

TSQ 系列

# TSQ Endura 和 TSQ Quantiva

硬件手册

80100-97227 修订版 A 2017 年 2 月



© 2017 Thermo Fisher Scientific Inc. 保留所有权利。

EASY-Max NG、Ion Max NG 和 Viper 是 Thermo Fisher Scientific Inc. 的商标；Unity 是注册服务标记；Hypersil GOLD AQ、Thermo Scientific、TSQ Endura、TSQ Quantiva 和 Xcalibur 是其在美国的注册商标。Fisher Scientific 是 Fisher Scientific Co. 在美国的注册商标。

下列名称是在美国和其他国家（地区）的注册商标：COMBICON 是 Phoenix Contact GmbH & Co. 的注册商标。Microsoft 和 Windows 是 Microsoft Corporation 的注册商标。Teflon 是 E.I. du Pont de Nemours & Co. 的注册商标。

下列名称是在美国以及可能其他国家（地区）的注册商标：Liquinox 是 Alconox, Inc. 的注册商标。MICRO-MESH 是 Micro-Surface Finishing Products, Inc. 的注册商标。Nalgene 是 Nalge Nunc International Corporation 的注册商标。Oerlikon Leybold Vacuum 是 OC Oerlikon Corporation AG 的注册商标。Rheodyne 是 IDEX Health & Science, LLC. 的注册商标。SOGEVAC 是 Oerlikon Leybold Vacuum 的注册商标。Swagelok 是 Swagelok Company Corporation 的注册商标。Tygon 是 Saint-Gobain Performance Plastics Corporation 的注册商标。Upchurch Scientific 是 IDEX Health & Science, LLC. 的注册商标。Vespel 是 E.I. du Pont de Nemours & Co. 的注册商标。Viton 是 DuPont Performance Elastomers LLC. 的注册商标。

Chemyx 是 Chemyx Inc. 的商标。MX Series II 是 IDEX Health & Science, LLC. 的商标。

所有其他商标都是 Thermo Fisher Scientific Inc. 及其子公司的财产。

Thermo Fisher Scientific Inc. 为购买产品的客户提供本文档，供其在操作产品时参考。本文档受版权保护，未经 Thermo Fisher Scientific Inc. 书面许可，严禁复制本文档或本文档中的任何内容。

本文档中的内容可能随时更改，恕不另行通知。本文档中的所有技术信息仅供参考。本文档中的系统配置和规格将取代购买者先前获得的所有信息。

本文档不属于 Thermo Fisher Scientific Inc. 和购买者之间销售合同的一部分。任何情形下，都不得使用本文档来取代或修改任何“Terms and Conditions of Sale（销售条款与条件）”，若两份文档信息发生冲突，则以“Terms and Conditions of Sale（销售条款与条件）”中的信息为准。

发行历史：修订版 A，2013 年 9 月；修订版 B，2015 年 8 月；修订版 C，2017 年 2 月

软件版本：（Thermo）Foundation 3.0 SP2 和更高版本，Xcalibur 3.0 和更高版本，Tune 2.1 和更高版本

**仅供研究使用。不可用于诊断。**

## 合规性

Thermo Fisher Scientific 对其产品进行全面测试和评估，确保完全符合相应国内和国际法规的要求。系统交付时，系统符合所有下一部分或产品名称部分说明的下列电磁兼容性（EMC）和安全标准。

对系统所做的改动可能违反一项或多项 EMC 及安全标准。对系统的改动包括更换零件或增加未经 Thermo Fisher Scientific 专门授权的部件、选项或外围设备。为确保系统持续符合 EMC 和安全标准，更换的零件和增加的部件、选项和外围设备必须从 Thermo Fisher Scientific 或其授权代理处订购。

### Low Voltage Directive 2006/95/EC

本设备符合 Low Voltage Directive 2006/95/EC 和协调安全标准 IEC/EN/CSA/ UL 61010（第三版）的要求。

### EMC Directive 2004/108/EC

本设备根据北美的 TÜV Rheinland 进行检测并符合以下 EMC 标准的要求：

47 CFR 15, Subpart B, Class A: 2012	EN 61000-3-2: 2006 + A1 + A2	EN 61000-4-5: 2006
CISPR 11: 2009 + A1	EN 61000-3-3: 2008	EN 61000-4-6: 2009
ICES-003: 2012	EN 61000-4-2: 2009	EN 61000-4-8: 2010
EN 55011: 2009 + A1	EN 61000-4-3: 2006 + A1 + A2	EN 61000-4-11: 2004
EN 61326-1: 2013	EN 61000-4-4: 2004 + A1	

## FCC 合规性声明

本设备符合 FCC 法规第 15 部分中的要求。操作必须符合以下两个条件：（1）设备不会造成有害干扰，和（2）设备必接受收到的任何干扰，包括可能引起误操作的干扰。



**注意事项** 使用本设备之前，仔细阅读并了解本手册内有关本产品的安全使用和操作的各种防范措施注释、标记和符号。

## 抬举和搬运

### Thermo Scientific 仪器的注意事项

为了安全，同时为了符合相关国际法规，搬运和 / 或移动 Thermo Fisher Scientific 仪器时，**要求多人合作**。本仪器很重、很庞大，一个人无法独自安全搬运。

## 正确使用

### Thermo Scientific 仪器的注意事项

符合国际法规：本仪器必须以 Thermo Fisher Scientific 指定的方式使用，确保由仪器提供的保护不会受到损坏。仪器正确使用的指定内容中不包括更换系统和部件。同样，必须从 Thermo Fisher Scientific 或其授权代理处订购要更换的部件。

## WEEE Directive 2012/19/EU



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

若该产品位于欧洲，而想参与 Thermo Fisher Scientific Business-to-Business (B2B) Recycling Program (企业对企业回收计划)，通过电子邮件发送以下请求信息至 [wEEE.recycle@thermofisher.com](mailto:wEEE.recycle@thermofisher.com)：

- WEEE 产品类别
- 制造商或代理商的名称 (购买产品的地方)
- 产品的部件数，预估总重量和体积
- 提取地址和联系人 (包括联系信息)
- 适合的提取时间
- 去污声明，声明所有危险液体或物质均已从产品上移除

有关欧盟 Restriction on Hazardous Substances (RoHS) Directive 的其他信息，在 Thermo Fisher Scientific 欧洲语言网站上搜索 RoHS。

**重要信息** 该回收计划**不是**针对生物危险产品或医疗污染产品。必须将这类产品归为生物危害废弃物，并根据当地法规处置。



## 目录

	<b>前言</b> .....	<b>xiii</b>
	访问文档.....	xiii
	特殊注意事项、符号和警告.....	xiv
	联系我们.....	xviii
<b>第 1 章</b>	<b>简介</b> .....	<b>1</b>
	质谱仪型号.....	2
	LC/MS 分析概况.....	3
	LC/MS 原理框图.....	5
	电子组件.....	5
	控件和指示灯.....	5
	LED.....	6
	电源输入模块.....	7
	通信面板.....	8
	冷却风扇.....	10
<b>第 2 章</b>	<b>扫描参数</b> .....	<b>11</b>
	扫描类型.....	11
	全扫描 Q1 和 Q3 扫描类型.....	13
	选择离子监测扫描类型.....	13
	子离子扫描类型.....	13
	母离子扫描类型.....	15
	中性丢失扫描类型.....	16
	选择反应监测扫描类型.....	17
	扫描质荷比范围.....	17
	数据类型.....	18
	离子极性模式.....	18
<b>第 3 章</b>	<b>真空系统</b> .....	<b>19</b>
	真空系统原理框图.....	19
	内部气源管线的示意图.....	20
	进气口硬件.....	21
	氮气阀.....	22
	氩气阀.....	22
	放空阀.....	22

	真空腔体 .....	23
	真空计 .....	23
	真空泵 .....	24
	大气压电离源 .....	25
	API 离子源接口 .....	26
<b>第 4 章</b>	<b>离子传输和质量分析 .....</b>	<b>29</b>
	离子光学组件 .....	29
	MP00 离子光学组件 .....	30
	MP0 离子光学组件 .....	31
	质量分析器 .....	32
	四极杆组件 .....	32
	施加的 RF 和 DC 场 .....	33
	质量分析 .....	34
	碰撞池和 CID 效率 .....	35
	四极杆补偿电压 .....	35
	质量分析器透镜 .....	35
	双模式、离散打拿极离子检测系统 .....	36
<b>第 5 章</b>	<b>注射泵和切换 / 进样阀 .....</b>	<b>37</b>
	注射泵 .....	37
	切换 / 进样阀 .....	38
	配置 .....	39
	控制切换 / 进样阀 .....	40
<b>第 6 章</b>	<b>系统关机、开机和重启 .....</b>	<b>41</b>
	在紧急情况下关闭系统 .....	41
	将质谱仪置于待机模式 .....	42
	打开质谱仪 .....	42
	完全关闭质谱仪 .....	43
	完全关机后启动系统 .....	44
	启动 LC .....	44
	启动数据系统 .....	44
	启动质谱仪 .....	44
	启动自动进样器 .....	45
	重置质谱仪 .....	46
	重置校正参数 .....	46
	重启数据系统 .....	47
	不同电源条件下 MS 组件的 On/Off (开 / 关) 状态 .....	47
<b>第 7 章</b>	<b>日常操作 .....</b>	<b>49</b>
	在操作质谱仪之前 .....	49
	检查系统模式 .....	50
	检查真空压力水平 .....	50
	检查气源 .....	52



	运行质谱仪后 .....	52
	冲洗进样组件 .....	52
	净化前级泵油 .....	53
	清空溶剂废液瓶 .....	53
	将系统置于待机模式 .....	53
<b>第 8 章</b>	<b>维护 .....</b>	<b>55</b>
	维护计划 .....	56
	指南 .....	57
	工具和附件 .....	57
	维护 API 离子源室 .....	59
	维护 API 离子源接口 .....	59
	清洗离子吹扫挡锥、喷雾锥和离子传输管 .....	60
	拆卸 API 离子源接口 .....	64
	清洗 RF 透镜、出口透镜、MP00 RF 透镜和透镜 L0 .....	65
	重新安装 API 离子源接口 .....	69
	维护前级泵 .....	69
	维护空气过滤器 .....	69
<b>第 9 章</b>	<b>诊断和 PCB 以及组件更换 .....</b>	<b>71</b>
	运行系统诊断 .....	71
	更换保险丝、PCB 和电源 .....	72
<b>第 10 章</b>	<b>可更换部件 .....</b>	<b>73</b>
	化学品套件 .....	73
	校正套件 .....	74
	MS 安装套件 .....	75
	性能指标套件 .....	75
	单机械泵套件 .....	76
	双机械泵套件 .....	76
	TSQ 离子源安装套件 .....	77
	API 离子源接口 .....	77
	其他部件 .....	77
	<b>术语表 .....</b>	<b>79</b>
	<b>索引 .....</b>	<b>83</b>



图 1.	TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 系统的原理框图	5
图 2.	TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 前方面板 LED 灯	6
图 3.	电源输入模块	7
图 4.	通信接口（位于 MS 右侧）	8
图 5.	子离子扫描类型的图解	14
图 6.	母离子扫描类型图示	15
图 7.	中性丢失扫描类型图示	16
图 8.	具有共同中性丢失碎片的化合物示例	17
图 9.	真空系统的原理框图	20
图 10.	内部气源管线的示意图	20
图 11.	气体入口和真空（前级管线）端口（MS 左侧）	21
图 12.	将涡轮分子泵置于真空管腔旁	24
图 13.	Ion Max NG 和 EASY-Max NG 离子源	25
图 14.	API 离子源接口（TSQ Endura MS 的横截面）	26
图 15.	离子传输管	27
图 16.	质谱仪的 RF 和出口透镜	28
图 17.	质谱仪离子传输路径示意图	29
图 18.	MP00 RF 透镜	30
图 19.	透镜 L0	30
图 20.	多极杆 MP0 和离子束挡板	31
图 21.	TK1（左）和 TK2（右）透镜	31
图 22.	四极杆 Q1 或 Q3（TSQ Endura MS）	32
图 23.	双曲面四极杆 Q1 或 Q3（TSQ Quantiva MS）	32
图 24.	四极杆 Q2（底部）与主动碰撞池室（顶部）分开	33
图 25.	Q1 和 Q3 质量分析器上施加的 RF 和 DC 电压极性	33
图 26.	施加至 Q1 和 Q3 杆上的非对称 RF 和 DC 电压幅度	34
图 27.	注射泵设置（顶部视图）	38
图 28.	切换 / 进样阀的位置	39
图 29.	将切换 / 进样阀配置为定量环进样口和切换阀	40
图 30.	切换 / 进样阀（正面视图）	40
图 31.	将离子吹扫挡锥从 MS 安装组件上拆卸下来	61
图 32.	离子传输管拆卸工具（TSQ Endura MS）	61
图 33.	离子传输管拆卸工具（TSQ Quantiva MS）	62
图 34.	喷雾锥、O 形圈、离子传输管和离子吹扫挡锥（TSQ Endura MS）	62
图 35.	将 API 离子源接口从真空腔体中拆卸下来（TSQ Endura MS）	65
图 36.	拆卸多极杆 MP00 和透镜 L0 组件	66
图 37.	拆卸 RF 透镜和出口透镜（TSQ Endura MS）	67

图 38.	将透镜 L0 和多极杆 MP00 从 MP00-L0 安装机架上取下来 .....	67
图 39.	移除前盖后，空气过滤器在质谱仪中的位置 .....	70

## 前言

*TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 硬件手册 (TSQ Endura and TSQ Quantiva Hardware Manual)* 介绍了 Thermo Scientific™ TSQ Endura™ 和 TSQ Quantiva™ 系统的运行模式和硬件组件。同时也提供了仪器的清洁和维护步骤。

本手册适用于下列 Thermo Scientific 质谱仪 (MSs)：

- TSQ Endura (需要一个前级泵)
- TSQ Quantiva (需要两个前级泵)

### 目录

- [访问文档](#)
- [特殊注意事项、符号和警告](#)
- [联系我们](#)

### ❖ 若要对文档或 Help (帮助) 提出更改建议

点击下面的按钮完成有关本文档的简短调查。  
在此先对您的帮助表示感谢。



## 访问文档


TSQ Endura 和 TSQ Quantiva MS 包含完整的文档。有关系统要求，参阅 DVD 软件上的发布说明。

### ❖ 若要查看产品手册

从 Microsoft™ Windows™ 任务栏上，选择 **Start (开始) > All Programs (所有程序) > Thermo Instruments (Thermo 仪器) > model x.x (型号 x.x)**，然后打开适合的 PDF 文件。

### ❖ 若要查看 Help（帮助）

若适用，执行下列操作之一：

- Thermo Tune（调谐）应用程序：点击 **Options（选项）** 图标，，并选择 **Tune Help（调谐帮助）**。
- Thermo Xcalibur™ Method Editor（方法编辑器）：从 **Help（帮助）** 菜单上选择一个选项（或按 F1 键）。

### ❖ 若要从 Thermo Fisher Scientific 网站上查看用户文档

1. 转至 [thermofisher.com](http://thermofisher.com)。
2. 将光标指向 **Services & Support（维修和支持）** 并点击左侧的 **Manuals（手册）**。
3. 在 Refine Your Search（缩小检索范围）框中，通过产品名进行检索。
4. 在结果列表中点击标题，以在浏览器中打开、保存或打印文件。

若要返回至文件列表，点击浏览器上的 **Back（后退）** 按钮。

## 特殊注意事项、符号和警告

确保了解本手册中的特殊注意事项、符号和警告标示。大部分特殊注意事项出现在框中；与安全相关的信息也标有相应的符号。某些符号同时标记在仪器上，以彩色或黑白色显示。有关完整定义，参阅表 1。

**表 1.** 注意事项、符号、标签及其含义（第 1 页，共 2 页）

注意事项、符号或标签	含义
<b>重要信息</b>	强调防止软件损坏、数据丢失或无效测试结果必需的信息；或可能包含获得产品最佳性能的重要信息。
<b>注释</b>	强调普遍关注的信息。
<b>提示</b>	强调能够帮助简化工作的信息。

表 1. 注意事项、符号、标签及其含义（第 2 页，共 2 页）

注意事项、符号或标签	含义
	<b>注意事项：</b> 阅读与该项任务相关的警示信息。
	<b>化学品危险：</b> 处理化学品时，参阅实验室安全操作规范。仅在通风或排风罩下使用挥发性化学品。当处理毒性、致癌性、致突变性、腐蚀性或者刺激性化学品时，佩戴手套和其他保护性装备。当处理浸湿的仪器部件以及废油时，使用符合规定的容器和合适的步骤进行。
	<b>重物：</b> 切勿独自移动或抬起本仪器；否则可能导致人身伤害或损坏仪器
	<b>热表面：</b> 待高温部件冷却后再接触 API 离子源组件。
	<b>夹点：</b> 切勿将手放在特定的位置。
	<b>触电危险：</b> 本仪器所用电压可导致电击和人身伤害。维修仪器前，将其关闭并断开电源连接。操作此仪器时，切勿卸下顶盖。
	<b>眼睛伤害风险：</b> 喷洒出来的化学品、空气中的颗粒物或者锋利的物品可能损伤眼睛。处理化学品或对仪器进行维修服务时，务必戴上防护眼镜。
	<b>锋利物体：</b> 避免身体接触注射器针尖。
	<b>绊倒危险：</b> 注意地面上的线、管或其他物品。

阅读并理解下列关闭质谱系统或拆卸部件进行清洗的注意事项。



**注意事项** 若必须在紧急情况下关闭质谱仪，关闭位于电源面板右侧的主电源开关。该开关将关闭连接至质谱仪的所有电源，包括前级泵，而不损坏仪器内部的组件。但是，切勿将该方法用作标准关机程序的一部分。有关标准关机程序，参阅第 43 页上的“完全关闭质谱仪”。

若要在紧急情况下关闭 LC、自动进样器和数据系统计算机，使用其各自的开/关开关或按钮。



**注意事项** 若要避免电击，确保遵守第 43 页上的“完全关闭质谱仪”中的说明。



**注意事项** 如果怀疑仪器存在电子损坏，切勿打开仪器。应拔下电源线，然后联系 Thermo Fisher Scientific 技术支持人员进行产品评估。切勿在评估之前打开仪器。（仪器出现明显损坏迹象或运输中经严重挤压可导致电气损伤。）



**注意事项** 当电源线另一端还插在电源插座上时，切勿断开质谱仪的电源线。



**注意事项** 切勿在仪器顶部放置任何物体（例如，注射泵或其他液体容器），除文档中另有说明外。漏液可能接触电子部件并导致短路。



**注意事项 热表面。** 在维修已受热组件之前，使其先冷却至室温（大约需 20 分钟）。





**注意事项** 打开大气压电离（API）源之前，将质谱仪置于 **Standby（待机）**（或 **Off [ 关机 ]**）模式。打开质谱仪后，API 离子源内存在的氧气可导致危险。（打开 API 离子源时，质谱仪自动关闭；然而，最好采取该附加防范措施。）



**注意事项** 遵守仪器维护说明。为了避免人身伤害或仪器损害，不要执行 *TSQ Endura* 和 *TSQ Quantiva* 硬件手册（*TSQ Endura and TSQ Quantiva Hardware Manual*）或相关手册内容以外的任何维护操作，除非得到授权。



**注意事项** 小心更换真空泵油。小心处理排出的真空泵油和泵油槽。引入系统的危险化合物可能会溶解在泵油中。务必使用认可的容器和程序处理废油。如果泵已在系统上运行用于分析毒性、致癌物质、诱导有机体突变的物质，或腐蚀性 / 刺激性化学品，则在 Thermo Fisher Scientific 现场维修工程师进行泵维修或调节或在泵送回工厂维修之前，用户必须对泵进行去污处理并经无污染认证。

## 联系我们

	QR 码	电子邮箱	电话
技术支持		us.techsupport.analyze@thermofisher.com	(U.S.) 1 (800) 532-4752
客户服务和销售		us.customer-support.analyze@thermofisher.com	(U.S.) 1 (800) 532-4752
Thermo Fisher Scientific 全球 联系方式		 <ul style="list-style-type: none"><li>❖ 若要查找全球联系信息或自定义用户请求<ol style="list-style-type: none"><li>1. 转至 <a href="https://thermofisher.com">thermofisher.com</a>。</li><li>2. 点击 <b>Contact Us</b>（联系我们），然后选择所需支持的类型。</li><li>3. 根据提示，输入产品名。</li><li>4. 使用电话号码或填写在线表格。</li></ol></li><li>❖ 若要查找产品支持、知识库和资源 转至 <a href="https://thermofisher.com/us/en/home/technical-resources">thermofisher.com/us/en/home/technical-resources</a>。</li><li>❖ 若要查找产品信息 转至 <a href="https://thermofisher.com/us/en/home/brands/thermo-scientific">thermofisher.com/us/en/home/brands/thermo-scientific</a>。</li></ul>	

**注释** 若要提供有关本文件的反馈意见，转至 [surveyMonkey.com/s/PQM6P62](https://surveyMonkey.com/s/PQM6P62)，或发送电子邮件至技术出版部门（[techpubs-lcms@thermofisher.com](mailto:techpubs-lcms@thermofisher.com)）。

# 简介

TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 质谱仪属于 Thermo Scientific 质谱仪系列。TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 系统包括 质谱仪、一台注射泵、一个切换 / 进样阀和 Thermo Xcalibur 数据系统。

**注释** 术语表定义了本手册中使用的一些术语。

## 目录

- 质谱仪型号
- LC/MS 分析概况
- LC/MS 原理框图
- 电子组件
- 控件和指示灯
- 冷却风扇

## 质谱仪型号

有关各硬件组件的描述，参阅第 3 章，“真空系统”，第 4 章，“离子传输和质量分析”，和第 5 章，“注射泵和切换 / 进样阀”。

### TSQ Endura MS

TSQ Endura 质谱仪含一个三重四极杆质量分析器，还包括一台外置注射泵、一个切换 / 进样阀和 Thermo Scientific EASY-Max NG™ API 离子源。该仪器需要一个前级泵。



### TSQ Quantiva MS

TSQ Quantiva 质谱仪含一个三重四极杆质量分析器，还包括一台外置注射泵、一个切换 / 进样阀和 Thermo Scientific Ion Max NG™ API 离子源。该仪器需要两个前级泵。



## LC/MS 分析概况

在典型 LC/MS 分析中，系统的液相色谱（LC）部分将混合物分离成不同的化学组分。LC 泵在高压下形成流经 LC 柱（包含固定相）的溶剂流（流动相）。自动进样器将一定量的样品注入该溶剂流中。随着溶剂流流经 LC 柱，样品被分离为各个化学组分。样品组分从色谱柱上洗脱的速度，取决于其相对流动相以及组成色谱柱填料的固定相颗粒的亲水性。

已分离的化学组分从 LC 柱上洗脱下来后，穿过样品传输线进入质谱仪进行电离及分析。当质谱仪分析电离组分并测量其质荷比（ $m/z$ ）和相对强度时，其将数据流发送至数据系统计算机。

若系统设置中包括注射泵和切换 / 进样阀，则有四种方法可将样品注入质谱仪，如表 2 所述。

**表 2.** 质谱仪样品进样的方法

方法	描述
直接进样	将注射泵直接与质谱仪的大气压电离（API）源相连。
高流速蠕动泵进样	使用 T 形三通将注射泵的液流与 LC 泵的液流合并。
自动定量环进样	将样品定量环、LC 泵及注射泵与切换 / 进样阀相连。管线连接完成后，指定注射泵填充样品定量环的流速。定量环填充完成后，数据系统启动进样程序。
手动定量环进样	将样品定量环、针口接头及 LC 泵与切换 / 进样阀相连。样品定量环填充样品后，切换至切换 / 进样阀的位置，使样品定量环中的填充物进入 LC 泵形成的溶剂流路中。

TSQ Endura 和 TSQ Quantiva MS 包括 API 离子源、离子光学组件、三重四极杆质量分析器以及离子检测系统。离子光学组件、质量分析器、离子检测系统和 API 离子源的一部分均位于真空腔体内。

样品电离在 API 离子源中进行。用来电离样品的特定方式称为电离技术。离子光学组件将 API 离子源中形成的离子传输至质量分析器，从而测定 API 离子源中形成离子的质荷比（ $m/z$ ）。施加至 API 离子源和离子光学组件的电压极性决定被传输到指定质量分析器的是正离子还是负离子。用户可以为质谱仪设置数据采集方法以分析正离子或负离子，或在单次运行时在这些极性模式之间切换。

该数据系统用作质谱仪、自动进样器、LC 泵和注射泵的用户界面。有关 TSQ Endura MS 或 TSQ Quantiva MS 系统数据处理和仪器控制应用程序的更多信息，参阅 Xcalibur Help（Xcalibur 帮助）。

将离子载入质量分析器并对离子进行质量分析的序列称为扫描。质谱仪使用不同的选择离子监测（SIM）扫描类型加载、裂解和检测离子。其既可改变电离和离子极性模式，又可改变扫描模式和扫描类型的能力，为解决复杂分析问题提供了更高的灵活性。

有关加热电喷雾 (H-ESI)、大气压化学电离 (APCI) 和大气压光电离 (APPI) 的信息, 参阅 *Ion Max NG 和 EASY-Max NG 离子源用户手册 (Ion Max NG and EASY-Max NG Ion Sources User Guide)*。有关纳升电喷雾电离 (nanoESI 或 NSI) 技术的信息, 参阅 NSI 离子源随附的手册。

质谱仪的三重四极杆质量分析器执行一级或二级质量分析:

直接进样或流动注射进样不会使样品在进入质谱仪之前发生色谱分离。然后数据系统处理并保存数据。

- TSQ Endura 或 TSQ Quantiva 系统作为具有一级质量分析功能的传统质谱仪操作。离子源将样品电离, 子离子将由第一个杆组件进行质量分析。第二个和第三个杆组件将得到的所选质量数离子传输到离子检测系统。<sup>1</sup>

- 或 -

- TSQ Endura 或 TSQ Quantiva 系统作为具有二级质量分析功能的串联质谱仪操作。离子源将样品电离, 子离子将由第一个杆组件进行质量分析。但是, 在此情形下, 从第一个杆组件中出来的所选质量数离子, 将会和第二个杆组件中的惰性气体碰撞, 生成一组被称为子离子的离子。(第二个杆组件周围的区域称为碰撞池。碰撞池可使用惰性气体增压。) 系统将在第三个杆组件中对子离子进行进一步的质量分析以检测所选离子。二级质量分析比一级质量分析的化学专属性更好, 因为系统可选择并测定两组分离但直接关联的质量数。

可以使用一级质量分析解析纯有机化合物的结构, 以及混合物中各组分的结构。此外, 在二级质量分析中, 质谱仪可裂解并分离母离子在离子源中形成的碎片离子, 从而逐渐拼凑得到分子的完整结构。因此, 质谱仪可以调查质谱图中每个离子形成和裂解的所有可能途径。

两级质量分析通过减少质谱图中的化学噪声, 优化高选择性和高灵敏度分析。

离子一级或二级质量分析的每个序列称为一次扫描。质谱仪使用多种扫描模式和扫描类型 (包括电离和离子极性模式) 过滤、裂解或传输离子至质量分析器。其多扫描模式和扫描类型为解决复杂分析问题提供了更好的灵活性。

---

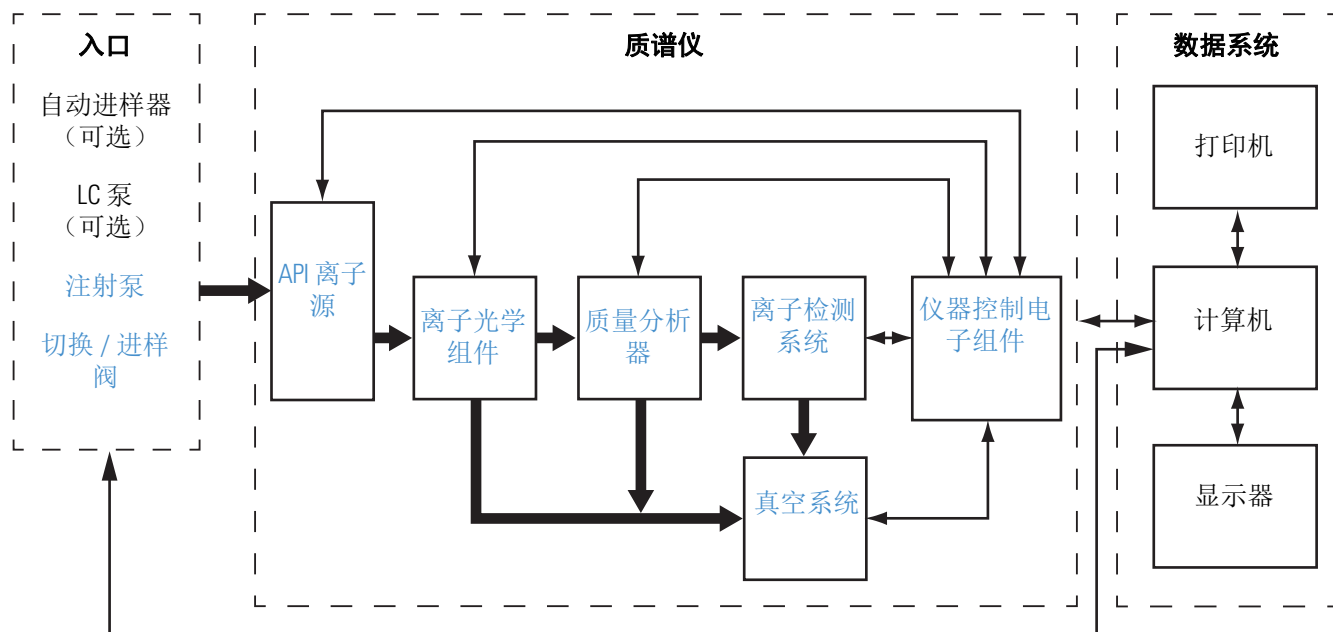
<sup>1</sup> 该仪器也可作为一级质谱仪使用, 通过第一个和第二个杆组件传输离子, 然后在第三个杆组件中进行质量分析。

## LC/MS 原理框图

图 1 显示了 TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 系统的原理框图，可应用部分用超链接显示。样品传输线将 LC 进口装置连接到质谱仪。LC 装置通常安装在质谱仪左侧。质谱仪顶部的专用支架上包括注射泵和切换 / 进样阀。

在典型 LC/MS 分析中，将样品注入 LC 色谱柱。然后，样品被分离成不同的组分。各组分从 LC 柱上洗脱并进入质谱仪进行分析。

图 1. TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 系统的原理框图



## 电子组件

控制质谱仪运行的电子组件分布在嵌入式计算机内以及质谱仪真空腔体上或周围的各种印刷电路板 (PCB) 及其他模块内。用户无法维修这些电子组件。

**注释** 若需要帮助，联系 Thermo Fisher Scientific 现场维修工程师。

## 控件和指示灯

本节介绍了 TSQ Endura 和 TSQ Quantiva MS 的以下控件和指示灯：

- LED
- 电源输入模块
- 通信面板

## LED

图 2 显示了仪器前方面板上的 LED 指示灯。请参阅表 3 中有关它们的描述。

图 2. TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 前方面板 LED 灯



表 3. TSQ Endura 和 TSQ Quantiva MS 的 LED 灯

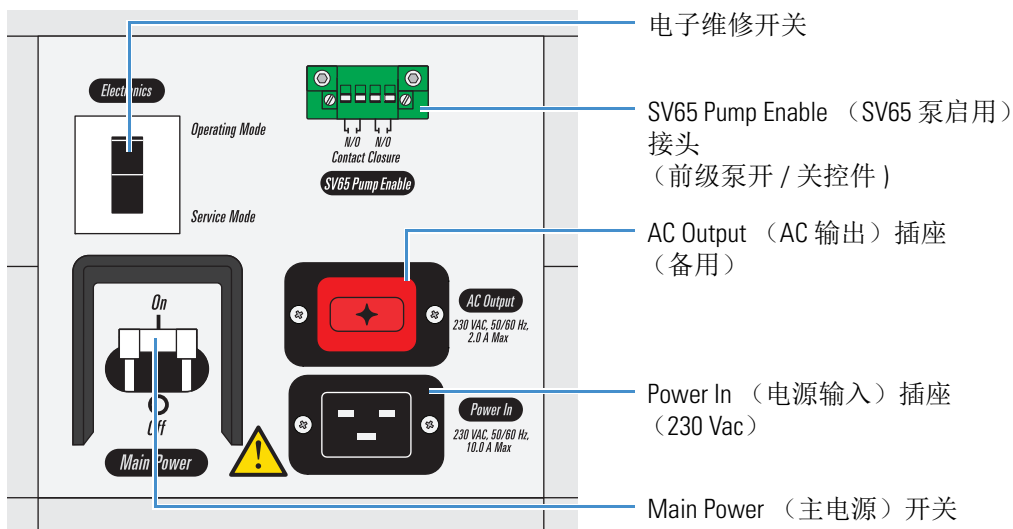
LED	状态	描述
Power (电源)	绿色	质谱仪正在接收电源。 (电子维修开关处于 Operating Mode [ 运行模式 ] 位置。)
	关	质谱仪未接通电源。(电子维修开关处于 Service Mode [ 维修模式 ] 位置。)
Vacuum (真空)	绿色	真空处于允许操作范围内。
	黄色	系统正在关机或者压力超出了允许操作范围。
	关	质谱仪已关机或者正在启动。
Communication (通信)	绿色	质谱仪和数据系统正在进行通信连接。
	黄色	质谱仪和数据系统正尝试建立通信连接。
	关	质谱仪已关闭。
System (系统)	绿色	质谱仪已开机。
	黄色	质谱仪处于待机模式。
	关	质谱仪已关闭。
Scan (扫描)	蓝光闪烁	质谱仪已开机并正在扫描中。
	关	质谱仪未进行扫描。



## 电源输入模块

质谱仪通过右侧的电源输入模块接收 230 Vac  $\pm$ 10%、5 A、50/60 Hz 的线路电源（图 3）。

图 3. 电源输入模块



### Main Power (主电源) 开关

在 Off (关) 位置，Main Power (主电源，断路器) 开关移除质谱仪的所有电源，包括外置前级泵。在 On (开) 位置，质谱仪接收电源。在标准操作模式中，开关保持在 On (开) 位置。



**注意事项** 若要紧急关闭质谱仪的所有电源，将主电源断路器开关（标记为 *Main Power [主电源]*）置于 Off (关，向下) 位置。切勿使用电子维修开关。

### 电子维修开关

电子维修开关为断路器。在 Service Mode (维修模式，向下) 位置，开关切断质谱仪所有组件的电源，风扇和真空系统除外。该设置允许用户维修非真空系统组件，而真空系统组件仍在运行。在 Operating Mode (运行模式，向上) 位置，质谱仪的所有组件均通电。

### SV65 Pump Enable (SV65 泵启用) 接头

质谱仪通过与 SV65 Pump Enable (SV65 泵启用) 接头相连的继电器控制电缆打开和关闭前级泵。

## 通信面板

质谱仪通信面板右侧上有一个系统 Reset（重置）按钮、一个触点闭合界面（Peripheral Control [ 外围设备控制器 ]）、一个模拟输入接头、用于外置注射泵和切换 / 进样阀的 USB 端口以及数据系统计算机的千兆以太网连接端口。

当短按重置按钮时，嵌入式处理系统和数字电路重置，数据系统的系统软件重新加载。有关重置质谱仪的更多信息，参阅第 46 页上的“重置质谱仪”。

图 4 显示了通信接口，表 4 列出了这些接口的接口描述。

图 4. 通信接口（位于 MS 右侧）

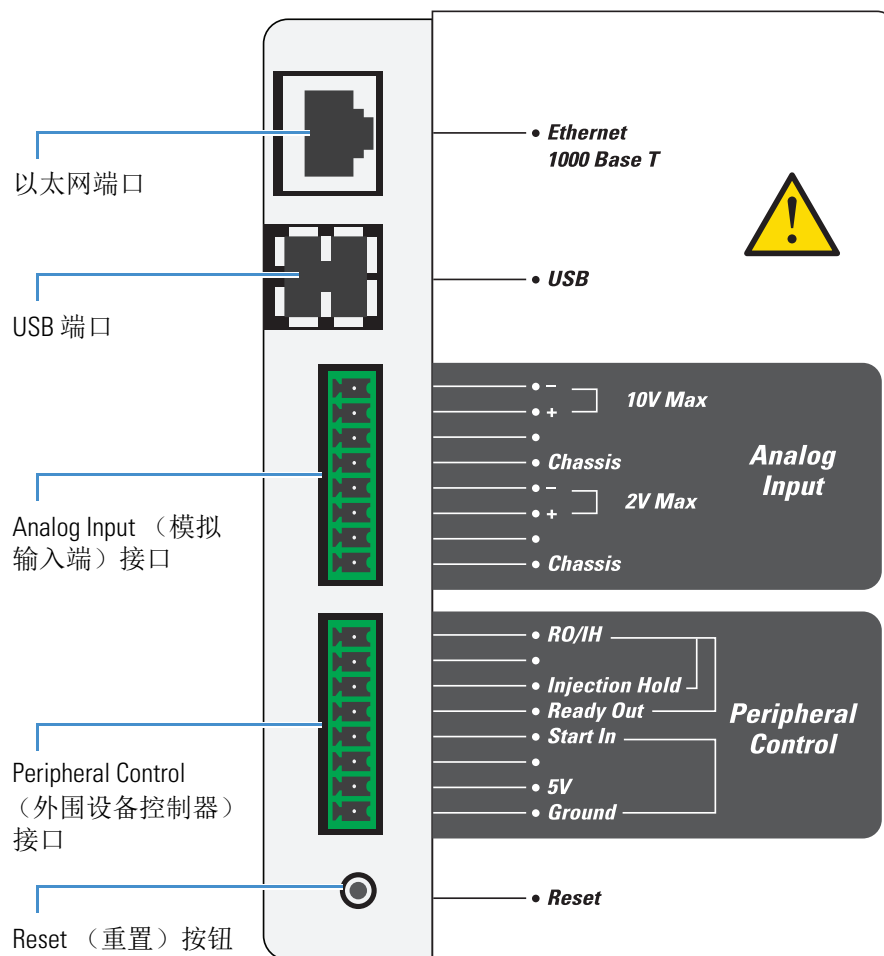


表 4. 通信接口的接口描述（第 1 页，共 2 页）

引脚	名称	描述
-	Reset（重置）	重置仪器，使其恢复运转。  <b>注释</b> 仅当仪器对数据系统计算机上的控制程序不响应，或者需要不关闭电子维修开关重启系统时，使用该按钮。
<b>Peripheral Control（外围设备控制器）</b>		
1	Ground（接地）	接地
2	5V	输出值为 5 Vdc、500 mA（使用引脚 1）。
4	Start In（信号输入）	从已连接外部设备的触点闭合连接处接收启动信号。  若要激活该信号，外部设备必须使用继电器、集电极开路驱动器或者类似的设备连接引脚 4 和 1，使信号降低至小于 0.75 Vdc 或高于 2.4 Vdc（取决于极性），至少维持 100 ms。  <b>注释</b> 在 Instrument Configuration（仪器配置）窗口中，将触点闭合信号设置为“High-to-low edge（从高至低）”或“Low-to-high edge（从低至高）”，也就是与已连接外部设备相匹配的设置。
5	Ready Out（信号输出）	向已连接的外部设备提供一个可编程的继电器驱动输出信号。当某个方法启动时，该继电器打开，方法结束时关闭。  输出：最高 24 Vdc、3 A
6	Injection Hold（进样支架）	向已连接的外部设备（例如，馏分收集器）提供一个可编程的继电器驱动输出信号。  输出：最高 24 Vdc、3 A
8	RO/IH	Ready Out（信号输出）和 Injection Hold（进样支架）引脚的通用（返回）连接

表 4. 通信接口的接口描述（第 2 页，共 2 页）

引脚	名称	描述
<b>Analog Inputs（模拟输入）</b>		
两个模拟通道与两个独立的 12-bit 数模转换器（ADC）相连，以按需转换输入电压。转换速率取决于质谱仪速率。		
1	Chassis（底架）	接地（用于引脚 3 和 4）
3、4	2V Max: +（正极，引脚 3）和 -（负极，引脚 4）	为外部设备（例如，LC 仪器）提供连接。 输入：0–2 Vdc（5 Vdc 时的电压钳位）
5	Chassis（底架）	接地（用于引脚 7 和 8）
7、8	10V Max: +（正极，引脚 7）和 -（负极，引脚 8）	为外部设备（例如，LC 仪器）提供连接。 输入：0–10 Vdc（15 Vdc 时的电压钳位）
<b>其他接口</b>		
-	USB（2 个端口）	为注射泵和切换 / 进样阀提供连接。
-	1000 Base T 千兆以太网	为以太网交换机提供连接。

## 冷却风扇

由多个风扇（包括电源组件中的风扇）为质谱仪 MS 提供内部制冷。冷却空气通过质谱仪右侧的三个主要的进气风扇进入。气体从背面的通风槽排出仪器。

用户可维修的唯一部件是进气风扇前方的空气过滤器。有关推荐维护计划，参阅第 8 章，“维护”。



**注意事项** 若要确保安全和正确地冷却，操作质谱仪时，务必盖上保护盖。也必须符合产品安全和电磁干扰法规。

## 扫描参数

本章介绍了 TSQ Endura 或 TSQ Quantiva Tune（调谐）应用程序中的某些扫描参数设置。

### 目录

- 扫描类型
- 扫描质荷比范围
- 数据类型
- 离子极性模式

## 扫描类型

TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 质谱仪在一系列扫描类型下运行。最常见扫描模式可以分为两类：一级质谱（MS）扫描类型以及 MS/MS 扫描类型。每个类别的扫描类型如下所述：

- MS 扫描类型：全扫描（Q1）、全扫描（Q3）、选择离子监测（SIM）扫描（Q1）和 SIM 扫描（Q3）
- MS/MS 扫描类型：子离子扫描、母离子扫描、中性丢失扫描和 [选择反应监测（SRM）扫描类型](#)

可用的扫描模式取决于杆组件数量和类型以及施加至杆组件上的电压。

质量分析器有三个杆组件。<sup>1</sup> 第一个和第三个杆组件（Q1 和 Q3）为四极杆，而第二个杆组件（Q2）为方形四极杆。

杆组件具有以下两个操作功能：

- 作为离子传输设备
- 作为质量分析器

---

<sup>1</sup> 杆组件是按规律排列的金属杆。参阅第 32 页上的“质量分析器”。

如果仅应用 RF 电压，杆组件可作为离子传输设备传输大范围质荷比 ( $m/z$ ) 内的所有离子（即实际存在的所有离子）。

如果同时将 RF 和 DC 电压施加至杆组件，不同质荷比的离子发生分离。该分离允许杆组件用作质量分析器。

在质谱仪上，四极杆组件可以使用 RF 和 DC 电压进行操作，或仅使用 RF 电压进行操作。也就是说，Q1 和 Q3 可用作质量分析器或离子传输设备。Q2 杆组件仅可使用 RF 电压进行操作。因此，Q2 始终用作离子传输设备。有关杆组件如何在几个主要扫描类型中操作的总结，参阅表 5。

**表 5. 扫描类型总结**

扫描类型	四极杆 Q1	Q2 碰撞池	四极杆 Q3
全扫描 (Q1)	扫描 <sup>a</sup>	传输所有离子。 <sup>b</sup>	传输所有离子。
全扫描 (Q3)	传输所有离子。	传输所有离子。	扫描
SIM 扫描 (Q1)	设置 <sup>c</sup>	传输所有离子。	传输所有离子。
SIM 扫描 (Q3)	传输所有离子。	传输所有离子。	设置
子离子扫描	设置	裂解离子 <sup>d</sup> ；然后传输所有碎片。	扫描
母离子扫描	扫描	裂解离子；然后传输所有碎片。	设置
中性丢失扫描	扫描	裂解离子；然后传输所有碎片。	扫描
SRM 扫描	设置	裂解离子；然后传输所有碎片。	设置

<sup>a</sup> 全扫描或传输所选的离子。

<sup>b</sup> 传输大范围质荷比内的离子或碎片。

<sup>c</sup> 设置为传输单一质荷比或一组质荷比的离子。

<sup>d</sup> 和氩气碰撞进行离子裂解。

## 全扫描 Q1 和 Q3 扫描类型

全扫描 Q1 和 Q3 扫描类型仅执行一级质量分析。得到的质谱图和使用一个质量分析器的质谱仪采集的质谱图相同。在一级分析中，离子源中形成的离子会进入分析器组件。扫描其中一个质量分析器（Q1 或 Q3），得到完整质谱图。其他杆组件（分别为 Q2 和 Q3，或 Q1 和 Q2）用作离子传输设备。全扫描 Q1 扫描类型将 Q1 用作质量分析器；全扫描 Q3 扫描类型将 Q3 用作质量分析器。

**全扫描类型**实验用于测定或确认未知化合物的质荷比（定性）或含未知化合物的混合物中各个组分的质荷比。（一般，需要使用全扫描质谱图确定未知化合物的质荷比。）

全扫描类型比**选择离子监测（SIM）扫描类型**提供的分析物信息更多，但全扫描的灵敏度不如其他两种扫描类型。该扫描类型监测每个离子信号的时间比 SIM 或 SRM 的少。全扫描比其他两种扫描类型提供的信息更多，但灵敏度较低。

进行 SIM 或 SRM 实验前，用户必须知道目标离子或反应。因此，在 SIM 实验前可以使用全扫描确定分析物并获取其质谱图，在 SRM 实验前可以使用全扫描确定目标母离子的质谱图和子离子质谱图。然后，使用 SIM 或 SRM 进行化合物的常规定量分析。

## 选择离子监测扫描类型

选择离子监测（SIM）可监测某个特定离子或一组离子。当目标化合物质荷比已知时，SIM 实验适用于检测复杂混合物中的微量目标化合物。因此，SIM 适用于痕量分析和从大量样品中快速筛选目标化合物。

由于 SIM 仅监测几个离子，因此它比全扫描模式的检测限更低、扫描速度更快。SIM 的检测限较低，因为它花较长时间监测目标分析物质谱图中已知存在的重要离子。SIM 的扫描速度更快，因为它仅监测几个目标离子；而不监测质谱图中的空白区域或不含目标离子的区域。

SIM 可以提高检测限并减少分析时间，但这样会降低专属性。由于 SIM 仅监测特定离子，因此任何裂解产生该离子的化合物均被认作目标化合物，从而可能导致假阳性结果。

## 子离子扫描类型

子离子扫描类型执行两级质量分析。在一级质量分析中，离子源中形成的离子进入 Q1，而将 Q1 设置为传输一种质荷比的离子。在一级质量分析选择的离子称为母离子。（因此，Q1 将用作母离子质量分析器，而由母离子质量分析器传输的离子质荷比被用作母离子的设置质量数。）Q1 选择的母离子进入 Q2，Q2 的周围是碰撞池。

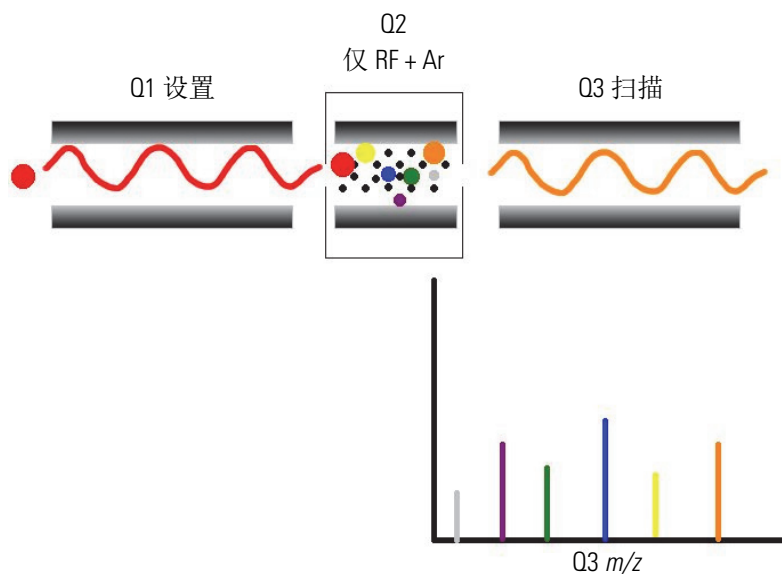
**注释** 为了方便起见，当提及第一个、第二个和第三个杆组件硬件时，可以分别称它们为 Q1、Q2 和 Q3。但是，当讨论每个杆组件在 MS/MS 扫描类型中的功能时，该手册分别称其为**母离子质量分析器**、**碰撞池**（碰撞池包围离子传输设备）和**子离子质量分析器**。

在二级质量分析中，碰撞池中的离子可进一步裂解产生子离子。生成子离子有两个过程：通过亚稳离子的单分子分解，或通过碰撞池中的氩气发生碰撞解离。后面一步称为碰撞诱导解离（CID）。碰撞池中形成的离子进入子离子质量分析器（Q3），以进行二级质量分析。扫描子离子质量分析器以获取所选母离子裂解产生的子离子质谱图。

子离子扫描类型中获得的质谱图（子离子质谱图）为所选母离子的质谱图。

图 5 介绍了子离子扫描类型。

图 5. 子离子扫描类型的图解





## 母离子扫描类型

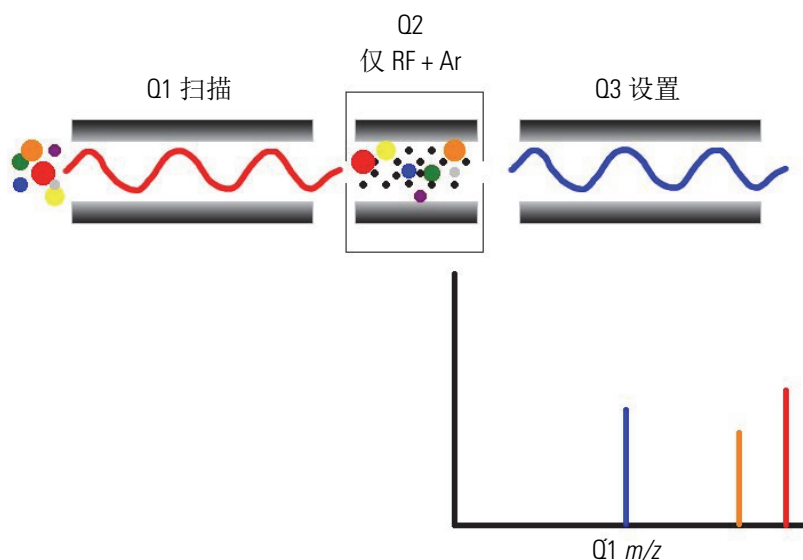
母离子扫描类型也使用两级质量分析。在一级质量分析时，离子源中形成的离子被引入母离子质量分析器，然后扫描该分析器，并依次将母离子传输至碰撞池中。

在二级质量分析时，母离子在碰撞池中可通过亚稳离子的单分子分解或通过 CID 裂解产生子离子。碰撞池中形成的碎片离子将进入子离子质量分析器，在此传输所选的子离子。（子离子设置的质量数是子离子质量分析器传输的离子质荷比。）

得到的质谱图显示能够裂解产生所选子离子的所有母离子。请注意，母离子扫描类型中获取质谱图（母离子质谱图）中的质荷比轴数据来自于 Q1（母离子），而离子强度轴数据来自于 Q3（通过监测子离子获得）。

图 6 显示了母离子扫描类型。

图 6. 母离子扫描类型图示



可通过母离子扫描类型的实验（母离子实验）进行结构和碎片研究，以及混合物的研究分析。一般，母离子实验可检测产生相同碎片的所有化合物。该实验尤其适用于快速检测具有共同碎片离子（例如，邻苯二甲酸盐的  $m/z$  149）的结构同系物（例如，取代芳烃、邻苯二甲酸盐、甾类化合物或脂肪酸）。

## 中性丢失扫描类型

在中性丢失扫描类型中，两个质量分析器（Q1 和 Q3）连接在一起，以在相同宽度的质量范围内以相同速度进行扫描。但是，子离子质量分析器和母离子质量分析器扫描的质量数范围相差一个所选质量数值，从而使子离子质量分析器扫描的质量数低于母离子质量分析器扫描的质量数。

因此，中性丢失扫描类型提供二级质量分析。在一级质量分析时，母离子质量分析器（Q1）根据质荷比分离离子源中形成的离子。这些离子进入碰撞池。

在二级质量分析时，碰撞池中的离子通过亚稳离子的分解或通过 CID 进一步裂解产生子离子。然后，子离子质量分析器根据质荷比分离这些子离子。图 7 显示了中性丢失扫描类型。图 8 显示了具有共同中性丢失碎片的化合物示例。

若要在离子离开 Q1 和进入 Q3 的间歇检测某个离子，该离子必须丢失一个中性碎片，且该碎片的质量数（中性丢失质量数）等于两个质量分析器所扫描质量数范围的差值。因此，中性丢失质谱图显示丢失所选质量数中性碎片的所有母离子。

注意，在执行中性获取（或联合）实验时，Q3 扫描的质量数范围高于 Q1 扫描的质量数范围，而高出的数值即为所选质量数。

中性丢失（或中性获取）质谱图与母离子质谱图相同，Q1（母离子）提供质荷比轴数据，Q3（待检测的子离子）提供离子强度轴数据。

中性丢失扫描类型（中性丢失实验）尤其适用于研究含相同官能团的大量化合物。但是，中性碎片通常从取代官能团上丢失（例如，CO<sub>2</sub> 从羧酸上丢失，CO 从醛类上丢失，HX 从卤化物上丢失，H<sub>2</sub>O 从醇类上丢失）。

图 7. 中性丢失扫描类型图示

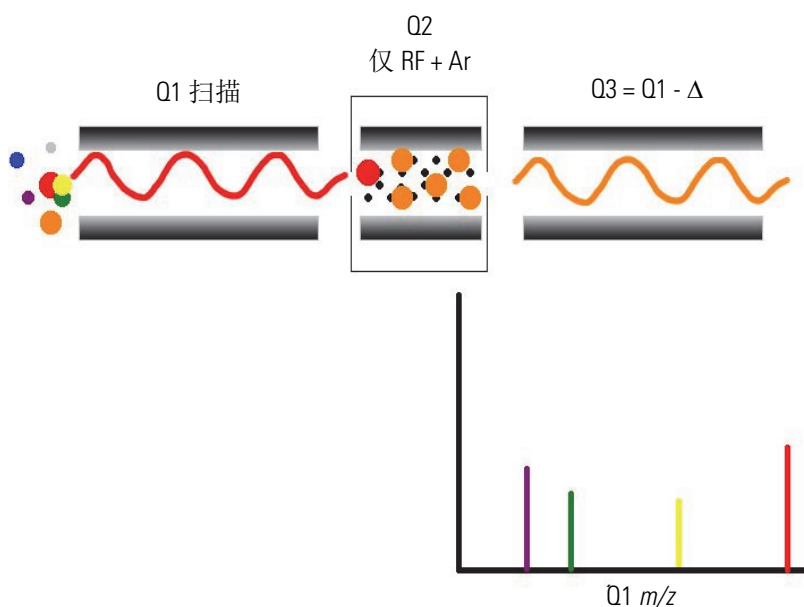
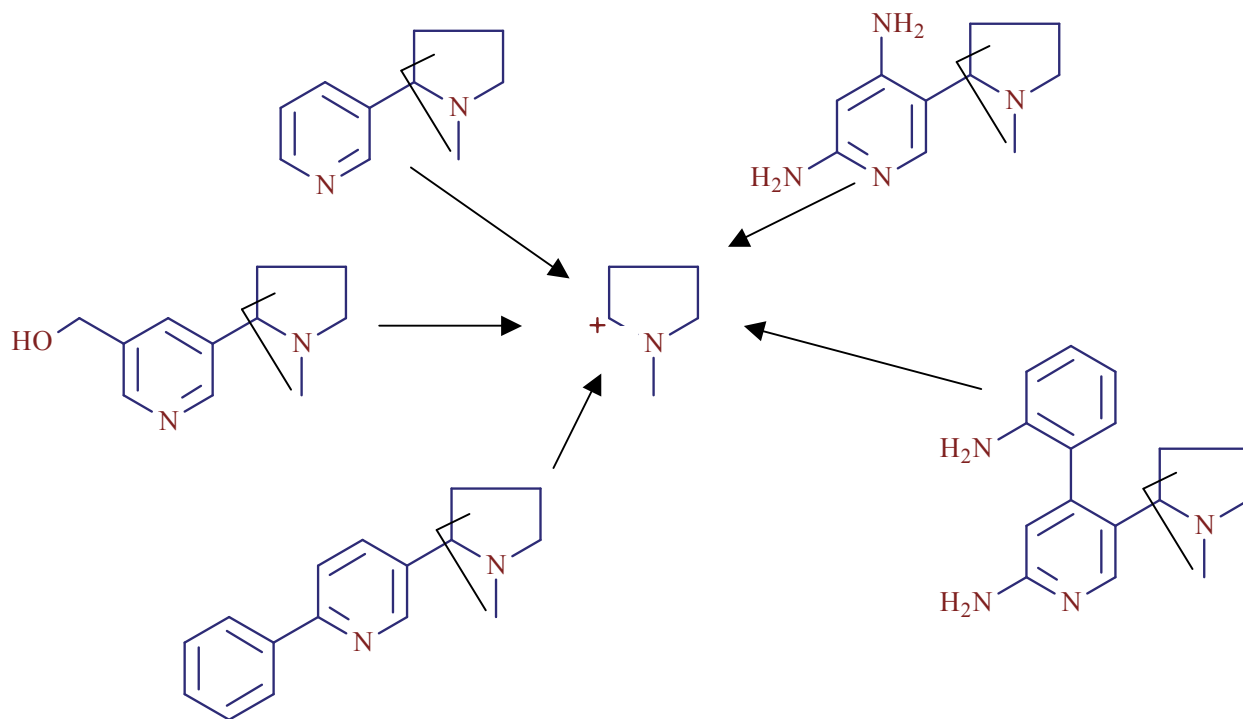


图 8. 具有共同中性丢失碎片的化合物示例



## 选择反应监测扫描类型

选择反应监测 (SRM) 可检测特定离子对或几组离子对, 例如, 某个离子的裂解或中性碎片的丢失。

SRM 监测母离子或子离子对的数量有限。在类似子离子的实验中, 质谱仪选择一个母离子, 但是一般仅监测一个子离子。SRM 实验通常使用子离子扫描模式执行。

SRM 和 SIM 一样, 可快速分析复杂混合物中的痕量组分。但是, 由于 SRM 选择两组离子, 因此其专属性比 SIM 强很多。干扰化合物形成的离子源离子 (母离子) 的质荷比与目标化合物的相同。另外, 该母离子裂解形成的子离子质荷比与目标化合物的所选子离子。

## 扫描质荷比范围

TSQ Endura MS 可以在  $m/z$  10–3400 的质荷比范围内运行。TSQ Quantiva MS 可以在  $m/z$  10–1800 的质荷比范围内运行。

## 数据类型

使用 TSQ Endura 或 TSQ Quantiva MS 时，采用两种数据类型中的一种采集和显示质谱数据（强度 vs. 质荷比）：

- 轮廓图数据

在**轮廓图数据**类型中，可以查看原始质谱峰形。质谱图将每个原子质量数单位分割为数个取样间隔。测定每个取样间隔处的离子流强度。每个取样间隔处的强度以一条连续线连接的强度显示。

- 棒状图数据

在**棒状图数据**类型中，质谱图显示为条形图。该扫描数据类型将每组取样间隔的强度加合。该图显示上述加合值 vs. 取样间隔质量数的整数中心。棒状图数据所需的计算机硬盘空间为轮廓图数据所需空间的十分之一。

## 离子极性模式

TSQ Endura 和 TSQ Quantiva MS 可在正离子或负离子模式下运行。质谱仪可通过改变应用到 API 离子源、离子光学组件和离子检测系统上的电压极性，控制将正离子还是负离子传输到质量分析器上进行质量分析。

从正离子质谱图获取的信息与从负离子质谱图获取的信息不同，这些信息互为补充。因此，可获得正负离子模式质谱图的能力适用于进行样品定量分析。可以选择离子极性模式和电离模式，以获得最大灵敏度，分析特定目标分析物。

# 真空系统

本章介绍了 TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 质谱仪真空系统的主要组成部分。

## 目录

- 真空系统原理框图
- 内部气源管线的示意图
- 进气口硬件
- 真空腔体
- 真空计
- 真空泵
- 大气压电离源
- API 离子源接口

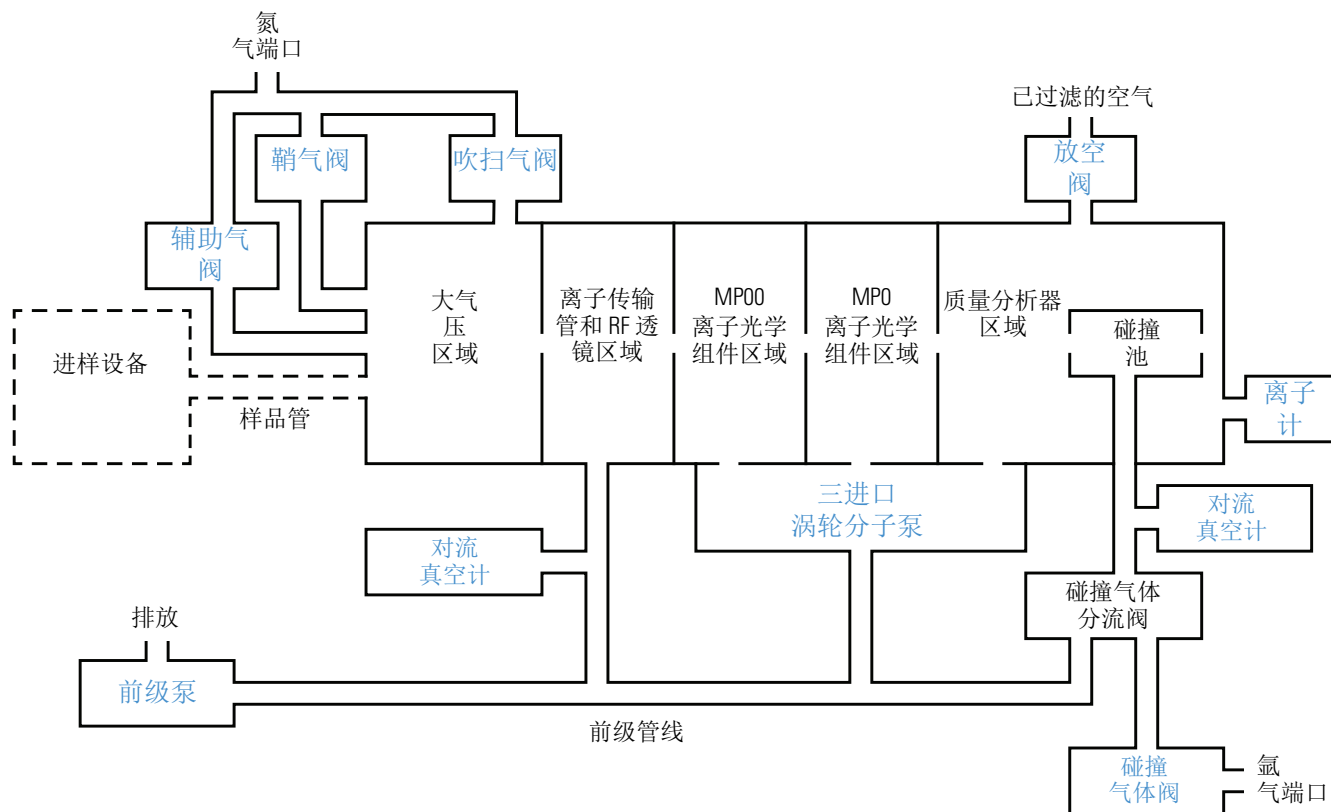
## 真空系统原理框图

真空系统用于抽空 API 离子源接口、离子光学组件、质量分析器和离子检测系统周围的区域。图 9 显示了真空系统的原理框图，可应用部分用超链接显示。

### 3 真空系统

内部气源管线的示意图

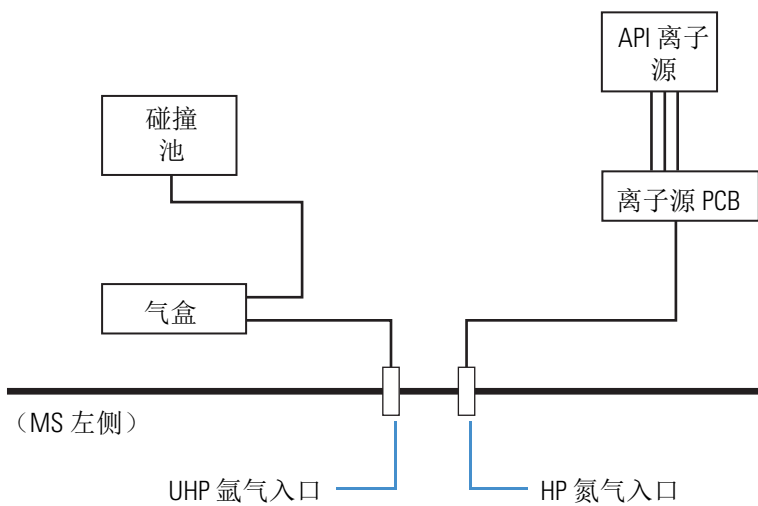
图 9. 真空系统的原理框图



## 内部气源管线的示意图

图 10 显示质谱仪内供气管线的示意图。

图 10. 内部气源管线的示意图



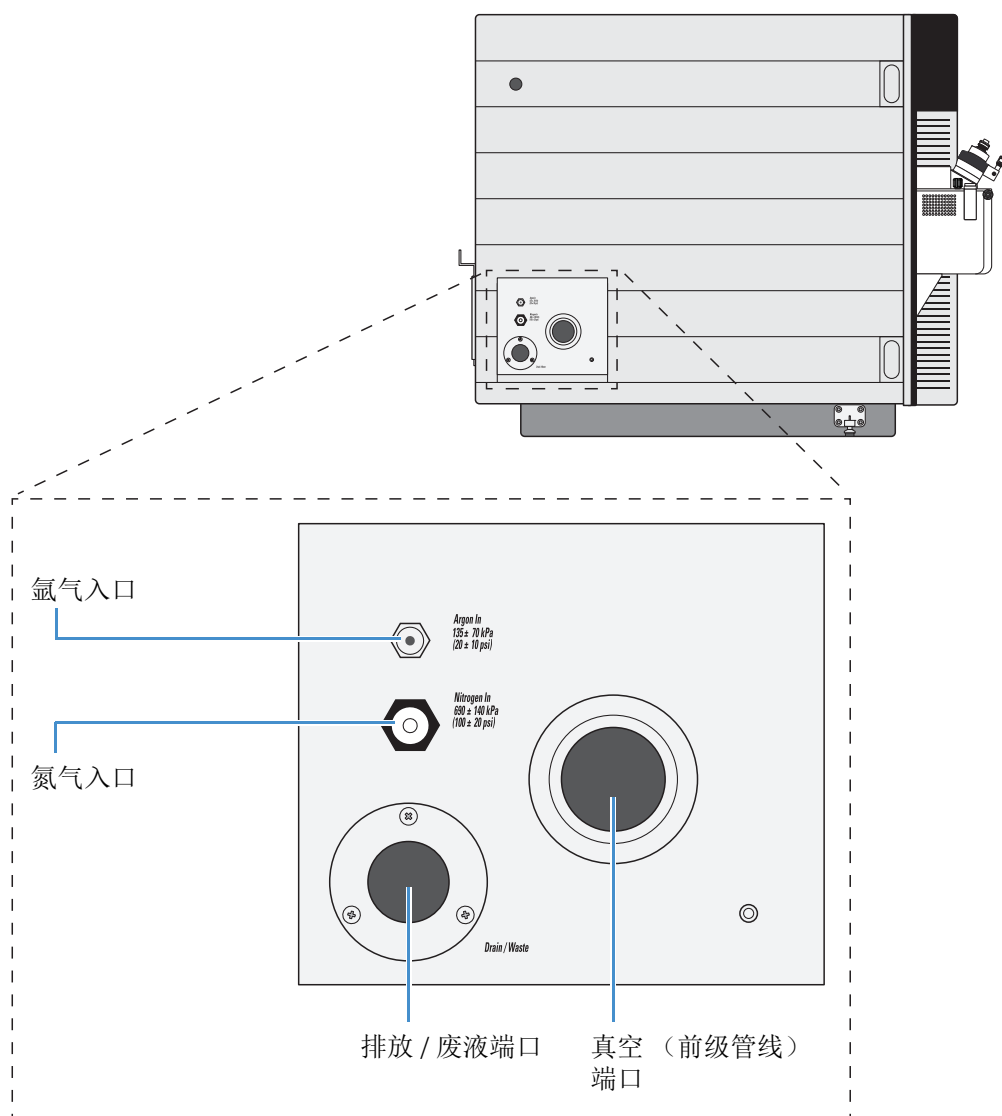
## 进气口硬件

进气口硬件用于控制 MS 中以下气体的流量：氩气碰撞气体；氮气鞘气、辅助气和吹扫气；以及氮气放空气。图 11 显示了质谱仪左侧的气体入口。

**注释** 有关操作参数的指南列表，参阅 *TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 入门手册 (TSQ Endura and TSQ Quantiva Getting Started Guide)* 第 1 章中的“LC 流速范围”部分。

- 氮气阀
- 氩气阀
- 放空阀

图 11. 气体入口和真空（前级管线）端口（MS 左侧）



## 氮气阀

数据系统用于控制调节氮气压力的阀门（参阅第 52 页上的“检查气源”）。可通过 Tune（调谐）应用程序的 Ion Source（离子源）窗格设置气体流速。

干燥氮气（ $690 \pm 140$  kPa [ $100 \pm 20$  psi]，纯度为 99%）通过一个 1/4 in. 端口进入质谱仪左侧。鞘气、辅助气和吹扫气的阀门用于控制进入 API 离子源的干燥氮气流量（图 9）。鞘气为内同轴气体，当溶液从 API 喷雾插件的喷嘴中喷出时，该气体有助于使样品溶液雾化为细雾。辅助气为外同轴气体，通过聚焦蒸汽，降低 API 离子源内的湿度，帮助鞘气雾化以及样品溶液蒸发。吹扫气为离轴氮气，其从可选离子吹扫挡锥后面流出，有助于分散溶剂和减少加合物。离子吹扫挡锥（可选）含吹扫气入口。

## 氩气阀

数据系统用于控制调节氩气压力的阀门（参阅检查气源）。可通过 Tune（调谐）应用程序设置碰撞气压力（CID 气体）。

氩气（ $135 \pm 70$  kPa [ $20 \pm 10$  psi]，最低纯度为 99.995%）通过一个 1/8 in. 端口进入质谱仪左侧。碰撞气体阀可控制进出 Q2 碰撞池的氩气流速。开启后，电磁阀关闭进入碰撞池的氩气流。

## 放空阀

电磁控制放空阀允许使用经过滤的空气放空真空腔体。当电磁阀通电时，真空腔体上的放空阀关闭。

当质谱仪由于电源故障或主电源开关已关闭而不再接收外部电源时，真空腔体放空。不再使用外部电源供电后，需对放空阀短暂供电，以防电源意外断开。当长时间关闭放空阀电磁线圈的电源时，放空阀打开，腔体放空。



## 真空腔体

真空腔体（图 12）包括 API 离子源接口、离子光学组件、质量分析器和离子检测系统组件。真空腔体为厚壁的铝质管腔，含多个可拆卸的顶盖板、各种电气馈入装置和进气口。

表 6 列出了五个真空区及抽真空的泵以及真空室压力。图 9 中的框图显示了真空区域。

表 6. 真空区、抽真空设备和常用压力

区域	组件	抽真空设备	压力	
			TSQ Endura	TSQ Quantiva
1	API 离子源	N/A		大气
2	RF 透镜	前级泵	小于 2 Torr	小于 4.5 Torr
3	MP00 离子光学组件	三进口涡轮分子泵（第一个进口 [分子牵引部分]）		50 mTorr
4	MP0 离子光学组件	三进口涡轮分子泵（第二个进口 [级间]）		1 mTorr
5	质量分析器	三进口涡轮分子泵（第三个进口 [高真空]）		小于 $10^{-5}$ Torr

## 真空计

质谱仪包括三种类型的真空计，用于测量真空腔体特定区域中的压力。在 Tune（调谐）应用程序中，用户可通过 Status（状态）窗格中的 By Function（通过功能）页面（位于 Vacuum [真空] 下方）查看真空计的读回值。

- 对流压力计 —— 用于测量低于 1 milliTorr（mT）的压力。该仪器使用两个对流计：
  - 离子源压力计 —— 用于测量真空腔体和前级管线中的 RF 透镜和 API 离子传输管区域中的压力，该前级管线与三进口涡轮分子泵和前级泵相连。
  - 碰撞压力计 —— 用于测量碰撞池中的压力。
- 离子计 —— 用于测量真空腔体中分析器区域中的压力。

离子计会产生具有一定能量的电子，从而使离子计中的分子电离。采集器捕获离子计中形成的正离子。采集器电流与真空腔体中的压力有关。离子计也受真空保护。

## 真空泵

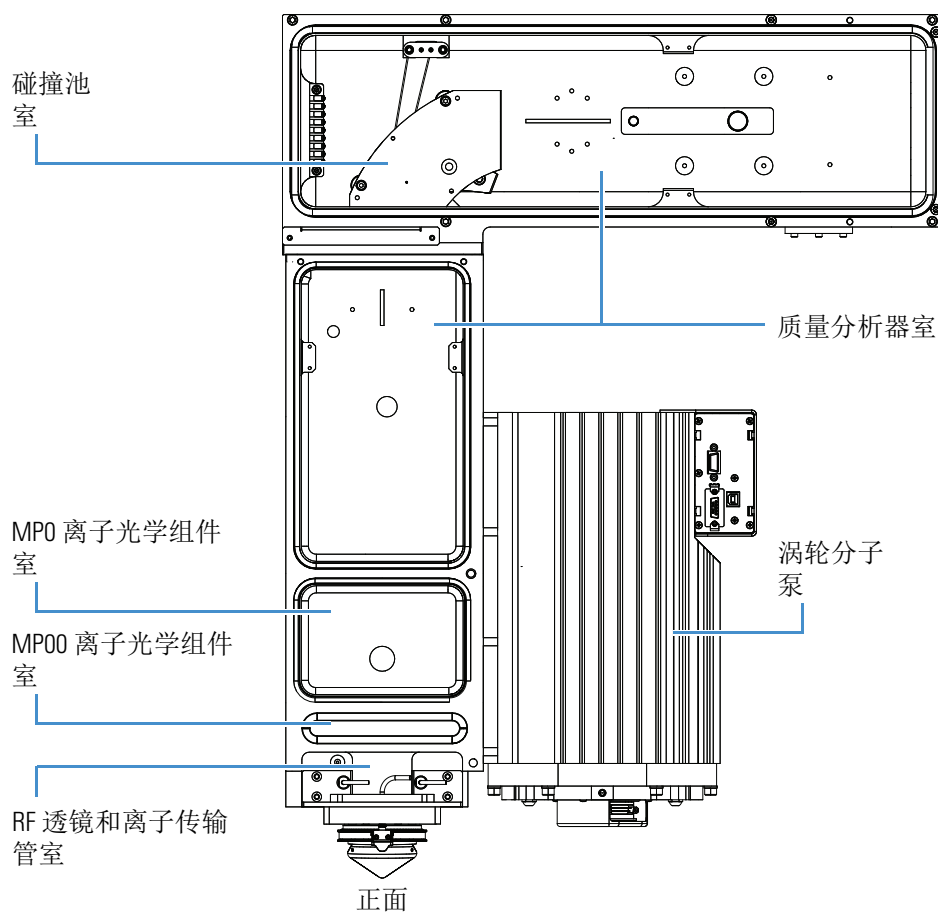
质谱仪需要一（TSQ Endura MS）或两（TSQ Quantiva MS）个外部前级泵，两种仪器都需要一个内部**涡轮分子泵**，从而为五个真空区域提供真空压力（图 9）。前级泵为涡轮分子泵的正确运行创建必要的真空条件。也抽空真空腔体的离子传输管区域。

前级泵的可拆电源线插入不同的单相 230 Vac 墙面插座。连接 MS SV65 Pump Enable（SV65 泵启用）接头（图 3）和前级泵的继电器控制线缆可远程开启和关闭前级泵。Main Power（主电源）开关可控制 SV65 Pump Enable（SV65 泵启用）接头，电子维修开关不可控制该接头。

如图 12 所示，一个三入口**涡轮分子泵**可控制多个真空区域的真空。涡轮分子泵也发送其状态信息至数据系统计算机，例如温度或转动速度。

Main Power（主电源）开关关闭涡轮分子泵。电子维修开关对这些泵无影响。若涡轮分子泵的温度太高，则其电源自动关闭。

图 12. 将涡轮分子泵置于真空管腔旁



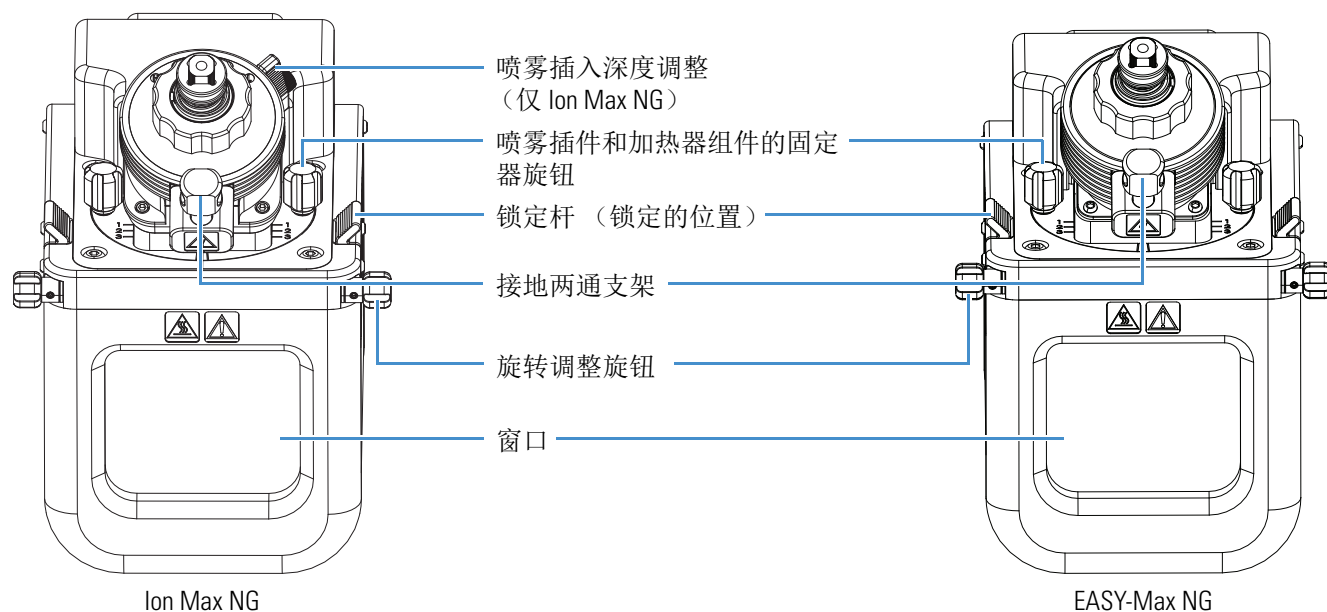
## 大气压电离源

大气压电离 (API) 源使溶液内的样品分子形成气相样品离子。API 离子源也用作 LC 和质谱仪之间的接口。用户可为下列电离技术配置 EASY-Max NG API 离子源 (随 TSQ Endura MS 提供) 或 Ion Max NG API 离子源 (随 TSQ Quantiva MS 提供): 加热电喷雾 (H-ESI)、大气压化学电离 (APCI) 和大气压光电离 (APPI)。图 13 显示了两种 API 离子源。

质谱仪前方含一个内置排放口, 使溶剂废液从 API 离子源流至与左侧排放 / 废液端口相连的溶剂废液瓶。有关溶剂废液连接的信息, 参阅 *TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 建立连接手册 (TSQ Endura and TSQ Quantiva Getting Connected Guide)*。

有关 API 离子源的信息, 参阅 *TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 入门手册 (TSQ Endura and TSQ Quantiva Getting Started Guide)* 中的第 2 章。有关安装喷雾插件的说明, 参阅 *Ion Max NG 和 EASY-Max NG 离子源用户手册 (Ion Max NG and EASY-Max NG Ion Sources User Guide)*。

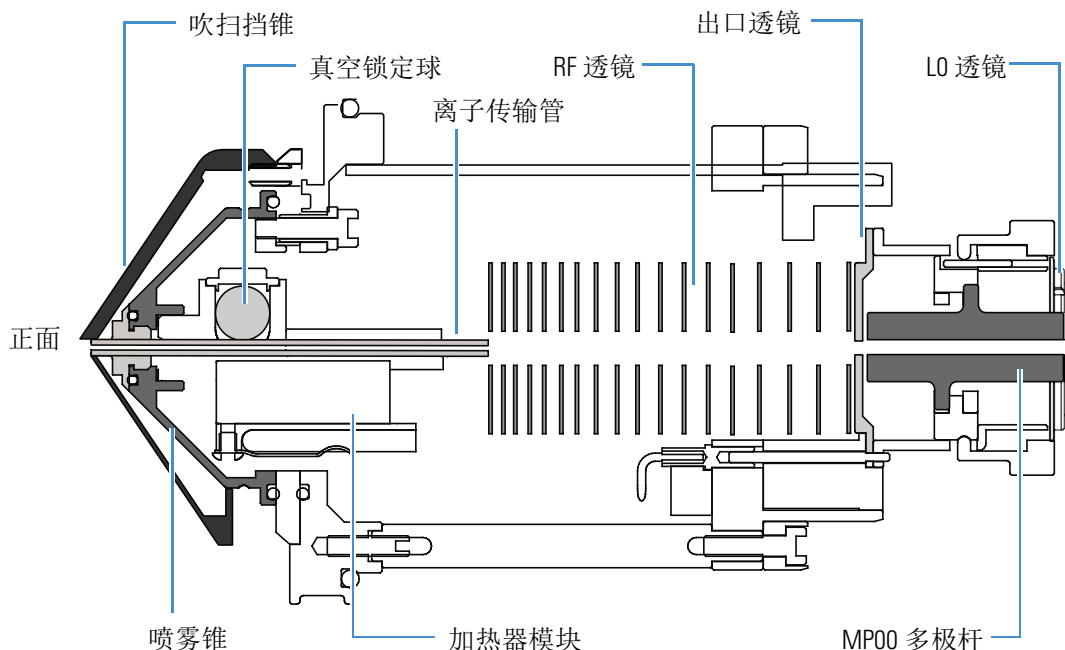
图 13. Ion Max NG 和 EASY-Max NG 离子源



## API 离子源接口

API 离子源接口包括真空室内（除离子吹扫挡锥的大气压侧外）真空下 API 离子源的各组件，TSQ Endura MS 和 TSQ Quantiva MS 前级泵抽取的真空压力分别约为 1.5 Torr 和 4.0 Torr。API 离子源接口包括一个离子吹扫挡锥、一个离子传输管、两个管式加热器、一个加热器模块、一个传感器、一个真空锁定球、RF 透镜、出口透镜和透镜 L0（图 14）。

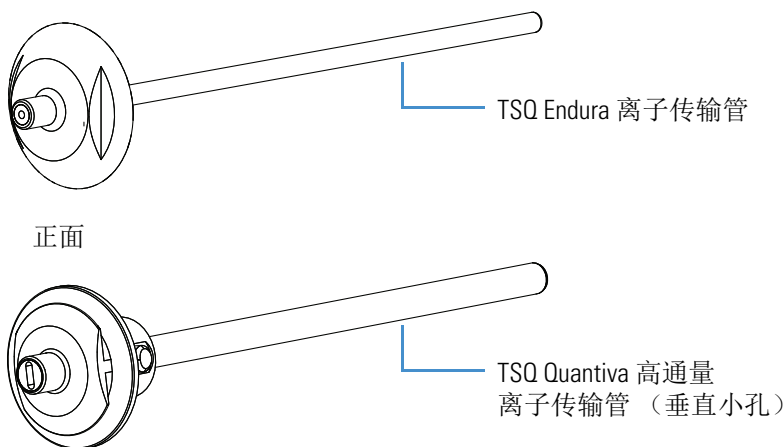
图 14. API 离子源接口（TSQ Endura MS 的横截面）



离子吹扫挡锥是离子传输管上方的一个金属锥。离子吹扫挡锥引导吹扫气流向离子传输管的入口，该挡锥用作保护离子传输管入口的物理屏障，可提高离子源的耐用性。从而显著增加分析样品的数量，而不损失信号强度。此外，尽可能保持离子传输管入口的清洁，以减少离子源的维护需求。当分析复杂基质，例如血浆或者非挥发性盐缓冲溶液时，安装离子吹扫挡锥以提高耐用性。执行 NSI 实验前移除离子吹扫挡锥。

离子传输管（图 15）为圆筒形金属管，其将 API 喷雾插件产生的离子传输到真空系统的同时，有助于对其进行去溶剂化。常规离子传输管有一个 0.58 mm（0.02 in.）直径的小孔（TSQ Endura MS），高通量离子传输管有一个垂直的 2 × 0.6 mm（0.08 × 0.02 in.）矩形小孔（TSQ Quantiva MS）。

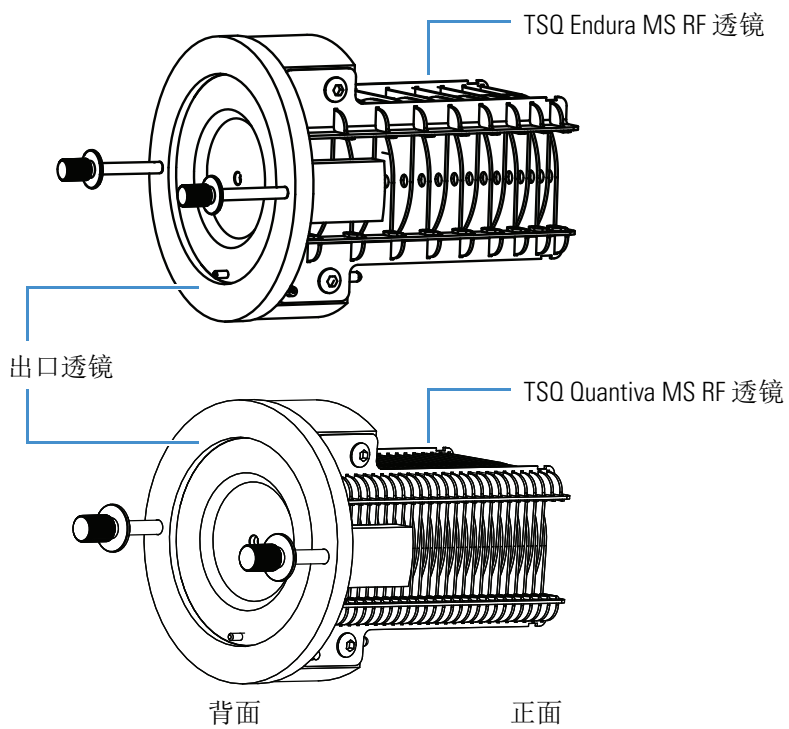
图 15. 离子传输管



加热器模块含两个管式加热器，围绕在离子传输管周围，将离子传输管的温度加热至高达 400 °C (752 °F)。使用热电偶测量加热器模块的温度。H-ESI 和 APCI 离子传输管的典型温度分别为 270 °C (518 °F) 和 250 °C (482 °F)，但其温度会随流速和流动相组成的变化而改变。压力梯度不断降低会将离子抽入大气压区域的离子传输管中，然后将它们传输到真空腔体的 API 离子源接口区域。质谱仪对离子传输管和 RF 透镜施以相同的电势（正离子为正，负离子为负），可推动离子从离子传输管传输至 RF 透镜。移除离子传输管（待其冷却至室温后）后，真空锁定球下降，从而阻止空气进入真空腔体内。因此，无需放空系统就可以取下离子传输管进行清洁或更换。

离子传输管中的离子先穿过 RF 透镜再穿过出口透镜（图 16）。RF 透镜是由逐步隔开的不锈钢电极组成的离子传输设备。TSQ Endura MS 和 TSQ Quantiva MS 的 RF 透镜稍有不同。质谱仪对电极施加一个 RF 电压，而对相邻的电极施加反相电压。随着 RF 振幅增加，离子按照质荷比由小到大的顺序依次通过出口透镜，然后移动至 MP00 射频透镜。该出口透镜可用作真空腔体的高压 API 离子源接口区和低压 MP00 RF 透镜区之间的真空缓冲区。RF 透镜和出口透镜均安装在 API 离子源接口机架上。

图 16. 质谱仪的 RF 和出口透镜



## 离子传输和质量分析

本章介绍了 TSQ Endura 和 TSQ Quantiva MS 中的离子光学组件的各个元件、质量分析器和离子检测系统。

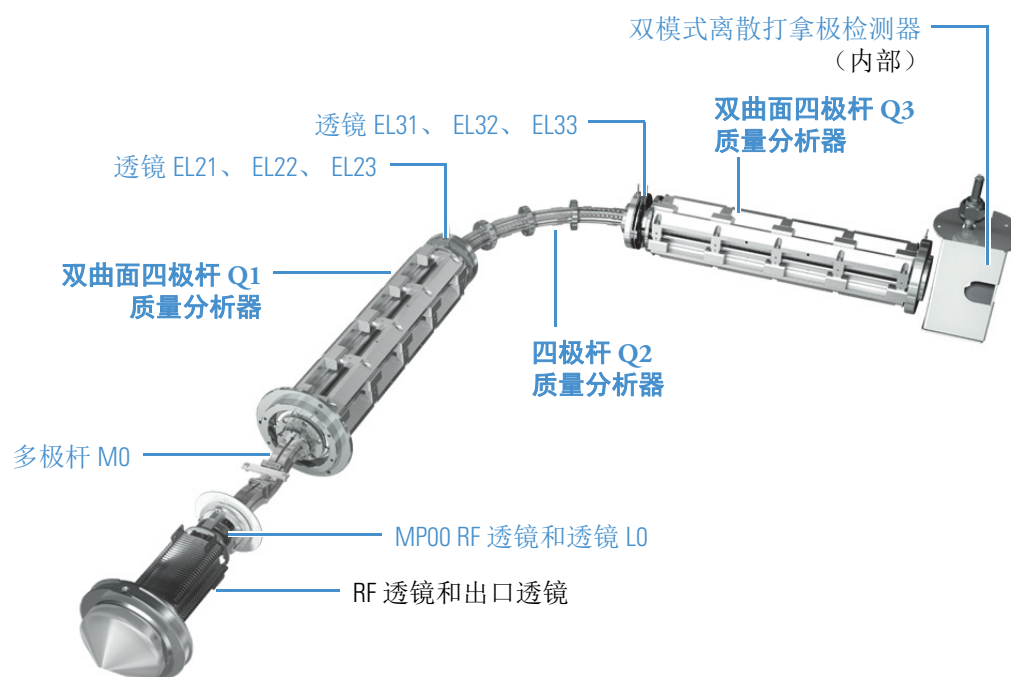
### 目录

- 离子光学组件
- 质量分析器
- 双模式、离散打拿极离子检测系统

## 离子光学组件

图 17 显示了 TSQ Endura 和 TSQ Quantiva MS 离子传输路径的示意图，可应用部分含超链接。

图 17. 质谱仪离子传输路径示意图



离子光学组件将气相样品离子集中在质量分析器中。该部分介绍了以下内容：

- [MP00 离子光学组件](#)
- [MP0 离子光学组件](#)

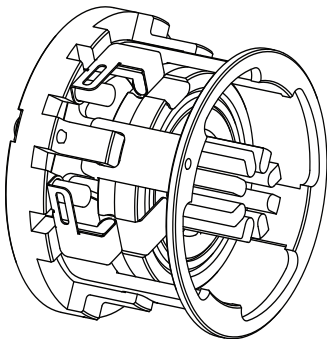
## MP00 离子光学组件

离子穿过出口透镜并向前移动至位于 API 离子源接口和 MP0 离子光学组件之间的 MP00 离子光学组件上。MP00 离子光学组件包括 MP00 RF 透镜和 L0 透镜。有关这些组件的位置，参阅图 17。

MP00 RF 透镜为一组八个金属元件的阵列（图 18）。质谱仪对各元件施加一个 RF 电压，形成沿透镜轴传输离子的电场。

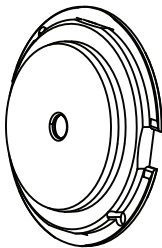
施加至 MP00 的接地 DC 补偿电压（称为 MP00 补偿电压）可提高出口透镜离子的平移动能（TKE）。在离子聚集时，正离子的补偿电压为负，而负离子的补偿电压为正。增加补偿电压时，离子的 TKE 也随之增加。

**图 18.** MP00 RF 透镜



透镜 L0 是一个中间有小孔的金属板，离子束由此小孔穿过（图 19）。质谱仪向透镜 L0 施加一个电势（正离子为正，负离子为负），以协助离子传输。MP00 RF 透镜上安装的透镜 L0 也可作为 MP00 和 MP0 离子光学组件室之间的真空缓冲。

**图 19.** 透镜 L0



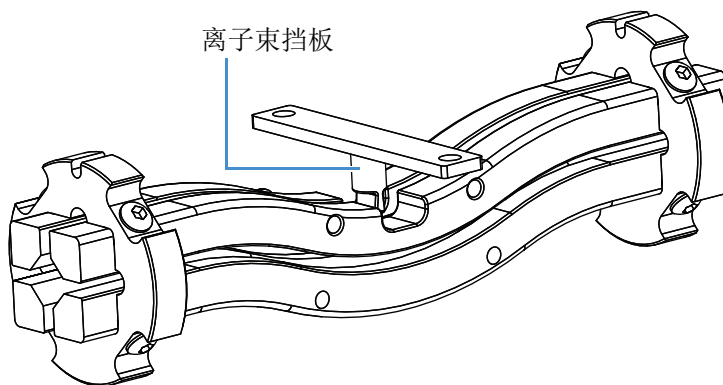


## MP0 离子光学组件

MP0 离子光学组件将离子从 MP00 离子光学组件传输到质量分析器。MP0 离子光学组件包括多极杆 MP0 以及透镜 TK1 和 TK2。有关这些组件的位置，参阅图 17。

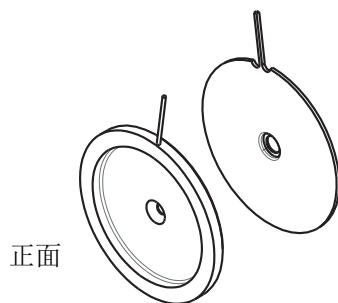
多极杆 MP0 为一组方形金属棒的阵列，这些杆用作离子传输设备（图 20）。质谱仪对这些元件施加一个 RF 电压，形成引导离子沿多极杆轴传输的电场。MP0 补偿电压可增加从 MP00 处出现的离子的 TKE。这些杆是弯曲的，因此中性粒子会撞击离子束挡板。从而从离子束中去除中性粒子。

图 20. 多极杆 MP0 和离子束挡板



TK1 和 TK2 透镜为中间含一个小圆孔的金属盘，离子束由此孔穿过（图 21）。它们联合用作双元件锥透镜。质谱仪向透镜施加一个电势，使离子接近每个透镜时加速（或减速），并可在离子穿过每个透镜时聚焦离子束。透镜 TK1 和 TK2 用作多极杆 MP0 和四极杆 Q1 之间的真空挡板。

图 21. TK1（左）和 TK2（右）透镜



## 质量分析器

该部分介绍了质量分析器的各个组件、质量分析器电极上施加的电压、以及质量分析期间的质量分析器操作。离子操作和质量分析在质量分析器中进行，质量分析器包括三个四极杆组件（Q1、Q2 和 Q3）和两个透镜组（EL21、EL22、EL23 和 EL31、EL32、EL33）。参阅图 17。

下列子标题详细讨论了质量分析器：

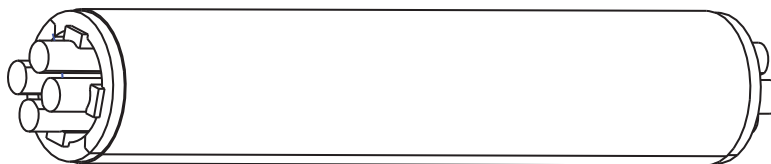
- 四极杆组件
- 施加的 RF 和 DC 场
- 质量分析
- 碰撞池和 CID 效率
- 四极杆补偿电压
- 质量分析器透镜

## 四极杆组件

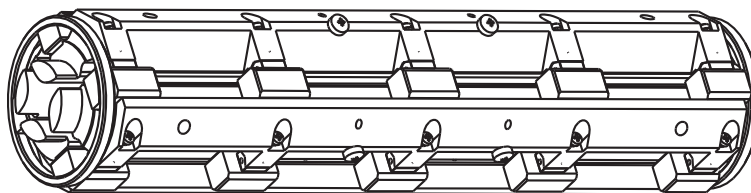
质量分析器中使用的三个杆组件从腔体的 API 离子源端开始编号，依次指定为 Q1、Q2 和 Q3（图 17）。四极杆 Q1 和 Q3 可启用高分辨率扫描而不丢失信号。

对于 TSQ Endura MS，四极杆 Q1 和 Q3（即双曲面四极杆）为圆形杆的方形阵列（图 22）。对于 TSQ Quantiva MS，四极杆 Q1 和 Q3 为精密加工和精确准直的双曲面四极杆的方形阵列（图 23）。石英间隔器可用作相邻杆之间的电绝缘物。

**图 22.** 四极杆 Q1 或 Q3（TSQ Endura MS）



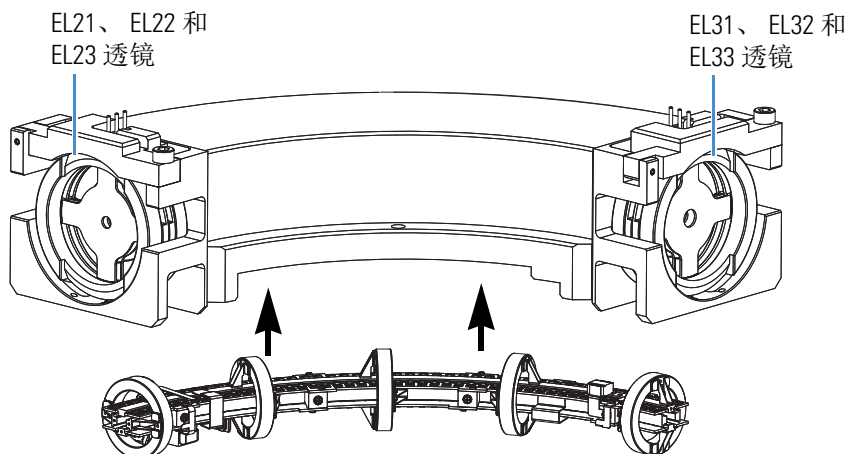
**图 23.** 双曲面四极杆 Q1 或 Q3（TSQ Quantiva MS）



四极杆 Q2 为方形四极杆组件，始终用作离子传输设备。四极杆呈 90 度弯曲（图 24），除了能减少仪器的占地空间外，还可防止不需要的中性物质传输至检测器，从而显著降低数据的噪声水平。

四极杆 Q2 已成为*主动碰撞池*这一术语的同义词。从技术上讲，碰撞池是指包含 Q2 的腔体，如果存在氩气或氮气碰撞气，在池内可能发生 CID。主动碰撞池沿着池长度具有一个轴向电场，可提高离子通量。每秒通量最多可达 500 个 SRM 离子对。

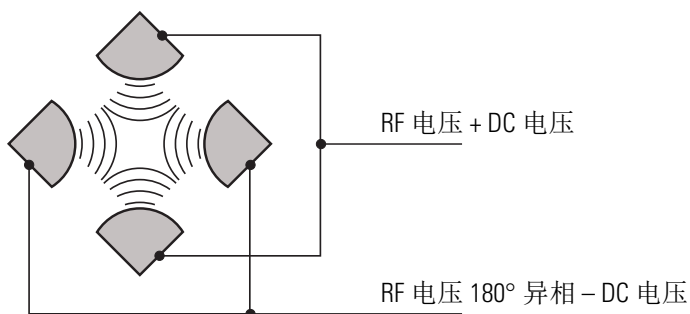
图 24. 四极杆 Q2（底部）与主动碰撞池室（顶部）分开



## 施加的 RF 和 DC 场

在四极杆组件中，由于阵列中彼此相对的杆都通过电场连接，因此，将四个杆分为两组，每组含两个杆。质谱仪向各杆施加 RF 和 DC 电压。如图 25 所示，尽管四个杆上均施以相同的 RF 电压，但是，这两组杆的相位为 180 度（即，一组为正电压，另一组为负电压）。

图 25. Q1 和 Q3 质量分析器上施加的 RF 和 DC 电压极性



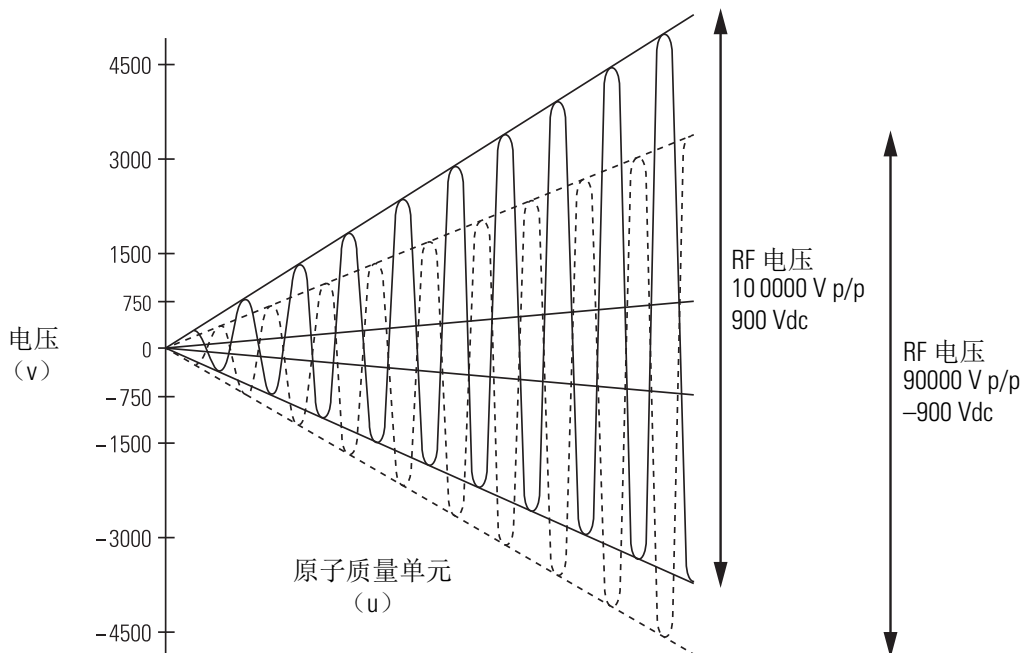
四极杆的线圈模块为操作四极杆提供电压。施加到四极杆上的 RF 电压频率恒定（TSQ Endura MS 大约为 1.095 MHz，TSQ Quantiva MS 大约为 1.005 MHz）。施加到一对杆上的 RF 电压为振幅的 90%，与施加到另一对杆上的电压相位相反。这是指不对称 RF，通过减少杆末端的散射场提高离子传输。参阅图 26。

由于该 AC 电压的频率处于射频（RF）范围内，因此称为 RF 电压。在图 26 中，实线代表施加于一对四极杆上的 RF 和 DC 电压，虚线代表施加于另一对杆上的 RF 和 DC 电压。RF 电压与 DC 电压的比率决定了分离不同质荷比离子的能力。

如上所述，第一个和第三个四极杆组件（Q1 和 Q3）可用作质量分析器或离子传输设备。当质谱仪上同时施加 RF 和 DC 电压时，四极杆 Q1 和 Q3 用作质量分析器，当仅施加 RF 电压时，其用作离子传输设备。在离子传输模式中，四极杆允许较宽范围的质荷比离子通过。

方形四极杆组件（Q2）仅在离子传输模式下运行。四极杆 Q2 的周围是碰撞池，如果池内存在氩气或氮气碰撞气体，则发生 CID。

图 26. 施加至 Q1 和 Q3 杆上的非对称 RF 和 DC 电压幅度



## 质量分析

质量分析器（四极杆 Q1 和 Q3）为方形阵列，被施以不同比率的 RF 电压和 DC 电压（图 26）。施加的电势产生的电场使特定质荷比的离子稳定振荡通过，而其他离子不能稳定振荡通过。

在任何指定时刻，质量分析器对其各个四极杆施加一组特定的 RF 和 DC 电压值。在这种情况下，只有特定质荷比（例如， $m/z$  180）的离子能保持有界振荡通过质量分析器。与此同时，所有其他离子进行无界振荡。这些离子撞击其中一个杆的表面，变成中性离子，然后被泵抽出去，或者从杆组件中喷射出。

然后，RF 和 DC 电压改变，允许下一个质荷比（例如， $m/z$  181）离子通过，而所有其他离子（包括  $m/z$  180）则会变得不稳定并开始无界振荡。此过程周而复始，随着 RF 和 DC 电压值发生变化，某个质荷比的离子传输结束后，开始传输另一个质荷比的离子。扫描结束时，RF 和 DC 电压变为零，然后重复进行该过程。

质谱仪可以快速精确地改变四极杆上的电势，从而加快扫描速率。

一组四极杆的各杆产生的电场形状越接近双曲面，其操作特性越好。因此，质谱仪的精密四极杆可提供优异的灵敏度、峰形、分辨率和高质量数传输。

## 碰撞池和 CID 效率

在 MS/MS 扫描模式中，质谱仪会在不同扫描之间对每对杆施加极性相反的高电压，以清空碰撞池。该过程可确保各扫描之间不会有离子残留在碰撞池中。

始终用作离子传输设备的碰撞池四极杆组件（Q2）是一个方形杆的四极杆阵列。四极杆上施加可变的 RF 电压，从而形成静电场，为较宽范围内的质荷比离子提供稳定振荡。沿 Q2 长度的轴向电场提高了离子通过速度。

碰撞池环绕着 Q2，通常采用氦气碰撞气从约  $1 \times 10^{-3}$  加到  $4 \times 10^{-3}$  Torr。在碰撞池内发生碰撞诱导解离。

CID 是指离子和中性原子或分子碰撞，然后由于碰撞而分解成更小碎片的过程。解离机理包括将离子的部分 TKE 转换成内能。此碰撞会将离子置于激发态。如果内能足够，离子就会裂解。

## 四极杆补偿电压

四极杆补偿电压是指除了递增的 DC 电压外，施加到四极杆上的另一个 DC 电压。施加到两对杆组件的补偿电压具有相同的振幅和相位。四极杆补偿电压可使离子加速或减速，因此，在离子进入四极杆组件时设置离子的 TKE。

一般，在指定实验中，质谱仪 Q1 和 Q2 上的补偿电压是固定的。但是，在 MS/MS 实验中，施加到 Q3 四极杆上的补偿电压通常在扫描过程会改变。质谱仪自动计算所需的 Q3 四极杆补偿电压，然后在进行每次扫描时适当改变该值。

施加于 Q2（包含碰撞池）上的补偿电压会影响碰撞能量。碰撞能量是离子源（形成母离子的位置）和 Q2（母离子和碰撞气体碰撞的位置）之间的电势差。当 Q2 的补偿电压增加时，母离子的 TKE 也增加。因此，增加 Q2 的补偿电压，可增加离子 / 氦气碰撞的能量。通常将一次完整扫描的碰撞能量设为从 0 到  $\pm 65$  V 之间的数值。

获取任何质谱图之前，质谱仪在 Q1MS 扫描模式下调谐 Q1（Q2 和 Q3 仅施加 RF 电压），并在 Q3MS 扫描模式下调谐 Q3（Q1 和 Q2 仅施加 RF 电压）。在调谐过程中，质谱仪测量 Q1 和 Q3 的最佳四极杆补偿电压。

## 质量分析器透镜

质量分析器具有三个透镜组。参阅图 24。将四极杆 Q1 和 Q2 之间的透镜指定为 EL21、EL22、EL23；将四极杆 Q2 和 Q3 之间的指定为 EL31、EL32、EL33；将 Q3 和离子检测系统之间的透镜指定为 L4（或出口透镜）。所有透镜的中心都贯穿圆孔，以便离子束通过。

透镜组件也可保留三个杆组件，确保这些杆组件精确自动地进行轴向准直。

L2x 透镜组（位于四极杆 Q1 和 Q2 之间）和 L3x 透镜组（位于四极杆 Q2 和 Q3 之间）具有以下功能：

- 尽量减少从碰撞池（Q2）进入质量分析器（Q1 和 Q3）的碰撞气体量。（若要传输高质量数离子，必须维持质量分析器处于低压。）
- 保留碰撞气体。透镜 EL23 和 EL31 构成碰撞池的两个壁，使其能够保留碰撞池中的碰撞气体。但是，碰撞气体会从离子束穿过的同一透镜孔中逸出。
- 防止气体进入质量分析器。Q2 一侧的透镜 EL22 和 EL21 以及 Q2 另一侧的透镜 EL32 和 EL33 可阻止气体从碰撞池进入质量分析器。
- 防止施加于 Q2 的 RF 电压影响 Q1，反之亦然（L2x 透镜组）；防止施加于 Q2 的 RF 电压影响 Q3，反之亦然（L3x 透镜组）。
- 聚集离子束。Q1 和 Q2 之间的三个透镜（以及 Q2 和 Q3 之间的透镜）共同形成一个三元件的孔径透镜。通常将第一个和第三个透镜设为近似或相同的值，而将中间透镜设为和其他两个不同的值（高于或低于）。

一般来说，施加至 L2x 透镜组的第一个和第三个元件上的电压会稍微大于施加至 Q1 四极杆上的补偿电压。

在 Q3MS 扫描模式中，施加于 L3x 透镜组上的电压和施加于 L2x 透镜组相应透镜上的电压大致相同。但是，在 MS/MS 扫描模式中，施加于 L3x 透镜组上的电压自动随施加于 Q3 四极杆上的补偿电压发生变化。施加于透镜上的电压随 Q3 四极杆补偿电压的递增而递增。

透镜 L4 位于 Q3 和离子检测系统之间。L4 保持接地电势。其目的为防止施加于离子检测系统的高压影响 Q3，防止施加于 Q3 的高 RF 电压影响离子检测系统。

## 双模式、离散打拿极离子检测系统

TSQ Endura 和 TSQ Quantiva MS 配置高灵敏度的双模式、离散打拿极离子检测系统（图 17）。该离子检测系统通过在脉冲计数检测和模拟检测之间自动切换，提高了灵敏度和动态范围。如果离子流很低，其在脉冲计数模式下运行，以捕获每个离子。当离子流很高时，切换到模拟模式，以尽量增大动态范围。

模拟离子检测系统包括一个高电压转换打拿极和一个电子倍增器。通常，电子倍增器在 MS 模式下设置的增益约为  $5 \times 10^5$ （即对于每个进入的离子或电子， $5 \times 10^5$  个电子出去），在 MS/MS 模式下设置的增益为  $2 \times 10^6$ 。静电计电路将通过阳极离开电子倍增器的电流转换为电压，数据系统记录该电压。

## 注射泵和切换 / 进样阀

本章介绍了随 TSQ Endura 或 TSQ Quantiva 质谱仪装运的外部注射泵和切换 / 进样阀。有关安装这些组件的信息，参阅 *TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 建立连接手册 (TSQ Endura and TSQ Quantiva Getting Connected Guide)*。

### 目录

- 注射泵
- 切换 / 进样阀

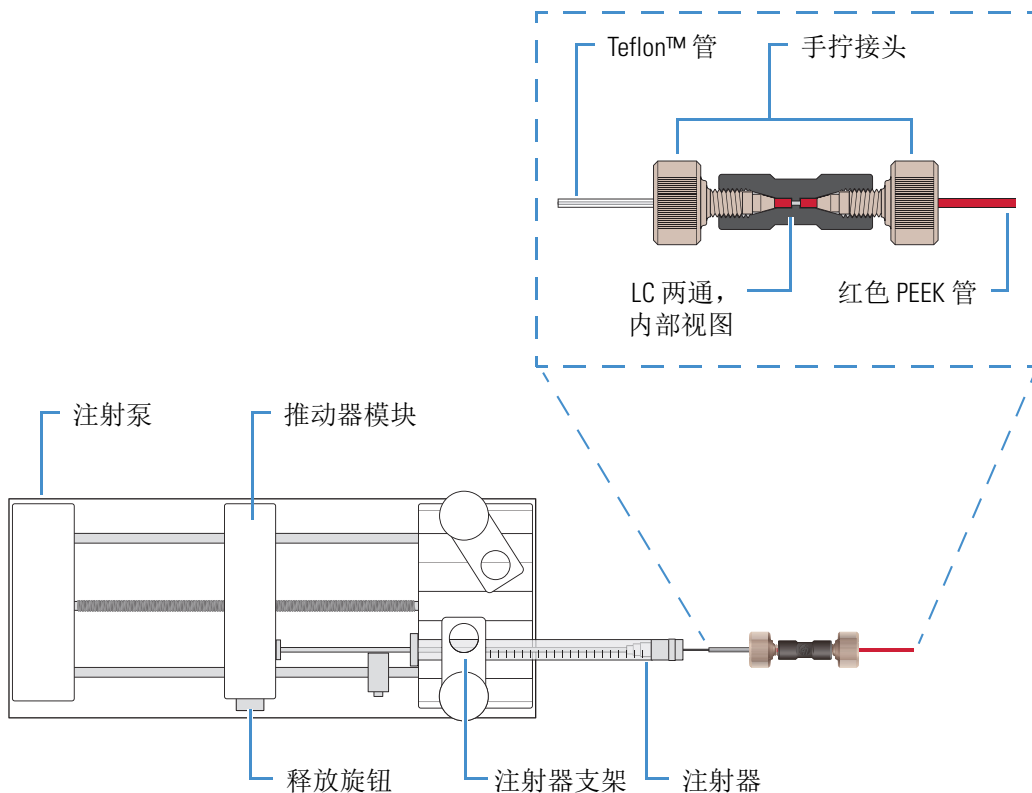
## 注射泵

外部 Chemyx™ Fusion 100T 注射泵通过样品传输线（红色 PEEK 管）将样品溶液从已安装的注射器运送至 API 离子源。配置的推动器模块（图 27）以数据系统中指定的流速推动注射器活塞。（校正的默认流速为 5  $\mu\text{L}/\text{min}$ 。）

用户可通过数据系统启动和停止注射泵；参阅数据系统 Help（帮助）中的说明。也可通过按压注射泵按钮启动和停止注射泵。

**注释** 若所使用的注射泵型号比 Fusion 100T 旧，确保该泵可提供 1–5  $\mu\text{L}/\text{min}$  的稳定连续液流。

图 27. 注射泵设置（顶部视图）



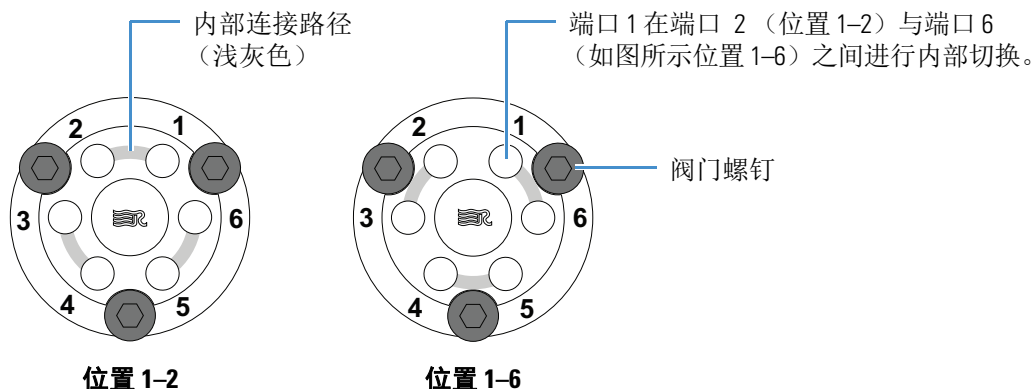
## 切换 / 进样阀

外部 Rheodyne™ MX Series II™ 切换 / 进样阀是一款可在两个位置之间切换的电动六通阀。在第一个位置上，端口 1 通过内部连接端口 2，端口 3 连接端口 4，端口 5 连接端口 6。在第二个位置上，阀旋转一个位置，以使端口 1 通过内部连接至端口 6，端口 2 连接端口 3，端口 4 连接端口 5。图 28 显示了这两个位置上的阀的内部流向。

Xcalibur 应用程序中的 Method Editor（方法编辑器）将阀的两个位置分别标识为“1-2”（端口 1-2）和“1-6”（端口 1-6）。



图 28. 切换 / 进样阀的位置



## 配置

可以将切换 / 进样阀配置为定量环进样口（用于流动注射分析）或配置为转向阀。切换阀可以将梯度起点、梯度终点或 LC 液流的任意部分转向废液。图 29 显示了这两种配置。

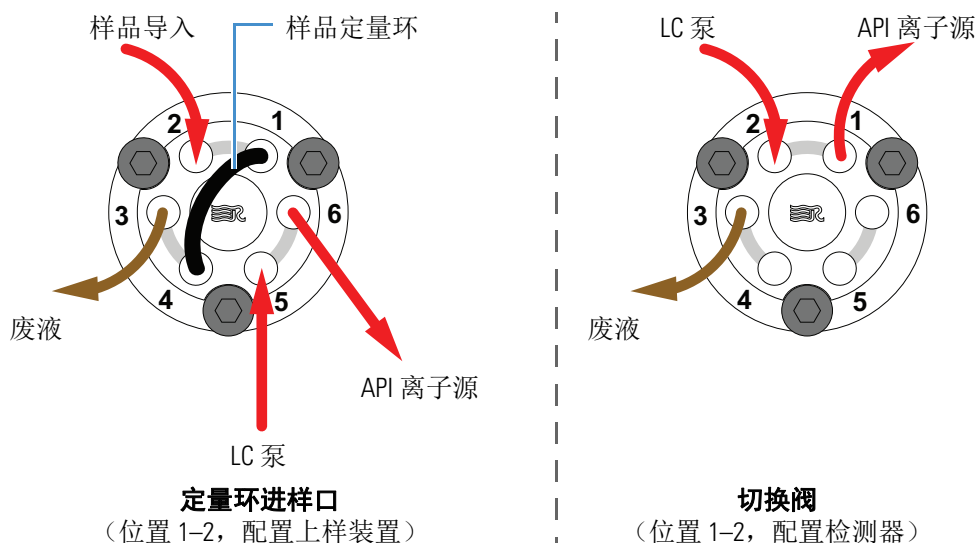
在定量环进样口的阀门配置中，阀在以下两个位置之间切换：

- 上样（位置 1-2）—— 样品定量环与溶剂液流分开。LC 泵的溶剂液流分别通过端口 5 和 6 进入和离开阀门。当样品上样至端口 2 时，样品分别通过端口 1 和 4 进入和离开样品定量环。当样品定量环过满时，多余的样品通过端口 3 离开阀门，转至废液。
- 进样（位置 1-6）—— 样品定量环与溶剂液流的通路打开。LC 泵的溶剂液流将样品从样品定量环中冲洗出来，然后通过端口 6 离开阀门，流向 API 离子源。

在切换阀配置中，阀门在以下两个位置之间切换：

- 检测器（位置 1-2）—— LC 泵的溶剂液流通过端口 5 进入阀门，然后通过端口 6 离开并进入 API 离子源。
- 废液（位置 1-6）—— LC 泵的溶剂液流通过端口 5 进入阀门，然后通过端口 4 离开并进入废液。

图 29. 将切换 / 进样阀配置为定量环进样口和切换阀

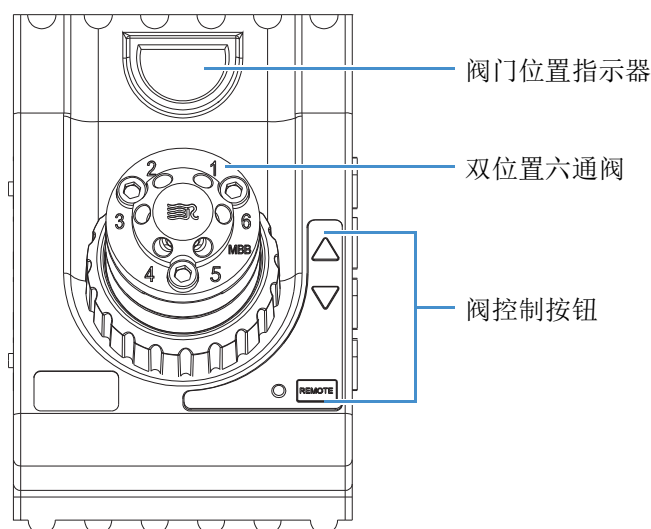


## 控制切换 / 进样阀

按照以下方法控制切换 / 进样阀：

- 使用 MS 的数据系统指定 Method Editor（方法编辑器）的 Divert Valve Properties（切换阀属性）窗格中的参数。有关说明，参阅 Xcalibur Method Editor Help（方法编辑器帮助）。
- 当阀门为切换阀配置时，使用阀门的控制按钮（图 30）在 MS 和废液之间切换 LC 液流；当阀门为定量环进样口配置时，使用该按钮在上样和进样模式之间切换。有关说明，参阅制造商提供的手册。

图 30. 切换 / 进样阀（正面视图）



## 系统关机、开机和重启

若短期不使用 TSQ Endura 或 TSQ Quantiva 系统，应将质谱仪置于待机模式。若长期不使用，例如两个月或更长时间，可完全关闭质谱仪。此外，系统的许多维护步骤要求完全关闭质谱仪。

### 目录

- 在紧急情况下关闭系统
- 将质谱仪置于待机模式
- 打开质谱仪
- 完全关闭质谱仪
- 完全关机后启动系统
- 重置质谱仪
- 重置校正参数
- 重启数据系统
- 不同电源条件下 MS 组件的 On/Off（开 / 关）状态

## 在紧急情况下关闭系统



**注意事项** 在紧急情况下，若必须关闭质谱仪，则关闭电源面板右侧的主电源开关（图 3）。该开关将关闭通至质谱仪的所有电源，包括前级泵，而不会损坏仪器内部的组件。但是，切勿将该方法用作标准关机程序的一部分。反之参阅“完全关闭质谱仪”。

若要在紧急情况下关闭 LC、自动进样器和数据系统计算机，使用其各自的开 / 关开关或按钮。

## 将质谱仪置于待机模式

若暂时不使用 TSQ Endura 或 TSQ Quantiva MS，则不需要完全将其关闭。相反，将质谱仪置于待机模式。

### ❖ 若要将质谱仪置于 Standby（待机）模式

1. 完成所有数据采集（若有）。
2. 在 Windows 任务栏上，选择 **Start（开始） > All Programs（所有程序） > Thermo Instruments（Thermo 仪器） > model x.x（型号 x.x） > model Tune（型号调谐）** 以打开 Tune（调谐）窗口。
3. 若 LC/MS 系统包含 LC 泵，则需关闭流至 API 离子源的液体流路。  
有关说明，参阅 LC 泵手册。



4. 在 Tune（调谐）窗口中，将质谱仪置于 **Standby（待机）** 模式。

所选电源模式图标的中心由白色变成绿色。前方面板上的 System（系统）LED 灯变成黄色。为了保持 API 离子源清洁，MS 将辅助气和鞘气流速降低至其待机时的默认设置（2 个任意单位）。关闭电子倍增器、转换打拿极、连接至 API 离子源的 8 kV 电源、主 RF 电压和离子光学 RF 电压。有关更完整的列表，参阅“不同电源条件下 MS 组件的 On/Off（开 / 关）状态”。



**注意事项 热表面。** 在接触或维修已受热组件之前，使其先冷却至室温（大约需 20 分钟）。

## 打开质谱仪

### ❖ 若要打开质谱仪

1. 打开 Tune（调谐）窗口。
2. 点击 **On（开）** 图标，将质谱仪置于 On（开）模式。



所选电源模式图标的中心由白色变成绿色。前方面板上的 System（系统）LED 灯变成绿色。电子倍增器的高压打开。

## 完全关闭质谱仪

仅在长时间不使用质谱仪，或必须将其关闭以进行维护或维修的情况下完全关闭 TSQ Endura 或 TSQ Quantiva 系统。如果暂时不使用系统，如过夜或过周末，则无需彻底关闭系统。而可以根据“[将质谱仪置于待机模式](#)”。中的介绍将系统置于待机模式。



**注意事项 热表面。** 在接触或维修已受热组件之前，使其先冷却至室温（大约需 20 分钟）。

### ❖ 若要完全关闭质谱仪

1. 按照步骤“[将质谱仪置于待机模式](#)”。进行操作。
2. 将电子维修开关拨至 Service Mode（维修模式，向下）位置。  
从而关闭非真空系统电子组件的电源。

3. 关闭 Main Power（主电源）开关。

出现以下情况：

- 质谱仪的所有电源都关闭，包括涡轮分子泵及一或两个前级泵的电源。前方面板上的所有 LED 灯均熄灭。
  - 约 5 秒钟后，放空阀电磁线圈的电源关闭，放空阀打开，干燥氮气进入真空腔体内。可以听到嘶嘶声。
  - 约 2 分钟后，真空腔体处于大气压水平。
4. 从电源插座上拔下质谱仪的电源线。



**注意事项** 当电源线另一端还插在电源插座上时，切勿断开质谱仪的电源线。

- 5.（可选）按照下一步骤“[若要关闭 LC、气体、数据系统和自动进样器](#)”。进行操作。

**提示** 对 MS 进行常规或预防性系统维护时，无需关闭 LC、气体、数据系统和自动进样器。在该情况下，关闭步骤已完成。

若计划在更长时间内关闭系统，Thermo Fisher Scientific 建议也关闭 LC、气体、数据系统和自动进样器。

❖ **若要关闭 LC、气体、数据系统和自动进样器**

1. 若也包括 LC 系统，则按 LC 手册所述将其关闭。
2. 关闭氦气瓶和氮气瓶。
3. 关闭数据系统计算机，以及显示器。
4. 若也包括自动进样器和打印机，则使用其开 / 关按钮将其关闭。

## 完全关机后启动系统

若要在 TSQ Endura 或 TSQ Quantiva 系统完全关闭后将其启动，按照以下步骤进行：

- 启动 LC
- 启动数据系统
- 启动质谱仪
- 启动自动进样器（如适用）

## 启动 LC

若要启动 LC 系统，按照制造商手册中的介绍进行操作。

**注释** 数据系统启动前，切勿打开流向质谱仪的液体流路。

## 启动数据系统

❖ **若要启动数据系统**

打开计算机、显示器和可选打印机。

## 启动质谱仪

启动质谱仪之前，确保数据系统正在运行。质谱仪在接收到数据系统的信息之前将无法运行。

❖ **若要启动质谱仪**

1. 打开氩气和氮气瓶上的流量（若已关闭）。
2. 关闭 Main Power（主电源）开关，将电子维修开关置于 Service Mode（维修模式，向下）位置。
3. 接通质谱仪的电源线。

4. 打开 Main Power（主电源）开关。

从而打开前级泵和涡轮分子泵。前方面板上的所有 LED 灯均熄灭。

5. 若长时间关闭质谱仪，按照 *TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 入门手册*（*TSQ Endura and TSQ Quantiva Getting Started Guide*）第 5 章“质谱仪抽真空”中的步骤进行操作。否则，至少等待 1 小时使质谱仪抽真空。

**重要信息**（仅 TSQ Quantiva MS）对 MS 抽真空前，取下有一垂直孔的离子传输管（图 15），抽真空程序完成后将其重新插入。

6. 将电子维修开关拨至 Operating Mode（运行模式，向上）位置。

出现以下情况：

- 前面板上的 Power（电源）LED 灯变为绿色，表示电子元件已通电。但是，电子倍增器、转换打拿极、通至 API 离子源的 8 kV 电源、主 RF 电压和离子光学 RF 电压仍保持关闭。
- 等待几秒后，Communication（通信）LED 灯变为绿色，表示质谱仪和数据系统已建立通信连接。确保仪器控制台窗口已打开。数据系统将操作软件传输至质谱仪。
- 3 分钟后，System（系统）LED 灯变为黄色，表示软件已从数据系统传输至质谱仪，且质谱仪处于待机模式。当用户将模式从待机更改为开机时，System（系统）LED 灯变为绿色，表示质谱仪已可以运行且已启动高压。

**重要信息** 在前面板上，只有当离子真空计测量的质量分析器区域内的压力小于最大允许压力  $7 \times 10^{-4}$  Torr 时，Vacuum（真空）LED 才呈绿色亮起。

尽管用户可以在 Vacuum（真空）LED 灯变为绿色后校正质谱仪，但是，必须先使质谱仪的真空系统完全稳定（大约需要 15–24 个小时连续抽真空），以确保校正正确。

## 启动自动进样器

使用开 / 关电源开关打开自动进样器。如有必要，配置自动进样器。有关放置样品瓶、准备溶剂和废液瓶、安装注射器等步骤的说明，参阅自动进样器手册。

*TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 建立连接手册*（*TSQ Endura and TSQ Quantiva Getting Connected Guide*）提供了使用触点闭合电缆连接质谱仪与自动进样器的步骤。

## 重置质谱仪

当质谱仪与数据系统计算机之间的通信连接意外丢失时，可使用右侧通信面板上的重置按钮重置质谱仪。

以下步骤假设质谱仪和数据系统计算机的电源已打开且均正在运行。若质谱仪或数据系统计算机（或两者）已关机，参阅“[完全关机后启动系统](#)”。

### ❖ 若要重置质谱仪

按住重置按钮 3 秒。

出现以下情况：

- 嵌入式计算机重新启动。除 Power（电源）LED 灯外，前方面板上的所有 LED 灯将熄灭。
- 等待几秒后，Communication（通信）LED 灯变为绿色，表示质谱仪和数据系统已建立通信连接。数据系统将操作软件传输至质谱仪。
- 3 分钟后，System（系统）LED 灯变为黄色，表示软件已从数据系统传输至质谱仪，且质谱仪处于待机模式。System（系统）LED 变为绿色，表示质谱仪可以运行且已启动高压。

## 重置校正参数

若必须将校正参数重置为出厂值，需联系 Thermo Fisher Scientific 本地维修工程师获取帮助。

### 重要信息

- 将仪器参数重置为默认值之前，确保所碰到的系统问题并非源于 API 离子源设置（例如，喷雾电压、鞘气和辅助气流速，或者离子传输管温度）不当。
- 若将仪器重置为出厂校正设置，始终重复 *TSQ Endura* 和 *TSQ Quantiva 入门手册*（*TSQ Endura and TSQ Quantiva Getting Started Guide*）中指定的内部电子设备校正步骤。否则，所有仪器校正均可能产生不正确的结果。



## 重启数据系统

如有可能，使用 Windows 重启程序关闭并重启数据系统，使 Windows 正确关闭应用程序并保存已打开 Thermo Scientific 应用程序中的更改。

**注释** 重置数据系统后，数据系统和质谱仪之间会自动重新建立通信连接。当通信连接建立时，Communication（通信）LED 灯先变为黄色，然后呈绿色。若系统未能重新建立通信连接，按住重置按钮 3 秒。

### ❖ 若要通过 Windows 重启数据系统

1. 在 Windows 任务栏上，选择 **Start（开始）**，然后点击 Shut Down（关机）旁边的箭头。
2. 选择 **Restart（重启）**，然后点击 **OK（确定）**。



### ❖ 若要通过电源按钮重启数据系统

1. 按下数据系统计算机上的电源按钮。
2. 计算机关机后至少等待 20 秒。
3. 再次按下电源按钮。

## 不同电源条件下 MS 组件的 On/Off（开 / 关）状态

表 7 总结了质谱仪组件、电压和 API 气流的开 / 关状态。



表 7. 质谱仪组件、电压和 API 气流的开 / 关状态（第 1 页，共 2 页）

质谱仪组件	Standby (待机) 模式 	Off (关) 模式 	电子 维修 开关, Service Mode (维修模式) 位置	Main Power (主电源) 开关, Off(0) (关, 0) 位置
放空阀	已关闭	已关闭	已关闭	打开
APCI 电晕放电针	关	关	关	关
转换打拿极				
电子倍增器				
ESI 针				
氦气（碰撞 [CID 气体]） <sup>a</sup>				
电源、电子倍增器和转换打拿极				
雾化器温度 <sup>a</sup>				

## 6 系统关机、开机和重启

不同电源条件下 MS 组件的 On/Off（开 / 关）状态

**表 7.** 质谱仪组件、电压和 API 气流的开 / 关状态（第 2 页，共 2 页）

质谱仪组件	Standby (待机) 模式 	Off (关) 模式 	电子 维修 开关, Service Mode (维修模式) 位置	Main Power (主电源) 开关, Off(0) (关, 0) 位置	
离子传输管 DC 补偿电压	开	关	关	关	
离子传输管温度					
质量分析器, DC 补偿电压					
质量分析器, RF 电压					
MP00 和 MP0 离子光学组件, DC 补偿电压					
MP00 和 MP0 离子光学组件, RF 电压					
RF 透镜电压		开	关		关
嵌入式计算机					
气体, 辅助气、鞘气和吹扫气 <sup>b</sup>					
对流真空计 (碰撞池)			开		开
电离真空计 (质量分析器)					
风扇					
前级泵					
对流真空计 (前级管路)					
涡轮分子泵和控制器					
放空延迟 PCB					

<sup>a</sup> 即使仪器处于待机模式, 也可在方法中控制该设置。

<sup>b</sup> 在待机模式下, Tune (调谐) 应用程序将 API 气体设置为待机时的默认设置 (2 个任意单位), 以保持 API 离子源清洁。

## 日常操作

为了确保 TSQ Endura 或 TSQ Quantiva 系统正确运行，Thermo Fisher Scientific 建议用户进行日常预防性维护。本章指出了运行系统前需检查的项目及分析完成后执行的清洗步骤。

定期清洗离子吹扫挡锥、喷雾锥和离子传输管，防止 API 离子源腐蚀并保持其最佳性能；参阅[清洗离子吹扫挡锥、喷雾锥和离子传输管](#)。若使用含非挥发性缓冲液的流动相或进样高浓度样品，可能需要更频繁地清洗这些部件。冲洗离子吹扫挡锥和离子传输管时无需放空系统。

**注释** 无需将调谐和校准质谱仪列为日常操作的一部分。一般情况下，质谱仪每运行 1-3 个月必须进行校正，以确保质量检测器在整个质量数范围内保持最佳性能。

有关调谐和校正的信息，参阅 *TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 入门手册 (TSQ Endura and TSQ Quantiva Getting Started Guide)*。

### 目录

- [在操作质谱仪之前](#)
- [运行质谱仪后](#)

## 在操作质谱仪之前


每日开始首次分析之前，执行以下预防性维护步骤：

- [检查系统模式](#)
- [检查真空压力水平](#)
- [检查气源](#)
- [检查前级泵的油位](#)（参阅[维护前级泵](#)）。

## 检查系统模式

确保系统已打开。参阅“[打开质谱仪](#)”。

## 检查真空压力水平

进行日常分析前，检查系统中的真空压力水平及严重空气泄漏点。若存在严重漏气，则系统无法抽真空至足以打开系统的真空水平。在 Tune（调谐）窗口中，绿色方框，，表示读回值良好。



**注意事项** 若要发挥正确的性能，必须在良好的真空水平下操作 TSQ Endura 或 TSQ Quantiva 系统。在真空度不好的情况下操作系统会导致灵敏度降低、电子倍增器的使用寿命缩短。

可以检查 Tune（调谐）窗口的 Status（状态）窗格中离子传输管 -RF 透镜和前级泵真空管线（标记为 *Source Pressure [离子源压力]*）和分析器区域（标记为 *Analyzer Pressure [分析器压力]*）的当前压力值。

### ❖ 若要检查真空压力


1. 打开 Tune（调谐）窗口。
2. 点击 **Status（状态）** 选项卡并点击 Vacuum（真空）旁边的 **Expand（扩展）** 图标，。
3. 将真空腔体中的当前压力值和 TSQ Endura MS 的表 8 和 TSQ Quantiva MS 的表 9 中列出的值进行对比。如果当前值高于正常值，即可能存在空气泄漏。

表 8. TSQ Endura MS 的典型压力读数

条件	离子源压力读数 (前级管路, 离子传输管, S 透镜区域)	分析器压力读数 (分析器区域)
碰撞气体关闭, 离子传输管孔密封	小于 0.05 Torr	小于 $6 \times 10^{-6}$ Torr (泵打开至少 12 小时后)
碰撞气体关闭, 离子传输管孔打开	1.5 Torr	小于 $9 \times 10^{-6}$ Torr
碰撞气体设置为 1.5 mTorr, 离子传输管孔打开	1.5 Torr	约为 $3 \times 10^{-5}$ Torr

表 9. TSQ Quantiva MS 的典型压力读数

条件	离子源压力读数 (前级管路, 离子传输管, 射频透镜区域)	分析器压力读数 (分析器区域)
碰撞气体关闭, 离子传输管孔密封	小于 0.05 Torr	小于 $6 \times 10^{-6}$ Torr (泵打开至少 12 小时后)
碰撞气体关闭, 离子传输管孔打开	3.8–4.2 Torr	小于 $9 \times 10^{-6}$ Torr
碰撞气体设置为 1.5 mTorr, 离子传输管孔打开	3.8–4.2 Torr	约为 $3 \times 10^{-5}$ Torr

如果压力高 (分析器区域压力大于  $5 \times 10^{-5}$  Torr), 而且在 30 到 60 分钟内重新启动了系统, 则等待 30 分钟后重新检查压力。如果压力随时间下降, 则需定期检查压力直到压力处于质谱仪的典型压力范围内。

如果压力仍然很高, 系统可能存在漏气。如果怀疑存在漏气, 首先检查质谱仪外部的真空线路和接头, 然后采取必要的措施防止泄漏。如果怀疑质谱仪内部存在漏气, 联系 Thermo Fisher Scientific。

❖ **若要检查系统是否存在严重漏气**

聆听空气流动声, 或者质谱仪内的嘶嘶声。

存在严重漏气可能是因为接头松动或没有连接好、O 形圈位置不正确或阀门已打开。

❖ **若要修补漏气**

1. 关闭系统 (参阅[完全关闭质谱仪](#))。
2. 目测真空系统和真空管线是否存在泄漏。
3. 检查系统上的每个接头和凸缘是否连接紧密, 然后拧紧松脱的接头或凸缘。

切勿随意拧紧接头。需特别注意最近更换的接头, 或受加热和冷却影响的接头。

## 检查气源

通过氩气瓶的调节器检查氩气供应情况。确保有足够的用于分析的气体。如有必要，可更换气瓶。确认氩气的压力在抵达质谱仪时为  $135 \pm 70$  kPa ( $20 \pm 10$  psi)。如有必要，可使用气瓶压力调节器调节压力。

通过氮气瓶或液氮瓶调节器检查氮气供应情况。确保有足够的用于分析的气体。在每天运行 24 小时的情况下，典型的氮气消耗量是每天 2800 升 ( $100 \text{ ft}^3/\text{天}$ )。如有必要，可更换气瓶。确认氮气的压力在抵达质谱仪时为  $690 \pm 140$  kPa ( $100 \pm 20$  psi)。如有必要，可使用气瓶压力调节器调节压力。

有关气体要求的更多信息，参阅 *TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 预安装要求手册* (*TSQ Endura and TSQ Quantiva Preinstallation Requirements Guide*)。

## 运行质谱仪后

每日系统操作完成后，执行以下预防性维护步骤：

- 冲洗进样组件（根据需要）
- 净化前级泵油
- 清空溶剂废液瓶
- 将系统置于待机模式

## 冲洗进样组件

本部分介绍了每日工作结束后如何冲洗注射器和进样组件（样品传输线、样品管和喷雾插件），若怀疑存在污染，可能需要清洗更频繁。也可以使用 LC 泵以流速为 200–400  $\mu\text{L}/\text{min}$  的 50:50 甲醇 / 水溶液冲洗进样组件及 API 离子源约 15 分钟。

**提示** 不需要每天冲洗进样组件。但是，若质谱图显示存在多余的污染峰，则需进行以下操作。



**注意事项** 质谱仪的离子传输管安装完成后，切勿使用清洁溶剂冲洗，因为其会将残留物冲洗至质谱仪。

### ❖ 若要冲洗进样组件



1. 关闭注射泵的液体流路。
2. 将质谱仪置于 **Standby（待机）** 模式。
3. 按照以下步骤拆卸注射泵上的注射器：
  - a. 抬起注射器的注射器架。
  - b. 按住推动器模块的释放按钮，并将模块滑至左边。
  - c. 拆卸支架上的注射器。
  - d. 小心从注射器转接头组件上的 Teflon 管上移除注射器针头。
4. 按照以下步骤清洗注射器：
  - a. 采用 50:50 的甲醇 / 水溶液彻底清洗注射器。
  - b. 采用丙酮多次清洗注射器。
5. 按照以下步骤冲洗样品传输线、样品管和喷雾插件：
  - a. 将含 0.1% 甲酸的 50:50 的甲醇 / 水溶液（或其他适合的溶剂）装入干净的注射器中。
  - b. 小心将注射器针头重新插到注射器转接头组件上的 Teflon 管上。
  - c. 缓慢推压注射器活塞，使用上述溶液冲洗样品传输线、样品管和喷雾插件。
  - d. 将注射器针头从注射器转接头组件上拆卸下来。

冲洗进样组件的步骤就此完成。

## 净化前级泵油

前级泵油需每日净化（去污），以去除能够导致腐蚀和降低前级泵使用寿命的水和其他溶解性化学物质。有关说明，参阅前级泵的相关文档。

净化泵油的最佳时机为每日工作结束冲洗进样组件后。记得在进行日常操作前关闭净化阀门。

## 清空溶剂废液瓶

每日检查溶剂废液瓶中的溶剂液位。必要时，清空废液瓶并根据本地和国家法规处置溶剂废液。

## 将系统置于待机模式

每日维护步骤操作完成后，按照“[将质谱仪置于待机模式](#)”。中的介绍将质谱仪置于待机模式。





## 维护

本章提供了必须执行的日常维护程序，以确保 TSQ Endura 或 TSQ Quantiva 系统处于最佳性能。其最佳性能取决于对仪器所有部件的维护情况。用户负责定期执行系统维护步骤，正确维护系统。

有关可更换部件的列表，参阅第 10 章，“可更换部件”。

**注释** TSQ Endura MS 和 TSQ Quantiva MS 的下列组件稍有不同：吹扫挡锥、离子传输管、API 离子源接口、RF 透镜、MP00 RF 透镜和透镜 L0。使用 TSQ Endura MS 的相关步骤进行操作，除另有说明外。



**注意事项 重物。**切勿独自移动或抬起本仪器；否则可能导致人身伤害或损坏仪器。

### 目录

- 维护计划
- 指南
- 工具和附件
- 维护 API 离子源室
- 维护 API 离子源接口
- 维护前级泵
- 维护空气过滤器

## 维护计划

表 10 列出了维护步骤及其建议频率。

表 10. 质谱仪维护步骤与频率

MS 组件	步骤	推荐频率	参考
API 离子源	冲洗（清洗）样品传输线、样品管和喷雾插件。	每日	第 52 页
	清洗 API 离子源室。		第 59 页
	清洗 APPI 风扇过滤器。	根据需要	<i>Ion Max NG 和 EASY-Max NG 离子源用户手册 (Ion Max NG and EASY-Max NG Ion Sources User Guide)</i>
	更换 APPI 灯。		
	更换 H-ESI 喷针插件。	金属针堵塞时	
更换 APCI 熔融石英管。	石英管堵塞时		
API 离子源接口	清洗离子吹扫挡锥和喷雾锥。	每日或更频繁，根据分析条件决定	第 59 页
	拆卸并清洗离子传输管。	每周或离子传输管管孔污染或堵塞时	
	更换离子传输管。	管孔腐蚀或堵塞时	
	清洗出口透镜或 RF 透镜。	根据需要进行清洗，清洗频率取决于分析条件	
	清洗 MP00 RF 透镜和透镜 L0。	根据需要进行清洗，清洗频率取决于分析条件	
	清洗四极杆 Q00	清洗锥透镜和管透镜期间	
前级泵（每个）	清除（净化）泵油并检漏。	每日	制造商提供的手册
	添加泵油。	根据需要，根据泵油油位添加	
	更换泵油。	进行常规分析时，每 12 个月更换一次，或者泵油浑浊或变色时更换	
冷却风扇	清洗空气过滤器。	每 4 个月	第 69 页

有关维护 LC 模块的说明，参阅仪器手册。

## 指南

为了获得最佳结果，执行本章中的步骤时遵循以下准则：

- 当处理内部组件时，始终佩戴不掉毛的无粉新手套。手套摘除后不得再次使用，因为其表面污染物会污染干净的部件。
- 始终将组件置于清洁、无尘的工作表面上。
- 必须的工具、附件和可更换部件置于身旁（适用时）。
- 切勿过度旋紧螺丝或用力过度。
- 有条理地执行维护。

### 重要信息

- 进行每步拆卸、清洗和重装操作之前，佩戴无尘无粉新手套。
- 当处理 API 离子源接口组件时，确保不会造成任何刮痕或表面磨损。如果刮痕靠近离子传输路径，即使刮痕很小也会影响其性能。避免使用金属钳等工具，这类工具可导致组件表面产生刮痕。

## 工具和附件

对质谱仪执行日常维护时，需要的工具非常少。许多组件可手动拆卸。表 11 列出了仪器维护时必需的化学品、工具和设备。（其中一个工具包含在 TSQ Source Installation Kit [TSQ 离子源安装套件] 中。）此外，用户可使用 PM Cleaning Kit（PM 清洁套件，P/N 70111-62112）中的工具。



### 注意事项 避免接触潜在有害物质。

法律规定化学品生产商和供应商必须以 Material Safety Data Sheets（化学品安全说明书，MSDSs）或 Safety Data Sheet（安全说明书，SDS）的形式为客户提供最新的健康和安全信息。MSDSs 和 SDSs 必须对实验室人员开放，可供他们随时查阅。这些说明书对化学品进行了描述并总结了特定化合物的有毒有害信息。也提供了正确处理化合物的方法、发生意外暴露时的急救方法以及溅出或泄漏时的补救措施。

阅读所使用的每一种化学品的 MSDS 或 SDS。根据标准安全程序存储和处理所有化学品。当使用溶液或腐蚀性物质时，务必佩戴保护手套和防护眼镜。也要根据 MSDS 或 SDS 的指导存储废液、使用适当的通风设施及处理所有实验室试剂。

表 11. 化学品、工具和设备

描述	部件号
<b>化学品</b>	
丙酮, LC/MS 级	Fisher Scientific™ AX0120-2
清洁剂 (如 Liquinox™)	(Liquinox) Fisher Scientific: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 50-821-299 (1 夸脱)</li> <li>• 50-821-298 (1 加仑)</li> </ul>
甲醇, UHPLC/MS 级	Fisher Scientific A458-1
氮气, 清洁干燥	–
水, UHPLC/MS 级	Fisher Scientific W8-1
<b>工具</b>	
离子传输管拆卸工具 <sup>a</sup>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• TSQ Endura MS</li> <li>• TSQ Quantiva MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>70111-20258</li> <li>70005-20972</li> </ul>
螺丝刀, Phillips #2 (M3)	–
(可选) 软牙刷 (或类似的工具)	–
(可选) 塑料镊子 (或类似的工具)	–
<b>设备</b>	
烧杯或量筒 (用于量取甲醇)	–
羊皮抛光棒	00725-01-00028
无尘、无粉手套	Fisher Scientific 19-120-2947 <sup>b</sup>  Unity Lab Services: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 23827-0008 (中号)</li> <li>• 23827-0009 (大号)</li> </ul>
无尘工业纸巾	–
放大设备	–
MICRO-MESH™ 抛光棒, 6000 目 (淡紫色), 长 2.25 in.	00725-01-00027
超声仪	–

<sup>a</sup> 提供在 TSQ Source Installation Kit (TSQ 离子源安装套件) 中

<sup>b</sup> 有多种规格。

## 维护 API 离子源室

仅 Thermo Fisher Scientific 维修工程师可维修 API 离子源室，用户维护仅限于必要时清洗离子源室。按照 *Ion Max NG* 和 *EASY-Max NG* 离子源用户手册 (*Ion Max NG and EASY-Max NG Ion Sources User Guide*) 中的安全防范措施安装和拆卸 API 离子源。有关任何其他维修信息，联系 Thermo Fisher Scientific 本地维修工程师。

**重要信息** 预防损坏：将小的开槽螺丝刀压在插件的弹片上以拆卸或安装 API 离子源的排放插件。

### ❖ 若要清洗 API 离子源室

1. 待 API 离子源冷却至室温后，将其从质谱仪上拆卸下来。
2. 佩戴适合的护眼装置和手套。
3. 在适合的通风橱中，使用 UHPLC/MS 级甲醇清洗离子源室内部。
4. 待离子源室干燥后，将其装回质谱仪。

## 维护 API 离子源接口

用户或维修工程师均可拆卸并维修 API 离子源接口，但是仅维修工程师可维修其他内部组件。

若要维护 API 离子源接口，按照以下步骤进行：

- 清洗离子吹扫挡锥、喷雾锥和离子传输管
- 拆卸 API 离子源接口
- 清洗 RF 透镜、出口透镜、MP00 RF 透镜和透镜 L0
- 重新安装 API 离子源接口

**注释** 继续进行下一步操作之前，阅读第 xiv 页上的“特殊注意事项、符号和警告”中的预防措施。

### 重要信息

- 铺上一层无尘纸以准备一块干净的工作区。
- 进行每步拆卸、清洗和重装操作之前，佩戴无尘无粉新手套。

## 清洗离子吹扫挡锥、喷雾锥和离子传输管

由于缓冲盐或高浓度样品可导致堵塞，因此，必须清洗离子传输管的管孔。如果离子传输管和 RF 透镜区域的压力（使用 Source Pressure [ 离子源压力 ] 计测量）明显下降至低于 1 Torr，离子传输管可能已堵塞。

**提示** 拆卸离子传输管时无需放空系统。


按照以下步骤进行操作：

1. 若要取下吹扫挡锥和离子传输管
2. 若要清洗喷雾锥和 O 形圈
3. 若要清洗离子传输管
4. 若要清洗离子吹扫挡锥

### ❖ 若要取下吹扫挡锥和离子传输管



**注意事项 热表面。** 喷雾插件和 API 离子源室的外表面与离子传输管入口处可能温度很高，从而导致烫伤。接触或拆卸已受热部件之前，务必先使其冷却至室温（约需 20 分钟）后再碰触。

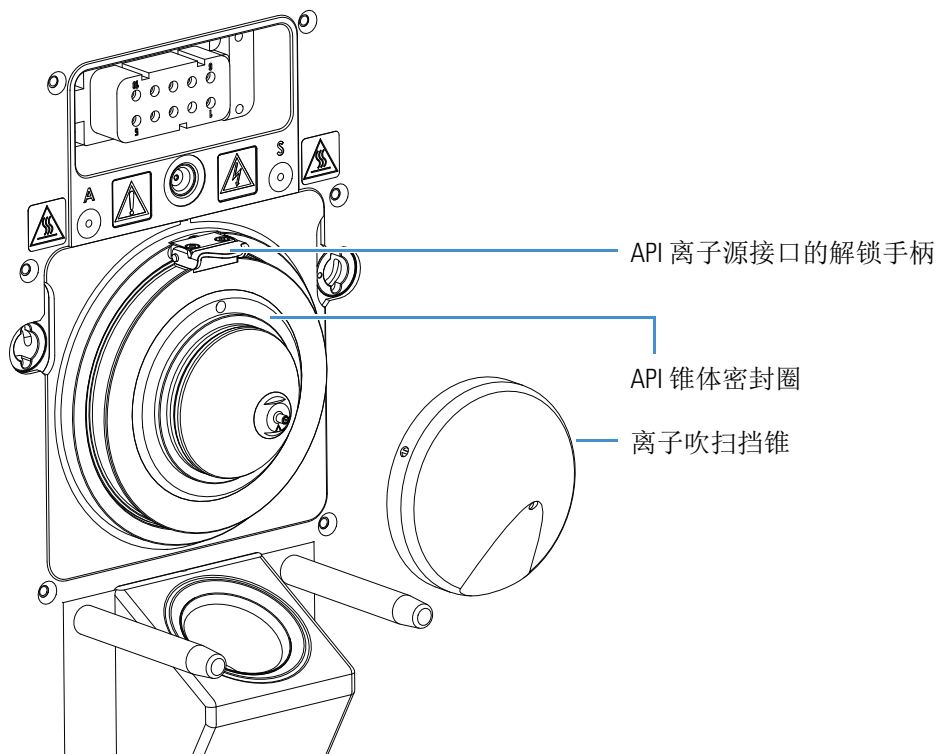
1. 关闭通往 API 离子源的液流。
2. 在 Tune（调谐）应用程序中，将质谱仪置于 **Standby（待机）** 模式，。
3. 在 Ion Source（离子源）窗格中，将 Ion Transfer Tube Temperature（离子传输管温度）和 Vaporizer Temperature（雾化器温度）设置为 **50 °C** 或以下，并观察读回的温度。
4. 待离子源冷却至室温后，将其拆卸下来。
5. 抓住离子吹扫挡锥外缘并将其拉下，取下离子挡锥（图 31）。



### 注意事项

- 确保未意外抬起 API 离子源接口顶部的解锁手柄，否则会放空质谱仪。
- 为了避免污染离子传输管，切勿接触其暴露的入口。

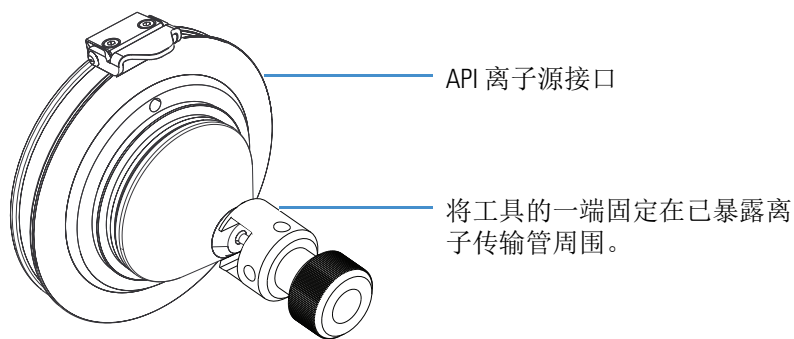
图 31. 将离子吹扫挡锥从 MS 安装组件上拆卸下来



6. 将自定义拆卸工具的平头部分与离子传输管已暴露尖端的平头部分对齐，然后执行下列操作之一：

- (TSQ Endura MS) 逆时针旋转工具 (图 32)。当传输管无喷雾锥时，使用拆卸工具上的钩子 (平头部分) 将传输管缓慢拉出 API 离子源接口。

图 32. 离子传输管拆卸工具 (TSQ Endura MS)

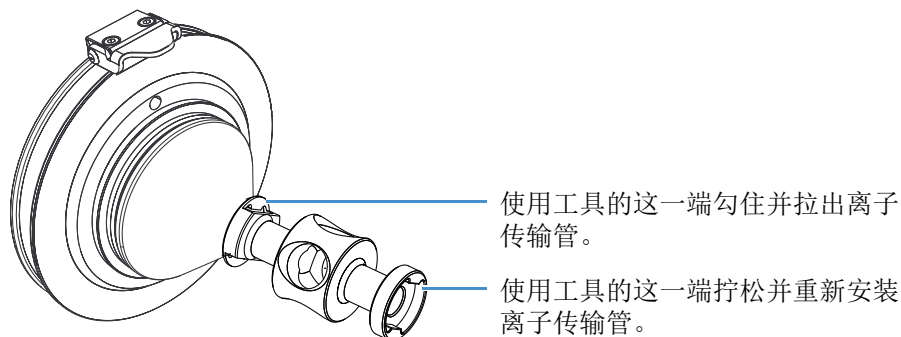


– 或 –

- (TSQ Quantiva MS) 用自定义拆卸工具的适合端拧松离子传输管 (图 33)，然后使用该工具另一端将离子传输管从 API 离子源接口上取下来。

**提示** 如有必要，将六角扳手插入边孔进行杠杆作用。

图 33. 离子传输管拆卸工具 (TSQ Quantiva MS)

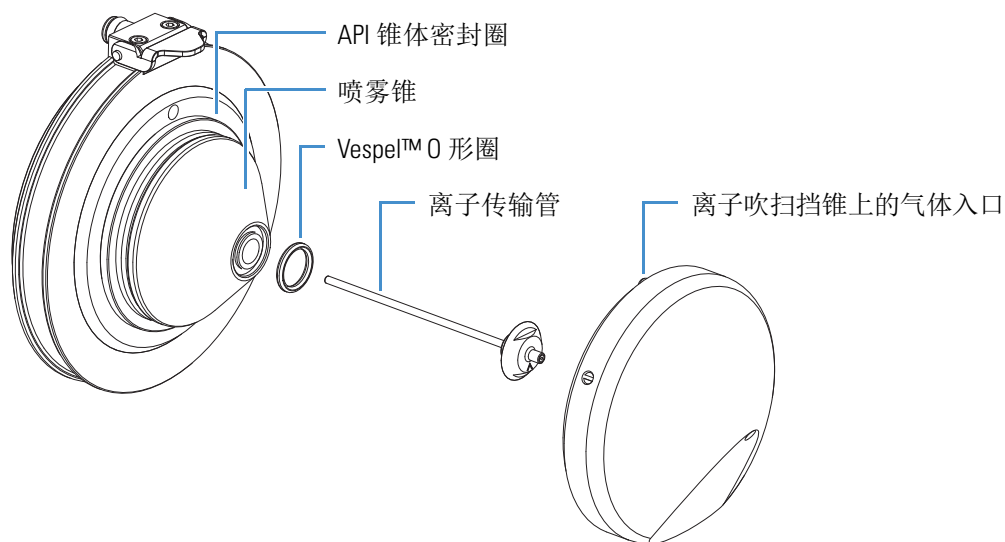


#### ❖ 若要清洗喷雾锥和 O 形圈

**注释** TSQ Quantiva MS 离子传输管的后方无 O 形圈。

1. 将无尘纸或羊皮抛光棒浸润在 50:50 的甲醇 / 水溶液中，然后清洗喷雾锥的外表面。
2. (TSQ Endura MS) 拆卸并检查位于离子传输管入口端下面喷雾锥内的 O 形圈 (图 34)。

图 34. 喷雾锥、O 形圈、离子传输管和离子吹扫挡锥 (TSQ Endura MS)



3. (TSQ Endura MS) 使用甲醇清洗 O 形圈，必要时将其更换。
4. 使用放大设备检查组件是否存在残留线头或颗粒物。

**注释** 检查内表面及边缘以确认不在线头或颗粒物。使用塑料镊子或类似的工具去除线头或颗粒物。

5. (TSQ Endura MS) 将 O 形圈重新装入喷雾锥中。



### ❖ 若要清洗离子传输管

**重要信息** 始终使用 UHPLC/MS 级甲醇和水。

1. 若存在严重污染，按照以下步骤进行。否则，从步骤 2 开始。
  - a. 将组件置于 10% Liquinox 水溶液中超声过夜。
  - b. 用水冲洗组件，然后用急流水冲洗孔口 2 分钟。
  - c. 将组件置于水中超声 30 分钟。
2. 将组件置于含 20% 甲酸的 50:50 甲醇 / 水溶液中超声 30 分钟。
3. 用水彻底冲洗组件。
4. 将组件置于去离子水中超声 15 分钟。
5. 用甲醇冲洗组件。
6. 将组件置于甲醇中超声 15 分钟。
7. 用氮气吹扫组件直到干燥。

若离子传输管管孔腐蚀或堵塞，则需更换离子传输管。



**注意事项** 当重新将离子传输管安装至加热器模块上时，采取以下预防措施：

- 佩戴无尘无粉新手套。
- 确认所有部件是否已正确对齐，以防止离子传输管上的螺纹损坏。
- 注意不要折弯离子传输管。插入时旋转该管。

### ❖ 若要清洗离子吹扫挡锥

1. 将无尘纸或羊皮抛光棒浸润在 50:50 甲醇 / 水溶液中，然后清洗离子吹扫挡锥两侧。
2. 将组件置于 50:50 甲醇 / 水溶液或 1% Liquinox 水溶液中超声 10 分钟。
3. 用水彻底冲洗组件。
4. 将组件置于水中超声 10 分钟。
5. 将组件置于甲醇中超声 10 分钟。
6. 用甲醇冲洗组件。
7. 用氮气吹干组件，确保所有溶剂已挥发。
8. 使用放大设备检查组件是否存在残留线头或颗粒物。

清洗并重新安装这些组件后，将质谱仪的电子维修开关置于 Operating Mode（运行模式，向上）位置，以打开非真空系统电压。

**提示** 若已疏通离子传输管中的堵塞，检查 Source Pressure（离子源压力）读数是否已升高至正常值（TSQ Endura MS 低于 2 Torr，TSQ Quantiva MS 低于 4.5 Torr）。若该方法未能清除堵塞，则需更换离子传输管。

## 拆卸 API 离子源接口

### ❖ 若要拆卸 API 离子源接口



**注意事项** 为了避免触电，继续进行该项操作之前，确保按照第 43 页上的“完全关闭质谱仪”中的说明进行。

1. 关闭并放空系统，使其冷却至室温。  
放空质谱仪需要几分钟。



**注意事项 热表面。** 在接触或维修已受热组件之前，使其先冷却至室温（大约需 20 分钟）。

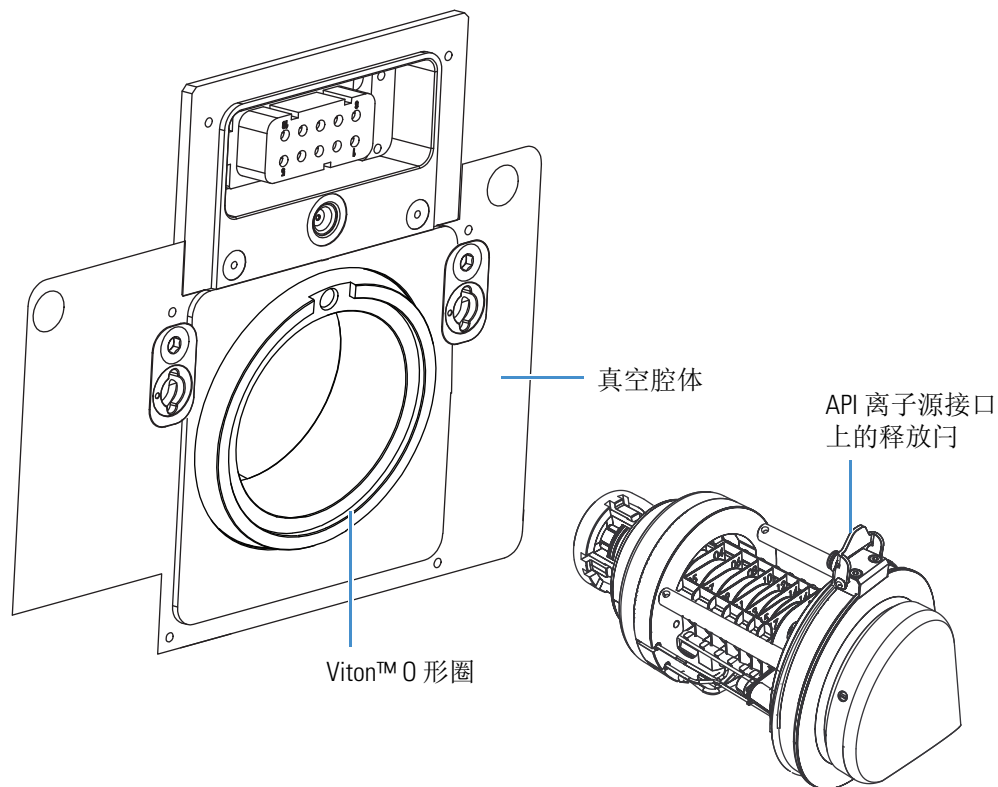
2. 从电源插座上拔下质谱仪的电源线。



**注意事项** 当电源线另一端还插在电源插座上时，切勿断开质谱仪的电源线。

3. 移除 API 离子源室。
4. 抬起释放闩，用手指抓住 API 离子源接口，小心将其拉出真空腔体（图 35）。

图 35. 将 API 离子源接口从真空腔体中拆卸下来 (TSQ Endura MS)



## 清洗 RF 透镜、出口透镜、MP00 RF 透镜和透镜 L0

化学品可能会积聚在 RF 透镜、出口透镜、MP00 RF 透镜和透镜 L0 的表面。但是，使用 RF 透镜时可产生 RF 电场，从而尽可能降低了这些污染物的不利影响。透镜所需的清洗频率低于离子吹扫挡锥和离子传输管。透镜的清洗频率取决于所分析化合物的类型和量。清洗这些透镜之前，将其从 API 离子源接口机架上拆卸下来。拆卸或安装这些组件时无需工具。

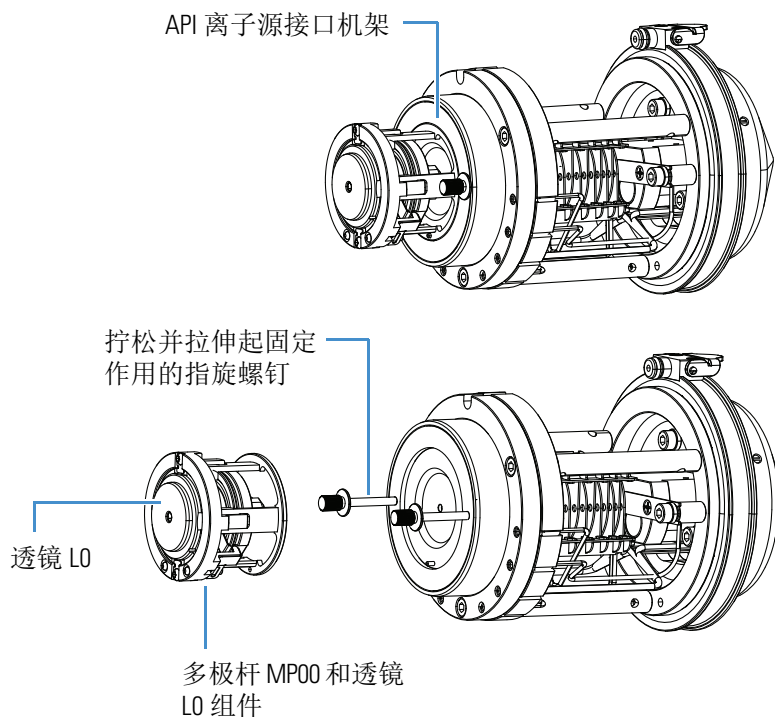
若要清洗 RF 透镜、出口透镜、MP00 RF 透镜和透镜 L0，按照以下步骤进行：

1. 若要拆卸 RF 透镜、出口透镜、MP00 RF 透镜和透镜 L0
2. 若要清洗 RF 透镜、出口透镜、MP00 RF 透镜和透镜 L0
3. 若要重新安装 RF 透镜、出口透镜、多极杆 MP00 和透镜 L0
4. 若要重新安装 API 离子源接口

## ❖ 若要拆卸 RF 透镜、出口透镜、MP00 RF 透镜和透镜 L0

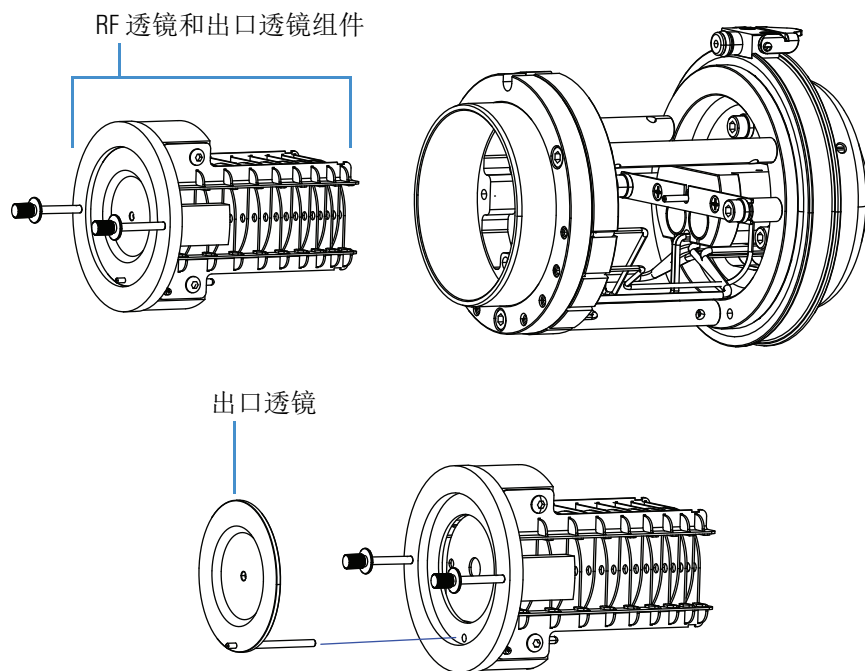
1. 拆卸 API 离子源接口（参阅第 64 页）。
2. 佩戴无尘无粉的干净手套，拧松并拉伸两个固定的指旋螺钉，这些螺钉用于将 RF 透镜、出口透镜、MP00 多极杆和 L0 透镜固定在机架上。
3. 将多极杆 MP00 和透镜 L0 组件从 API 离子源接口机架上拉出。参阅图 36。将组件置于清洁无尘的表面上。

图 36. 拆卸多极杆 MP00 和透镜 L0 组件



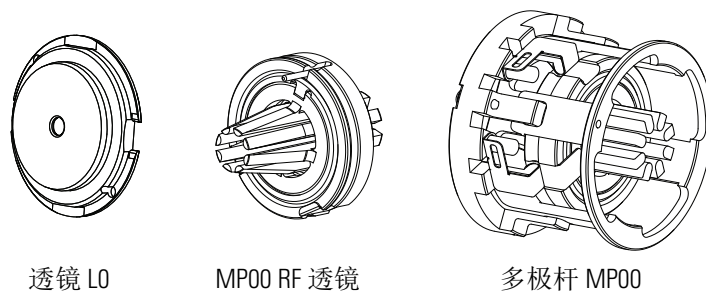
4. 抓住两个固定指旋螺钉并小心的 RF 透镜（图 37）和出口透镜从 API 离子源接口机架中直接拉出。
5. 将出口透镜从 RF 透镜上取下来。将其置于干净的表面上。

图 37. 拆卸 RF 透镜和出口透镜 (TSQ Endura MS)



6. 将多极杆 MP00 和透镜 L0 从 MP00-L0 安装机架上推出，将其拆卸下来。将其置于干净表面上。

图 38. 将透镜 L0 和多极杆 MP00 从 MP00-L0 安装机架上取下来



**❖ 若要清洗 RF 透镜、出口透镜、MP00 RF 透镜和透镜 L0**

**注意事项** 切勿使用具有磨蚀性、酸性或腐蚀性的物质，或本章中未提及的洗涤剂清洗透镜。

**重要信息** 始终使用 UHPLC/MS 级甲醇和水。

1. 使用放大设备，检查组件是否存在线头、颗粒物、样品累积或覆盖层。
2. 将组件置于 50:50 甲醇 / 水溶液或 1% Liquinox 水溶液中超声 10 分钟。
3. 若没有超声设备，按照以下步骤进行：
  - 若要清洗 RF 透镜，使用羊皮抛光棒以 1% Liquinox 水溶液进行清洗。若要清洗该抛光棒无法触及的区域，使用 6000 目 MICRO-MESH 抛光棒进行清洗。
  - 若要清洗出口透镜，使用软牙刷以 1% Liquinox 水溶液进行清洗。
4. 对于出口透镜、MP00 RF 透镜和透镜 L0，使用 6000 目 MICRO-MESH 抛光棒清洗孔口。
5. 用水彻底冲洗各组件。
6. 将组件置于水中超声 10 分钟。
7. 将组件置于甲醇中超声 10 分钟。
8. 用甲醇冲洗各组件。
9. 用氮气吹干组件，确保溶剂已挥发。
10. 使用放大设备，检查组件是否存在残留线头或颗粒物。

**注释** 检查孔以确认孔口处无线头或颗粒物。使用塑料镊子或类似的工具去除线头或颗粒物。

**❖ 若要重新安装 RF 透镜、出口透镜、多极杆 MP00 和透镜 L0**

1. 将出口透镜安装在 RF 透镜上，然后将 RF 透镜重新插入 API 离子源接口机架上（图 37）。
2. 重新组装多极杆 MP00 和透镜 L0 组件。
3. 将 MP00-L0 组件安装至 API 离子源接口机架上，然后安装透镜 L0（图 36）。

## 重新安装 API 离子源接口

### ❖ 若要重新安装 API 离子源接口

1. 通过顶部的释放闩定位 API 离子源接口（图 35）。
2. 小心将 API 离子源接口插入真空腔体上。
3. 重新安装 API 离子源室。
4. 按照完全关机后启动系统中介绍的步骤启动系统。

## 维护前级泵

维护前级泵要求检查、添加、净化和更换泵油。有关说明，参阅制造商提供的手册。

经常检查前级泵泵油。新油呈半透明浅琥珀色。正常操作时，油位必须始终介于 MIN 和 MAX 的油位指示标记之间。如果油位低于 MIN 标记，应添加油。如果油浑浊或变色，必须净化油以排除已污染的溶解溶剂。如果泵油仍然变色，则需进行更换。计划每操作 10 000 个小时（或大约每 12–13 个月）后更换泵油。



**注意事项** 若要尽可能降低真空系统中油污染的风险，确保放空系统至大气压时气镇阀已关闭。

## 维护空气过滤器

每四个月清洗一次质谱仪背面的空气过滤器，受污染后可清洗更频繁。

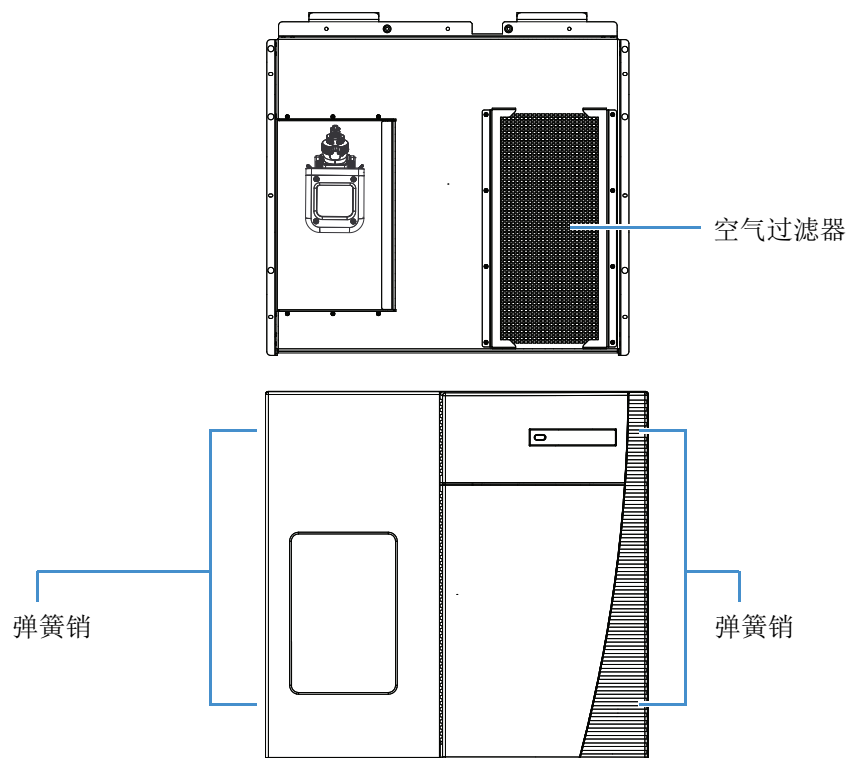
**注释** 移除质谱仪前盖时无需拆卸 API 离子源。

### ❖ 若要清洗空气过滤器

1. 拆卸空气过滤器，操作如下：
  - a. 根据下列步骤取下质谱仪前盖：
    - i. 断开连接至 API 离子源的管线。
    - ii. 按下前盖两侧四个弹簧销。
    - iii. 以某个角度拉出前盖，以清洗 API 离子源。

b. 从过滤器托架上取下过滤器（图 39）。

图 39. 移除前盖后，空气过滤器在质谱仪中的位置



2. 使用肥皂水溶液清洗空气过滤器。
3. 用自来水冲洗过滤器，然后晾干。
4. 重新安装空气过滤器和前盖。
5. 重新连接管线。



## 诊断和 PCB 以及组件更换

TSQ Endura 和 TSQ Quantiva 系统诊断可测试很多仪器组件。例如，诊断系统可以帮助用户找到仪器电子系统的问题所在。更换出现故障的 PCB 或组件通常可以纠正问题。更换之后，再次运行诊断测试，确认仪器是否正常运行。

### 目录

- 运行系统诊断
- 更换保险丝、PCB 和电源

## 运行系统诊断

系统诊断测试质谱仪内的主要电路，并指出电路是否通过测试。

系统诊断无法诊断非电气问题。例如，它无法诊断由于没对准或被污染的部件，或不正确的调谐导致的灵敏度较低。因此，运行诊断的人员必须熟悉系统操作、基本硬件理论以及诊断细节。

一般，只有 Thermo Fisher Scientific 现场维修工程师可运行诊断测试，因为某些测试会覆盖系统参数。但是，致电服务工程师要求运行诊断之前，必须考虑下列问题：

- 系统是否在运行样品时出现故障？
- 问题是否在对仪器、数据系统或外围设备执行维护后发生？
- 在问题发生前不久，是否更改了系统、电缆或外围设备的配置？

如果上面第一个问题的答案是肯定的，则很可能是硬件故障，适合运行诊断。

如果上面最后两个问题之一的答案是肯定的，则可能是机械问题，而不是电子系统问题。致电维修工程师之前，再次检查准直、配置和电缆连接是否正确。仔细记录问题的性质和所采取的纠正步骤。如果无法成功纠正问题，可以发送电子邮件给现场维修工程师。现场服务部门针对用户问题进行初步评估，然后再指派工程师前往现场。

**注释** 诊断工具的某个部分主要针对整个质谱仪的指定功能。一般，这些系统评估工具不包括测试通过与否的标准，也不包括性能打分。但是，它们提供供维修工程师解析的数据。由于系统评估检查了复杂的相互作用，维修工程师将使用数据及其他工具与测试相结合的方式进行的诊断。

❖ 若要运行诊断

**注释** 某些诊断测试需要用户注入校正溶液。



1. 打开 Tune（调谐）窗口。
2. 点击 **Diagnostics（诊断）** 图标（左下角），打开 Diagnostics（诊断）窗格。
3. 选择要运行的诊断，然后点击 **Start（开始）**。

数据系统在 Tune（调谐）窗口中显示诊断状态。

## 更换保险丝、PCB 和电源

当电流过载时，保险丝熔断变成开路以保护各条电路。在质谱仪上，保险丝断开表示电路板或电子模块失效，必须由维修工程师更换这些部件。

控制质谱仪运行的电子组件分布在质谱仪主机和嵌入式计算机内，以及真空腔体上或周围的各种 PCB 和其他模块中。



**注意事项** 要求由 **Thermo Fisher Scientific 进行维修**。各个电子组件排列紧密，以最小化仪器的尺寸，因此，只有维修工程师可更换电气组件（即保险丝、PCB、电源等）。

## 可更换部件

本章提供了 TSQ Endura 和 TSQ Quantiva MS 的套件部件号。

**注释** 除 TSQ 化学品套件外，用户将收到已订购系统中列出的所有套件。化学品套件将作为预安装套件的一部分单独送达。

### 目录

- 化学品套件
- 校正套件
- MS 安装套件
- 性能指标套件
- 单机械泵套件
- 双机械泵套件
- TSQ 离子源安装套件
- API 离子源接口
- 其他部件

## 化学品套件

化学品套件 .....	80100-62006
聚酪氨酸 1-3-6 标准、固体 (CS Bio Company Inc., CS0272S) ...	00301-22925
利血平溶液套件 .....	80100-62033
LCMS 性能测试套件 .....	HAZMAT-01-00044

## 校正套件

校正套件 .....	80000-62013
离子源 LC 连接套件 (表 12) .....	80000-62057
注射器, 气密, 500 µL .....	00301-19016
注射器转接头套件 (表 13) .....	70005-62011

**表 12.** 离子源 LC 连接套件 (P/N 80000-62057)

条目	部件号
手拧接头, 两件式, 单翼, 10-32 (Upchurch Scientific™ F-200, 2 个)	00101-18195
接地两通, 零死体积 (ZDV), 不锈钢, 孔口为 1/16 in., 通孔为 0.010 in. (0.25 mm), 10-32 (Upchurch Scientific U-435)	00101-18182
管线, 天然 PEEK, 1/16 in. OD, 0.0025 in. ID, 长 28 cm (11 in.)	80000-22032
管线, 红色 PEEK, 1/16 in. OD, 0.005 in. ID, 长 18 cm (7.1 in.) (2 根)	80000-22053

**表 13.** 注射器转接头套件 (P/N 70005-62011)

条目	部件号
手拧套圈, 天然 PEEK (Upchurch Scientific F-142, 2 个)	00101-18196
手拧接头, 一件式, 天然 PEEK, 10-32 (Upchurch Scientific F-120, 16 个)	00109-99-00016
手拧接头, 两件式, 天然 PEEK, 双翼, 10-32 (Upchurch Scientific F-300, 2 个)	00101-18081
管线, 红色 PEEK, 1/16 in. OD, 0.005 in. ID, 长 0.6 m (2 ft) (Upchurch Scientific 1535XL)	00301-22912
管线, Teflon FEP, 1/16 in. OD, 0.030 in. ID, 长 3 m (1.2 in.) (Upchurch Scientific 1522)	00301-22915
HPLC 两通, 黑色 PEEK, 10-32, 通孔为 0.01 in. (Upchurch Scientific P-742)	00101-18202

## MS 安装套件

MS 安装套件.....	80100-62003
带 O 型圈的废液管转接头.....	70111-20971
连接器插头, MINI-COMBICON™, 8 引脚, 长 26.67 mm (1.05 in.), 额定值为 160 V、8 A (触点闭合, 2 个).....	00004-21512
Nalgene™ 溶剂瓶, 4 L 厚壁; 填充 / 通气多通盖.....	80100-20265
5e 类屏蔽以太网通信电缆, 长 2.1 m (7 ft) (2 根).....	00302-99-00036
以太网电源 (额定电压为 100–240 Vac、50/60 Hz、输入 0.6/0.3 A; 输出 18 W、12 Vdc、1.5 A).....	00012-01-00039
以太网交换机, 5 端口 Gigabit.....	00825-01-00111
套圈, 黄铜材质, 前部, 1/4 in. ID (2 个).....	00101-10000
套圈, 黄铜材质, 前部, 1/8 in. ID (2 个).....	00101-08500
套圈, 黄铜材质, 背部, 1/4 in. ID (2 个).....	00101-04000
套圈, 黄铜材质, 背部, 1/8 in. ID (2 个).....	00101-02500
Swagelok™ 型螺母, 黄铜材质, 1/4 in. ID (2 个).....	00101-12500
Swagelok 型螺母, 黄铜材质, 1/8 in. ID (2 个).....	00101-15500
预清洁的铜管, 1/8 in. OD, 厚 0.030 in., 长 4.6 m (15 ft) (用于 UHP 氩气和氮气).....	00301-22701
管线, Teflon PFA, 1/4 in. (6.35 mm) OD, 厚 0.062 in. (1.57 mm), 长 4.6 m (15 ft) (用于 HP 氮气) ..	00101-50100
Tygon™ 管, 1-3/8 in. OD, 1 in. ID, 3 m (10 ft) (用作排放 / 废液管).....	00301-01-00020

## 性能指标套件

性能指标套件.....	80100-62008
HPLC 色谱柱, 20 × 2.1 mm ID, Hypersil GOLD AQ™ C18, 粒径为 1.9 μm.....	00109-01-00013
手拧接头, 一件式, 天然 PEEK, 10-32 (Upchurch Scientific F-120, 10 个).....	00109-99-00016
针端口, PEEK (Rheodyne 9013).....	00110-22030
样品定量环, 2 μL, PEEK.....	00110-16012
注射器, 气密, 500 μL.....	00301-19016
管线, 红色 PEEK, 1/16 in. OD, 0.005 in. ID, 长 3 m (10 ft) (Upchurch Scientific 1535XL).....	00301-22912
T 型三通, HPLC, PEEK, 孔口为 1/16 in., 通孔为 0.020 in. (0.5 mm), 10-32 (与手拧接头一起提供) (Upchurch Scientific P-727).....	00101-18204

## 单机械泵套件

单机械泵套件 .....	80100-62004
前级泵, Oerlikon Leybold Vacuum™, SOGEVAC™ SV 65 BI, 单相 230 Vac, 50/60 Hz .....	00108-01-00032
前级泵油托盘, 不锈钢, 多向滑轮 .....	00201-99-00549
附件单机械泵套件 (表 14) .....	80100-62015

**表 14.** 附件单机械泵套件 (P/N 80100-62015)

条目	部件号
90 度弯管安装套件 (2 个, 表 15)	97055-62036S
继电器控制电缆, 单泵, 长 2.4 m (8 ft) (已预组装)	80000-63139
单泵真空管组件, KF40, 长 2.4 m (8 ft) (已预组装)	80000-60229
管线, Tygon, 3/4 in. (19.1 mm) OD, 0.5 in. (12.7 mm) ID, 长 3 m (10 ft)	00301-22920

**表 15.** 90 度弯管安装套件 (P/N 97055-62036S)

条目	部件号
带 O 形圈的定心环, 丁腈橡胶和铝制, NW40	00108-02-00005
弯管, 铝制, NW40, 90 度	00108-02-00010
旋转式夹紧器, 铝制, NW32/40	00108-02-00004

## 双机械泵套件

双机械泵套件 .....	80100-62013
前级泵, Oerlikon Leybold Vacuum, SOGEVAC SV 65 BI, 单相 230 Vac, 50/60 Hz (2 个) .....	00108-01-00032
前级泵油托盘, 不锈钢, 多向滑轮 (2 个) .....	00201-99-00549
附件双机械泵套件 (表 16) .....	80100-62016

**表 16.** 附件双机械泵套件 (P/N 80100-62016)

条目	部件号
90 度弯管安装套件 (3 个, 表 15)	97055-62036S
双继电器控制电缆, 长 2.4 m (8 ft) (已预组装)	80100-63146
双泵真空管组件 (已预组装)	80100-60049
倒钩式尼龙材质接头三通, 用于 0.5 in. (12.7 mm) ID 管道	00103-01-00012
管线, Tygon, 3/4 in. (19.1 mm) OD, 0.5 in. (12.7 mm) ID, 长 6 m (20 ft)	00301-22920

## TSQ 离子源安装套件

### TSQ 离子源安装套件

离子传输管移除工具, TSQ Endura .....	70111-20258
离子传输管移除工具, TSQ Quantiva.....	70005-20972
L0 透镜移除工具 .....	70005-20900
Viper™ 毛细管套件 (5 个) .....	00109-99-00068

## API 离子源接口

### TSQ Endura MS

#### API 离子源接口组件

出口透镜 .....	80100-20070
离子吹扫挡锥 .....	80000-20895
离子传输管 .....	70005-20606
透镜 L0 .....	80100-20548
O 形圈, Vespel, 石墨, 0.325 in. ID, 厚 0.046 in. (位于离子传输管下方) .....	97055-20442
SRIG 透镜堆叠 (S-透镜) .....	80000-60136

### TSQ Quantiva MS

#### API 离子源接口组件

出口透镜 .....	80100-20070
离子吹扫挡锥 .....	80100-20646
离子传输管 (垂直孔) .....	80100-20641
透镜 L0 .....	80100-20548
SRIG 透镜堆叠 (离子漏斗) .....	80100-60036

## 其他部件

### 切换 / 进样阀和注射泵组件

切换 / 进样阀, Rheodyne MX 系列 II .....	00109-99-00046
支架, 切换阀和注射泵 .....	80000-60363
注射泵, Chemyx Fusion 100T .....	00109-99-00045

### 空气过滤器

空气过滤器, 金属网 .....	80000-10355
------------------	-------------

### 前级泵附件

内部除雾器 (排气) 过滤器 .....	00108-01-00041
润滑油, 1 L .....	HAZMAT-01-00063

**电源线  
质谱仪**

北美地区：NEMA 6-15 插头，额定值为 250 Vac、15 A， 长 2.5 m (8 ft) .....	96000-98035
国际：CEE (3-极) 插头，额定值为 250 Vac、16 A， 长 2.5 m (8 ft) .....	80000-63188

**前级泵**

北美地区：NEMA 6-15 插头，额定值为 250 Vac、15 A， 长 2.5 m (8 ft) .....	随前级泵提供
国际：CEE (3-极) 插头，额定值为 250 Vac、16 A， 长 2.5 m (8 ft) .....	80000-63186

**样品定量环**

2 $\mu$ L, Peek .....	00110-16012
-----------------------	-------------



# 术语表

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

## A

**API 离子传输管** 离子传输管的组件有助于 ESI、APCI 或 NSI 喷嘴产生的离子去溶剂化。

**API 离子传输管补偿电压** 施加至离子传输管的 DC 电压。为正离子施加正电压，为负离子施加负电压。

**API 离子源** 液相色谱仪 (LC) 和质谱仪 (MS) 之间的样品接口。

**API 堆栈** 由处于真空下的 API 离子源组件组成，包括离子喷雾锥、离子传输管、出口透镜和离子传输管底座。

**大气压化学电离 (APCI)** 在大气压下操作的离子源内的一种软电离技术。电晕放电产生的电子通过电离流动相蒸汽分子启动该过程。反应气通过一系列复杂化学反应，有效形成分析物的正负离子。

**大气压电离 (API)** 使用大气压化学电离 (APCI)、加热电喷雾电离 (H-ESI) 或纳喷雾电离 (NSI) 在大气压下执行的一种电离技术。

**大气压光电离 (APPI)** 分子与光源的光子相互作用形成离子的一种软电离技术。

**辅助气** 当样品溶液离开 ESI 或 APCI (可选) 喷雾插件时，帮助鞘气 (同轴内气体) 分散或蒸发样品溶液的同轴外气体 (氮气)。

## C

**棒状图数据** 棒状图数据以两个参数表示质谱峰：质心 (质量数的加权中心) 和强度。数据以条形图的形式显示。归一化峰面积提供了质量数强度数据。

**电荷数** 表示一个分子 (或加合离子) 所具有的质子数 (位于原子核中) 和电子数之间的不平衡。若该物质具有的质子数比电子数多，其电荷数为正。若该物质具有的电子数比质子数多，其电荷数为负。

**碰撞能量** 离子与碰撞气体碰撞时消耗的能量。

**碰撞气体** 用来碰撞离子的中性气体。

**碰撞诱导解离 (CID)** 在这种裂解方法中，离子被加速到高能，然后与中性气体分子碰撞，例如氦气或氮气。该碰撞打断化学键，并将离子裂解为更小的碎片。

**触点闭合连接** 该电缆连接外围设备与质谱仪触点闭合引脚 (Start In [启动输入] 和 Ground [接地])。外部设备将触点闭合 (启动) 信号发送至质谱仪。

**转换打拿级** 一种高度抛光的金属表面，将质量分析器中的离子转换为次级粒子，然后进入电子倍增器。

## D

**切换 / 进样阀** 质谱仪上的该阀门可以配置为切换阀或定量环进样口。

## E

**电子倍增器** 该设备通过电子的二次发射放大电流。电子倍增器可以含离散打拿极或连续打拿极。

**电喷雾电离 (ESI)** 该电离技术为一种大气压电离技术，是目前最软的电离方式，可以将溶液中的离子转换为气相离子。

## F

**流速，注射泵状态** 根据当前实验方法中的定义，当前样品的注射泵进样流速单位为毫升每分钟 (mL/min) 或者微升每分钟 ( $\mu\text{L}/\text{min}$ )。

**前级泵** 用于抽空前级管路的泵。旋转叶片式真空泵为前级泵的一种。也可以指初级泵、机械泵、旋转叶片泵、低真空泵或真空泵。

**裂解离子** 离子碎片的带电裂解产物。这类离子可进一步裂解为分子量更低的其他带电分子或原子。

**全扫描类型** 提供指定质量数范围的完整质谱图。

## H

**加热电喷雾 (H-ESI)** 该技术采用电喷雾电离 (ESI) 与加热辅助气相结合的方法，将溶液中的离子转换成气相中的离子。

## I

**镜像电流检测** 通过一个或多个电容板（外部电极）诱导的电荷（电流）检测离子行为的一种技术。

**离子检测系统** 该系统是一种高灵敏度的离轴离子检测系统。其可产生高信噪比 (S/N)，并允许在正离子和负离子操作模式之间切换电压极性。离子检测系统包括两个  $\pm 12\text{ kVdc}$  转换打拿极和一个独立的打拿极电子倍增器。

**离子分离** 其为四极杆 Q1 质量分析中的一步，除目标离子外，质量分析器喷射出所有其他离子。

**离子分离波形电压** 施加至线性离子阱上的波形电压，除 SIM 离子或母离子外，线性离子阱喷射出所有其他离子。

**离子光学组件** 用于从 API 离子源到质量分析器的离子聚焦和传输。

**离子极性模式** 质谱仪可以在以下两种离子极性模式中的任意一种下运行：正离子或负离子。

**离子吹扫挡锥** 一个可拆卸的锥形金属盖，固定在 API 离子传输管顶部，用作保护传输管入口的物理屏障。

## L

**透镜** 中心带圆孔的金属盘，可允许离子束穿过。

## M

**质量分析** 该过程根据离子的质荷比 ( $m/z$ ) 分离各种离子，形成质谱图。

**质量分析器** 该设备通过其中一种技术测定离子质荷比 ( $m/z$ )。

**质量分析器 DC 补偿电压** 施加至质量分析器上的 DC 电压，用于从离子光学组件中捕获离子。该电压随离子进入质量分析器时界定其平移动能。对于质量检测器，正离子的质量分析器 DC 补偿电压为  $-10\text{ Vdc}$ ，负离子的为  $+10\text{ Vdc}$ 。

**质谱仪** 用于电离样品分子，然后根据质荷比 ( $m/z$ ) 分离离子的仪器。得到的质谱图为用于分子识别的特征分布图。

**质谱图** 离子丰度测量值 vs. 质荷比的图示（绘图）。质谱图是用于识别分子和确定样品化学组成的特征分布图。

**质荷比 ( $m/z$ )** 该缩写表示离子质量数（单位 Da）除以离子电荷数的量值。例如，对于离子  $C_7H_7^{2+}$ ， $m/z = 45.5$ 。

**分子离子** 分子中去掉（正离子）或者加合（负离子）一个或多个电子后形成的离子，不包括分子裂解。

**多极杆** 通常由四、六或八根对称平行的圆柱形杆组成，用作离子传输设备。在各杆上施加一个 RF 电压和 DC 补偿电压，创建一个沿多极杆轴有效传输离子的静电场。

**多极杆 DC 补偿电压** 施加至多极杆组件上的 DC 电压。多极杆 DC 补偿电压有助于界定组件内离子的平移动能。

**多极杆 RF 电压** 施加至多极杆上的 RF 电压大小。

## N

**纳升电喷雾电离 (nanoESI 或 NSI)** 一种电喷雾电离 (ESI) 技术，适用于流速为 1–20 nL/min（用于静态纳升电喷雾）或 100–1000 nL/min（用于动态纳升电喷雾，也称 nanoESI nanoLC 梯度分离）的样品和溶剂。

**中性丢失质量数** 在中性丢失实验中，母离子丢失的中性粒子质量数。

**中性丢失扫描模式** 连接 MS 和 MS/MS 扫描的一种扫描模式，以在相同宽度的扫描范围内按相同速率进行扫描。但是，其各自的质量数范围由一个所选质量数进行补偿。MS/MS 扫描的质量数低于 MS 扫描的质量数，其差值为所选质量数。

## P

**峰阈值** 记录某一信号所需的每个取样间隔的最低强度值。

**峰宽** 选定峰高时峰的宽度，单位为分钟或质量数。通常将峰高指定为最大峰高的百分比。

**半峰宽** 最大峰高一半时的峰宽，常缩写为 FWHM。

**母离子** 可以裂解形成碎片离子的带电分子。这些碎片可以是带电离子或中性粒子。母离子可以是分子离子或分子离子的带电碎片。

**母离子质量数** 母离子的质荷比。目标母离子峰的中心位置，单位为质荷比 ( $m/z$ )。

**子离子** 母离子裂解得到的带电碎片。

**子离子质量数** 子离子的质荷比。目标子离子峰的中心位置，单位为质荷比 ( $m/z$ )。

**轮廓图数据** 以点对点绘图的方式表示质谱图的数据，每个点具有相应的强度值。

## Q

**定性分析** 确定某个物质组分的化学分析。

**定量分析** 确定样品中某个特定物质的量或者浓度的化学分析。

## R

**保留时间 (RT)** 进样后某个化合物的洗脱时间。该时间为化合物保留在色谱柱中的总时间。

**RF 透镜** 杆上只施加射频 (RF) 电压的多极杆组件。在这类设备中，几乎所有离子都具有稳定的轨道并穿过此组件。

**RF 电压 (线性离子阱)** 施加在多极杆四极杆组件上的频率恒定和幅度可变的 AC 电压。由于该 AC 电压的频率处于射频 (RF) 范围内，因此称为 RF 电压。

## S

**扫描** 包含一个或多个微扫描。每次微扫描为一次质量分析（离子进样和存储 / 扫描），然后进行离子检测。微扫描进行加合后，其扫描数据被发送到数据系统进行显示和 / 或储存。质量分析器多极杆上 RF 和 DC 电压振幅的梯度变化将特定扫描范围内的离子按照从最低质量数到最高质量数的顺序进行传输。

**选择离子监测（SIM）扫描类型** 在该扫描类型中，质谱仪采集并记录一定质荷比范围内的离子分离后的离子流。

**选择反应监测（SRM）扫描类型** SRM 扫描是一种二级质量分析，用于监测一种特殊反应或一系列反应，例如某个离子的裂解，或中性碎片的丢失。SRM 扫描仅监测一定数量的子离子。

**鞘气** 当样品溶液从 ESI 或 APCI 喷嘴中喷出时，该内部同轴气体（氮气）在 API 离子源中将样品溶液雾化为细雾。

**信噪比（S/N）** 信号高度（S）与噪声高度（N）的比率。信号高度是指基线校正的峰高。噪声高度是指基线噪声的峰对峰高度。

**吹扫气** API 离子源内从吹扫挡锥后方流出的氮气。吹扫气有助于分散溶剂和减少加合物。

**注射泵** 以特定速率传输注射器内溶液的设备。

## T

**涡轮分子泵** 为质谱仪和检测器系统提供高真空度的真空泵。

## V

**真空腔体** 该腔体为一个厚壁的铝室，具有各种电馈穿和气体入口，包围着 API 堆栈、离子光学组件、质量分析器和离子检测系统。

**真空系统** 质谱仪内与降低压力有关的组件。真空系统包括真空腔体、泵、压力计和相关电子设备。

## 索引

## A

- API 离子源
  - 描述 25
  - 室, 清洗 59
- API 离子源接口
  - 拆卸 64
  - 可更换部件 77
  - 离子传输管 26
  - 描述 26
  - 重新安装 69
- API 模式 25
- API 气阀, 描述 22
- API 气体
  - 参阅气体
- API 锥体密封圈 62
- 安全标准 iii
- 安全预防措施 xvi

## B

- 绊倒危险 xv
- 保险丝, 在 MS 中更换 72
- 补偿电压, 四极杆 35
- 部件
  - 参阅可更换部件

## C

- 查看文档 xiv
- 冲洗进样组件 53
- 抽真空时间 45
- 触点闭合电缆控制, 与 MS 应用程序相连 9
- 触点闭合接口 8
- 出口透镜
  - 拆卸 66
  - 描述 27
  - 清洗 68
  - 重新安装 68

- 吹扫挡锥
  - 参阅离子吹扫挡锥
- 吹扫气, 描述 22

## D

- 氮气
    - 入口组件, 描述 22
    - 消耗速率 52
    - 压力 22
    - 压力, 检查 52
  - 电磁兼容性 iii
  - 电离技术, 描述 3
  - 电压
    - 四极杆补偿电压 35
    - 线路电源规格 7
  - 电源
    - 规格 7
    - LED 描述 6
    - 输入模块 7
  - 电源开关, 位置 7
  - 电源线 xvi
  - 电子倍增器增益 36
  - 电子维修开关
    - 描述 7
    - 位置 7
  - 电子组件 5
  - 定量环进样 39
  - 读回值, 真空计 23
  - 对流计, 描述 23
    - 也参阅真空系统, 计
- ## F
- FCC 符合性 iii
  - 放空阀, 描述 22
  - 风扇
    - 过滤器, 清洗 69
    - 描述 10

## 索引:G

符号, 含义 xiv  
辅助气, 描述 22

## G

故障排除 71  
关机  
  紧急程序 41  
  质谱仪 43

## H

H-ESI 喷雾插件上的金属针插件 56  
合规性 iii  
  FCC iii  
  法规 iii

## J

继电器开关电路 9  
紧急关机 41  
进气口硬件, 描述 21  
进样组件, 冲洗 53

## K

开关, MS 7  
可更换部件, 部件号 73  
控件和指示灯 5

## L

LC/MS 分析, 描述 3  
LEDs 6  
冷却风扇, 描述 10  
离子吹扫挡锥  
  拆卸 60  
  描述 26  
  气体入口位置 62  
  清洗 63  
  图 61  
离子光学组件  
  MP0 31  
  MP00 RF 透镜, 清洗 68  
  MP00, 描述 30  
  描述 29  
离子计, 描述 23  
离子极性模式 18  
离子检测系统 36  
离子压力真空计 23  
离子源压力真空计 23  
离子传输管  
  安装 63

拆卸 60  
拆卸工具 61  
绘图 62  
描述 26  
清洗 62–63  
离子传输设备, 杆组件 12  
联系我们 xviii  
漏气  
  检查 51  
  修补 51

## M

MP00 RF 透镜  
  拆卸 66  
  清洗 68  
MS 扫描类型 13  
MS 组件的开 / 关状态 47  
MS/MS 扫描类型 17  
  参阅扫描类型  
  中性丢失扫描类型 16  
  子离子扫描类型 13

## O

O 形圈  
  API 离子源接口, 下方 65  
  离子传输管, 下方 62

## P

PCBs 5  
喷雾插件, 清洗 52  
喷雾锥, 清洗 62  
碰撞池效率 35  
碰撞能量 (Q2 补偿电压) 35  
碰撞气体 35  
碰撞压力真空计 23  
平移动能 (TKE) 30

## Q

气体  
  氮气, 描述 22  
  内部示意图 20  
  气源水平, 检查 52  
前级泵  
  泵油净化 53  
  控制接头, MS 7  
  描述 24  
鞘气, 描述 22  
切换 / 进样阀 38

## 清洗步骤

- API 离子源室 59
- 出口透镜 68
- MP00 RF 透镜 68
- RF 透镜 68
- 透镜 L0 68
- 注射器 53

**R**

## RF 透镜

- 拆卸 66
- 描述 27
- 清洗 68
- 重新安装 68

## 日常任务 49

## 溶剂废液瓶, 清空 53

**S**

## Standby (待机) 模式 42

## 扫描 LED, 描述 6

## 扫描类型

- MS 扫描
  - 全扫描 Q1 和 Q3 13
  - 选择离子监测 (SIM) 13
- MS/MS 扫描
  - 母离子 15
  - 选择反应监测 (SRM) 17
  - 中性丢失 16
  - 子离子 13

## 讨论 11

## 总结 12

## 手套, 部件号 58

## 数据类型 18

## 数据系统, 启动 44

## 双模式离散打拿极, 描述 36

## 双曲面四极杆 Q1 和 Q3, 描述 32

## 四极杆质量分析器

- 功能描述 34
- 四极杆补偿电压 35

**T**

## Thermo Fisher Scientific 网站, 用户文档 xiv

## Tune (调谐), 打开 42

## 套件

- Calibration (校正) 74
- 单机械泵 76
- 化学品 73
- MS 安装 75
- Performance Specification (性能指标) 75
- 双机械泵 76

## TSQ 离子源安装 77

## 通信 LED, 描述 6

## 通信接口 8

## 透镜

## EL21、EL22、EL23、EL31、EL32 和 EL33 35

## L0

- 拆卸 66
- 描述 30
- 清洗 68

## L4 36

## TK1 和 TK2 31

## 图, 列表 xi

**W**

## WEEE directive v

## USB 端口, 接口描述 10

## 维护

- API 离子源室, 清洗 59
- 风扇过滤器, 清洗 69
- 计划 56
- 前级泵油, 净化 53

## 文档, 获得 xiii

## 涡轮分子泵, 描述 24

## 污染, 防止 57, 60

**X**

## 系统 LED, 描述 6

## 系统检查

## 氦气源和氮气源 52

## 真空度 50

## 系统启动 44

## 线路电源, 规格 7

## 校正参数, 重置为默认值 46

**Y**

## 压力, 真空腔体区域 23

## 压力计, 记录 45

## 压力水平, 检查 50

## 氦气, 检查气压 52

## 样品管, 冲洗 52

## 样品传输线, 冲洗 52

## 液相色谱

- 启动 44
- 溶剂流路, 关闭 42, 60

## 用户职责 55

## 原理框图

## LC/MS 5

## 真空系统 20

## Z

诊断 71

真空 LED

记录压力 45

描述 6

真空泵

参阅涡轮分子泵

真空腔体

描述 23

压力 23

真空区域 23

真空系统

计

对流 23

离子压力 23

离子源压力 23

碰撞压力 23

描述 19

压力水平, 检查 50

原理框图 20

真空压力水平, 检查 50

质量分析, 讨论 34

质量分析器

描述 12, 32

RF 和 DC 电压 33

质量数范围 17

指令

法规 iii

WEEE v

质谱仪

打开 42

电源面板 7

功能描述 19

关闭 43

紧急关机 41

进气口端口, 位置 21

离子极性模式 18

启动 44

Standby (待机) 模式 42

扫描类型 11

图片 2

完全关闭 xvi

原理框图 5

真空腔体 23

真空系统 19

质量数范围 17

重置 46

组件、电压和气

流的开 / 关状态 47

重置按钮 8

主电源开关, 描述 7

主动离子束传输组件, MPO 31

主动碰撞池 (Q2) 33

注射泵

描述 37

默认流速 37

注射器, 清洗 53

注射器转接头组件, 绘图 38

注意事项

更换 PCB 和电源 72

更换保险丝 72

锥体密封圈, API 62

自动进样器, 启动 45