

危化品仓库防雷防静电措施分析

谢雪萍 苏洪冲 (浙江鑫泰检测技术有限公司, 浙江 台州 317016)

摘要: 为解决危化品仓库中雷电与静电引发的安全事故问题,本研究对危化品仓库的防雷防静电措施进行深入分析。文章详细介绍了外部与内部的防雷系统设计、静电接地与泄放系统,以及材料与设备的防静电等级匹配,并强调了安全风险分级与动态评估、教育培训及应急演练的重要性。通过这些综合措施,旨在为安全管理人员提供实用的操作指南和风险控制策略。

关键词: 危化品; 仓库防雷防静电; 措施

中图分类号: TQ086.5

文献标识码: B

文章编号: 1674-5167 (2025) 018-0139-03

Analysis of lightning protection and antistatic measures for hazardous chemicals warehouse

Xie Xueping, Su Hongchong(Zhejiang Xintai testing Technology Co., LTD, Taizhou Zhejiang 317016, China)

Abstract: in order to solve the safety accidents caused by lightning and static electricity in hazardous chemicals warehouse, the lightning protection and static electricity protection measures of hazardous chemicals warehouse were analyzed in this paper. This paper introduces in detail the design of external and internal lightning protection system, electrostatic grounding and discharge system, and the matching of antistatic grade between materials and equipment, and emphasizes the importance of safety risk classification and dynamic assessment, education and training and emergency drill. Through these comprehensive measures, the aim is to provide practical operational guidelines and risk control strategies for safety managers.

Keywords: hazardous chemicals; warehouse lightning protection and antistatic; measures

危化品仓库由于其存储物资的特殊性,对安全防护的要求极为严格。特别是防雷和防静电措施的有效实施,对于防止火灾和爆炸事故至关重要。雷电和静电不仅能引发直接的物理损害,还会触发连锁的安全事故。因此,建立和优化危化品仓库的防雷防静电系统,对于确保仓库安全运营和保护人员安全具有重要意义。

1 危化品仓库雷电与静电危害机制分析

1.1 静电积累与放电机理

静电在危化品仓库中的积累主要源于物料的搬运和加工过程,特别是在装卸、分装或混合等操作中。当危化物质(如易挥发的液体或粉末)与容器或输送设备接触时,由于接触带电和分离过程,电荷会在物料表面积累。若地面和操作设备接地不良,这些静电电荷不能有效泄放,累积到一定量时,其放电电位可达数千伏至数万伏,足以引发火花放电。此外,环境因素如相对湿度的降低也会显著增加静电积聚的危险。例如,当相对湿度从75%降至25%时,某些材料的静电电荷可以增加至原来的4倍。静电放电(ESD)不仅能引燃可燃气体和蒸汽,还会触发粉尘爆炸,这种现象在粉状或纤维状物质的处理中尤为常见^[1]。

1.2 雷电感应与直击雷对仓储环境的影响

雷电对危化品仓库构成严重威胁,尤其是直击雷

和感应雷。直击雷能够直接击中仓库设施,其电流高达数万安培,瞬间释放能量高达数千兆焦耳,易直接导致仓库建筑的损坏并引发火灾或爆炸。雷电感应则是由雷电云和地面之间的强大电场间接产生的效应,可以在仓库内部电气系统中诱发危险的电压和电流,对电气设备和防爆系统造成破坏。统计数据表明,感应雷是造成危化品仓库雷电事故的主要原因,占比达到70%以上。为此,合理设计的接闪器和完善的接地系统是必需的,以确保将雷电的冲击力有效转移至地面,最大限度地降低设施的损害。例如,接地系统的电阻值应严格控制在 10Ω 以下,以确保快速安全的电荷泄放。

2 危化品仓库防雷措施系统设计

2.1 外部防雷系统设计

外部防雷系统的设计对于危化品仓库至关重要,其主要目的是通过合理布局接闪器、引下线和接地系统来防止直击雷的危害。接闪器应选择避雷针或避雷带,按照建筑物的高度和周围环境的特点合理配置,确保覆盖所有易受雷击的区域。例如,建筑物每隔20m应设置一个避雷针,高度超过建筑物5m以上,以优化防护效果。引下线应采用不低于 50mm^2 的铜线或 100mm^2 的铝线,确保电流的迅速安全传导。关键

的接地系统则需采用低阻抗材料构建,且每个接地点的接地电阻值不得高于 10Ω ,以便能够迅速有效地将雷电电流引入地下,极大地降低设备受损的风险。此外,接地系统应与周围建筑物的接地系统相互独立,避免互相影响,同时每年至少进行一次电阻值测试,确保系统长期有效运行。

2.2 内部防雷与等电位连接

内部防雷与等电位连接是危化品仓库雷电防护的关键组成部分,主要通过建立有效的等电位系统来消除由雷电感应或操作错误引起的电位差。该系统涉及将所有金属构件、电气设备及其接地设施通过等电位连接条或线缆进行连接,确保在雷击事件中,电位能够均衡,避免电压升高造成的设备损坏。等电位连接条通常采用不低于 16mm^2 的铜材制成,其连接点的接触电阻应低于 $1\text{M}\Omega$,以保证电流能顺畅通过。此外,所有接地点的接地电阻总和应维持在 2Ω 以内,以优化电流的分散与安全释放。在电力系统中,重要的是安装合适的过电压保护器 (SPD),这些设备应针对每一条电源线路和数据通信线路设计,以防止过电压波及到内部设备^[2]。

2.3 防雷系统运行维护管理

防雷系统的运行维护管理对于确保危化品仓库安全至关重要,涉及系统的定期检测、评估与维修,以持续提供最优防护。首先,接地系统的维护是核心,需要每半年进行一次电阻测试,确保所有接地点的电阻值不超过 10Ω ,符合国家标准 GB50057 的规定。同时,检查引下线是否完好无损,任何损坏或腐蚀都必须立即修复,以保持其导电性能。此外,所有接闪器和过电压保护器 (SPD) 也应包括在内部检查范围内,这些设备应至少每年检查一次,以评估其损耗程度和保护效能,必要时进行更换或升级。系统的维护还包括对所有电气设施和金属结构进行等电位检测,确保无潜在电压差引起的危险。

3 危化品仓库防静电技术控制措施

3.1 静电接地与泄放系统

静电接地与泄放系统是控制危化品仓库中静电风险的核心技术措施,其设计和实施需要精确遵循电气工程的高标准。该系统主要包括接地杆、接地线和接地网,这些组件必须使用电阻率低、导电性好的材料,如铜或镀锌钢。接地系统的设计需确保在任何操作条件下均能迅速有效地泄放静电,从而防止静电积聚到足以触发火花放电的水平。例如,装卸易燃液体的金属容器,其接地电阻通常要求不得超过 10Ω ,以确保静电能够被有效迅速地传导到地面。此外,静电泄放系统还应包括足够数量的接地点,以及与地面的多点

连接,这些接地点应均匀分布于作业区域,尤其是在静电产生较多的区域,如装卸区和混合区。

在实际应用中,例如在一个涉及存储和处理大量可燃化学品的大型仓库中,会安装一个包含数百个接地杆的复杂接地网,每个接地杆间的距离不超过 30m。这样的设计不仅能够提供连续的静电泄放路径,还能确保在任何地点的静电积聚都能迅速被中和。此外,定期维护和检验也是系统有效性的关键,包括使用专业设备测量接地电阻,并检查所有接地连接的完整性和导电性能,以防止由于材料老化或环境因素导致的性能下降。通过这些综合措施,可以显著降低静电引发的火灾和爆炸风险,保障仓库的安全运营^[3]。

3.2 静电屏蔽与中和技术

静电屏蔽与中和技术在危化品仓库的防护中起到关键作用,通过使用专业的防静电材料和设备,有效地减少静电的产生和积累。静电屏蔽通常涉及在仓库的关键区域使用导电或抗静电材料,如导电涂层或地面材料,这些材料的表面电阻率通常控制在 $10^4 \sim 10^6\Omega$ 之间,能够安全地导出静电,避免静电积聚。例如,在装卸易燃物质的区域,地面覆盖导电橡胶或包含导电纤维的 PVC,这些材料不仅提供物理保护,也确保任何静电荷都可以被有效地引导至地面。

静电中和设备,如离子风机和静电棒则被用于中和处理过程中产生的静电。这些设备通过产生大量带电的离子,中和空气中的静电荷,有效减少放电事件。离子风机在操作区域的上方安装,可以覆盖较大的处理区域,常用于装填或混合操作过程中。静电棒的应用则更加针对性,常安装在输送带或填充口附近,直接中和通过物料流动产生的静电。在实际应用中,一个仓库需要安装多个这样的设备,确保所有潜在的静电危险区都得到有效控制。此外,定期的性能测试和维护是确保这些系统持续有效的必要措施,特别是在高尘埃环境下,离子发生器的维护尤为重要,以保持其最佳性能。通过这些措施,可以显著提高仓库内的安全水平,有效预防静电相关的火灾和爆炸事故。

3.3 控制作业过程中的静电产生

在危化品仓库中控制作业过程中的静电产生是防止静电引发火灾和爆炸的关键措施。通过合理设计作业流程和使用专用的防静电设备,可以有效减少静电的产生。首先,所有与危化品接触的设备和容器都应使用导电材料制造,并确保良好的接地。例如,输送带系统中,应选用导电性能良好的橡胶材料,并装配接地刷,确保静电能够从输送带表面持续导出。此外,在装卸或转移易挥发化学品时,操作速度应控制在安全范围内,避免通过快速流动产生过多静电。例如,

液体转移速度不宜超过 1m/s, 以减少由流速引起的摩擦电荷。

在作业人员方面, 应要求全体员工在仓库内穿着防静电服装, 包括防静电鞋和手套, 这些服装材质应能有效放电, 并定期检查其性能, 确保防静电性能符合国家安全标准。操作区域的环境控制也至关重要, 保持相对湿度在一定水平 (例如 50% ~ 60%) 可以显著减少空气中静电的产生。对于特别敏感的区域, 还可以安装静电空气加湿器, 通过维持适宜的湿度水平来抑制静电的积累。通过这些综合措施, 危化品仓库可以有效地控制作业过程中的静电产生, 从而显著降低由静电引起的安全风险。

3.4 材料与设备防静电等级匹配

确保危化品仓库中使用的材料与设备具备相匹配的防静电等级是至关重要的安全措施。这一策略涉及对所有使用的材料和设备进行严格的防静电性能分类和测试, 确保其能够满足特定操作环境的安全需求。例如, 按照国际电工委员会 (IEC) 标准, 防静电材料分为三类: 导电材料 (表面电阻小于 $1 \times 10^4 \Omega$), 耗散型材料 (表面电阻在 $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^{11} \Omega$ 之间), 和绝缘材料 (表面电阻超过 $1 \times 10^{11} \Omega$)。在危化品仓库中, 通常优先选择导电或耗散型材料, 以保证任何积聚的静电都能被有效地引导至地面^[4]。

具体实施时, 仓库内所有的储存容器、输送系统和操作台均应使用符合最低耗散型标准的材料制造, 以避免静电的积聚和随后的放电风险。此外, 工作区域的地面应覆盖导电或静电耗散地板, 地板材料的选择应基于预期的静电负荷和使用频率, 通常地板的表面电阻应控制在 $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^9 \Omega$ 范围内。所有这些材料和设备的防静电性能必须定期进行测试和验证, 使用专业设备如静电电位计和表面电阻仪进行评估, 以确保其持续符合安全标准。

此外, 特别对于那些操作敏感电子设备的区域, 还需要采用更高标准的防静电措施, 比如设置特定的静电保护区 (EPA), 在这些区域内, 所有设备、工具和个人防护装备都必须满足严格的静电控制标准, 以防止静电对敏感设备造成损害。通过这种全面且系统化的材料与设备防静电等级匹配措施, 可以显著降低危化品仓库的静电相关风险, 确保仓库操作的安全性。

4 防雷防静电的综合管理体系构建

4.1 安全风险分级与动态评估机制

在危化品仓库中构建有效的安全风险分级与动态评估机制是至关重要的。该机制涉及对所有操作环节的风险进行分级, 如雷电和静电风险分别按照其潜在的损害严重性和发生概率进行分类。例如, 将雷电风

险划分为高、中、低三级, 基于历史数据和气象条件进行评估。动态评估则通过实时监控环境参数如温度、湿度和电场强度, 以及工作区域的静电控制状态, 调整现场作业的安全措施和预警级别。这种评估机制采用先进的监测系统和数据分析工具, 确保风险评估的及时性和准确性, 为制定相应的防护和应急措施提供科学依据。

4.2 教育培训与应急演练机制

危化品仓库的安全管理还必须包括全面的教育培训与应急演练机制。该机制确保所有仓库员工都能通过定期的培训课程了解防雷防静电的最新技术和操作规程。培训内容包括正确的设备操作、紧急情况下的行为准则以及如何使用个人防护装备等。此外, 应急演练定期进行, 模拟雷电和静电引发的火灾或爆炸场景, 测试和改进应急响应计划。例如, 每半年进行一次全员演练, 确保每位员工都能熟练地执行紧急撤离、救援操作和事故通报流程^[5]。

5 结语

总而言之, 确保危化品仓库中的防雷和防静电措施的有效性是维护安全的关键。通过系统地设计和实施外部与内部防雷系统、静电接地与泄放设施、以及对材料和设备的精确防静电等级匹配, 可以显著减少由雷电和静电引起的安全事故。同时, 通过建立安全风险分级与动态评估机制, 结合持续的教育培训和应急演练, 危化品仓库能够提高对潜在危险的响应能力和整体安全管理水平。未来, 随着技术的进步和安全意识的提升, 这些防护措施的实施将更加精细化和自动化, 进一步提升危化品仓库的安全保障水平。

参考文献:

- [1] 危化品储存仓库安全管理“六必须”[J]. 安全与健康, 2022(10):78.
- [2] 黄韞瑾, 王志刚. 易燃易爆场所防雷检测技术方法分析与注意事项[J]. 科技与创新, 2022(20):169-171.
- [3] 石维峰. 浅谈甲类仓库电气防爆设计要点[J]. 中国设备工程, 2021(24):133-135.
- [4] 吴朝祥, 邢庆高. 关于设备防雷和防静电几个问题的探讨[J]. 石油化工自动化, 2025, 61(01):49-52+88.
- [5] 陈聪聪, 陈聪宇. 2+7 低碳竹纤维防静电工装防护面料的创新与应用[J]. 中国个体防护装备, 2024(06):36-37.

作者简介:

谢雪萍 (1988—), 女, 汉族, 浙江台州人, 本科, 注册安全工程师, 研究方向: 安全生产。

苏洪冲 (1990—), 男, 汉族, 河南洛阳市宜阳人, 注册安全工程师, 研究方向: 安全生产。