板) Base Unit: PCBA OVEN CPU	X	0	0	0	0	0
(主机:主控电路板) Base Unit: PCBA CPU	X	0	0	0	0	0
(主机:存储器电路板) Base Unit: PCBA MEMORY	X	0	0	0	0	0
(主机:接口电路板) Base Unit: PCBA EXTERNAL INTERFACE	X	0	0	0	0	0
(主机:电源供应电路板) Base Unit: PCBA POWER SUPPLY	X	0	0	0	0	0
(主机:显示屏控制电路板) Base Unit: PCBA RSR1277	X	0	0	0	0	0
(主机:USB接口控制电路板) Base Unit: PCBA RSR1284	X	0	0	0	0	0
(主机:液晶显示屏) Base Unit: DISPLAY LCD 7"	X	0	0	0	0	0
(分流/不分流进样器电路板) PCBA's MODULE SSL	X	0	0	0	0	0
(程序升温进样器电路板) PCBA's MODULE PTV	X	0	0	0	0	0
(火焰离子化检测器电路板) PCBA's MODULE FID	X	0	0	0	0	0
(电导检测器电路板) PCBA's MODULE ECD	X	0	0	0	0	0
(氮磷检测器电路板) PCBA's MODULE NPD	X	0	0	0	0	0
(热导检测器电路板) PCBA's MODULE TCD	X	0	0	0	0	0
(火焰光度检测器电路板) PCBA's MODULE FPD	X	0	0	0	0	0
(辅助温度模块电路板) PCBA's MODULE AUXILIARY TEMPERATU	X	0	0	0	0	0
(辅助气体模块电路板) PCBA MODULE AUXILIARY GASES	X	0	0	0	0	0
(模拟输出接口电路板) PCBA MODULE AOI	X	0	0	0	0	0
(脉冲放电检测器电路板) PCBA's MODULE PDD	X	0	0	0	0	0
(通用检测器接口电路板) PCBA MODULE GDI	X	0	0	0	0	0
(辅助炉箱电路板) PCBA's AUXILIARY OVEN	X	0	0	0	0	0
(机加工件) MACHINED PARTS	0	0	0	0	0	0
(模具) MOLDED PARTS	0	0	0	0	0	0
(钣金件) SHEETMETAL PARTS	0	0	0	0	0	0
(电机组件) ELECTROMECHANICAL ASSEMBLIES	0	0	0	0	0	0
(电缆组件) CABLE ASSEMBLIES	0	0	0	0	0	0
(标签) LABELS	0	0	0	0	0	0

本表格按照SJ/T11364标准编制 This table is compiled according to SJ/T 11364 standard.

0: 表示该有害物质在该部件所有均质材料中的含量均在GB/T26572规定的限量要求以下。  
Indicates that the concentration of the hazardous substance in all homogeneous materials for the part is below the relevant threshold of the GB/T 26572 standard.

X: 表示该有害物质至少在该部件的某一均质材料中的含量超出GB/T26572规定的限量要求。  
Indicates that the concentration of the hazardous substance in at least one homogenous material of the part is above the relevant threshold of the GB/T 26572 standard.

这些产品的环保使用期为  
The Environment Friendly Use Period for these products is:



## WEEE 指令 2012/19/EU



Thermo Fisher Scientific 的注册符合英国的 B2B Compliance ([B2Bcompliance.org.uk](http://B2Bcompliance.org.uk)), 也符合欧盟其他国家和挪威的 European Recycling Platform ([ERP-recycling.org](http://ERP-recycling.org))。

如果产品使用地点在欧洲, 用户希望参与 Thermo Fisher Scientific Business-to-Business (B2B) Recycling Program (企业对企业回收计划), 请附上以下信息, 发送电子邮件到 [weee.recycle@thermofisher.com](mailto:weee.recycle@thermofisher.com):

- WEEE 产品类别
- 制造商或产品购买地代理商的名称
- 产品的部件数, 预估总重量和总体积
- 回收地址和联系人 (+ 联系方式)
- 合适的回收时间
- 消除污染声明, 声明所有危险液体/危险物质都已经从产品上消除

如需了解更多欧盟 Restriction on Hazardous Substances (RoHS) Directive 的相关信息, 请在 Thermo Fisher Scientific 欧洲语种网站上搜索 RoHS。

**重要** B2B 回收计划**不适用于**生物危险品或医疗污染品。必须将这类产品归为生物危险废弃物, 根据当地法规回收处理。

## 指令 WEEE

2012/19/EU



Thermo Fisher Scientific s'est associé avec une ou plusieurs sociétés de recyclage dans chaque état membre de l' Union Européenne et ce produit devrait être collecté ou recyclé par celle(s)-ci. Pour davantage d'informations, rendez-vous sur la page [www.thermoscientific.fr/rohs](http://www.thermoscientific.fr/rohs).

## WEEE Direktive

2012/19/EU



Thermo Fisher Scientific hat Vereinbarungen mit Verwertungs-/Entsorgungsfirmen in allen EU-Mitgliedsstaaten getroffen, damit dieses Produkt durch diese Firmen wiederverwertet oder entsorgt werden kann. Weitere Informationen finden Sie unter [www.thermoscientific.de/rohs](http://www.thermoscientific.de/rohs).

# 目录

<b>前言</b> .....	<b>xxiii</b>
关于系统.....	xxiii
额定功率.....	xxiii
联系我们.....	xxiv
相关文档.....	xxiv
安全警示和重要信息.....	xxiv
安全警示符号和警示词.....	xxv
仪器标记和符号.....	xxvi
氢气使用安全注意事项.....	xxvii
TRACE 1600/1610 系统的氢气使用安全注意事项.....	xxviii
氢气连接指南.....	xxix
氢气相关设备的购买.....	xxx
氢气的正确存放.....	xxxii
氢气相关的安全法规、标准和参考文献.....	xxxii
有害物质注意事项.....	xxxiii
有毒气体的排放.....	xxxiii
液氮使用安全注意事项.....	xxxiv
二氧化碳使用安全注意事项.....	xxxiv
<b>第 1 章</b>	<b>TRACE 1600/1610 入门.....1</b>
仪器基本信息.....	2
仪器标签位置示意图.....	6
柱温箱.....	9
柱接头.....	11
iConnect 色谱柱锁.....	11
用于 MS 连接的管道.....	12
用于 HRMS 连接的管道.....	13
色谱柱架.....	14
柱温箱通风孔.....	15
进样器模块腔体.....	16
检测器模块腔体.....	17
外部模块腔体.....	19
进气口端口.....	21
氢气传感器.....	22

	电子模块 .....	23
	电子板的功能 .....	24
	TRACE 1610 用户界面 .....	25
	TRACE 1600 用户界面 .....	26
<b>第 2 章</b>	<b>TRACE 1600 用户界面 .....</b>	<b>29</b>
	TRACE 1600 用户界面概述 .....	29
	系统配置和方法参数设置 .....	32
<b>第 3 章</b>	<b>TRACE 1610 用户界面 .....</b>	<b>33</b>
	TRACE 1610 用户界面概述 .....	34
	菜单图标 .....	34
	已激活/未激活图标 .....	35
	数据输入键盘 .....	35
	快捷键 .....	36
	页面键 .....	36
	请稍候.....	36
	配置 .....	37
	柱温箱菜单 .....	39
	后/前进样口菜单.....	39
	后/前检测器菜单.....	42
	模拟输出接口菜单 .....	44
	后/前色谱柱菜单.....	45
	信号交换菜单 .....	46
	时间/单位菜单.....	46
	触摸屏菜单 .....	47
	网络菜单 .....	48
	辅助柱温箱菜单 .....	49
	辅助左/右检测器菜单.....	49
	辅助载气菜单 .....	50
	辅助温度菜单 .....	50
	辅助柱菜单 .....	51
	仪器控制 .....	52
	柱温箱参数 .....	53
	后/前进样口参数.....	53
	后/前检测器参数.....	54
	辅助左/右检测器参数.....	54
	运行时事件 .....	54
	辅助温度 .....	56
	事件 .....	57
	辅助柱温箱 .....	57
	辅助载气 .....	58

仪器状态	59
运行状态	60
压力状态	62
加热区温度	62
等待	63
信号水平	64
诊断	65
软件信息	66
硬件信息	67
网络页面	67
设备读数	68
错误	68
运行日志	69
保存至 USB	69
维护	70
计数器	71
冷却维护	73
查看日志簿	73
泄漏检测	74
快速参考	74
视频	75
AI/AS 1610	75
状态	76
配置	76
仪器控制	77
信息	78
进样	79
维护	80
<b>第 4 章 CDS 的配置参数设置</b>	<b>81</b>
简介	82
常规配置选项卡	83
仪器配置选项卡	84
柱温箱配置选项卡	84
进样口配置选项卡	85
前进样口配置选项卡	85
后进样口配置选项卡	86
检测器配置	86
前检测器配置选项卡	87
后检测器配置选项卡	87
辅助左/右检测器配置选项卡	88
辅助载气配置选项卡	88
阀与事件配置选项卡	89
信号配置选项卡	89
辅助加热器配置选项卡	90

<b>第 5 章</b>	<b>CDS 的方法参数设置</b> .....	<b>91</b>
	编辑方法参数 .....	91
	GC 组件选择/流路设置 .....	92
	GC 柱温箱设置 .....	92
	GC 色谱柱 .....	94
	流量和压力选项 .....	94
	GC 进样口 .....	95
	S/SL .....	95
	SSL 参数 .....	96
	S/SL 反吹 .....	97
	S/SL 反吹参数 .....	98
	PTV .....	100
	PTV 参数 .....	100
	显示阶段程序图 .....	104
	PTV 反吹 .....	104
	PTV 反吹参数 .....	104
	GSV .....	108
	GSV 参数 .....	108
	省氦器 (HeS-S/SL) .....	111
	HeS-S/SL 参数 .....	111
	GC 检测器 .....	114
	检测器时间程序 .....	114
	FID 页面 .....	115
	ECD 页面 .....	115
	NPD 页面 .....	116
	TCD 页面 .....	117
	FPD 页面 .....	118
	PDD 页面 .....	119
	GDI 页面 .....	120
	通用 .....	121
	GC 辅助加热器 .....	121
	阀温箱选项 .....	121
	辅助温度控制选项 .....	122
	阀温箱时间程序 .....	122
	GC 辅助载气设置 .....	122
	辅助载气流量和压力选项 .....	123
	辅助载气时间程序 .....	124
	GC 继电器和切换/进样阀 .....	124
	保留时间对齐 .....	125
<b>Chapter 6</b>	<b>柱温箱</b> .....	<b>129</b>
	柱温箱功能 .....	129
	柱温箱参数 .....	130
	设置一步斜坡升温程序 .....	131
	设置多步斜坡升温程序 .....	131

<b>第 6 章</b>	<b>分流/不分流进样器 (SSL) 模块</b> .....	<b>133</b>
	模块概述 .....	133
	SSL 进样器技术.....	135
	分流模式 .....	135
	浪涌分流模式 .....	135
	不分流模式 .....	136
	浪涌不分流模式 .....	136
	大体积不分流进样器 (LVSL).....	137
	大体积不分流进样器要求 .....	137
	大体积不分流进样技术 .....	137
	耗材 .....	138
	隔垫 .....	139
	衬管 .....	139
	O 型圈 .....	140
	SSL 参数.....	140
	载气参数 .....	141
	进样模式 .....	142
	进样口参数 .....	143
	吹扫参数 .....	143
	浪涌参数 .....	143
	设置载气参数 .....	144
	设置分流模式的参数 .....	145
	设置浪涌分流模式的参数 .....	145
	设置不分流模式的参数 .....	146
	设置浪涌不分流模式的参数 .....	146
<b>第 7 章</b>	<b>分流/不分流反吹进样器 (SSLBKF) 模块</b> .....	<b>147</b>
	模块概述 .....	147
	反吹模式 .....	149
	分流模式 .....	149
	浪涌分流模式 .....	149
	不分流模式 .....	150
	浪涌不分流模式 .....	150
	耗材 .....	150
	隔垫 .....	150
	衬管 .....	150
	O 型圈 .....	151

	SSLBKF 参数 .....	152
	载气参数 .....	152
	进样模式 .....	154
	进样口参数 .....	154
	吹扫参数 .....	155
	浪涌参数 .....	155
	设置载气参数 .....	155
	设置反吹的参数 .....	156
	设置分流模式的参数 .....	157
	设置浪涌分流模式的参数 .....	157
	设置不分流模式的参数 .....	158
	设置浪涌不分流模式的参数 .....	158
	连接 SSL 反吹系统 .....	159
<b>第 8 章</b>	<b>气体进样阀 (GSV) 模块 .....</b>	<b>161</b>
	模块概述 .....	161
	GSV 进样 .....	163
	反吹模式 .....	163
	耗材 .....	163
	填充柱接头 .....	163
	GSV 参数 .....	164
	载气参数 .....	164
	进样模式 .....	166
	进样口参数 .....	166
	浪涌参数 .....	167
	阀参数 .....	167
	设置载气参数 .....	167
	设置反吹的参数 .....	169
	设置分流模式的参数 .....	169
	设置浪涌分流模式的参数 .....	170
	设置不分流模式的参数 .....	170
	设置浪涌不分流模式的参数 .....	171
	连接反吹系统 .....	171
<b>第 9 章</b>	<b>即时连接省氮进样器模块 (HeS-S/SL) .....</b>	<b>173</b>
	模块概述 .....	173
	工作原理 .....	175
	载气要求 .....	177
	操作 .....	178
	分流模式进样 .....	180
	延长储氮瓶的使用寿命 .....	180
	优化省氮 .....	180
	空气/水谱图的注意事项 .....	181

耗材 .....	181
隔垫 .....	182
衬管 .....	182
O 型圈 .....	182
即时连接省氢进样器模块参数 .....	183
载气参数 .....	183
进样模式 .....	185
进样口参数 .....	185
吹扫参数 .....	186
浪涌参数 .....	186
设置载气参数 .....	186
设置分流模式的参数 .....	187
设置浪涌分流模式的参数 .....	188
设置不分流模式的参数 .....	188
设置浪涌不分流模式的参数 .....	189
<b>第 10 章 程序升温汽化 (PTV) 进样器模块.....</b>	<b>191</b>
模块概述 .....	191
进样技术 .....	194
PTV 分流模式 .....	194
PTV 不分流模式 .....	195
PTV 大体积模式 .....	197
恒温分流模式 .....	197
恒温不分流模式 .....	198
恒温浪涌分流模式 .....	198
恒温浪涌不分流模式 .....	199
PTV 柱上模式 .....	199
耗材 .....	199
隔垫 .....	199
衬管 .....	199

PTV 参数	202
载气参数	202
进样模式	204
进样口参数	205
吹扫参数	205
浪涌参数	206
进样阶段参数	206
设置载气参数	208
设置 PTV 分流模式的参数	209
设置 PTV 不分流模式的参数	210
设置 PTV 大体积模式的参数	210
编程进样参数	211
设置 CT 分流模式的参数	213
设置 CT 浪涌分流模式的参数	213
设置 CT 不分流模式的参数	214
设置 CT 浪涌不分流模式的参数	214
<b>第 11 章 程序升温汽化反吹 (PTVBKF) 进样器模块</b>	<b>215</b>
模块概述	215
反吹模式	218
耗材	219
隔垫	219
衬管	219
PTVBKF 参数	221
载气参数	221
进样模式	223
进样口参数	223
吹扫参数	224
浪涌参数	224
进样阶段参数	225
设置载气参数	226
设置反吹的参数	228
编程进样参数	228
连接 PTV 反吹系统	230
<b>第 12 章 火焰离子化检测器 (FID) 模块</b>	<b>231</b>
模块概述	231
工作原理	233
气体供应	233
FID 参数	234
设置 FID 参数	235
FID 检测	235

<b>第 13 章</b>	<b>氮磷检测器 (NPD) 模块</b> .....	<b>239</b>
	模块概述 .....	239
	工作原理 .....	242
	省源 .....	242
	气体供应 .....	242
	NPD 参数 .....	243
	设置 NPD 参数 .....	244
	NPD 检测 .....	245
<b>第 14 章</b>	<b>热导检测器 (TCD) 模块</b> .....	<b>249</b>
	模块概述 .....	249
	TCD 串联模块 .....	251
	工作原理 .....	252
	气体选择 .....	252
	TCD 参数 .....	253
	选择 TCD 操作参数 .....	254
	高热导率气体 .....	254
	低热导率气体 .....	254
	设置 TCD 参数 .....	255
	TCD 检测 .....	255
<b>第 15 章</b>	<b>电子捕获检测器 (ECD) 模块</b> .....	<b>259</b>
	模块概述 .....	259
	工作原理 .....	262
	擦拭检测 .....	262
	气体供应 .....	262
	ECD 参数 .....	263
	设置 ECD 参数 .....	264
	ECD 检测 .....	264
<b>第 16 章</b>	<b>火焰光度检测器 (FPD) 模块</b> .....	<b>269</b>
	模块概述 .....	269
	工作原理 .....	273
	说明 .....	273
	加热 .....	273
	双 FPD .....	274
	气体供应 .....	274
	FPD 参数 .....	275
	设置 FPD 参数 .....	276
	FPD 检测 .....	276
<b>第 17 章</b>	<b>即时连接脉冲放电检测器 (PDD)</b> .....	<b>281</b>
	模块概述 .....	281
	工作原理 .....	284

	气体供应 .....	284
	流量 .....	285
	气体纯度 .....	285
	气路 .....	285
	脉冲发生器额定电压 .....	285
	毛细管柱接头和填充柱接头 .....	286
	PDD 参数 .....	286
	设置 PDD 参数 .....	286
	PDD 检测 .....	287
<b>第 18 章</b>	<b>通用检测器接口 (GDI).....</b>	<b>291</b>
	GDI 机械模块概述 .....	292
	GDI 电接口概述 .....	295
	GDI 参数 .....	298
	可用第三方检测器套件 .....	298
<b>第 19 章</b>	<b>模拟输出接口 (AOI) 模块.....</b>	<b>299</b>
	模拟输出接口概述 .....	299
	工作原理 .....	300
	AOI 参数 .....	301
<b>第 20 章</b>	<b>可选模块 .....</b>	<b>303</b>
	NoVent 微流控模块 .....	304
	FTIR 尾吹模块 .....	305
	即时连接热喷雾分流/不分流进样器 (SSL-TSI) 模块.....	306
<b>第 21 章</b>	<b>开始分析 .....</b>	<b>307</b>
	确认 GC 系统运行正常 .....	308
	检查 TRACE 1610 通电情况 .....	308
	检查 TRACE 1600 通电情况 .....	308
	确认载气流量 .....	309
	检查载气罐压力 .....	310
	检查温度 .....	310
	设置方法参数 .....	310
	执行手动进样 .....	311
	执行自动进样 .....	312
<b>第 22 章</b>	<b>分析故障排除 .....</b>	<b>313</b>
	基线相关问题 .....	315
	峰相关问题 .....	317
	结果相关问题 .....	320

SSL、SSLBKF、HeS-S/SL 分析故障排除	321
不分流模式下的重化合物歧视。	321
不分流模式下的挥发性化合物歧视。	321
分流模式下的歧视	321
反吹分析故障排除	322
PTV 和 PTVBKF 分析故障排除	322
不分流模式下的重化合物歧视。	322
挥发性化合物歧视。	323
不分流模式下的挥发性化合物歧视。	323
大体积模式下的挥发性化合物歧视。	323
分流模式下的歧视	323
溶剂峰过度展宽。	323
挥发性化合物被掩盖。	324
灵敏度低。	324
样品降解。	324
结果重现性差	324
反吹分析故障排除	325
FID 分析故障排除	325
点火问题。	326
NPD 分析故障排除	326
NPD 无响应。	327
NPD 响应低于预期。	327
背景水平高。	327
溶剂和其他碳基化合物的类 NPD 响应。	327
溶剂淬灭效应。	327
基线不稳定。	328
碳抑制低。	328
TCD 分析故障排除	328
TCD 不运行。	328
基线波动。	329
基线漂移。	329
灵敏度低。	329
ECD 分析故障排除	329
基线频率高。	330
溶剂峰后负下降。	330
脉冲电压变化时基线漂移。	330
噪声高	330
ECD 基线优化	331
FPD 分析故障排除	334
高稳流和噪声。	334
无稳流。	334
基线不稳定且噪声过大。	334
FPD 温度未达到设定值。	335
灵敏度低。	335
灵敏度低：隔热片之间产生水滴。	335

PDD 分析故障排除 .....	335
背景电流高 .....	336
灵敏度低 .....	337
无峰 .....	337
噪声水平高 .....	337
执行氢气泄漏检测 .....	338
GDI 分析故障排除 .....	338
<b>术语表 .....</b>	<b>339</b>

## 前言

本手册详细介绍了 Thermo Scientific™ TRACE™ 1600/1610 GC 的使用方法。本手册内容结果如下：

## 关于系统

Thermo Scientific 系统支持联用先进的气相色谱 (GC) 仪。TRACE 1600/1610 GC 系统可以单独使用，也可以与其他仪器联用。GC 是一种强大的分离、分析技术。由多种化合物组成的复杂混合物经过手动或自动进样器注入 GC，在 GC 中分离洗脱物，随后送入检测器。检测器产生 GC 洗脱物及其组分的信号。接着，Thermo Scientific™ 色谱数据系统处理这些信号，对样品中存在的单一化合物实现定性鉴别和精准定量。

**重要** 我们致力于为研究和日常应用提供高效分析能力，我们的 Thermo Scientific 系统从设计上优化了 GC 的分离和检测能力。关于使用 Thermo Scientific 系统的更多信息，请查阅相关文档来源，或者联系我们获取相关文档。



**警告** 需要严格控制环境条件才能安全可靠地运行 Thermo Scientific 系统。没有按照制造商规定的方式使用设备，设备的各项保障功能可能会受到影响。如果没有按照本手册的维护规范来维护系统，可能会引起多种类型的故障，还可能导致人身伤害或死亡。没有按照制造商规定的方式操作而导致的仪器故障维修，不在标准保修和服务合同范围内。



**警告** 系统的运行需要用到不同危险规格的化学物质。使用任何化学品之前，请阅读制造商提供的材料安全数据表 (MSDS)，参考相关 CAS 编号，详细了解对应化学品的危险警告标志和相关信息。

## 额定功率

TRACE 1600/1610 气相色谱仪

- 120 VAC ±10%, 50/60 Hz, 2000 VA
- 230 VAC ±10%, 50/60 Hz, 2000 VA

有关仪器规格的更多信息，请参阅产品规格表。

## 联系我们

您可以从多个渠道联系 Thermo Fisher Scientific 获取所需信息。

❖ **详细了解我们的产品信息**

请访问 <http://www.thermofisher.com>

❖ **获取当地销售或服务商的联系信息**

请访问 <http://www.unitylabservice.com/en/home.html>

## 相关文档

除本手册外，Thermo Scientific 还提供关于 TRACE 1600/1610 气相色谱仪的以下文档。

*TRACE 1600 /1610 Document Set*, P/N MI-317AH0-0038

- *TRACE 1600/1610 Preinstallation Requirements Guide*, P/N MI-317000-0032
- *TRACE 1600/1610 Hardware Manual*, P/N MI-317000-0033
- *TRACE 1600 /1610 User Guide*, P/N MI-317000-0034
- *TRACE 1600/1610 Spare Parts Guide*, P/N MI-317000-0035

如需提出文档改进建议，请点击此链接完成[读者调查](#)。

## 安全警示和重要信息

请务必遵守本手册中的防范提示。安全警示和特别提示会在各部分内容中用方框展示，具体包括：

**警告** 强调说明了对人或环境的危害。这是一个常规的安全警示符号，后面的安全预防说明是为了提醒用户应该如何正确操作才能避免造成人身伤害。每个**警告**安全警示前都带有这个安全警示符号，搭配另一个安全警示符号共同使用（请查看第 [xxv](#) 页上的“安全警示符号和警示词”），后面是对应的安全预防说明。如果在仪器上或操作说明书上看到了安全警示符号，请务必严格遵守相关的安全说明，再继续操作。

**注意** 强调说明了可能导致人身伤害或仪器损坏的操作。“注意”符号用于强调防范人身伤害、软件损坏、数据丢失、无效测试结果等问题的必要安全说明，还提供确保系统保持最佳性能的重要说明。**注意**安全警示前都带有相应的安全符号（请查看第 [xxv](#) 页上的“安全警示符号和警示词”），后面是对应的安全预防说明。如果在仪器上或操作说明书上看到了安全警示符号，请务必严格遵守相关的安全说明，再继续操作。

**重要** “重要”符号用于强调防范软件损坏、数据丢失、无效测试结果等问题的必要安全说明，还提供确保系统保持最佳性能的重要说明。

**注释** “注释”符号用于强调任务相关的重要信息。

**提示** “提示”符号用于提供简化任务的实用信息。

## 安全警示符号和警示词

所有的安全警示符号都带有“警告”或“注意”的安全警示信息，说明了人身伤害和/或仪器损坏的风险程度。“警告”和“注意”安全警示符号旁边都会带有说明，比如**烧伤危险**。“警告”安全警示符号的目的是防止用户执行某些不当操作造成人身伤害。“注意”安全警示符号的目的是防止用户执行某些不当操作造成人身伤害和/或仪器损坏。在仪器上和/或本手册中，您可以找到以下安全警示符号：

符号	安全警示说明
	<b>生物危险：</b> 表示 <i>能够、很可能</i> 或者 <i>可能</i> 带来生物危险。
	<b>烧伤危险：</b> 提醒操作人员，这里有高温表面， <i>很可能</i> 或者 <i>可能</i> 造成烧伤。
	<b>触电危险：</b> 表示 <i>很可能</i> 或者 <i>可能</i> 发生触电。
	<b>火灾危险：</b> 表示 <i>很可能</i> 或者 <i>可能</i> 造成火灾/燃烧。
	<b>爆炸危险：</b> 表示存在爆炸危险。 <i>很可能</i> 或者 <i>可能</i> 造成人身伤害。
	<b>气体易燃危险：</b> 警示操作人员，压力瓶中的压缩气体、液化气体或溶解气体遇到火源容易燃烧。 <i>很可能</i> 或者 <i>可能</i> 造成人身伤害。
	<b>需戴手套：</b> 表示处理任务时，操作人员必须佩戴手套，否则 <i>很可能</i> 或者 <i>可能</i> 造成人身伤害。
	<b>需穿工作服：</b> 表示处理任务时，操作人员必须穿好工作服，否则 <i>很可能</i> 或者 <i>可能</i> 造成人身伤害。
	<b>需穿工作靴：</b> 表示处理任务时，操作人员必须穿好工作靴，否则 <i>很可能</i> 或者 <i>可能</i> 造成人身伤害。
	<b>人体和眼部危险：</b> 表示处理任务时，操作人员必须佩戴眼部防护设备。
	<b>人体和眼部危险：</b> 表示 <i>很可能</i> 或者 <i>可能</i> 造成化学危害或人身伤害。

	<b>有害物质：</b> 表示 <i>存在、很可能或者可能存在</i> 有害物质。
	<b>仪器损坏：</b> 表示 <i>可能造成</i> 仪器/组件损坏。这类损坏不在标准保修范围内。
	<b>搬运危险：</b> 表示物件需要两人或多人一起搬运，否则 <i>很可能或者可能造成</i> 人身伤害。
	<b>人体和眼部危险：</b> 表示 <i>很可能或者可能造成</i> 眼部损伤。
	<b>阅读手册：</b> 警示操作人员，要仔细阅读仪器的说明文档，确保自身的安全和仪器的性能不受损害。不仔细阅读说明文档， <i>很可能或者可能造成</i> 人身伤害。
	<b>有毒物质危险：</b> 表示操作人员如果接触这类有毒物质 <i>很可能或者可能造成</i> 人身伤害或死亡。
	<b>激光危险：</b> 表示如果暴露在激光束中， <i>能够、很可能或者可能造成</i> 人身伤害。
	<b>放射危险：</b> 表示 <i>很可能或者可能存在</i> 放射性材料。
	为了防止造成人身伤害，这个常规的安全警示符号后面会提供 <b>警告</b> 安全预防信息，该符号符合 ISO 3864-2 标准。在 ANSI Z535 安全标志中，该符号表示如果仪器使用不当，或者人员用不安全的方式操作，可能会造成人身伤害。这个符号和另一个安全警示符号共同使用，用于提示用户： <i>存在可能会导致人身伤害的当前或潜在危害。</i>

## 仪器标记和符号

表 1 说明了 Thermo Scientific 仪器上使用的符号。TRACE 1600/1610 仪器上仅使用了几个符号，已在下方用“\*”标出。

表 1. 仪器标记和符号（单元表 1 of 2）

符号	说明
===	直流电
* ~	交流电
≡	直流电和交流电共用
3 ~	三相交流电
⏏	地面（接地）端子

表 1. 仪器标记和符号 (单元表 2 of 2)

符号	说明
	保护性导线端子
	机架或底板端子
	等势
* 	开 (电源)
* 	关 (电源)
	设备采用双重绝缘或加强绝缘保护 (绝缘强度类别为 IEC 536 II 类)
* 	这是产品随附说明手册中使用的符号。这个符号表示操作人员必须阅读说明手册中的“警告”或“注意”部分的安全警示信息，避免造成人身伤害或产品损坏。
	注意，有触电危险
* 	注意高温表面
* 	注意生物危险
	双稳态按钮已接通控制
	双稳态按钮已断开控制
	插座
* 	该符号符合废弃电气和电子设备 (WEEE) 指令 2012/19/EU，该指令自 2005 年 8 月 13 日在欧洲市场启用。

## 氢气使用安全注意事项

氢气是一种无色透明、无臭无味、高度易燃的气体，分子式为 H<sub>2</sub>。H 是最轻的元素，原子量为 1.00794。氢气有一定的危险性，在环境温度和压力环境下，体积浓度在约 4% - 74.2% 范围内时，遇火源就会发生爆炸。

氢气的闪点为 -423°F (-253°C)，自燃温度为 1,040°F (560°C)。氢气需要的点火能量非常低，但燃烧速度却比任何其他气体都要快。如果氢气在高压下迅速膨胀，就会发生自燃。氢气燃烧时的火焰在强光下不可见。



**警告 - 爆炸危险** 使用氢气作为载气有一定的危险性。氢气可能会引发爆炸，使用时必须特别小心。在任何时候使用氢气都必须经过相关的健康与安全人员检查，安装任何氢气系统都必须按照相关的法规和标准执行。对不当使用氢气作为载气，Thermo Fisher Scientific 不承担任何责任。

在开始使用氢气之前，您应该基于要使用的氢气和实验室条件做一次风险评估。您应该问自己：

“本项目中最有可能发生的氢危险是什么？”

“本项目中有可能导致最严重后果的氢危险是什么？”

- 尽量降低或消除较高的风险，使用适当的通风设备，及时排走氢气，不让氢气积聚到易燃浓度。您还应该考虑吹扫氢气，进一步减少危险。确保每个氢气使用人员都接受过基本的氢气使用安全培训。
- 使用氢气的安全规范与实验室的常规安全规范一样，要求实验人员穿戴防护眼镜、实验服、手套等。一般情况下，除了在使用压缩气体时要求做好眼部防护外，对气态氢没有特别的要求。但如果使用深冷液态氢，除了要求做好眼部防护外，还要求穿戴隔热手套和防护靴。
- 您应该在氢气源和储氢瓶附近张贴标有“禁止吸烟”和“严禁烟火”的安全警示。定期维护、检查、测试所有氢气源，及时消除泄漏等安全隐患。
- 所有的氢气断流阀都应该有明确的标记，固定的氢气管道也应该在供气点、排气点和等长间隔点处添加标记。如有氢气管道穿过墙体，应在墙体的两侧管道都添加标记。
- 为应对意外情况的发生，还应该制定一套应急计划。
- 应该告知现场应急响应小组和当地消防部门所有储氢瓶的位置。

## TRACE 1600/1610 系统的氢气使用安全注意事项

使用氢气作为载气或某些火焰检测器的燃气存在一定的危险性，操作人员必须非常小心并严格遵守特别预防措施。

**警告 - 爆炸危险** 氢气是具有一定危险性的气体，与空气混合时，可能会生成爆炸性混合物。使用氢气作为载气时，操作人员就必须非常小心。由于存在爆炸风险，操作人员必须严格遵守特别预防措施。

如果使用氢气作为载气，您必须在气相色谱仪上配备氢气传感器。



如果您的柱温箱还没有安装氢气传感器，请勿在 TRACE 1600/1610 系统中使用氢气作为载气。如果未配备相应的氢气传感器，Thermo Fisher Scientific 现场服务工程师无权安装或维修任何使用氢气作为载气的仪器。

如果您的柱温箱还没有安装氢气传感器，请联系 Thermo Fisher Scientific 销售代表。为符合仪器安全要求，应由 Thermo Fisher Scientific 现场服务工程师或授权服务人员将氢气传感器安装到您的 TRACE 1600/1610 系统中。

氢气是具有一定危险性的气体。尤其在封闭环境下，氢气在空气中的体积浓度达到 4.0% - 74.2% 的范围时，遇火源就会发生爆炸。使用氢气作为载气时，如果柱温箱组件之间连接不当，或者连接材料有磨损、破损或其他缺陷，可能会发生爆炸。

使用氢气时，请务必遵守以下安全注意事项：

- 确保所有储氢瓶都符合正确使用和存储氢气的安全要求。储氢瓶和氢气输送系统必须符合当地法规要求。
- 连接氢气管道时，确保供气端完全关闭。
- 使用仪器前，进行泄漏试验，确保氢气管道没有任何泄漏。重复泄漏试验，消除所有泄漏风险。
- 确保您的 TRACE 1600/1610 系统安装了 Thermo Fisher Scientific 氢气传感器。氢气传感器可持续监测柱温箱中的氢气浓度。

## 氢气连接指南

要将氢气安全地连接到系统，请参考以下指南：

- **管道：**必须使用适当的管道将氢气输送到设备，确保不会对终端操作人员造成危险。氢气输送管道系统必须由经过专门培训并具有氢气管道系统经验的人员来设计和安装。

通常建议使用不锈钢管，因为不锈钢材料安全又经济。不建议使用铸铁管或铜管，因为这两种材质的管道会老化变脆。也不建议使用各种塑料和聚合物制成的弹性塑料/塑料管，除非这种材质的管道经批准用于氢气输送。如果要使用弹性塑料/塑料管来输送氢气，应测试管道的渗氢性，降低泄漏风险。

氢气管道系统必须有足够挠性，要能承受常规的热膨胀和热收缩。在使用期间，氢气管道系统还要能承受最恶劣的温度和压力条件。管道和支架必须要能承受冰雪带来的静载荷，以及强风和地震带来的动载荷。

如果要埋设氢气管道，应谨慎操作。应采取适当的控制措施来防止管道损坏和腐蚀，还应该增加防护措施，阻止泄露的氢气进入室内。

- **管道接头：**所有接头都必须经过批准或专门用于氢气输送，并且必须和管道配套。尽可能减少接头使用数量，减少泄漏风险点。安装接头后，确保在使用系统前进行泄漏试验，之后还需定期检测。

请勿使用 PTFE 胶带或其他物件（如管道工用的腻子）来增强密封性，因为这样会适得其反，不利于管道密封。理想情况下，最佳安装材料是不锈钢管和配套的气密接头。

氢气管道系统的接头，通常会首选焊接技术，因为相比于机械接头，焊接技术能够更好地连接接头与管道，降低泄漏风险。请勿在氢气管道系统中使用软焊料接头，因为软焊料的熔点低，在深冷温度下可能会出现脆性破裂。可以使用钎焊（铜或高熔点焊料）接头，不过应该注意外部防火。

管道连接处应使用倒钩型接头或压合型接头夹紧。请勿使用管夹或卡箍。

- **阀：**所有的阀都必须适用于氢气应用条件和特定操作条件。请勿将常规阀（包括调节阀）用于氢气管道系统，除非经过专门设计且标识为适合氢气管道系统。通常建议使用球阀，因为球阀阀座能提供卓越的密封性。通常选用气动操纵器远程操作阀，这样潜在着火源（电）就可以远离阀。

应该在每个使用点附近触手可及的范围内安装手动断流阀。如果储氢瓶或制氢系统近在眼前，就没有必要在每个使用点附近都安装断流阀。

如果管道调节阀的气动动力源远离使用点，就应该在使用点附近安装手动断流阀。

在装有管道气体供应系统的教育教学实验室中，除了在每个使用点附近安装手动断流阀外，还应该在使用区域外的便利位置安装应急气体断流设备。

如有必要，管道系统应该配备泄压装置且不间断运行泄压。从设计上来说，泄压装置的排气量要能够足以避免系统压力进一步增加，还要能够将气体排放到室外安全位置或通风系统排气口。

## 氢气相关设备的购买

购买氢气相关设备时，请参考以下指南：

- **制氢机：**制氢机（也称为电解水机）可以随时随地制氢，因此能最大限度地减少氢气积聚量，减少危险，是最安全的制氢方法，适用于为 GC 制造所需氢气量。

但是，要最大限度地减少危险，只能在非爆炸性环境中操作制氢机，因为氢气积聚可能会引发火灾。因此，在制氢机所在房间或实验室中，通风橱的通风系统能维持的换气率必须至少比制氢机最大制氢率高两个数量级。请遵循制造商关于正确使用和维护调节阀的说明。

要防范氢气排放/泄露的可能性，请在以下情况下将制氢机设置为关闭：

- 通风系统出现流动损失。
- 空气中氢气的体积浓度达到 25% 时，氢气检测器会发出警报；氢气在空气中的易燃下限为 4%。

将制氢机制出的氧气也排放到室外安全位置。

**重要** 搭配钯干燥剂或质子交换膜，可以制作去离子水供制氢机使用。使用变压吸附和分子筛技术，将含水量降到痕量级。

- **储氢瓶：**氢气可以装在实验室标准储气罐或储气瓶中。这些储氢瓶都装有固定氢气量，用来运输和存储氢气非常安全。像所有压缩气瓶一样，装有压缩氢气的储氢瓶一定要直立放置，最好用不易燃的链条或绳索固定。如果储氢瓶倒下，阀就容易脱落，瓶内的加压氢气一旦释放，会产生巨大的反向作用力，推动储氢瓶如失控的火箭般飞起，可能会因此引发爆炸，对人身造成严重伤害，甚至死亡。在安装调节阀之前，切勿打开储氢瓶的阀来清洁接头上的灰尘或污垢，因为这样可能会带来自燃风险。

## 氢气的正确存放

存放与处理压缩氢气和深冷液态氢气存在一定的健康和安全风险。使用适当的存放与处理技术对维持安全的工作环境至关重要。

储存氢气时，请参考以下指南：

- 将备用储氢瓶存放在室外安全位置，远离门窗、建筑进风口、建筑结构和行车路径。这些注意事项适用于所有气体储存，不仅限于氢气储存。室内存放备用储氢瓶有特殊要求，但在本文的论述范围内。每种容器的相关文档都应该包含容器描述、可用图示或其他文档的列表、最新检查结果和负责人姓名。
- 用链条固定备用储氢瓶，防止备用储氢瓶倒下。链条需能抗腐蚀和抗过热。
- 用半小时防火等级的 5 ft. (1.5 m) 阻火器将备用储氢瓶与氧化性气体（如氧气）隔开，或将备用储氢瓶远离氧化性气体至少 20 ft. (6 m) 放置。
- 搬运储氢瓶注意事项：
  - 搬运储氢瓶前，取下调节阀，换上气瓶阀盖。
  - 用气瓶推车或其他适当的运输设备来运输储氢瓶。
  - 切勿滚动、摔、踢、撞击储氢瓶，切勿扶着保护盖提起储氢瓶。
- 在大宗氢气系统中，使用固定设备运输气态氢气或液态氢气；在一些气体系统中，使用半挂拖车（长管拖车）运输气体。压缩氢气或液态氢气的储存容器应该按照相关的法规和标准来设计、构造、测试和维护。大宗氢气系统的要求复杂，不在本文的论述范围内；但我们也会提供一些通用指南。

- 大宗氢气系统不应该建在电力线缆下方，不应该靠近其他易燃气体/液体或公共区域。大宗氢气系统的设施应该便于授权人员和运输设备进出，但要防范物理损坏或破坏。
- 如果大宗氢气系统储存的是液态氢气，就有可能出现深冷危险，使用深冷液态氢气时有必要遵循额外的安全注意事项。

## 氢气相关的安全法规、标准和参考文献

下面列出的安全法规、标准和参考文献并非详尽清单。实际上，可能还有一些联邦法规、州法规和地方法规适用于您所在地区。在安装或使用氢气系统前，请咨询所有具有司法管辖权的相关机构。

- Air Products Safetygram #4 Gaseous Hydrogen
- ANSI/AIAA standard for hydrogen safety guidelines is AIAA G-095-2004, Guide to Safety of Hydrogen and Hydrogen Systems
- ASME B31.1, Power Piping Code
- ASME B31.3, Process Piping Code
- ASME B31.8, Gas Transmission and Distribution Systems
- BCGA Code Of Practice CP4 Industrial Gas Cylinder Manifolds and Gas Distribution Pipework
- BCGA Code Of Practice CP33 The Bulk Storage of Gaseous Hydrogen at Users' Premises
- CGA G-5, Hydrogen
- CGA G-5.4, Standard for Hydrogen Piping Systems at Consumer Locations
- CGA G-5.5, Hydrogen Vent Systems
- CGA G-5.6, Hydrogen Pipeline Systems
- CGA G-5.8, High Pressure Hydrogen Piping Systems at Consumer Locations.
- FM Global Property Loss Prevention Data Sheets 7-50: Compressed Gases in Cylinders
- FM Global Property Loss Prevention Data Sheets 7-91: Hydrogen
- IGC Doc 121/04/E, Hydrogen Transportation Pipelines System Design Features
- NASA
- NSS 1740.16 Safety Standard For Hydrogen And Hydrogen Systems Guidelines for Hydrogen System Design, Materials Selection, Operations, Storage, and Transportation
- NFPA 52, Vehicular Fuel Systems Code

- NFPA 55, Standard for the Storage, Use, and Handling of Compressed Gases and Cryogenic Fluids in Portable and Stationary Containers, Cylinders, and Tanks, 2005 Edition
- NFPA 68, Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting
- NFPA 70, National Electrical Code
- NFPA 497, Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas
- NFPA 13, Standard for the Installation of Sprinkler Systems
- NFPA 45, Standard on Fire Protection for Laboratories Using Chemicals
- NFPA 55, Standard for the Storage, Use, and Handling of Compressed Gases and Cryogenic Fluids in Portable and Stationary Containers, Cylinders, and Tanks
- NFPA 68, 2007 Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting
- NFPA 69, Standard on Explosion Prevention Systems
- NFPA 91, Standard for Exhaust Systems for Air Conveying of Vapors
- NFPA 255, Standard Method of Test of Surface Burning Characteristics of Building Materials
- OSHA 29CFR1910.103 1910.103 Hydrogen

## 有害物质注意事项



**警告** 使用有毒、有害等危险品之前，请阅读适用的材料安全数据表中列出的危险警告标志和相关信息。根据安全要求配备和穿戴个人防护装备。

## 有毒气体的排放

在 GC 的正常操作过程中，一些样品可能会从进样口和检测器出口逸出到仪器外部；因此，分析有毒化合物时要注意，有毒气体必须排放到通风橱中。请查阅当地的环保与安全法规，了解关于气体排放的说明。

## 液氮使用安全注意事项

加压后，氮气将液化为温度极低的液氮，液氮无色、无臭。液氮在常压下汽化产生的氮气过量，可使空气中氧分压下降，降到 19.5% 以下时，会快速引起缺氧窒息。所以，最好配备自给式呼吸器 (SCBA)。直接接触液氮或氮的冷蒸气会导致严重冻伤。常温下氮的冷蒸气与空气接触，空气中的水蒸气遇冷会凝结成小水珠，也就是我们看到的白雾。必须监测液氮释放区的氧分压。所有深冷液体在汽化时都会产生大量气体。

**警告** 使用液氮之前，请阅读制造商提供的材料安全数据表，参考 CAS 编号 7727-37-9，详细了解液氮的危险警告标志和相关信息。



请配备和穿戴以下个人防护装备：

- **防护手套：** 宽松型隔热/皮质手套。
- **眼部防护：** 建议穿戴防护面罩或防护眼镜。
- **其他防护装备：** 安全靴（搬运集装箱时穿）。长袖衬衫和无翻边长裤。全封闭防护服。

## 二氧化碳使用安全注意事项

常温常压下二氧化碳为无色气体，低温高压下二氧化碳为无色液体。低浓度的二氧化碳无色无味。高浓度的二氧化碳酸味浓烈。浓度在 2 - 10% 之间的二氧化碳，会引起恶心、头晕头痛、精神错乱、血压升高和呼吸急促。如果二氧化碳浓度达到 10% 或更高，会快速引起缺氧窒息，甚至死亡。直接接触深冷液态二氧化碳可能会使暴露的皮肤冻伤。二氧化碳接触到空气中的水蒸气可能会形成碳酸，而碳酸会刺激眼睛。任何形态的二氧化碳都不可燃。二氧化碳的密度比空气大，容易在低洼区域积聚，需要及时排走。

**警告** 使用二氧化碳之前，请阅读制造商提供的材料安全数据表，参考 CAS 编号 124-38-9，详细了解二氧化碳的危险警告标志和相关信息。



请配备和穿戴以下个人防护装备：

- **防护手套：** 宽松型隔热/皮质手套。
- **眼部防护：** 建议穿戴防护面罩或防护眼镜。
- **其他防护装备：** 安全靴（搬运集装箱时穿）。长袖衬衫和无翻边长裤。全封闭防护服。

# TRACE 1600/1610 入门

本章详细介绍了 TRACE 1600/1610 气相色谱仪的相关信息。

## 目录

- 仪器基本信息
- 仪器标签位置示意图
- 柱温箱
- 进样器模块腔体
- 检测器模块腔体
- 外部模块腔体
- 进气口端口
- 电子模块
- TRACE 1610 用户界面
- TRACE 1600 用户界面

## 仪器基本信息

TRACE 1600/1610 包含以下关键组件：

- **进样器**，用于注入样品。以下进样器模块可供选择：
  - 分流/不分流进样器 (SSL)
  - 分流/不分流反吹进样器 (SSLBKF)
  - 气体进样阀 (GSV)
  - 省氦器 (HeS-S/SL)
  - 程序升温汽化进样器 (PTV)
  - 程序升温汽化反吹进样器 (PTVBKF)
- **柱温箱**，内部安装有分析柱（色谱柱），样品将在此处被分离成化合物。
- **检测器**，用于检测分离得到的化合物。  
以下检测器模块可供选择：
  - 火焰离子化检测器 (FID)
  - 电子捕获检测器 (ECD)
  - 氮磷检测器 (NPD)
  - 热导检测器 (TCD)
  - 火焰光度检测器 (FPD)
  - 脉冲放电检测器 (PDD)
  - 串联四极杆（三重四极杆）气相色谱质谱联用仪 (GC-MS/MS)
  - 适用于第三方检测器的通用检测器接口 (GDI)
- **电子模块**，用于仪器供电（电压为 120 VAC 或 230 VAC）。
- 两个模块腔体，可容纳**外部模块**，例如辅助温度/深冷模块、辅助载气模块、NPD 热离子源电源模块、GDI 电接口（属于通用检测器接口）模块和模拟输出接口模块。
- TRACE 1610 配备触摸屏和对应的**用户界面**。
- TRACE 1600 的配备状态面板和对应的**用户界面**。

图 1. TRACE 1610 气相色谱仪（配备触摸屏）

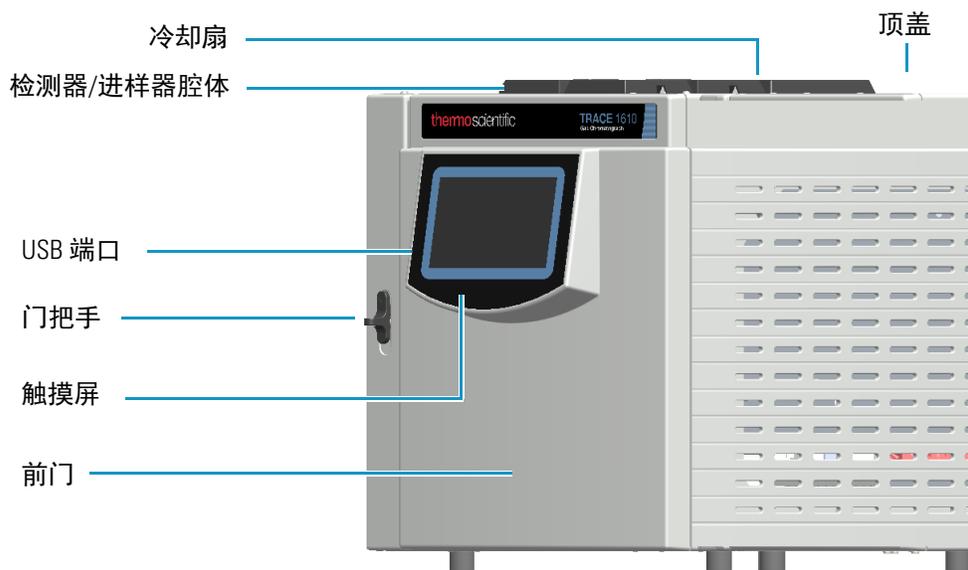


图 2. TRACE 1600 气相色谱仪（配备状态面板）

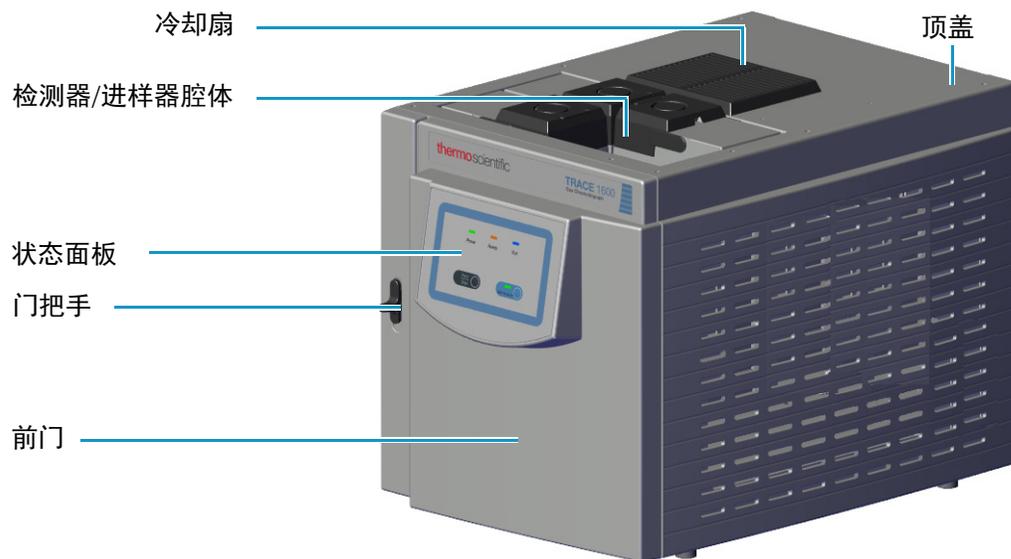
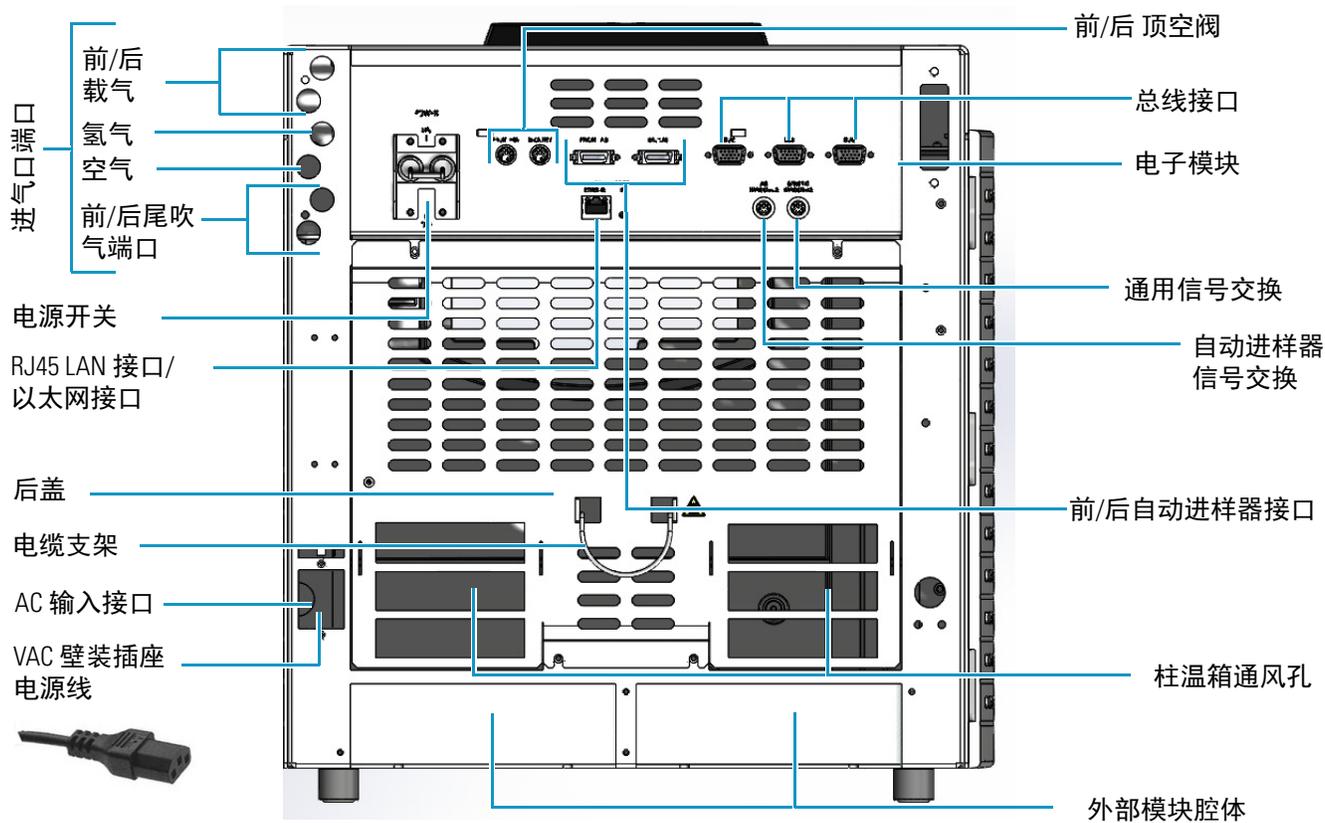
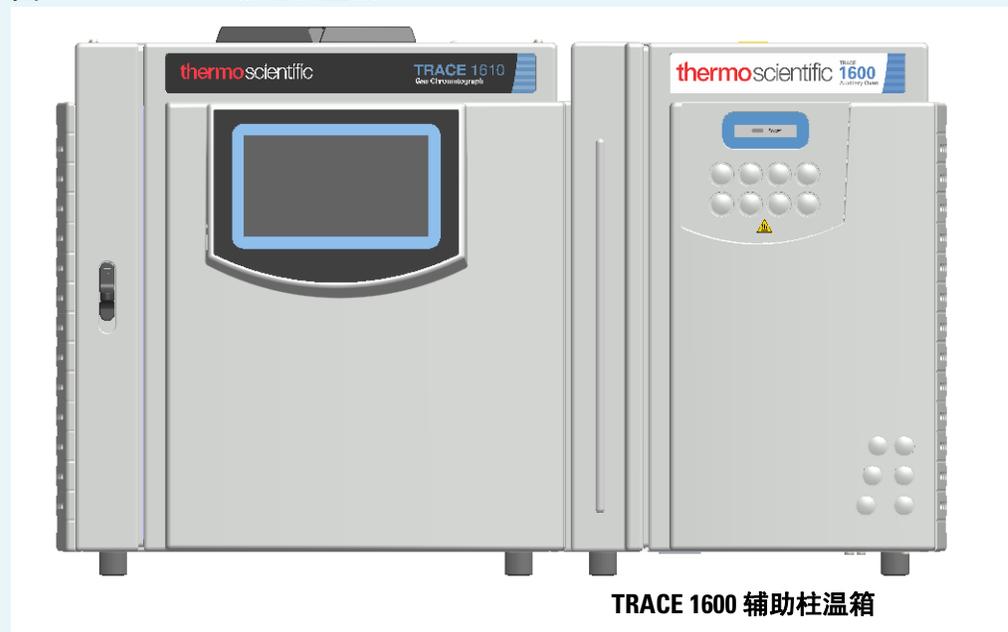


图 3. TRACE 1600/1610 后视图



**注释** TRACE 1600/1610 仪器可与 TRACE 1600 辅助柱温箱配套联用。请参阅图 4。

**图 4.** TRACE 1600 辅助柱温箱



关于 TRACE 1600 辅助柱温箱的更多信息，请参阅 *TRACE 1600 辅助柱温箱说明手册*、*TRACE 1600/1610 用户指南*和 *TRACE 1600/1610 硬件手册*。

## 仪器标签位置示意图

下面是仪器标签位置的示意图。

图 5. TRACE 1600/1610: 序列号和美国专利标签

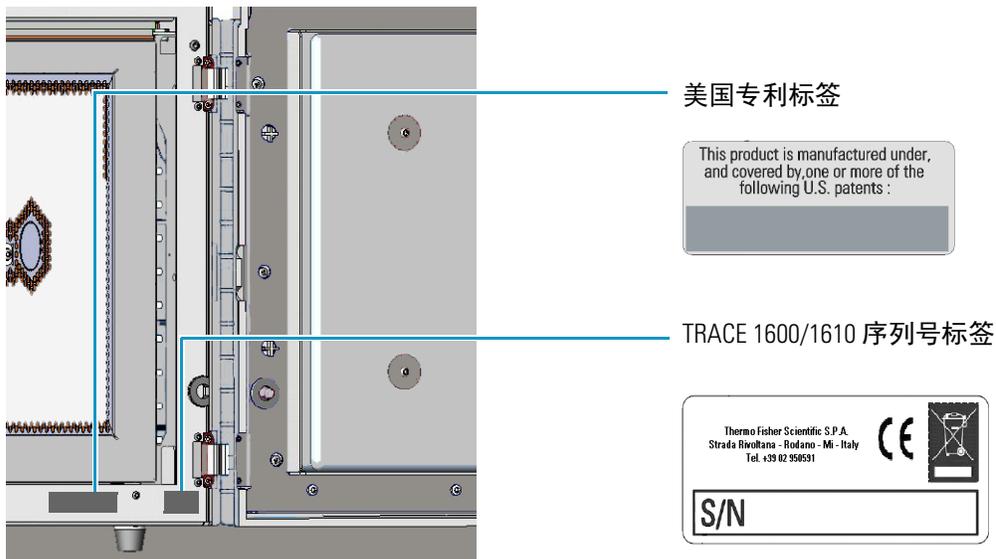


图 6. 电子模块: 序列号、电参数、MAC 码和 LAN 信息

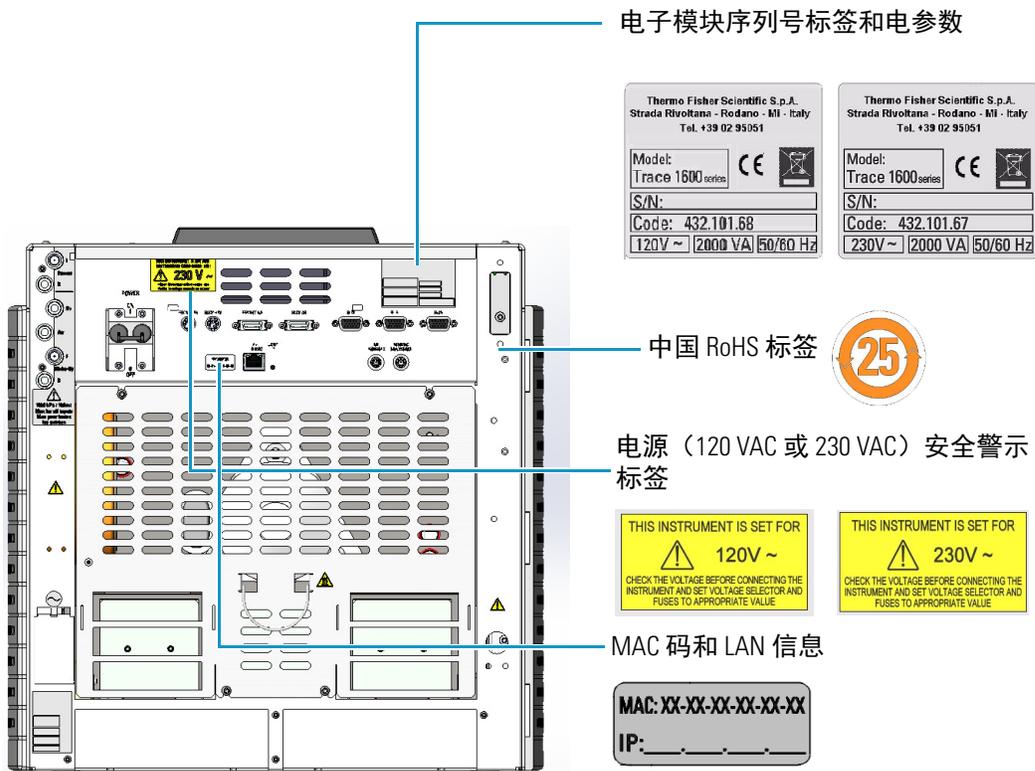


图 7. 电子模块：安全警示标签

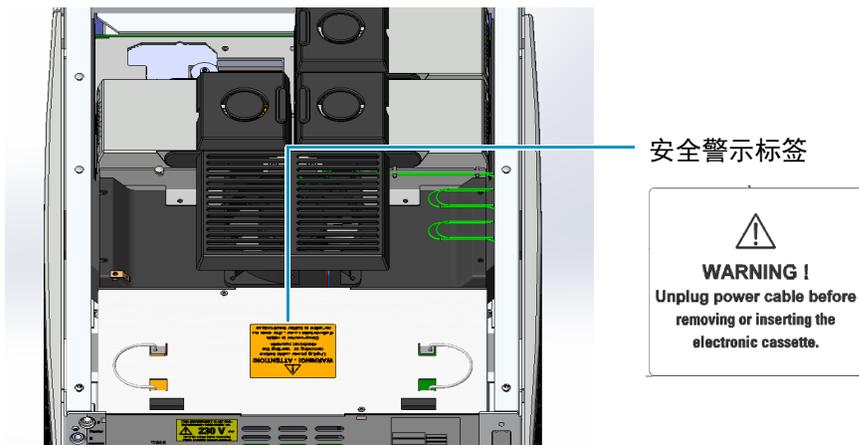


图 8. 进样器/检测器模块：高温表面标签和安全警示标签

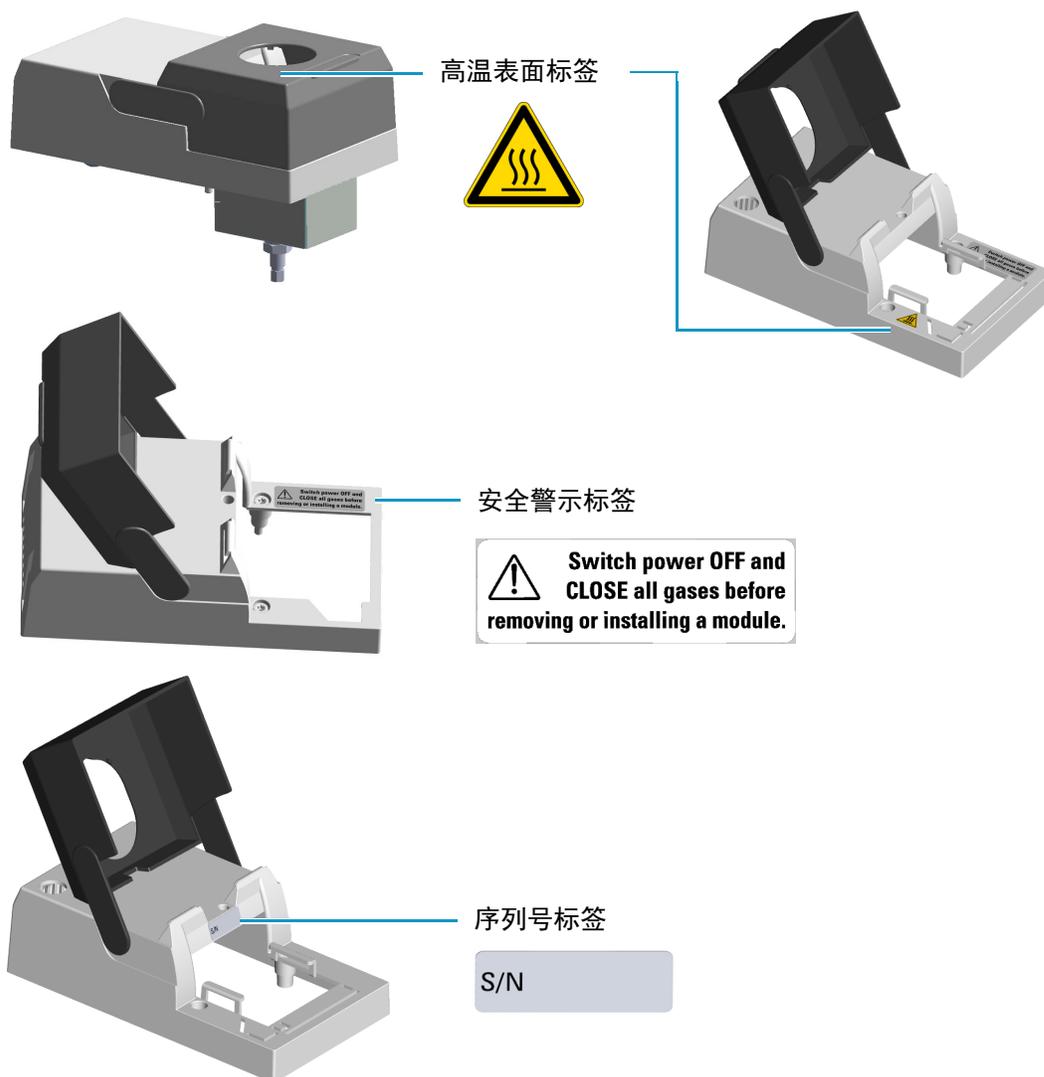
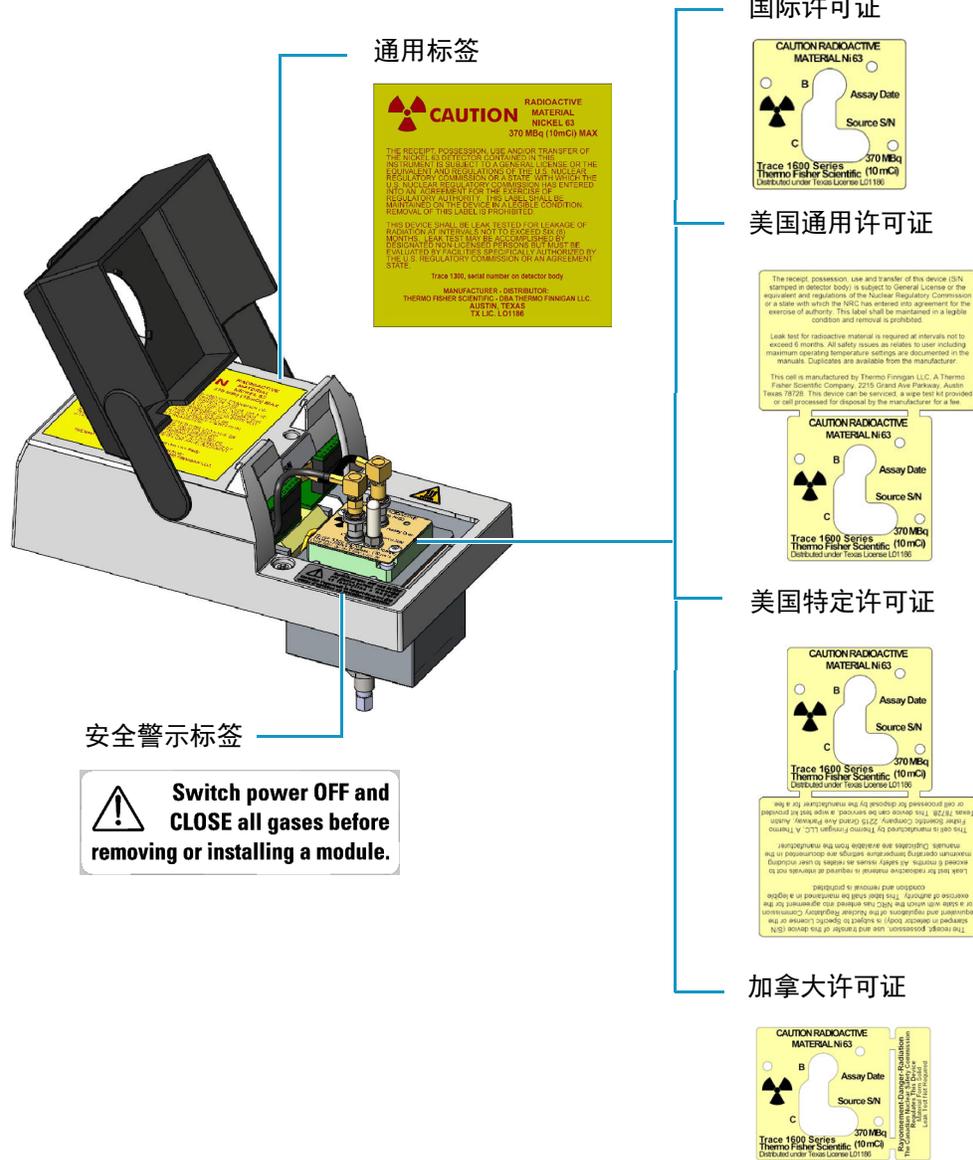
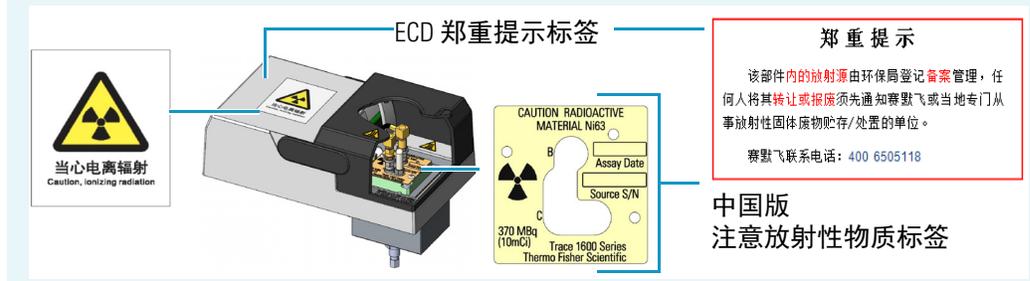


图 9. ECD 检测器模块标签

注意放射性物质标签与许可证（国际许可证、美国许可证和加拿大许可证）标签。



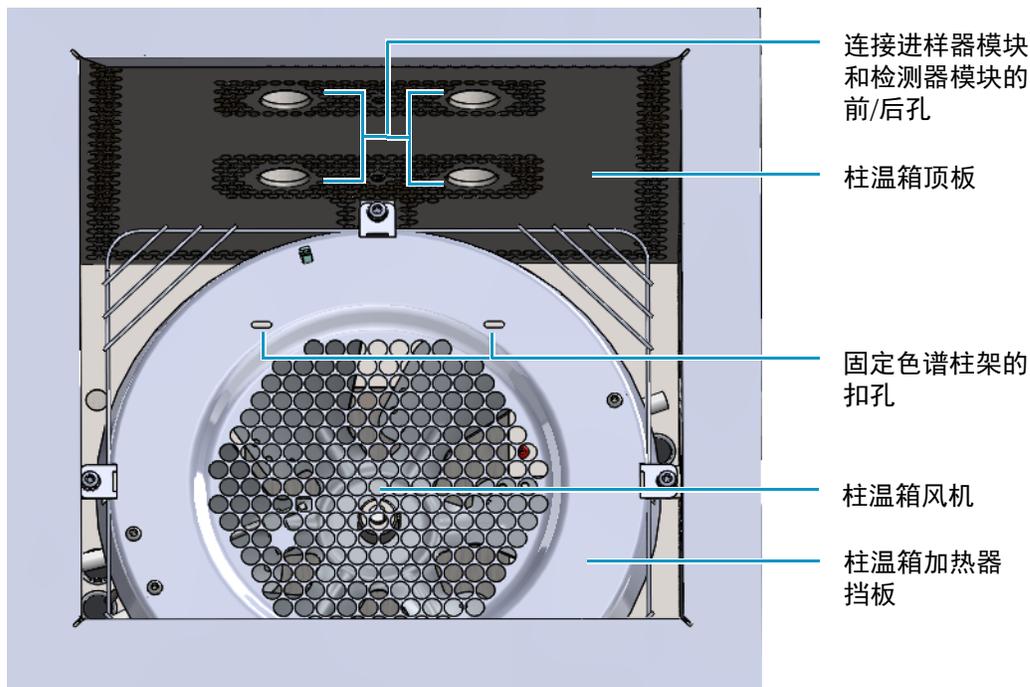
**重要** 仅供中国使用的 ECD 检测器模块，需将“Caution Radioactive Material Ni63”标签替换为：



## 柱温箱

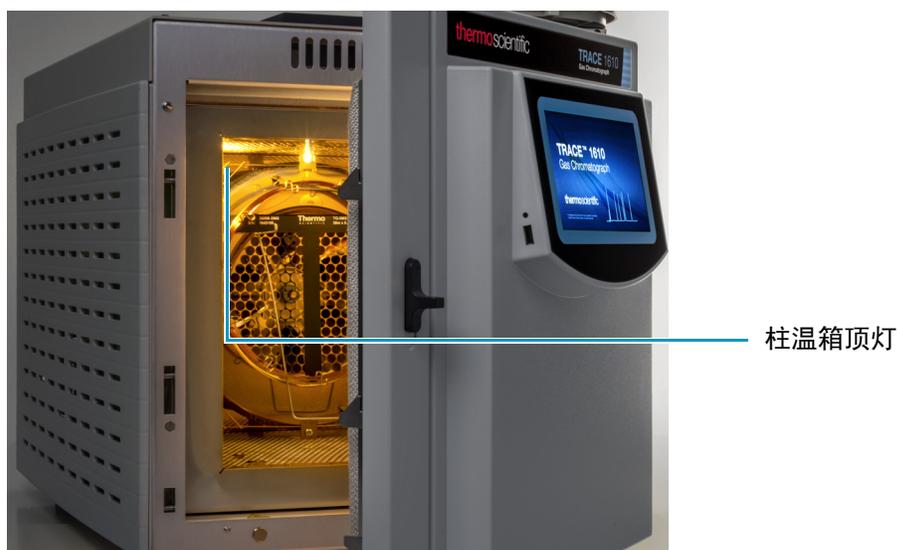
要查看柱温箱，下推 GC 前门左侧的门把手即可打开查看。请参阅图 10。

图 10. 柱温箱内视图



如果 GC 处于通电状态，打开前门就会引动磁性安全开关。仪器会自动关闭柱温箱的加热器、空气循环风机的电机和深冷系统（若已安装）。打开前门的同时，柱温箱的顶灯也会亮起，方便操作人员在柱温箱内部操作。

图 11. 柱温箱顶灯



柱温箱有以下功能：

- 最大温升率为 125 °C/min；支持 32 个线性温度斜坡和 33 个平台；得益于 GC 控制的两个调制冷却翼，柱温箱的最低工作温度仅比环境温度高几度。
- 最高温度可达到 450 °C。如果安装了深冷系统，输送二氧化碳时，柱温箱冷却温度可达到 -50 °C；输送液氮时，柱温箱冷却温度可达到 -100 °C。冷却剂流量主要由深冷系统控制，必要时可安装深冷系统。柱温箱二氧化碳深冷系统和柱温箱液氮深冷系统，请分别参阅图 12 和图 13。

图 12. 柱温箱二氧化碳深冷系统

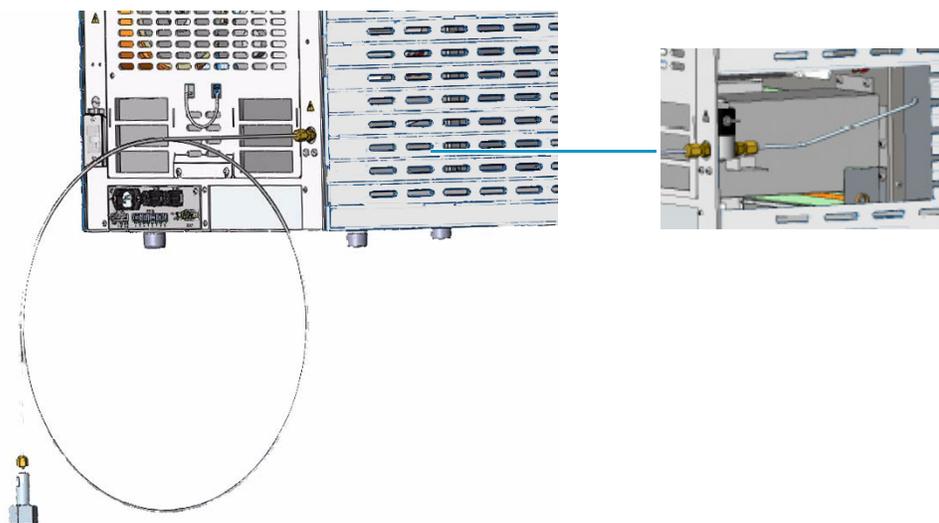
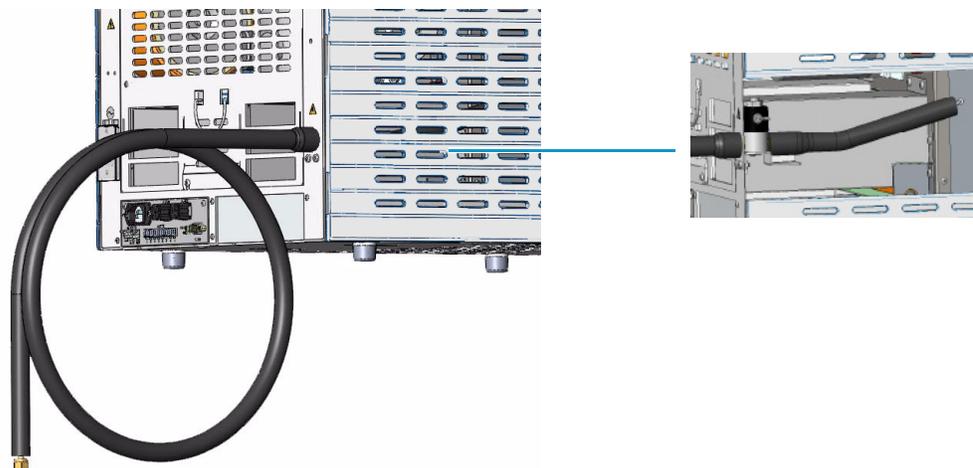


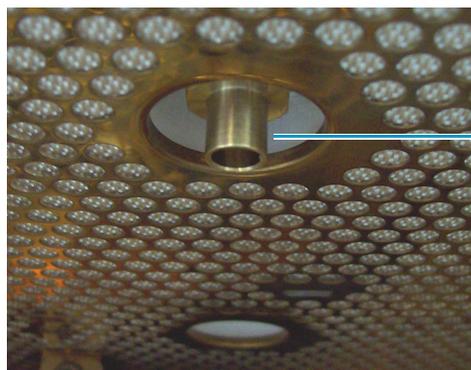
图 13. 柱温箱液氮深冷系统



## 柱接头

连接色谱柱与前/后进样器和检测器模块的接头可从柱温箱顶板上的前/后孔伸入柱温箱。请参阅图 14。

图 14. 柱接头伸入



连接色谱柱的接头

## iConnect 色谱柱锁

TRACE 1600 系列 GC 系统配备了即时连接 (iConnect) 色谱柱锁连接器，可以简化毛细管柱的安装，降低连接过紧的风险，确保快速无泄漏的操作。

轻松用手即可拧紧连接器，还可以在安装前调整毛细管柱的长度。iConnect 色谱柱锁连接器兼容 iConnect SSL 进样器模块、所有 iConnect 检测器模块和 Thermo Scientific TriPlus 500 顶空自动进样器。

图 15. iConnect 色谱柱锁



**注意** iConnect 色谱柱锁的最高工作温度为 350 °C。请勿在柱温箱、进样口或检测器设定温度超过 350 °C 的情况下使用 iConnect 色谱柱锁。

**注释** 关于 iConnect 色谱柱锁的安装说明，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册* 中第 1 章的 *首次安装色谱柱* 部分。

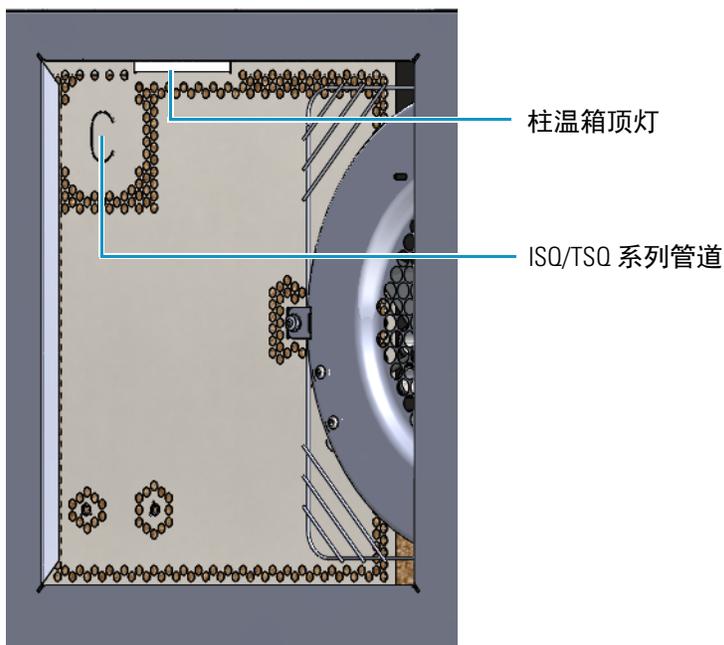
## 用于 MS 连接的管道

预留在柱温箱箱壁上的管道用于 GC 和 Thermo Scientific ISQ/TSQ 系列质谱仪 (MS) 的联用。

在连接质谱仪时，将质谱仪的传输线内管从适当的管道伸入 GC 柱温箱。如需了解更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册* 中的 **安装** 部分。

图 16 显示了管道的位置，ISQ/TSQ 系列传输线内管从柱温箱箱壁左侧的管道伸入 GC 柱温箱。

**图 16.** 用于 ISQ/TSQ 系列质谱仪连接的管道



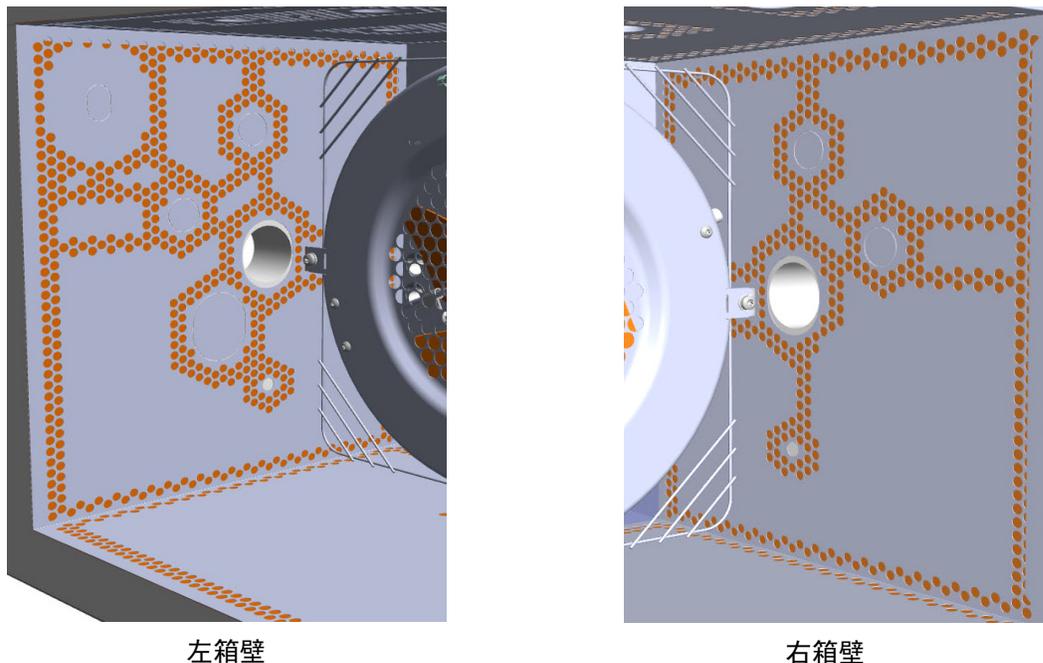
安装专用升级套件后，可以配置独立的 GC，与 ISQ/TSQ 系列质谱仪联用。如需了解更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册* 中的 *将独立的 TRACE 1600/1610 升级到 MS 版本* 部分。

**注释** GC 与 Thermo Scientific 高分辨率质谱仪 (HRMS) 联用时，需要一个预留有特定箱壁管道的专用柱温箱。请参阅第 13 页上的“用于 HRMS 连接的管道”。

## 用于 HRMS 连接的管道

预留在专用柱温箱箱壁上的管道用于 GC 和 Thermo Scientific HRMS（例如 DFS、IRMS 和 ICP-MS）的联用。请参阅图 17。

图 17. 用于高分辨率质谱仪连接的管道

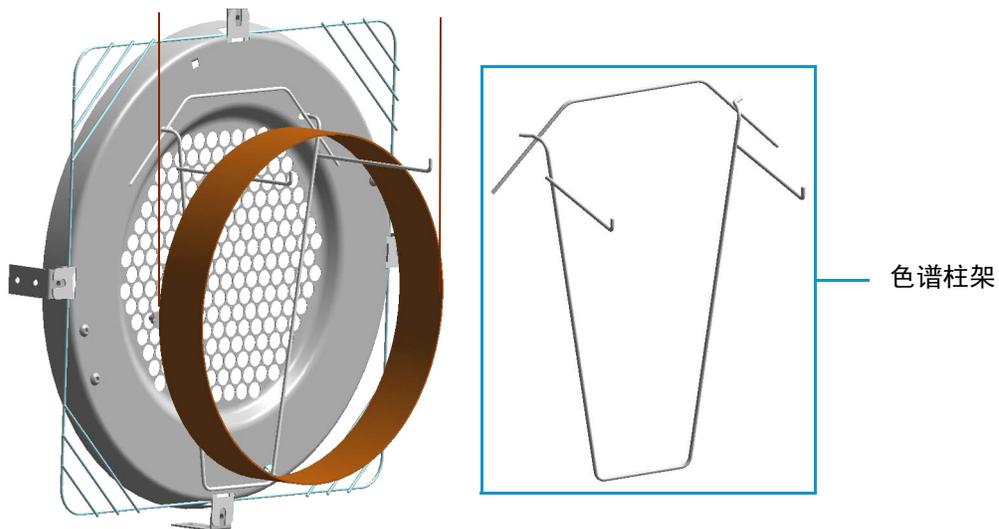


要正确连接质谱仪，需要将质谱仪的传输线内管从适当的管道伸入 GC 柱温箱。如需了解更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册* 中的 **安装** 部分。

## 色谱柱架

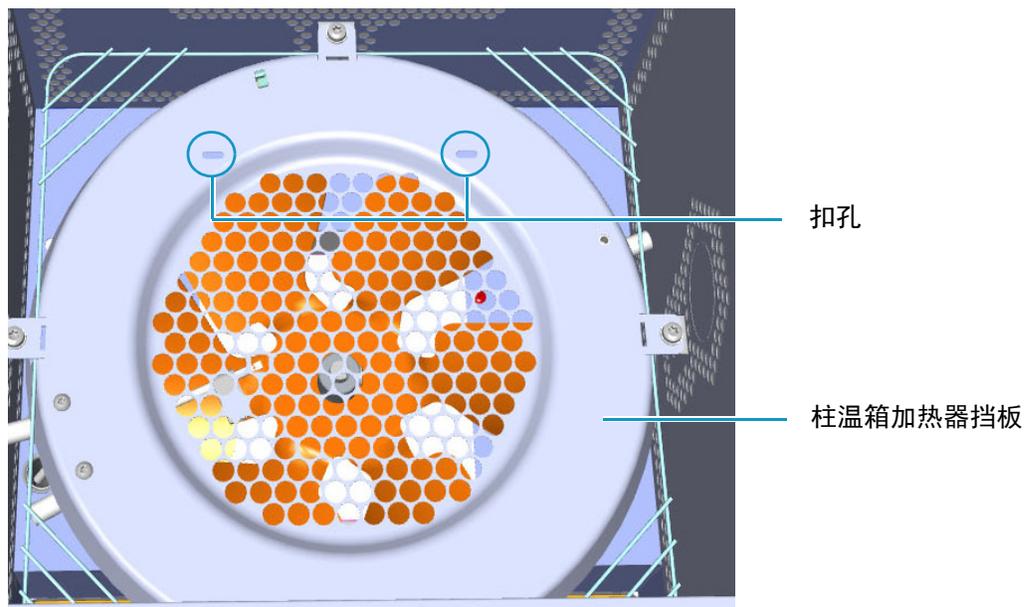
将两个分析用毛细管柱用色谱柱架挂住，安装到柱温箱的前和/或后位置。请参阅图 18。

图 18. 色谱柱架 (1)



将色谱柱架的两个挂钩插入柱温箱加热器挡板上的对应扣孔，固定好色谱柱架。请参阅图 19。

图 19. 色谱柱架 (2)



如需了解更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册* 中的 **安装** 部分。

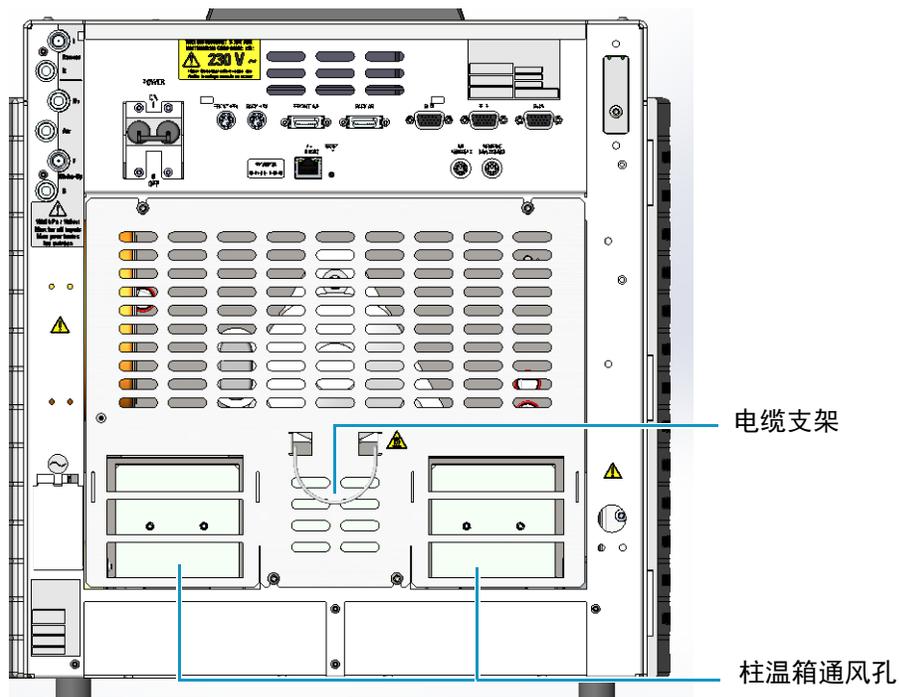
## 柱温箱通风孔

在冷却过程中，GC 背侧的柱温箱通风孔排出的热空气温度最高可达 450 °C (842 °F)。



**警告** 柱温箱排气可能会导致严重烧伤。在冷却循环期间，请远离柱温箱通风孔。仪器背侧至少应该留出 30 cm (12 in.) 空间，确保排气尽快消散。切勿将气罐/气瓶、化学品、调节阀、电缆或其他温度敏感物件放在柱温箱通风孔附近。

图 20. 柱温箱通风孔



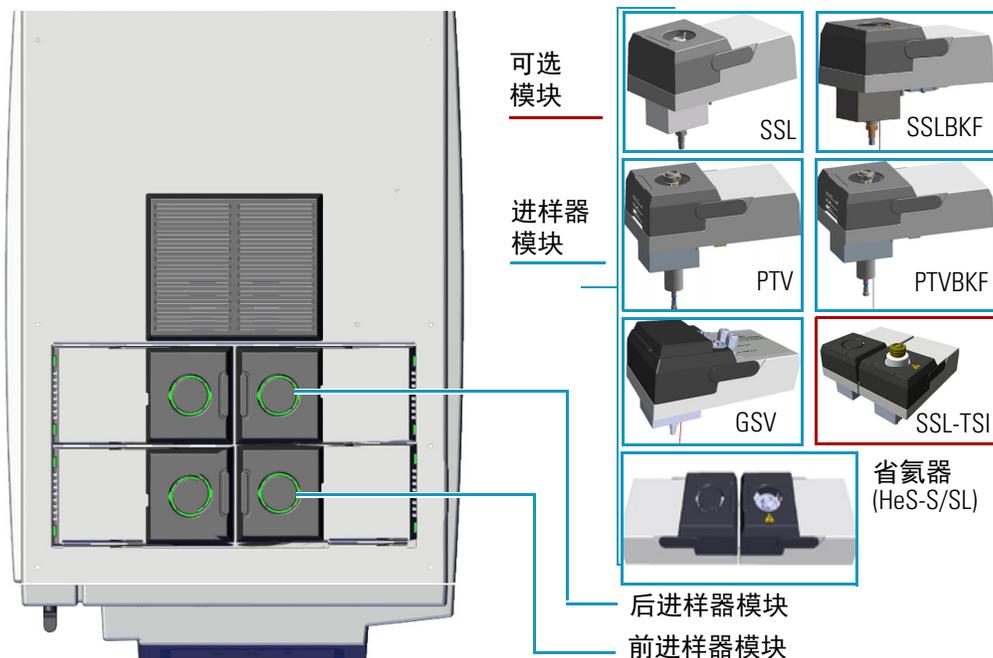
**注意** 为避免电缆接触通风孔排出的热空气，请将电缆收纳到电缆支架上。

## 进样器模块腔体

在仪器上方右侧的**前/后**位置，TRACE 1600/1610 最多可以安装两个进样器模块。  
请参阅图 21。

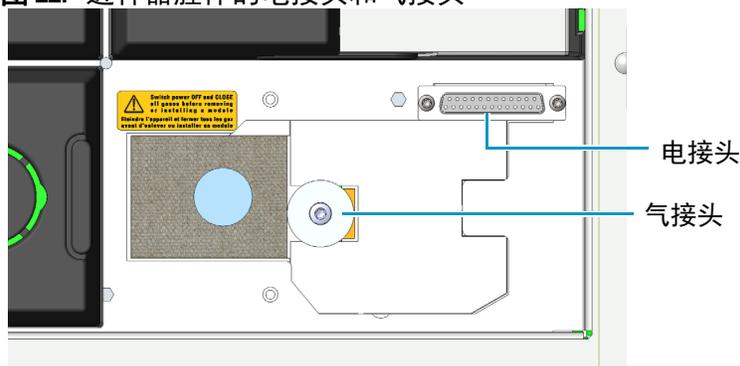
腔体必须始终要装有两个模块。根据您的 TRACE 1600/1610 GC 配置，可以在没有安装进样器模块的位置放置一个哑模块。

图 21. 进样器腔体视图



每个前/后位置都有专属的电接头和气接头，请参阅图 22。

图 22. 进样器腔体的电接头和气接头



**注释** 在安装哑模块的位置，用插塞堵住气接头。

在必要位置正确安装固定进样器模块以后，将用于色谱柱连接的接头从柱温箱顶板伸入柱温箱内部。

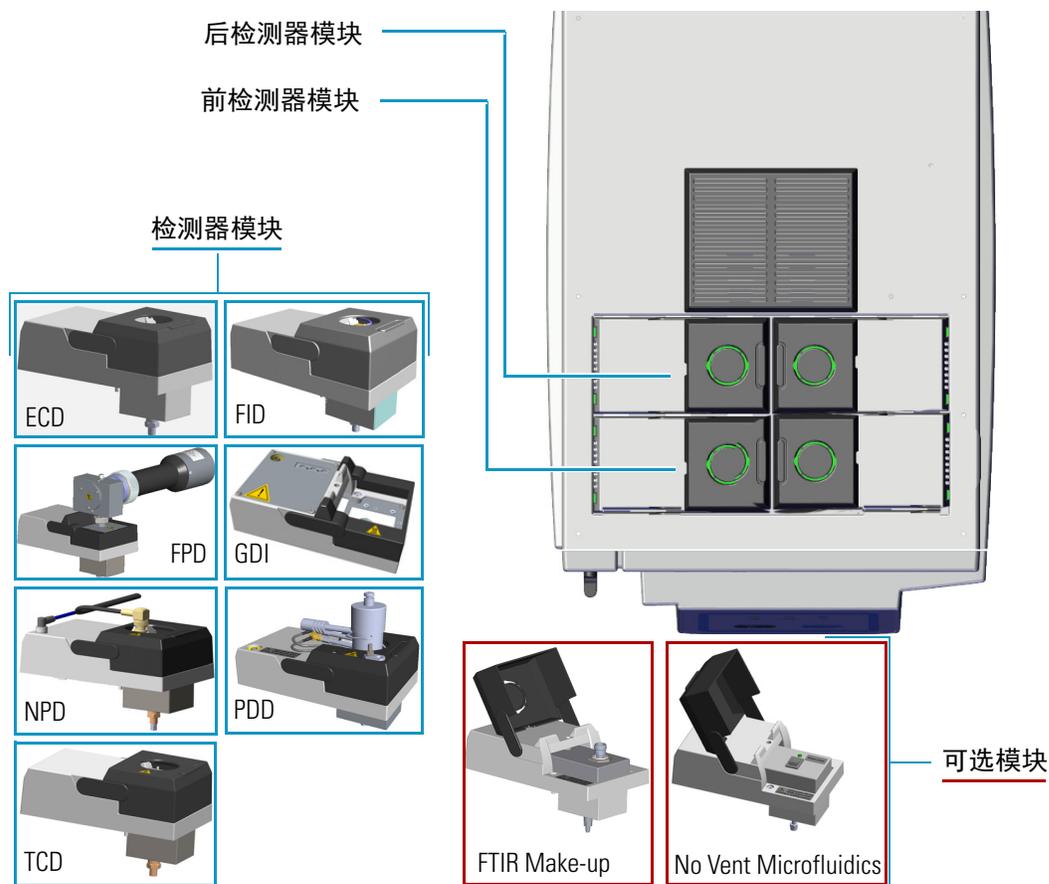
关于**进样器**模块的更多信息，请参阅以下章节：

- 第 6 章，“分流/不分流进样器 (SSL) 模块，”，第 133 页
- 第 7 章，“分流/不分流反吹进样器 (SSLBKF) 模块，”，第 147 页
- 第 8 章，“气体进样阀 (GSV) 模块，”，第 161 页
- 第 9 章，“即时连接省氦进样器模块 (HeS-S/SL)，”，第 173 页
- 第 10 章，“程序升温汽化 (PTV) 进样器模块，”，第 191 页
- 第 11 章，“程序升温汽化反吹 (PTVBKF) 进样器模块，”，第 215 页

## 检测器模块腔体

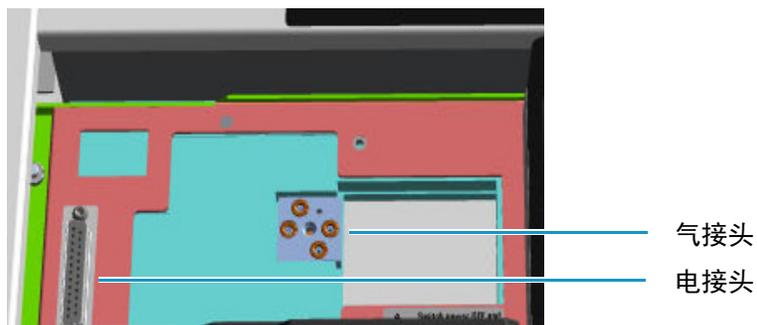
在仪器上方左侧的**前/后**位置，TRACE 1600/1610 最多可以安装两个检测器模块。支持安装可选模块来代替检测器模块。请参阅图 23。腔体必须始终要装有两个模块。根据您的 TRACE 1600/1610 GC 配置，可以在没有安装检测器模块的位置放置一个哑模块。

图 23. 检测器腔体视图



每个前/后位置都有专属的电接头和气接头，请参阅图 24。

图 24. 检测器腔体的电接头和气接头



**注释** 在安装哑模块的位置，用插塞堵住气接头。

在必要位置正确安装固定检测器模块以后，将用于色谱柱连接的接头从柱温箱顶板伸入柱温箱内部。



**重要** 在 GC 配备 FID/ECD/NPD/TCD/PDD 检测器模块和 FPD 检测器模块时，FPD 检测器模块应该安装到后位置。

关于**检测器**模块的更多信息，请参阅以下章节：

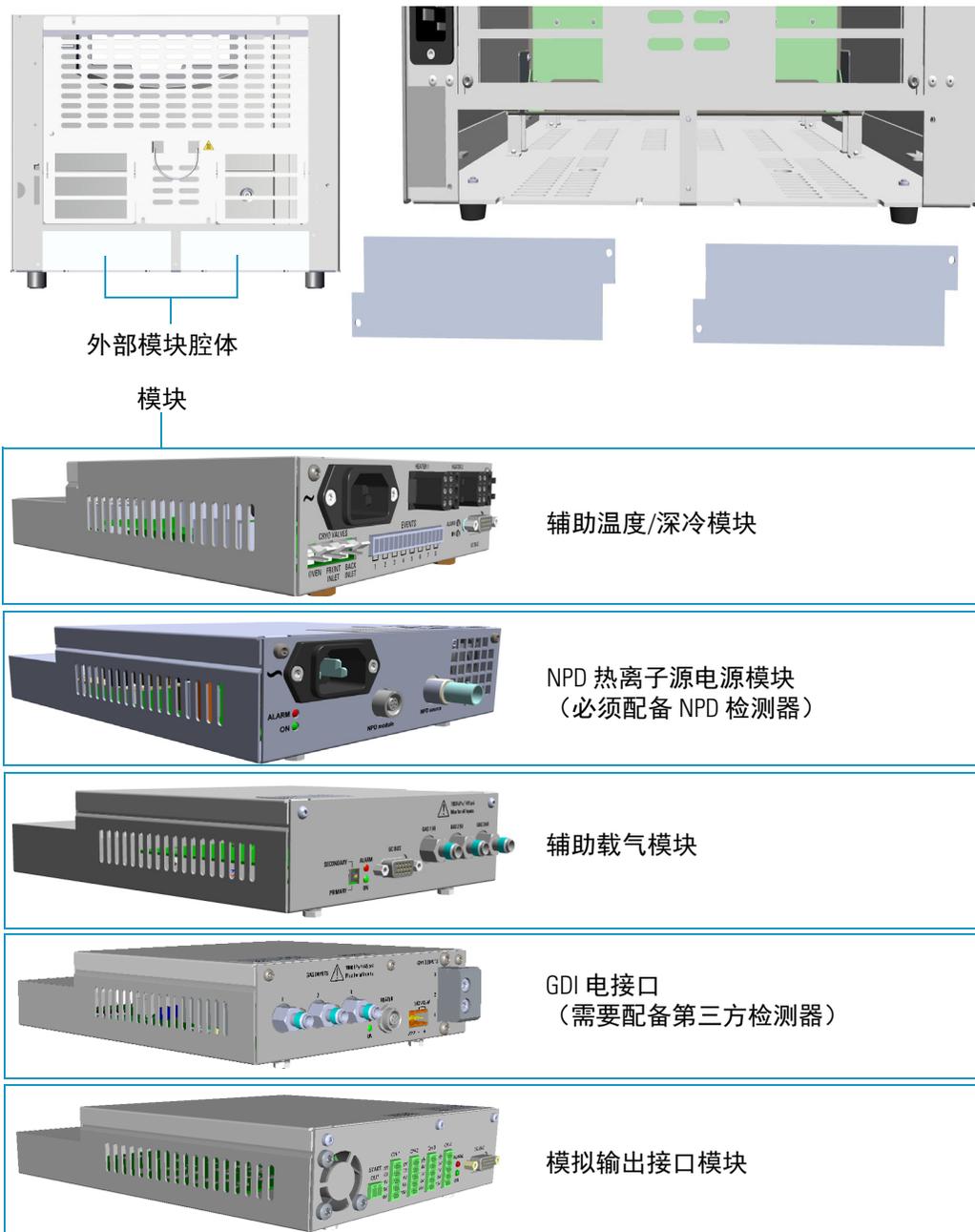
- 第 12 章，“火焰离子化检测器 (FID) 模块，”，第 231 页
- 第 13 章，“氮磷检测器 (NPD) 模块，”，第 239 页
- 第 14 章，“热导检测器 (TCD) 模块，”，第 249 页
- 第 15 章，“电子捕获检测器 (ECD) 模块，”，第 259 页
- 第 16 章，“火焰光度检测器 (FPD) 模块，”，第 269 页
- 第 17 章，“即时连接脉冲放电检测器 (PDD)，”，第 281 页
- 第 18 章，“通用检测器接口 (GDI)，”，第 291 页

**注释** 关于 No Vent Microfluidics 和 FTIR Make-up 可选模块的更多信息，请参阅第 20 章，“可选模块，”，第 303 页。

## 外部模块腔体

在仪器背侧下部相应位置，TRACE 1600/1610 最多可以安装两个检测器模块。请参阅图 25。

图 25. 外部模块腔体



- 辅助温度/深冷模块：** 此模块可以控制质谱仪 (MS/MS) 的传输线加热器（辅助温度模块）、柱温箱深冷系统的电磁阀、前/后 PTV/PTVBKF 深冷系统的电磁阀，以及多达八个电磁阀（24 V，最大 2 W；用于激活外部事件）。

**注释** 如果控制的是 **GC 传输线**，辅助温度/深冷模块上的**HEATER 1**（加热器 1）连接器和**HEATER 2**（加热器 2）连接器都用于控制 GC 传输线的加热器。请注意图 26 中的 Y-型电缆。

图 26. GC 传输线



利用 GC 传输线的线电压为两个加热区供电。每个区都有两个筒式加热器和一个电阻式温度检测器 (RTD)，安装在包有不锈钢传输线的铝制热分配器内。

第一个加热区连接到辅助温度模块上的 HEATER 1，用于加热最靠近质谱仪离子源的色谱柱部分。

第二个加热区连接到辅助温度模块上的 HEATER 2，用于加热最靠近 GC 的色谱柱

部分。每个加热区的温度最高可设定为 400 °C。由于各加热区实际连接到同一传输线，而且各加热区会向其他区传递一些热量，所以各加热区设定温度应该相同或在约 50 °C 温差范围内，这样才能维持稳定的温度控制。

在正常操作过程中，GC 传输线应该包裹住 MS 传输线的螺母。由于这种构造的特殊性，应该维持恒温条件，避免密封件因温度变化而膨胀或收缩，造成管外大气与管内真空之间泄漏。当必须降低 GC 传输线温度时，应该检查 MS 的真空泄漏情况，相应地重新拧紧卡箍。

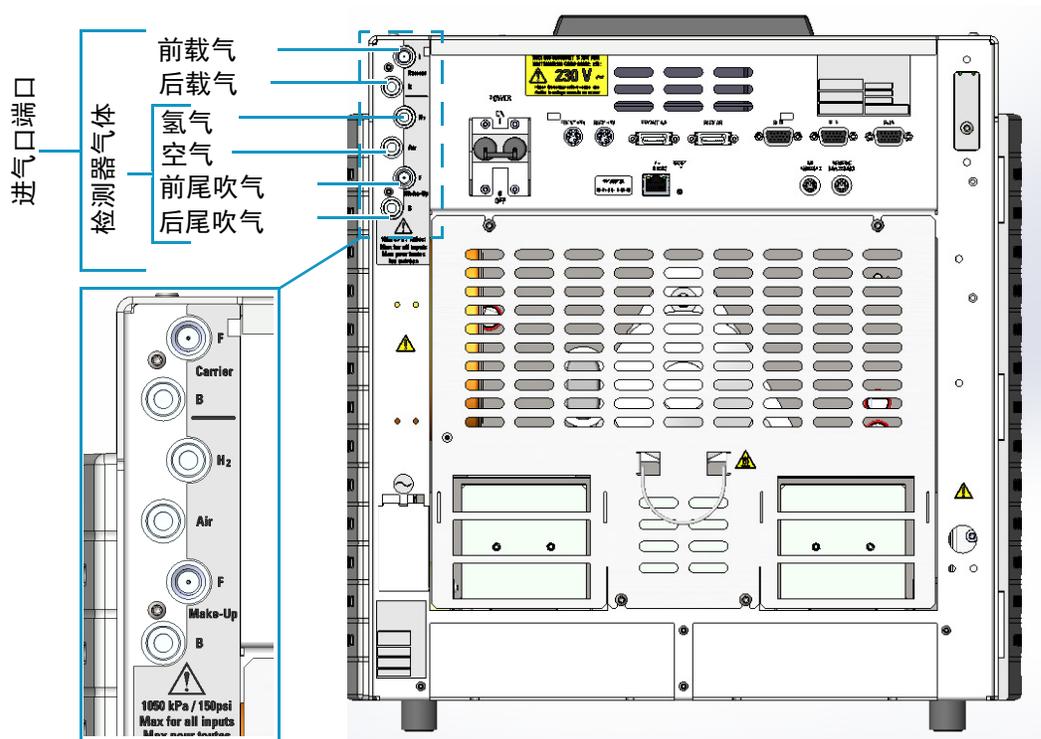
要避免气体泄漏到 MS，在 MS 传输线上使用石墨 Vespel® 卡箍时，建议不要将传输线温度设定到 280 °C 以上，因为这些卡箍在高温下会导致真空泄漏。由于色谱柱真空端处于低压状态，大多数碳氢化合物（如 C44）将在 280 °C 或更低温度下洗脱。如果需要更高的温度，可以使用金属箍。

- **NPD 热离子源电源模块：**此模块可以控制 NPD 检测器模块的电源和热离子源信号。
- **辅助载气模块：**此模块可以控制多达三种辅助载气的压力。
- **GDI 电接口：**与 **GDI 机械模块** 一起构成 **通用检测器接口 (GDI)**，适用于安装第三方检测器。此接口可以控制检测器中多达三种气体的压力和流量、第三方检测器的温度、第三方检测器模拟信号的采集。如需了解更多信息，请参阅第 18 章，“通用检测器接口 (GDI)”，第 291 页。
- **模拟输出接口：**此模块可以接收多达四个检测器的数字信号值，并将数字信号转换为模拟信号。如需了解更多信息，请参阅第 19 章，“模拟输出接口 (AOI) 模块”，第 299 页。

## 进气口端口

进气口端口在仪器背侧的左上角。这些端口可以直接连接到进样器和检测器腔体，并为相应的前/后模块供电。请参阅图 27。

图 27. 进气口接头



**注释** 除本手册中提及的气体外，切勿将任何其他气体通入 GC。



**注意** 所有气体的最大标称进气压力为 1050 kPa (152 psig; 10.50 bar)，如 GC 背侧进气口端口下方的标签所示。工作进气压力范围为 400 kPa (58 psig; 4 bar) 至 1050 kPa (152 psig; 10.50 bar)。

建议用于毛细管柱系统和大口径柱系统的气体如表 1 所示：

表 1. 建议用于毛细管柱和大口径柱的气体

检测器类型	载气	燃气	尾气
FID	氦气、氮气、氢气	氢气 + 空气	氮气
NPD	氦气、氮气、氢气	氢气 + 空气	氮气、氦气
ECD	氦气、氮气、氩气	无	氮气，氩气/5% 甲烷
TCD	氦气、氮气、氢气、氩气	无	氦气、氮气、氢气、氩气
FPD	氦气，氢气	氢气 + 空气	无
PDD	专供氦气作为放电气体		

**警告** 使用任何气体之前，请仔细阅读制造商提供的材料安全数据表 (MSDS)，参考 CAS 编号，详细了解对应气体的危险警告标志和相关信息。操作人员有责任确保遵守所有关于气体使用的地方安全法规。



所有的 Thermo Scientific 气相色谱仪通常使用惰性气体作为载气。如果您想使用氢气作为载气，您必须安装氢气传感器。如果您想在新的 TRACE 1600/1610 系统中使用氢气作为载气，请联系 Thermo Fisher Scientific 销售代表。如果您没有安装氢气传感器，您**必须**使用惰性气体作为载气。

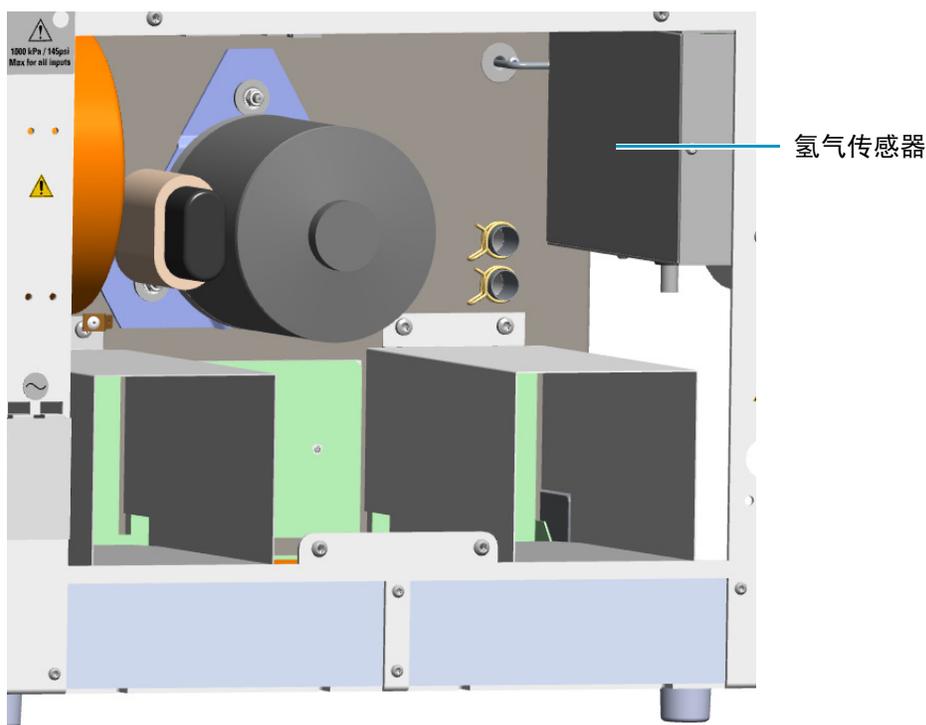
如果未配备相应的氢气传感器，Thermo Fisher Scientific 现场服务工程师无权安装或维修任何使用氢气作为载气的仪器。

关于 TRACE 1600/1610 中氢气使用安全注意事项的更多信息，请参阅第 xxvii 页上的“氢气使用安全注意事项”。

## 氢气传感器

氢气传感器必须安装到 GC 背侧，如图 28 所示。

图 28. 氢气传感器腔体



要在 GC 中安装氢气传感器，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册*。

要悉心维护传感器，传感器才能提供可靠性能。在使用过程中，您必须按照制造商的建议，定期检查传感器的操作性能和校准效果。关于传感器维护指南，请参阅氢气传感器的说明手册。

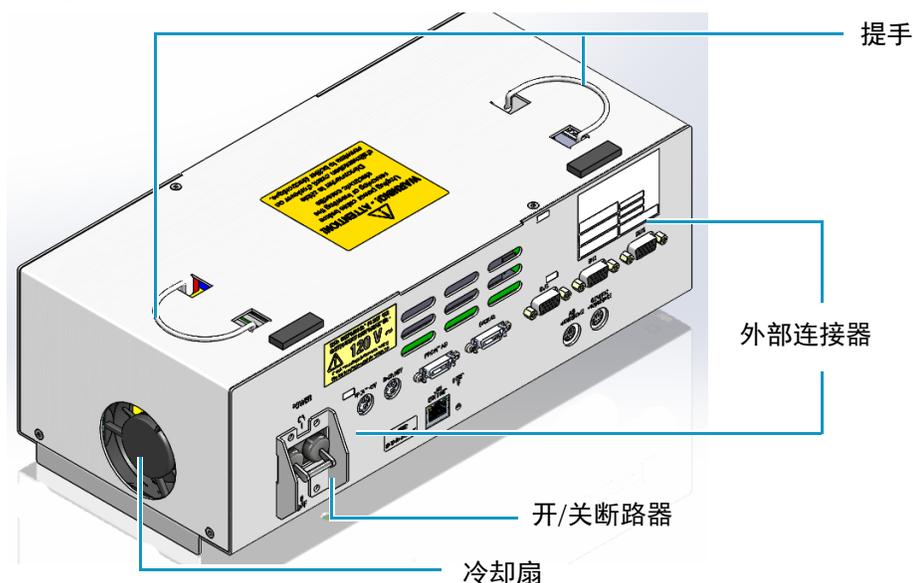
## 电子模块

电子模块包括操控仪器的电源电路和电子电路。模块应根据电源电压（120 VAC 或 230 VAC）来安装。



**警告** 安装必须由 Thermo Fisher Scientific 技术人员执行。只有在必要时才可拆除电子模块。在拆装电子模块之前，应关闭仪器的电源并拔掉电源线。

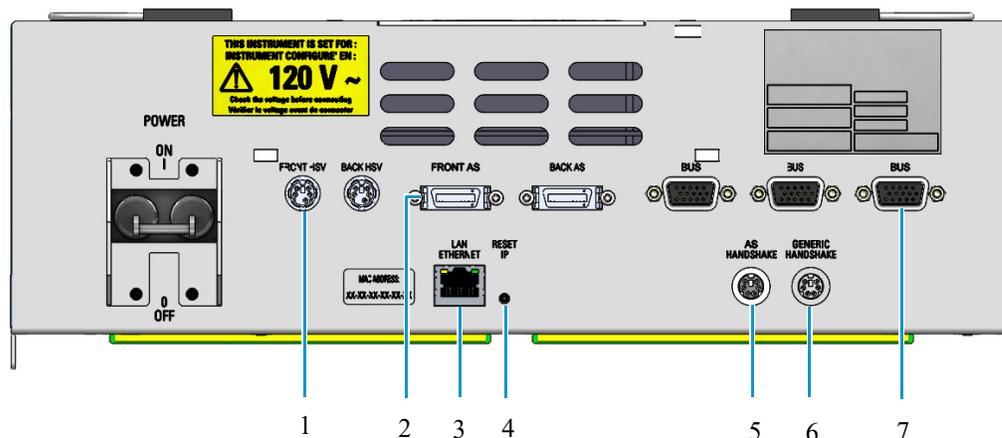
图 29. 电子模块



电子模块（请参阅图 29）包括：

- **电源开关：**（断路器 16 A 适用于 120 VAC 电源；断路器 10 A 适用于 230 VAC 电源）标有 **Power**，用于开/关仪器电源。
  - **I** 方向表示开启仪器电源
  - **O** 方向表示关闭仪器电源
- **提手：**利用顶部的两个提手，可以轻松将模块从 GC 中提出。
- **冷却扇：**位于电子模块的左侧，可以让冷空气循环进入模块。
- **外部接口：**包括连接器，可以在 TRACE 1600/1610 和外部设备（例如，自动进样器或计算机）之间建立电连接和电通信。图 30 显示了外部接口上的组件。

图 30. 电子模块：外部接口



1. 两个 6 针连接器，标有 **Front HSV/Back HSV**。
2. 两个 Mini Delta 连接器，标有 **Front AS/Back AS**，用于连接前/后进样器的自动进样器。
3. RJ45 连接器，标有 **LAN/Ethernet**，用于 TRACE 1600/1610 的网络连接。
4. 按钮，标有 **Reset IP**，用于重置 IP 地址。
5. 6 针连接器，标有 **Autosampler Handshake**，用于同步 TRACE 1600/1610 和自动进样器的信号。
6. 8 针连接器，标有 **Generic Handshake**，用于同步 TRACE 1600/1610 和外部设备的信号。
7. 三个 15 针（母）连接器，标有 **Bus**，用于跟外部设备通信。

## 电子板的功能

以下内容详细介绍了电子模块内每个电子板的功能：

- **柱温箱 CPU 和电源控制 (OVN-HRM)：** 这块电子板经由**后总接线板 (BKP-HRM)** 与电子模块和系统的其他部分连锁。可执行以下操作：
  - 从电源开关（断路器）接收主电压。
  - 将主电压供给主变压器。
  - 产生电压为电子板、进样器模块和检测器模块、电机、电扇和柱温箱加热器供电。
  - 配备 120/230 VAC 电源选择器和 2 VA 扁平紧凑型变压器，为主 CPU 板提供 12 V 电压。

配备五个保护熔断器。请参阅表 2。

表 2. 保护熔断器

熔断器	适用于 120 VAC 的类型	适用于 230 VAC 的类型	保护对象
F1 F2	T10A; IEC 127/III (5 x 20 mm)	T6.3A; IEC 127/III (5 x 20 mm)	环形主变压器
F3 F4	T200mA; IEC 127/III (5 x 20 mm)	T100mA; IEC 127/III (5 x 20 mm)	内部扁平紧凑型变压器
F5	T2A; IEC 127/III (5 x 20 mm)	T1A; IEC 127/III (5 x 20 mm)	电扇电机

- **主 CPU (CPU-HRM):** 这块电子板负责控制所有的仪器操作。当发生警报时，控制并启用安全切断设备，让仪器处于安全状态。

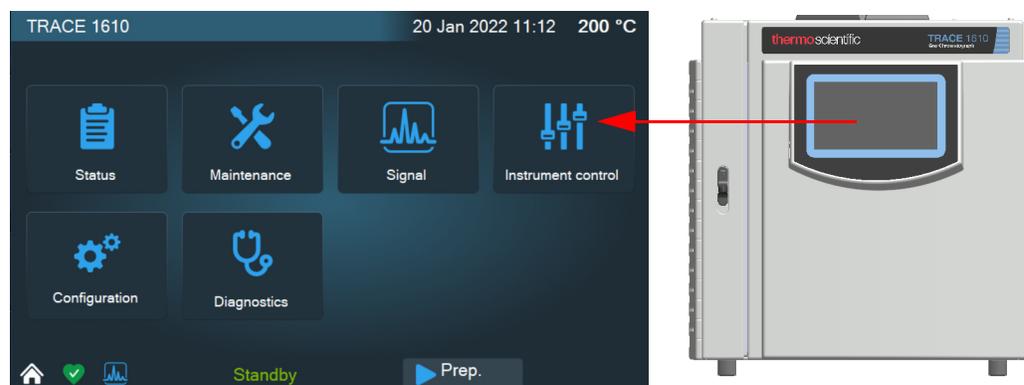
**重要** 配套电池为 3 V; 220 mA h 非充电锂电池。电池更换必须由 Thermo Fisher Scientific 专业技术人员执行。

- **外部接口板 (EXT-HRM):** 这块电子板包括 **Run Phases** 和 **Bus** 连接器，用于跟外部设备通信。

## TRACE 1610 用户界面

TRACE 1610 用户界面为一块触摸屏，可提供实时详细的状态显示、入门指南和本地控制。请参阅图 31。

图 31. TRACE 1610 用户界面



TRACE 1610 通电后，主菜单如图 32 所示。

图 32. 触摸屏主菜单



每个仪器功能都有对应图标，点击即可打开对应菜单，图标功能如下：状态、维护、信号、仪器控制、配置和诊断。

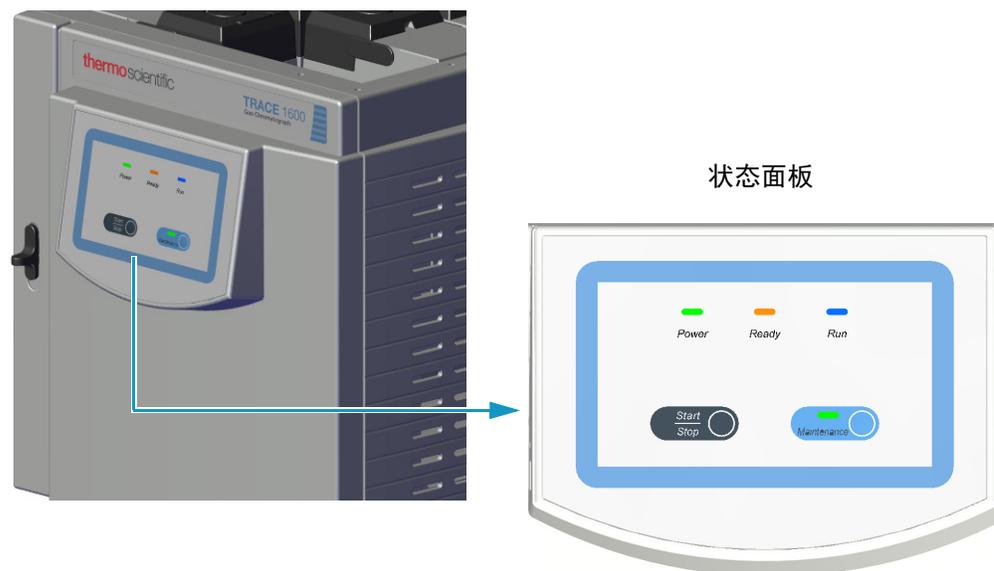
如需了解更多信息，请参阅第 3 章，“TRACE 1610 用户界面。”。使用色谱数据系统操作 TRACE 1600 的详细信息，请参阅第 4 章，“CDS 的配置和方法参数设置。”

## TRACE 1600 用户界面

TRACE 1600 未单独配备输入键盘和显示屏。TRACE 1600 完全由计算机中的 Thermo Scientific 色谱数据系统 (CDS) 控制，CDS 还可用于数据处理和采集结果解析。

TRACE 1600 气相色谱仪的用户界面为**状态面板**形式，如图 33 所示。包括三个发光二极管（LED 指示灯，可显示当前仪器的状态）、**Start/Stop**（开始/停止）功能键和 **Maintenance**（维护）功能键。

图 33. 状态面板



如需了解更多信息，请参阅第 2 章，“TRACE 1600 用户界面。” 和第 4 章，“CDS 的配置和方法参数设置。”。



## TRACE 1600 用户界面

本章详细介绍了 TRACE 1600 的用户界面。

### 目录

- TRACE 1600 用户界面概述
- 系统配置和方法参数设置

## TRACE 1600 用户界面概述

TRACE 1600 气相色谱仪的用户界面为**状态面板**形式，如图 34 所示。面板上有 4 个发光二极管 (LED) 指示灯，可以指示仪器的当前状态。还有 **Start/Stop**（开始/停止）功能键和 **Maintenance**（维护）功能键。

图 34. TRACE 1600 状态面板



下表描述了 TRACE 1600 的各项 LED 状态。

**表 3.** TRACE 1600 状态面板 LED 状态

LED	状态	说明
电源	绿灯长亮	待机
就绪	橙灯闪烁	未就绪
	绿灯闪烁	准备运行分析。
	绿灯长亮	准备进样。
运行	蓝灯长亮	正在运行分析。
	关闭	冷却处理
维护	绿灯闪烁	冷却维护。
	绿灯长亮	准备维护。
电源与准备	闪烁并发出提示音	检测到错误。电源、温度模块和气体供应都会自动切断。
电源与维护	绿灯长亮	固件更新。
所有 LED	长亮	仪器通电。

TRACE 1600 在执行各项任务时，状态面板的 LED 状态如下所示：

- **GC 通电。**
  - 状态面板上的所有 LED 同时亮起。然后，**Power**（电源）绿灯长亮，其他所有灯熄灭。
  - GC 进入**待机**状态。**Power**（电源）绿灯维持长亮状态，其他所有灯维持熄灭状态。
- **分析**
  - 按 **Start/Stop**（开始/停止）键。如果 GC 参数还没有达到设定值，**Ready**（就绪）橙灯会闪烁，表示处于未就绪状态。  
当 GC 参数达到设定值后，**Ready**（就绪）橙灯会熄灭，GC 进入**待机模式**。只剩 **Power**（电源）绿灯长亮。
  - 按 **Start/Stop**（开始/停止）键。如果所有的参数达到了设定值，GC 进入 **预运行**（准备运行）阶段。**Ready**（就绪）橙灯会快速闪烁。  
当**预运行**阶段完成后，**Ready**（就绪）橙灯会长亮。GC 进入**准备进样**模式。
  - 当 GC 处于**准备进样**模式时，按 **Start/Stop**（开始/停止）键。**Ready** 橙灯会熄灭，**Run** 蓝灯会长亮。分析运行随即开始。

**注释** 要停止正在运行的分析，按 **Start/Stop**（开始 / 停止）键。GC 将从 **运行状态** 复位到 **未就绪** 状态。

当分析运行完成后，**Run**（运行）蓝灯会熄灭，GC 进入冷却阶段。

- 冷却阶段在分析运行完成或停止时开始，参数会恢复到初始设定值。**Ready**（就绪）橙灯闪烁，表示当前处于未就绪状态。

当冷却阶段完成后，**Ready**（就绪）橙灯会熄灭，GC 进入 **待机** 模式。只剩 **Power**（电源）绿灯长亮。GC 准备就绪，可以运行新的分析。

#### • 维护

在运行过程中，维护功能不可用。

- 长按 **Maintenance**（维护）键三秒。**Maintenance**（维护）绿灯闪烁，表示 GC 正在冷却维护。

所有的加热区都会被冷却到 60°C。此功能还会自动执行以下操作：

- 关掉 FID 检测器的火焰和燃气。
- 关闭 NPD 检测器的热离子源、氢气流、空气流。
- 关闭 TCD 检测器的灯丝电路。
- 当 GC 的维护准备就绪时，**Maintenance**（维护）绿灯会长亮。
- 维护完成后，按 **Maintenance**（维护）键。**Maintenance** 绿灯熄灭，**Ready**（就绪）橙灯闪烁，表示处于未就绪状态。

当所有参数都恢复到初始设定值后，**Ready**（就绪）橙灯会熄灭，GC 进入 **待机** 模式。只剩 **Power**（电源）绿灯长亮。

#### • 错误

- 当检测到警报状态时，**Power**（电源）绿灯和 **Ready**（就绪）橙灯都会闪烁，并发出“哗哗”提示音。电源、温度模块和气体供应都会自动切断。

#### • 固件更新

- 当升级嵌入式固件时，**Power**（电源）绿灯和 **Maintenance**（维护）绿灯会长亮，**Ready**（就绪）橙灯会熄灭，**Run**（运行）蓝灯会长亮。

## 系统配置和方法参数设置

TRACE 1600 未配备输入键盘和显示屏。TRACE 1600 完全由计算机中的 Thermo Scientific 色谱数据系统 (CDS) 控制，CDS 可用于数据处理和采集结果解析。

要配置 GC 系统、调谐仪器、创建方法、运行样品和研究数据，请参阅 CDS 的配套手册。

如需了解更多信息，请参阅 [Chapter 4, “Configuration and Method Parameters Setup from CDS,”](#)

# TRACE 1610 用户界面

本章详细介绍了 TRACE 1610 的用户界面。

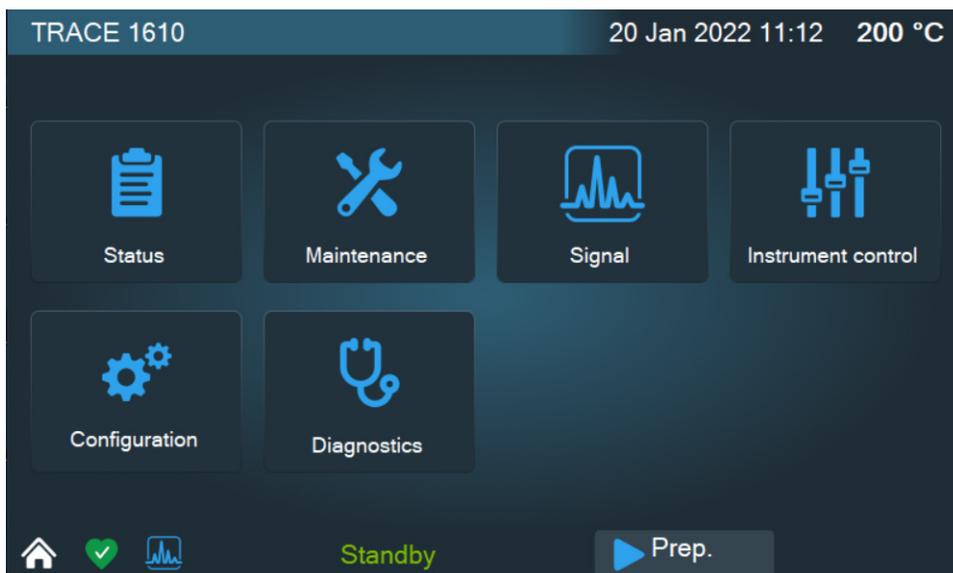
## 目录

- TRACE 1610 用户界面概述
- 配置
- 仪器控制
- 仪器状态
- 信号水平
- 诊断
- 维护
- AI/AS 1610

## TRACE 1610 用户界面概述

TRACE 1610 用户界面为**触摸屏**，可提供实时详细的状态显示、入门指南和本地控制。TRACE 1610 通电后，将显示触摸屏主菜单。请参阅图 35。

图 35. 触摸屏主菜单



### 菜单图标

每个仪器功能都有对应图标（可以打开菜单）：

- 按 **Status**（状态）图标，可以监测仪器的状态。请参阅第 59 页上的“[仪器状态](#)”。
- 按 **Maintenance**（维护）图标，可以维护 GC 的一个或多个组件。请参阅第 70 页上的“[维护](#)”。
- 按 **Signal**（信号）图标，可以显示前/后检测器的信号水平。请参阅第 64 页上的“[信号水平](#)”。
- 按 **Instrument Control**（仪器控制）图标，可以编程和查看柱温箱、前进样口、后进样口、前检测器、后检测器、辅助区和阀的方法参数。请参阅第 52 页上的“[仪器控制](#)”。
- 按 **Configuration**（配置）图标，可以配置系统。请参阅第 37 页上的“[配置](#)”。
- 按 **Diagnostics**（诊断）图标，可以查看诊断信息。请参阅第 65 页上的“[诊断](#)”。

## 已激活/未激活图标

菜单上的每个图标都对应一个模块或组件。

当 GC 系统上安装有相应模块或组件时，图标显示蓝色，表明可供使用。当 GC 系统上没有安装相应模块或组件时，图标显示灰色，表明不可使用。

图 36. 已激活图标和未激活图标

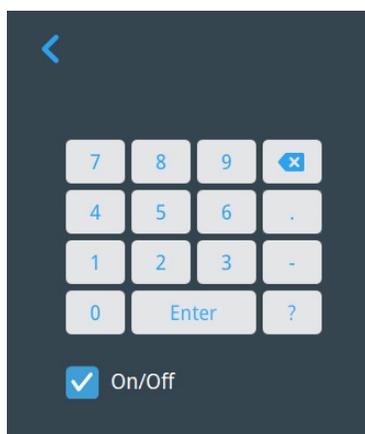


## 数据输入键盘

当您按下参数名称/实际值/设定值字段时，键盘会显示在**仪器控制**和**状态菜单**的左窗格上。

数字键盘包括数字 0-9、小数点和负号键。负号键可作为负号（用于输入负环境温度）和范围键（用于输入一组数字）。请参阅图 37。

图 37. 数据输入键盘



- 按 **Enter**（输入）键，可以确定输入或所做的更改。
- 按  键，可以从后往前删除输入的数字。
- 按 **On/Off**（开/关）键，可以将设定值设为开/关。
- 按 **<** 键，可以关闭键盘。

### ❖ 输入或更改参数的方式

1. 按要输入或更改的参数名称，例如 **Temperature**（温度）。**设定值**字段中的数值会突出显示。
2. 输入一个值（例如 **250**），然后按 **Enter**（输入）键来确定更改。

## 快捷键

快捷键位于每个菜单和子菜单的状态/信息栏上。

快捷键包括：



**Go to Main Menu:** 返回到主菜单。



**Go to Counter:** 立即跳转到**计数器**菜单。



**Go to Status:** 立即跳转到**状态**菜单。



**Go to Signal:** 立即跳转到**信号**菜单。

## 页面键

页面键表示存在其他菜单项。包括三种图标：

- **Back**（返回）键 ：返回前一页。
- **View More**（查看更多）键  ：进入下一页。

## 请稍候...



图标表示需要等待，因为系统正在执行一项任务或设置。

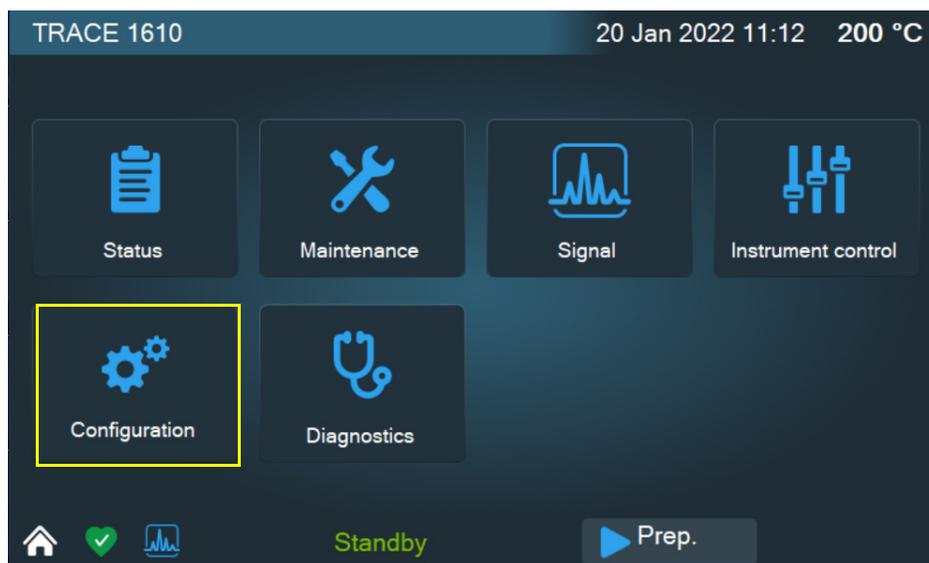
## 配置

TRACE 1610 按出厂规格配置。如果要更换组件，可能需要重新配置仪器。

如果要添加新组件或更换进样器模块、检测器模块、载气和色谱柱类型，则必须重新配置系统。

按触摸屏主菜单上的 **Configuration**（配置）图标，可以配置 TRACE 1610。请参阅图 38。

图 38. 触摸屏主菜单：配置



配置菜单中的图标。请参阅图 39。



当安装有额外模块时，按 **MORE** 图标可以进入配置菜单的下一页。请参阅图 40。

图 39. 配置菜单 - 第 1 页和第 2 页

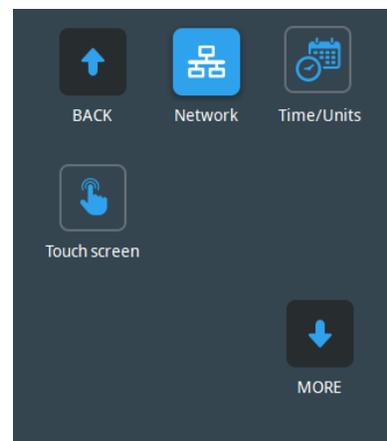
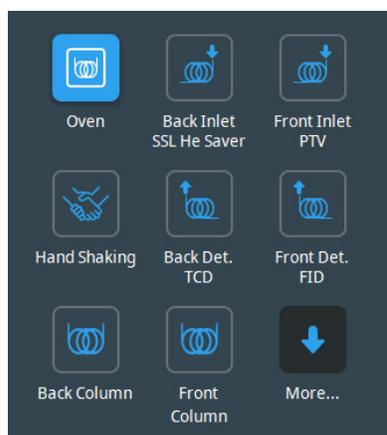


图 40. 配置菜单 - 第 3 页



按一个图标即可打开一个配置菜单。请参阅以下章节：

- 第 39 页上的“柱温箱菜单”
- 第 39 页上的“后/前进样口菜单”
- 第 46 页上的“信号交换菜单”
- 第 42 页上的“后/前检测器菜单”
- 第 45 页上的“后/前色谱柱菜单”
- 第 48 页上的“网络菜单”
- 第 46 页上的“时间/单位菜单”
- 第 47 页上的“触摸屏菜单”
- 第 49 页上的“辅助柱温箱菜单”
- 第 50 页上的“辅助载气菜单”
- 第 49 页上的“辅助左/右检测器菜单”
- 第 50 页上的“辅助温度菜单”
- 第 51 页上的“辅助柱菜单”
- 第 44 页上的“模拟输出接口菜单”

## 柱温箱菜单

**Oven**（柱温箱）：可设置柱温箱的活动。

- **Auto preparation run**（自动准备运行）：可选择 **On/Off**（开/关）。设置为开，可开启自动“预运行”执行，无需按“预运行”。
- **Auto start**（自动开始）：可开启自动开始执行，无需按开始键。可选择 **On/Off**（开/关）。
- **Prep run timeout [min]**（预运行时限）：可设置预运行的时长。输入一个 0–999.99 min 范围内的值。进样必须在此时间内执行，否则 GC 将返回待机状态。
- **Equilibration time [min]**（平衡时间）：可设置平衡柱温箱温度所需的时间（在设定或更改温度后）。输入一个 0–999.99 min 范围内的值。
- **Ready delay [min]**（准备延迟时间）：可设置 GC 进入“准备进样”状态前的延迟时间。输入一个 0–99.9 min 范围内的值。此值不得超过 **Prep run timeout**（预运行时限）值。
- **Oven max temperature [°C]**（柱温箱最高温度）：可设置柱温箱的最高允许温度，防止色谱柱受到意外高温影响。根据制造商建议的色谱柱最高工作温度，输入一个 0–450 °C 范围内的值。

## 后/前进样口菜单

**Back/Front Inlet**（后/前进样口）：可配置安装到后/前位置的进样器模块。

TRACE 1610 可配备以下类型的进样器：

- SSL（分流/不分流进样器）
- SSLBKF（分流/不分流反吹进样器）
- PTV（程序升温汽化进样器）
- PTVBKF（程序升温汽化反吹进样器）
- GSV（气体进样阀）
- HeS-SSL（省氦器）

## 配置 SSL 进样器

需设置以下参数：

- **Purge Flow**（吹扫流量）：可输入一个 0.5–50 mL/min 范围内的值。
- **Gas Type**（气体类型）：选择要在色谱柱中使用的载气。可选择 He、H<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、Ar/CH<sub>4</sub> 和 Ar。
- **Backflush**（反吹）：可选择 **Enabled/Disabled**（启用/禁用）。

## 配置 SSLBKF 进样器

需设置以下参数：

- **Purge Flow**（吹扫流量）：可输入一个 0.5–50 mL/min 范围内的值。
- **Gas Type**（气体类型）：选择要在色谱柱中使用的载气。可选择 He、H<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、Ar/CH<sub>4</sub>、Ar 和“无”。
- **Backflush**（反吹）：可选择启用/禁用。

## 配置 PTV 进样器

需设置以下参数：

- **Purge Flow**（吹扫流量）：可输入一个 0.5–50 mL/min 范围内的值。
- **Gas Type**（气体类型）：选择要在色谱柱中使用的载气。可选择 He、H<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、Ar/CH<sub>4</sub>、Ar 和“无”。

可在“进样阶段”菜单中选择以下参数激活：

- **Cryogenic Type**（深冷类型）：在安装和配置 CO<sub>2</sub> 或 LN<sub>2</sub>（液氮）作为冷却剂时，启用/禁用深冷系统。可选择 N<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub> 或“无”。
  - **Cryo timeout**（深冷时限）：输入深冷系统禁用的时间。输入一个 0–30 min 范围内的值。
  - **Cryo Threshold**（深冷阈值）：指定深冷系统开始供应冷却剂时的温度。输入一个 40–200 °C 范围内的值。
  - **Cryo Cool at**（冷却时刻）：选择冷却仪器的时刻。可选择“预运行”或“后运行”。
- **Evaporation Phase? Yes/no**（汽化阶段？是/否）：启用/停用 **Evaporation Phase**（汽化阶段）参数。
- **Cleaning Phase? yes/no**（清洁阶段？是/否）：启用所有的 **Cleaning Phase**（清洁阶段）参数。此控制不适用于任何 CT 模式。
- **Ramped Pressure? Yes/no**（斜坡压力？是/否）：当进样模式设置为 **Splitless**（不分流）时，启用/停用 **Injection Phases**（进样阶段）中列出的所有压力参数。可选择开/关。

## 配置 PTVBKF 进样器

需设置以下参数：

- **Purge Flow**（吹扫流量）：可输入一个 0.5–50 mL/min 范围内的值。
- **Gas Type**（气体类型）：选择要在色谱柱中使用的载气。可选择 He、H<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、Ar/CH<sub>4</sub>、Ar 和“无”。

可在“进样阶段”菜单中选择以下参数激活：

- **Cryogenic Type**（深冷类型）：在安装和配置 CO<sub>2</sub> 或 LN<sub>2</sub>（液氮）作为冷却剂时，启用/禁用深冷系统。可选择 N<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub> 或“无”。
  - **Cryo timeout**（深冷时限）：输入深冷系统禁用的时间。输入一个 0–30 min 范围内的值。
  - **Cryo Threshold**（深冷阈值）：指定深冷系统开始供应冷却剂时的温度。输入 40–200 °C 范围内的值。
  - **Cryo Cool at**（冷却时刻）：选择冷却仪器的时刻。可选择“预运行”或“后运行”。
- **Evaporation Phase? Yes/no**（汽化阶段？是/否）：启用/停用 **Evaporation Phase**（汽化阶段）参数。
- **Cleaning Phase? yes/no**（清洁阶段？是/否）：启用所有的 **Cleaning Phase**（清洁阶段）参数。此控制不适用于任何 **CT** 模式。
- **Ramped Pressure? Yes/no**（斜坡压力？是/否）：当进样模式设置为 **Splitless**（不分流）时，启用/停用 **Injection Phases**（进样阶段）中列出的所有压力参数。可选择开/关。
- **Backflush while cleaning? yes/no**（清洁时反吹？是/否）：在清洁阶段启用/禁用反吹。
- **Backflush on Inj./Evap**（进样/汽化时反吹）：在进样和汽化阶段启用反吹。
- **Backflush in CT**（CT 模式下反吹）：在 CT 模式下启用反吹。

## 配置 GSV 进样器

需设置以下参数：

- **Gas Type**（气体类型）：选择要在色谱柱中使用的载气。可选择 He、N<sub>2</sub>、Ar/CH<sub>4</sub>、Ar 和“无”。
- **Backflush**（反吹）：可选择启用/禁用。

## 配置 HeS-SSL 进样器

需设置以下参数：

- **Purge Flow**（吹扫流量）：可输入一个 0.5–50 mL/min 范围内的值。
- **Gas Type**（气体类型）：选择要在色谱柱中使用的载气。可选择 He、H<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、Ar/CH<sub>4</sub>、Ar 和“无”。
- **Enable Conservation**（启用省氦）：启用/禁用省氦功能。
- **Helium Delay**（省氦延迟时间）：可设置省氦功能启用前的延迟时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。

## 配置 HeS-SSL 进样器

需设置以下参数：

- **Purge Flow**（吹扫流量）：可输入一个 0.5–50 mL/min 范围内的值。
- **Gas Type**（气体类型）：选择要在色谱柱中使用的载气。可选择 He、H<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、Ar/CH<sub>4</sub>、Ar 和“无”。
- **Enable Conservation**（启用省氦）：启用/禁用省氦功能。
- **Helium Delay**（省氦延迟时间）：可设置省氦功能启用前的延迟时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。

## 后/前检测器菜单

**Back/Front Detector**（后/前检测器）：可配置安装到后/前位置和左/右辅助位置（如配有 TRACE 1600 辅助柱温箱）的检测器模块。

TRACE 1600/1610 可配置以下类型的检测器：

- FID（火焰离子化检测器）
- NPD（氮磷检测器）
- TCD（热导检测器）
- ECD（电子捕获检测器）
- FPD（火焰光度检测器）
- PDD（脉冲放电检测器）
- GDI（通用检测器接口）

要更换检测器，首先要安装和连接检测器模块，然后配置 GC 和数据系统，并铺设适当的载气供应气路。

## 配置 FID 检测器

**make-up**（尾吹气）类型可选择 **He** 和 **N<sub>2</sub>**。

## 配置 NPD 检测器

设置 **polarization voltage**（极化电压），范围为 1–100 V。

**make-up**（尾吹气）类型可选择 **He** 和 **N<sub>2</sub>**。

## 配置 TCD 检测器

**carrier source**（载气源）可选择 **Front**（前）和 **Back**（后）。

## 配置 ECD 检测器

**make-up**（尾吹气）类型可选择  $N_2$  和  $Ar/5\%CH_4$ 。

可选择 **reference current**（参比电流），范围为 0.1–1.5 nA。

可选择 **pulse amplitude**（脉冲振幅），范围为 5–50 V。

可选择 **pulse width**（脉冲宽度），范围为 0.1–2.0  $\mu s$ 。

## 配置 FPD 检测器

设置 **PMT voltage**（PMT 电压）为 -800/-1200 V。

## 配置 PDD 检测器

PDD 检测器无需配置。

## 配置 GDI 检测器

可设置安装到通用检测器接口的第三方检测器参数。

**警告** GDI 电接口（出厂设置）包括三个流量限制器，可提供 50 mL/min（满量程）的氮气。三个通道都设置为 **Nitrogen**（氮气），默认 **full scale**（满量程）为 50 mL/min。

如果要使用其他气体，则必须重新配置，并相应地更改满量程。请使用以下气体转换系数来计算新的满量程。

- He = 1.10
- $H_2$  = 2.20
- Air = 0.96
- Ar = 0.84
- $Ar/CH_4$  = 0.86



用  $N_2$  满量程 (50 mL/min) 乘以转换系数，即可得到新的满量程。

- He =  $50.0 * 1.10 = 55.0$
- $H_2 = 50.0 * 2.20 = 110.0$
- Air =  $50.0 * 0.96 = 48.0$
- Ar =  $50.0 * 0.84 = 42.0$
- $Ar/CH_4 = 50.0 * 0.86 = 43.0$

如果需要更高的流量或非常低的流量，则必须换成定制的流量限制器。使用定制的流量限制器时，必须确定新的满量程。定制的 GDI 电接口模块即为 1/4 英寸封装多孔金属流量限制器。

关于更换封装流量限制器和确定新满量程的更多信息，请参阅 *TRACE1600/TRACE 1610 硬件手册* 中第 9 章的 **添加通用检测器接口 | 更换流量限制器** 部分。

- **Gas#1**（气体 1）：可选择要使用的气体类型，连接到 **Gas 1**（气体 1）气路。可选择空气、H<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、He、Ar 和 Ar/CH<sub>4</sub>。默认气体为 N<sub>2</sub>。根据气体 1 的流量限制器来设置 **Full Scale**（满量程）值，范围为 1–1000 mL/min。默认 **Full Scale**（满量程）为 50 mL/min。
- **Gas#2**（气体 2）：可选择要使用的气体类型，连接到 **Gas 2**（气体 2）气路。可选择空气、H<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、He、Ar 和 Ar/CH<sub>4</sub>。默认气体为 N<sub>2</sub>。根据气体 2 的流量限制器来设置 **Full Scale**（满量程）值，范围为 1–1000 mL/min。默认 **Full Scale**（满量程）为 50 mL/min。
- **Gas#3**（气体 3）：可选择要使用的气体类型，连接到 **Gas 3**（气体 3）气路。可选择空气、H<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、He、Ar 和 Ar/CH<sub>4</sub>。默认气体为 N<sub>2</sub>。根据气体 3 的流量限制器来设置 **Full Scale**（满量程）值，范围为 1–1000 mL/min。默认 **Full Scale**（满量程）为 50 mL/min。
- **ADC Scale**（ADC 量程）：可设置模数转换器的输入满量程。可选择 1 V、5 V 和 10 V。
- **Temperature**（温度）：可设置检测器温度，范围为室温至 450 °C。

## 模拟输出接口菜单

**模拟输出：**可设置模拟输出接口的配置参数。最多可选择四个通道。针对每个目标通道，定义检测器的位置、输出的衰减范围以及输出开始运行信号。另请参阅第 19 章中的 **AOI 参数** 部分。

- **Det. Selection**（检测器位置选择）：可选择检测器（已连接到通道）的位置。如果检测器安装在 GC 上，可选择 **Front**（前）或 **Back**（后）位置。如果检测器安装在 TRACE 1600 辅助柱温箱上，可选择 **Left**（左）或 **Right**（右）位置。
- **Range**（范围）：可选择信号衰减的范围。可选择 **0**、**1**、**2**、**3** (10<sup>0</sup>, 10<sup>1</sup>, 10<sup>2</sup>, 10<sup>3</sup>)。

**注释** 在 GC 用户界面的 **Run Table**（运行表）中，衰减信号可以在给定时间内修改。请参阅第 54 页中的 **运行时事件**。

- **Out Start Run**（输出开始运行）：选择输出开始运行信号的变化方式。可选择 **High to Low**（由高到低）或 **Low to High**（由低到高）。

## 后/前色谱柱菜单

**Back/Front Column**（后/前色谱柱）：评估要在后/前位置上使用的色谱柱。

需设置以下参数：

- **Description**（描述）：可输入对色谱柱的描述。
- **Column length (m)**（色谱柱柱长）：可输入色谱柱的长度。
- **Column nominal ID (mm)**（色谱柱标称内径）：可输入色谱柱的内径。
- **Film thickness (μm)**（膜厚）：可输入色谱柱的膜厚。
- **Pre column**（前置柱）：如果装有前置柱，选择 **On**（开），否则选择 **Off**（关）。如果装有前置柱，用户需要在菜单上设置前置柱的长度和标称内径（与色谱柱相同的范围内）。
- **Pre column length (m)**（前置柱柱长）：可输入前置柱的长度。
- **Pre column ID (mm)**（前置柱内径）：可输入前置柱的内径。
- **Post column**（后置柱）：如果装有后置柱，选择 **On**（开），否则选择 **Off**（关）。如果装有后置柱，用户需要在菜单上设置后置柱的长度和标称内径（与色谱柱相同的范围内）。
- **Post column length (m)**（后置柱柱长）：可输入后置柱的长度。
- **Post column ID (mm)**（后置柱内径）：可输入后置柱的内径。
- **Column K Factor**（辅助柱 K 系数）：系统将根据柱的标称尺寸计算并显示辅助柱理论 K 系数。  
  
辅助柱 K 系数可在流量模式下使用。实际色谱柱内径与标称值之间的偏差通常会影响到色谱柱的流量。要确保色谱柱载气流量计算的准确性，建议使用色谱柱评估程序。
- **Column Evaluation**（色谱柱评估）：可根据色谱柱出口测得的实际载气流量计算实际色谱柱内径。该过程需要使用色谱柱流量计连接器和数字流量计。如需了解更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册*。

按 **Start**（开始），开始色谱柱评估程序。

**注释** 要终止色谱柱评估程序，请按 **Cancel**（取消）按钮。

正在执行色谱柱评估时，系统会要求输入测得的色谱柱流量。输入一个 0.5–10 mL/min 范围内的值，然后按 **Apply**（应用）按钮确认。

如果操作成功，将显示 **completed successfully**（成功完成）的信息。

计算所得内径可反映实际色谱柱气动阻力，使载气线速度的计算更加准确。

## 信号交换菜单

**Handshaking**（信号交换）：在分析过程中，可配置来自外部设备的信号，如自动进样器或质谱仪。要让其他设备正常运行，必须选择信号的变化方式。

- **Remote start (In)**（远程启动，输入）：使用其他设备启动 GC。可选择 **L-H**（由低到高）或 **H-L**（由高到低）。
- **Inhibit ready (In)**（阻止就绪，输入）：延迟就绪，直到 GC 接收到其他设备的信号。可选择 **L**（低）、**H**（高）或**无**。
- **End of run (Out)**（运行结束，输出）：向其他设备发出信号，表示运行已经结束。可选择 **L-H**（由低到高）或 **H-L**（由高到低）。
- **Start of run (Out)**（运行开始，输出）：向其他设备发出信号，表示运行已经开始。可选择 **L-H**（由低到高）或 **H-L**（由高到低）。
- **Ready (Out)**（就绪，输出）：向其他设备发出信号，表示 GC 已就绪。可选择 **L**（低）或 **H**（高）。
- **Preperation run (Out)**（准备运行，输出）：向其他设备发出信号，表示 GC 正在准备运行。可选择 **L**（低）或 **H**（高）。

**Thermo Scientific™ 自动进样器的默认设置为：**

远程启动：H-L	阻止就绪：无	运行结束：H-L	运行开始：H-L
就绪输出：低	预运行：低	远程启动应设置为低态有效	

## 时间/单位菜单

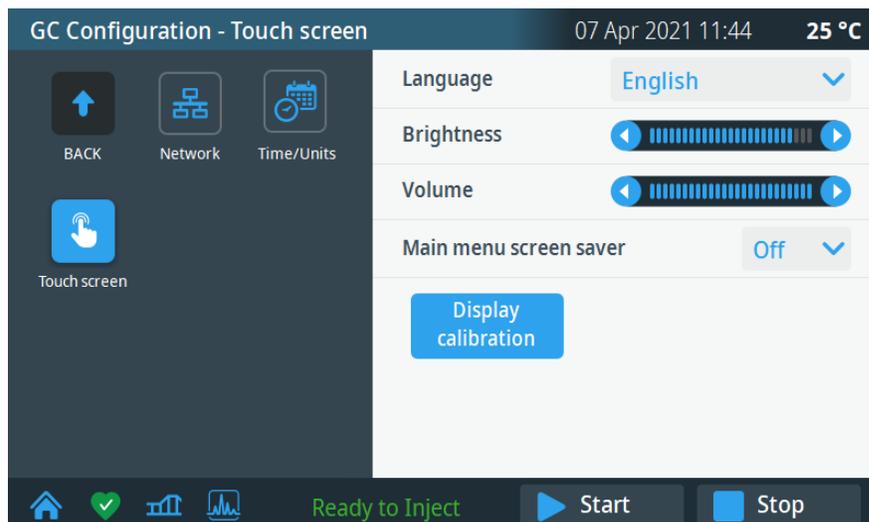
**Time/Units**（时间/单位）：可设置时间和日期，并可选择压力单位。

- **Date**（日期）：可使用数字键盘输入日期 (mm.dd.yyyy)。
- **Time**（时间）：可使用数字键盘输入时间 (hh.mm)，24 小时制。例如，上午 8:05，输入为 **08.05**；下午 2:30，输入 **14.30**。
- **Pressure units**（压力单位）：选择压力单位，可选择 **psi**、**kPa** 和 **bar**。

## 触摸屏菜单

**Touch Screen**（触摸屏）：按此图标可选择语言，调节亮度和音量，设置屏幕保护程序，以及校准显示。请参阅图 41。

图 41. 触摸屏菜单



- **Language**（语言）：默认设置为英语。选择一种语言。选定语言后，菜单、所有其他窗口、功能和信息将以选定语言显示。
- **Brightness**（亮度）：可调节屏幕的亮度。点击左/右箭头来降低/增加亮度级。
- **Volume**（音量）：可调节按下图标时听到声音的音量。点击左/右箭头来降低/增加音量级。
- **Main menu screen saver**（主菜单屏幕保护程序）：一段时间不活动后，屏幕上的图像就会消失，进入熄屏状态。可选择 **On**（开）/**Off**（关）。“On”就是启用此功能，“Off”就是禁用此功能。
- **Display calibration**（显示校准）：按此按钮可校准触摸屏。页面中央将显示出十字线。用笔或一根手指按压十字线；根据页面上方显示的指示继续按压十字线。校准完成后，十字线就会消失。校准结束时，按屏幕上的任何一点即可退出该页面。

## 网络菜单

**Network**（网络）：配置网络参数，以便在 Thermo Scientific 色谱数据系统上 LAN 控制 GC。请参阅图 42。

图 42. 网络菜单

GC Configuration - Network		07 Apr 2021 11:48	25 °C
GC name	TRACE 1610		
IP Address	10.209.90.252		
Subnet Mask	255.255.254.0		
Gateway	10.209.90.3		
DHCP Enabled	No		▼
MAC	B0-5B-1F-00-00-FE		
<b>Apply</b>		Warning! GC will reboot	

TRACE 1610 的默认 IP 地址可能与 LAN 口的需求参数值不匹配，而且配置网络时，必须确保安装了 GC。要更改默认值，请联系 LAN 管理员，询问 IP 地址（已分配）、子网掩码和端口。

- **GC name**（GC 名称）：分配给 GC 的名称。
- **IP Address**（IP 地址）：由网络管理员提供的 3 位数 x 4 字段，例如 192.168.127.10。
- **Subnet Mask**（子网掩码）：由网络管理员提供的 3 位数 x 4 字段，例如 255.255.255.0。
- **Gateway**（网关）：默认网关的 IP 地址。
- **DHCP Enabled**（DHCP 启用）：启用动态主机配置协议 (DHCP)，可选择 No/Yes。
- **MAC**：MAC 地址。

当参数设置完成后，按 **Apply**（应用）。



**注意** 当应用新的网络设置时，GC 将重启。

## 辅助柱温箱菜单

使用此菜单可配置 TRACE 1600 辅助柱温箱的加热区。请参阅图 43。

图 43. 辅助柱温箱菜单

Heater 1:	Valve Oven	▼
Heater 2:	Aux 4	▼
Valve number	1	▼
Valve type		▼

- **Heater 1**（加热器 1）：选择要连接到加热器 1 的组件，可选择 **Valve Oven**（阀温箱）、**H. T. Valve Oven**（高温阀温箱）和 **Aux 3**。
- **Heater 2**（加热器 2）：选择要连接到加热器 2 的组件，可选择 **Aux Col. Oven**（辅助柱温箱）、**Aux 4** 和 **Methanizer**（甲烷转化炉）。
- **Valve number**（阀数量）：可选择阀的数量，范围为 1–8 个。
- **Valve type**（阀类型）：可选择 **Sampling**（进样）或 **Switching**（切换）。

**注释** 加热器类型的配置决定了 UI 中的标签和温度范围。

## 辅助左/右检测器菜单

**Aux L Det/Aux R Det**（辅助左/右检测器）：可配置安装在 TRACE 1600 辅助柱温箱（阀温箱）左/右位置的辅助检测器模块。

配置菜单与安装在 GC 后/前位置的检测器模块相同。如需了解更多信息，请参阅第 42 页上的“后/前检测器菜单”。

## 辅助载气菜单

**Auxiliary Carrier**（辅助载气）：可设置辅助载气模块的参数。

此菜单包括两个辅助载气模块。其中一个将安装到阀温箱模块内，另一个将安装到 GC 内。请参阅图 44。

图 44. 辅助载气菜单

Carrier Line	Aux 4	▼
Gas type	He	▼

- **Carrier line**（载气气路）：选择载气气路，可选择 **Aux 1-6**。
- **Gas type**（气体类型）：选择要在所选辅助载气气路中使用的载气。可选择 He、H<sub>2</sub> 和 N<sub>2</sub>。

## 辅助温度菜单

**Auxiliary Temperature**（辅助温度）：可配置辅助温度/深冷模块的加热区。请参阅图 45。

图 45. 辅助温度菜单

Heater 1:	Aux 1	▼
Heater 2:	X-line 2	▼

- **Heater 1**（加热器 1）：选择要连接到加热器 1 的组件，可选择 **X-Line 1**、**Aux 1** 和 **None**（无）。
- **Heater 2**（加热器 2）：选择要连接到加热器 2 的组件，可选择 **X-Line 2**、**Aux 2** 和 **None**（无）。

## 辅助柱菜单

**Auxiliary Column**（辅助柱）：详细列出了可使用的辅助柱。请参阅图 46。

图 46. 辅助柱菜单

Carrier Line	Aux 4	▼	Pre column?	No	▼
Position	GC Oven	▼	Pre column length [m]	0.00	
Description	123456789-123456789		Pre column ID [mm]	0.000	
Column length [m]	0.00		Post column?	No	▼
Column ID [mm]	0.000		Post column length [m]	0.00	
Film thickness [um]	0.00		Post column ID [mm]	0.000	
Page 1 of 2			VIEW MORE ▶		
◀ BACK			Page 2 of 2		

Aux 1-6 辅助载气柱设置中没有用于测量辅助柱 K 系数的字段。采用由辅助柱参数计算出的理论值。

需设置以下参数：

- **Carrier Line**（载气气路）：可选择连接辅助柱的辅助载气气路。
- **Position**（位置）：选择辅助柱的添加位置。可选择 **GC Oven**、**Valve Oven** 和 **Aux C. Oven**。
- **Description**（描述）：可输入对辅助柱的描述。
- **Column length (m)**（辅助柱柱长）：可输入辅助柱的长度。
- **Column ID (mm)**（辅助柱内径）：可输入辅助柱的内径。
- **Film thickness (um)**（膜厚）：可输入辅助柱的膜厚。
- **Pre column? (yes/no)**（前置柱？是/否）：如果装有前置柱，选择 **yes**（是），否则选择 **no**（否）。如果装有前置柱，用户需要在菜单上设置前置柱的长度和标称内径（与辅助柱相同的范围内）。
- **Pre column length (m)**（前置柱柱长）：可输入前置柱的长度。
- **Pre column ID (mm)**（前置柱内径）：可输入前置柱的内径。
- **Post column? (yes/no)**（后置柱？是/否）：如果装有后置柱，选择 **yes**（是），否则选择 **no**（否）。如果装有后置柱，用户需要在菜单上设置后置柱的长度和标称内径（与辅助柱相同的范围内）。
- **Post column length (m)**（后置柱柱长）：可输入后置柱的长度。
- **Post column ID (mm)**（后置柱内径）：可输入后置柱的内径。

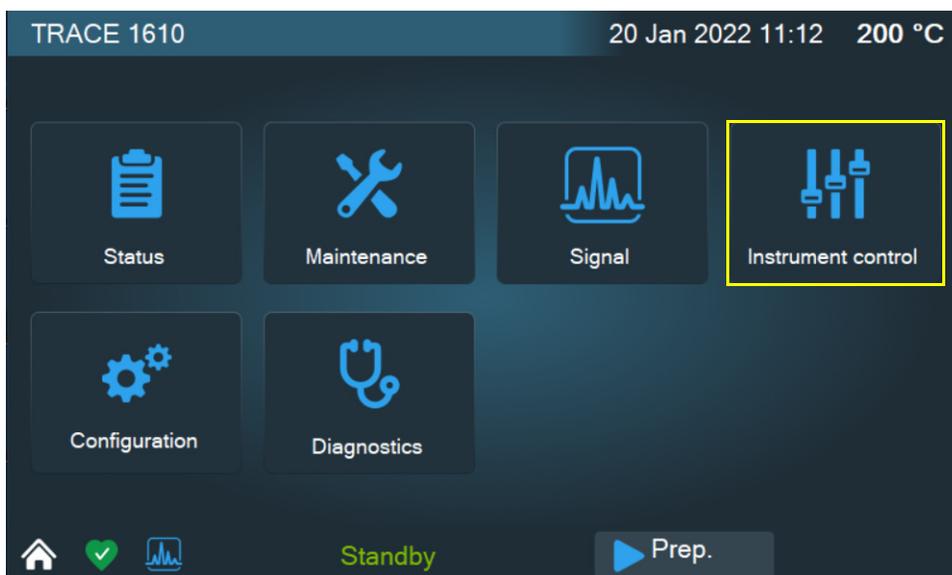
## 仪器控制

本节介绍了系统中所有模块控制参数的编程方法。

**注释** 关于设置其他仪器和软件控制参数的更多信息，请参阅相应手册。

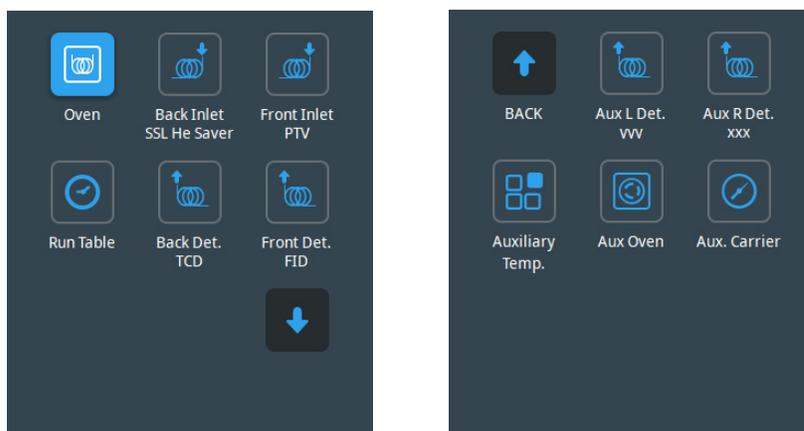
按触摸屏主菜单上的 **Instrument Control**（仪器控制）图标，可编程分析方法中的参数。请参阅图 47。

图 47. 触摸屏主菜单：仪器控制



仪器控制菜单中的图标。请参阅图 48。

图 48. 仪器控制菜单



在 **Instrument Control**（仪器控制）菜单中，可以编程和查看柱温箱、进样口、检测器、辅助模块和阀的参数。在 **Run Table**（运行表）页面，可以设置检测器事件、阀事件和外部事件，使其在预运行时或运行期间发生。

按一个图标即可打开一个子菜单。在子菜单中，可以使用数字键盘设置设定值参数。当按下参数名称，或者实际值和设定值字段时，数字键盘就会出现在左侧面板上。



**注意** 分析正在运行时，将无法编程参数。

按一个图标即可打开一个子菜单。请参阅以下章节：

## 柱温箱参数

**Oven**（柱温箱）：本节列出了多个参数，可用于编程柱温箱温度，从初始温度到最终温度，在分析运行期间使用多达 32 个斜坡。可以设置为一步（等温）/多步斜坡升温程序。

如需了解更多信息，请参阅第 6 章中的柱温箱参数部分。

## 后/前进样口参数

**Back and Front Inlet**（后/前进样口）：本节列出了多个参数，可用于编程安装在后/前位置的进样器模块：

- 分流/不分流进样器 (SSL)。请参阅第 6 章中的 [SSL 参数](#) 部分。
- 分流/不分流反吹进样器 (SSLBKF)。请参阅第 7 章中的 [SSLBKF 参数](#) 部分。
- 气体进样阀 (GSV)。请参阅第 8 章中的 [GSV 参数](#) 部分。
- 省氦器 (HeS S/SL)。请参阅第 9 章中的 [即时连接省氦进样器模块参数](#) 部分。
- 程序升温汽化进样器 (PTV)。请参阅第 10 章中的 [PTV 参数](#) 部分。
- 程序升温汽化反吹进样器 (PTVBKF)。请参阅第 11 章中的 [PTVBKF 参数](#) 部分。

## 后/前检测器参数

**Back and Front Detector**（后/前检测器）：本节列出了多个参数，可用于编程安装在后/前位置的检测器模块：

- 火焰离子化检测器 (FID)  
请参阅第 12 章中的 [FID 参数](#) 部分。
- 氮磷检测器 (NPD)  
请参阅第 13 章中的 [NPD 参数](#) 部分。
- 热导检测器 (TCD)  
请参阅第 14 章中的 [TCD 参数](#) 部分。
- 电子捕获检测器 (ECD)  
请参阅第 15 章中的 [ECD 参数](#) 部分。
- 火焰光度检测器 (FPD)  
请参阅第 16 章中的 [FPD 参数](#) 部分。
- 脉冲放电检测器 (PDD)  
请参阅第 17 章中的 [PDD 参数](#) 部分。
- 通用检测器接口 (GDI)  
请参阅第 18 章中的 [GDI 参数](#) 部分。

## 辅助左/右检测器参数

**Aux L Det and Aux R Det**（辅助左/右检测器）：本节列出了多个参数，可用于编程安装在 TRACE 1600 辅助柱温箱（阀温箱）左/右位置的检测器模块。参数菜单与安装在 GC 后/前位置的检测器模块相同。如需了解更多信息，请参阅第 54 页上的“[后/前检测器参数](#)”。

## 运行时事件

**Run Time Event**（运行时事件）：可设置检测器事件、阀事件和外部事件，使其在预运行时或运行期间发生。

“运行表”页面上可显示 **Run Time Event**（运行时事件）屏幕中选择的事件。请参阅图 49。

时间表有三列：**时间**、**项目**和**操作**。事件自动按时间顺序排序。

**Time**（时间）：显示事件发生时的运行时间。

**Item**（项目）：显示事件类型，并标识外部事件或阀号。

**Action**（操作）：显示与事件相关的操作。

可以使用 **Add**、**Modify** 和 **Remove** 按钮来添加、更改或删除事件。

点击“添加”按钮即可打开 **Run-Time Event**（运行时事件）屏幕。请参阅图 49。

图 49. 运行时事件

The figure displays three screenshots of the Run-Time Event configuration interface. Each screen has a 'Time' dropdown, an 'Item' dropdown, and an 'Action' dropdown, with 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom.

- Left Screenshot:** Time: Prep-run, Item: Detector, FID-Front, Action: Autozero.
- Middle Screenshot:** Time: Prep-run, Item: Aux Gas # 2, Action: Off.
- Bottom Screenshot:** Time: Run time (with input field 10.00), Item: Detector, FID-Front, Action: Flame Off.

**Time（时间）：**可选择 **Prep Run**（预运行）或 **Run Time**（运行时间）。如果选择 Prep Run（预运行）选项，将禁用时间字段。如果选择 Run Time（运行时间）选项，将启用时间字段。输入事件发生时的时间，范围为 0.00–999.99 min。

**Item（项目）：**选择事件的类型，可选择 **Detector**（检测器）、**Aux Gas**（辅助载气）、**Valve**（阀）、**Valve Oven**（阀温箱）和 **Analog Out**（模拟输出）。选择所需事件即可激活相应字段。

**Action（操作）：**可启用适合事件类型的操作。

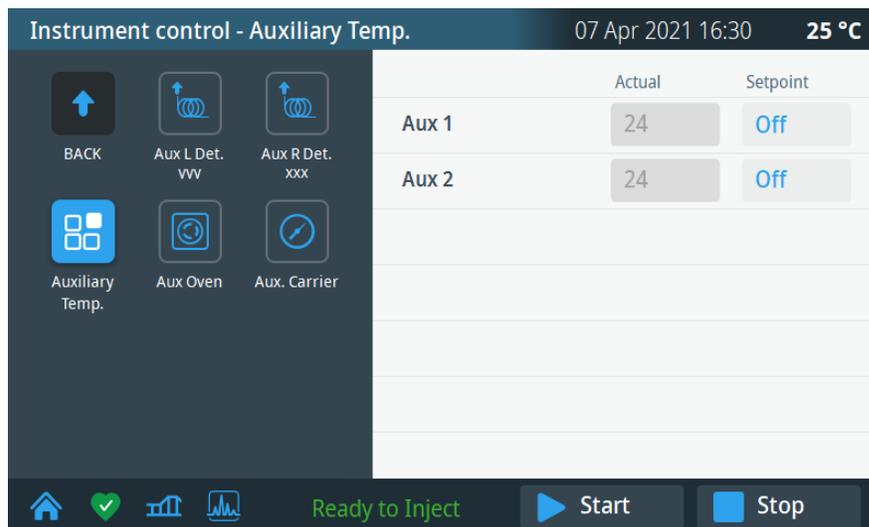
操作选项包括：

- **Autozero**（自动调零）：适用于所有检测器类型。
- **Neg. Polarity**（负极性）：仅适用于 TCD。此选项将在给定时间内反转极性。
- **Source Current**（源电流）：仅适用于 NPD。此选项将在给定时间内改变源电流。
- **On**（开启）：可将事件设置为开启。
- **Off**（关闭）：可将事件设置为关闭。
- **Pressure**（压力）：可设置压力事件。
- **Range**（范围）：仅适用于模块模拟输出接口。此选项将在给定时间内改变所选 **Channel**（通道）的衰减信号范围 ( $10^0$ - $10^3$ )。

## 辅助温度

**Auxiliary Temp.**（辅助温度）：定义温度参数，可用于配置中设置的外部辅助温度模块。请参阅图 50。

图 50. 辅助温度菜单

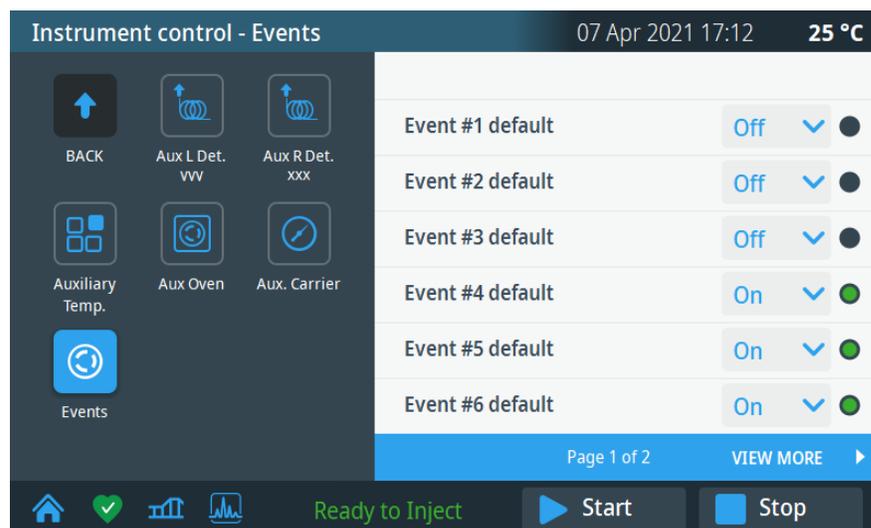


- **Aux 1**：可输入 Aux 1 的设定值。
- **Aux 2**：可输入 Aux 2 的设定值。

## 事件

**Events**（事件）：将事件设置为开启或关闭，可用于连接到辅助温度/深冷模块的多达 8 个外部阀。请参阅图 51。

图 51. 事件菜单

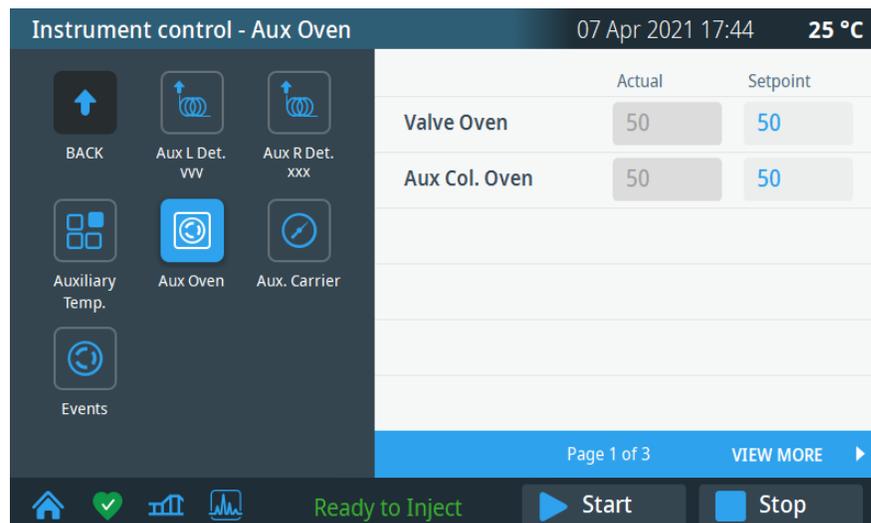


阀事件的第二页也可以将阀事件设置为 **On**（开启）或 **Off**（关闭），可用于安装在阀温箱（TRACE 1600 辅助柱温箱）中的多达 8 个阀。

## 辅助柱温箱

**Aux Oven**（辅助柱温箱）：可设置 TRACE 1600 辅助柱温箱的辅助温度。请参阅图 52。

图 52. 辅助柱温箱菜单



**Valve Oven**（阀温箱）：可输入阀温箱的设定值。

**Aux Col. Oven**（辅助柱温箱）：可输入辅助柱温箱的设定值。

温度限制必须与辅助温度的配置一致。请参阅表 4。

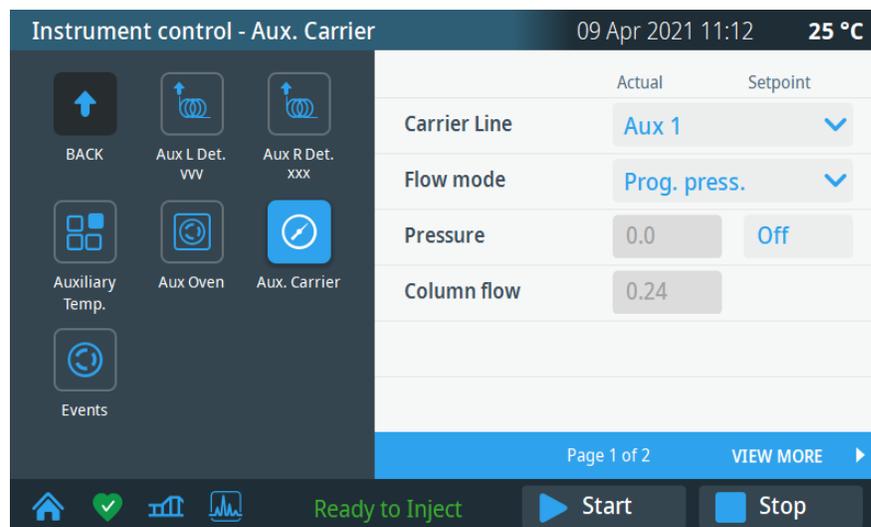
表 4. 辅助温度限制

类型	最高温度 °C	适用于：	备注
传输线	400	Aux 1, Aux 2	主模块，显示为 Transfer Line。
阀温箱	200	仅 Aux 3	副模块（阀温箱）
高温阀温箱	300	仅 Aux 3	副模块（阀温箱）
辅助柱温箱	250	仅 Aux 4	副模块（阀温箱）
甲烷转化炉	400	仅 Aux 4	副模块（阀温箱）
辅助温度（通用）	400	Aux 1, Aux 2, Aux 3, Aux 4	主模块和副模块，显示为 Aux Temperature (#)

## 辅助载气

**Aux Carrier**（辅助载气）：**Carrier Line**（载气气路）下拉菜单中有多达六条辅助载气气路可供选择。请参阅图 53。

图 53. 辅助载气菜单



- **Carrier line**（载气气路）：选择载气气路，可选择 **Aux 1-6**。
- **Flow mode**（流量模式）：定义要使用的辅助载气控制模式，如 **Constant Flow**（恒定流量）、**Constant Pressure**（恒定压力）、**Ramped Flow**（斜坡流量）、**Ramped Pressure**（斜坡压力）和 **Constant Linear Velocity**（恒定线速度）。每个模式都可启用/停用相应参数。

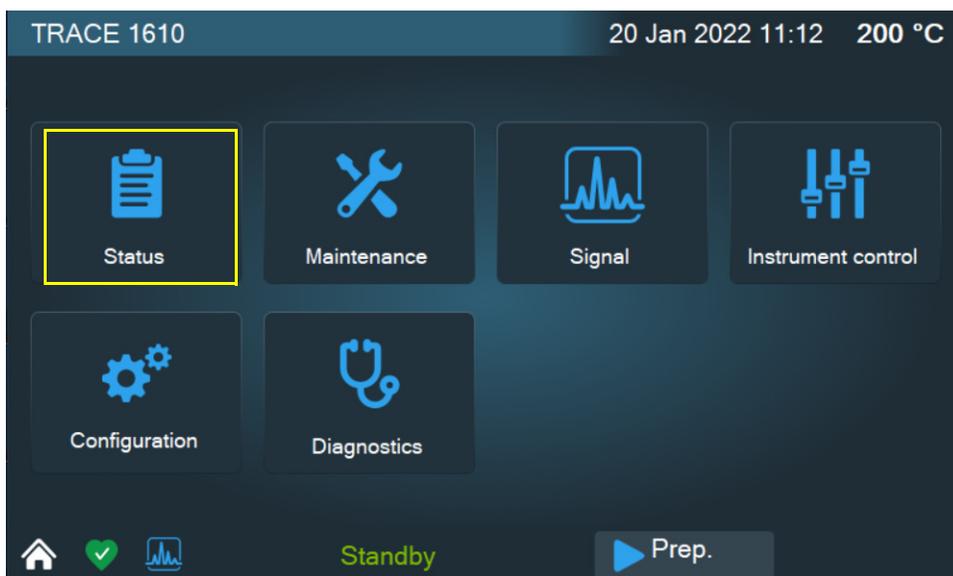
- **Pressure**（压力）：定义载气的实际值压力和设定值压力。可选择开/关；0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar)。
- **Column flow**（柱流量）：定义载气通过色谱柱的流量。范围为 0.01–100 mL/min。当选定恒定压力模式或斜坡压力模式时，无法编辑柱流量。

## 仪器状态

按触摸屏主菜单上的 **Status**（状态）图标，可以查看 TRACE 1610 的状态。请参阅图 54。

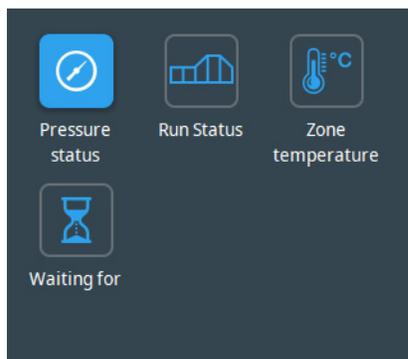
可以查看运行状态、进样口压力状态，以及柱温箱、进样口和检测器的实际值和设定值状态温度。但是，仅温度设定值可以更改。

图 54. 触摸屏主菜单：状态



状态菜单中的图标。请参阅图 55。

图 55. 状态菜单



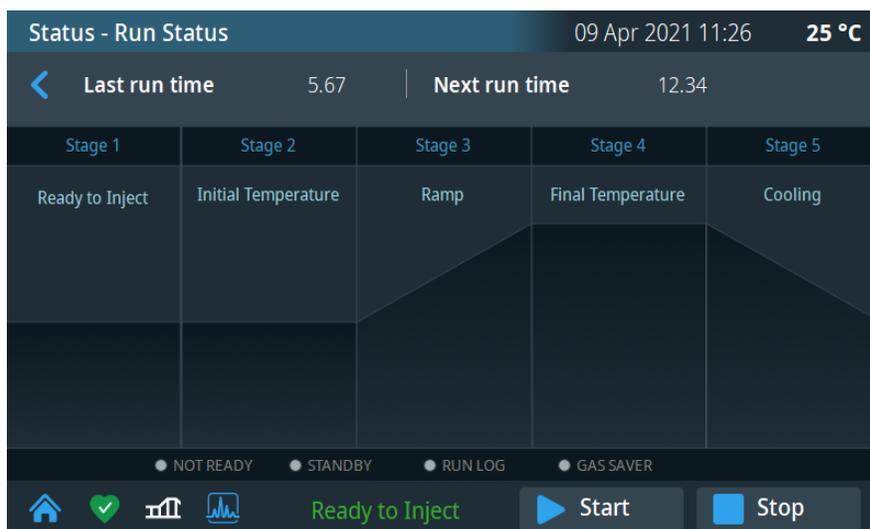
按一个图标即可打开一个子菜单。请参阅以下章节：

- 第 60 页上的“运行状态”
- 第 62 页上的“压力状态”
- 第 62 页上的“加热区温度”
- 第 63 页上的“等待”

## 运行状态

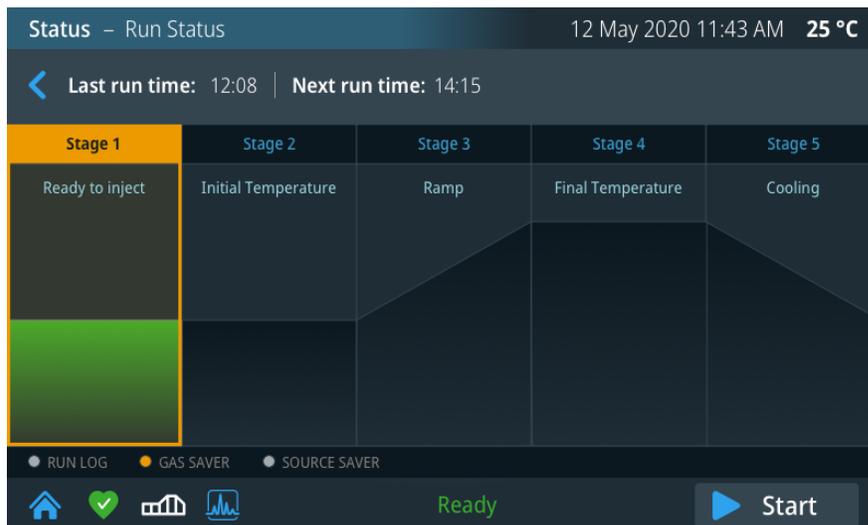
**Run Status**（运行状态）：可监测当前时间、数据、柱温箱温度、上一次运行时间、下一次运行时间、经过时间，以及 TRACE 1610 状态 LED 在每个运行阶段中的显示情况。请参阅图 56。

图 56. 运行状态



斜坡 LED（柱温箱）表示当前处于温度斜坡运行阶段。观察 LED 的显示情况，查看状态栏的消息即可了解运行的进度。请参阅图 57。

图 57. 运行阶段和状态 LED



运行阶段包括:

- **Not Ready** (未就绪): 表示 TRACE 1610 正在等待一个或多个参数准备就绪。
- **Standby** (待机): 表示所有 GC 参数都已达到就绪状态。
- **Preparing to run** (准备运行): 当 GC 处于待机状态时, 按页面左下角的蓝色开始按钮 , 开始预运行程序。GC 的所有运行状态设置完成。
- **Ready to Inject** (准备进样): 准备阶段结束后, 就可以手动进样, 或启动自动进样器。绿色启动按钮将出现在页面的右侧窗格中。按下绿色按钮, 开始分析运行。
- **Initial Temperature** (初始温度): 此 LED 灯将在运行开始时亮起, 并在初始温度保持时间内长亮。
- **Ramp** (斜坡升温): 此 LED 灯将在第一个斜坡升温开始时亮起, 并在最后一个斜坡升温结束时熄灭。
- **Final Temperature** (最终温度): 此 LED 灯将在最后一个斜坡升温结束时亮起, 并在最终温度保持时间内长亮。
- **Cooling** (冷却): TRACE 1610 将在冷却阶段恢复到初始温度/压力状态。

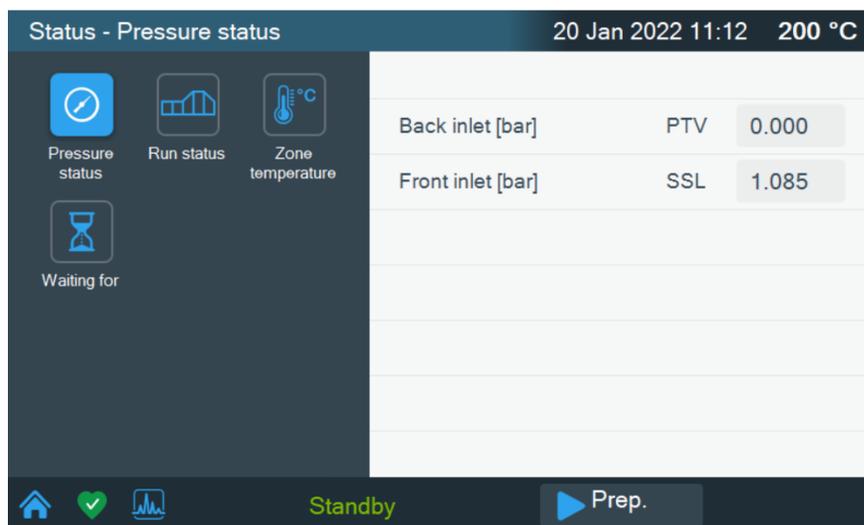
其他 LED 包括:

- **Gas Saver** (省气器): 此 LED 灯将在省气功能启用时亮起。
- **Run Log** (运行日志): 此 LED 灯将在运行日志包含条目时亮起。请参阅第 69 页上的“运行日志”。

## 压力状态

**Pressure Status**（压力状态）：可显示每个进样器模块的当前压力。压力值为只读。请参阅图 58。

图 58. 压力状态



## 加热区温度

**Zone Temperature**（加热区温度）：可监测 TRACE 1610 所有加热区的实际值温度和设定值温度。可以使用左窗格中的键盘来更改目标区域的温度设定值。请参阅图 59。

图 59. 加热区温度状态页面 (1)

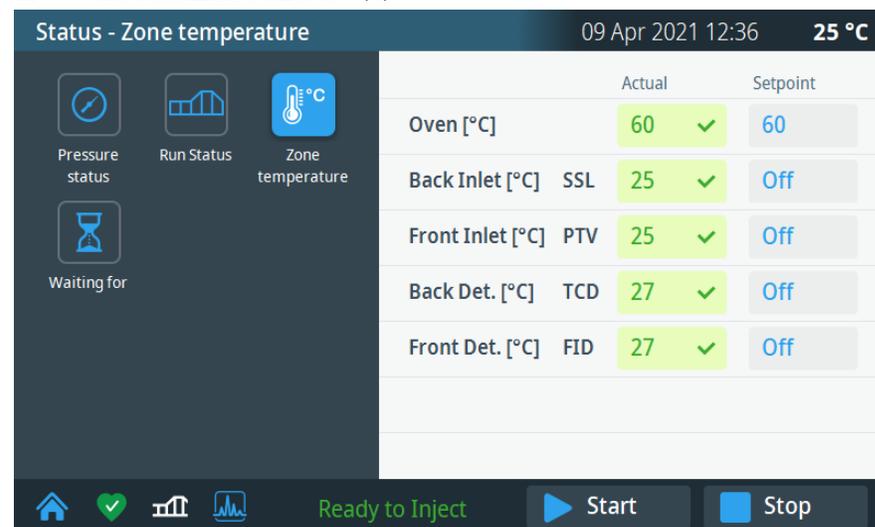
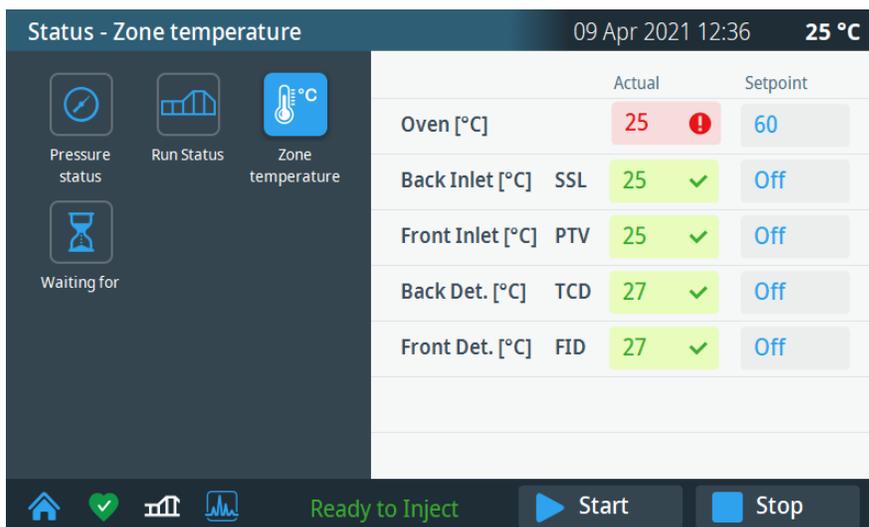


图 60. 加热区温度状态页面 (2)

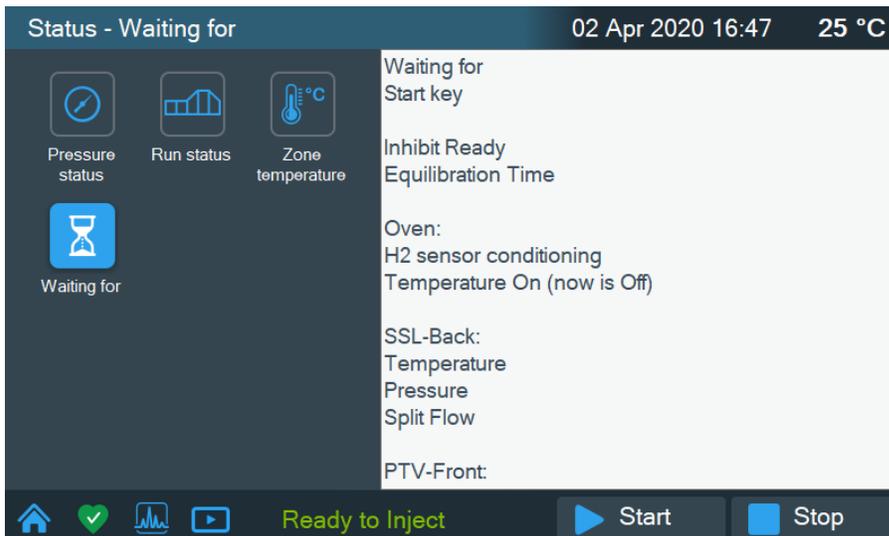


- 绿背景表示实际值已达到程序设定值。
- 红背景表示实际值还未达到程序设定值。

## 等待

**Waiting for**（等待）：此功能可以监测并显示 GC 等待进入就绪状态时的任务或情况。请参阅图 61 中的列表。

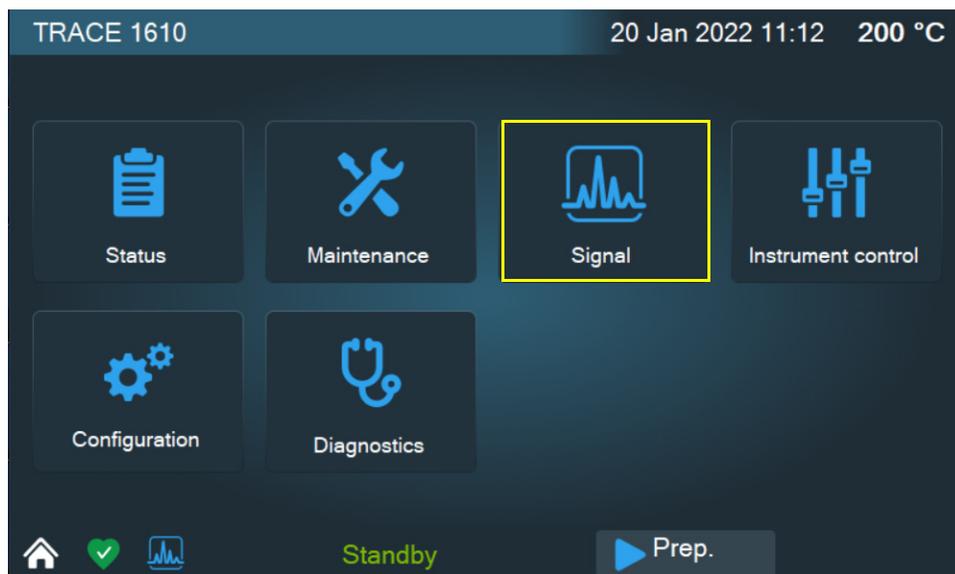
图 61. 等待功能



## 信号水平

按触摸屏主菜单上的 **Signal**（信号）图标，可以监测前/后检测器的信号水平。请参阅图 62。

图 62. 触摸屏主菜单：信号



信号页面中的信号图。请参阅图 63。

图 63. 信号页面

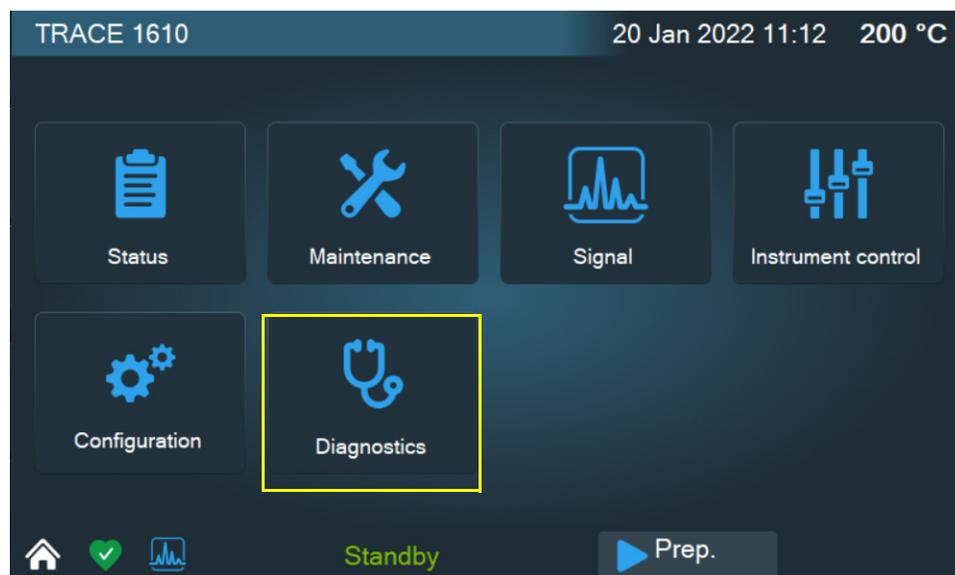


按 **Front**（前）或 **Back**（后）选项卡，可查看检测器的信号水平。

## 诊断

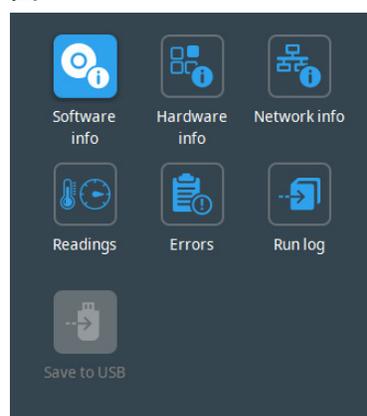
按触摸屏主菜单上的 **Diagnostics**（诊断）图标，可以查看诊断信息。请参阅图 64。

图 64. 触摸屏主菜单：诊断



诊断菜单中的图标。请参阅图 65。

图 65. 诊断菜单



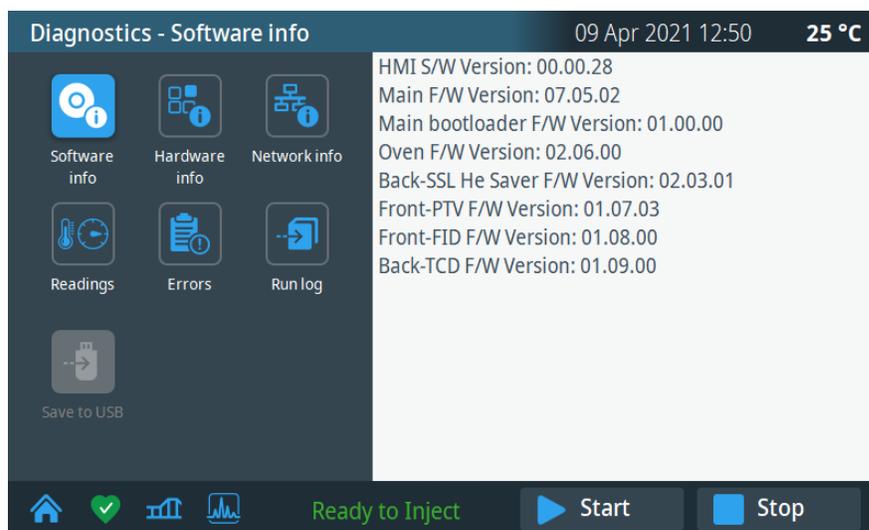
按一个图标即可打开一个子菜单。请参阅以下章节：

- 第 66 页上的“软件信息”
- 第 67 页上的“硬件信息”
- 第 67 页上的“网络页面”
- 第 68 页上的“设备读数”
- 第 68 页上的“错误”
- 第 69 页上的“运行日志”
- 第 69 页上的“保存至 USB”

## 软件信息

**Software Info**（软件信息）：可列出 HMI、主 F/W、主 Bootloader、柱温箱、进样器和检测器模块的软件或固件版本。请参阅图 66。

图 66. 软件信息页面



## 硬件信息

**Hardware Info**（硬件信息）：可列出总运行次数、制造日期、电压、组件和模块的序列号以及 H<sub>2</sub> 传感器信息。请参阅图 67。

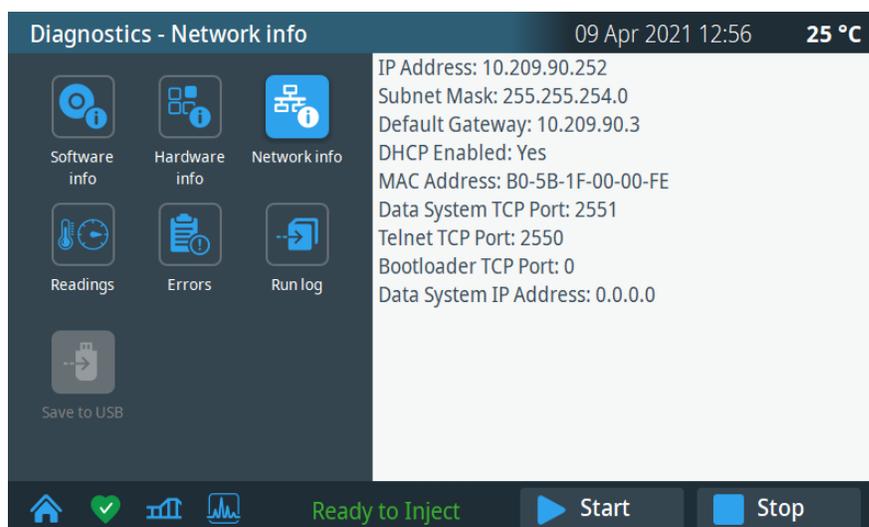
图 67. 硬件信息页面



## 网络页面

**Network Info**（网络信息）：可列出网络连接规格（IP 地址、子网掩码等）和后缀 DNS 描述。请参阅图 68。

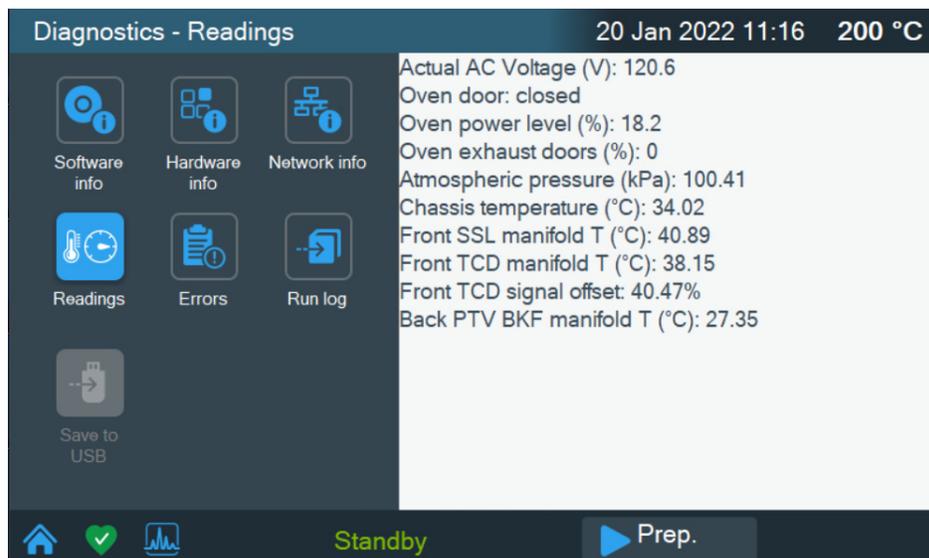
图 68. 网络信息页面



## 设备读数

**Readings**（设备读数）：可列出各设备的状态读数。请参阅图 69。

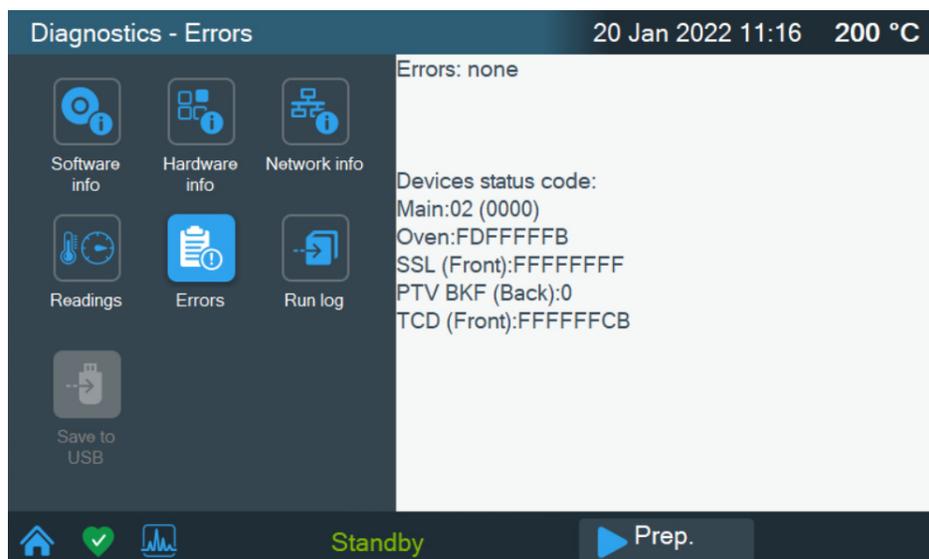
图 69. 设备读数页面



## 错误

**Errors**（错误）：可列出设备状态代码中的任何错误。请参阅图 70

图 70. 错误页面



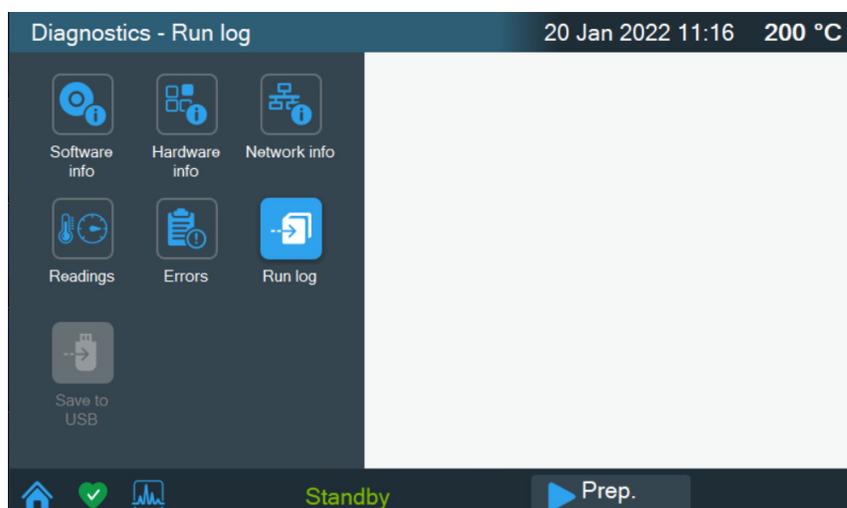
## 运行日志

**Run Log**（运行日志）：显示运行日志，运行日志可记录运行期间发生的错误。还显示发生任何偏差的时间和描述。

运行日志可跟踪运行期间的任何错误或偏差。这些信息可用于符合药物非临床研究质量管理规范 (GLP) 标准。例如，无论出于什么原因中断了运行，运行日志都将记录时间、运行停止和事件解释。

当运行日志包含条目时，运行日志状态 LED 灯会亮起。要查看事件日志，请按 **Run Log**（运行日志）图标。运行日志将在下一次运行开始时被清除和重置。请参阅图 71

图 71. 运行日志页面



## 保存至 USB

**Save to USB**（保存至 USB）：此命令可将诊断子菜单的内容以文本格式保存到 U 盘中。文件名由系统生成，包括仪器名称、日期和保存时间。

图 72. 保存至 USB 页面

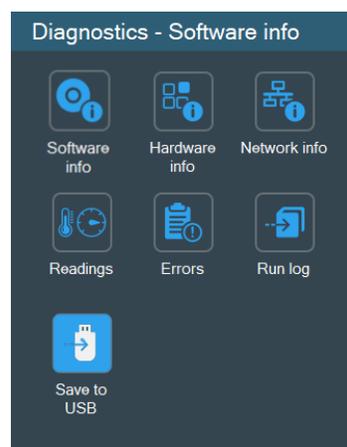


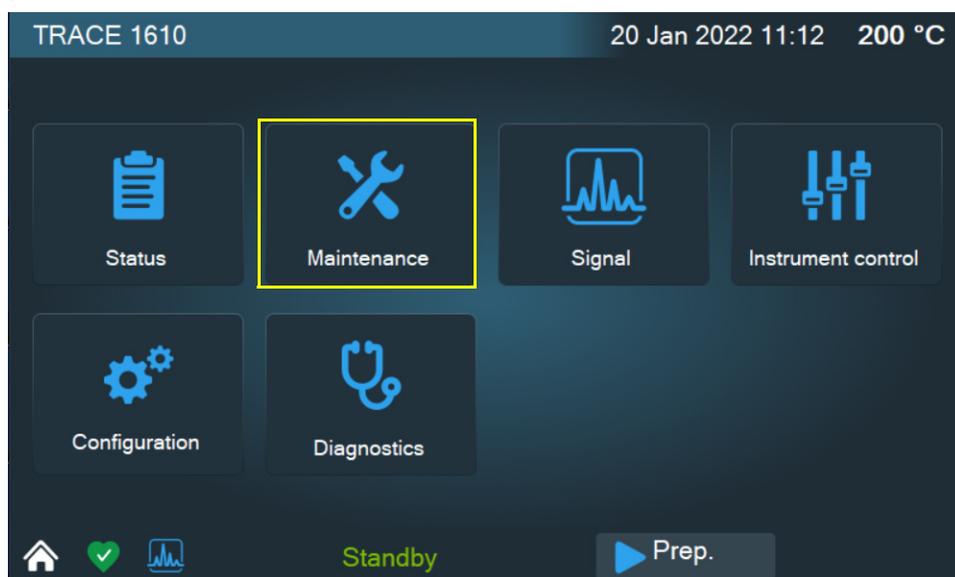
图 73. USB 端口位置



## 维护

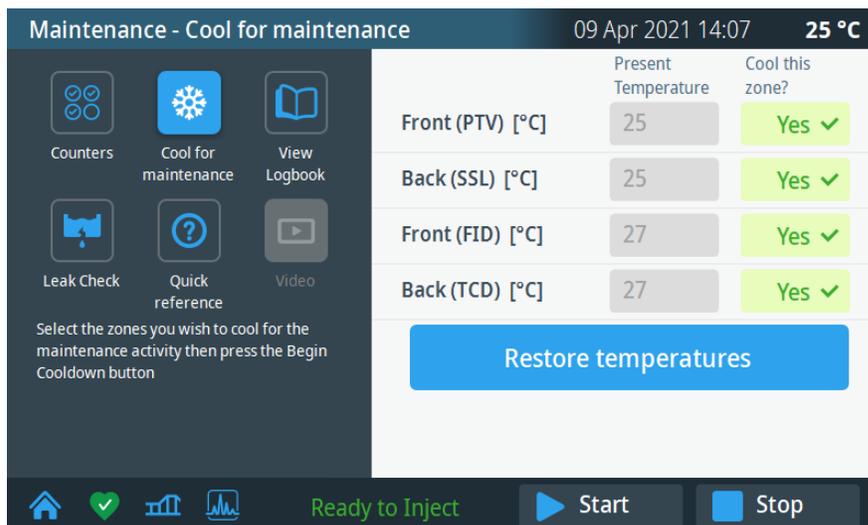
按触摸屏主菜单上的 **Maintenance**（维护）图标，可以执行所需维护。请参阅图 74。

图 74. 触摸屏主菜单：维护



维护菜单中的图标。请参阅图 75。

图 75. 维护菜单



按一个图标即可打开一个子菜单。请参阅以下章节：

- 第 71 页上的“计数器”
- 第 73 页上的“冷却维护”
- 第 73 页上的“查看日志簿”
- 第 74 页上的“泄漏检测”
- 第 74 页上的“快速参考”
- 第 75 页上的“视频”

## 计数器

按 **Counters**（计数器）图标，或任务栏上的 **Diagnostics**（诊断）图标，可以查看仪器健康信息和自动耗材跟踪。计数器页面可提供应执行维护时间和应更换耗材时间的信息。红心表示状况紧急，绿心表示状况良好。

先选择耗材，再根据应用设置警报级别，最后可选择恢复默认值，或者在更换或执行维护后将计数器重置为零。需使用键盘输入警报级别。请参阅图 76 和图 77。

图 76. 计数器页面

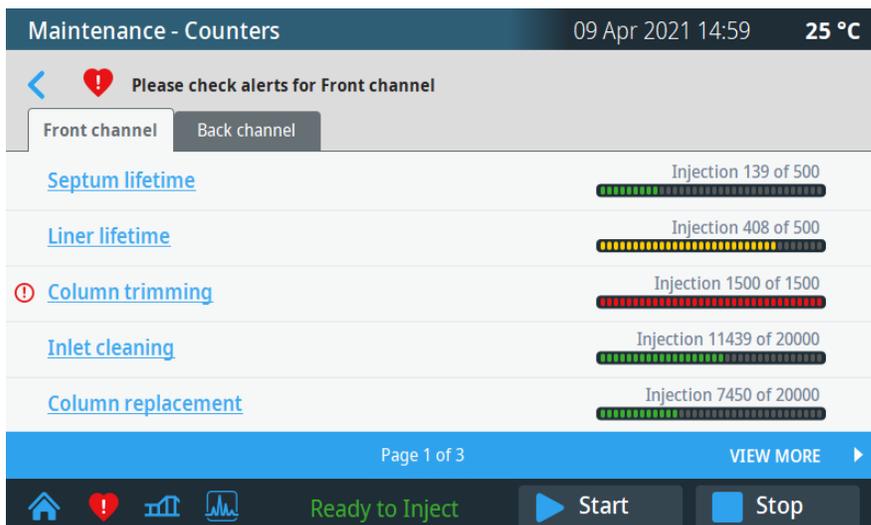
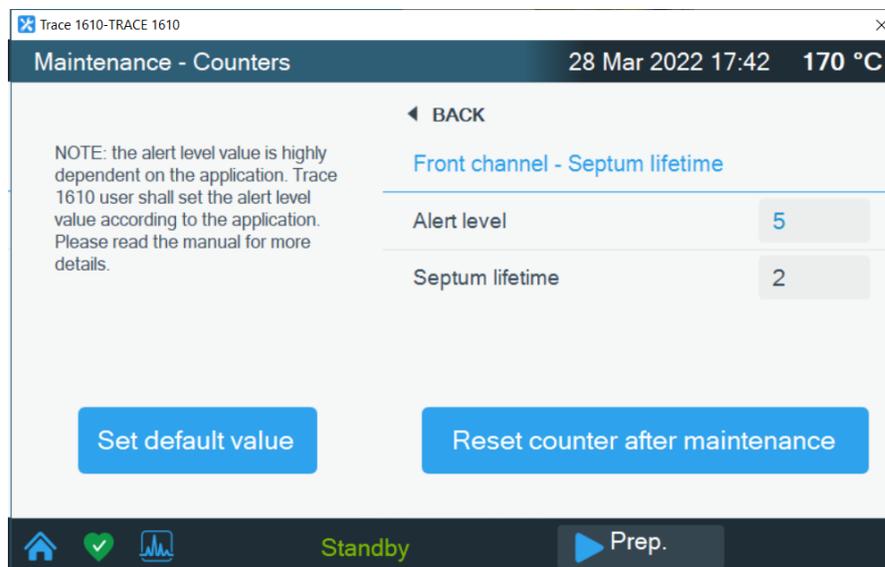


图 77. 设置计数器警报级别



## 冷却维护

**Cool For Maintenance**（冷却维护）：此功能可以冷却系统内的区域，以便维护。

在冷却维护页面中，先确定想要冷却维护的区域，再选择区域后面的 **Yes**（是），最后按 **Begin Cooldown**（开始冷却），即可实现冷却维护。请参阅图 78。

图 78. 冷却维护页面

	Present Temperature	Cool this zone?
Front (PTV) [°C]	25	Yes ✓
Back (SSL) [°C]	25	Yes ✓
Front (FID) [°C]	27	Yes ✓
Back (TCD) [°C]	27	Yes ✓

**Begin Cooldown**

## 查看日志簿

**View Logbook**（查看日志簿）：显示日志簿，日志簿可记录任何维护的时间和描述。请参阅图 79。

图 79. 维护 - 查看日志簿页面

Maintenance - View Logbook		09 Apr 2021 14:32	25 °C
Date & Time	Description		
apr/09/2021 14:22	Replaced septum (Front)		
apr/7/2021 10:50	Replaced liner (Front)		
apr/11/2021 11:39	Replaced Cleaned inlet (Front)		
apr/11/2021 16:48	Replaced Carrier filter (Front)		
apr/09/2021 14:22	Replaced septum (Back)		
apr/7/2021 10:50	Replaced liner (Back)		
apr/11/2021 11:39	Replaced Cleaned inlet (Back)		
apr/11/2021 16:48	Replaced Carrier filter (Back)		

Delete entry    Delete all    Exit

Home Check Build Graph    Ready to Inject    Start    Stop

**Delete entry**（删除条目）：可删除单个条目。

**Delete all**（删除全部）：可删除全部条目。

**Exit**（退出）：可退出日志簿。

## 泄漏检测

**Leak Check**（泄漏检测）：可执行泄漏检测。请参阅图 80。此过程需要使用色谱柱流量计连接器。如需了解更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册*。

图 80. 泄漏检测页面

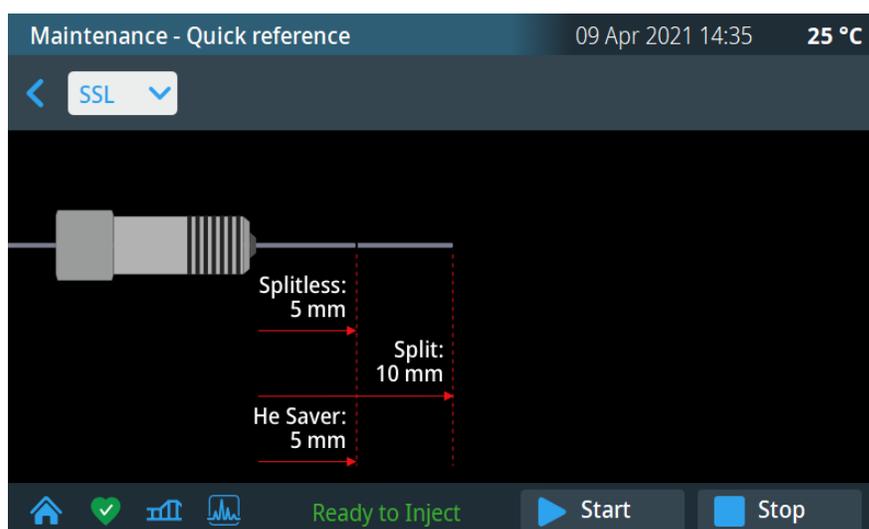


在泄漏检测页面中，可选择进样口的前/后，设置泄漏检测的压力和时长，设置允许的压降。要启动此程序，请按 **Begin leak check**（开始泄漏检测）。

## 快速参考

**Quick Reference**（快速参考）：可打开快速参考页面。请参阅图 81。

图 81. 快速参考页面



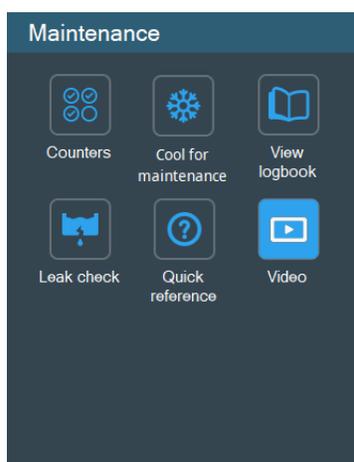
快速参考页面可显示 SSL、PTV、ECD、FPD、FID、NPD、TCD、GSV、PDD 和 TSI 的色谱柱插入深度。

检测器和进样器的插入深度要从卡箍的顶部开始测量。要退出此页面，请按 < 按钮。

## 视频

在视频页面中，可显示关于 GC 任务和维护的步骤说明视频。仪器配置不同，可用视频也会有所不同。

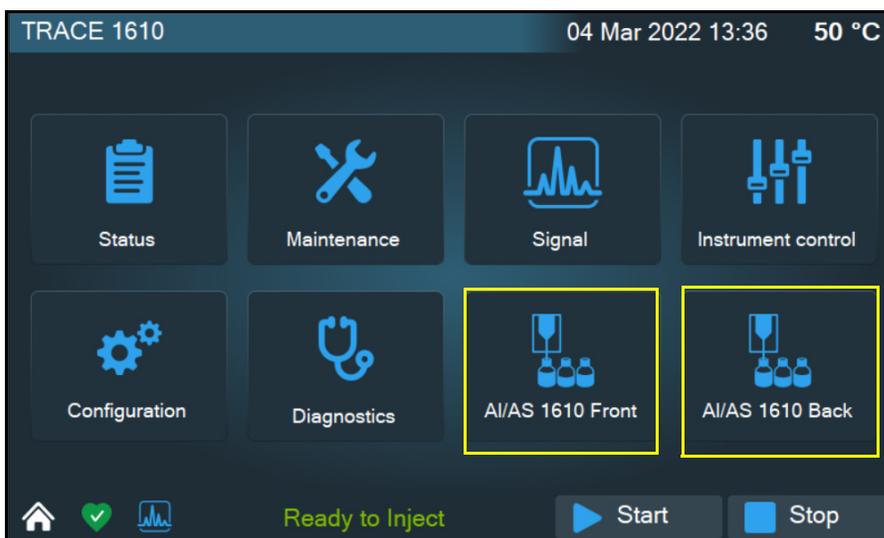
图 82. 视频页面



## AI/AS 1610

按触摸屏主菜单上的 AI/AS 1610 图标，可以查看信息和设置。请参阅图 83。

图 83. AI/AS 1610



## 状态

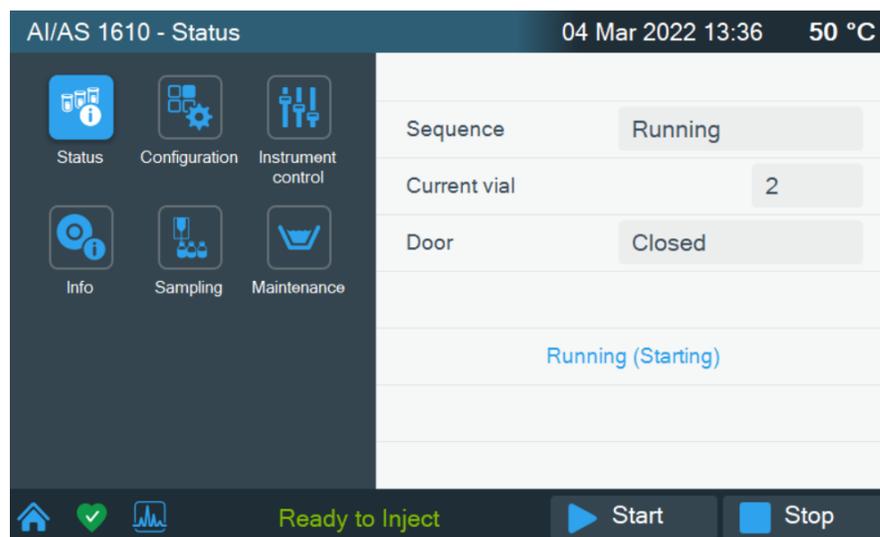
按 **Status**（状态）图标，可以监测自动进样器的状态信息。请参阅图 84。

**Sequence**（序列）：可显示序列的状态。

**Current vial**（当前样品瓶）：可显示当前样品瓶的瓶数。

**Door**（门）：显示门的状态。可选择打开/关闭。

图 84. AI/AS 1610 状态



## 配置

按 **Configuration**（配置）图标，可以设置和配置 AI/AS 1610 进样系统。请参阅图 85。

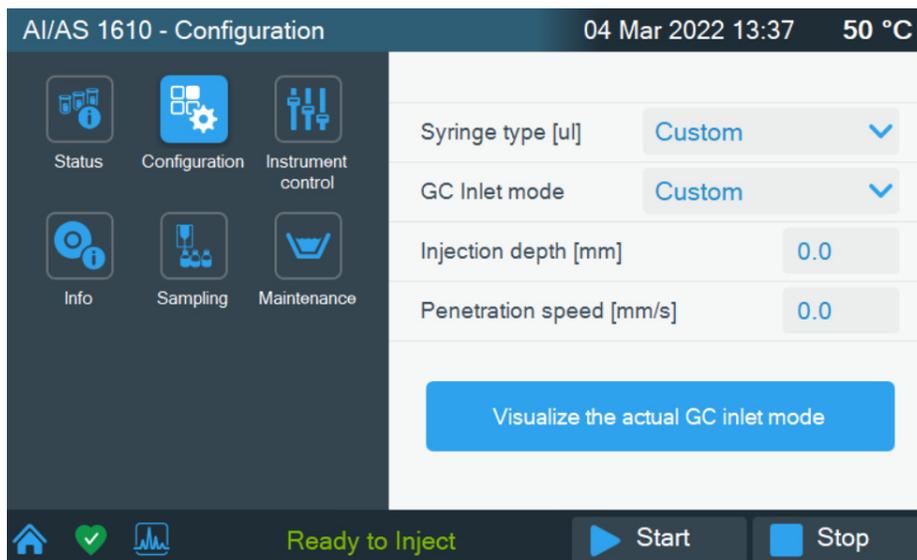
**Syringe type** ( $\mu\text{L}$ )（注射器类型）：可选择 0.5  $\mu\text{L}$ 、5  $\mu\text{L}$ 、10  $\mu\text{L}$ 、10  $\mu\text{L}$ （Teflon 针筒活塞头）、50  $\mu\text{L}$ 、100  $\mu\text{L}$  或 **Custom**（自定义）。

**GC inlet mode**（GC 进样口模式）：可选择 SSL、PTV、PTV\_OC、TSI 或 **Custom**（自定义）。

**进样深度 (mm)**：选择 **Custom**（自定义）进样口模式时启用。

**穿刺速度 (mm/s)**：选择 **Custom**（自定义）进样口模式时启用。

图 85. AI/AS 1610 配置



## 仪器控制

按 **Instrument Control**（仪器控制）图标，可以编程和查看方法参数。按 **Next**（下一页），可以查看更多参数。请参阅图 86。

**Injection type**（进样类型）：可选择 **Standard**（标准）或 **Sandwich**（夹层）。

**Sample mode**（样品模式）：可选择 **Custom**（自定义）、**Standard**（标准）或 **Viscous**（粘性）。

**Fill strokes**（注入点击数）：可指定抽取样品前的进样器活塞杆上下移动次数。这样可以消除气泡，提高重现性。范围为 0–15。

**Draw speed**（抽取速度）：抽取速度由样品模式参数决定。如果选择 **Custom**（自定义）模式，则可以编程抽取速度。自定义模式下的抽取速度，可输入范围为 0.1–25  $\mu\text{l/s}$ 。

**Air volume**（空气体积）：可指定从样品瓶中拔出针头后需要抽取的空气体积。这样可以减少进样针里的液体汽化。**Air Volume**（空气体积）加上 **Volume**（样品体积）的总体积不得超过注射器体积。具体体积范围视进样器体积而定。

**Sample depth**（抽样深度）：可指定抽取进样样品时针头插入样品瓶的深度。可选择 **Bottom**（瓶底，33 mm）或 **Half**（瓶口到瓶底的一半处，17.5 mm）

**Viscosity delay**（粘度延迟）：此参数在 **Viscous**（粘性）样品模式下启用。可指定吸入样品后的延迟时间。输入一个 0–10 s 范围内的值。

**Air gap 1**（气隙 1）：此参数在 **Sandwich**（夹层）进样类型下启用。可指定两层之间的气隙体积。根据选择的进样器输入气隙体积。

**Air gap 2**（气隙 2）：此参数在 **Sandwich**（夹层）进样类型下启用。可指定第一层与活塞杆之间的气隙体积。根据选择的进样器输入气隙体积。

**Layer 2 volume**（L2 体积）：此参数在 **Sandwich**（夹层）进样类型下启用。可指定最靠近活塞杆的 L2 体积。根据选择的进样器输入 L2 体积。

**Layer 2 source**（L2 来源）：在 **Solvent\_D**（溶剂\_D）到 **Sample\_155**（样品\_155）的范围内选择一种。

图 86. AI/AS 1610 仪器控制



## 信息

按 **Info**（信息）图标，可以获得 AI/AS 1610 的参考信息。请参阅图 87。

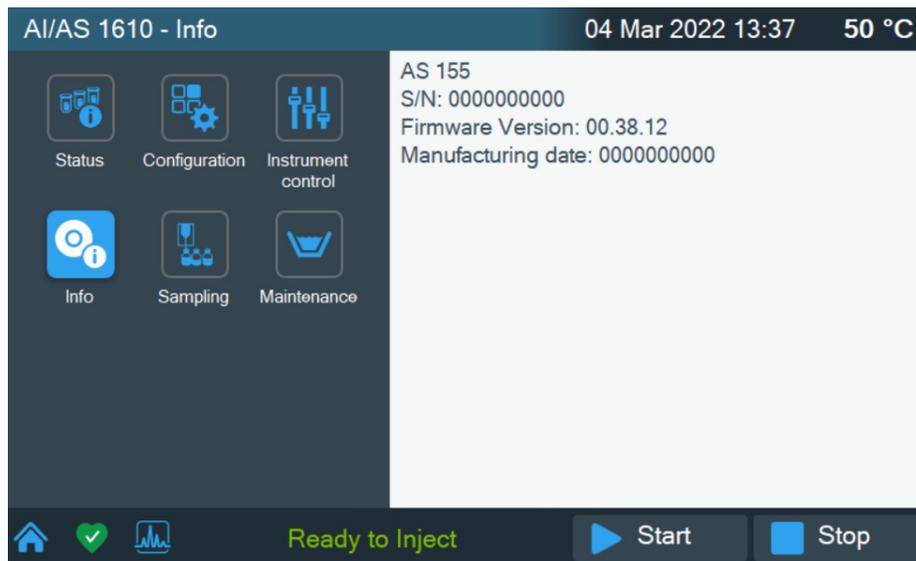
**AI/AS**：显示自动进样器的配置。

**Serial Number**（序列号）：显示自动进样器序列号。

**Firmware version**（固件版本）：显示安装的固件版本。

**Manufacturing date**（制造日期）：显示制造日期。

图 87. AI/AS 1610 信息



## 进样

按 **Sampling**（进样）图标，可以查看进样器和进样设置。请参阅图 88。

**Vial number**（瓶数）：可以使用键盘输入样品瓶数。

**Injection volume** (μL)（进样体积）：可以使用键盘输入进样体积。

**Inject into**（注入位置）：选择注入的位置。可选择 **Injector**（进样器）或 **Waste**（废液瓶）。

图 88. AI/AS 1610 进样



## 维护

按 **Maintenance**（维护）图标，可以清洗和维护仪器。请参阅图 89。

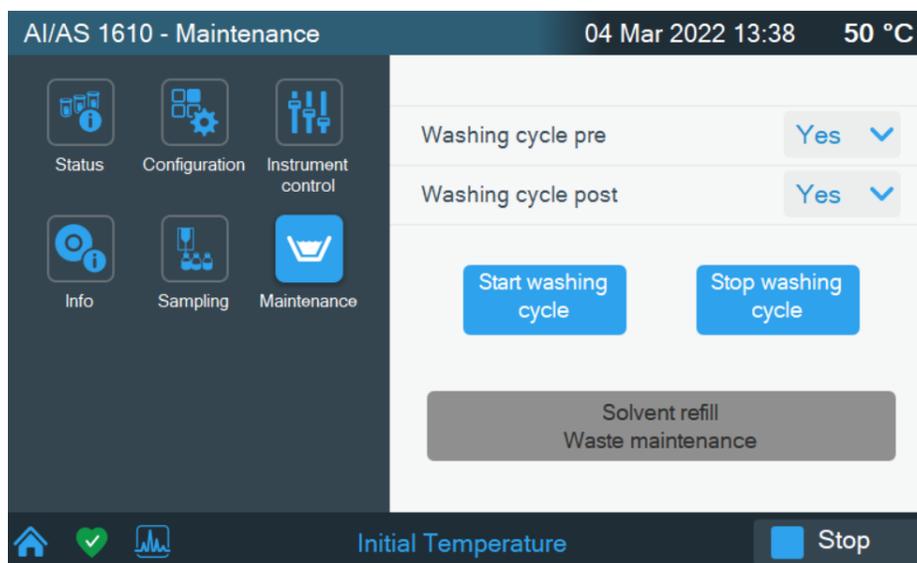
**Washing cycle pre**（预洗循环）：可选择是否有预洗循环。可选择 **Yes**（是）或 **No**（否）。

**Washing cycle post**（后洗循环）：可选择是否有后洗循环。可选择 **Yes**（是）或 **No**（否）。

**Start washing cycle**（开始清洗循环）：点击此按钮，开始清洗循环。

**Stop washing cycle**（停止清洗循环）：点击此按钮，停止清洗循环。

图 89. AI/AS 1610 维护



## CDS 的配置参数设置

本章详细介绍了使用 Chromeleon 或 SII Thermo Scientific 色谱数据系统 (CDS) 配置 TRACE 1600/TRACE 1610 和编辑参数（根据前/后进样口、前/后检测器模块和安装的可选设备）的说明。

### 目录

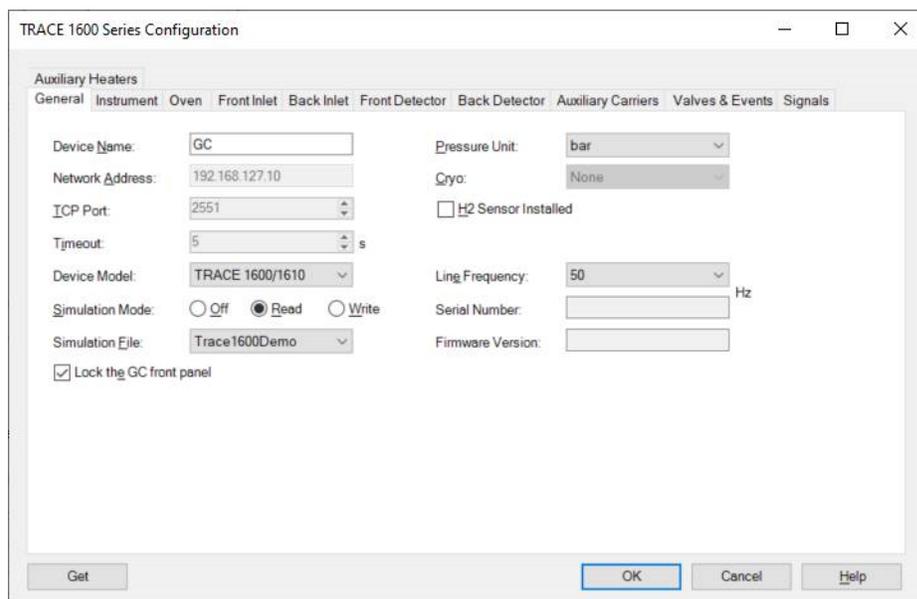
- 常规配置选项卡
- 仪器配置选项卡
- 柱温箱配置选项卡
- 进样口配置选项卡
- 检测器配置
- 辅助载气配置选项卡
- 阀与事件配置选项卡
- 信号配置选项卡
- 辅助加热器配置选项卡

**注释** 本章不包括色谱柱评估和泄漏程序。  
要执行这些操作，请参阅所用数据系统的手册。

## 简介

运行色谱数据系统，打开 TRACE 1600 配置窗口。请参阅图 90。

图 90. 配置窗口 (Chromeleon CDS)



配置窗口细分为以下选项卡。

- 第 83 页上的“常规配置选项卡”
- 第 84 页上的“仪器配置选项卡”
- 第 84 页上的“柱温箱配置选项卡”
- 第 85 页上的“前进样口配置选项卡”
- 第 86 页上的“后进样口配置选项卡”
- 第 87 页上的“前检测器配置选项卡”
- 第 87 页上的“后检测器配置选项卡”
- 第 88 页上的“辅助载气配置选项卡”
- 第 89 页上的“阀与事件配置选项卡”
- 第 89 页上的“信号配置选项卡”
- 第 90 页上的“辅助加热器配置选项卡”

配置窗口包括以下常用按钮：

**Get**（获取）：可以点击 **Get**（获取）来导入当前的配置设置。点击 **OK**（确定）来保存对设置的任何更改。

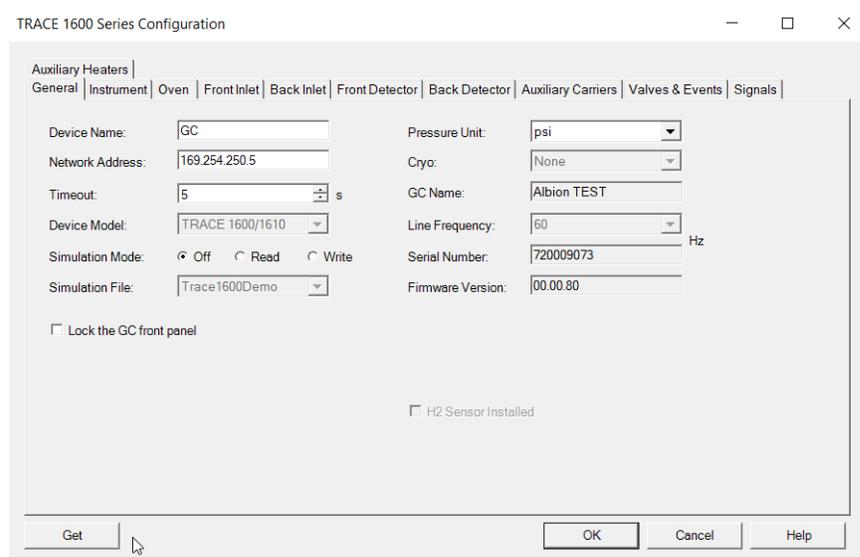
**OK**（确定）：可以关闭对话框，确认选择。

**Cancel**（取消）：可以清除所有已完成的更改。

**Help**（帮助）：可以打开帮助文件。

## 常规配置选项卡

图 91. TRACE 1600 系列配置



常规配置选项卡中可以配置网络地址、信号交换参数和压力单位。具体包括以下参数：

- **Device Name**（设备名称）：可设置要配置设备的名称。
- **Network Address**（网络地址）：可输入 IP 地址，使 Thermo Scientific 色谱数据系统能够 LAN 控制 GC。

TRACE 1600 的默认 IP 地址可能与 LAN 口的需求参数值不匹配，而且配置网络时，必须确保安装了 GC。

要更改默认值，请联系 LAN 管理员，询问 IP 地址（已分配）、子网掩码和端口。

– IP 地址是由网络管理员提供的 3 位数 x 4 字段，例如 192.168.127.10。

- **Timeout (s)**（时限）：列出时限值，单位为秒。通常，两个默认值分别为 **500** 和 **2551**。

- **Device Model**（设备型号）：可选择 **TRACE 1600/1610** 或 **TRACE 1300/1310**。
- **Simulation Mode**（模拟模式）：可设置为 **Off**（关）、**Read**（读取）、**Write**（写入）。
- **Simulation File**（模拟文件）：可选择要写入的模拟文件。
- **Lock GC Front Panel**（锁定 GC 前面板）：勾选此框，可锁定 GC 前面板。
- **Pressure Unit**（压力单位）：可从下拉菜单中选择 **psi**、**kPa**、**bar**。
- **Cryo**（深冷）：选择深冷选项所用的冷却剂。可选择液氮或二氧化碳。
- **GC Name**（GC 名称）：可指定所用 GC 的名称。
- **Line Frequency**（线频率）：可选择 GC 插入的 AC 电源频率（50 Hz 或 60 Hz）。线频率表示允许的扫描速率值。
- **Serial Number**（序列号）：列出硬件版本。
- **Firmware Version**（固件版本）：列出安装在 GC 上的固件版本。
- **H2 Sensor Installed**（已安装 H2 传感器）：如果已在 GC 柱温箱中安装了 H2 传感器，请勾选 **H2 传感器** 复选框。

## 仪器配置选项卡

**Autosampler Configuration**（自动进样器配置）：在仪器配置窗口中，如果同一 GC 时基上安装了两个 AI/AS 进样系统，使用此设置可以在两个通道上同时执行不同的进样序列。可选择 **Single**（单通道）、**Confirmation**（确认）、**High Throughput**（高通量）。

- **Front Instrument**（前仪器）：可选择安装在 GC 前进样器上的自动进样器。
- **Back Instrument**（后仪器）：可选择安装在 GC 后进样器上的自动进样器。
- **Enable Flexible Dual Control**（启用灵活双重控制）：如果要允许单独的自动进样器序列，请勾选此复选框。
- **Dual Timeout**（双重时限）：可选择一个 0-86400 s 范围内的值。

## 柱温箱配置选项卡

可以使用柱温箱配置选项卡配置 GC 柱温箱的温度。

- **Maximum Temperature**（最高温度）：可选择一个 0–450 °C 范围内的值。
- **Minimum Temperature**（最低温度）：可选择一个 0–450 °C 范围内的值。
- **Cryogenics Installed**（已安装深冷模块）：如果安装了深冷模块，请勾选此框。
- **Aux Oven Installed**（已安装辅助柱温箱）：如果安装了 TRACE 1600 辅助柱温箱，请勾选此框。

## 进样口配置选项卡

请使用适当的选项卡配置前/后进样口。

### 前进样口配置选项卡

具体包括以下参数：

- **Installed**（已安装）：如果安装了前进样器，请勾选此框。
- **Helium Saver Module Installed**（已安装省氦模块）：如果已在进样口上安装了省氦模块，请勾选此框。
- **Name**（名称）：可输入前进样口的名称。
- **Type**（类型）：可选择 **None**（无）、**S/SL**、**S/SL with Backflush**（S/SL 反吹）、**Gas Sampling Valve**（气体进样阀）、**Helium Saver S/SL**（省氦器）、**PTV**、**PTV Backflush**（PTV 反吹）、**TSI**。
- **Column Name**（色谱柱名称）：可输入色谱柱的名称。
- **Gas Mode**（气体模式）：可选择 **Standard**（标准）或 **HeliumSaver**（省氦）。
- **Carrier Gas**（载气）：选择供应前进样口的载气类型。可选择 **Helium**（氦气）、**Hydrogen**（氢气）、**Nitrogen**（氮气）、**Argon**（氩气）、**Argon/Methane**（氩气/甲烷）。
- **Maximum Temperature**（最高温度）：可选择一个 0–450 °C 范围内的值。
- **Minimum Temperature**（最低温度）：可选择一个 0–450 °C 范围内的值。
- **Maximum Pressure**（最大压力）：可选择一个 0.0500–10.5000 bar 范围内的值。
- **Maximum Flow**（最大流量）：可选择一个 0.001–100.00 ml/min 范围内的值。
- **Maximum Pressure Rate**（最大升压率）：可选择一个允许范围内的值，单位为 psi、kPa 或 bar。
- **Backflush type**（反吹类型）：可选择 **Disable**（禁用）、**PreColumn**（前置柱）、**MidColumn**（中置柱）、**PostColumn**（后置柱）。
- **Backflush Option Installed**（已安装反吹选项）：如果已在 GC 上安装了反吹选项，请勾选此框。
- **Thermo Spray Injection Installed**（已安装 TSI）：如果已在 GC 上安装了 TSI，请勾选此框。
- **Gas Sampling Valve installed**（已安装气体进样阀）：如果已在 GC 上安装了气体进样阀进样器，请勾选此复选框。

## 后进样口配置选项卡

- **Installed** (已安装)：如果安装了后进样器，请勾选此框。
- **Helium Saver Module Installed** (已安装省氦模块)：如果已在进样口上安装了省氦模块，请勾选此框。
- **Name** (名称)：可输入后进样口的名称。
- **Type** (类型)：可选择 None (无)、S/SL、S/SL with Backflush (S/SL 反吹)、Gas Sampling Valve (气体进样阀)、Helium Saver S/SL (省氦器)、PTV 和 PTV Backflush (PTV 反吹)。
- **Column Name** (色谱柱名称)：可输入色谱柱的名称。
- **Carrier Gas** (载气)：选择供应后进样口的载气类型。可选择 Helium (氦气)、Hydrogen (氢气)、Nitrogen (氮气)、Argon (氩气)、Argon/Methane (氩气/甲烷)。
- **Maximum Temperature** (最高温度)：可选择一个 0–450 °C 范围内的值。
- **Minimum Temperature** (最低温度)：可选择一个 0–450 °C 范围内的值。
- **Maximum Pressure** (最大压力)：可选择一个允许范围内的值，单位为 psi、kPa 或 bar。
- **Maximum Flow** (最大流量)：可选择一个 0.001–100.00 ml/min 范围内的值。
- **Maximum Pressure Rate** (最大升压率)：可选择一个 0.001–10.0000 bar/min 范围内的值。
- **Backflush type** (反吹类型)：可选择 Disable (禁用)、PreColumn (前置柱)、MidColumn (中置柱)、PostColumn (后置柱)。
- **Backflush Option Installed** (已安装反吹选项)：如果已在 GC 上安装了反吹选项，请勾选此框。
- **Cryogenics installed** (已安装深冷模块)：如果已在 GC 上安装了深冷模块，请勾选此复选框。

## 检测器配置

请使用适当的选项卡配置前/后检测器。

## 前检测器配置选项卡

可以使用此选项卡配置要在 TRACE 1600/1610 上使用的检测器。

如果要更改检测器配置，切记在前检测器配置选项卡上重新配置 TRACE 1600/1610。

具体包括以下参数：

- **Installed**（已安装）：如果安装了前检测器，请勾选此框。
- **Name**（名称）：可输入前检测器的名称。
- **Type**（类型）：选择安装在 GC 上的前检测器模块类型，可选择 **FID**、**TCD**、**ECD**、**NPD**、**FPD**、**GDI**、**PDD**、**Generic**（通用）。
- **Maximum Temperature**（最高温度）：可选择一个 0–450 °C 范围内的值。
- **Minimum Temperature**（最低温度）：可选择一个 0–450 °C 范围内的值。
- **Makeup Gas**（尾吹气）：尾吹气选项视安装的检测器而定。
- **Signal**（信号）：可设置 **Unit**（单位）、**Factor**（系数）和 **Offset**（偏移）设置。

## 后检测器配置选项卡

可以使用此选项卡配置要在 TRACE 1600/1610 上使用的检测器。

如果要更改检测器配置，切记在后检测器配置选项卡上重新配置 TRACE 1600/1610。

具体包括以下参数：

- **Installed**（已安装）：如果安装了后检测器，请勾选此框。
- **Name**（名称）：可输入后检测器的名称。
- **Type**（类型）：选择安装在 GC 上的后检测器模块类型，可选择 **FID**、**TCD**、**ECD**、**NPD**、**FPD**、**GDI**、**PDD**、**Generic**（通用）。
- **Maximum Temperature**（最高温度）：可选择一个 0–450 °C 范围内的值。
- **Minimum Temperature**（最低温度）：可选择一个 0–450 °C 范围内的值。
- **Maximum Makeup Flow**（最大尾吹气流量）：可选择一个 0.5–5.0 ml/min 范围内的值。
- **Makeup Gas**（尾吹气）：尾吹气选项视安装的检测器而定。
- **Signal**（信号）：可设置 **Unit**（单位）、**Factor**（系数）和 **Offset**（偏移）设置。

## 辅助左/右检测器配置选项卡

可以使用此选项卡配置要在 TRACE 1600/1610 上使用的任何辅助检测器。

如果要更改检测器配置，切记在辅助左/右检测器配置选项卡上重新配置 TRACE 1600/1610。

具体包括以下参数：

- **Installed**（已安装）：如果安装了辅助左/右检测器，请勾选此框。
- **Name**（名称）：可输入辅助左/右检测器的名称。
- **Type**（类型）：选择安装在 GC 上的辅助左/右检测器模块类型，可选择 **FID**、**TCD**、**ECD**、**NPD**、**FPD**、**GDI**、**PDD**、**Generic**（通用）。
- **Maximum Temperature**（最高温度）：可选择一个 0–450 °C 范围内的值。
- **Minimum Temperature**（最低温度）：可选择一个 0–450 °C 范围内的值。
- **Maximum Makeup Flow**（最大尾吹气流量）：可选择一个 0.5–5.0 ml/min 范围内的值。
- **Makeup Gas**（尾吹气）：尾吹气选项视安装的检测器而定。
- **Signal**（信号）：可设置 **Unit**（单位）、**Factor**（系数）和 **Offset**（偏移）设置。

## 辅助载气配置选项卡

- **Installed**（已安装）：如果安装了辅助载气模块，请勾选此复选框。
- **Enable Enhanced Mode**（启用增强模式）：如果要在背压模式下操作，请勾选此复选框。
- **Auxiliary carrier module 1**（辅助载气模块 1）：要启用安装在 GC 或 TRACE 1600 辅助柱温箱上的辅助控制模块和选项的设置，请勾选此复选框。
  - **AuxCarrier1**：勾选 **Installed**（已安装）复选框，并将位置设置为 **Front**（前）或 **Back**（后）。选择要在所选辅助载气气路 1 中使用的载气类型。可选择 **Helium**（氦气）、**Hydrogen**（氢气）、**Nitrogen**（氮气）、**Argon**（氩气）、**Argon/Methane**（氩气/甲烷）。
  - **AuxCarrier2**：勾选 **Installed**（已安装）复选框，并将位置设置为 **Front**（前）或 **Back**（后）。选择要在所选辅助载气气路 2 中使用的载气类型。可选择 **Helium**（氦气）、**Hydrogen**（氢气）、**Nitrogen**（氮气）、**Argon**（氩气）、**Argon/Methane**（氩气/甲烷）。
  - **AuxCarrier3**：勾选 **Installed**（已安装）复选框，并将位置设置为 **Front**（前）或 **Back**（后）。选择要在所选辅助载气气路 3 中使用的载气类型。可选择 **Helium**（氦气）、**Hydrogen**（氢气）、**Nitrogen**（氮气）、**Argon**（氩气）、**Argon/Methane**（氩气/甲烷）。

- **Auxiliary carrier module 2**（辅助载气模块 2）：要启用安装在 GC 或 TRACE 1600 辅助柱温箱上的第二个辅助控制模块和选项的设置，请勾选此复选框。
  - **AuxCarrier4**：勾选 **Installed**（已安装）复选框，并将位置设置为 **Front**（前）或 **Back**（后）。选择要在所选辅助载气气路 4 中使用的载气类型。可选择 **Helium**（氦气）、**Hydrogen**（氢气）、**Nitrogen**（氮气）、**Argon**（氩气）、**Argon/Methane**（氩气/甲烷）。
  - **AuxCarrier5**：勾选 **Installed**（已安装）复选框，并将位置设置为 **Front**（前）或 **Back**（后）。选择要在所选辅助载气气路 5 中使用的载气类型。可选择 **Helium**（氦气）、**Hydrogen**（氢气）、**Nitrogen**（氮气）、**Argon**（氩气）、**Argon/Methane**（氩气/甲烷）。
  - **AuxCarrier6**：勾选 **Installed**（已安装）复选框，并将位置设置为 **Front**（前）或 **Back**（后）。选择要在所选辅助载气气路 6 中使用的载气类型。可选择 **Helium**（氦气）、**Hydrogen**（氢气）、**Nitrogen**（氮气）、**Argon**（氩气）、**Argon/Methane**（氩气/甲烷）。

## 阀与事件配置选项卡

- **Event1 - Event8**（事件 1 - 事件 8）：勾选 **Installed**（已安装）复选框，并将位置设置为 **Front**（前）或 **Back**（后）。可将 **Valve Type**（阀类型）设置为 **Switching**（切换）或 **Sampling**（进样）。
- **AuxOvenEvent1 - AuxOvenEvent8**（辅助柱温箱事件 1 - 辅助柱温箱事件 8）：勾选 **Installed**（已安装）复选框，并将位置设置为 **Front**（前）或 **Back**（后）。可将 **Valve Type**（阀类型）设置为 **Switching**（切换）或 **Sampling**（进样）。

## 信号配置选项卡

可以使用此选项卡配置和使用信号接口。

- **Remote start (IN)**（远程启动，输入）：使用其他设备启动 GC。可选择 **High -> Low**（由高到低）或 **Low -> High**（由低到高）。
- **Inhibit Ready (IN)**（阻止就绪，输入）：延迟就绪，直到 GC 接收到其他设备的信号。可选择 **None**（无）、**When Low**（信号低时）、**When High**（信号高时）。
- **End of run (OUT)**（运行结束，输出）：向其他设备发出信号，表示运行已经结束。可选择 **High -> Low**（由高到低）或 **Low -> High**（由低到高）。
- **Start of run (OUT)**（运行开始，输出）：向其他设备发出信号，表示运行已经开始。可选择 **High -> Low**（由高到低）或 **Low -> High**（由低到高）。
- **Ready (OUT)**（就绪，输出）：向其他设备发出信号，表示 GC 已就绪。可选择 **When Low**（信号低时）或 **When High**（信号高时）。

- **Preparation run (OUT)** (准备运行, 输出): 向其他设备发出信号, 表示 GC 正在准备运行。可选择 **When Low** (信号低时) 或 **When High** (信号高时)。
- **Use default settings** (使用默认设置): 按此按钮可将信号交换值设置回原始设置。

## 辅助加热器配置选项卡

可以使用此选项卡配置和使用辅助加热器。

具体包括以下参数:

- **Auxiliary Heaters** (辅助加热器): 可启用安装在 GC 上的辅助控制模块和选项的设置。
  - **加热器 1**
    - **Name** (名称): 加热器的名称。
    - **Type** (类型): 可选择 **Aux temperature #1** (辅助温度模块 1) 或 **Transfer line 1** (传输线 1)
    - **Location** (位置): 可选择 **Front** (前)、**Back** (后)、**Shared** (共用)。
  - **加热器 2**
    - **Name** (名称): 加热器的名称。
    - **Type** (类型): 可选择 **Aux temperature #2** (辅助温度模块 2) 或 **Transfer line 1** (传输线 2)
    - **Location** (位置): 可选择 **Front** (前)、**Back** (后)、**Shared** (共用)。
- **Aux Oven Heaters** (辅助柱温箱加热器): 可启用安装在 TRACE 1600 辅助柱温箱上的辅助控制模块和选项的设置。
  - **加热器 1**
    - **Name** (名称): 加热器的名称。
    - **Type** (类型): 可选择 **Aux temperature #3** (辅助温度模块 3)、**AuxOven** (辅助柱温箱)、**High temperature aux oven** (高温辅助柱温箱)。
    - **Location** (位置): 可选择 **Front** (前)、**Back** (后)、**Shared** (共用)。
  - **加热器 2**
    - **Name** (名称): 加热器的名称。
    - **Type** (类型): 可选择 **Aux temperature #4** (辅助温度模块 4) 或 **Methanizer** (甲烷转化炉)。
    - **Location** (位置): 可选择 **Front** (前)、**Back** (后)、**Shared** (共用)。

## CDS 的方法参数设置

本章详细介绍了使用 Chromeleon 或 SII Thermo Scientific 色谱数据系统 (CDS) 编辑参数（根据前/后进样口、前/后检测器模块和安装的可选设备）的说明。

### 目录

- 编辑方法参数
- GC 柱温箱设置
- GC 色谱柱
- GC 进样口
- GC 检测器
- GC 辅助加热器
- GC 辅助载气设置
- GC 继电器和切换/进样阀
- 保留时间对齐

**注释** 本章不包括色谱柱评估和泄漏程序。  
要执行这些操作，请参阅所用数据系统的手册。

## 编辑方法参数

应根据 GC 的配置设置柱温箱、进样器和检测器的参数。配置完 TRACE 1600/1610 后，即可设置控件来运行方法。

## GC 组件选择/流路设置

此页面显示了 GC 上可配置的组件，如进样口、色谱柱和检测器。勾选/清除模块的复选框，确定模块是否以流路方式连接到 GC。

TRACE 1600/1610 的附加参数如下：

- **Send parameters only (don't run the GC)**（仅发送参数，不运行 GC）：选中后，TRACE 1600/1610 不会在方法运行时启动。以下附加复选框已启用：
  - **Specify oven parameters**（指定柱温箱参数）：默认勾选此项。向导中将显示柱温箱页面，列出柱温箱参数。如果清除此选项，向导中将不会显示柱温箱页面，也不会列出柱温箱参数。
  - **Specify relay and valve events**（指定继电器和阀事件）：默认勾选此项。向导中将显示继电器/阀和进样阀事件页面。如果清除此选项，向导中将不会显示继电器/阀和进样阀事件页面，也不会列出继电器/阀和进样阀事件。
  - **Specify aux heater parameters**（指定辅助加热器参数）：默认勾选此项。向导中将显示辅助加热器页面，列出辅助加热器参数。如果清除此选项，向导中将不会显示辅助加热器页面，也不会列出辅助加热器参数。
- **Use default values for all TRACE 1600/1610 modules**（所有 TRACE 1600/1610 模块都使用默认值）：选中此选项后，TRACE 1600/1610 将使用默认值。如果不选中此选项，将使用上次方法运行中的值。

仪器方法向导中仅显示所选模块的页面。

## GC 柱温箱设置

此页面是用于设置柱温箱参数的方法编辑器。具体包括以下参数：

### GC 柱温箱设置

以下参数都可编辑。

- **Prep-run timeout**（预运行时限）：可输入进样必须发生的时间。如果进样没有发生，色谱仪将返回到待机状态。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。
- **Oven Equilibration time**（柱温箱平衡时间）：可设置平衡柱温箱温度所需的时间（在设定或更改温度后）。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。
- **Ready delay**（准备延迟时间）：可设置 GC 进入“准备进样”状态前的延迟时间。输入一个 0–99.9 min 范围内的值。此值不得超过 **Prep-run Timeout**（预运行时限）值。

- **Cryogenics enable** (启用深冷系统)：如果已在“仪器配置”中选择了 **Oven cryogenics** (柱温箱深冷系统)，则此选项启用。请参阅第 89 页上的“[阀与事件配置选项卡](#)”。如果已安装和配置深冷系统，并以 CO<sub>2</sub> 或 LN<sub>2</sub> 作为冷却剂，勾选/清除此复选框可启用/禁用深冷系统。
- **Cryo threshold** (深冷阈值)：如果已在“仪器配置”中选择了 **Oven cryogenics** (柱温箱深冷系统)，则此选项启用。请参阅第 89 页上的“[阀与事件配置选项卡](#)”。指定深冷系统开始供应冷却剂时的温度。输入一个 40–200 °C 范围内的值。

## 柱温箱温度程序图

温度图显示了柱温箱温度程序，包括所有后运行事件。横轴表示时间 (min)，纵轴表示温度 (°C)。等温运行时显示为平顶线。

- **Mode** (模式)：可选择 **Off** (关)、**Constant temperature** (恒温)、**Ramped temperature** (斜坡温度)。

## 斜坡

温度程序包括初始等温区和多达 32 个线性温度斜坡。默认显示初始行且不可隐藏。

程序时间表中的参数如下：

- **Ramps** (斜坡)：可添加或删除要在柱温箱温度程序中使用的斜坡数。斜坡率是指 GC 柱温箱从初始温度或上一个最终斜坡温度斜坡升温或降温的速度，单位为 °C/min。
  - 点击 **Insert Row** (插入行) 按钮，将自动在最后一个斜坡后添加一个新斜坡。
  - 点击 **Delete Row** (删除行) 按钮，将自动删除最高斜坡或最低斜坡。
- **Rate** (温度变化率)：此参数在程序初始等温区不可用。输入温度变化率，范围为 0.1–125 °C/min。
- **Target Value** (目标值)：可输入斜坡等温区的温度。
  - 范围为 0–450 °C。
  - 如果安装了二氧化碳深冷模块，范围为 -50 °C 至柱温箱最高温度。在其他情况下，下限为 0 °C。
  - 如果安装了液氮深冷模块，范围为 -100 °C 至柱温箱最高温度。在其他情况下，下限为 0 °C。
- **Hold time** (保持时间)：可输入温度保持时间，范围为 0.00–999.99 min。

## GC 色谱柱

使用适当的选项卡配置前/后色谱柱。

- **Validate Column Configuration**（确认色谱柱配置）：勾选此框，确认色谱柱配置。
- **Description**（描述）：可输入色谱柱的名称。
- **Length**（柱长）：可输入色谱柱的长度。
- **Diameter**（内径）：可输入色谱柱的内径。
- **Film thickness**（膜厚）：可输入色谱柱的膜厚。
- **Pre column installed**（已安装前置柱）：可选择 **Yes**（是）或 **No**（否）。
  - **Length**（柱长）：可输入前置柱的长度。
  - **Diameter**（内径）：可输入前置柱的内径。
- **Post column installed**（已安装后置柱）：可选择 **Yes**（是）或 **No**（否）。
  - **Length**（柱长）：可输入后置柱的长度。
  - **Diameter**（内径）：可输入后置柱的内径。

## 流量和压力选项

**Mode**（模式）：可选择载气的流量模式。模式选择决定了进样口参数可用的方法编辑器。

- **Constant Flow**（恒定流量）：可用于单一流量区，流量图显示为所设流量的水平线。

输入一个 0.1–100 mL/min 范围内的值。如果清除恒定流量复选框，将禁用恒定流量参数，流量图变成零流量水平线。

- **Ramped Flow**（斜坡流量）：可用于斜坡流量区。流量图显示为程序中的斜坡。在斜坡流量模式下，可以编程初始恒流区和多达三个斜坡。

时间表中的参数如下：

- **Rate**（流量变化率）：可输入流量变化率，范围为 0.001–100 mL/min<sup>2</sup>。此参数在程序初始恒流区不可用。
- **Target Value**（目标值）：可输入斜坡恒流区的流量，范围为 0.001–100 mL/min。
- **Hold Time**（保持时间）：可输入流量保持时间。范围为 0.00–999.99 min。

- **Constant Pressure**（恒定压力）：可用于单一压力区，压力图显示为所设压力的水平线。

选择了 **Constant pressure**（恒定压力）载气模式后，可以使用此参数设置压力。输入一个 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar) 范围内的值。如果清除恒定压力复选框，将禁用恒定压力参数，压力图变成零压力水平线。

- **Ramped Pressure**（斜坡压力）：可用于斜坡压力区。压力图显示为程序中的斜坡。

在斜坡压力模式下，可以编程初始恒压区和多达三个斜坡。

时间表中的参数如下：

- **Rate**（压力变化率）：可输入压力变化率，范围为 0.01–1000 kPa/min (0.001–145 psi; 0.0001–10 bar)。此参数在程序初始恒压区不可用。
  - **Target Value**（目标值）：可输入斜坡恒压区的压力，范围为 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar)。
  - **Hold Time**（保持时间）：可输入压力保持时间。范围为 0.00–999.99 min。
- **Constant Linear Velocity**（恒定线速度）：恒定线速度是一种载气控制模式，载气流过色谱柱的线速度保持恒定。输入一个 0.100–1000.000 cm/s 范围内的值。

由于线速度取决于 GC 柱温箱的温度，在 GC 柱温箱温度程序运行期间，控制模式将调整色谱柱的柱头压，保持线速度恒定。

## GC 进样口

点击“进样口”，查看可编辑的参数：

[第 95 页上的“S/SL”](#)

[第 97 页上的“S/SL 反吹”](#)

[第 100 页上的“PTV”](#)

[第 104 页上的“PTV 反吹”](#)

[第 108 页上的“GSV”](#)

[第 111 页上的“省氦器 \(HeS-S/SL\)”](#)

## S/SL

此页面是前/后、分流/不分流进样器模块的方法编辑器。

## SSL 参数

具体包括以下参数：

### 温度设置

- **Enable temperature control**（启用温度控制）：勾选此复选框可启用温度字段。输入进样口温度，范围为 0–400 °C。

### 进样口参数

**Split mode**（分流模式）：勾选此复选框可启用下拉框。

- **Split**（分流）：仅启用进样口字段。载气流在进样口分流，大部分从分流口流出。此分流模式适用于分析高浓度样品或纯样品，或者适用于灵敏度要求不高的情况。分流口一直保持打开状态。如果分流气体混合得当，这种方法可产生最大峰值。
- **Splitless**（不分流）：可启用进样口和吹扫字段。在进样过程中关闭分流口，使大部分样品进入色谱柱。富集分析物（尤其是挥发性较强的化合物）需要利用溶剂效应。让分析柱或保护柱设定温度略低于溶剂沸点，即可达成溶剂效应。不分流时间通常为 1 min 左右。
- **Split w/Surge**（浪涌分流）：可启用所有字段。与 **Split**（分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。
- **Splitless w/Surge**（浪涌不分流）：可启用所有字段。与 **Splitless**（不分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。
- **Surge Pressure**（浪涌压力）：在不分流时间内施加压力，使进样器中产生浪涌流，从而加速样品输送。根据分析结果，浪涌压力可以用来锐化接近溶剂沸点的峰。在这种情况下，冷阱无效，溶剂效应是主要的富集机制。输入一个 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar) 范围内的值。
- **Surge Duration**（浪涌持续时间）：为保持浪涌压力的时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。通常设置为与 **Splitless time**（不分流时间）一致。

**Split flow control**（分流流量控制）：勾选此复选框可启用按钮和字段。

- **Split Flow**（分流流量）：勾选此复选框可启用流量字段。输入一个 1–1250 mL/min 范围内的值。**分流比**会自动调整。此外，分流比还取决于相关 **Carrier mode**（载气模式）上输入的初始柱流量。

如果流量发生变化，则需要调整“分流流量”值，维持分流比。但是，如果“分流流量”值超出限值，生成了警告，则必须更改为有效值。

- **Split Ratio**（分流比）：此字段将在以下条件下启用。
  - 模式设置为分流时。
  - 勾选分流比复选框时。

分流比是分流流量与色谱柱流量之比。

$$\text{SplitRatio} = \frac{\text{SplitFlow}}{\text{ColumnFlow}}$$

输入一个 1–12500 范围内的值。分流流量会自动调整。

- **Splitless Time**（不分流时间）：当 **S/SL Mode**（S/SL 模式）设置为 **Splitless**（不分流）或 **Splitless w/Surge**（浪涌不分流）时，此字段启用。指定分流阀保持关闭的时长（在不分流进样后）。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。

计时器在运行开始时开始计时。在不分流时间内，大部分样品从进样器输送到了色谱柱。不分流时间结束后，分流口重新打开。这样做是为了除去多余的溶剂蒸汽。

- **Purge flow control**（吹扫流量控制）：勾选复选框可启用下述功能。此字段控制进样器的隔垫吹扫。隔垫吹扫用于清扫隔垫底部，减少样品分析物的污染。这样可防止每次运行的残留。还可防止隔垫流失，对进样器造成污染。
  - **Septum Purge Flow**（隔垫吹扫流量）：为连续吹扫隔垫的流量。
  - **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）：勾选此复选框，即可用吹扫流量连续吹扫隔垫。
  - **Stop Purge For**（停止吹扫）：清除“恒定隔垫吹扫”复选框后，此字段启用。然后输入一个停止隔膜吹扫的时间。范围为 0.00–999.99 min。
- **Vacuum Compensation**（真空补偿）：勾选此复选框可启用真空补偿功能。仅在 TRACE 1600/1610 连接到质谱仪检测器时使用。

清除此复选框后，将对通常处于大气压下的常规 GC 检测器执行计算。

- **Enable Gas Saver Mode**（启用省气模式）：勾选此复选框可启用字段功能。省气模式可减少载气消耗，尤其在使用大体积分流流量时，省气显著。省气模式将在进样后的某个时间点开启，减少载气消耗。

省气参数包括：

- **Gas Saver Flow**（省气流量）：可输入省气流量，范围为 1–500 mL/min。
- **Gas Saver Time**（省气时间）：这是省气功能启用时进入运行的时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。

## S/SL 反吹

此页面是前/后、分流/不分流反吹进样器模块的方法编辑器。

## S/SL 反吹参数

### 温度设置

- **Enable temperature control**（启用温度控制）：勾选此复选框可启用温度字段。输入进样口温度，范围为 0–400 °C。

### 进样口参数

**Split mode**（分流模式）：勾选此复选框可启用下拉框。

- **Split**（分流）：仅启用进样口字段。载气流在进样口分流，大部分从分流口流出。此分流模式适用于分析高浓度样品或纯样品，或者适用于灵敏度要求不高的情况。分流口一直保持打开状态。如果分流气体混合得当，这种方法可产生最大峰值。
- **Splitless**（不分流）：可启用进样口和吹扫字段。在进样过程中关闭分流口，使大部分样品进入色谱柱。富集分析物（尤其是挥发性较强的化合物）需要利用溶剂效应。让分析柱或保护柱设定温度略低于溶剂沸点，即可达成溶剂效应。不分流时间通常为 1 min 左右。
- **Split w/Surge**（浪涌分流）：可启用所有字段。与 **Split**（分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。
- **Splitless w/Surge**（浪涌不分流）：可启用所有字段。与 **Splitless**（不分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。
- **Surge Pressure**（浪涌压力）：在不分流时间内施加压力，使进样器中产生浪涌流，从而加速样品输送。根据分析结果，浪涌压力可以用来锐化接近溶剂沸点的峰。在这种情况下，冷阱无效，溶剂效应是主要的富集机制。输入一个 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar) 范围内的值。
- **Surge Duration**（浪涌持续时间）：为保持浪涌压力的时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。通常设置为与 **Splitless time**（不分流时间）一致。

**Split flow control**（分流流量控制）：勾选此复选框可启用按钮和字段。

- **Split Flow**（分流流量）：勾选此复选框可启用流量字段。输入一个 1–1250 mL/min 范围内的值。**分流比**会自动调整。此外，分流比还取决于相关 **Carrier mode**（载气模式）上输入的初始柱流量。

如果流量发生变化，则需要调整“分流流量”值，维持分流比。但是，如果“分流流量”值超出限值，生成了警告，则必须更改为有效值。

- **Split Ratio**（分流比）：此字段将在以下条件下启用。
  - 模式设置为分流时。
  - 勾选分流比复选框时。

分流比是分流流量与色谱柱流量之比。

$$\text{SplitRatio} = \frac{\text{SplitFlow}}{\text{ColumnFlow}}$$

输入一个 1-12500 范围内的值。分流流量会自动调整。

- **Splitless Time**（不分流时间）：当 **S/SL Mode**（S/SL 模式）设置为 **Splitless**（不分流）或 **Splitless w/Surge**（浪涌不分流）时，此字段启用。指定分流阀保持关闭的时长（在分流进样后）。输入一个 0.00-999.99 min 范围内的值。

计时器在运行开始时开始计时。在分流时间内，大部分样品从进样器输送到了色谱柱。分流时间结束后，分流口重新打开。这样做是为了除去多余的溶剂蒸汽。

当 **S/SL Mode**（S/SL 模式）设置为 **Splitless**（不分流）或 **Splitless w/Surge**（浪涌不分流）时，此字段启用。

- **Purge flow control**（吹扫流量控制）：勾选复选框可启用下述功能。此字段控制进样器的隔垫吹扫。隔垫吹扫用于清扫隔垫底部，减少样品分析物的污染。这样可防止每次运行的残留。还可防止隔垫流失，对进样器造成污染。
  - **Septum Purge Flow**（隔垫吹扫流量）：为连续吹扫隔垫的流量。
  - **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）：勾选此复选框，即可用吹扫流量连续吹扫隔垫。
  - **Stop Purge For**（停止吹扫）：清除“恒定隔垫吹扫”复选框后，此字段启用。然后输入一个停止隔膜吹扫的时间。范围为 0.00-999.99 min。

具体包括以下参数：

- **Vacuum Compensation**（真空补偿）：勾选此复选框可启用真空补偿功能。仅在 TRACE 1600/1610 连接到质谱仪检测器时使用。清除此复选框后，将对通常处于大气压下的常规 GC 检测器执行计算。
- **Gas Saver**（省气）：勾选此复选框可启用字段功能。省气模式可减少载气消耗，尤其在使用大体积分流流量时，省气显著。省气模式将在进样后的某个时间点开启，减少载气消耗。

省气参数包括：

- **Gas Saver Flow**（省气流量）：可输入省气流量，范围为 1-500 mL/min。
- **Gas Saver Time**（省气时间）：这是省气功能启用时进入运行的时间。输入一个 0.00-999.99 min 范围内的值。

## 反吹

可以使用此字段设置反吹参数。

- **Enable Backflush**（启用反吹）：勾选此复选框可启用反吹字段。
- **Backflush Start Time**（反吹开始时间）：可设定反吹开始的时间。输入一个 0–999.99 min 范围内的值。
- **Enable Custom Duration**（启用自定义持续时间）：可启用控制进样口开/关的字段。
- **Custom Duration**（自定义持续时间）：输入一个 0–999.99 min 范围内的值。

## PTV

此页面是前/后程序升温汽化进样器模块的方法编辑器。

## PTV 参数

### 温度设置

- **Enable temperature control**（启用温度控制）：勾选此复选框可启用温度字段。如果安装了深冷系统，可输入进样口的温度，范围为 -50–450 °C（二氧化碳）或 -100–450 °C（液氮）。在其他情况下，下限为 0 °C。对于非深冷用途，温度通常设定为略高于溶剂沸点。

深冷参数包括：

- **Enable Cryogenics**（启用深冷）：勾选此复选框可启用深冷系统。
  - **Cool during**（冷却持续时间）：可选择冷却仪器的时间。可选择 **Prep-run**（预运行）或 **Post-Run**（后运行）。
  - **Cryo Threshold**（深冷阈值）：指定深冷系统开始供应冷却剂时的温度。输入一个 40–200 °C 范围内的值。
  - **Cryo timeout**（深冷时限）：输入深冷系统禁用的时间。输入一个 0–30 min 范围内的值。

### 进样口参数

- **分流模式**：控制此窗格中参数的可用性。勾选适用于进样器的条目。

所有 **PTV** 进样模式均为**程序斜坡升温**模式，可按设定的时间和温度增量在不同温度下操作。选择 PTV 模式可激活 **Injections Phases**（进样阶段）字段中的多个控件。

所有 **CT** 进样模式均为**恒温**（等温）模式，可按设定的温度和时间增量操作。选择 CT 模式可禁用 **Injections Phases**（进样阶段）字段中的所有控件。

选择 **On-Column**（柱上）进样模式可使用 PTV，类似于柱上进样器。

可选择：

- **PTV Split**（PTV 分流）：载气流在进样口分流，大部分从分流口流出。分流口一直保持打开状态。
- **PTV Splitless**（PTV 不分流）：在进样过程中关闭分流口，使所有样品进入色谱柱。不分流时间通常为 1 min 左右。
- **PTV Large Volume**（PTV 大体积）：可在样品进入色谱柱之前除去溶剂。
- **CT Split**（CT 分流）：执行传统等温分流操作。载气流在进样口分流，大部分从分流口流出。分流口一直保持打开状态。
- **CT Split w/surge**（CT 浪涌分流）：与 **Split**（分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。
- **CT Splitless**（CT 不分流）：执行传统等温不分流操作。在进样过程中关闭分流口，使所有样品进入色谱柱。不分流时间通常为 1 min 左右。
- **CT Splitless w/surge**（CT 浪涌不分流）：与 **Splitless**（不分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。
- **On-Column**（柱上）：将 PTV 进样器用作柱上进样器。以模拟柱温箱温度的自动温升率加热进样器。使用这种加热技术时，需将初始柱温箱温度设定为低于溶剂沸点。

当模式设置为 **CT Split w/Surge**（CT 浪涌分流）或 **CT Splitless w/Surge**（CT 浪涌不分流）时，将启用以下参数。

- **Surge Pressure**（浪涌压力）：可允许在进样过程中施加更大的进样口压力。这有助于减少注入样品汽化时产生的蒸汽体积，并提高分析物的分离度。输入一个 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar) 范围内的值。
- **Surge Duration**（浪涌持续时间）：为进样口压力增加的时间。浪涌期间，分析物将更快地输送到色谱柱。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。
- **Split Flow**（分流流量）：勾选此复选框可启用流量字段。输入一个 1–1250 mL/min 范围内的值。**分流比**会自动调整。此外，分流比还取决于相关 **Carrier mode**（载气模式）上输入的初始柱流量。

如果流量发生变化，则需要调整“分流流量”值，维持分流比。但是，如果“分流流量”值超出限值，生成了警告，则必须更改为有效值。

- **Split Ratio**（分流比）：此字段将在以下条件下启用。
  - 模式设置为 PTV 分流或 CT 分流时。
  - 勾选分流比复选框时。

分流比是分流流量与色谱柱流量之比。

$$SplitRatio = \frac{SplitFlow}{ColumnFlow}$$

输入一个 1–12500 范围内的值。分流流量会自动调整。

- **Splitless Time**（不分流时间）：当 **Mode**（模式）设置为 **Splitless**（不分流）或 **Splitless w/Surge**（浪涌不分流）时，此字段启用。指定分流阀保持关闭的时长（在不分流进样后）。计时器在运行开始时开始计时。在不分流时间内，大部分样品从进样器输送到了色谱柱。不分流时间结束后，分流口重新打开。这样做是为了除去多余的溶剂蒸汽。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。

当模式设定为 PTV 分流或 CT 分流时，此字段禁用。字段是指分流阀关闭的时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。

**Purge Flow Control**（吹扫流量控制）：此字段控制进样器的隔垫吹扫。隔垫吹扫用于清扫隔垫底部，减少样品分析物的污染。这样可防止每次运行的残留。还可防止隔垫流失，对进样器造成污染。

- **Septum Purge Flow**（隔垫吹扫流量）：为连续吹扫隔垫的流量。
- **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）：勾选此复选框，即可用吹扫流量连续吹扫隔垫。
- **Stop Purge Time**（停止吹扫时间）：清除“恒定隔垫吹扫”复选框后，此字段启用。然后输入一个停止隔膜吹扫的时间。范围为 0.00–999.99 min。
- **Vacuum Compensation**（真空补偿）：勾选此复选框可启用真空补偿功能。仅在 TRACE 1600/1610 连接到质谱仪检测器时使用。清除此复选框后，将对通常处于大气压下的常规 GC 检测器执行计算。
- **Gas Saver**（省气）：勾选此复选框可启用字段功能。省气模式可减少载气消耗，尤其在使用大体积分流流量时，省气显著。省气模式将在进样后的某个时间点开启，减少载气消耗。

省气参数包括：

- **Gas Saver Flow**（省气流量）：可输入省气流量，范围为 1–500 mL/min。
- **Gas Saver Time**（省气时间）：这是省气功能启用时进入运行的时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。

## PTV 斜坡设置

包括四个阶段：**进样、汽化、输送和清洁**。

- **Injection**（进样）：可控制进样的斜坡压力。仅适用于 PTV 不分流模式或 PTV 大体积模式。
- **Evaporation**（汽化）：勾选 **Enable evaporation phase**（启用汽化阶段）复选框后启用。这组控件允许指定溶剂汽化控件：压力（仅 PTV 不分流）、温升率、温度和时间 (min)。设置溶剂汽化温度；设置达到溶剂汽化温度的速率。
- **Transfer**（输送）：这组控件允许指定将样品输送到色谱柱的控件，即压力（仅 PTV 不分流）、温升率、温度和时间 (min)。设置压力（如果可用）。设置达到样品输送温度的速率，单位为 °C/s。设置将样品输送到色谱柱的温度。设置保持输送温度的时间，单位为 min。
- **Cleaning**（清洁）：勾选 **Enable clean phase**（启用清洁阶段）复选框后启用。设置达到清洁温度所需的速率。设置进样器清洁温度。设置保持清洁温度的时间，单位为 min。
- **Enable Evaporation Phase**（启用汽化阶段）：勾选此复选框，可在“进样阶段”字段启用“汽化阶段”参数。
- **Enable Clean Phase**（启用清洁阶段）：勾选此复选框，可在“进样阶段”字段启用“清洁阶段”参数。
- **Ramped Pressure**（斜坡压力）：勾选此复选框，可在“进样阶段”字段启用“压力”参数。仅在模式设置为“PTV 不分流”时启用。
- **Transfer temp. delay**（输送温度延迟）：仅在模式设置为“PTV 大体积”时启用。可延迟汽化阶段后的温度斜坡起始时间。输入一个 0.00–999.99 范围内的值。
- **Post-cycle temperature**（后循环温度）：根据需要选择，可选择 **Turn Off**（关闭）、**Cool Down**（冷却）或 **Maintain**（维持）。
- **Pressure**（压力）：仅在模式设置为“PTV 不分流”且勾选了“斜坡压力”复选框时，才会启用此参数。输入一个 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar) 范围内的值。此参数不适用于“清洁阶段”。
- **Rate**（温升率）：仅在勾选了“汽化阶段”复选框时，才会启用此参数。输入一个 0.1–14.5 °C/min 范围内的值。此参数不适用于“进样阶段”。
- **Temp**（温度）：为气相的温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值（-50–450 °C（二氧化碳）或 -100–450 °C（液氮））。
- **Time**（时间）：为气相温度保持时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。
- **Flow**（流量）：此参数仅适用于进样和清洁阶段。对于进样阶段，模式必须设置为 **PTV Large Volume**（PTV 大体积）。对于清洁阶段，必须勾选“清洁阶段”复选框。

输入一个 5–1250 mL/min 范围内的值。

## 显示阶段程序图

要在 PTV 阶段对话框中查看阶段程序图，请点击 **Display phase program plot**（显示阶段程序图）。此图为只读，显示了温度、流量和阀状态随时间的变化。可以使用左下角的箭头按钮来扩展时间尺度，更详细地查看前期阶段。左侧按钮可以扩展尺度，右侧按钮可以收缩尺度。在扩展模式下，无法滚动阶段程序图。

## PTV 反吹

此页面是前/后程序升温汽化反吹进样器模块的方法编辑器。

## PTV 反吹参数

### 温度设置

- **Enable temperature control**（启用温度控制）：勾选此复选框可启用温度字段。如果安装了深冷系统，可输入进样口的温度，范围为 -50–450 °C（二氧化碳）或 -100–450 °C（液氮）。在其他情况下，下限为 0 °C。对于非深冷用途，温度通常设定为略高于溶剂沸点。

深冷参数包括：

- **Enable Cryogenics**（启用深冷）：勾选此复选框可启用深冷系统。
  - **Cool during**（冷却持续时间）：可选择冷却仪器的时间。可选择 **Prep-run**（预运行）或 **Post-Run**（后运行）。
  - **Threshold**（阈值）：指定深冷系统开始供应冷却剂时的温度。输入一个 40–200 °C 范围内的值。
  - **timeout**（时限）：输入深冷系统禁用的时间。输入一个 0–30 min 范围内的值。

### 进样口参数

- **分流模式**：控制此窗格中参数的可用性。勾选适用于进样器的条目。

所有 PTV 进样模式均为**程序斜坡升温**模式，可按设定的时间和温度增量在不同温度下操作。选择 PTV 模式可激活 **Injections Phases**（进样阶段）字段中的多个控件。

所有 CT 进样模式均为**恒温**（等温）模式，可按设定的温度和时间增量操作。选择 CT 模式可禁用 **Injections Phases**（进样阶段）字段中的所有控件。

选择 **On-Column**（柱上）进样模式可使用 PTV，类似于柱上进样器。

可选择：

- **PTV Split** (PTV 分流)：载气流在进样口分流，大部分从分流口流出。分流口一直保持打开状态。
- **PTV Splitless** (PTV 不分流)：在进样过程中关闭分流口，使所有样品进入色谱柱。不分流时间通常为 1 min 左右。
- **PTV Large Volume** (PTV 大体积)：可在样品进入色谱柱之前除去溶剂。
- **CT Split** (CT 分流)：执行传统等温分流操作。载气流在进样口分流，大部分从分流口流出。分流口一直保持打开状态。
- **CT Split w/surge** (CT 浪涌分流)：与 **Split** (分流) 程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。
- **CT Splitless** (CT 不分流)：执行传统等温不分流操作。在进样过程中关闭分流口，使所有样品进入色谱柱。不分流时间通常为 1 min 左右。
- **CT Splitless w/surge** (CT 浪涌不分流)：与 **Splitless** (不分流) 程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。
- **On-Column** (柱上)：将 PTV 进样器用作柱上进样器。以模拟柱温箱温度的自动温升率加热进样器。使用这种加热技术时，需将初始柱温箱温度设定为低于溶剂沸点。

当模式设置为 **CT Split w/Surge** (CT 浪涌分流) 或 **CT Splitless w/Surge** (CT 浪涌不分流) 时，将启用以下参数。

- **Surge Pressure** (浪涌压力)：可允许在进样过程中施加更大的进样口压力。这有助于减少注入样品汽化时产生的蒸汽体积，并提高分析物的分离度。输入一个 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar) 范围内的值。
- **Surge Duration** (浪涌持续时间)：为进样口压力增加的时间。浪涌期间，分析物将更快地输送到色谱柱。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。
- **Split Flow** (分流流量)：勾选此复选框可启用流量字段。输入一个 1–1250 mL/min 范围内的值。**分流比**会自动调整。此外，分流比还取决于相关 **Carrier mode** (载气模式) 上输入的初始柱流量。

如果流量发生变化，则需要调整“分流流量”值，维持分流比。但是，如果“分流流量”值超出限值，生成了警告，则必须更改为有效值。

- **Split Ratio** (分流比)：此字段将在以下条件下启用。
  - 模式设置为 PTV 分流或 CT 分流时。
  - 勾选分流比复选框时。

分流比是分流流量与色谱柱流量之比。

$$\text{SplitRatio} = \frac{\text{SplitFlow}}{\text{ColumnFlow}}$$

输入一个 1–12500 范围内的值。分流流量会自动调整。

- **Splitless Time**（不分流时间）：当 **Mode**（模式）设置为 **Splitless**（不分流）或 **Splitless w/Surge**（浪涌不分流）时，此字段启用。指定分流阀保持关闭的时长（在不分流进样后）。计时器在运行开始时开始计时。在不分流时间内，大部分样品从进样器输送到了色谱柱。不分流时间结束后，分流口重新打开。这样做是为了除去多余的溶剂蒸汽。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。

当模式设定为 PTV 分流或 CT 分流时，此字段禁用。字段是指分流阀关闭的时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。

- **Purge Flow Control**（吹扫流量控制）：此字段控制进样器的隔垫吹扫。隔垫吹扫用于清扫隔垫底部，减少样品分析物的污染。这样可防止每次运行的残留。还可防止隔垫流失，对进样器造成污染。
  - **Septum Purge Flow**（隔垫吹扫流量）：为连续吹扫隔垫的流量。
  - **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）：勾选此复选框，即可用吹扫流量连续吹扫隔垫。
  - **Stop Purge Time**（停止吹扫时间）：清除“恒定隔垫吹扫”复选框后，此字段启用。然后输入一个停止隔膜吹扫的时间。范围为 0.00–999.99 min。具体包括以下参数：
- **Vacuum Compensation**（真空补偿）：勾选此复选框可启用真空补偿功能。仅在 TRACE 1600/1610 连接到质谱仪检测器时使用。清除此复选框后，将对通常处于大气压下的常规 GC 检测器执行计算。
- **Gas Saver**（省气）：勾选此复选框可启用字段功能。省气模式可减少载气消耗，尤其在使用大体积分流流量时，省气显著。省气模式将在进样后的某个时间点开启，减少载气消耗。

省气参数包括：

- **Gas Saver Flow**（省气流量）：可输入省气流量，范围为 1–500 mL/min。
- **Gas Saver Time**（省气时间）：这是省气功能启用时进入运行的时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。

## 进样阶段

此字段仅在 PTV 模式选项中启用。在 **Options**（选项）字段中做出选择后，即可启用。更多限制适用。这些都在必要时描述。

包括四个阶段：**进样、汽化、输送和清洁**。

- **Injection**（进样）：可控制进样的斜坡压力。仅适用于 PTV 不分流模式或 PTV 大体积模式。
- **Evaporation**（汽化）：勾选 **Enable evaporation phase**（启用汽化阶段）复选框后启用。这组控件允许指定溶剂汽化控件：压力（仅 PTV 不分流）、温升率、温度和时间 (min)。设置溶剂汽化温度；设置达到溶剂汽化温度的速率。
- **Transfer**（输送）：这组控件允许指定将样品输送到色谱柱的控件，即压力（仅 PTV 不分流）、温升率、温度和时间 (min)。设置压力（如果可用）。设置达到样品输送温度的速率，单位为 °C/s。设置将样品输送到色谱柱的温度。设置保持输送温度的时间，单位为 min。
- **Cleaning**（清洁）：勾选 **Enable clean phase**（启用清洁阶段）复选框后启用。设置达到清洁温度所需的速率。设置进样器清洁温度。设置保持清洁温度的时间，单位为 min。
- **Enable Evaporation Phase**（启用汽化阶段）：勾选此复选框，可在“进样阶段”字段启用“汽化阶段”参数。
- **Enable Clean Phase**（启用清洁阶段）：勾选此复选框，可在“进样阶段”字段启用“清洁阶段”参数。
- **Enable Pressure Ramps**（启用斜坡压力）：勾选此复选框，可在“进样阶段”字段启用“压力”参数。仅在模式设置为“PTV 不分流”时启用。
- **Transfer Delay Time**（输送延迟时间）：仅在模式设置为“PTV 大体积”时启用。可延迟汽化阶段后的温度斜坡起始时间。输入一个 0.00–999.99 范围内的值。
- **Post-cycle temperature**（后循环温度）：根据需要选择，可选择 **Turn Off**（关闭）、**Cool Down**（冷却）或 **Maintain**（维持）。
- **Pressure**（压力）：仅在模式设置为“PTV 不分流”且勾选了“斜坡压力”复选框时，才会启用此参数。输入一个 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar) 范围内的值。此参数不适用于“清洁阶段”。
- **Rate**（温升率）：仅在勾选了“汽化阶段”复选框时，才会启用此参数。输入一个 0.1–14.5 °C/min 范围内的值。此参数不适用于“进样阶段”。
- **Temp**（温度）：为气相的温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值（-50–450 °C（二氧化碳）或 -100–450 °C（液氮））。

- **Time**（时间）：为气相温度保持时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。
- **Flow**（流量）：此参数仅适用于进样和清洁阶段。对于进样阶段，模式必须设置为 **PTV Large Volume**（PTV 大体积）。对于清洁阶段，必须勾选“清洁阶段”复选框。

输入一个 5–1250 mL/min 范围内的值。

## 显示阶段程序图

- 要在 PTV 阶段对话框中查看阶段程序图，请点击 **Display phase program plot**（显示阶段程序图）。此图为只读，显示了温度、流量和阀状态随时间的变化。可以使用左下角的箭头按钮来扩展时间尺度，更详细地查看前期阶段。左侧按钮可以扩展尺度，右侧按钮可以收缩尺度。在扩展模式下，无法滚动阶段程序图。

## 反吹

勾选 CT 分流、CT 不分流或 CT 浪涌不分流模式后，此字段启用。在 PTV 模式下，根据所选模式，可以在进样、汽化和清洁阶段启用反吹。可以使用此字段设置反吹参数。

- **Enable Backflush**（启用反吹）：勾选此复选框可启用反吹字段。
- **Backflush Start Time**（反吹开始时间）：可设定反吹开始的时间。输入一个 0–999.99 min 范围内的值。
- **Enable Custom Duration**（启用自定义持续时间）：可启用控制进样口开/关的字段。
- **Custom Duration**（自定义持续时间）：输入一个 0–999.99 min 范围内的值。

## GSV

此页面是前/后气体进样阀 (GSV) 模块的方法编辑器。

## GSV 参数

### 温度设置

- **Enable temperature**（启用温度）：勾选此复选框可启用温度字段。输入气体进样阀温度，范围为 0–150 °C。

## 进样口参数

- **Split mode**（分流模式）：勾选此复选框可启用下拉框。
  - **Split**（分流）：仅启用进样口参数。载气流在进样口分流，大部分从分流口流出。此分流模式适用于分析高浓度样品或纯样品，或者适用于灵敏度要求不高的情况。分流口一直保持打开状态。如果分流气体混合得当，这种方法可产生最大峰值。



**重要** 勾选 **Split**（分流）模式后，将启用 **Valve**（阀）字段的气体进样阀参数。请参阅第 110 页上的“阀”。

- **Splitless**（不分流）：可启用进样口和吹扫字段。在进样过程中关闭分流口，使大部分样品进入色谱柱。富集分析物（尤其是挥发性较强的化合物）需要利用溶剂效应。让分析柱或保护柱设定温度略低于溶剂沸点，即可达成溶剂效应。不分流时间通常为 1 min 左右。



**重要** 勾选 **Splitless**（不分流）模式后，将禁用 **Valve**（阀）字段的气体进样阀参数。在这种情况下，**Sampling time**（进样时间）与 **Splitless Time**（不分流时间）一致。请参阅第 110 页上的“阀”。

- **Split w/Surge**（浪涌分流）：可启用所有字段。与 **Split**（分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。



**重要** 勾选 **Split w/Surge**（浪涌分流）模式后，将启用 **Valve**（阀）字段的气体进样阀参数。请参阅第 110 页上的“阀”。

- **Splitless w/Surge**（浪涌不分流）：可启用所有字段。与 **Splitless**（不分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。



**重要** 勾选 **Splitless w/Surge**（浪涌不分流）模式后，将禁用 **Valve**（阀）字段的气体进样阀参数。在这种情况下，**Sampling time**（进样时间）与 **Splitless Time**（不分流时间）一致。请参阅第 110 页上的“阀”。

- **Split Flow**（分流流量）：勾选此复选框可启用流量字段。输入一个 1–1250 mL/min 范围内的值。**分流比**会自动调整。此外，分流比还取决于相关 **Carrier mode**（载气模式）上输入的初始柱流量。

如果流量发生变化，则需要调整“分流流量”值，维持分流比。但是，如果“分流流量”值超出限值，生成了警告，则必须更改为有效值。

– **Split Ratio**（分流比）：此字段将在以下条件下启用。

- 模式设置为分流时。
- 勾选分流比复选框时。

分流比是分流流量与色谱柱流量之比。

$$\text{SplitRatio} = \frac{\text{SplitFlow}}{\text{ColumnFlow}}$$

输入一个 1–12500 范围内的值。分流流量会自动调整。

– **Splitless Time**（不分流时间）：当 **S/SL Mode**（S/SL 模式）设置为 **Splitless**（不分流）或 **Splitless w/Surge**（浪涌不分流）时，此字段启用。“不分流时间”与气体进样阀的 **injection duration**（进样持续时间）参数一致。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。计时器在运行开始时开始计时。在分流时间内，大部分样品从样品环输送到了色谱柱。不分流时间结束后，分流口重新打开。这样做是为了除去多余的溶剂蒸汽。

当 **S/SL Mode**（S/SL 模式）设置为 **Splitless**（不分流）、**Split w/ Surge**（浪涌分流）或 **Splitless w/Surge**（浪涌不分流）时，此字段启用。

- **Surge Pressure**（浪涌压力）：在分流时间内施加压力，使进样器中产生浪涌流，从而加速样品输送。根据分析结果，浪涌压力可以用来锐化接近溶剂沸点的峰。在这种情况下，冷阱无效，溶剂效应是主要的富集机制。输入一个 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar) 范围内的值。
- **Surge Duration**（浪涌持续时间）：为保持浪涌压力的时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。通常设置为与 **Splitless time**（不分流时间）一致。

## 阀

当 **S/SL Mode**（S/SL 模式）设置为 **Split**（分流）并允许使用气体进样阀进样时，此字段启用。

当 **S/SL Mode**（S/SL 模式）设置为 **Splitless**（不分流）或 **Splitless w/Surge**（浪涌不分流）时，此字段禁用；在这种情况下，“进样时间”与“不分流时间”一致。

- **Injection start time**（进样开始时间）：定义进样必须开始的时间。
- **Injection duration**（进样持续时间）：定义进样阀必须保持在进样位置的时间。

具体包括以下参数：

- **Vacuum Compensation**（真空补偿）：勾选此复选框可启用真空补偿功能。仅在 TRACE 1600/1610 连接到质谱仪检测器时使用。清除此复选框后，将对通常处于大气压下的常规 GC 检测器执行计算。
- **Gas Saver**（省气）：勾选此复选框可启用字段功能。省气模式可减少载气消耗，尤其在使用大体积分流流量时，省气显著。省气模式将在进样后的某个时间点开启，减少载气消耗。

省气参数包括：

- **Gas Saver Flow**（省气流量）：可输入省气流量，范围为 1–500 mL/min。
- **Gas Saver Time**（省气时间）：这是省气功能启用时进入运行的时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。

## 反吹

可以使用此字段设置反吹参数。

- **Backflush Enable**（启用反吹）：勾选此复选框可启用反吹字段。
- **Backflush Start**（反吹开始）：可设定反吹开始的时间。
- **Backflush Duration**（反吹持续时间）：可选择 **GC Run Time**（GC 运行时间）和 **Specific Time**（特定时间）。
  - **GC Run Time**（GC 运行时间）：如果要将计算出的柱温箱程序时间作为运行时间，请选择此选项。
  - **Specific Time**（特定时间）：如果要输入特定运行时间，请选择此选项。
- **Duration**（持续时间）：勾选 **Specific Time**（特定时间）后启用。可设置反吹的持续时间，范围为 0.00–999.99 min。

## 省氦器 (HeS-S/SL)

此页面是前/后即时连接省氦进样器 (HeS-S/SL) 模块的方法编辑器。

## HeS-S/SL 参数

具体包括以下参数：

### 温度设置

- **Enable temperature control**（启用温度控制）：勾选此复选框可启用温度字段。输入进样口温度，范围为 0–400 °C。

## 进样口参数

**Split mode**（分流模式）：可从下拉框中选择。

- **Split**（分流）：仅启用进样口字段。载气流在进样口分流，大部分从分流口流出。此分流模式适用于分析高浓度样品或纯样品，或者适用于灵敏度要求不高的情况。分流口一直保持打开状态。如果分流气体混合得当，这种方法可产生最大峰值。
- **Splitless**（不分流）：可启用进样口和吹扫字段。在进样过程中关闭分流口，使大部分样品进入色谱柱。富集分析物（尤其是挥发性较强的化合物）需要利用溶剂效应。让分析柱或保护柱设定温度略低于溶剂沸点，即可达成溶剂效应。不分流时间通常为 1 min 左右。
- **Split w/Surge**（浪涌分流）：可启用所有字段。与 **Split**（分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。
- **Splitless w/Surge**（浪涌不分流）：可启用所有字段。与 **Splitless**（不分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。
- **Surge Pressure**（浪涌压力）：在不分流时间内施加压力，使进样器中产生浪涌流，从而加速样品输送。根据分析结果，浪涌压力可以用来锐化接近溶剂沸点的峰。在这种情况下，冷阱无效，溶剂效应是主要的富集机制。输入一个 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar) 范围内的值。
- **Surge Duration**（浪涌持续时间）：为保持浪涌压力的时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。通常设置为与 **Splitless time**（不分流时间）一致。

**Split flow control**（分流流量控制）：勾选此复选框可启用按钮和字段。

- **Split Flow**（分流流量）：勾选此复选框可启用流量字段。输入一个 1–1250 mL/min 范围内的值。**分流比**会自动调整。此外，分流比还取决于相关 **Carrier mode**（载气模式）上输入的初始柱流量。

如果流量发生变化，则需要调整“分流流量”值，维持分流比。但是，如果“分流流量”值超出限值，生成了警告，则必须更改为有效值。

- **Split Ratio**（分流比）：此字段将在以下条件下启用。
  - 模式设置为分流时。
  - 勾选分流比复选框时。

分流比是分流流量与色谱柱流量之比。

$$SplitRatio = \frac{SplitFlow}{ColumnFlow}$$

输入一个 1–12500 范围内的值。分流流量会自动调整。

- **Splitless Time**（不分流时间）：当 **S/SL Mode**（S/SL 模式）设置为 **Splitless**（不分流）或 **Splitless w/Surge**（浪涌不分流）时，此字段启用。指定分流阀保持关闭的时长（在不分流进样后）。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。

计时器在运行开始时开始计时。在不分流时间内，大部分样品从进样器送到了色谱柱。不分流时间结束后，分流口重新打开。这样做是为了除去多余的溶剂蒸汽。

- **Purge flow control**（吹扫流量控制）：勾选复选框可启用下述功能。此字段控制进样器的隔垫吹扫。隔垫吹扫用于清扫隔垫底部，减少样品分析物的污染。这样可防止每次运行的残留。还可防止隔垫流失，对进样器造成污染。
  - **Septum Purge Flow**（隔垫吹扫流量）：为连续吹扫隔垫的流量。
  - **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）：勾选此复选框，即可用吹扫流量连续吹扫隔垫。
  - **Stop Purge For**（停止吹扫）：清除“恒定隔垫吹扫”复选框后，此字段启用。然后输入一个停止隔膜吹扫的时间。范围为 0.00–999.99 min。

具体包括以下参数：

- **Vacuum Compensation**（真空补偿）：勾选此复选框可启用真空补偿功能。仅在 TRACE 1600/1610 连接到质谱仪检测器时使用。清除此复选框后，将对通常处于大气压下的常规 GC 检测器执行计算。
- **Gas Saver**（省气）：勾选此复选框可启用字段功能。省气模式可减少载气消耗，尤其在使用大体积分流流量时，省气显著。省气模式将在进样后的某个时间点开启，减少载气消耗。

省气参数包括：

- **Gas Saver Flow**（省气流量）：可输入省气流量，范围为 1–500 mL/min。
- **Gas Saver Time**（省气时间）：这是省气功能启用时进入运行的时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。

## 省氦

此字段包括省氦参数。具体包括：

- **Conservation enable**（启用省氦）：勾选此复选框可启用省氦功能。
- **Helium Delay**（省氦延迟时间）：可设置省氦功能启用前的延迟时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。

## GC 检测器

点击“检测器”，查看可编辑的参数：

[第 115 页上的“FID 页面”](#)

[第 115 页上的“ECD 页面”](#)

[第 116 页上的“NPD 页面”](#)

[第 117 页上的“TCD 页面”](#)

[第 118 页上的“FPD 页面”](#)

[第 119 页上的“PDD 页面”](#)

[第 120 页上的“GDI 页面”](#)

[第 121 页上的“通用”](#)

## 检测器时间程序

在 **Front/Back Detector Time Program**（前/后检测器时间程序）选项卡中选择 **GC Detectors**（GC 检测器），并选择要应用的事件。具体包括：

- **Time**（时间）：在检测器程序中输入事件发生的时间。
- **Timed Autozero**（定时调零）：适用于所有检测器类型。选择此选项可在给定时间内归零检测器输出。
- **Timed Polarity**（定时极性）：仅适用于 TCD。此选项将在给定时间内反转极性。可选择 **Positive**（正）或 **Negative**（负）。
- **Timed Bead Current**（定时铷珠电流）：仅适用于 NPD。此选项将在给定时间内改变源电流。输入一个 1.0–5.0 A 范围内的值。
- **Timed Flame Control**（定时火焰控制）：仅适用于 FID 和 FPD。可设定火焰开/关状态的时间。可选择 **On**（开）/ **Off**（关）。
- **Timed Pulse Generator**（定时脉冲发生器）：仅适用于 PDD。设定运行期间启用/禁用脉冲发生器的时间。可选择 **On**（开）/ **Off**（关）。

要创建表格，请点击右侧的按钮：

- **Add**（添加）：在表格的最后一行后添加一行。
- **Insert**（插入）：在选定行上方插入一行。
- **Remove**（删除）：删除选定行。
- **Sort**（排序）：根据保留时间，将表格中的所有行按升序排序。

## FID 页面

FID 页面是前/后/辅助左/辅助右火焰离子化检测器模块的方法编辑器。

具体包括以下参数：

### 信号设置

**Data collection rate**（数据采集频率）：可选择一个 1–300 Hz 范围内的值。

### 检测器设置

可在此字段设置检测器参数。

- **Detector temperature control**（检测器温度控制）：勾选此复选框可启用温度字段。此参数控制检测器的温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值。
- **Flame**（火焰）：勾选此复选框可点火。这仅适用于基座温度至少为 150 °C，且“空气与氢气”流量已在流量字段中启用的情况。清除此复选框后，将自动清除“空气与氢气”复选框。
- **Flameout Retry**（熄火重试）：勾选此复选框可启用熄火重试功能。
- **Enable Ignition Threshold**（启用点火阈值）：如果已启用“熄火重试”，当信号电流下降到阈值以下时，将重新点火。输入一个 0–10 pA 范围内的值。
- **GC Peak width**（GC 峰宽）：指定 GC 峰的预期宽度。如果使用的是常规色谱，请选择 **Standard**（标准）。如果使用的是超速色谱，请选择 **Fast 1**（快速 1）。由于此参数会影响数据采集频率，因此为标准色谱选择“快速”会导致峰噪声更大。

### 气体设置

以下参数的复选框仅允许开/关气流。

- **Air flow control**（空气流量控制）：勾选此复选框，可打开空气流并启用空气流量字段。输入一个 5–500 ml/min 范围内的值。
- **Make-up gas flow control**（尾吹气流量控制）：勾选此复选框，可打开尾吹气流并启用尾吹气流量字段。输入一个 1–50 mL/min 范围内的值。
- **Hydrogen flow control**（氢气流量控制）：勾选此复选框，可打开氢气流并启用氢气流量字段。输入一个 1–100 mL/min 范围内的值。

## ECD 页面

ECD 页面是前/后/辅助左/辅助右电子捕获检测器模块的方法编辑器。

## 信号设置

**Data collection rate**（数据采集频率）：可选择一个 1–300 Hz 范围内的值。

## 检测器设置

可在此字段设置检测器参数。

- **Detector temperature control**（检测器温度控制）：勾选此复选框可启用温度字段。此参数控制检测器的温度。输入一个 0–400 °C 范围内的值。
- **Use Default ECD Setting**（使用默认 ECD 设置）：勾选此复选框可启用默认设置功能。参考电流、脉冲振幅和脉冲宽度均设置为最佳工作值。勾选复选框后，不会启用这些参数的字段。
- **Pulse Amplitude**（脉冲振幅）：输入脉冲振幅，范围为 5–50 V。
- **Pulse Width**（脉冲宽度）：可从下拉列表中选择脉冲宽度值。输入一个 0.1–2.0  $\mu$ s 范围内的值。
- **Reference Current**（参考电流）：输入电池参考电流，范围为 0.1–1.5 nA。
- **GC Peak width**（GC 峰宽）：指定 GC 峰的预期宽度。如果使用的是常规色谱，请选择 **Standard**（标准）。如果使用的是超速色谱，请选择 **Fast**（快速）。由于此参数会影响数据采集频率，因此为标准色谱选择“快速”会导致峰噪声更大。

## 气体设置

**Makeup**（尾吹气）复选框仅允许开/关气流。

- **Make-up gas flow control**（尾吹气流量控制）：勾选 **Makeup**（尾吹气）复选框，可打开尾吹气流并启用尾吹气流量字段。流量范围取决于所用气体。如果使用的是 **Nitrogen**（氮气）或 **Argon/Methane**（氩气/甲烷），尾吹气流量范围为 5–500 mL/min。

## NPD 页面

NPD 页面是前/后/辅助左/辅助右氮磷检测器模块的方法编辑器。

具体包括以下参数：

## 检测器设置

可在此字段设置检测器参数。

- **Detector temperature control** (检测器温度控制)：勾选此复选框可启用温度字段。此参数控制检测器的温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值。
- **Source Saver** (省源)：勾选此框可启用省源功能，减少 NPD 源的消耗。
- **Source Current Value** (源电流值)：此电流用于加热热离子源。输入一个 1.000–5.000 A 范围内的值。
- **Use Default Polarization Voltage** (使用默认极化电压)：勾选此复选框可启用默认功能。勾选后，不启用“极化电压”字段。
- **Polarization Voltage** (极化电压)：输入一个 1–100 V 范围内的值。
- **GC Peak width** (GC 峰宽)：指定 GC 峰的预期宽度。如果使用的是常规色谱，请选择 **Standard** (标准)。如果使用的是超速色谱，请选择 **Fast** (快速)。由于此参数会影响数据采集频率，因此为标准色谱选择“快速”会导致峰噪声更大。

## 气体设置

以下参数的复选框仅允许开/关气流。

- **Air flow control** (空气流量控制)：勾选此复选框，可打开空气流并启用空气流量字段。输入一个 5–500 mL/min 范围内的值。
- **Hydrogen flow control** (氢气流量控制)：勾选此复选框，可打开氢气流并启用氢气流量字段。输入一个 0.1–10 mL/min 范围内的值。
- **Make-up gas flow control** (尾吹气流量控制)：勾选 **Makeup** (尾吹气) 复选框，可打开尾吹气流并启用尾吹气流量字段。输入一个 1.0–50.0 mL/min 范围内的值。

## TCD 页面

TCD 页面是前/后/辅助左/辅助右热导检测器模块的方法编辑器。

具体包括以下参数：

### 信号设置

**Data collection rate** (数据采集频率)：可选择一个 1–300 Hz 范围内的值。

**Polarity** (极性)：可选择 **Positive** (正) 或 **Negative** (负)。

## 检测器设置

可在此字段设置检测器参数。

- **Detector temperature control**（检测器温度控制）：勾选此复选框可启用温度字段。此参数控制检测器的温度。输入一个 0–400 °C 范围内的值。  
典型温度为 200 °C，具体取决于用途。将温度值设置为高于 GC 柱温箱在分析过程中达到的最高温度值。
- **Enable Filament**（启用热丝）：勾选此复选框可打开热丝电源。
- **Filament Temperature**（热丝温度）：输入热丝恒定温度，范围为 50–450 °C。  
应保持热丝温度比模块温度高 50–100 °C。温差越大，灵敏度越高。但是，模块温度和热丝温度之间的有效温差取决于所用载气。建议  $\Delta T$  为：
  - 如果载气为氦气，建议温差范围为 50–100 °C。
  - 如果载气为氮气，建议温差为 100 °C。
- **GC Peak width**（GC 峰宽）：指定 GC 峰的预期宽度。如果使用的是常规色谱，请选择 **Standard**（标准）。如果使用的是超速色谱，请选择 **Fast**（快速）。由于此参数会影响数据采集频率，因此为标准色谱选择“快速”会导致峰噪声更大。

## 气体设置

具体参数为：

- **Make-up gas**（尾吹气）：勾选 **Makeup**（尾吹气）复选框，可打开尾吹气流并启用尾吹气流量字段。输入尾吹气流量，范围为 0.5–5.0 mL/min。
- **Column Source**（柱源）：当有两个进样器时，此参数将指示色谱仪哪一个连接到 TCD 的进样口。当载气供应意外切断时，例如更换隔垫后，此参数可用于保护 DGFC 系统上的热丝。可从下拉列表中选择 **Front**（前）、**Back**（后）、**Other**（其他）。

## FPD 页面

FPD 页面是前/后/辅助左/辅助右火焰光度检测器模块的方法编辑器。

具体包括以下参数：

## 信号设置

**Data collection rate**（数据采集频率）：可选择一个 1–300 Hz 范围内的值。

## 检测器设置

可在此字段设置检测器参数。

- **Base Temperature Control**（基座温度控制）：勾选此复选框可启用温度字段。此参数控制检测器基座的温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值。
- **Cell Temperature Control**（燃烧室温度控制）：勾选此复选框可启用温度字段。此参数控制检测器的温度。输入一个 0–200 °C 范围内的值。



**警告** FPD 的默认燃烧室温度为 150 °C。这足以防止火焰产生的水蒸汽冷凝在 FPD 内。可以使用更高的温度，但可能会对光电倍增管 (PMT) 的灵敏度产生不利影响。

- **Flame**（火焰）：勾选此复选框可点火。这仅适用于基座温度和燃烧室温度至少为 150 °C，且“空气与氢气”流量已在流量字段中启用的情况。清除此复选框后，将自动清除“空气与氢气”复选框。
- **Ignition Threshold**（点火阈值）：当信号电流下降到阈值以下时，将重新点火。输入一个 0.0–10.0 nA 范围内的值。
- **PMT Voltage**（PMT 电压）：清除“使用默认 PMT 电压”复选框后，将启用此字段。输入一个 -800–1200 V 范围内的值。勾选“使用默认 PMT 电压”复选框后，将禁用此字段。
- **GC Peak width**（GC 峰宽）：指定 GC 峰的预期宽度。如果使用的是常规色谱，请选择 **Standard GC peaks (> 1 s)**（标准 GC 峰）。如果使用的是超速色谱，请选择 **Fast GC peaks (< 1 s)**（快速 GC 峰）。由于此参数会影响数据采集频率，因此为标准色谱选择“快速”会导致峰噪声更大。

## 气体设置

以下参数的复选框仅允许开/关气流。

- **Air flow control**（空气流量控制）：勾选此复选框，可打开空气流并启用空气流量字段。输入一个 5–500 mL/min 范围内的值。
- **Hydrogen flow control**（氢气流量控制）：勾选此复选框，可打开氢气流并启用氢气流量字段。输入一个 1–100 mL/min 范围内的值。

## PDD 页面

PDD 页面是前/后/辅助左/辅助右脉冲放电检测器模块的方法编辑器。

## 信号设置

**Data collection rate**（数据采集频率）：可选择一个 1–300 Hz 范围内的值。

## 检测器设置

可在此字段设置检测器参数。

- **Detector temperature control**（检测器温度控制）：勾选此复选框可启用温度字段。此参数控制检测器的温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值。
- **Pulse generator**（脉冲发生器）：勾选此复选框可启用脉冲发生器。仪器稳定和烘烤后，脉冲放电产生等离子体。
- **GC Peak width**（GC 峰宽）：指定 GC 峰的预期宽度。如果使用的是常规色谱，请选择 **Standard**（标准）。如果使用的是超速色谱，请选择 **Fast**（快速）。由于此参数会影响数据采集频率，因此为标准色谱选择“快速”会导致峰噪声更大。

## GDI 页面

GDI 页面是前/后/辅助左/辅助右脉冲通用检测器接口（适用于第三方检测器）的方法编辑器。

**注释** 在气体 1、气体 2 和气体 3 的右侧，显示了可在配置页面中选择的气体类型（空气、氢气、氮气、氦气、氩气或氩气/甲烷）。

## 检测器设置

可在此字段设置检测器参数。

- **Detector temperature control**（检测器温度控制）：勾选此复选框可启用温度字段。此参数控制检测器的温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值。
- **GC Peak width**（GC 峰宽）：指定 GC 峰的预期宽度。如果使用的是常规色谱，请选择 **Standard**（标准）。如果使用的是超速色谱，请选择 **Fast**（快速）。由于此参数会影响数据采集频率，因此为标准色谱选择“快速”会导致峰噪声更大。

## 气体设置

以下参数的复选框仅允许开/关气流。

- **Gas 1 flow control**（气体 1 流量控制）：勾选此复选框，可打开连接到 **Gas 1**（气体 1）气路的检测器气体流量，并启用相邻的流量字段。根据气体 1 封装流量限制器的 **Full Scale**（满量程）值设定气体流量值 (mL/min)。
- **Gas 2 flow control**（气体 2 流量控制）：勾选此复选框，可打开连接到 **Gas 2**（气体 2）气路的检测器气体流量，并启用相邻的流量字段。根据气体 2 封装流量限制器的 **Full Scale**（满量程）值设定气体流量值 (mL/min)。
- **Gas 3 flow control**（气体 3 流量控制）：勾选此复选框，可打开连接到 **Gas 3**（气体 3）气路的检测器气体流量，并启用相邻的流量字段。根据气体 3 封装流量限制器的 **Full Scale**（满量程）值设定气体流量值 (mL/min)。

## 通用

### 信号设置

**Data collection rate**（数据采集频率）：可选择一个 1–300 Hz 范围内的值。

### 检测器设置

可在此字段设置检测器参数。

- **GC Peak width**（GC 峰宽）：指定 GC 峰的预期宽度。如果使用的是常规色谱，请选择 **Standard**（标准）。如果使用的是超速色谱，请选择 **Fast**（快速）。由于此参数会影响数据采集频率，因此为标准色谱选择“快速”会导致峰噪声更大。

## GC 辅助加热器

定义仪器配置中选择的外部辅助温度模块的温度参数。

具体包括以下参数：

### 阀温箱选项

**Valve Oven**（阀温箱）选项包括：**Valve Oven**、**HT Valve Oven**、**Aux Column Oven**、**Aux Heater 3**、**Aux Heater 4** 和 **Methanizer**。

- **Valve Oven**（阀温箱）：可控制主温箱的低温工作温度。输入的温度最高为 200 °C。
- **HT Valve Oven**（高温阀温箱）：可控制主温箱的高温工作温度。输入的温度最高为 300 °C。
- **Aux Column Oven**（辅助柱温箱）：可控制副温箱的温度。输入的温度最高为 250 °C。
- **Aux Heater 3**（辅助加热器 3）：可控制通用辅助加热器 3 的温度。输入的温度最高为 400 °C。
- **Aux Heater 4**（辅助加热器 4）：可控制通用辅助加热器 4 的温度。输入的温度最高为 400 °C。
- **Methanizer**（甲烷转化炉）：可控制甲烷转化炉的温度。输入的温度最高为 400 °C。

## 辅助温度控制选项

**Auxiliary Temperature Control**（辅助温度控制）选项包括：**Transfer Line 1**、**Transfer Line 2**、**Aux Heater 1** 和 **Aux Heater 2**。

- **Transfer Line 1**（传输线 1）：可控制 MS 传输线的温度。输入的温度最高为 400 °C。
- **Transfer Line 2**（传输线 2）：可控制 MS 传输线的温度。输入的温度最高为 400 °C。
- **Aux Heater 1**（辅助加热器 1）：可控制通用辅助加热器 1 的温度。输入的温度最高为 400 °C。
- **Aux Heater 2**（辅助加热器 2）：可控制通用辅助加热器 2 的温度。输入的温度最高为 400 °C。

## 阀温箱时间程序

选择 **Valve Oven**（阀温箱）即可激活相应字段。在阀温箱字段，可为 TRACE 1600 辅助柱温箱（阀温箱）设置所需控制阀的状态。

确定辅助柱温箱事件的参数。可为最多八个外部控制设备定义事件。

- **Number**（数量）：可选择事件的数量，范围为 1-8。
- **Valve type**（阀类型）：选择阀的类型，可选择切换阀或进样阀。
- **Setting**（设置）：仅适用于切换阀。可将事件状态设置为开/关。
- **Inject for**（进样时长）：仅适用于进样阀。可指定进样持续时间 [min]。

要创建表格，请点击右侧的按钮：

- **Add**（添加）：在表格的最后一行后添加一行。
- **Insert**（插入）：在选定行上方插入一行。
- **Remove**（删除）：删除选定行。
- **Sort**（排序）：根据保留时间，将表格中的所有行按升序排序。

## GC 辅助载气设置

定义辅助载气模块的载气参数。最多可以选择六条（**Carrier 1**（载气 1）- **Carrier 6**（载气 6））辅助载气气路。

每条载气气路包括以下参数：

## 辅助载气流量和压力选项

**Mode (模式)**：可选择载气的流量模式。模式选择决定了进样口参数可用的方法编辑器。

- **Constant Flow (恒定流量)**：可用于单一流量区，流量图显示为所设流量的水平线。

输入一个 0.1–100 mL/min 范围内的值。如果清除恒定流量复选框，将禁用恒定流量参数，流量图变成零流量水平线。

- **Ramped Flow (斜坡流量)**：可用于斜坡流量区。流量图显示为程序中的斜坡。在斜坡流量模式下，可以编程初始恒流区和多达三个斜坡。

时间表中的参数如下：

- **Rate (流量变化率)**：可输入流量变化率，范围为 0.001–100 mL/min<sup>2</sup>。此参数在程序初始恒流区不可用。
- **Target Value (目标值)**：可输入斜坡恒流区的流量，范围为 0.001–100 mL/min。
- **Hold Time (保持时间)**：可输入流量保持时间。范围为 0.00–999.99 min。

- **Constant Pressure (恒定压力)**：可用于单一压力区，压力图显示为所设压力的水平线。

选择了 **Constant pressure (恒定压力)** 载气模式后，可以使用此参数设置压力。输入一个 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar) 范围内的值。如果清除恒定压力复选框，将禁用恒定压力参数，压力图变成零压力水平线。

- **Ramped Pressure (斜坡压力)**：可用于斜坡压力区。压力图显示为程序中的斜坡。

在斜坡压力模式下，可以编程初始恒压区和多达三个斜坡。

时间表中的参数如下：

- **Rate (压力变化率)**：可输入压力变化率，范围为 0.01–1000 kPa/min (0.001–145 psi; 0.0001–10 bar)。此参数在程序初始恒压区不可用。
- **Target Value (目标值)**：可输入斜坡恒压区的压力，范围为 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar)。
- **Hold Time (保持时间)**：可输入压力保持时间。范围为 0.00–999.99 min。

- **Constant Linear Velocity (恒定线速度)**：恒定线速度是一种载气控制模式，载气流过色谱柱的线速度保持恒定。输入一个 0.100–1000.000 cm/s 范围内的值。

由于线速度取决于 GC 柱温箱的温度，在 GC 柱温箱温度程序运行期间，控制模式将调整色谱柱的柱头压，保持线速度恒定。

## 辅助载气时间程序

选择 **Aux Carrier**（辅助载气）即可激活相应字段。在辅助载气字段，可为最多六条辅助载气气路设置默认状态。

可选择：

- **Number**（数量）：可选择辅助载气气路的数量，范围为 1-6。
- **Time**（时间）：在载气程序中输入事件发生的时间。

**注释** 进样命令之前的所有定时事件都将作为预运行命令处理。进样命令之后的所有定时事件都将作为运行时事件处理。

- **Time Carrier Control**（定时载气控制）：可选择 **On**（开）或 **Off**（关）来控制载气流。
- **Timed Pressure**（定时压力）：可输入允许范围内的值，更改标称压力。
- **Timed Flow**（定时流量）：可输入允许范围内的值，更改标称流量。

要创建表格，请点击右侧的按钮：

- **Add**（添加）：在表格的最后一行后添加一行。
- **Insert**（插入）：在选定行上方插入一行。
- **Remove**（删除）：删除选定行。
- **Sort**（排序）：根据保留时间，将表格中的所有行按升序排序。

## GC 继电器和切换/进样阀

在“GC 继电器和切换/进样阀”页面，可以设置阀事件和外部事件，使其在预运行时或运行期间发生。在 **Valves and Events**（阀和事件）配置选项卡中做出选择后，“事件状态”将显示在“运行时”设置字段上。

- **Time**（时间）：在事件程序中输入事件发生的时间 [min]。

**注释** 在{初始时间}时间发生的所有事件都将作为预运行事件处理。预运行事件之后的所有定时事件都将作为运行时事件处理。

- **State**（状态）：可选择 **On**（开）/ **Off**（关），设置定时事件的状态。

要创建表格，请点击右侧的按钮：

- **Add**（添加）：在表格的最后一行后添加一行。
- **Insert**（插入）：在选定行上方插入一行。
- **Remove**（删除）：删除选定行。
- **Sort**（排序）：根据保留时间，将表格中的所有行按升序排序。

## 保留时间对齐

切割 GC 色谱柱后，洗脱组分的保留时间将会改变。为避免处理方法改变，可以使用“保留时间对齐”工具更改仪器方法中的载气流量/压力，使各组分继续以相同的保留时间洗脱。

关于“保留时间对齐”工具可用性，请注意以下几点：

- 此工具仅在“仪器方法编辑器”中可用。在“仪器方法向导”中不可用。
- 要在“仪器方法编辑器”中使用“保留时间对齐”工具，必须满足以下条件：
  - 载气流量或压力已在仪器方法中指定并设置为恒定值。不支持梯度流量。
  - 柱温箱温度已在仪器方法中指定。支持梯度温度。初始温度可用于对齐计算。
  - 真空补偿已在仪器方法中设置为开/关。
- 如果将用于 GC 色谱柱的载气设置为 **Argon/Methane**（氩气/甲烷），则此工具不可用。请使用仪器配置管理器，在仪器的配置中设置载气。

## 色谱柱信息

色谱柱信息为只读，因为是直接从 GC 仪器读取的这些值。

**Carrier gas**（载气）：显示用于 GC 色谱柱的载气（只读）。请使用仪器配置管理器，在仪器的配置中设置载气。

**Pressure units**（压力单位）：显示用于 GC 的压力单位（只读）。请使用仪器配置管理器，在仪器的配置中设置压力单位。

**Column length**（柱长）：显示 GC 色谱柱的柱长（只读）。请在仪器的进样口 ePanel 集中设置柱长。

**Column internal diameter**（柱内径）：显示 GC 色谱柱的内径（只读）。请在仪器的 ePanel 集中设置柱内径。

**Film thickness**（膜厚）：显示 GC 色谱柱的膜厚（只读）。请在仪器的 ePanel 集中设置膜厚。

**Precolumn installed**（已安装前置柱）：如果已在 GC 中安装了前置柱，则此复选框已勾选（只读）。如果未安装前置柱，则此复选框未勾选。请在仪器的 ePanel 集中设置前置柱的开/关。

**Precolumn length**（前置柱柱长）：如果 **Precolumn installed**（已安装前置柱）复选框已勾选，则会显示前置柱的柱长（只读）。请在仪器的 ePanel 集中设置前置柱柱长。

**Precolumn internal diameter**（前置柱内径）：如果 **Precolumn installed**（已安装前置柱）复选框已勾选，则会显示前置柱的内径（只读）。请在仪器的 ePanel 集中设置前置柱内径。

## 方法信息

方法信息为只读，因为是直接从当前仪器方法中读取的这些值。

**Flow mode**（流量模式）：显示仪器方法中设置的载气流量模式（只读）。可选择 **Constant Flow**（恒定流量）和 **Constant Pressure**（恒定压力）。

**Flow**（流量）：（仅在流量模式设置为 **Constant Flow**（恒定流量）时可用。）显示仪器方法中设置的载气流量（只读）。

**Pressure**（压力）：（仅在流量模式设置为 **Constant Pressure**（恒定压力）时可用。）显示仪器方法中设置的载气压力（只读）。

**Oven temperature**（柱温箱温度）：显示仪器方法中设置的柱温箱温度（只读）。

**Vacuum compensation**（真空补偿）：如果已在仪器方法中对 GC 启用了真空补偿，此复选框已勾选（只读）。如果未启用真空补偿，则此复选框未勾选。

## 实际色谱柱死时间和参考保留时间

**Void time determination method**（死时间测定方法）：勾选此框可测定死时间。

**注释** 死时间是指流动相和不保留溶质流过色谱柱所需的时间。

可选项包括：

**Measured**（测量）：如果能自测死时间，请勾选此项。并在 **Measured void**（测量死时间）字段中输入所测死时间值。

**Extrapolated**（外推）：如果要使用输入的 **Measured retention time (nC8)**（测量保留时间 (nC8)）、**Measured retention time (nC9)**（测量保留时间 (nC9)）和 **Measured reference retention time (nC10)**（测量参考保留时间 (nC10)）值来外推确定死时间，请勾选此项。

**Theoretical void time**（理论死时间）：显示利用色谱柱和仪器方法信息（载气类型、色谱柱尺寸、流量/压力和柱温箱温度）计算出的理论死时间（只读）。

**Measured void time**（测量死时间）：（仅在 **Void time determination method**（死时间测定方法）设置为 **Measured**（测量）时可用。）需输入所测死时间。

**Extrapolated void time**（外推死时间）：（仅在 **Void time determination method**（死时间测定方法）设置为 **Extrapolated**（外推）时可用。）显示外推死时间（只读）。使用输入的测量保留时间 (nC8)、测量保留时间 (nC9) 和测量参考保留时间 (nC10) 来外推确定死时间。

**Measured retention time (nC8)**（测量保留时间 (nC8)）：（仅在 **Void time determination method**（死时间测定方法）设置为 **Extrapolated**（外推）时可用。）输入测得的纯正辛烷 (n-C8) 保留时间。

**Measured retention time (nC9)** (测量保留时间 (nC9))： (仅在 **Void time determination method** (死时间测定方法) 设置为 **Extrapolated** (外推) 时可用。) 输入测得的纯正壬烷 (n-C9) 保留时间。

**Measured reference retention time (nC10)** (测量参考保留时间 (nC10))： 输入测得的纯正癸烷 (n-C10) 参考保留时间。

## 目标参考保留时间

**Target reference retention time (nC10)** (目标参考保留时间 (nC10))： 在目标数据中输入测得的纯正癸烷 (n-C10) 参考保留时间。

## 计算流量/压力

**Calculated flow/pressure (for method)** (计算流量/压力, 用于方法)： 显示计算出的载气流量/压力值, 用于在仪器方法中对齐色谱图。如果流量模式设置为 **Constant Flow** (恒定流量), 则显示计算流量。如果流量模式设置为 **Constant Pressure** (恒定压力), 则显示计算压力。

**Calculated pressure/flow (information only)** (计算流量/压力, 仅供参考)： 显示相应的计算压力/流量值 (只读), 仅供参考。如果流量模式设置为“恒定流量”, 则显示计算压力。如果流量模式设置为“恒定压力”, 则显示计算流量。

## 对齐方法

**Align Method** (对齐方法)： 点击此按钮, 用对齐色谱图所需的计算流量或压力值来更新当前仪器方法。如果流量模式设置为 **Constant Flow** (恒定流量), 则用计算流量更新仪器方法。如果流量模式设置为 **Constant Pressure** (恒定压力), 则用计算压力更新仪器方法。再次点击此按钮, 将关闭“保留时间对齐”工具。



## 柱温箱

本章包括柱温箱参数的编程说明。

### 目录

- 柱温箱功能
- 柱温箱参数
- 设置一步斜坡升温程序
- 设置多步斜坡升温程序

## 柱温箱功能

柱温箱具有以下功能：

- 最高温度可达到 450 °C。
- 最大温升率可达到 125 °C/min。
- 支持 32 个线性温度斜坡和 33 个平台。
- 得益于 GC 控制的两个调制冷却翼，柱温箱的最低工作温度仅比环境温度高几度。
- 控制加热器，精密控制热空气排气和环境空气进气，从而控制温度。
- 在近环境温度下，可在厚膜毛细管柱上分离中等挥发性组分，而无需使用深冷系统。
- 如果安装了深冷系统，输送二氧化碳时，柱温箱冷却温度可达到 -50 °C；输送液氮时，柱温箱冷却温度可达到 -100 °C。

## 柱温箱参数

本节列出了多个参数，可用于编程柱温箱温度，从初始温度到最终温度，在分析运行期间使用多达 32 个斜坡。

可以设置为一步（等温）/多步斜坡升温程序。

**Temperature**（温度）：可定义初始温度。可选择开/关；范围为 0–450 °C。如果安装了深冷系统，输送液氮时，温度范围为 -100–450 °C；输送二氧化碳时，温度范围为 -50–450 °C。选择 **On**（开），将显示实际值和设定值。

**Initial time**（初始时间）：可定义程序运行开始后，柱温箱保持在初始温度的时长。输入一个 0–999.99 min 范围内的值。

**Ramp 1**（斜坡 1）：可定义达到最终温度的温度斜坡率，单位为 °C/min。可选择开/关；范围为 0.0–125 °C/min。Select **On**（开），可启用温度斜坡。

**Final temperature 1**（最终温度 1）：可定义柱温箱在升温/降温斜坡结束时达到的温度。此参数仅在 **Ramp 1**（斜坡 1）设置为 **On**（开）时启用。输入一个 0–450 °C 范围内的值。如果安装了深冷系统，输送液氮时，温度范围为 -100–450 °C；输送二氧化碳时，温度范围为 -50–450 °C。

**Final time 1**（最终时间 1）：可定义柱温箱保持斜坡最终温度的时长 (min)。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。

**Ramp 2 to 32**（斜坡 2–32）：编程第一个斜坡后，菜单将添加 **Ramp 2**（斜坡 2）的参数行。范围为 0.0–120 °C/min。如果不需要添加额外斜坡，请将此参数设置为 **Off**（关）。如果需要添加额外斜坡，请将此参数设置为 **On**（开）。将添加斜坡的 **Final temp**（最终温度）和 **Final time**（最终时间）参数。可以重复此编程过程，支持多达 32 个温度斜坡。

**Final temperature 2 to 33**（最终温度 2–33）：可定义柱温箱在升温/降温斜坡结束时达到的温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值。如果安装了深冷系统，输送液氮时，温度范围为 -100–450 °C；输送二氧化碳时，温度范围为 -50–450 °C。

**Final time 2 to 33**（最终时间 2–33）：可定义柱温箱保持斜坡最终温度的时长 (min)。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。

## 设置一步斜坡升温程序

此程序以指定斜坡率将初始柱温箱温度升高到指定最终温度，并在指定时间内保持最终温度。

### ❖ 设置一步斜坡升温程序

1. 选择 **Oven**（柱温箱），打开柱温箱菜单。
2. 输入 **Initial temperature**（初始温度）。
3. 输入柱温箱保持初始温度的 **Initial time**（初始时间）。
4. 选择 **Ramp 1**（斜坡 1），并设置为 **On**（开）。输入柱温箱达到斜坡最终温度的斜坡率，单位为 °C/min。
5. 输入斜坡的 **Final temp 1**（最终温度 1）。
6. 在 **Final time 1**（最终时间 1）中，输入柱温箱保持最终温度的时长。
7. 要结束一步斜坡升温程序，请将 **Ramp 2**（斜坡 2）设置为 **Off**（关）。

## 设置多步斜坡升温程序

### ❖ 设置多步斜坡升温程序

此程序以多达 32 个斜坡（每个斜坡都有指定的斜坡率、时间和温度）将初始柱温箱温度升高到指定最终温度。

1. 选择 **Oven**（柱温箱），打开柱温箱菜单。
2. 输入 **Initial temperature**（初始温度）。
3. 输入柱温箱保持初始温度的 **Initial time**（初始时间）。
4. 选择 **Ramp 1**（斜坡 1），并设置为 **On**（开）。输入柱温箱达到斜坡最终温度的斜坡率，单位为 °C/min。
5. 输入斜坡的 **Final temp 1**（最终温度 1）。
6. 在 **Final time 1**（最终时间 1）中，输入柱温箱保持最终温度的时长。
7. 选择 **Ramp 2**（斜坡 2），并设置为 **On**（开）。输入第二个温度斜坡的斜坡率。
8. 输入第二个斜坡的 **Final temp 2**（最终温度 2）。
9. 在 **Final time 2**（最终时间 2）中，输入柱温箱保持最终温度的时长。
10. 要结束多步斜坡升温程序，请将 **Ramp 3**（斜坡 3）设置为 **Off**（关）。要添加额外的柱温箱斜坡，请重复步骤 7-9。



## 分流/不分流进样器 (SSL) 模块

本章详细介绍了即时连接分流/不分流进样器 (SSL) 模块，包括进样器参数的编程说明。

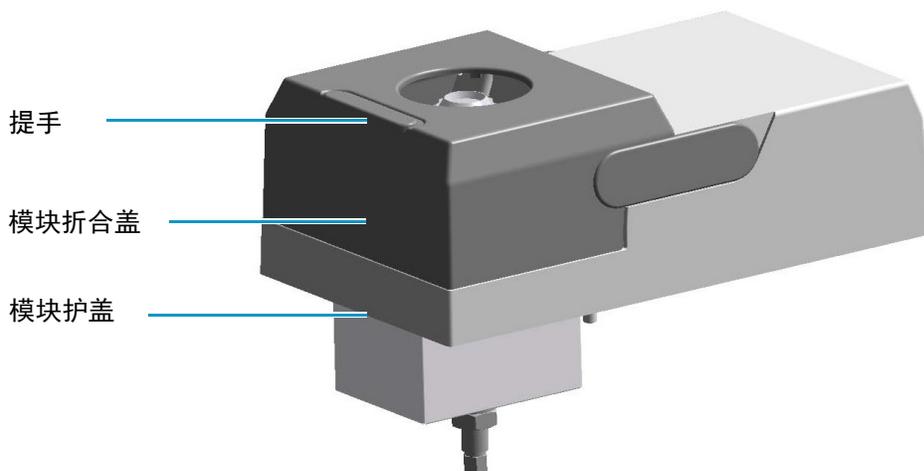
### 目录

- 模块概述
- SSL 进样器技术
- 大体积不分流进样器 (LVSL)
- 耗材
- SSL 参数

## 模块概述

分流/不分流进样器模块包括进样器器体、加热器器体、分流和吹扫放空阀、过滤器、控制载气的数字气动器，以及连接分析柱的接头。

**图 92.** 分流/不分流进样器模块



模块和进样器组件如图 93 和图 94 所示。

图 93. 分流/不分流进样器模块组件

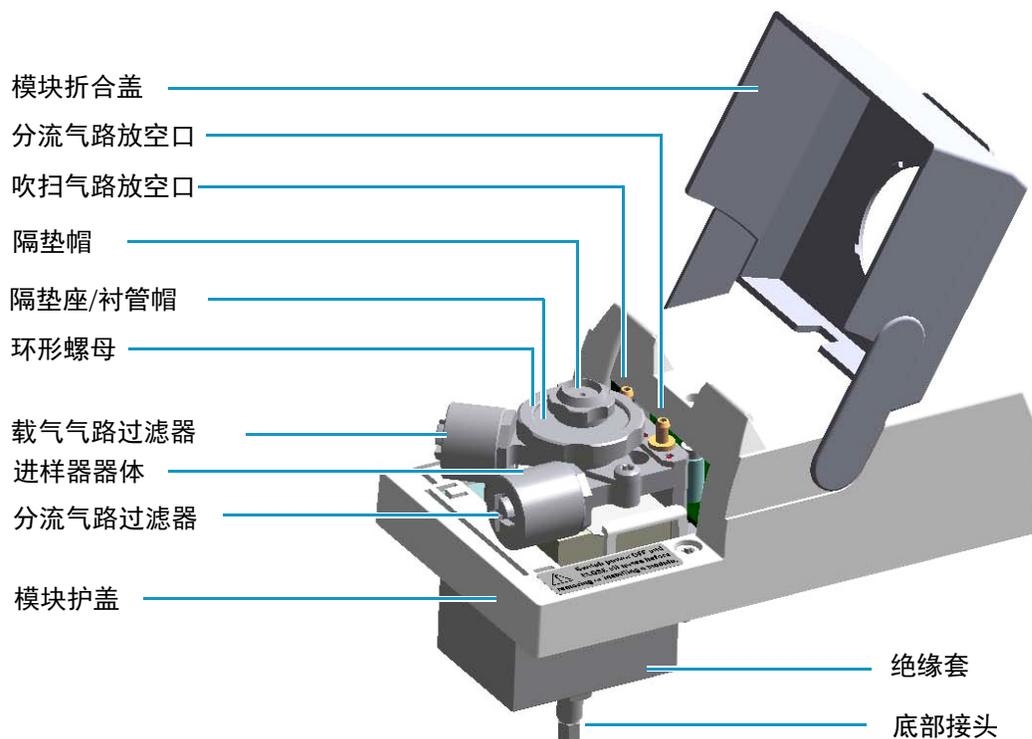
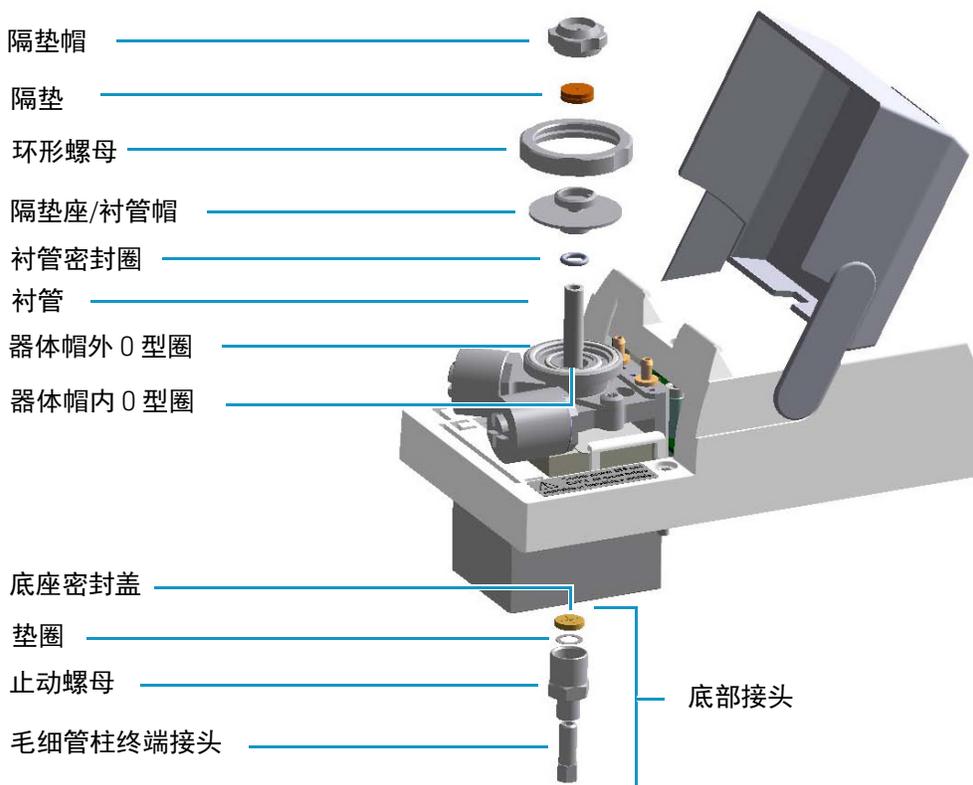


图 94. 分流/不分流进样器组件



## SSL 进样器技术

分流/不分流 (SSL) 进样器适用于分流进样、不分流进样、浪涌不分流进样。向色谱柱输送优化的样品，可以最大限度地降低重组分歧视。可以使用毛细管柱和大口径柱。还可以从进样器参数列表中选择操作模式。

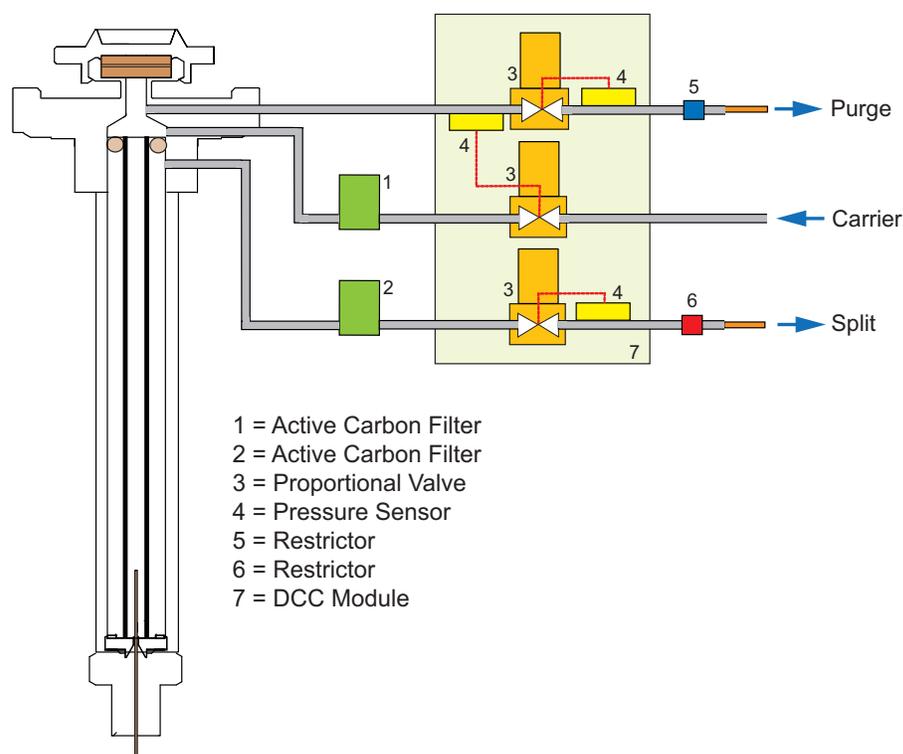
### 分流模式

分流进样模式适用于高浓度样品分析、顶空分析和等温分析。由于样品进入色谱柱的速度非常快，色谱图中的峰形通常非常尖锐。将样品注入加热汽化室内的玻璃衬管中。样品将在加热汽化室内快速汽化。载气从上方流入进样器，将汽化的样品迅速下带到柱头。

仅有部分样品被带向色谱柱。其余样品从分流气路放空。分流流量与色谱柱流量的比值（**分流比**）决定了进入色谱柱的样品量。

在整个分析过程中持续吹扫隔垫，减少样品分析物的污染。

图 95. 分流模式框图



### 浪涌分流模式

在这种模式下，如果处于进样阶段，载气压力浪涌将在预设时间内（浪涌持续时间）激活。施加的压力（浪涌压力）将在进样器内产生流量浪涌，可加速样品从进样器到色谱柱的移动过程。

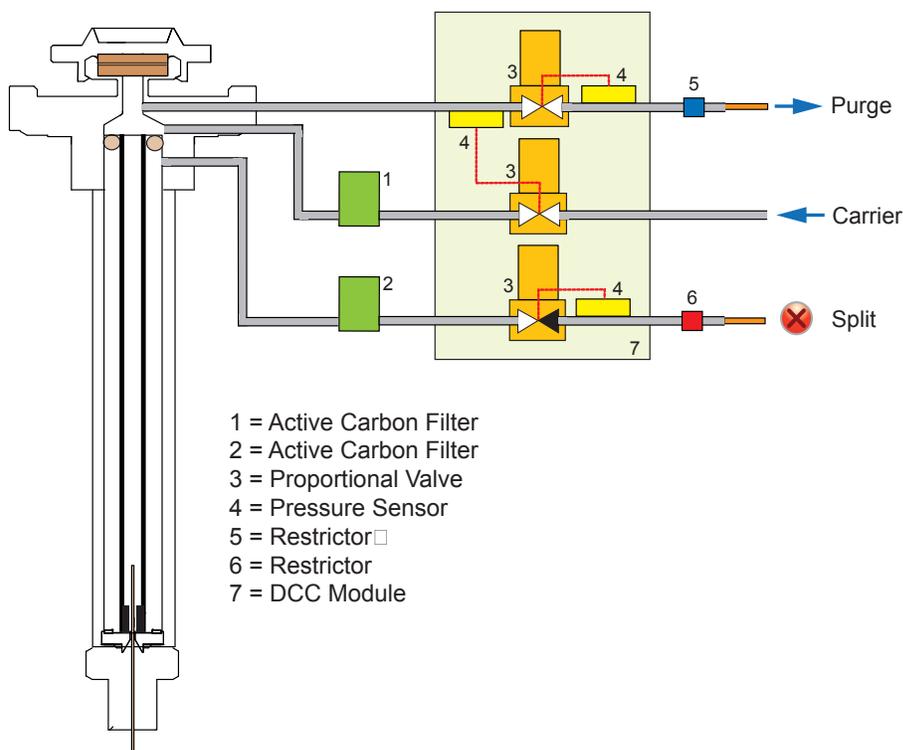
## 不分流模式

不分流进样模式适用于低浓度化合物分析。

在这种模式下，全部样品都要进入色谱柱。在样品注入汽化室和进入色谱柱的过程中，分流气路始终关闭。样品进入色谱柱后，将重新打开分流气路，吹扫汽化室内任何剩余的样品蒸汽。将汽化样品从进样器带入色谱柱所需的时间称为 **splitless time**（不分流时间）。在不分流阶段结束时，将重新打开分流阀，分流流量将吹扫进样器内任何剩余的样品蒸汽。无需十足的分流流量，足以吹扫进样器即可。

在整个分析过程中，吹扫流量持续吹扫隔垫，减少样品分析物的污染。

图 96. 不分流模式框图



## 浪涌不分流模式

在这种模式下，如果处于进样阶段，载气压力浪涌将在预设时间内激活。在不分流时间内施加的压力将使进样器内产生流量浪涌，可加速样品从进样器到色谱柱的移动过程。这样可避免样品谱带展宽，降低进样器过载的风险。在整个分析过程中，吹扫流量持续吹扫隔垫，减少样品分析物的污染。

## 大体积不分流进样器 (LVSL)

大体积不分流进样器是一种标准不分流进样器，可以手动引入大量液体样品，也可以使用 TriPlus RSH、TriPlus 100 液体进样器或 AI/AS 1610 自动进样器注入。

### 大体积不分流进样器要求

大体积不分流进样器需要用到适用于 TRACE 1600/1610 的 SSL-LV 套件 (PN 19050725)。

套件包括以下组件：

- 两个专用旁路，用于过滤器和相应的 O 型圈
- 一根不分流衬管
- 一个去活压合接头
- 一根无涂层前置柱（5 m x 0.32 mm 内径），其容积至少与注入的样品体积相当，可以保留一定量的液体。

**注释** 要正确执行大体积不分流进样，请确保将载气和分流气路上的过滤器替换为 SSL-LV 套件中提供的旁路。

### 大体积不分流进样技术

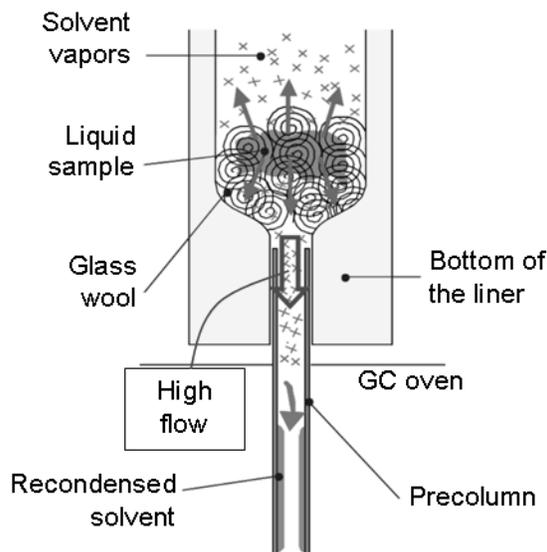
在标准不分流模式下，进样器可以注入并定量输送到色谱柱的样品量高达 5 mL。使用同时溶剂浓缩技术 (CSR LVSL)，可以实现更大体积的不分流进样。

LVSL 技术可以概括为五个关键步骤：

1. 进样时形成液体带。
2. 自动压力浪涌。
3. 溶剂蒸汽在前置柱中冷凝，同时溶剂在进样器中汽化。
4. 溶质流动。
5. 溶剂在前置柱中汽化。

同时溶剂浓缩的过程如图 97 所示。

图 97. 同时溶剂浓缩的 LVSL 过程



采用冷针进样，需确保冷针插入进样器的深度浅时间短，以及针头温度低。之后，样品将以带状液体的状态离开针头，并迅速移动到衬管底部，开始缓慢汽化。当大量液体注入并积聚在衬管底部（填料或层流杯）时，开始迅速汽化，产生大量蒸汽。蒸汽体积迅速膨胀，使得进样器内压力迅速增大，形成压力浪涌，推动蒸汽进入前置柱（自动压力浪涌）。



**注意** 要形成自动压力浪涌，前提是必须在不分流期间关闭隔垫吹扫放空口，防止载气和溶剂蒸汽逸出。

由于前置柱的温度始终低于溶剂沸点，溶剂蒸汽进入后便会迅速冷凝。高压衬管和低压冷凝区域之间的压降升高（溶剂蒸汽压力），使得蒸汽流量迅速从热进样器流向冷前置柱。

溶剂在热衬管内汽化完后，高沸点组分也都转移到色谱柱上。在传统不分流进样中，溶剂汽化发生在不分流期间。

几乎所有的溶剂都在进样器中汽化，并在前置柱中重新冷凝。而在最新不分流进样中，溶剂必须在前置柱中再次汽化。要控制汽化，柱温箱温度必须保持在初始温度，直到汽化完成。

挥发性溶质被溶剂阱冷凝，而高沸点组分因保留间隙效应富集。由于填料分布在保留力远低于分离柱的区域，因此液体带将富集在涂层分离柱的入口。

## 耗材

进样器所需的耗材包括隔垫、玻璃衬管和 O 型圈。

## 隔垫

最好使用优质隔垫，如 TRACE 1600/1610 配备的 BTO 隔垫。这种隔垫可抗变形，具有更长的使用寿命，并且即使在高温下流失可能性也很低。

SSL 进样器兼容替代标准隔垫的 **Merlin Microseal™ High Pressure Valve**（Merlin Microseal™ 高压阀）。

## 衬管

选择哪种衬管安装在进样器内取决于采用的进样模式。一个适当的衬管必须确保样品完全汽化，并能容纳汽化样品的全部体积，还不与之反应。

Thermo Scientific 色谱数据系统包括 **Vapor Volume Calculator**（蒸汽体积计算器），可以快速计算几个因素（溶剂、注入液体体积、温度和进样口压力）的膨胀体积，帮助确定衬管尺寸是否适合某种方法。

### 分流衬管

从表 5 中选择适当的衬管。

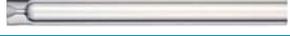
表 5. 分流衬管

编号	衬管	描述
1		去活衬管；4 mm 内径；玻璃毛；900 μL 理论容积。
2		去活空衬管；4 mm 内径。
3		Mini-Lam 去活空衬管；4 mm 内径。

### 不分流衬管

从表 6 中选择适当的衬管。

表 6. 不分流衬管

编号	衬管	描述
1		去活单锥型衬管；玻璃毛；900 μL 理论容积。
2		去活单锥型空衬管。

### HS/SPME 衬管

从表 7 中选择适当的衬管。

表 7. HS/SPME 衬管

编号	衬管	描述
1		去活空衬管；1.2 mm 内径。

## 0 型圈

如果出现泄漏，必须更换器体帽内（载气气路）O 型圈和器体帽外（吹扫气路）O 型圈。如需更换 O 型圈，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册*。

## SSL 参数

此菜单包括分流/不分流模块的操作参数。可编辑的参数随操作模式（分流、不分流、浪涌分流和浪涌不分流）和流量模式（恒定流量、恒定压力、斜坡流量、斜坡压力和恒定线速度）而异。

- 载气参数
- 进样模式
- 进样口参数
- 吹扫参数
- 浪涌参数
- 设置载气参数
- 设置分流模式的参数
- 设置浪涌分流模式的参数
- 设置不分流模式的参数
- 设置浪涌不分流模式的参数

以下章节列出并描述了控制前/后 SSL 进样器的参数。具体包括以下参数：

## 载气参数

设置载气控制参数。启用的参数随 **Flow Mode**（流量模式）设置而异。

**Pressure**（压力）：定义载气的实际值压力和设定值压力。可选择开/关；0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar)。当选定恒定流量模式或斜坡流量模式时，无法编辑载气压力。

**Column flow**（柱流量）：定义载气通过色谱柱的流量。可选择开/关；范围为 0.01–100 mL/min。选择 **On**（开），将显示实际值和设定值。选择 **Off**（关）或 **0**，将关闭所有进样口流量。当选定恒定压力模式、斜坡压力模式或恒定线速度模式时，无法编辑柱流量。

**Flow mode**（流量模式）：定义要使用的载气控制模式。每个模式都可启用/停用相应参数。

- **Constant Flow**（恒定流量）：在整个分析过程中，柱流量保持恒定。柱头压力将随柱温的变化而变化，从而保持流量恒定。
- **Constant 压力**（恒定流量）：在整个分析过程中，柱头压力保持恒定。在温度程序期间，载气粘度增加后，柱流量将减少。
- **Ramped Flow**（斜坡流量）：可在分析运行期间编程多达三个流量斜坡的柱流量。

包括以下参数：

- **Initial Flow**（初始流量）：可定义初始流量。
- **Initial Time**（初始时间）：可定义初始流量的保持时长。
- **Ramp 1**（斜坡 1）：可定义达到最终流量的斜坡率，单位为 mL/min<sup>2</sup>。选择 **On**（开），将启用斜坡，显示设定值。
- **Final Flow**（最终流量）：可定义载气在斜坡结束时将达到的最终流量。
- **Final Time**（最终时间）：可定义最终流量的保持时长。
- **Ramp 2-3**（斜坡 2-3）：要编程额外的斜坡，请选择 **On**（开），并输入斜坡率 (mL/min<sup>2</sup>)。将显示斜坡的“最终流量”和“最终时间”菜单项。这些菜单项的范围和功能与“斜坡 1”的“最终流量”和“最终时间”菜单项相同。
- **Ramped Pressure**（斜坡压力）：可在分析运行期间编程多达三个压力斜坡的进样口压力。

包括以下参数：

- **Initial Pressure**（初始压力）：可定义初始压力。
- **Initial Time**（初始时间）：可定义初始压力的保持时长。
- **Ramp 1**（斜坡 1）：可定义达到最终压力的斜坡率，单位为 kPa/min。选择 **On**（开），将启用斜坡，显示设定值。

- **Final Pressure**（最终压力）：可定义载气在斜坡结束时将达到的最终压力。
- **Final Time**（最终时间）：可定义最终压力的保持时长。
- **Ramp 2-3**（斜坡 2-3）：要编程额外的斜坡，请选择 **On**（开），并输入斜坡率 (kPa/min)。将显示斜坡的“最终压力”和“最终时间”菜单项。这些菜单项的范围和功能与“斜坡 1”的“最终压力”和“最终时间”菜单项相同。
- **Constant Linear Velocity**（恒定线速度）：恒定线速度是一种载气控制模式，载气流过色谱柱的线速度保持恒定。输入一个 0.100–1000.000 cm/s 范围内的值。

由于线速度取决于 GC 柱温箱的温度，在 GC 柱温箱温度程序运行期间，控制模式将调整色谱柱的柱头压，保持线速度恒定。

**Linear Velocity**（线速度）：载气流过色谱柱的计算线速度，单位为 cm/s。当选定 **Constant Linear Velocity**（恒定线速度）时，可编辑线速度。

**Void Time**（死时间）：非保留峰的洗脱时间，单位为 s。死时间不可编辑。

**Gas Saver Flow**（省气流量）：可减少载气消耗。

可选择开/关；范围为 1–500 mL/min。选择 **On**（开），将开启省气流量，显示设定值。选择 **Off**（关），将关闭省气流量。将保留流量设置，以备下次使用。

**Gas Saver Time**（省气时间）：可定义省气功能开始运行时的运行时间。通常是在进样后开始，可减少载气消耗。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。如果“省气流量”设置为“关”，将不会显示省气时间参数。

**Vacuum Comp.**（真空补偿）：仅在 TRACE 1600/1610 与质量检测器联用时使用此参数，用于补偿真空柱放空口。可选择开/关。

## 进样模式

选择适用于 SSL 进样器的进样模式。每个模式都可启用/停用相应参数。

**Split**（分流）：载气流在进样口分流，大部分从分流口流出。分流口一直保持打开状态。

**Surged Split**（浪涌分流）：与 **Split**（分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在进样阶段开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。

**Splitless**（不分流）：在进样过程中关闭分流口，使所有样品进入色谱柱。不分流时间通常为 1 min 左右。

**Surged Splitless**（浪涌不分流）：与 **Splitless**（不分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。

## 进样口参数

SSL 进样参数包括：

**Temperature**（温度）：可定义进样器的温度设定值。根据所选进样模式，设置足以汽化样品和溶剂的温度。输入进样口温度，范围为 0–400 °C。

**Split Flow**（分流流量）：可输入一个 1–1250 mL/min 范围内的值。**分流比**会自动调整。此外，分流比还取决于相关载气控制上输入的初始柱流量。如果流量发生变化，则需要调整“分流流量”值，维持分流比。但是，如果“分流流量”值超出了限值，则会生成警告。

**Split Ratio**（分流比）：当进样模式设置为 **Split**（分流）时启用。分流比还与“流量模式”有关，视设置为“恒定流量”或“斜坡流量”而定。指定分流流量与柱流量的比值。计算分流比：分流比 = 分流流速 / 柱流量。输入一个 1–12500 范围内的值。分流流量会自动调整。

**Splitless Time**（不分流时间）：当进样模式设置为 **Splitless**（不分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）时启用。指定分流阀保持关闭的时长（在不分流进样后）。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。计时器在运行开始时开始计时。不分流时间结束后，分流口重新打开。

## 吹扫参数

当进样模式设置为 **Splitless**（不分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）时，将启用吹扫参数。

**Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）：可控制进样器的隔垫吹扫。可选择开/关。选择 **On**（开），可用吹扫流量连续吹扫隔垫。

**注释** 吹扫流量必须在进样器模块的配置页面中设置，范围为 0.5–50 mL/min。

**Stop Purge For**（停止吹扫）：当“恒定隔垫吹扫”参数设置为“开”时启用。然后输入一个停止隔膜吹扫的时间，范围为 0.00–999.99 min。

## 浪涌参数

当进样模式设置为 **Surged Split**（浪涌分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）时，将启用浪涌参数。

**Surge Pressure**（浪涌压力）：可定义 **Surged Split**（浪涌分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）进样过程中施加的压力。压力使进样器中产生浪涌流，从而加速样品输送。输入一个 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar) 范围内的值。

**Surge Duration**（浪涌持续时间）：可定义 **Surged Split**（浪涌分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）进样过程中浪涌压力的保持时长。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。通常设置为与 **Surged Splitless**（浪涌不分流）进样过程中的 **Splitless time**（不分流时间）一致。

## 设置载气参数

设置前，请检查载气类型是否适合分析。

### ❖ 设置载气参数

1. 编程载气流量。
  - a. 选定 **Flow Mode**（流量模式）。
  - b. 选择具体模式，包括 **Constant flow**（恒定流量）、**Constant Pressure**（恒定压力）、**Constant Linear Velocity**（恒定线速度）、**Ramped Flow**（斜坡流量）、**Ramped Pressure**（斜坡压力）。
  - c. 输入初始的**流量、压力、恒定线速度**。
    - i. 如果选择 **Constant Flow**（恒定流量）模式，请输入所需 **Column Flow**（柱流量）值。计算并调整所需压力，保持流量恒定。
    - ii. 如果选择 **Constant Pressure**（恒定压力）模式，请输入所需 **Pressure**（压力）值。
    - iii. 如果选择 **Constant Linear Velocity**（恒定线速度）模式，请输入所需值。
  - d. 输入 **Ramped Flow/Ramped Pressure**（斜坡流量/斜坡压力）。

**注释** 当选择“斜坡流量”或“斜坡压力”模式时，载体菜单包含最多三个程序斜坡的参数。

- i. 选定 **Ramped Flow/Pressure**（斜坡流量/压力），在“初始流量/压力”字段输入所需值。按 Enter（输入）。
    - ii. 在“初始时间”字段输入所需值。输入后，程序的初始部分完成。
  - e. 编程 **Ramps**（斜坡）。
    - i. 在“斜坡 1”字段输入所需值。
    - ii. 在“最终流量 1/压力 1”字段输入斜坡 1 的最终值。
    - iii. 在“最终时间 1”字段输入斜坡 1 的最终值。输入后，第一个斜坡设置完成。
    - iv. 如果不需要第二个斜坡，请将“斜坡 2”设置为 **Off**（关）。如果需要第二个斜坡，请在“斜坡 2”字段输入所需值。
    - v. 在“最终流量 2/压力 2”字段输入斜坡 2 的最终值。
    - vi. 在“最终时间 2”字段输入斜坡 2 的最终值。输入后，第二个斜坡设置完成。
    - vii. 如果不需要第三个斜坡，请将“斜坡 3”设置为 **Off**（关）。如果需要第三个斜坡，请在“斜坡 3”字段输入所需值。
    - viii. 在“最终流量 3/压力 3”字段输入斜坡 3 的最终值。
    - ix. 在“最终时间 3”字段输入斜坡 3 的最终值。输入后，第三个斜坡设置完成。

2. 如果 TRACE 1600/1610 与质量检测器联用，请将 **Vacuum Compensation**（真空补偿）设置为 **On**（开），补偿真空柱放空口。

## 设置分流模式的参数

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Split**（分流）。
3. 设置进样器 **Temperature**（温度）。
4. 如果选择载气流量模式（斜坡/恒定），则需要指定 **Split Flow**（分流流量）或 **Split Ratio**（分流比）。
  - a. 如果需要特定 **Split Flow**（分流流量），请输入所需值。将计算出 **Split Ratio**（分流比）。
  - b. 如果需要特定 **Split Ratio**（分流比），请输入所需值。将计算出 **Split Flow**（分流流量）。
5. 如有需要，可开启 **Gas Saver**（省气），并设置进样时间后的 **Gas Saver Time**（省气时间）。

## 设置浪涌分流模式的参数

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置浪涌分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Surged Split**（浪涌分流）。
3. 设置进样器 **Temperature**（温度）。
4. 如果选择载气流量模式（斜坡/恒定），则需要指定 **Split Flow**（分流流量）或 **Split Ratio**（分流比）。
  - a. 如果需要特定 **Split Flow**（分流流量），请输入所需值。将计算出 **Split Ratio**（分流比）。
  - b. 如果需要特定 **Split Ratio**（分流比），请输入所需值。将计算出 **Split Flow**（分流流量）。
5. 设置 **Surge Pressure**（浪涌压力）和 **Surge Duration**（浪涌持续时间）的值。
6. 如有需要，可开启 **Gas Saver**（省气），并设置进样时间后的 **Gas Saver Time**（省气时间）。

## 设置不分流模式的参数

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置不分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Splitless**（不分流）。
3. 设置进样器 **Temperature**（温度）。
4. 输入 **Splitless Time**（不分流时间）。
5. 如有需要，可开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫），并在 **Stop Purge For**（停止吹扫）字段中输入重新开始吹扫前的停止时长 (min)。
6. 如有需要，可开启 **Gas Saver**（省气），并设置进样时间后的 **Gas Saver Time**（省气时间）。

## 设置浪涌不分流模式的参数

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置浪涌不分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Surged Splitless**（浪涌不分流）。
3. 设置进样器 **Temperature**（温度）。
4. 输入 **Splitless Time**（不分流时间）。
5. 如有需要，可开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫），并在 **Stop Purge For**（停止吹扫）字段中输入重新开始吹扫前的停止时长 (min)。
6. 设置 **Surge Pressure**（浪涌压力）和 **Surge Duration**（浪涌持续时间）的值。
7. 如有需要，可开启 **Gas Saver**（省气），并设置进样时间后的 **Gas Saver Time**（省气时间）。

## 分流/不分流反吹进样器 (SSLBKF) 模块

本章详细介绍了即时连接分流/不分流反吹进样器 (SSLBKF) 模块，包括进样器参数的编程说明。

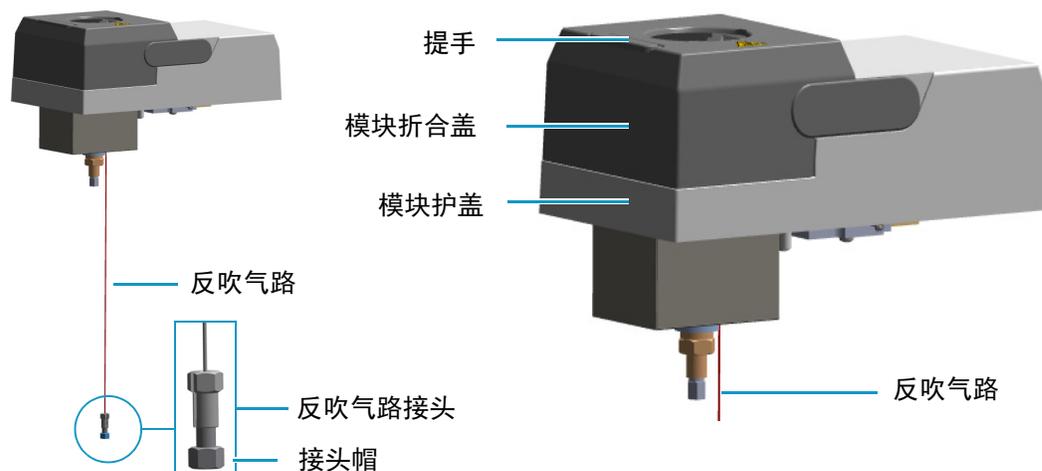
### 目录

- 模块概述
- 反吹模式
- 耗材
- SSLBKF 参数
- 连接 SSL 反吹系统

## 模块概述

分流/不分流反吹进样器模块包括进样器器体、加热器器体、分流和吹扫放空阀、过滤器、控制载气的数字气动器、反吹控件、反吹气路，以及连接分析柱的接头。

图 98. 分流/不分流反吹进样器模块



模块和进样器组件如图 99 和图 100 所示。

图 99. 分流/不分流反吹进样器模块组件

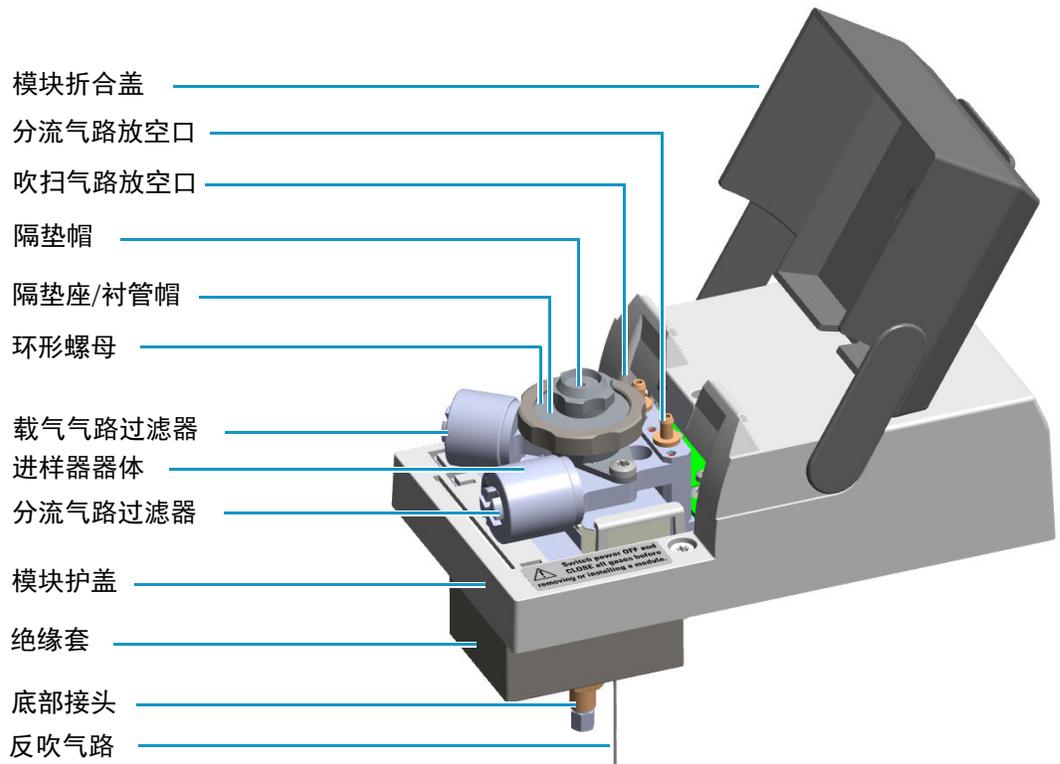
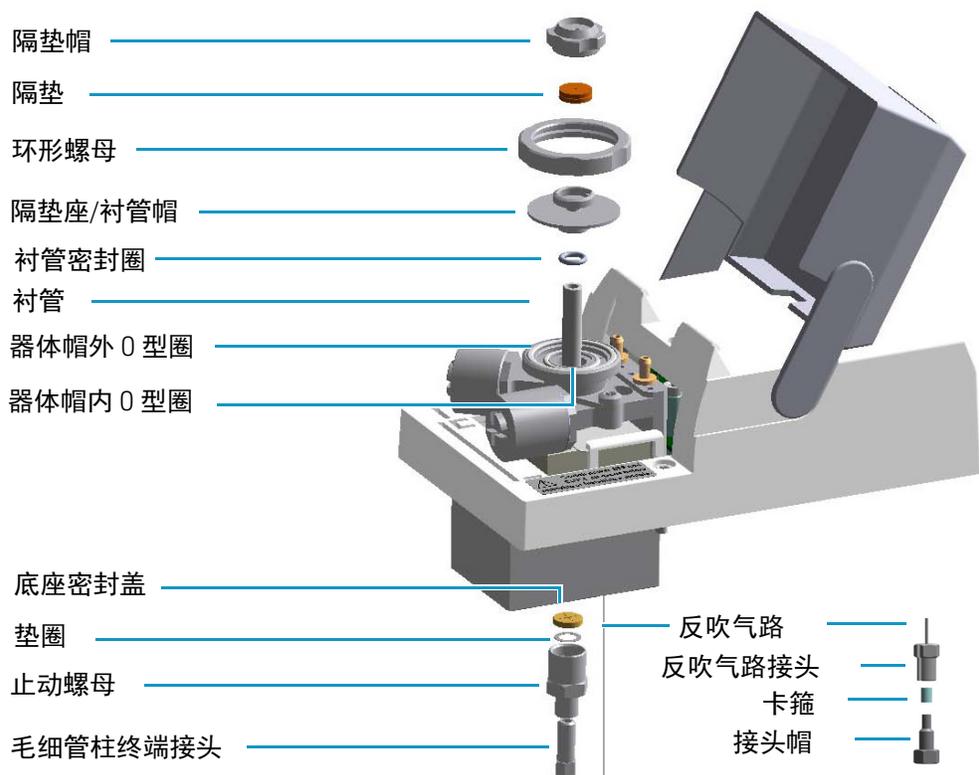


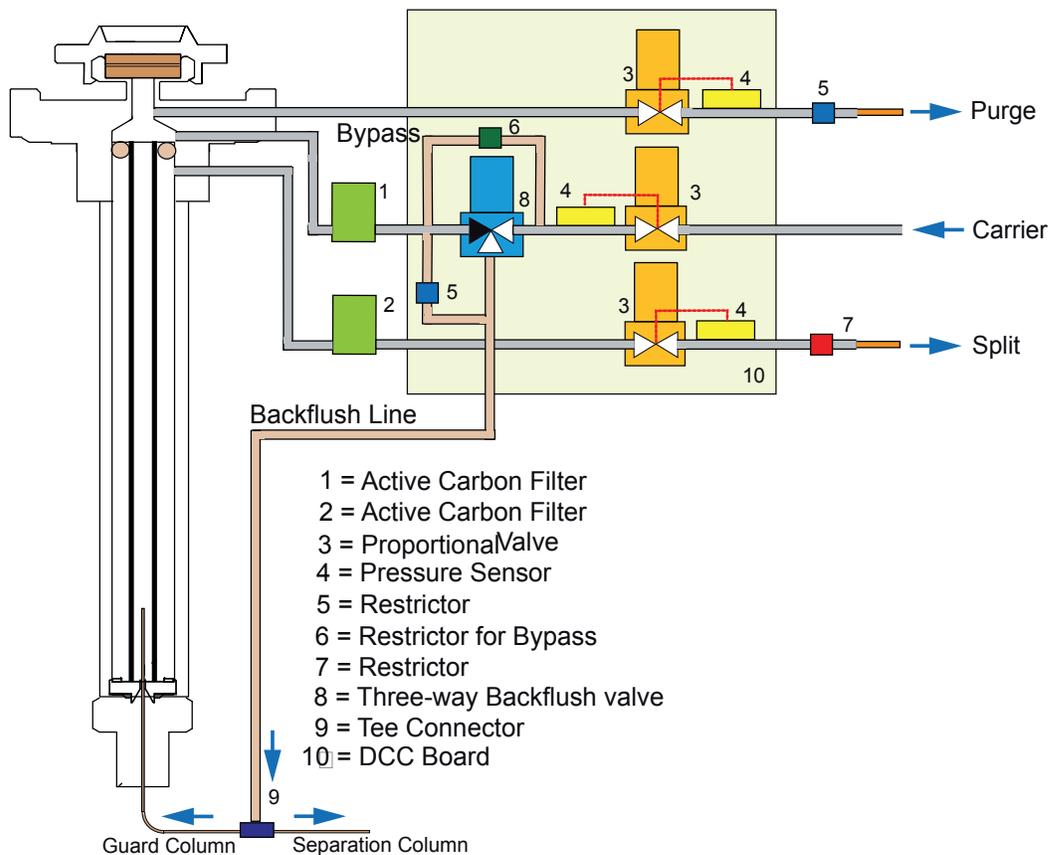
图 100. 分流/不分流反吹进样器组件



## 反吹模式

此操作模式可以消除溶剂（样品进入色谱柱前）和样品中与分析无关的重组分。

图 101. SSL 反吹模式框图



## 分流模式

在这种模式下，进样温度保持在适合化合物挥发的温度范围内，样品在热环境下注入衬管。

在分流进样期间，分流阀和吹扫阀在整个运行过程中保持打开状态。仅有部分样品被带向色谱柱。其余样品从分流气路放空。分流流量与色谱柱流量的比值（分流比）决定了进入色谱柱的样品量。

## 浪涌分流模式

在这种模式下，如果处于进样阶段，载气压力浪涌将在预设时间内（浪涌持续时间）激活。施加的压力（浪涌压力）将在进样器内产生流量浪涌，可加速样品从进样器到色谱柱的移动过程。

## 不分流模式

在这种模式下，进样温度保持在适合化合物挥发的温度范围内，样品在热环境下注入衬管。

全部样品都要进入色谱柱。在样品注入汽化室和进入色谱柱的过程中，分流气路始终关闭。样品进入色谱柱后，将重新打开分流气路，吹扫汽化室内任何剩余的样品蒸汽。将汽化样品从进样器带入色谱柱所需的时间称为 **splitless time**（不分流时间）。在不分流阶段结束时，将重新打开分流阀，分流流量将吹扫进样器内任何剩余的样品蒸汽。

## 浪涌不分流模式

在这种模式下，进样温度保持在适合化合物挥发的温度范围内，样品在热环境下注入衬管。

如果处于进样阶段，载气压力浪涌将在预设时间内激活。在不分流时间内施加的压力将使进样器内产生流量浪涌，可加速样品从进样器到色谱柱的移动过程。这样可以避免样品谱带展宽，降低进样器过载的风险。

在整个分析过程中，恒定隔垫吹扫流量持续吹扫隔垫，减少样品分析物的污染。

## 耗材

进样器所需的耗材包括隔垫、玻璃衬管和 O 型圈。

## 隔垫

最好使用优质隔垫，如 TRACE 1600/1610 配备的 BTO 隔垫。这种隔垫可抗变形，具有更长的使用寿命，并且即使在高温下流失可能性也很低。

SSL 进样器兼容替代标准隔垫的 **Merlin Microseal™ High Pressure Valve**（Merlin Microseal™ 高压阀）。

## 衬管

选择哪种衬管安装在进样器内取决于采用的进样模式。一个适当的衬管必须确保样品完全汽化，并能容纳汽化样品的全部体积，还不与之反应。

Thermo Scientific 色谱数据系统包括 **Vapor Volume Calculator**（蒸汽体积计算器），可以快速计算几个因素（溶剂、注入液体体积、温度和进样口压力）的膨胀体积，帮助确定衬管尺寸是否适合某种方法。

## 分流衬管

从表 8 中选择适当的衬管。

表 8. 分流衬管

编号	衬管	描述
1		去活衬管；4 mm 内径；玻璃毛；900 μL 理论容积。
2		去活空衬管；4 mm 内径。
3		Mini-Lam 去活空衬管；4 mm 内径。

## 不分流衬管

从表 9 中选择适当的衬管。

表 9. 不分流衬管

编号	衬管	描述
1		去活单锥型衬管；玻璃毛；900 μL 理论容积。
2		去活单锥型空衬管。

## HS/SPME 衬管

从表 10 中选择适当的衬管。

表 10. HS/SPME 衬管

编号	衬管	描述
1		去活空衬管；1.2 mm 内径。

## O 型圈

如果出现泄漏，必须更换器体帽内（载气气路）O 型圈和器体帽外（吹扫气路）O 型圈。如需更换 O 型圈，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册*。

## SSLBKF 参数

此菜单包括分流/不分流反吹模块的操作参数。可编辑的参数随操作模式（分流、不分流、浪涌分流和浪涌不分流）和流量模式（恒定流量、恒定压力、斜坡流量、斜坡压力和恒定线速度）而异。

- 载气参数
- 进样模式
- 进样口参数
- 吹扫参数
- 浪涌参数
- 设置载气参数
- 设置反吹的参数
- 设置分流模式的参数
- 设置浪涌分流模式的参数
- 设置不分流模式的参数
- 设置浪涌不分流模式的参数

以下章节列出并描述了控制前/后 SSLBKF 进样器的参数。具体包括以下参数：

### 载气参数

设置载气控制参数。启用的参数随 **Flow Mode**（流量模式）设置而异。

**Pressure**（压力）：定义载气的实际值压力和设定值压力。可选择开/关；0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar)。当选定恒定流量模式或斜坡流量模式时，无法编辑载气压力。

**Column flow**（柱流量）：定义载气通过色谱柱的流量。可选择开/关；范围为 0.01–100 mL/min。选择 **On**（开），将显示实际值和设定值。选择 **Off**（关）或 **0**，将关闭所有进样口流量。当选定恒定压力模式或斜坡压力模式时，无法编辑柱流量。

**Flow mode**（流量模式）：定义要使用的载气控制模式。每个模式都可启用/停用相应参数。

- **Constant Flow**（恒定流量）：在整个分析过程中，柱流量保持恒定。柱头压力将随柱温的变化而变化，从而保持流量恒定。
- **Constant 压力**（恒定流量）：在整个分析过程中，柱头压力保持恒定。在温度程序期间，载气粘度增加后，柱流量将减少。

- **Ramped Flow**（斜坡流量）：可在分析运行期间编程多达三个流量斜坡的柱流量。

包括以下参数：

- **Initial Flow**（初始流量）：可定义初始流量。
- **Initial Time**（初始时间）：可定义初始流量的保持时长。
- **Ramp 1**（斜坡 1）：可定义达到最终流量的斜坡率，单位为 mL/min<sup>2</sup>。选择 **On**（开），将启用斜坡，显示设定值。
- **Final Flow**（最终流量）：可定义载气在斜坡结束时将达到的最终流量。
- **Final Time**（最终时间）：可定义最终流量的保持时长。
- **Ramp 2-3**（斜坡 2-3）：要编程额外的斜坡，请选择 **On**（开），并输入斜坡率 (mL/min<sup>2</sup>)。将显示斜坡的“最终流量”和“最终时间”菜单项。这些菜单项的范围和功能与“斜坡 1”的“最终流量”和“最终时间”菜单项相同。

- **Ramped Pressure**（斜坡压力）：可在分析运行期间编程多达三个压力斜坡的进样口压力。

包括以下参数：

- **Initial Pressure**（初始压力）：可定义初始压力。
- **Initial Time**（初始时间）：可定义初始压力的保持时长。
- **Ramp 1**（斜坡 1）：可定义达到最终压力的斜坡率，单位为 kPa/min。选择 **On**（开），将启用斜坡，显示设定值。
- **Final Pressure**（最终压力）：可定义载气在斜坡结束时将达到的最终压力。
- **Final Time**（最终时间）：可定义最终压力的保持时长。
- **Ramp 2-3**（斜坡 2-3）：要编程额外的斜坡，请选择 **On**（开），并输入斜坡率 (kPa/min)。将显示斜坡的“最终压力”和“最终时间”菜单项。这些菜单项的范围和功能与“斜坡 1”的“最终压力”和“最终时间”菜单项相同。

- **Constant Linear Velocity**（恒定线速度）：恒定线速度是一种载气控制模式，载气流过色谱柱的线速度保持恒定。输入一个 0.100–1000.000 cm/s 范围内的值。

由于线速度取决于 GC 柱温箱的温度，在 GC 柱温箱温度程序运行期间，控制模式将调整色谱柱的柱头压，保持线速度恒定。

**Linear Velocity**（线速度）：载气流过色谱柱的计算线速度，单位为 cm/s。当选定 **Constant Linear Velocity**（恒定线速度）时，可编辑线速度。

**Void Time**（死时间）：非保留峰的洗脱时间，单位为 s。死时间不可编辑。

**Gas Saver**（省气）：可减少载气消耗。

可选择开/关；范围为 1–500 mL/min。选择 **On**（开），将开启省气流量，显示设定值。选择 **Off**（关），将关闭省气流量。将保留流量设置，以备下次使用。

**Gas Saver Time**（省气时间）：可定义省气功能开始运行时的运行时间。通常是在进样后开始，可减少载气消耗。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。如果“省气流量”设置为“关”，将不会显示省气时间参数。

**Vacuum Comp.**（真空补偿）：仅在 TRACE 1600/1610 与质量检测器联用时使用此参数，用于补偿真空柱放空口。可选择开/关。

## 进样模式

选择适用于 SSLBKF 进样器的进样模式。每个模式都可启用/停用相应参数。

**Split**（分流）：载气流在进样口分流，大部分从分流口流出。分流口一直保持打开状态。

**Surged Split**（浪涌分流）：与 **Split**（分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在进样阶段开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。

**Splitless**（不分流）：在进样过程中关闭分流口，使所有样品进入色谱柱。不分流时间通常为 1 min 左右。

**Surged Splitless**（浪涌不分流）：与 **Splitless**（不分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。

## 进样口参数

SSLBKF 进样参数包括：

**Temperature**（温度）：可定义进样器的温度设定值。根据所选进样模式，设置足以汽化样品和溶剂的温高。输入进样口温度，范围为 0–400 °C。

**Split Flow**（分流流量）：可输入一个 1–1250 mL/min 范围内的值。**分流比**会自动调整。此外，分流比还取决于相关载气控制上输入的初始柱流量。如果流量发生变化，则需要调整“分流流量”值，维持分流比。但是，如果“分流流量”值超出了限值，则会生成警告。

**Split Ratio**（分流比）：当进样模式设置为 **Split**（分流）时启用。分流比还与“流量模式”有关，视设置为“恒定流量”或“斜坡流量”而定。指定分流流量与柱流量的比值。计算分流比： $\text{分流比} = \text{分流流速} / \text{柱流量}$ 。输入一个 1–12500 范围内的值。分流流量会自动调整。

**Splitless Time**（不分流时间）：当进样模式设置为 **Splitless**（不分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）时启用。指定分流阀保持关闭的时长（在分流进样后）。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。计时器在运行开始时开始计时。不分流时间结束后，分流口重新打开。

## 吹扫参数

当进样模式设置为 **Splitless**（不分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）时，将启用吹扫参数。

**Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）：可控制进样器的隔垫吹扫。可选择开/关。选择 **On**（开），可用吹扫流量连续吹扫隔垫。

**注释** 吹扫流量必须在进样器模块的配置页面中设置，范围为 0.5–50 mL/min。

**Stop Purge For**（停止吹扫）：当“恒定隔垫吹扫”参数设置为 **On**（开）时启用。然后输入一个停止隔膜吹扫的时间，范围为 0.00–999.99 min。

## 浪涌参数

当进样模式设置为 **Surged Split**（浪涌分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）时，将启用浪涌参数。

**Surge Pressure**（浪涌压力）：可定义 **Surged Split**（浪涌分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）进样过程中施加的压力。压力使进样器中产生浪涌流，从而加速样品输送。输入一个 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar) 范围内的值。

**Surge Duration**（浪涌持续时间）：可定义 **Surged Split**（浪涌分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）进样过程中浪涌压力的保持时长。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。通常设置为与 **Surged Splitless**（浪涌不分流）进样过程中的 **Splitless time**（不分流时间）一致。

## 设置载气参数

设置前，请检查载气类型是否适合分析。

### ❖ 设置载气参数

1. 编程载气流量。
  - a. 选定 **Flow Mode**（流量模式）。
  - b. 选择具体模式，包括 **Constant flow**（恒定流量）、**Constant Pressure**（恒定压力）、**Constant Linear Velocity**（恒定线速度）、**Ramped Flow**（斜坡流量）、**Ramped Pressure**（斜坡压力）。
  - c. 输入初始的流量、压力、恒定线速度。
    - i. 如果选择 **Constant Flow**（恒定流量）模式，请输入所需 **Column Flow**（柱流量）值。计算并调整所需压力，保持流量恒定。
    - ii. 如果选择 **Constant Pressure**（恒定压力）模式，请输入所需 **Pressure**（压力）值。
    - iii. 如果选择 **Constant Linear Velocity**（恒定线速度）模式，请输入所需值。

- d. 输入 **Ramped Flow/Ramped Pressure** (斜坡流量/斜坡压力)。

**注释** 当选择“斜坡流量”或“斜坡压力”模式时，载体菜单包含最多三个程序斜坡的参数。

- i. 选定 **Progr Flow/Pressure** (程序流量/压力)，在“初始流量/压力”字段输入所需值。按 **Enter** (输入)。
  - ii. 在“初始时间”字段输入所需值。输入后，程序的初始部分完成。
- e. 编程 **Ramps** (斜坡)。
- i. 在“斜坡 1”字段输入所需值。
  - ii. 在“最终流量 1/压力 1”字段输入斜坡 1 的最终值。
  - iii. 在“最终时间 1”字段输入斜坡 1 的最终值。输入后，第一个斜坡设置完成。
  - iv. 如果不需要第二个斜坡，请将“斜坡 2”设置为 **Off** (关)。如果需要第二个斜坡，请在“斜坡 2”字段输入所需值。
  - v. 在“最终流量 2/压力 2”字段输入斜坡 2 的最终值。
  - vi. 在“最终时间 2”字段输入斜坡 2 的最终值。输入后，第二个斜坡设置完成。
  - vii. 如果不需要第三个斜坡，请将“斜坡 3”设置为 **Off** (关)。如果需要第三个斜坡，请在“斜坡 3”字段输入所需值。
  - viii. 在“最终流量 3/压力 3”字段输入斜坡 3 的最终值。
  - ix. 在“最终时间 3”字段输入斜坡 3 的最终值。输入后，第三个斜坡设置完成。
2. 如果 TRACE 1600/1610 与质量检测器联用，请将 **Vacuum Compensation** (真空补偿) 设置为 **On** (开)，补偿真空柱放空口。

## 设置反吹的参数

请按以下步骤设置反吹进样。在反吹模式下，样品中的重组分从分流气路吹出，不会进入分析柱。

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置反吹的参数

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Splitless** (不分流)。
3. 设置进样器 **Temperature** (温度)。
4. 输入所需 **Splitless Flow** (不分流流量) 值。
5. 输入 **Splitless Time** (不分流时间)。

6. 如有需要，可开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫），并在 **Stop Purge For**（停止吹扫）字段中输入重新开始吹扫前的停止时长 (min)。
7. 启用反吹。
8. 设置启用反吹阀的时间。
9. 设置反吹持续时间（特定时间或 GC 运行时间）。
10. 如果已选定特定时间，则需要指定反吹持续时间。

## 设置分流模式的参数

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Split**（分流）。
3. 设置进样器 **Temperature**（温度）。
4. 如果选择载气流量模式（斜坡/恒定），则需要指定 **Split Flow**（分流流量）或 **Split Ratio**（分流比）。
  - a. 如果需要特定 **Split Flow**（分流流量），请输入所需值。将计算出 **Split Ratio**（分流比）。
  - b. 如果需要特定 **Split Ratio**（分流比），请输入所需值。将计算出 **Split Flow**（分流流量）。
5. 如有需要，可开启 **Gas Saver**（省气），并设置进样时间后的 **Gas Saver Time**（省气时间）。

## 设置浪涌分流模式的参数

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Surged Split**（浪涌分流）。
3. 设置进样器 **Temperature**（温度）。
4. 如果选择载气流量模式（斜坡/恒定），则需要指定 **Split Flow**（分流流量）或 **Split Ratio**（分流比）。

- a. 如果需要特定 **Split Flow**（分流流量），请输入所需值。将计算出 **Split Ratio**（分流比）。
  - b. 如果需要特定 **Split Ratio**（分流比），请输入所需值。将计算出 **Split Flow**（分流流量）。
5. 设置 **Surge Pressure**（浪涌压力）和 **Surge Duration**（浪涌持续时间）的值。
  6. 如有需要，可开启 **Gas Saver**（省气），并设置进样时间后的 **Gas Saver Time**（省气时间）。

## 设置不分流模式的参数

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置不分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Splitless**（不分流）。
3. 设置进样器 **Temperature**（温度）。
4. 输入 **Splitless Time**（不分流时间）。
5. 如有需要，可开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫），并在 **Stop Purge For**（停止吹扫）字段中输入重新开始吹扫前的停止时长 (min)。
6. 如有需要，可开启 **Gas Saver**（省气），并设置进样时间后的 **Gas Saver Time**（省气时间）。

## 设置浪涌不分流模式的参数

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置浪涌不分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Surged Splitless**（浪涌不分流）。
3. 设置进样器 **Temperature**（温度）。
4. 输入 **Splitless Time**（不分流时间）。
5. 如有需要，可开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫），并在 **Stop Purge For**（停止吹扫）字段中输入重新开始吹扫前的停止时长 (min)。
6. 设置 **Surge Pressure**（浪涌压力）和 **Surge Duration**（浪涌持续时间）的值。
7. 如有需要，可开启 **Gas Saver**（省气），并设置进样时间后的 **Gas Saver Time**（省气时间）。

## 连接 SSL 反吹系统

关于将 SSL 反吹系统连接到 GC 柱温箱的更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册* 中的 **连接 SSL/PTV 反吹系统** 部分。



## 气体进样阀 (GSV) 模块

本章详细介绍了即时连接气体进样阀 (GSV) 模块，包括进样口参数的编程说明。

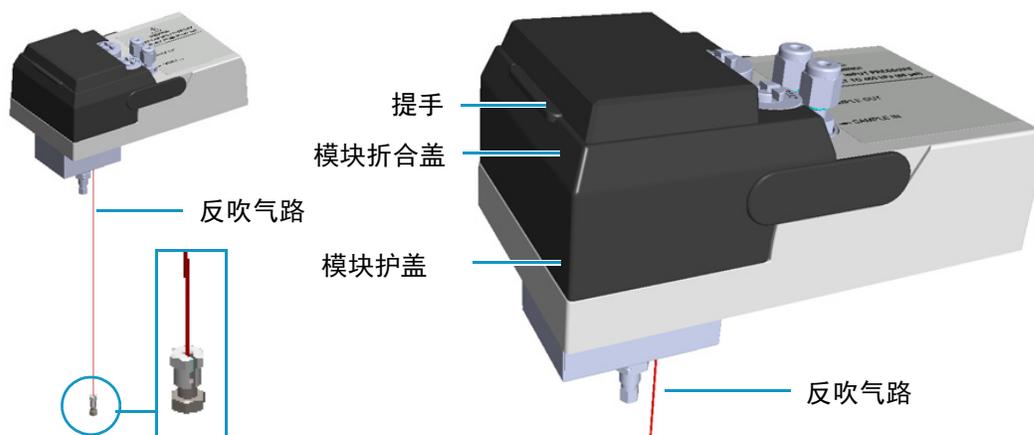
### 目录

- 模块概述
- GSV 进样
- 反吹模式
- 耗材
- GSV 参数
- 连接反吹系统

## 模块概述

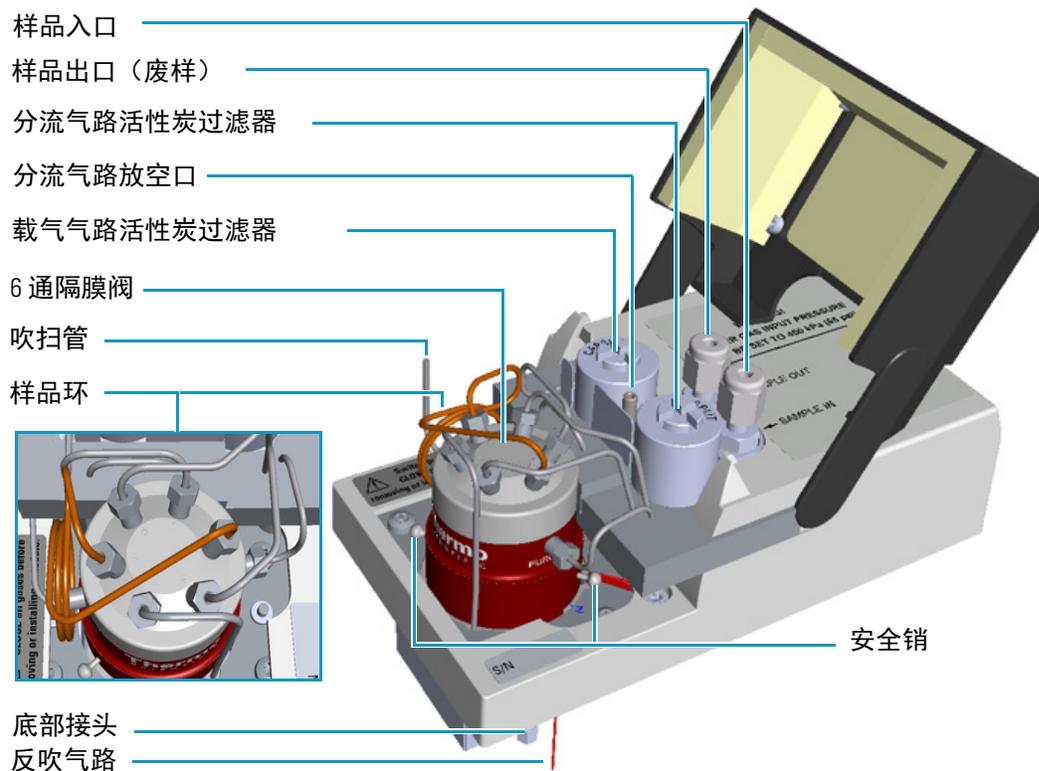
气体进样阀模块包括 6 通隔膜阀、加热器器体、控制载气的数字气动器、反吹气路，以及连接分析柱的接头。

图 102. 气体进样阀模块

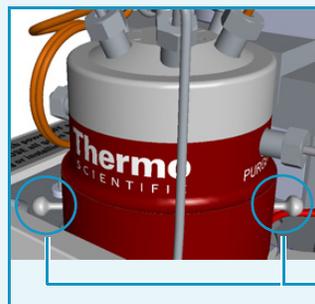


GSV 模块组件如图 103 所示。

图 103. 气体进样阀模块组件



**重要** 六通阀配有安全销。在使用六通阀之前，“必须”将安全销从阀体上取下。



调试驱动管并将压力调整到 450 kPa (65 psig) 后，驱动六通阀，取下安全销。增加一点压力，更易取下安全销。

注意，如果要更换安全销，确保取下安全销后适当地重调驱动操作压力。请将安全销存放在适当位置，因为可能会在维护六通阀时用到它们。如果六通阀长时间不使用，最好重新安装安全销。

关于安全销的更多信息，请参阅六通阀制造商

提供的说明书。



**警告** 切勿将载气输入压力设为 450 kPa (65 psig; 4.5 bar) 以上，否则六通阀可能会损坏。

**警告** 切勿使用氢气作为载气。GSV 模块不兼容氢气载气。既能用作载气，又能用于吹扫和驱动六通阀的气体只有惰性气体。

## GSV 进样

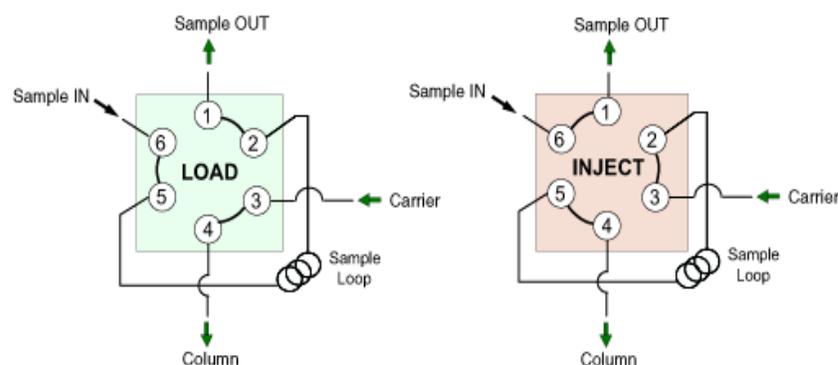
在使用气相色谱法定量测定混合气体时，进样量必须可重现。使用 GSV 时，可以精确进样（气体样品）量，将样品直接输送到毛细管柱中，整个操作过程简单快速。

样品环规格众多，可满足不同的进样量需求。样品环安装在气体进样阀的端口 2 和端口 5 之间。

可在用户界面将载样位置切换为进样位置（反之亦然）。载样位置是默认的切换位置。切换为载样位置时，六通阀打开；切换为进样位置时，六通阀关闭。

图 104 是气体进样阀的流程图。

图 104. 流程图



## 反吹模式

此操作模式可以消除样品中与分析无关的组分。

## 耗材

GSV 模块所需的耗材是样品环。以下样品环（已体积校准）可供选择：20  $\mu\text{L}$ 、50  $\mu\text{L}$ 、100  $\mu\text{L}$ 、250  $\mu\text{L}$ （标准）、500  $\mu\text{L}$  和 1000  $\mu\text{L}$ 。

## 填充柱接头

GSV 模块兼容填充柱接头 (P/N 19050762)。要安装填充柱，请将预装毛细管柱的螺母更换为填充柱接头。

## GSV 参数

此菜单包括气体进样阀模块的操作参数。可编辑的参数随操作模式（分流、不分流、浪涌分流和浪涌不分流）和流量模式（恒定流量、恒定压力、斜坡流量、斜坡压力和恒定线速度）而异。

还可以启用反吹。

- 载气参数
- 进样模式
- 进样口参数
- 浪涌参数
- 阀参数
- 设置载气参数
- 设置反吹的参数
- 设置分流模式的参数
- 设置浪涌分流模式的参数
- 设置不分流模式的参数
- 设置浪涌不分流模式的参数

以下章节列出并描述了控制前/后 GSV 进样器的参数。具体包括以下参数：

### 载气参数

设置载气控制参数。启用的参数随 **Flow Mode**（流量模式）设置而异。

**Pressure**（压力）：定义载气的实际值压力和设定值压力。可选择开/关；0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar)。当选定恒定流量模式或斜坡流量模式时，无法编辑载气压力。

**Column flow**（柱流量）：定义载气通过色谱柱的流量。可选择开/关；范围为 0.01–100 mL/min。选择 **On**（开），将显示实际值和设定值。选择 **Off**（关）或 **0**，将关闭所有进样口流量。当选定恒定压力模式或斜坡压力模式时，无法编辑柱流量。

**Flow mode**（流量模式）：定义要使用的载气控制模式。每个模式都可启用/停用相应参数。

- **Constant Flow**（恒定流量）：在整个分析过程中，柱流量保持恒定。柱头压力将随柱温的变化而变化，从而保持流量恒定。
- **Constant 压力**（恒定流量）：在整个分析过程中，柱头压力保持恒定。在温度程序期间，载气粘度增加后，柱流量将减少。
- **Ramped Flow**（斜坡流量）：可在分析运行期间编程多达三个流量斜坡的柱流量。

包括以下参数：

- **Initial Flow**（初始流量）：可定义初始流量。
  - **Initial Time**（初始时间）：可定义初始流量的保持时长。
  - **Ramp 1**（斜坡 1）：可定义达到最终流量的斜坡率，单位为 mL/min<sup>2</sup>。选择 **On**（开），将启用斜坡，显示设定值。
  - **Final Flow**（最终流量）：可定义载气在斜坡结束时将达到的最终流量。
  - **Final Time**（最终时间）：可定义最终流量的保持时长。
  - **Ramp 2-3**（斜坡 2-3）：要编程额外的斜坡，请选择 **On**（开），并输入斜坡率 (mL/min<sup>2</sup>)。将显示斜坡的“最终流量”和“最终时间”菜单项。这些菜单项的范围和功能与“斜坡 1”的“最终流量”和“最终时间”菜单项相同。
- **Ramped Pressure**（斜坡压力）：可在分析运行期间编程多达三个压力斜坡的进样口压力。

包括以下参数：

- **Initial Pressure**（初始压力）：可定义初始压力。
  - **Initial Time**（初始时间）：可定义初始压力的保持时长。
  - **Ramp 1**（斜坡 1）：可定义达到最终压力的斜坡率，单位为 kPa/min。选择 **On**（开），将启用斜坡，显示设定值。
  - **Final Pressure**（最终压力）：可定义载气在斜坡结束时将达到的最终压力。
  - **Final Time**（最终时间）：可定义最终压力的保持时长。
  - **Ramp 2-3**（斜坡 2-3）：要编程额外的斜坡，请选择 **On**（开），并输入斜坡率 (kPa/min)。将显示斜坡的“最终压力”和“最终时间”菜单项。这些菜单项的范围和功能与“斜坡 1”的“最终压力”和“最终时间”菜单项相同。
- **Constant Linear Velocity**（恒定线速度）：恒定线速度是一种载气控制模式，载气流过色谱柱的线速度保持恒定。输入一个 0.100–1000.000 cm/s 范围内的值。

由于线速度取决于 GC 柱温箱的温度，在 GC 柱温箱温度程序运行期间，控制模式将调整色谱柱的柱头压，保持线速度恒定。

**Linear Velocity**（线速度）：载气流过色谱柱的计算线速度，单位为 cm/s。当选定 **Constant Linear Velocity**（恒定线速度）时，可编辑线速度。

**Void Time**（死时间）：非保留峰的洗脱时间，单位为 s。死时间不可编辑。

**Gas Saver**（省气）：可减少载气消耗。

可选择开/关；范围为 1–500 mL/min。选择 **On**（开），将开启省气流量，显示设定值。选择 **Off**（关），将关闭省气流量。将保留流量设置，以备下次使用。

**Gas Saver Time**（省气时间）：可定义省气功能开始运行时的运行时间。通常是在进样后开始，可减少载气消耗。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。如果“省气流量”设置为“关”，将不会显示省气时间参数。

**Vacuum Comp.**（真空补偿）：仅在 TRACE 1600/1610 与质量检测器联用时使用此参数，用于补偿真空柱放空口。可选择开/关。

## 进样模式

选择适用于 GSV 进样口的进样模式。每个模式都可启用/停用相应参数。

**Split**（分流）：载气流在进样口分流，大部分从分流口流出。分流口一直保持打开状态。在分流模式下，将启用 **Valve**（阀）参数。

**Splitless**（不分流）：在进样过程中关闭分流口，使所有样品进入色谱柱。在不分流模式下，将禁用 **Valve**（阀）参数。此时，气体进样阀的“进样时间”（进样时长）与“不分流时间”一致。不分流时间通常为 1 min 左右。

**Surged Split**（浪涌分流）：与 **Split**（分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。在浪涌分流模式下，将启用 **Valve**（阀）参数。

**Surged Splitless**（浪涌不分流）：与 **Splitless**（不分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。在浪涌不分流模式下，将禁用 **Valve**（阀）参数。此时，气体进样阀的“进样时间”（进样时长）与“不分流时间”一致。

## 进样口参数

GSV 进样参数包括：

**Temperature**（温度）：可定义气体进样阀的温度设定值。输入一个 0–150 °C 范围内的值。

**Split Flow**（分流流量）：可输入一个 1–1250 mL/min 范围内的值。分流比会自动调整。此外，分流比还取决于相关载气控制上输入的初始柱流量。如果流量发生变化，则需要调整“分流流量”值，维持分流比。但是，如果“分流流量”值超出了限值，则会生成警告。

**Split Ratio**（分流比）：当进样模式设置为 **Split**（分流）时启用。分流比还与“流量模式”有关，视设置为“恒定流量”或“斜坡流量”而定。指定分流流量与柱流量的比值。计算分流比：分流比 = 分流流速 / 柱流量。输入一个 1–12500 范围内的值。分流流量会自动调整。

**Splitless Time**（不分流时间）：当进样模式设置为 **Splitless**（不分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）时启用。指定分流阀保持关闭的时长（在不分流进样后）。“不分流时间”与气体进样阀的 **injection duration**（进样持续时间）参数一致。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。计时器在运行开始时开始计时。不分流时间结束后，分流口重新打开。

## 浪涌参数

当进样模式设置为 **Surged Split**（浪涌分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）时，将启用浪涌参数。

**Surge Pressure**（浪涌压力）：可定义 **Surged Split**（浪涌分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）进样过程中施加的压力。压力使进样器中产生浪涌流，从而加速样品输送。输入一个 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar) 范围内的值。

**Surge Duration**（浪涌持续时间）：可定义 **Surged Split**（浪涌分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）进样过程中浪涌压力的保持时长。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。通常设置为与 **Surged Splitless**（浪涌不分流）进样过程中的 **Splitless time**（不分流时间）一致。

## 阀参数

当进样模式设置为 **Split**（分流）时，将启用“阀”参数。

**Injection start time**（进样开始时间）：定义进样必须开始的时间。

**Injection duration**（进样持续时间）：定义进样阀必须保持在进样位置的时间。

## 设置载气参数

设置前，请检查载气类型是否适合分析。

### ❖ 设置载气参数

1. 编程载气流量。
  - a. 选定 **Flow Mode**（流量模式）。
  - b. 选择具体模式，包括 **Constant flow**（恒定流量）、**Constant Pressure**（恒定压力）、**Constant Linear Velocity**（恒定线速度）、**Ramped Flow**（斜坡流量）、**Ramped Pressure**（斜坡压力）。
  - c. 输入初始的流量、压力、恒定线速度。

- i. 如果选择 **Constant Flow** (恒定流量) 模式, 请输入所需 **Column Flow** (柱流量) 值。计算并调整所需压力, 保持流量恒定。
  - ii. 如果选择 **Constant Pressure** (恒定压力) 模式, 请输入所需 **Pressure** (压力) 值。
  - iii. 如果选择 **Constant Linear Velocity** (恒定线速度) 模式, 请输入所需值。
- d. 输入 **Ramped Flow/Ramped Pressure** (斜坡流量/斜坡压力)。

**注释** 当选择“斜坡流量”或“斜坡压力”模式时, 载体菜单包含最多三个程序斜坡的参数。

- i. 选定 **Progr Flow/Pressure** (程序流量/压力), 在“初始流量/压力”字段输入所需值。按 Enter (输入)。
  - ii. 在“初始时间”字段输入所需值。输入后, 程序的初始部分完成。
- e. 编程 **Ramps** (斜坡)。
- i. 在“斜坡 1”字段输入所需值。
  - ii. 在“最终流量 1/压力 1”字段输入斜坡 1 的最终值。
  - iii. 在“最终时间 1”字段输入斜坡 1 的最终值。输入后, 第一个斜坡设置完成。
  - iv. 如果不需要第二个斜坡, 请将“斜坡 2”设置为 **Off** (关)。如果需要第二个斜坡, 请在“斜坡 2”字段输入所需值。
  - v. 在“最终流量 2/压力 2”字段输入斜坡 2 的最终值。
  - vi. 在“最终时间 2”字段输入斜坡 2 的最终值。输入后, 第二个斜坡设置完成。
  - vii. 如果不需要第三个斜坡, 请将“斜坡 3”设置为 **Off** (关)。如果需要第三个斜坡, 请在“斜坡 3”字段输入所需值。
  - viii. 在“最终流量 3/压力 3”字段输入斜坡 3 的最终值。
  - ix. 在“最终时间 3”字段输入斜坡 3 的最终值。输入后, 第三个斜坡设置完成。
2. 如果 TRACE 1600/1610 与质量检测器联用, 请将 **Vacuum Compensation** (真空补偿) 设置为 **On** (开), 补偿真空柱放空口。

## 设置反吹的参数

请按以下步骤设置反吹进样。在反吹模式下，样品中的重组分从分流气路吹出，不会进入分析柱。

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置反吹的参数

1. 编程载气流量。
2. 可在模式列表中选择 **Splitless**（不分流）或 **Split**（分流）。
3. 设置气体进样阀的 **Temperature**（温度）。
4. 输入所需 **Splitless Flow**（不分流流量）值。
5. 输入 **Splitless Time**（不分流时间）（如果是不分流模式；见第 2 点）。
6. 启用反吹。
7. 设置启用反吹阀的时间。
8. 设置反吹持续时间（特定时间或 GC 运行时间）。
9. 如果已选定特定时间，则需要指定反吹持续时间。

## 设置分流模式的参数

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Split**（分流）。
3. 设置气体进样阀的 **Temperature**（温度）。
4. 如果选择载气流量模式（斜坡/恒定），则需要指定 **Split Flow**（分流流量）或 **Split Ratio**（分流比）。
  - a. 如果需要特定 **Split Flow**（分流流量），请输入所需值。将计算出 **Split Ratio**（分流比）。
  - b. 如果需要特定 **Split Ratio**（分流比），请输入所需值。将计算出 **Split Flow**（分流流量）。
5. 设置气体进样阀的 **Injection start time**（进样开始时间）和 **Injection duration**（进样持续时间）。
6. 如有需要，可开启 **Gas Saver**（省气），并设置进样时间后的 **Gas Saver Time**（省气时间）。

## 设置浪涌分流模式的参数

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Surged Split**（浪涌分流）。
3. 设置进样器 **Temperature**（温度）。
4. 如果选择载气流量模式（斜坡/恒定），则需要指定 **Split Flow**（分流流量）或 **Split Ratio**（分流比）。
  - a. 如果需要特定 **Split Flow**（分流流量），请输入所需值。将计算出 **Split Ratio**（分流比）。
  - b. 如果需要特定 **Split Ratio**（分流比），请输入所需值。将计算出 **Split Flow**（分流流量）。
5. 设置 **Surge Pressure**（浪涌压力）和 **Surge Duration**（浪涌持续时间）的值。
6. 如有需要，可开启 **Gas Saver**（省气），并设置进样时间后的 **Gas Saver Time**（省气时间）。

## 设置不分流模式的参数

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置不分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Splitless**（不分流）。
3. 设置气体进样阀的 **Temperature**（温度）。
4. 输入 **Splitless Time**（不分流时间）。
5. 如有需要，可开启 **Gas Saver**（省气），并设置进样时间后的 **Gas Saver Time**（省气时间）。

## 设置浪涌不分流模式的参数

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置浪涌不分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Surged Splitless**（浪涌不分流）。
3. 设置气体进样阀的 **Temperature**（温度）。
4. 输入 **Splitless Time**（不分流时间）。
5. 设置 **Surge Pressure**（浪涌压力）和 **Surge Duration**（浪涌持续时间）的值。
6. 如有需要，可开启 **Gas Saver**（省气），并设置进样时间后的 **Gas Saver Time**（省气时间）。

## 连接反吹系统

关于将气体进样阀模块的反吹系统连接到 GC 柱温箱的更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册*中的**连接 GSV 反吹系统**部分。



## 即时连接省氦进样器模块 (HeS-S/SL)

本章详细介绍了即时连接省氦进样器模块 (HeS-S/SL)，包括进样口参数的编程说明。

### 目录

- 模块概述
- 工作原理
- 载气要求
- 操作
- 优化省氦
- 耗材
- 即时连接省氦进样器模块参数

## 模块概述

即时连接省氦进样器模块“双宽”模块是一种创新的分流/不分流 (S/SL) 进样口系统，能够极大地减少氦气（日益昂贵且难以获得）消耗。此外，还降低了持续排气和基质残留物沉积到柱头的有害影响。从而延长色谱柱的使用寿命，降低色谱柱的切割频率，并提高分析性能。

**图 105.** 即时连接省氦进样器模块



模块和进样器组件如图 106 和图 107 所示。

## 9 即时连接省氦进样器模块 (HeS-S/SL)

模块概述

图 106. 即时连接省氦进样器模块组件

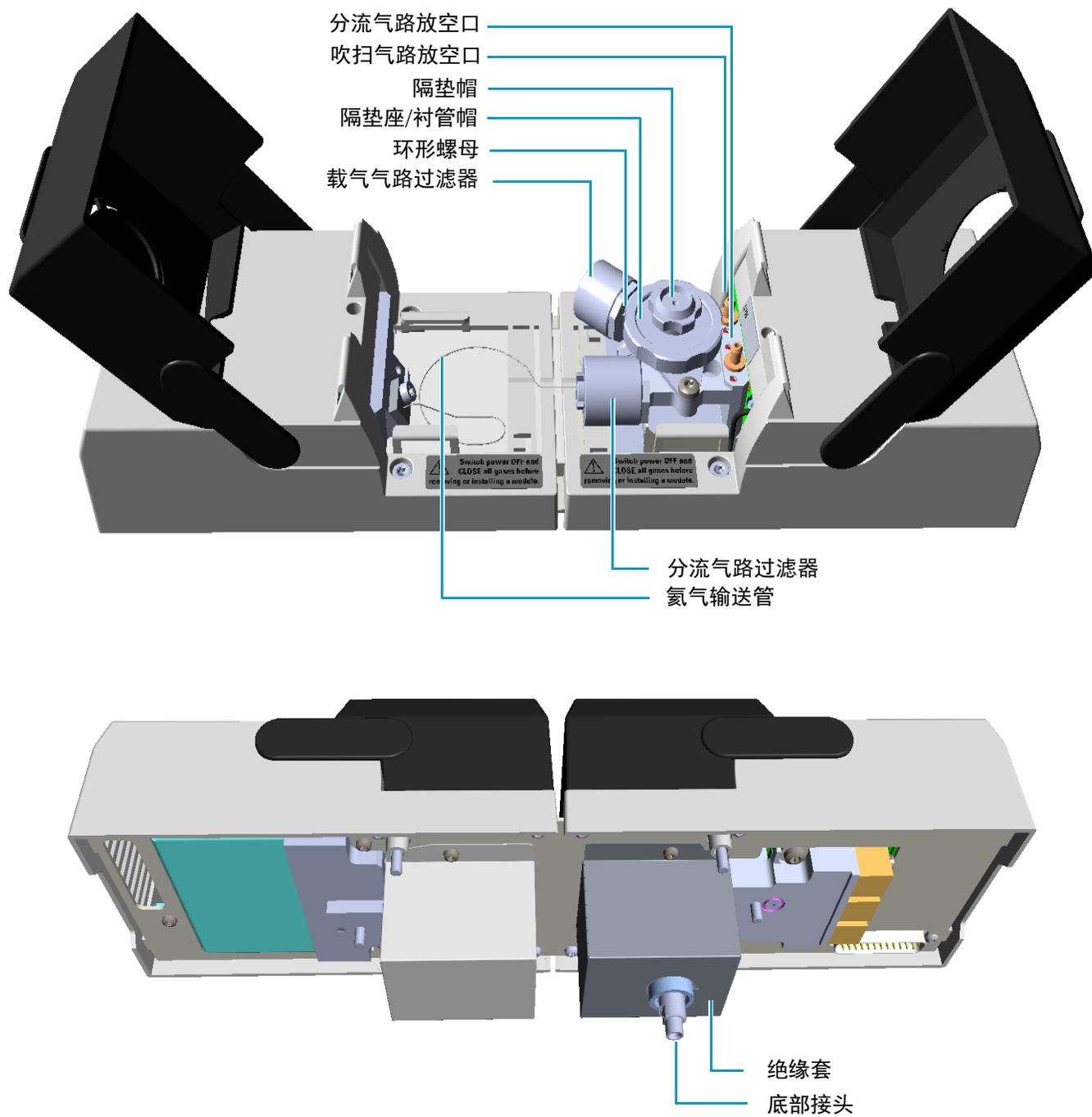
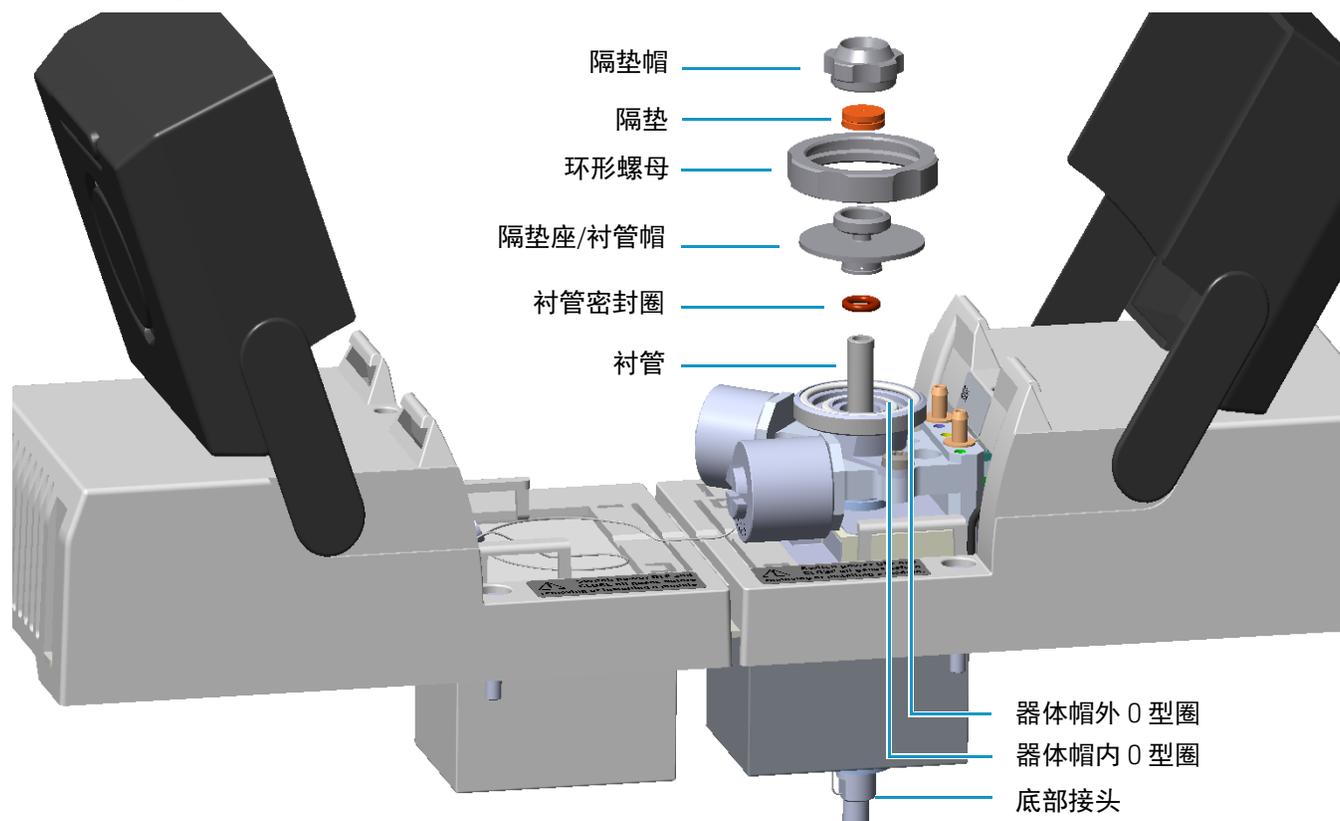


图 107. 即时连接省氦进样器模块：进样器组件



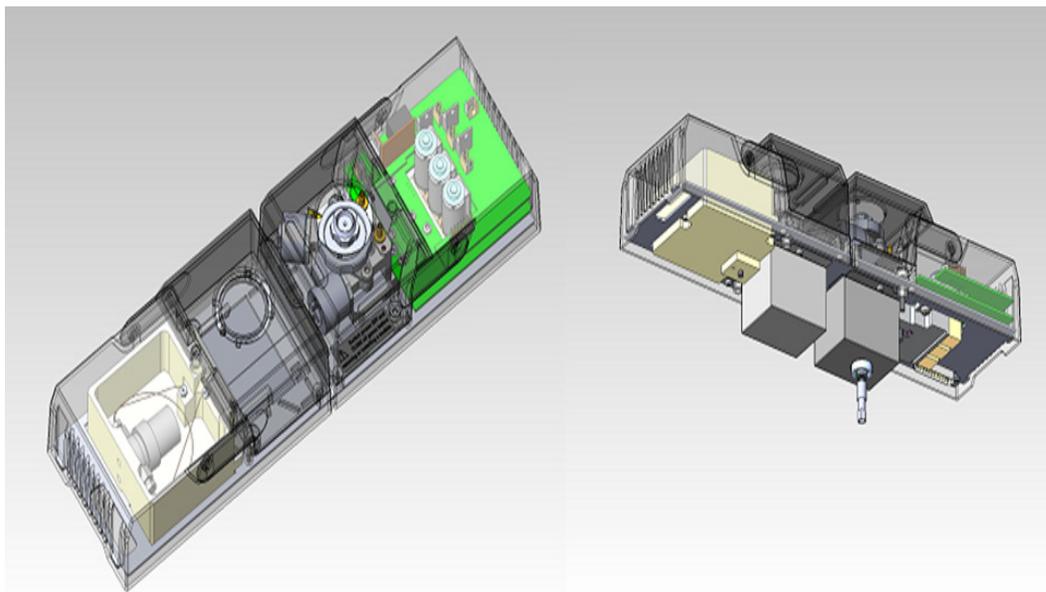
**阅读手册** 关于即时连接省氦进样器模块的更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册*和 *即时连接省氦进样器模块用户指南 (PN 31709737)*。

## 工作原理

在传统分流/不分流进样器中，用于分析分离的载气流量通常约为 1 mL/min，而分流流量加上隔垫吹扫流量可能高达 50 倍 (50 mL/min)。在最新省氦进样器模块中，将用于分析的气体和用于保持分流与吹扫流量的气体解耦，有效降低了氦气消耗。将用于保持分流与吹扫流量的氦气换成氮气，而载气（用于分析的气体）仍然用氦气。这不仅保留了氦质谱的所有优点(惰性、灵敏度和安全性)，还能节省氦气这种有限的自然资源。将实验室制氮机与省氦进样器模块联用，可以降低高压气瓶的更换频率，从几月更换一次变成几年更换一次。

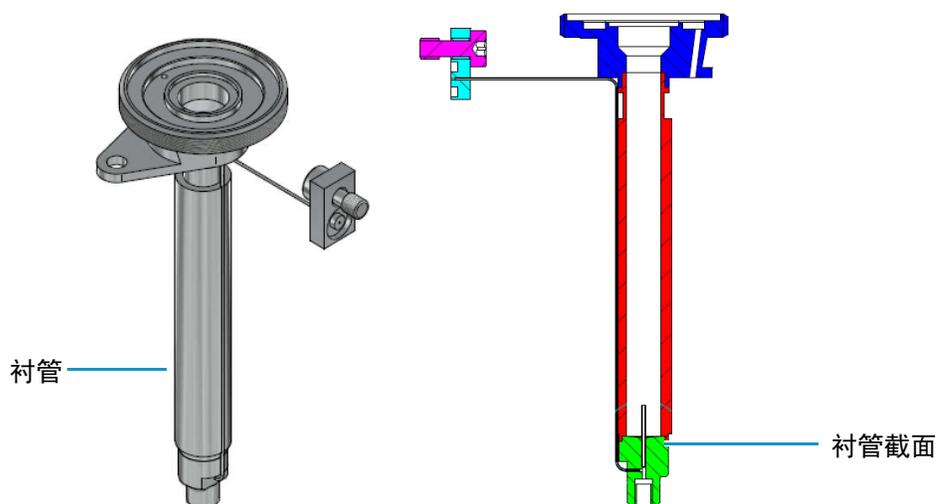
第 176 页上的图 108 显示了默认操作模式下的进样器模块。

图 108. 即时连接省氦进样器模块



氦气以与传统 SSL 相同的方式进入进样口顶部附近，进样口压力增大。氦气流沿着玻璃衬管内径向下流动，然后绕到外径，从进样器顶部附近的分流失空口流出。进样器器体一侧设有一根小口径的不锈钢管，可预热少量氦气流。少量氦气流通常指 4 mL/min 或 0.1 mL/min，具体选择哪一个流量级要看进样口壳体左侧阀箱（使用固定的毛细管限流器和设定的头压）中的阀设置。氦气流流入进样器器体后，由于衬管底部的反扩散结构，氦气流在靠近分析柱顶端的连接处被送入加热的进样器器体底部。衬管细节如图 109 所示。

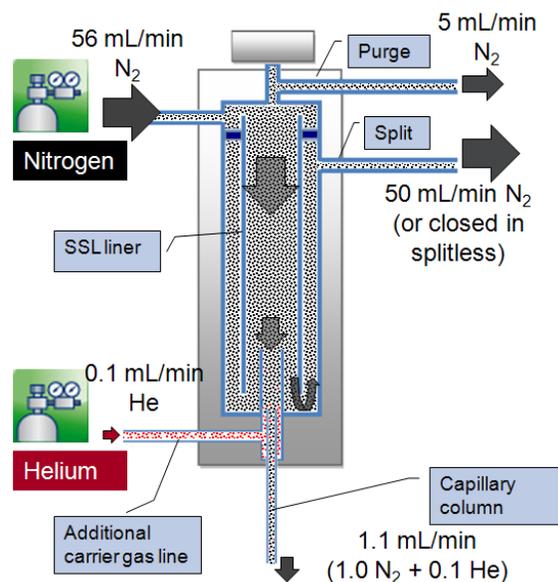
图 109. 即时连接省氦进样器模块衬管



氮气进入进样口后，进样口压力增大。当氮气输送量设置为 4 mL/min（默认状态），色谱柱消耗的氦气量为 1 mL/min（如果那是所需流量）时，多余的 3 mL/min 将上流，在进样器内促成大量氮气吹扫。3 mL/min 的上流氦气流足以防止氮气大量反扩散到载气流。

在默认状态下，残留在进样口衬管中的基质残留物将无法进入分析柱。在进样过程中（如图 110 所示），氮气流切换为 0.1 mL/min，作为残留吹扫，确保气体输送管不留进样溶剂，免受污染。

图 110. 即时连接省氦进样器模块进样模式



在进样期间，当处于不分流模式时，氮气会在不分流时间内将注入的分析物吹扫到柱上，当处于分流模式时，氮气会在几秒钟内（省氦延迟时间）将注入的分析物吹扫到柱上。反扩散短 (12 mm) 结构可为分析物提供非常低的流量限制和非常短的停留时间，从而获得相同的保留时间和峰形。分析物在反扩散结构中的停留时间很短，专利惰性涂层也对脆性分析物或表面活性分析物没有活性。

## 载气要求

氮气纯度应为 99.999%，气体调节阀输出压力应达到 150 psig (1030 kPa; 10.3 bar)。

氮气供应应连接到专为纯化载气而设计的高容量氧气阱。反应性环境温度阱，如 Restek™ #20601 适用。

当输入气体纯度为 99.999% 时，高容量氧气阱能够将超过 5 个 200 ft<sup>3</sup> (37 m<sup>3</sup>) 的气瓶纯化到 15 ppb。

氦气纯度应为 99.999%，气体调节阀输出压力应达到 150 psig (1030 kPa; 10.3 bar)。

与氧气、氮气和水蒸气相比，氦气纯度至关重要。在低氦流量下，传统化学阱只会增加污染，而不会消除污染，特别是对于氮气和氩气。

强烈建议使用专为纯化氮气而设计的加热钨基吸气阱。传统化学阱很难去除氮，而加热钨基吸气阱能有效地去除氮。Thermo Scientific 部件号 1R120577-0001 包含处理氮气和氮气供应所需的所有材料。

氮气应使用纯化套件中提供的不锈钢管输送，管连接直接从吸气阱通向 GC 尾吹气接头。吸气阱应紧邻 GC。

标准配备套件包含 1 m 长的 1/16-in 不锈钢管，如有需要，可与客户提供的吸气阱一起使用。只要加热吸气阱紧邻使用小口径管的 GC，则可以接受远程气瓶放置。为降低 GC/MS 空气/水谱图中的水蒸气丰度，应尽量减小内表面积。

## 操作

### ❖ 操作即时连接省氮进样器模块

1. 先接通 GC 电源，再设置与标准 SSL 进样器相同的载气流量、分流流量和隔垫吹扫流量，从而确定流过进样口的氮气流量。
2. 确保进样口已配置为“启用省气”。当调节阀处的氮气压力为 110 psig (760 kPa; 7.6 bar) 时，可确定流过进样口反扩散结构的氮气流量约为 4 mL/min。

**注释** 表 11 是设置适当氮气调节阀压力的指南。

**表 11.** 确定色谱柱类型的适当氮气调节阀压力（单元表 1 of 2）

柱长	柱内径	所需流量 <sup>1</sup>	所需氮气调节阀压力 psig (kPa; bar) <sup>2</sup>
5 m/10 m	0.10 mm	0.4 mL/min	110 psig (760 kPa; 7.6 bar)
		0.5 mL/min	120 psig (830 kPa; 8.3 bar)
		0.6 mL/min	130 psig (900 kPa; 9 bar)
10 m/20 m	0.18 mm	0.8 mL/min	100 psig (690 kPa; 6.9 bar)
		1.0 mL/min	110 psig (760 kPa; 7.6 bar)
		1.2 mL/min	120 psig (830 kPa; 8.3 bar)
		1.5 mL/min	130 psig (900 kPa; 9 bar)
15 m	0.25 mm	2.0 mL/min	140 psig (970 kPa; 9.7 bar)
		1.0 mL/min	100 psig (690 kPa; 6.9 bar)
		1.2 mL/min	110 psig (760 kPa; 7.6 bar)
		1.7 mL/min	120 psig (830 kPa; 8.3 bar)
30 m	0.25 mm	2.2 mL/min	130 psig (900 kPa; 9 bar)
		2.7 mL/min	140 psig (970 kPa; 9.7 bar)
		1.0 mL/min	100 psig (690 kPa; 6.9 bar)
		1.2 mL/min	110 psig (760 kPa; 7.6 bar)
		1.7 mL/min	120 psig (830 kPa; 8.3 bar)

表 11. 确定色谱柱类型的适当氦气调节阀压力 (单元表 2 of 2)

柱长	柱内径	所需流量 <sup>1</sup>	所需氦气调节阀压力 psig (kPa; bar) <sup>2</sup>
		2.2 mL/min	130 psig (900 kPa; 9 bar)
		2.7 mL/min	140 psig (970 kPa; 9.7 bar)
		3.2 mL/min	150 psig (1030 kPa; 10.3 bar)
60 m	0.25 mm	1.0 mL/min	120 psig (830 kPa; 8.3 bar)
		1.2 mL/min	130 psig (900 kPa; 9 bar)
		1.7 mL/min	140 psig (970 kPa; 9.7 bar)
		2.2 mL/min	150 psig (1030 kPa; 10.3 bar)
100 m	0.25 mm	1.0 mL/min	130 psig (900 kPa; 9 bar)
		1.2 mL/min	140 psig (970 kPa; 9.7 bar)
		1.7 mL/min	150 psig (1030 kPa; 10.3 bar)
30 m	0.32 mm	1.5 mL/min	100 psig (690 kPa; 6.9 bar)
		2.0 mL/min	110 psig (760 kPa; 7.6 bar)
		2.5 mL/min	120 psig (830 kPa; 8.3 bar)
		3.0 mL/min	130 psig (900 kPa; 9 bar)
		3.5 mL/min	140 psig (970 kPa; 9.7 bar)
60 m	0.32 mm	1.5 mL/min	110 psig (760 kPa; 7.6 bar)
		2.0 mL/min	120 psig (830 kPa; 8.3 bar)
		2.5 mL/min	130 psig (900 kPa; 9 bar)
		3.0 mL/min	140 psig (970 kPa; 9.7 bar)
		3.5 mL/min	150 psig (1030 kPa; 10.3 bar)
100 m	0.32 mm	1.5 mL/min	130 psig (900 kPa; 9 bar)
		2.0 mL/min	140 psig (970 kPa; 9.7 bar)
		2.5 mL/min	150 psig (1030 kPa; 10.3 bar)

<sup>1</sup> 对于没有具体列出的流量，舍入流量为较小流量，并选取较小流量对应的氦气调节阀压力。例如，如果所用色谱柱的柱长为 15 m，柱内径为 0.25 mm，所需流量为 1.5 mL/min。表中无对应流量，则应舍入流量为 1.2 mL/min，选取对应的氦气调节阀压力，即 110 psig (760 kPa; 7.6 bar)。

<sup>2</sup> 所需氦气调节阀压力为避免氦气反扩散到氦载气所需的最小压力。更高的压力将导致氦气消耗略高（于最低消耗），但不会影响分析性能。

3. 将 GC 色谱柱的终端连接到质谱仪，并抽空系统。此时不要启用热区。
4. 几分钟后，如果系统相对无泄漏（系统具有良好的离子规压力），则检查空气/水谱图。气路中可能会有一些残留的氮气和水蒸气，可能需要一夜时间才能消散。
5. 如果空气/水谱图指示无泄漏，则将离子源、传输线和进样器加热到各自的操作温度。

6. 按照标准程序调谐质谱仪。自动调谐应显示正常，并报告泄漏检测合格。
7. 在设置柱流量、压力、温度和其他功能方面，即时连接省氦进样器模块与标准 SSL 操作相同。最好将进样口配置中的“启用省气”字段设为 **Yes**（是）。这将确保在不分流进样中，氮气仅在不分流时间内输送到 GC 色谱柱中。
8. 还需要将柱温箱配置中的“**Ready Delay**”（准备延迟时间）设为 1 min。这将使 GC 色谱柱在进样前完全充满氮气，并使残留吹扫稳定在一个较低值。

## 分流模式进样

如果进样模式是分流进样，则部分样品将进入色谱柱，其余样品将按照分流比从分流口流出。分流时使用氮气，但在进样后需要改用氦气。如果在进样时改用氦气，样品将大量流失。因为样品被回流的氦气阻挡，无法进入色谱柱。样品（尤其是重分子量组分）进入色谱柱需要几秒时间。

这几秒时间就是指进样口配置菜单中的 **Helium delay**（省氦延迟时间）。即使是重组分，设置为 0.10 min 也足够样品进入色谱柱。

## 延长储氦瓶的使用寿命

不使用 GC 时，让进样口处于待机状态，可以将储氦瓶的使用（连续使用）寿命从 3 年延长到 10 年以上。将 **Enable conservation**（启用省氦）字段配置为 **No**（否）即可实现进样口待机。之后氦气输送阀将处于残留吹扫模式，使氦气能够持续进入色谱柱。建议在完全熟悉进样口和相关操作后，再尝试这种操作模式。

注意，当 GC 处于待机状态时，水蒸气将积聚在气路中。因此，操作应该在将 **Enable conservation**（启用省氦）字段重新配置为 **Yes**（是）后几小时才开始。

当 **Enable conservation**（启用省氦）设置为 **No**（否）时，请勿尝试调谐 MS。大多数情况下，最好将 **Enable conservation**（启用省氦）设置为 **Yes**（是）。这样不仅不用再等待水蒸气消散，还延长了储氦瓶的使用寿命。

## 优化省氦

如第 175 页上的“工作原理”所述，输送到衬管底部反扩散结构的氦气流有两种不同的流量可选。除进样期间的流量降低到约 0.1 mL/min 外，其他所有时间的默认流量约为 4 mL/min。由于流量由模块中的毛细管限流器上游设置压力来输送，因此实际流量取决于进样口压力和输入氦气压力。

色谱柱的柱长为 30 m，柱内径为 0.25 mm，所需柱流量为 1.2 mL/min 时，则氦气压力应设置约为 110 psig (760 kPa; 7.6 bar)。这将确保即使在最高柱温和最大进样口压力下，氮气也不会进入色谱柱。其实，实际氦气流量对进样口的操作并不重要，因为进样口压力由氦气流量决定。

过量氦气只会上流到进样口，促成大量吹扫流量。由于要利用进样口节省氦气，所以可以采用以下方式尽量减少氦气消耗。

1. 确保在进样口配置页面中启用“省氦”，并确保剩余氦气在一到两分钟内流出色谱柱。起始氦气压力为 100 psig (690 kPa; 6.9 bar)。对于配备离子规的系统和只有对流规的系统，氮气比氦气的响应更高。离子/对流规可用于评估氮气/氦气是否流出色谱柱，还可用作方法开发的参考。
2. 使用气相色谱法时，在初始柱温箱温度下，确保空气/水谱图中各丰度适当。空气/水谱图中氮气 ( $m/z$  28) 丰度不应高于水蒸气 ( $m/z$  18) 丰度的两倍。如果高于，则停止扫描空气/水谱图，并将调节阀压力增大到 110 psig (760 kPa; 7.6 bar)。等待一分钟，让系统稳定下来，再次检查空气/水谱图。重复上述步骤，直到空气/水谱图中的氮气丰度降到适当高度。自动调谐将指示无泄漏情况。当空气/水谱图中的氮气丰度异常高时，请勿让仪器持续扫描空气/水谱图。因为这可能会使电子倍增器的使用寿命缩短。
3. 得到适用的空气/水谱图（如步骤 2 所述）后，停止扫描空气/水谱图，并将柱温箱温度升高到方法中使用的最终温度。等待一分钟，让系统稳定下来，然后再次检查空气/水谱图。确保氮气丰度与步骤 2 中的相当。
4. 如果氮气丰度高于水蒸气 ( $m/z$  18) 丰度和氧气 ( $m/z$  32) 丰度，则停止扫描，将调节阀处的氦气压力增加到比当前设置高 10 psig (69 kPa; 0.69 bar)，然后等待一分钟，让系统稳定下来。
5. 检查空气/水谱图，确保氮气丰度降到适当高度。如有必要，以 10 psig (69 kPa; 0.69 bar) 的增量增加调节阀压力，直到氮气丰度降到适当高度。
6. 将 GC 柱温箱冷却到初始柱温箱温度。将调节阀压力设置为步骤 5 所述的压力。这将确保无论恒定流量模式状态下的进样口压力如何变化（随柱温箱温度的升高而升高），氮气在 GC 运行的所有阶段都只是一种微污染物。

## 空气/水谱图的注意事项

“自动调谐”中的泄漏检测诊断程序可评估存在的氧气量，质谱仪应经过泄漏检测。通常，在泄漏检测合格的情况下，水蒸气 ( $m/z$  18) 丰度应低于氧气 ( $m/z$  32) 丰度的十倍。存在的水蒸气量取决于系统的运行时长，以及氦气流是否在夜间/周末处于待机状态。氮气 ( $m/z$  28) 丰度应高于所示氧气丰度的两倍，但不应高于水蒸气丰度。

## 耗材

进样器所需的耗材包括隔垫、玻璃衬管和 O 型圈。

## 隔垫

最好使用优质隔垫，如 TRACE 1600/1610 配备的 BTO 隔垫。这种隔垫可抗变形，具有更长的使用寿命，并且即使在高温下流失可能性也很低。

SSL 进样器兼容替代标准隔垫的 **Merlin Microseal™ High Pressure Valve** (Merlin Microseal™ 高压阀)。

## 衬管

选择哪种衬管安装在进样器内取决于采用的进样模式。一个适当的衬管必须确保样品完全汽化，并能容纳汽化样品的全部体积，还不与之反应。

Thermo Scientific 色谱数据系统包括 **Vapor Volume Calculator** (蒸汽体积计算器)，可以快速计算几个因素 (溶剂、注入液体体积、温度和进样口压力) 的膨胀体积，帮助确定衬管尺寸是否适合某种方法。

### 分流衬管

从表 12 中选择适当的衬管。

表 12. 分流衬管

编号	衬管	描述
1		去活衬管；4 mm 内径；玻璃毛；900 $\mu$ L 理论容积。
2		去活空衬管；4 mm 内径。
3		Mini-Lam 去活空衬管；4 mm 内径。

### 不分流衬管

从表 13 中选择适当的衬管。

表 13. 不分流衬管

编号	衬管	描述
1		去活单锥型衬管；玻璃毛；900 $\mu$ L 理论容积。
2		去活单锥型空衬管。

**注释** 建议使用玻璃毛衬管，可获得更好的进样性能和再现性。

## O 型圈

如果出现泄漏，必须更换器体帽内 (载气气路) O 型圈和器体帽外 (吹扫气路) O 型圈。如需更换 O 型圈，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册*。

## 即时连接省氦进样器模块参数

此菜单包括即时连接省氦进样器模块的操作参数。可编辑的参数随操作模式（分流、不分流、浪涌分流和浪涌不分流）和流量模式（恒定流量、恒定压力、斜坡流量、斜坡压力和恒定线速度）而异。

- 载气参数
- 进样模式
- 进样口参数
- 吹扫参数
- 浪涌参数
- 设置载气参数
- 设置分流模式的参数
- 设置浪涌分流模式的参数
- 设置不分流模式的参数
- 设置浪涌不分流模式的参数

以下章节列出并描述了控制前/后 SSL 进样器的参数。具体包括以下参数：

### 载气参数

设置载气控制参数。启用的参数随 **Flow Mode**（流量模式）设置而异。

**Pressure**（压力）：定义载气的实际值压力和设定值压力。可选择开/关；0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar)。当选定恒定流量模式或斜坡流量模式时，无法编辑载气压力。

**Column flow**（柱流量）：定义载气通过色谱柱的流量。可选择开/关；范围为 0.01–100 mL/min。选择 **On**（开），将显示实际值和设定值。选择 **Off**（关）或 **0**，将关闭所有进样口流量。当选定恒定压力模式或斜坡压力模式时，无法编辑柱流量。

**Flow mode**（流量模式）：定义要使用的载气控制模式。每个模式都可启用/停用相应参数。

- **Constant Flow**（恒定流量）：在整个分析过程中，柱流量保持恒定。柱头压力将随柱温的变化而变化，从而保持流量恒定。
- **Constant 压力**（恒定流量）：在整个分析过程中，柱头压力保持恒定。在温度程序期间，载气粘度增加后，柱流量将减少。
- **Ramped Flow**（斜坡流量）：可在分析运行期间编程多达三个流量斜坡的柱流量。

包括以下参数：

- **Initial Flow**（初始流量）：可定义初始流量。
- **Initial Time**（初始时间）：可定义初始流量的保持时长。
- **Ramp 1**（斜坡 1）：可定义达到最终流量的斜坡率，单位为 mL/min<sup>2</sup>。选择 **On**（开），将启用斜坡，显示设定值。
- **Final Flow**（最终流量）：可定义载气在斜坡结束时将达到的最终流量。
- **Final Time**（最终时间）：可定义最终流量的保持时长。
- **Ramp 2-3**（斜坡 2-3）：要编程额外的斜坡，请选择 **On**（开），并输入斜坡率 (mL/min<sup>2</sup>)。将显示斜坡的“最终流量”和“最终时间”菜单项。这些菜单项的范围和功能与“斜坡 1”的“最终流量”和“最终时间”菜单项相同。
- **Ramped Pressure**（斜坡压力）：可在分析运行期间编程多达三个压力斜坡的进样口压力。

包括以下参数：

- **Initial Pressure**（初始压力）：可定义初始压力。
- **Initial Time**（初始时间）：可定义初始压力的保持时长。
- **Ramp 1**（斜坡 1）：可定义达到最终压力的斜坡率，单位为 kPa/min。选择 **On**（开），将启用斜坡，显示设定值。
- **Final Pressure**（最终压力）：可定义载气在斜坡结束时将达到的最终压力。
- **Final Time**（最终时间）：可定义最终压力的保持时长。
- **Ramp 2-3**（斜坡 2-3）：要编程额外的斜坡，请选择 **On**（开），并输入斜坡率 (kPa/min)。将显示斜坡的“最终压力”和“最终时间”菜单项。这些菜单项的范围和功能与“斜坡 1”的“最终压力”和“最终时间”菜单项相同。
- **Constant Linear Velocity**（恒定线速度）：恒定线速度是一种载气控制模式，载气流过色谱柱的线速度保持恒定。输入一个 0.100–1000.000 cm/s 范围内的值。

由于线速度取决于 GC 柱温箱的温度，在 GC 柱温箱温度程序运行期间，控制模式将调整色谱柱的柱头压，保持线速度恒定。

**Linear Velocity**（线速度）：载气流过色谱柱的计算线速度，单位为 cm/s。当选定 **Constant Linear Velocity**（恒定线速度）时，可编辑线速度。

**Void Time**（死时间）：非保留峰的洗脱时间，单位为 s。死时间不可编辑。

**Gas Saver**（省气）：可减少加压氮气消耗。

可选择开/关；范围为 1–500 mL/min。选择 **On**（开），将开启省气流量，显示设定值。选择 **Off**（关），将关闭省气流量。将保留流量设置，以备下次使用。

**Gas Saver Time**（省气时间）：可定义省气功能开始运行时的运行时间。通常是在进样后开始，可减少载气消耗。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。如果“省气流量”设置为“关”，将不会显示省气时间参数。

**Vacuum Comp.**（真空补偿）：仅在 TRACE 1600/1610 GC 与质谱检测器联用时使用此参数，用于补偿真空柱放空口。可选择开/关。

## 进样模式

选择适用于 SSL 进样器的进样模式。每个模式都可启用/停用相应参数。

**Split**（分流）：载气流在进样口分流，大部分从分流口流出。分流口一直保持打开状态。

**Surged Split**（浪涌分流）：与 **Split**（分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在进样阶段开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。

**Splitless**（不分流）：在进样过程中关闭分流口，使所有样品进入色谱柱。不分流时间通常为 1 min 左右。

**Surged Splitless**（浪涌不分流）：与 **Splitless**（不分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。

## 进样口参数

SSL 进样参数包括：

**Temperature**（温度）：可定义进样器的温度设定值。根据所选进样模式，设置足以汽化样品和溶剂的温高。输入进样口温度，范围为 0–400 °C。

**Split Flow**（分流流量）：可输入一个 1–1250 mL/min 范围内的值。分流比会自动调整。此外，分流比还取决于相关载气控制上输入的初始柱流量。如果流量发生变化，则需要调整“分流流量”值，维持分流比。但是，如果“分流流量”值超出了限值，则会生成警告。

**Split Ratio**（分流比）：当进样模式设置为 **Split**（分流）时启用。分流比还与“流量模式”有关，视设置为“恒定流量”或“斜坡流量”而定。指定分流流量与柱流量的比值。计算分流比：分流比 = 分流流速 / 柱流量。输入一个 1–12500 范围内的值。分流流量会自动调整。

**Splitless Time**（不分流时间）：当进样模式设置为 **Splitless**（不分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）时启用。指定分流阀保持关闭的时长（在分流进样后）。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。计时器在运行开始时开始计时。不分流时间结束后，分流口重新打开。

## 吹扫参数

当进样模式设置为 **Splitless**（不分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）时，将启用吹扫参数。

**Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）：可控制进样器的隔垫吹扫。可选择 **On/Off**（开/关）。选择 **On**（开），可用吹扫流量连续吹扫隔垫。

**注释** 吹扫流量必须在进样器模块的配置页面中设置，范围为 0.5–50 mL/min。

**Stop Purge For**（停止吹扫）：当“恒定隔垫吹扫”参数设置为 **On**（开）时启用。然后输入一个停止隔膜吹扫的时间，范围为 0.00–999.99 min。

## 浪涌参数

当进样模式设置为 **Surged Split**（浪涌分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）时，将启用浪涌参数。

**Surge Pressure**（浪涌压力）：可定义 **Surged Split**（浪涌分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）进样过程中施加的压力。压力使进样器中产生浪涌流，从而加速样品输送。输入一个 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar) 范围内的值。

**Surge Duration**（浪涌持续时间）：可定义 **Surged Split**（浪涌分流）或 **Surged Splitless**（浪涌不分流）进样过程中浪涌压力的保持时长。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。通常设置为与 **Surged Splitless**（浪涌不分流）进样过程中的 **Splitless time**（不分流时间）一致。

## 设置载气参数

设置前，请检查载气类型是否适合分析。

### ❖ 设置载气参数

1. 编程载气流量。
  - a. 选定 **Flow Mode**（流量模式）。
  - b. 选择具体模式，包括 **Constant flow**（恒定流量）、**Constant Pressure**（恒定压力）、**Constant Linear Velocity**（恒定线速度）、**Ramped Flow**（斜坡流量）、**Ramped Pressure**（斜坡压力）。
  - c. 输入初始的流量、压力、恒定线速度。
    - i. 如果选择 **Constant Flow**（恒定流量）模式，请输入所需 **Column Flow**（柱流量）值。计算并调整所需压力，保持流量恒定。
    - ii. 如果选择 **Constant Pressure**（恒定压力）模式，请输入所需 **Pressure**（压力）值。
    - iii. 如果选择 **Constant Linear Velocity**（恒定线速度）模式，请输入所需值。

- d. 输入 **Ramped Flow/Ramped Pressure** (斜坡流量/斜坡压力)。

**注释** 当选择“斜坡流量”或“斜坡压力”模式时，载体菜单包含最多三个程序斜坡的参数。

- i. 选定 **Progr Flow/Pressure** (程序流量/压力)，在“初始流量/压力”字段输入所需值。按 Enter (输入)。
  - ii. 在“初始时间”字段输入所需值。输入后，程序的初始部分完成。
- e. 编程 **Ramps** (斜坡)。
- i. 在“斜坡 1”字段输入所需值。
  - ii. 在“最终流量 1/压力 1”字段输入斜坡 1 的最终值。
  - iii. 在“最终时间 1”字段输入斜坡 1 的最终值。输入后，第一个斜坡设置完成。
  - iv. 如果不需要第二个斜坡，请将“斜坡 2”设置为 **Off** (关)。如果需要第二个斜坡，请在“斜坡 2”字段输入所需值。
  - v. 在“最终流量 2/压力 2”字段输入斜坡 2 的最终值。
  - vi. 在“最终时间 2”字段输入斜坡 2 的最终值。输入后，第二个斜坡设置完成。
  - vii. 如果不需要第三个斜坡，请将“斜坡 3”设置为 **Off** (关)。如果需要第三个斜坡，请在“斜坡 3”字段输入所需值。
  - viii. 在“最终流量 3/压力 3”字段输入斜坡 3 的最终值。
  - ix. 在“最终时间 3”字段输入斜坡 3 的最终值。输入后，第三个斜坡设置完成。
2. 如果 TRACE 1600/1610 GC 与质谱检测器联用，请将 **Vacuum Compensation** (真空补偿) 设置为 **On** (开)，补偿真空柱放空口。

## 设置分流模式的参数

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Split** (分流)。
3. 设置进样器 **Temperature** (温度)。
4. 如果选择载气流量模式 (斜坡/恒定)，则需要指定 **Split Flow** (分流流量) 或 **Split Ratio** (分流比)。

- a. 如果需要特定 **Split Flow** (分流流量), 请输入所需值。将计算出 **Split Ratio** (分流比)。
  - b. 如果需要特定 **Split Ratio** (分流比), 请输入所需值。将计算出 **Split Flow** (分流流量)。
5. 如有需要, 可开启 **Gas Saver** (省气), 并设置进样时间后的 **Gas Saver Time** (省气时间)。

## 设置浪涌分流模式的参数

设置前, 请确认进样器内的衬管安装正确, 系统无泄漏。

### ❖ 设置分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Surged Split** (浪涌分流)。
3. 设置进样器 **Temperature** (温度)。
4. 如果选择载气流量模式 (斜坡/恒定), 则需要指定 **Split Flow** (分流流量) 或 **Split Ratio** (分流比)。
  - a. 如果需要特定 **Split Flow** (分流流量), 请输入所需值。将计算出 **Split Ratio** (分流比)。
  - b. 如果需要特定 **Split Ratio** (分流比), 请输入所需值。将计算出 **Split Flow** (分流流量)。
5. 设置 **Surge Pressure** (浪涌压力) 和 **Surge Duration** (浪涌持续时间) 的值。
6. 如有需要, 可开启 **Gas Saver** (省气), 并设置进样时间后的 **Gas Saver Time** (省气时间)。

## 设置不分流模式的参数

设置前, 请确认进样器内的衬管安装正确, 系统无泄漏。

### ❖ 设置不分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Splitless** (不分流)。
3. 设置进样器 **Temperature** (温度)。
4. 输入 **Splitless Time** (不分流时间)。
5. 如有需要, 可开启 **Constant Septum Purge** (恒定隔垫吹扫), 并在 **Stop Purge For** (停止吹扫) 字段中输入重新开始吹扫前的停止时长 (min)。
6. 如有需要, 可开启 **Gas Saver** (省气), 并设置进样时间后的 **Gas Saver Time** (省气时间)。

## 设置浪涌不分流模式的参数

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置浪涌不分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Surged Splitless**（浪涌不分流）。
3. 设置进样器 **Temperature**（温度）。
4. 输入 **Splitless Time**（不分流时间）。
5. 如有需要，可开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫），并在 **Stop Purge For**（停止吹扫）字段中输入重新开始吹扫前的停止时长 (min)。
6. 设置 **Surge Pressure**（浪涌压力）和 **Surge Duration**（浪涌持续时间）的值。
7. 如有需要，可开启 **Gas Saver**（省气），并设置进样时间后的 **Gas Saver Time**（省气时间）。



## 程序升温汽化 (PTV) 进样器模块

本章详细介绍了即时连接程序升温汽化进样器模块，包括进样器参数的编程说明。

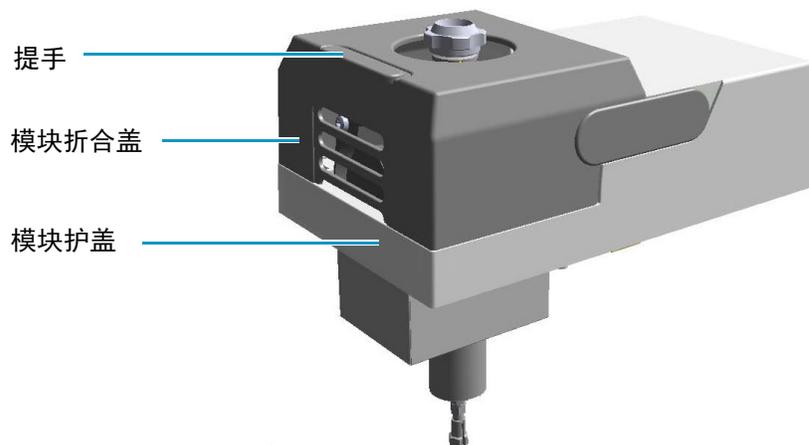
### 目录

- 模块概述
- 进样技术
- 耗材
- PTV 参数

### 模块概述

程序升温汽化 (PTV) 进样器模块包括进样器器体、加热器器体、冷却扇、分流和吹扫放空阀、过滤器、控制载气的数字气动器，以及连接分析柱的接头。

图 111. 程序升温汽化进样器模块



模块和进样器组件如图 112 和图 113 所示。

图 112. 程序升温汽化进样器模块组件

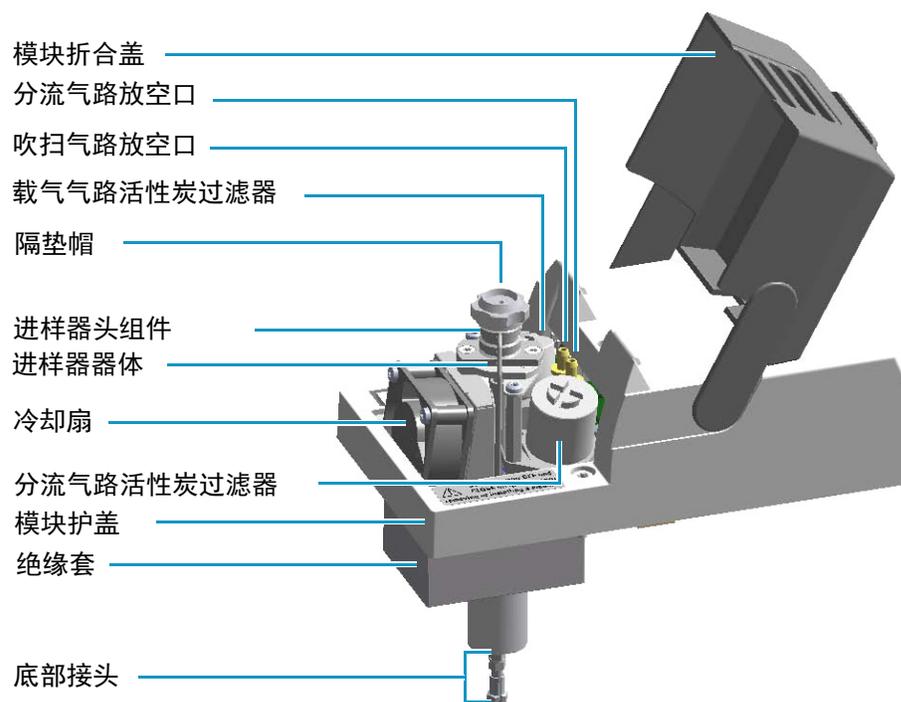
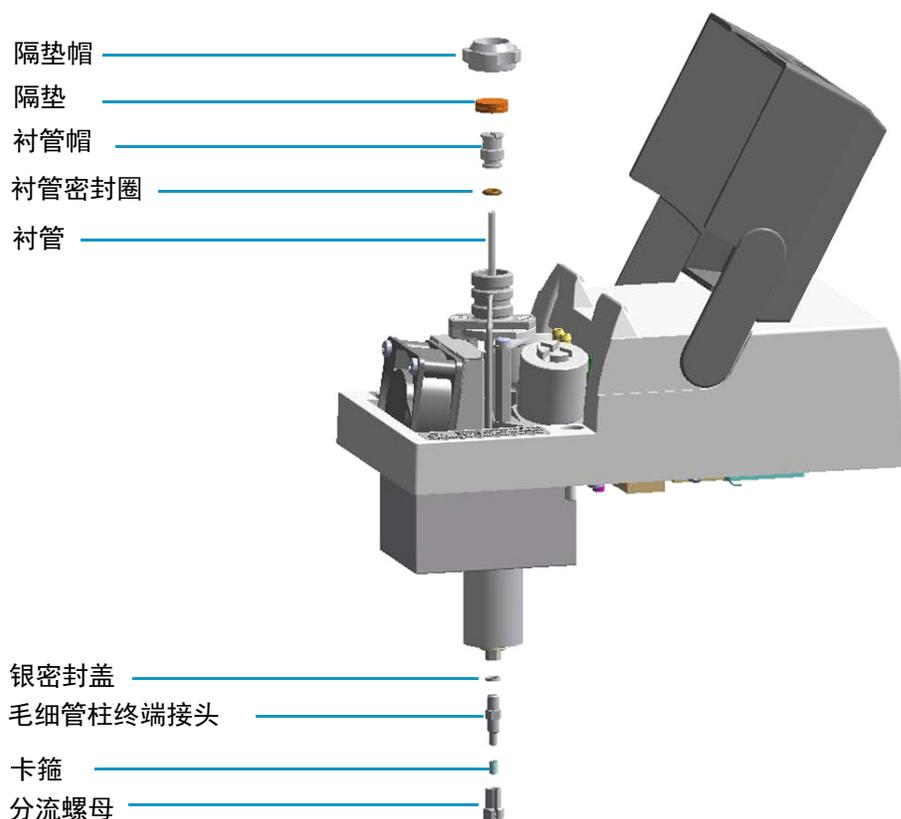


图 113. 程序升温汽化进样器组件



PTV 进样器可在恒定温度或程序化温度下工作，范围为环境温度至 450 °C。使用程序升温模式时，可以使用多达三个温度斜坡和平台。进样温度由模块内的冷却扇恢复。

要在低于环境温度下操作，可使用液氮或二氧化碳作为冷却剂。使用液氮时，温度可降到 -100 °C；使用二氧化碳时，温度可降到 -50 °C。冷却剂流量主要由深冷系统控制，必要时可安装深冷系统。

PTV 液氮深冷系统和 PTV 二氧化碳深冷系统，请分别参阅图 114 和图 115。

图 114. PTV 液氮深冷系统



图 115. PTV 二氧化碳深冷系统



## 进样技术

程序化温度 (PTV) 操作模式包括：PTV 分流、PTV 不分流和 PTV 大体积；恒定温度 (CT) 操作模式包括：CT 分流、CT 不分流、CT 浪涌分流和 CT 浪涌不分流；其他操作模式：使用 PTV 进样器作为柱上进样器。还可以从进样器参数列表中配置和选择操作模式。

### PTV 分流模式

在这种模式下，初始温度保持在低于溶剂沸点的温度范围内，样品在冷环境下注入衬管。将样品加热到程序汽化温度，然后输送到毛细管柱中。最终温度应适用于汽化高沸点组分。

在分流进样期间，分流阀始终打开。仅有部分样品被带向色谱柱。其余样品从分流气路放空。分流流量与色谱柱流量的分流比决定了进入色谱柱的样品量。

图 116. PTV 分流模式框图

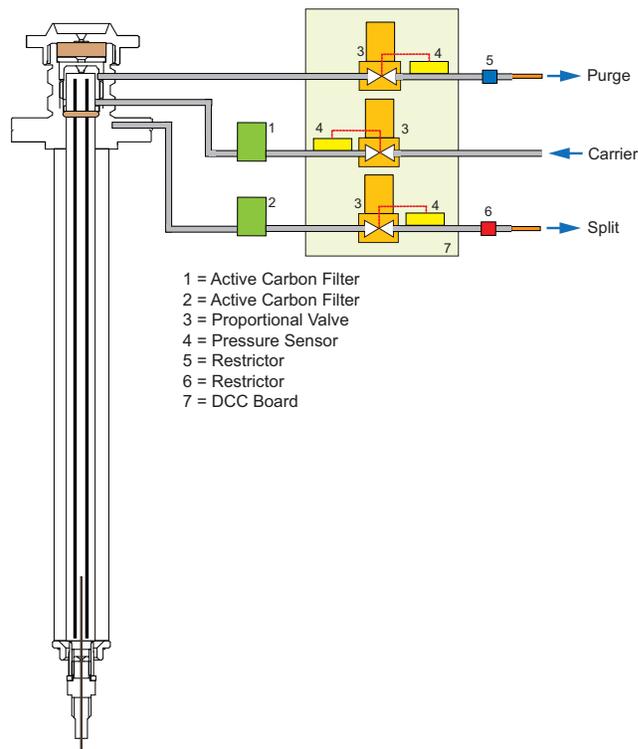


图 117 为 PTV 分流模式下的阀温度分布-定时图。

图 117. PTV 分流模式：温度分布-定时图



T1 = 进样温度  
T2 = 汽化温度  
T3 = 样品输送温度  
T4 = 清洁温度

## PTV 不分流模式

在这种模式下，初始温度保持在低于溶剂沸点的温度范围内，样品在冷环境下注入衬管。将样品加热到程序汽化温度，然后输送到毛细管柱中。最终温度应适用于汽化高沸点组分。

在这种模式下，整个样品都要进入色谱柱。在样品注入汽化室和进入色谱柱的过程中，分流气路始终关闭。样品进入色谱柱后，将重新打开分流气路，吹扫汽化室内任何剩余的样品蒸汽。将汽化样品从进样器带入色谱柱所需的时间称为 **splitless time**（不分流时间）。在不分流阶段结束时，将重新打开分流阀，分流流量将吹扫进样器内任何剩余的样品蒸汽。

在整个分析过程中，恒定隔垫吹扫流量持续吹扫隔垫，减少样品分析物的污染。

图 118. PTV 不分流模式框图

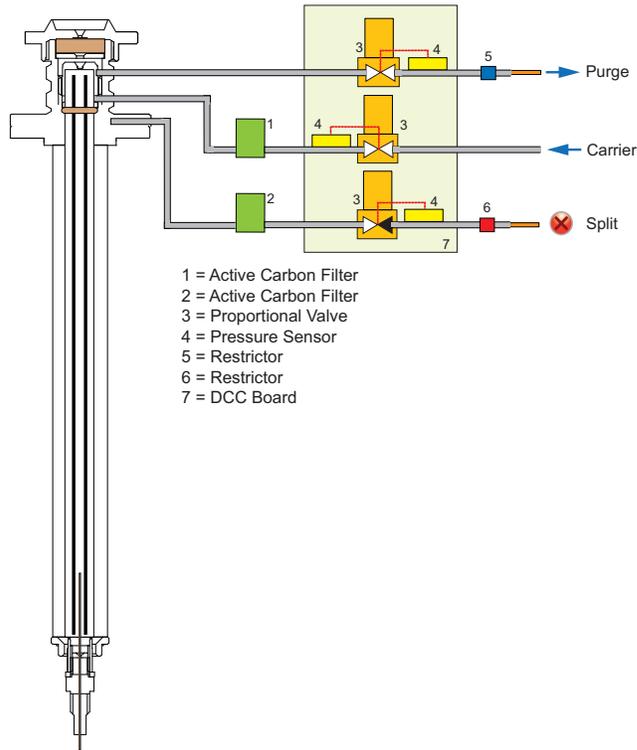
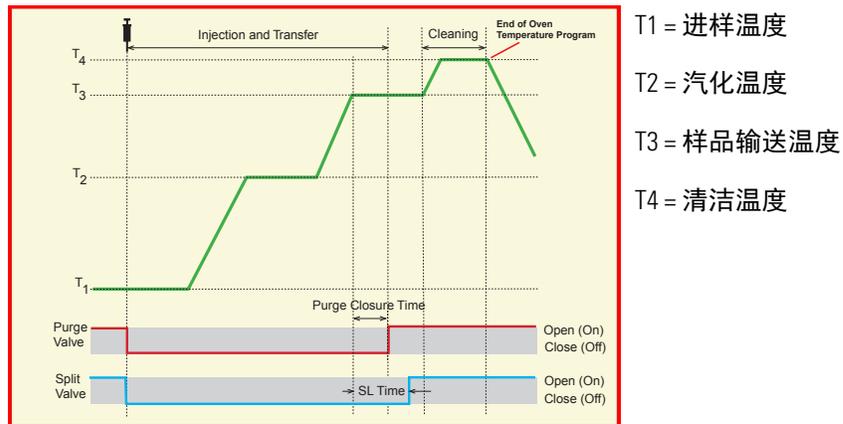


图 119 为 PTV 不分流模式下的阀温度分布-定时图。

图 119. PTV 不分流模式：温度分布-定时图



## PTV 大体积模式

此模式可在样品进入色谱柱之前除去溶剂。在 PTV 大体积模式中，大体积进样可以增加分析的灵敏度，如果溶剂或衍生试剂必须放空，正常进样量也可以增加分析的灵敏度。

样品在冷环境下注入衬管。如果进样参数设置得当，分析物将留在衬管中，而溶剂将汽化并放空。

在以下模式下使用自动进样器完成大体积进样：

1. **Speed Controlled Injection**（速度控制进样）：此模式通常用于大体积 (100-250  $\mu\text{l}$ ) 样品的单次进样。不适用于分析沸点接近溶剂沸点的化合物。

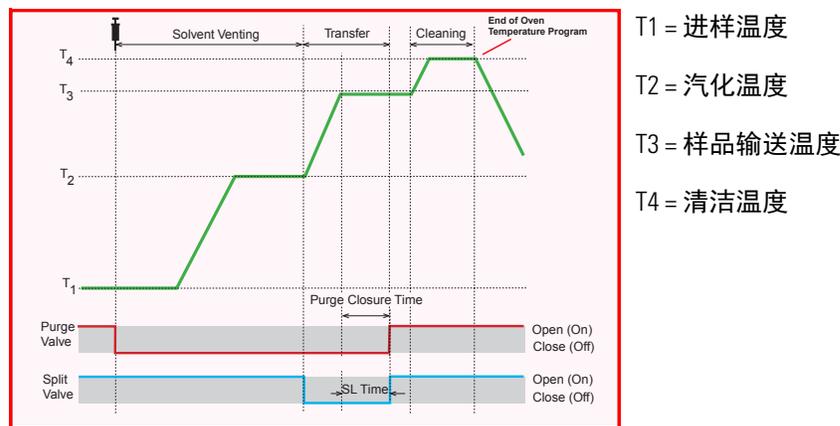
根据所用的温度、压力和分流流量，控制样品慢速注入，以便在进样过程中，从分流口放空部分溶剂。

汽化速度受温度、流量和衬管填料类型的影响。

2. **Multiple Injections**（多次进样）：多次进样将增加沉积在衬管中的化合物量。此模式需多次注入小体积样品，两次进样之间有一定的延迟。每次的进样量约为 5-10  $\mu\text{L}$ 。在整个进样过程中必须保持初始分析状态。

图 120 为 PTV 大体积模式下的阀温度分布-定时图。

图 120. PTV 大体积模式：温度分布-定时图



## 恒温分流模式

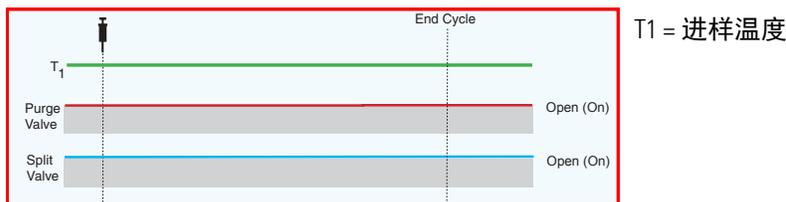
在这种模式下，进样温度保持在适合化合物挥发的温度范围内，样品在热环境下注入衬管。

在分流进样期间，分流阀和吹扫阀在整个运行过程中保持打开状态。仅有部分样品被带向色谱柱。其余样品从分流气路放空。分流流量与色谱柱流量的比值（分流比）决定了进入色谱柱的样品量。

由于所用衬管的体积小，所以 PTV 进样器的容量受限。在热环境下，进样量不超过 1  $\mu\text{L}$  才能避免进样口溢流引起的分析问题。

图 121 为 PTV 恒温分流模式下的阀温度分布-定时图。

图 121. CT 分流模式：阀温度分布-定时图



## 恒温不分流模式

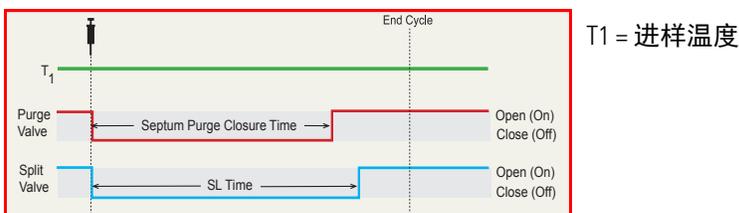
在这种模式下，进样温度保持在适合化合物挥发的温度范围内，样品在热环境下注入衬管。

在这种模式下，整个样品都要进入色谱柱。在样品注入汽化室和进入色谱柱的过程中，分流气路始终关闭。样品进入色谱柱后，将重新打开分流气路，吹扫汽化室内任何剩余的样品蒸汽。将汽化样品从进样器带入色谱柱所需的时间称为 **splitless time**（不分流时间）。在不分流阶段结束时，将重新打开分流阀，分流流量将吹扫进样器内任何剩余的样品蒸汽。

在整个分析过程中，恒定隔垫吹扫流量持续吹扫隔垫，减少样品分析物的污染。

图 122 为 PTV 恒温不分流模式下的阀温度分布-定时图。

图 122. CT 不分流模式：阀温度分布-定时图



## 恒温浪涌分流模式

在这种模式下，进样温度保持在适合化合物挥发的温度范围内，样品在热环境下注入衬管。

如果处于进样阶段，载气压力浪涌将在预设时间内激活。在分流时间内施加的压力将使进样器内产生流量浪涌，可加速样品从进样器到色谱柱的移动过程。

## 恒温浪涌不分流模式

在这种模式下，进样温度保持在适合化合物挥发的温度范围内，样品在热环境下注入衬管。

如果处于进样阶段，载气压力浪涌将在预设时间内激活。在分流时间内施加的压力将使进样器内产生流量浪涌，可加速样品从进样器到色谱柱的移动过程。

这样可避免样品谱带展宽，降低进样器过载的风险。

在整个分析过程中，恒定隔垫吹扫流量持续吹扫隔垫，减少样品分析物的污染。

## PTV 柱上模式

如果配备一个顶部加限制结构的特殊衬管，则可以将 PTV 进样器当作柱上进样器使用。请参阅第 201 页上的“类柱上衬管”。该限制结构可充当 0.47 mm 外径的针导，保持进样器温度低于溶剂沸点，即可将样品直接注入大口径色谱柱或前置色谱柱。

以模拟柱温箱温度的自动温升率加热进样器。使用这种加热技术时，需将初始柱温箱温度设定为低于溶剂沸点。

**注释** 此系统还可以与 AI 1610 自动进样器一起使用，参数 **Post Dwell Time**（后驻留时间）需设置为 10 秒。

## 耗材

进样器所需的耗材是隔垫和玻璃衬管。

### 隔垫

最好使用优质隔垫，如 TRACE 1600/TRACE 1610 配备的 BTO 隔垫。这种隔垫可抗变形，具有更长的使用寿命，并且即使在高温下流失可能性也很低。

PTV 进样器兼容替代隔垫的 **Merlin Microseal™ High Pressure Valve**（Merlin Microseal™ 高压阀）。

### 衬管

选择哪种衬管安装在进样器内取决于采用的进样模式。一个适当的衬管必须确保样品完全汽化，并能容纳汽化样品的全部体积，还不与之反应。

Thermo Scientific 色谱数据系统包括 **Vapor Volume Calculator**（蒸汽体积计算器），可以快速计算几个因素（溶剂、注入液体体积、温度和进样口压力）的膨胀体积，帮助确定衬管尺寸是否适合某种方法。

## 分流衬管

从表 14 中选择适当的衬管。

表 14. 分流衬管

编号	衬管	描述
1		Silcosteel 去活衬管。2 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.38 mL 理论容积。
2		非去活衬管。2 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.38 mL 理论容积。
3		去活玻璃衬管。2 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.340 mL 理论容积。 去活的玻璃表面为极性化合物的注入提供了化学惰性环境。
4		去活衬管，带石英毛塞。2 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；石英毛。适用于 PTV 分流和反吹操作。

## 不分流衬管

从表 15 中选择适当的衬管。

表 15. 不分流衬管

编号	衬管	描述
1		Silcosteel 去活衬管。2 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.38 mL 理论容积。
2		非去活衬管。2 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.38 mL 理论容积。
3		Silcosteel 去活衬管。1 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.0095 mL 理论容积。适用于进样高分子量化合物。
4		去活衬管。1 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.0095 mL 理论容积。适用于进样高分子量化合物。
5		去活玻璃衬管。2 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.340 mL 理论容积。 去活的玻璃表面为极性化合物的注入提供了化学惰性环境。

## 大体积衬管

从表 16 中选择适当的衬管。

表 16. 大体积衬管

编号	衬管	描述
1		Silcosteel 去活衬管，带去活石英毛。2 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.38 mL 理论容积。
2		玻璃烧结去活衬管，无石英毛。适用于进样极性和不稳定化合物。1.2 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.35 mL 理论容积。 在速度控制大体积进样期间，烧结细孔表面涂层 (0.25-0.5 mm) 可容纳液体，同时提供化学惰性表面。
3		去活玻璃衬管，带三个折流挡。1.2 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.180 mL 理论容积。 带折流挡的去活表面允许使用 1 mm 内径的玻璃衬管增加可进样容积。折流挡也可容纳少量石英毛。
4		衬管，带折流挡。适用于分析农药。

## 类柱上衬管

从表 17 中选择适当的衬管。

表 17. 类柱上衬管

编号	衬管	描述
1		Silcosteel 去活衬管，带 0.6 mm 内径的限制结构。1 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；无明显理论容积。 当 PTV 像柱上进样器一样工作时使用。需要使用大口径色谱柱或大口径前置柱。

## PTV 参数

以下章节列出并描述了控制 PTV 进样器的参数。

- 载气参数
- 进样模式
- 进样口参数
- 吹扫参数
- 浪涌参数
- 进样阶段参数
- 设置载气参数
- 设置 PTV 分流模式的参数
- 设置 PTV 不分流模式的参数
- 设置 PTV 大体积模式的参数
- 编程进样参数
- 设置 CT 分流模式的参数
- 设置 CT 浪涌分流模式的参数
- 设置 CT 不分流模式的参数
- 设置 CT 浪涌不分流模式的参数

## 载气参数

设置载气控制参数，与载气类型无关。启用的参数随 **Flow Mode**（流量模式）设置而异。

**Pressure**（压力）：定义载气的实际值压力和设定值压力。可选择开/关；0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar)。当选定恒定流量模式或斜坡流量模式时，无法编辑载气压力。

**Column flow**（柱流量）：定义载气通过色谱柱的流量。可选择开/关；范围为 0.01–100 mL/min。选择 **On**（开），将显示实际值和设定值。选择 **Off**（关）或 **0**，将关闭所有进样口流量。当选定恒定压力模式或斜坡压力模式时，无法编辑柱流量。

**Flow mode**（流量模式）：定义要使用的载气控制模式。每个模式都可启用/停用相应参数。

- **Constant Flow**（恒定流量）：在整个分析过程中，柱流量保持恒定。柱头压力将随柱温的变化而变化，从而保持流量恒定。
- **Constant 压力**（恒定流量）：在整个分析过程中，柱头压力保持恒定。在温度程序期间，载气粘度增加后，柱流量将减少。
- **Ramped Flow**（斜坡流量）：可在分析运行期间编程多达三个流量斜坡的柱流量。

包括以下参数：

- **Initial Flow**（初始流量）：可定义初始流量。
  - **Initial Time**（初始时间）：可定义初始流量的保持时长。
  - **Ramp 1**（斜坡 1）：可定义达到最终流量的斜坡率，单位为  $\text{mL}/\text{min}^2$ 。选择 **On**（开），将启用斜坡，显示设定值。
  - **Final Flow**（最终流量）：可定义载气在斜坡结束时将达到的最终流量。
  - **Final Time**（最终时间）：可定义最终流量的保持时长。
  - **Ramp 2-3**（斜坡 2-3）：要编程额外的斜坡，请选择 **On**（开），并输入斜坡率 ( $\text{mL}/\text{min}^2$ )。将显示斜坡的“最终流量”和“最终时间”菜单项。这些菜单项的范围和功能与“斜坡 1”的“最终流量”和“最终时间”菜单项相同。
- **Ramped Pressure**（斜坡压力）：可在分析运行期间编程多达三个压力斜坡的进样口压力。

包括以下参数：

- **Initial Pressure**（初始压力）：可定义初始压力。
  - **Initial Time**（初始时间）：可定义初始压力的保持时长。
  - **Ramp 1**（斜坡 1）：可定义达到最终压力的斜坡率，单位为  $\text{kPa}/\text{min}$ 。选择 **On**（开），将启用斜坡，显示设定值。
  - **Final Pressure**（最终压力）：可定义载气在斜坡结束时将达到的最终压力。
  - **Final Time**（最终时间）：可定义最终压力的保持时长。
  - **Ramp 2-3**（斜坡 2-3）：要编程额外的斜坡，请选择 **On**（开），并输入斜坡率 ( $\text{kPa}/\text{min}$ )。将显示斜坡的“最终压力”和“最终时间”菜单项。这些菜单项的范围和功能与“斜坡 1”的“最终压力”和“最终时间”菜单项相同。
- **Constant Linear Velocity**（恒定线速度）：恒定线速度是一种载气控制模式，载气流过色谱柱的线速度保持恒定。输入一个  $0.100\text{--}1000.000 \text{ cm/s}$  范围内的值。

由于线速度取决于 GC 柱温箱的温度，在 GC 柱温箱温度程序运行期间，控制模式将调整色谱柱的柱头压，保持线速度恒定。

**Linear Velocity**（线速度）：载气流过色谱柱的计算线速度，单位为 cm/s。当选定 **Constant Linear Velocity**（恒定线速度）时，可编辑线速度。

**Void Time**（死时间）：非保留峰的洗脱时间，单位为 s。死时间不可编辑。

**Gas Saver**（省气）：可减少载气消耗。

可选择开/关；范围为 1–500 mL/min。选择 **On**（开），将开启省气流量，显示设定值。选择 **Off**（关），将关闭省气流量。将保留流量设置，以备下次使用。

**Gas Saver Time**（省气时间）：可定义省气功能开始运行时的运行时间。通常是在进样后开始，可减少载气消耗。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。如果“省气流量”设置为“关”，将不会显示省气时间参数。

**Vacuum Comp.**（真空补偿）：仅在 TRACE 1600/TRACE 1610 与质量检测器联用时使用此参数，用于补偿真空柱放空口。可选择开/关。

## 进样模式

选择适用于 PTV 进样器的进样模式。每个模式都可启用/停用相应参数。

**PTV Split**（PTV 分流）：载气流在进样口分流，大部分从分流口流出。分流口一直保持打开状态。

**PTV Splitless**（PTV 不分流）：在进样过程中关闭分流口，使所有样品进入色谱柱。不分流时间通常为 1 min 左右。

**PTV Large Volume**（PTV 大体积）：可在样品进入色谱柱之前除去溶剂。

**CT Split**（CT 分流）：执行传统等温分流操作。载气流在进样口分流，大部分从分流口流出。分流口一直保持打开状态。

**CT Splitless**（CT 不分流）：执行传统等温不分流操作。在进样过程中关闭分流口，使所有样品进入色谱柱。不分流时间通常为 1 min 左右。

**CT Split with Surge**（CT 浪涌分流）：与 **Split**（分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。

**CT Splitless with Surge**（CT 浪涌不分流）：与 **Splitless**（不分流）程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。

**OnColumn**（柱上）：将 PTV 进样器用作柱上进样器。以模拟柱温箱温度的自动升温率加热进样器。使用这种加热技术时，需将初始柱温箱温度设定为低于溶剂沸点。

## 进样口参数

PTV 进样参数包括：

**Temperature**（温度）：可定义进样器的温度设定值。根据所选进样模式，设置足以汽化样品和溶剂的温度。输入进样口温度，范围为 0–450 °C。

但是，如果勾选负环境温度选项，则需要输入深冷（低于 0 °C）温度。使用二氧化碳时，可输入温度范围为 -50–450 °C；使用液氮时，可输入温度范围为 -100–450 °C。

**Split Flow**（分流流量）：可输入一个 1–1250 mL/min 范围内的值。分流比会自动调整。此外，分流比还取决于相关载气控制上输入的初始柱流量。如果流量发生变化，则需要调整“分流流量”值，维持分流比。但是，如果“分流流量”值超出了限值，则会生成警告。

**Split Ratio**（分流比）：当进样模式设置为 **Split**（分流）/**CT Split**（CT 分流）时启用。分流比还与“流量模式”有关，视设置为“恒定流量”或“斜坡流量”而定。指定分流流量与柱流量的比值。计算分流比：分流比 = 分流流速 / 柱流量。输入一个 1–12500 范围内的值。分流流量会自动调整。

**Splitless Time**（不分流时间）：当进样模式设置为 **Splitless**（不分流）、**CT Splitless**（CT 不分流）、**CT Surged Splitless**（CT 浪涌不分流）时启用。指定分流阀保持关闭的时长（在不分流进样后）。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。计时器在运行开始时开始计时。不分流时间结束后，分流口重新打开。

## 吹扫参数

当进样模式设置为 **Splitless**（不分流）、**Surged Splitless**（浪涌不分流）、**CT Splitless**（CT 不分流）、**CT Surged Splitless**（CT 浪涌不分流）时，将启用吹扫参数。

**Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）：可控制进样器的隔垫吹扫。可选择开/关。选择 **On**（开），可用吹扫流量连续吹扫隔垫。

**注释** 吹扫流量必须在进样器模块的配置页面中设置，范围为 0.5–50 mL/min。

**Stop Purge For**（停止吹扫）：当“恒定隔垫吹扫”参数设置为“开”时启用。然后输入一个停止隔膜吹扫的时间，范围为 0.00–999.99 min。

## 浪涌参数

当进样模式设置为 **CT Split with Surge** (CT 浪涌分流) 或 **CT Splitless with Surge** (CT 浪涌不分流) 时, 将启用浪涌参数。

**Surge Pressure** (浪涌压力): 可定义 **CT Split with Surge** (CT 浪涌分流) 或 **CT Splitless with Surge** (CT 浪涌不分流) 进样过程中施加的压力。压力使进样器中产生浪涌流, 从而加速样品输送。输入一个 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar) 范围内的值。

**Surge Duration** (浪涌持续时间): 可定义 **CT Split with Surge** (CT 浪涌分流) 或 **CT Splitless with Surge** (CT 浪涌不分流) 进样过程中浪涌压力的保持时长。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。通常设置为与 **CT Splitless with Surge** (CT 浪涌不分流) 进样过程中的 **Splitless time** (不分流时间) 一致。

## 进样阶段参数

包括四个阶段: **进样、汽化、输送和清洁**。

**Injection** (进样): 当进样模式设置为 **Splitless** (不分流) 或 **Large Volume** (大体积) 时, 可指定进样阶段的进样口参数。

包括以下参数:

- **Inject Temperature** (进样温度): 可定义进样期间的进样器温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值。如果启用了深冷系统, 输送二氧化碳时, 温度范围为 -50–450 °C; 输送液氮时, 温度范围为 -100–450 °C。
- **Inject Time** (进样时间): 可定义进样期间和进样后温度的保持时长。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。
- **Inject Pressure** (进样压力): 可定义进样阶段的压力。可选择开/关; 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar)。
- **Injection Flow** (分流流量): 可定义进样期间的分流流量。此参数允许在大体积阶段放空溶剂或不保留化合物。流量设定值必须兼容可用压力设定。输入一个 1–1250 mL/min 范围内的值。

**Evaporation** (汽化): 当勾选了 **Evaporation** (汽化) 选项时, 可指定溶剂汽化参数。

包括以下参数：

- **Evaporation Ramp** (汽化斜坡)：可定义达到程序溶剂汽化温度的斜坡率。输入一个 0.1–14.5 °C/s 范围内的值，增量为 0.1 °C/s。
- **Evaporation Temp.** (汽化温度)：可定义溶剂汽化温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值。如果启用了深冷系统，输送二氧化碳时，温度范围为 -50–450 °C；输送液氮时，温度范围为 -100–450 °C。
- **Evaporation Time** (汽化时间)：可定义程序溶剂汽化温度的保持时长。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。
- **Evaporation Pressure** (汽化压力)：可定义溶剂汽化阶段所用压力。压力在汽化温度斜坡开始时施加。可选择开/关；0–1050 kPa (0-152 psi; 0-10.50 bar)。
- **Evaporation Flow** (汽化流量)：仅适用于 **PTV Large Volume** (PTV 大体积) 模式。可定义汽化期间的分流流量。“汽化流量”值可能与“分流流量”值不同。输入一个 5–1250 mL/min 范围内的值。

**Transfer** (输送)：可指定将样品输送到色谱柱的参数。勾选 **Ramped Pressure** (斜坡压力) 选项，将激活 **Transfer** (输送) 和 **Pressure** (压力) 参数。

包括以下参数：

- **Transfer Ramp** (输送斜坡)：可定义温度斜坡达到样品输送温度的斜坡率。输入一个 0.1–14.5 °C/s 范围内的值，增量为 0.1 °C/s。
- **Transfer Temp** (输送温度)：可定义将样品输送到色谱柱的温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值。如果启用了深冷系统，输送二氧化碳时，温度范围为 -50–450 °C；输送液氮时，温度范围为 -100–450 °C。
- **Transfer Time** (输送时间)：可定义程序样品输送温度的保持时长。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。
- **Transfer Delay Time** (输送延迟时间)：仅在模式设置为“大体积”时启用。可延迟汽化阶段后的温度斜坡起始时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。
- **Transfer Pressure** (输送压力)：可定义样品输送阶段所用压力。压力在输送温度斜坡开始时施加。可选择开/关；0–1050 kPa (0-152 psi; 0-10.50 bar)。

**Cleaning** (清洁)：当勾选了 **Cleaning Phase** (清洁阶段) 选项时，可指定进样器清洁参数。

包括以下参数：

- **Clean Ramp**（清洁斜坡）：可定义达到程序进样器清洁温度的斜坡率。输入一个 0.1–14.5 °C/s 范围内的值，增量为 0.1 °C/s。
- **Clean Temp**（清洁温度）：可定义清洁阶段的进样器温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值。如果启用了深冷系统，输送二氧化碳时，温度范围为 -50–450 °C；输送液氮时，温度范围为 -100–450 °C。
- **Clean Time**（清洁时间）：可定义程序进样器清洁温度的保持时长。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。
- **Clean Flow**（清洁流量）：可增加清洁阶段的流量。清洁流量设定值必须兼容压力设定。输入一个 5–1250 mL/min 范围内的值。

## 设置载气参数

设置前，请检查载气类型是否适合分析。

### ❖ 设置载气参数

1. 编程载气流量。
  - a. 选定 **Flow Mode**（流量模式）。
  - b. 选择具体模式，包括 **Constant flow**（恒定流量）、**Constant Pressure**（恒定压力）、**Constant Linear Velocity**（恒定线速度）、**Ramped Flow**（斜坡流量）、**Ramped Pressure**（斜坡压力）。
  - c. 输入初始的**流量、压力、恒定线速度**。
    - i. 如果选择 **Constant Flow**（恒定流量）模式，请输入所需 **Column Flow**（柱流量）值。计算并调整所需压力，保持流量恒定。
    - ii. 如果选择 **Constant Pressure**（恒定压力）模式，请输入所需 **Pressure**（压力）值。
    - iii. 如果选择 **Constant Linear Velocity**（恒定线速度）模式，请输入所需值。
  - d. 输入 **Ramped Flow/Ramped Pressure**（斜坡流量/斜坡压力）。

**注释** 当选择“斜坡流量”或“斜坡压力”模式时，载气菜单包含最多三个程序斜坡的参数。

- i. 选定 **Progr Flow/Pressure**（程序流量/压力），在“初始流量/压力”字段输入所需值。按 Enter（输入）。
  - ii. 在“初始时间”字段输入所需值。输入后，程序的初始部分完成。
- e. 编程 **Ramps**（斜坡）。
    - i. 在“斜坡 1”字段输入所需值。
    - ii. 在“最终流量 1/压力 1”字段输入斜坡 1 的最终值。

- iii. 在“最终时间 1”字段输入斜坡 1 的最终值。输入后，第一个斜坡设置完成。
  - iv. 如果不需要第二个斜坡，请将“斜坡 2”设置为 **Off**（关）。如果需要第二个斜坡，请在“斜坡 2”字段输入所需值。
  - v. 在“最终流量 2/压力 2”字段输入斜坡 2 的最终值。
  - vi. 在“最终时间 2”字段输入斜坡 2 的最终值。输入后，第二个斜坡设置完成。
  - vii. 如果不需要第三个斜坡，请将“斜坡 3”设置为 **Off**（关）。如果需要第三个斜坡，请在“斜坡 3”字段输入所需值。
  - viii. 在“最终流量 3/压力 3”字段输入斜坡 3 的最终值。
  - ix. 在“最终时间 3”字段输入斜坡 3 的最终值。输入后，第三个斜坡设置完成。
2. 如果 TRACE 1600/1610 与质量检测器联用，请将 **Vacuum Compensation**（真空补偿）设置为 **On**（开），补偿真空柱放空口。

## 设置 PTV 分流模式的参数

可在此过程中设置 PTV 分流模式进样。在 PTV 分流模式下，分流阀和吹扫阀在整个运行过程中保持打开状态。

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置 PTV 分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **PTV Split**（PTV 分流）。
3. 设置进样器 **Temperature**（温度）。
4. 如果选择载气流量模式（程序/恒定），则需要指定 **Split Flow**（分流流量）或 **Split Ratio**（分流比）。
  - a. 如果需要特定 **Split Flow**（分流流量），请输入所需值。将计算出 **Split Ratio**（分流比）。
  - b. 如果需要特定 **Split Ratio**（分流比），请输入所需值。将计算出 **Split Flow**（分流流量）。
5. 如有需要，可开启 **Gas Saver**（省气），并设置进样时间后的 **Gas Saver Time**（省气时间）。
6. 在“进样阶段”列表中，选择所需的各种程序阶段。如需编程温度斜坡，请参阅第 211 页上的“编程进样参数”，了解更多信息。

## 设置 PTV 不分流模式的参数

请按以下步骤设置 PTV 不分流进样。在 PTV 不分流模式下，分流阀和吹扫阀在 **Prep Run**（预运行）阶段保持关闭状态，一直持续到编程输送时间结束。

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置 PTV 不分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **PTV Splitless**（PTV 不分流）。
3. 设置进样器 **Temperature**（温度）。
4. 输入所需 **Splitless Flow**（不分流流量）值。
5. 输入 **Splitless Time**（不分流时间）。
6. 如有需要，可开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫），并在 **Stop Purge For**（停止吹扫）字段中输入重新开始吹扫前的停止时长 (min)。
7. 如有需要，可开启 **Gas Saver**（省气），并设置进样时间后的 **Gas Saver Time**（省气时间）。
8. 在“进样阶段”列表中，选择所需的各种程序阶段。如需编程温度斜坡，请参阅第 211 页上的“编程进样参数”，了解更多信息。

## 设置 PTV 大体积模式的参数

请按以下步骤设置 PTV 大体积进样。在 PTV 大体积模式下，吹扫阀必须在 **Prep Run**（预运行）阶段常闭，一直持续到编程输送斜坡时间结束。分流阀仅在编程进样时间和编程汽化时间结束时关闭，一直持续到编程输送时间结束。

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置 PTV 大体积进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **PTV Large Volume**（PTV 大体积）。
3. 设置进样器 **Temperature**（温度）。
4. 输入所需 **Splitless Flow**（不分流流量）值。
5. 输入 **Splitless Time**（不分流时间）。
6. 如有需要，可开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫），并在 **Stop Purge For**（停止吹扫）字段中输入重新开始吹扫前的停止时长 (min)。
7. 在“进样阶段”列表中，选择所需的各种程序阶段。如需编程温度斜坡，请参阅第 211 页上的“编程进样参数”，了解更多信息。

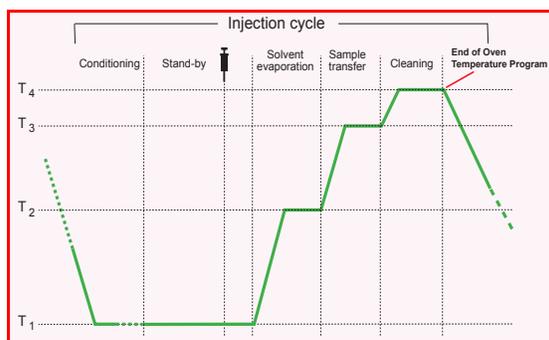
## 编程进样参数

在 PTV 分流、PTV 不分流和 PTV 大体积模式下操作时，请按以下步骤编程温度斜坡。在编程温度斜坡之前，请先编程其他操作模式参数。

### PTV 进样周期

图 123 显示了 PTV 进样周期的通用温度程序。

图 123. 通用温度图



T1 = 进样温度

T2 = 汽化温度

T3 = 样品输送温度

T4 = 清洁温度

1. 打开“进样阶段”菜单。
2. 设置 **Ramped Pressure? Yes** (斜坡压力? 是)，编程斜坡压力。
3. 设置温度斜坡开始时的 **Inject Pressure** (进样压力)。
4. 设置 **Inject Time** (进样时间)，即进样器温度的保持时长。
5. 设置样品 **Transfer pressure** (输送压力)。
6. 设置样品 **Transfer temperature** (输送温度)。
7. 设置达到样品输送温度的 **Transfer ramp** (输送斜坡) 速率，单位为 °C/s。
8. 设置 **Transfer time** (输送时间)，即输送温度的保持时长。

**重要** 除非使用清洁程序，否则请考虑一个与柱温箱温度程序近似的时间。

9. 仅在 **PTV Large Volume** (PTV 大体积) 模式下设置溶剂放空阶段的 **Injection flow** (进样流量)。

## 如已配置溶剂汽化

1. 设置溶剂汽化阶段汽化温度斜坡的初始 **Evaporation pressure**（汽化压力）。
2. 设置达到溶剂汽化温度的 **Evaporation ramp**（汽化斜坡）速率，单位为 °C/s。
3. 设置溶剂 **Evaporation temperature**（汽化温度）。
4. 设置 **Evaporation time**（汽化时间），即溶剂汽化温度的保持时长。
5. 设置溶剂放空的 **Evaporation flow**（汽化流量），仅适用于 **PTV Large Volume**（PTV 大体积）模式。

## 如已配置进样器清洁

1. 设置进样器 **Clean temp**（清洁温度）。
2. 设置达到清洁温度的 **Clean ramp**（清洁斜坡）速率，单位为 °C/s。
3. 设置 **Clean time**（清洁时间），即清洁温度的保持时长。
4. 设置 **Clean Flow**（清洁流量），增加清洁阶段的流量。

**注释** 如果将“斜坡压力”参数设置为“否”，则不会启用“进样压力”、“输送压力”和“汽化压力”参数。

如果将“进样阶段菜单”中的“斜坡压力”参数设置为“是”，请参阅[进样阶段菜单中的斜坡压力选项](#)中的注意事项。

## 进样阶段菜单中的斜坡压力选项

在进样阶段启用斜坡压力时，需注意以下几点：

- 无论选择哪种流量模式，都可以在 PTV 菜单上控制进样、汽化和输送期间的压力。PTV 输送时间结束时，可以在“载气”菜单上重新控制载气。这意味着压力/流量值将变回“载气”菜单中为分析阶段定义的值。如果选择了斜坡压力或斜坡流量模式，压力/流量程序将与柱温箱温度程序同时开始，压力/流量值将采用压力/流量程序中为分析阶段定义的值。
- 如果进样器温度必须在整个柱温箱温度程序期间保持恒定，则最好使用清洁程序而不是输送程序。这是因为在清洁期间，载气控制按“载气”菜单中的定义管理（而在输送期间，载气控制按 PTV 控制菜单中的定义管理）。

## 设置 CT 分流模式的参数

可在此过程中设置 CT 分流模式进样。在 CT 分流模式下，分流阀和吹扫阀在整个运行过程中保持打开状态。

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置 CT 分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **CT Split** (CT 分流)。
3. 设置进样器 **Temperature** (温度)。
4. 如果选择**流量**模式 (程序/恒定)，则需要指定 **Split Flow** (分流流量) 或 **Split Ratio** (分流比)。
  - a. 如果需要特定 **Split Flow** (分流流量)，请输入所需值。将计算出 **Split Ratio** (分流比)。
  - b. 如果需要特定 **Split Ratio** (分流比)，请输入所需值。将计算出 **Split Flow** (分流流量)。
5. 如有需要，可开启 **Gas Saver** (省气)，并设置进样时间后的 **Gas Saver Time** (省气时间)。

## 设置 CT 浪涌分流模式的参数

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **CT Surged Split** (CT 浪涌分流)。
3. 设置进样器 **Temperature** (温度)。
4. 如果选择载气**流量**模式 (程序/恒定)，则需要指定 **Split Flow** (分流流量) 或 **Split Ratio** (分流比)。
  - a. 如果需要特定 **Split Flow** (分流流量)，请输入所需值。将计算出 **Split Ratio** (分流比)。
  - b. 如果需要特定 **Split Ratio** (分流比)，请输入所需值。将计算出 **Split Flow** (分流流量)。
5. 设置 **Surge Pressure** (浪涌压力) 和 **Surge Duration** (浪涌持续时间) 的值。
6. 如有需要，可开启 **Gas Saver** (省气)，并设置进样时间后的 **Gas Saver Time** (省气时间)。

## 设置 CT 不分流模式的参数

请按以下步骤设置 CT 不分流进样。在 CT 不分流模式下，分流阀和吹扫阀在 Prep Run（预运行）阶段保持关闭状态，一直持续到编程进样时间结束。设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置 CT 不分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **Splitless**（不分流）。
3. 设置进样器 **Temperature**（温度）。
4. 输入 **Splitless Time**（不分流时间）。
5. 如有需要，可开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫），并在 **Stop Purge For**（停止吹扫）字段中输入重新开始吹扫前的停止时长 (min)。
6. 如有需要，可开启 **Gas Saver**（省气），并设置进样时间后的 **Gas Saver Time**（省气时间）。

## 设置 CT 浪涌不分流模式的参数

请按以下步骤设置 CT 浪涌不分流进样。在这种模式下，如果处于进样阶段，载气压力浪涌将在编程时间内激活。浪涌将加速样品从进样器输送到色谱柱的过程。压力脉冲从 **Prep Run**（预运行）阶段开始，一直持续到编程浪涌时间结束。分流阀和吹扫阀在 **Prep Run**（预运行）阶段保持关闭状态，一直持续到编程进样时间结束。设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

### ❖ 设置 CT 浪涌不分流进样

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **CT Surged Splitless**（CT 浪涌不分流）。
3. 设置进样器 **Temperature**（温度）。
4. 输入 **Splitless Time**（不分流时间）。
5. 如有需要，可开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫），并在 **Stop Purge For**（停止吹扫）字段中输入重新开始吹扫前的停止时长 (min)。
6. 设置 **Surge Pressure**（浪涌压力）和 **Surge Duration**（浪涌持续时间）的值。
7. 如有需要，可开启 **Gas Saver**（省气），并设置进样时间后的 **Gas Saver Time**（省气时间）。

## 程序升温汽化反吹 (PTVBKF) 进样器模块

本章详细介绍了即时连接程序升温汽化反吹进样器模块，包括进样器参数的编程说明。

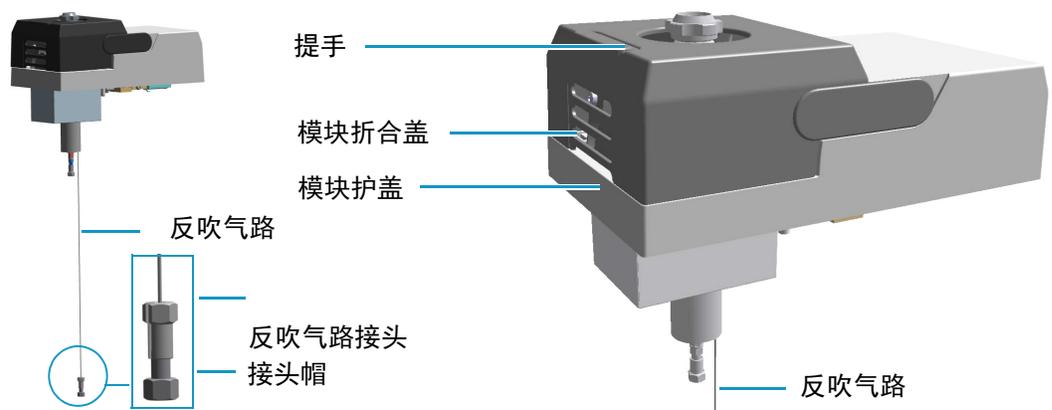
### 目录

- 模块概述
- 反吹模式
- 耗材
- PTVBKF 参数
- 连接 PTV 反吹系统

## 模块概述

PTV 反吹进样器模块包括进样器器体、加热器器体、冷却扇、分流和吹扫放空阀、过滤器、控制载气的数字气动器、反吹控件、反吹气路，以及连接分析柱的接头。

图 124. PTV 反吹进样器模块



模块和进样器组件如图 125 和图 126 所示。

图 125. PTV 反吹模块组件

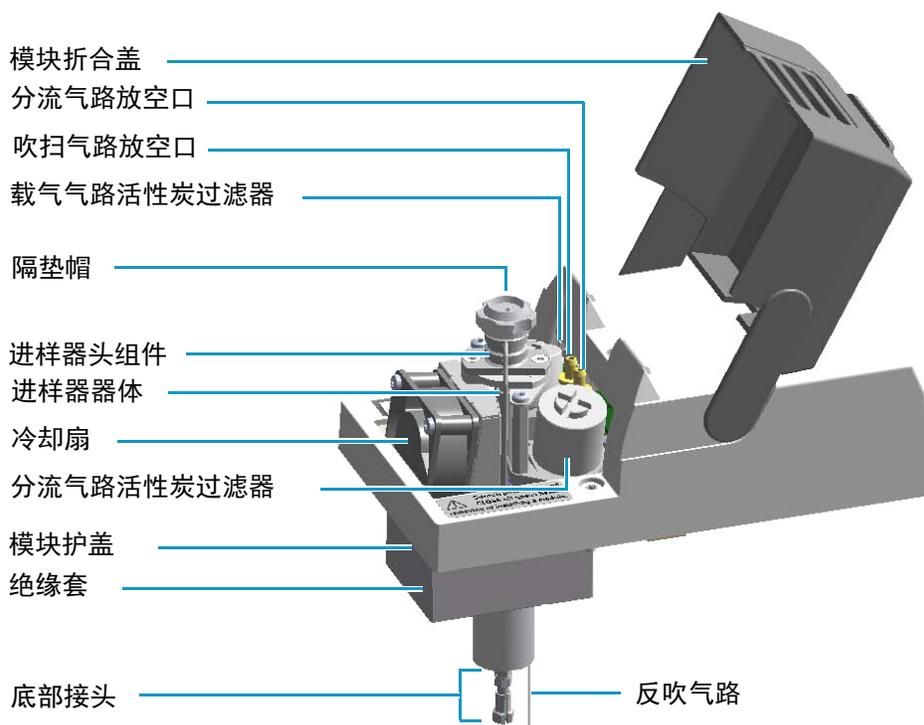
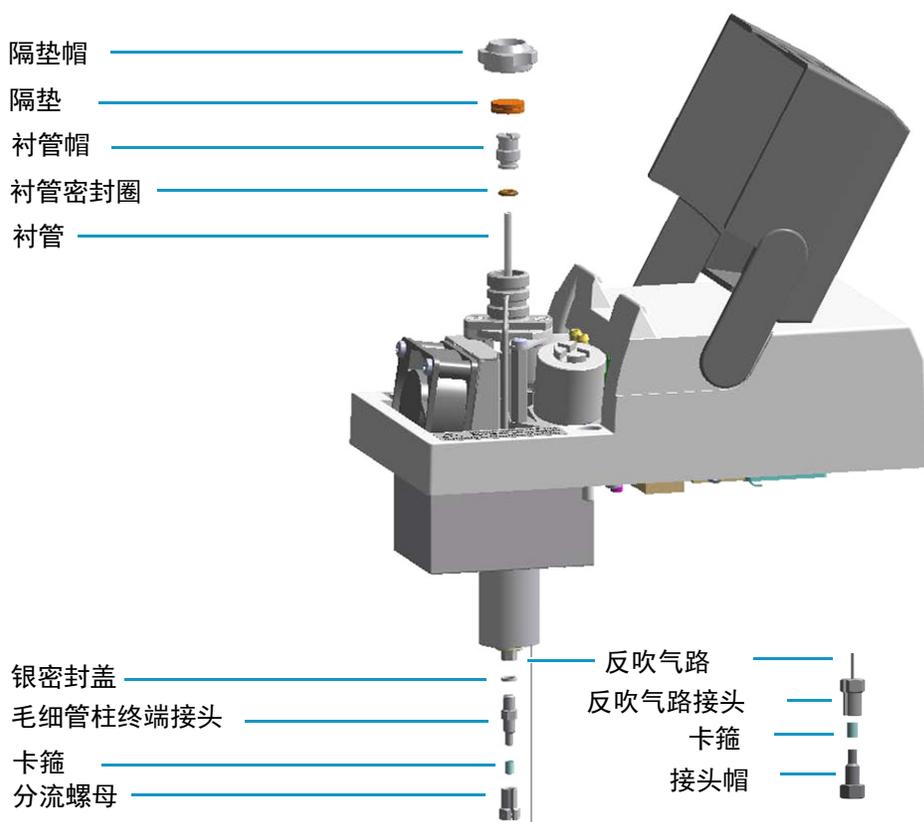


图 126. PTV 反吹进样器组件



PTV 反吹进样器可在恒定温度或程序化温度下工作，范围为环境温度至 450 °C。使用程序升温模式时，可以使用多达三个温度斜坡和平台。进样温度由模块内的冷却扇恢复。

要在低于环境温度下操作，可使用液氮或二氧化碳作为冷却剂。使用液氮时，温度可降到 -100 °C；使用二氧化碳时，温度可降到 -50 °C。冷却剂流量主要由深冷系统控制，必要时可安装深冷系统。

PTVBKF 液氮深冷系统和 PTVBKF 二氧化碳深冷系统，请分别参阅图 127 和图 128。

图 127. PTVBKF 液氮深冷系统



图 128. PTVBKF 二氧化碳深冷系统



## 反吹模式

此操作模式可以消除溶剂（样品进入色谱柱前）和样品中与分析无关的重组分（在清洁阶段）。此模式适用于大体积进样和将样品注入 GC/MS。样品在冷环境下注入衬管。如果进样参数设置得当，分析物将留在衬管中，而溶剂将汽化并放空。

图 129. PTV 反吹模式框图

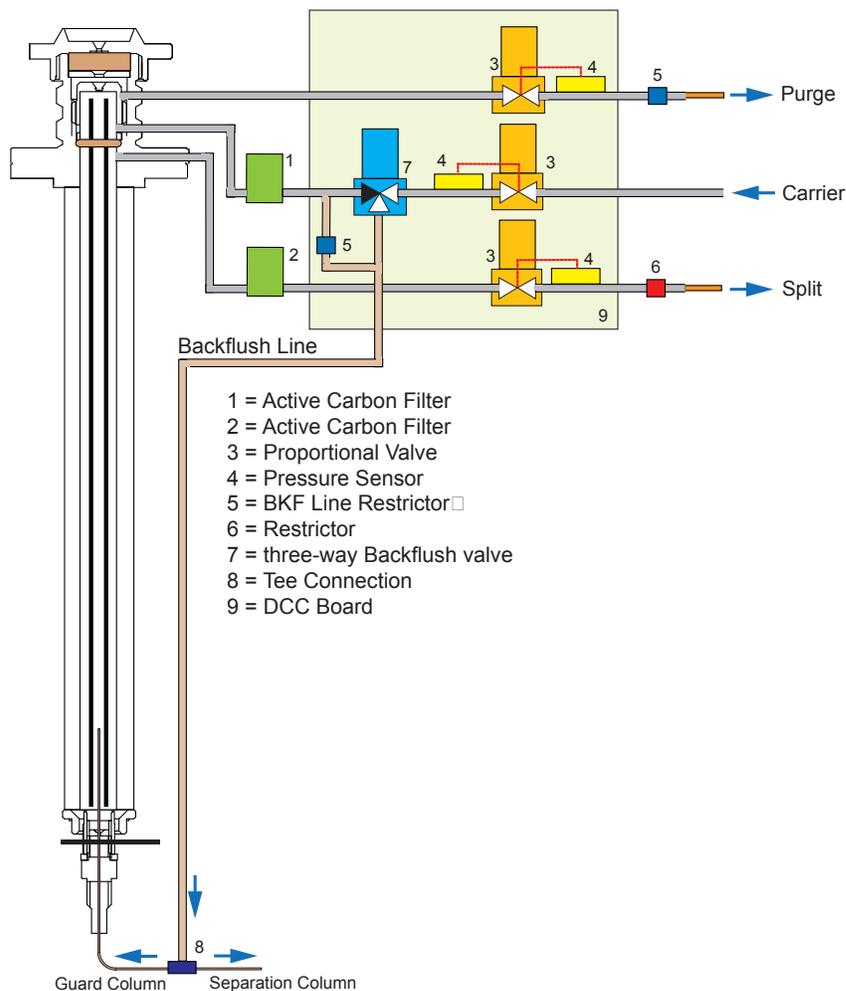
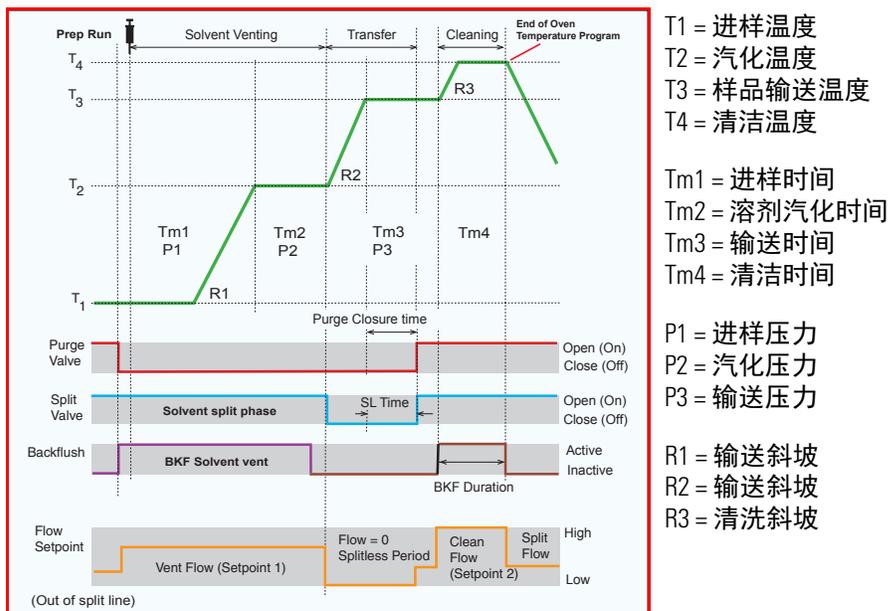


图 130 为 PTV 反吹模式下的阀温度分布-定时图。

图 130. 反吹温度分布-定时图



**注释** 在适当更改反吹气路后，PTV 反吹模块适用于 PTV 分流、PTV 不分流、PTV 大体积、CT 分流、CT 不分流和 CT 浪涌不分流模式。请参阅第 10 章，“程序升温汽化 (PTV) 进样器模块。”

## 耗材

进样器所需的耗材是隔垫和玻璃衬管。

## 隔垫

最好使用优质隔垫，如 TRACE 1600/1610 配备的 BTO 隔垫。这种隔垫可抗变形，具有更长的使用寿命，并且即使在高温下流失可能性也很低。

PTV 进样器兼容替代隔垫的 **Merlin Microseal™ High Pressure Valve** (Merlin Microseal™ 高压阀)。

## 衬管

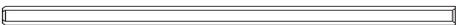
选择哪种衬管安装在进样器内取决于采用的进样模式。一个适当的衬管必须确保样品完全汽化，并能容纳汽化样品的全部体积，还不与之反应。

Thermo Scientific 色谱数据系统包括 **Vapor Volume Calculator** (蒸汽体积计算器)，可以快速计算几个因素 (溶剂、注入液体体积、温度和进样口压力) 的膨胀体积，帮助确定衬管尺寸是否适合某种方法。

## 不分流衬管

从表 18 中选择适当的衬管。

表 18. 不分流衬管

编号	衬管	描述
1		Silcosteel 去活衬管。2 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.38 mL 理论容积。
2		非去活衬管。2 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.38 mL 理论容积。
3		Silcosteel 去活衬管。1 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.0095 mL 理论容积。适用于进样高分子量化合物。
4		去活衬管。1 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.0095 mL 理论容积。适用于进样高分子量化合物。
5		去活玻璃衬管。2 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.340 mL 理论容积。 去活的玻璃表面为极性化合物的注入提供了化学惰性环境。

## 大体积衬管

从表 19 中选择适当的衬管。

表 19. 大体积衬管

编号	衬管	描述
1		Silcosteel 去活衬管，带去活石英毛。2 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.38 mL 理论容积。
2		玻璃烧结去活衬管，无石英毛。适用于进样极性和不稳定化合物。1.2 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.35 mL 理论容积。 可替代衬管 PN45322056。在速度控制大体积进样期间，烧结细孔表面涂层 (0.25–0.5 mm) 可容纳液体，同时提供化学惰性表面。
3		去活玻璃衬管，带三个折流挡。1.2 mm 内径；2.75 mm 外径；120 mm 长；0.180 mL 理论容积。 带折流挡的去活表面允许使用 1 mm 内径的玻璃衬管增加可进样容积。折流挡也可容纳少量石英毛。
4		衬管，带折流挡。适用于分析农药。

## PTVBKF 参数

以下章节列出并描述了控制 PTVBKF 进样器的参数。

- 载气参数
- 进样模式
- 进样口参数
- 吹扫参数
- 浪涌参数
- 设置载气参数
- 设置反吹的参数
- 编程进样参数

### 载气参数

设置载气参数，与载气类型无关。可用的参数随 **Flow Mode**（流量模式）设置而异。

**Pressure**（压力）：定义载气的实际值压力和设定值压力。可选择开/关；0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar)。当选定恒定流量模式或斜坡流量模式时，无法编辑载气压力。

**Column flow**（柱流量）：定义载气通过色谱柱的流量。可选择开/关；范围为 0.01–100 mL/min。选择 **On**（开），将显示实际值和设定值。选择 **Off**（关）或 **0**，将关闭所有进样口流量。当选定恒定压力模式或斜坡压力模式时，无法编辑柱流量。

**Flow mode**（流量模式）：定义要使用的载气控制模式。每个模式都可启用/停用相应参数。

- **Constant Flow**（恒定流量）：在整个分析过程中，柱流量保持恒定。柱头压力将随柱温的变化而变化，从而保持流量恒定。
- **Constant 压力**（恒定流量）：在整个分析过程中，柱头压力保持恒定。在温度程序期间，载气粘度增加后，柱流量将减少。
- **Ramped Flow**（斜坡流量）：可在分析运行期间编程多达三个流量斜坡的柱流量。

包括以下参数：

- **Initial Flow** (初始流量)：可定义初始流量。
  - **Initial Time** (初始时间)：可定义初始流量的保持时长。
  - **Ramp 1** (斜坡 1)：可定义达到最终流量的斜坡率，单位为 mL/min<sup>2</sup>。选择 **On** (开)，将启用斜坡，显示设定值。
  - **Final Flow** (最终流量)：可定义载气在斜坡结束时将达到的最终流量。
  - **Final Time** (最终时间)：可定义最终流量的保持时长。
  - **Ramp 2-3** (斜坡 2-3)：要编程额外的斜坡，请选择 **On** (开)，并输入斜坡率 (mL/min<sup>2</sup>)。将显示斜坡的“最终流量”和“最终时间”菜单项。这些菜单项的范围和功能与“斜坡 1”的“最终流量”和“最终时间”菜单项相同。
- **Ramped Pressure** (斜坡压力)：可在分析运行期间编程多达三个压力斜坡的进样口压力。

包括以下参数：

- **Initial Pressure** (初始压力)：可定义初始压力。
  - **Initial Time** (初始时间)：可定义初始压力的保持时长。
  - **Ramp 1** (斜坡 1)：可定义达到最终压力的斜坡率，单位为 kPa/min。选择 **On** (开)，将启用斜坡，显示设定值。
  - **Final Pressure** (最终压力)：可定义载气在斜坡结束时将达到的最终压力。
  - **Final Time** (最终时间)：可定义最终压力的保持时长。
  - **Ramp 2-3** (斜坡 2-3)：要编程额外的斜坡，请选择 **On** (开)，并输入斜坡率 (kPa/min)。将显示斜坡的“最终压力”和“最终时间”菜单项。这些菜单项的范围和功能与“斜坡 1”的“最终压力”和“最终时间”菜单项相同。
- **Constant Linear Velocity** (恒定线速度)：恒定线速度是一种载气控制模式，载气流过色谱柱的线速度保持恒定。输入一个 0.100–1000.000 cm/s 范围内的值。

由于线速度取决于 GC 柱温箱的温度，在 GC 柱温箱温度程序运行期间，控制模式将调整色谱柱的柱头压，保持线速度恒定。

**Linear Velocity** (线速度)：载气流过色谱柱的计算线速度，单位为 cm/s。当选定 **Constant Linear Velocity** (恒定线速度) 时，可编辑线速度。

**Void Time** (死时间)：非保留峰的洗脱时间，单位为 s。死时间不可编辑。

**Gas Saver** (省气)：可减少载气消耗。

可选择开/关；范围为 1–500 mL/min。选择 **On** (开)，将开启省气流量，显示设定值。选择 **Off** (关)，将关闭省气流量。将保留流量设置，以备下次使用。

**Gas Saver Time** (省气时间)：可定义省气功能开始运行时的运行时间。通常是在进样后开始，可减少载气消耗。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。如果“省气流量”设置为“关”，将不会显示省气时间参数。

**Vacuum Comp.** (真空补偿)：仅在 TRACE 1600/1610 与质量检测器联用时使用此参数，用于补偿真空柱放空口。可选择开/关。

## 进样模式

选择适用于 PTVBKF 进样器的进样模式。每个模式都可启用/停用相应参数。

**PTV Split** (PTV 分流)：载气流在进样口分流，大部分从分流口流出。分流口一直保持打开状态。

**PTV Splitless** (PTV 不分流)：在进样过程中关闭分流口，使所有样品进入色谱柱。不分流时间通常为 1 min 左右。

**PTV Large Volume** (PTV 大体积)：可在样品进入色谱柱之前除去溶剂。

**CT Split** (CT 分流)：执行传统等温分流操作。载气流在进样口分流，大部分从分流口流出。分流口一直保持打开状态。

**CT Splitless** (CT 不分流)：执行传统等温不分流操作。在进样过程中关闭分流口，使所有样品进入色谱柱。不分流时间通常为 1 min 左右。

**CT Surged Split** (CT 浪涌分流)：与 **Split** (分流) 程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。

**CT Surged Splitless** (CT 浪涌不分流)：与 **Splitless** (不分流) 程序相同，但还可以在进样过程中编程浪涌。浪涌在预运行时开始，并持续到浪涌持续时间结束。可以在下一组控件中进一步定义浪涌。

## 进样口参数

PTVBKF 进样参数包括：

**Temperature** (温度)：可定义进样器的温度设定值。根据所选进样模式，设置足以汽化样品和溶剂的温高。输入进样口温度，范围为 0–450 °C。

但是，如果勾选负环境温度选项，则需要输入深冷（低于 0 °C）温度。使用二氧化碳时，可输入温度范围为 -50–450 °C；使用液氮时，可输入温度范围为 -100–450 °C。

**Split Flow** (分流流量)：可输入一个 1–1250 mL/min 范围内的值。**分流比**会自动调整。此外，分流比还取决于相关载气控制上输入的初始柱流量。如果流量发生变化，则需要调整“分流流量”值，维持分流比。但是，如果“分流流量”值超出了限值，则会生成警告。

**Split Ratio**（分流比）：当进样模式设置为 **Split**（分流）/**CT Split**（CT 分流）时启用。分流比还与“流量模式”有关，视设置为“恒定流量”或“斜坡流量”而定。指定分流流量与柱流量的比值。计算分流比：分流比 = 分流流速 / 柱流量。输入一个 1–12500 范围内的值。分流流量会自动调整。

**Splitless Time**（不分流时间）：当进样模式设置为 **Splitless**（不分流）、**CT Splitless**（CT 不分流）、**CT Surged Splitless**（CT 浪涌不分流）时启用。指定分流阀保持关闭的时长（在不分流进样后）。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。计时器在运行开始时开始计时。不分流时间结束后，分流口重新打开。

## 吹扫参数

当进样模式设置为 **Splitless**（不分流）、**Surged Splitless**（浪涌不分流）、**CT Splitless**（CT 不分流）、**CT Surged Splitless**（CT 浪涌不分流）时，将启用吹扫参数。

**Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）：可控制进样器的隔垫吹扫。可选择开/关。选择 **On**（开），可用吹扫流量连续吹扫隔垫。

**注释** 吹扫流量必须在进样器模块的配置页面中设置，范围为 0.5–50 mL/min。

**Stop Purge For**（停止吹扫）：当“恒定隔垫吹扫”参数设置为“开”时启用。然后输入一个停止隔膜吹扫的时间，范围为 0.00–999.99 min。

## 浪涌参数

当进样模式设置为 **CT Split with Surge**（CT 浪涌分流）或 **CT Splitless with Surge**（CT 浪涌不分流）时，将启用浪涌参数。

**Surge Pressure**（浪涌压力）：可定义 **CT Split with Surge**（CT 浪涌分流）或 **CT Splitless with Surge**（CT 浪涌不分流）进样过程中施加的压力。压力使进样器中产生浪涌流，从而加速样品输送。输入一个 0–1050 kPa (0–152 psi; 0–10.50 bar) 范围内的值。

**Surge Duration**（浪涌持续时间）：可定义 **CT Split with Surge**（CT 浪涌分流）或 **CT Splitless with Surge**（CT 浪涌不分流）进样过程中浪涌压力的保持时长。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。通常设置为与 **CT Splitless with Surge**（CT 浪涌不分流）进样过程中的 **Splitless time**（不分流时间）一致。

## 进样阶段参数

包括四个阶段：**进样**、**汽化**、**输送**和**清洁**。

**Injection**（进样）：当进样模式设置为 **Splitless**（不分流）或 **Large Volume**（大体积）时，可指定进样阶段的进样口参数。

包括以下参数：

- **Inject Temperature**（进样温度）：可定义进样期间的进样器温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值。如果启用了深冷系统，输送二氧化碳时，温度范围为 -50–450 °C；输送液氮时，温度范围为 -100–450 °C。
- **Inject Time**（进样时间）：可定义进样期间和进样后温度的保持时长。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。
- **Inject Pressure**（进样压力）：可定义进样阶段的压力。可选择开/关；0–1050 kPa (0-152 psi; 0-10.50 bar)。
- **Injection Flow**（分流流量）：可定义进样阶段的分流流量。此参数允许在大体积阶段放空溶剂或不保留化合物。流量设定值必须兼容可用压力设定。输入一个 5–1250 mL/min 范围内的值。

**Evaporation**（汽化）：当勾选了 **Evaporation**（汽化）选项时，可指定溶剂汽化参数。

包括以下参数：

- **Evaporation Ramp**（汽化斜坡）：可定义达到程序溶剂汽化温度的斜坡率。输入一个 0.1–14.5 °C/s 范围内的值，增量为 0.1 °C/s。
- **Evaporation Temp.**（汽化温度）：可定义溶剂汽化温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值。如果启用了深冷系统，输送二氧化碳时，温度范围为 -50–450 °C；输送液氮时，温度范围为 -100–450 °C。
- **Evaporation Time**（汽化时间）：可定义程序溶剂汽化温度的保持时长。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。
- **Evaporation Pressure**（汽化压力）：可定义溶剂汽化阶段所用压力。压力在汽化温度斜坡开始时施加。可选择开/关；0–1050 kPa (0-152 psi; 0-10.50 bar)。
- **Evaporation Flow**（汽化流量）：可定义进样期间的汽化流量。“汽化流量”值可能与“分流流量”值不同。输入一个 5–1250 mL/min 范围内的值。

**Transfer**（输送）：仅当进样模式设置为 **Large Volume**（大体积）时，可指定将样品输送到色谱柱的参数。勾选 **Ramped Pressure**（斜坡压力）选项，将激活 **Transfer**（输送）和 **Pressure**（压力）参数。

包括以下参数：

- **Transfer Ramp**（输送斜坡）：可定义温度斜坡达到样品输送温度的斜坡率。输入一个 0.1–14.5 °C/s 范围内的值，增量为 0.1 °C/s。
- **Transfer Temp**（输送温度）：可定义将样品输送到色谱柱的温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值。如果启用了深冷系统，输送二氧化碳时，温度范围为 -50–450 °C；输送液氮时，温度范围为 -100–450 °C。
- **Transfer Time**（输送时间）：可定义程序样品输送温度的保持时长。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。
- **Transfer Delay Time**（输送延迟时间）：仅在模式设置为“大体积”时启用。可延迟汽化阶段后的温度斜坡起始时间。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。
- **Transfer Pressure**（输送压力）：可定义样品输送阶段所用压力。压力在输送温度斜坡开始时施加。  
可选择开/关；0–1050 kPa (0-152 psi; 0-10.50 bar)。

**Cleaning**（清洁）：当勾选了 **Cleaning Phase**（清洁阶段）选项时，可指定进样器清洁参数。

包括以下参数：

- **Clean Ramp**（清洁斜坡）：可定义达到程序进样器清洁温度的斜坡率。输入一个 0.1–14.5 °C/s 范围内的值，增量为 0.1 °C/s。
- **Clean Temp**（清洁温度）：可定义清洁阶段的进样器温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值。如果启用了深冷系统，输送二氧化碳时，温度范围为 -50–450 °C；输送液氮时，温度范围为 -100–450 °C。
- **Clean Time**（清洁时间）：可定义程序进样器清洁温度的保持时长。输入一个 0.00–999.99 min 范围内的值。
- **Clean Flow**（清洁流量）：可增加清洁阶段的流量。清洁流量设定值必须兼容压力设定。输入一个 5–1250 mL/min 范围内的值。

## 设置载气参数

设置前，请检查载气类型是否适合分析。

### ❖ 设置载气参数

1. 编程载气流量。
  - a. 选定 **Flow Mode**（流量模式）。
  - b. 选择具体模式，包括 **Constant flow**（恒定流量）、**Constant Pressure**（恒定压力）、**Constant Linear Velocity**（恒定线速度）、**Ramped Flow**（斜坡流量）、**Ramped Pressure**（斜坡压力）。
  - c. 输入初始的**流量、压力、恒定线速度**。

- i. 如果选择 **Constant Flow** (恒定流量) 模式, 请输入所需 **Column Flow** (柱流量) 值。计算并调整所需压力, 保持流量恒定。
  - ii. 如果选择 **Constant Pressure** (恒定压力) 模式, 请输入所需 **Pressure** (压力) 值。
  - iii. 如果选择 **Constant Linear Velocity** (恒定线速度) 模式, 请输入所需值。
- d. 输入 **Ramped Flow/Ramped Pressure** (斜坡流量/斜坡压力)。

**注释** 当选择“斜坡流量”或“斜坡压力”模式时, 载气菜单包含最多三个程序斜坡的参数。

- i. 选定 **Progr Flow/Pressure** (程序流量/压力), 在“初始流量/压力”字段输入所需值。按 Enter (输入)。
  - ii. 在“初始时间”字段输入所需值。输入后, 程序的初始部分完成。
- e. 编程 **Ramps** (斜坡)。
- i. 在“斜坡 1”字段输入所需值。
  - ii. 在“最终流量 1/压力 1”字段输入斜坡 1 的最终值。
  - iii. 在“最终时间 1”字段输入斜坡 1 的最终值。输入后, 第一个斜坡设置完成。
  - iv. 如果不需要第二个斜坡, 请将“斜坡 2”设置为 **Off** (关)。如果需要第二个斜坡, 请在“斜坡 2”字段输入所需值。
  - v. 在“最终流量 2/压力 2”字段输入斜坡 2 的最终值。
  - vi. 在“最终时间 2”字段输入斜坡 2 的最终值。输入后, 第二个斜坡设置完成。
  - vii. 如果不需要第三个斜坡, 请将“斜坡 3”设置为 **Off** (关)。如果需要第三个斜坡, 请在“斜坡 3”字段输入所需值。
  - viii. 在“最终流量 3/压力 3”字段输入斜坡 3 的最终值。
  - ix. 在“最终时间 3”字段输入斜坡 3 的最终值。输入后, 第三个斜坡设置完成。
2. 如果 TRACE 1600/TRACE 1610 与质量检测器联用, 请将 **Vacuum Compensation** (真空补偿) 设置为 **On** (开), 补偿真空柱放空口。

## 设置反吹的参数

请按以下步骤设置反吹进样。仅在清洁阶段启用的情况下，PTV 反吹模块才能在分流模式和不分流模式下激活。关于 CT 反吹激活的更多信息，请参阅第 7 章，“分流/不分流反吹进样器 (SSLBKF) 模块。” 中第 156 页上的“设置反吹的参数”。

在 **Large volume**（大体积）模式下，反吹可以在进样/汽化阶段和/或清洁阶段（如已启用）下激活。在此模式下，吹扫阀必须在 Prep Run（预运行）阶段常闭，一直持续到编程输送斜坡时间结束。分流阀仅在编程进样时间和编程汽化时间结束时关闭，一直持续到编程输送时间结束。

设置前，请确认进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。

1. 编程载气流量。
2. 在模式列表中选择 **PTV Large Volume**（PTV 大体积）。
3. 设置进样器 **Temperature**（温度）。
4. 输入所需 **Splitless Flow**（不分流流量）值。
5. 输入 **Splitless Time**（不分流时间）。
6. 如有需要，可开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫），并在 **Stop Purge For**（停止吹扫）字段中输入重新开始吹扫前的停止时长 (min)。
7. 在“进样阶段”列表中，选择所需的各种程序阶段。如需编程温度斜坡，请参阅第 228 页上的“编程进样参数”，了解更多信息。

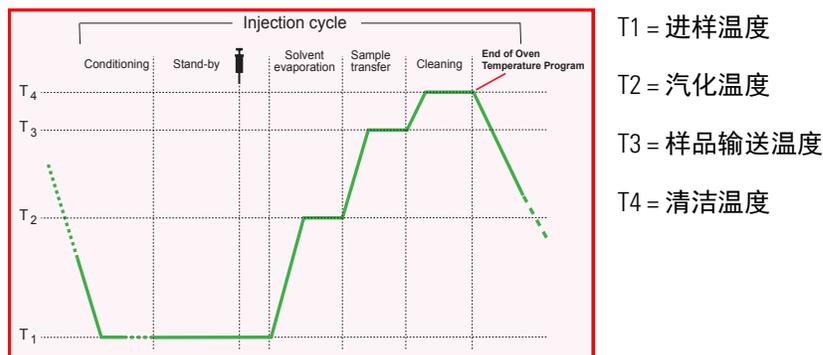
## 编程进样参数

在 PTV 分流、PTV 不分流和 PTV 大体积模式下操作时，请按以下步骤编程温度斜坡。在编程温度斜坡之前，请先编程其他操作模式参数。

### PTV 进样周期

图 131 显示了 PTV 进样周期的通用温度程序。

图 131. 通用温度图



1. 打开“进样阶段”菜单。
2. 设置 **Ramped Pressure? Yes**（斜坡压力？是），编程斜坡压力。
3. 设置温度斜坡开始时的 **Inject Pressure**（进样压力）。
4. 设置 **Inject Time**（进样时间），即进样器温度的保持时长。
5. 设置样品 **Transfer pressure**（输送压力）。
6. 设置样品 **Transfer temperature**（输送温度）。
7. 设置达到样品输送温度的 **Transfer ramp**（输送斜坡）速率，单位为 °C/s。
8. 设置 **Transfer time**（输送时间），即输送温度的保持时长。

**重要** 除非使用清洁程序，否则请考虑一个与柱温箱温度程序近似的时间。

9. 仅在 **PTV Large Volume**（PTV 大体积）模式下设置溶剂放空阶段的 **Injection flow**（进样流量）。

## 如已配置溶剂汽化

1. 设置溶剂汽化阶段汽化温度斜坡的初始 **Evaporation pressure**（汽化压力）。
2. 设置达到溶剂汽化温度的 **Evaporation ramp**（汽化斜坡）速率，单位为 °C/s。
3. 设置溶剂 **Evaporation temperature**（汽化温度）。
4. 设置 **Evaporation time**（汽化时间），即溶剂汽化温度的保持时长。

设置溶剂放空的 **Evaporation flow**（汽化流量），仅适用于 **PTV Large Volume**（PTV 大体积）模式。

## 如已配置进样器清洁

1. 设置进样器 **Cleaning temp**（清洁温度）。
2. 设置达到清洁温度的 **Cleaning ramp**（清洁斜坡）速率，单位为 °C/s。
3. 设置 **Cleaning time**（清洁时间），即清洁温度的保持时长。
4. 设置 **Clean Flow**（清洁流量），增加清洁阶段的流量。

**注释** 如果将“斜坡压力”参数设置为“否”，则不会启用“进样压力”、“输送压力”和“汽化压力”参数。

如果将“进样阶段菜单”中的“斜坡压力”参数设置为“是”，请参阅[进样阶段菜单中的斜坡压力选项](#)中的注意事项。

## 进样阶段菜单中的斜坡压力选项

在进样阶段启用斜坡压力时，需注意以下几点：

- 无论选择哪种流量模式，都可以在 PTV 菜单上控制进样、汽化和输送期间的压力。PTV 输送时间结束时，可以在“载气”菜单上重新控制载气。这意味着压力/流量值将变回“载气”菜单中为分析阶段定义的值。如果选择了斜坡压力或斜坡流量模式，压力/流量程序将与柱温箱温度程序同时开始，压力/流量值将采用压力/流量程序中为分析阶段定义的值。
- 如果进样器温度必须在整个柱温箱温度程序期间保持恒定，则最好使用清洁程序而不是输送程序。这是因为在清洁期间，载气控制按“载气”菜单中的定义管理（而在输送期间，载气控制按 PTV 控制菜单中的定义管理）。

## 连接 PTV 反吹系统

关于将 PTV 反吹系统连接到 GC 柱温箱的更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册* 中的 **连接 SSL/PTV 反吹系统** 部分。

## 火焰离子化检测器 (FID) 模块

本章详细介绍了即时连接火焰离子化检测器 (FID)，包括检测器参数的编程说明和使用不同进样器检测的执行说明。

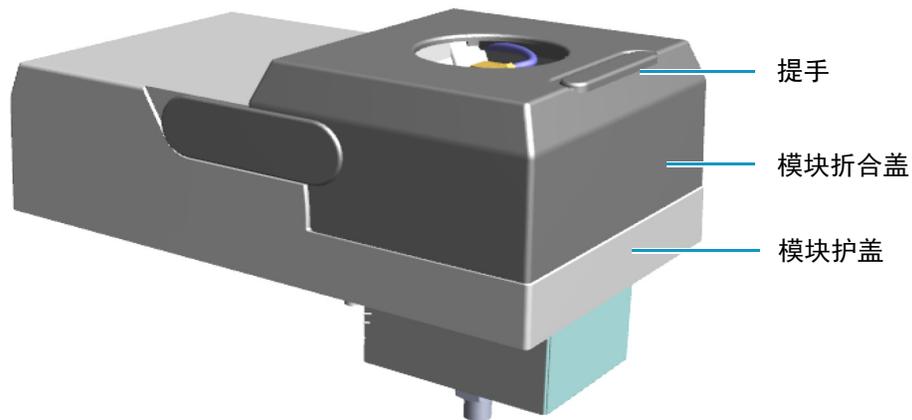
### 目录

- 模块概述
- 工作原理
- 气体供应
- FID 参数
- FID 检测

### 模块概述

火焰离子化检测器模块包括离子室、电测放大器、加热器器体、控制检测器气体的数字气动器，以及连接分析柱的接头。

图 132. 火焰离子化检测器模块



模块和检测器组件如图 133 和图 134 所示。

图 133. FID 模块组件

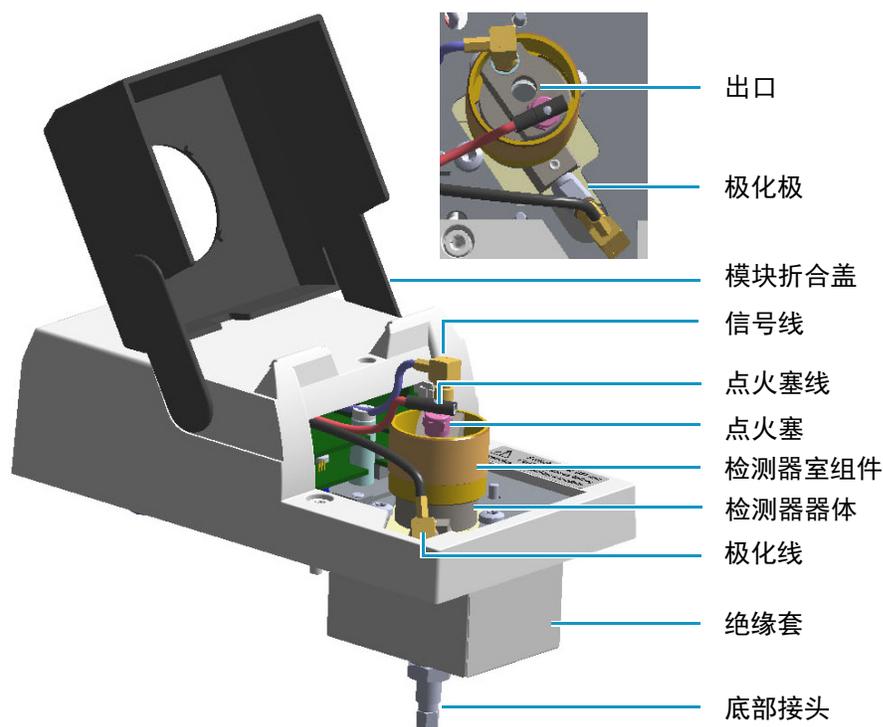


图 134. FID 室组装件

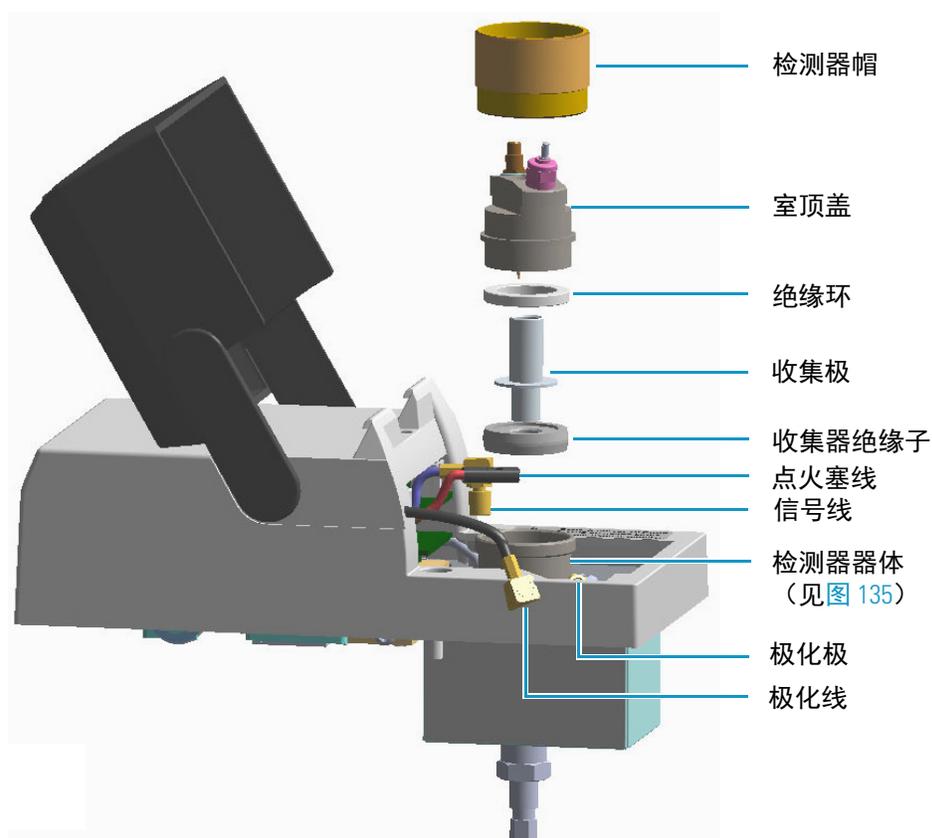
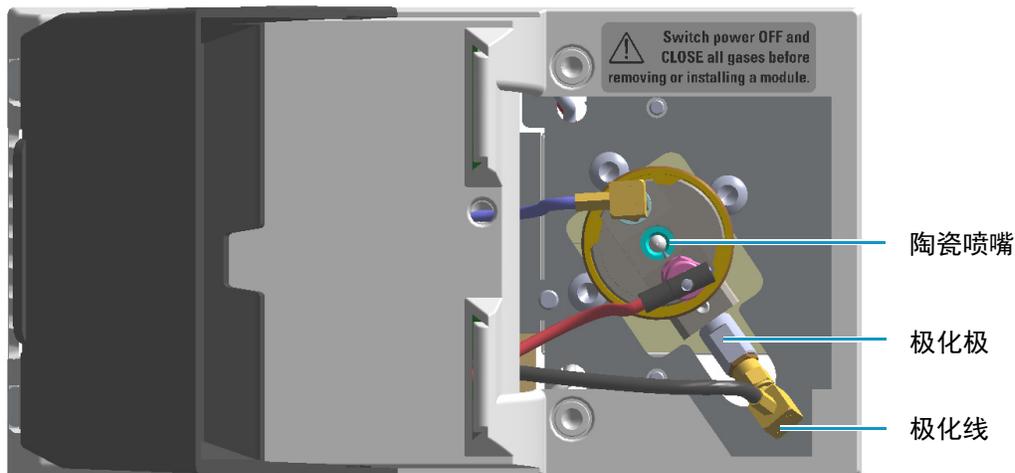


图 135. 陶瓷喷嘴和极化极



## 工作原理

色谱柱流出气体与氢气混合，从喷嘴中流出时在空气流中燃烧。喷嘴充当极化极，而火焰附近的圆柱体形成 C 形。有机化合物的燃烧过程会产生离子，这些离子被施加在电极之间的极化电压吸引到火焰附近的收集器。产生的离子流由电测放大器检测并转换为适当的输出信号。

## 气体供应

气体流量必须设置得当，FID 才能正常运行。

**注意** 您有责任确保遵守当地所有关于载气供应的安全法规。



**警告** 氢气是具有一定危险性的气体。与空气混合可能产生爆炸性混合物。由于存在爆炸风险，操作人员需要非常谨慎地使用氢气。

FID 使用三种气体：氢气和空气（供应火焰），氮气/氦气（作为尾吹气，可提高 FID 灵敏度）。气体流过检测器的流量对 FID 的稳定性和分析性能有很大影响。

表 20. FID 所用气体

气体	作用	范围	典型状态
氢气	用作 FID 火焰的燃气	1–100 mL/min	35 mL/min
空气 <sup>1</sup>	用作 FID 火焰的助燃气	5–500 mL/min	350 mL/min
氮气	尾吹气（推荐）	1–50 mL/min	40 mL/min
氦气	尾吹气	1–50 mL/min	40 mL/min

<sup>1</sup>通常，空气流量约为氢气流量的十倍才能确保火焰点燃。过量的空气会使火焰不稳定，从而引起噪声和熄火。

**提示** 为获得 FID 的最佳性能，您应该保持载气流量和空气流量恒定，试验氢气流量，获得目标组分的最大信号强度。

## FID 参数

以下章节列出并描述了控制 FID 检测器的参数。

- **Temperature**（温度）：可定义检测器的温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值。输入值为 250–350 °C 时，可防止由于火焰的氢燃烧而形成的水蒸气冷凝。在比柱温箱程序更高的温度下操作检测器。
- **Hydrogen Flow**（氢气流量）：可定义进入检测器的氢气流量。可选择开/关；范围为 1–100 mL/min。当 H<sub>2</sub> 启用时，输入氢气流量，优化火焰燃烧。流量通常为 35 mL/min。
- **Air Flow**（空气流量）：可定义进入检测器的空气流量。可选择开/关；范围为 5–500 mL/min。当“空气”启用时，输入空气流量，优化火焰燃烧。流量通常为 350 mL/min。
- **Make-up Flow**（尾吹气流量）：可定义进入检测器的尾吹气流量。建议使用氮气作为尾吹气，提高 FID 灵敏度。可选择开/关；范围为 1–50 mL/min。流量通常为 40 mL/min。
- **Flame**（火焰）：可点火。可选择开/关。这仅适用于基座温度至少为 150 °C，并且空气和氢气流量已启用的情况。
- **Flameout Retry**（熄火重试）：当火焰点燃时，信号将增加到点火阈值以上，点火程序停止。如果信号没有增加到点火阈值以上，火焰功能将尝试再点燃 FID 两次以上，然后停止。接着，火焰功能指示火焰关闭。设定值通常为 0.2–1.0 pA。
- **Ignition Threshold**（点火阈值）：输入一个 0.0–10 pA 范围内的值。如果信号降低到点火阈值以下，火焰功能将打开点火塞，并尝试点燃 FID。熄火重试程序最多重复三次，将比较点火阈值与信号 pA。
- **Signal**（信号）：此参数表示收集器电流，单位为 pA（稳定电流水平）。显示值也用于指示火焰状态。如果值非常低（例如 0.3 pA），则火焰关闭。当显示值大于点火阈值时，火焰开启。

## 设置 FID 参数

设置前，请确认检测器气体已连接，色谱柱安装正确且系统无泄漏。检查柱温箱温度、进样器温度和载气流量。

1. 启用 FID 温度参数，并将温度设置为 250 °C。
2. 启用并设置检测器气体流量：空气为 350 mL/min，H<sub>2</sub> 为 35 mL/min，尾吹气为 40 mL/min。
3. 启用“火焰开启”参数。

## FID 检测

FID 检测允许您在安装完成后检查仪器分析性能。使用此程序作为参考，检查 TRACE 1600/1610 是否继续按照在工厂执行的原始检测规范执行。

### 重要 计算信噪比

不同的色谱数据系统通常具有不同的信噪比计算方法。我们将介绍适用于任何色谱数据系统的通用程序。

- 选择一段无峰或无干扰信号的基线，然后计算采集超过 0.1 min 的噪声。注意噪声。
- 测量目标峰的高度。
- 将先前测量的峰高和噪声相除，计算出信噪比。
- 对每个目标峰重复此程序。
- 要使用特定数据系统程序计算信噪比，请参阅相应用户手册。

**注释** 如果由于化学噪声过高，无法在检测色谱图中找到适当的一段基线来测量适当的噪声，请采集 GC 在初始温度下待机时的基线，并测量此基线上的噪声。

### ❖ 执行检测

1. 在开始检测之前，请执行以下操作：
    - a. 当前安装在进样器中的衬管应小心拆卸并更换为：
      - **SSL/SSLBKF/HeS-S/SL 进样器**：适用于不分流进样的 4 mm 内径衬管，带适当的衬管密封圈。
      - **PTV/PTVBKF 进样器**：2 mm 内径 Silcosteel 衬管，带适当的衬管密封圈。
- 注释** 如果是反吹模块，反吹金属管必须用相应管帽封闭，将色谱柱直接连接到进样器。
- b. 新隔垫应正确安装在进样器中。
  - c. 确认所需气体供应已正确连接到仪器上。
  - d. 当前安装的色谱柱应小心拆卸并更换为试验色谱柱：熔融石英毛细管柱 TR-5；7 m 长；0.32 mm 内径；0.25 mm 膜厚。
  - e. 执行色谱柱评估和泄漏检测。
  - f. 确认数据系统已正确连接到 GC 系统。
  - g. 使用自动液体进样器。或者使用适当的手动进样器（10  $\mu$ L）。
2. 设置气体流量。
    - a. 使用氦气作为载气，并在恒定压力模式下将载气压力设置为 30 kPa。
    - b. 使用氮气作为尾吹气。
    - c. 启用并设置检测器气体流量：空气为 350 mL/min，H<sub>2</sub> 为 35 mL/min，尾吹气为 40 mL/min。
  3. 设置柱温箱参数。
    - a. 设置初始温度为 50 °C。
    - b. 设置初始时间为 1 min。
    - c. 设置斜坡 1 为 20 °C/min。
    - d. 设置最终温度为 200 °C。
    - e. 设置最终时间为 1 min。
  4. 设置进样器参数。
    - a. **SSL/SSLBKF/HeS-S/SL 进样器**
      - 设置温度为 230 °C。
      - 选定操作模式为 **Splitless**（不分流）。
      - 设置不分流时间为 0.8 min。

- 设置分流流量为 60 mL/min。
  - 开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）。
- b. PTV/PTVBKF 进样器**
- 选定操作模式为 **PTV Splitless**（PTV 不分流）。
  - 设置不分流时间为 0.8 min。
  - 设置分流流量为 60 mL/min。
  - 开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）。
  - 设置进样温度为 50 °C。
  - 设置进样时间为 0.1 min。
  - 设置输送斜坡为 10 °C/s。
  - 设置输送温度为 260 °C。
  - 设置输送时间为 1 min。
5. 设置 FID 参数。
- a. 设置温度为 250 °C。
  - b. 设置火焰为 **On**（开启）。
6. 开始检测
- a. 激活色谱数据系统，设置检测所需参数。
  - b. 注入纯己烷，执行空白分析。
  - c. 当 GC 处于待机/预运行状态时，激活数据系统 10 min，评估等温条件下的基线。
  - d. 基线评估完成后，设置数据系统，完成单次运行。
  - e. 注入 1 µL 试验混合物 (PN 33819020)。  
试验混合物由正己烷中的三种组分组成：
    - 正十二烷：20 µg/mL
    - 正十四烷：20 µg/mL
    - 正十六烷：20 µg/mL
  - f. 按 GC 上的 **Start**（开始），开始检测运行。
7. 结果色谱图应如图 136 所示。

图 136. FID 检测结果色谱图

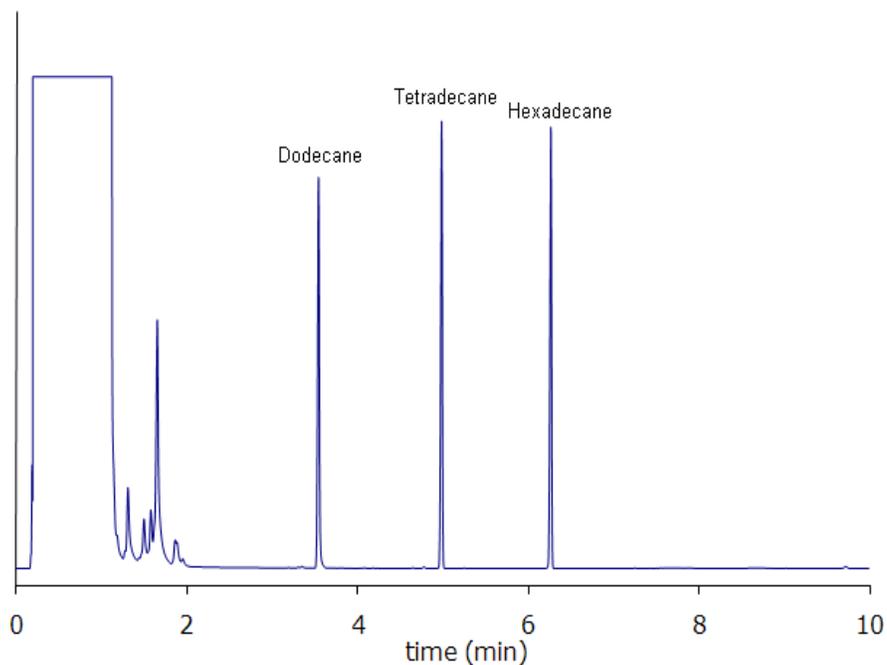


表 21 中的可接受值表示成功完成检测所需值。如果不满足这些条件，请重复试验。

表 21. FID 检测可接受值

基线参数	
噪声 (fA)	$\leq 50$
漂移 (fA/h)	$\leq 150$
分析结果	
正十二烷信噪比	$\geq 4000$
正十四烷信噪比	$\geq 4000$
正十六烷信噪比	$\geq 4000$

## 氮磷检测器 (NPD) 模块

本章详细介绍了即时连接氮磷检测器 (NPD) 模块，包括检测器参数的编程说明和使用不同进样器检测的执行说明。

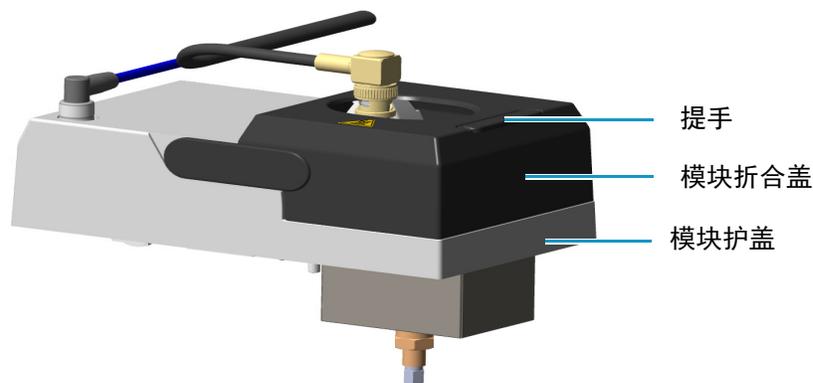
### 目录

- 模块概述
- 工作原理
- 省源
- 气体供应
- NPD 参数
- NPD 检测

## 模块概述

氮磷检测器模块包括检测器室、加热器器体、控制检测器气体的数字气动器，以及连接分析柱的接头。热离子源由单独的电源模块供电，电源模块放置在 GC 背侧的腔体中，或在 GC 旁边，在用户可以轻松查看电连接的最舒适位置。

图 137. 氮磷检测器模块



模块和检测器组件如图 138 和图 139 所示。

### 13 氮磷检测器 (NPD) 模块 模块概述

图 138. NPD 模块组件

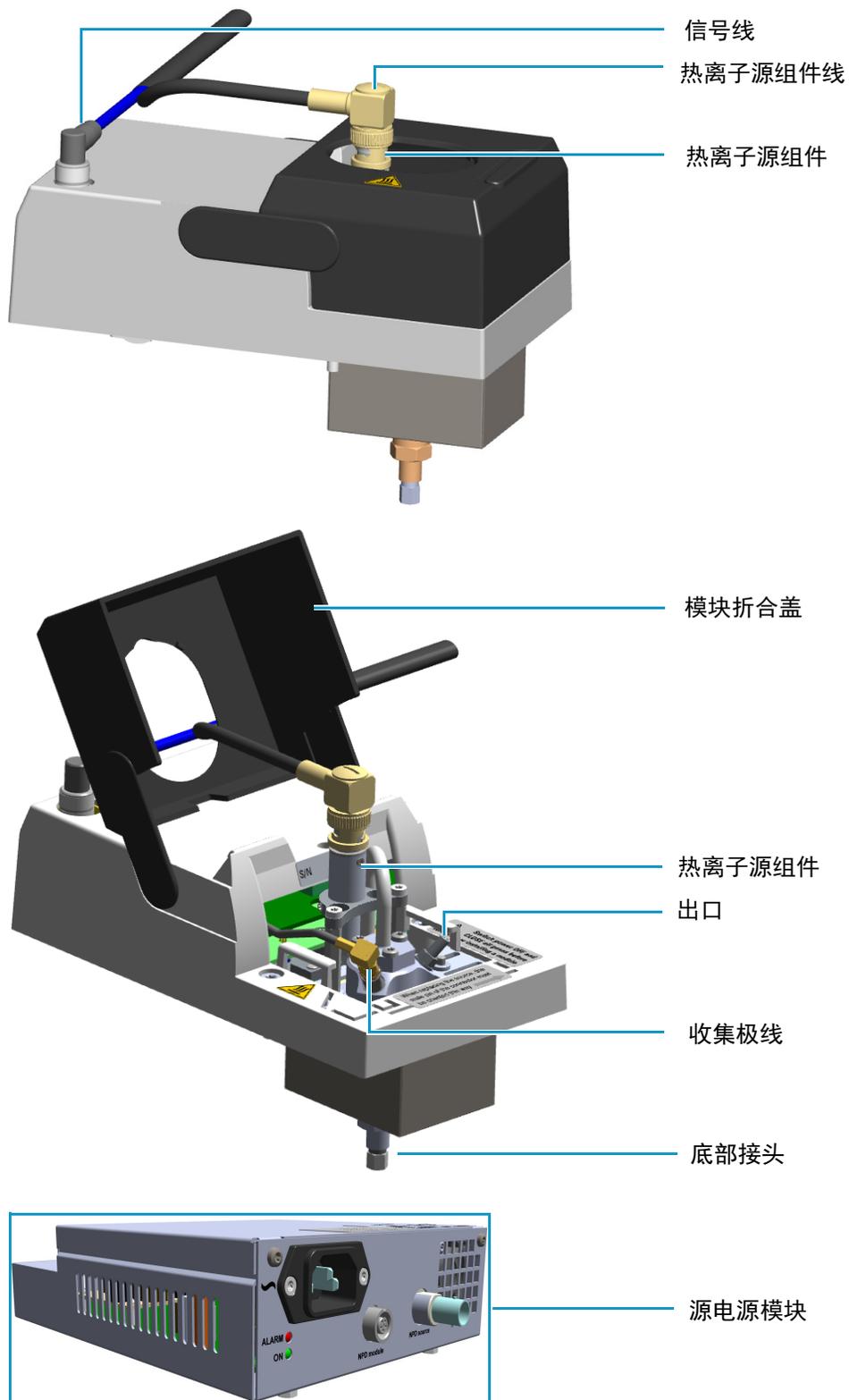


图 139. NPD 室组装件

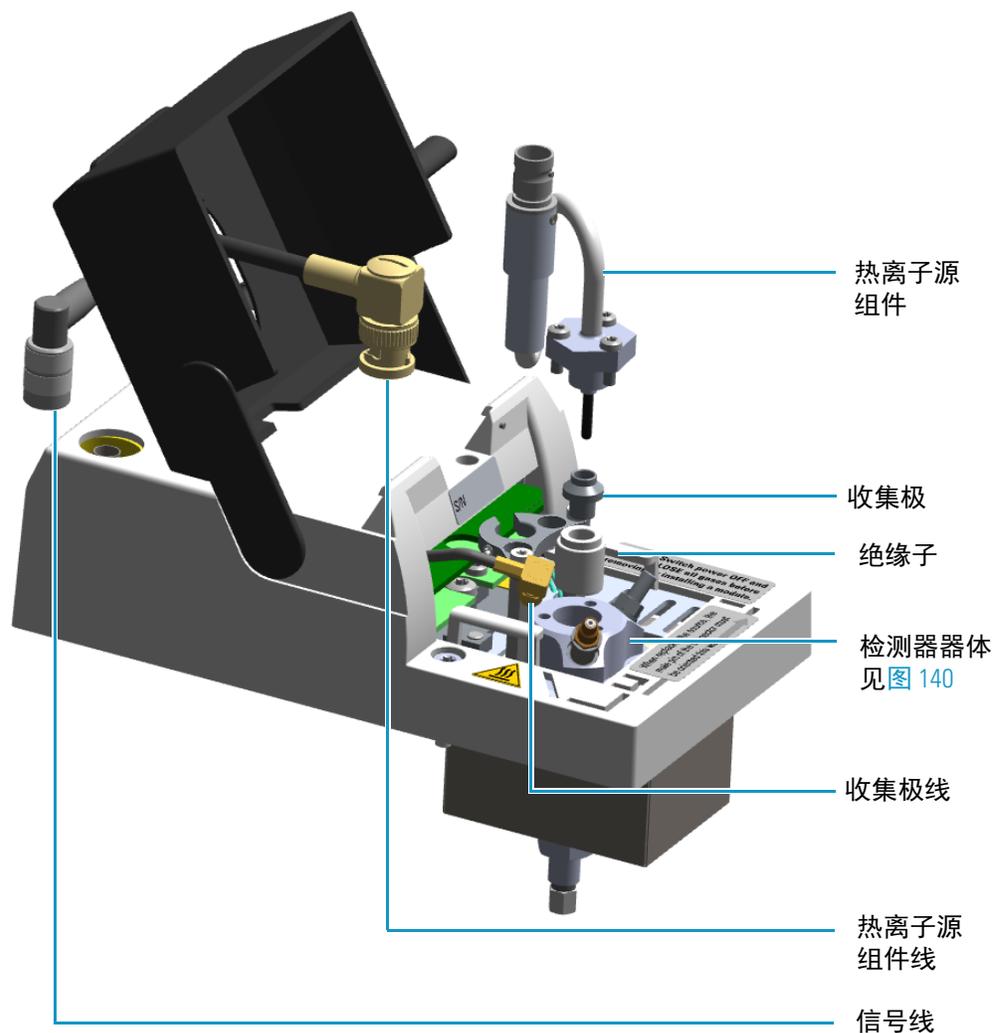
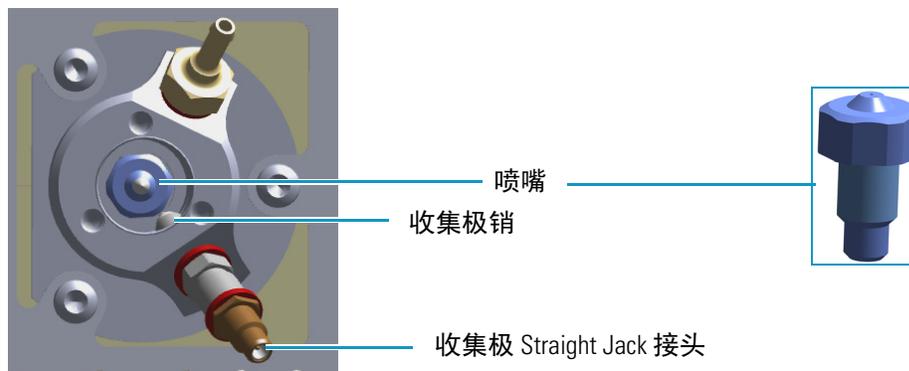


图 140. 喷嘴和收集极销



## 工作原理

NPD 适用于含氮或含磷有机化合物的选择性检测。热离子源在稀薄的氢气/空气环境中电加热，周围形成热的化学反应气体层。当含氮原子或含磷原子的化合物碰撞热离子源时，会形成电负性分解产物，并由从热离子源中获得的电子电离。

然后用电测放大器收集和检测负离子。有不同表面涂层的热离子源可供选择。

热离子源的使用寿命可能因源材、工作温度和分析条件而异。源加热电流需要足够高，才在热离子源周围产生活动层。当需要重新调整源加热电流时，检测器稳定电流的强度或对标准样品的响应可以作为适当调整的参考。

要延长热离子源的使用寿命，我们建议在检测器长时间不使用（例如，过夜或周末）或载气流中断时，关闭加热电流和氢气流。

硅质固定相的渗出物或残留的硅烷化试剂（源于衍生化过程）可能会使热离子源表面受到二氧化硅的污染，并缩短使用寿命。而且，长期使用卤化溶剂会在热离子源涂层上形成反应副产物，从而对热离子源的使用寿命产生不利影响。



**重要** NPD 检测器模块标配 **TID 2** 型热离子源（黑陶瓷），适用于氮和磷的检测。还提供 **TID 4** 型热离子源（白陶瓷），可增强氮响应。

关于订购 NPD 热离子源的更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 备件指南*。关于更换 NPD 热离子源的更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册*。

## 省源

NPD 模块具备省源功能。当 GC 空闲超过 30 min 时，为延长 NPD 热离子源的使用寿命，应用于源铂珠的实际电流值将减少，减少量为源电流设定值的 10%。这将关闭等离子体，并停止热离子源消耗。在省源状态下，只要 GC 准备进入下一次进样，源电流就会返回到原始设定值。然后，热离子源将重新打开，并准备进入下一次分析。

## 气体供应

气体流量必须设置得当，NPD 才能正常运行。



**注意** 您有责任确保遵守当地所有关于载气供应的安全法规。

**警告** 氢气是具有一定危险性的气体。与空气混合可能产生爆炸性混合物。由于存在爆炸风险，操作人员需要非常谨慎地使用氢气。

NPD 检测器和毛细管柱通常使用的气体如表 22 所示。

表 22. NPD 所用气体

气体	作用	范围	典型状态
氢气	用作 NPD 等离子体的燃气	0.1–10 mL/min	2–4 mL/min
空气	用作 NPD 等离子体的助燃气	5–500 mL/min	40–80 mL/min
氮气	尾吹气	1–50 mL/min	10–20 mL/min
氦气	尾吹气	1–50 mL/min	10–20 mL/min

相较于氦气，更建议使用氮气作为尾吹气，因为氮气的热导率更低，对热离子源的加热电流要求也更低。

## NPD 参数

以下章节列出并描述了控制 NPD 检测器的参数。

- **Source Current**（源电流）：可定义用于加热热离子源的电流。输入一个 1.000–5.000 A 范围内的值。
- **Source Saver**（省源）：可启用省源功能，减少 NPD 热离子源的消耗。
- **Temperature**（温度）：可定义检测器温度。输入温度，范围为室温至 450 °C。
- **Polarization Voltage**（极化电压）：可定义应用于收集极的电压。输入一个 1–100 V 范围内的值。
- **Air Flow**（空气流量）：可定义进入检测器的空气流量。可选择开/关；范围为 5–500 mL/min。流量通常为 50–60 mL/min。
- **H2**（氢气）：可定义进入检测器的氢气流量。可选择开/关；范围为 0.1–10 mL/min。流量通常为 2–3 mL/min。
- **Make-up**（尾吹气）：可定义进入检测器的尾吹气流量。建议使用氮气作为尾吹气，提高 NPD 灵敏度。可选择开/关；范围为 1–50 mL/min。流量通常为 15 mL/min。

## 设置 NPD 参数

设置前，请确认检测器气体已连接，色谱柱安装正确且系统无泄漏。检查柱温箱温度、进样器温度和载气流量。

1. 设置各气体的流量。
  - a. 设置空气流量为 60 mL/min。
  - b. 设置 H<sub>2</sub> 流量为 2.3 mL/min。
  - c. 设置尾吹气流量为 15 mL/min。
2. 设置检测器参数。
  - a. 设置源电流为 2.500 A，然后逐步增加电流到点火水平。
  - b. 如有需要，可启用省源。
  - c. 设置温度为 300 °C。
  - d. 设置极化电压为 4 V。
3. 设置信号参数。
  - a. 如果要降低对高频噪声和信号的响应，需打开数字滤波器参数。
4. 确保回退信号在 0–0.5 pA 范围内。
5. 打开初始电流为 2.50 A 的热离子源。回退信号可能略微增加，但应保持在 0–1.5 pA 范围内。
  - a. 在触摸屏或数据系统中监测信号，并以 0.002 A 的增量增加电流值，直到观察到信号即时又强劲地增加。
  - b. 等待五分钟，让热离子源稳定下来。
6. 检查热离子源是否正确打开。
  - a. 将氢气流量降低到 0.5 mL/min，直到信号降为零，然后再增加到原始值。
    - i. 如果信号保持在零上下，则说明热离子源没有打开，需要按照刚才描述的程序进一步增加电流。
    - ii. 如果信号升回原始值，则说明热离子源已正确打开。
  - b. 增加 2% 实际点火电流的电流值。让信号稳定下来，直到信号水平下降到 20 pA 以下。



**注意** 气体流量和检测器温度的变化会影响所需源电流值。

## NPD 检测

NPD 检测允许您在安装完成后检查仪器分析性能。使用此程序作为参考，检查 TRACE 1600/1610 是否继续按照在工厂执行的原始检测规范执行。

### 重要 计算信噪比

不同的色谱数据系统通常具有不同的信噪比计算方法。我们将介绍适用于任何色谱数据系统的通用程序。

- 选择一段无峰或无干扰信号的基线，然后计算采集超过 0.1 min 的噪声。注意噪声。
- 测量目标峰的高度。
- 将先前测量的峰高和噪声相除，计算出信噪比。
- 对每个目标峰重复此程序。
- 要使用特定数据系统程序计算信噪比，请参阅相应用户手册。

**注释** 如果由于化学噪声过高，无法在检测色谱图中找到适当的一段基线来测量适当的噪声，请采集 GC 在初始温度下待机时的基线，并测量此基线上的噪声。

### ❖ 执行 NPD 检测

1. 在开始检测之前，请执行以下操作：

a. 当前安装在进样器中的衬管应小心拆卸并更换为：

- **SSL/SSLBKF/HeS-S/SL 进样器**：适用于不分流进样的 4 mm 内径衬管，带适当的衬管密封圈。
- **PTV/PTVBKF 进样器**：2 mm 内径 Silcosteel 衬管，带适当的衬管密封圈。

**注释** 如果是反吹模块，反吹金属管必须用相应管帽封闭，将色谱柱直接连接到进样器。

- b. 新隔垫应正确安装在进样器中。
- c. 确认所需气体供应已正确连接到仪器。
- d. 当前安装的色谱柱应小心拆卸并更换为试验色谱柱：熔融石英毛细管柱 TR-5；7 m 长；0.32 mm 内径；0.25 mm 膜厚。
- e. 执行色谱柱评估和泄漏检测。
- f. 确认数据系统已正确连接到 GC 系统。
- g. 使用自动液体进样器。或者使用适当的手动进样器（10  $\mu$ L）。

2. 设置气体流量。
  - a. 使用氦气作为载气，并在恒定压力模式下将载气压力设置为 30 kPa。
  - b. 使用氮气作为尾吹气。
  - c. 启用并设置检测器气体流量：空气为 60 mL/min，H<sub>2</sub> 为 2.3 mL/min，尾吹气为 15 mL/min。
3. 设置柱温箱参数。
  - a. 设置初始温度为 70 °C。
  - b. 设置初始时间为 1 min。
  - c. 设置斜坡 1 为 20 °C/min。
  - d. 设置最终温度为 230 °C。
  - e. 设置最终时间为 1 min。
4. 设置进样器参数。
  - a. **SSL/SSLBKF/HeS-S/SL 进样器**
    - 设置温度为 230 °C。
    - 选定操作模式为 **Splitless**（不分流）。
    - 设置不分流时间为 0.8 min。
    - 设置分流流量为 60 mL/min。
    - 开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）。
  - b. **PTV/PTVBKF 进样器**
    - 选定操作模式为 **PTV Splitless**（PTV 不分流）。
    - 设置不分流时间为 0.8 min。
    - 设置分流流量为 60 mL/min。
    - 开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）。
    - 设置进样温度为 50 °C。
    - 设置进样时间为 0.1 min。
    - 设置输送斜坡为 10 °C/s。
    - 设置输送温度为 260 °C。
    - 设置输送时间为 1 min。
5. 设置 NPD 参数。
  - a. 设置温度为 300 °C。
  - b. 设置极化电压为 4 V。

6. 点燃热离子源。
  - a. 打开初始电流为 2.50 A 的热离子源。回退信号可能略微增加，但应保持在 0–1.5 pA 范围内。
  - b. 在按键或数据系统中监测信号，并以 0.002 A 的增量增加电流值，直到观察到信号即时又强劲地增加。
  - c. 等待五分钟，让热离子源稳定下来。
  - d. 检查热离子源是否正确打开。将氢气流量降低到 0.5 mL/min，直到信号降为零，然后再增加到原始值。
  - e. 如果信号保持在零上下，则说明热离子源没有打开，需要按照刚才描述的程序进一步增加电流。
  - f. 如果信号升回原始值，则说明热离子源已正确打开。
  - g. 增加 2% 实际点火电流的电流值。让信号稳定下来，直到信号水平下降到 20 pA 以下。
7. 开始检测。
  - a. 激活色谱数据系统，设置检测所需参数。
  - b. 注入纯异辛烷，执行空白分析。
  - c. 当 GC 处于待机/预运行状态时，激活数据系统 10 min，评估等温条件下的基线。
  - d. 基线评估完成后，设置数据系统，完成单次运行。
  - e. 注入 1  $\mu$ L 试验混合物 (PN 33819006)。

试验混合物由异辛烷中的三种组分组成：

    - 偶氮苯；1  $\mu$ g/mL
    - 十八烷；1000  $\mu$ g/mL
    - 甲基对硫磷；1  $\mu$ g/mL
  - f. 按 GC 上的 **Start**（开始），开始检测运行。
8. 结果色谱图应如图 141 所示。

图 141. NPD 检测结果色谱图

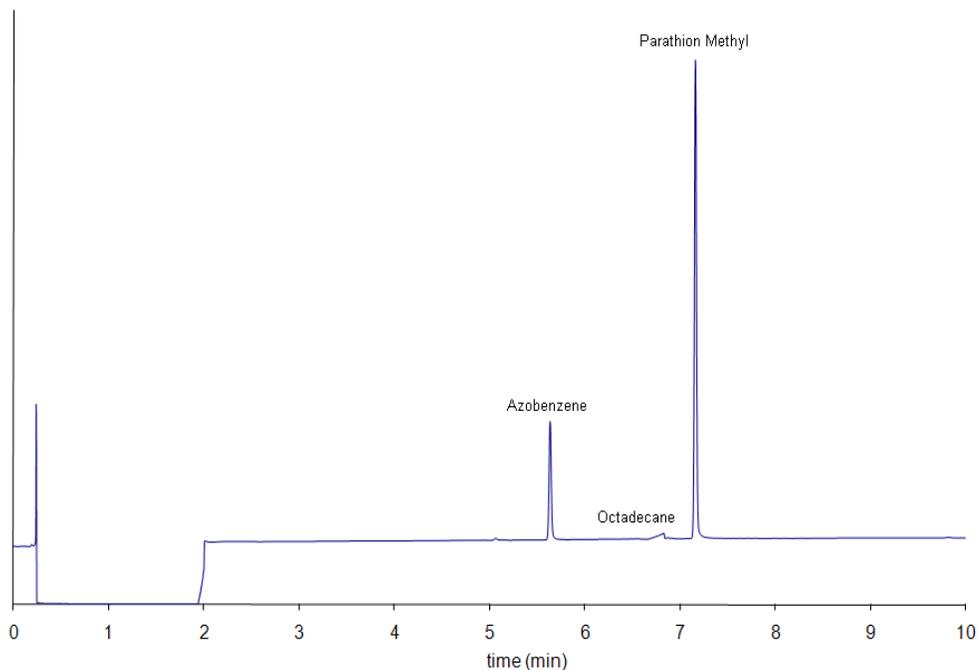


表 23 中的可接受值表示成功完成检测所需值。如果不满足这些条件，请重复试验。

表 23. NPD 检测可接受值

基线参数	
噪声 (fA)	$\leq 50$
漂移 (fA/h)	$\leq 200$
分析结果	
偶氮苯信噪比	$\geq 550$
甲基对硫磷信噪比	$\geq 1500$

## 热导检测器 (TCD) 模块

本章详细介绍了即时连接热导检测器 (TCD) 模块，包括检测器参数的编程说明和使用不同进样器检测的执行说明。

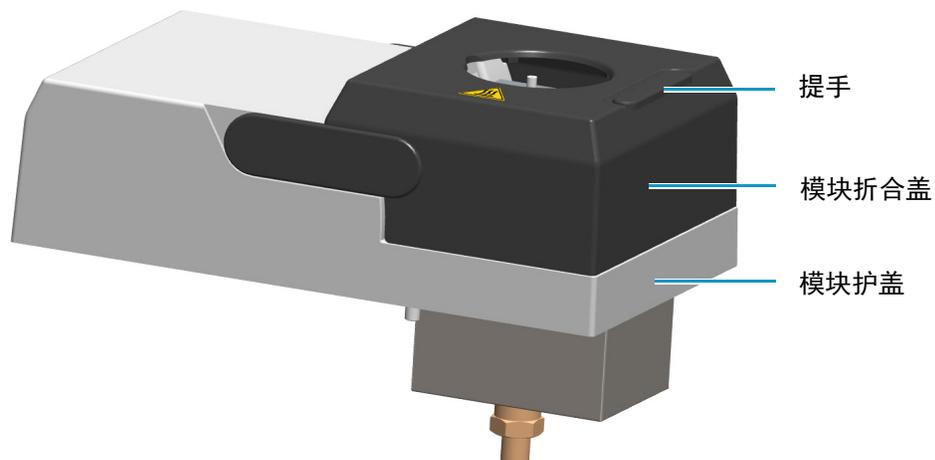
### 目录

- 模块概述
- 工作原理
- 气体选择
- TCD 参数
- TCD 检测

## 模块概述

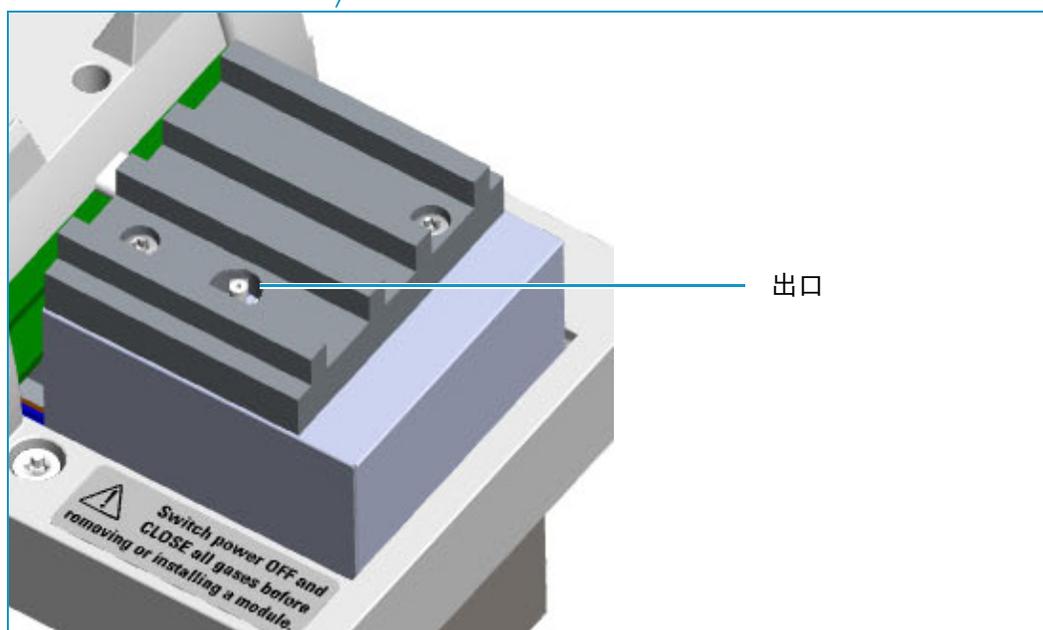
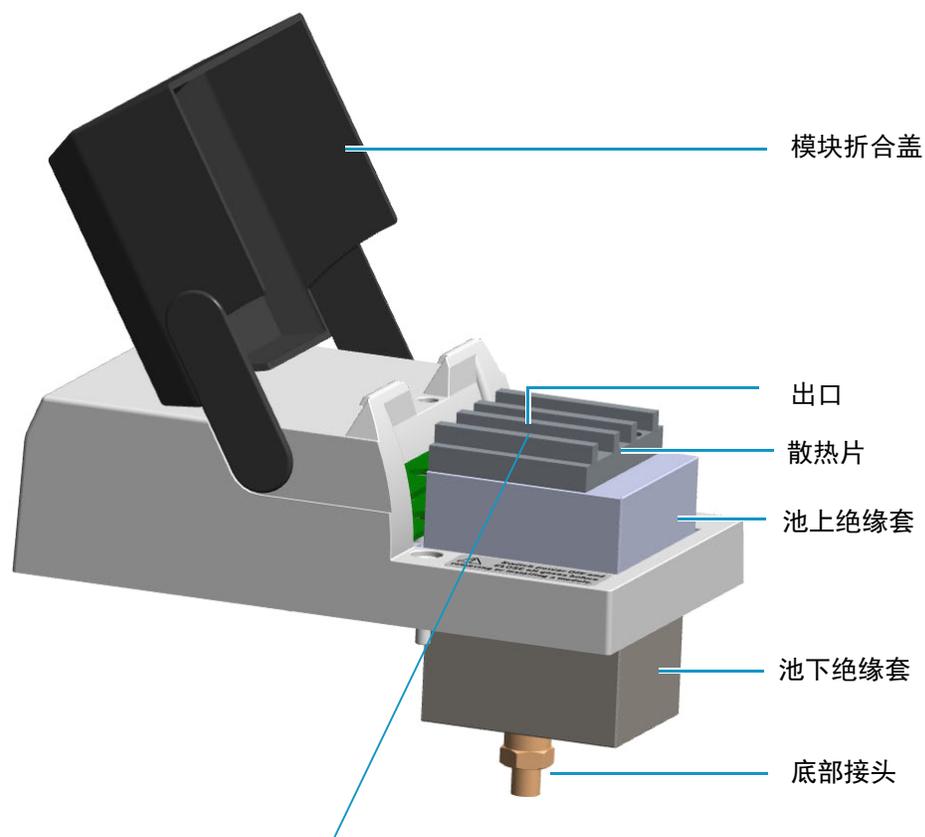
热导检测器模块包括检测器池、加热器器体、控制检测气体的数字气动器，以及连接分析柱的接头。TCD 池由不锈钢模块组成，模块包含两个电阻相同的热丝、加热元件和温度传感器。

图 142. 热导检测器模块



模块组件和检测器如图 143 所示。

图 143. TCD 模块组件



## TCD 串联模块

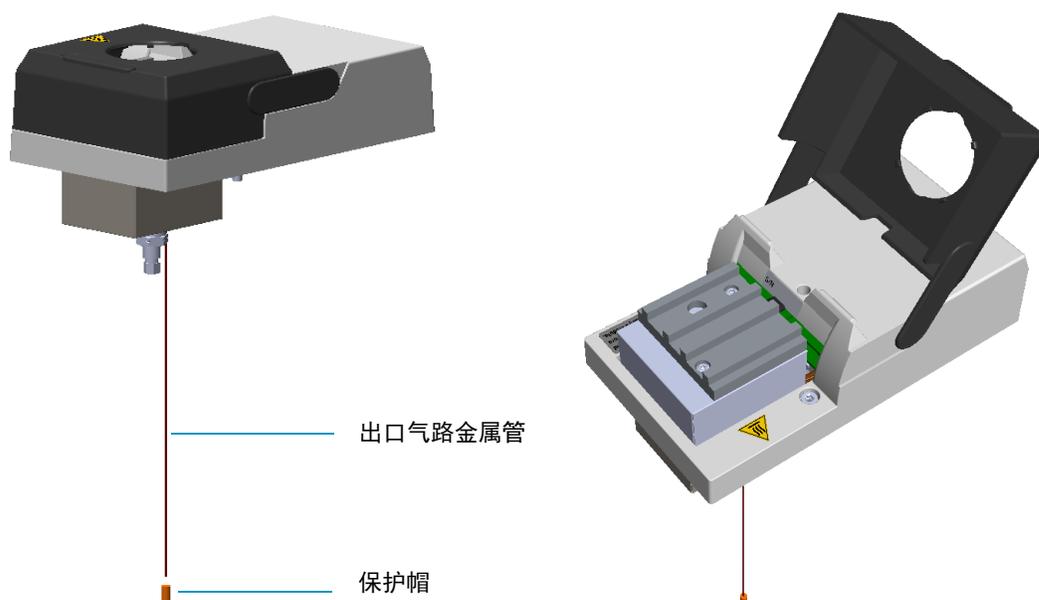
两种改版 TCD 模块可与安装在 TRACE 1600/1610 GC 上的第二个检测器串联，或者与 TRACE 1610 辅助柱温箱上的甲烷转化炉串联。

- 带镍铁 (Ni-Fe) 热丝池的 TCD 串联模块随套件 **PN 19070045** 一起提供。
- 带钨铼 (W-Fe) 热丝池的 TCD 串联模块随套件 **PN 19070046** 一起提供。

TCD 串联模块的出口经金属管（出口气路）伸入 GC 柱温箱内部，进一步连接到第二个检测器或甲烷转化炉。

请参阅图 144。

图 144. TCD 串联模块



**注释** 关于 TCD 串联模块安装、连接和维护的更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册* 中与 TCD 相关的部分。

**重要** 如果要将 TCD 串联模块连接到 FID、NPD 或 FPD，需适当放置出口气路金属管，使 TCD 金属管末端在卡箍末端上方延伸适当距离，如下所示：

- FID, NPD = 尽可能深地插入色谱柱，并回撤约 2–3 mm
- FPD = 125 mm

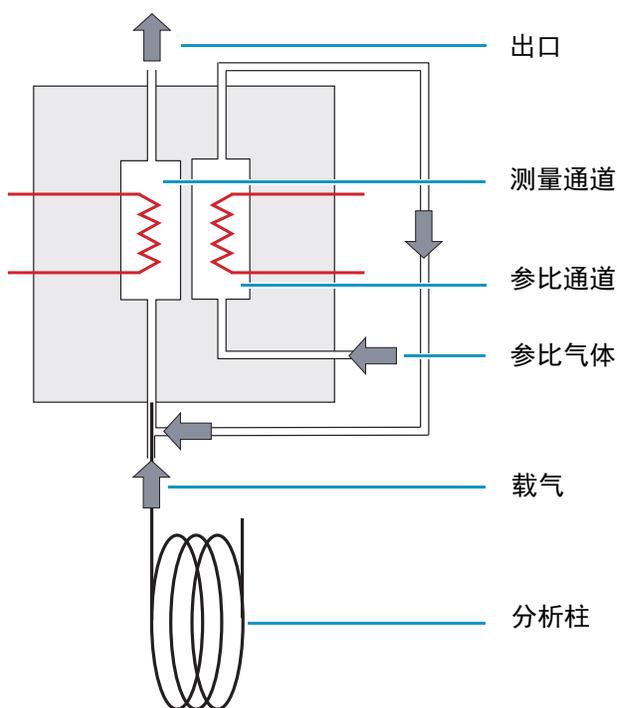
如果要将 TCD 串联模块连接到 ECD，出口气路金属管的插入深度必须为 21mm。

## 工作原理

除所用载气外，TCD 对任何具有热导率的化合物都敏感。当组分从色谱柱中洗脱时，纯载气流过检测器热丝。检测器响应取决于纯载气热导率的相对变化。恒定热丝温度控制可提供线性动态范围。这使得无需多份标准品/样品稀释液，即可测量大范围浓度。

当不同热导率的气体流过热丝时，测量保持恒定温度所需的电流，产生色谱信号。此过程无破坏性，信号强度取决于组分浓度。根据保持热丝在恒定温度所需的电流变化，测量热导率的变化。

图 145. TCD 热丝和气体流量



两路相同的气体（即载气和参比气体）进入 TCD 池。参比气流进入 TCD 池，流过参比通道的热丝，然后与来自进样器的载气流混合。混合气流流过测量通道的热丝，随后排放到 TCD 外。

## 气体选择

检测器对组分的响应基于组分热导率和载气热导率之间的差异。差异越大，响应越强。表 24 包含各种气体的热导率信息。

表 24. 各种气体的热导率

气体	0 °C 下的热导率 ( $\lambda \times 10^7$ ), 其中 $\lambda = \text{Cal/cm} \times \text{s} \times \text{°C}$
氢气	4130
氦气	3363
甲烷	720
氧气	583
氮气	580
一氧化碳	540
氩气	406
二氧化碳	343

TCD 要求测量通道（载气）和参比通道（参比气体）使用相同的气体。

- 推荐使用氦气作为载气，因为氦气具有高热导率和化学惰性。
- 氩气和氮气等低热导率气体，适用于特殊分析要求。
- 如果备有预防措施，还可以使用氢气作为载气和检测气体。



**注意** 您有责任确保遵守当地所有关于载气供应的安全法规。

**警告** 氢气是具有一定危险性的气体。与空气混合可能产生爆炸性混合物。由于存在爆炸风险，操作人员需要非常谨慎地使用氢气。



**注意** 如果使用氢气或氦气，热丝和热导池之间的最低温差为 50 °C。如果使用氮气，热丝和热导池之间的最低温差为 100 °C。

## TCD 参数

以下章节列出并描述了控制 TCD 检测器的参数。

- **TCD Temperature**（TCD 温度）：可定义检测器温度。输入一个 0–400 °C 范围内的值。典型温度为 200 °C，具体取决于用途。将温度值设置为高于柱温箱在分析过程中达到的最高温度值。
- **Filament Power**（热丝电源）：可打开热丝电源。
- **Filament Temperature**（热丝温度）：输入恒定热丝温度，范围为 50–450 °C。热丝温度应保持比模块温度高 50–100 °C。温差越大，灵敏度越高。但是，模块温度和热丝温度之间的有效温差取决于所用载气。建议  $\Delta T$  为：
  - 如果载气为氦气，建议温差范围为 50–100 °C。
  - 如果载气为氮气，建议温差为 100 °C。

- **Filament Max Temperature** (热丝最高温度)：可定义热丝温度的最高限度。输入一个 50–450 °C 范围内的值。
- **Reference Flow** (参比流量)：可定义进入检测器的参比流量。参比气体必须与载气是同一种气体。可选择开/关；范围为 0.5–5.0 mL/min。流量通常为 1 mL/min。
- **Carrier Source** (载气源)：当载气供应意外切断时，例如更换进样器隔垫后，此参数可用于保护热丝。当有两个进样器时，此参数将指示色谱仪哪一个是连接到 TCD 的进样口。可选择 Back (背侧)、Other (其他) 和 Aux 1-6。
- **自动调零**：可将电桥信号归零 (调零)。
- **Negative Polarity** (负极性)：可反转信号的极性。

## 选择 TCD 操作参数

根据所用载气，编程检测器温度、热丝温度和热丝电压。  
检测器灵敏度取决于检测器和热丝所设温度之间的差异：温差越大，灵敏度越高。通常将检测器温度设置为高于柱温箱在分析过程中达到的最高温度。

## 高热导率气体

使用氦气或氩气时，请采用以下温度：

- 将检测器温度设置为高于柱温箱在分析过程中达到的最高温度。
- 将灯丝热丝温度设置为高于检测器温度 50 °C。

温差越大，痕量分析所需的灵敏度越高。温差越大，灯丝使用寿命越长。

## 低热导率气体

使用氮气或氙气时，请采用以下温度：

- 将检测器温度设置为高于柱温箱在分析过程中达到的最高温度，但不高于 280–300 °C。
- 将灯丝热丝温度设置为高于检测器温度 100 °C。

## 设置 TCD 参数

当使用氦气作为载气时，可按照以下通用步骤来分析样品。

1. 设置检测器参数。
  - a. 勾选“TCD 温度”，输入 200 °C。
  - b. 在“热丝温度”参数中输入 250 °C。
2. 设置气流参数。
  - a. 选择参比气体。
3. 勾选“负极性”，反转信号的极性。

## TCD 检测

TCD 检测允许您在安装完成后检查仪器分析性能。使用此程序作为参考，检查 TRACE 1600/1610 是否继续按照在工厂执行的原始检测规范执行。

### 重要 计算信噪比

不同的色谱数据系统通常具有不同的信噪比计算方法。我们将介绍适用于任何色谱数据系统的通用程序。

- 选择一段无峰或无干扰信号的基线，然后计算采集超过 0.1 min 的噪声。注意噪声。
- 测量目标峰的高度。
- 将先前测量的峰高和噪声相除，计算出信噪比。
- 对每个目标峰重复此程序。
- 要使用特定数据系统程序计算信噪比，请参阅相应用户手册。

**注释** 如果由于化学噪声过高，无法在检测色谱图中找到适当的一段基线来测量适当的噪声，请采集 GC 在初始温度下待机时的基线，并测量此基线上的噪声。

### ❖ 执行 TCD 检测

1. 在开始检测之前，请执行以下操作：
  - a. 当前安装在进样器中的衬管应小心拆卸并更换为：
    - **SSL/SSLBKF/HeS-S/SL 进样器**：适用于不分流进样的 4 mm 内径衬管，带适当的衬管密封圈。
    - **PTV/PTVBKF 进样器**：2 mm 内径 Silcosteel 衬管，带适当的衬管密封圈。

**注释** 如果是反吹模块，反吹金属管必须用相应管帽封闭，将色谱柱直接连接到进样器。

- b. 新隔垫应正确安装在进样器中。
  - c. 确认所需气体供应已正确连接到仪器。
  - d. 当前安装的色谱柱应小心拆卸并更换为试验色谱柱：熔融石英毛细管柱 TR-5；7 m 长；0.32 mm 内径；0.25 mm 膜厚。
  - e. 执行色谱柱评估和泄漏检测。
  - f. 确认数据系统已正确连接到 GC 系统。
  - g. 使用自动液体进样器。或者使用适当的手动进样器（10  $\mu$ L）。
2. 设置气体流量。
  - a. 使用氦气作为载气，并在恒定压力模式下将载气压力设置为 30 kPa。
  - b. 使用氦气作为参比气体。
  - c. 启用并设置参比气体流量为 1 mL/min。
3. 设置柱温箱参数。
  - a. 设置初始温度为 50  $^{\circ}$ C。
  - b. 设置初始时间为 1 min。
  - c. 设置斜坡 1 为 20  $^{\circ}$ C/min。
  - d. 设置最终温度为 200  $^{\circ}$ C。
  - e. 设置最终时间为 1 min。
4. 设置进样器参数。
  - a. **SSL/SSLBKF/HeS-S/SL 进样器**
    - 设置温度为 230  $^{\circ}$ C。
    - 选定操作模式为 **Splitless**（不分流）。
    - 设置不分流时间为 0.8 min。
    - 设置分流流量为 60 mL/min。
    - 开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）。

**b. PTV/PTVBKF 进样器**

- 选定操作模式为 **PTV Splitless** (PTV 不分流)。
- 设置不分流时间为 0.8 min。
- 设置分流流量为 60 mL/min。
- 开启 **Constant Septum Purge** (恒定隔垫吹扫)。
- 设置进样温度为 50 °C。
- 设置进样时间为 0.1 min。
- 设置输送斜坡为 10 °C/s。
- 设置输送温度为 260 °C。
- 设置输送时间为 1 min。

5. 设置 TCD 参数。

- a. 设置 TCD 温度为 200 °C。
- b. 设置热丝温度为 250 °C。
- c. 设置负极性为关。
- d. 设置热丝电源为开。

6. 开始检测。

- a. 激活色谱数据系统，设置检测所需参数。
- b. 注入纯己烷，执行空白分析。
- c. 当 GC 处于待机/预运行状态时，激活数据系统 10 min，评估等温条件下的基线。
- d. 基线评估完成后，设置数据系统，完成单次运行。
- e. 注入 1 µL 试验混合物 (PN 33819016)。

试验混合物由正己烷中的三种组分组成：

- 正十二烷；200 µg/mL
- 正十四烷；200 µg/mL
- 正十六烷；200 µg/mL

- f. 按 GC 上的 **Start** (开始)，开始检测运行。

7. 结果色谱图应如图 146 所示。

图 146. TCD 检测结果色谱图

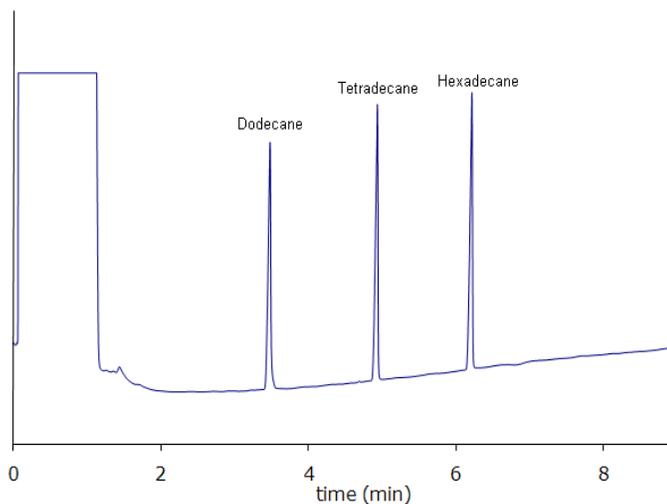


表 25 和表 26 中的可接受值表示成功完成检测所需值。如果不满足这些条件，请重复试验。

表 25. 带镍铁 (Ni-Fe) 热丝池的 TCD 检测可接受值

基线参数	
噪声 ( $\mu\text{V}$ )	$\leq 12$
漂移 ( $\mu\text{V/h}$ )	$\leq 200$
分析结果	
正十二烷信噪比	$\geq 450$
正十四烷信噪比	$\geq 450$
正十六烷信噪比	$\geq 450$

表 26. 带钨铼 (W-Re) 热丝池的 TCD 检测可接受值

基线参数	
噪声 ( $\mu\text{V}$ )	$\leq 12$
漂移 ( $\mu\text{V/h}$ )	$\leq 200$
分析结果	
正十二烷信噪比	$\geq 100$
正十四烷信噪比	$\geq 100$
正十六烷信噪比	$\geq 100$

## 电子捕获检测器 (ECD) 模块

本章详细介绍了即时连接电子捕获检测器 (ECD) 模块，包括检测器参数的编程说明和使用不同进样器检测的执行说明。

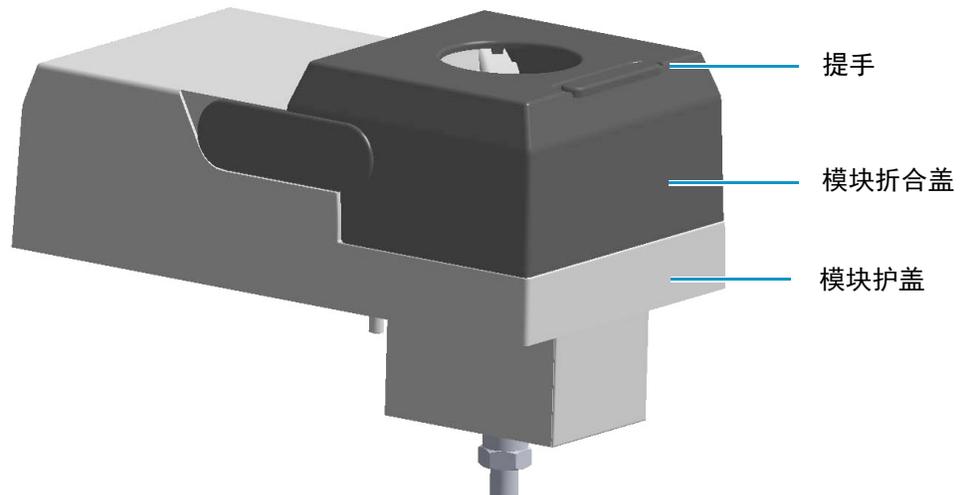
### 目录

- 模块概述
- 工作原理
- 擦拭检测
- 气体供应
- ECD 参数
- ECD 检测

## 模块概述

电子捕获检测器模块包括检测器室、加热器器体、控制检测器气体的数字气动器，以及连接分析柱的接头。

图 147. 电子捕获检测器模块



## 15 电子捕获检测器 (ECD) 模块

### 模块概述

模块组件和检测器如图 148 和图 149 所示。

图 148. ECD 模块组件

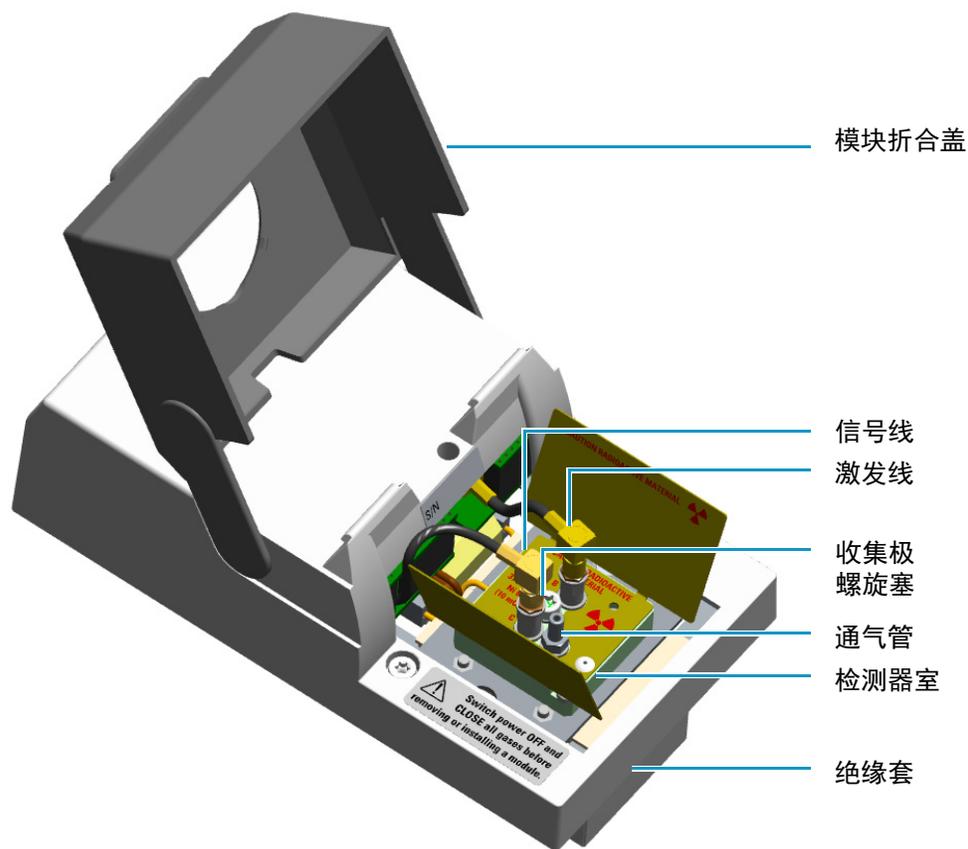
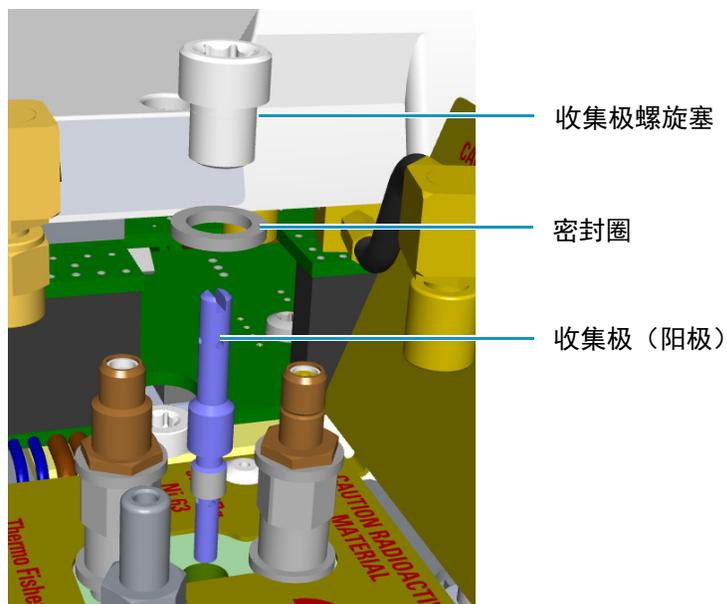


图 149. ECD 检测器室组件



ECD 的最高工作温度为 400 °C。

**注意** 电子捕获检测器包含活度为 370 MBq (10 mCi) 的  $^{63}\text{Ni}$  放射源。切勿打开或搬运检测器。任何涉及检测器的维护或维修操作，即使是部分拆卸，都必须由 Thermo Fisher Scientific 明确授权的合格人员在实验室执行，并要有处理放射性物质的特别许可证。

**重要** 对于美国核管理委员会 (US NRC) 管辖范围内的客户，您可以在 <http://nrc-stp.ornl.gov/rulemaking.html> 上找到涉及一般许可和特别许可设备（如 ECD）的协议州列表和监管机构当前联系信息。此信息由 US NRC 维护。

**重要** 对于加拿大核安全委员会管辖范围内的客户，您可以在 <http://www.nuclearsafety.gc.ca> 上找到监管机构的当前联系信息。

**重要** 检测器的建议使用寿命为 15 年，之后操作人员应请合格的权威机构检查和评估放射源，延长检测器使用寿命，或采用适当的处置方法处置检测器。

**重要** 根据国际、美国和加拿大的许可证，应在 ECD 检测器模块上贴上适当的放射性数据标签。



**通用许可证**

**国际许可证**

**美国通用许可证**

**美国特定许可证**

**加拿大许可证**

The diagram illustrates the ECD detector module with four different radiation labels attached to it. The labels are: 1. A large yellow 'CAUTION RADIOACTIVE MATERIAL' label with detailed safety instructions in English. 2. An 'International License' label with fields for 'Assay Date' and 'Source S/N'. 3. A 'US General License' label with fields for 'Assay Date' and 'Source S/N'. 4. A 'US Specific License' label with fields for 'Assay Date' and 'Source S/N'. The detector module is shown in a cutaway view, revealing the internal components and the location where these labels are placed.

仅供中国使用的 ECD 检测器模块，需将 **Caution Radioactive Material Ni63** 标签替换为：

**ECD 郑重提示标签**

**当心电离辐射**  
Caution, ionizing radiation

**郑重提示**

该部件内的放射源由环保局登记备案管理，任何人将其转让或报废须先通知赛默飞或当地专业从事放射性固体废物贮存/处置的单位。

赛默飞联系电话：400 6505118

**中国版**  
**注意放射性物质标签**

The diagram shows the ECD detector module with a Chinese radiation warning label and a specific label. The Chinese label features a radiation symbol and the text '当心电离辐射' (Caution, ionizing radiation). The specific label is yellow and contains the text 'CAUTION RADIOACTIVE MATERIAL Ni63', 'Assay Date', 'Source S/N', and '370 MBq (10mCi) Thermo Fisher Scientific'. To the right of the detector is a red-bordered box with a white background containing a '郑重提示' (Important Notice) in Chinese, stating that the internal source is registered with the environmental protection administration and that any transfer or disposal must be notified to Thermo Fisher or a local professional unit for radioactive solid waste storage/disposal. It also provides the Thermo Fisher contact number: 400 6505118.

## 工作原理

检测器室包含放射源（阴极）和收集极（阳极）。检测器室无法从外部打开。

ECD 工作原理：电子捕获分子气相吸收自由电子。

放射源发射的初级电子（ $\beta$ 发射）与载气/尾吹气（如氮气）分子碰撞，电离成次级电子和正离子。

ECD 响应的灵敏度和选择性取决于进入检测室的物质的电子亲合力，并受操作参数和分析条件的影响。

如果物质是有机化合物，电子亲合力主要取决于分子（如卤素、硝基、有机金属或二酮）结构中是否存在电泳。

对于卤素，ECD 响应按以下顺序降低：I > Br > Cl > F。

随分子的电子亲和力变化，响应因子（也就是选择性）也在  $1-10^6$  之间变化。响应因子也受温度影响，对于那些以解离方式捕获电子的化合物，温度可增强检测器的响应。

检测器的灵敏度还受载气和尾吹气流量的影响，因为检测器响应与气体混合物的溶质浓度有关。

## 擦拭检测

在 ECD 出厂前，使用**擦拭检测**（泄漏检测）方法检测表面污染。每个检测器都提供报告序列和检测值的证书。

## 气体供应

气体流量必须设置得当，ECD 才能正常运行。

**注意** 您有责任确保遵守当地所有关于载气供应的安全法规。



**警告** 氢气是具有一定危险性的气体。与空气混合可能产生爆炸性混合物。由于存在爆炸风险，操作人员需要非常谨慎地使用氢气。

在 ECD 室中， $^{63}\text{Ni}$  源释放  $\beta$  粒子，这些粒子与流过检测器室的易电离载气/尾吹气分子碰撞，产生低能电子。常用气体是**氮气或氩气/5% 甲烷**。当需要更高线性范围时，或当载气中的污染物使电子迁移率高，需要恢复正确的操作值时，建议使用**氩气/甲烷**。

这两种气体都应高纯度，不应含有超过 1-2 ppm 的氧气/水蒸气，因为氧气/水蒸气的存在会降低自由电子的浓度，从而降低捕获自由电子的可能性。

ECD 检测器通常使用的气体如**表 27** 所示。

表 27. ECD 所用气体

气体	作用	典型状态
氮气	尾吹气（推荐）	15 mL/min
氩气/甲烷	尾吹气	15 mL/min

## ECD 参数

以下章节列出并描述了控制 ECD 检测器的参数。

- **ECD Temperature**（ECD 温度）：可定义 ECD 检测器温度。输入一个 0–400 °C 范围内的值。ECD 温度通常设置在 250–350 °C 范围内。
- **Reference Current**（参比电流）：可定义检测器的参比电流。输入一个 0.1–1.5 nA 范围内的值。电流值通常设置为 0.5 nA。
- **Pulse Amplitude**（脉冲振幅）：可定义应用于检测器的电压。输入一个 5–50 V 范围内的值。脉冲振幅通常设置为 50 V。
- **Pulse Width**（脉冲宽度）：可定义脉冲宽度。范围为 0.1  $\mu$ s–2.0  $\mu$ s，增量为 0.1  $\mu$ s。

所选值取决于 ECD 使用的尾吹气类型。

- 如果使用的是氮气，则脉冲宽度通常设置为 1.0  $\mu$ s。
- 如果使用的是氩气/甲烷，则脉冲宽度需要设置为 0.1  $\mu$ s 才能产生最高线性范围。



**警告** 在非常洁净的系统中，室基频可能低于 1 kHz（1 kHz 频率是最佳室频率）。如果室基频低于 1 kHz，要将室频率恢复到 1 kHz，建议以 0.1  $\mu$ s 的减量减小脉冲宽度，直到达到最佳频率。

我们建议避免使用频率低于 1 kHz 的 ECD。请参阅第 22 章，“分析故障排除。”中的“ECD 基线优化。”部分。

- **Make-up Flow**（尾吹气流量）：可定义进入检测器的尾吹气流量。建议使用氮气或氩气/甲烷作为 ECD 的尾吹气。流量范围取决于所用气体。

如果使用的是 **Nitrogen**（氮气）或 **Argon/Methane**（氩气/甲烷），尾吹气流量范围为 1.0–500 mL/min。

要缩短烘烤时间，需在检测器首次打开时，使用 60 mL/min 左右的更高流量。要获得最佳结果，需将尾吹气流量降到 15 mL/min。

## 设置 ECD 参数

设置前，请确认检测器气体已连接，色谱柱安装正确且系统无泄漏。检查柱温箱温度、进样器温度和载气流量。

1. 设置 ECD 温度为 300 °C。
2. 设置参比电流为 0.5 nA。
3. 设置脉冲振幅为 50 V。
4. 设置脉冲宽度为 1.0  $\mu$ s。
5. 在流量组框中，设置尾吹气流量为 15 mL/min。
6. 允许系统输出信号几个小时。检测器频率应稳定在 5 kHz 以下。

## ECD 检测

ECD 检测允许您在安装完成后检查仪器分析性能。  
使用此程序作为参考，检查 TRACE 1600/1610 是否继续按照在工厂执行的原始检测规范执行。

### 重要 计算信噪比

不同的色谱数据系统通常具有不同的信噪比计算方法。我们将介绍适用于任何色谱数据系统的通用程序。

- 选择一段无峰或无干扰信号的基线，然后计算采集超过 0.1 min 的噪声。注意噪声。
- 测量目标峰的高度。
- 将先前测量的峰高和噪声相除，计算出信噪比。
- 对每个目标峰重复此程序。
- 要使用特定数据系统程序计算信噪比，请参阅相应用户手册。

**注释** 如果由于化学噪声过高，无法在检测色谱图中找到适当的一段基线来测量适当的噪声，请采集 GC 在初始温度下待机时的基线，并测量此基线上的噪声。

## ❖ 执行 ECD 检测

1. 在开始检测之前，请执行以下操作：
    - a. 当前安装在进样器中的衬管应小心拆卸并更换为：
      - **SSL/SSLBKF/HeS-S/SL 进样器**：适用于不分流进样的 4 mm 内径衬管，带适当的衬管密封圈。
      - **PTV/PTVBKF 进样器**：2 mm 内径 Silcosteel 衬管，带适当的衬管密封圈。
- 注释** 如果是反吹模块，反吹金属管必须用相应管帽封闭，将色谱柱直接连接到进样器。
- b. 新隔垫应正确安装在进样器中。
  - c. 确认所需气体供应已正确连接到仪器。
  - d. 当前安装的色谱柱应小心拆卸并更换为试验色谱柱：熔融石英毛细管柱 TR-5；7 m 长；0.32 mm 内径；0.25 mm 膜厚。
  - e. 执行色谱柱评估和泄漏检测。
  - f. 确认数据处理系统已正确连接到 GC 系统。
  - g. 使用自动液体进样器。或者使用适当的手动进样器（10  $\mu$ L）。
2. 设置气体流量。
    - a. 使用氦气作为载气，并在恒定压力模式下将载气压力设置为 30 kPa。
    - b. 使用氮气作为尾吹气，并将尾吹气流量设置为 15 mL/min。
  3. 设置柱温箱参数。
    - a. 设置初始温度为 70  $^{\circ}$ C。
    - b. 设置初始时间为 1 min。
    - c. 设置斜坡 1 为 20  $^{\circ}$ C/min。
    - d. 设置最终温度为 220  $^{\circ}$ C。
    - e. 设置最终时间为 1 min。
  4. 设置进样器参数。
    - a. **SSL/SSLBKF/HeS-S/SL 进样器**
      - 设置温度为 230  $^{\circ}$ C。
      - 选定操作模式为 **Splitless**（不分流）。
      - 设置不分流时间为 0.8 min。
      - 设置分流流量为 60 mL/min。
      - 开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）。

### b. PTV/PTVBKF 进样器

- 选定操作模式为 **PTV Splitless** (PTV 不分流)。
- 设置不分流时间为 0.8 min。
- 设置分流流量为 60 mL/min。
- 开启 **Constant Septum Purge** (恒定隔垫吹扫)。
- 设置进样温度为 50 °C。
- 设置进样时间为 0.1 min。
- 设置输送斜坡为 10 °C/s。
- 设置输送温度为 260 °C。
- 设置输送时间为 1 min。

### 5. 设置 ECD 参数。

- a. 设置 ECD 温度为 300 °C。
- b. 设置参比电流为 0.5 nA。
- c. 设置脉冲振幅为 50 V。
- d. 设置脉冲宽度为 1.0  $\mu$ s。



**警告** 在非常洁净的系统中，室基频可能低于 1 kHz (1 kHz 频率是最佳室基频率)。如果室基频低于 1 kHz，要将室基频恢复到 1 kHz，建议以 0.1  $\mu$ s 的减量减小脉冲宽度，直到达到最佳频率。我们建议避免使用低于 1kHz 频率的 ECD。请参阅第 22 章，“分析故障排除。” 中的“ECD 基线优化。”部分。

### 6. 开始检测。

- a. 激活色谱数据系统，设置检测所需参数。
- b. 注入纯异辛烷，执行空白分析。
- c. 当 GC 处于待机/预运行状态时，激活数据系统 10 min，评估等温条件下的基线。
- d. 基线评估完成后，设置数据系统，完成单次运行。
- e. 注入 1  $\mu$ L 试验混合物 (PN 33819011)。

试验混合物由异辛烷中的两种组分组成：

- $\gamma$ -六氯环己烷 (林丹)；0.030  $\mu$ g/mL
- 氯甲桥萘 (阿特灵)；0.030  $\mu$ g/mL

- f. 按 GC 上的 **Start** (开始)，开始检测运行。

### 7. 结果色谱图应如图 150 所示。

图 150. ECD 检测结果色谱图

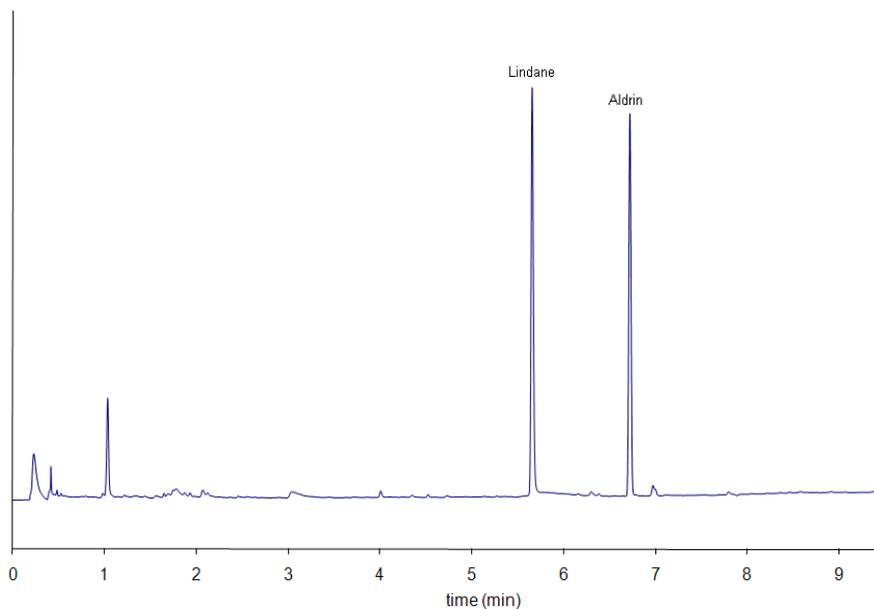


表 28 中的可接受值表示成功完成检测所需值。如果不满足这些条件，请重复试验。

表 28. ECD 检测可接受值

基线参数	
噪声 (Hz)	≤ 10
漂移 (Hz/h)	≤ 100
分析结果	
γ-六氯环己烷（林丹）信噪比	≥ 3000
氯甲桥萘（阿特灵）信噪比	≥ 3000



## 火焰光度检测器 (FPD) 模块

本章详细介绍了即时连接火焰光度检测器 (FPD) 模块，包括检测器参数的编程说明和使用不同进样器检测的执行说明。

### 目录

- 模块概述
- 工作原理
- 气体供应
- FPD 参数
- FPD 检测

## 模块概述

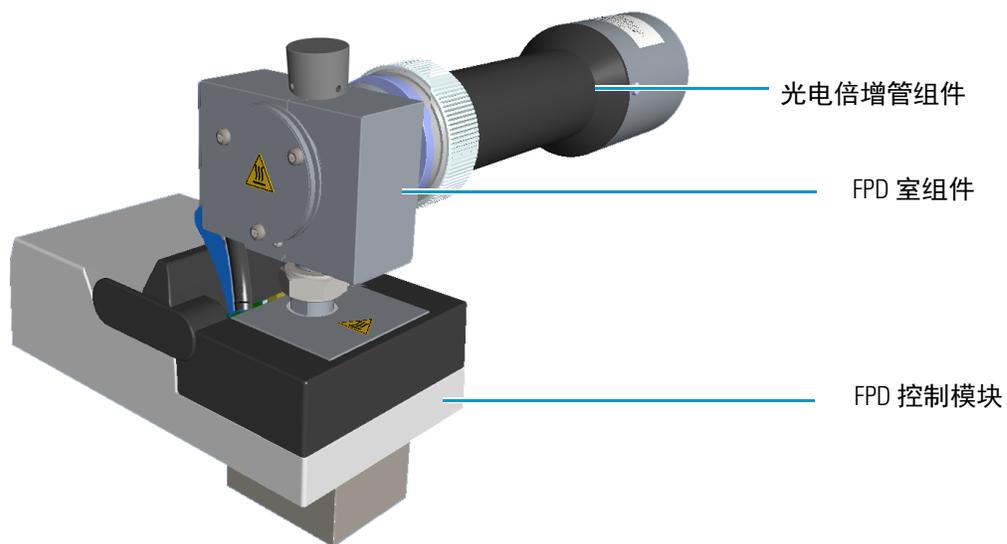
火焰光度检测器模块由两个主要组件组成：

1. FPD 控制模块包括检测器基座、喷嘴、控制检测气体的数字气动器、连接分析柱的接头，以及连接 FPD 室组件的信号、激发电压和点火/加热线。
2. FPD 室组件包括燃烧室、加热器器体、干涉滤光片和测量化学发光发射的光电倍增管。

## 16 火焰光度检测器 (FPD) 模块

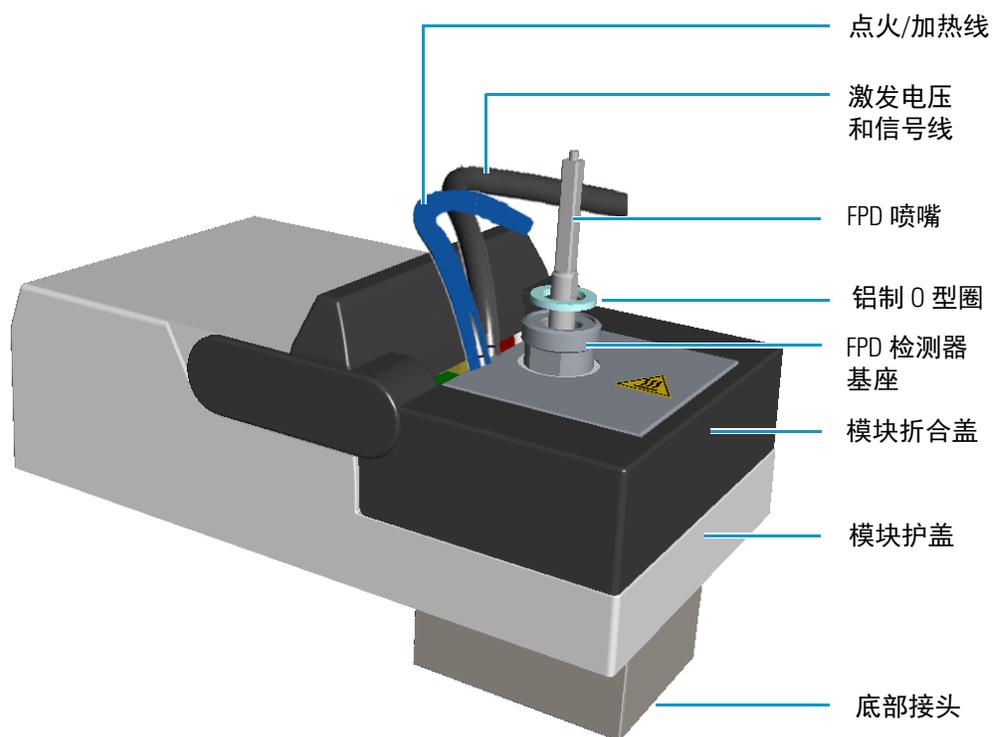
模块概述

图 151. 火焰光度检测器模块



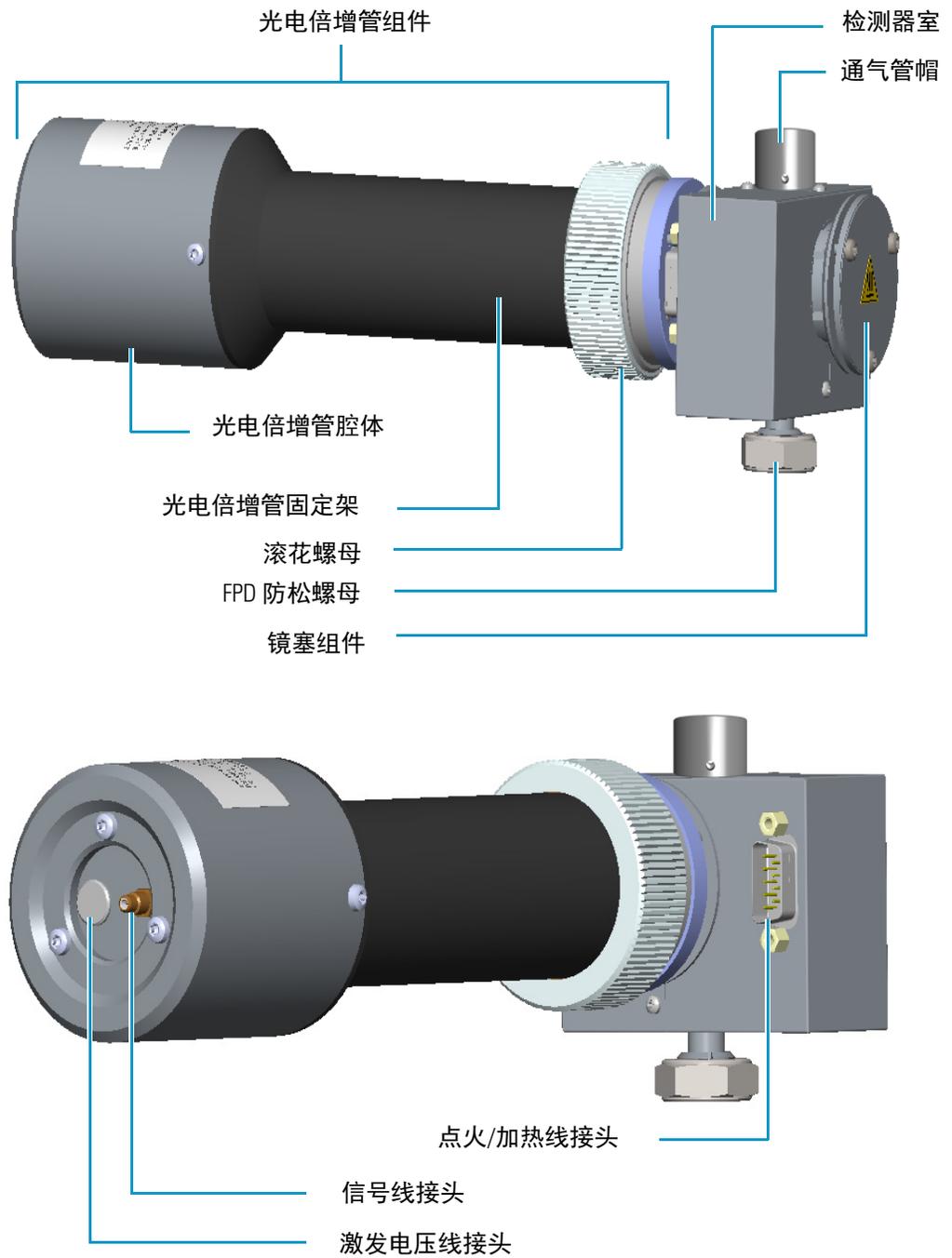
控制模块和检测器室组装件如图 152、图 153 和图 154 所示。

图 152. FPD 控制模块组件



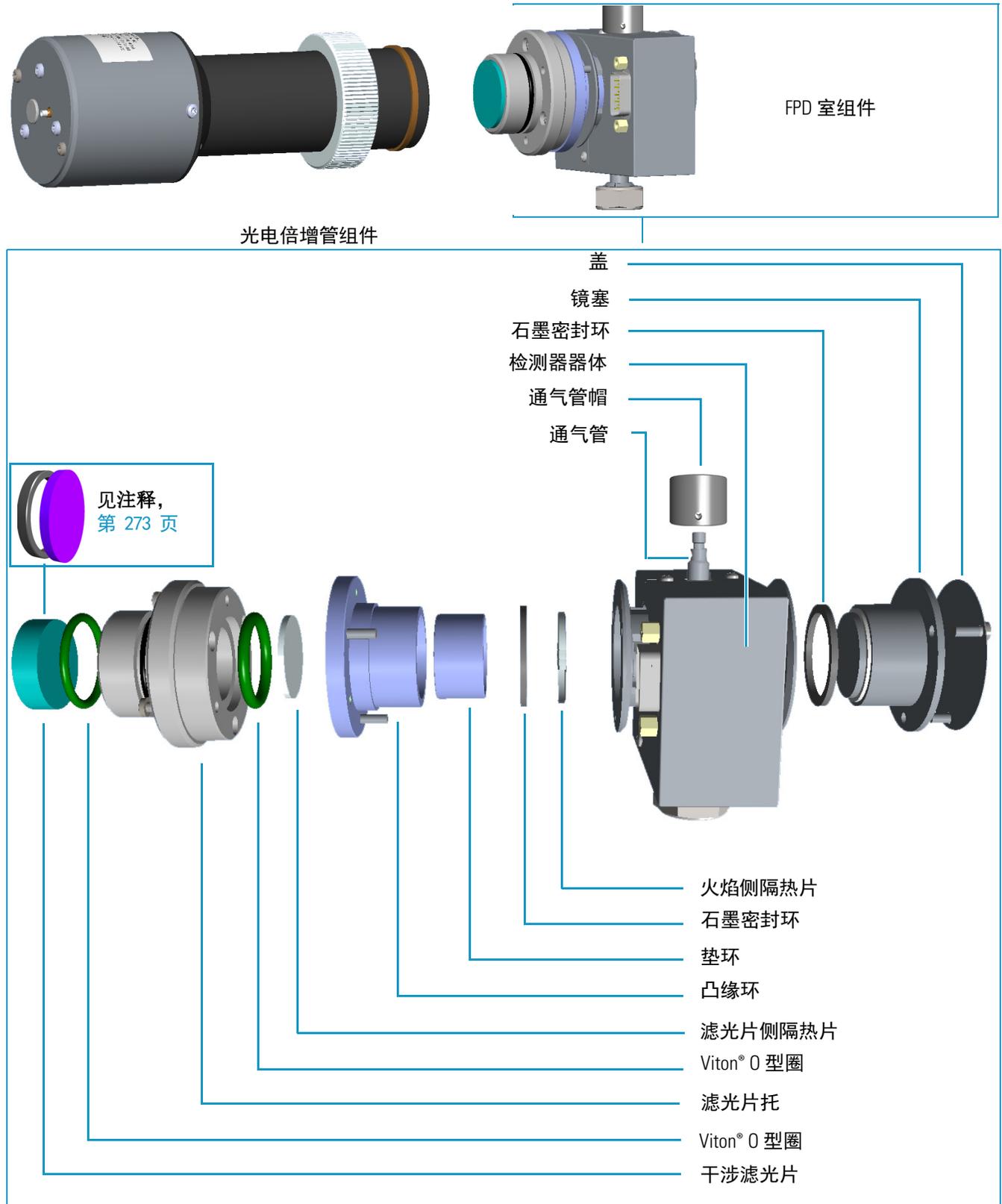
**注释** 下图将不再显示信号、激发电压和点火/加热线。

图 153. FPD 检测器组装件 (前后视图)



**16 火焰光度检测器 (FPD) 模块**  
 模块概述

**图 154. FPD 室组装件**



## 工作原理

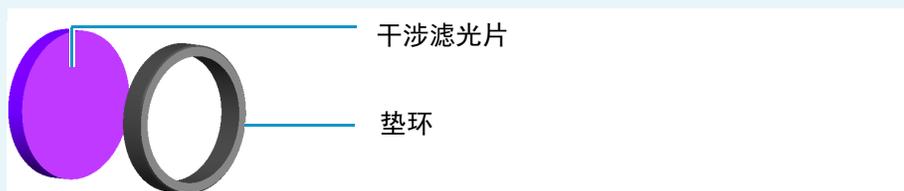
FPD 工作原理：测量分子从激发态跃迁到基态过程中发射出的特征辐射。含硫和含磷的化合物在富氢焰中燃烧，分别形成激发态的  $S_2^*$  和  $HPO^*$  分子，其中 \* 表示激发态原子或分子。发射光谱显示  $S_2^*$  最大强度对应的波长为 394 nm，而  $HPO^*$  最大强度对应的波长为 526 nm。这些化学发光发射经适当的窄带滤光片滤光，再由光电倍增管转换成可测量的电信号。干涉滤光片放置在 FPD 发射室和光电倍增管之间。在富氢焰中燃烧的硫原子数量与  $S_2^*$  发射之间呈二次关系。含磷化合物的  $HPO^*$  发射与磷浓度之间呈线性关系。除了传统含硫和含磷化合物的检测外，FPD 还可用于有机锡化合物的选择性检测。在以上应用中，必须使用适当的干涉滤光片 (610 nm)。与磷模式一样，检测器响应与样品中异质元素（锡）的含量成正比。

## 说明

FPD 检测器包括燃烧室、窄带干涉滤光片和测量化学发光发射的光电倍增管。废气和燃烧产物从通气管排出。检测器可配备硫滤光片（通带中心为 394 nm；PN 28107000）或磷滤光片（通带中心为 526 nm；PN 28107100），以及可选的锡滤光片（通带中心为 610 nm；PN 28107001）。

**注释** 除滤光片 PN 28107000 和 PN 28107100 外，还提供一种新型的硫磷干扰滤光片套件：

- PN 19050785 包括硫干扰滤光片 (PN 28107101) 和垫环。
- PN 19050786 包括磷干扰滤光片 (PN 28107102) 和垫环。



如需更换干扰滤光片，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册* 中执行检测器日常维护章节中的 **维护 FPD** 部分。

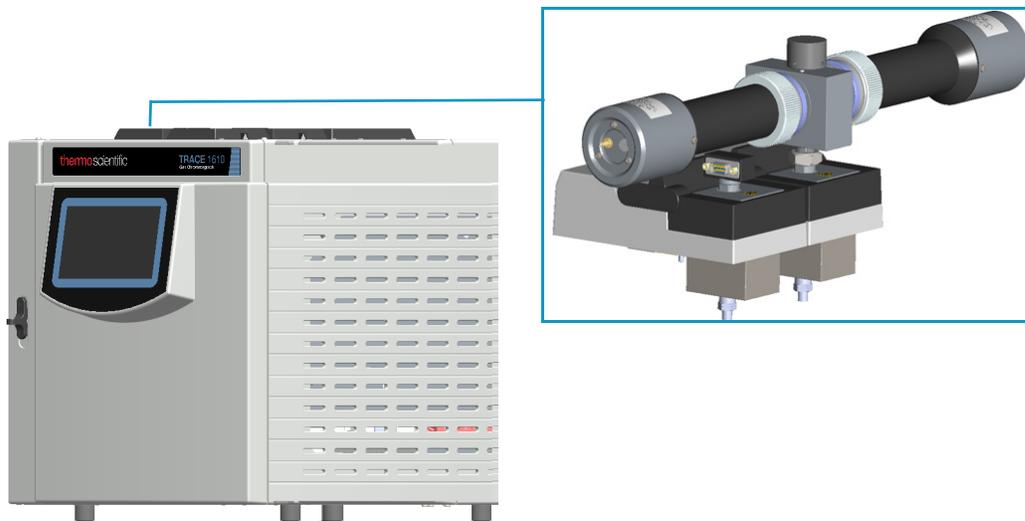
## 加热

燃烧室的温度必须足够高才能防止水蒸气冷凝。考虑到降低光电倍增管温度可以提高信噪比，所以应根据分析要求，将 FPD 保持在相对较低的温度 (150–180 °C)，并将基座升高到较高的温度 (280–350 °C)。

## 双 FPD

在同一检测器基座上连接带有不同干涉滤光片的第二个光电倍增管，可以扩展火焰光度检测器的分析能力。请参阅图 155。双 FPD 允许同时处理含磷和含硫的样品，或使用适当的干涉滤光片 (610 nm) 处理含磷和含锡的样品。两个光电倍增管（即双 FPD 检测器的组件）共用一个检测器器体，所以两个光电倍增管的温度和检测气体参数相同。

图 155. 双 FPD 配置



**重要** 如果要配置双 FPD 检测器，则需要两个 FPD 检测器模块和套件 PN 19050783。如需了解更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册*。

## 气体供应

气体流量必须设置得当，FPD 才能正常运行。



**注意** 您有责任确保遵守当地所有关于载气供应的安全法规。

**警告** 氢气是具有一定危险性的气体。与空气混合可能产生爆炸性混合物。由于存在爆炸风险，操作人员需要非常谨慎地使用氢气。

FPD 检测器和毛细管柱通常使用的气体如表 29 所示。

表 29. FPD 所用气体

气体	作用	典型状态
氢气	用作 FPD 的燃气	90 mL/min
空气	用作 FPD 的助燃气	115 mL/min

**注释** 在磷模式下运行时，空气/氢气比发生变化，某些含磷化合物的响应会受到巨大影响，而含磷和含硫分子的响应不受影响。这一特性使得在保持相同氢气流量的情况下，只需降低空气流量（例如，从 115 mL/min 降到 90 mL/min），就能轻松区分有机磷酸盐和硫代磷酸盐。非常适用于分析有机磷农药残留。

## FPD 参数

以下章节列出并描述了控制 FPD 检测器的参数。

- **Flame On**（火焰开启）：可打开检测器点火开关和检测气体。这仅适用于基座温度和燃烧室温度至少为 150 °C，且“空气与氢气”流量已启用的情况。
- **Base Temperature**（基座温度）：可定义检测器基座的温度。输入一个 0–450 °C 范围内的值。

**注释** 为防止分析柱中的固定相冷凝，请在比柱温箱程序更高的温度下操作检测器。请特别注意制造商标定的色谱柱上限。

- **Cell Temperature**（室温度）：可定义检测器燃烧室的温度。输入一个 0–200 °C 范围内的值。



**警告** FPD 的默认 **Cell Temperature**（室温度）为 150 °C。这足以防止火焰产生的水蒸汽冷凝在 FPD 内。可以使用更高的温度，但可能会对光电倍增管 (PMT) 的灵敏度产生不利影响。

- **Ignition Threshold**（点火阈值）：为 FPD 尝试重新点火的设定值。输入一个 0.0–10.0 nA 范围内的值。默认值为 0.0 nA。

**注释** 要为 **Ignition Threshold**（点火阈值）参数设定适当值，必须确定火焰开启时的基线信号强度。查看火焰关闭时的基线强度值和火焰开启时的基线强度值，然后在这两个值之间选择点火阈值。

- **PMT Voltage**（PMT 电压）：可定义应用于光电倍增管的电压。如果使用默认 PMT 电压，自动设置电压值为 -800 V，否则输入一个 -800 至 -1200 V 范围内的值。
- **Air**（空气）：可定义进入检测器的空气流量。可选择开/关；范围为 5–500 mL/min。流量通常为 110–120 mL/min。
- **Hydrogen**（氢气）：可定义进入检测器的氢气流量。可选择开/关；范围为 1–100 mL/min。流量通常为 90 mL/min。

## 设置 FPD 参数

设置前，请确认检测器气体已连接，色谱柱安装正确且系统无泄漏。检查柱温箱温度、进样器温度和载气流量。

1. 设置各气体的流量。
  - a. 设置空气流量为 115 mL/min。
  - b. 设置 H<sub>2</sub> 流量为 90 mL/min。
2. 设置检测器参数。
  - a. 设置基座温度为 300 °C。
  - b. 设置室温度为 150 °C。
  - c. 设置点火阈值为 0.5 nA。
  - d. 设置 PMT 电压为默认值 (800 V)。
  - e. 启用“火焰开启”参数。
3. 设置信号参数。
  - a. 如果要降低对高频噪声和信号的响应，需打开数字滤波器参数。

## FPD 检测

FPD 检测允许您在安装完成后检查仪器分析性能。使用此程序作为参考，检查 TRACE 1600/1610 是否继续按照在工厂执行的原始检测规范执行。

### 重要 计算信噪比

不同的色谱数据系统通常具有不同的信噪比计算方法。我们将介绍适用于任何色谱数据系统的通用程序。

- 选择一段无峰或无干扰信号的基线，然后计算采集超过 0.1 min 的噪声。注意噪声。
- 测量目标峰的高度。
- 将先前测量的峰高和噪声相除，计算出信噪比。
- 对每个目标峰重复此程序。
- 要使用特定数据系统程序计算信噪比，请参阅相应用户手册。

**注释** 如果由于化学噪声过高，无法在检测色谱图中找到适当的一段基线来测量适当的噪声，请采集 GC 在初始温度下待机时的基线，并测量此基线上的噪声。

## ❖ 执行 FPD 检测

1. 在开始检测之前，请执行以下操作：

a. 当前安装在进样器中的衬管应小心拆卸并更换为：

- **SSL/SSLBKF/HeS-S/SL 进样器**：适用于不分流进样的 4 mm 内径衬管，带适当的衬管密封圈。
- **PTV/PTVBKF 进样器**：2 mm 内径 Silcosteel 衬管，带适当的衬管密封圈。

**注释** 如果是反吹模块，反吹金属管必须用相应管帽封闭，将色谱柱直接连接到进样器。

b. 新隔垫应正确安装在进样器中。

c. 确认所需气体供应已正确连接到仪器。

d. 当前安装的色谱柱应小心拆卸并更换为试验色谱柱：熔融石英毛细管柱 TR-5；7 m 长；0.32 mm 内径；0.25 mm 膜厚。

e. 执行色谱柱评估和泄漏检测。

f. 确认数据系统已正确连接到 GC 系统。

g. 使用自动液体进样器。或者使用适当的手动进样器（10  $\mu$ L）。

2. 设置气体流量：

a. 使用氦气作为载气，并在恒定压力模式下将载气压力设置为 30 kPa。

b. 启用并设置检测器气体流量：空气为 115 mL/min，H<sub>2</sub> 为 90 mL/min。

3. 设置柱温箱参数：

a. 设置初始温度为 70 °C。

b. 设置初始时间为 1 min。

c. 设置斜坡 1 为 20 °C/min。

d. 设置最终温度为 230 °C。

e. 设置最终时间为 1 min。

4. 设置进样器参数：

a. **SSL/SSLBKF/HeS-S/SL 进样器**

- 设置温度为 230 °C。
- 选定操作模式为 **Splitless**（不分流）。
- 设置不分流时间为 0.8 min。
- 设置分流流量为 60 mL/min。
- 开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）。

**b. PTV/PTVBKF 进样器**

- 选定操作模式为 **PTV Splitless** (PTV 不分流)。
- 设置不分流时间为 0.8 min。
- 设置分流流量为 60 mL/min。
- 开启 **Constant Septum Purge** (恒定隔垫吹扫)。
- 设置进样温度为 50 °C。
- 设置进样时间为 0.1 min。
- 设置输送斜坡为 10 °C/s。
- 设置输送温度为 260 °C。
- 设置输送时间为 1 min。

5. 设置 FPD 参数：

- a. 设置基座温度为 300 °C。
- b. 设置室温度为 150 °C。
- c. 设置点火阈值为 0.1 nA。
- d. 设置 PMT 电压为默认值 (800 V)。

6. 点燃 FPD 火焰。

- a. 启用“火焰开启”参数。点火程序启动。

信号值正变化表示火焰已点燃。拿一个冷的光滑表面（例如，镜子或镀铬扳手）放在检测器通气管口，查看是否出现水蒸气冷凝，也可以验证火焰是否点燃。

不久后，基线应稳定到系统的稳定电流水平。

7. 开始检测：

- a. 激活色谱数据系统，设置检测所需参数。
- b. 注入纯异辛烷，执行空白分析。
- c. 当 GC 处于待机/预运行状态时，激活数据系统 10 min，评估等温条件下的基线。
- d. 基线评估完成后，设置数据系统，完成单次运行。
- e. 注入 1 µL 试验混合物 (PN 33819006)。

试验混合物由异辛烷中的三种组分组成：

- 偶氮苯；1 µg/mL
- 十八烷；1000 µg/mL
- 甲基对硫磷；1 µg/mL

- f. 按 GC 上的 **Start** (开始)，开始检测运行。

8. 结果色谱图应如图 156 和图 157 所示。

图 156. FPD 检测结果色谱图, 394 nm 滤光片

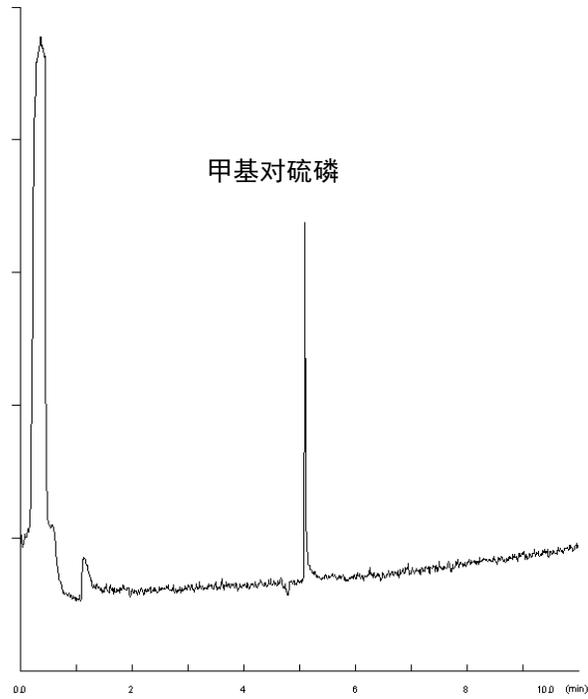


图 157. FPD 检测结果色谱图, 526 nm 滤光片

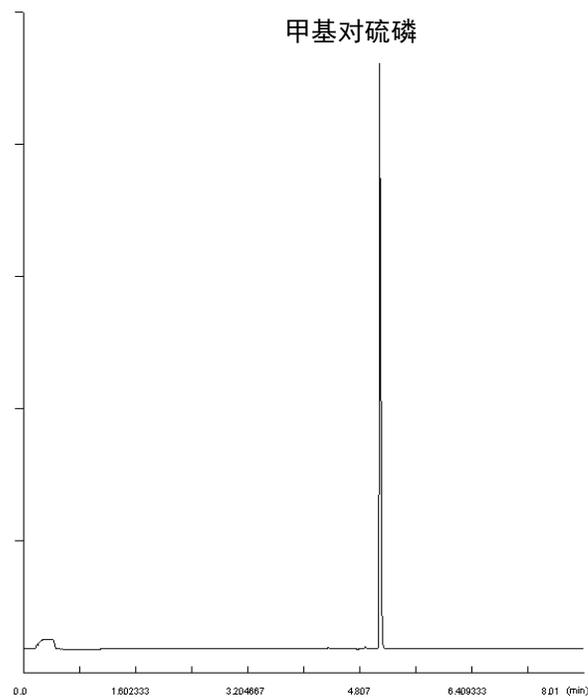


表 30 中的可接受值表示成功完成检测所需值。如果不满足这些条件, 请重复试验。

**表 30.** FPD 检测可接受值

<b>基线参数</b>	<b>394 nm (S) 滤光片</b>	<b>526 nm (P) 滤光片</b>
噪声 (pA)	≤ 950	≤ 1900
漂移 (pA/h)	≤ 1000	≤ 1000
<b>分析结果</b>		
甲基对硫磷信噪比	≥ 20	≥ 1000

## 即时连接脉冲放电检测器 (PDD)

本章详细介绍了即时连接脉冲放电检测器 (PDD)，包括检测器参数的编程说明和使用不同进样器检测的执行说明。

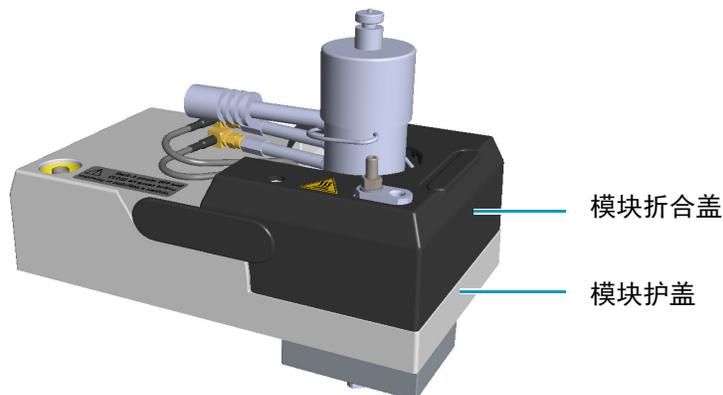
### 目录

- 模块概述
- 工作原理
- 气体供应
- 气路
- 脉冲发生器额定电压
- 毛细管柱接头和填充柱接头
- PDD 参数
- PDD 检测

### 模块概述

即时连接脉冲放电检测器 (PDD) 模块包括 PDD 室、电测放大器、加热器器体，以及连接分析柱的接头。请参阅图 158。

**图 158.** 即时连接脉冲放电检测器模块



## 17 即时连接脉冲放电检测器 (PDD) 模块概述

使用单独的高压脉冲发生器向检测器供应脉冲。脉冲发生器可以安装在挂在 GC 顶盖后部的托架上。

**注释** 一个托架上可以放两个脉冲发生器，为 GC 上的两个 PDD 检测器供应脉冲。

可以放置两个托架（四个脉冲发生器）来为多达四个 PDD 检测器供应脉冲，其中两个检测器安装在 GC 上，另两个检测器安装在 TRACE 1610 辅助柱温箱上。

如需了解更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册* 中的 **添加模块** 章节。

模块和脉冲发生器组件如图 159 和图 160 所示。

**图 159.** PDD 模块组件

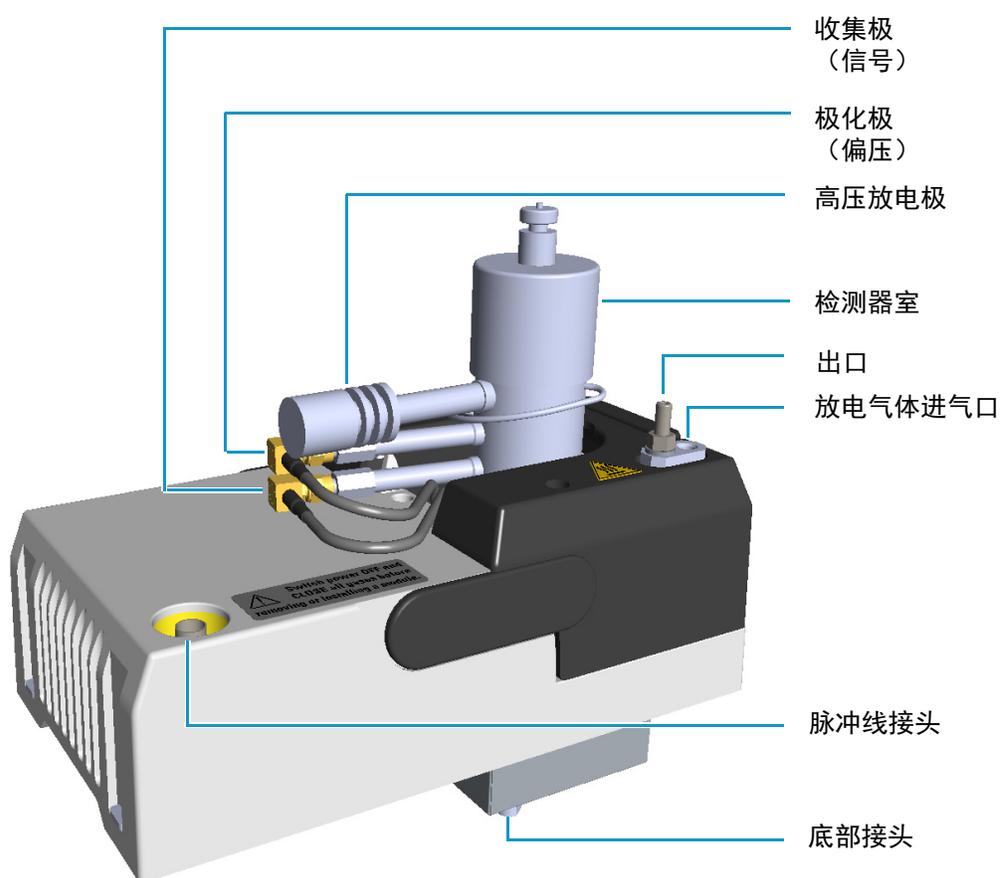
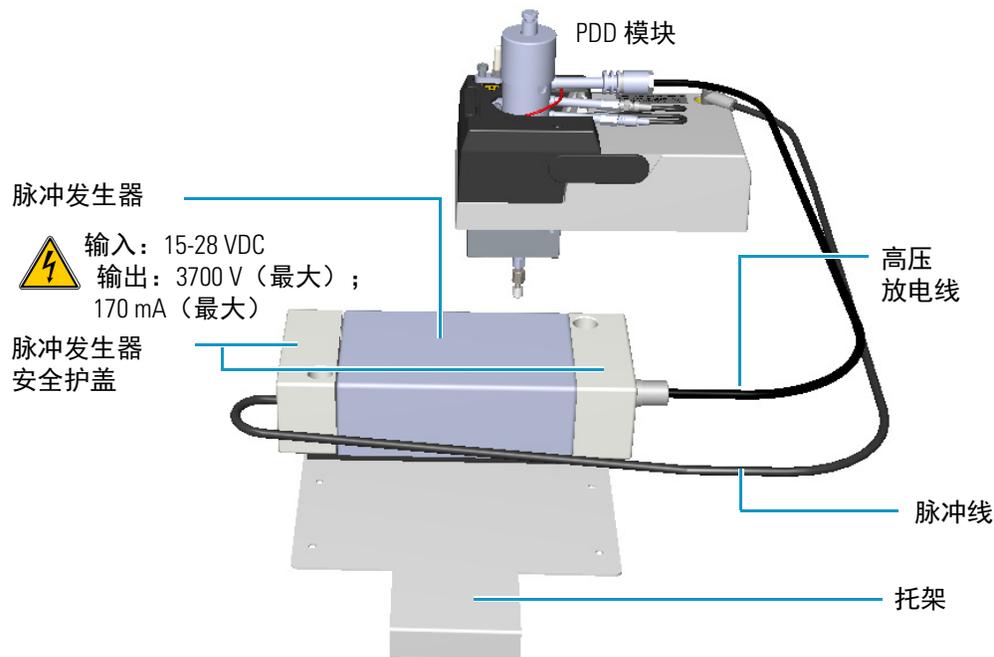


图 160. PDD 脉冲发生器



即时连接脉冲放电检测器 (PDD) 是一种通用且高度灵敏的非放射性和非破坏性检测器。PDD 工作原理: 双原子氦向解离基态跃迁的过程中发射出辐射, 从而引起光电离。PDD 检测器不使用放射源。

对有机化合物的响应在五个数量级以上呈线性, 最小可检测量低至皮克级。对固定气体的响应显著, 最小可检测量低至 p.p.b. (纳克) 级。

气流 (载气、放电气体) 中存在的任何掺杂气都会影响检测器的性能, 因此强烈建议使用高品质氦气 (纯度为 99.999% 或更高) 作为载气和放电气体。即使是最高品质的载气也可能含有一些水蒸气和固定气体掺杂气, 所以氦纯化器是检测器系统不可或缺的部分。

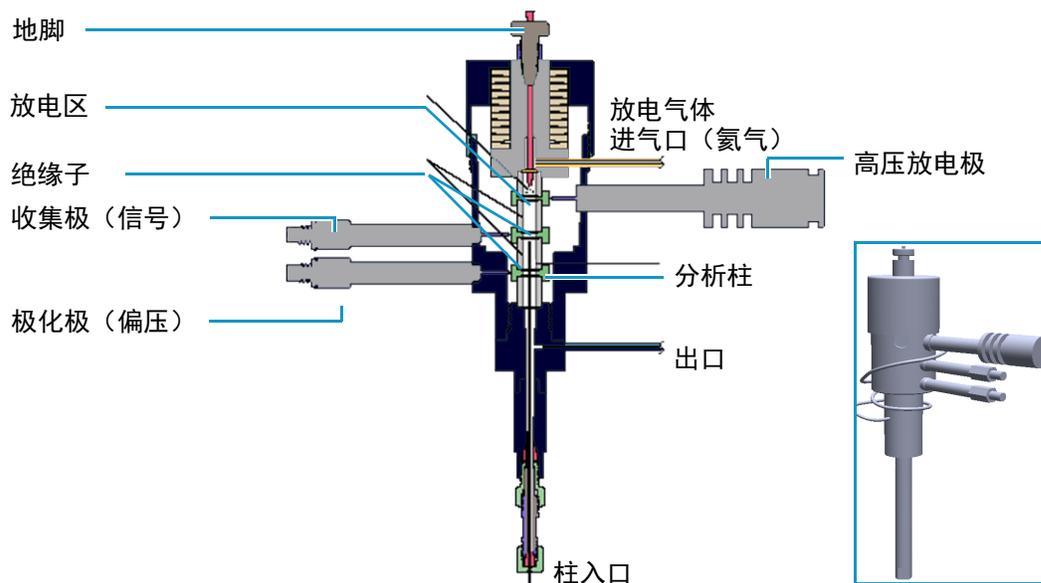


**重要** 如果是首次安装 PDD, 请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册* 中的 **添加模块** 章节。

## 工作原理

在 PDD 检测器的石英室中，使用超纯氦作为放电气体，将放电气体引入由一对电极（连接高压脉冲发生器）组成的放电区。请参阅图 161。

图 161. PDD 剖视图



放电产生的电子、高能光子、亚稳态氦原子进入放电区，使色谱柱洗脱物（与放电区的氦气流流动方向相反）光离子化。集电极可加速电子，并以电信号形式测量电子。

放电气体和载气流的流动方向相反。因此，放电气体流量必须大于载气流量，避免色谱柱洗脱物进入放电区，污染放电极。

放电气体和载气一起从检测室底部流出，可以在检测器的出口测量两种气体的总流量。



**警告** 在正常操作过程中，检测器会产生紫外线能量 (UVA, UVB)，其中一些能量可能会发射出来。在没有眼部防护的情况下，切勿直视弧光。

## 气体供应



**注意** 您有责任确保遵守当地所有关于载气供应的安全法规。

PDD 中使用的放电气体和载气都是氦气。

## 流量

对于放电气体，适当的校准限流器可确保在进气口压力为 413 kPa (60 psig) 的情况下，流量稳定在 30 mL/min。

## 气体纯度

氦气纯度最低为 99.999%，其中 Ne 掺杂气 < 20 ppm。

对于固定气体的痕量分析，强烈建议使用纯度为 99.9999% 的氦气，其中 Ne 掺杂气 < 0.5 ppm。

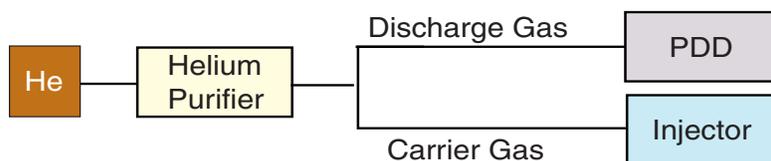


**重要** 放电气体和载气必须流经氦纯化器。

## 气路

图 162 显示了检测器系统的气路。

图 162. 气路



## 脉冲发生器额定电压

脉冲发生器的额定电压如下：

- 输入：15-28 VDC
- 输出：3700 V（最大）；170 mA（最大）



**警告** 脉冲发生器接通时，切勿断开高压放电线。高压存在危险。

## 毛细管柱接头和填充柱接头

PDD 模块配有预装的毛细管柱接头。

**注释** 关于毛细管柱安装长度的更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册*。

如需安装填充柱，必须将预装的毛细管柱接头更换为伸入 PDD 室适当长度的填充柱接头。

## PDD 参数

以下章节列出并描述了控制 PDD 检测器的参数。

- **Pulse Generator** (脉冲发生器)：可指示脉冲放电模块的状态。可选择开/关。
- **PDD Temperature** (PDD 温度)：可指示检测器的温度。温度范围为 0–400 °C。
- **Signal (nA)** (信号)：可指示稳定电流的水平。

## 设置 PDD 参数

设置前，请确认氮纯化器和放电气体已连接，色谱柱安装正确且系统无泄漏。检查柱温箱温度、进样器温度和载气流量。

1. 根据分析要求设置 PDD 温度。
2. 打开脉冲发生器。
3. 读取信号 nA 值。
  - 如果系统洁净，则信号值必稳定在 2 nA 左右。可以观察到检测器内产生的放电呈粉色。
  - 如果观察到放电呈紫色，则说明放电气体气路中存在掺杂气或泄漏。

## PDD 检测

PDD 检测允许您在安装完成后检查仪器分析性能。使用此程序作为参考，检查 TRACE 1600/1610 是否继续按照在工厂执行的原始检测规范执行。

### 重要 计算信噪比

不同的色谱数据系统通常具有不同的信噪比计算方法。我们将介绍适用于任何色谱数据系统的通用程序。

- 选择一段无峰或无干扰信号的基线，然后计算采集超过 0.1 min 的噪声。注意噪声。
- 测量目标峰的高度。
- 将先前测量的峰高和噪声相除，计算出信噪比。
- 对每个目标峰重复此程序。
- 要使用特定数据系统程序计算信噪比，请参阅相应用户手册。

**注释** 如果由于化学噪声过高，无法在检测色谱图中找到适当的一段基线来测量适当的噪声，请采集 GC 在初始温度下待机时的基线，并测量此基线上的噪声。

### ❖ 执行检测

1. 在开始检测之前，请执行以下操作：

a. 当前安装在进样器中的衬管应小心拆卸并更换为：

- **SSL/SSLBKF/HeS-S/SL 进样器**：适用于不分流进样的 4 mm 内径衬管，带适当的衬管密封圈。
- **PTV/PTVBKF 进样器**：2 mm 内径 Silcosteel 衬管，带适当的衬管密封圈。

**注释** 如果是反吹模块，反吹金属管必须用相应管帽封闭，将色谱柱直接连接到进样器。

- b. 新隔垫应正确安装在进样器中。
- c. 确认所需气体供应已正确连接到仪器。
- d. 当前安装的色谱柱应小心拆卸并更换为试验色谱柱：熔融石英毛细管柱 TR-5；7 m 长；0.32 mm 内径；0.25 mm 膜厚。
- e. 执行色谱柱评估和泄漏检测。
- f. 确认数据系统已正确连接到 GC 系统。
- g. 使用自动液体进样器。或者使用适当的手动进样器（10  $\mu$ L）。

2. 设置气体流量。

- a. 使用氦气作为载气，并在恒定压力模式下将载气压力设置为 30 kPa。
- b. 使用氦气作为放电气体。设置流量为 30 mL/min（固定值）。

3. 设置柱温箱参数。
  - a. 设置初始温度为 50 °C。
  - b. 设置初始时间为 1 min。
  - c. 设置斜坡 1 为 20 °C/min。
  - d. 设置最终温度为 200 °C。
  - e. 设置最终时间为 1 min。
4. 设置进样器参数。
  - a. **SSL/SSLBKF/HeS-S/SL 进样器**
    - 设置温度为 230 °C。
    - 选定操作模式为 **Splitless**（不分流）。
    - 设置不分流时间为 0.8 min。
    - 设置分流流量为 60 mL/min。
    - 开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）。
  - b. **PTV/PTVBKF 进样器**
    - 选定操作模式为 **PTV Splitless**（PTV 不分流）。
    - 设置不分流时间为 0.8 min。
    - 设置分流流量为 60 mL/min。
    - 开启 **Constant Septum Purge**（恒定隔垫吹扫）。
    - 设置进样温度为 50 °C。
    - 设置进样时间为 0.1 min。
    - 设置输送斜坡为 10 °C/s。
    - 设置输送温度为 260 °C。
    - 设置输送时间为 1 min。
5. 设置 PDD 参数。
  - a. 设置温度为 300 °C。
  - b. 设置脉冲生成器为开启。
6. 开始检测
  - a. 激活色谱数据系统，设置检测所需参数。
  - b. 注入纯己烷，执行空白分析。
  - c. 当 GC 处于待机/预运行状态时，激活数据系统 10 min，评估等温条件下的基线。

- d. 基线评估完成后，设置数据系统，完成单次运行。
  - e. 注入 1  $\mu\text{L}$  试验混合物 (PN 33819032)。
 

试验混合物由正己烷中的三种组分组成：

    - 正十二烷；1  $\mu\text{g}/\text{mL}$
    - 正十四烷；1  $\mu\text{g}/\text{mL}$
    - 正十六烷；1  $\mu\text{g}/\text{mL}$
  - f. 按 GC 上的 **Start**（开始），开始检测运行。
7. 结果色谱图应如图 163 所示。

图 163. PDD 检测结果色谱图

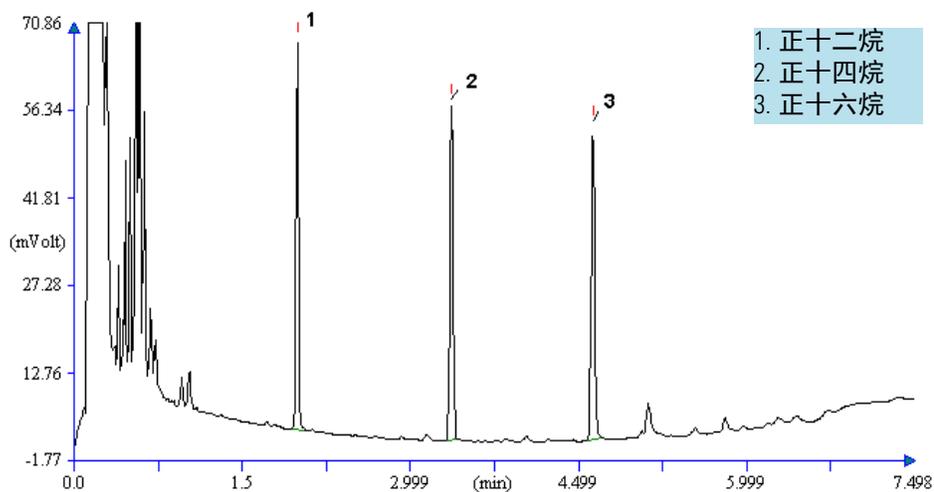


表 31 中的可接受值表示成功完成检测所需值。如果不满足这些条件，请重复试验。

表 31. PDD 检测可接受值

基线参数	
噪声 (pA)	$\leq 10$
漂移 (pA/h)	$\leq 100$
分析结果	
正十二烷信噪比	$\geq 500$
正十四烷信噪比	$\geq 500$
正十六烷信噪比	$\geq 500$



## 通用检测器接口 (GDI)

本章简要介绍了通用检测器接口。

### 目录

- [GDI 机械模块概述](#)
- [GDI 电接口概述](#)
- [GDI 参数](#)
- [可用第三方检测器套件](#)

使用通用检测器接口，即可轻松在 TRACE 1600/1610 GC 或 TRACE 1610 辅助柱温箱上安装第三方检测器。

要兼容任何其他检测器，可在制造/配置时，定制适用于特定第三方检测器硬件/器体的通用检测器接口。

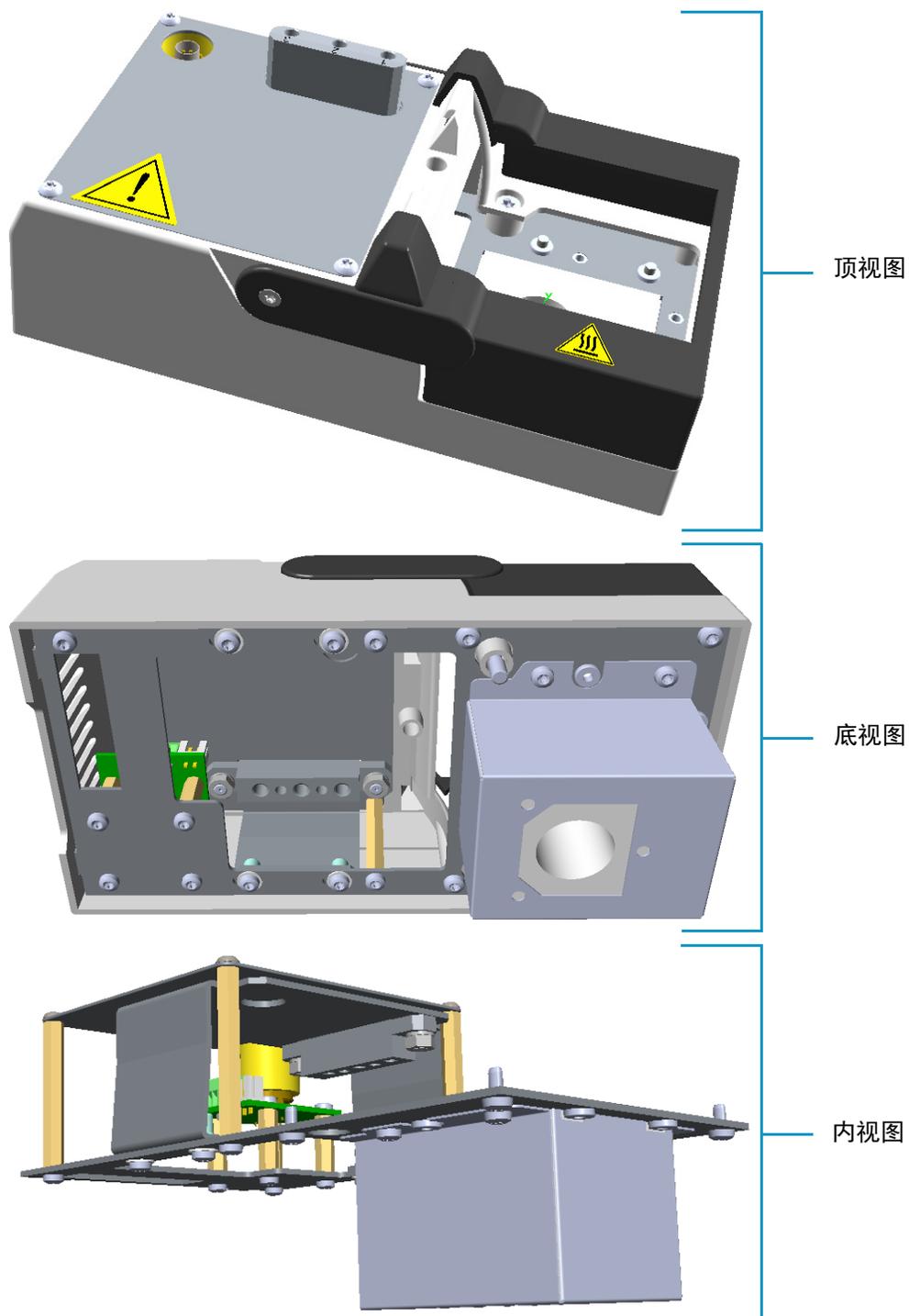
通用检测器接口由 GDI 机械模块和 GDI 电接口组成。

- GDI 机械模块配有连接检测气体供应的歧管和识别加热器使用状态的电子器件。请参阅第 292 页上的“[GDI 机械模块概述](#)”。
- 使用单独的 GDI 电接口，可控制多达三种检测气体的压力和流量。GDI 电接口还包括控制第三方检测器温度的电子器件和采集第三方检测器模拟信号电子器件。GDI 电接口必须放置在 GC 背侧的腔体中。如需了解更多信息，请参阅第 297 页上的“[GDI 电接口后视图](#)”。

## GDI 机械模块概述

GDI 机械模块组件如图 164 所示。

图 164. GDI 机械模块



GDI 机械模块组件如图 165 和图 166 所示。

图 165. GDI 机械模块组件 (1)

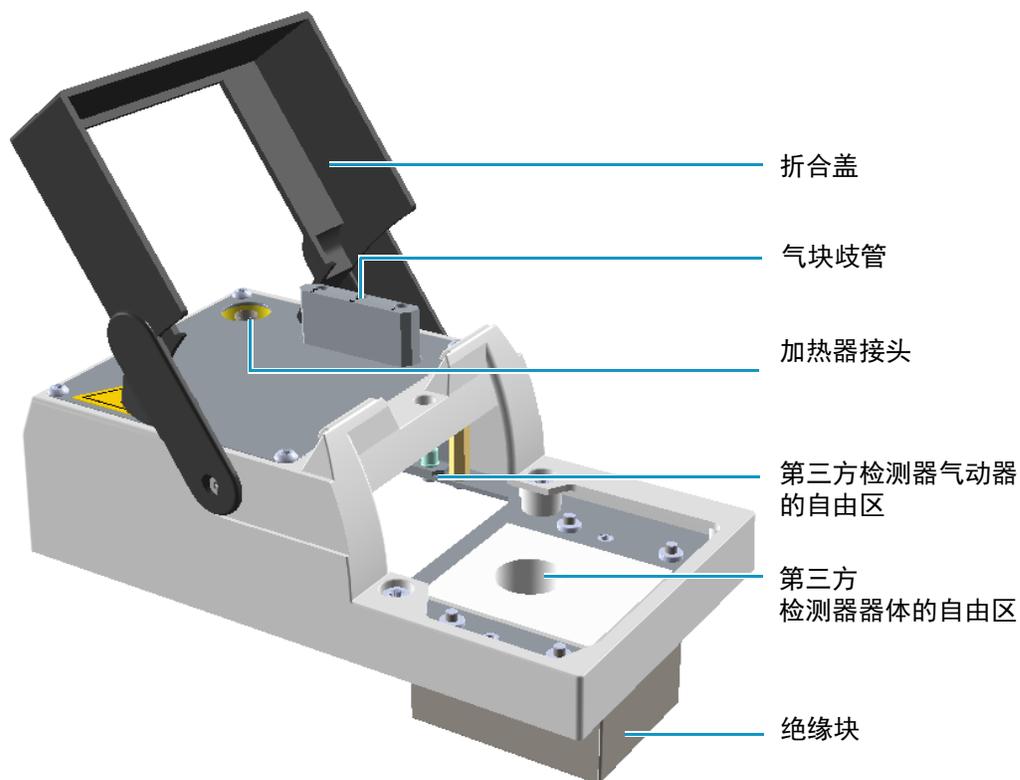
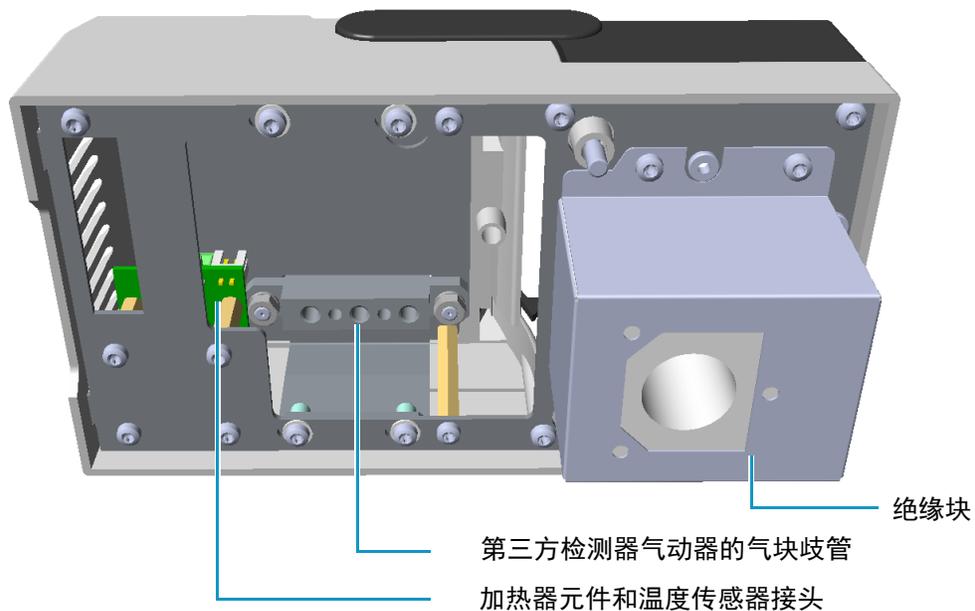
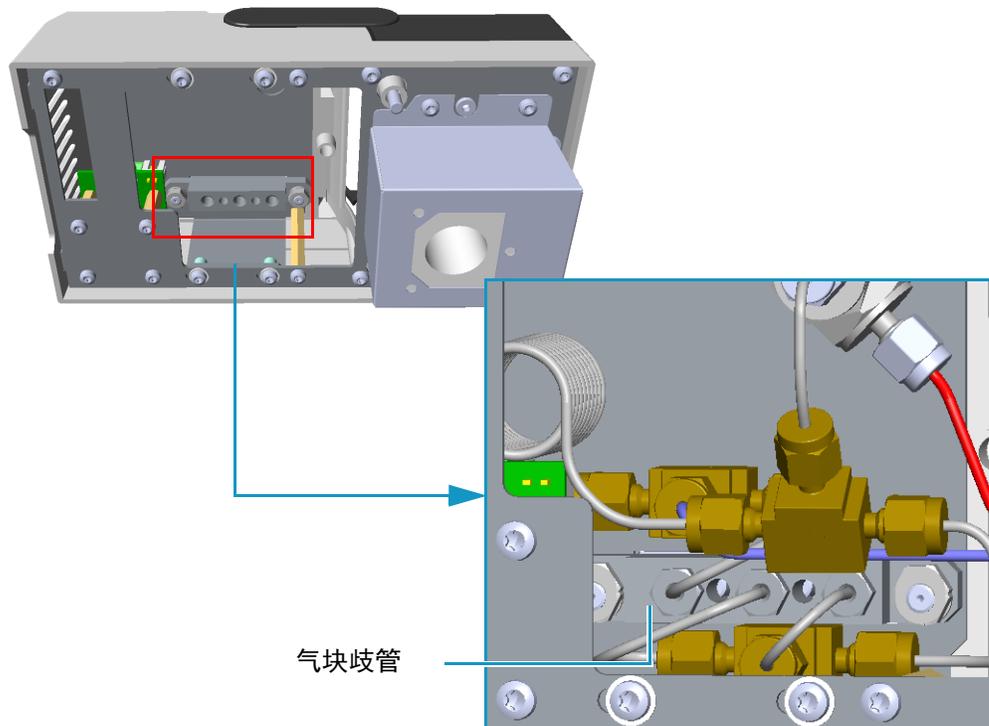


图 166. GDI 机械模块组件 (2)



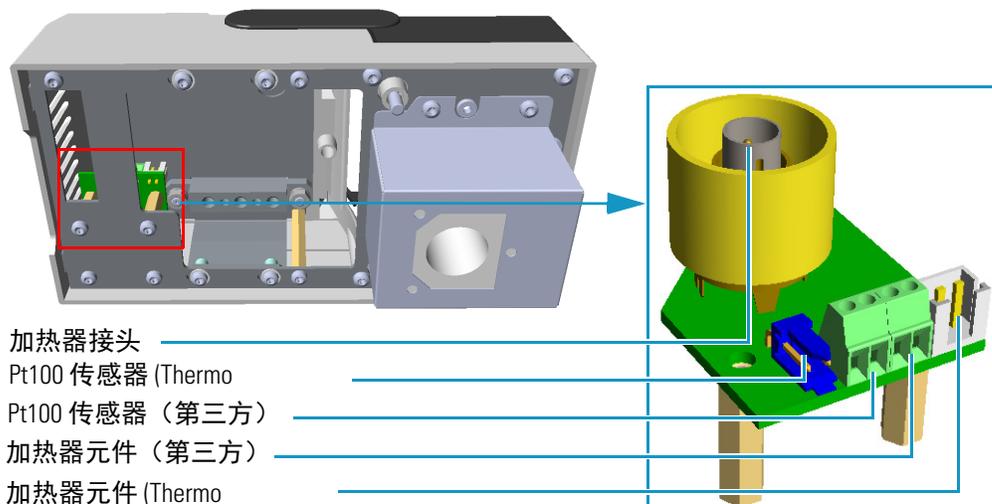
- 如果第三方检测器需要检测气体，则必须将特定管道连接到 GDI 机械模块内的自由区。检测气体的接头必须连接到气块歧管。请参阅图 167。

图 167. 检测气体管道



- 如果第三方检测器需要加热，则必须将 Thermo Scientific/第三方加热器元件和温度传感器连接到 GDI 检测器模块内的加热接头。请参阅图 168。

图 168. 加热接头





**警告** 如果无需加热器且加热区未连接到加热器，则必须在通用 Pt100 触点上安装 100 ohm 电阻来模拟 Pt100 传感器。

## GDI 电接口概述

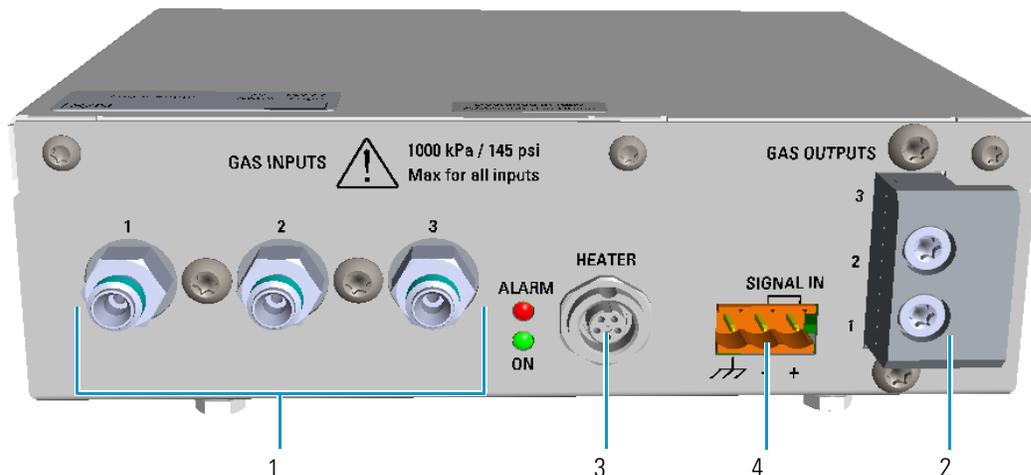
使用单独的 GDI 电接口，可控制多达三种检测气体的压力和流量。请参阅图 169。

图 169. GDI 电接口



GDI 电接口包括以下接口。请参阅图 170。

图 170. GDI 电接口前视图



1. 三个进气口，标有 **Gas Inputs**（气体输入）1、2 和 3，可连接多达三种辅助检测气体。



**注意** 所有输入的最大压力为 1050 kPa (152 psi)。工作进气压力范围为 400 kPa (58 psig) 至 1050 kPa (152 psig)。

2. 带三个出气口的歧管，出气口标有 **Gas Outputs**（气体输出）1、2 和 3，可将多达三种辅助检测气体连接到 GDI 机械模块。

GDI 电接口（出厂设置）包括三个流量限制器，可提供 50 mL/min（满量程）的氮气。三个通道，即 **Gas 1**（气体 1）、**Gas 2**（气体 2）和 **Gas 3**（气体 3），都设置为 **Nitrogen**（氮气），默认 **full scale**（满量程）为 50 mL/min。

如果需要更高的流量或非常低的流量，则必须换成定制的流量限制器。使用定制的流量限制器时，必须确定新的满量程。

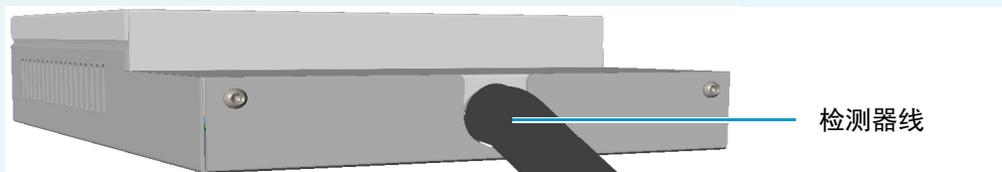
定制的 GDI 电接口模块即为 1/4 英寸封装多孔金属流量限制器。

**注释** 关于更换封装流量限制器和确定新满量程的更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册* 中第 9 章的 **添加通用检测器接口 | 更换流量限制器** 部分。

3. 5 针连接器，标有 **Heater**（加热器），接上提供的电缆，可将加热器连接（如果第三方检测器需要）到 GDI 机械模块。
4. 3 针连接器，标有 **Signal IN**（信号输入），用于采集第三方检测器的模拟信号。

**注释** 带 26 针母连接器的检测器线从 GDI 电接口的后侧伸出。请参阅图 171。

**图 171.** GDI 电接口后视图

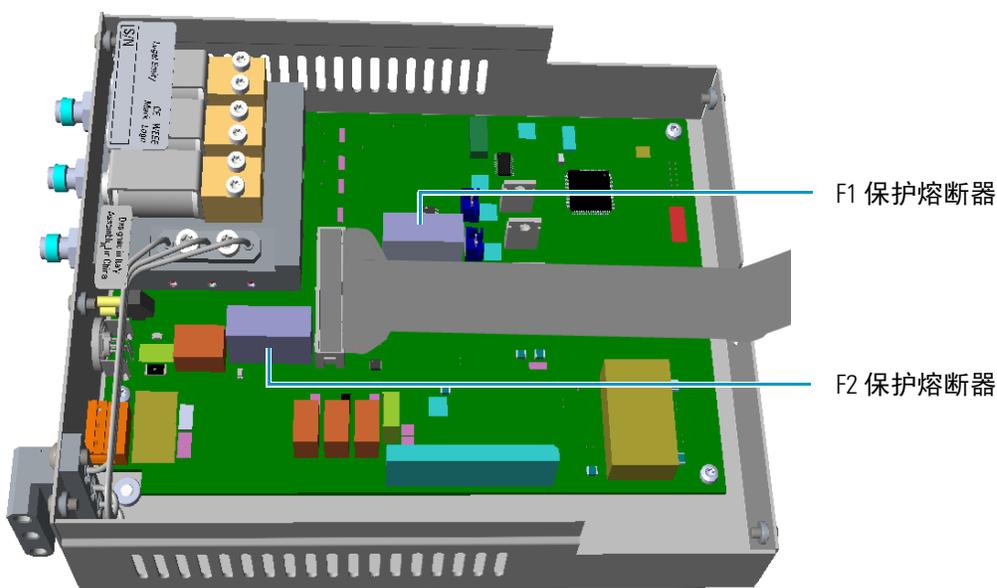


根据第三方检测器在 GC 上的前/后位置，将检测器线连接到后总接线板上的 J5（检测器后侧）/J13（检测器前侧）接头。

如果检测器线尚未连接到 GDI 电接口，请连接。如需了解更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册* 中的添加通用检测器接口部分。

GDI 电接口内有两个保护熔断器。请参阅图 172 和表 32。

**图 172.** GDI 电接口保护熔断器



**表 32.** GDI 电接口保护熔断器

熔断器	型号	保护
F1	T300 mA 250 V; (5 x 20 mm)	24 VDC
F2	T2A 250 V; (5 x 20 mm)	48 VAC

## GDI 参数

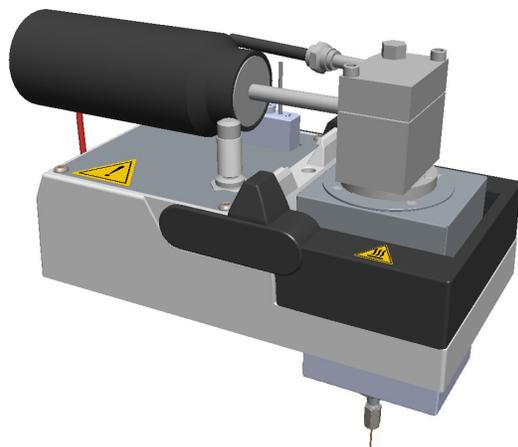
此菜单包括通用检测器接口的操作参数。

- **Temperature** (温度)：可定义第三方检测器温度，范围为室温至 450 °C。
- **Gas#1** (气体 1)：可定义连接到 **Gas 1** (气体 1) 气路的检测气体**流量**。根据气体 1 封装流量限制器的 **Full Scale** (满量程) 值设定气体流量值 (mL/min)。
- **Gas#2** (气体 2)：可定义连接到 **Gas 2** (气体 2) 气路的检测气体**流量**。根据气体 2 封装流量限制器的 **Full Scale** (满量程) 值设定气体流量值 (mL/min)。
- **Gas#3** (气体 3)：可定义连接到 **Gas 3** (气体 3) 气路的检测气体**流量**。根据气体 3 封装流量限制器的 **Full Scale** (满量程) 值设定气体流量值 (mL/min)。
- **Level** (水平)：可显示检测器信号的水平。

## 可用第三方检测器套件

图 173 显示了安装到定制通用检测器接口的第三方检测器 **Model 5380 脉冲火焰光度检测器 (PFPD)**，由 **OI Analytical™** 生产) 和通向 GC 的连接。关于安装说明的更多信息，请参阅相关的用户指南。

图 173. 第三方 PFPD 检测器



## 模拟输出接口 (AOI) 模块

本章简要介绍了模拟输出接口 (AOI) 模块。

### 目录

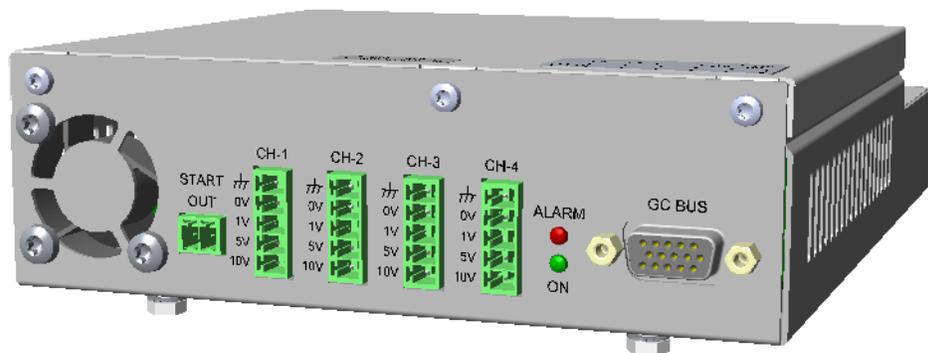
- 模拟输出接口概述
- 工作原理
- AOI 参数

### 模拟输出接口概述

模拟输出接口是外部模块，可以接收多达四个检测器的数字信号，并可以将其转换为模拟信号。

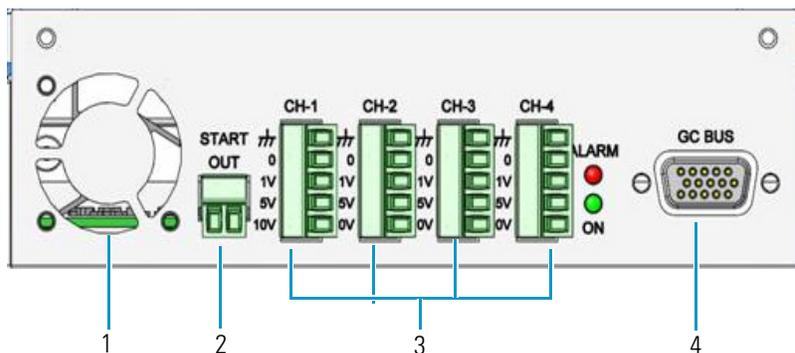
模拟输出接口模块放置在 GC 背侧的腔体中，或在 GC 旁边，在用户可以轻松查看连接的最舒适位置。

**图 174.** 模拟输出接口模块



模拟输出接口组件如图 175 所示。

图 175. 模拟输出接口组件



AOI 模块包括以下组件：

1. 冷却扇
2. 2 针连接器，标有 **START OUT**（开始输出）。
3. 四个通道，标有 **CH-1**、**CH-2**、**CH-3** 和 **CH-4**，每个通道提供：**接地（屏蔽）**、**0**、**1 V**、**5 V** 和 **10 V**。
4. 15 针母连接器，标有 **GC Bus**（GC 总线），用于向模拟输出接口提供电源和数据。

## 工作原理

模拟信号的线性动态范围至少有七个数量级。使用 **timed events**（定时事件）实现四个范围的变化，即可运行 AOI。

模拟输出接口有单独的 **Start Run**（开始运行）触点闭合。

只能在 TRACE 1600/1610 GC 的触摸屏上控制模拟输出接口。无法在 Thermo Scientific 色谱数据系统上控制模拟输出接口。

模拟输出接口的用户界面包括以下要素：

- **Flexible channel selection**（灵活通道选择）：每个通道源都可配置到任一已安装检测器上。允许重复输出。
- **Selected signal range  $10^0$  to  $10^3$** （选择信号范围）：每个通道都可独立配置。
- **Signal range changes**（信号范围变化）：可在 **Run Time Events**（运行时事件）中编辑。
- 每个通道都可独立 **enabled/disabled**（启用/禁用）。禁用通道输出默认为 0 V。

## AOI 参数

此菜单包括模拟输出接口模块的操作参数。

这些参数可在 TRACE 1610 用户界面的 **Configuration**（配置）页面中配置。请参阅第 44 页上的“模拟输出接口菜单”。

最多可以选择四个通道。针对每个目标通道，定义检测器的位置、输出的衰减范围以及输出开始运行的信号。

- **Det. Selection**（检测器位置选择）：可选择检测器（已连接到通道）的位置。如果检测器安装在 GC 上，可选择 **Front**（前）或 **Back**（后）位置。如果检测器安装在 TRACE 1610 辅助柱温箱上，可选择 **Left**（左）或 **Right**（右）位置。
- **Range**（范围）：选择信号衰减的范围。可选择 **0**、**1**、**2**、**3** ( $10^0$ ,  $10^1$ ,  $10^2$ ,  $10^3$ )。

**注释** 在 GC 用户界面的 **Run Table**（运行表）中，衰减信号可以在给定时间内修改。请参阅第 54 页上的运行时事件。

- **Out Start Run**（输出开始运行）：选择输出开始运行信号的变化方式。可选择 **High to Low**（由高到低）或 **Low to High**（由低到高）。



## 可选模块

本章简要介绍了可选模块：NoVent 微流控模块、FTIR 尾吹模块和即时连接热喷雾分流/不分流进样器模块。

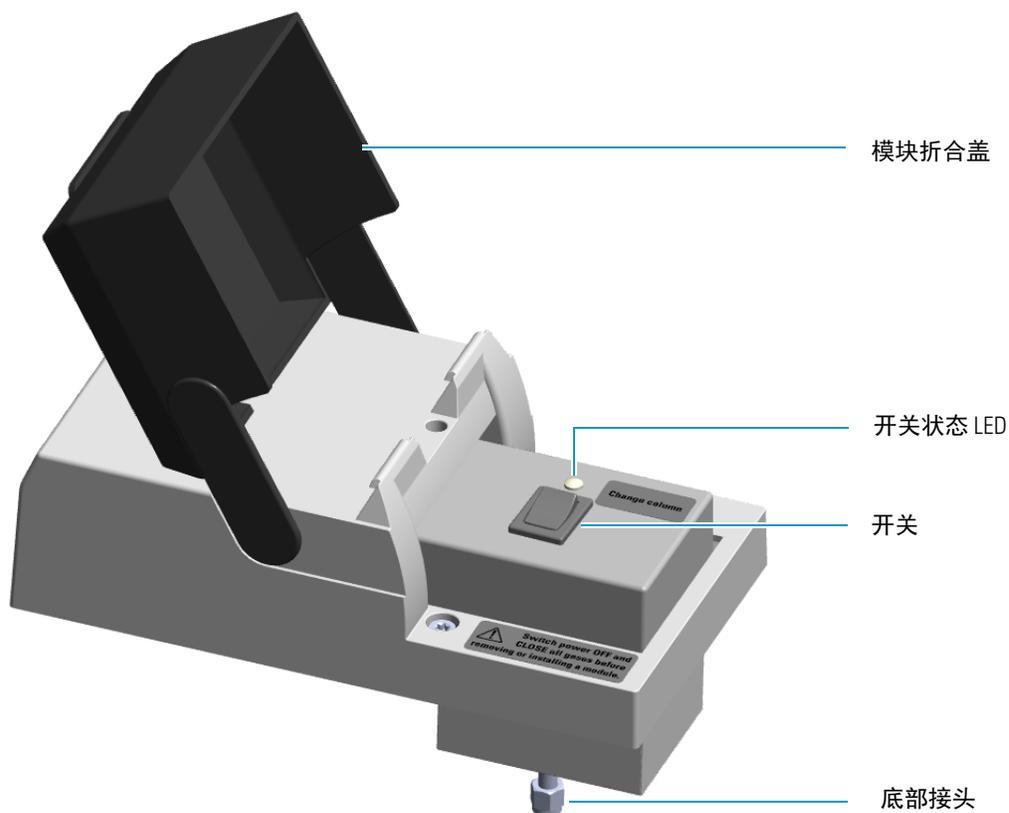
### 目录

- NoVent 微流控模块
- FTIR 尾吹模块
- 即时连接热喷雾分流/不分流进样器 (SSL-TSI) 模块

## NoVent 微流控模块

NoVent 微流控是一种在色谱柱更换、进样器维护或两者同时进行过程中，保持载气流入质谱仪而不破坏真空的解决方案。请参阅图 176。

图 176. NoVent 微流控模块



此模块包括启动和停止载气流量的电磁阀、开关、开关状态 LED（发光二极管）和连接 SilFlow™ 设备（使用 300 mm × 75 μm 内径熔融石英限流器）的接头。

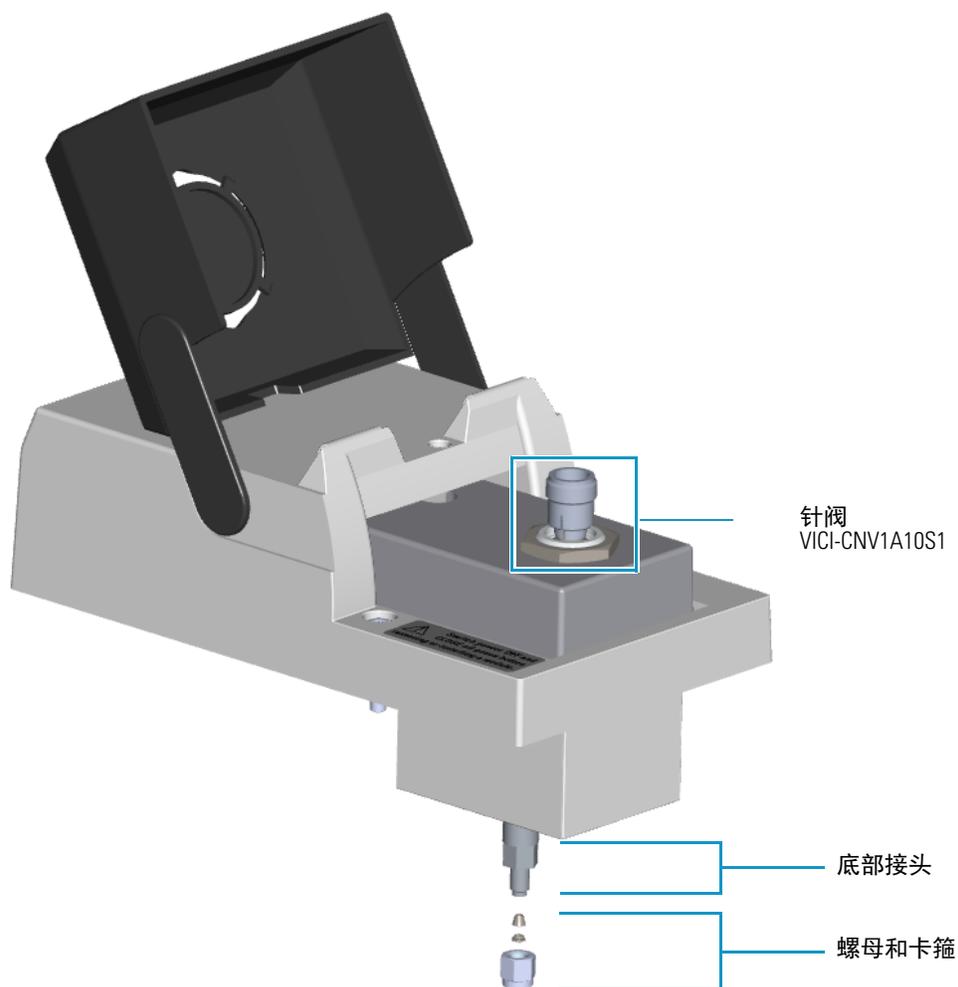
关于安装和使用 NoVent 微流控的更多信息，请参阅 *TRACE 1600/1610 硬件手册* 或 *NoVent 微流控安装指南 PN 120807-0001*。

## FTIR 尾吹模块

模块配有开/关针阀，可调节进入 Thermo Scientific Nicolet iS50 FT-IR 光谱仪（与 GC 连接）的气体流量。

模块组件如图 177 所示。

图 177. FTIR 尾吹模块

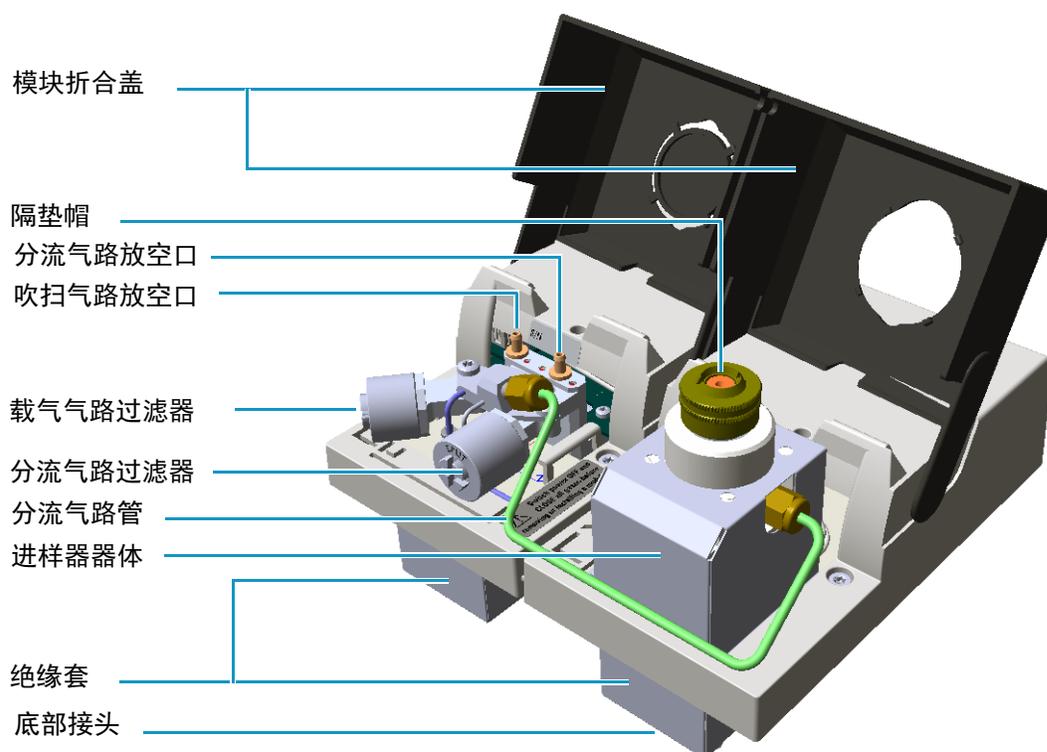


FTIR 模块必须安装到检测器腔体中，并从前/后载气气路供应。如果进样器模块尚未使用前/后载气，则必须安装前/后载气进气口，并按照 *TRACE 1600/1610 硬件手册* 中“**连接气体供应管道**”部分所述连接载气气路。

## 即时连接热喷雾分流/不分流进样器 (SSL-TSI) 模块

即时连接热喷雾分流/不分流进样器模块设计为“双宽”模块，可放入 Thermo Scientific TRACE 1600/1610 系列 GC 顶盖上的两个进样器模块（前后）提供的空间。请参阅图 178。

图 178. 热喷雾分流/不分流进样器模块



由于在热喷雾技术中，样品以悬浮液滴形式汽化，因此与热表面接触引起的热不稳定化合物降解被最小化。运用**热空针**技术进样，即针头在进样器中停留几秒钟，然后推进进样器活塞，从而推出液体样品。在这个过程中，针头变热后推出样品，样品一接触到热针就开始汽化。

热喷雾 SSL 进样器适用于分流进样、不分流进样、浪涌不分流进样。可以使用毛细管柱和大口径柱。

**注释** 关于描述和编程进样器参数，安装和维护模块的更多信息，请参阅*即时连接热喷雾分流 / 不分流进样器模块用户指南 PN 31709742*。

## 开始分析

本章包括分析的运行说明。

### 目录

- 确认 GC 系统运行正常
- 设置方法参数
- 执行手动进样
- 执行自动进样

安装并配置好所有组件后，就可以开始首次运行。需要连接并打开数据系统才能查看色谱图。保存首次运行色谱图，以备比较未来性能并帮助解决服务温度。

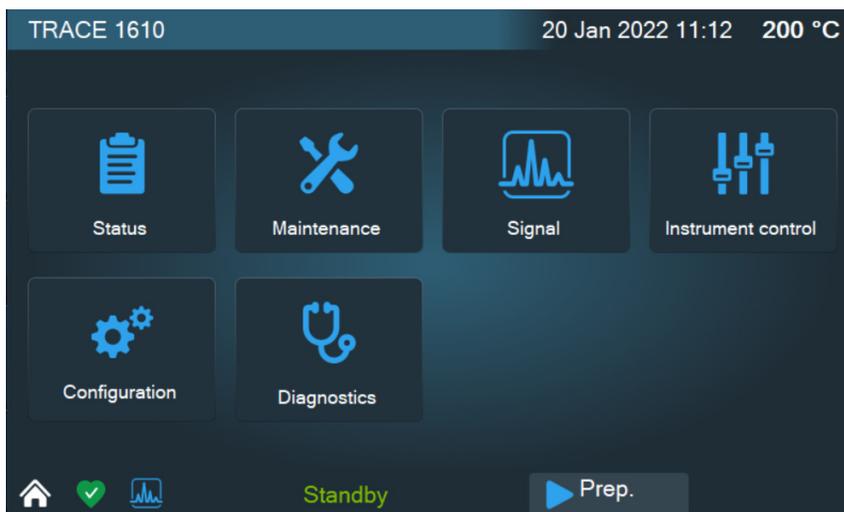
## 确认 GC 系统运行正常

安装新色谱柱后，应确认 GC 系统已通电、载气流量正确、气罐压力充足、系统温度已达到和无泄漏。

### 检查 TRACE 1610 通电情况

要确认 TRACE 1610 已通电，在启动程序后，需确保前触摸屏显示主菜单。请参阅图 179。

图 179. TRACE 1610 触摸屏

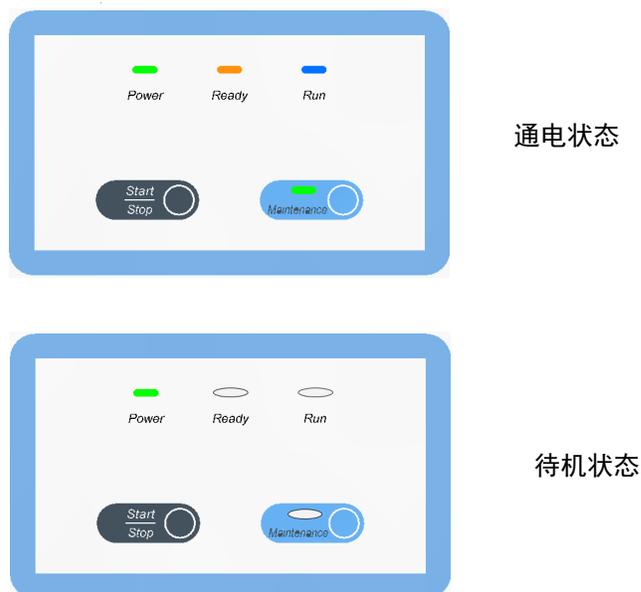


要接通 GC 电源，需将 GC 背侧的电源开关拨到标有 **I** 的“开”（向上）位置。如果 GC 仍未通电，请检查电连接和壁装插座。

### 检查 TRACE 1600 通电情况

要确认 TRACE 1600 已通电，需确保 **Power**（电源）灯亮起。GC 通电时，状态面板上的所有 LED 同时亮起，随后 **Power**（电源）绿灯长亮，其他所有灯熄灭。GC 进入待机状态。请参阅图 180。

图 180. GC 通电时的 TRACE 1600 状态面板



要接通 GC 电源，需将 GC 背侧的电源开关拨到标有 **I** 的“开”（向上）位置。如果 GC 仍未通电，请检查电连接和壁装插座。

## 确认载气流量

确认系统已通电后，还需确认载气流量是否符合预期。

### ❖ 检查载气流量

1. 打开载气菜单。在 TRACE 1610 上选择 **Instrument Control**（仪器控制），然后选择 **Front/Back Inlet**（前/后进样口）。
2. 显示色谱柱流量。
3. 如果 **Column Flow**（色谱柱流量）中的实际值和设定值相同，则说明载气流量控制良好。如果色谱柱流量中的实际值和设定值不同，请参阅[分析故障排除](#)部分。

## 检查载气罐压力

确保载气罐压力充足，能适应计划运行的样品量。如果压力过低，可能会在运行过程中耗尽气体，从而影响数据结果。

### ❖ 检查载气罐压力

1. 查找载气罐。载气罐可能放在不同房间，具体取决于实验室的构建方式。
2. 查看载气罐上的压力计。
3. 确保初级（或一级）调节阀阶段的压力超过 100 psi。如果压力没有超过 100 psi，又必须运行大量样品，则需要更换载气罐。

## 检查温度

### ❖ 检查温度

1. 打开载气菜单。在 TRACE 1610 上选择 **Instrument Control**（仪器控制），然后选择 **Front/Back Inlet**（前/后进气口）。
2. 显示温度。
3. 如果 **Temperature**（温度）中的实际值和设定值相同，则说明温度控制良好。如果温度中的实际值和设定值不同，请参阅“故障排除”部分。

## 设置方法参数

分析方法描述了样品在分析过程中接受的处理。可以设置以下参数：

- 温度，包括程序变化（斜坡）
- 压力
- 流量
- 进样口类型
- 检测器类型和参数
- 信号变化
- 自动进样器参数
- 运行前、期间、后的定时事件

在触摸屏上或数据系统中编程方法参数。

## 执行手动进样

### ❖ 执行手动进样

1. 确认色谱柱安装正确，进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。
2. 检查柱温箱温度和检测器温度。
3. 编程载气流量。
4. 确认进样器适用于所用技术。
5. 在触摸屏或状态面板上监测 TRACE 1600/1610 的状态和所有运行阶段。
  - 显示 **Not Ready**（未就绪）状态时，TRACE 1600/1610 正在将柱温箱加热到柱温箱菜单中指定的温度。
  - 柱温箱达到程序初始温度时，将显示 **Standby**（待机）状态。
6. TRACE 1600/1610 处于 **Standby**（待机）状态时，按 **Start**（开始）按钮开始 **Preparation Run**（准备运行），在此期间，GC 将设置好所有运行所需条件。  
根据程序模式，TRACE 1600/1610 将执行以下操作：
  - a. 编程省气功能后，**Prep Run**（预运行）结束省气模式，并将分流流量重设为进样期间所用流量。
  - b. 在不分流模式下，**Prep Run**（预运行）关闭分流阀，并按程序关闭隔垫吹扫阀。
  - c. 在浪涌不分流模式下，**Prep Run**（预运行）启动浪涌压力。
7. 显示 **Ready to Inject**（准备进样）状态时，注入样品：
  - a. 将进样针插入进样器。
  - b. 快速注入样品，并快速从进样器中撤出进样针。
8. 按 **Start**（开始）按钮。TRACE 1600/1610 开始运行步骤，按程序完成分析。
9. 运行结束时，将显示 **Cooling**（冷却）状态。在此期间，TRACE 1600/1610 将恢复到初始温度/压力状态。
10. 处于待机状态时，TRACE 1600/1610 准备开始下一个分析周期。

## 执行自动进样

### ❖ 使用自动进样器进样

1. 确认色谱柱安装正确，进样器内的衬管安装正确，系统无泄漏。
2. 检查柱温箱温度和检测器温度。
3. 编程载气流量。
4. 确认进样器适用于所用技术。
5. 根据需要编程自动进样器方法和进样序列。
6. 在触摸屏或状态面板上监测 TRACE 1600/1610 的状态和所有运行阶段。
  - 显示 **Not Ready**（未就绪）状态时，TRACE 1600/1610 正在将柱温箱加热到柱温箱菜单中指定的温度。
  - 柱温箱达到程序初始温度时，将显示 **Standby**（待机）状态。
7. TRACE 1600/1610 处于 **Standby**（待机）状态时，按 **Start**（开始）按钮开始 **Preparation Run**（准备运行），在此期间，GC 将设置好所有运行所需条件。  
根据程序模式，TRACE 1600/1610 将执行以下操作：
  - a. 编程省气功能后，**Prep Run**（预运行）结束省气模式，并将分流流量重设为进样期间所用流量。
  - b. 在不分流模式下，**Prep Run**（预运行）关闭分流阀，并按程序关闭隔垫吹扫阀。
  - c. 在浪涌不分流模式下，**Prep Run**（预运行）启动浪涌压力。
8. 显示 **Ready to Inject**（准备进样）状态时，注入样品：
  - a. 开始进样序列，按 **Start**（开始）。自动进样器将根据编程的方法和序列注入样品。
9. 运行结束时，将显示 **Cooling**（冷却）状态。在此期间，TRACE 1600/1610 将恢复到初始温度/压力状态。
10. 处于 **Standby**（待机）状态时，TRACE 1600/1610 准备开始下一个分析周期。

## 分析故障排除

本章描述了基线、峰或结果等最常见问题的迹象，并提供了进样器和检测器的分析故障排除方法。请使用这些信息排除故障并解决问题。

### 目录

- 基线相关问题
- 峰相关问题
- 结果相关问题
- SSL、SSLBKF、HeS-S/SL 分析故障排除
- PTV 和 PTVBKF 分析故障排除
- FID 分析故障排除
- NPD 分析故障排除
- TCD 分析故障排除
- ECD 分析故障排除
- FPD 分析故障排除
- PDD 分析故障排除
- GDI 分析故障排除

要获得最佳结果，请使用以下系统方法来解决结果或仪器相关问题。

- **电连接**
  - 确认电线接地，电压供应稳定。
  - 确认 GC 和最终辅助单元之间的所有电连接都正确。
- **气体**
  - 确认载气气路已打开。
  - 确认检测气体流量设置正确。
  - 确认系统无泄漏。

- **进样**
  - 在气相色谱分析中，需使用适当容积的进样器。
  - 样品必须正确制备和稀释。
  - 始终注入相同的样品量。
  - 分流比必须保持不变。
  - 如果使用自动进样器，需确认自动进样器的性能。使用自动进样器时，样品瓶必须正确压合。
- **色谱柱**
  - 色谱柱必须适用于要开展的分析，必须在使用前安装正确和调节。
  - 确认色谱柱与进样口之间的卡箍无泄漏。
  - 确认气体无泄漏。
  - 定期检查柱效。
- **检测器**
  - 确认检测器参数设置正确。
  - 检查最终检测器污染。
- **数据系统**
  - 确认所用数据系统连接正确。

## 基线相关问题

表 33. 故障排除：数据中的基线问题（单元表 1 of 2）

表现	特征	原因	解决方法
漂移	常规	固定相在色谱柱中积聚。	更换色谱柱或切割色谱柱末端。
		载气瓶压力过低，无法控制。	更换载气瓶或增大压力。
		载气 / 燃气流量漂移。	检查气体控制器。
		掺杂气在色谱柱中积聚。	检查气体中的掺杂气水平。使用适当纯度的气体和气体过滤器。
	下漂	系统中的载气泄漏。	执行泄漏检测，确保载气气路上的连接紧密。
		色谱柱过热。	留出足够时间，让色谱柱温度稳定下来。
	上漂	掺杂气在色谱柱中积聚。	检查气源中的掺杂气水平。使用适当纯度的气体。
		检测器被污染。	检查并清洁检测器。
	在温度程序操作下上升	色谱柱被污染。	修理色谱柱。
高稳流	常规	载气流量过高。	减少载气流量。
		色谱柱被污染。	修理或更换色谱柱。
		气体被污染。	更换气瓶或气体过滤器。
		色谱柱固定相渗出过多。	检查柱温箱温度，确保不超过色谱柱温度上限。 修理色谱柱。 更换色谱柱。
		连接松动。	确保所有互连紧密，螺栓连接紧密。
不规则形状	溶剂峰后基线下降	检测器被污染。	烘烤或清洁检测器。
	S 型	柱温编程期间色谱柱渗出过多。	降低上柱温。烘烤色谱柱。安装高温柱。
		氧污染使固定相发生分解。	在载气气路上安装氧过滤器。检查气动系统和进样口系统是否泄漏。使用适当纯度的气体（含氧低）。
	方波	交流电源波动大；重型设备在同一线路上。	使用足够电流的专用净化交流线路。

表 33. 故障排除：数据中的基线问题（单元表 2 of 2）

表现	特征	原因	解决方法
噪声	常规	检测器被污染。	将检测器与电子器件隔开。如果噪声消失，清洁收集极。
		燃气流量过低或过高。	检查检测气体流量并将其重设为适当值。
		色谱柱被污染。	修理色谱柱。
		检测气体供应被污染。	检查气体纯度并安装适当的过滤器。
		静电计缺陷。	更换静电计。
	高频噪声	检测器温度高于色谱柱最高温度。	将检测器温度降低到柱温上限。
		采集频率过高。	降低采集频率。
		外部电干扰。	连接交流线路监测器并检查交流电源的纯度。
		柱接头松动。	相应地拧紧接头。
		检测器电连接松动。	确保引线正确连接。
尖刺	常规	静电计或放大器缺陷。	更换静电计或放大器。
		检测器积垢。	将检测器与电子器件隔开。如果噪声消失，清洁检测器。
		外部电干扰。	连接交流线路监测器并检查交流电源的纯度。
		温度过低。	升高温度。

## 峰相关问题

表 34. 故障排除：数据中的峰问题（单元表 1 of 3）

表现	特征	原因	解决方法
展宽	常规	色谱柱流量过高。	将流量减少到略高于最佳水平。
		色谱柱流量过低。	将流量增加到略高于最佳水平。
		分流进样的分流流量过低。	将流量增加到 40–50 mL/min。
		柱效下降。	在最佳流量下测试色谱柱。
		进样器积垢。	清洁或更换衬管。
		固定相在出口中积聚。	从色谱柱上取下最后两圈。
		检测器温度过低。	将温度升高到比色谱柱最高温度低 5 °C。
双峰	常规	进样速度过慢。	平稳快速地进样。
		自动进样器进样速度或模式不正确。	使用更快速度。
前延峰	常规	色谱柱或检测器过载。	减少进样量和 / 或降低分析物浓度。 提高分流比。
		色谱柱温度过低。	升高温度。
		固定相过薄。	使用厚膜色谱柱。
鬼峰	常规	载气被污染。	更换气瓶或过滤器。
		实验室玻璃器皿被污染。	确保玻璃器皿洁净无污染。
		样品进样时分解。	降低进样口温度。 使用柱上进样技术。
		进样液被污染。	进样前充分净化样品。
	宽鬼峰	进样口或气动器被污染。	取下色谱柱并烘烤进样口。 使用优质隔垫。 更换分流口过滤器。 在气动器和进样口之间安装内嵌式过滤器。
		前样品洗脱不完全。	升高柱温箱最终程序温度或增加总运行时间。 增加色谱柱流量。
不规则形状	椅型	色谱柱溶剂溢流。	升高柱温箱初始温度。
负峰	全部	积分器电线接反。	正确连接。
	一些	迹象可能是正常现象。	

表 34. 故障排除：数据中的峰问题（单元表 2 of 3）

表现	特征	原因	解决方法
无峰	溶剂峰后无峰	载气流量过高。	减少载气流量。
		燃气流量不正确。	检查燃气流量。
		检测器被污染。	烘烤或清洁检测器。
		FID 火焰因溶剂峰熄灭。	检查检测器温度。
		进样过多。	少进样。
		SSL 进样器中的色谱柱位置不正确（太高）。	检查色谱柱位置。
	完全无峰	进样针堵塞。	更换或修理进样针。
		色谱柱破损或断开。	检查色谱柱和接头。
		静电计或放大器缺陷。	更换静电计或放大器。
		记录设备缺陷。	更换记录设备。
		FID 火焰熄灭。	重新点燃。
		电连接不良或缺失。	检查电缆连接。
		SSL 进样器中的色谱柱位置不正确（太高）。	检查色谱柱位置。
拖尾峰	样品峰。	色谱柱降解产生活性位点。	注入试验混合物并评估色谱柱。
		色谱柱 / 柱温箱温度过低。	升高色谱柱 / 柱温箱温度。勿超过固定相的建议最高温度。
		衬管积垢。	清洁或更换衬管。
	样品峰。	玻璃毛或进样口产生活性位点。	更换为新的硅烷化毛和洁净的进样口衬管。
		进样口温度过低。	升高进样口温度。
		色谱柱连接不良或阻塞。	重新连接色谱柱进样口。
		固定相不正确。	根据色谱柱制造商说明更换色谱柱。

表 34. 故障排除：数据中的峰问题（单元表 3 of 3）

表现	特征	原因	解决方法
拖尾峰（续）	溶剂峰	进样口中的色谱柱位置不正确。	重新安装色谱柱。
		柱温箱初始温度过高（柱上）。	降低柱温箱初始温度。
		隔垫吹扫流量过低和 / 或分流 / 不分流放空流量过低。	检查并调整隔垫吹扫流量和放空流量。
未分离峰	常规	载气流量过高。	减少载气流量。
		色谱柱被蚀薄。	更换色谱柱。
		色谱柱温度过高。	降低柱温箱温度。
		色谱柱过短。	使用长色谱柱。
		色谱柱选择不当。	安装适当的色谱柱。
		进样技术不适当。	选择适当的进样技术。

## 结果相关问题

表 35. 故障排除：数据中的结果问题

表现	特征	原因	解决方法	
峰面积重现性差	常规	浓度不兼容检测系统的动态范围。	确保样品浓度适合检测系统。	
		进样技术不适当。	尝试其他进样技术。	
		进样参数不适当。	检查进样温度和流量。	
		进样技术不可重现。	评估样品制备序列。 与一系列标准进样比较结果。	
		进样针或隔垫泄漏。	定期检查并更换进样针和 / 或隔垫。	
		进样时泄漏。	检查色谱柱连接。 运行泄漏检测。	
		进样技术使用不当。	仔细计量进样量。 使用洁净的优质进样针。	
		分流流量或分流比控制不当。	监测流量。 更换内嵌式过滤器。	
灵敏度低	保留时间增加	载气流量过低。	增加载气流量。 找到并清除载气气路中可能存在的障碍物。 检查进样器 / 色谱柱卡箍。	
	保留时间正常	GC 载气气路泄漏。	运行泄漏检测并修复泄漏。	
		进样时进样针泄漏。	更换进样针或活塞密封（如适用）。	
		分流进样温度过低。	升高进样器的温度。	
保留时间	减少	固定相被氧气和 / 或水蚀薄。	使用不含氧气和水的载气。	
		色谱柱渗漏造成固定相流失。	降低柱温。	
	增加	载气泄漏增多。	检查隔垫和色谱柱连接。	
		载气供应耗尽。	更换气瓶。	
	重现性差		气动控制区漂移或不稳定。	监测色谱柱压力 / 流量。 必要时检查并更换控制器。
			进样技术使用不当。	进样后，在一致时间内开始运行。
			进样量太大。	减少进样量和 / 或体积。
			色谱柱温度不稳定。	检查前门和冷却翼。 监测柱温。

## SSL、SSLBKF、HeS-S/SL 分析故障排除

- **灵敏度低**通常是由于操作条件不正确。也可能是由于衬管积垢或衬管尺寸与进样量不相称。  
 对所选化合物不灵敏也可能与进样条件不适当引起的歧视现象有关。
- 对样品重组分或挥发性组分的**歧视**，可能是由于所选进样模式的操作条件设置不正确。歧视也可能由以下原因造成：
  - 衬管里内严重失活石英毛的催化作用导致热不稳定化合物降解。
  - 在清洁阶段或清洁操作序列期间，前进样产生的副产物尚未从衬管中完全清除。

下表列出了使用 SSL 进样器时的迹象、原因和建议的解决方法。

### 不分流模式下的重化合物歧视。

可能原因	可能解决方法
不分流时间过短。	将不分流时间设置为更长时间。
初始温度相对于溶剂沸点过高。	将进样器温度设置为接近溶剂沸点的值。
进样量过大造成衬管溢流。	减少进样量。更换为适当直径的衬管。
衬管尺寸不足造成溢流。	更换为更大直径的衬管。
衬管积垢。	清洁或更换衬管。
衬管不适合实际样品。	更换为适当直径的衬管。较小直径的衬管可改善样品输送。

### 不分流模式下的挥发性化合物歧视。

可能原因	可能解决方法
初始温度过高。	将进样器温度设置为更低温度。
衬管直径过小。	更换为更大直径的衬管。
挥发性化合物经吹扫气路消除。	将停止吹扫时间设置为与不分流时间一致。

### 分流模式下的歧视

可能原因	可能解决方法
初始温度过低。	将进样器温度设置为更高温度。
衬管直径过大。	更换为更小直径的衬管。

## 反吹分析故障排除

诊断	可能原因	可能解决方法
拖尾峰	前置柱被污染。	验证前置柱。 更换前置柱。
	前置柱连接泄漏。	检查泄漏并修复。
重化合物未消除。	柱温箱温度过高。	降低柱温箱温度。
下次运行时出现鬼峰。	柱温箱最终温度过低。	升高柱温箱最终温度。
样品未完全进入色谱柱。	不分流时间过短。	增加不分流时间。

## PTV 和 PTVBKF 分析故障排除

- **灵敏度低**通常是由于操作条件不正确。也可能是由于衬管积垢或衬管尺寸与进样量不相称。对所选化合物不灵敏也可能与进样条件不适当引起的歧视现象有关。
- 对样品重组分或挥发性组分的**歧视**，可能是由于所选进样模式的操作条件设置不正确。歧视也可能由以下原因造成：
  - 衬管里内严重失活石英毛的催化作用导致热不稳定化合物降解。
  - 在清洁阶段或清洁操作序列期间，前进样产生的副产物尚未从衬管中完全清除。

下表列出了使用 PTV 进样器时的迹象、原因和建议的解决方法。

### 不分流模式下的重化合物歧视。

可能原因	可能解决方法
不分流时间过短。	将不分流时间设置为更长时间。
初始温度相对于溶剂沸点过高。	将进样器温度设置为接近溶剂沸点的值。
输送温度过低。	将输送温度设置为更高温度。
输送时间过短。	将输送时间或清洁时间设置为接近整个 GC 运行时间的值。
进样量过大造成衬管溢流。	减少进样量。更换为适当直径的衬管。
衬管尺寸不足造成溢流。	更换为更大直径的衬管。
衬管积垢。	清洁或更换衬管。
衬管不适合实际样品。	更换为适当直径的衬管。较小直径的衬管可改善样品输送。
石英毛使高分子化合物过度保留。	更换为填充石英毛的新衬管。更换为空衬管。

## 挥发性化合物歧视。

可能原因	可能解决方法
进样速度设置过慢。	将进样速度设置为更快速度。
初始温度设置过高。	将进样温度设置为更低温度。
分流流量设置过高。	减少分流流量。
衬管内缺少足够的石英毛填料。	修理衬管内的石英毛填料。更换为填充石英毛的衬管。

## 不分流模式下的挥发性化合物歧视。

可能原因	可能解决方法
初始温度过高。	将进样器温度设置为更低温度。
衬管直径过小。	更换为更大直径的衬管。
挥发性化合物经吹扫气路消除。	将停止吹扫时间设置为与不分流时间一致。

## 大体积模式下的挥发性化合物歧视。

可能原因	可能解决方法
初始温度过高。	将进样器温度设置为更低温度。
设置的进样时间和汽化时间超过溶剂消除所需的时间。	将进样时间和汽化时间设置为适当值。
分流流量设置过高。	将分流流量设置为更低流量。
衬管内缺少足够的石英毛填料。	向衬管填充石英毛。

## 分流模式下的歧视

可能原因	可能解决方法
输送温度过低。	将输送温度设置为更高温度。
输送时间过短。	将输送时间或清洁时间设置为接近整个 GC 运行时间的值。
初始温度过低。	将进样器温度设置为更高温度。
进样量过大。	减少进样量。更换为 2 mm 内径的衬管。

## 溶剂峰过度展宽。

可能原因	可能解决方法
进样压力设置过高。	将进样压力设置为更低压力。

## 挥发性化合物被掩盖。

可能原因	可能解决方法
进样压力设置过高。	将进样压力设置为更低压力。

## 灵敏度低。

可能原因	可能解决方法
进样压力设置过高。	将进样压力设置为更低压力。

## 样品降解。

可能原因	可能解决方法
衬管积垢。	清洁或更换衬管。
输送温度设置过高。	将温度设置为适合样品化合物性质的值。
衬管直径过大。	更换为更小直径的衬管，提高输送效率。
衬管内的石英毛催化并热降解敏感化合物。	使用新的填充衬管。如果迹象没有消失，则使用空衬管。

## 结果重现性差

可能原因	可能解决方法
输送温度过低。	将输送温度设置为更高温度。
输送时间过短。	将输送时间或清洁时间设置为接近整个 GC 运行时间的值。
进样速度设置过快。	减慢进样速度。
进样量过大。	减少进样量。
初始温度设置过低。	将进样温度设置为更高温度。
进样压力设置过高。	将进样压力设置为更低压力。
衬管内缺少足够的石英毛填料。	修理衬管内的石英毛填料。更换为填充石英毛的衬管。

## 反吹分析故障排除

诊断	可能原因	可能解决方法
拖尾峰	前置柱被污染。	验证前置柱。 更换前置柱。
	前置柱连接泄漏。	检查泄漏并修复。
重化合物未消除。	输送时间过长造成反吹开始太晚。	缩短输送时间。
	柱温箱温度过高。	降低柱温箱温度。
	清洁流量过低或清洁时间过短。	增加清洁流量 / 清洁时间或升高清洁温度。
下次运行时出现鬼峰。	柱温箱最终温度过低。	升高柱温箱最终温度。
在 PTV 大体积运行期间，过多溶剂进入色谱柱。	反吹未启用。输送时间或汽化时间不正确。	启用反吹。 设置足够的时间。
	放空流量相对于已用溶剂过低。	优化进样器温度和放空流量。
样品未完全进入色谱柱。	不分流时间过短。	增加不分流时间。

## FID 分析故障排除

- **灵敏度变化：**火焰离子化检测器的灵敏度取决于载气和检测气体流量，以及检测器温度。

如果发现 FID 噪声增加或灵敏度降低，需确保所用气体纯度适当，并检查气体供应气路中的阱和过滤器。清洁收集极和/或喷嘴。必要时更换。

- **气体：**载气流量范围取决于所用气体的类型和所装毛细管柱的类型和直径。

氢气流量已经过实验优化，可获得 FID 最佳分析性能。不正确的氢气流量和尾吹气流量会降低 FID 灵敏度。空气流量没有氢气流量那么影响灵敏度。过量的空气会使火焰不稳定，从而引起噪声和熄火。低空气流量会降低检测器灵敏度。

**注释** 通常，空气流量必须设置约为氢气流量的十倍才能确保火焰点燃。

- **污染：**对于高灵敏度应用，必须从色谱系统和/或检测器气路中排除所有有机污染。有机污染会导致色谱图中出现鬼峰，或者更常见的是出现不稳定的基线。
- **冷凝：**火焰燃烧过程中形成水蒸气，水蒸气遇冷凝结。检测器温度通常应设置为所用色谱柱的温度上限。为避免污染和生锈，切勿将温度设置在 150 °C 以下。
- **点火：**检测器温度达到 150 °C 后，即可点火。火焰点燃后，应读取 > 1.5 pA 的信号。

**提示** 如果怀疑火焰是否点燃，可直接在 FID 出口上方用镜子或扳手抛光端检查是否出现水蒸气冷凝。应该看到水蒸气在冷表面上冷凝。如果没有，则表明火焰未点燃。



**注意** 切勿俯身看 FID 的火焰，这样也看不见火焰。

下表列出了点火问题的可能原因和相关解决方法。

## 点火问题。

可能原因	可能解决方法
燃气 / 助燃气流量不正确。	确保正确测量氢气、空气和尾吹气流量。
点火器缺陷。	检查点火塞元件。
火焰喷嘴破损或破裂。	更换喷嘴。
喷口堵塞。	用流量计测量氢气流量，检查喷口是否堵塞。如有需要，取下并清洁喷嘴。
电子器件故障。	联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。
污染。	清洁检测器。联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。

## NPD 分析故障排除

灵敏度变化的主要原因与热离子源有关。热离子源逐渐耗尽导致灵敏度降低。增加源电流可以补偿灵敏度。但要注意，增加电流会缩短离子源寿命。灵敏度降低也与源污染有关，因为高沸点样品化合物未完全消除。检测器温度变化也会降低灵敏度。下表列出了使用 NPD 检测器时的迹象、原因和建议的解决方法。

## NPD 无响应。

可能原因	可能解决方法
源加热电流过低。	增大加热电流。
无氢气流量。	打开氢气流量，并将其设置为适当值。
无空气流量。	打开空气流量，并将其设置为适当值。
离子源已关闭。	打开离子源。
离子源故障。	更换离子源。

## NPD 响应低于预期。

可能原因	可能解决方法
源温度过低。	检查温度和源加热电流。
氢气气路被空气污染。	关闭离子源。增加氢气压力 10–20 min，吹扫氢气气路。 检查气路气密性。

## 背景水平高。

可能原因	可能解决方法
加热电流过高。	设置适当的操作参数。
氢气流量过高。	设置适当的操作参数。
空气和 / 或尾气流量过高。	设置适当的操作参数。
色谱柱渗出过多。	修理色谱柱。

## 溶剂和其他碳基化合物的类 NPD 响应。

可能原因	可能解决方法
氢气流量过高。	将氢气流量设置为更低流量。

## 溶剂淬灭效应。

溶剂洗脱时出现大范围的负基线扰乱，没有恢复到原始基线。

可能原因	可能解决方法
加热电流过低。	微增源加热电流。

## 基线不稳定。

可能原因	可能解决方法
背景电流水平过高。	降低源加热电流值。
氢气流量波动。	检查氢气气路上的压力调节器。

## 碳抑制低。

可能原因	可能解决方法
氢气流量过高。	将氢气流量减少到适当的操作条件。

## TCD 分析故障排除

- **灵敏度**与检测器温度（升高温度会降低灵敏度），以及载气、参比气体和尾吹气的流量有关。增大 TCD 器体温度和热丝温度之间的温差，可以提高灵敏度。灵敏度与热丝状态及其操作条件密切相关。检测器灵敏度明显降低可能是热丝被污染（池内高分子量化合物降解）或气体被污染的原因。检测器模块的低温可能会导致高沸点化合物冷凝在热丝上，从而降低灵敏度。
- 小的**基线漂移**通常发生在温度程序期间，并不表示有问题。基线漂移是由于载气流量随着温度升高而减少。基线突然超出范围，信号快速增长，这表示热丝可能破损，必须更换。
- **负峰**通常由热导率高于载气的样品组分产生。例如，当使用氮气或氩气作为载气时，负峰由氦气、氢气或甲烷产生。

下表列出了使用 TCD 检测器时的迹象、原因和建议的解决方法。

## TCD 不运行。

可能原因	可能解决方法
热丝电源关闭。	载气和尾吹气不足，或压力过低。检查载气、尾吹气和参比气体的供应。
热丝破损。	联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。

## 基线波动。

可能原因	可能解决方法
气体流量调节不稳定。	检查载气和尾吹气的控制器是否正常工作。
气路泄漏。	检查载气和尾吹气的连接是否紧密。
气体进样口压力过低。	将载气和尾吹气的压力设置为适当值。
温度调节故障。	联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。

## 基线漂移。

可能原因	可能解决方法
气体流量调节不稳定。	检查载气、参比气体和尾吹气的控制器是否正常工作。
气路泄漏。	检查载气、参比气体和尾吹气的连接是否紧密。
色谱柱修理操作不正确。	根据制造商的说明修理色谱柱。
进样器隔垫流失。	检查隔垫的工作温度是否适当。必要时更换隔垫。
温度控制故障。	联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。

## 灵敏度低。

可能原因	可能解决方法
气路泄漏。	检查载气、参比气体和尾吹气的连接是否紧密。
隔垫磨损造成泄漏。	更换隔垫。
检测器的操作条件设置不正确。	根据实际操作模式（恒压、恒温），优化检测器的工作参数。
载气的热导率与要分析化合物组分的热导率太接近。	使用其他载气。
热丝被污染。	在高于最高沸点化合物沸点的温度下烘烤热丝一小时，从而消除污染。必要时烘烤两次。如果迹象没有消失，请联系客户支持中心。
热丝氧化。	联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。

## ECD 分析故障排除

下表列出了使用 ECD 检测器时的迹象、原因和建议的解决方法。

## 基线频率高。

可能原因	可能解决方法
供气不纯。	使用高纯度气体和捕集水蒸气和氧气的过滤器。
无尾吹气或尾吹气流量不足。	增加尾吹气流量。
色谱柱渗出过多。	修理色谱柱。
载气和 / 或尾吹气气路泄漏。	运行泄漏检测。
收集极被化学污染。	清洁收集极。
放射源被化学污染。	请联系客户支持中心。
脉冲宽度设置不正确。	将 N <sub>2</sub> 的脉冲宽度设置为 1.0 μs，Ar/CH <sub>4</sub> 的脉冲宽度设置为 0.1 μs。

## 溶剂峰后负下降。

可能原因	可能解决方法
收集极被化学污染。	清洁收集极。
放射源被化学污染。	联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。

## 脉冲电压变化时基线漂移。

可能原因	可能解决方法
收集极被化学污染。	清洁收集极。

## 噪声高

可能原因	可能解决方法
系统洁净，频率低但噪音高。	在非常洁净的系统中，室基频可能低于 1 kHz（1 kHz 频率是最佳室频率）。 如果室基频低于 1 kHz，要将室频率恢复到 1 kHz，建议以 0.1 μs 的减量减小脉冲宽度，直到达到最佳频率。 我们建议避免使用频率低于 1 kHz 的 ECD。

## ECD 基线优化

基线优化非常重要，需在使用 ECD 之前执行。基线水平过低会大大降低 ECD 的性能，因此每次在 TRACE 1600 系列 GC 上安装新 ECD 时都必须执行基线优化程序。

ECD 最佳基线水平在 1–1.5 kHz 范围内。

- 如果 ECD 基线水平低于 1 kHz，基线会变得不稳定，噪声会突然急剧增加。这种情况通常在 ECD 非常洁净时发生，例如新 ECD。
- 如果 ECD 基线高于 1.5 kHz，基线噪声会增加，基线高于 1.5 kHz 越多，基线噪声越高。这种情况可能在 ECD 变脏时发生，例如分析可能在 ECD 室内留下沉积物的脏基质。

### 影响 ECD 基线水平的参数

影响 ECD 基线水平的参数如下：

- **参比电流：**为检测器室收集产生的离子后需要产生的电流。建议**不要更改此参数**。
- **脉冲振幅：**为自由电子被推离收集器的能量。脉冲幅值越高，收集电子的能量越大，基线越低；而脉冲幅值越低，收集电子的能量越小，基线越高。
- **脉冲宽度：**为应用于 ECD 室的电子收集电压脉冲的时间窗口。脉冲宽度越宽，每个脉冲的收集时间越长，基线越低；而脉冲宽度越窄，每个脉冲的收集时间越短，基线越高。
- **尾吹气：**为帮助 ECD 室内的自由电子降低能量并准备好被捕集的气体。尾吹气流量越低，室内气体纯度越低，基线越高。尾吹气流量越高，室内气体纯度越高，基线越低。

虽然所有这些参数都可以在方法设置中设置，**但要优化 ECD 基线水平，强烈建议仅设置脉冲宽度。**

在任何情况下，参比电流都应设置为与默认值 0.5 nA 相同的值。

脉冲宽度可以从 1  $\mu\text{s}$ （尾吹气为氮气时的默认值）降低到 0.1  $\mu\text{s}$ ，即脉冲宽度的最小值。

当使用 Ar/CH<sub>4</sub> 作为尾吹气时，建议初始脉冲宽度设置为最小值 0.1  $\mu\text{s}$ 。

如果在使用 Ar/CH<sub>4</sub> 时，基线水平低于 1 kHz，则可以降低脉冲宽度来提高基线水平。

## 默认 ECD 条件

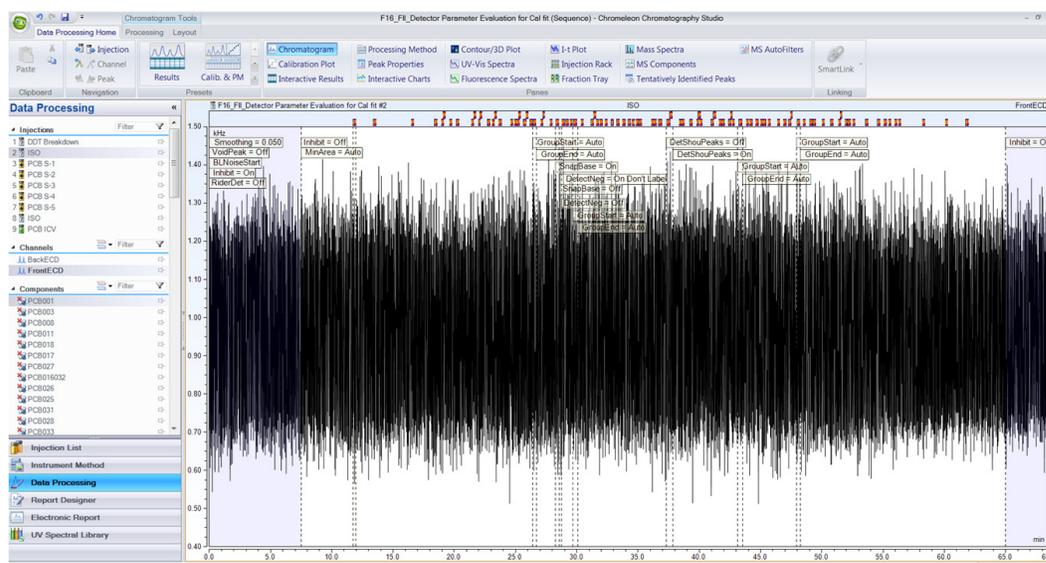
安装新 ECD 时，要设置 ECD 的初始条件，需使用 ECD SOP 条件（GC 和数据系统用户界面中的默认设置）。

虽然这些初始条件通常适当，但新 ECD（ECD 室非常洁净）也可能会遇到基线水平非常低的情况，因此在大多数情况下需要优化基线，将基线水平提高到最低限度 1 kHz 以上。

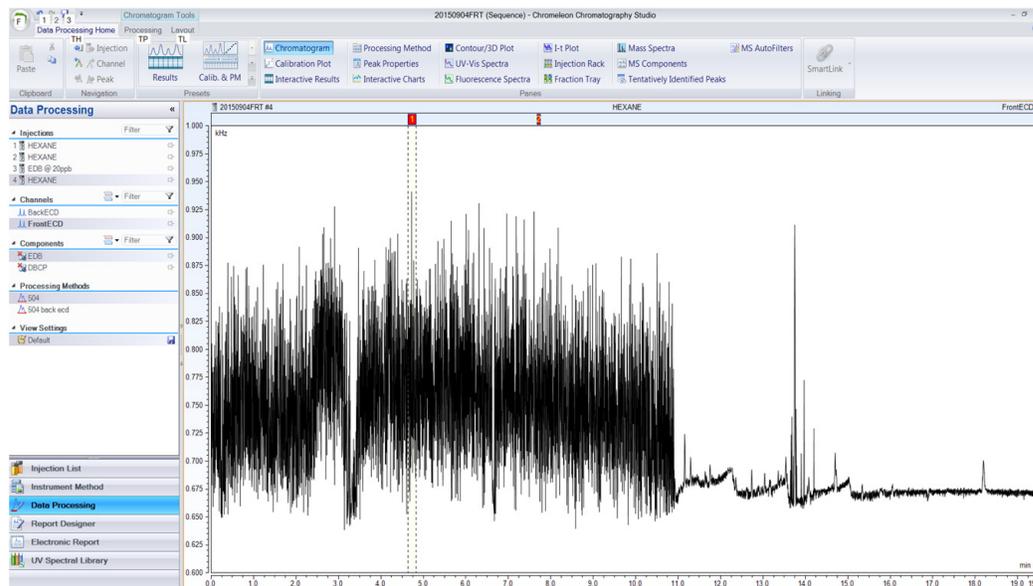
## 优化 ECD 基线水平

要确认 ECD 基线水平是否需要优化，需要采集基线。

使用默认 SOP 方法条件采集基线。如果基线显示出异常高噪声：



或不稳定噪声:



以上情况意味着 ECD 需要优化。在本例中，ECD 的基线水平非常低，低于 0.725 kHz。而且，当基线下降到 0.675 kHz 以下后，噪声就会急剧增加，极大地影响 ECD 性能。

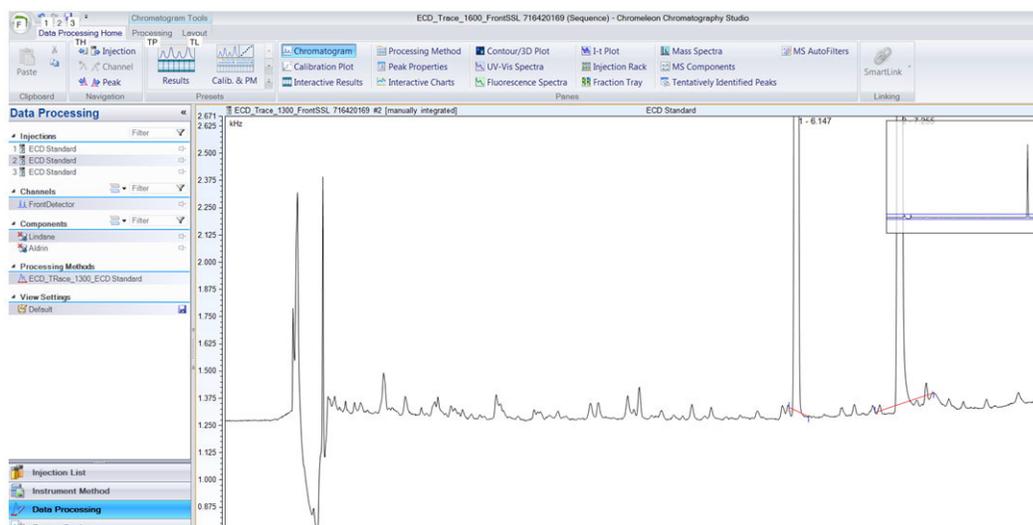
要让 ECD 恢复到最佳工作条件，需要提高基线水平，保持基线水平远高于限值 0.675 kHz。

**注意**，限值并不总是完全相同，所以 ECD 基线水平必须提高到安全值 1 kHz 以上。

要提高 ECD 基线水平，可以使用上述 ECD 方法参数，但建议首选设置“脉冲宽度”参数。

减小脉冲宽度，直到基线上的异常噪声消失并且基线水平稳定在 1 kHz 以上，范围为 1–1.5 kHz。

优化后的基线如下:



ECD 表现出良好的低噪声和灵敏度。现在，ECD 正以最佳性能工作。

随着时间的推移，ECD 可能会被样品基质污染。在这种情况下，ECD 基线水平会升高。要降低 ECD 基线水平，恢复到最佳条件，只需再增大脉冲宽度。

## FPD 分析故障排除

- **灵敏度：** FPD 灵敏度受温度影响。FPD 响应随着检测器温度升高而降低。此外，如果用目标分析物部分或全部洗脱（淬灭）非硫或非磷化合物，则检测器响应会严重降低。

按照维护序列中的描述，保持干涉滤光片和隔热片的洁净，避免灵敏度降低。如果无法消除污染造成的沉积物，需更换隔热片。

- **气体：** 确定 FPD 灵敏度时，选择适当的氢气（燃气）和空气（助燃气）流量至关重要。流量也会影响选择性，并极其影响峰形。

下表列出了使用 FPD 检测器时的迹象、原因和建议的解决方法。

### 高稳流和噪声。

可能原因	可能解决方法
检测器调节未完成。	增加检测器调节时间。
空气流量设置过高。	减小空气流量。
检测器透光。	拧紧通气管帽和固定光电倍增管的滚花螺母。
干涉滤光片缺失。	检查干涉滤光片是否正确安装。

### 无稳流。

可能原因	可能解决方法
信号线或电源线连接不正确。	检查连接。
光电倍增管故障。	联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。

### 基线不稳定且噪声过大。

可能原因	可能解决方法
光电倍增管故障。	联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。

## FPD 温度未达到设定值。

可能原因	可能解决方法
电源线连接不正确。	检查电源线连接。
加热器故障。	联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。

## 灵敏度低。

可能原因	可能解决方法
光电倍增管激发电压低。	增加光电倍增管电压。
氢气流量不适当。	将氢气流量设置为适当值。
空气流量不适当。	将空气流量设置为适当值。
干涉滤波片积垢。	清洁干涉滤波片。
燃烧室的透镜积垢。	清洁透镜。
火焰侧隔热片积垢。	清洁火焰侧隔热片。
降低隔热片的透明度。	更换隔热片。

## 灵敏度低：隔热片之间产生水滴。

可能原因	可能解决方法
火焰侧隔热片泄漏。	更换隔热片。
	如果迹象没有消失，请联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。

## PDD 分析故障排除

如果系统洁净，则信号值必稳定在 2000 pA 以下。可以观察到检测器内产生的放电呈粉色。如果观察到放电呈紫色，则说明放电气体气路中存在掺杂气或泄漏。

## 背景电流高

当背景电流很高时，检查放电颜色是**粉色**还是**紫色**。

**放电颜色是粉色。**

断开色谱柱连接，盖上色谱柱进样口。

- 基线电流降到正常范围，即  $< 2 \text{ nA}$ 。

检测器无泄漏。检查色谱柱渗出、GC 安装泄漏或两者兼查。

确认基线电流降到正常范围。如果基线电流没有降到正常范围，请联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。

- 基线电流仍然很高，即  $> 2 \text{ nA}$ 。

执行氢气泄漏检测。请参阅第 338 页上的“执行氢气泄漏检测”。

- 如果 PDD 管道的接头出现泄漏，拧紧泄漏的接头。确认基线电流降到正常范围。
- 如果检测器室内出现泄漏，请联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。
- 如果没有检测到泄漏，则可能是载气供应不畅或储氢瓶为空。安装新气瓶。确认基线电流降到正常范围。如果基线电流没有降到正常范围，请联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。

**放电颜色是紫色。**

- 基线电流很高，即  $> 2 \text{ nA}$ 。

执行氢气泄漏检测。请参阅第 338 页上的“执行氢气泄漏检测”。

- 如果 PDD 管道的接头出现泄漏，拧紧泄漏的接头。确认基线电流降到正常范围。
- 如果检测器室内出现泄漏，请联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。
- 如果没有检测到泄漏，则可能是载气供应不畅或储氢瓶为空。安装新气瓶。确认基线电流降到正常范围。如果基线电流没有降到正常范围，请联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。

## 灵敏度低

当检测器灵敏度很低时，在取下色谱柱并塞住色谱柱进样口的情况下检查背景电流。

### 背景电流很高 (> 2 nA)

请参阅故障排除第 336 页上的“背景电流高”

### 背景电流正常 ( $\leq 2$ nA)

重新安装色谱柱，检查背景电流是增加还是保持在正常范围。

- 背景电流增加。

检查色谱柱进样口是否泄漏。如果出现泄漏，拧紧泄漏的接头。

- 如果背景电流仍然很高，取下并调节色谱柱，然后运行样品。如果灵敏度仍然很低，检查色谱柱位置并再次运行样品。
- 如果背景电流降到正常水平，运行样品。  
如果灵敏度仍然很低，检查色谱柱位置并再次运行样品。

- 背景电流保持在正常范围。

检查色谱柱位置并运行样品。

- 如果灵敏度仍然很低，取下色谱柱并将检测器在 300 °C 下烘烤 4 小时，然后重新安装色谱柱并运行样品。  
如果灵敏度仍然很低，请联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。

## 无峰

如果背景电流稳定但无峰，请按以下步骤操作：

1. 检查色谱柱流量。
2. 检查色谱柱插入位置。
3. 如果仍然没有峰，请确保分析正常运行。  
如果仍然没有峰，请联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。

## 噪声水平高

如果噪声水平很高，请按以下步骤操作：

1. 检查色谱柱插入位置。
2. 如果噪声水平仍然很高，执行氢气泄漏检测。请参阅第 338 页上的“执行氢气泄漏检测”。
3. 如果没有发现泄漏，或者发现并修复了泄漏，但噪声水平仍然很高，请联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。

## 执行氢气泄漏检测

氢气泄漏检测可以精准定位检测器内的松动接头和泄漏点。

1. 将一根塑料管连接到调节好的储氢瓶上。设置流量为 5–10 mL/min。
2. 在监测基线的时候，将氢气出口管保持在接头连接处十秒。
3. 拧紧接头并再次检测，必要时重复，直到每个连接处都通过十秒检测。
4. 将氢气出口靠近检测器。（切勿将出口管插入任何检测器孔中。）如果显示检测器有泄漏，请联系当地的 Thermo Fisher Scientific 客户支持中心。

## GDI 分析故障排除

请参阅安装在通用检测器接口的 GDI 机械模块中的第三方检测器的故障排除指南。

## 术语表

本部分包括了本指南使用的所有术语和对应定义。  
还包括首字母缩略词、公制前缀和符号。

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T V V W X Y Z

### A

A 安培

AC 交流电

ADC 模数转换器

AOI 模拟输出接口

### B

b 位

B 字节 (8 b)

波特率 数据传输速率 (事件数/秒)

### C

C 碳

°C 摄氏度

CDS 色谱数据系统

CIP 运费和保险费支付到

cm 厘米

CPU 中央处理器 (计算机组件)

<Ctrl> 键盘的 Ctrl 键

### D

d 深度

DAC 数模转换器

DC 直流电

DS 数据系统

### E

ECD 电子捕获检测器

EMC 电磁兼容性

ESD 静电放电

### F

f 飞

°F 华氏度

FID 火焰离子化检测器

FOB 离岸价格

FSE 现场服务工程师

FPD 火焰光度检测器

**术语表:** ft

**ft** 英尺

**FT-IR** 傅立叶变换红外光谱法/傅立叶变换红外光谱仪

**G**

**g** 克

**GC** 气相色谱法/气相色谱仪

**GDI** 通用检测器接口

**GND** 电接地

**GSV** 气体进样阀

**H**

**h** 高度

**h** 小时

**H** 氢气

**谐波失真** 一种高频干扰，表现为基本正弦波发生畸变

**He** 氦气

**HeS-S/SL** 即时连接省氦进样器

**HV** 高电压

**Hz** 赫兹（周/秒）

**I**

**ID** 内径

**IEC** 国际电工委员会

**脉冲** 见 [瞬态](#)

**in.** 英寸

**I/O** 输入/输出

**K**

**k** 千（ $10^3$  或 1024）

**K** 开尔文

**kg** 千克

**kPa** 千帕

**L**

**l** 长度

**L** 升

**LAN** 局域网

**lb** 磅

**LED** 发光二极管

**M**

**m** 米（毫 [ $10^{-3}$ ]）

**M** 兆 ( $10^6$ )

**μ** 微 ( $10^{-6}$ )

**MBq** 兆贝克勒尔

**Ci** 毫居里

**min** 分钟

**mL/ml** 毫升

**mm** 毫米

**MS** 质谱法/质谱仪

**m/z** 质荷比

**N**

**n** 纳 ( $10^{-9}$ )

**N** 氮气

**负极性检测器** 信号极性的倒数

**nm** 纳米

**NPD** 氮磷检测器

**O****OD** 外径 $\Omega$  欧姆**P****p** 皮 ( $10^{-12}$ )**Pa** 帕斯卡**PCB** 印刷电路板**PDD** 脉冲放电检测器**PN** 部件号**psi** 磅/平方英寸**PTV** 程序升温汽化进样器**PTVBKF** 程序升温汽化反吹进样器**R****RAM** 随机存取存储器<**Return**> 键盘的 Return 键**RF** 射频**ROM** 只读存储器**RS-232** 串行通信行业标准**S****s** 秒**sag** 见 **浪涌****慢速平均值** 平均有效电压值的长期逐渐变化, 典型持续时间大于 2 s。**SOP** 标准操作流程**SSL** 分流/不分流进样器**SSLBKF** 分流/不分流反吹进样器**源电流** 点亮光源 (如检测器灯) 所需的电流。**浪涌** 平均有效电压值发生突变, 典型持续时间为 50  $\mu$ s 至 2 s。**T****TCD** 热导检测器**瞬态** 高达数千伏特的短暂电压浪涌, 持续时间小于 50  $\mu$ s。**V****V** 伏特**VAC** 交流电压**VDC** 直流电压**VGA** 视频图形阵列**W****w** 宽度**W** 瓦特

当计量单位有商时 (如每分钟摄氏度或每升克数), 可以表示为负指数形式, 而不是分子/分母形式:

例如:

应该表示为  $C \text{ min}^{-1}$ , 而不是  $^{\circ}C/\text{min}$  形式  
应该表示为  $g \text{ L}^{-1}$ , 而不是  $g/\text{L}$  形式

