

机场场道改扩建工程电力管线预埋敷设施工技术

刘锋 姜倩倩

山东航空港建设工程集团有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i10.5077

[摘要] 本文旨在系统阐述机场场道改扩建工程中电力管线预埋敷设的核心施工技术,从前期策划、管材选择、工艺流程、交叉作业协调到质量控制与安全防护等多个维度进行深入剖析。文章严格遵循国家及民航行业相关规范标准,聚焦于直埋、排管等主流敷设方式,详细论述了沟槽开挖、管道安装、回填压实、预留预埋等关键工序的技术要点与质量控制措施,并重点探讨了在复杂场道环境下,如何有效协调土建、道面、助航灯光等多专业交叉作业,确保工程整体有序推进。通过本文的论述,旨在为同类工程提供一套系统、严谨、可操作的技术参考,以期提升我国机场基础设施建设的整体技术水平。

[关键词] 机场场道; 改扩建工程; 电力管线; 预埋敷设; 不停航施工

中图分类号: U415.6 文献标识码: A

Construction Technology of Embedded Electrical Pipeline Installation in Airport Runway Expansion and Reconstruction Projects

Feng Liu Qianqian Jiang

Shandong Aviation Port Construction Engineering Group Co., Ltd.

[Abstract] This paper systematically elaborates on the core construction technologies for embedded electrical pipeline installation in airport runway expansion and reconstruction projects. It conducts an in-depth analysis from multiple perspectives, including early-stage planning, pipeline material selection, construction processes, coordination of cross-disciplinary operations, quality control, and safety protection. In strict compliance with national and civil aviation industry standards, the study focuses on mainstream installation methods such as direct burial and duct bank systems. It details key technical points and quality control measures for trench excavation, pipeline installation, backfilling and compaction, as well as reserved and embedded components. It also emphasizes how to effectively coordinate multidisciplinary operations involving civil works, pavement engineering, and airfield lighting systems in complex airfield environments to ensure orderly project execution. This paper aims to provide a systematic, rigorous, and practical technical reference for similar projects, thereby improving the overall technical level of airport infrastructure construction in China.

[Key words] Airport Airfield; Expansion and Reconstruction Project; Electrical Pipeline; Embedded Installation; Non-Stop Operation Construction.

引言

随着我国航空运输业快速发展,既有机场容量趋于饱和,场道改扩建工程日益普遍。此类工程投资大、技术高、环境复杂、安全风险突出,其中电力管线作为贯穿全场的能源动脉,敷设路径覆盖跑道、滑行道、机坪等核心区域,必须与道面结构层、基层及土基施工高度协同。传统“先土建、后安装”模式已难以满足现代机场高标准、高效率建设需求,取而代之的是“同步规划、同步设计、同步施工”的一体化理念^[1]。电力管线预埋敷设正是该理念的关键环节,需在道面混凝土浇筑或基层铺设前,精准埋设保护管道或电缆沟,形成连续可靠的物理通道。该过程

涵盖地质勘察、管材选型、测量放线、沟槽开挖、管道连接、回填压实及成品保护等多道工序,每一步均须严格遵循规范,确保通道具备足够强度、刚度、耐久性即可维护性。系统研究该施工技术,对保障工程质量、控制进度、降低风险具有重要理论与实践意义。

1 施工前准备与策划

成功的预埋敷设始于周密的前期准备与策划。此阶段的工作质量直接决定了后续施工的顺畅程度。

1.1 图纸会审与深化设计

施工前,必须组织土建、电力、给排水、暖通、助航灯光等

各专业技术人员进行联合图纸会审。重点核查电力管线与其他地下构筑物(如雨水管、污水管、通信光缆、助航灯光电缆等)的空间位置关系,利用BIM(建筑信息模型)技术进行三维碰撞检查,提前发现并解决管线交叉、打架等问题。对于图纸中未明确或存在冲突的部位,应及时与设计单位沟通,出具设计变更或技术核定单,确保施工有据可依。同时,应根据现场实际情况,对施工图纸进行深化,绘制详细的管线综合排布图和节点大样图,为现场施工提供精确指导。

1.2 现场勘察与测量放线

在正式施工前,需对预埋区域进行全面的现场勘察。利用地质雷达、管线探测仪等设备,探明地下既有管线、障碍物及不良地质体的位置,避免盲目开挖造成破坏。在此基础上,依据批准的施工图纸,由专业测量人员进行精确的测量放线。放线内容包括管线中心线、沟槽开挖边线、检查井(手孔井)位置、过路预埋套管位置等。所有控制点均应设置牢固、醒目的标识,并做好记录,作为后续施工和验收的基准。

1.3 材料与设备准备

管材的选择是预埋工程质量的根本保证。机场场道环境下,电力管线保护管通常选用以下几种:(1)热浸镀锌钢管(SC管):具有高强度、高刚度和优异的抗冲击性能,能有效抵御道面重型机械碾压和混凝土浇筑时的压力,适用于穿越跑道、滑行道等重载区域。(2)MPP(改性聚丙烯)电力电缆保护管:具有优良的电气绝缘性、耐腐蚀性、抗高温软化性(维卡软化点可达120℃以上)和柔韧性,重量轻,便于运输和安装,接口采用热熔焊接,密封性好,是当前应用最广泛的非金属管材^[2]。(3)CPVC(氯化聚氯乙烯)电力电缆保护管:同样具有良好的耐腐蚀性和阻燃性,但其耐高温性能略逊于MPP管,适用于一般区域。所有进场管材必须具备出厂合格证、材质证明及第三方检测报告,并按规范要求对外观检查(无裂纹、凹陷、锈蚀)和尺寸抽检(壁厚、外径)。同时,准备好相应的连接件(如镀锌钢管的套管、MPP管的热熔焊机)、密封材料(如防水胶圈、密封胶)、支撑固定件(如管枕、支架)以及施工机具(挖掘机、夯实机、切割机、焊接设备等)。

2 核心施工工艺流程与技术要点

电力管线预埋敷设的核心工艺流程主要包括:沟槽开挖、管道基础处理、管道敷设与连接、检查井砌筑、管槽回填与压实、道面结构层施工配合等。

2.1 沟槽开挖与基础处理

沟槽开挖是预埋施工的第一步,其质量直接影响管道的安装精度和稳定性。(1)开挖深度与宽度:开挖深度必须严格满足设计要求。根据《电力工程电缆设计标准》(GB 50217-2018)及民航相关规范,在非冻土地区,车行道下电力管线路顶覆土深度不应小于1.0米,人行道或绿化带下不应小于0.7米。沟槽宽度应根据管道外径、数量及施工操作空间确定,通常为管道外径总和加400mm至600mm。(2)开挖方式:优先采用机械开挖,接近设计标高时(约200-300mm),应改为人工清底,以避免扰动原状土

基。开挖出的土方应分类堆放,好土用于回填,弃土及时外运。(3)基础处理:沟槽底部应平整、密实,无积水、淤泥和杂物。若遇软弱地基或地下水位较高,需进行换填(如级配砂石)或采取降水措施。管道下方通常需铺设一层100-150mm厚的中粗砂垫层,并洒水夯实,以提供均匀支撑,防止管道因局部应力集中而损坏。

2.2 管道敷设与连接

管道敷设是预埋施工的核心环节,其关键在于保证管道的平直度、坡度和接口的密封性。(1)敷设顺序:管道应从下游向上游敷设,承口(或扩口)朝向水流方向(即上游),以便于后续穿缆和排水。(2)管道连接:镀锌钢管主要采用套管焊接或丝扣连接。焊接时应保证焊缝饱满、无夹渣、无气孔,并做好防腐处理;丝扣连接则需缠绕生料带,确保密封^[3]。MPP/CPVC管采用热熔对接焊。焊接前需将管端切平、清洁,加热板温度控制在200-220℃,加热时间、切换时间和冷却时间需严格按管材规格和环境温度执行。焊接完成后,接头处应形成均匀的翻边,无气泡、无虚焊。(3)管道固定与坡度:管道敷设后,应立即用管枕或砂土进行临时固定,防止移位。管道应保持一定的纵向坡度(通常不小于0.3%),以利于管内积水排出。管道的弯曲半径应符合规范要求,MPP管的最小弯曲半径通常不小于管外径的75倍(《DL/T 802.7-2010》《GB/T 26120-2010》等行业标准),严禁强行弯曲。

2.3 检查井(手孔井)施工

检查井是管线维护、检修和分支的重要节点,其施工质量至关重要。(1)定位与砌筑:检查井位置应严格按照图纸放线定位。井体通常采用砖砌或混凝土现浇。砖砌时砂浆饱满,灰缝均匀;混凝土浇筑时振捣密实,模板支撑牢固。(2)管道接入:管道接入井壁时,应使用专用的防水套管或预埋件,管道与套管之间的环形间隙应用柔性防水材料(如沥青麻丝、膨胀水泥)封堵严密,防止地下水渗入。(3)井内处理:井底应做集水坑,井壁应抹灰光滑,并预埋爬梯。井盖应选用重型铸铁井盖,与周边道面齐平,确保飞机和车辆通行安全。

2.4 管槽回填与压实

回填是保护管道、恢复场地的关键步骤,必须分层、对称、均匀进行。(1)回填材料:管道两侧及管顶500mm范围内应回填细粒土或中粗砂,不得含有直径大于50mm的硬块、石子或冻土块,以防损伤管道。(2)回填方法:回填应在管道两侧同时进行,高差不得超过300mm,以防止管道受力不均发生偏移。每层虚铺厚度控制在200-300mm^[4]。(3)压实要求:回填土的压实度必须达到设计要求(通常不低于95%)。管道胸腔部分可采用木夯或小型振动夯人工夯实;管顶500mm以上可采用压路机压实,但需控制行驶速度和激振力,避免对管道造成冲击。

3 多专业交叉作业协调管理

机场场道改扩建工程是典型的多专业、多工序高度交叉的系统工程。电力管线预埋施工必须与土建、道面、助航灯光等专业无缝衔接。

3.1 与土建及道面施工的协调

电力管线预埋是道面结构层施工的前置条件。必须建立严格的工序交接制度。在道面基层(如水泥稳定碎石层)摊铺前,电力管线必须完成敷设、试通(穿引钢丝绳或疏通器)和隐蔽工程验收。验收合格后,方可进行上层结构施工。在混凝土道面浇筑过程中,需派专人看护预埋管口,防止混凝土浆液灌入堵塞管道。对于穿越混凝土板缝的位置,应按设计要求设置柔性套管或预留伸缩缝,避免因道面热胀冷缩导致管道被拉裂。

3.2与助航灯光及其他管线的协调

飞行区内,电力管线常与助航灯光一次电缆、通信光缆等平行或交叉敷设。必须严格遵守各专业管线间的最小净距要求(如电力电缆与通信光缆平行间距不小于0.5m,交叉间距不小于0.25m),必要时增设隔板或采用不同标高敷设。所有管线施工单位应共享统一的测量控制网和施工进度计划,每日召开协调会,通报当日作业内容和次日计划,确保各方信息对称,避免相互干扰。

3.3不停航施工管理

对于在运营机场内进行的改扩建工程,必须严格遵守不停航施工管理规定。预埋施工区域需设置符合民航标准的临时围界、警示灯和标志。施工时间应尽量安排在航班间隙或夜间,所有施工机具、材料不得侵入净空限制面。施工产生的FOD(外来物)必须及时清理,确保飞行区安全。

4 质量控制与安全防护

4.1质量控制措施

为确保预埋管线工程的卓越品质,必须构建一个覆盖全过程的质量控制体系。首先,在源头上要严把材料关,严格执行建筑材料和构配件的进场报验制度,对所有管材、连接件、密封材料等进行见证取样和复检,坚决杜绝任何不合格品流入施工现场。其次,在施工过程中要强化过程控制,对沟槽开挖、管道安装、回填压实等直接影响结构安全和使用功能的关键工序,实行监理工程师的旁站监督和隐蔽工程验收制度。质量控制的重点应聚焦于管道的整体直线度、设计要求的纵向坡度、所有接口的密封完整性以及回填土的分层压实度等核心指标。最后,在管道敷设完成后,必须进行严格的试验检测。通管试验是基本要求,通过穿引钢丝绳或专用的管道疏通器,可以直观地验证管道内部是否畅通无阻。对于某些特定设计要求的承压管道系统,还应进行更为严格的闭水试验或闭气试验,以检验其整体的密封性能。

4.2安全防护措施

安全是工程建设的生命线,在机场场道这种高风险环境中更是如此。针对沟槽开挖作业,必须制定专项安全方案,对于开挖深度超过1.5米的深沟槽,必须按照规范要求科学放坡或采取可靠的支护措施,并在沟槽边缘设置醒目的安全警示标志和夜间警示灯,防止人员或车辆意外坠落。在雨季施工时,还需加强对沟槽边坡的实时监测,预防因雨水浸泡导致的坍塌事故。施工用电安全同样不容忽视,必须采用TN-S三相五线制接零保护系统,确保每一台用电设备都做到“一机一闸一漏一箱”,即每台设备配备独立的开关、漏电保护器和专用配电箱。所有机械设备的操作人员必须持有有效的特种作业操作证上岗,并定期对设备进行维护保养,确保其处于良好状态。此外,对已敷设完成的管道,必须做好成品保护工作,所有管口应及时用专用堵头或编织袋进行有效封堵,防止泥沙、石块或其他杂物掉入管内。在回填作业期间,尤其要严禁大型施工机械直接在尚未被足够覆土保护的管道上方行走或碾压,以免造成管道压扁或破裂。

5 结语

机场场道改扩建工程中的电力管线预埋敷设是一项技术密集、管理复杂的系统工程。其成功实施依赖于科学的前期策划、严谨的工艺控制、高效的交叉协调和全面的质量安全保障。通过遵循本文所述的技术要点,特别是强化BIM技术应用、精细化过程管理和标准化作业流程,可以有效规避施工风险,确保预埋管线通道的高质量建成。这不仅为后续的电缆敷设奠定了坚实基础,更是保障机场这一国家重要交通枢纽长期、安全、高效运行的关键所在。未来,随着新材料、新工艺(如非开挖顶管技术)的不断发展,机场电力管线预埋技术也将持续演进,为智慧机场、绿色机场的建设提供更强有力的支撑。

[参考文献]

- [1]郭权.机场航站楼老旧电气系统改造技术方法研究[J].仪器仪表用户,2024,31(06):75-77.
- [2]付静.某枢纽机场零碳电力工程设计案例分析[J].绿色建筑与智能建筑,2025,(10):159-161+165.
- [3]李辉.民航机场电力规划研究[J].电工技术,2022,(06):161-165.
- [4]陈福龙.基于运营安全的民用机场电气工程供配电系统优化策略[J].灯与照明,2025,49(05):175-177.