

室内机电安装工程的高处作业防护措施

古文瑞 武玉波 王 曦 赵福军
北京京能地质工程有限公司 北京 102300

摘 要：室内机电安装工程中的高处作业面临诸多风险，为确保作业安全，需采取一系列防护措施，如规范作业平台的搭设与使用、加强临边与洞口的防护、正确佩戴个体防护装备等。同时，安全管理措施也不可忽视，包括作业前的准备与审批、现场监护与过程控制、安全培训与应急管理等。随着科技的发展，智能防护技术、模块化防护设施以及数字化管理平台等新兴技术的应用，为高处作业安全带来了新的解决方案和发展趋势。

关键词：室内机电安装；高处作业；防护措施

1 室内机电安装高处作业现状与风险分析

室内机电安装涉及通风空调、给排水、电气管线等多个系统，高处作业场景普遍存在，如吊顶内管线安装、设备吊装、管井作业等。与室外作业相比，室内环境空间受限，多存在交叉作业、障碍物多、照明条件复杂等问题，进一步增加了高处作业的风险。从事故统计数据来看，高处坠落是室内机电安装工程中最主要的安全事故类型之一。其风险来源主要包括以下几个方面：一是作业平台不规范，如脚手架搭设不合格、移动平台稳定性不足、登高工具（如梯子）使用不当等；二是防护设施缺失，如临边洞口未设置防护栏杆、安全网铺设不规范、安全带未正确佩戴或系挂点不合理等；三是人员安全意识薄弱，作业人员违章操作、冒险作业现象时有发生，如未系安全带、在不稳定的构件上作业等；四是环境因素影响，如室内光线不足、地面湿滑、通风不良导致缺氧或有毒气体聚集等；五是管理不到位，缺乏有效的安全培训、现场监护缺失、应急预案不完善等。

不同类型的高处作业风险特点各异。例如，吊顶内作业空间狭小，管线密集，作业人员容易被绊倒或碰撞，且逃生通道有限；管井作业深度大，存在坠落和物体打击的双重风险；设备吊装过程中，起重机械操作不当或吊装点设置不合理，可能导致设备坠落并引发连锁事故。因此，针对不同场景的风险特点制定专项防护措施，是降低事故发生率的关键^[1]。

2 高处作业防护设施与技术措施

2.1 作业平台防护

作业平台是高处作业的基础保障，其安全性直接决定了作业的风险程度。脚手架作为常用的作业平台，在搭设过程中需严格遵循相关规范：立杆间距、横杆步距应根据荷载计算确定，立杆底部需设置垫板和扫地杆，剪刀撑应连续设置以增强整体稳定性。对于室内狭小空

间，可采用门式脚手架或移动脚手架，但移动脚手架必须安装制动装置，使用时固定轮锁死，且严禁在移动状态下作业。移动式升降平台（如高空作业车、液压升降台）适用于高度变化频繁的作业场景。使用前需检查平台的制动系统、限位装置、液压系统是否正常，作业时平台四周应设置护栏，护栏高度不低于1.2m，平台上荷载不得超过额定值，且人员站立区域需铺设防滑垫。另外，升降平台与墙面或其他固定结构之间应设置缓冲装置，防止碰撞引发晃动；梯子作为简易登高工具，使用时需注意：梯子与地面夹角应在60°-75°之间，顶端应与固定物可靠连接，严禁两人同时在同一梯子上作业。人字梯应设置防滑铰链和限位装置，禁止将人字梯当直梯使用。在光滑地面使用梯子时，需在梯脚加装防滑垫；在架空管线或构件上作业时，梯子必须与管线或构件固定牢固。

2.2 临边与洞口防护

室内机电安装中，吊顶开口、管井口、电梯井口等洞口是坠落风险的高发区域。对于边长小于500mm的洞口，可采用盖板覆盖并固定；边长在500mm-1500mm的洞口，应设置周边护栏，护栏高度不低于1.2m，且护栏内侧需挂设密目安全网；边长大于1500mm的洞口，除设置护栏外，还应在洞口下方张设安全平网。管井作业的防护尤为重要。管井内每隔两层（不超过10m）应设置一道安全平网，作业人员进入管井前需检查平网的完整性和牢固性。管井井口必须设置可开启的防护盖，防护盖应采用钢筋网格或钢板制作，开启时需有专人监护，作业完成后立即关闭。此外，管井内作业需使用防坠器，作业人员安全带应与防坠器连接，确保坠落时能迅速制动；吊顶内作业时，龙骨和吊杆的承重能力需经过验算，严禁在未固定的龙骨上站立或行走^[2]。对于吊顶内的临边（如与墙体间隙、管线穿越处），应设置临时护栏

或安全绳,作业人员移动时必须沿安全绳行走,且随身携带的工具需放在工具袋内,防止掉落伤人。

2.3 个体防护与安全用具

个体防护装备是作业人员的最后一道安全防线,必须正确选择和使用。安全带应采用高挂低用的方式,系挂点应牢固可靠,如钢结构构件、专用吊环等,严禁系挂在管线、灯具等不承重的物体上。安全带的腰带、肩带应调节至贴合身体,且有足够的长度余量,每次使用前需检查安全带的织带是否有磨损、卡扣是否完好。安全帽需符合国家标准,帽壳应完好无裂纹,内衬缓冲垫应齐全,佩戴时需系紧下颚带,防止坠落时脱落。在光线不足的环境(如地下室、封闭吊顶)作业时,作业人员应佩戴头灯,头灯需具备防水、防爆性能,且续航时间满足作业需求;防滑鞋和绝缘手套是电气安装作业的必备装备。防滑鞋鞋底花纹应清晰,具有良好的抓地力;绝缘手套需定期进行绝缘测试,使用前检查是否有破损或老化现象。此外,高处作业时应携带工具袋,工具手柄应系防滑绳,防止工具坠落,对于小型零件(如螺栓、垫片),需放在专用容器内,避免遗落。

3 高处作业安全管理措施

3.1 作业前准备与审批

高处作业前必须进行详细的安全技术交底,交底内容包括作业地点的风险点、防护措施、应急处置方法等,交底人和作业人员需签字确认。对于三级及以上高处作业(高度超过15m)或复杂环境下的作业,应编制专项施工方案,经技术负责人审批后实施。作业前需对现场环境进行检查:清除作业区域下方的障碍物,设置警戒线和警示标志,禁止无关人员进入;检查作业平台、防护设施的完整性,如脚手架的立杆间距、护栏高度、安全网铺设等是否符合要求;确认照明、通风条件,对于封闭空间,需检测空气质量,确保氧气浓度在19.5%-23.5%之间,有害气体浓度不超过国家标准;高处作业需办理《高处作业许可证》,许可证应明确作业时间、地点、人员、监护人和安全措施,经安全员和项目负责人审批后方可作业。对于夜间作业或恶劣天气(如暴雨、大风)下的高处作业,需额外审批,且应有更严格的防护措施。

3.2 现场监护与过程控制

高处作业过程中必须设置专人监护,监护人应熟悉作业环境和安全措施,坚守岗位,不得擅自离开。监护人的职责包括:监督作业人员是否正确佩戴防护装备、是否遵守操作规程;检查作业平台和防护设施的状态,发现问题及时制止作业并上报;关注作业下方情况,防

止物体坠落伤人。作业人员应严格遵守“十不准”原则:不准违章作业;不准在无防护设施的情况下作业;不准在作业平台上嬉戏打闹;不准随意拆除或移动防护设施;不准在未固定的构件上作业;不准携带易燃易爆物品登高;不准在高处抛掷物料;不准在六级及以上大风或恶劣天气下作业;不准无证上岗;不准酒后作业。交叉作业时,各工种需协调配合,上下层作业之间应设置隔离层(如脚手板、安全网),严禁在同一垂直方向上同时作业。电气焊作业与其他作业同时进行,需采取防火措施,如铺设防火毯、配备灭火器等,防止火花引燃可燃物^[3]。

3.3 安全培训与应急管理

作业人员必须经过高处作业安全培训,考核合格后方可上岗。培训内容包括高处作业的风险识别、防护设施的使用方法、应急救援知识等,对于新进人员、转岗人员需进行再培训。培训应采用理论与实操相结合的方式,如模拟安全带系挂、脚手架搭设等实操训练。应急预案的制定和演练是应对突发事件的重要保障,预案应包括高处坠落、物体打击、触电等事故的应急处置程序,明确各岗位的职责和救援步骤。每年至少进行一次应急演练,演练后需总结评估,针对存在的问题完善预案。现场应配备急救箱,急救箱内应有绷带、止血带、夹板等常用急救物品,且定期检查补充。作业人员应掌握基本的急救知识,如止血、骨折固定、心肺复苏等,一旦发生事故,能迅速开展自救互救,同时拨打急救电话,等待专业救援。

4 典型场景防护案例分析

4.1 吊顶内管线安装防护

某办公楼通风空调管线安装工程中,作业人员需在6m高的吊顶内进行风管连接作业。施工单位采取的防护措施包括:采用满堂脚手架作为作业平台,脚手架立杆间距1.5m,横杆步距1.8m,立杆底部设置50mm厚木板垫板,四周设置1.2m高护栏,护栏内侧挂设密目安全网;作业人员佩戴双钩安全带,分别系挂在不同的龙骨吊环上,移动时交替更换系挂点;吊顶内每隔3m设置一盏防爆灯,确保照明亮度不低于50lux;工具袋内的扳手、螺丝刀等工具均系有防滑绳,防止掉落。通过这些措施,该工程在吊顶作业阶段未发生安全事故,同时提高作业效率。但在检查中发现,部分作业人员存在安全带系挂不牢固的情况,经现场监护人员提醒后立即整改,体现了过程控制的重要性。

4.2 管井内设备安装防护

某酒店给排水管井内水泵安装工程,管井深度20m,

直径1.5m。施工单位的防护措施有：管井内每8m设置一道安全平网，平网采用锦纶材料，网眼尺寸不大于10cm，周边与井壁牢固连接；作业人员使用防坠器，防坠器与管井顶部的专用吊环连接，安全带与防坠器挂钩连接；管井井口设置可翻转的钢板防护盖，防护盖重量不小于5kg，开启时由监护人手持，关闭后上锁；作业前检测管井内氧气浓度为21%，符合安全标准，同时配备轴流风机进行通风，每小时换气次数不少于6次。该工程通过严格的防护措施，确保了设备安装的顺利进行，为类似管井作业提供了可借鉴的经验。

5 室内机电安装工程的高处作业防护措施创新与发展趋势

5.1 智能防护技术的应用与拓展

随着物联网、大数据和人工智能技术的快速发展，智能防护技术在室内机电安装工程的高处作业中得到广泛应用。智能安全网作为其中的代表，不仅具备传统安全网的防护功能，还集成了高精度传感器和实时通信模块。当有物体撞击网体时，传感器能立即检测到冲击力并触发警报系统，通过无线信号将警报信息发送至现场监控中心和作业人员的智能终端，确保下方人员能够及时避让，有效避免物体打击事故的发生。另外，可穿戴设备如智能安全帽的普及，进一步提升了高处作业的安全管理水平。智能安全帽不仅具备基本的防护功能，还集成了GPS定位、SOS报警、环境监测等多种功能。通过内置的高精度传感器，能够实时监测作业人员的生理状态（如心率、体温）和作业环境参数（如温湿度、有害气体浓度），一旦发现异常情况，立即向后台管理系统发送警报，并启动相应的应急措施，确保作业人员的生命安全^[4]。

5.2 模块化防护设施的推广与应用

模块化防护设施以其安装便捷、可重复使用、适应性强等优点，在室内机电安装工程的高处作业中得到广泛推广。模块化脚手架作为其中的典型代表，采用标准化构件设计，通过螺栓连接方式快速组装，大大提高搭设效率。相比传统脚手架，模块化脚手架的搭设速度提高30%以上，且结构更加稳固可靠，能够有效承受作业过程中的各种荷载。同时，折叠式防护栏杆的出现，进

一步丰富了模块化防护设施的种类。这种防护栏杆采用轻质高强度材料制成，具有可折叠、易携带的特点。在作业过程中，可根据洞口或边缘的实际尺寸进行灵活调整，快速搭建起稳固的防护屏障。作业完成后，又可轻松折叠收纳，便于运输和存储，大大降低防护设施的使用成本。

5.3 数字化管理平台在安全管理中的作用

随着信息技术的飞速发展，数字化管理平台正成为高处作业安全管理的新利器。BIM（建筑信息模型）技术的引入，使得作业人员能够在虚拟环境中模拟作业场景，提前识别出潜在的风险点，并据此优化防护方案，实现了从设计到实施的全过程精细化管理。作业人员通过手机APP提交作业申请、接收安全交底，不仅简化了传统流程，还确保了信息的准确传递。同时，数字化管理平台能够自动记录作业过程中的各项检查数据，形成全过程可追溯的安全管理档案，有助于管理层及时发现管理漏洞并进行针对性的改进，不断提升高处作业的安全管理水平，为室内机电安装工程的安全高效推进提供有力支撑。

结束语

综上所述，室内机电安装工程中的高处作业防护措施是确保施工安全的重要环节。通过规范作业平台的搭设、加强临边与洞口的防护、提升个体防护意识以及实施严格的安全管理，可以有效降低事故发生率。未来，随着智能化、模块化和数字化技术的不断推广，高处作业的安全防护将更加高效、便捷和智能化。各方应持续关注这些新兴技术的发展，不断优化和完善防护措施，为室内机电安装工程的安全高效推进提供有力保障。

参考文献

- [1]刘黎明.机电工程项目电气设备安全管理、安装调试和风险管控[J].上海电气技术,2025,18(01):57-64+93.
- [2]陶利兵.机电设备安装工程的安全风险识别分析与评价[J].装备制造技术,2024,(07):113-116.
- [3]牛常辉.建筑机电设备安装工程施工技术浅析[J].中国设备工程,2023(6):244-246.
- [4]卢攀祥.浅谈机电安装工程监理中质量控制要点[J].建筑与预算,2021(11):56-58.