

建筑工程暖通空调设备安装施工技术与管理

文 / 张灿均 广州庆盛投资有限公司

摘要：暖通空调(HVAC)系统是现代建筑的重要组成部分,其安装质量直接关系到建筑的舒适性、节能性及运行安全。安装施工是一个多专业、多工序交叉的复杂过程,其中预留预埋、支吊架安装及风机设备安装是决定整体工程质量的关键技术环节。本文结合工程实践,深入探讨了这三个环节的技术要点、质量控制措施及常见问题的防治方法,旨在为提升暖通空调安装工程的精细化、标准化施工水平提供参考,以提高建筑工程使用舒适性和延长暖通空调设备的使用年限。

关键词：建筑工程; 暖通空调; 设备安装施工技术; 质量管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.22.025

引言

室内安装暖通空调设备可为居住者提供舒适环境,而作业人员所运用的安装施工技术,直接影响系统的效果。在实际工程中,常因前期预留预埋不准、中期支吊架安装不规范、后期设备调试运行不到位等问题,导致系统出现噪声、振动、漏水、效率低下等故障^[1]。因此,对关键施工技术进行精细化管控,是确保HVAC系统高效、稳定、长效运行的根本保障。

一、项目概况

湾区创新港项目是商业办公项目,位于广州市南沙区,本工程总建筑面积是104475.24m²,地下共2层,地上共8栋单体,最高22层,合同额高达5.79亿元。其中1栋、3栋、5栋为商业,总高4层,建筑高度20米,主要功能是商业,2栋为办公,总高20层,建筑高度85.8米,主要功能包括大堂、活动室、商务办公、商业等。4栋为办公,总高22层,建筑高度99.2米,主要功能包括大堂、办公、商业及配套用房等。6-8栋为办公,总高5层,建筑高度24米。因考虑季节性变化,所建设暖通空调的办公大堂、办公室夏季温度分别控制在26℃和25℃,允许噪声分别是45dB和45dB;办公室最小新风量控制在30m³/(h·p);并制定完整的安装工艺流程,以满足施工要求(如图1所示)。

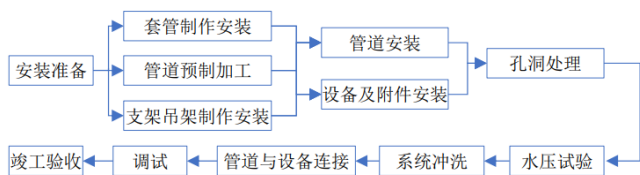


图1 建筑工程暖通空调设备安装流程图

二、建筑工程暖通空调设备安装施工技术

(一) 预留预埋技术

预留预埋是暖通空调安装工程与土建结构施工的衔接点,是所有后续工作的基础。其精度与质量直接决定了安装工序能否顺利开展,是避免后期大量开凿、破坏结构主体、造成资源浪费的关键。

深化设计与会审：在土建施工前,暖通专业工程师必须与结构、建筑、电气、给排水等专业进行深入的图纸会审。综合所有管线布局以及装修天花净高要求,核对暖通管道穿墙、穿梁、穿楼板的坐标、标高、尺寸,确保预留洞、预埋件的位置与结构梁、柱、钢筋等无冲突。如本项目4栋标准层办公预留多联机室外机位、多联机新风预留到户内设关断阀门。空调室外机集中设置在4层架空层(负责1-10F)、13层设备层(负责11-15F)、屋面(负责16-22F)。4层和13层按剖面图提前预留好机房至冷媒井之间水平段的冷媒管支吊架。设备层公共区域装修天花采用后期可拆卸的蜂窝铝扣板,方便后期办公室空调安装。

精准定位与固定：根据审核后的图纸,使用全站仪、激光水平仪等精密仪器进行现场精准放线。对于预埋套管,其中心线坐标和标高偏差应严格控制在±10mm以内。套管安装后必须与结构钢筋牢固焊接或绑扎,并在浇筑混凝土时派专人看护,防止移位或挤压变形。

(二) 设备支吊架安装技术

支吊架是支撑并固定所有管道和设备的关键构件,其安装质量直接影响系统的平直度、坡度,更是消除系统振动、噪声,保证长期安全运行的核心^[2]。

1. 科学选型与计算

支吊架的选型必须经过严谨的受力计算,其规格、型号、间距需根据管道/设备的重量、介质重量、保温层重量、水压推力及地震荷载等因素综合确定,确保有足够的强度和刚度。

2. 精准定位与安装

间距控制：水平钢管支吊架间距需符合规范要求(如DN15-DN40管径,间距不大于2.5m;DN50-DN80,间距不大于3m等),且在转弯、三通、阀门等受力点附近必须增设支架。

坡度保证：冷冻水管、冷凝水管等有坡度要求的管道,支架安装标高必须精确,确保坡度≥0.003,坡向正确。

生根牢固：支吊架的生根点必须位于建筑主体结构（梁、柱、顶板）上，严禁固定在砖墙、轻质隔墙等非承重构件上。采用膨胀螺栓固定时，其型号、钻孔深度及扭矩必须符合要求。

减振降噪处理：对于水泵、冷水机组、风机等动力设备，以及与之连接的管道，必须安装减振支吊架，如弹簧减振器、橡胶减振垫等，以有效阻断振动和固体传声的路径。

（三）设备安装技术

风机及空调设备是驱动空气循环、冷冻水系统的核心动力设备，其安装精度直接决定了风系统及水系统的流量、压力、效率以及运行噪音水平，把控建筑暖通空调安装施工中的质量^[3]。

基础验收与处理：设备就位前，需检查混凝土基础的位置、标高、尺寸及平整度，确认符合设计要求。大型风机基础应设置减振装置，如减振垫或减振器。

设备开箱与检查：会同业主、监理、施工单位共同开箱，核对型号、规格、技术参数，检查叶片、外壳有无变形损坏，随机文件配件是否齐全。

精准就位与调平：采用叉车、倒链等工具将风机平稳吊装至基础上。用水平尺和百分表在风机主轴和轴承座的水平面上进行精确调平，其水平度偏差应不大于0.2/1000。对于皮带传动的风机，还需保证电机与风机轴的平行度，皮带轮槽中心线应对正。

风管连接：风机与风管的连接必须采用柔性软连接（如防火帆布、人造革材料），长度一般为150-300mm。其目的是补偿振动和安装误差，防止风机振动直接传递至风管系统。软连接应松紧适度，不得扭曲变形。

调试与试运行：安装完成后，检查轴承润滑油，手动盘车确认无卡涩异响。点动电机检查叶轮旋转方向是否正确。正式启动后，检测电机运行电流、轴承温升、振动及噪声值，均需在规范允许范围内。

（四）热回收技术

热回收系统为暖通空调安装工程中的重要组成部分，作业人员为有效提升能源利用效率，需营造良好的建筑环境，通过热回收技术，确保经由回收排风。一方面，考虑建筑物的具体使用情况，可以将冷量以及热量进行回收，转移到新风系统当中，按照设计图纸要求，在规定区域内增加热回收装置，包括但不限于板式、转轮式装置，在安装期间，作业人员可考虑气流组织的使用情况，能够对空间的利用情况进行全方位观察，预防在热回收装置应用期间，发生阻力损失以及空间利用不足的情况。另一方面，在具体施工环节，作业人员应优先敷设保温层，预防能量在传输过程中的损耗，应保证能够以自动化技术的融入，确保暖通空调安装系统与自动化系统相互结合，实时监控排风以及新风状态，通过合理的监控以及

调节方式，展现良好的热回收效果。待完成安装以及调试工作后，方可保证在热回收技术应用后，不会对室内的空气质量造成直接影响，减少建筑能耗，进而增强暖通系统的运行性能。

三、建筑工程暖通空调设备安装施工质量管理策略

（一）把控材料设备质量：质量管理的基石

材料与设备的质量是工程质量的前提，其优劣直接关系到系统的使用寿命、安全性和可靠性。

1. 建立严格的采购与准入制度

明确技术标准：在采购前，必须依据设计图纸和技术规格书，明确所有材料、设备（包括风机、水泵、冷水机组、阀门、管材、保温棉、风口等）的型号、规格、性能参数及品牌档次要求。

供应商评估：建立合格的供应商名录，优先选择技术力量雄厚、产品质量稳定、售后服务良好的知名品牌和生产厂家。对重要设备应进行实地考察或工厂监造。

合同约束：在采购合同中详细注明技术标准、验收方式、质量责任及保修条款，做到有据可依。

2. 强化进场检验与验收程序

联合验收：所有材料设备进场时，必须由施工单位、监理单位（必要时业主参加）共同进行开箱验收。

核对检查：核对产品的质量证明文件（如合格证、质量检验报告、性能检测报告、安装说明书等），确保其齐全、有效且符合设计要求。

实物检验：检查实物外观是否完好无损，尺寸规格是否正确，零配件是否齐全。对管材、阀门等可进行抽样压力试验；对保温材料查验其防火等级和导热系数；对风机、水泵等设备可进行盘车检查、绝缘测试等。

不合格品处理：对于检验不合格的材料设备，必须立即标识、隔离，并限期清退出场，严禁用于工程中，从源头杜绝质量隐患。

（二）做好施工过程控制：质量管理的核心

施工过程是将设计蓝图转化为实体的关键阶段，其控制的精细程度直接决定了工程的最终品质。

1. 推行标准化与工序化管理

技术交底：每一道工序开始前，必须对施工班组进行详细的技术交底，明确施工工艺、质量标准、安全注意事项等，并要求交底人与被交底人签字确认。

样板引路：对重要工序或部位（如机房管道综合布置、保温层施工、风口安装等）推行“样板制”，经各方验收合格后，后续的大面积施工需以此样板为标准。

工序交接检查：建立严格的工序交接检查制度，如上道工序（如管道试压、隐蔽工程）未经验收或验收不合格，坚决不得进行下道工序（如保温）施工。

2. 加强关键工序的质量监控

管道安装：严格控制管道的坡度、坡向，确保焊接

或螺纹连接质量，支架安装牢固、间距合理。

设备安装：重点控制大型设备（冷水机组、锅炉、水泵等）的基础验收、减振措施、找平找正以及同心度调整，确保安装精度。

保温施工：确保保温层厚度均匀、接缝严密、防潮层完整，杜绝“冷桥”和结露现象。

隐蔽工程验收：对所有埋地、嵌墙、吊顶内隐蔽的管道及其试验（如强度严密性试验、灌水试验）必须进行全过程影像记录和联合验收，合格后方可隐蔽。

3. 应用信息化管理手段

积极应用BIM技术进行管线综合排布，提前发现并解决不同专业管道之间的碰撞问题，优化安装方案，指导现场施工，实现从“被动返工”到“主动优化”的转变。

（三）科学调整水压及风量平衡

系统调试与平衡是检验安装成果、实现设计功能的最终环节，是确保系统高效、节能运行的关键。

1. 水力平衡调试

必要性：未经平衡的水系统会出现近端环路阻力小、流量过大，远端环路阻力大、流量不足的“水力失调”现象，导致部分区域不冷/不热，而系统总流量偏大，水泵能耗增高。

调整方法：通过安装在各个环路或支路上的静态平衡阀（或设置于末端的动态平衡阀），使用专用智能仪表测量阀门前后的压差和流量，通过调节阀芯开度，将各环路的实际流量调节至设计流量，实现系统水力平衡。

2. 风系统风量平衡调整

必要性：保证各送、回、排风口的风量达到设计值，是满足室内气流组织、温湿度、洁净度和正负压要求的前提。

调整方法：首先调整新风、回风、排风等各级总风阀，使空调机组的总风量达到设计要求。然后，使用风速仪或风量罩，从最不利环路的最远端风口开始，依次调节各支管上的风阀和风口处的百叶，将各风口风量调节至设计值。最终实现系统风量的均衡分配。

3. 综合性调试

在水量、风量平衡的基础上，还需进行冷媒充注、自控系统联调、冬季工况和夏季工况试运行等，全面考核系统在满负荷和部分负荷下的运行状态，并对设备运行参数（电流、电压、温度、压力、流量等）进行记录和优化设定^[4]。

（四）提升人员技术水平：质量管理的根本保障

“人”是质量管理中最能动、最核心的因素。人员的技术水平直接关系暖通空调系统的安装质量，对系统的安全性及运行效率有直接影响。

1. 构建多层次培训体系

管理人员：重点培训项目管理、BIM技术应用、新规范新标准、成本控制等内容，提升其统筹规划和现代工程管理能力。

技术人员：重点培训施工图纸深化、施工方案编制、技术难题解决、调试仪器使用等，提升其解决实际问题的技术能力。

作业人员（技工）：开展常态化、规范化的技能培训和考核，特别是焊工、电工、保温工、调试工等特殊工种，必须持证上岗，并熟练掌握新工艺、新机具的操作要领。

2. 强化质量意识与责任心教育

通过质量例会、现场质量分析会、正反面典型案例宣传等方式，不断向所有参建人员灌输“质量第一”的意识，融入使用BIM技术，以项目施工模型，引导员工明确自身所应具备的终身责任，使其将创造优质产品变为自觉行动^[5]。

3. 建立有效的激励与约束机制

将工程质量与个人绩效、薪酬、评优评先直接挂钩，对质量意识强、工艺水平高的班组和个人给予奖励。

结语

综上所述，本文以建筑工程暖通空调设备安装施工项目展开讨论，结合具体工况，加强对通过预留预埋技术、设备支吊架安装技术、设备安装技术、热回收技术的研究，以提高工程管理的技术水平。在质量管理活动中，把控材料设备质量是奠定工程质量的物质基础；做好施工过程控制是通过精细化管理和标准化工艺确保实体质量的核心；科学调整水管及风量是通过精准调试释放系统最佳性能的关键环节；而提升人员技术水平则是落实所有管理策略、实现质量目标的根本保障。这四个相互关联，共同构成了一个完整的质量管理闭环。只有将这四个策略落到实处，才能提升暖通空调工程的安装质量，交付满足功能、节能环保、运行可靠的优质工程，为群众打造舒适宜居的建筑环境。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 通风与空调工程施工质量验收规范 GB50243-2016[S]. 北京: 中国计划出版社, 2016.
- [2] 中国建设监理协会. 建设工程质量控制[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2021.
- [3] 张洁. 浅谈建筑暖通空调安装施工中的质量管理[J]. 工程技术研究, 2023, 5(2): 148-150.
- [4] 王建国. 暖通空调系统水力平衡调节的重要性与方法[J]. 暖通空调, 2022, 52(S1): 45-48.
- [5] 李斌. 建筑机电安装工程中BIM技术的应用与管理提升[J]. 安装, 2023(04): 62-65.