

暖通给排水安装工程中常见问题原因分析

葛善国

上海建工一建集团有限公司 上海 200120

摘 要:暖通给排水安装工程是建筑功能实现的关键环节,其施工质量直接影响建筑使用体验、安全性能与运行能耗。本文系统梳理了暖通给排水系统的技术构成与安装施工流程,从设计图纸、材料设备、施工工艺与作业人员、现场管理四个维度深入剖析了质量问题的成因机制,揭示了设计深度不足、材料把关不严、工艺执行偏差及管理协调缺位等主要诱因的逐层传递规律。研究表明,各因素相互关联、累积叠加,共同构成质量问题的全链条成因。据此提出强化设计审查、严格材料管控、规范施工工艺、优化交叉作业管理、强化调试验收等系统性防控对策,并结合工程案例验证对策的有效性,为同类工程质量控制提供技术参考。

关键词:暖通给排水;安装工程;质量通病;诱因分析;防控对策

引言:暖通给排水安装工程涵盖供暖、通风、空调、给水、排水及消防给水等子系统,其施工质量直接关系到建筑投入使用后的舒适性、安全性和节能性。然而在实际工程中,管道渗漏、凝结水排放不畅、风量不足、设备振动噪声超标等质量通病长期存在,不仅影响正常使用,还常引发返工维修、工期延误等连锁后果。更值得关注的是,许多质量问题在竣工交付后才逐渐暴露,反映出施工过程管控存在深层漏洞。本文从工程实践出发,在明确系统组成与施工流程的基础上,分类归纳常见质量问题,从设计、材料、工艺、管理四个维度系统分析技术原因,并提出针对性防控对策,最后以工程案例验证技术措施的实施效果。

1 暖通给排水安装工程概述

1.1 工程系统组成与技术特征

暖通给排水安装工程由暖通空调和给排水两大系统构成。暖通空调系统包括空调冷热水系统、风系统、供暖系统及制冷机房与换热站设备。空调冷热水系统由冷冻水循环管路、冷却水循环管路及水泵、阀门、膨胀水箱等附件组成,管道设计压力通常为 1.0~1.6MPa,工作温度范围为冷冻水 7~12℃、热水 60~50℃(散热器供暖)或 45~35℃(地面辐射供暖)。风系统包括送风管、回风管、新风管及风阀、消声器、风口等部件,风管工作压力分为低压($\leq 500\text{Pa}$)、中压(501~1500Pa)和高压($> 1500\text{Pa}$)三个等级。给排水系统涵盖生活给水系统、热水供应系统、排水系统及消防给水系统。两大系统通过设备机房、管道井、吊顶管廊等空间载体实现集成,技术复杂性集中体现在管道综合排布、水力平衡计

算、噪声与振动控制以及系统间界面协调等方面。

1.2 安装施工流程与技术控制要点

暖通给排水安装施工流程分为四个阶段。施工准备阶段包括图纸会审、编制施工方案、材料设备进场验收、现场测量放线与预留预埋复核,核心是核查系统分区合理性、管径计算准确性以及管线是否存在标高冲突。预留预埋阶段需配合主体结构施工完成穿墙套管、楼板孔洞埋设,套管规格应比管道外径大两号以上,穿外墙处应设置防水套管。安装施工阶段按“先预制后安装、先主管后支管、先设备后管道、先隐蔽后明装”原则组织,涉及管道预制加工、支吊架制安、设备就位、管道连接、风管制作安装、保温绝热施工等工序^[1]。管道连接方式的选择是保证系统严密性的前提,丝扣连接适用于 $\text{DN} \leq 100$ 镀锌钢管,焊接适用于 $\text{DN} > 100$ 钢管,沟槽连接适用于消防管道。调试与验收阶段包括管道冲洗试压、风管漏光检测和漏风量测试、设备单机试运行、系统联合调试及隐蔽工程验收,各环节环环相扣。

2 暖通给排水安装工程常见质量问题

2.1 给排水系统常见问题

给排水系统常见质量问题主要为渗漏、堵塞和功能不达标。管道渗漏多发生在穿楼板、穿墙及接口处。丝扣连接渗漏因螺纹套丝不规范、填料不匀、外螺纹过多所致;焊接渗漏源于未焊透、气孔、夹渣等缺陷,与焊接电流、坡口角度及焊条烘干不到位有关;沟槽连接渗漏常因压槽深度不足或密封圈扭曲。管道堵塞集中于排水系统,杂物落入管内未及时清理。消防系统中,消火栓箱安装不正、栓口朝向错误、喷淋头与吊顶间距超标

等问题时有发生。

2.2 暖通系统常见问题

暖通空调质量问题涉及风系统、水系统和保温绝热。风管漏风量超标最为常见,原因包括咬口不严、法兰垫料不连续或厚度不足、螺栓紧固不当,规范要求低压漏风量不超过 2%、中压不超过 1.5%。风量不足或分布不均源于阻力计算偏差或风阀调节不到位。水力不平衡表现为近端过冷过热、远端效果差,因平衡阀设置不足或未按规定调整。凝结水排放不畅常因坡度不足或倒坡、保温未覆盖接水盘边缘^[2]。保温绝热方面,保温层厚度不足、接缝处理不当(接缝宽度不应大于 2mm)、隔汽层破损会造成管道表面结露,甚至冷凝水滴落损坏吊顶和装修。

2.3 多专业交叉共性问题

暖通给排水工程与建筑结构、电气等专业深度交叉,衍生出一系列共性问题。管线综合排布冲突最为典型,给排水管道、空调水管、风管、电缆桥架在吊顶和管廊内空间重叠、标高冲突,导致施工中强行拆改、降低安装标准,甚至影响净空高度。预留预埋位置偏差也较常见,土建施工时预留孔洞与设备管道实际位置不符,或预埋套管遗漏、偏位严重,后期开凿不仅破坏结构,还增加防水堵漏难度。设备基础与土建交接环节问题频发,如基础尺寸标高错误、机房排水设施不到位等。不同专业共用支吊架时荷载计算遗漏、保温厚度未计入综合支吊架间距等问题也不容忽视,这类交叉问题往往在施工后期才暴露,返工难度大且代价高昂。

3 多维度原因分析

3.1 设计图纸层面

设计图纸质量决定工程质量的先天条件,主要表现为设计深度不足和专业协同缺失。设计深度不足体现在节点详图缺失,复杂部位缺乏详细剖面图;设备参数与管道尺寸标注不全或存在矛盾。部分设计文件对可施工性考虑不足,如管道敷设坡度未结合现场实际标高、安装操作空间过小,出外墙管道未预留足够的主体下沉高度,出外墙管道与室外管道设计刚性连接、未充分考虑建筑主体与外总体的沉降速度不均匀。专业协同缺失是更深层原因,各专业各自为政,管线综合平衡图流于形式,未做实质性的 BIM 碰撞检查,导致大量设计变更,变更中的质量管控真空加剧了质量问题。

3.2 材料与设备层面

材料和设备质量缺陷具有“先天不足、后天难补”的特点。管材管件质量问题普遍,部分工程为压低成本

选用壁厚偏差大或圆度超标的管道,丝扣连接时管壁撕裂,沟槽连接时压槽处开裂;管件与管道不匹配。阀门壳体砂眼导致关闭不严,补偿器选型不当。保温材料实际密度和导热系数不达标,使用后吸水失效。设备开箱检验不到位,运输存放中受损而未被发现即行安装。材料保管环节薄弱,管材露天堆放锈蚀、保温材料受潮变形,这些缺陷一旦进入安装工序必然衍生出质量问题。

3.3 施工工艺与作业人员层面

施工工艺执行偏差是质量问题最直接的成因。管道连接方面,螺纹套丝过短或过长、填料填充不匀;焊接坡口角度不对、焊条未按要求烘干;沟槽压槽未用专用量具检验。支吊架间距超规范、型号选小承载不足。保温绝热层接缝不严密、隔汽层未做加强处理,是结露的主因。管道坡度控制不严甚至倒坡、套管封堵材料不合格、未分层处理。深层原因在于招标过于考虑低价中标,实际施工费用严重不足,层层分包,作业人员技术水平参差不齐,技术交底停留在纸面签字而未被真正理解和执行。

3.4 施工现场管理层面

施工管理缺位使合理设计和合格材料难以转化为优质工程。施工顺序不合理,如管道安装后才进行楼板打孔,碎渣掉入管内造成堵塞。工序交接混乱,上道工序未验收即进入下道工序。工期压力下压缩试压保压时间,甚至省略冲洗、试压等关键工序^[3]。隐蔽验收不到现场实测实量,仅凭照片签字。成品保护意识薄弱,质量问题整改闭环不及时,使质量控制体系难以有效运转。

4 防控对策

4.1 强化设计阶段图纸质量管控

推行 BIM 正向设计与管线综合技术,对管廊、机房、管井等管线密集区域进行三维可视化碰撞检查,在施工前消除各专业空间冲突。完善图纸审查制度,实行内部校对、专业会签和外部审查三级审核,重点核查系统参数计算准确性、设备选型合理性、节点详图完整性。强化设计交底与可施工性评审,邀请经验丰富的施工技术人员参与,对管道坡度协调性、设备运输吊装通道、预留预埋位置精准性等提前把关。设计变更须经设计、施工、监理三方确认并重新进行碰撞检查。

4.2 严格材料设备进场管控

建立合格供应商名录与报审制度,在合同中明确技术标准和验收条件。强化进场联合验收,由施工、监理、建设单位共同进行资料检查和实物检查,使用游标卡尺、超声波测厚仪等逐批抽测管材壁厚、圆度等关键

尺寸, 阀门逐一进行壳体强度和密封试验, 保温材料核查密度、导热系数等报告与实际产品一致性^[4]。规范现场仓储管理, 管材按规格分区码放且离地垫高防锈蚀, 保温材料存放于干燥通风处。推行材料追溯管理制度, 每批材料的使用部位形成可追溯记录。

4.3 提升施工班组技术水平与规范工艺

推行样板引路和首件验收制度, 分项工程大面积展开前先做样板施工, 经建设、监理单位联合验收确认后作为后续施工质量标准。严格执行班前技术交底, 交底内容细化到工艺参数、操作步骤和验收标准。对焊工、起重工、管道工等关键工种实行持证上岗。编制标准化作业指导书, 制作图文并茂的工艺卡片发放至班组。建立质量自检与互检机制, 每道工序完成后由班组长组织自检, 工序之间实行互检。

4.4 优化交叉作业管理与强化调试验收

建立以总承包单位为协调核心的定期例会和联合检查制度, 动态协调各专业施工顺序。编制交叉作业专项施工方案, 明确“先风管后水管、先大管后小管、先无压后有压”的作业原则。推行“管线综合排布图+色标管理”, 在管线密集部位绘制彩色排布图。建立成品保护交接制度, 各专业施工完毕后向下道工序书面移交保护责任。运用激光投线仪辅助标高控制。管道系统严格按照规定进行水压试验, 排水管道进行灌水试验和通球试验。风管系统全比例进行主系统漏风量测试^[5]。隐蔽工程验收必须在覆盖前现场实测, 留存影像资料和实测数据。系统调试按“先单机后系统”程序进行, 调试数据和整改记录完整归档。

5 工程案例验证

某项目七幢研发办公楼, 其中两幢80米高层办公楼、两幢60米高层办公楼、两幢多层办公楼、一幢园区配套楼。基地面积为40277m², 总建筑面积约为249036m², 其中地上163136m², 地下85900m², 暖通给排水安装工程包括空调冷热水系统(管道总长约28500m, 最大管径DN400)、风系统(风管面积约36500m²)、给排水系统(管道总长约12100m)及能源中心(制冷量约3100RT,

制热量8.4MW)。项目施工中针对上述问题采取了系统性防控措施。设计阶段推行BIM管线综合, 共发现并消除碰撞点116处, 管廊净空由原设计2.25m提升至2.45m; 材料进场实施“双检”制度, 抽检发现3批次管材壁厚不达标后整批退场, 追溯更换已安装管道约180m; 施工中推行样板引路, 管线设备样板经优化后固化工艺标准, 后续施工一次验收合格率达96.7%; 系统调试阶段通过34个水系统平衡回路和36个风系统的风量平衡调整, 最不利末端供水温度由调试前14.2℃降至7.8℃, 风系统最不利支路风量由设计值68%提升至96%, 各风口风量偏差控制在±10%以内, 优于规范±15%要求。项目交付后运行平稳, 未发生管道渗漏、结露滴水等质量通病, 验证了防控对策的有效性。

结束语

暖通给排水安装工程质量问题是设计、材料、工艺、管理等多环节缺陷叠加累积的结果。本文从工程系统构成出发, 归纳常见质量通病及其技术成因, 从四个维度对问题诱因进行系统分析, 并提出针对性防控对策。研究表明, 设计深度不足和专业协同缺失构成先天隐患, 材料把关不严和工艺执行偏差是直接推手, 现场管理缺位使质量控制体系难以有效运转。提升工程质量, 必须树立全链条管控理念, 在设计源头消除隐患、在施工过程严格把关、在调试交付终端验证, 形成闭环管控体系。

参考文献

- [1] 胥復根. 暖通给排水安装工程中常见问题原因分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2022(1): 110-111.
- [2] 孔耿利. 暖通给排水安装工程中常见问题原因分析[J]. 房地产导刊, 2022(2): 148-149, 152.
- [3] 白翠翠. 暖通工程给排水施工中的安全管理措施分析[J]. 价值工程, 2025, 44(32): 34-36.
- [4] 庞恩帅, 孙旭东. 建筑暖通与给排水系统融合的绿色节能技术及其实践应用研究[J]. 节能与环保, 2026(5): 72-78.
- [5] 杨瑛琦. 建筑给排水管道安装施工技术研究[J]. 建筑技术开发, 2022, 49(13): 108-110.