

操 作 手 册

Transpector XPR3[®]

气体分析系统

IPN 074-378-P1A



本手册中提及的产品的商标归生产这些产品的公司所有。

INFICON®、Transpector® 和 XPR® 是注册商标，FabGuard™ 是 INFICON Inc. 的商标。

Channeltron® 是 Galileo Electro-Optics Corporation 的注册商标

IBM® 是 International Business Machines, Inc. 的注册商标。Intel®

是 Intel Corporation 的注册商标

本产品包含受以下版权保护的嵌入式软件：

版权所有 INFICON Inc.

版权所有 Greenleaf Software, Inc.

包含 Metagraphics Software Corporation 的授权程序材料：版权所有

Metagraphics Software Corporation, Scotts Valley, CA 95066 版权所有

Microsoft Corp., 保留所有权利。版权所有 Application Techniques Inc.

所有其他品牌名称、产品名称或商标均属于其各自的所有者。

本操作手册中包含的信息被认为是准确可靠的。但是，INFICON 对其使用不承担任何责任，也不对与使用本产品相关的任何特殊、偶然或间接损失负责。

© 2003 英福康



兹证明本设备由以下公司设计和制造:

INFICON Inc.
Two Technology Place
East Syracuse, NY 13057 USA

符合欧盟的基本安全要求并据此投放市场。该产品是根据欧盟现行的安全工程良好实践制造的，在正确安装和维护以及在制造用途中使用不会危及人员、家畜或财产的安全。

设备描述: XPR3 Transpector®, 包括传感器。
不包括计算机。

应用指令: 73/23/EEC (经 93/68/EEC 修订)
89/336/EEC (经修订) 93/68/EEC

应用标准: EN 61010-1:1993 / A2:1995
EN 61326-1:2000 / EN 55011, 第 2 组, A 类: 1991 - 发射
EN 61326-1:2000 - 免疫性符合表 1

CE 实施日期: 2003 年 4 月 4 日

授权代表: 加里·刘易斯

质量保证副总裁
INFICON 公司

如果对本声明或 INFICON 产品的安全有任何疑问, 请以书面形式向上述地址的质量保证部门提出。

注册卡



感谢您选择 INFICON 仪器®

请尽快填写并寄回此已付邮资的卡片。序列号

模型_____

姓名_____

标题_____

公司_____大厦/MS_____

地址_____电话号码_____

城市_____州_____邮政编码_____

国家_____传真号码_____电子邮件_____

您的帮助对于我们不断努力改进手册非常重要。

使用下表，请圈出每个方面相应的等级。

请在重要性栏中注明各个方面的的重要性。

手册标题_____

部分编号（见标题页） 074-_____

方面	非常不满	不满	没意见	满意	很满意	重要性（排名从1至5，其中1为低，5为高）
发现我的需求	非常不满	不满	没意见	满意	很满意	
易于阅读	非常不满	不满	没意见	满意	很满意	
便于使用	非常不满	不满	没意见	满意	很满意	
与我的工作相关	非常不满	不满	没意见	满意	很满意	
准确的信息	非常不满	不满	没意见	满意	很满意	
写得很好	非常不满	不满	没意见	满意	很满意	
组织有序	非常不满	不满	没意见	满意	很满意	
技术足够	非常不满	不满	没意见	满意	很满意	
帮助我解决问题	非常不满	不满	没意见	满意	很满意	

如果您有其他意见，请联系 INFICON 。

TWO TECHNOLOGY PLACE

东锡拉丘兹，纽约州13097-9704 美国

ALTE LANDSTRASSE 6

LI- 9496 巴尔查斯 列支敦士登

BONNER STRASSE 498

D -50968 科隆，德国

电话: + 315. 434. 1100

传真: + 315. 437. 3803

电话+423.388.3111

传真: +423.388.3700

电话: +49.221.347.40

传真: +49.221.347.41429

email: reachus@inficom.com

reach.liechtenstein@inficon.com

reach.germany@inficon.com

参观我们的网站www.inficon.com

证明



NO POSTAGE
NECESSARY
IF MAILED
IN THE
UNITED STATES

商业回复邮件

一等许可证编号 49 EAST SYRACUSE, NEW YORK

邮费由收件人支付

INFICON INC.
Two Technology Place
East Syracuse, New York 13057-9714



保修及责任限制：卖家保证其制造或其关联公司制造并在本页背面描述的产品，在正常合理的使用和服务条件下免受材料或工艺缺陷影响。保修覆盖期限在各自的卖家说明书上指定，但不得超过自发货之日起一年（1年）。在此保修下，卖家的责任限于在保修期满后三十（30）天内，将有缺陷的工作或部件运回卖家工厂，并经卖家检查确认因为工艺或材料缺陷而非因安装不当或误用而未能正常工作的上述产品或其中任何部分。卖家的责任包括修理或更换产品或其部分，运费由卖家预付。如果买家发现或了解到产品不符合保修条件，应立即以书面形式通知卖家，详细说明这种不符的情况。如果卖家未收到即时书面通知，则不对可能因此避免的进一步损害负责。

此保修取代所有其他明示或暗示的保证，无论是适销性还是特定用途或其他方面，作为买家对所售产品的唯一补救措施。除合同或侵权（包括疏忽）外，卖家的其他义务和责任均明确排除。对于任何缺陷产品的任何索赔，无论直接或间接、特殊、偶然或其他损失，卖家的责任不超过买家支付的产品价格加上预付退货费用。

本保修不适用于已按照卖家书面说明书以外的方式安装、使用或操作的产品，或因疏忽、事故或非卖家维修或改动的产品，也不适用于卖家提供的图纸或指示之外的使用方式或目的。本手册仅供 INFICON® 公司及其客户私人使用。在复制本内容之前请与 INFICON 联系。

请注意：这些说明并不涵盖与此设备安装、运行或维护相关的所有情况。如需进一步协助，请联系 INFICON。

TWO TECHNOLOGY PLACE
EAST SYRACUSE, NY 13057-9714 USA

Phone: +315.434.1100
Fax: +315.437.3803
Email: reachus@inficon.com

ALTE LANDSTRASSE 6
LI-9496 BALZERS, LIECHTENSTEIN

Phone: +423.388.3111
Fax: +423.388.3700
Email: reach.liechtenstein@inficon.com

BONNER STRASSE 498
D-50968 COLOGNE, GERMANY

Phone: +49.221.347.40
Fax: +49.221.347.41429
Email: reach.germany@inficon.com

VISIT US ON THE WEB AT www.inficon.com

第 1 章**入门**

1.1 简介.....	1-1
1.2 使用本手册.....	1-2
1.2.1 注释和提示段落.....	1-2
1.2.2 警告和小心段落.....	1-2
1.2.3 现代公制系统的使用.....	1-3
1.3 如何联系客户支持	1-4
1.3.1 应用程序支持.....	1-4
1.3.2 现场服务和维修支持.....	1-4
1.3.3 归还仪器.....	1-4
1.4 XPR3 灯丝注意事项.....	1-5
1.5 快速启动.....	1-5
1.6 Transpector XPR3 气体分析系统的用途.....	1-6
1.7 Transpector XPR3 气体分析系统的一般描述.....	1-7
1.8 Transpector XPR3 气体分析系统规格.....	1-8
1.9 提供的物品.....	1-9
1.9.1 发货套件.....	1-10
1.9.2 电子模块.....	1-10
1.9.3 电源.....	1-10
1.9.4 传感器.....	1-10
1.9.5 XPR3 皮拉尼联锁保护和加热器.....	1-11
1.9.6 软件.....	1-11
1.9.7 FabGuard 软件.....	1-11
1.9.8 用于单个传感器操作的计算机电缆.....	1-11
1.9.9 用于多传感器操作的计算机电缆.....	1-12
1.9.10 计算机通讯模块选项	
用于多传感器操作.....	1-12
1.10 物理要求.....	1-12
1.10.1 物理尺寸.....	1-12
1.10.2 重量.....	1-14
1.10.3 安装要求.....	1-14

1.10.4	通风要求.....	1-14
1.10.5	维护通道进入.....	1-14
1.11	电力要求	1-14
1.11.	所需电源电压.....	1-14
1.11.2	额定电流.....	1-14
1.11.3	电气连接.....	1-15
1.12	过电压类别	1-15
1.13	所需真空.....	1-15
1.14	环境要求.....	1-15
1.14.1	使用.	1-15
1.14.2	高度范围.....	1-15
1.14.3	污染度.....	1-15
1.14.4	工作温度.....	1-16
1.14.5	湿度.....	1-16
1.15	计算机系统要求.....	1-16
1.16	通讯.....	1-16
1.16.1	RS-232C 链路.....	1-16
1.16.1.1	诊断链路 (SW8 - 关闭)	1-16
1.16.1.2	主链路 (SW8 - ON)	1-16
1.16.2	RS-485 链路 (SW8 - 关闭)	1-17
1.16.3	辅助 I/O.....	1-17
1.16.3.1	两个数字输入.....	1-17
1.16.3.1.1	一个状态继电器输出.....	1-18
1.16.3.1.2	三个设定点继电器.....	1-18
1.16.3.1.3	两个模拟输入.....	1-18
1.16.3.1.4	电源.....	1-19

第 2 章

仪器的工作原理

2.1	简介.....	2-1
2.2	概述.....	2-1
2.3	专利.....	2-1
2.4	传感器.....	2-3
2.4.	离子源.....	2-5
2.4.2	四极杆质谱过滤器.....	2-6
2.4.3	离子检测器.....	2-8

2.4.3.1 法拉第杯探测器.....	2-8
2.4.3.2 电子倍增器 (EM) 探测器.....	2-8
2.4.3.3 XPR3 微通道板高压电子倍增器.....	2-9
2.5 扫描特性.....	2-10
2.6 零爆.....	2-10
2.7 高压效应.....	2-11

第三章

应用指南

3.1 如何解释结果.....	3-1
3.1.1 质谱的定性解释.....	3-1
3.1.1.1 电离过程.....	3-2
3.1.1.2 同位素比.....	3-4
3.1.1.3 电子能量效应.....	3-6
3.1.1.4 定性解释指南.....	3-7
3.1.2 质谱的定量解析 (计算分压)	3-9
3.1.3 解释质谱的其他信息	3-15
3.1.3.1 离子源特性.....	3-15
3.1.3.2 扫描特性.....	3-17
3.1.3.3 碎片因素.....	3-18
3.1.3.4 高压效果.....	3-18

第四章

XPR3 安装

4.1 安装步骤.....	4-1
4.2 ConFlat® 法兰 - 一般信息.....	4-2
4.2.1 组装 ConFlat 法兰.....	4-2
4.3 避免工艺金属沉积.....	4-4
4.4 安装隔离阀	4-4
4.4.1 气动阀的注意事项.....	4-5
4.4.1.1 常闭用途的端口识别	4-6
4.4.1.2 阀门零件清单.....	4-6
4.4.1.3 接线说明.....	4-6
4.5 安装皮拉尼连锁焊接组件.....	4-8
4.6 安装皮拉尼真空计.....	4-9

4.7 传感器安装.....	4-10
4.7.1 安装传感器.....	4-11
4.8 电子模块安装.....	4-11
4.9 安装通讯电缆.....	4-12
4.9.1 RS-232C 通讯.....	4-13
4.9.2 RS-485 通讯.....	4-14
4.10 连接 24 V（直流）电源	4-15
4.11 安装皮拉尼联锁电缆.....	4-18
4.12 安装加热套	4-20
4.13 安装软件.....	4-20
4.14 可选数字 I/O	4-22
4.14.1 数字 I/O 板基本安装说明.....	4-25
4.14.2 数字 I/O 板详细安装说明	4-25
4.14.3 数字 I/O 的设置和测试	4-26
4.14.4 I/O 板硬接线	4-26

第五章

XPR3 操作

5.1 简介. ...	5-1
5.2 操作注意事项.....	5-2
5.3 皮拉尼联锁保护.....	5-2
5.3.1 皮拉尼真空计的检测.....	5-3
5.3.2 XPR3 灯丝的高压关闭.....	5-3
5.3.3 XPR3 的自动重启/灯丝开启.....	5-3
5.4 TWare32 控制.....	5-3
5.4.1 TWare32 错误信息.....	5-5
5.4.2 使用 XPR3.....	5-5
5.4.3 泄漏检测.....	5-6
5.4.4 配方生成.....	5-6
5.4.5 质量范围调整.....	5-7

第六章

XPR3 最佳已知方法

6.1 最佳已知方法	6-1
6.1.1 XPR3 应用.....	6-1
6.1.2 物理安装	6-1

6.1.3 皮拉尼真空计设置.....	6-2
6.1.4 使用 XPR3	6-3
6.1.5 泄漏检测.....	6-3
6.1.6 配方生成	6-4
6.1.7 本底监控:	
最佳实用检测限 — bkg.best.rcp	6-4
6.1.8 后台监控:	
快速结果 — bkg-fast.rcp.....	6-5
6.1.9 使用氩气进行 PVD 工艺监控:	
最佳结果 — pro-best.rcp.....	6-5
6.1.10 使用氩气工艺气体的 PVD 工艺监控.....	6-7
6.1.11 使用氩氧工艺气体的 PVD 工艺监控	6-8
6.1.12 预防性维护.....	6-9
6.1.13 XPR3 灯丝.....	6-9
6.1.14 高压电子倍增器.....	6-10
6.1.15 质量范围调谐.....	6-11
6.1.15.1 基准压力下的质量范围调谐.....	6-12
6.1.15.2 用工艺气体进行质量范围调谐	6-13

第七章

维护

7.1 简介.....	7-1
7.2 安全考虑.....	7-1
7.2.1 有毒物质.....	7-1
7.2.2 辐射.....	7-2
7.2.3 电压.....	7-2
7.3 XPR3 备件.....	7-2
7.4 所有修理程序的一般说明.....	7-3
7.5 修复程序.....	7-3
7.5.1 四极杆的烘烤.....	7-3
7.5.2 备用加热套.....	7-4
7.6 XPR3 灯丝安装.....	7-5
7.6.1 所需工具.....	7-6
7.6.2 如何判断是否需要更换灯丝.....	7-6
7.6.3 如何确定离子源的状态.....	7-7
7.6.4 如何更换灯丝.....	7-8
7.7 总压力校准.....	7-10

7.8 如何确定灵敏度.....	7-10
7.9 皮拉尼联锁调整程序.....	7-11
7.9.1 INFICON PSG400 调整说明.....	7-11
7.9.2 INFICON TR090 调整说明.....	7-12

第八章

诊断问题

8.1 简介.....	8-1
8.2 症状-原因-解决办法图表.....	8-1
8.3 通讯问题	8-6
8.4 通过 RS-232C 串行端口进行服务诊断.....	8-6
8.4.1 RS-232C 接口电缆.....	8-9

第九章

词汇表

第十章

参考书目

第 1 章 入门

1.1 简介

本章概述了 Transpector® XPR3 气体分析系统。主题包括 Transpector XPR3 气体分析系统的用途、规格、您应收到的物品清单、安装说明、操作建议以及如何联系客户支持的信息。

本操作手册提供以下方面的信息：

- ⑩ 传感器型号 X3M / X3MH
- ⑩ 电子模块
- ⑩ 皮拉尼联锁装置

关于该软件的信息位于 TWare 32 操作手册或 FabGuard™ 帮助文件中，包含在 Transpector XPR3 气体分析系统中。

1.2 使用本手册

操作 Transpector XPR3 之前，请阅读本操作手册。

1.2.1 注释和提示段落

注：这是一段注释段落。注释提供了有关当前主题的附加信息。

提示：这是一段提示。提示提供有关产品使用方面的见解。

1.2.2 警告和注意事项段落

下面的小心和警告段落用于提醒读者某些行为可能会导致仪器损坏或人身伤害。



注意

这是警告段落的示例。它警告不要采取可能导致仪器故障或数据丢失的操作。



警告

这是一般警告段落的示例。它警告人们不要采取可能导致人身伤害的行为。



警告-触电风险

这是电气警告段落的示例。它警告存在可能导致人身伤害的电压。

1.2.3 现代公制的使用

本手册的许多地方都给出了美国计量单位及其国际单位制等价单位。但是，在所有讨论中提供所有计量单位对读者来说很麻烦。因此，并非在所有情况下都给出了等价单位。您可以按如下方式进行转换：

⑩ 将 psig 转换为 bar: $\text{psig} \times 0.069 = \text{bar}$

⑩ 将 psig 转换为 kPa: $\text{psig} \times 6.8947 = \text{kPa}$

⑩ 将 Torr 转换为 mbar:

$\text{Torr} \times 1.3332 = \text{毫巴}$

⑩ 将 Torr 转换为帕斯卡 (Pa)

$\text{Torr} \times 133.32 = \text{帕斯卡}$

⑩ 将英寸 (in.) 转换为毫米 (mm) $\text{in.} \times 25.4 = \text{mm}$

- ⑩ 将英尺 (ft.) 转换为米 (m) 英尺 x 0.3048 = m
- ⑩ 将磅 (lb.) 转换为公斤 (kg):
磅 x 0.453593 = 公斤

1.3 如何联系客服

如果您在本操作手册中找不到问题的答案，请先决定是否联系以下客户支持小组之一：

- ⑩ 您的问题与仪器的使用方式有关。在这种情况下，请联系**应用支持**，或者
- ⑩ 您的仪器需要维修——在这种情况下，请联系**现场服务和维修支持**。

当您联系客服支持时，请准备好本操作手册以及以下信息：

- ⑩ 您的仪器的序列号。
- ⑩ 您的问题的描述。
- ⑩ 对您可能已经尝试过的纠正措施的解释。
- ⑩ 您从仪器收到的任何错误消息的确切表述。

在美国境内，您可以拨打以下电话号码联系客服支持。

请联系距离您最近的地点。如果您位于美国境外，请联系您的销售办事处或访问 www.inficon.com 获取全球销售和服务中心列表。

1.3.1 应用支持

德克萨斯州奥斯汀.....电话 512-448-0488.....传真 512-448-0398

加利福尼亚州圣何塞.....电话 408-361-1200 分机 125.....传真 408-362-1556

纽约州锡拉丘兹.....电话 315-434-1128.....传真 315-437-3803

1.3.2 现场服务和维修支持

德克萨斯州奥斯汀.....电话 512-448-0488....传真 512-448-0398

加利福尼亚州圣何塞.....电话 408-361-1200 分机 120.....传真 408-362-1556

纽约州锡拉丘兹.....电话 315-434-1167.....传真 315-434-2551

1.3.3 退回仪器

在未与客户支持代表交谈的情况下，请勿发送您的仪器。

您必须从客户支持代表处获得 **RMA**（退货授权）号码。如果尝试交付没有 **RMA** 号码的包裹，**INFICON** 将拒绝交付并将包裹退还给您。

如果您的仪器已暴露于工艺材料，您将需要填写污染声明表。

1.4 XPR3 灯丝注意事项

采样大气或氧气压力高于 1×10^{-4} Torr (1.3×10^{-4} mbar) [1.3×10^{-2} 帕斯卡]
不推荐使用 Transpector XPR3。要使 XPR3 灯丝获得最长使用寿命，请遵守以下注意事项：



注意

尝试在 20 毫托以上打开发射可能会导致灯丝过早失效。

利用皮拉尼联锁装置在安全压力范围内操作 XPR3。

未遵守这些注意事项将导致灯丝过早损坏。在这些情况下，灯丝更换不在保修范围内。在使用 XPR3 灯丝之前，请阅读第 5 章“XPR3 操作”，并遵循第 6 章“XPR3 最佳已知方法”中的建议。

1.5 快速入门

在使用新的 Transpector XPR3 之前，请阅读整本手册。但是，要快速使用 Transpector XPR3 气体分析系统，您只需执行以下任务。

- 1 请检查以确保您已收到所有物品。
请参阅第 1-9 页，第 1.9 节“提供的物品”。
- 2 安装硬件。请参阅第 4 章“XPR3 安装”。
- 3 安装软件。有关安装软件的信息，请参阅 TWare32 操作手册或 FabGuard 操作手册。
- 4 在使用 XPR3 仪器之前，请先阅读第 6 章“XPR3 最佳已知方法”。

1.6 Transpector XPR3 气体分析系统的用途

Transpector XPR3 气体分析系统是一款基于四极杆的残余气体分析仪，在 PVD 工艺压力下运行，并配有可在 10 mTorr 工作压力下运行的电子倍增器。微型四极杆传感器通过以下方式分析气体：

- ⑩ 使一些气体分子电离。
- ⑩ 按质量分离离子。
- ⑩ 测量每个质量的离子数量。

每种物质都有其独特的质量，可以识别产生离子的气体分子。这些信号的幅度用于确定相应气体的分压（量）。Transpector XPR3 可测量工艺中常见的主要成分和杂质，检测限为 10 ppm。

Transpector XPR3 是高效使用高真空系统的重要辅助工具，可检测泄漏和污染物。它可以指示真空或其他容器内发生的过程特有的气体分压，因此可用于调查过程的性质或监控过程条件。

1.7 Transpector XPR3 气体分析系统概述

Transpector XPR3 气体分析系统由以下部件组成：**传感器**

该传感器仅在压力低于 2×10^{-2} Torr (2.66×10^{-2} mbar) [2.66 帕斯卡] 的高真空环境中发挥作用。

传感器本身由三部分组成：

- ⑩ 离子源（离子发生器）。
- ⑩ 四极杆质量过滤器。
- ⑩ 离子检测器。

传感器安装在电馈通法兰上，该法兰用螺栓固定在进行气体分析测量的真空空间上。

电子模块

电子模块，用于控制传感器。电子模块和传感器成套出售。电子模块与传感器连接并由传感器支撑。

皮拉尼联锁

皮拉尼联锁装置，控制传感器的发射。

软件

控制电子模块的软件。

1.8 Transpector XPR3 气体分析系统规格

以下部分详细介绍了 Transpector XPR3 气体分析系统的规格。由于 INFICON 持续改进产品和质量保证计划，这些规格如有更改，恕不另行通知或承担任何责任。表 1-1 XPR3 规格

质量范围 (amu)	1-100
分辨率 (根据 1993 AVS 推荐做法)	< 1 @ 10% 质量测量 4、20、28 和 40
质量过滤器类型	四极
探测器类型	离轴 FC 和微通道板 EM
温度系数 (1E-4 Torr 氩气下的 FC 信号)	峰高 < 1 %每摄氏度
质量位置稳定性 (1E-4 Torr 氩气下 FC 信号, STP 恒定)	24 小时内小于 0.1 amu
峰值比率稳定性 (2/40、4/40、20/40、28/40)	24 小时内 < 2%
灵敏度 (标称) u A 下的 FC 40 eV / 200 uA 下的 EM	≥ 4E-7 安培/托 (3E-7 安培/毫巴) ≥ 4E-3 安培/托 (3E-3 安培/毫巴)
最小可检测分压 与 FC 相同, 40 eV / 200 uA 40 eV / 200 uA 下的 EM	≤ 1E-9 托 (1.3E-9 毫巴) ≤ 6E-12 托 (8E-12 毫巴)
最大工作压力 作为 FC 或 EM 作为 FC 或 EM (线性操作)	20 毫托 (2.6E-2 毫巴) 10 毫托 (1.3E-2 毫巴)
传感器最高工作温度	150 摄氏度
最高烘烤温度 (移除电子设备)	200 摄氏度
PPM 检测限 (在 1-5 mTorr 工艺压力下)	10ppm
工作温度	20-50 摄氏度
电源输入	20-30 V (直流), 1.25 安培, 9 针公头“D” 连接器, 内部与系统地隔离
RS232 串行通讯接口	非隔离, 波特率选择 1200 至 9600, 9 针母 “D”形连接器

表 1-1 XPR3 规格

RS485 可寻址通讯接口	隔离, 57600 固定波特率, 半双工, 固定地址 1-31, 9 针母“D”形连接器
继电器输出	4 个继电器, 24 V, 0.5 A (1 个用于运行状态, 3 个用于设定限制)
输入	2 个非隔离 TTL 输入, 触点闭合; 2 个差分模拟输入, 0-10 V (直流)

注: 所有规格均在预热 30 分钟后确定。

注: MDPP (最低可检测分压) 计算为噪声 (最小可检测信号) 的标准偏差除以在四秒停留时间内测得的传感器的灵敏度。

1.9 供应物品

您应该会收到以下信息:

- ⑩ 发货套件。请参阅第 1-10 页上的第 1.9.1 节。
- ⑩ 电子模块。请参阅第 1-10 页上的 1.9.2 节。
- ⑩ 电源。请参阅第 1-10 页上的 1.9.3 节。
- ⑩ XPR3 皮拉尼连锁和加热器。请参阅第 1-11 页上的第 1.9.5 节。
- ⑩ 传感器。请参阅第 1-10 页上的 1.9.4 节。
- ⑩ 软件。请参阅第 1-11 页上的 1.9.6 节。
- ⑩ 计算机电缆。请参阅第 1.9.8 节“单个传感器的计算机电缆”操作, 第 1-11 页或第 1.9.9 节“用于多传感器操作的计算机电缆”, 第 1-12 页。
- ⑩ 如果需要, 可选配计算机通讯模块用于多传感器操作。请参阅第 1-12 页第 1.9.10 节。

1.9.1 发货套件

零件编号	描述
911-203-G6	发货套件
包括:	
051-032	D 型连接器
051-1082	D 型连接器电缆夹
062-058	保险丝 2A 250V
074-378-P1	手动的
911-089-P3	可配置开关盖板

1.9.2 电子模块

零件编号	描述
918-214-G1	XPR3 -100 AMU EM/FC

1.9.3 电源

(下列之一)	
零件编号	描述
911-039-G1	电源套件 - 85-250 V (交流) 4 英尺 (1.2 米) 标准电缆 - 120V (可选)
911-039-G2	电源套件 - 85-250 V (交流) 4 英尺 (1.2 米) 标准电缆 - 230V (可选)
600-1008-P15	电源线 - 15 英尺 (4.6 米) (可选)
600-1008-P30	电源线 - 30 英尺 (9.2 米) (可选)

1.9.4 传感器

(以下之一):	
零件编号	描述
918-208-G1	带高压 EM 的 XPR3 (X3MH)
918-208-G2	带标准 EM 的 XPR3 (X3M)

1.9.5 XPR3 皮拉尼联锁保护和加热器

零件编号	描述
914-416-G1	皮拉尼联锁焊接件
918-401-P1	皮拉尼真空计
600-1109-P1	皮拉尼联锁电缆
914-415-P1	皮拉尼联锁焊接件加热器
600-1117-P1	加热器电源线 (120V)
或者	
600-1117-P2	加热器电源线 (230V)

1.9.6 软件

软件包仅适用于 Windows。

以下之一（可选）	
零件编号	描述
911-339-G3	TWare32 单传感器版本 - CD
911-339-G4	TWare32 多传感器版本 - CD
911-275-G1	Transpector DDE 软件 - 独立版
911-275-G2	TWare 32 DDE 软件

1.9.7 FabGuard 软件

请致电您当地的 INFICON 销售代表以获取有关 FabGuard 集成和分析软件的信息。

1.9.8 用于单传感器操作的计算机电缆

(以下之一) (可选)	
零件编号	描述
600-1001-P15	RS232 电缆 - 15 英尺 (4.6 米)
600-1001-P30	RS232 电缆 - 30 英尺 (9.2 米)

1.9.9 用于多传感器操作的计算机电缆

零件编号	描述
911-040-G30	RS485 电缆套件 - 30 英尺 (9.2 米)
包括:	
600-1003-P1	“Y”型电缆

1.9.10 计算机通讯模块选项

用于多传感器操作

零件编号	描述
916-600-G2	TCA485 通讯套件 - 美国
916-600-G3	TCA485 通讯套件 - 德语
916-600-G4	TCA485 通讯套件 - 日本
916-600-G5	TCA485 通讯套件 - 英国
包括	
600-1118-P1	RS232 转 TCA485 电缆
074-304	TCA485 安装说明
916-200-G1	TCA485 组装
054-513	TCA485 电源 - 美国
054-515	TCA485 电源 - 德语
054-516	TCA485 电源 - 日本
054-517	TCA485 电源 - 英国

IPN 074-378-P1A

1.10 物理要求

以下部分显示了 Transceptor XPR3 的物理尺寸、重量、安装要求、通风要求以及维护通道所需的周长。

1.10.1 物理尺寸

图 1-2 显示了 Transceptor XPR3 的整体物理尺寸（以英寸 [毫米] 为单位）。

图 1-1 传感器尺寸

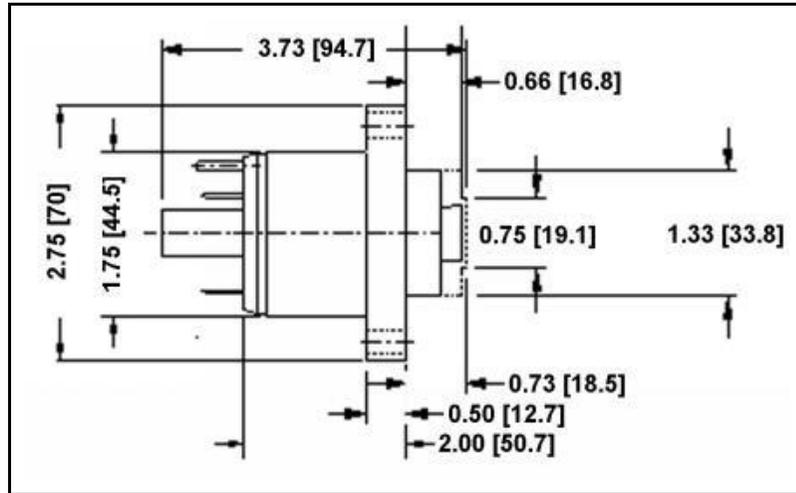
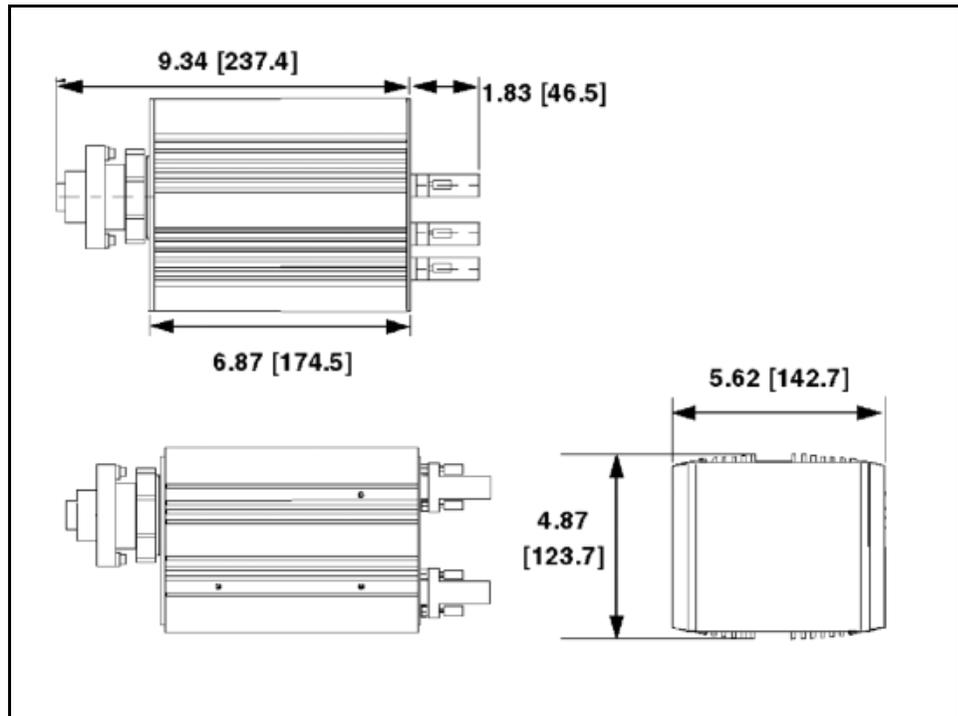


图 1-2 XPR3 的物理尺寸



1.10.2 重量

Transpector XPR3 电子模块重 5 磅（2.25 千克）。

1.10.3 安装要求

传感器安装在带有标准 2.75 英寸（69.9 毫米）外径 ConFlat 法兰的高真空室中。

电子模块与传感器连接并由传感器支撑。

Transpector XPR3 可以安装在任意位置。有关安装 Transpector XPR3 系统的信息，请参阅第 4 章“XPR3 安装”。

1.10.4 通风要求

Transpector XPR3 电子模块周围应保留大约 1 英寸（25.4 毫米）的间隙。

1.10.5 维护通道进入

应保持对 Transpector XPR3 的便于接触，以进行安装和维护活动。

1.11 电源要求

Transpector XPR3 必须连接到以下章节中指定的电源。

1.11.1 所需电源电压

20 至 30 V（直流）

推荐电源 +24 V (dc) ±5% 总调节功率连续 40 瓦

1.11.2 额定电流

1.25 安@24 伏（直流）

推荐电源.....最大持续负载 1.8 A

热启动.....20 A（持续时间 < 1 毫秒）

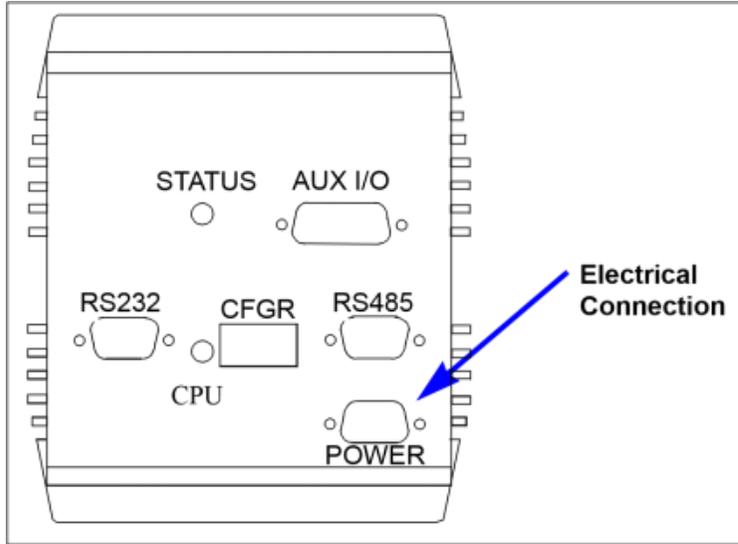
峰值电流.....1.5 x 连续（最大持续时间 100 毫秒）

1.11.3 电气连接

9 针公“D”型连接器，内部与系统地隔离。

参见图 1-3。引脚连接见第 1-19 页的表 1-6

图 1-3 Transpector XPR3 电子模块连接



1.12 过电压类别

过压类别 II（根据 EN61010-1）。

1.13 所需真空

XPR3: $< 2.0 \times 10^{-2}$ 托 (2.66×10^{-2} 毫巴) [2.66 帕斯卡]

1.14 环境要求

以下段落解释了 Transpector XPR3 的用途、海拔范围、湿度、污染程度和工作温度。

1.14.1 使用

仅限室内使用。

1.14.2 高度范围

最大高度范围为 6561 英尺（2000 米）。

1.14.3 污染程度

污染等级 2（根据 EN61010-1）。

1.14.4 工作温度

Transpector XPR3 的设计工作温度范围为 20 °C (68 °F) 至 50 °C (122 °F)。

1.14.5 湿度

工作温度下相对湿度高达 98%。

1.15 计算机系统要求

有关计算机系统要求，请参阅 TWare32 操作手册或 FabGuard 操作手册。

1.16 通讯

本节介绍 Transpector XPR3 的输出和输入功能。还讨论了 Transpector XPR3 配置开关以及主机可选的 TCA485 通讯适配器。

1.16.1 RS-232C 链接

该接口连接器允许用户通过 RS-232C 将 Transpector XPR3 连接至主机。

RS-232C 链路为全双工，符合 EIA-232-D 标准的子集，支持 4 种波特率（1200、2400、4800、9600）。波特率由配置开关 6 和 7 选择。帧大小为 10 位，由 1 个起始位、8 个数据位和 1 个停止位组成。

RS-232C 通讯有两种模式：ASCII 诊断模式和主模式。操作模式由配置开关 8 选择。

1.16.1.1 诊断链接（SW8-关闭）

当开关 8 处于关状态时，RS-232C 端口以 ASCII 模式通讯。这有利于服务诊断。有关更多信息，请参阅第 8-6 页第 8.4 节。

1.16.1.2 主链路（SW8 - 开启）

如果开关 8 处于 ON 状态，Transpector XPR3 将以二进制模式运行，使用 RS-232C 串行链路作为主要通讯源。数据以二进制格式与主机交换。主机必须使用适当的 INFICON 软件（或用户编写的软件）才能使用此通讯模式。

1.16.2 RS-485 链接（SW8-关闭）

当开关 8 处于关闭状态时，Transpector XPR3 使用 RS-485 作为主要通讯源。数据以二进制格式与主机交换。主机必须使用适当的 INFICON 软件（或用户编写的软件）才能使用此通讯模式。

RS-485 链路采用第九位协议，允许一台计算机操作多达 31 个 Transpector 电子模块。此链路为全双工，符合 EIA-485 标准，工作速率为 57600 波特。帧大小为 11 位，包含 1 个起始位、8 个数据位、1 个地址/数据标志和 1 个停止位。

主机必须配备 TCA485 通讯适配器。有关安装 TCA485 通讯适配器的信息，请参阅第 4-14 页第 4.9.2 节。

要选择此模式，配置开关 8 必须处于 关 位置。Transpector 电子模块必须具有一个介于 1 和 8 之间的唯一地址，该地址由配置开关 1 至 5 选择。

注意：地址 0 是保留的。地址 0 被应用程序用作全局地址。

1.16.3 辅助输入/输出

Transpector XPR3 电子模块通过后面板上的 AUX I/O 连接器支持以下 I/O 功能。

1.16.3.1 两个数字输入

可以使用这些输入远程控制发射。发射开启需要从高电平到低电平的转换，而发射关闭则对电平敏感，只要此线路为低电平，发射就会关闭或保持关闭状态。这些输入在 Transpector 电子模块内部被拉高，允许简单的触点闭合或 TTL 输入激活它们。最好使用触点闭合来保持接地隔离。参见表 1-2。

表 1-2 数字输入

发射开启	PIN 11 从高到低转换
发射关闭	PIN 10 电平 低电平有效
地线	PIN 9

1.16.3.1.1 一个状态继电器输出

发射开启时，此继电器处于活动状态（闭合）。请参阅表 1-3。表 1-3 状态继电器输出

发射启动	继电器闭合。PIN 1 和 PIN 2 已连接
发射关闭	继电器打开
接触额定值	24V, 0.5A

1.16.3.1.2 三个设定继电器

这些继电器与应用软件中设置的上限和下限配合使用。有关详细的编程说明，请参阅相应的软件手册。如果数据在下限和上限范围内，并且继电器被编程为正常运行，则继电器开启；否则继电器闭合。如果继电器被编程为反向运行，则当数据在限制范围内时继电器闭合；否则继电器开启。请参阅表 1-4。表 1-4 设定继电器输出

1. SPT1	PIN 3 和 PIN 4 已连接
2. SPT2	PIN 5 和 PIN 6 连接
3. SPT3	PIN 7 和 PIN 8 连接
接触额定值	24V, 0.5A

1.16.3.1.3 两个模拟输入

这些输入是差分的，可以处理 0 至 +10 伏之间的输入和 100 伏的共模电压。见表 1-5。

表 1-5 2 路模拟输入

模拟输入 1	(+)	PIN 14
模拟输入 1	(-)	PIN 15
模拟输入 2	(+)	PIN 12
模拟输入 2	(-)	PIN 13

注意：通过 TWare32 软件支持模拟输入。

1.16.3.1.4 电源

电源输入内部与地隔离。它受位于电源内的 2 安培保险丝保护。请参阅表 1-6。

表 1-6 电源电压

PIN	1、2、3	+24 伏返回
PIN	4、5	无连接
PIN	6、7、8	+24 伏
PIN	9	屏蔽漏
20-30 伏（直流），1.25 安培		

1.16.3.1.5 模拟输出（可选）

可选的模拟输出附件提供四个外部连接，这些连接承载的电压与指定离子的丰度成比例变化。该软件为用户提供了一种为四个通道中的每一个分配质量以及比例因子和偏移的方法。模拟输出附件有两种电压范围：0 至 5.0 V 和 0 至 10 V。

除了模拟信号外，还有一个常开继电器，当模拟输出更新时，继电器会关闭。当处于选定峰值模式且启用一个或多个通道、发射开启且 EM 开启（如果已选择）时，输出会更新。Transpector 后面板上有一个 LED，可反映此继电器的状态。表 1-7 列出了连接器引脚及其对应的信号。

表 1-7 模拟输出连接器的引脚分配

PIN #	信号名称	PIN #	信号名称
1	通道 1 输出	9	接地参考
2	通道 2 输出	10	接地参考
3	通道 3 输出	11	接地参考
4	通道 4 输出	12	接地参考
5	未使用	13	未使用
6	状态继电器公共端	14	未使用

7	状态继电器（常开）	15	电缆屏蔽
8	未使用		

此页有意留空。

此页有意留空

第 2 章

仪器的工作原理

2.1 简介

本节介绍 Transpector XPR3 如何进行测量。有关如何解释这些测量的讨论，请参阅第 3-1 页上的第 3.1 节。

2.2 概述

Transpector XPR3 气体分析系统是一种微型四极分压分析仪，可测量混合气体的分压。它由外部计算机控制。Transpector XPR3 气体分析系统由以下部分组成：传感器（仅在高真空环境中工作）、电子模块（操作传感器）和软件（位于外部计算机上并控制电子模块）。

注意：高真空环境是指压力低于 2.6 帕斯卡，或约 2×10^{-2} 托 [约 2.6×10^{-2} 毫巴]。

2.3 专利

以下专利适用于 Transpector XPR3 系统的设计和操作。

“利用电极放电加工制造微型四极子的方法”[US 5,852,270]

概念

一种从单个坯料制造微型四极子的方法，包括将四个纵向绝缘条固定到坯料中形成的平行槽中。在坯料上切割一个纵向轴向孔，用于 EDM 工艺中使用的导线。使用 EDM 工艺将坯料纵向加工成四个电极，使得电极在宽度方向上间隔开，并且每个电极通过其中一个绝缘条连接到相邻电极。

在切割过程中，电极由绝缘条固定就位。

“四极杆质谱仪中离子电流线性化的方法”[US 5,889,281]

概念

一种线性化四极质谱系统灵敏度的方法，使传感器能够更准确地报告高压区域中气体的分压，其中报告的数据受到多种损失机制的影响。根据本发明，可以根据经验应用校正因子，或者四极质谱仪系统中的软件可以配备校正软件，以扩大质谱仪的有用范围。

“离子收集器组件”[US 6,091,068]

概念

离子收集器包括法拉第杯收集器，该法拉第杯收集器具有导电表面，该导电表面与包含带电和不带电粒

子进入粒子束的轴线基本平行且间隔开。设置在粒子束路径中的接地板允许进入的不带电粒子撞击其上。另外，向导电板施加适当的电位可操纵进入的带电离子撞击电子倍增器或法拉第收集器。离子收集器还可以包括与法拉第收集器一起使用的电子倍增器，以允许单独的操作模式。在一种模式下，向电子倍增器施加适当的第一电位可使带电粒子直接偏转到法拉第收集器，而施加第二电位可使带电粒子偏转到电子倍增器，同时将不带电粒子对检测器输出的影响最小化。

“用普通压力表测量总压力和分压力的装置 电子束”[美国专利申请 20020153820]

概念

一种使用一个公共电子束确定气体总压和分压的装置，包括由网格或孔隙分隔的分压电离区和总压电离区。灯丝产生多个电子，这些电子通过排斥极和孔隙或阳极聚焦成电子束。电子束与分压和总压区内的所述气体分子之间的相互作用产生第一和第二离子流。聚焦板被偏置，使得第一离子流被导向分析器，该分析器计算气体的分压。离子收集器从第二离子流收集离子，其中产生的参考电流用于确定气体的总压。

IPN 074-378-P1A

2.4 传感器

Transpector XPR3 传感器（见图 2-2）通过电离一些气体分子（在离子源中）、按质量分离离子（在质量过滤器中）并测量每个质量的离子数量（在检测器中）来分析气体。每种物质的质量都是独一无二的，可以识别产生离子的气体分子。这些信号的幅度用于确定相应气体的分压（量）。

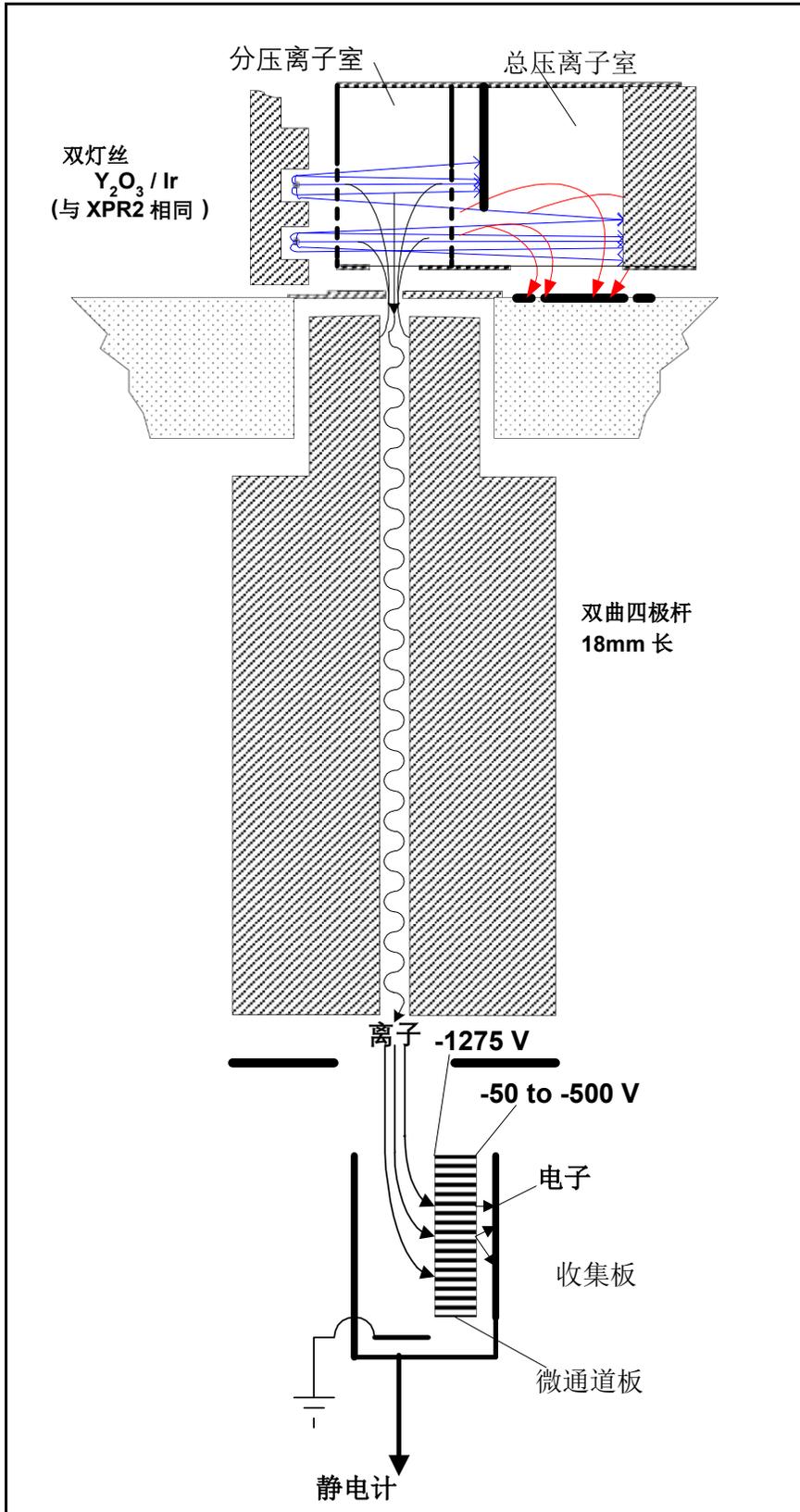
传感器由三个主要部分组成：

- ⑩ 离子源（电离器），
- ⑩ 四极杆质量过滤器，以及
- ⑩ 离子检测器。

所有这些部件都安装在电气馈通法兰上，该法兰用螺栓固定在进行气体分析测量的真空空间上。传感器只能在高真空环境中工作，因为离子一旦产生，在穿过传感器时就不能与其他气体分子发生碰撞；否则，它们可能无法被检测到。XPR3 的微型设计使其能够在高于传统开放式离子源传感器所需压力的压力下工作。

IPN 074-378-P1A

图 2-1 XPR3 传感器



IPN 074-378-P1A

2.4.1 离子源

Transpector XPR3 传感器的离子源针对检测真空系统中的残留气体进行了优化，具有相当开放的结构，有利于气体分子流入电离区域。

XPR3 离子源的工作原理与标准开放式离子源传感器的较大离子源相同。但是，XPR3 采用双离子源构建，该离子源将一个离子流提供给四极杆过滤器，将第二个离子流提供给总压力收集器。这种设计使总压力收集器与离子源中的其他电极很好地隔离，从而可以准确测量来自 XPR3 源的小离子电流。

在离子源内部，加热的灯丝发射电子，轰击气体分子，使其带电。虽然电荷可能是正的也可能是负的，但 Transpector XPR3 只检测正离子。（除了某些特殊应用外，负离子功能并没有增加足够的实用性来证明增加的复杂性和成本是合理的。）一旦分子带电或电离，就可以使用电场来操纵它。

灯丝是带有氧化钨涂层的铱丝。XPR3 灯丝受皮拉尼联锁保护，可将辐射控制在安全的操作参数范围内。

发射电流是指灯丝发射的电子流。灯丝由来自发射调节电路的直流电流加热，由此产生的灯丝温度用作控制发射电流的手段。

阳极上的电位（电压）相对于灯丝上的电位为正。灯丝和阳极之间的电位差决定了发射电子的动能（通常称为电子能量）。电子能量又决定了气体分子被电子撞击时如何电离。

一个三面排斥极位于灯丝周围，并连接到灯丝的低压侧。这种几何形状和电位使电子通过分压区聚焦到总压力离子区，如图 2-2 所示。阳极笼内形成的离子被聚焦透镜上的电位拉走并形成束。（聚焦透镜有时称为提取器，因为它从离子产生的区域提取离子。）聚焦透镜还用于将离子束聚焦到四极子中。为了吸引正离子，聚焦透镜相对于阳极有负偏压。

在分压室中产生的离子束穿过聚焦透镜上的孔，并注入质量过滤器。在总压室中产生的离子束撞击出口透镜并被中和，从而产生电流。该电流的大小与离子源中的压力有关，因此可以用作总压力的量度。当该电流超过预设水平时，操作传感器的电压将关闭，从而有助于保护传感器免受过压情况造成的损坏。



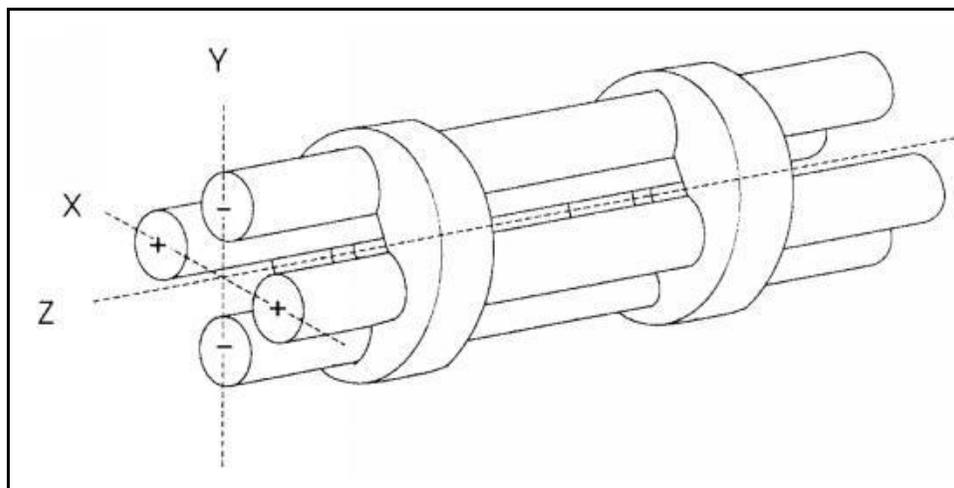
注意

尽管 XPR3 具有使用内部测量的总压力的过压保护功能，但建议仅使用皮拉尼联锁来控制传感器的发射。将 XPR3 传感器暴露在过压下或试图在超过 XPR3 操作规格的高压下打开发射将导致灯丝过早失效。

2.4.2 四极杆质谱过滤器

离子源产生的离子被注入质量过滤器，该过滤器会过滤掉除特定质荷比离子之外的所有离子。大多数离子只含有一个电荷单位。在 Transpector XPR3 中，质量过滤器是四极杆类型，施加了 RF 和 DC 电位的组合。RF 频率和振幅决定质量，RF/DC 比率决定过滤器的选择性。参见图 2-2。

图 2-2 传感器的四极杆质量过滤器



质量过滤器的四根杆（因此称为“四极杆”）交替带电，将特定质量的离子引导通过中心，从而使所有较大和较小的质量偏转（因此称为“质量过滤器”）。

质量过滤器由四根平行的杆或极组成，呈方形阵列。杆和安装它们的绝缘体形成极其精确的机械组件。方形阵列中心与最近的杆表面之间的距离称为四极杆半径，符号为 r_0 。理想情况下，杆应具有双曲面形状（朝向组件的中心），而不是圆形。**XPR3** 四极杆经过加工，具有双曲面形状，因此具有用于质量过滤离子的最佳电场。

相对的杆通过电连接在一起。离子被引导到极点之间的空间中，方向与杆的长度大致平行。在那里，离子根据其质荷比通过施加在极点上的电位产生的横向力被分离。

施加的电位由 **RF** 分量和 **DC** 分量组成。一组杆上的 **RF** 电位与另一组杆上的 **RF** 电位相差 180° ，但幅度相同。对于一对杆（“**X**”对），**DC** 电位为正。对于另一对杆（“**Y**”对），**DC** 电位幅度相同但为负。**DC** 和 **RF** 电位以“中心电压”（有时称为“极点零点”）为参考。以下方程总结了施加到杆上的电位：

$$X = V \cos(2\pi ft) + U + PZ \quad [1]$$

$$Y = V \cos(2\pi ft + \pi) - U + PZ \quad [2]$$

其中， V 是射频幅度， f 是射频频率， t 是时间， U 是直流电位， PZ 是零极点。

RF 组件从光束中去除低质量离子。质量足够低的离子的运动与施加的 **RF** 保持同相。这些离子将从场中获得能量并以越来越大的振幅振荡。最终，当它们沿着杆的长度行进时，它们将撞击其中一根杆并被中和。另一方面，高质量离子被 **RF** 组件聚焦到靠近四极杆长轴“**Z**”轴的区域。**DC** 组件叠加在 **RF** 上以从光束中去除高质量离子。**DC** 场将高质量离子偏向负极，与 **RF** 场的聚焦效应相反。最终，这些高质量离子撞击负杆并被中和。通过选择合适的 **DC-RF** 比，可以使质量过滤器在所需程度上区分高质量和低质量离子。

沿质量过滤器 **Z** 轴方向的动能（通常称为离子能量）主要取决于离子形成时的电位差（约为阳极电压）与极点零点之间的电位差。离子能量通常仅受源出口孔径和四极杆之间的电场（“边缘”场）的轻微影响。施加到杆对上的 **RF** 两相振幅不平衡以及同时施加的 **DC** 电压的振幅不平衡会导致离子能量进一步改变。

通过过滤器的离子质量由射频幅度、射频频率和四极杆半径决定，如下式所示：

$$V = 14.438Mf^2r_0^2 \quad [3]$$

其中， V 为峰峰值 RF 幅度，单位为伏特； M 为离子质量，单位为每电子电荷的原子质量单位 (AMU)； f 为 RF 频率，单位为兆赫兹； r_0 为四极杆半径，单位为厘米。

传输的离子质量 (M) 与 RF 振幅成正比 (假设 f 为常数)。随着 RF 振幅的增加，质量越来越大的离子将与 RF 场同相振荡，从而获得足够的能量撞击极点。当然，还必须增加直流电压以保持过滤器的高质量抑制特性。因此，可以通过扫描 RF 振幅和直流电压来获得质谱。

2.5 节 (第 2-10 页) 讨论了离子通过过滤器的传输效率随质量的变化。随后，2.6 节 (第 2-10 页) 讨论了施加电压接近于零时，过滤器在极低质量下的行为。

2.4.3 离子检测器

传感器的离子检测器区域由四极出口透镜和检测器本身组成。通常，四极出口孔相对于阳极有负偏压，将通过四极传输的离子聚焦到检测器元件中。检测器可以是简单的法拉第杯 (FC)、电子倍增器 (EM) 或两者的组合。XPR3 是法拉第杯和电子倍增器的组合。

2.4.3.1 法拉第杯探测器

法拉第杯探测器通常是金属板或杯状电极，离子束撞击其上。离子撞击探测器并被中和，从而从连接到电极的电路中抽取电流。通常，产生的电流恰好等于入射离子电流。在 Transpector 系列仪器中，法拉第杯处于地电位。

在法拉第杯模式下，Transpector XPR3 仪器的灵敏度通常 $> 4 \times 10^{-7}$ 安培/托。因此，在法拉第杯模式下，可检测到的最小分压可低至 1×10^{-9} 托。

2.4.3.2 电子倍增器 (EM) 探测器

电子倍增器 (EM) 充当原位前置放大器，以提高灵敏度。尽管 EM 有几种不同的类型，但它们的工作原理是相同的。进入的离子通过高负电压加速进入 EM 的输入端。当离子撞击 EM 表面时，会发射一个或多个二次电子。这些电子被加速到具有更正电位的第二个表面，在那里产生额外的电子。

这个过程不断重复，直到从 EM 输出端发出电子脉冲并被法拉第杯收集。结果是每个入射离子可以产生多达一百万个或更多的电子。法拉第探测器的电流为正 (对于正离子而言)，而 EM 探测器发出的是负信号。

电子输出电流与入射离子电流之比称为 EM 增益。增益主要取决于 EM 类型、施加到 EM 输入端的电压、施加在 EM 上的电压、EM 的状况，以及入射离子的质量和化学性质 (在较小程度上)。一般而言，EM 增益会随着离子质量的增加而降低。

EM 传感器的优势在于其灵敏度更高，因此可以测量较低的分压。典型的 XPR3 FC 灵敏度约为 4×10^{-7} 安培/托，可检测的最小分压为 1×10^{-9} 托。在 EM 模式下工作时，XPR3 传感器的灵敏度大于 4×10^{-3} 安培/托，可检测的最小分压为 6×10^{-12} 托。

EM 传感器的主要缺点是 EM 增益不太稳定并且定量测量不太精确。

2.4.3.3 XPR3 微通道板 高压电子倍增器

Transpector XPR3 使用微通道板 (MCP) 高压电子倍增器 (HPEM) / 法拉第杯检测器。MCP 是一个小板 (大约 1/2 英寸 (12.7 毫米) 平方 x 1/16 英寸 (1.6 毫米) 厚), 由超过 10,000 个非常小的连续倍增器组成, 每个倍增器的内径为 0.001 英寸 (0.03 毫米)。请参阅第 2-2 页的图 2-6。

相较于其他倍增器设计, MCP 的主要优势在于尺寸更小。此外, 所需的工作电压也较低。MCP 不必保持在真空下。但是, 由于 MCP 的表面积较大, 因此会吸收水蒸气, 因此应避免长时间暴露在高湿度下。

当 MCP 接地时, 通过出口透镜离开四极杆的离子被收集在法拉第杯上。产生的电流通过信号输出传导到检测放大器。当在 MCP 正面施加 -1275 V 电压, 并在 MCP 背面施加 -500 至 -50 V 之间的电压时, 离子撞击 MCP 正面。产生的电子电流由同一法拉第电极收集。

在 EM 模式下, MCP 的前端固定在 -1275 V, 原因有二。首先, 离开四极杆的离子束可能非常发散, -1275 V 可确保整个离子束偏转到 MCP 中。其次, 如果离子撞击 EM 入口时的动能太低, 可能会发生严重的质量歧视效应。-1275 V 可避免这两个问题。

由于 MCP 增益由其两端的电压决定, 因此必须改变输入侧的电压来控制增益。输入侧电压为 -775 V 时, MCP 增益最低。MCP 输出为 -1225 V 时, MCP 增益最大。XPR3 电压在工厂调整后可产生 300 的增益。

使用获得所需峰值振幅和/或信噪比所需的最低 MCP 电压 — 建议增益为 300。在高于必要电压下操作会导致电子倍增器过早老化, 需要提前更换。随着 MCP 老化, 获得特定 EM 增益所需的电压将会增加。请参阅第 6 章“XPR3 最佳已知方法”。

2.5 扫描特性

如上所述, 四极杆可用作混合离子束的质量过滤器, 拒绝高质量和低质量的离子, 同时让中等质量的离子通过。质量过滤器的选择性用分辨率 R 表示, 其数值表示为中心质量 M 与通带宽度 ΔM (均以 AMU 为单位) 之比。由于过滤器通过的离子数量随着接近通带边缘而逐渐减少, 因此宽度定义为离子电流下降到最大值的某个指定分数 (通常为 1/2 或 1/10) 的点。通带的宽度由 DC 与 RF 之比决定。

虽然可以设计四极杆驱动电路, 使 R 随 M 以任何所需的方式变化, 但通常最方便的是将 ΔM 保持在一个恒定值, 以确保相差 1 AMU 的质量充分分离。这种扫描模式称为恒定 ΔM 。因此, R 与 M 成正比, 因此质量为 M 的离子通过四极杆的传输效率会随着 M 的增加而降低。因此, 传感器的灵敏度会随着 M 的增加而降低。

2.6 零爆

当质量过滤器调到非常低的质量时，施加到杆上的 RF 和 DC 电压接近于零。四极杆随后停止充当过滤器，并检测到大量未分离的离子电流。此电流称为“零爆”。零爆存在于所有基于四极杆的传感器中，当存在大量较高质量的离子时，它会干扰对质量 1 和 2 的观察。在某些仪器中，通过防止电压达到零来隐藏零爆的幅度。

当存在大量较高质量的离子时，“零爆”（当质量过滤器转向非常低的质量时进入质量过滤器的未分离离子的大量电流）可能会干扰对质量 1 和 2 的观察。

2.7 高压效应

由于 XPR3 设计用于在毫托范围内的压力下工作，因此它具有一些特殊的操作特性。主要区别在于，离子与传感器中中性气体分子的相互作用不可忽略。离子与周围气体分子的相互作用由气体环境的平均自由程特性描述。平均自由程是离子在与气体分子相互作用之前行进的平均距离。平均自由程的数值取决于离子的类型、气体氛围的类型和气体压力（即气体分子的浓度）。

$$\lambda = \frac{K}{P} \quad [1]$$

其中：

λ 是平均自由程，

K 是取决于离子和气体种类的常数，

P 是气体压力

随着传感器内气压的增加，平均自由程会按比例缩短。离子与气体分子碰撞的结果是阻止离子到达收集器并被测量。因此，传感器输出不再与被测气体的浓度成正比。

能够在气体中行进距离 X 的离子比例如下：

$$\frac{n}{n_0} = \exp\left(-\frac{X}{\lambda}\right) \quad [2]$$

其中：

n 为行进距离 X 后剩余的离子数， n_0 为原始离子数。

所以：

$$\frac{n}{n_0} = \exp\left(-P\left(\frac{X}{K}\right)\right)$$

[3]

也就是说，从离子源发出的离子束中离子的比例会随着压力 P 的增加和离子路径长度 X 的增加而减少。这种关系表明，高压传感器必须做得很小，以避免离子损失。

由于离子电流的损失部分是可预测的，因此可以通过数学补偿电流损失来线性化数据，前提是离子源的电流输出 I 与目标离子的分压成正比。附加线性化项 $(1+AP)$ 用于补偿离子源中离子空间电荷的影响。XPR3 配备有使用离子源总压力读数进行线性化计算的功能。线性化因子 $F=X/K$ 和离子发生器常数 A 是根据每个 XPR3 传感器针对被测气体和所用电子能量的经验确定的。线性化离子电流 (I_0) 与源中的原始离子 n_0 成正比，使用以下公式显示：

$$I_0 = I \exp(FP) \times (1 + AP) \quad [4]$$

其中：

I 是测得的原始离子电流， P 是 XPR3 总压力，

A 是离子发生器常数， F 是线性化因子。

第三章 应用指南

3.1 如何解释结果

本节介绍如何解读 Transpector XPR3 产生的测量值。它分为三个主要部分：

- ⑩ 第 3.1.1 节“质谱的定性解释”（第 3-1 页）解释了如何确定所分析的气体样品中存在哪些物质。
- ⑩ 第 3.1.2 节“质谱的定量解释（计算分压）”在第 3-9 页上展示了如何估计每种物质的含量。
- ⑩ 第 3.1.3 节“解释质谱的附加信息”（第 3-15 页）提供了可帮助您解释质谱的附加信息。

有关 Transpector XPR3 如何进行测量的讨论，请参阅第 2 章“仪器的工作原理”。

3.1.1 质谱的定性解释

分压分析仪的基本图形输出是质谱。质谱是离子强度图上的峰模式，是离子质荷比的函数。每种化学物质都有特征质谱。不同的仪器对同一种物质的谱图会略有不同。电离器、质量过滤器和检测器的特定特性，更不用说将样品引入质谱仪的方式，都会影响产生的谱。

很少会获得纯物质的质谱。大多数情况下（尤其是对于残余气体分析仪），获得的谱将是单个物质的混合，这些物质共同构成了实际存在的样品。参见图 3-1。

图 3-1 质谱

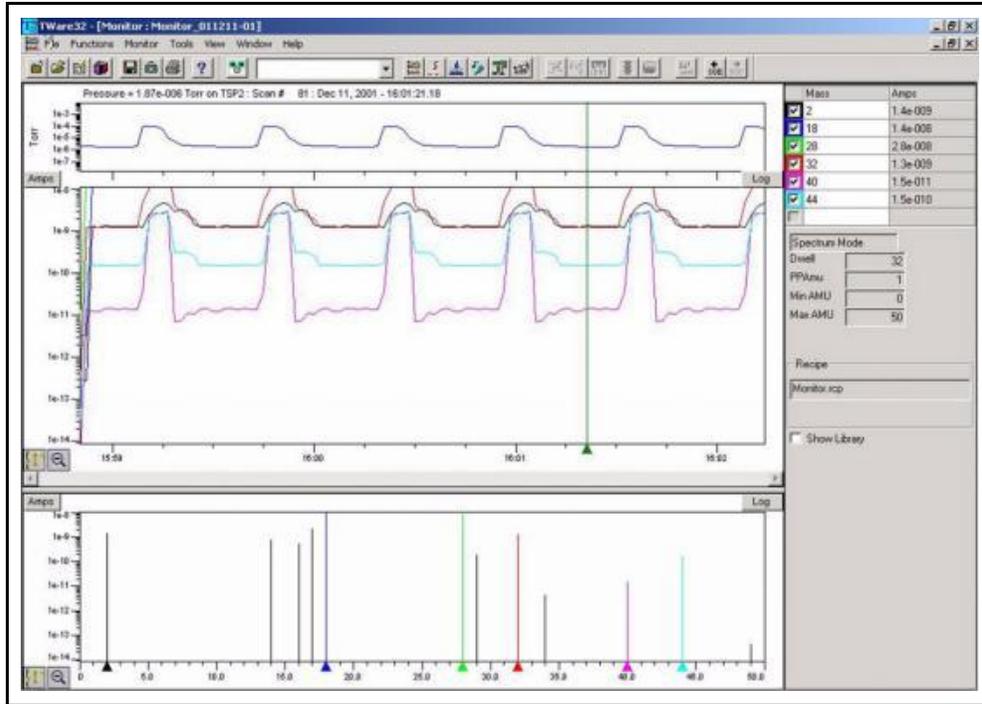
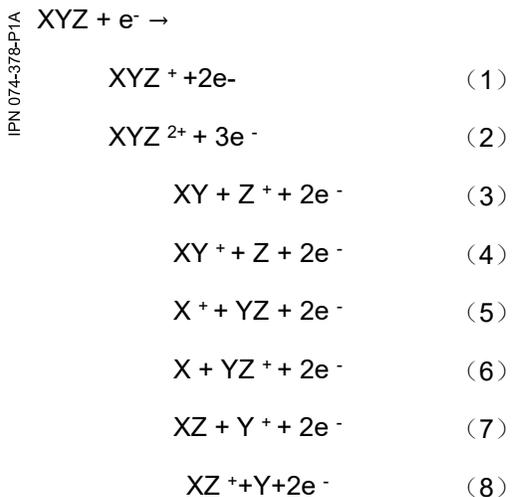


图 3-1 是质谱的一个示例。上图是趋势分析，显示了最重要的质量随时间的变化。下图显示了 81 扫描期间采集的数据，并显示了 6 级跨度的 y 轴上的空气谱图。空气的突出峰是氮气的质量 28、氧气的质量 32、氩气的质量 40 和水蒸气的质量 18。

3.1.1.1 电离过程

当一个具有足够高能量的电子撞击气体分子时，会发生许多过程，表 3-1 总结了其中一些过程。

表 3-1 电子碰撞电离过程

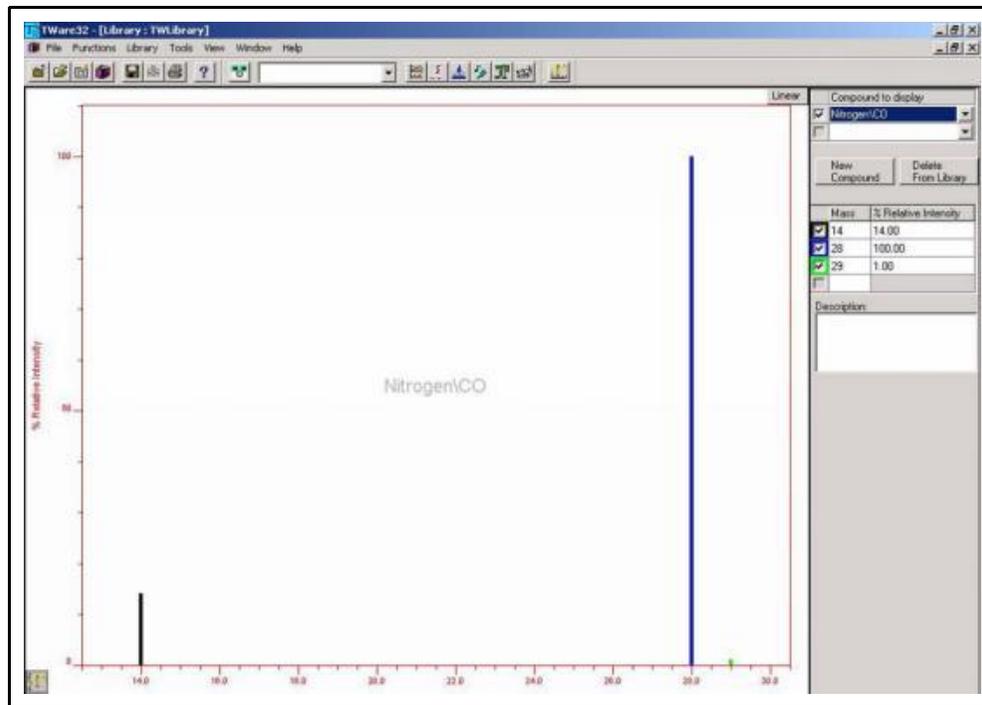


在所有情况下，反应物都是高能电子 e^- 和气体分子 XYZ。

第一个反应的产物是去除一个电子的分子（即所谓的母离子）和两个低能电子。在第二个反应中，从气体分子中去除两个电子，产生带双电荷的离子。如果入射电子具有足够的能量，也可能产生带三电荷（甚至更高）的离子。

反应 3 至 8 都是原始分子断裂成碎片的例子，其中至少一个碎片带正电（负离子也可以通过这种方式产生）。只能观察到正离子碎片；检测不到中性（即不带电）碎片。母分子在电子撞击下断裂时获得的质谱通常称为碎片模式（或有时称为裂解模式）。氮的碎片模式如图 3-2 所示。

图 3-2 氮碎片模式



氮气碎片模式显示 $^{14}\text{N}^+$ (14 AMU)、 $^{14}\text{N}_2^+$ (28 AMU) 和 $^{14}\text{N}^{15}\text{N}^+$ (29 AMU)。

一般而言，多电荷物质的峰强度会低于相应的单电荷离子的峰强度。例如，氮的双电荷峰强度通常不到单电荷峰强度的五分之一（应该注意的是，该强度比对入射电子能量很敏感）。

在某些情况下很难确定离子是单电荷还是多电荷。当一个分子由同一种元素的两个原子组成时，典型的分压分析仪无法区分单电荷的单原子碎片离子和双电荷的双原子分子离子，因为它们具有相同的质荷比。请参见第 3-3 页的图 3-2；28 AMU 处的峰为母离子 N_2^+ 。从该谱中无法辨别 14 AMU 处的峰是来自 N^+ 还是 N_2^{2+} 。已通过其他方式证明氮谱中的 14 AMU 峰来自单电荷碎片离子。

大多数离子（复杂的碳氢化合物除外）的质量非常接近整数。当离子的质量不能被其电荷数整除时，质荷比将不是整数。因此， Ar^{3+} 将出现在 13.33 AMU，而 F^{2+} 将出现在 9.5 AMU。

3.1.1.2 同位素比

纯物质质谱中出现多个峰的另一个原因是大多数（但不是全部）元素由多个同位素组成。例如，自然界中 99.63% 的氮原子的质量为 14 AMU；只有 0.37% 的质量为 15 AMU。仔细检查图中的氮谱

3-2, 第 3-3 页。28 AMU 处的最大峰为母离子 N_2^+ 。29 AMU 处的峰为同位素峰 $^{14}N^{15}N^+$ ，其高度为母峰的 0.74%（0.37% 的两倍），因为离子中有两个氮原子，每个氮原子有 0.37% 的概率为 15 AMU）。

一些元素具有许多强同位素（例如，氙为 124 质量的 0.096%、126 质量的 0.090%、128 质量的 1.92%、129 质量的 26.44%、130 质量的 4.08%、131 质量的 21.18%、132 质量的 26.89%、134 质量的 10.44% 和 136 质量的 8.87%）。

同位素比与碎裂模式一样，对于识别特定物质非常有用。在正常分压分析仪电离条件下，元素各种同位素的峰高比将与其天然丰度的比率相同。也就是说，例如，质量为 35 的氯同位素 (^{35}Cl) 电离的概率与质量为 37 的同位素 (^{37}Cl) 电离的概率相同。因此，HCl 中质量为 35 的同位素与质量为 37 的同位素的峰高比为 3.07 比 1 (75.4% / 24.6%)。

有关较轻元素同位素比的列表，请参阅表 3-2。有关所有元素同位素的天然丰度的完整列表，请参阅 CRC Press 出版的《化学和物理手册》。

表 3-2 同位素比

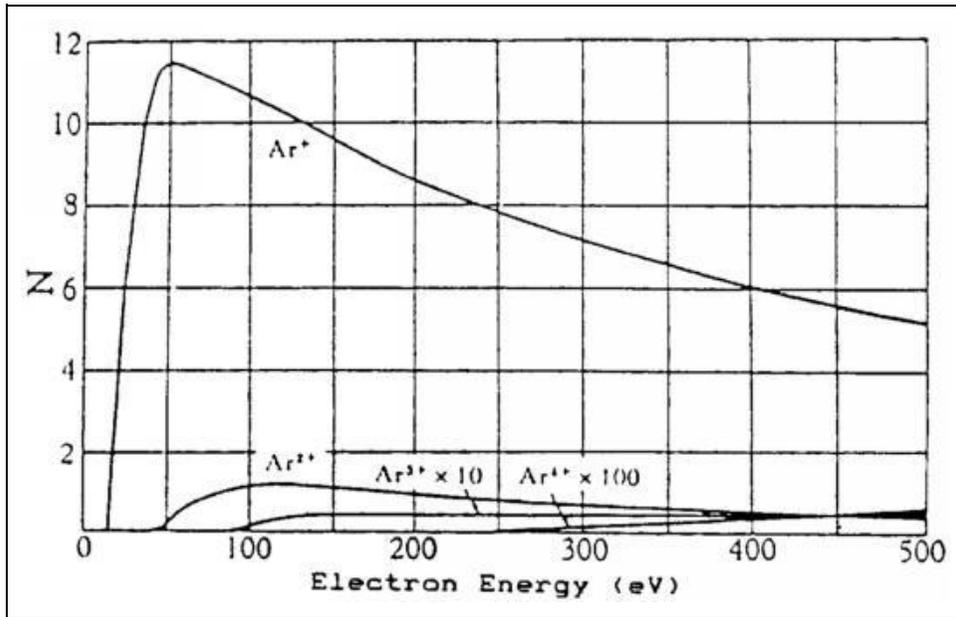
同位素比		
元素	质量编号	相对丰度
H	1	99.985
	2	0.015
He	3	0.00013
	4	~100.0
B	10	19.78
	11	80.22
C	12	98.892
	13	1.108
N	14	99.63
	15	0.37
O	16	99.759
	17	0.0374
	18	0.2039

F	19	100.0
Ne	20	90.92
	21	0.257
	22	8.82
Na	23	100.0
Al	27	100.0
Si	28	92.27
	29	4.68
	30	3.05
P	31	100.0
S	32	95.06
	33	0.74
	34	4.18
	36	0.016
Cl	35	75.4
	37	24.6
Ar	36	0.337
	38	0.063
	40	99.600

3.1.1.3 电子能量效应

如前所述，观察到的确切碎裂模式将取决于轰击电子的能量。图 3-3（摘自 W. Bleakney 的论文《物理评论》第 36 卷第 1303 页，发表于 1930 年）以电子能量为函数，绘制了每托气压下每个入射电子产生的氩离子（不同电荷状态）数量。

图 3-3 电子能量效应



该图显示了 0 °C 时每个电子每托所形成的氩离子 N 的数量与电子能量的关系。

Ar^+ 的出现电位（即产生特定离子所需的最小电子能量）为 15.7 eV。产生的氩离子数量随能量急剧增加，直至达到最大值（约 55 eV）。当电子能量超过此水平时， Ar^+ 的产生率会缓慢下降。

Ar^{2+} 的出现电位为 43.5 eV，并且直到电子能量超过 100 eV 时离子生成率才会达到最大值。 Ar^{3+} 的出现电位约为 85 eV，而 Ar^{4+} 的出现电位超过 200 eV。XPR3 通常设置为 40 eV（低发射）设置以生成 Ar^+ 离子。XPR3 操作的低电子能量（40 eV）模型抑制了质量 18 处 $36 Ar^{2+}$ 离子的生成，导致质量 18 电流主要为 H_2O 的量度。

3.1.1.4 定性解释指南

要使用分压分析仪识别未知物质，您必须识别三个特征：碎片模式、多电荷离子和同位素比。一般来说，简单的谱相对容易解释，并能产生有用的识别结果。而分析复杂的物质混合物则困难得多。

表 3-3 旨在作为谱解释指南，在首次检查未知谱时可能会用到。该指南列出了峰的质量、每个质量的可能离子身份以及每个离子的常见来源。

注意：此列表并非全部

表 3-3 谱解释指南

谱解释指南		
AMU#	化学符号	来源
1	H	水 F 或氢 F

2	H ₂ D	氢、氘 (² H)
3	HD, ³ H	氢-氘、氚 (³ H)
4	He	氦
5	没有已知元素	
6	C	双重电离 ¹² C (罕见)
7	N	DI ¹⁴ N (罕见)
8	O	DI ¹⁶ O (罕见)
9	没有已知元素	
10	Ne, ¹⁰ B	DI ²⁰ Ne (稀有)、BF ₃ 、BCl ₃
11	Ne, ¹¹ B	DI ²² Ne (稀有)、 ¹¹ BF ₃ 、BCl ₃
12	C	C、一氧化碳 F、二氧化碳 F
13	CH, ¹³ C	甲烷 F, 碳同位素
14	N,CH ₂	氮气、甲烷 F 或 注 1
15	CH ₃	甲烷 F 或 注 1
16	O,CH ₄ ,NH ₂	O ₂ 或 CO F、氨
17	OH, NH ₃	H ₂ O F、氨 F
18	H ₂ O	H ₂ O
19	F	氟或氟利昂 F
20	Ar ²⁺ ,Ne,HF	氩气、氖气、氢氟酸

表 3-3 谱解释指南 (续)

谱解释指南		
AMU	化学符号	来源
21		
22	^{22}Ne , CO_2	氖气、去离子 CO_2
23		
24	C_2	请参阅注释 1
25	乙烷	请参阅注释 1
26	乙烷	参见注释 1, 氰化氢 F
27	乙烷、铝、氰化氢	参见注释 1, 铝, 氰化氢
28	氮气、一氧化碳、乙烷、硅	氮气、一氧化碳、乙烯 P、硅
29	乙基	乙烷 F 或乙醇 F 或异丙醇
30	乙烷, 一氧化氮	乙烷 P、一氧化氮
31	P, CH_2OH	氧气、甲醇 F、
32	O_2 , S	氧气、硫磺、甲醇 P
33	HS	硫化氢 F
34	HS, ^{34}S , O_2	硫化氢 P、硫同位素、氧同位素
35	Cl	氯同位素, 见注释 2
36	HCl, ^{36}Ar , C_3	盐酸、氩同位素、碳氢化合物
37	^{37}Cl , C_3H	氯同位素, 见注释 2, 碳氢化合物
38	^{37}HCl , C_3H_2	盐酸或碳氢化合物 (见注释 2)
39	乙烷	参见注释 3, 碳氢化合物
40	Ar, C_3H_4	氩, 见注释 1, 碳氢化合物
41	乙烷	参见注释 1, 碳氢化合物
42	乙烷	参见注释 1, 碳氢化合物
43	乙烷, 甲烷	注 1, 丙酮 F 或甲基乙基酮 F
44	二氧化碳	二氧化碳, 见注释 3

45	甲烷	乙醇 F 或异丙醇 F
46	甲基	乙醇 P
47	C ³⁵ Cl	请参阅注释 2
48	HC ³⁵ Cl、硫酸	参见注释 2, 二氧化硫 F

表 3-3 谱解释指南 (续)

谱解释指南		
AMU#	化学符号	来源
49	C ³⁷ Cl	请参阅注释 2
50	C ³⁷ Cl、CF ₂ 、 C ₄ H ₂	参见注释 2、氟利昂 F、注释 3
注意： (1) 几种碳氢化合物的碎片，例如机械泵油、扩散泵油、真空油脂、切削油和有机溶剂。 (2) 几种氯化烃的碎片，例如四氯化碳、四氯乙烯和多种氟利昂。 (3) 直链烃和苯环烃的碎片。 (4) F = 碎片离子；P = 母离子；DI = 双电离		

3.1.2 质谱的定量解释 (计算分压)

分压定义为气体混合物中指定成分的压力。根据道尔顿定律，所有分压的总和就是总压力。分压分析仪的设计使得质谱峰的高度与产生该峰的离子数量成正比。同样根据设计，离子数量或多或少与产生该峰的物质分压成正比（在某个指定的操作压力范围内）。因此，峰的高度与产生该峰的物质分压成正比。

b 处的离子电流确定的物质分压之间的关系：

$$PP_a = K_{ab} \times I_{ab} \quad [1]$$

PP_a 表示物质 a 的分压，而 K_{ab} 是物质 a 在质量 b 处峰的比例常数，I_{ab} 是物质 a 在质量 b 处离子电流。

比例常数 K_{ab} 取决于被检测物质的性质和分压分析仪的特性。与物质相关的部分称为物质因子 M_{ab}。

与仪器相关的部分称为分析仪因子 A_b，主要取决于离子质量 b。因此，原始方程 [1] 可以重写如下：

$$PP_a = (M_{ab} \times A_b) \times I_{ab} \quad [2]$$

物质因子 M_{ab} 取决于特定物质的碎裂模式、参考气体（通常为氮气）的碎裂模式，以及该物质相对于相同参考气体的电离难易程度。所涉及的关系如公式 [3] 所示：

$$M_{ab} = \frac{1}{FF_{ab} \times XF_a}$$

[3]

FF_{ab} 项是物质 **a** 在质量为 **b** 时的碎裂因子。它等于物质 **a** 中所有质量为 **b** 的离子的总电流占总电流的分数。最后， XF_a 是物质 **a** 相对于氮（即 $XF_N=1$ ）的电离概率。也就是说，它是物质 **a** 的总离子电流（对于所有质量）与氮的总离子电流之比，二者均在相同的真实分压下测得。碎裂因子和电离概率都在很大程度上取决于电离电子的能量。如果不知道在所使用的特定分析仪的确切条件下这些因子的正确值，则可以使用其他条件下的已公布值来近似，一般来说，准确度只会有很小的损失。

第 10 章中引用的一般参考资料中给出的碎裂模式计算得出。其他有价值的参考资料包括 ASTM 的质谱数据索引、Heller 和 Milne 编写的 EPA/NIH 质谱数据库以及美国国家标准与技术研究所（原国家标准局）提供的大量谱库。

表 3-4 列出了所选物质主要峰的碎裂因子 (FF)。

注意：实际碎片因子会因电离器、电子能量和质量过滤器而有很大差异。为获得最佳精度，请使用与分析相同的仪器在相同的调谐条件下测量碎片因子

表 3-4 一些常见物质主要峰的典型碎裂因子

大量的	FF	大量的	FF	大量的	FF
丙酮 (CH ₃) ₂ CO		氦气 He		氧气 O ₂	
43	.63	4	1.00	32	.95
58	.23			16	.05
42	.04	H ₂			
27	.03	2	1.00	甲苯 C ₂ H ₅ CH ₃	
				91	.46
氩气 Ar				92	.34
40	.83	氪气 Kr		60	.07
20	.17	84	.45	65	.05
		86	.13		
苯 C ₆ H ₆		82	.10	三氯乙烯 C ₂ HCl ₃	
78	.53	83	.10	95	.22
51	.11			130	.22
52	.11	甲烷 CH ₄		132	.21
50	.10	16	.46	97	.14
		15	.40	60	.13
二氧化碳 CO ₂		14	.07		
44	.70	13	.04	水 H ₂ O	
28	.11			18	.75
16	.06	甲醇 CH ₃ OH		17	.19
12	.01	31	.43	1	.05
		32	.23	16	.02
一氧化碳 CO		29	.18		
28	.91	28	.03	氙气 Xe	
12	.05			132	.26
16	.03	氖气 Ne		129	.26

IPN 074-378-P1A

		20	.90	131	.22
乙醇 C ₂ H ₅ OH		22	.10	134	.11
31	.49			136	.09
45	.21	氮气 N ₂			
27	.09	28	1.00		
29	.07	14	.12		
		29	.01		

电离概率因子可以通过代入各种气体的相对离子计灵敏度来近似计算。表 3-5 给出了一些常见气体的相对离子计灵敏度。

注： 本表列出了所选分子的相对电离灵敏度。数据由 RL 编写，来自对热阴极电离型真空计灵敏度的经验观察

Summers (NASA 技术说明 NASA TN D5285, 出版于 1969 年)。在 O'Hanlon (第 8 章, 第 1.1 节) 和 Drinkwine 和 Lichtman (第 5 页, 表 I) 的书中可以找到类似的 (尽管内容更有限) 电离灵敏度列表。

提示： 实际电离概率会因电离器和电子能量的不同而有很大差异。为了获得最佳精度, 请使用热阴极电离计 (针对氮气校准) 来监测目标物质的已知压力, 从而测量相对电离概率。仪表读数与已知真实压力的比率就是相对电离概率。要确定真实压力, 请使用与气体种类无关的仪表 (例如电容压力计) 或具有已知灵敏度系数的仪表 (例如旋转转子仪表)。

IPN 074-378-P1A

IPN 074-378-P1A

表 3-5 一些常见物质的电离概率

物质	化学式	相对电离计灵敏度	物质	化学式	相对电离计灵敏度

丙酮	(CH ₃) ₂ CO	3.6	氯化氢	HCl	1.6
空气		1.0	氟化氢	HF	1.4
氨	NH ₃	1.3	碘化氢	HI	3.1
氩气	Ar	1.2	硫化氢	H ₂ S	2.2
苯	C ₆ H ₆	5.9	氪	Kr	1.7
苯甲酸	C ₆ H ₅ COOH	5.5	锂	Li	1.9
溴	Br ₂	3.8	甲烷	CH ₄	1.6
丁烷	C ₄ H ₁₀	4.9	甲醇	CH ₃ OH	1.8
二氧化碳	CO ₂	1.4	氖	Ne	0.23
二硫化碳	CS ₂	4.8	氮	N ₂	1.0
一氧化碳	CO	1.05	一氧化氮	NO	1.2
四氯化碳	CCl ₄	6.0	笑气	N ₂ O	1.7
氯苯	C ₆ H ₅ Cl	7.0	氧	O ₂	1.0
氯乙烷	C ₂ H ₅ Cl	4.0	正戊烷	C ₅ H ₁₂	6.0
氯仿	CHCl ₃	4.8	苯酚	C ₆ H ₅ OH	6.2
氯甲烷	CH ₃ Cl	3.1	磷	PH ₃	2.6
环己烷	C ₆ H ₁₂	6.4	丙烷	C ₃ H ₈	3.7
氘	D ₂	0.35	高氯酸银	AgClO ₄	3.6
二氯二氟甲烷	CCl ₂ F ₂	2.7	碘化锡	SnI ₄	6.7
二氯甲烷	CH ₂ Cl ₂	7.8	二氧化硫	SO ₂	2.1
二硝基苯	C ₆ H(NO ₂) ₂	7.8	六氟化硫	SF ₆	2.3
乙烷	C ₂ H ₆	2.6	甲苯	C ₆ H ₅ CH ₃	6.8
乙醇	C ₂ H ₅ OH	3.6	三硝基苯	C ₆ H ₃ (NO ₂) ₃	9.0
环氧乙烷	(CH ₂) ₂ O	2.5	水	H ₂ O	1.0
氦	He	0.14	氙	Xe	3.0
己烷	C ₆ H ₁₄	6.6	二甲苯	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	7.8
氢	H ₂	0.44			

分析因子 A_b 取决于分析仪的传输和检测特性、电子倍增器增益（如果分析仪配备的话）和基本灵敏度，如公式 [4] 所示：

$$A_a = \frac{1}{TF_b \times DF_{ab} \times G \times S} \quad [4]$$

这里， TF_b 是质量过滤器在质量 b 处的传输因子。传输因子是质量 b 处的离子相对于质量 28 处的氮离子通过质量过滤器的比例。名义上，传输因子等于 28 除以离子质量 b 。

检测因子 DF_{ab} 等于 1。对于电子倍增器，检测因子是离子质量及其化学性质的函数，并且是相对于参考气体（通常是氮气）的检测因子来测量的。一般来说，随着离子质量的增加，电子倍增器的检测因子会降低。

电子倍增器的增益 G 是在质量为 28 的氮原子上测量的，在其他条件相同的情况下，电子倍增器的输出电流除以法拉第模式的输出电流。倍增器增益与所施加的高电压密切相关。

仪器的灵敏度 S 是在质量 28 处测得的给定纯氮压力的法拉第模式离子电流的比率，通常以安培/托表示。

方程 [5] 给出了分压和离子电流之间的总体关系，这个关系非常普遍。这个方程的常数可以从各种表格中获得，但为了获得最佳精度，应该对每台仪器进行测量。

$$PP_a = \left\{ \frac{FF_{N28}}{FF_{ab} \times XF_{ab} \times TF_b \times DF_{ab} \times G \times S} \right\} \times I_{ab} \quad [5]$$

IPN 074-378-P1A

以下是对每个术语的简要讨论：

PP_a 物质 a 的分压（通常以 Torr 为单位）。

FF_{ab} 碎裂因子，或来自质量为 b 的物质 a 的总离子电流的分数（无量纲；参见第 3-11 页的表 3-4）。

FF_{N28} 28 AMU 处 N_2^+ 离子与氮的碎裂因子（无量纲；通常约为 0.9）。

XF_a 物质 a 的相对氮的电离概率；与图中所示的相对离子计灵敏度大致相同（无量纲）。

TF _b	透射因子，相对于质量为 28 AMU 的离子，质量为 b 的离子占总离子数量的百分比；名义上， $T_{FM} = 28/M$ （无量纲）。
DF _{ab}	物质 a 中质量为 b 的离子的检测因子，相对于 28 AMU 处的氮；对于法拉第探测器假定为 1.00，但对于电子倍增器探测器（无量纲）则有所不同。
G	28 AMU 处氮离子的电子倍增器增益（无量纲；对于法拉第杯探测器设置为 1）。
S	仪器对氮的灵敏度，每单位氮分压 28 AMU 时的离子电流（通常以安培/托为单位）。
I _{ab}	物质 a 产生的质量峰 b 的离子电流（安培；假设不存在其他对质量峰 b 处的总电流有显著贡献的物质）。

3.1.3 解释质谱的附加信息

以下段落包含在解释质谱时可能有用的附加信息。

3.1.3.1 离子源特点

重要的是要认识到，分压分析仪（尤其是离子源）和真空系统配置都会对检测到的气体的相对浓度产生影响。为了尽量减少这些影响，必须有正确类型的离子发生器、正确类型的灯丝和正确配置的真空系统。当使用差分泵送装置时，情况尤其如此，因为要采样的气体压力过高，传感器无法工作。J. O'Hanlon 的书《真空技术用户指南》对其中一些问题进行了简要讨论（第 8 章第 2 节）。

传感器与直接真空环境之间存在四类相互作用，这些相互作用会对检测到的气体成分产生显著影响。

首先，分析仪本身是气体分子的来源，因为其表面会放气。通常，通过在真空中烘烤分析仪可以降低放气水平。在超高真空 (UHV) 区域操作时，最好在移除电子元件的情况下，在最高允许温度下烘烤传感器一夜。请参阅 Transpector XPR3 传感器的烘烤温度规格。应在最高传感器工作温度下进行第二次过夜烘烤。（在烘烤过程中，传感器的所有部件可能需要三个多小时才能达到最高温度，而冷却下来则需要六个多小时。）



注意

确保在此（第二次）烘烤温度下关闭电子倍增器高压，否则可能会导致 EM 永久性损坏。

其次，可能会发生与放气相反的情况；即气体分子可能被传感器表面捕获。这种效应称为“抽吸”。在这种情况下，抽吸气体的信号幅度将低于正确代表真空室中气体成分的信号幅度。

第三，分析仪表面上的气体分子反应会导致成分发生变化。气体既可以被表面消耗，也可以由表面产生。气体消耗的一个例子是氧气与热灯丝的反应，特别是在使用钨灯丝时。典型的结果是检测到异常低浓度的氧气。有关灯丝材料及其与被分析气体相互作用的更多信息，请参阅 O'Hanlon 的书（第 8 章，第 2 节）。从表面产生的气体的一个例子是在存在大量氩气的情况下，通过溅射机制从氧化钽涂层钨灯丝中释放出一氧化碳分子。后一种机制使减压系统和 RGA 传感器的组合不适合测量溅射沉积过程中低百万分率 (PPM) 水平的氩气中的氮污染。对于这种类型的应用，应使用特殊类型的入口系统和离子源（通常称为封闭离子源 (CIS)）。

第四，有些情况下，检测到的离子中至少有一些是在电子轰击下从离子源表面发射出来的，而不是由中性分子在气相中产生的。这个过程被称为电子刺激解吸 (ESD)，有时也被称为电子诱导解吸 (EID)。

当传感器长时间暴露于含氟物质（如六氟化硫、氯氟烃、全氟三丁胺或全氟煤油）中时，即使在去除含氟物质后，19 AMU 处的强 F^+ 峰仍然存在的情况并不少见。在 UHV 区域运行时， H^+ 、 C^+ 、 O^+ 和 CO^+ （和其他离子）的 EID/ESD 并不少见。诊断此问题的线索是观察到的碎裂模式与已知的气相模式不匹配。有关 EID/ESD 的更多信息，请参见分压分析仪和由 Drinkwine 和 Lichtman 进行的分析的第 5 页和第 6 页，以及典型谱 TS2 至 5、16、28 和 30。

分压分析仪还具有不同程度的质量歧视特征；也就是说，仪器的灵敏度是质量的函数。离子源表现出质量歧视，因为各种物质具有不同的电离难度。一般来说，重的大分子比较的小分子更容易电离。分子中的电子数与其电离难易程度之间存在大致的相关性。虽然总离子产量（即所有质量的离子之和）取决于电子能量和电离器，但分压分析仪中产生的离子数量（相对于某些标准，通常是氮气）的合理估计是相对电离计灵敏度。

3.1.3.2 扫描特性

四极杆质量过滤器还能够表现出质量鉴别特性，具体取决于在扫描质量范围期间控制电压的变化方式。大多数仪器设计为以恒定峰宽（恒定 ΔM ）运行，从而产生与质量成正比的分辨率。此特性在整个质谱中提供了良好的峰分离度，但会导致离子传输效率（即进入质量过滤器并传输通过它的所有选定质量的离子的比例）随着质量的增加而降低。

质量标度的“校准”或“调整”方式（即峰位置和宽度的调整方式）对质谱中质量过滤器的传输效率有显著影响。如果调整不当，整个质量范围内的峰高比将不正确。

3.1.3.3 碎片化因素

碎片因子是所选质量的离子对总离子流的贡献比例。只有对总离子流贡献至少 1% 的峰才会被列入列表中。质谱中所有峰的因子总和不能超过 1.00。如果只列出了部分峰（峰很多，或者产生的部分离子超出了所用特定仪器的质量范围），则总和可以小于 1.00。

第 3-11 页表 3-4 中列出的数据（某些常见物质主要峰的典型碎裂因子）来自多个来源，仅供参考。为了最大程度地准确确定分压，应使用与要分析的样品相同的仪器和相同的调整来测量目标物质的碎裂因子。

3.1.3.4 高压效应

如第 2-11 页第 2.7 节“高压效应”中所述，当接近操作的高压极限时，由于离子损失与压力有关，离子电流不会随压力线性增加。离子损失的程​​度取决于所讨论离子的性质以及传感器中整个气体环境的性质。如果条件定义充分，即主要气体的类型及其与目标离子的相互作用，则可以通过数学方法补偿范围高压端的非线性行为。**XPR3** 允许用户使用离子源感测到的总压力和特定气体的经验确定因子进行此类补偿。即使不知道确切的因子，补偿结果通常也比原始数据更准确。

第四章

XPR3 安装

4.1 安装步骤

安装 Transpector XPR3 气体分析系统必须执行以下步骤。

- 1 安装隔离阀，请参见第 4-4 页的第 4.4 节。
- 2 安装皮拉尼联锁焊接组件，见第 4-8 页第 4.5 节。
- 3 安装皮拉尼真空计，参见第 4-9 页第 4.6 节。
- 4 安装 XPR3 传感器，请参见第 4-10 页的第 4.7 节。
- 5 安装 Transpector 电子模块，参见第 4-11 页第 4.8 节。
- 6 安装通讯电缆，请参见第 4-12 页的第 4.9 节。
- 7 安装 24 V DC 电源，请参见第 4-15 页的第 4.10 节。
- 8 安装 XPR3 联锁电缆，请参见第 4-18 页的第 4.11 节。
- 9 连接加热套，参见第 4-20 页第 4.12 节。 **10** 安装软件，参见第 4-20 页第 4.13 节。



注意

避免将传感器安装在任何大于 2 高斯的磁场附近。



注意

重要的是，传感器和真空室之间的连接不会干扰气体交换，以确保气体成分准确反映真空室中存在的气体成分。

4.2 ConFlat® 法兰 - 一般信息

传感器通过 2.75 英寸（69.9 毫米）外径 ConFlat 法兰安装在真空系统上。ConFlat 法兰和其他制造商生产的类似兼容法兰广泛用于将设备连接到高真空系统的端口。如果您熟悉此类法兰的安装，请继续阅读第 4-10 页上的第 4.7 节。

注意：如果您的系统没有带有兼容匹配法兰的端口，则需要使用适配器。

为了安装这些法兰而不发生泄漏，遵循正确的操作程序非常重要。这些法兰用金属垫圈密封，可加热至 350 °C 进行烘烤。有关安装 XPR3 传感器时的烘烤温度，请参阅第 5-1 页上的表 5-1。

4.2.1 组装 ConFlat 法兰

要组装一对 ConFlat 法兰，请按照以下步骤操作：

- 1 用实验室毛巾蘸取干净的溶剂（如不含水的酒精）擦拭法兰的密封区域。这些区域必须干净，没有颗粒物。还以同样的方式清洁法兰之间的铜垫圈。

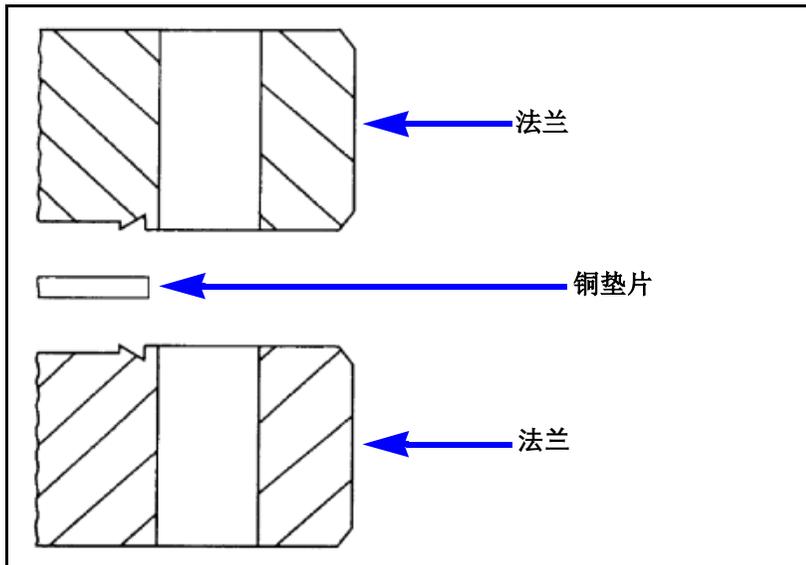


注意

安装过程中，请勿用手指触摸垫圈和法兰面。

- 2 在两个法兰之间安装铜垫片。参见图 4-1。务必使用新垫片。不要尝试多次使用垫片。

图 4-1 垫圈和法兰组件



- 3 将两个法兰放在一起，确保垫圈适合两个法兰的凹槽。法兰面应平行。如果垫圈正确就位，则两个法兰不应相互横向滑动。
- 4 将不锈钢螺栓安装在法兰的螺栓孔中，并用手指拧紧。如果法兰需要烘烤，则在螺栓螺纹上涂一层防卡剂（FelPro C 100 或同等产品）。



注意

不要让任何防卡剂粘到垫圈或法兰的真空部件上。

- 5 用手指拧紧螺栓并且法兰面平行后，以十字交叉的方式逐渐均匀地拧紧螺栓，直到法兰面彼此均匀接触。

4.3 避免工艺金属沉积



注意

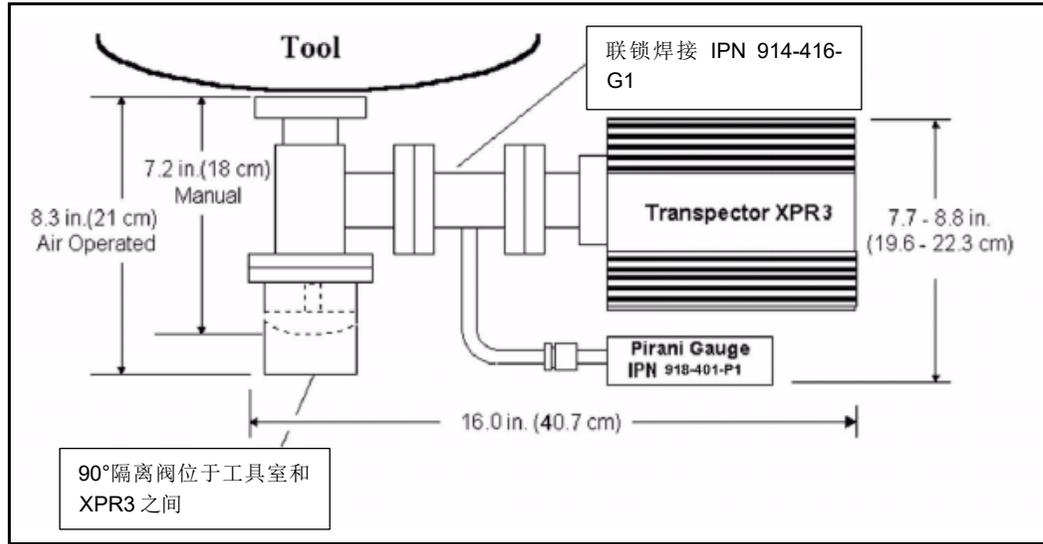
工艺过程中陶瓷离子源板上的导电沉积物可能会导致电气短路和 XPR3 的一般故障。在工艺过程和传感器之间使用 90° 阀将缓解这种情况。第 4-4 页第 4.4 节介绍了 90° 的安装。

4.4 安装隔离阀

XPR3 应安装在工艺室上的 90° 高流导隔离阀（外径 1.5 英寸 [38 毫米]）上（见图 4-2）。这可防止来自等离子体的视线沉积物到达 XPR3 传感器。隔离阀可以由用户提供，也可以从 INFICON 购买（见下文）。

- ⑩ 1½” 直角阀手动操作，带加热套：IPN 914-024-G1。
- ⑩ 1½” 直角阀气动操作，配备 24 V（直流）电磁阀和加热套：IPN 914-025-G1。
- ⑩ 阀门加热套（150 °C；120/230 V（ac）操作）：IPN 914-407-P1。

图 4-2 XPR3 与处理室的典型连接



IPN 074-378-P1A

4.4.1 气动阀注意事项

INFICON 提供的气动阀是一种 1/8" 端口、3 通、单电磁阀、2 位弹簧复位、常开 (NO) 或常闭 (NC) 通用空气阀。它配置为 2 通、NC 用途，其中 EXH 端口被堵塞，并且空气供应 (60 - 100 psig) 必须连接到标有 IN 的端口。参见图 4-3。



警告

供给阀门的气压不得超过 100 psig。



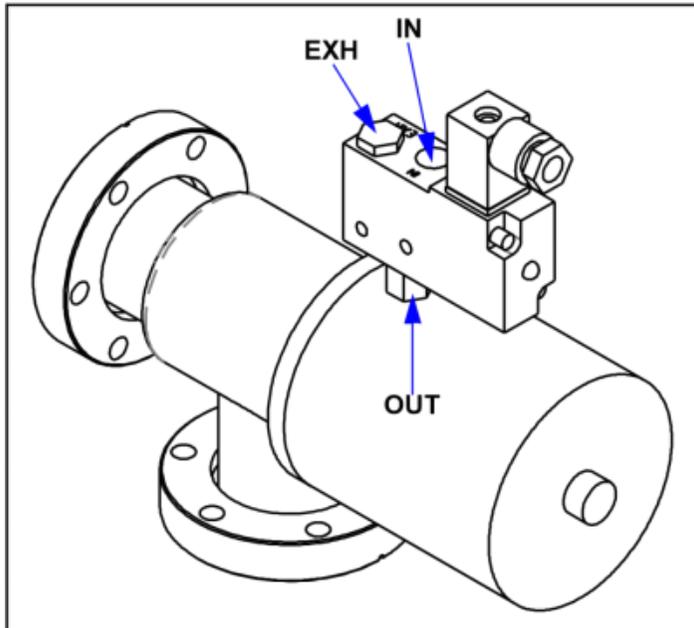
注意

供给阀门的气压必须至少为 60 psig。

IPN 074-378-P1A

图 4-3 INFICON 供气阀

Figure 4-3 INFICON 供气阀

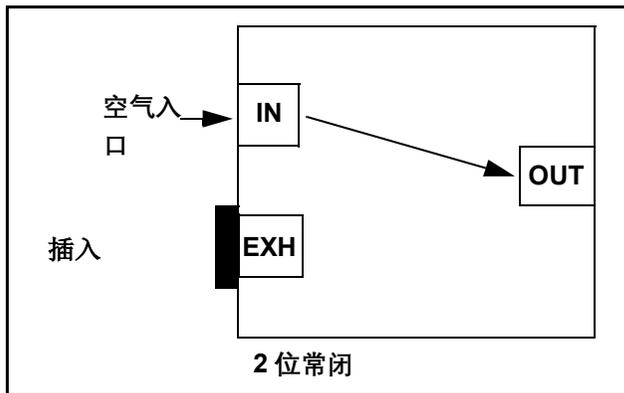


4.4.1.1.2 通、常闭用途的端口标识

见图 4-4。

- IN.....压力供给口
- OUT至阀门的输送口
- EXH.....排气口，已堵住

图 4-4 端口标识



4.4.1.2 阀门零件清单

图 4-5 显示阀门零件清单

4.4.1.3 接线说明

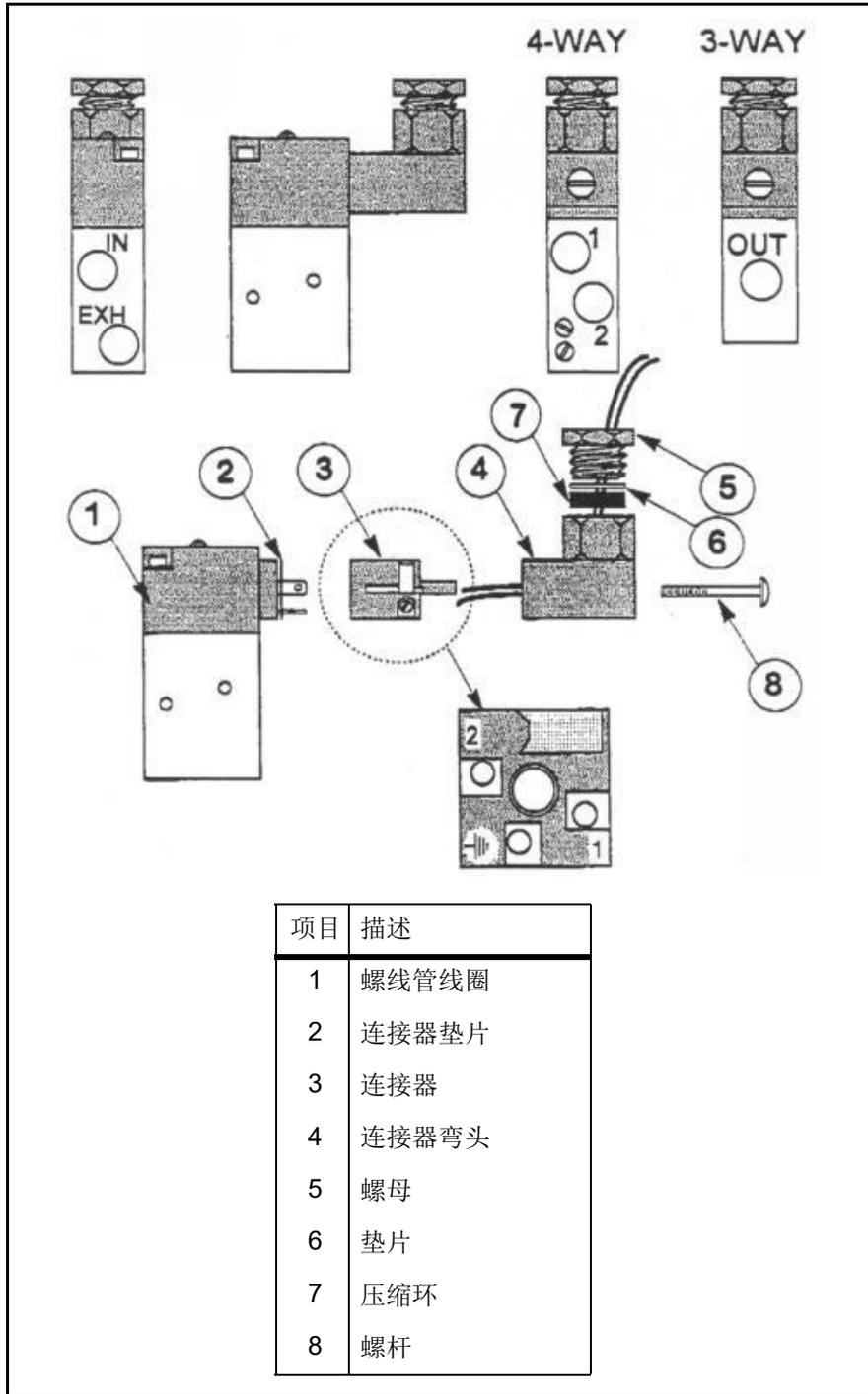
见图 4-5。

- 1 卸下螺钉（项目 8）并拉出连接器弯头（项目 4）。
- 2 拧下螺母（项目 5）；垫圈（项目 6）和压缩环（项目 7）可能留在原位。
- 3 将窄刃螺丝刀插入弯头边缘附近的矩形槽中，然后轻轻地将连接器从弯头中撬出，从而将连接器（项目 3）从弯头中取出。
- 4 将线穿过螺母、垫圈、压缩环和弯头。
- 5 将“正极”和“负极”以任意顺序连接到端子“1”和“2”；将“地”连接到地。将电线焊接或拧入连接处。
- 6 将连接器按回弯头的任意 90° 位置；将螺母牢固地拧入垫圈/压缩环配件中。
- 7 注意针脚对齐并将连接器弯头压回到电磁线圈上；更换螺丝。



该阀门的额定工作电压为 **24 V(dc) +10% 至 -15%**。

图 4-5 阀门零件清单



IPN 074-378-P1A

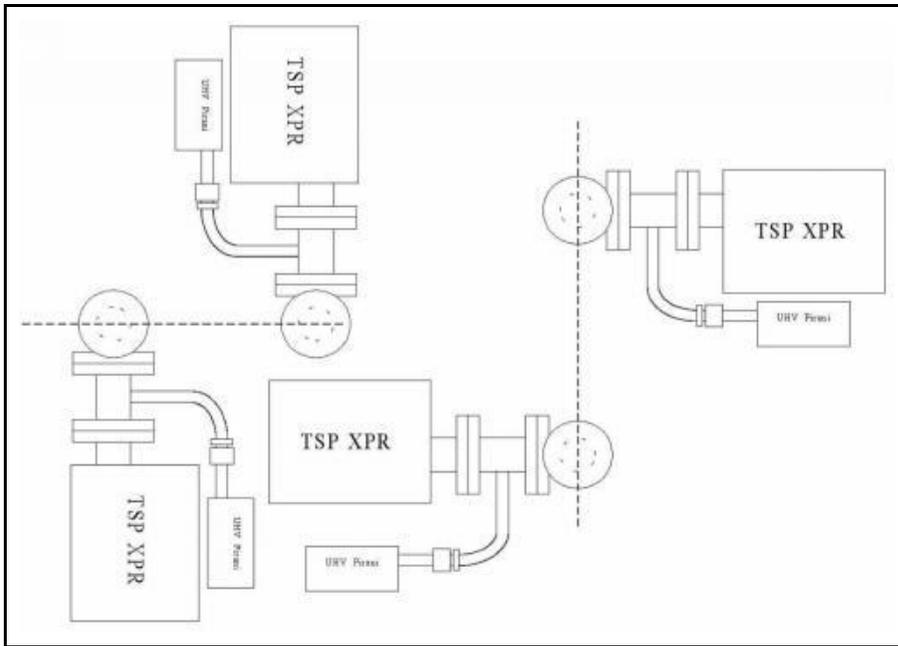
4.5 安装皮拉尼联锁焊接组件

带有皮拉尼压力表端口的 XPR3 联锁焊接组件的内径为 1.5 英寸（38 毫米），用于 XPR3 传感器。两个 CF-40 法兰均可旋转，从而为皮拉尼压力表相对于 Transpector 电子模块、隔离阀和工具的定位提供灵活性。

- 1 评估或预安装工具端口上的 XPR3，以确定 Transpector 电子模块相对于工具的方向，以及皮拉尼压力计相对于 Transpector 电子模块一侧的方向。通常，如果 XPR3 的轴是水平的，则皮拉尼压力计放置在 Transpector 电子模块下方，如图 4-6 所示。

注：对于 2×10^{-2} Torr 或更低的测量，涉及保护 XPR3 灯丝，皮拉尼真空计在任何方向上都能保持其准确性。

图 4-6 在工具上安装 XPR3 的方向



- 2 使用 $1/4-28 \times 1 1/4$ " 12pt SS 镀银螺栓将联锁焊接组件连接到带有铜垫圈的 $1 1/2$ " 直角阀，螺母板位于阀门侧。用手指拧紧螺栓。
- 3 检查方向和对齐：皮拉尼压力表管的方向应使 VCR 接头背对阀门。
- 4 以交叉的方式均匀、逐渐地拧紧所有螺栓，直到法兰面接触。

4.6 安装皮拉尼真空计

皮拉尼真空计与 SS 主体、陶瓷电馈通和 8-VCR 母安装法兰兼容 UHV。

- 1 使用 Ni-8-VCR -2 镀银镍垫片将皮拉尼压力表法兰连接到联锁焊接组件上的端口。
- 2 调整皮拉尼压力表的方向，用手指将压盖拧紧。使用 $1- 1/16$ 英寸开口扳手拧内螺母，使用 $15/16$ 英寸开口扳手拧外螺母。

注意：对于镍垫圈，用扳手拧紧 1/8 以上，以密封皮拉尼压力表接头。通过旋转外螺母并保持内螺母扳手固定，可以抑制皮拉尼压力表的旋转。

4.7 传感器安装

安装传感器时，请遵循这些一般规则。



注意

请勿用手指触摸传感器真空侧的任何表面。如果必须触摸这些部件中的任何一个，请务必戴上干净的亚麻或尼龙实验室手套。

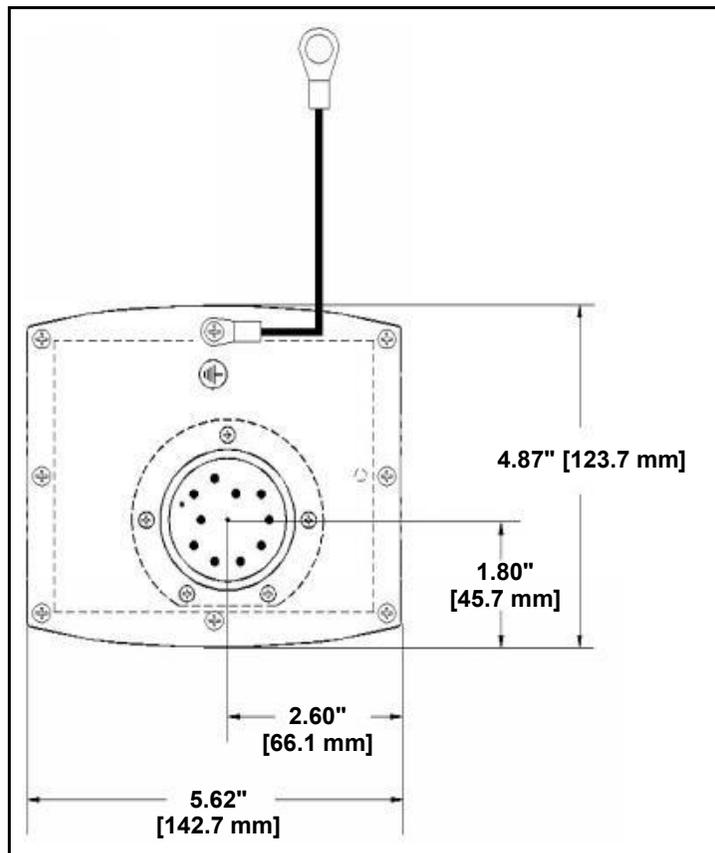
在系统上安装传感器之前，请检查是否有任何松动或损坏的迹象。

请勿尝试使用任何溶剂清洁传感器。

清洁传感器需要将其拆开。如果传感器被污染并需要清洁，请联系 INFICON 服务部门获取具体说明。

请参阅第 1-4 页第 1.3 节。

图 4-7 Transpector 传感器连接器图



4.7.1 连接传感器

将 XPR3 连接至真空容器或真空室时，可将其安装在任意位置。

- 1 使用 ¼-28 x 1¼” 12pt SS 镀银螺栓将 XPR3 传感器法兰连接到带有 Cu 垫片的 Pirani 联锁焊接组件 CF-40 法兰，螺母板位于法兰的 XPR3 侧。用手指拧紧螺栓。
- 2 以十字交叉的方式均匀、逐渐地拧紧所有螺栓，直到法兰面接触。

4.8 电子模块安装

注意： Transpector 电子模块在工厂已针对特定 XPR3 传感器进行了校准。如果安装到不同的传感器，Transpector 电子模块可能需要重新校准。

Transpector 电子模块应安装在环境温度不超过 50 °C 且设备周围有自由空气流通的区域。如果设备不靠近主要热源（温度变化较大），则可实现最佳性能。

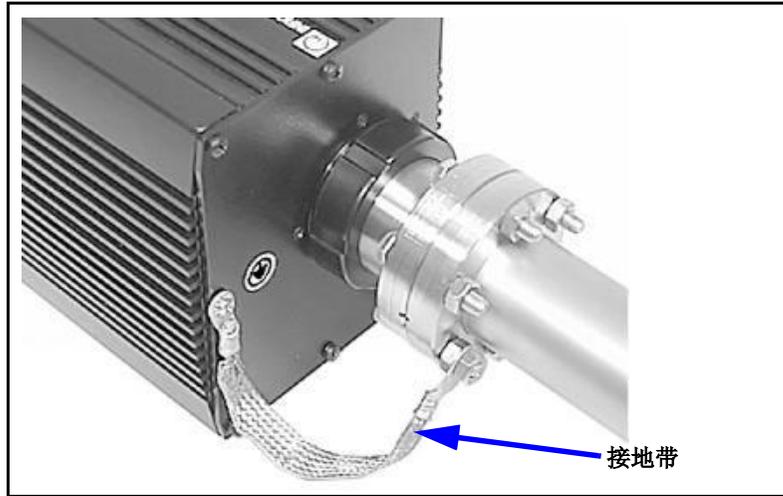
在真空系统上安装 Pirani 联锁硬件和 XPR3 传感器后，应将 Transpector 电子模块安装到传感器上。请按照以下步骤将 Transpector 电子模块安装到传感器上：

- 1 Transpector 传感器安装连接器组件中有一个 O 形环。当安装螺母拧紧时，O 形环会压缩，从而与传感器外壳紧密贴合。在尝试安装传感器之前，请确保 Transpector 电子模块上的安装螺母松动，这样 O 形环就不会被压缩。
- 2 注意传感器馈通装置和 Transpector 安装连接器上的定位销。小心地将 Transpector Electronics 模块滑到传感器上。确保 Transpector Electronics 模块完全滑入。
- 3 用手拧紧 Transpector 电子模块上的安装螺母。 4 将 Transpector 电子模块上的 6 英寸接地母线紧紧地固定到传感器 ConFlat 法兰安装螺栓上。参见图 4-8。



您必须安装接地母线以确保良好的安全接地。未进行此连接可能会导致触电危险和/或人身伤害。

图 4-8 正确安装的接地带



⑩继续第 4.9 节并安装通讯电缆。

4.9 安装通讯线

需要使用通讯电缆将 Transpector 电子模块连接到操作它的计算机。有两种通讯系统；必须选择正确的选项。

- ⑩ 如果您购买了单个 Transpector 系统，您将使用 RS-232C 通讯。请参阅下面的第 4.9.1 节。
- ⑩ 如果您购买了多个 Transpector 系统，以便从一台计算机联网，则可以使用 RS-485 通讯。请参阅第 4-14 页上的第 4.9.2 节。

请参阅第 4-16 页的图 4-9 部分，了解通讯连接图。

4.9.1 RS-232C 通讯

RS-232C 通讯由单传感器版本的 TWare32 使用。Transpector 电子模块上的配置 DIP 开关必须正确设置才能进行 RS-232C 通讯：

- ⑩ 开关 8 必须处于打开状态。
- ⑩ 必须设置 SWITCH 6 和 7 以选择应用软件中选择的正确波特率。软件默认为 9600 波特。参见表 4-1。

表 4-1 RS-232C 通讯波特率

SW6	SW7	波特
关	关	9600
开	关	4800
关	开	2400
开	关	1200

将 Transpector 电子模块的 RS-232C 通讯接口电缆连接到主机上的正确串行通道，例如 COM1 或 COM2。

注意：应用程序软件可能配置为用于与 Transpector 电子模块通讯的 COM 通道。确保 RS-232C 接口电缆连接到应用程序中选择的 COM 端口。（有关更多信息，请参阅 TWare32 操作手册。）

4.9.2 RS-485 通讯

RS-485 通讯由 TWare32 的多传感器版本使用。Transpector 电子模块上的配置 DIP 开关必须正确设置才能进行 RS-485 通讯：

- ⑩ RS-485 波特率固定为 57600。
- ⑩ 开关 8 必须关闭
- ⑩ 必须将开关 1-5 设置为唯一地址，如下所示。

网络上的每个 Transpector 电子模块必须具有一个介于 1-31 之间的唯一地址。请参阅表 4-2。

表 4-2 网络地址 1 至 8

SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	地址
关	关	关	关	开	1
关	关	关	开	关	2
关	关	关	开	开	3
关	关	开	关	关	4
关	关	开	关	开	5
关	关	开	开	关	6
关	关	开	开	开	7
关	开	关	关	关	8

- 1 将 RS-485“Y”型电缆上的 RS-485 中心连接器连接到 Transpector 背面的 RS-485 连接器。
- 2 将 RS-485 接口电缆的母端连接到“Y”形电缆的公端。
- 3 如果这是多个 Transpector 安装，则从下一个 Transpector 连接 RS-485 接口电缆。参见第 4-16 页的图 4-9。
如果要使用 RS-485 接口，主机必须安装 TCA485 通讯适配器。安装详细信息请参阅 TCA 说明书 (IPN 074-304)。
- 4 将 RS-232/TCA485 电缆从 TCA485 适配器连接到主机上选择的 COM 端口
- 5 将电源变压器连接到 TCA485 适配器。

4.10 连接 24 V (直流) 电源

- 1 将 +24 V (dc) 电源线连接到 Transpector 电子模块上的电源接头。
- 2 将交流电源线插入电源模块上配套的 IEC320 连接器。
注意： +24 V (dc) 电源的交流线路输入为：90-260 V (ac)、最大 40 瓦、47-63 Hz。
- 3 将交流电源线插入合适的交流电源插座。
- 4 检查 Transpector 后面板上标有 CPU 的绿色 LED 是否亮起。如果 LED 不亮，请检查电源连接。如果 LED 闪烁，请参阅第 8 章以确定问题。

注意： 第 1-14 页 1.11 节“电气电源要求”中给出了用户提供的 24 V (直流) 电源的建议。

图 4-9 电缆连接

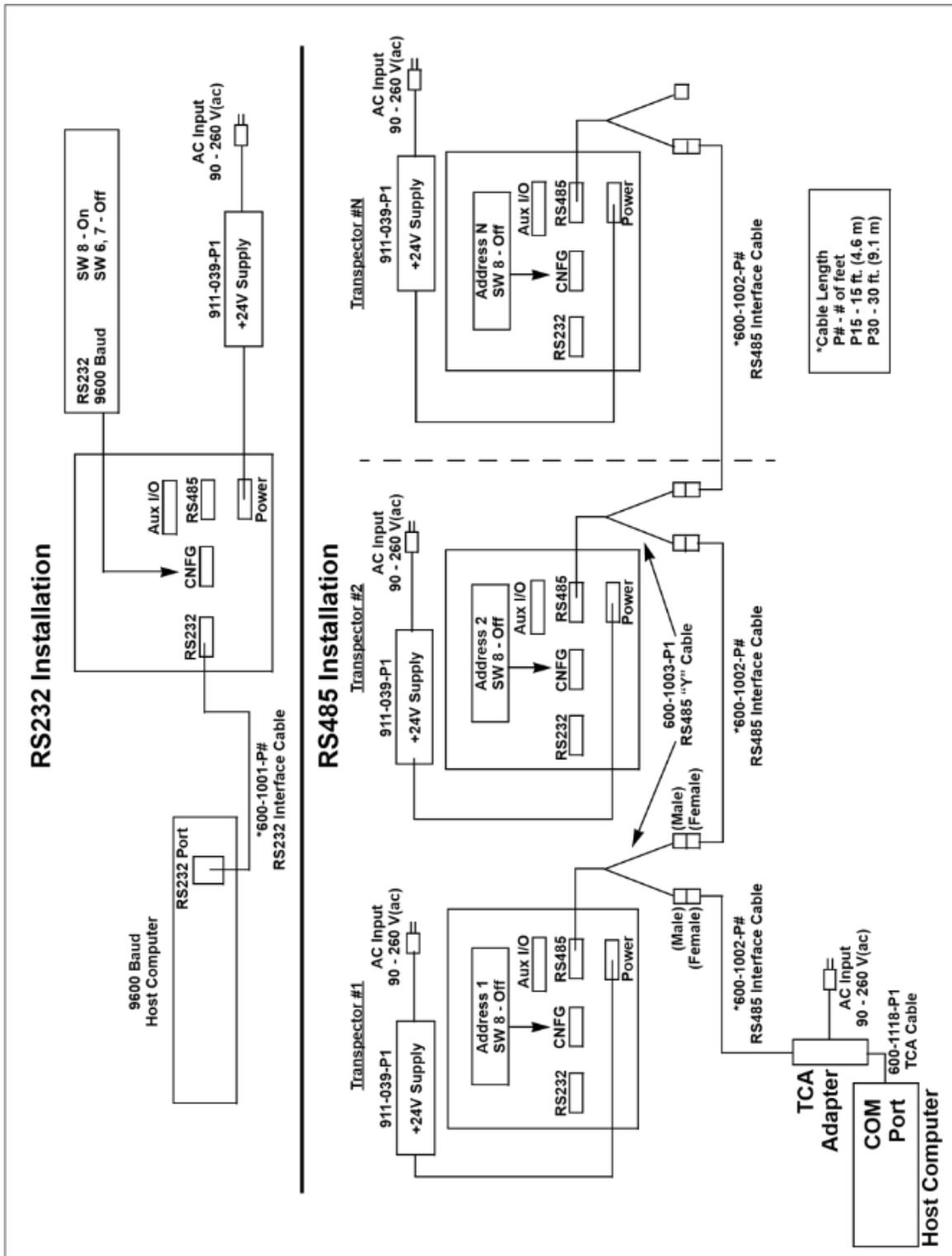


Figure 4-9 Cable Connections

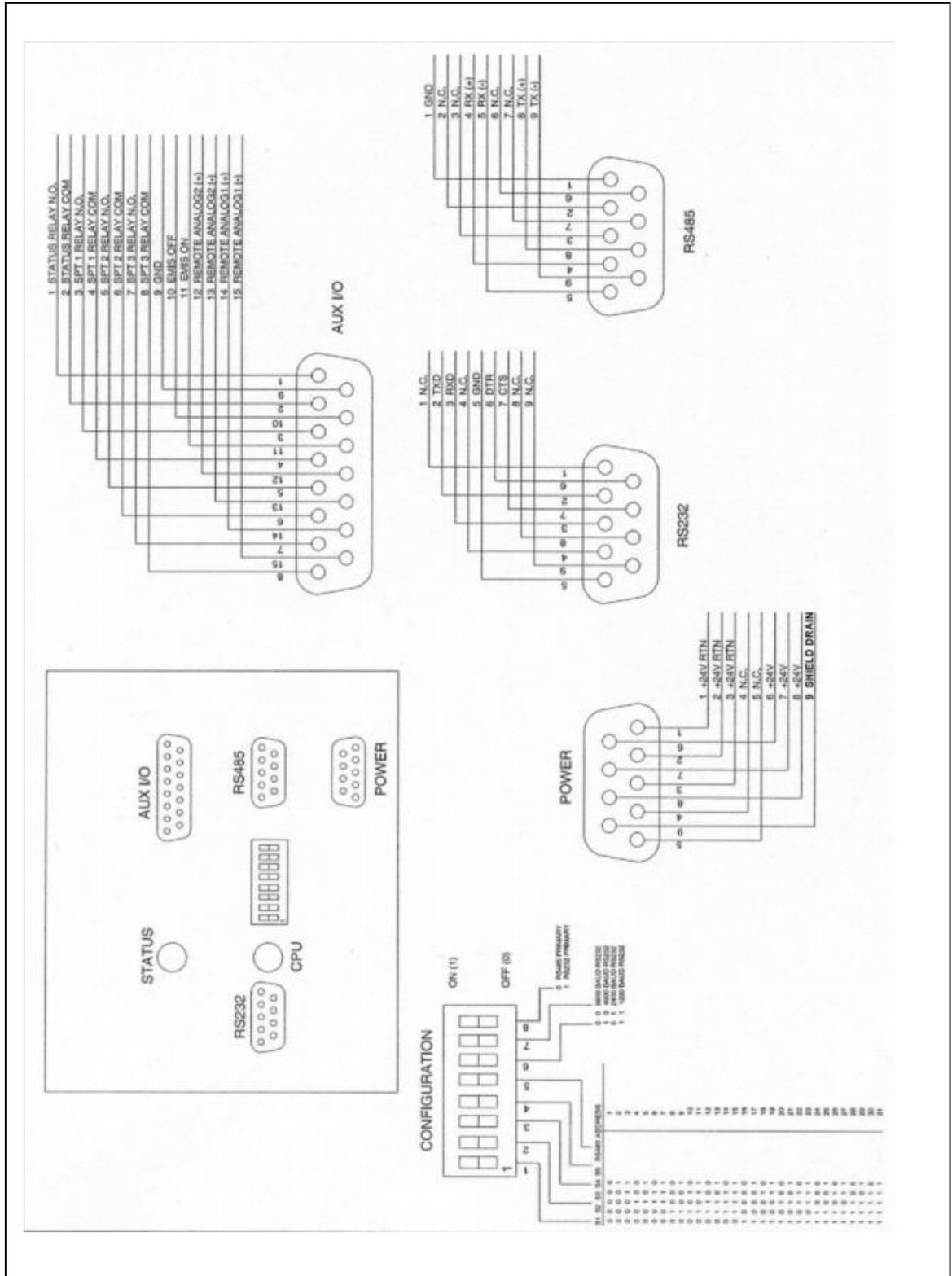


图 4-10 .用于 RS-232C 链路的引脚连接器

4.11 安装皮拉尼联锁电缆

XPR3 皮拉尼联锁电缆 (IPN 600-1109-P1) 具有三种功能：

- ⑩ 它为 Transpector 电子模块和皮拉尼真空计提供 24 V（直流）电源，
- ⑩ 它将皮拉尼输出电压连接到 Transpector Electronics 模块的模拟输入 #2，并且
- ⑩ 它为其他用户应用程序提供对辅助 I/O 端口的并行访问。

图 4-11 所示连接电缆。

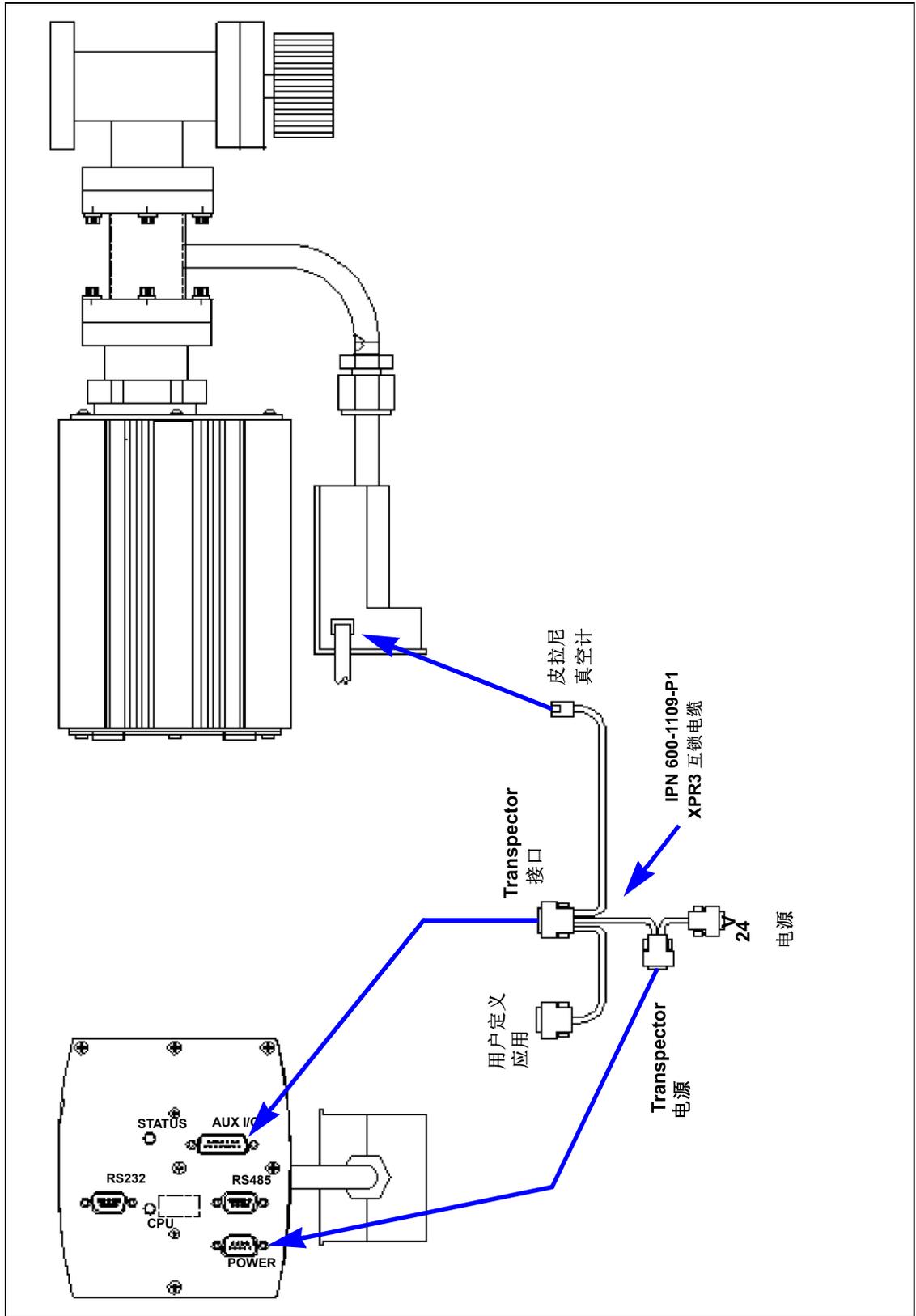


图 4-11 . 联锁电缆连接

4.12 安装加热套

XPR3 皮拉尼连锁焊件和隔离阀的加热套分开安装，但共用电源线，如图 4-12 所示。

通过选择带有适当电源连接器的电源线，双元件加热器可以在 120/230 V（交流）下运行。加热器和电源线的零件编号为：

- ⑩ 用于互锁焊接的双元件加热器
IPN 914-415-P1
- ⑩ 隔离阀用双元件加热器
IPN 914-407-P1
- ⑩ 120 V (AC) 操作电源线 IPN 600-1117-P1
- ⑩ 230 V（交流）电源线
IPN 600-1117-P2

加热器的工作温度通常为 150 °C。加热器内置有过热保护功能。



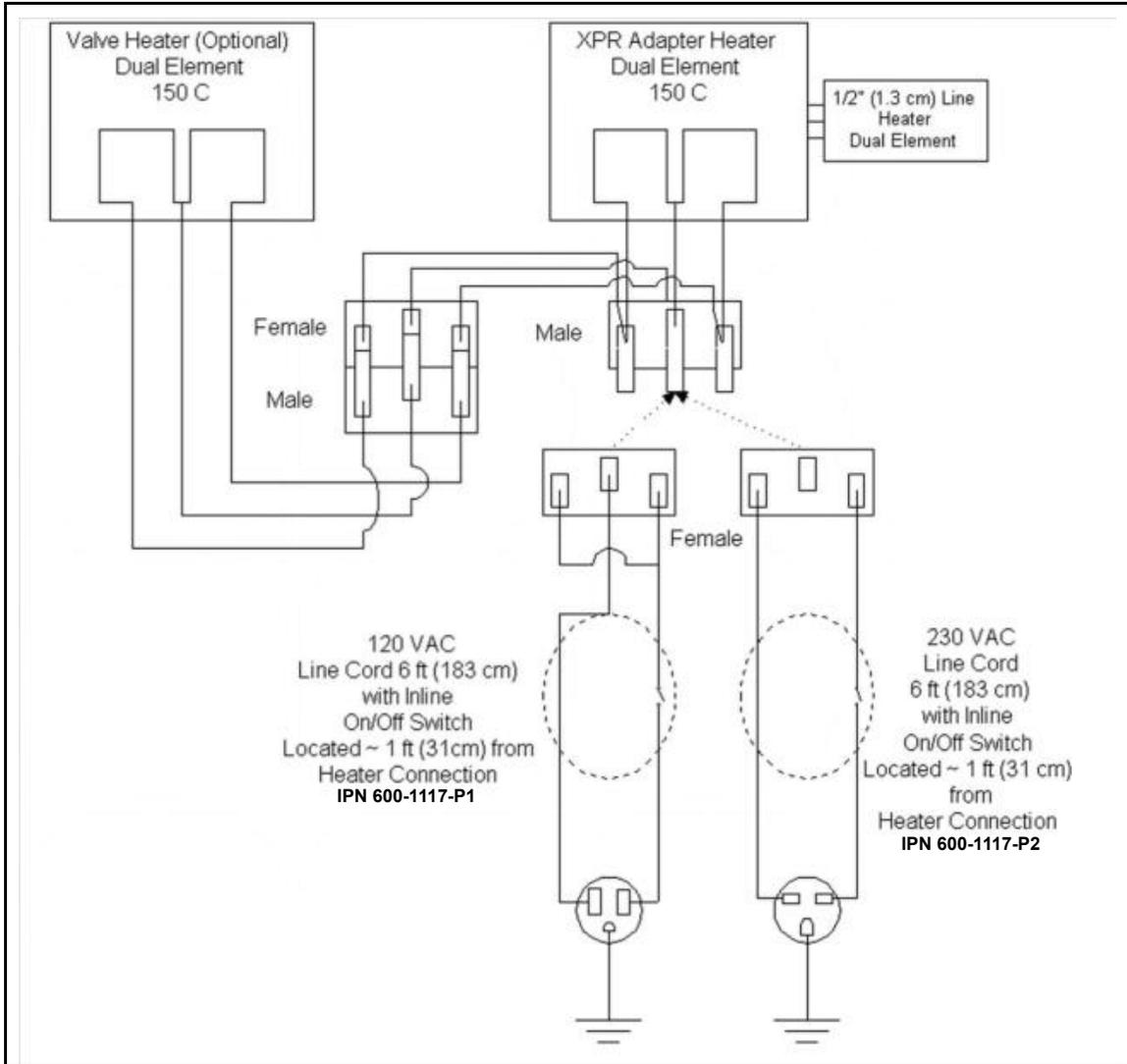
在烘烤期间或烘烤后，加热套及其附近的金属表面可能会很热。这些表面在最高环境工作温度（即 50 °C）下可能会超过 100 °C，如果不使用适当的个人防护设备直接接触，可能会导致灼伤。

4.13 安装软件

有关安装 TWare32 软件的具体信息，请参阅 TWare 32 操作手册（INFICON 部件编号 074-334）。

有关 FabGuard 软件的信息，请参阅 FabGuard 操作手册或帮助文件。

图 4-12 XPR3 安装外壳和隔离阀的加热器



4.14 可选数字 I/O

TWare32 通过使用安装在 PC 上的 PCI 总线数字 I/O 板 (IPN 911-261-G2 和 911-261-G3), 将根据外部信号启动和停止配方。使用外部输入作为配方触发器可以使数据收集与过程更加同步。TWare32 还提供外部输出 (继电器), 用作指示质量何时超过基于配方的质量设定点的信号。

通过将一个配方编程为在晶圆加工期间运行, 将另一个配方编程为在晶圆间期运行, 将第三个配方编程为在抽气循环期间运行, 可将数据收集隔离到工艺中的特定步骤。具体而言, 通过将 RGA 数据收集与工艺步骤同步, 隔离数据最终可增强 TWare32 中的数据调用和报告生成功能。

随附的数字 I/O 板用于您的 PC 和 TWare32, 提供 8 或 16 个光隔离数字输入通道和 8 或 16 个机电继电器输出通道 (软件处理每个通道 16 个)。输入可由 5 至 28 V (直流) 的控制电压驱动 (不兼容 TTL), 并隔离至 500V。输入响应时间通常为 5 毫秒。输出为簧片继电器, 配置为五个 C 型和三个 A 型, 每个输出的默认设置均为常开。触点额定为 6.0 安培, 120 V (交流) 或 28 V (直流) 电阻负载。操作时间通常为 20 毫秒。TWare32 数字 I/O 板有两个套件 IPN:

- ⑩ 第 4-23 页表 4-3 所列的项目以及第 4-23 页图 4-13 所示的项目。
- ⑩ IPN 911-261-G3 (16 通道), 包括第 4-24 页表 4-4 所列的项目以及第 4-24 页图 4-14 所示的项目。

IPN 074-378-P1A

表 4-3 套件 IPN 911-261-G2 (8 通道)

数量。	描述	互穿网络
1	PCI 总线数字输入板 (PCI-PDISO8)	911-429-P1
1	37 针螺丝端子板 (CIO-MINI37)	911-430-P1
1	螺丝接线板塑料外壳 (ENC-MINI37)	911-431-P1
1	3 英尺 (0.9 米), 37 针电缆, 两端各有一个 D 型母接头 (C37FF-3)	911-432-P1
1	PCI-PDISO8 用户手册	
1	附有软件驱动程序的 CD	

图 4-13 套件 IPN 911-261-G2 8 输入、8 输出板及配件

IPN 074-378-P1A

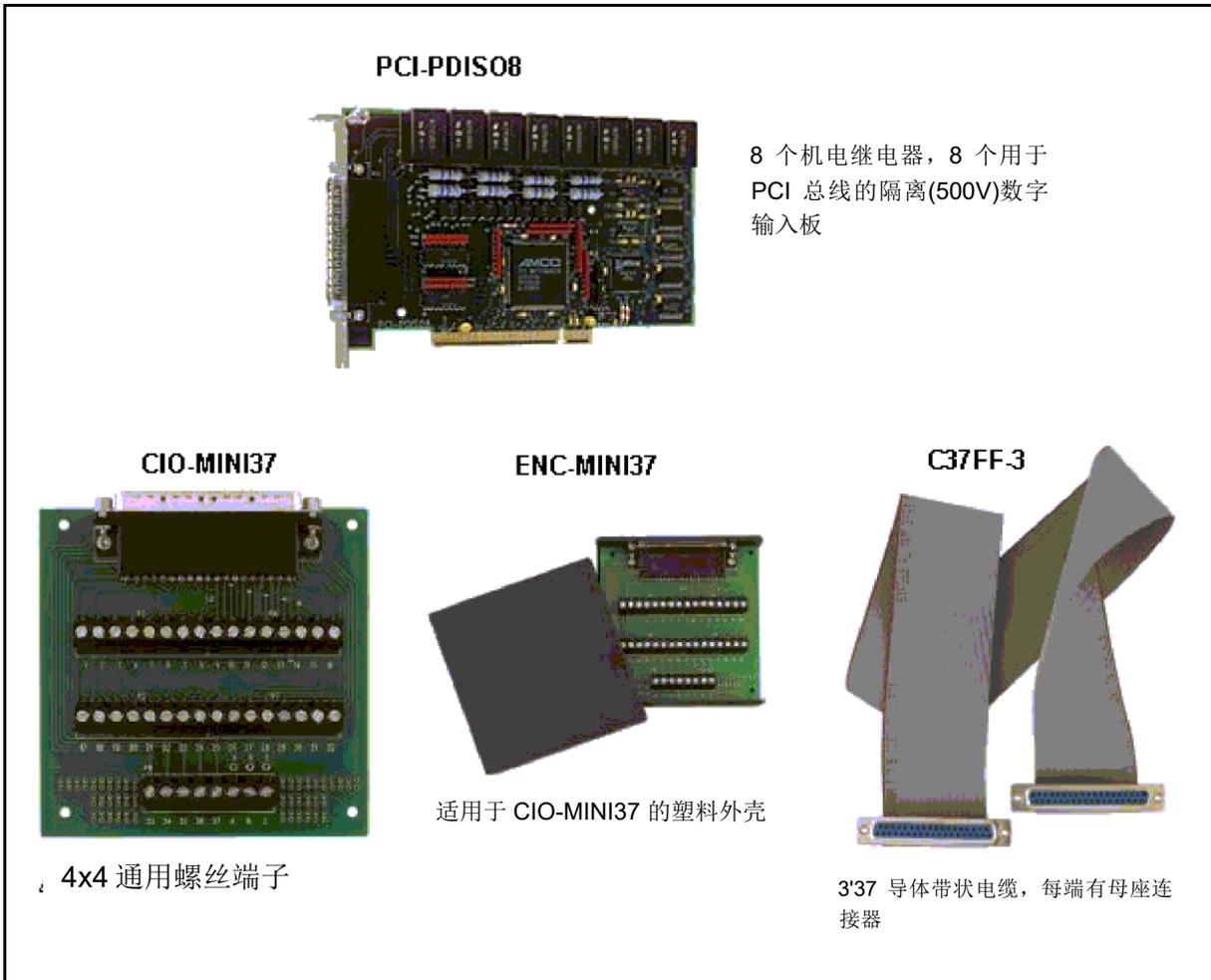


表 4-4 套件 IPN 911-261-G3 (16 通道)

数量	描述	互穿网络
1	PCI 总线数字输入板	911-433-P1
2	50 针通用螺丝端子配件	911-434-P1
2	螺钉端子附件的塑料外壳	911-435-P1
2	3 英尺, 50 芯带状电缆, 两端均有母接头	911-436-P1
1	PCI-PDIS016 用户手册	
1	附有软件驱动程序的 CD	

图 4-14 套件 IPN 911-261-G3 16 输入、16 输出板及附件



IPN 074-378-P1A

4.14.1 数字 I/O 板基本安装说明

有关如何在计算机上安装该板的制造商说明和注意事项，请参阅数字 I/O 板随附的用户指南。本操作手册第 4.14.2 节提供了详细的安装说明。



注意

在处理数字 I/O 板和计算机之前，应采取防静电预防措施。

数字 I/O 板是一块 PCI 总线板，安装后操作系统会将其识别为即插即用设备。基本安装步骤是断开计算机电源，安装数字 I/O 电缆和板，重新接通电源并启动计算机。操作系统将识别数字 I/O 板并要求安装驱动程序。随板附带一张 CD，提供必要的驱动程序。

4.14.2 数字 I/O 板详细安装说明

请参阅数字 I/O 板附带的用户指南，了解有关如何在计算机中安装该板的制造商说明和注意事项。



注意

IPN 074-378-P1A

在处理数字 I/O 板和计算机之前，应采取防静电预防措施。

安装步骤如下：

- 1 在您的计算机上安装 TWare32 2.50 或更高版本。
- 2 关闭操作系统和计算机。
- 3 切断计算机的电源。
- 4 从计算机上卸下检修盖。
- 5 找到 PCI 插槽并移除插槽的盖板，以便为电缆穿过提供开口。
- 6 如果安装 8 输入、8 输出板 (911-261-G2)，请转至步骤 7。如果安装 16 输入、16 输出板 (911-261-G3)，则需要执行这些额外步骤。首先，将每条带状电缆的正确一端穿过计算机的开口。接下来，将每条带状电缆穿过附在板上的金属板的开口。现在将每个连接器插入板上的相应插座。最后，在计算机外部的某个位置标记每条电缆，以区分上 8 个通道和下 8 个通道。
- 7 安装数字 I/O 板。确保其正确就位。
- 8 对于 8 输入、8 输出板 (911-261-G2)，将电缆连接到板背面的 37 针 D 型连接器。
- 9 盖上电脑外壳，重新接通电源并启动电脑。10 重新启动后，操作系统应识别出电脑中已安装新硬件。如果未识别出数字 I/O 板，则关闭操作系统和电脑，并检查该板是否**正确**插入 PCI 插槽。
- 11 当识别出数字 I/O 板时，操作系统将要求查找并安装该板的软件驱动程序。插入随板提供的 CD 并响应所有提示。在极少数情况下，操作系统无法找到驱动程序，则必须从 CD 运行程序 **Setup.exe** 。
- 12 驱动安装成功后，启动 TWare32。

4.14.3 数字 I/O 的设置和测试

有关设置和测试数字 I/O 的详细信息，请参阅 TWare32 操作手册 (IPN 074-334)。

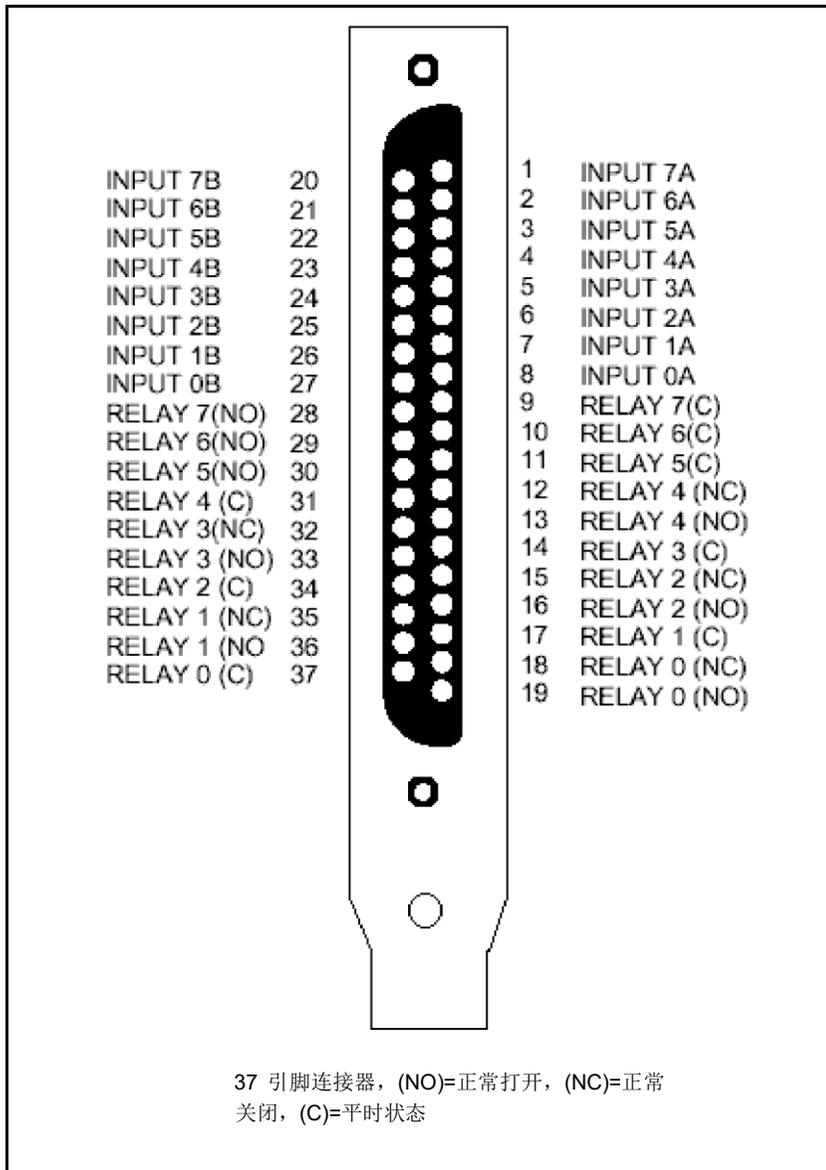
4.14.4 I/O 板硬接线

提供以下信息来帮助将数字 I/O 板硬接线到外部信号源。

在进行任何接线连接之前，应关闭计算机电源并断开计算机的电源。

8 通道卡（型号为 PCI-PDISO8）使用单个 37 针连接器。37 针连接器的引脚分布如图 4-15（第 4-27 页）所示。

图 4-15 37 针连接器的引脚分布

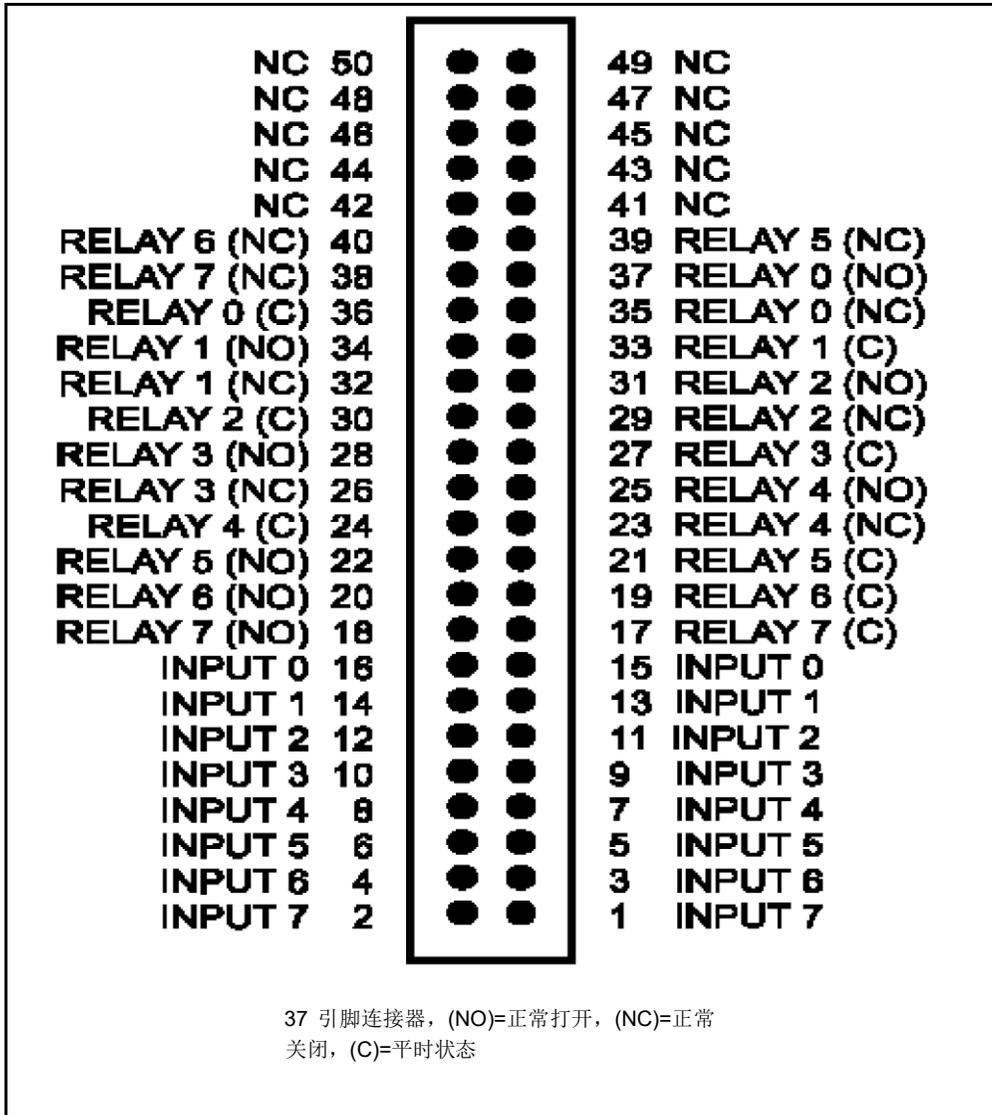


IPN 074-378-P1A

16 通道卡（型号为 PCI-PDISO16）使用两个 50 针连接器。50 针连接器的引脚分布如图 4-16（第 4-28 页）所示。

图 4-16 50 针连接器的引脚分布

IPN 074-378-



IPN 074-378-P1A

注意: 上部 8 个输入和输出使用与图 4-16 中所示的相同引脚配置, 其中输入 8 位于输入 0 的位置, 输入 9 位于输入 1 的位置, 依此类推。继电器 8 使用继电器 0 指定的引脚。

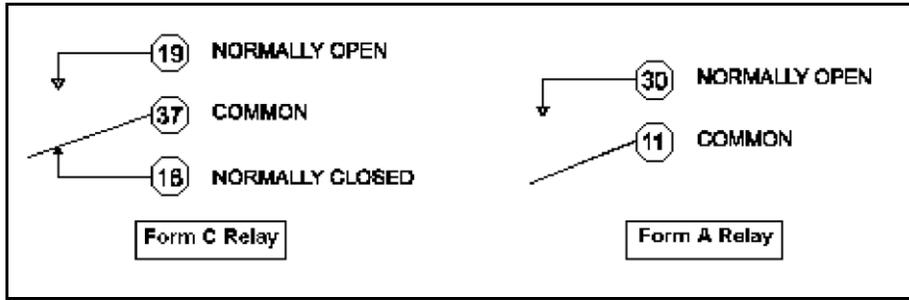
注意: 在对螺丝端子进行任何接线连接之前, 请确保将所有接线穿过塑料外壳的开口。

注意: 可能需要对塑料外壳进行一些修改, 以安装电路板或固定电缆。

将系统与 CIO-MINI37 (或 CIO-MINI50) 接线板上的螺丝端子进行适当的连接。使用插槽 (机箱内提供) 或支架和螺丝将接线板固定到外壳中。连接 C37FF-3 (或 C50FF-3) 电缆, 以便连接接线板和计算机中的数字 I/O 板。

使用输出继电器时, 继电器触点信息请参见图 4-17。

图 4-17 Form A 和 C Relay 示例



此页有意留空。

IPN 074-378-P1A

第五章

XPR3 操作

5.1 简介

安装 XPR3 传感器、电子模块、隔离阀和皮拉尼联锁装置后，应打开隔离阀，使 XPR3 获得高真空。强烈建议在打开灯丝之前，将 XPR3 保持在高真空条件下至少八小时。还建议使用提供的加热套（工作温度为 150 °C）烘烤 XPR3，烘烤时间至少八小时。需要至少八小时的烘烤，以降低残留水蒸气水平，由于局部表面排气效应，残留水蒸气水平可能会更高。当 XPR3 传感器长时间暴露在空气中时，应遵循这些建议，这将有助于延长传感器寿命。

表 5-1 XPR3 传感器最高烘烤温度

传感器	最高工作温度	移除最高烘烤温度电子元件
XPR3	150 摄氏度	200 摄氏度



注意

传感器温度超过 150 °C 时，请勿打开电子倍增器高压。否则，可能会对电子倍增器造成永久性损坏。



警告

在烘烤期间或烘烤后，加热套及其附近的金属表面可能会很热。这些表面在最高环境工作温度（即 50 °C）下可能会超过 100 °C，如果不使用适当的个人防护设备直接接触，可能会导致灼伤。

5.2 操作注意事项

操作员应采取一些预防措施来保持传感器性能并延长灯丝寿命。建议在维护前手动关闭 XPR3 灯丝发射，以便在暴露于排气之前进行冷却。如果没有手动关闭，联锁装置将在引入排气时关闭灯丝。

如果在工艺操作期间选中（启用）**皮拉尼自动发射开启**，建议在维护操作期间禁用（取消选中）。这可确保维护后能手动重启。

空气暴露风险最大的点是维护后，工艺室已暴露在空气中。维护后建议的操作是抽空工艺室和 XPR3 传感器，然后用 XPR3 传感器加热器（和隔离阀加热器，如果有）进行烘烤。烘烤和冷却后，基准压力应小于 10^{-6} Torr，以便安全开启灯丝。有关具体维护程序，请参阅第 7 章。

5.3 皮拉尼联锁保护

Transpector XPR3 的灯丝互锁保护功能允许 XPR3 灯丝发射通过皮拉尼发射关联锁功能在安全压力 ($< 2 \times 10^{-2}$ Torr) 下运行。皮拉尼真空计提供保护，可直接监测 XPR3 的压力。如果压力增加到超过最大工作极限 ($< 2 \times 10^{-2}$ Torr)，联锁保护将关闭 XPR3 灯丝，并且当压力超过此极限时不允许开启灯丝。本章介绍联锁装置及其操作。如果 TWare32 的皮拉尼自动发射 ON 被勾选，当达到 ON 跳闸电平设置 ($\leq 3 \times 10^{-3}$ Torr) 时，灯丝将打开。此功能的默认值为禁用（未选中），在这种情况下，操作员必须在压力足够低时打开灯丝。有关 TWare32 的更多信息，请参阅第 5.4 页的第 32 节联锁保护：

- ⑩ 防止在高压下意外启动 XPR3 发射，
- ⑩ 当工艺压力超过选定压力（默认/最大值为 20 mTorr）时，安全关闭 XPR3 灯丝，并且
- ⑩ （可选）在不同的安全压力下打开 XPR3 发射（此选项的默认设置为关闭）。

5.3.1 皮拉尼真空计的检测

为了确保联锁装置有压力表，固件会检测电子模块背面模拟输入 #2 上的皮拉尼压力表的输出电压。如果此电压大于 0.5 伏，则固件假定皮拉尼压力表存在。如果电压为零，则固件假定皮拉尼保护不存在，并且 TWare32 会显示皮拉尼未检测到或错误。**Emission 为关**。错误消息。如果皮拉尼压力表传感元件发生故障（通常是罕见事件），电压将升至 10.5 伏，并且**皮拉尼联锁装置超过上限**。**Emission 为关**。显示错误消息。

5.3.2 XPR3 灯丝的高压关闭

根据使用 TWare32 设置的**关跳闸电平**，软件会下载与操作压力上限相对应的皮拉尼电压水平。该压力为 20 mTorr (2×10^{-2} Torr)，这是 XPR3 的操作规格限制，也是 XPR3 固件中的默认值。如果皮拉尼测量的压力超过此设定点，则 XPR3 灯丝发射会关闭，并且禁止打开发射。

5.3.3 XPR3 的自动重启/灯丝开启

皮拉尼自动发射开启选项的出厂默认设置是禁用的（未选中）。开启触发水平压力应小于或等于 3.0 mTorr。

5.4 TWare32 控制

图 5-1 显示了 TWare32 传感器设置/TSP 用户设置屏幕。

首先单击 TWare 32 主屏幕上的 XPR3 图标以进入传感器属性，然后选择 TSP 用户设置选项卡可以显示如下所示的传感器属性。

对于配备高压电子倍增器的 XPR3，请确保探测器类型指示高压电子倍增器。此框应为灰色，并且用户无法更改。

总压力读数应设置为内部传输器。

在屏幕的压力联锁功能部分：

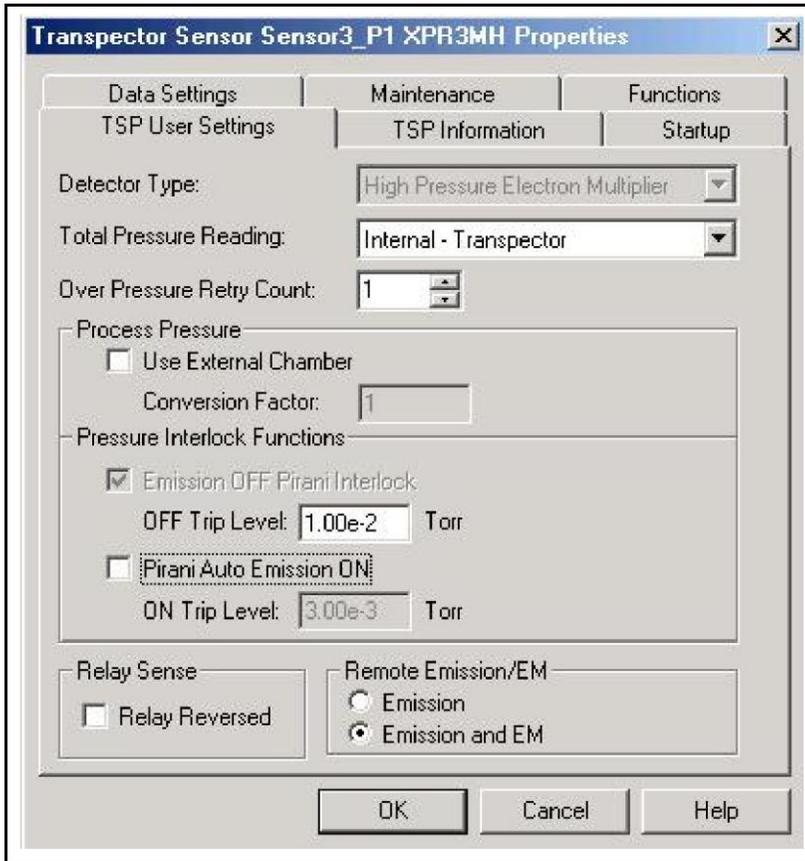
- ⑩ 发射关闭皮拉尼联锁已启用（已勾选），关闭跳闸级别：显示为 1.0×10^{-2} Torr。默认值（和允许的最大值）为 2×10^{-2} Torr。

注意： XPR3 的发射关闭皮拉尼联锁始终处于启用状态，无法禁用。

- ⑩ 皮拉尼自动发射开启显示为禁用（未选中）。开启触发水平：显示的默认值（和允许的最大值）为 3.0×10^{-3} Torr。

注意： 本章中显示的压力单位为 Torr。在 TWare32 中，可以通过选择“系统属性 >> 杂项”将压力单位更改为毫巴或帕斯卡。

图 5-1 TWare32 设置传感器屏幕



IPN 074-378-P1A

5.4.1 TWare32 错误消息

与皮拉尼联锁相关的错误显示如表 5-2 所示。请参阅 TWare 32 操作手册，查看软件相关错误的完整列表消息。请参阅第 8 章，了解与硬件相关的错误消息的完整列表。

表 5-2 皮拉尼联锁错误

健康) 状况	错误报告
XPR3 因压力过大而关闭	皮拉尼联锁装置超出上限。发射已关闭。
皮拉尼元件失效	皮拉尼联锁装置超出上限。发射已关闭。
无皮拉尼或未连接	未检测到皮拉尼或发生错误。发射已关闭。

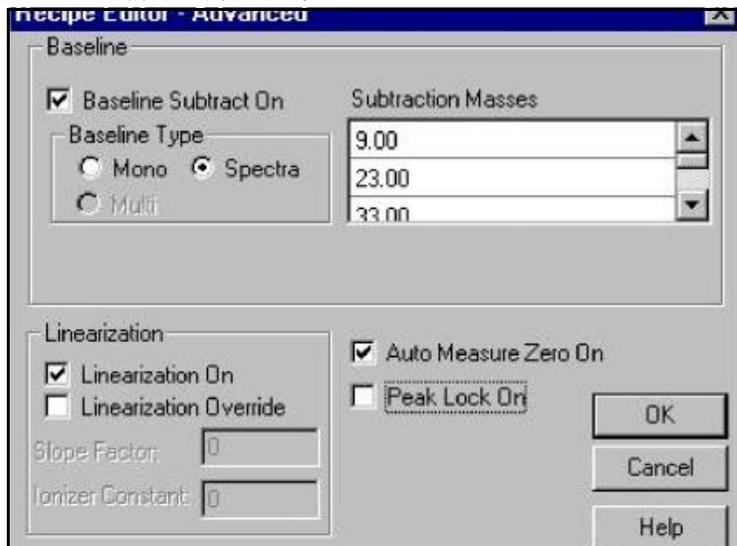
IPN 074-378-P1A

5.4.2 使用 XPR3

一旦传感器经过预处理（通过烘烤然后保持在真空下），就可以开启发射。此时，XPR3 的典型用途是泄漏检测、本底监控和过程监控。以下是在任何这些应用中操作 XPR3 时推荐的参数。这些参数可通过在配方编辑器中选择**配方编辑器 >> 传感器状态 >> 高级功能**（见图 5-2）来访问。

- ⑩ “**基线减法开启**”框并选择“**谱**”作为基线类型来启用**基线**。使用默认的减法减去**质量 9、23、33、47**。
- ⑩ 通过选中该复选框，**线性化**应始终处于**开启状态**。
- ⑩ **峰值锁定**应始终处于**关闭状态**，即不选中该复选框。

图 5-2 配方编辑器-高级对话框



5.4.3 泄漏检测



使用 TWare32，在泄漏模式下操作不需要配方。选择泄漏模式图标默认随时间采样氦气（质量 4）。当对压力为 1×10^{-5} Torr 或更低的真空系统进行泄漏检查时，应使用高压电子倍增器。所需的 HPEM 电压取决于您要搜索的泄漏水平。调整 HPEM 电压，以便可以观察到氦气（质量 4）信号，但强度不要超过 $1E-7$ 安培。

有关泄漏检测模式的完整信息，请参阅 TWare 32 操作手册。

5.4.4 配方生成

使用 XPR3 进行本底监控或过程监控是通过创建和运行配方来实现的。XPR3 用户可以生成这些配方，也可以从 INFICON 获取示例配方。配方文件大小相当小（约 1 Kb），可以轻松通过电子邮件发送。请致电 (315) 434-1128 或发送电子邮件至 reachus@inficon.com 联系 INFICON。

有关配方生成的完整信息，请参阅 TWare 32 操作手册。

有关示例配方，请参阅第 6 章“XPR3 最佳已知方法”。

5.4.5 质量范围调整

预防性维护的另一部分是检查 XPR3 的功能运行。这包括仪器的质量位置和质量分辨率。

有关调整 XPR3 的信息，

请参阅第 6-11 页上的第 6.1.15 节“质量尺度调整”。

此页有意留空。

第六章

XPR3 最佳已知方法

6.1 最知名的方法

Transpector XPR3 是第三代四极杆残余气体分析仪，可在 PVD 工艺压力下运行，是首款配备电子倍增器 (EM) 的工艺监测器，可在 10 mTorr 工作压力下运行。XPR3 不需要 PVD 工艺监测通常所需的大型差压泵系统。XPR3 可在高达 20 mTorr 的压力下运行，并且在高达 10 mTorr 的压力下呈线性。XPR3 可测量工艺中常见的主要成分和杂质，检测限为 10 ppm。

使用这些推荐的最佳方法将为您提供可靠的 Transpector XPR3，用于高压应用的过程监控。

6.1.1 XPR3 应用

XPR3 采用高压微通道板电子倍增器 (HPEM)。HPEM 既可用于较低压力（如本底压力），也可用于较高压力（如工艺压力）。

XPR3 通常用于 PVD 应用的工艺监控。这些应用通常在 mTorr 范围内运行，本底压力为 10^{-6} 至 10^{-9} Torr。虽然 XPR3 可用于工艺压力低于 10 mTorr 的其他应用，但应采取预防措施。烃类污染程度高或氟、氯或卤素含量高的应用不适合使用 XPR3。

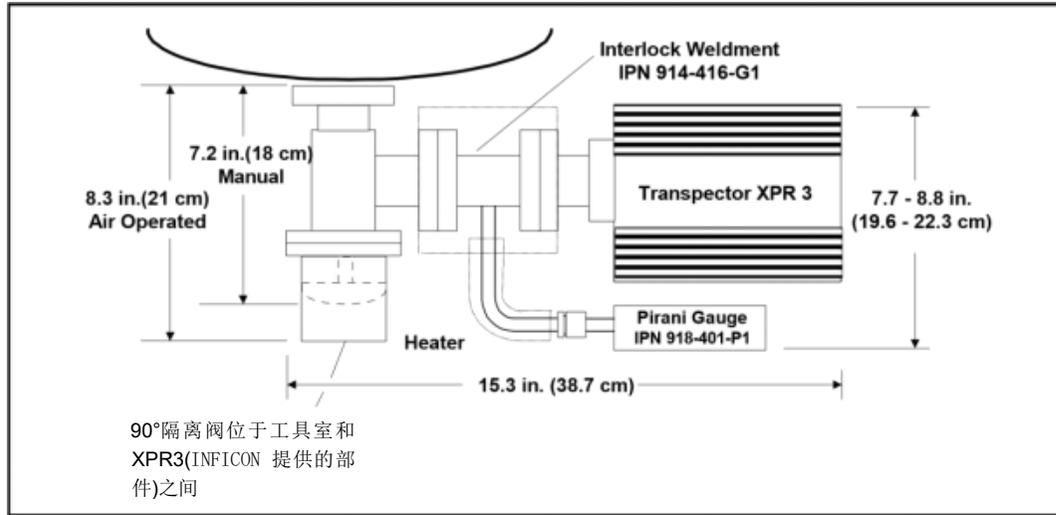
6.1.2 物理安装

XPR3 套件包括一个长度约为 3.6 英寸 (91.44 毫米) 的联锁焊件，以及用于皮拉尼真空计的 VCR 连接管。皮拉尼真空计用于在压力高达 20 mTorr 时关闭 XPR3 灯丝，并可选择在压力低于关闭点时重新打开灯丝。

XPR3 传感器安装在联锁焊件内。焊件必须通过 90° 阀门（或斜接弯头）安装到工艺室。这可防止任何视线等离子体到达离子源板，从而防止任何材料沉积在 XPR3 传感器上。XPR3 包装附带加热套，应安装在联锁焊件上，使电缆的方向如图 6-1 所示。

安装 XPR3 传感器、电子元件、阀门和皮拉尼后，应打开阀门以使 XPR3 获得高真空。强烈建议在打开灯丝之前将 XPR3 保持在高真空条件下至少八小时。还建议使用提供的加热套（工作温度为 150 °C）烘烤 XPR3，烘烤时间至少八小时。需要至少八小时的烘烤以降低残留水蒸气水平，由于局部表面排气效应，残留水蒸气水平可能会更高。当 XPR3 传感器长时间暴露在空气中时，应遵循这些建议，这将有助于延长传感器寿命。

图 6-1 XPR3 安装



6.1.3 皮拉尼真空计设置

首先单击 TWare 32 主屏幕上的 **XPR3** 图标以进入传感器属性，然后选择 **TSP 用户设置选项卡** 将显示皮拉尼压力表设定点。压力联锁功能对话框如图 6-2 所示。发射关闭皮拉尼联锁功能自动启用，无法禁用。发射关闭的默认（和最大）值为 20 mTorr。皮拉尼自动发射开启默认禁用，但可以通过选中复选框并分配小于或等于 3.00e-3 Torr 的值来启用。

图 6-2 压力联锁功能



IPN 074-378-P1A

6.1.4 使用 XPR3

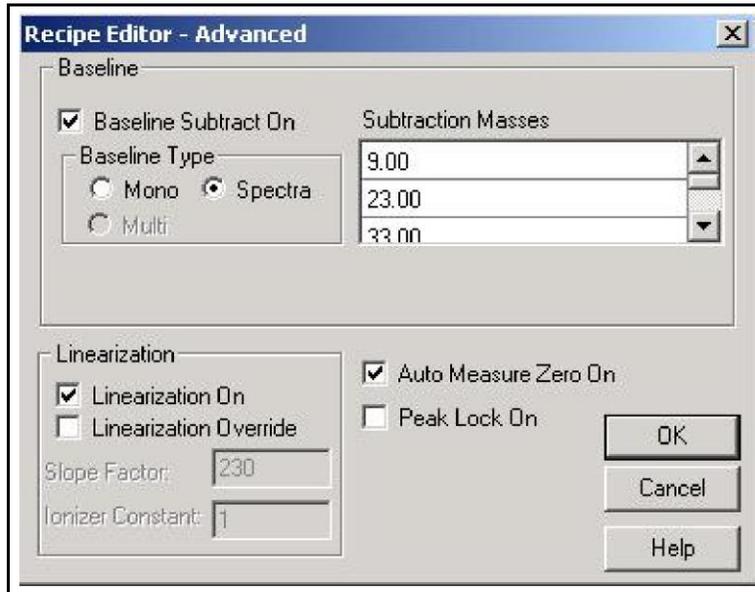
一旦传感器经过预处理（通过烘烤然后保持在真空下），就可以安全地开启发射。此时，XPR3 的典型用途是泄漏检测、本底监控和过程监控。以下是在任何这些应用中操作 XPR3 时的建议参数：

- ⑩ “**基线减法开启**”框并选择“**谱**”作为基线类型来启用**基线**。使用默认的减法质量 **9、23、33、47**。

- ⑩ 线性化应始终处于开启状态，方法是选中该框。使用已编入 Transpector 固件的工厂确定值。Š 峰值锁定应始终处于关闭状态，方法是不选中该框。

这些可通过选择“配方编辑器 >> 传感器”从配方编辑器访问 State >> 高级函数 (图 6-3)。

图 6-3 配方编辑器 - 高级对话框



6.1.5 泄漏检测

使用 TWare32，在泄漏模式下操作不需要配方。选择泄漏模式图标默认随时间采样氦气（质量 4）。当对压力为 1×10^{-5} Torr 或更低的真空系统进行泄漏检查时，应使用 HPEM。所需的 HPEM 电压取决于您要搜索的泄漏水平。调整 HPEM 电压，以便可以观察到氦气（质量 4）信号，但强度不要超过 $1e-7$ 安培。

6.1.6 配方生成

使用 XPR3 进行本底监控或过程监控是通过创建和运行配方来实现的。XPR3 用户可以生成这些配方，也可以从 INFICON 获取示例配方。配方文件大小相当小（约 1 Kb），如果需要，可以轻松通过电子邮件发送。请致电 (315) 434-1128 或发送电子邮件至 reachus@inficon.com 联系 INFICON。

6.1.7 本底监控：

最佳实用检测限 — *bkg.best.rcp*

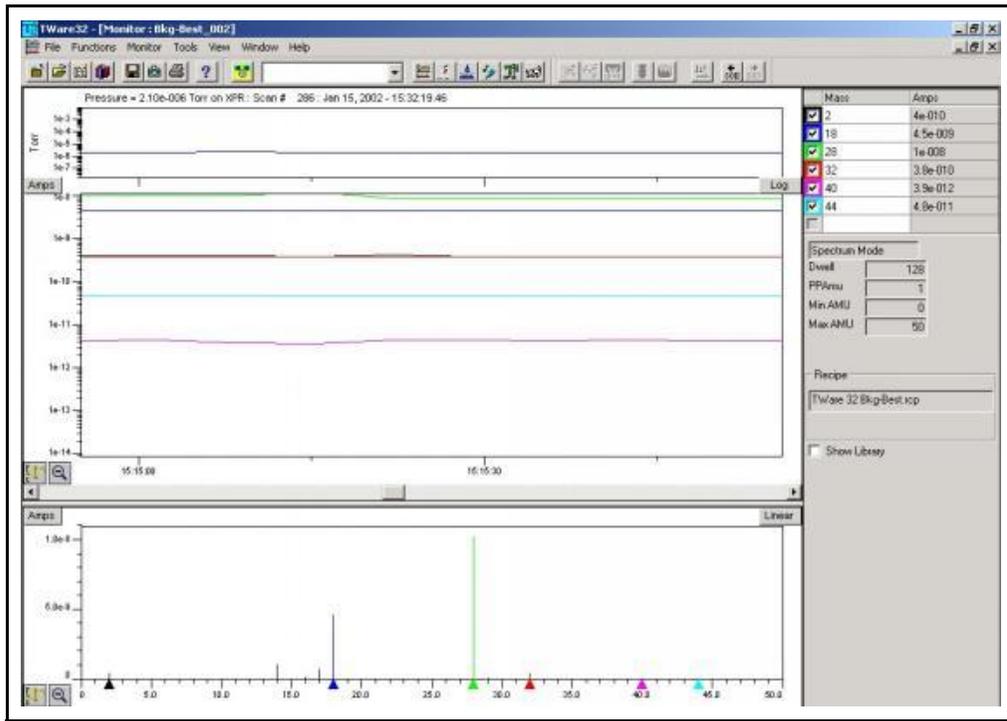
为了获取需要全质量范围的谱，配方参数应为：⑩ 谱扫描

- ⑩ 质量范围 0-50

- ⑩ 每 AMU 1 点
- ⑩ 停留时间= 128 毫秒
- ⑩ EM 开启
- ⑩ EM 电压设置为 300 增益。EM 电压在工厂设置为 300 增益，并且可能需要根据输送到 EM 的电流水平进行定期调整。
- ⑩ 电子能量= 40 ev

上述方法将提供最佳的本底监测效果，但一次扫描大约需要 11 秒。典型的本底结果请参见图 6-4。

图 6-4 典型本底结果



6.1.8 本底监控 : 快速结果 — bkg-fast.rcp

可以实现更快的扫描，但会牺牲检测限和准确性。为了实现更快的扫描，可以将停留时间缩短至 32 毫秒。这将使扫描时间缩短至约 4 秒。

6.1.9 使用氦气为工艺气体的 PVD 工艺监控:

最佳结果 — pro-best.rcp

由于认为速度在过程中监测各种气体时非常重要，因此应使用**选定峰值而不是谱扫描**。

配方参数应为：⑩电子能量= 40 ev

⑩ **EM 开启并将增益设置为 300。EM 电压在工厂设置为 300 增益，并且可能需要根据输送到 EM 的电流水平进行定期调整。**

虽然采样的质量可由客户选择，但对于涉及氩气工艺气体的典型 PVD 应用，建议采用以下质量和停留时间：

表 6-1 典型 PVD 应用的推荐质量和停留时间

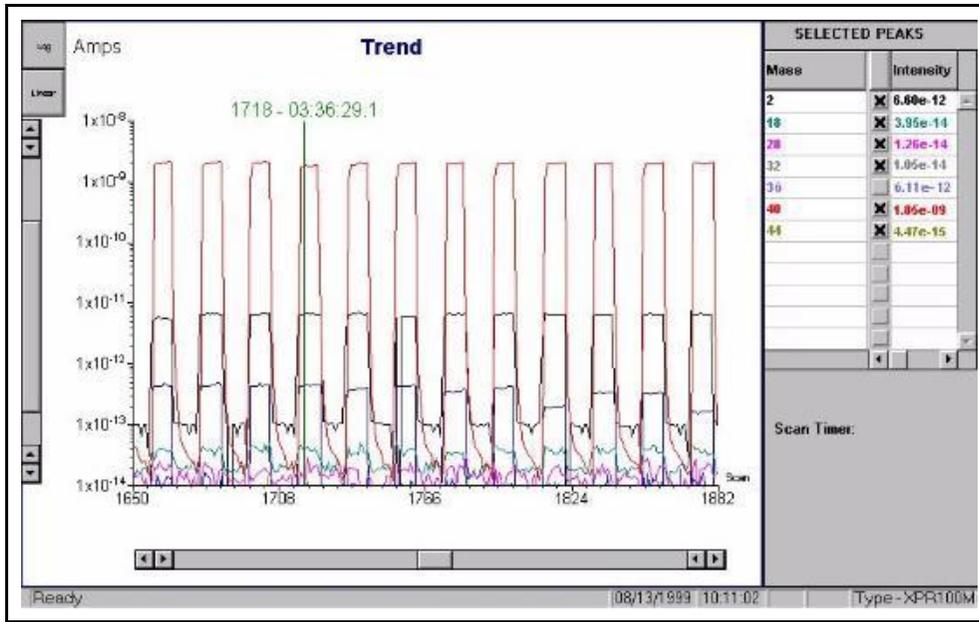
大量的	物质	持续	乘数
2	氢气	32 毫秒	1
18	水	128 毫秒	1
28	氮气/一氧化碳	128 毫秒	1
32	氧气	128 毫秒	1
36	Ar ³⁶	32 毫秒	297 *
44	二氧化碳	128 毫秒	1
可选：15 或 42	碳氢化合物	128 毫秒	1
* 乘数来自氩气中 Ar ³⁶ 的天然丰度：100/0.337 = 297			

注意

不要在 EM ON 状态下扫描任何产生超过 1e-7 安培离子电流的峰。例如，不要在涉及氩气的 PVD 工艺中扫描质量为 40 的氩，因为这种质量会产生大峰。使用质量为 36 的氩同位素作为安全替代方案。长时间扫描任何大离子电流会损坏电子倍增器并大大缩短其使用寿命。

此方法每次扫描大约需要 3 秒，并将产生类似于图 6-5 所示的结果。可以在质量 15 和/或 42 处添加碳氢化合物的峰。

图 6-5 配方结果示例



6.1.10 使用氦气-氮气工艺气体的 PVD 工艺监测

对于金属氮化物工艺，氮的存在也会在质量 28 处产生高离子电流。对于这些工艺，建议使用表 6-2 中列出的峰值作为替代配方。

表 6-2 使用氦氮气体的金属氮化物 PVD 工艺的推荐峰值

大量的	物质	持续	乘数
2	氢气	32 毫秒	1
14	氮气/一氧化碳	128 毫秒	25**
18	水	128 毫秒	1
32	氧气	128 毫秒	1
36	Ar ³⁶	32 毫秒	297
44	二氧化碳	128 毫秒	1
可选: 15 或 42	碳氢化合物	128 毫秒	1

2 的 FC 测量找到: 乘数 = I(28)/I(14)



注意

不要在 **EM ON** 状态下扫描任何产生超过 **1E-7** 安培离子电流的峰。例如，不要在涉及氦氮气体的 **PVD** 工艺中扫描质量为 **28** 的氮，因为这种质量会产生大峰。使用质量为 **14** 的氮同位素作为安全替代方

案。长时间扫描任何大离子电流会损坏电子倍增器并大大缩短其使用寿命。

6.1.11 使用氦氧气体的 PVD 工艺监控

对于金属氧化物工艺，氧气的存在也会在质量 32 处产生高离子电流。对于这些工艺，建议使用表 6-3 中列出的峰值作为替代配方。

表 6-3 使用氦氧气体的金属氧化物 PVD 工艺的推荐峰值

大量的	物质	持续	乘数
2	氢气	32 毫秒	1
16	氧气	128 毫秒	15***
18	水	128 毫秒	1
28	氮气/一氧化碳	128 毫秒	1
36	Ar ³⁶	32 毫秒	297
44	二氧化碳	128 毫秒	1
可选: 15 或 42	碳氢化合物	128 毫秒	1
*** 默认值。传感器特定值可通过 O2 的 FC 测量找到: 乘数 = I (32) / I (16)			



注意

不要在 EM 开启状态下扫描任何产生超过 $1E-7$ 安培离子电流的峰。例如，不要在涉及氦氧气体的 PVD 工艺中扫描质量为 32 的氧气，因为这种质量会产生大峰。使用质量为 16 的氧气同位素作为安全替代方案。长时间扫描任何大离子电流会损坏电子倍增器并大大缩短其使用寿命。

6.1.12 预防性维护

XPR3 传感器具有具有确定使用寿命的氧化钽涂层铱丝，以及可能随时间而退化的高压电子倍增器。

6.1.13 XPR3 灯丝

按照这些最佳方法操作，XPR3 灯丝至少可以使用 4000 小时。强烈建议在运行 4000 小时后（连续运行约六个月）更换灯丝。



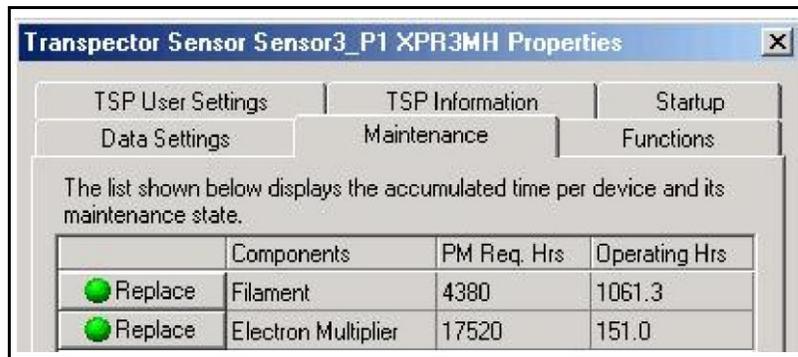
注意

如果不更换灯丝并让其烧坏，灯丝涂层可能会污染离子源板并造成电气短路，从而阻止新灯丝组的运行。

氧化钨涂层灯丝（部件号 914-022-G2）可现场更换。更换说明包含在灯丝套件中，也可在本手册第 7-5 页第 7.6 节中找到。

要确定灯丝已运行了多少小时，请单击 TWare 32 主屏幕上的 XPR3 图标以进入传感器属性屏幕，然后选择维护选项卡。显示的信息如图 6-6 所示。

图 6-6 透射仪传感器属性对话框



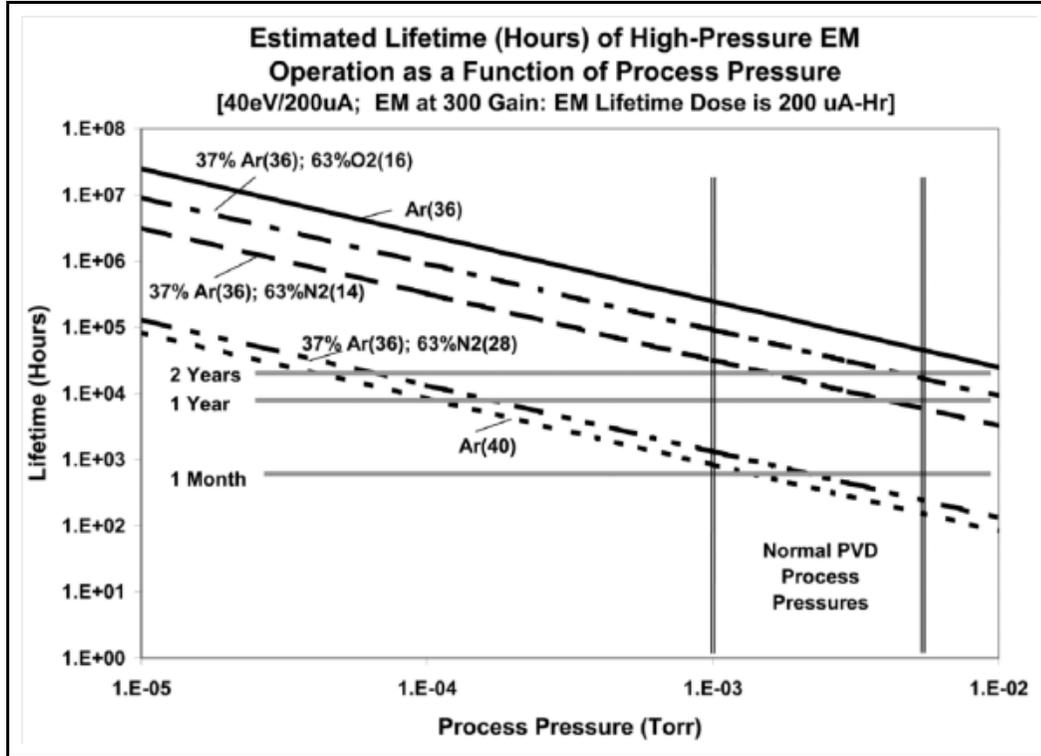
6.1.14 高压电子倍增器

由于 HPEM 在本底和工艺压力下使用，因此 EM 小时数将与发射小时数相同。HPEM 增益可能会随着时间的推移而降低，因此建议在 EM 电压无法再调整以实现 300 增益时更换 EM。如果连续使用，HPEM 预计使用寿命将超过 1 年。

HPEM 因监测高离子电流而性能下降。图 6-7 显示了 EM 的估计使用年限，该年龄与常见气体混合物的工艺压力以及监测不同峰值的关系。该图突出显示了测量推荐质量峰值的寿命增加优势。[这些是基于测试数据的估计值。根据使用历史，单个 HPEM 的寿命可能不同。]

图 6-7 高压 EM 的估计寿命

高压 EM 操作估计寿命（小时）与工艺压力的关系【40eV/200uA; EM 增益为 300G; EM 寿命剂量为 200uA-Hr】



6.1.15 质量缩放调整

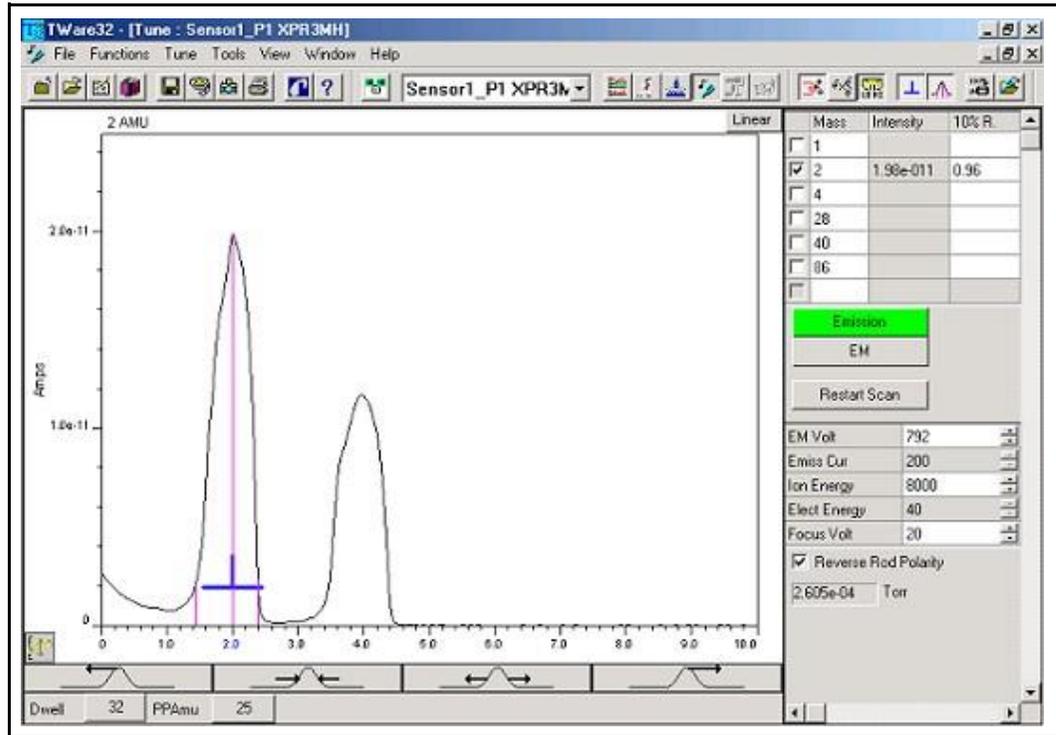


预防性维护的另一部分是检查 XPR3 的功能运行。这包括仪器的质量位置和质量分辨率。

虽然这种质量范围调整的完成方式与任何其他 Transpector 类似，但 XPR3 在峰宽调整方面确实有一些略微不同的值。

图 6-8 中屏幕右侧的网格显示了工厂校准气体混合物的典型质量。TWare32 操作手册（INFICON 部件号 074-334）详细介绍了如何调整任何 Transpector 的分辨率和质量位置，以下部分将用于现场质量尺度调整。

图 6-8 各种质量的典型宽度



6.1.15.1 基准压力下的质量尺度调整

质量尺度调谐可以在基准压力下使用水蒸气 (18 AMU) 和氮气 (28 AMU) 的本底峰进行。应使用以下步骤检查质量 18 和质量 28 处的峰位置和峰宽，并根据需要进行调整。



注意

请勿尝试从调谐表中删除质量 1、2、4 或 86 AMU，或调整这些质量的分辨率。

- 1 打开调谐窗口并将所有调谐质量的每个 AMU 的点数设置为 25。
- 2 如果需要，启用低能量设置：40 eV（200 μ A 发射）。
- 3 从调谐表中删除质量 40，并将质量 18 AMU 插入到调谐表中。
- 4 打开电子倍增器，这样质量 18 和 28 峰在 5E-11 安培范围（或更大）内可见。可能需要增加停留时间，以减少峰上的噪音量。
- 5 根据需要调整质量 18 和/或 28 AMU 的峰宽和峰位置。将这些质量的峰宽设置为 1.00 +/- 0.04 AMU 宽，峰高为 10%。同时将峰位置设置为标称质量。
- 6 退出调谐模式时保存质量校准。

注意：在退出调谐模式之前，请勿尝试添加或删除调谐质量。

6.1.15.2 使用工艺气体进行质量尺度调谐

对于工艺压力下的大规模调谐，应使用以下步骤来调整氩气 (40 AMU) 和/或氮气 (28 AMU)。此调谐步骤可用于氩气、氩气-氮气或氩气-氧气工艺。

注意：对于此质量尺度调谐程序，“调谐质量表”应为默认调谐列表，即质量 1、2、4、28、40 和 86。如果打开“调谐”窗口时此列表不存在，请根据需要修改“调谐质量表”以仅显示质量 1、2、4、28、40 和 86。



注意

请勿尝试从调谐表中删除质量 1、2、4 或 86 AMU，或调整这些质量的分辨率。

- 1 打开调谐窗口，将所有调谐质量的每个 AMU 点数设置为 25。
- 2 如果需要，启用低能量设置：40 eV (200 μ A 发射)。关闭 EM，使 XPR3 在 FC 模式下运行。
- 3 根据需要调整停留时间以减少峰上的噪音量。
- 4 根据需要调整质量 28 和/或 40 AMU 的峰宽和峰位置。将这些质量的峰宽设置为 1.00 +/- 0.04 AMU 宽，峰高为 10%。同时将峰位置设置为标称质量。
- 5 退出调谐模式时保存质量校准。

注意：在退出调谐模式之前，请勿尝试添加或删除调谐质量。

此页有意留空。

第七章 维护

7.1 简介

Transpector XPR3 传感器在正常使用下会老化，最终需要维修或更换。
Transpector 电子模块通常不需要维修或维护。

  **警告——触电危险**

只能由合格的维修人员拆除 **Transpector** 电子模块盖。
设备内部没有用户可维修的部件。拆除这些盖子可能会导致触电危险和/或人身伤害。

INFICON 为传感器和电子模块提供完整的维护服务。请参阅第 1-4 页第 1.3 节“如何联系客户支持”。

7.2 安全考虑

 **警告**

如果以非制造商指定的方式使用本设备，则设备提供的保护可能会受到损害。

7.2.1 有毒物质

 **警告**

在使用或产生有毒物质的应用中使用的传感器可能带有这些物质的残留物。处理受污染的传感器时必须采取适当的安全预防措施，以确保维护人员的安全。

7.2.2 辐射

Transpector XPR3 不会产生有害辐射。

7.2.3 电压

当按照安装说明中给出的规格进行封装和接地时，Transpector XPR3 不会存在电气危险。

  **警告——触电危险**

如果在拆下 Transpector 电子模块盖子的情况下操作该模块，则可能存在危险电压。除合格维修人员外，不得尝试此类操作。

7.3 XPR3 备件

XPR3 备件清单请参阅表 7-1。

表 7-1 XPR3 备件

零件编号	描述
914-022-G2	灯丝套件（氧化钨）
918-401-P1	皮拉尼真空计
914-408-P1	备用皮拉尼联锁加热套
600-1117-P1	备用加热器电源线 120 V
600-1117-P2	备用加热器电源线 230 V

7.4 所有维修程序的一般说明

 **注意**

请在干净、光线充足的地方进行任何维修工作。

佩戴干净的尼龙、无绒实验室手套或指套。

请勿用未受保护的手指触摸传感器的真空侧。

使用干净的工具拆卸（和组装）传感器。

7.5 修复程序

讨论以下修复程序：

- ⑩ 7.5.1 节“四极杆的烘烤”，第 7-3 页。
- ⑩ 第 7.6 节“XPR3 灯丝安装”，第 7-5 页。

7.5.1 四极杆的烘烤

第 8.2 节“症状-原因-补救措施图表”（第 8-1 页）中的症状表明传感器已受污染，请先尝试将传感器置于至少 1×10^{-5} Torr (1.333×10^{-5} mbar) [1.333×10^{-3} Pa] 的高真空下烘烤数小时或最好过夜，以恢复正常性能。表 7-2 表示最高烘烤温度。

如果烘烤传感器不能提高传感器性能，则可能需要执行第 7-8 页第 7.6.4 节中描述的任务。

如果上述步骤不能解决问题，请联系客户支持。请参阅第 1-4 页上的 1.3 节“如何联系客户支持”。

表 7-2 XPR3 最高烘烤温度

		操作时	移除电子器械
XPR3			
电子倍增器法拉第杯组合	EM 模式 FC 模式	150 °C 150 °C	200 °C 200 °C

7.5.2 备用加热套

INFICON 提供多种加热套，用于烘烤 XPR3 系统。XPR3 气体分析系统附带皮拉尼联锁焊缝的加热套。

皮拉尼联锁加热套

- ⑩ XPR3 皮拉尼联锁加热套 - IPN 914-415-P1

可选直角阀的加热套

- ⑩ 阀门加热套 - IPN 914-407-P1

加热套所需的电源线

- ⑩ 120 伏（交流）—IPN 600-1117-P1
- ⑩ 230 伏（交流）—IPN 600-1117-P2

7.6 XPR3 灯丝安装

这些说明涵盖了氧化钨涂层灯丝套件 IPN 914-022-G2。

这些说明适用于序列号为 1500 及以上的 XPR3 传感器。这些 XPR3 传感器的灯丝通过螺钉安装。



注意

安装灯丝组件需要处理小而易碎的部件。如果您不确定如何安装灯丝组件，请联系您最近的 **INFICON** 服务中心寻求帮助。



注意

在任何情况下都不要将四极杆组件从离子源底板上拆除。否则需要进行工厂重新校准。

更换灯丝组件时，请使用指套或不含滑石粉的乳胶手套。处理 **XPR3** 传感器时，请勿使用尼龙手套。

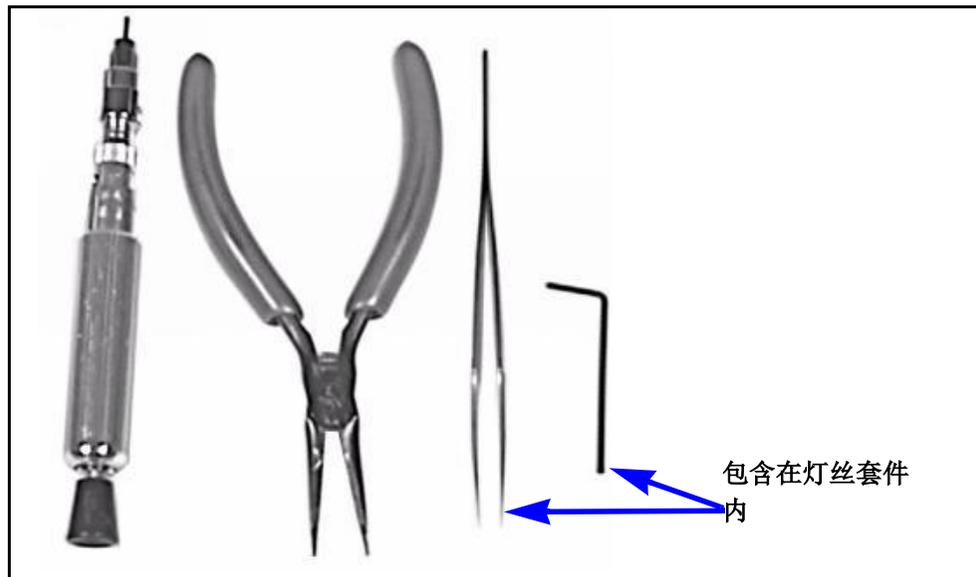
更换灯丝后必须重新校准总压电路。应使用 **TWare32** 确定新的灵敏度并将其保存到 **Transpector** 的非易失性 **RAM (NVRAM)** 中。灯丝安装程序结束时提供校准说明。

7.6.1 所需工具

⑩ 图 7-1 所示的手动工具。

⑩ 30Ω 或以上的 DMM。

图 7-1 所需工具

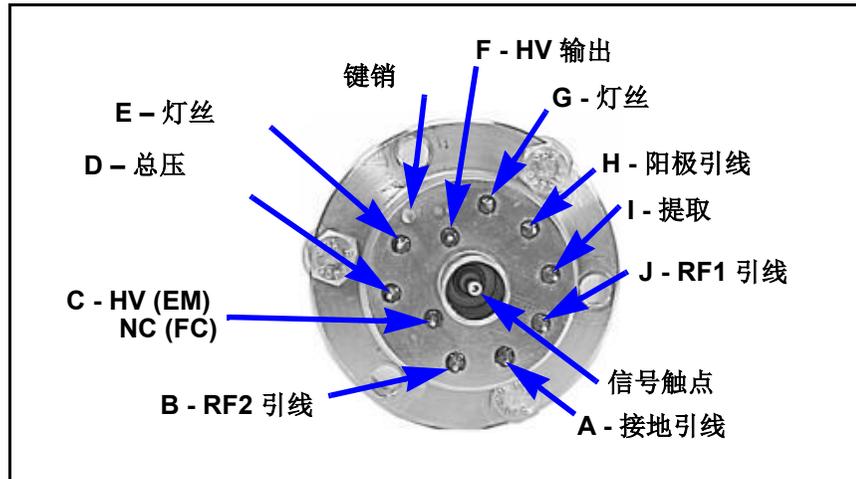


7.6.2 如何确定是否需要更换灯丝

按照以下步骤确定是否需要更换灯丝。

- 1 测量灯丝电阻，传感器在真空条件下通过测量 **G** 和 **E** 针之间的电阻来完成。
(见图 7-2) 故障灯丝将测量开路。

图 7-2 XPR3 传感器引脚位置



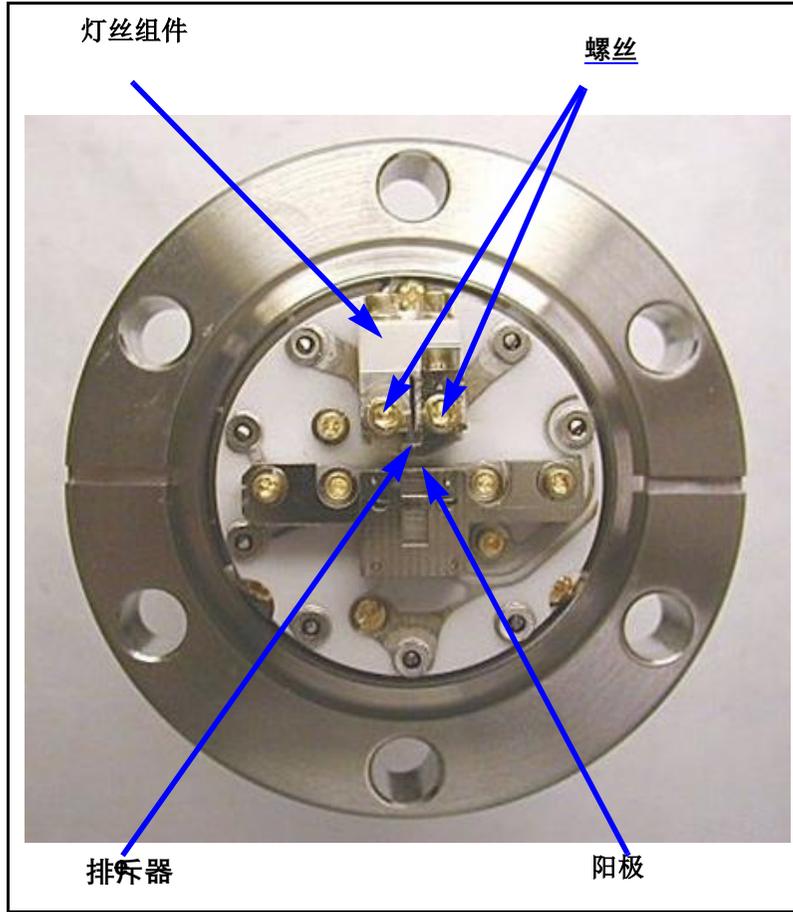
注意： 尽管在灯丝组件就位的情况下，以下测量结果可能会低于 $30M\ \Omega$ ，但在拆除灯丝组件的情况下进行测量时，这些测量结果必须高于 $30M\ \Omega$ 。

- 2 测量每个引脚相对于地（引脚 **A**）的电阻。这些测量值应高于 $30M\ \Omega$ 。
- 3 测量每个引脚之间的电阻。所有这些测量值也应高于 $30M\ \Omega$ ，如果灯丝未发生故障，则跨灯丝的测量值除外。

7.6.3 如何确定离子源的状态

- 1 从真空系统中取出 XPR3 传感器。
- 2 完全松开将灯丝组件固定到离子源板上的两个 $1-72 \times 0.31$ 英寸长的镀金圆头螺钉。拆下灯丝组件和螺钉。参见图 7-3。

图 7-3 俯视图 XPR3 传感器

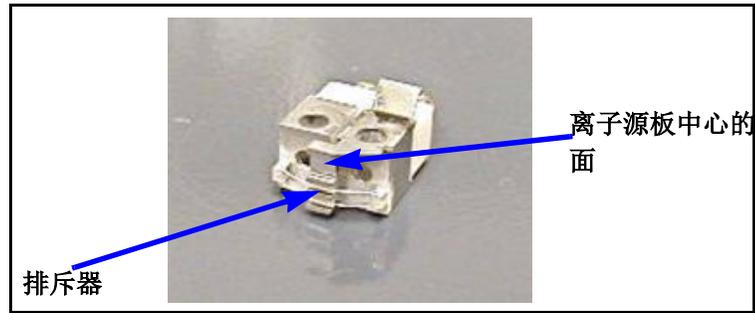


- 3 测量每个引脚相对于地的电阻（参见图 7-2 中的引脚 A）。这些测量值应高于 $30\text{M}\Omega$ 。
 - 4 测量每个引脚之间的电阻。所有这些测量值也应高于 $30\text{M}\Omega$ 。
- ⑩ 如果步骤 3 和 4 中的任何测量值小于 $30\text{M}\Omega$ ，则离子源已污染，需要在安装新灯丝之前进行清洁或更换。请联系最近的 INFICON 服务中心寻求帮助，将设备送回工厂进行维修。请参阅第 1-4 页第 1.3 节“如何联系客户支持”。
 - ⑩ 如果上述步骤 3 和步骤 4 中的电阻测量值大于 $30\text{M}\Omega$ ，请继续执行第 7.6.4 节“如何更换灯丝”。

7.6.4 如何更换灯丝

- 1 安装灯丝，使排斥极面与阳极面平行，并且灯丝大约位于两个安装螺钉的中心（按照下面的步骤 2 和 3）。参见图 7-4。

图 7-4 灯丝组件



- 2 将灯丝块上的孔与底板上的孔对齐。
- 3 将锁紧垫圈放在螺钉上，然后将螺钉穿过灯丝组件并插入离子源底板的孔中。交替拧紧螺钉，直到螺钉头刚好接触锁紧垫圈。参见图 7-5。

注意：两个螺钉都必须有锁紧垫圈来保持机械连接，从而保持从走线到灯丝组件的电气连接。

图 7-5 传感器上的灯丝就位



- 4 握住六角扳手的短端，交替拧紧螺钉，直到六角扳手开始弯曲。或者使用扭矩限制螺丝刀（IPN 02-389-P1 或同等产品），将螺钉扭矩调整至 10-12 盎司英寸（0.0384 Nm 至 0.0461 Nm）。



注意

请勿触摸细丝。

7.7 总压校准

有关如何校准总压力的详细信息，请参阅 TWare32 操作手册。



注意

在 TWare32 中启用 **Lo Emission (40eV, 200µA)** 图标。

不要使用 TWare32 软件中指示的高压和低压。在以下压力下进行总压力校准

低压: 1×10^{-5} Torr 氩气 (1.333×10^{-5} mbar) [1.333×10^{-3} Pa]

高压: 3×10^{-3} Torr 氩气 (4×10^{-3} mbar) [4×10^{-1} Pa]

7.8 如何确定灵敏度

引入氩气以提供 1×10^{-4} Torr (1.333×10^{-4} mbar) [1.333×10^{-2} Pa] 的压力，传感器设置为 40eV、200µA 发射 (Lo Emission)。测量质量为 40 的电流，并将其除以实际压力，以获得以 Amps/Torr 为单位的灵敏度 *例子*

- 1 引入氩气以提供 1×10^{-4} Torr 的压力，并将传感器设置为 40eV、200µA 发射 (Lo 发射)
- 2 测量质量 40 的电流和实际压力。
 - ⑩ 电流: 2.5×10^{-11} 安培
 - ⑩ 实际压力: 1×10^{-4} Torr
- 3 将电流除以实际压力，即可确定以安培/托为单位的灵敏度。

$$\frac{2.5 \times 10^{-11}}{1 \times 10^{-4}} = 2.5 \times 10^{-7} \text{ amps/Torr} \quad [1]$$

- 4 在 TWare32 中，转到: **调整 >> 高级 >> 设置灵敏度...**
- 5 输入灵敏度 (本例中为 2.5×10^{-7} 安培/托)。

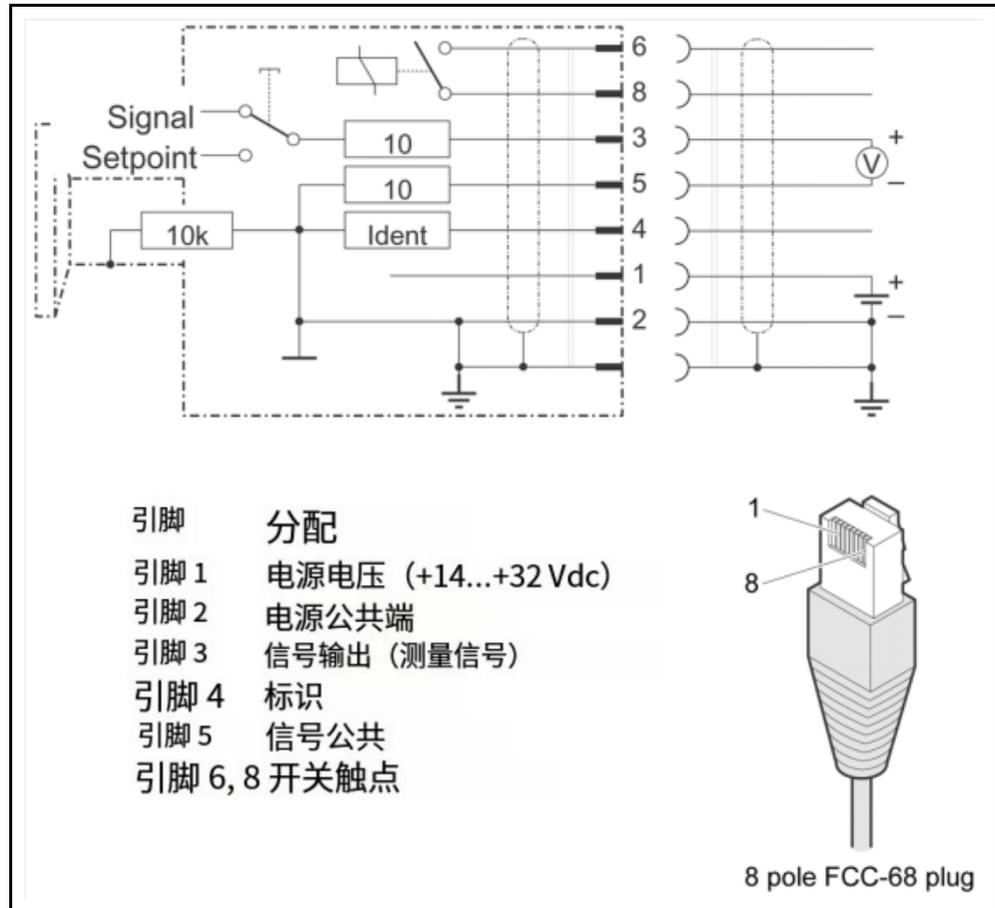
7.9 皮拉尼联锁调节程序

按照以下步骤调整 XPR3、XPR2、Preclude 和 XPR 发射器上的皮拉尼联锁装置。

7.9.1 INFICON PSG400 调整说明

- 1 将皮拉尼真空计安装在真空系统上。
- 2 给仪表供电，24 V（直流）。（见图 7-6。）

图 7-6 PSG400 电气连接



- 3 让皮拉尼真空计预热至少 5 分钟。
- 4 在大气（空气或氮气）中，调节 ATM（大气）电位计，使皮拉尼电压（测量信号）设置为 10.0 ± 0.1 V（直流）。
- 5 将真空系统抽空至压力低于 7.5×10^{-6} Torr (1×10^{-5} mbar) [1×10^{-3} Pa]。
- 6 在高真空下，将 HV（高真空）电位器调节至 1.9 ± 0.1 V（直流）。

- 7 将系统排入大气（空气或氮气），并验证皮拉尼电压是否为 $10.0 \pm 0.1 \text{ V}$ （直流）。如果大气设置发生变化，请重新调整 ATM 电位计。
- 8 将系统抽真空至压力低于 $7.5 \times 10^{-6} \text{ Torr}$ ($1 \times 10^{-5} \text{ mbar}$) [$1 \times 10^{-3} \text{ Pa}$]。
- 9 确认高真空下的皮拉尼电压仍为 $1.9 \pm 0.1 \text{ V(d.c)}$ 。如果皮拉尼电压发生变化，则重新调整高压电位器至 $1.9 \pm 0.1 \text{ V(d.c)}$ 。
- 10 如果在步骤 9 中重新调整了高压电位器，请重复步骤 7 - 重复此过程 10 次，直到在大气和高真空条件下获得有效读数。

7.9.2 INFICON TR090 调整说明

- 1 将皮拉尼真空计置于真空系统上的水平位置。
- 2 给真空计通电，24 V（直流）。（参见图 7-6。）
- 3 让皮拉尼真空计预热至少 5 分钟。
- 4 在大气（空气或氮气）中，调节 ATM 电位器，使皮拉尼电压（测量信号）设置为 $10.0 \pm 0.1 \text{ V}$ （直流）。
- 5 将真空系统抽空至压力低于 $7.5 \times 10^{-6} \text{ Torr}$ ($1 \times 10^{-5} \text{ mbar}$) [$1 \times 10^{-3} \text{ Pa}$]。
- 6 在高真空下，将 HV 电位计调节至 $1.9 \pm 0.1 \text{ V(d.c)}$ 。
- 7 将系统排空至空气或氮气环境，并验证皮拉尼电压是否为 $10.0 \pm 0.1 \text{ V(d.c)}$ 。如果环境设置发生变化，请重新调节 ATM 电位计。
- 8 将系统抽真空至压力低于 ($7.5 \times 10^{-6} \text{ Torr}$) ($1 \times 10^{-5} \text{ mbar}$) [$1 \times 10^{-3} \text{ Pa}$]。
- 9 确认高真空下的皮拉尼电压仍为 $1.9 \pm 0.1 \text{ V(d.c)}$ 。如果皮拉尼电压发生变化，则重新调整高压电位器至 $1.9 \pm 0.1 \text{ V(d.c)}$ 。
- 10 如果在步骤 9 中重新调整了高压电位器，请重复步骤 7 - 重复此过程 10 次，直到在大气和高真空条件下获得有效读数。

第八章 诊断问题

8.1 简介

如果您在使用 Transpector XPR3 时遇到问题，请先查看表 8-1，看看您的问题是否列在其中。如果没有，请联系客户支持（请参阅第 1-4 页第 1.3 节“如何联系客户支持”）。

8.2 症状-原因-补救措施图表

表 8-1 之前，请确保所有电缆上的绝缘层完好无损（即绝缘材料没有损坏）。

注意：最后一列中的 X 表示只能由合格的维修人员执行补救措施。

AY 表示应关闭 Transpector XPR3 的电源 5 秒钟才能采取补救措施。



警告——触电危险

只能由合格的维修人员拆除 Transpector 电子模块盖。

设备内部没有用户可维修的部件。拆除这些盖子可能会导致触电危险和/或人身伤害。

表 8-1 症状—原因—补救措施表

症状	原因	补救	
CPU LED 不亮。	+24V 外接电源	检查外部电源的输入交流线电压。	
		检查 +24V 输入，验证输入是否在 20 - 30 伏之间。	
		更换外部电源。	
	Transpector 内部保险丝烧断	更换电源卡上的保险丝。	X
	CPU 卡故障	更换 CPU 卡。	X
	电源卡故障	更换电源卡。	X
CPU LED 闪烁			
闪烁 1 次	无效中断，可能是 CPU 故障。	重置 Transpector。	Y
		如果问题仍然存在，请更换 CPU 卡。	X
闪烁 2 次	NMI（不可屏蔽打断）	检查 +24V 输入电压。确认输入电压在 20 -30V 之间。	
	电源卡故障	更换电源卡。	X
闪烁 3 次	未实现的 OPcode CPU 卡故障	重置 Transpector。	Y
		如果问题仍然存在，请更换 CPU 卡。	X
闪烁 4 次	DUART 初始化失败。	重置 Transpector。	Y
		如果问题仍然存在，请更换 CPU 卡。	X
闪烁 5 次	CPU 卡 RAM 损坏或损坏。	重置 Transpector。	Y
		如果问题仍然存在，请更换 CPU 卡。	

症状	原因	补救	
无法与主机通讯	DIP 开关配置不正确	请参阅安装。	
	波特率不正确。	检查 Transpector 和计算机上的波特率选择。	
	电缆连接。	确保电缆连接到正确的连接器。	
	选择了错误的 COM 端口。	在计算机上选择正确的 COM 端口。	
		重置 Transpector。	Y
		重置主机。	
	计算机接口卡。RS-232C 或 RS-485	更换计算机中的接口卡或 TCA485 适配器（如果有）。	
发射故障	传感器缺陷，灯丝开路、短路。	用欧姆表检查传感器。	
		更换传感器或灯丝。	
	电源卡缺陷。	更换电源卡。	X
	真空不足。	确认 XPR3 的压力小于 2E-2 Torr。	
	传感器工作电压不正确。	验证设置是否正确，请参阅服务诊断以了解标称传感器设置。	
	传送器未完全接合传感器。	确保 Transpector 电子模块已完全推到传感器上。	
阳极故障	传感器缺陷，阳极短路。	使用欧姆表检查传感器是否短路。参见传感器引脚分布图	
		修理或更换传感器。	
	电源卡故障。	更换电源卡	X

表 8-1 症状 — 原因 — 补救措施图表 (续)

症状	原因	补救	
射频故障	传感器缺陷，RF 引线开路，RF/DC 卡故障。	修理或更换传感器。	
		更换 RF/DC 卡。	X
EMULT 故障	传感器故障或 EM 短路。	用欧姆表检查传感器。参见传感器引脚分布图。	
		修理或更换传感器。	
	电源卡。	更换电源卡。	X
温度误差	Transpector 内部环境温度 > 75 °C。	确保设备安装正确，环境温度 < 50 °C	
		确认当地附近没有热源。	
	CPU 卡故障。	更换 CPU 卡	X
无谱	发射已关闭。	打开发射	
	传感器受污染。	服务传感器	
		更换传感器	
	测量卡故障。	更换测量卡。	X
	FC 压力太低。	使用电磁探测器	
	EM 电压过低。	增加电压	
	传送器未完全接合传感器。	将 Transpector 电子模块完全推到传感器上。	
质量校准。	调整 MASS 校准。		

症状	原因	补救	
灵敏度差	传感器受污染。	烘烤传感器。	
		服务传感器。	
	系统压力太低。	如果可能的话，增加样品压力。	
	质量校准（分辨率）。	调整质量校准，增加峰宽。	
	传感器运行参数设置错误。	检查以下设置：电子能量、离子能量、焦点发射电流。	
	测量卡缺陷。	更换测量卡。	X
	EM 增益较低。	烘烤传感器。	
更换传感器。			
峰形不佳	传感器受污染。	烘烤传感器	
		维修 EM 或传感器。	
	系统压力过高。	确认压力小于 2E-2 Torr。	
	需要大规模校准。	执行质量校准。	
	RF/DC 卡有缺陷。	更换 RF/DC 卡。	
电源卡缺陷。	更换电源卡。		
噪音大	系统接地。	确认真空系统已接地。	
	信号输入损坏。	更换测量卡。	X
	传感器上的输出弹簧触点损坏或短路。	修理或者更换。	
	传送器未正确安装在传感器上。	将 Transpector 一直推到传感器上。	
	EM 有缺陷。	更换 EM 组件或传感器。	X
	扫描速度对于增益设置来说太快。	降低扫描速度。	

(续)

8.3 通讯问题

如果存在任何通讯问题，请检查以下内容：

- ⑩ 确保安装 Transpector 的 COM 端口与应用软件配置中选择的 COM 端口相同。
- ⑩ 确保 Transpector 波特率与应用软件配置相同。
- ⑩ 如果您正在运行 RS-232C，请确保 Transpector 电子模块 SWITCH 8 已打开。
- ⑩ 如果运行 RS-485，请确保 Transpector 电子模块 SWITCH 8 已关闭，并且已分配有效、唯一的传感器编号。

8.4 通过 RS-232C 串行端口进行服务诊断

使用 PC 计算机或任何其他配备 RS-232C 串行端口和终端仿真程序的计算机，服务人员可以获得有关 Transpector 内部操作的信息。当致电 INFICON 服务部门解决故障时，这些信息也很有用。

为了配置 Transpector 的诊断模式，请按照以下步骤操作：

- 1 将 Transpector 上的配置开关 8 设置为 关 位置。Transpector 现在将通过 RS-232C 串行端口以 ASCII 格式进行通讯。
- 2 设置 Transpector 上的开关 6 和 7 以获得与终端程序配置相同的波特率。（例如，SW6 - 关，SW7 - 关 = 9600 波特。）

注意：当开关 6 和 7 改变时，必须重置 Transpector，因为这些开关只能在通电时读取。

- 3 验证终端程序是否配置如下：

- ⑩ 无奇偶校验
- ⑩ 8 个数据位
- ⑩ 1 个停止位

- 4 在计算机上选择适当的 COM 通道。

当 Transpector 收到 ASCII “DS” 时，状态和诊断信息将通过 RS-232C 串行链路发送出去。此诊断模式可与 RS-485 链路同时运行。

下页显示了典型的 Transpector 状态和诊断信息。

**** Transpector 版本 2.00、C+C Tst 1.50、Meas Rev
2.09 ****

**** 传感器 ****

类型 = TSP, 范围 = 100, 检测 = FC/MCP, RF 板 = 1, RF =
1989300

Hz 测量 39.75 amu, 延迟 = 1 mS, 停留 = 16 mS 发射 2000

uA, 焦点 10 V, 离子能量 8000 meV, 电子能量 102 eV CEM/MCP
前端设置为 0 V, MCP 后端设置为 0 V, 杆极性 0

**** 可能存在的问题 ****

警告数: 阳极 = 0、em = 0、emis = 0、rf lock = 0

异常 ID: 阳极 = 0, C+C = 0, emis = 0, tune = 0, peakfind
= 1 **** AtoD ****

温度 = 3.003 V, 27.3 C, DtoA = 0.649 V, Emis = 2.300
V, 阳极 =

2.075RMT2 = 0.000 VV TPP 高 = 0.000 V, TPP 低 = 1.826
V, RMT1 = 0.000 V,

**** 杂项 ****

DIP 开关 = EF、继电器输入 = 0、DUART 复位 = 0、任务 P1S2
最大值 = 162 硬件 ID 功能 = D480、错误 = 0、警告 = 0 测量
RX

= 2531917, 错误 (线路 = 0, ID = 0), 重试 = 0, 重置 = 0
232 RX = 129, 错误 (线路 = 0, 协议 = 0, ID = 0), CTS = 0
485 RX

=RF delta = 0 camu, fo = 1988600, xtal = 16012 KHz,
Tic = 16279 16671382, 错误 (线路 = 0, 协议 = 0, ID = 0),
地址 = 1

基线添加 = 0.00e+00, 测量 = 1.71e-16, press_lin_mult =

1.00e+00

诊断信息的简要描述如下:

第 1 行控制卡的当前版本级别和测量卡固件。

传感器.....传感器相关信息

类型.....XPR3

范围.....质量范围 100

探 测 器.....
FC/MCP (XPR3)

RF.....RF 测量频率，
XPR3 - 13.0 MHz 标称

测量中.....当前正在
测量的质量

延迟.....控制电压
设定后的延迟

停留时间.....测量时间

发射.....当前发射电
流设定点

XPR3: 70eV/ 400µA ; 40 eV/200 µA
(默认)

聚焦.....当前聚焦电压设
定点

XPR3: 10-30V; 默认 20V

离子能量.....当前离子能量
设定点

XPR3: 标称 8V; 5-15V

电子能量.....当前电子能量设
定点。

102 eV 标称

XPR3: Hi = 70 eV; Lo = 40 eV
(默认)

CEM/MCP.....MCP 正面的电压
XPR3 MCP -775 - 1225

MCPMCP 背面的
可调电压

- 6 - 超出 RF DAC 上限位
- 5 - 超出 DC DAC 下限位
- 4 - 超出 DC DAC 上限位
- 3 - 位置限制位
 - 2 - 分辨率限制位
 - 1 - 最小 RF 限制位
 - 0 - 保留 (0)

发射.....

- 7 - 低发射控制积分器 (电压低于 0.5 伏) 位
- 6 - 高发射控制积分器 (电压大于 3.0 伏) 位
- 5 - 冷启动失败位
- 4 - 热启动失败位
- 3-0 保留 (0) 位

A 至 D 组.....控制卡测量的模拟信号

温度.....盒子内部环境温度 (°C)。最高允许温度为 75 °C。

D 到 A分辨率设定点电压 /2

EMIS 发射控制积分器输出。
允许限值：最小 0.5，
最大 3.0

阳极.....阳极电压/100 允许限值：最低 202，最多 220

TPP 高.....高总压放大器输出

TPP 低.....低总压放大器输出

RMT1	远程模拟输入 1
RMT2	远程模拟输入 2
MISC GROUP	此组显示三个串行端口上的配置开关、远程 I/O 输入和诊断信息的读取值。

8.4.1 RS-232C 接口电缆

下图显示了 RS-232C 接口电缆连接。INFICON 提供此电缆，零件编号为 600-1001-P15（15 英尺（4.6 米）长）或 600-1001-P30（30 英尺（9.1 米）长）。您也可以使用图 8-1 中的图纸制作自己的电缆。

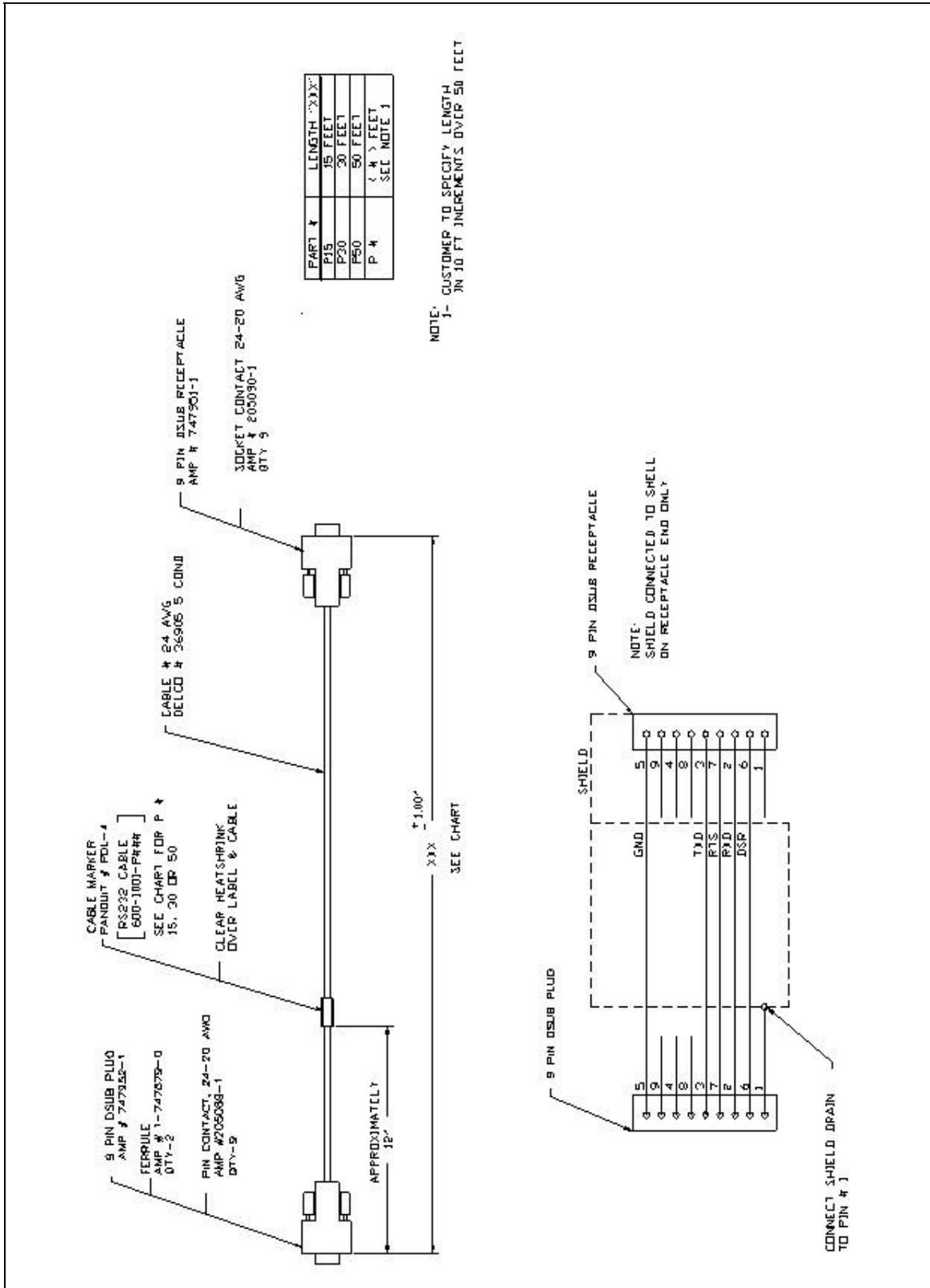


Figure 8-1 RS-232C Interface Cable

第九章 词汇表

阳极

阳极是离子源中通过电子撞击产生离子的结构。阳极可以由网格（如开放式离子源）或实心管（如封闭式离子源）组成。阳极的电势相对于灯丝、聚焦透镜、总压板、零极点、出口孔径和法拉第杯为正。

初现电势

通过电子轰击产生处于最低能态的特定离子所需的最小电子能量。

原子质量单位 (AMU)

原子质量单位是分子或离子质量的计量单位。它基于碳-12 同位素原子的质量正好是 12 这一定义。

本底

本底是当没有特意引入气体时，真空设备中的残留气体。

烘烤

烘烤是将真空室加热到高于环境温度的过程，以加速吸附在真空室内表面的水蒸气和碳氢化合物等物质的解吸。

中心电压

中心电压是四极杆射频和差分直流电位所参考的直流电位。

封闭离子源 (CIS)

封闭式离子源是一种离子化区域的压力高于分析仪传感器其余部分的离子源。这通常是通过用实心壁管而不是开放式网格制造阳极来实现的。这种类型的源通常用于测量工艺气体中的痕量污染物水平。

流导

气体流道的流导是流过通道的气体流量与通道两端的压降之比。

开裂模式

参见碎片模式。

检测因素

检测因子是某种物质的给定离子流的检测信号与在质量数 28 处测得的氮离子的相同离子流的检测信号之比。对于法拉第杯探测器，检测因子通常为 1。对于电子倍增器探测器，该因子取决于离子的质量和化学性质。

探测器

探测器是质谱仪传感器的一部分，它将离子束转换为电信号。

双电荷离子

对于正离子，双电荷离子是已被去除两个电子的母离子或碎片离子。

电子能

电子能量是电子轰击离子源中电离电子的动能，通常以电子伏特 (eV) 为单位测量。电子能量约等于灯丝上的偏置电压与阳极电位之差乘以电子电荷。

电子倍增器

电子倍增器是一种原位放大器，用于提高质谱仪的灵敏度。当对电子倍增器施加高电压时，正离子会加速进入倍增器，导致输出端每个入射离子释放大量电子。

发射电流

发射电流是离开加热灯丝表面的电子电流。

出口孔径（四极杆）

出口孔径是四极质谱仪离子出口（检测器）端的聚焦透镜。该透镜通常被一个相对于四极中心电压为负的电位偏置，以便从四极出口端提取离子并聚焦到检测器中。

提取器

参见**聚焦透镜**。

法拉第杯

法拉第杯是一种由杯形导电电极组成的离子和/或电子探测器。

灯丝

灯丝是一根细线或带状物，当通过电流加热时，会发射电子。灯丝通常由铱制成，表面涂有氧化钽或氧化钇，或由钨或钨合金制成。

聚焦透镜

聚焦透镜是一个导电孔径，位于阳极旁边，通常相对于阳极有负偏压。其目的是将离子从阳极拉出，将其形成一束，然后将其聚焦到下一个透镜元件中。

碎片离子

碎片离子是原子数少于产生该离子的母体气体分子的离子。碎片离子的质量始终小于母体离子的质量。

碎片因子

碎裂因子是特定物质产生的具有给定质量的离子总量的分数。特定物质产生的所有离子的碎裂因子总和等于 1。

碎片模式

碎裂模式是电子轰击特定气体种类时，通过质量过滤器传输、检测和记录的离子质量和强度的模式。

增益（电子倍增器）

电子倍增器的增益是入射离子电流与电子电流输出的比率。倍增器的增益是施加在其上的偏置电位的强函数。

离子

离子是失去或增加一个或多个电子的分子或原子。失去电子的分子为正离子。增加电子的分子为负离子。

离子电流

离子电流是与离子流动相关的电荷流动速率。

离子能量

离子能量是与离子束相关的动能。它等于离子束加速（或减速）时的电位差乘以离子上的电荷，通常以电子伏特 (eV) 为单位。具体来说，在四极杆质谱仪中，它是离子通过质量过滤器时沿轴的动能。离子能量约等于阳极电位减去四极杆中心电压乘以离子电荷。

离子源

离子源是质谱仪的一部分，其中中性气体分子或原子通过电子轰击被电离。

电离率

化学物质的电离概率是该物质在给定分压下产生的总离子电流（所有质量）与在相同分压下氮产生的总离子电流之比。

同位素

原子由原子核质子和中子组成，周围环绕着电子云。元素的化学性质由原子中电子（带 -1 电荷）的数量和排列决定。中性原子的电子数又取决于该原子核内质子（带 +1 电荷）的数量。原子核还含有中子，中子不带电，因此不会影响元素的化学性质。质子和中子的质量大致相同，约为电子质量的 1,800 倍。某一元素的所有原子都具有相同数量的质子，但中子数量不一定相同。同一元素中具有不同中子数的原子称为同位素。另请参阅**自然丰度**。

线性

线性是离子电流与产生该电流的总压力或分压力之间的数学关系。当离子电流在指定的压力范围内且在指定的公差范围内与压力成比例时，质谱仪被认为具有良好的线性。通常（但并非总是），在仪器压力范围的低

端，离子电流与压力呈线性关系。在仪器范围的高压端附近的某个压力下，离子电流与压力的比例将小于正比。

质荷比

质荷比是离子质量与其电荷的比率，通常以单位电子电荷的原子质量单位表示。

质量过滤器

质量过滤器是质谱仪的一部分，它根据离子束的质量与电荷比将其分离。

质谱仪

质谱仪是一种将气体样本电离，根据质荷比分离产生的离子束，并将过滤后的离子检测为电信号的仪器。

质谱

质谱是用质谱仪获得的离子电流与质荷比的函数关系的记录。质谱可以表示为 X 轴为质荷比、Y 轴为离子电流的图形，也可以表示为离子电流和相关质荷比的表格列表。

材料因子

化学物质的材料因子是该物质的分压与产生的质量过滤离子电流之间的比例常数的一部分，该比例常数取决于该物质的化学性质，而不是用于该测量的特定仪器。材料因子是特定物质的电离概率和碎裂因子的函数。

平均自由程

平均自由程是离子、电子、原子或分子在与周围气体分子碰撞之前可以行进的平均距离。平均自由程与压力成反比。

分子流

分子流是气体分子的运动，其中碰撞平均自由程大于流动限制元件（例如管径孔口）的临界尺寸。气体流动特性主要取决于气体分子与真空系统适当表面之间的碰撞。

自然丰度

同位素的天然丰度是指给定元素中具有相同中子数的所有原子的平均百分比。例如，99.985% 的天然氢原子没有中子，原子质量约为 1，而 0.015% 的氢原子有一个中子，原子质量约为 2。氢的第三种同位素含有两个中子，原子质量为 3，但这种同位素不稳定，放射性半衰期很短，因此地球上通常不会有大量天然氢原子存在。

有时观察到的同位素丰度并不反映天然丰度。例如，在称为离子注入机的半导体加工工具中，BF₃ 硼掺杂源的硼-11

同位素丰度达到 99% 以上（而不是天然存在的 80.22%）的情况并不罕见。

开放式离子源 (OIS)

开放式离子源是一种采用开放式网格结构构造的离子源，其电离区域和其周围的真空区域之间具有高导电性。残余气体分析仪通常配备此类离子源。

放气

放气是指在真空室内溶解或吸附在固体表面的气体的放出。

母离子

母离子是通过从原始或母体气体分子中去除一个电子而形成的离子，因此具有相同的质量。

分压

分压是气体混合物中特定化学成分的压力。所有分压的总和就是总压力。

零极

参见上文的**中心电压**。

四极杆

四极杆是一种质量过滤器，由四个平行电极或极点（因此称为四极杆）组成，排列成方形阵列。相反的极点通过电连接在一起，从而产生双曲几何的电场。施加在这些极点上的电位是可变直流电压和射频电压的叠加，通常具有固定的射频频率。

排斥器（电子）

电子排斥极是位于灯丝与阳极相反一侧的电极。排斥极的偏置电位通常与灯丝负极相同，或者更低。

残余气体分析仪

残余气体分析仪是一种用于确定真空系统中存在的气体数量和化学性质的仪器。该仪器通常是配备开放式离子源的质谱仪。

分辨率

分辨率是质量过滤器在邻近质量之间进行选择的能力。它通常被测量为峰的质量除以给定质量峰在峰最大强度的 10% 或 50% 处的宽度。

二次电子

二次电子是当表面受到足够高能离子、电子、中性分子或光子撞击时从该表面发射的电子。

灵敏度

质谱仪的灵敏度是特定气体的特定质量离子电流与该气体分压之比，并根据本底进行适当校正。特定气体通常是氮气，测量值为 28 AMU，但有时也使用氩气，测量值为 40 AMU，具体取决于仪器。

总压力

总压强是气体对容器壁施加的单位面积压力。它等于组成该气体的不同化学物质的所有分压强之和。

总压力板

总压板或集电极是离子源中的一个电极，至少一部分离子束会撞击该电极。撞击该电极的电流是离子源中总压强的函数。

过渡流

过渡流是气体分子的运动，其中碰撞平均自由程与流动限制元件（例如管径孔口）的临界尺寸大约相同。

传输因子

传输因子是质谱过滤器出口端检测到的离子电流（设置为传输给定质量）与从离子源进入过滤器的相同质量离子电流之比。通常，28 AMU 的氮离子的传输因子设置为 1。其他质量的传输因子相对于氮的传输因子给出。

粘性流

粘性流是气体分子的运动，其中碰撞平均自由程小于流动限制元件（例如管径的孔口）的临界尺寸。气体流动特性主要由气体分子之间的碰撞决定。

零爆

零爆是未经质量过滤的离子电流，在质谱仪扫描接近零质量时被检测到。

此页有意留空。

第十章 参考书目

有关分压分析仪的更多信息，请参阅*分压分析仪和分析*，MJ Drinkwine 和 D. Lichtman，美国真空学会专著系列，或*真空技术用户指南*，JF O'Hanlon，John Wiley and Sons（1989 年）。后一本书还包含大量相关主题的信息，包括气体流量、压力表、泵、材料和真空系统的设计。

此页有意留空。

A

老化 2-10
 空气暴露 5-2
 气动阀 4-5
 海拔范围 1-15
 分析仪系数 3-9, 3-14
 阳极 9-1
 错误 8-3
 电压 2-7
 防卡剂 4-3
 显示电势 9-1
 应用程序支持 1-4
 ASCII
 诊断 1-16
 模式 1-16
 原子质量单位 9-1

B

本底 9-1
 烘烤 3-16, 4-2, 5-1, 5-2, 6-2, 7-3, 9-1
 温度 7-3
 波特率 8-6
 最佳已知方法 6-1
 应用程序 6-1
 本底监控 6-5
 检测限 6-4
 EM 6-10
 灯丝 6-9
 生成配方 5-6, 6-4
 安装 6-1
 泄漏检查 5-6, 6-3
 质量尺度调谐 6-11
 皮拉尼 5-3, 6-2
 推荐参数 5-5, 6-3
 二进制模式 1-16
 选定峰扫描 6-5

C

校准 3-17
 电容压力计 3-12
 中心电压 9-1
 封闭离子源 3-16, 9-1
 COM 端口 4-13, 8-6
 脱离主机通讯 8-3
 问题 8-6
 电脑
 电缆 1-11
 通讯模块 1-12

流导率 9-1
 导电沉积物 4-4
 ConFlat 法兰 1-14

组件 4-2
 恒定峰宽 3-17
 污染声明 1-4
 控制电压 3-17
 CPU LED 8-2
 电流额定值 1-14
 开裂模式 3-3, 9-1

D

道尔顿定律 3-9
 直流
 组件 2-7
 电位 2-7 DC-RF
 比率 2-7
 检测因子 3-14, 3-15, 9-2
 检测器 2-3, 9-2
 检测器类型 1-8
 诊断信息 8-7
 诊断模式 8-6
 数字输入/输出
 基本安装说明 4-25
 板描述 4-22
 数据收集 4-22
 详细安装说明 4-25
 硬接线板 4-26
 简介 4-22
 套件部件号 4-22
 输出继电器触点信息 4-29
 引脚分配, 37 针连接器 4-26
 引脚分配, 50 针连接器 4-27
 警告 4-25
 双电荷离子 9-2
 倍增器电极 2-9

E

EIA-485 标准 1-17
 电子能量 2-5, 3-6, 9-2
 电子诱导解吸 3-16
 电子倍增器 9-2
 增益 3-14, 9-3
 电子刺激解吸 3-16

电子模块 1-7, 1-10

校准 4-11

安装 4-11

EM 增益 2-9

发射控制 1-17

电流 2-5, 9-2

错误 8-3

模拟误差 8-4

轰击电子的能量 3-6

出口孔径 9-2

外部连接 1-19

提取器 2-5, 9-2

F

法拉第

杯 2-8, 9-2

现场服务 1-4

灯丝 2-5, 3-15, 5-1, 9-2

校准 7-5

操作时间 6-9

套件 7-2

氟 3-17

聚焦透镜 2-5, 9-3

碎片离子 9-3

碎裂因子 3-10, 3-14, 3-18, 9-3

碎裂模式 3-3, 3-6, 3-7, 3-17, 9-3

G

气体消耗 3-16

气相模式 3-17

气压 2-11

全局地址 1-17

接地带 4-11

H

加热套 7-4

高真空环境 2-1

主机 4-14

高压电磁流量计 6-1

寿命 6-10

电压 5-6

湿度 1-16

碳氢化合物污染 6-1

I

I/O 1-17

模拟输入 1-18 AUX I/O

连接器 1-17

电源 1-19

设定点继电器 1-18

现场前置放大器 2-8

输入 1-9

整数值 3-4

联锁

加热套 4-20

联锁电缆 4-18

隔离阀 4-4

最大工作压力 5-3

皮拉尼、

检测 5-3

发射关闭 5-4

发射开启 5-4

PSG400 7-11

TR090 7-12

焊接件总成 4-8

离子 9-3

离子束 2-9

离子束焦点 2-5

笼 2-5

收集器 2-2

电流 2-8, 9-3

探测器 1-7, 2-8

双电荷 3-3

能量 2-7, 9-3

强度 3-1

动能 2-9

低质量 2-7

质荷比 3-1

多电荷 3-3, 3-7

母体 3-3, 9-5

移除高质量 2-7

单电荷 3-3

源 1-7, 2-3, 2-5, 3-16, 9-3

双源 2-5

总产量 3-17

电离概率 3-12

电离概率 3-10, 3-12, 3-15, 9-4

电离器 3-15

隔离阀 4-4

同位素 3-4, 9-4

比率 3-4

同位素比 3-7

K

动能 2-5

L

较轻元素 3-4

限制 1-18

线性 9-4

线性化 2-2, 2-12

线性化计算 2-12

M

- 质量歧视 3-17
- 质量过滤器 2-3, 2-6, 2-10, 9-4
 - 类型 1-8
- 质量位置 5-7
 - 稳定性 1-8
 - 质量分辨率 5-7
 - 质量尺度调谐 6-12
- 质谱仪 9-4
- 质谱 2-8, 3-1, 9-4
- 质荷比 9-4
- 材料因子 3-9, 9-5
- 最大增益 2-9
- 平均自由程 2-11, 9-5
- 度量转换 1-3
- 水分 2-9
- 分子流 9-5
- 安装要求 1-14
- 多峰 3-4

N

- 自然丰度 9-5
- 噪声水平 8-5
- 非线性行为 3-18

O

- 打开离子源 9-5
- 除气 2-9, 3-16, 9-5
- 过压类别 1-15

P

- 母离子 9-5
- 分压 3-14, 3-18, 9-6
 - 分析仪 3-9
 - 最小可检测 1-8
- 通带宽度 2-10
- 专利 2-1
- 峰高 3-9
- 峰比稳定性 1-8
- 峰形, 较差 8-5
- 维护通道进入 1-14
- 皮拉尼压力计 4-9, 6-2
- 皮拉尼联锁
 - 电缆 4-18
 - PSG400 7-11
 - TR090 7-12
- 极零 2-7, 9-6
- 污染等级 1-15
- 功率
 - 输入 1-8
 - 供给 1-10, 4-15
- PPM 可检测限值 1-8
- 压力

- 最大压力 1-8
- 总压和分压 2-2
- 主模式 1-16
- 比例常数 3-9
- 泵 3-16
- PVD 应用 6-1

Q

- 四极杆 9-6
 - 出口孔径 2-8
 - 出口透镜 2-8
 - 质量过滤器 1-7
 - 分压分析仪 1-6
 - 半径 2-7

R

- 配方 6-4
- 继电器输出 1-9
- 维修支持 1-4
- 排斥极 (电子) 9-6
- 残留气体分析仪 9-6
- 分辨率 1-8, 2-10, 9-6
- 退货授权 1-4
- 射频
 - 振幅 2-7
 - 误差 8-4
 - 频率 2-7
 - 电位 2-7
- RS232 1-8, 8-6
 - 波特率 4-13
 - 链接 1-16
 - 设置 4-13
- RS485 1-9, 8-6
 - 通讯 4-14
 - 网络地址 4-14
 - 端口 1-17
 - TCA485 通讯适配器 1-17, 4-14

S

- 次级电子 9-6
- 灵敏度 1-8 , 2-10 , 3-14 , 3-15 , 3-17 , 7-5 ,7-10,9-6
 - EM 2-9
 - FC2-8
 - 较差 8-5
- 传感器 1-7 , 1-10 , 2-5
 - 清洁 4-10
 - 调节 5-5
 - 污染 7-1
 - 延长寿命 6-2
 - 安装在磁场附近 4-11
- 运输套件 1-10
- 软件 1-11
- 谱 3-1
 - 无 8-4
- 转子真空计 3-12
- 电源电压 1-14

T

- 温度系数 1-8
 - 错误 8-4
 - 最大烘烤 1-8
 - 最大传感器操作 1-8
 - 操作 1-8
 - 操作范围 1-16
- 总压力 9-6
- 总压力板 9-7
- 过渡流 9-7
- 传输因子 3-14 , 3-15 , 9-7
- 调整 3-17

U

- 超高真空 3-16

V

- 真空区域 3-16
- 真空系统 3-15
- 真空要求 1-15
- 通风要求 1-14
- 粘性流 9-7

W

- 重量 1-14

X

- XPR 2-5
- XPR3 灯丝注意事项 1-5

Z

- 零爆 2-10 , 9-7

索引 - 4