

防爆电梯电气安装技术

刘 浩

中海油天津化工研究设计院有限公司 天津 300131

摘要：防爆电梯电气安装技术是一项专门用于爆炸性环境（如油田、矿山、炼油厂等）的安装技术。该技术对电气部件的设计、制造、选型及安装工艺有严格要求，以确保电梯在爆炸性环境中安全运行。安装时需注意防爆电气设备的防爆有效性，合理选择电缆及密封圈材料，保证电气部件的防爆性能。同时，安装作业需遵守相关安全规范，确保不增加爆炸隐患。整个安装过程复杂且需谨慎操作，以保障防爆电梯的稳定性和安全性。

关键词：防爆电梯；电气安装；技术要点

引言：防爆电梯电气安装技术是针对爆炸性环境（如石油、化工、煤矿等易燃易爆场所）而发展出的专业安装技术。鉴于这些场所的特殊性，电梯除了需满足基本的运输需求外，还必须具备卓越的防爆性能。因此，本文深入探讨了防爆电梯电气安装的关键技术要点，旨在为相关从业人员提供理论依据和实践指导，以确保电梯在易爆环境中的安全运行，保障人员生命财产安全。

1 防爆电梯的基本概念与特点

1.1 防爆电梯定义

防爆电梯（Ex-elevator）是一种专为易燃易爆环境设计的垂直运输设备，它除了具备普通电梯的基本功能外，还特别强调其防爆性能。普通电梯主要用于一般建筑内的垂直运输，而防爆电梯则通过一系列特殊设计和制造工艺，以确保在存在爆炸性气体、蒸汽或粉尘的环境中安全运行，不会成为引爆源。这种电梯在结构上使用了无火花材料，电气系统也采用了本质安全型、隔爆型等防爆设计，从而大大降低了在易爆环境中发生火灾或爆炸的风险。

1.2 防爆电梯的应用领域

防爆电梯广泛应用于对安全性要求极高的行业，如石油化工、制药、火药生产及军事设施等。在石油化工企业中，防爆电梯常用于运输原油、天然气等危险品，以确保运输过程的安全。在制药行业中，由于生产线上可能存在易燃易爆的化学原料和成品，防爆电梯成为连接不同生产区域的最佳选择。此外，火药生产和军事设施中的弹药库等场所，也大量使用防爆电梯来保障运输安全。

1.3 防爆电梯的防爆设计原理

防爆电梯的防爆设计主要围绕防止危险火花引燃和危险高温引燃两个方面展开。首先，防止危险火花引燃

主要采用隔爆型、本质安全型等防爆型式的防爆电气设备实现。这些部件包括曳引电动机、制动器、限速器、安全钳以及相关电气控制元件等。隔爆型防爆电气设计通过可靠的设备外壳和隔爆接合面的特殊外壳结构将电器设备腔体内部产生的火花或爆炸的引燃效应限制于隔爆腔体内部，进而避免点燃腔体外爆炸性气体。本质安全型设计则是通过限制电路中的能量，使其在正常工作 and 规定的故障条件下产生的任何火花或热效应均不能点燃规定的爆炸性气体环境。其次，防止危险高温引燃的方法包括将控制电器发热温度，或采用散热、加注润滑油等措施来降低传动部件温度。

2 防爆电梯电气安装前的准备工作

2.1 防爆电梯电气安装前的环境因素与场地要求

在进行防爆电梯电气安装前，首先需要对安装环境进行全面分析。这包括但不限于对易爆物质的种类、浓度、分布范围以及可能存在的点燃源的了解。例如，在石油化工行业，需要明确哪些区域可能含有易燃易爆的气体或蒸汽，以及这些物质的可能浓度。这些信息对于确定电梯的防爆等级、选择合适的防爆设备以及制定安全操作规程至关重要。同时，场地要求也是不可忽视的一环。防爆电梯的安装位置需要远离明火、高温以及其他潜在的点火源。此外，电梯井道的设计和构造也应符合防爆要求，如井道的密封性、通风条件以及井道内壁的防爆处理等。另外，还需考虑电梯运行对周围环境的影响，如噪音、振动等，以确保不会对易爆物质产生扰动或引发安全隐患。

2.2 安装前的材料准备

材料准备是防爆电梯电气安装前的另一项重要任务。首先，电缆作为电气系统的重要组成部分，必须选用符合防爆要求的专用电缆。这类电缆通常具有特殊的绝缘层和护套，能够抵御高温、腐蚀等恶劣环境，同时

确保电流的稳定传输。其次,密封圈也是防爆电梯电气安装中不可或缺的材料。密封圈通常安装在电缆引入装置中,用于防止易爆物质从电缆与装置之间的缝隙中渗入电梯井道或电气控制室^[1]。因此,密封圈的材料、尺寸以及安装方式都需要严格遵循相关的防爆标准。除了电缆和密封圈外,引入装置也是电气安装中的关键部件。引入装置不仅需要具备良好的防爆性能,还需要便于电缆的接入和固定。在选择引入装置时,应充分考虑其结构特点、安装方式以及与其他设备的兼容性。

2.3 安装前的技术准备

技术准备是确保防爆电梯电气安装顺利进行的关键环节。首先,测量放线是不可或缺的一步。通过对电梯井道、机房以及电气控制室等关键区域的精确测量,可以确定电缆的走线路径、接入装置的安装位置以及导轨的安装位置等。这些测量数据将为后续的安装工作提供重要依据。其次,导轨安装位置标记也是技术准备中的一项重要内容。导轨作为电梯运行的重要支撑部件,其安装位置和精度直接影响电梯的稳定性和安全性。因此,在进行导轨安装前,需要对井道内壁进行精确的标记,以确保导轨的安装位置和精度符合设计要求。此外,还需进行电气控制系统的调试和测试。这包括对电梯控制柜、信号系统、安全保护装置等进行功能性和可靠性测试。这些测试可以及时发现并解决潜在的问题,确保电气系统能够正常运行并满足防爆要求。

3 防爆电梯电气安装技术要点

3.1 电缆设备的安装

(1) 电缆设备的选择原则与质量检查。在防爆电梯的电气安装中,电缆设备不仅是能量传输的媒介,更是防爆安全的关键环节。因此,选择合适的电缆及其配套密封圈至关重要。电缆应选用具有耐燃、耐高温且耐腐蚀的专用电缆,其导体截面、绝缘层厚度及护套材料均需符合防爆电梯的特殊要求。质量检查方面,应确保电缆表面无破损、裂纹,导体连接可靠,绝缘电阻符合标准,且电缆标识清晰。密封圈作为电缆引入装置的关键部件,其材料需具备优异的弹性、耐磨性和耐腐蚀性,同时应与电缆外径紧密配合,形成有效的密封屏障。在选型时,需确认规格型号与电缆及引入装置相匹配。质量检查还应包括密封圈外观无瑕疵、无老化迹象,以及尺寸精度满足设计要求。(2) 电缆设备的接入方法。电缆接入时,首先需确保密封圈与电缆的完美匹配,避免过紧或过松导致密封失效。安装时,应将电缆穿过密封圈,在压缩密封圈过程中确保密封圈均匀受力,无扭曲或变形。随后,使用专用工具将密封圈压紧至规定程

度,以形成可靠的密封效果。此过程中,需特别注意密封圈与电缆、引入装置之间的间隙控制,防止气体或液体渗漏^[2]。(3) 未使用入口的封堵处理。未使用入口须采用防爆封堵件进行封堵,防爆封堵件应通过防爆认证,且其选型应适配相应的防爆电器设备。

3.2 电气控制柜的设计与安装

(1) 防爆设计原则。电气控制柜是防爆电梯电气系统的核心,其设计需严格遵循防爆原则,其防爆型式有限选择隔爆型。外壳强度方面,应采用高强度、耐腐蚀的材料制作,并经过特殊处理以提高其耐爆等级。隔爆面需按照相应标准进行设计,确保在爆炸发生时,能够将爆炸限制在隔爆腔体内,防止火焰向外部扩散。(2) 内部结构安装要求。电气控制柜内部结构复杂且精密,各部件的安装需严格按照设计要求进行。接线腔作为电缆与电气元件的连接点,其布局应合理,便于接线操作和维护。接线时应遵循“先主后辅、先内后外”的原则,确保接线牢固、清晰,并使用专用接线端子,以减少接触电阻和故障风险^[3]。(3) 安装位置与固定方法。电气控制柜的安装位置应便于操作、观察和维修,同时需考虑防潮、防尘、防震等因素。在防爆电梯系统中,电气控制柜通常安装于机房内,且应远离易爆物质储存区。固定时,应采用专用固定件,确保电气控制柜稳定可靠,避免在运行过程中产生晃动或位移。此外,还应定期检查固定件的状态,发现松动或损坏时及时更换。

3.3 其他电气部件的安装

(1) 防爆选型与安装要求。曳引机、制动器、限速器等关键电气部件在防爆电梯中扮演着重要角色,其选型需严格遵循防爆标准,确保在易爆环境中能够安全运行。曳引机应选用防爆型电机,并配备相应的防爆减速器,其安装位置应便于维护和检修。制动器则需具备可靠的制动性能和防爆性能,安装时应确保其与曳引机的同轴度满足设计要求,以提高制动效果。限速器作为电梯的安全保护装置,其安装位置应准确,且应与电梯的运行速度相匹配,以确保在电梯超速时能够及时动作,保护乘客安全。(2) 连接与协调。各电气部件之间的连接与协调是防爆电梯电气安装中的重要环节。连接时应确保接线正确、牢固,且各部件之间的信号传输稳定可靠。此外,还需注意各部件之间的配合精度和间隙控制,避免因安装不当导致部件之间的摩擦、碰撞或产生火花。在调试阶段,应逐一检查各部件的运行状态和协调性,确保整个电气系统能够正常运行并满足防爆要求。

4 防爆电梯电气安装中的常见问题与解决措施

4.1 电缆设备安装中的常见问题及解决措施

(1) 引入口未有效封堵: 电缆进入防爆控制箱或接线盒时, 若未进行有效封堵, 可能导致防爆性能的失效, 从而引发安全事故。针对这一问题, 首先要选用合格的引入口防爆密封材料, 如防爆胶泥、密封圈等, 并应严格按照操作规程进行封堵, 并使用专用的工具进行操作, 以确保封堵的严密性。此外, 还需定期检查电器设备引入口部位, 若发现老化或损坏, 应及时更换。

(2) 多根电缆共用引入装置: 在电气安装中, 有时会出现多根电缆共用同一引入装置的情况, 这也可能导致防爆性能失效。为解决这一问题, 应严格按照设计要求进行电缆的引入, 并为每根电缆配置独立的引入装置。若条件受限, 引入口不足以满足电缆数量时, 宜采用防爆接线盒将多股芯线/电缆合并为多芯电缆, 再引入相应电器设备内。在安装过程中, 还需注意电缆的排列与固定, 避免电缆间的相互挤压, 以确保引入装置的密封性能。

4.2 隔爆箱在安装与使用过程中可能出现的问题及解决方案

(1) 外壳腐蚀、损伤: 隔爆箱的外壳长期暴露在恶劣环境中, 易受到腐蚀和损伤。为延长其使用寿命, 应选用耐腐蚀、耐磨损的材料制作外壳, 并在安装过程中避免外壳受到撞击或划伤。同时, 应定期对隔爆箱外壳进行检查和维护, 若发现腐蚀、损伤, 应及时进行修理或更换。在维护过程中, 须对设备进行断电且充分放电, 宜采用防爆工具拆解, 并严格遵守操作规程, 以确保安全。(2) 紧固螺栓松动: 紧固螺栓的松动可能导致隔爆箱的密封性能下降, 进而影响电梯的防爆性能。为防止这一问题, 在安装过程中应严格按照设计要求拧紧螺栓, 并使用专用的防松垫圈或锁紧螺母。此外, 应定期对紧固螺栓进行检查和紧固, 确保其处于良好的工作

状态。在检查过程中, 需使用专用的检测工具, 以确保螺栓的拧紧力矩符合规定。

4.3 安装过程中的质量控制与监督

为确保防爆电梯电气安装的所有环节都符合防爆要求, 必须加强质量控制与监督。在安装过程中, 应制定详细的安装方案和操作规程, 并严格按照规程进行安装。同时, 应设立专门的质量监督小组, 对安装过程进行全程监督, 确保每个步骤都符合设计要求。在关键工序和隐蔽工程完成后, 应进行严格的检查和验收, 确保安装质量符合标准。此外, 还需定期对安装质量进行检查和评估, 发现问题及时整改, 以确保防爆电梯的安全性和可靠性。

结束语

综上所述, 防爆电梯电气安装技术是一项复杂而精细的系统工程, 它要求我们在设计、选材、施工及后期维护等各个环节都严格遵循防爆标准, 确保电梯在易燃易爆环境中的安全运行。通过本文的探讨, 我们期望能为相关从业人员提供有益的参考, 共同推动防爆电梯电气安装技术的不断进步, 为工业安全贡献力量。未来, 我们还将继续研究, 以应对更多挑战, 提升防爆电梯的整体性能。

参考文献

- [1] 王国军. 防爆电梯电气安装技术分析探讨[J]. 中国特种设备安全, 2020, (08): 77-80.
- [2] 张兴旺. 浅谈防爆电梯检验中应关注的问题[J]. 中国设备工程, 2020, (07): 70-71.
- [3] 王华, 查继明, 蔡福海. 简析防爆电梯检验中容易疏忽的几个问题[J]. 中国电梯, 2022, (05): 49-51.