



接地与连接应用

危险区域静电控制

第3版

引领危险区域静电控制市场





总部位于英国中心地带的诺丁汉, 我们开发和制造一系列危险区域硬件解决方案, 以减轻工艺设备上的静电积聚。

Newson Gale 是一家致力于减轻静电点火危险的公司。



危险区域静电控制

本《接地与连接手册》着重讲述易于发生静电积聚的部分工艺。



该手册提及的各种指引可以提供有关这些工艺的更多详细信息。但需要指出的是，单个文件不会着重讲述具有静电放电风险的所有工艺。有关静电危害识别的专业意见，请咨询专业顾问或贵公司的内部危险工艺专家。

Newson Gale 不会提供该类建议，且仅专注于为客户提供现场内已确定应用的接地与连接硬件解决方案。

Contents

4-5	静电危害、立法和实践规范	16	软管测试和电气连续性测试 (配有可视指示) OhmGuard®	23	接地桶和容器 Cen-Stat™ Clamps
6	危害的基本知识	17	配有系统联锁和指示的接地互联的工厂组件和管道 Earth-Rite® MULTIPOINT II	24	配有可视指示器的人员鞋类测试仪 Sole-Mate™
7	真正世界情境	18	C 型柔性中型散装容器 (FIBC) 的防静电保护 Earth-Rite® FIBC	25	使用接地带为人员接地 人员接地带
8-9	接地与连接应用 操作员培训 一般要求	19	配有系统联锁的面板安装式接地 Earth-Rite® OMEGA II	26	静电控制程序和设备的持续维护
10	保护措施加强	20	具有可视指示和监测功能的自检型接地夹 Bond-Rite® 系列	27	安全检查清单
11	静电接地监测与联锁系统 Earth-Rite® 系列	21	配有可视指示的接地与连接的桶及容器 Bond-Rite® CLAMP		
12	配有系统联锁和指示器的公路槽车接地 Earth-Rite® RTR™	22	静电接地夹、电缆和个人防护设备 Cen-Stat™ Range		
13	配有系统联锁和指示器的轨道车、中型散装容器 (IBC) 和圆桶接地 Earth-Rite® PLUS™				
14-15	配有系统联锁和指示器的车载静电接地验证 Earth-Rite® MGV				

如果您希望讨论特定的应用或产品，请随时

[联系我们 >](#)

封底同样提供了完整联系方式。



静电危害

可以采取不同的方式描述静电,但它本质上是附着在一处的电荷。在正常电路中,形成电流的电荷通过在闭合电路中移动来做些有益的事情,例如为电脑或住宅照明供电。在这些电路中,电荷始终会回到它得到电力供应的电源。静电则不同。因为它不是闭合电路的一部分,因此静电可以积聚在从公路槽车到柔性中型散装容器 (FIBC) 等各种工厂设备上。

虽然静电通常被视为一种危害,但在危险加工行业,它可能会成为点火源,静电放电。

已被确定为各种加工行业的点火源。它与机械和电气产生的火花一样强大,但通常被低估,要么是因人们对其构成危险的认识不足,或是因为忽视和/或自满。

有关危险区域加工行业的静电立法

欧洲和北美的法律规定了静电引起的点火风险。在欧洲,ATEX 指令 2014/34/EU 附件 II 规定如下:-

章节:1.3.2 静电产生的危害:-

必须采取适当措施

防止可能引起危险放电的静电电荷,因此“静电放电”是一种已知的潜在点火源,必须视为爆炸风险评估的一部分加以考虑。

在美国,专门说明危险场所活动的《联邦法规》29 CFR 第 1910 条“职业安全与健康标准”规定,必须消除或控制可燃环境中可能存在的所有点火源(包括静电)。

加拿大《职业健康及安全法》(SOR/86-304) 第 10.12 节规定,如果物质易燃且静电为潜在点火源,则员工“必须实施美国消防协会出版物 NFPA 77《防静电推荐操作规程》中载明的标准。”



如果您希望讨论特定的应用或产品, 请随时

[联系我们 >](#)

封底同样提供了完整联系方式。

行业行为守则

NFPA 77“防静电推荐操作规程”是解决静电点火危害的众多行业行为守则之一。鉴于静电产生的点火风险, 这些出版物由参与危险加工行业的技术专家委员会出版和编辑。以下出版物致力于帮助质量、健康、安全与环境 (QHSE) 专业人员和工厂工程师识别和控制静电点火源。

提供的信息均符合 NFPA 77“防静电推荐操作规程”(2019) 和 IEC TS 60079-32-1“爆炸性环境 - 第 32-1 部分: 静电危害指南”(2018)。这些信息在公共领域可以轻易找到; 请访问 www.NFPA.org 和 www.IEC.ch。

提供此建议时, Newson Gale 不承诺为任何人士或实体或代表该人士或实体提供专业或其他服务, 亦不承诺履行该人士或实体对其他人的任何义务。使用此信息的任何人士应当依赖自己的判断, 或征求合适的专业人士建议(视情况而定), 确定任何既定情形下需采取的合理谨慎措施。

引领危险区域静电控制市场

出版商	标题	金属接地电路	C 型 FIBC
国际电工委员会	IEC TS 60079-32-1:《爆炸性环境、静电危害 - 指南》	10 Ω	1 × 10 ⁸ Ω
美国消防协会	NFPA 77:《防静电推荐操作规程》	10 Ω	1 × 10 ⁷ Ω
美国石油学会	API RP 2003:《防止静电、雷电和杂散电流引起的火灾》	10 Ω*	不适用
美国石油学会	API 2219:《石油服务真空货车安全操作规程》	10 Ω	不适用
国际电工委员会	IEC 61340-4-4:《柔性中型散装容器的静电分类》	不适用	1 × 10 ⁸ Ω

表 1: 为防止静电引燃而制定的行业行为守则一览表

* API RP 2003 规定 10 欧姆是“符合要求的”

注意: 请经常检查并阅读最新版本的国际标准和/或推荐做法

危害的基本知识

当高电阻率液体、气体或粉末在工艺操作过程中产生静电时, 它可以给与其直接接触或紧邻的绝缘导电装置、设备和材料充电。

在这种情况下, 带电物体电压的潜在升高会产生静电点火风险。这是因为静电火花是由带电物体和较低电压物体之间的大气快速电离引起。当物体的电压达到临界水平, 即超过带电物体 C1 和不带电物体 C2 之间间隙中介质的击穿电压时, 发生电离, 这为电荷以火花形式穿过该间隙提供了一条导电路径。

用于放电的总能量基于圆桶的电压 (V) 及其电容 (C), 公式如下所示:

$$V = \frac{Q}{C}$$

其中:

V = 带电物体的电压 (伏特)

Q = 物体的总电荷数 (库仑)

C = 带电物体的电容 (法拉)

资料来源: NFPA 77, 6.3.1

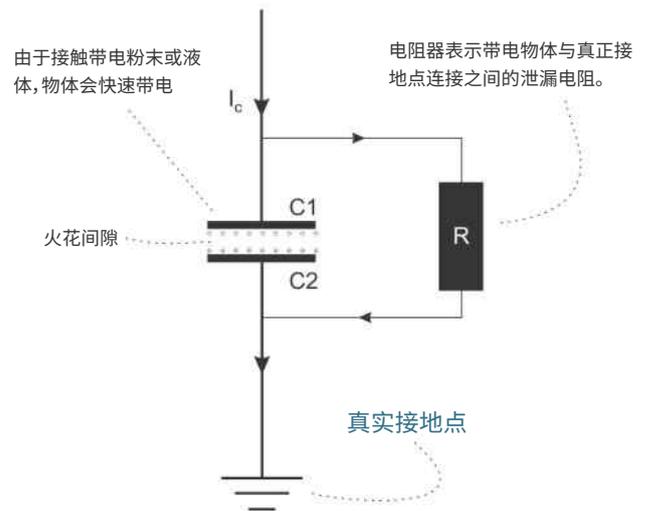


图 1: 物体积聚静电原因的基本模型。
引用: IEC TS 60079-32-1, 图 A.1



真正世界情境

正如图 1 所述,接地的目的是减缓加工期间的静电电压升高。倘若设备和一般接地点之间存在超高的电阻,则很可能会发生电荷积聚。

与大地的连接应由现场存在的高度完整的接地提供。这些高度完整的接地通常会为雷电和电气故障电流提供接地路径,并应适合于消散静电(参阅:NFPA 77, 7.4.1.3.1)。

高度完整的接地点的性能和状况由工厂所有者负责,且需要由工厂内指定且符合资质的电力人员定期确认。

表 2a 和 2b 详述了加工行业使用的部分常见液体和粉末的最小点火能量(MIE)如果物体变为绝缘且其静电电压升高,则该物体的电荷会迅速达到高于产品 MIE 的值,因此能够点燃这些易燃物质。

但是什么可以导致设备变得绝缘呢?表 3a 和 3b 提供了可能变为绝缘的设备示例及其原因。

最小点火能量示例

最小点火能量(MIE)是点燃易燃材料所需的最低能量。表 2 突出显示了各种材料及其 MIE 值。

液体/气体	MIE	粉末	MIE
甲醇	0.14 mJ	硬脂酸镁	03 mJ
甲基乙基酮	0.53 mJ	聚乙烯	10 mJ
乙酸乙酯	0.46 mJ	铝	50 mJ
丙酮	1.15 mJ	醋酸纤维素	15 mJ
苯	0.20 mJ	硫磺	15 mJ
甲苯	0.24 mJ	聚丙烯	50 mJ

表 2a:易燃液体和气体及其相应的最小点火能量列表

表 2b:易燃粉末及其相应的最小点火能量列表

各种物体的电容示例

物体	电容 (pF)
槽车	1000
汽车	500
人	100 - 300
油桶/溶剂桶	10 - 100
金属勺	10 - 20
针状电极	1
粉尘颗粒	10 ⁻⁷

表 3a:电容示例
IEC TS 60079-32-1 表 A.2
NFPA 77:表 A.3.3.5

电容形成的原因

物体	是什么原因形成电容?
便携式桶	保护涂层、产品沉积物、锈层
公路槽车	橡胶轮胎
管道	橡塑密封件、减震垫和衬垫
铁路槽车	油脂、隔离罐与轨道的防震垫与装载架隔离的轨道
软管	破损的内螺旋线和跨接连接器
FIBC	非导电织物/受损的静电消散引线
人体	人体
小勺	建筑材料

表 3b:具有静电电荷积聚风险的设备和可能引起电气绝缘的物体。

接地与连接应用

以下几页确定了需要静电接地与连接的最常见工艺。

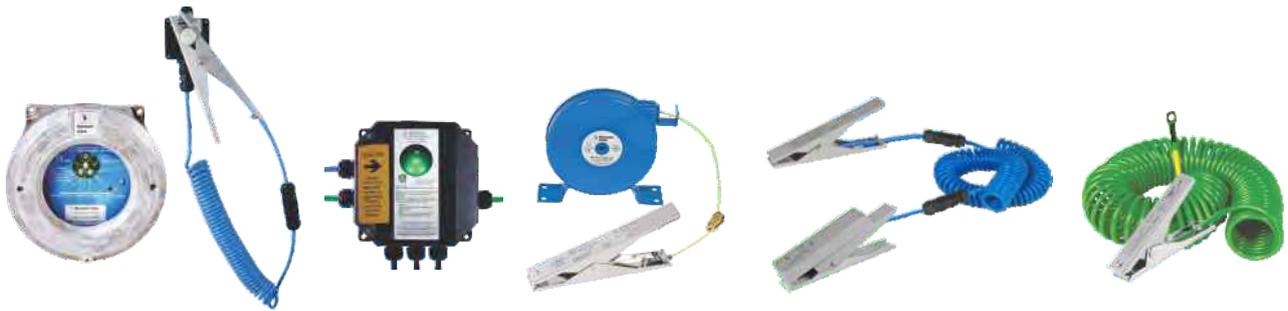
本手册目录页列出了各种行业行为守则的参考资料,还提供了单个工艺背后静电点火危害的简要说明。



IECEX



SIL 2



操作员培训

操作员培训至关重要且不容忽视。工作于 EX/HAZLOC 区域的 操作员应当接受针对潜在点火源的静电基础知识培训, 因为最终他们是指定并安装在现场内的接地与连接设备的日常用户。

他们应当接受培训, 以 有关接地设备预期功 和正确使用, 以及其中接地设备的使用是否符合公司标 操作 。作为大 应用场 景 (某个金属桶接地) 的最低, 操作员应 将接地作为该 一步的 则, 并且不得在 成前拆 接地连接。

操作员应当接受避免以下情境的培训, 例如, 如果在程序期间 拆除了与该程序联锁的接地系统, 从而启动了该程序的紧急关 停 (例如关闭某个泵), 则机器停止运行后仍可能会有材料发生 移动, 从而具有持续产生静电的风险。

如果操作员注意到设备已更换或损坏 (例如磨损的电缆连接), 则应当鼓励他们向现场相关人员 (生产线管理人员、本地 QSHE、维修人员) 报告, 且在安全检察员认为设备安全且适合 使用前不要使用设备。

如果没有提供培训, 则面临不当使用接地设备和/或违 反公司关于静电控制的标准操作程序的风险。

一般要求

如果资产所有者认为有必要为金属结构的设备提供静电接地，则可以通过将设备连接到已验证的真正接地点来实现。

由现场所有者提供的真正接地点应当与大地具有低电阻连接。为电气线路和防雷线路的接地提供已验证的接地点足以应对静电的影响 (NFPA 77, 7.4.1.3.1)。

对于通过已验证的真正接地点 (例如安装的母线电网) 接地的物体之间的电阻, 10 欧姆通常视为金属对金属电路的基准。该建议所基于的想法是, 松动连接和腐蚀的指示会显示高于 10 欧姆的电阻。(NFPA 77, 7.4.1.3.1 和 IEC TS 60079-32-1)。

可以指定从基本夹钳到接地系统的各种选项。运用配有接地状态指示的系统, 操作员可以目视检查拟接地金属物体的连接电阻是否小于或等于 10 欧姆。还可以使用具有联锁功能的接地系统实现附加控制。这可能会需要接地系统连接现场所有者程序 (控制程序启动) 的容许输出水平。这支持了接地夹“首先连接, 最后释放”的原则, 因此设备接地是该程序的第一步。

当接地系统在设备和已验证的真正接地点之间建立 10 欧姆以内的连接时, 接地状态指示会由红色变为闪烁绿色。该接地系统会监测需要接地的物体与现场已验证的真正接地点之间的电阻, 确保该电阻值为 10 欧姆或更小。需要强调的是, 接地系统是为拟接地物体和现场已验证的真正接地网络之间建立电路。目前尚未验证真正接地网络是否与大地存在联系。

根据其国家电气接地与防雷电保护标准, 现场所有者有责任验证接地网络与大地连接是否有足够低的电阻。

与任何设备项目一样, 必须按照说明手册安装接地系统。如果没有按照说明手册和危险区认证安装接地系统, 则该系统的安全运行和保修同时失效。

在程序进行时, 请勿拆除接地连接, 如果操作员未遵循接地夹“首先连接, 最后释放”原则 (例如安装接地夹之前已开始程序, 因为这可能引起静电放电), 请勿安装接地连接。

如果您希望讨论特定的应用或产品, 请随时

[联系我们 >](#)

封底同样提供了完整联系方式。



保护措施加强



增加对静电点火风险的控制



如果您希望讨论特定的应用或产品, 请随时

[联系我们 >](#)

封底同样提供了完整联系方式。

Earth-Rite®系列

静电接地监测与联锁系统



Earth-Rite 系列静电接地和联锁系统提供降低静电积聚风险的最佳控制水平。

所有 Earth-Rite 系统都配备了可持续监测接地物体与已验证的接地点之间接地路径电阻的电子设备、带 LED 指示器的操作员面板和可与液体或粉末输送设备联锁的内置继电器。



IECEX



SIL 2



Earth-Rite® II RTR™

公路槽车易燃产品转运



Earth-Rite® II MGV

车载静电接地验证



Earth-Rite® II PLUS™

易燃/可燃材料在圆桶、IBC、手提包、便携式容器和移动罐和轨道车中的灌装、搅拌和混合



Earth-Rite® MULTIPPOINT II

制造和处理系统的潜在绝缘导电部件的多重接地



Earth-Rite® II FIBC

易燃或可燃环境中的 C 型 FIBC 灌装或卸料



Earth-Rite® OMEGA II

紧凑型面板安装式静电接地模块

配有系统联锁和指示器的公路槽车接地

当未接地的公路槽车装满/倒空液体或粉末时，公路槽车可能会积聚过多的静电，从而形成放电风险。

为消除该风险，重要的是确保公路槽车没有积聚静电的能力。实现这一点的最实用且最全面的方法是确保公路槽车处于地面电位，尤其是在转运过程开始之前。

这是因为大地具有平衡电荷的无限能力，这反过来又可以最大限度减少公路槽车的静电积聚，并避免公路槽车电压的产生和存在。

使用接地系统可以减少实际测量接地棒和公路槽车之间的连接需要，确保其处于良好状态，从而提高装卸过程的安全性和效率。

提供简单的面板以及教育驾驶员/操作员安装接地夹作为主要功能，确保可重复使用的可靠性。当使用接地系统接地和监测公路槽车时，闪烁的绿色 LED 灯可以向驾驶员/操作员明确传达容许的状态，同时利用联锁继电器可以帮助提高装卸过程的安全性。



IEC TS 60079-32-1, 7.3.2.3.3
“公路槽车注意事项”规定：

1) 接地与连接

a) 公路槽车的底盘、油箱与相连管道和配件之间的连接电阻应当小于 1 兆欧姆。对于全金属系统，电阻应为 10 欧姆以内，如果发现更高的电阻值，则应开展进一步调查，检查可能存在的问题，例如腐蚀或松动连接。

b) 实施任何操作 (例如打开人孔盖、连接管道) 之前，都应将接地电缆连接到公路槽车。与装载架的指定接地点之间的电阻应小于 10 欧姆，且在所有操作完成之前不得拆除装置。

c) 建议 b) 中所要求的接地电缆成为静电接地监测系统的一部分，该系统可持续监测槽车与装载架上的指定接地点之间的电阻，当电阻高于 10 欧姆时，系统将激活联锁以减轻负载。

配有系统联锁和指示器的轨道车、IBC 和圆桶接地

与带静电液体接触的绝缘导电金属物体 (例如轨道车、LACT 组件、滑道和 IBC), 可能会积聚大量的静电电荷。

如果允许未接地物体积聚静电, 则该物体的电压会瞬间急剧上升。由于物体处于高电压状态, 它努力找到释放多余能量的方式, 而最有效的方式就是以火花形式释放多余的电荷。

靠近带电物体的接地物体是静电放电的潜在目标。

如果输送系统未接地, 则轨道车等物体的静电电压可能瞬间上升到危险水平。



IEC TS 60079-32-1, 13.3.1.4

“可移动金属物体”规定:

如果预计会出现这种情况, 则应采取替代方式 (如接地电缆) 将物体接地。建议电缆与拟接地器件之间的连接电阻为 10 欧姆。在可能发生电荷积聚并产生静电危害期间, 需要连续进行接地与连接。

NFPA 77 (2019), 12.4.1 & 12.4.2.

“铁路槽车”规定:

一般而言, 铁路槽车的注意事项与第 12.2 节*中所规定的槽车相似。

*第 12.2 节:

很多槽车配备了位于车体和罐体 (车轮部件) 之间的非导电轴承和非导电垫磨片。因此, 通过轨道的接地电阻可能不够低, 不足以防止罐车车身积聚静电。为防止电荷积聚, 有必要将罐车车身连接到灌装系统管道。

油罐车应当连接到灌装系统, 并且开始操作之前, 必须完成所有连接与接地。通常与灌装系统联锁的接地指示经常用于确保连接到合适位置。

Earth-Rite® II PLUS™ 

配有系统联锁和指示器的车载静电接地验证

公路槽车(油罐车)通常在厂房内定点装卸。然而,真空卡车的作业范围较广,涵盖了主干道/高速公路及炼油厂/化工厂等地,需要一种不同的接地解决方案。

吸污卡车上所有金属零部件之间的连续性是必不可少的。每个金属物体都必须连接底盘和油箱,对涂漆、涂层和软管托盘要小心谨慎。

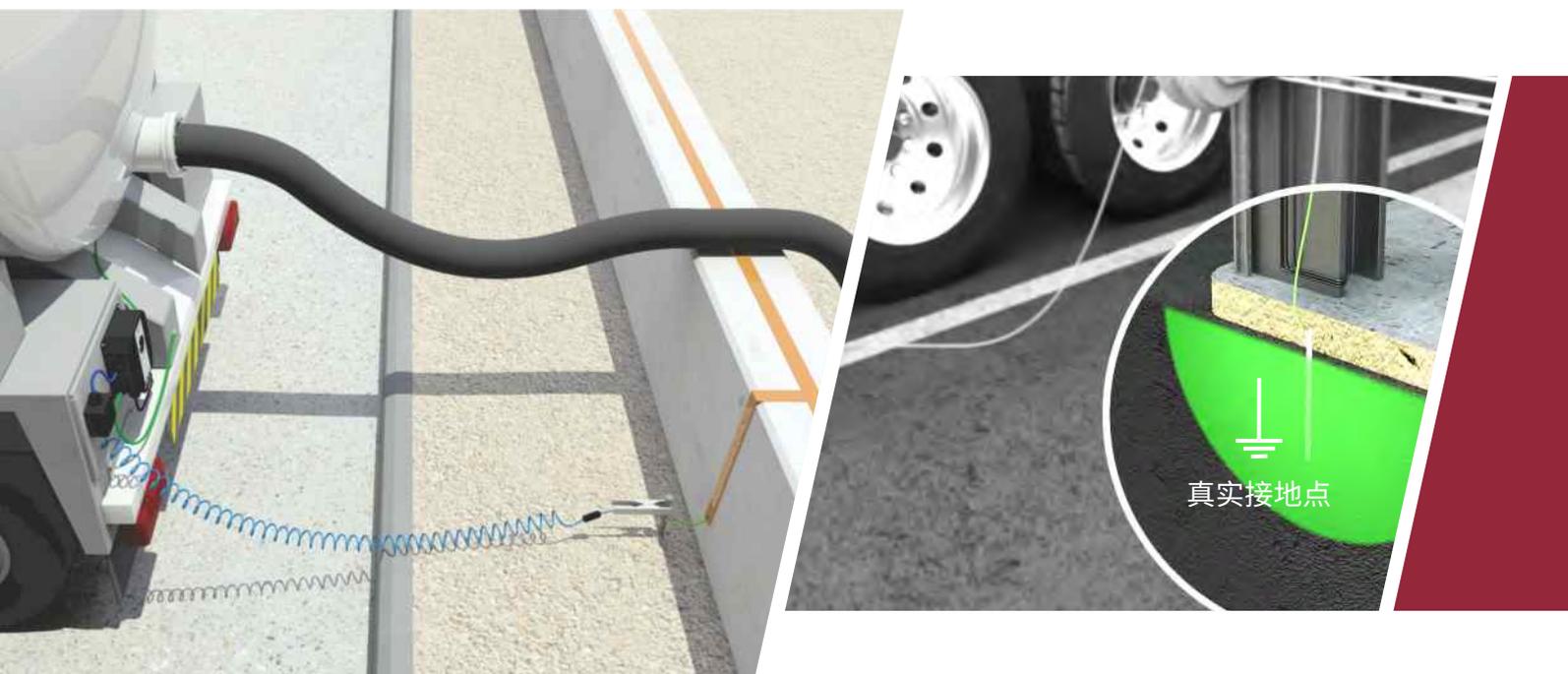
对于真空卡车的安全,其中最关键的一点是指导操作员在到达现场时首先安装接地夹,看到 LED 灯变绿并清楚显示卡车已接地,之后方可开始任何其他操作(如安装软管)。

第二大关键点则是,完成所有其他操作和收拾好设备后方可取下接地夹,即首先连接接地夹,最后释放接地夹。

诸多用户都装有简易手绕式或回缩式电缆绕线盘和夹具,用以保护真空卡车和公路槽车。安装监控接地系统的好处在于提醒用户注意以下危险:

- > 接地系统将提供良好接地或不良接地的直观指示。
- > 接地系统将提供真正接地验证,例如验证系统是否连接到可消散静电的地面。
- > 接地系统是一种监控电路,它会在失去接地连接情况下自动关闭产品传输。然而,为防止进一步产生电荷,产品本身需要停止移动。

接地系统符合国际标准,例如,夹头与真空卡车底盘/油箱之间的金属对金属回路电阻小于 10 欧姆。



针对车载接地系统安装工作,经验丰富的防爆/危险场所(EX/HAZLOC)电气工程师必不可少,要有能力完成符合 EX/HAZLOC 审批要求和规范的安装,达到满意效果。

最重要的是,阅读手册,按照制造商的说明和批准控制图安装 EX/HAZLOC 车载接地系统,获得最佳的运行结果和安全表现。

可以将接地系统置于两处典型位置,即真空卡车的侧面和后部。这样就可以让驾驶员在使用卡车的其他控制装置时看到接地良好或不良信号。真空卡车的侧面和后部通常划为 Ex 分区。

为达到最高安全性能,请始终选择具有本质安全(ia)信号输出(至接地夹)的接地系统。

根据结构的不同,由本质安全 (ia) 信号提供的接地夹可在危险区域/位置的任何地方 (0 区/1 类, 1 分区) 使用。

根据结构的不同,由本质安全 (ib) 信号提供的接地夹只能在危险区域/位置使用

(1、2 区/1 类, 2 分区)。

可将高强度色光灯置于卡车顶部,并与接地系统联锁。这是对接地系统的有益补充,方便驾驶员和所有其他团队成员清楚地看到接地系统的状况,并做出相应的反应。

如果真空卡车常去往偏远的装载场地,那么最好安装一个接地点并通过验证,再由一名负责人定期进行检查。接地棒通常是提供指定接地点的好方法。

如果真空卡车不常去往装载场地,则需要配备功能齐全的车载接地系统,以便驾驶员测试安装在转运点附近地面上的金属物体,检查是否有适合用作接地点的物体,从而保护产品转运以及厂房和人员安全。

关于真空卡车和静电的安全使用,有许多国际标准和行业推荐规范。

请务必做好检查工作,确保自身查阅的是最新版《国际标准》和/或《推荐做法》。

IEC TS 60079-32-1, 爆炸性环境
第 32-1 部分: 静电危害指南

8.8.4 真空卡车

应在开始任何操作之前,确保吸污卡车连接至指定的接地点。若缺少现场接地区域,即需要使用便携式接地棒的区域或现场接地质量存疑,应在任何操作前验证接地电阻。当卡车连接至经验证的接地点时,卡车与经验证的接地点之间的连接电阻(针对纯金属连接)不应超过 10 欧姆或(针对所有其他连接)不应超过 1 兆欧姆。应使用车载接地系统或便携式欧姆表验证此要求。还应按照 7.7.3 或 9.3.3 验证所用软管的静电适应性。

《ADR 第 2 卷 - 年关于危险货物国际道路运输欧洲协定》

第 4.5 章 真空驱动式废液罐车的使用以及: 6.9.2.14.3

壳体的所有零部件之间应经电气连接,还要与运行及结构化设备的金属零部件相互接触,保证接触电阻不超过 10 欧姆。

《真空卡车在石油运输中安全处理易燃可燃液体》

《API 推荐做法 2219》年第 4 版 第 3.2、3.7、5 至第 5.5.3 节

《防止静电、雷电和杂散电流引起的火灾》

《API 推荐做法 2003》年第 8 版

《防静电推荐操作规程》

《NFPA 77》年第 12.3 节 真空卡车

水射流技术协会 (WJTA)

(美国和加拿大)

《真空卡车安全规范》

《工业真空设备的推荐做法》

SIR - Stichting Industriële Reining (荷兰和比利时)

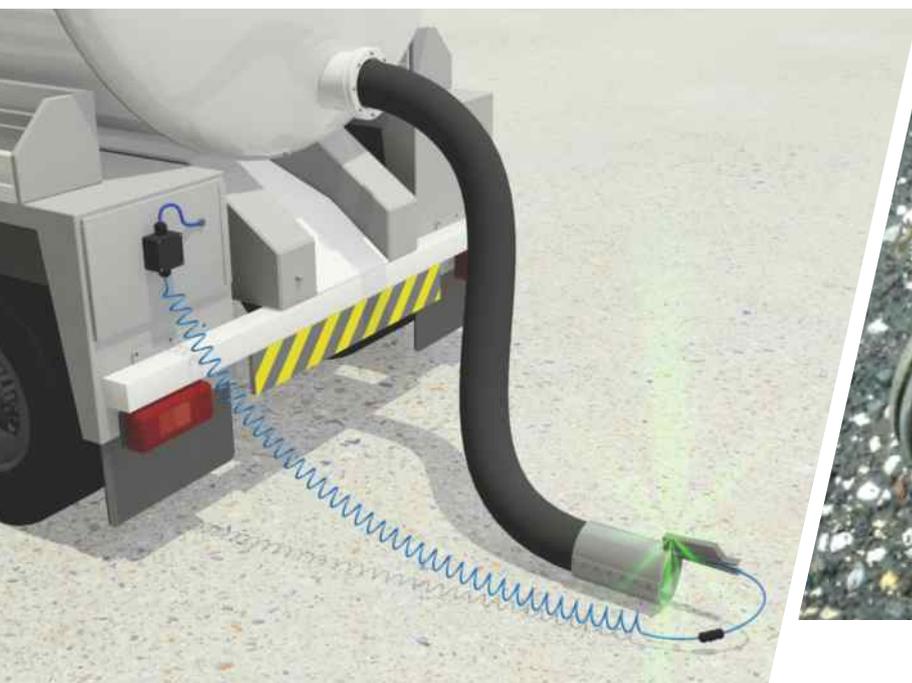
软管测试和电气连续性测试配有可视指示

软管在危险区域的操作中起着重要作用，并因其与移动液体和粉末直接相互作用，而可能出现带静电危险。在软管的结构中，任何时候都不得允许软管的金属零部件积聚静电。

举例来说，可能积聚静电电荷的金属零部件有耦合器和金属螺旋线。

由负责人员（经验丰富的电工）定期使用仪表对软管进行电阻测试，这有助于确定有潜在故障问题的软管，以便将其拆除。

另一种选择是向驾驶员提供一个易用的软管连续性测试仪，该测试仪装有 LED 指示器，可显示是否通过冲水试验。需要强调的是，驾驶员须经适当培训后，胜任这些测试仪的操作工作。



IEC TS 60079-32-1

7.7.3.3.1“点到点电气连接(连续性)”

点到点电气连接通常是通过由嵌入管壁上的钢丝螺旋线提供，或者是通过编织金属护套连接到导电的端部耦合器上。重要的是，每根连接线或钢丝螺旋线都要与端部耦合器紧密连接。

接合线和耦合器之间应连接紧固，端部耦合器之间的电阻应定期测试。测试的频率和类型取决于应用情况，应与制造商协商后确定。

*据 IEC TS 60079-32-1, 7.7.3.4“实用软管分类”表 16, 建议导电软管的端到端电阻最大可达 100 欧姆。

与安全使用软管和静电有关的国际准则比比皆是。

请务必做好检查工作，确保自身查阅的是最新版《国际标准》和/或《推荐做法》。

《IEC TS 60079-32-1》第 7.7.3 至 7.7.3.5 节

《API RP 2219》年第 5.3 节“导电和非导电软管”

将相互连接的设备组件和管道接地 (配有系统联锁和指示器)

粉末加工操作会通过粉末运动产生大量静电荷。粉末加工设备产生静电电荷的最常见原因是摩擦起电。

在制药业中,粉末输送系统、微粉磨机、搅拌机和筛塔等设备均由多个组件总成组成,如果将任何组件与真实接地点绝缘,就会积聚大量静电荷。

定期拆卸后进行清洁和维护,可能会导致设备重新组装时连接断开或连接错误。经常性弯曲、振动和腐蚀也会使部件连接退化,因此必须确保部件中的没有零部件与真正接地点绝缘。

与标准应用情况相比,粉末作业设备会面对更多挑战,因为有许多金属零件可以组成更大的部件,而这些部件可能相互电气绝缘。因此,重要的是确保监控与带电粉末接触的多个组件,从而达到静电接地保护目的。

这一应用场景并不局限于粉末加工设备。液体处理应用中(例如多桶灌装/轨道车装载)的多个接地点都可以通过单个接地系统进行管理。



NFPA 77 (2019), 15.3.1 & 15.3.2
“静电电荷产生机制”规定:

接触静电放电常见于粉末移动过程中,粉末和表面之间通过表面接触和分离以及单个粉末颗粒之间的接触和分离都能导致静电放电。

当粉末与另一个表面接触时,例如过筛、浇注、滚动、研磨、微粉化、滑动和气动输送过程中,都会产生电荷。

据《IEC TS 60079-32-1》第13.4.1节“接地系统的建立和监测”规定:

当接合/接地系统全部为金属时,连续接地路径的电阻通常小于10欧姆。这包括具有多个组件的系统。电阻较大通常表示金属路径不连续,这通常是因连接松动或腐蚀所致。适用于电力电路或雷电防护的接地系统对于静电接地系统来说绰绰有余。

Earth-Rite® MULTIPPOINT II 

C 型 FIBC 防静电保护

C 型 FIBC 由导电织物或塑料片材制成,或由导电
线或导电丝交织而成,旨在减轻静电放电、刷形放
电和刷形放电传播的出现。

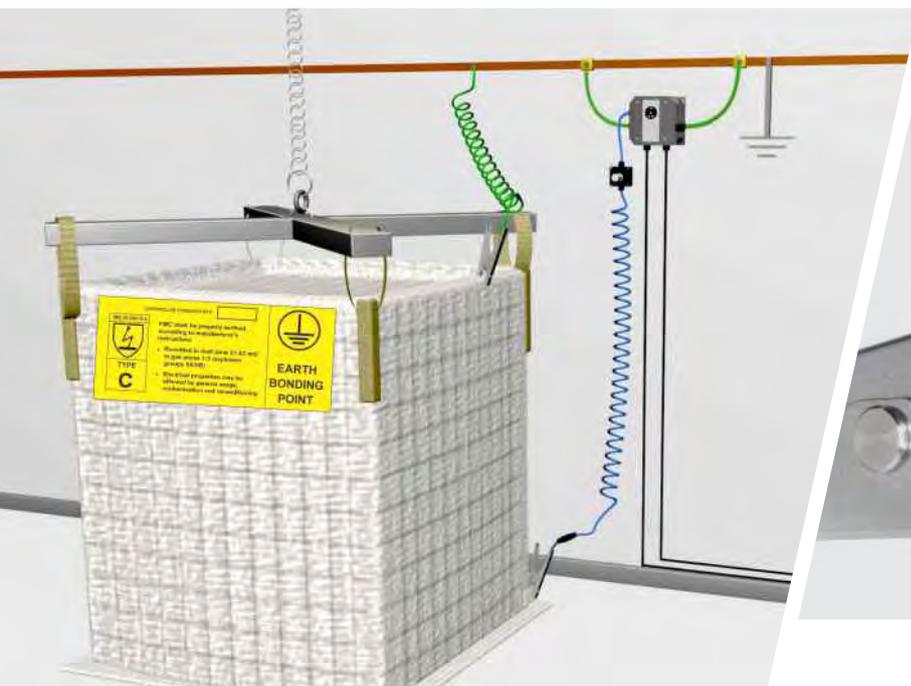
C 型 FIBC 袋应配备接地片(通常位于袋顶和袋底)。接地片与导
电材料或导线电气连接,并在填充或清空 FIBC 时连接到接地
点,以确保静电不会积聚在袋上。

可通过无源(单极线夹和电缆)或有源(监控系统)形式实现 C 型
袋接地。接地系统可以显示静电消散引线的电阻是否在正确的
电阻范围内(100 兆欧姆或 10 兆欧姆)。

该系统并不验证袋子的一般状况,而是检查袋子的材料中嵌入
的交织导线与接地连接点的电气接触是否良好。

C 型袋也可提供内衬。接地系统未验证 FIBC 内衬和导电线之间的
电气连续性。

C 型袋的适宜性和一般状况由现场业主负责。



C 型袋静电分类的主要标准如下:

BS EN 61340-4-4 “静电学

第 4-4 部分:特定应用的标准试验方法 - 柔性中型散装容器 (FIBC)
的静电分类”:

前言

a) 根据实验结果, C 型 FIBC 的最大对地电阻和 C 型 FIBC 中所用内
衬的相应电阻限值已从 1.0×10^7 欧姆增至 1.0×10^8 欧姆 (100 兆欧
姆)。

7.3.1.C 型 FIBC

“对可接地点的电阻小于 1.0×10^8 欧姆 (100 兆欧姆)。

NFPA 77,《防静电推荐操作规程》

16.6 柔性中型散装容器 (FIBC)

16.6.6.3,“C 型 FIBC”

FIBC 中的导电元件与接地片之间的电阻应小于 1.0×10^7 (10 兆欧
姆)。

配有系统联锁的面板安装式接地

在某些应用情况下，电气承包商可能需要提供静电接地解决方案，用作专业仪器仪表/自动化项目的一部分。为满足定制项目的要求，设计人员往往受制于标准的“现成”静电接地解决方案，无法为其特定的应用设计要求提供良好的“配合”。有一个合适的设计折衷方案，即指定能够监测一定范围电阻值的静电接地继电器。

虽然这种类型的装置受制于无法在接地点提供接地状态指示，但这种继电器可正常应用，监测永久固定设备连接或旋转机械的接地状态，并通过内部继电器向 PLC 或定制的 HMI 面板或面板式指示提供输出。

由于轴承等的设计，提供接地连续性的一个好方法是使用非危险区域安装的接地监测继电器，通过作用在轴上的一对碳刷或滑环测试与滚筒或叶轮的接地连接。

具有一系列电阻设置的继电器通常安装在非危险区域内电气面板中的 DIN 导轨上。

使用安装在小型面板上的静态接地模块，可以监测一系列电阻，并通过输出继电器与控制电路或电机启动器联锁，这有助于提高工艺的安全性。



Earth-Rite® OMEGA II 

Bond-Rite® 系列

具有可视指示和监测功能的自检型接地夹

Bond-Rite® 系列提供接地系统和基本夹钳之间的“中间接地”。

Bond-Rite 为操作员提供一个至已验证接地点的 10 欧姆 (或更小) 连接*。可通过一个持续闪烁的绿色 LED 指示灯, 指示这个 10 欧姆 (或更小) 的连接。设备说明可以选择指定一个 LED 指示灯安装在接地夹上或使用一个墙上安装的指示台。操作期间, 所有 Bond-Rites 装置都会持续监测需要静电接地保护的物体与现场已验证的接地之间的电阻。

*可使用 Bond-Rite EZ 与金属物体连接或接地。



Bond-Rite® CLAMP

配有可视指示器的自检型接地夹



Bond-Rite® REMOTE

配有监测模块的自检型接地夹



Bond-Rite® EZ

配有可视指示器的自检型接地夹



Bond-Rite® REMOTE (EP)

外部供电的自检型接地夹

如果您希望讨论特定的应用或产品, 请随时

[联系我们 >](#)

封底同样提供了完整联系方式。

配有可视指示的圆桶和容器的接地和连接

对于没有联锁能力的简单日常制造工艺来说，配有可视指示器的静电接地系统是最有效的解决方案。

如果使用简易接地夹和电缆组件，操作员将无法在工艺开始前确认接地是否良好。

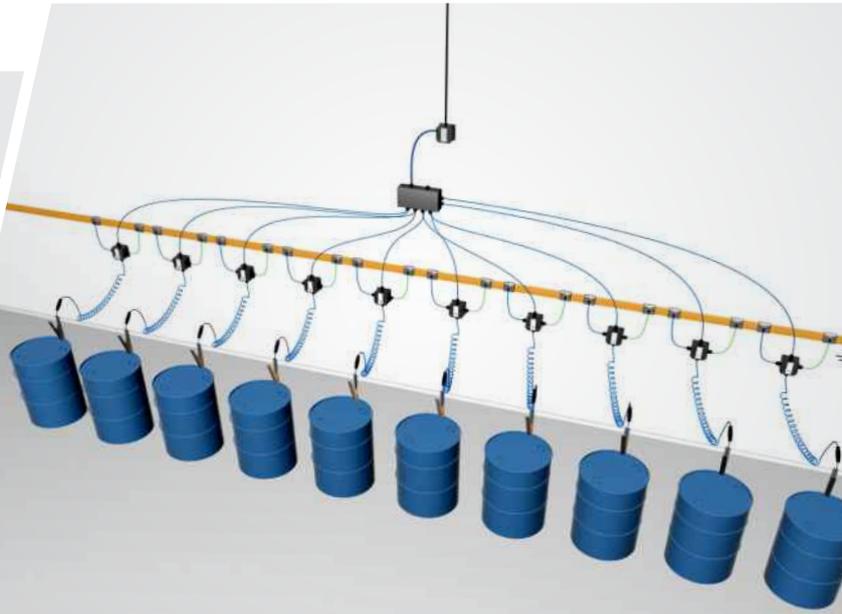
配有可视指示（高强度闪烁绿色 LED）的接地系统是本质安全的（Ex ia）并可监控其所连接的设备与真正接地连接之间的电阻（或他们可将金属厂房设备连接在一起，如圆桶、IBC 或油罐车）。

这为操作员及其同事提供了信心，方便在工艺开始之前能可靠接地并持续监测到 10 欧姆（或更小）。

配有可视指示器的 Bond-Rite REMOTE 既可由电池供电又可由主电源供电，这取决于日使用时间（6 小时以内由电池供电，超过 6 小时由主电源供电）。

可视指示器既可是手持式亦可是壁挂式，夹具通常由不锈钢制成，壁挂式由玻璃钢（GRP）或不锈钢制成，以适应工艺要求。

Bond-Rites 可配以 3 至 30 米不等长度的回缩式电缆，以适应工艺和应用。



IEC TS 60079-32-1, 13.3.1.4

“可移动金属物体”规定：

便携式导电物体（如装有导电滚轮的手推车、金属铲斗等）通过与静电耗散或导电地板接触而接地。

然而，在地板或物体的接触面上存在污垢或油漆等污物时，对地的漏电阻可能会增加到不可接受的值，从而在物体上产生可能的有害静电荷。如果预计会出现这种情况，则应采取替代方式（如接地电缆）将物体接地。建议电缆与拟接地器件之间的连接电阻为 10 欧姆。

NFPA 77, 7.4.1.3.1

“连接和接地”规定：

如果连接/接地系统全部为金属，则连续接地路径的电阻通常小于 10 欧姆。这包括具有多个组件的系统。电阻较大通常表示金属路径不连续，这通常是因连接松动或腐蚀所致。

Bond-Rite® 系列 

Cen-Stat™ 系列

静电接地夹和电缆、个人防护设备

在 Cen-Stat™ 系列中, 静电接地夹经 ATEX 和 FM 认证, 设计用于最严酷的 EX/HAZLOC 环境。

我们的 Cen-Stat 系列接地夹和电缆已获得资质认证, 使它们能够与需要静电接地和连接保护的设备建立和保持良好的电气接触。

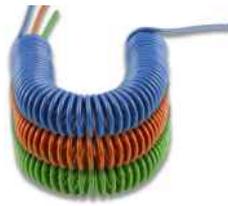


IECEX



静电接地夹

静电接地夹



Cen-Stat™ 电缆

Hytrel® 防静电涂层电缆



静电接地绕线盘

静电接地回缩式电缆绕线盘

测试仪



Sole-Mate™ II

静电消散鞋测试站



人员接地带

人员接地

接地桶和容器

如果现场确定对接地监测状态能力没有要求,可指定配有电缆或电缆绕线盘的基础接地夹。

当需要接地的物体上覆盖了产品沉积物或涂层表面时,必须确保夹齿已穿透物体的基底金属。此外,电缆应具有较高的机械强度,以提供可靠和可重复的连接。

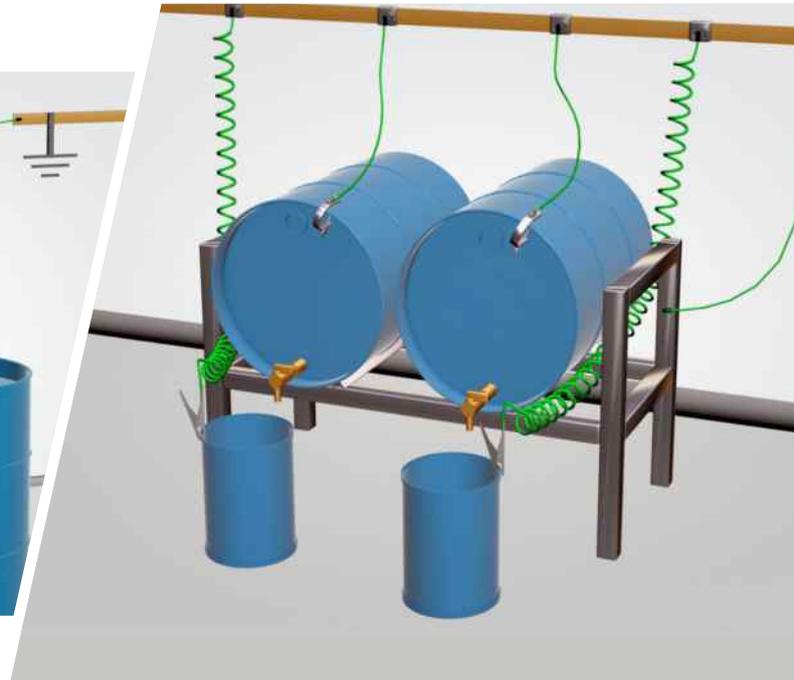
应定期进行电气连续性检查,检查金属零件是否磨损和腐蚀以及连接情况。

在这种情况下,可以指定工厂共同测试接地夹。最终用户/现场操作员的最终责任是确保与需要接地或连接的物体进行牢固和稳定的连接。

如果您希望讨论特定的应用或产品,请随时

[联系我们 >](#)

封底同样提供了完整联系方式。



IEC TS 60079-32-1, 13.4.1 和
NFPA 77, 7.4.1.6 & 7.4.1.4 规定:

可以使用螺栓、压力型接地夹或其他专用接地夹建立临时连接。压力型接地夹应具有足够的压力,以穿透任何防护涂层、锈层或溢出物,确保接地夹以低于 10 欧姆界面电阻的方式与基底金属连接*。

在使用导线时,连接线或接地线的最小尺寸取决于其机械强度,而非其载流能力。应将绞合线或编织线用作需要经常连接和断开的连接线。

Cen-Stat™ 接地夹 

配有可视指示器的人员鞋类测试仪

静电消散鞋的推荐电阻范围：

IEC TS 60079-32-1 第 11.3 节 静电消散鞋和导电鞋
NFPA 77 第 8.2.2.2 节 静电消散 (SD) 鞋

这两份文件都提到通过鞋面的电阻应为 1 兆欧姆至最高 100 兆欧姆 (即 1×10^6 欧姆至最高 1×10^8 欧姆)。

另据安全鞋类标准 EN ISO 20345 规定, 电阻范围应为 100 千欧姆至最高 1000 兆欧姆 (即 1×10^5 欧姆至最高 1×10^9 欧姆)。

在指定鞋类测试仪时, 必须了解鞋类的制造规格, 以便在进入 EX/HAZLOC 区域时测试适用的电阻范围。

例如, 如果按照 EN ISO 20345 制造的鞋类在符合 ASTM F2413、IEC 60079-32-1 和 NFPA 77 级别的鞋类测试仪上测试鞋子, 那么测试仪极有可能导致受试鞋类不通过。

鞋类测试仪需要按照制造商的说明使用, 并安装在室内安全区域, 以便在进入危险区域之前进行测试。

它们并非为确保 100% 符合有关鞋类标准而设计。它们只能指示通过鞋类的电阻是否低于相关标准中规定的最大允许电阻。

现场操作员有责任确保提供足够水准的培训, 以确保人员正确使用此类测试仪, 并制定标准操作程序 (SOP), 使规定范围之外的鞋类不能在分区或分类区域内使用。



IEC TS 60079-32-1, 11.3
“静电消散鞋和导电鞋”规定：

可以使用市面销售的鞋类导电测试仪测量电阻, 通过身体和脚部测量手持金属棒与人员所站金属板之间的电阻。另外, 可以根据 IEC 61340-4-3 测量装满弹丸的鞋类与压在鞋上的钢板之间的电阻。

随着鞋上碎屑的堆积、矫形鞋垫的使用和地面接触面积的减少, 鞋类的电阻会增加。应经常测试鞋类的导电性, 以确认其功能性。

NFPA 77, 8.2.2.2
“导电及静电消散地板和鞋类”规定：

静电消散 (SD) 鞋类可配合导电或静电消散地板使用, 这提供了一种控制和消散人体静电电荷的手段。通过静电消散鞋类和导电或静电消散地板的对地电阻应介于

10^6 欧姆和 10^8 欧姆之间。对于点火能量极低的材料, 通过鞋类和地板的对地电阻应小于

10^6 欧姆。应使用市面销售的鞋类导电测试仪测量电阻。

使用接地带为人员接地

某些工艺的操作要求会导致操作员的静电消散安全鞋与工厂或设施的静电消散地板之间失去直接接触。

例如, 操作员可能需要站在梯子上将粉末投入到大型混合器中, 并且在移动到梯子的过程中与工厂的静电消散地板失去接触。

在有限和受控的情况下, 可使用人员接地带。

需要注意的是, 接地带并非静电消散地板或静电消散鞋类的替代品。

接地带只应在极少数情况下使用, 比如工艺操作员的静电消散鞋的鞋底与厂房地面可能失去接触的情况下。



IEC TS 60079-32-1, 11.4

“人员接地所用的辅助设备”规定:

最简单的商用装置是配有内置电阻的接地手环, 通常提供约 100 千欧姆的对地电阻, 以防电击。这种类型的腕带在通风罩和操作员活动受限的其他位置具有最大的效用。在需要紧急出口的地方, 可以使用可分离的手腕系绳系统。一个机罩可以配备两个带袖口附件的外部线圈接地线, 供个别用户拆卸和保存。

NFPA 77, 8.2.3.2

“人员接地装置”规定

应选择辅助装置, 防止积聚有害静电电荷, 同时又不会增加触电危险。在大多数实际情况下, 通过确保从皮肤到地面的电阻约为 108 欧姆或更小, 可以实现人员接地。由于需要通过接地装置防止触电, 因此要求皮肤与地面之间的最小电阻为 106 欧姆。基于皮肤接触和与地板的接触, 特别是在整个鞋底不与地板接触的活动期间 (例如跪于地面), 效果可能会受到影响。

人员接地带 

静电控制程序和设备的持续维护

一旦适当的静电控制程序和设备到位,就必须保持高度的防静电意识。静电控制政策要奏效又要持久,应具备三大原则:

- i. 定期测试所用设备,包括记录测试结果。
- ii. 经常对操作员和工作人员,特别是对新员工进行防静电意识培训。
- iii. 当发生变化时,如引进新类型的设备或材料时,应参照有关标准。

一般来说,静态接地系统的物理方面有两个主要因素。首先就是固定接地网。这可能采取铜条或铜棒的形式,沿墙体延伸,并经过许多接地棒、坑或网等打入地面。应定期对该网络进行接地测试,以确保其对地保持低电阻

(通常不大于 10 欧姆)。这些相当专业的测试可由外部承包商实施,通常与防雷设备的测试一起进行。



资料来源:K. A., 2006.接地(静电)-2006年3月[网络版]
旧金山:维基媒体基金会。有效网址:
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HomeEarthRodAustralia1.jpg>

典型的测试周期是每 11 个月或 13 个月一次(所以在一段时间内,测试会随着季节循环)。测试该网络时要注意的一个要点是,与以前的测试有无任何显著的差异,若有则可能表明该网络出现了退化。这也强调了保持良好记录的必要性。如果接地网满足必要的低电阻,那么与之相连的任何金属物体也会接地。

物理系统的第二部分是用于将厂房和设备连接到接地网的装置。如果某台设备(比如搅拌机的机身)是固定的,那么可以用简单的强力结合电缆将其与接地网永久连接。然而,移动式设备,比如搅拌机的料盆或 208 升(55 加仑)的圆桶更难接地,标准建议是使用机械强度强的电缆和专用夹具,以便在设备使用时进行临时连接。

这些连接可以使用本安接地引线测试仪或欧姆表进行测试,并记录每个引线的结果。使用测试仪或量表来完成接地点与拟接地设备物体之间的电路;为测试夹具及其电缆或绕线盘,可以在夹具钳口放置干净的金片。然后,测试仪或量表引线可连接在金属片和接地点之间,以完成电路并获得读数。

此类弹性连接器应比固定连接器更频繁地进行测试;如果是接地引线,则通常每三个月进行一次测试;如果是可拆卸管道段上的连接,则在每次重新组装后进行一次测试。工厂固定设备的连接可能每年或每六个月进行一次测试。

对人员进行持续培训可能更难保持,部分原因是生产受到干扰,另外也因为很难保持培训的趣味性。如今,培训不需要仅仅采取课堂授课的形式;新的交互式学习提供了灵活的培训解决方案,方便适应生产时间表、班次和地点的不同需求。团队负责人可以快速评估已入职或新入职操作员的知识水平,并每周安排一到两个小时的课程来提高知识水平。

如今,企业普遍采用连续监测接地连接和结合联锁的系统,以减轻产生静电的操作(接地情况除外)。此类系统意味着可以减少引线测试的频率,因为系统对预设电阻水平提供连续测试。这还意味着接地措施在操作过程中更易牢记,因为接地条件的可视指示(如自检型接地夹中的 LED)可纳入公司标准操作程序(SOP)。



最大限度提高区域安全性

- > 确保所有操作员和管理人员都接受过易燃产品安全操作相关培训。他们必须了解易燃产品的特性和危险以及静电控制的原理。
- > 确保所有电气设备适合在指定的易燃环境中使用。
- > 确保在区域附近使用的升降车和其他车辆达到适当的防爆标准。
- > 确保清楚张贴“禁止吸烟”、“静电危害”和“Ex”警告标志。

最大限度减少电荷产生和积聚

- > 确保为操作员提供静电消散安全鞋。如果戴手套，手套也应具有静电消散特性。
- > 确保地板具有足够的导电性，并且接地良好。
- > 确保始终穿着静电消散安全鞋，并在进入易燃区域前，使用电阻测试以保持良好接地状态。
- > 确保所有容器、管道、软管、设备等导电或静电消散性能良好，连接良好并且接地良好。
- > 确保提供足够的合适接地导线和接地夹，使移动式容器能够在产品转运或混合之前接地。
- > 在可行的情况下，直接将液体从储存处输送到使用点。
- > 减少或最大限度降低产品的自由落体距离。
- > 在可行的情况下，保持低泵速。
- > 在易燃区域使用圆桶、小桶、衬垫和软管等塑料材料时，它们应能具有静电消散特性并适当接地。
- > 当在易燃区域或有潜在可燃粉尘或粉末的地方使用柔性集装袋(FIBC)时，它们应该是“C型”静电耗散型，并适当接地。
- > 在低电导率液体中，应考虑使用对产品无害的抗静电添加剂。

养成安全工作习惯

- > 确保所有新入职操作员、管理人员和维护人员都接受过易燃产品安全操作相关培训。
- > 针对易燃产品操作，制定书面的“工作安全制度”文件。
- > 确保定期检查和维护所有的接地带、接地夹、电线和监控系统。检查结果应记录在案。应使用本质安全型设备来测试连续性。
- > 确保静电消散地板保持非绝缘性。
- > 确保所有承包商均受严格的“工作许可”制度的控制。
- > 如果大型可移动式导电设备(如不锈钢制IBC、油罐车或“C型”FIBC)可能与地面隔离，则建议使用接地监测系统，并对处理设备、泵或阀门进行适当的联锁，以确保它们不会造成静电危险。

于在易、可或在炸性环中进行的操作,电这一重大危险普在。在这些环中不受控制地积和释放电荷,以保护员、工厂、工艺和环安。

Newson Gale 提供丰样的电接地决,助力控制和轻这些风险,创造更安、更效的工作环。



版权声明

本网站及其内容均为 Newson Gale Ltd © 2020 版权材料。版权所有。

禁止以任何形式重新分发或复制本文的部分或全部内容,但以下情况除外:

> 您可以将摘录打印或下载到本地硬盘,仅供个人使用或非商业用途。

> 您可以将内容复制给独立第三方供其个人使用,但前提是必须承认本网站为材料来源。

除非获得我们的明确书面许可,否则您不得分发或以商业方式利用本文内容。亦不得将其传送或储存于任何其他网站或其他形式的电子检索系统。

变更权利

本文件仅提供一般信息,如有变更,恕不另行通知。Newson Gale 可随时更改本文中的任何信息、表述、链接或其他消息,恕不另行通知或解释。

Newson Gale 没有义务从其内容中删除任何过时的信息或将其明确标记为过时的信息。对于本文任何内容的评价,请根据需要征求专业人士的意见。

免责声明

本《接地与连接手册》中所述信息由 Newson Gale 提供。对于其准确性或完整性,Newson Gale 不作任何明示或暗示的陈述或保证。Newson Gale 对接收方因使用本《接地与连接手册》而遭受的任何费用、损失或诉讼均不承担任何责任。

United Kingdom

Newson Gale Ltd
Omega House
Private Road 8
Colwick, Nottingham
NG4 2JX, UK
+44 (0)115 940 7500
groundit@newson-gale.co.uk

Deutschland

IEP Technologies GmbH
Kaiserswerther Str. 85C
40878 Ratingen
Germany
+49 (0)2102 5889 0
erdung@newson-gale.de

United States

IEP Technologies, LLC
417-1 South Street
Marlborough
MA 01752
USA
+1 732 961 7610
groundit@newson-gale.com