

电力工程施工现场机电管线综合布置技术研究

张 昊 王 峰

南水北调中线信息科技有限公司 北京 100000

摘要：在电力工程建设规模持续扩大、施工复杂度不断提升的背景下，机电管线综合布置成为保障施工现场有序推进、提升工程质量与安全、控制施工成本的关键环节。电力工程施工现场机电管线种类繁多、布局密集，涵盖电力电缆、给排水、暖通、消防等多个系统，传统分散式布置方式易出现管线冲突、空间浪费、施工返工等问题，严重影响工程进度与运维安全性。本文结合电力工程施工现场特点，深入剖析机电管线综合布置的核心原则，梳理当前主流布置技术与应用要点，分析现存问题并提出优化对策，结合实际工程案例验证技术应用效果，旨在为电力工程机电管线规范化、精细化布置提供理论参考与实践指导，推动电力工程施工质量与效率同步提升。

关键词：电力工程；施工现场；机电管线；综合布置技术

1 引言

随着我国电力能源行业的快速发展，变电站、输电线路、配电工程等电力基础设施建设力度不断加大，电力工程施工呈现出规模化、复杂化、智能化的发展趋势。机电管线作为电力工程的“血脉”，贯穿于整个施工现场，其布置合理性直接决定工程施工质量、进度、成本及后期运维安全。电力工程施工现场环境特殊，兼具高空作业、交叉作业、带电作业等特点，机电管线布置不仅要满足各系统功能需求，还要兼顾施工安全、空间利用、检修便捷等多重要求。传统电力工程机电管线布置多采用二维图纸设计、各专业独立施工的模式，缺乏统一规划与协同管控，极易出现管线交叉碰撞、标高冲突、预留孔洞偏差、检修空间不足等问题，不仅增加施工返工成本、延误工期，还可能引发管线破损、漏电、渗漏等安全隐患，影响电力系统的稳定运行。近年来，随着建筑信息化、工业化技术的不断渗透，BIM技术、模块化布置、三维碰撞检测等新型技术逐步应用于电力工程机电管线布置中，有效弥补了传统布置方式的不足。基于此，本文针对电力工程施工现场机电管线综合布置技术展开系统性研究，明确布置核心原则，优化布置技术流程，解决实际施工中的痛点问题，助力电力工程施工实现精细化、标准化管理，提升工程整体建设水平，同时为同类工程提供可借鉴的实践经验^[1]。

2 电力工程机电管线综合布置核心原则

电力工程施工现场机电管线综合布置需结合工程特性、施工规范、现场环境等多方面因素，遵循科学性、实用性、安全性、经济性原则，统筹各专业管线布局，实现空间最优利用与施工有序衔接，具体核心原则如下：

（一）安全合规原则

安全是电力工程施工的首要前提，机电管线布置必须严格遵循《电力工程电气设计规程》《建筑机电工程施工质量验收标准》等国家及行业规范，确保管线敷设符合电力安全、消防、防雷、防腐等要求。电力电缆管线需与给排水、暖通、燃气等管线保持规范安全间距，避免电磁干扰、液体渗漏引发短路、漏电等安全事故；高压电缆管线需单独布置，设置明显警示标识，远离易燃易爆区域；所有管线布置需预留安全操作距离，满足施工与后期检修的安全操作空间，杜绝安全隐患。

（二）功能优先原则

机电管线综合布置需以满足各系统功能需求为核心，优先保障电力核心系统管线的敷设质量与布局合理性。针对电力电缆、控制电缆、通信电缆等核心管线，需根据电压等级、传输功能分类布置，避免不同类型电缆相互干扰；给排水、消防、暖通等辅助管线需围绕电力核心设备与管线布局，不影响核心系统的正常运行与功能发挥；同时兼顾管线的运维便捷性，便于后期检修、更换、扩容，降低全生命周期运维成本。

（三）协同避让原则

电力工程施工现场多专业交叉作业，机电管线种类繁多，布置过程中需遵循“小管让大管、有压管让无压管、弱电让强电、辅助管让主管、临时管让永久管”的协同避让原则。合理规划管线垂直与水平布局，优先布置大管径、核心管线，优化小管径、辅助管线路径，避免管线交叉冲突；针对管井、设备机房、电缆沟等管线密集区域，提前规划布局方案，实现多专业管线协同排布，减少施工中的调整与返工。

（四）空间优化原则

电力工程施工现场空间有限，尤其是变电站主控楼、

配电室内等区域,机电管线布置需最大化利用垂直与水平空间,避免空间浪费。采用分层、分区、分槽的布置方式,合理分管线敷设区域,充分利用墙体、吊顶、电缆沟、管井等空间,实现管线紧凑有序排布;同时控制管线整体占用高度,保障施工现场通行空间与设备安装空间,提升空间利用率,优化施工环境^[2]。

3 电力工程施工现场机电管线综合布置核心技术

3.1 二维图纸深化设计技术

二维图纸深化设计是机电管线综合布置的基础技术,适用于中小型电力工程或管线布局相对简单的施工现场。该技术以施工设计图纸为基础,组织电气、给排水、暖通、消防等各专业技术人员开展图纸会审,梳理各专业管线布局要点,排查图纸中存在的管线冲突、尺寸偏差、预留遗漏等问题。

3.2 BIM三维建模与碰撞检测技术

BIM技术作为当前机电管线综合布置的核心技术,在大型、复杂电力工程中应用广泛,可实现管线布置的可视化、数字化、精细化管控。其核心应用流程包括:首先基于电力工程施工现场实际尺寸与设计参数,通过Revit等软件搭建各专业机电管线三维模型,整合建筑结构、电力设备、管线系统等信息,构建完整的施工现场三维数字化模型;其次利用Navisworks软件开展硬碰撞、软碰撞检测,硬碰撞检测管线之间的直接交叉冲突,软碰撞检测管线间距不足、与结构构件间距不达标等问题,自动生成碰撞检测报告,标注冲突位置、类型与涉及专业。

3.3 模块化与预制化布置技术

模块化、预制化布置技术是实现电力工程机电管线工业化施工的重要手段,适用于标准化程度较高的电力工程区域,如变电站配电装置室、电缆沟、主控楼等。该技术将机电管线按照功能、区域划分为多个独立模块,根据三维模型数据,在工厂内提前完成管线的切割、焊接、组装、防腐等预制加工,标注模块编号与安装定位信息,运输至施工现场后直接进行模块化拼装。该技术可实现管线预制与现场施工同步推进,大幅缩短现场施工周期,提升管线安装精度与质量,减少现场作业量与施工污染;同时模块化布置便于后期管线的检修、更换与扩容,提升运维效率。施工过程中需严格把控模块加工精度与现场拼装定位,确保模块之间衔接顺畅,符合整体布局要求。

3.4 电缆沟与管井综合布置技术

电缆沟、管井是电力工程机电管线集中敷设的核心区域,管线密集、布局要求高,需采用专项综合布置技术。电缆沟综合布置需根据电缆电压等级、功能类型分层分槽敷设,高压电缆布置在下层或专用槽盒,控制电缆、

通信电缆布置在上层,设置防火隔板、阻燃封堵,做好防水、防腐、防雷处理;管井内管线采用竖向分层、横向分区布置,核心电力管线居中布置,辅助管线沿井壁排布,预留检修通道,明确管线标识,便于区分与检修。

3.5 支吊架一体化布置技术

支吊架是机电管线固定与承重的关键构件,其布置合理性直接影响管线稳定性与安全性。电力工程机电管线支吊架采用一体化布置技术,结合三维模型与管线布局,统一规划支吊架的位置、型号、间距,实现多专业管线共用支吊架,避免支吊架重复安装、间距过大或承重不足等问题。支吊架选型需根据管线重量、规格、材质确定,做好防腐、防锈处理,安装过程中严格控制垂直度与水平度,确保管线固定牢固;针对振动较大的管线,增设减震装置,减少振动对管线的损伤;支吊架布置需兼顾美观性与检修便捷性,不影响施工现场通行与设备操作^[3]。

4 电力工程机电管线综合布置现存问题

4.1 专业协同不足,图纸会审不深入

电力工程机电管线涉及电气、给排水、暖通、消防等多个专业,部分项目存在各专业独立设计、独立施工的现象,缺乏统一的协同管理机制。图纸会审环节流于形式,未全面排查管线冲突、标高偏差等问题,导致施工过程中频繁出现交叉碰撞,不得不临时调整管线路径,造成施工返工、工期延误与成本增加。

4.2 传统技术局限性突出,布置精度不足

中小型电力工程仍采用传统二维图纸布置技术,依赖技术人员经验,复杂场景下难以全面把控管线布局细节,易出现空间利用不合理、管线间距不达标等问题;部分项目虽引入BIM技术,但存在模型搭建不精细、碰撞检测不彻底、模型与现场脱节等问题,未能充分发挥技术优势。

4.3 现场施工管控不到位,偏差问题频发

施工现场管线安装过程中,部分施工人员未严格按照综合布置图纸与规范施工,存在管线定位偏差、支吊架安装不规范、管线弯折过度等问题;交叉作业时缺乏统一调度,各专业施工顺序混乱,破坏已安装管线,影响整体布置质量;同时现场技术交底不充分,施工人员对布置原则与技术要点掌握不足,导致施工质量参差不齐。

4.4 运维便捷性考虑不足,后期改造难度大

部分项目在管线布置过程中,过度追求空间紧凑与施工便捷,忽视后期运维需求,未预留充足的检修、扩容空间,管线标识不清晰,导致后期检修、更换管线难度大;未考虑电力工程扩容改造需求,管线布局缺乏灵

活性，后期改造需破坏原有结构与管线，增加改造成本。

4.5 材料与工艺管控不严，影响使用寿命

机电管线材料质量参差不齐，部分管材、线缆不符合电力工程规范要求，防腐、阻燃性能不达标；管线施工工艺不规范，如电缆敷设未做好屏蔽处理、给排水管线接口密封不严、支吊架防腐不到位等，易引发管线腐蚀、渗漏、电磁干扰等问题，缩短管线使用寿命，埋下安全隐患。

5 电力工程机电管线综合布置优化对策

5.1 构建多专业协同管理机制，强化图纸会审

建立健全多专业协同设计、施工管理机制，成立专项管线综合布置小组，整合电气、给排水、暖通、消防、土建等各专业技术人员，全程参与管线布置规划、设计、施工、验收环节。深化图纸会审工作，提前梳理各专业管线布局要点，采用二维叠加与三维建模相结合的方式，全面排查图纸问题，明确各管线定位、施工顺序与协同要求，形成会审纪要与优化方案，从源头杜绝管线冲突问题。

5.2 推广BIM技术应用，提升布置精细化水平

全面推广BIM三维建模与碰撞检测技术，针对大型、复杂电力工程，搭建精细化三维模型，实现管线全流程数字化管控。加强技术人员BIM技能培训，确保模型搭建精准、碰撞检测彻底、施工模拟到位；建立BIM模型与现场施工的联动机制，实时更新模型数据，及时调整现场施工偏差，实现模型与现场施工同步，充分发挥BIM技术在管线优化、成本管控、进度管理中的优势。

5.3 强化现场施工全过程管控，规范施工流程

加强施工现场管控，严格执行管线综合布置图纸与施工规范，做好技术交底工作，确保施工人员明确布置要点、施工工艺与质量标准；规范管线安装、支吊架固定、预留预埋等施工工序，实行样板引路制度，先打造标准化施工样板，验收合格后再全面施工；加强交叉作业调度，合理规划各专业施工顺序，避免施工干扰与管线破坏；安排专业技术人员现场旁站监督，及时纠正施工偏差，确保管线布置质量达标。

5.4 兼顾运维与扩容需求，优化布局设计

管线综合布置过程中，充分考虑后期运维、检修与扩容需求，预留充足的检修通道、操作空间与管线扩容余量；采用清晰、规范的管线标识，标注管线类型、规格、走向、用途，便于后期识别与检修；优化管线路径设计，采用模块化、标准化布局，提升管线布局灵活性，为后期电力工程扩容改造预留条件，降低全生命周期运维与改造成本。

5.5 严控材料与工艺质量，延长使用寿命

严格把控机电管线材料进场验收，核查材料质量证明文件、性能检测报告，杜绝不合格材料进场使用；优先选用符合电力工程规范、防腐阻燃、环保节能的管材、线缆与支吊架材料，确保材料性能满足工程需求。规范施工工艺，严格按照电力工程施工标准开展管线敷设、接口密封、防腐防锈、防火封堵等作业，做好管线屏蔽、减震处理，提升管线施工质量，延长管线使用寿命，保障电力系统安全稳定运行。

6 结语

电力工程施工现场机电管线综合布置工作系统性强，直接影响施工质量、进度、成本及运维安全。工程需遵循五大布置原则，采用BIM、模块化预制等技术，可有效解决管线冲突、返工等问题。针对当前存在的协同不足、管控薄弱等问题，通过完善管理机制、推广新技术、加强过程管控等措施，可显著提升布置水平。实践证明，科学应用综合布置技术，能够实现降本增效，具有较高的工程应用价值。

参考文献：

- [1]李刚.BIM技术在电力工程机电管线综合布置中的应用研究[J].电力工程技术,2022,41(03):187-192.
- [2]张健.变电站工程机电管线综合布置优化策略[J].电力系统装备,2021(12):145-146.
- [3]王浩.电力施工现场机电管线施工技术要点与质量控制[J].工程技术研究,2020,5(08):112-113.