

# 机电安装工程中高精度管线综合布置技术研究

陈 敏

焦作煤业(集团)新乡能源有限公司 河南 新乡 453000

**摘要:** 高精度管线综合布置技术是机电安装关键技术,由基础数据支撑、多专业协同规划、数字化建模、施工管控四大模块构成。其实施涵盖前期数据采集、多专业协同规划与冲突消解、精准建模与方案优化等环节。数字化技术驱动其升级,包括 BIM、激光扫描与定位、数字化施工与智能管控。同时,通过构建全流程质量管控体系、应用监测预警技术、建设运维数字化平台,保障质量与运维。

**关键词:** 机电安装工程;高精度管线;综合布置;技术

引言:在机电安装工程领域,高精度管线综合布置至关重要,其关乎工程整体质量与运行效能。这一技术体系高度集成复杂,融合多专业设计规范、科学空间规划、先进数字化技术与成熟施工工艺。从前期数据采集到多专业协同规划,再到精准建模与数字化升级,每个环节紧密相连。同时,全流程质量管控、管线运行监测预警以及运维数字化平台建设等策略,为管线布置质量与运维保障提供有力支撑。下文将深入剖析该技术体系构成、实施环节、升级路径及保障策略。

## 1 高精度管线综合布置技术体系构成

高精度管线综合布置技术作为机电安装工程中的关键技术,是一个高度集成且复杂的综合技术体系。它深度融合了多专业设计规范、科学的空间规划方法、先进的数字化技术以及成熟的施工工艺,其核心宗旨在于达成管线布置在空间层面的高度合理性、施工环节的精准无误性以及运行过程的高效稳定性。

该技术体系主要由四大核心模块紧密协作构成。基础数据支撑模块是整个体系的基础基石,它承担着全面收集建筑结构信息、各专业管线详细参数等关键核心数据的重任,这些数据犹如精准的坐标,为后续的规划与建模工作提供了坚实可靠、精准无误的依据。多专业协同规划模块则发挥着打破专业界限的关键作用,它能够有效整合不同专业的设计思路与需求,实现各专业管线的统筹布局,并通过先进的模拟技术进行冲突预演,提前发现并解决潜在问题。数字化建模模块借助专业的软件工具,构建出逼真、直观的三维管线模型,将原本抽象的管线布置以立体化的形式清晰呈现,便于各方人员直观理解与深入分析。施工管控模块聚焦于现场施工环节,通过严格的过程监督与精准的执行管理,确保设计方案能够原汁原味、精准无误地落地实施,从而全方位保障管线布置的高精度实施效果<sup>[1]</sup>。

## 2 高精度管线综合布置关键实施环节

### 2.1 前期数据采集与需求分析

前期数据采集与需求分析作为高精度管线布置工作的基石,其重要性不言而喻,为后续工作筑牢了坚实基础。(1)在数据采集环节,要秉持全面、精准的原则。需广泛收集建筑结构图纸,从中获取建筑层高、梁体尺寸、墙体位置等关键结构信息;同时,收集各专业管线设计图纸,明确管线管径、材质、走向要求等参数。此外,现场实测数据也不可或缺,通过实地测量确保数据的真实性与可靠性。采集完成后,要严格核实数据的准确性与完整性,任何微小误差都可能引发后续规划的连锁偏差。(2)需求分析方面,要紧紧密结合建筑使用功能。明确各专业管线在运行过程中的压力、流量、温度等技术要求,以此为依据梳理各管线的优先级排序。这不仅有助于合理分配管线空间,还能为布局优化提供有力支撑。同时,还需提前预判施工过程中可能遭遇的空间限制与技术难点,并制定针对性的应对方案,确保管线布置工作顺利推进。

### 2.2 多专业协同规划与冲突消解

多专业协同规划在高精度管线综合布置里,是化解管线交叉冲突的关键核心环节。传统模式下各专业独立设计,极易造成管线布局混乱、冲突频发,而多专业协同规划打破这一局限,通过跨专业的深度沟通与全面统筹规划,达成管线空间布局的最优化。(1)实施时,要组建涵盖给排水、暖通、电气、消防等多专业的协同团队,借助先进的协同设计平台开展联合规划工作。将各专业管线统一纳入特定空间坐标系,开展精准布局设计。规划过程中,严格遵循“小管让大管、有压管让无压管、支管让干管”等基本原则,充分考虑建筑空间结构特点,科学合理地分配管线敷设空间,优化管线走向。(2)运用冲突检测技术对初步规划方案展开全面细致排查,精准

识别管线与管线之间、管线与建筑结构之间的冲突点。依据冲突类型,制定个性化的消解方案,像调整管线走向、优化管径尺寸,或是采用综合管廊等先进方式,确保最终管线布局科学合理、毫无冲突<sup>[2]</sup>。

### 2.3 精准建模与方案优化

精准建模作为高精度管线综合布置的核心技术支撑,发挥着至关重要的作用。借助先进的数字化建模软件构建三维管线模型,可打破传统二维图纸的局限,以直观、精准的方式呈现管线的布置状态,为后续方案优化与施工指导筑牢坚实基础。(1)在建模阶段,要严格依据前期采集的精准数据,紧密贴合各专业设计规范以及协同规划方案,细致入微地逐一构建各专业管线模型。精确标注管线的空间位置、连接关系、管径尺寸等关键参数,同时将建筑结构模型与管线模型有机融合,达成全空间的可视化展示,让各专业人员能清晰洞察管线与建筑结构的相互关系。(2)模型构建完毕后,需开展反复校验与优化工作。通过模型进行施工模拟,提前预判施工过程中可能出现的碰撞、干涉等问题;并且结合管线运行效率、后期运维便利性等实际需求,对管线布局进行深度优化,如合理调整管线坡度、科学优化阀门与接口位置等,从而提升方案的整体可行性与经济性。

## 3 数字化技术驱动下的高精度管线布置升级路径

### 3.1 BIM技术全流程应用

建筑信息模型(BIM)技术作为数字化设计与管理的核心驱动力,在高精度管线综合布置领域实现了全流程的深度渗透与应用。(1)在设计阶段,BIM技术凭借其强大的多专业协同建模能力,打破各专业间的信息壁垒,将给排水、电气、暖通等不同专业的管线模型集成于同一平台。通过自动化的冲突检测功能,精准识别并解决管线间的碰撞问题,显著提升规划方案的科学性、合理性与精准度,为后续施工奠定坚实基础。(2)进入施工阶段,BIM模型可无缝导出高精度的施工图纸,为现场施工提供清晰指引。同时,借助可视化技术交底,使施工人员直观理解设计意图。此外,利用BIM进行施工进度模拟,提前预判施工难点与潜在风险,优化施工流程与资源配置。(3)在运维阶段,BIM模型转型为管线运维的数字化中枢,整合管线运行数据、维修记录等全生命周期信息,为管线的后期维护、改造提供精准、全面的数据支持,实现全生命周期的数字化管控,全面提升工程质量与管理效率。

### 3.2 激光扫描与精准定位技术

激光扫描与精准定位技术的融合运用,为高精度管线布置构筑了坚实的数据采集与施工定位保障体系。(1)

在前期数据采集环节,激光扫描技术展现出强大优势。它能够对建筑现场展开全方位、无死角的扫描作业,以极高的速度获取建筑结构详尽的三维空间数据,并生成高精度的点云模型。这一成果为后续的管线规划与建模工作提供了极为精准的现场数据支撑,成功克服了传统测量方式效率低下、误差较大的弊端,极大提升了数据采集的准确性与时效性。(2)进入施工阶段,精准定位设备与激光扫描技术协同发力。结合GPS、全站仪等高精度定位设备,依据BIM模型中预先设定的管线坐标数据,对管线敷设位置进行毫米级精准定位,为现场施工人员提供清晰明确的安装指引,确保管线布置的位置精度严格契合设计要求。此外,激光扫描技术还可延伸应用于施工过程中的质量检测环节,通过将施工后的实际管线数据与设计模型数据进行细致对比,迅速发现施工偏差并及时整改,保障工程质量。

### 3.3 数字化施工与智能管控技术

数字化施工与智能管控技术的深度应用,有力推动着高精度管线布置施工过程朝着自动化、智能化方向大步迈进。(1)在施工设备领域,智能化施工设备成为提升施工质量与效率的关键力量。自动化管线敷设机器人凭借其精准的动作控制与灵活的作业能力,能够按照预设路径和参数完成管线的敷设工作,极大减少了人工操作可能带来的误差;精准焊接设备则利用先进的焊接工艺和智能控制系统,确保焊缝质量稳定可靠,提升了管线连接的整体强度与密封性,全方位提升了管线施工的精度与效率。(2)在过程管控方面,物联网技术发挥着重要作用。通过在管线上安装各类传感器,实时采集施工过程中的温度、压力、位置等关键数据,并将这些数据传输至云端平台。借助大数据分析与智能算法,实现对施工过程的实时预警与动态管控,一旦发现异常情况,可迅速定位问题并采取相应措施,及时处理施工中的质量问题。此外,数字化施工文档管理系统实现了施工资料的电子化管理与全程追溯,有效提升了施工管理的规范化水平<sup>[3]</sup>。

## 4 高精度管线综合布置质量管控与运维保障策略

### 4.1 全流程质量管控体系构建

要实现高精度管线综合布置的质量保障,构建全流程质量管控体系势在必行,该体系需全面覆盖前期设计、施工过程以及竣工验收等关键阶段,并精准明确各阶段的质量控制要点与责任主体。(1)在设计阶段,应建立严谨的设计评审机制,组织涵盖给排水、电气、暖通等多专业的专家,对管线综合布置方案展开细致审核。重点核查方案在空间布局上的合理性、冲突消解手段的有效性,以及

精度保障措施的可行性,从源头上把控质量。(2)进入施工阶段,严格执行“三检制”,即施工人员自检、班组互检、质检人员专检。着重加强对管线敷设位置是否准确、连接质量是否可靠、密封性能是否达标等关键指标的检测。同时,充分利用数字化检测技术,如激光扫描、三维坐标测量等,提升检测的精度与效率。(3)在竣工验收阶段,制定专项验收标准,将BIM模型与现场实测数据进行对比分析,从管线布置精度、运行性能等多个维度进行严格验收,确保最终成果完全符合设计要求,为高精度管线布置提供全方位、系统性的质量保障。

#### 4.2 管线运行状态监测与预警技术

管线运行状态监测与预警技术作为运维保障体系中的核心手段,对于保障管线的稳定运行、降低故障损失起着至关重要的作用。(1)该技术通过在管线的关键部位,如阀门处、弯头段、易磨损区域等,精准安装压力传感器、温度传感器、振动传感器以及泄漏检测设备等。这些传感器能够实时、精确地采集管线运行过程中的各类关键数据,涵盖压力变化、温度波动、振动频率以及是否存在泄漏等情况。(2)采集到的数据会被传输至数据处理中心,利用先进的大数据分析技术进行深度处理与分析,进而构建出科学合理的管线运行状态评估模型。一旦监测数据超出预先设定的正常阈值范围,系统会立即自动发出预警信号,并精准推送故障发生的位置以及可能的原因,为运维人员提供极具针对性的维修指导。(3)随着长期监测数据的不断积累,还能借助数据分析技术实现对管线老化趋势的科学预判,提前制定合理的维护与更换方案,切实提升管线运维工作的主动性与前瞻性,保障管线始终处于安全、高效的运行状态。

#### 4.3 运维数字化平台建设与应用

运维数字化平台建设对于提升管线运维管理水平而言,是极为关键的支撑要素。(1)该平台以BIM模型作为核心基础,将管线从设计到施工,再到运行维护等全生命周期的信息进行全面整合,涵盖管线设计资料、详细的施工记录、实时的运行监测数据以及完整的维修记录

等。通过这种整合,实现了管线运维的数字化与可视化管理,让原本复杂抽象的管线运维工作变得直观且易于掌控。(2)运维人员借助该平台,能够迅速查询管线的空间位置、精准的技术参数以及实时的运行状态等关键信息。基于此,可制定出科学合理、精准有效的维护计划,确保维护工作有的放矢。同时,平台具备强大的故障追溯和数据分析功能。通过对海量运维数据的深度分析,能够挖掘出潜在的问题规律,进而优化维护策略,避免不必要的维护操作,有效降低运维成本。(3)数字化平台还支持移动端应用,运维人员无论身处现场何处,都能通过移动设备便捷地查询所需信息并进行相关操作,极大地提升了运维工作的效率与便利性,为管线的高效稳定运行提供了有力保障<sup>[4]</sup>。

#### 结束语

高精度管线综合布置技术体系融合多专业智慧,从前期数据采集到多专业协同规划,再到精准建模与数字化升级,各环节紧密相连、协同共进。全流程质量管控体系贯穿设计、施工与验收,为质量保驾护航;管线运行状态监测与预警技术实时守护,降低故障风险;运维数字化平台整合全生命周期信息,提升管理效能。数字化技术不断赋能,推动高精度管线布置向自动化、智能化迈进。未来,随着技术持续创新,该领域将不断完善,为建筑机电安装工程提供更精准、高效、可靠的解决方案,助力行业迈向更高质量发展新征程。

#### 参考文献

- [1]韦贵城.建筑机电安装工程综合管线布置技术应用[J].科海故事博览,2023(16):121-123.
- [2]陈诗鹏,王学峰.建筑机电安装工程综合管线布置技术探讨[J].中华传奇,2023(21):257-259.
- [3]罗崇发.建筑厂房机电安装工程管线布置现状及优化路径[J].山西建筑,2025,51(01):94-98.
- [4]郭林飞.管线综合布置技术在建筑机电安装工程中的运用[J].中国住宅设施,2023,(10):91-93.