

AVANCE NEO 系统

- 总体安全注意事项
用户手册
Version 001

Copyright © by Bruker Corporation

本手册所包含信息的更新、变更不再进行通知。BRUKER 不承担依照本手册进行操作所造成的一切后果。BRUKER 不负责在安装或实验操作中由于本手册所包含的错误而导致的偶然损害。严禁在未取得出版者书面许可的情况下，对手册全部或部分内容进行引用或者翻译。

© 十二月 12, 2019 Bruker Corporation

文件编号：10000061279

P/N: H171764CN

目录

1	引言	5
1.1	预期用途	5
1.2	策略声明	6
1.3	本手册的用途	6
1.4	磁安全	6
1.4.1	内区中的安全预防措施	6
1.4.2	外区中的安全预防措施	7
1.5	低温安全	7
1.6	电气安全	7
1.7	化学安全	7
1.8	CE 认证	7
1.9	操作环境	8
1.10	标志和标签	8
1.11	公制到美制单位转换系数	10
2	机箱安全	11
2.1	总体安全说明	11
2.2	Avance 系统的系统接地和电位均衡	11
2.3	机柜安全	13
2.3.1	正常关机	13
2.3.2	紧急关闭	14
2.4	AVANCE NEO AQS	14
2.4.1	紧急关闭	14
2.4.2	人身安全	15
2.5	BSMS/2	15
2.5.1	紧急关闭	16
2.5.2	人身安全	16
2.6	发射器安全	16
2.6.1	发射器安全	17
2.6.1.1	安全标签	17
2.6.2	紧急关闭	17
3	磁体安全	19
3.1	磁场	19
3.1.1	屏蔽	19
3.1.2	电子、电气和机械医疗植入物	20
3.1.3	外科植入物和假肢器官	20
3.1.4	设备的操作	20
3.1.5	在将磁体磁场缓慢升到场强时	20
3.1.6	在将磁体磁场升到场强后	20
3.1.7	总体安全预防措施	21
3.2	受控访问区域	21
3.3	安全处理低温物质	21
3.3.1	物质类型	21

3.3.2	通用安全规则	22
3.3.3	制冷剂装运杜瓦罐	22
3.3.4	健康危害	22
3.3.5	急救	22
3.3.6	防护衣	23
3.3.7	其他安全规则	23
3.3.8	吸烟	23
3.4	补加液氮	23
3.4.1	使氧气凝结	23
3.4.2	氮流系统	24
3.4.3	其他通用规则	24
3.5	补加液氦	24
3.5.1	液氦腔	24
3.5.2	补加液氦说明	24
3.5.3	快速液氦输送	25
3.6	通风	25
3.6.1	常规操作期间的通风	25
3.6.2	磁体安装或失超期间的紧急通风	25
3.6.3	应急排气	26
3.6.4	氧气监测器和水平传感器	26
4	探头安全注意事项	27
4.1	人身安全问题	27
4.1.1	急救	27
5	CryoProbe 安全	29
5.1	紧急关闭	29
5.2	人身安全问题	29
5.2.1	急救	30
5.3	加压氦气供应	30
5.4	电气安全	30
5.5	设备安全	31
6	CryoProbe Prodigy 安全	33
6.1	人身安全问题	33
6.1.1	急救	34
	联系	35
	图片	37
	表	39
	指数	41

1 引言

本手册旨在汇总适用于该系统的安全注意事项。它不能代替单独的手册，其目的只是为帮助操作员快捷方便地获取有关安全问题的相关信息。因此，操作员的桌面上应该始终有一份本手册的副本。请注意，系统的每个操作员都应意识到本手册的重要性。此外，建议每个操作员都阅读本手册，以了解可能与使用系统相关的任何安全风险。

本手册中显示的图像旨在提供一般信息，可能无法显示您正在使用的特定 Bruker 型号、组件或软件/固件版本。选件和附件可能会（也可能不会）在每张图进行说明。

在使用设备之前，请仔细阅读所有相关章节！

1.1 预期用途

Bruker AVANCE 系统仅能用于其各自手册中描述的和本节概述的预期目的。

如将该装置用于除预期目的之外的任何目的，用户将自行承担风险，并失去任何和所有制造商保修。机柜的维修或维护工作必须由合格人员进行。仅能由受过 Bruker 波谱仪操作训练的人员操作该装置。

Bruker AVANCE 系统是用于分析化学结构和分子特性的超高精度波谱仪。将小型液体或固体样品放置在一个非常强的磁场中，使用短射频脉冲照射样品，然后观察样品的（选定化学元素的）磁活性原子核随后发出的微弱瞬态射频，这种仪器分析技术被称为核磁共振波谱法 (NMR)。

AVANCE 波谱仪拥有多种配置，可提供场强介于 7T 至 20T 以上，室温腔孔径在 54mm 至 155mm 之间的垂直腔体磁体选择。典型的样品量范围为纳克到小于克的级别。

通过该方法可以识别和/或确认化学和生物化学化合物和混合物的结构，包括关于分子流动性和相互作用的信息。

该方法还可用于获取样品中磁活性原子核分布的信息（NMR 成像、NMR 显微术）。

NMR 波谱仪的典型应用范围覆盖材料科学、有机化学、无机化学领域的学术和工业研究以及质量控制的多个方面，还被用于生物样品分析。

AVANCE 波谱仪系列可以配备/连接各种可选附件，例如：

- 变温控制
- 支持样品快速旋转的 MAS 气动控制
- 可变磁场梯度
- 直通式 HPLC 设备及相应附件
- 自动进样器
- 自动样品制备系统
- 专用超低温探头 (CryoProbe 及其附件)

AVANCE 波谱仪的主要设计用途不包括：

- 铁磁性材料的研究。

根据法律要求，AVANCE 波谱仪未被批准用于医疗领域的诊断用途，例如用作 IVD。

1.2 策略声明

Bruker 施行的策略是，在新的技术和组件可用时及时对产品做出改进。Bruker 保留随时更改规格的权利。

我们已尽力避免本手册中的文本和图形演示出现错误。为了创建有用适当的文档，我们欢迎您就本手册提出您的意见。建议支持工程师定期与 Bruker 联系以了解更新的信息。

Bruker 致力于向客户提供创新性、高品质、环保的产品和服务。

1.3 本手册的用途

本手册旨在汇总适用于 AVANCE 系统的安全注意事项。它不能代替单独的手册，其目的只是为帮助操作员快捷方便地获取有关安全问题的相关信息。因此，操作员的桌面上应该始终有一份本手册的副本。请注意，系统的每个操作员都应意识到本手册的重要性。此外，建议每个操作员阅读手册，以了解可能与使用 AVANCE 系统相关的任何安全风险。

1.4 磁安全

在安全方面，NMR 波谱仪拥有相当强的磁体，使其有别于其他大多数的实验室设备。在设计 NMR 实验室，或者对在实验室中或实验室周围工作的人员进行培训时，没有其他特性比这更重要了。只要遵守正确的程序，在超导磁体附近工作是完全安全的，没有已知的对身体有害的副作用。但是疏忽会导致严重的事故。在磁体附近工作的人员务必充分了解这些潜在危险。

装有心脏起搏器或者其他金属植入物的人不得靠近磁体，这一点至关重要。

一个磁场全方位地围绕着磁体。这个场（称作漏磁场）是看不见的，因此需要在适当的位置张贴警告标识。铁磁性材料（如铁、钢等）制成的物体会被磁体吸住。如果一个铁磁性物体挨得太近，它可能会突然被吸入磁体，力量惊人。这可能会损坏磁体，或对阻挡它的人造成人身伤害！

由于当人离开磁体时，漏磁场的力会大大降低，因此从两个广义上定义的区域（即内区和外区）入手，讨论安全会很有用。在组建实验室以及定义良好的工作实践方面，内区和外区的概念特别有用。

这两个区域的物理范围将取决于磁体的大小。磁体越大，漏磁场就越强，因此这两个区域的范围也越大。有关各种磁体的漏磁场的详细信息，请参阅 BASH DVD 附带的“场地规划指南”。

1.4.1 内区中的安全预防措施

内区的范围从磁体中心延伸至 1 mT（10 高斯）线。在此区域内，物体可能会突然被吸引到磁体中心。磁体的吸引力可在很短的距离内从几乎察觉不到变为不可控制。在任何情况下，都不应将重的铁磁物体放置到或移至该区域内。

在磁体上工作时使用的任何梯子都应采用非磁性材料（如铝）制成。用于向磁体内加注液体的液氮、液氮杜瓦罐必须采用非磁性材料制成。

请勿将小型钢制物体（螺丝刀、螺栓等）置于靠近磁体的地面上。如果这些物体被吸引到磁体腔中，则可能导致严重损坏，尤其是在探头未插入磁体的情况下。

如果在内区佩戴机械表，则机械表可能被损坏。数字手表可安全佩戴。当然，在内区也必须遵守现在即将讨论的外区预防措施。

1.4.2 外区中的安全预防措施

外部区域从 1mT（10 高斯）线延伸到 0.3 mT（3 高斯）线。磁体的漏磁场不会被墙壁、地板或天花板阻挡，外部区域很可能延伸至相邻的房间。漏磁场可能会擦除存储在磁带或磁盘上的信息。银行卡、安全通行证或任何包含磁条的设备都可能受到损坏。CD/DVD 不会受到损坏，但 CD/DVD 驱动器中可能包含会受到损坏的磁性部件。当使用钢制加压气瓶时，应将它们置于外部区域之外（最好在磁体室之外），并且必须始终正确地牢固在墙上。超出外部区域后，则不再需要对磁体漏磁场采取任何特殊的预防措施。

1.5 低温安全

磁体内盛装了相当大量的液氦和液氮。这些液体被称作制冷剂，用于将磁芯保持在一个非常低的温度。

由于温度非常低，处理制冷剂时必须始终穿戴手套、长袖衬衣或实验服以及护目镜。直接接触这些液体可引起冻伤。系统主管应定期检查和确认蒸发气体从磁体中自由逸出，即排气阀不得被堵住。如果您未接受过相关培训，并了解正确的流程，不要试图向磁体中补充液氦或液氮。

氦气和氮气是无毒气体。但是，由于可能发生超导磁体失超，屋子里可能突然充满蒸发气体，因此必须始终提供足够的通风。

1.6 电气安全

波谱仪硬件的危险性与通常的电子或气动硬件相当，应当参照同样标准对待。不要从各个单元上拆下任何保护面板或接地部件。安装它们是为了保护您，只能由有资质的维修人员将其打开。机柜背面的主面板设计为可用两个快速拆卸螺丝来拆除，但是再次重申，只能由经过培训的人员来操作。请注意，除非断开连接，否则即使拆除了面板，背部面板上的冷却扇也将继续运转。

在维护、维修或装运前，必须将系统和/或其组件完全关闭，拔下插头或断开连接，并从机箱上将其卸下。请参阅单独的组件手册以了解特定信息。

1.7 化学安全

用户应完全了解与他们所处理的样品有关的任何风险。有机化合物可能具有高度的可燃性、腐蚀性、致癌性，等等。

1.8 CE 认证

AVANCE 机柜中的所有主要硬件装置以及外围装置，如磁铁、HPPR、匀场系统、探头和冷却设备，都符合 CE 符合性声明。这包括任何可能发出的杂散电磁辐射水平，以及标准电气危险。请注意，为了最大限度地减少电磁辐射泄漏，机柜的门应保持常闭并安装后面板。

1.9 操作环境

允许环境温度:	5°C 至 35°C。
允许高度:	最高海拔 2000 米。
相对湿度:	允许的最高值为 80% (温度不超过 31°C 时), 随温度增加而线性减少至 65% (35°C 时)。
允许储存温度:	5°C 至 40°C
异物防护等级:	IP 20

表 1.1: 波谱仪系统操作环境

各种波谱仪系统的电源要求因配置而异。有关电源要求的更多信息, 请参见相应的场地规划手册。

1.10 标志和标签

标志和标签总是与其紧邻区域相关。波谱仪系统上或周围有以下标志和标签:

	<p>禁止标志: 佩戴心脏起搏器的人员禁止进入标记区域!</p> <ul style="list-style-type: none"> 佩戴心脏起搏器的人员在标记区域内会有生命危险, 禁止此类人员进入这些区域!
	<p>禁止标志: 植入金属材料的人员禁止进入标记区域!</p> <ul style="list-style-type: none"> 植入金属材料的人员在标记区域内会有生命危险, 禁止此类人员进入这些区域!
	<p>禁止标志: 孕妇禁止进入标记区域。</p> <ul style="list-style-type: none"> 孕妇在标记区域内可能会有危险, 禁止进入这些区域!
	<p>禁止标志: 请勿佩戴手表或电子设备!</p> <ul style="list-style-type: none"> 手表和电子设备在标记区域内可能受到损坏!
	<p>禁止标志: 请勿携带信用卡和其他磁性存储器!</p> <ul style="list-style-type: none"> 信用卡和磁性存储器在标记区域内可能受到损坏!

	<p>禁止标志：请勿触摸！</p> <ul style="list-style-type: none"> • 请勿触摸标记区域！
	<p>危险警告标志：警告！</p> <ul style="list-style-type: none"> • 忽视此警告可能会导致人身伤害！
	<p>注意：良好操作实践提示。</p>
	<p>危险警告标志：强磁场！</p> <ul style="list-style-type: none"> • 禁止携带磁性存储器。 • 禁止佩戴珠宝。 • 禁止携带金属物品。
	<p>危险警告标志：此处电力和高电压可能导致肢体受损和生命危险！</p> <ul style="list-style-type: none"> • 接触电线和损坏的绝缘体可能导致肢体受损和生命危险！
	<p>静电敏感设备</p> <ul style="list-style-type: none"> • 请采取适当的预防措施。
	<p>保护接地端子</p> <ul style="list-style-type: none"> • 用于标识连接到外部保护导体或在故障情况下防止电击的任何端子。

表 1.2: 标志和标签

1.11 公制到美制单位转换系数

以下转换系数可用于/已用于转换本手册中使用的单位：

测量	公制单位	美制标准单位	转换系数（四舍五入到最接近的百分位）
长度	米 (m)	英尺 (ft.)	1 m = 3.28 ft.
	厘米 (cm)	英寸 (in.)	1 m = 39.37 in. 1 cm = 0.394 in.
面积	平方米 (m ²)	平方英尺 (ft. ²)	1 m ² = 10.76 ft. ²
体积	立方米 (m ³)	立方英尺 (ft. ³)	1 m ³ = 35.32 ft. ³
	升 (l)	夸脱 (qt.)	1 l = 1.06 qt. (液体)
重量	千克 (kg)	磅 (lbs.)	1 kg. = 2.21 lbs.
压强	巴	磅/平方英寸 (psi)	1 巴 = 14.51 psi
		大气 (ATM)	1 巴 = 0.99 ATM (标准)
温度	° C	° F	F = C × 1.8 + 32
	° F	° C	C = (F - 32) / 1.8
磁场强度	特斯拉 (T)	高斯 (G)	1 T = 10 ⁴ G

表 1.3: 公制到美制单位转换系数

2 机箱安全

2.1 总体安全说明

波谱仪系统用户应定期检查设备是否有任何损坏或磨损，如果发现任何异常，应立即告知维修人员。

如果您对任何组件的正常状态有疑问，请勿使用设备并将情况告知维修人员！

如果出现以下情况之一（这些情况不太可能发生），请停止使用设备、断开电源、向维修人员告知此情况并请求指示：

- 电源线、电源插头或电源供应器破裂、脆化或损坏。
- 有过热的迹象。
- 迹象显示或怀疑有某种液体浸入任何外壳。
- 电源线或电源供应器接触到任何液体。
- 装置/组件以任何方式摔坏或损坏。

2.2 Avance 系统的系统接地和电位均衡

为了确保在任何情况下安全操作波谱仪，AVANCE 系统必须接入用户场地的总体电位均衡系统。

为了建立整个系统的完整电位均衡，每个系统都附带接地电缆，接地电缆必须按如下方式连接至机柜、HPPR 和磁体：

- 必须使用电缆连接位于机箱背面下方的中央接地点和建筑物的接地。
- 当使用外部前置放大器（HPPR/2）时，必须使用电缆连接波谱仪的中心接地点和外部前置放大器基板的接地点（下图 2）。
- 电缆必须从磁体接地点连接至波谱仪的接地点（下图 1），或者如果使用外部前置放大器，则连接至外部前置放大器的接地点（下图 2）。

请注意，在 AVANCE 系统通电或连接至电源连接器之前，接地电缆必须紧密连接至相应的接地点。只有在整个系统关闭后才允许断开其中任一电缆。

维修工程师必须告知客户注意本手册中的安全信息。作为验收协议的一部分，必须确认工程师已告知客户需要这样做。

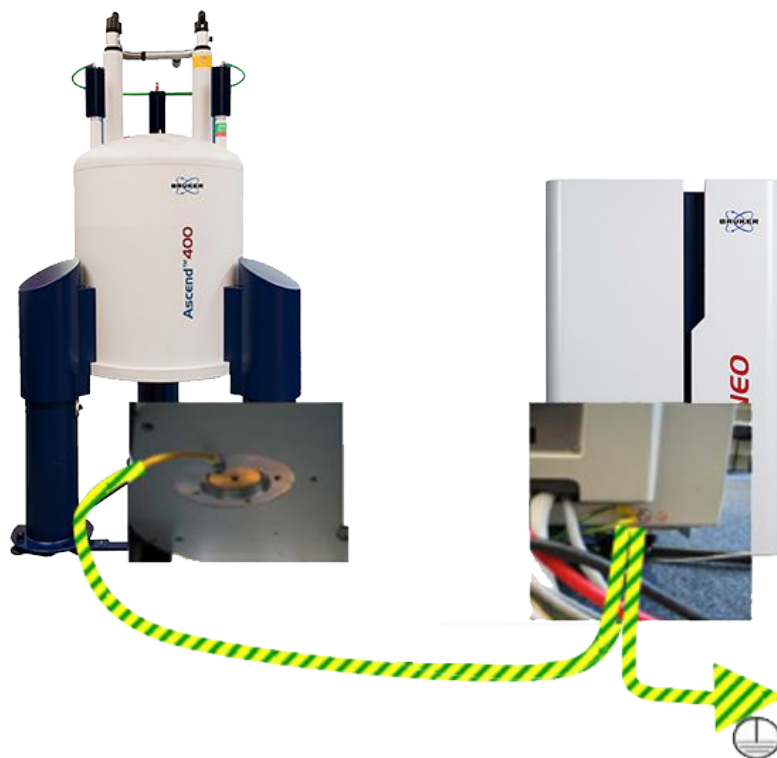


图 2.1: 带内部前置放大器的 AVANCE 波谱仪



图 2.2: 带外部前置放大器 (HPPR/2) 的 AVANCE 波谱仪

2.3 机柜安全

警告：为了最大限度地减少电击危险，波谱仪机柜必须如上节所述连接至电气接地。

电子机箱配有三芯交流电源线。请仅使用 BRUKER 批准的或符合国际电工委员会（IEC）安全标准的电缆。

由于其重量较大，仅允许穿着适当安全鞋的授权人员移动机柜，且仅能由两人移动机柜。

2.3.1 正常关机

机柜后部的配电装置（PDU）用于以受控方式给波谱仪通电。

可以使用 TopSpin 发出软件指令启动/关闭 AVANCE。

PDU 确保所有装置以正确的顺序上电/断电，并控制以适当的时间延迟打开高功率装置，以限制系统的涌入电流。



图 2.3: 配电装置

关机（或重启）程序

- 从以下位置启动 pdudisp 软件工具：
 - 状态栏。
 - 机柜。
 - 选择 **管理 | 波谱仪**。
- 在 PDU 显示中 **选择** 关机（或 **重新启动**）。

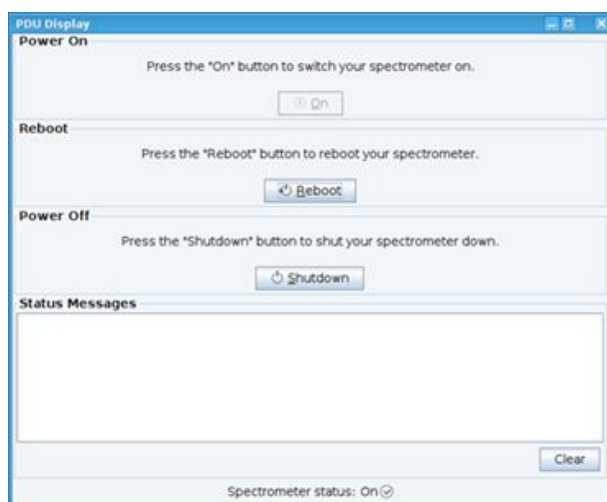


图 2.4: PDU 显示



注意：关闭程序完成后，PDU 本身仍将保持开启状态。必须使用下一节中描述的电源开关关闭 PDU。

2.3.2 紧急关闭

受控关机后，请使用电源开关关闭机柜，以及 PDU。AVANCE NEO 机柜的电源开关也用作紧急关闭，例如，如果无法使用 PDU 执行受控关闭。



图 2.5: AVANCE NEO 系列紧急关闭装置的位置

2.4 AVANCE NEO AQS

新款 AVANCE NEO AQS 机箱是久经考验的 AVANCE III HD 机箱的改进产品。AVANCE NEO 基于“收发”原理，这意味着每个 NMR 通道都具有发射和接收能力。因此，每个通道都是独立的波谱仪，具有完整的射频发生、传输和接收结构。该架构为仪器配置和多通道操作提供了最大的灵活性。

在运行和维修 AQS 系统的所有阶段，都必须遵守以下通用安全预防措施。不遵守这些预防措施或本手册其他地方的特定警告将违反 AQS 系统的设计、制造和预期用途的安全标准。

若客户未能遵守这些要求，则 BRUKER 对在 AQS 系统上进行未经批准的操作而导致的任何伤害或损害概不负责。

2.4.1 紧急关闭

紧急情况下，请使用机柜 [紧急关闭](#) [14] 部分中描述的电源开关关闭整个机柜。AVANCE NEO 系统中的 AQS 只能使用 PDU 关闭。不建议单独关闭 AQS。相反，应关闭整个机柜。仅当 Bruker 工作人员另有指示时，您可以跟随引导流程来单独关闭 AQS。

2.4.2 人身安全

接地

警告：为了最大限度地减少电击危险，AQS 机箱必须连接到电气接地。

电子机箱配有三芯交流电源线。请仅使用 BRUKER 批准的或符合 IEC 安全标准的电缆。

仅限技术合格人员

警告：安装和维修仅能由 BRUKER 的合格人员完成。维修前请务必断开电源线。在某些情况下，即使断开电源线，也可能存在危险电压。为避免受伤，触摸前务必断开电源并放空电路余电。

注意：除非本手册中有说明，否则操作人员不得移除机箱盖。当 AQS 或机柜中的任何其他装置仍处于开启状态时，请勿更换机柜中的装置。请使用 PDU 关闭机柜组件（参见[正常关机 \[13\]](#)）。接触用户界面、系统信息和手册需要良好的英语理解能力。

电气安全

AQS 系统的电气危险防护等级符合 IEC 61010-1 标准，即所有电气零件都受到保护以防触摸。

警告：所有电气连接器必须按照 BRUKER 提供的原样使用。请勿替换为其他类型的连接器。

搬运 AQS 机箱

警告：至少需要两人才能将 AQS 机箱插入电子机柜或从中取出。装配完整的 AQS 系统重量可超过 50kg。

注意：为减轻重量，请在搬运前从机箱内卸下部分或全部 AQS 部件。

清洁

警告：清洁前，务必关闭电源并断开电源线。在所有表面完全干燥之前，切勿通电。

请用蘸有清水的柔软无绒布清洁 AQS 机箱和部件的外部。请勿使用任何清洁剂或其他清洁溶剂。

2.5 BSMS/2

增强的 BSMS/2 系统包含一组高度集成板（ELCB 和 SCB20），可提供最佳性能、更高的分辨率和更高的稳定性。BSMS/2 主机被设计为 NMR 波谱仪的电子机箱中的子单元。有关环境条件，请参阅波谱仪系统的场地规划指南。

在操作和维修 BSMS/2 系统的所有阶段，都必须遵守以下总体安全预防措施。不遵守这些预防措施或本手册中其他位置的特定警告将违反 BSMS/2 系统的设计、制造和预期用途的安全标准。

如果客户不遵守这些要求，则 BRUKER 对于因在 BSMS/2 系统上进行任何未经批准的操作而导致的任何伤害或损害不承担任何责任。

2.5.1 紧急关闭

紧急情况下，请使用机柜 [紧急关闭 \[▶ 14\]](#) 部分中描述的电源开关关闭整个机柜。AVANCE NEO 系统中的 BSMS 只能使用 PDU 关闭。不建议单独关闭 BSMS。相反，应关闭整个机柜。仅当 Bruker 工作人员另有指示时，您可以跟随引导流程来单独关闭 BSMS。

2.5.2 人身安全

接地

警告：为了最大限度地减少电击危险，BSMS/2 机箱必须连接到电气接地。
电子机箱配有三芯交流电源线。请仅使用 BRUKER 批准的或符合 IEC 安全标准的电力电缆。

仅限技术合格人员

警告：安装和维修仅能由 BRUKER 的合格人员完成。维修前请务必断开电源线。在某些情况下，即使断开电源线，也可能存在危险电压。为避免受伤，触摸前务必断开电源并放空电路余电。

注意：除非本手册中有说明，否则操作人员不得移除机箱盖。请勿在电源开关开启的情况下更换 BSMS/2 部件。接触用户界面、系统信息和手册需要良好的英语理解能力。

电气安全

BSMS/2 系统的电气危险防护等级符合 IEC 61010-1 标准规范，即所有电气部件都受到保护以防触摸。

警告：所有电气连接器必须按照 BRUKER 提供的原样使用。请勿替换为其他类型的连接器。

搬运 BSMS/2 机箱

警告：至少需要两人才能将 BSMS/2 机箱插入电子机柜或从中取出。装配完整的 BSMS/2 系统重量可超过 50kg。

注意：为减轻重量，请在搬运前从机箱内卸下部分或全部 BSMS/2 部件。

清洁

警告：清洁前，务必关闭电源并断开电源线。在所有表面完全干燥之前，切勿通电。
请用蘸有清水的柔软无绒布清洁 BSMS/2 机箱和部件的外部。请勿使用任何清洁剂或其他清洁溶剂。

2.6 发射器安全

激发 NMR 样品通常需要振幅较大的信号，因此需要用到发射器（又称为功率放大器）。发射器可以是内置（并入 AQS 机架），也可以是外置（单独的独立单元）。从放大器输出直接连接到 HPPR 的电缆将 RF 信号传输给样品。

放大器发出的 RF 信号可达几百伏特，建议不要在未衰减的情况下进行查看。

2.6.1 发射器安全

Bruker 放大器应根据电气设备的安全要求 61010-1 标准进行制造。

2.6.1.1 安全标签

放大器上应贴有标签来提醒操作员和维修人员因使用不当或滥用而可能造成人员受伤或设备损坏的情况。用户应阅读标签内容并理解其含义。

在未检查实验是否正在进行的情况下，操作人员不应移除 RF 输出电缆。要确保未产生 RF 信号，请在 TopSpin 命令行上键入 `stop` 或单击 TopSpin 菜单栏中的 **STOP** 图标。如有疑问，请关闭 RF 发射器。

打开单元之前请断开电源电缆，以防遭到电击。

2.6.2 紧急关闭

紧急情况下，请使用机柜[紧急关闭 \[▶ 14\]](#)部分中描述的电源开关关闭整个机柜。AVANCE NEO 系统中的放大器只能使用 PDU 关闭。不建议单独关闭放大器。相反，应关闭整个机柜。仅当 Bruker 工作人员另有指示时，您可以跟随引导流程来单独关闭放大器。

3 磁体安全

只要遵循正确的程序并遵守特定的预防措施，就可以方便安全地操作 NMR 超导磁体系统。

每个接触 NMR 超导磁体系统的人员都必须阅读并理解这些注意事项。这些注意事项并非仅供高级或专业人士参考。

所有与此类设备相关的人员都必须经过适当培训，确保其有效理解并遵守这些要求。

由于 NMR 磁体系统的磁场是三维的，因此必须考虑磁体上下方的楼层以及同一水平面上的周边环境。

警告：为了最大限度地减少电击危险，磁体及其支架必须连接至机箱的电气接地！

警告区域

NMR 超导磁体系统的安装和操作存在许多危险，所有人员都必须了解这些危险。以下几点非常重要：

- 规划 NMR 磁体系统的安装和操作区域及一般安装流程，确保规划过程中充分考虑安全性。
- 以安全且符合适当程序的方式在此类区域中操作设施。
- 对人员进行充分的培训。
- 放置并维护明确的通知，有效警告正在进入危险区域的人员。
- 遵守所有健康和安程序。

这些注意事项概述了特别重要的操作和安装方面的内容。但是，所给出的建议不能涵盖所有可能发生的情况，如果在系统操作过程中有任何疑问，强烈建议用户联系供应商。Bruker 的客户应将本手册中与 NMR 磁体系统相关的安全程序和危险的信息有效地传达给他们自己的客户和设备用户。

3.1 磁场

NMR 超导磁体的强磁场产生的吸力导致了許多潜在危险。必须采取预防措施来确保磁场的存在不会对磁性材料或外科植入物造成危害。这些影响包括但不限于：

NMR 磁体系统附近的设备可能会受到巨大的吸引力。这种吸引力可能会大到使设备无法阻止地移向 NMR 磁体系统。小型设备可能会因此变为炮弹。

大型设备（如气瓶、电源）可能会导致人身或肢体被困在设备和磁体之间。

铁磁物体离磁体越近，力就越大。同样，设备质量越大，力就越大。

3.1.1 屏蔽

大多数新型 NMR 磁体系统已实施主动屏蔽。在安装或使用此类屏蔽磁体时，必须了解以下内容：

- 超导线圈的主动屏蔽会缩小漏磁场的范围，从而降低其效力。
- 不过，磁场梯度比未屏蔽磁体强得多，因此各种漏磁场等高线之间的距离间隔也小得多（例如，0.5 mT（5 高斯）和 5 mT（50 高斯）之间的距离），必须小心行事以避免铁磁性物体靠近磁体。
- 尽管实施了主动屏蔽，磁体正上方和正下方的漏磁场也非常高，同时对铁磁性物体施加的吸引力也非常大！

3.1.2 电子、电气和机械医疗植入物

必须了解有关对电子、电气和机械医疗植入物及设备的影响的以下内容：

- 电子、电气或机械医疗植入物（例如心脏起搏器、生物刺激器和神经刺激器）可能会因静磁场或变化的磁场而受到影响甚至停止。
- 在暴露于 5 高斯以上的磁场中时，并非所有起搏器的反应方式和受到的磁场强度都相同。

3.1.3 外科植入物和假肢器官

必须了解有关对外科植入物和假肢器官的影响的以下内容：

- 除电子、电气和机械医疗植入物外，其他医疗外科植入物（例如动脉瘤夹、外科小夹钳或假体）可能包含铁磁性材料，因此，它们在靠近 NMR 磁体系统时会受到强大的吸引力。这可能导致人员受伤或死亡。
- 此外，如果靠近快速变化的磁场（例如，脉冲梯度场），植入物中会产生涡电流，从而导致热量生成并可能危及生命。

3.1.4 设备的操作

设备的操作可能直接受到存在的强磁场的影响。

- 如果手表、磁带录音机和摄像机等物体暴露于 1 mT（10 高斯）以上的磁场中，则可能会被磁化并受到不可挽回的损坏。
- 信用卡和磁带上的磁编码信息可能会受到不可逆转地损坏。
- 在 5 mT（50 高斯）以上的磁场中，电力变压器可能会处于磁饱和状态。设备的安全性能也可能受到影响。

3.1.5 在将磁体磁场缓慢升到场强时

在开始为磁体系统通电前，操作员必须：

- 确保从 NMR 磁体系统的 5 高斯场中移除所有松动的铁磁性物体。
- 在磁体房间的所有进入点展示磁体警告标志。
- 在磁场可能超过 5 高斯的所有区域展示警告标志，提醒人们可能存在磁场和潜在危险。

3.1.6 在将磁体磁场升到场强后

在将磁体升至磁场后，必须：

- 禁止将铁磁性物体带进磁体房间。
- 仅使用非磁性气瓶和杜瓦罐来存储和转移压缩气体或低温液体。
- 仅使用非磁性设备运输气瓶和杜瓦罐。



应注意的是，一旦将磁体升场，就无法将其关闭以便强磁场消失。切断主要电力供应将不会影响磁体，并且强磁场仍将存在。

3.1.7 总体安全预防措施

为了防止出现上述情况，我们提供了以下预防措施作为指导，应将这些措施视为最低要求。

- 应单独审查每个磁体场所位置以确定需要对这些危险采取的预防措施。
- 由于 NMR 磁体产生的磁场是三维的，因此必须考虑磁体上方和下方的地面以及同一水平上的周围空间。

3.2 受控访问区域

对于在其永久连接盖的外部产生 0.5 mT (5 高斯) 以上的漏磁场和/或产生不符合 IEC 60601-1-2 标准的电磁干扰水平的设备，必须在设备周围定义和永久性设置受控访问区域，以使得此区域的外部满足以下条件：

- 漏磁场强度不应超过 0.5 mT (5 高斯)。
- 电磁干扰水平符合 IEC 60601-1-2:2001 标准。

有关各种磁体的漏磁场图，请参阅相应的磁体手册。这些图表示 0.5 mT (5 高斯) 线的位置。

应通过适当的方式（例如，在地上做标记、设置屏障和/或以其他方式）来限定受控访问区域，以便负责人能够充分地控制未经授权的人员对此区域的访问。

应在受控访问区域的所有入口设置适当的警告标志，包括指示存在磁场以及磁场对铁磁材料的吸引力或扭矩的标志。

下图显示了建议的警告标志设计：



3.3 安全处理低温物质

超导磁体使用两种制冷剂，即液氦和液氮。只要遵守特定的预防措施，即可轻松安全地处理低温冷却液。

本节中的建议并不是十分详尽，用户如果有疑问，建议咨询供应商。

3.3.1 物质类型

这些建议中提及的物质为氮、氦和空气。请与您的制冷剂供应商联系，以获取这些制冷剂相应的 MSDS 表。

氦

氦是一种自然产生的惰性气体，它在温度约为 4 K 时将变为液态，并且无色、无味、不可燃且无毒。为了保持超导状态，可将磁体浸入液氦中。

氮

氮是一种自然产生的气体，它在温度约为 77K 时将变为液态，并且无色、无味、不可燃且无毒。氮用于冷却液氮贮槽周围的隔热层。

制冷剂装运杜瓦罐

正常操作期间，液体制冷剂将蒸发，需要定期补充。使用装运杜瓦罐将制冷剂运至场所。最重要的一点是，这些制冷剂装运杜瓦罐是无磁性的。

物理性质

安全处理低温冷却液需要了解并充分理解这些液体的物理性质，并且具备一些常识，以便预测此类液体在特定物理条件下的反应。

3.3.2 通用安全规则

有关处理低温物质的通用安全规则包括但不限于：

- 低温冷却液根据各自的沸点保持恒温，并且将逐渐蒸发，即使用隔热的贮存容器（杜瓦罐）存放也是如此。
- 必须在通风良好的区域处理和存放低温冷却液。
- 乘客绝不应在乘坐电梯时携带制冷剂。这样做可能会导致窒息。
- 液体制冷剂蒸发为气体的过程以及后续加热过程会将氮和氦的体积分别增至 740 倍和 680 倍。

3.3.3 制冷剂装运杜瓦罐

用于低温液体运输的低温杜瓦罐适用的规则包括但不限于：

- 运输低温液体的所有低温杜瓦罐均不得完全封闭，否则将导致压力大量累积。累积的压力会造成潜在的爆炸危险，并可能导致大量财物损失！
- 所有低温运输杜瓦罐必须由非磁性材料制成。

3.3.4 健康危害

与健康危害相关的主要规则包括但不限于：

- 在出现严重泄漏的情况下，立即撤出该区域。
- 使房间内充分通风以避免出现缺氧的情况。氮会取代房间内上方区域的空气，并且冷氮会取代下方区域的空气。有关详细信息，请参阅“通风”一节。
- 请勿直接接触液态或蒸汽形态的低温物质（或作为低温气体），因为它们将导致皮肤被“低温烧伤”（与烧伤类似）。
- 请勿将未充分保护的部位接触非隔热通气管或容器，因为身体部位会立即粘在上面。如果移开受影响的身体部位，会导致身上的肉被撕裂。

3.3.5 急救

急救规则包括但不限于：

- 如果眼睛或皮肤接触到了任何低温冷却液，请立即用大量冷水或温水冲洗受影响部位，然后进行冷敷。
- 不得用热水冲洗或进行干热。
- 应立即寻求医疗指导！

3.3.6 防护衣

防护衣规则包括但不限于：

- 必须穿上防护服以避免低温烧伤。在处理或使用低温冷却液时必须戴干燥的皮手套或低温防护手套。
- 手套必须宽松，以便在发生冷却液泄漏时能够轻松脱去手套。
- 必须戴护目镜以保护眼睛。
- 不得在可能接触到制冷液的身体部位佩戴任何金属物品（如首饰）。

3.3.7 其他安全规则

处理制冷剂的其他规则包括但不限于：

- 始终小心处理制冷剂。在将制冷剂灌入温暖的容器内时，始终会发生沸腾和飞溅。
- 在室温下将设备浸入液体制冷剂中时，小心制冷剂的液体飞溅和快速闪蒸。此操作必须非常缓慢地执行。
- 在将开口管浸入液体制冷剂中时，不得将开口管直接朝向任何人员。
- 仅使用由柔性金属管或铁氟龙管连接而成的金属或铁氟龙管道来输送液氮。仅使用天然橡胶管或铁氟龙管。
- 请勿使用 Tygon®或塑料管。此类管子在输送液体制冷剂时可能会破裂或损坏，并且可能会对人员造成伤害。

3.3.8 吸烟

请遵守有关吸烟的以下基本规则：

- 请勿在正进行低温冷却液处理的任何房间内吸烟。
- 用适当的标志将正进行低温冷却液处理的所有房间标为“禁止吸烟”区域。
- 虽然氮和氦不支持燃烧，但装运它的杜瓦罐的温度极低，会导致空气中的氧气凝结于杜瓦罐的表面，从而增加局部的氧气浓度。
- 如果低温表面被易燃的油或油脂覆盖，则可能导致发生火灾，甚至会发生自燃！

3.4 补加液氮

请仔细阅读本节，并让处理磁体系统的任何人员随时可进行查阅。

- 只要遵守正确的程序和特定预防措施，便能轻松安全地操作已加装屏蔽的超导 NMR 磁体系统。
- 本节中的建议无法涵盖所有意外事故，如果在系统操作期间有任何疑问，强烈建议用户与供应商联系。

3.4.1 使氧气凝结

最大程度地减少与空气的接触。意识到以下与空气发生接触的实际情况并采取预防措施：

- 由于液氮的温度低于液氧的温度，因此空气中的氧气会凝结出来。
- 如果此情况已持续出现一段时间，则液氮中的氧气浓度可能会变得很高，此时处理液氧会有很大的危险。这对于宽颈杜瓦罐尤为如此，因为它的表面面积很大。
- 确保最大程度地减少与空气的接触。

3.4.2 氮流系统

为氮容器配备单向压力安全阀，以确保至少后颈管不会因空气或水分的进入而发生堵塞。应始终安装单向压力安全阀，甚至在再加注容器时也是如此！

3.4.3 其他通用规则

其他通用规则包括但不限于：

- 在再加注液氮腔时，请勿让液氮溢出到室温腔封头法兰上。
- 再加注期间，将天然橡胶管或铁氟龙管放置在氮颈管上！
- 在容器注满后立即停止输送。不遵守此规则可能导致 O 型环冻结以及磁体低温恒温器的后续真空损失。

3.5 补加液氮

请仔细阅读本节，并让处理磁体系统的任何人员可随时查阅。

只要遵守正确的程序和特定预防措施，便能轻松安全地操作已加装屏蔽的超导 NMR 磁体系统。

本节中的建议无法涵盖所有意外事故，如果在系统操作期间有任何疑问，强烈建议用户与供应商联系。

请注意，以下通用规则包括但不限于：

- 在所有低温冷却液中，液氮的温度是最低的。
- 液氮将使与之接触的任何其他气体（空气）冷凝和凝固。
- 液氮必须用经过特殊设计的储存或装运杜瓦罐存放。
- 杜瓦罐的液氮颈管上应始终配置单向阀，以避免空气进入颈管并放置冰堵塞颈管。
- 只应使用真空隔热管来输送液氮。破坏隔热可能会使氧气冷凝。

3.5.1 液氮腔

超导 NMR 磁体包含一个装有液氮的内容器。

- 应每周检查一次液氮腔的汽化情况和液面。
- 使用氮流量计或氮气体计数器！
- 为液氮歧管配备单向阀以确保液氮颈管不会因空气或水分的进入而被堵塞。应始终安装单向阀（输送液氮的过程中除外）。

3.5.2 补加液氮说明

请遵守有关向 NMR 磁体再加注液氮的以下说明：

- 在指定保持时间内且在液位降至磁体手册中列明的最低允许液位之前，对液氮容器进行再加注。
- 重要提示：只要满足以下条件，即可轻松安全地输送液氮：
 - 液氮输送管的处理正确。
 - 液氮输送管未被损坏。
 - 输送压力不超过 2 psi (0.14 巴)。
- 不得将液氮输送暖管插入低温恒温器中，因为暖氮气可能导致磁体失超！
- 在将液氮输送管插入适当的液氮颈管之前，始终使液氮输送管冷却至液氮温。在将液氮输送管插入适当的液氮颈管之前，您要让液氮在输送管的末端中喷射一会儿。

3.5.3 快速液氮输送

在任何液氮输送期间，请勿取下氮气单向阀！

在快速输送液氮期间，会发生液氮过冷的情况。这可能导致出现以下情况：

- 静态汽化降至零，并使液氮容器中产生负压。
- 输送可被吸入到容器颈管中的空气或水分，这会使空气或水分凝固并造成冰堵。

3.6 通风

有关通风的通用安全规则包括但不限于：

- 低温冷却液根据其各自的沸点保持恒温，并且将逐渐蒸发，即使用隔热的贮存杜瓦罐存放也是如此。必须始终使这些杜瓦罐保持通风，否则会使压力累积，从而造成危险。
- 必须在通风良好的区域处理和存放低温冷却液。
- 液体制冷剂蒸发为气体的过程以及后续加热过程会将氮和氦的体积分别增至 740 倍和 680 倍。

3.6.1 常规操作期间的通风

超导磁体使用液氮和液氦作为冷却剂，这些液体制冷剂在磁体系统的常规操作期间应会发生汽化，如下所示：

- 基于指定的汽化规范的磁体中液体的正常汽化。
- 常规再加注液氮和液氦期间的制冷剂汽化。

这些气体无毒且完全无害，前提是进行充足的通风以避免窒息。常规操作期间的通风规则包括但不限于：

- 不得将 NMR 磁体系统放置在密闭房间内。应选择适当的磁体位置，以便从房间内的任何位置轻松到达门口和通风口。
- 房间布局、天花板间隙及磁体高度应适当，以便轻松输送液氮和液氦。这将大大降低事故的风险。

3.6.2 磁体安装或失超期间的紧急通风

为防止因磁体安装过程操作不当，或因失超而导致氧气浓度骤降，应配备单独的紧急排气系统。

在失超意外中，系统会在短时间内产生极大量的氮气（即 43 至 595 m³，具体取决于磁体类型）。

在超导磁体的安装和冷却过程中，在某些情况下，系统可能会产生大量氮气或氦气。

虽然这些气体是惰性的，但如果产生的气体足够多，它们会取代房间里的氧气，形成对人非常危险的环境。

3.6.3 应急排气

可实施各种应急排气，以避免在失超期间或磁体系统安装期间耗尽氧气。 这些应急排气包括但不限于：

主动排气

此解决方案基于未连接磁体的机动化风扇、通风管和排气管道。 排气既可通过 O₂ 传感器自动激活，也可通过房间内的开关手动激活。 在磁体安装和常规再加注期间，需要使用房间内的开关手动激活，以便比常规 HVAC（供暖通风与空气调节）系统更快地排气来防止房间内的制冷剂累积。

被动排气

此解决方案基于因失超期间氦气超压而由气体打开的天花板盖。

失超管

此解决方案基于与磁体直接连接的管子，它随后会传送到建筑物的外部。 需要注意以下几点：

- 理论上，在发生失超的情况下，从磁体中排出的氦气应直接排放到建筑物的外部。
- 连接到建筑物外部的输送管的直径应足够大，以避免应管道的流动阻抗而产生过大的压力。
- 除维修人员之外，任何人不得进入排气管道的出口端位置；此外，应保护出口孔以防止雨水、雪或可阻塞系统的任何杂物进入。
- 还需确保从排气管道排出的任何气体不会被吸入任何空调或通风系统的通风口。 应小心选择排气管道的出口位置，以防止在所有通风条件和风况下出现上述情况。
- 还应对易接近的排气管进行隔热，以防止失超期间出现低温烧伤。

磁体坑的排气

在将磁体放置到磁体坑中时，必须特别注意通风和应急排气。 磁体坑是一个密闭的空间，如果未采取适当的排气措施，则会增大氧气耗尽的风险。

- 氮气比空气重，在磁体预冷却或常规氮气加注期间，它从底部开始加注磁体坑。
- 必须在磁体坑内部配置低排放系统，以便高效地排放氮气并防止氧气耗尽。

3.6.4 氧气监测器和水平传感器

磁体房间内需要配备氧气监测器。 应提供以下监测器和传感器：

- 磁体上方： 位于磁体上方的氧水平传感器，用来检测主要因氦气造成的低氧水平。
- 靠近地板： 距离磁体房间地板 1 英尺的氧水平传感器。
- 磁体坑底部： 在磁体位于磁体坑内的情况下，距离磁体坑底部 1' 的额外氧水平传感器。

4 探头安全注意事项

BRUKER 探头旨在包含样品，发送激发样品的射频信号和接收发出的响应。发送和接收通过专门设计的 RF 线圈实现。

探头插入磁体底部，位于室温匀场线圈内。同轴电缆将激发信号从机柜放大器传送至探头，并将 NMR 信号从样品传回接收器。电缆穿过一组前置放大器（HPPR）排布，这些放大器位于磁体基座旁边。NMR 信号通常非常微弱，因此需要前置放大器来增强。

4.1 人身安全问题

必须向使用 NMR 系统或靠近该系统的所有人员告知其安全问题和应急程序。

如有疑问：请戴上护目镜和防护手套，尤其是在处理样品时！

固有安全

NMR 系统（包括其组件）专为固有安全而设计。已包含硬件和软件方面的压力安全阀、传感器和错误处理，旨在保护操作员、设备和环境。

仅限技术合格的人员

仅在技术上基本了解电力、加压气系统和制冷剂的人员可操作和维护 NMR 系统。用户界面、系统消息和手册都需要良好的英文理解力。

内部不含用户可自行维修的零件

探头/CryoProbe 内部不含用户可自行维修的零件。请勿打开这些设备。

漏磁场

在 0.5 mT（5 高斯）的漏磁场中工作时，必须避免使用或非常小心地使用所有磁性部件和工具。

小心：在磁体的 0.5 mT（5 高斯）范围之外存放机械表和磁条卡。

一般安全问题

- NMR 实验室不得对外开放。确保仅经授权的合格人员才能进入。
- 强磁场涉及各种危险。应通过以下方式标记危险区域：使用屏障、在地板上贴胶带或可视警告装置。有关危险区域（0.5 mT/5 高斯线）的具体信息，请参阅您的安全手册。
- 再加注过程中，严禁吸烟。

4.1.1 急救

如果眼睛或皮肤接触了冷氦气或冷氮气，请立即使用冷水或温水冲洗接触部位。

5 CryoProbe 安全

BRUKER CryoProbes™ 通过降低 NMR 线圈组和前置放大器的工作温度来大幅增大信噪比 (S/N)。其谱图处理方式与传统探头的非常相似。虽然样品温度稳定在接近室温的用户定义的值,但距离样品几毫米的 NMR 线圈组将通过低温氦气进行冷却。自动闭环冷却系统控制所有功能,并可确保在短期和长期实验期间实现出色的稳定性。

CryoProbe 系统由以下几个子单元组成:

- CryoProbe、
- 低温平台、
- 低温兼容式 HPPR 以及
- 氦气钢瓶。

术语**低温平台**汇总了操作 CryoProbe 所需的部件并包括冷却器单元、氦气压缩机、安装在磁体上的硬件等。低温平台与所有 BRUKER CryoProbe 兼容,并且每个波谱仪只需要一个低温平台。

有关其他 CryoProbe 安全及相关信息,请参阅 BASH DVD 上的或 Bruker 提供的《CryoProbe 系统用户手册》(P/N Z31551)。

由于 CryoProbe 系统将和磁体系统结合使用,因此另请参阅本手册中的**磁体安全** [▶ 19]一章。

5.1 紧急关闭

前冷却器单元前部的旋转式主开关将用作“紧急关闭”。此开关可断开用于低温冷却、真空、传感器和氦气压缩的系统的电源。所有阀门将恢复到默认位置。但是,CryoProbe 内部的冷冻前置放大器不受“紧急关闭”的影响,因为它们由 HPPR 控制。如果此系统保持“关闭”状态,它将因热传导而缓慢变热。



注意: 由于“紧急关闭”还会关闭监控电子设备,因此它应仅用作最后的方法。

5.2 人身安全问题

必须向使用 NMR 系统或靠近该系统的所有人员告知其安全问题和应急程序。

如有疑问: 请戴上护目镜和防护手套,尤其是在处理样品时!

固有安全

NMR 系统(包括其组件)专为固有安全而设计。已包含硬件和软件方面的压力安全阀、传感器和错误处理,旨在保护操作员、设备和环境。

仅限技术合格的人员

仅在技术上基本了解电力、加压气系统和制冷剂的人员可操作和维护 NMR 系统。用户界面、系统消息和手册都需要良好的英文理解力。

内部不含用户可自行维修的零件

探头/CryoProbe 内部不含用户可自行维修的零件。请勿打开这些设备。

漏磁场

在 0.5 mT (5 高斯) 的漏磁场中工作时，必须避免使用或非常小心地使用所有磁性部件和工具。

小心：在磁体的 0.5 mT (5 高斯) 范围之外存放机械表和磁条卡。

一般安全问题

- NMR 实验室不得对外开放。确保仅经授权的合格人员才能进入。
- 强磁场涉及各种危险。应通过以下方式标记危险区域：使用屏障、在地板上贴胶带或可视警告装置。有关危险区域 (0.5 mT/5 高斯线) 的具体信息，请参阅您的安全手册。
- 再加注过程中，严禁吸烟。

5.2.1 急救

如果眼睛或皮肤接触了冷氦气或冷氮气，请立即使用冷水或温水冲洗接触部位。

5.3 加压氦气供应

低温平台处理加压至约 25 Bar 且冷却至约 20 K 低温的氦气 (He)。所有加压部件均有坚固的外壳，这些外壳用于抑制因破裂而产生的燃气射流或射出粒子。若无保护的皮肤暴露在冷氦气下，可能会被低温严重烧伤。

警告：请小心移动、连接和操作氦气钢瓶。遵守与高压气体容器和磁性物体相关的所有安全预防措施。

警告：氦气钢瓶及其整个运输途径必须始终在磁体的 0.5 mT (5 高斯) 范围之外。

警告：将氦气钢瓶可靠地固定在墙壁上。必须遵守与安装加压气系统有关的所有当地安全条例。

氦气钢瓶与冷却器单元之间的氦气压力软管有一根钢丝，必须将这根钢丝的末端固定到单元上。如果氦气软管必须穿过人行道，则必须将其覆盖或掩埋。此外，必须将氦气软管固定到墙壁或地板上（每一米软管固定一次）。

警告：如果氦气软管未固定，则在发生破裂时，该软管可能会胡乱抖动。

警告：如果短时间内有大量氦气从氦气钢瓶中漏出，则会带来窒息的危险，尤其是在小房间内。良好的通风和/或新鲜空气供应可对此情况进行补救。

超压释放噪音

借助软件控制和机械安全阀门来避免系统中出现超压。在超压情况下，放气阀将打开，并发出极大的“砰”声！隔音箱可将此噪音减小至安全级别，因此，始终在密闭箱中操作是非常重要的。

警告：在常规操作期间，如果必须在打开的冷却器单元上进行维修工作，则必须戴上护耳用具。

5.4 电气安全

冷却器单元的电气危险防护等级符合 IEC IP20 标准：所有电气部件均有触碰防护。

警告：必须使用 BRUKER 提供的电连接器。请不要替换为其他类型的电连接器。

5.5 设备安全

小心：

- 请勿弯曲 CryoProbe。
请勿将 CryoProbe 保持在其上管处，而是始终将其置于主体位置。
- 请勿打开 CryoProbe。
内部不含用户可自行维修的零件。在没有专业工具的情况下，无法密封或重新装配 CryoProbe。即使取下几个螺钉也可能损坏出厂设置，而且通常会导致 CryoProbe 不可用。
- 请勿将冷冻连接器强制固定。
- 请勿妨碍 CryoProbe 主体的上部和前部的安全阀的操作。
- 请勿将冷冻连接器强制固定。
- 请勿移动低温设备。
- 请勿试图修复低温部件上的漏隙，因为这可能导致冷冻的 O 型环、阀门等部件破裂。
- 过大的 RF 功率可能损坏 CryoProbe 或 HPPR。请遵守特定“限制 - 警告”表上指定的限制。

6 CryoProbe Prodigy 安全

Prodigy 系统是 NMR 波谱仪的一个附件，它包括一个 CryoProbe Prodigy、适用于液氮的真空隔热输送管、适用于液氮的、永久性安装了杜瓦罐适配器的杜瓦罐（LN2 杜瓦罐）以及用于控制 CryoProbe Prodigy 的 Prodigy 单元。

CryoProbe Prodigy 是一个具有集成的低温前置放大器的 NMR 探头。NMR 线圈组和低温前置放大器通过液氮（LN2）的蒸发进行冷却。这种冷却方法的好处在于实现 NMR 线圈组的非常高效的操作并大大降低了热噪声。与室温 NMR 测量法相比，此组合效果大大地提高了总信噪比。

液氮通过液氮输送管从液氮杜瓦罐输送至探头。CryoProbe 是一个开放系统，这意味着气态氮会通过探头上的排气管排入大气中。特殊的排气加热器用于加热并蒸发排气管上的任何过度的 LN2 液滴。探头内部的低温零件是真空隔热的，通过位于 Prodigy 单元中的低真空涡轮泵进行排气。

有关其他 Prodigy 安全及相关信息，请参阅 BASH DVD 上的或 Bruker 提供的《CryoProbe Prodigy 系统用户手册》(P/N Z31986)。

由于 CryoProbe Prodigy 系统将与磁体系统结合使用，因此另请参阅本手册中的[磁体安全 \[19\]](#)一章。

6.1 人身安全问题

必须向使用 NMR 系统或靠近该系统的所有人员告知其安全问题和应急程序。

如有疑问：请戴上护目镜和防护手套，尤其是在处理样品时！

固有安全

NMR 系统（包括其组件）专为固有安全而设计。已包含硬件和软件方面的压力安全阀、传感器和错误处理，旨在保护操作员、设备和环境。

仅限技术合格的人员

仅在技术上基本了解电力、加压气系统和制冷剂的人员可操作和维护 NMR 系统。用户界面、系统消息和手册都需要良好的英文理解力。

内部不含用户可自行维修的零件

探头/CryoProbe 内部不含用户可自行维修的零件。请勿打开这些设备。

漏磁场

在 0.5 mT（5 高斯）的漏磁场中工作时，必须避免使用或非常小心地使用所有磁性部件和工具。

小心：在磁体的 0.5 mT（5 高斯）范围之外存放机械表和磁条卡。

一般安全问题

- NMR 实验室不得对外开放。确保仅经授权的合格人员才能进入。
- 强磁场涉及各种危险。应通过以下方式标记危险区域：使用屏障、在地板上贴胶带或可视警告装置。有关危险区域（0.5 mT/5 高斯线）的具体信息，请参阅您的安全手册。
- 再加注过程中，严禁吸烟。

6.1.1 急救

如果眼睛或皮肤接触了冷氦气或冷氮气，请立即使用冷水或温水冲洗接触部位。

联系

制造商

Bruker BioSpin Group

德国/法国/瑞士

地址和联系方式:

<https://www.bruker.com/nc/about-us/offices/bruker-biospin/europe-map.html>

电子邮件: nmr-support@bruker.com

Bruker BioSpin 热线

您可以联系我们的 Bruker BioSpin 服务中心。

Bruker BioSpin 的专用热线和服务中心让我们的专家能够尽快响应您的所有服务请求、应用问题以及软件或技术需求。

请从以下网址提供的列表中选择您希望联系的服务中心或热线:

<https://www.bruker.com/service/information-communication/helpdesk.html>

圖片

图 2.1:	带内部前置放大器的 AVANCE 波谱仪	12
图 2.2:	带外部前置放大器 (HPPR/2) 的 AVANCE 波谱仪	12
图 2.3:	配电装置	13
图 2.4:	PDU 显示	13
图 2.5:	AVANCE NEO 系列紧急关闭装置的位置	14

表

表 1.1:	波谱仪系统操作环境.....	8
表 1.2:	标志和标签.....	8
表 1.3:	公制到美制单位转换系数.....	10

指数

A

AQS system.....	14
AVANCE NEO AQS.....	14

C

冷却器单元	29
低温平台	29
CryoProbe Prodigy	33
CryoProbes	29

H

氦气压缩机	29
-------------	----

M

超导磁体失超	7
金属植入物	6

P

Prodigy 单元	33
------------------	----

S

安全:化学	7
安全:低温	7
安全:电气	7
Safety:Outer zone precautions.....	7
场地规划指南	6
静态	6
漏磁场.....	6





Bruker Corporation

info@bruker.com
www.bruker.com

Order No: H171764CN