

建筑暖通空调安装施工关键技术探讨

赵曦濛, 梁培安, 黄庆

中国移动通信集团广东有限公司东莞分公司, 广东 东莞 523878

DOI: 10.61369/SSSD.2026070012

摘 要 : 伴随现代建筑向着大型化、复杂化、智能化的方向不断发展, 暖通空调 (HVAC) 系统是保证建筑室内环境舒适、健康、节能的重要环节, 暖通空调系统安装施工质量的好坏直接影响着系统最终的性能、运行效率和使用寿命。本文以建筑暖通空调安装施工为研究对象, 对它的施工过程中的突出特点进行系统分析, 即多专业交叉施工、质量要求高、空间狭窄、环境敏感等。在此基础上重点研究了管道布局 and 连接技术、设备安装和调试技术两个主要的技术, 对 BIM 技术辅助管道综合排布、管道支吊架科学设置、焊接与法兰连接工艺要点、设备减震处理、精准就位找平、电气接线与系统联合调试等主要的內容进行了详细的阐述。提出了采用制定标准化施工工艺手册、分阶段验收两个方面的应用策略来规范施工行为, 加强过程质量控制的方法。

关 键 词 : 暖通空调; 安装施工; 施工技术

Discussion on Key Technologies of HVAC Installation and Construction in Buildings

Zhao Ximeng, Liang Peian, Huang Qing

China Mobile Group Guangdong Co., Ltd. Dongguan Branch, Dongguan, Guangdong 523878

Abstract : With the continuous development of modern buildings towards large-scale, complex, and intelligent directions, the Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) system has become an important link to ensure a comfortable, healthy, and energy-efficient indoor environment of buildings. The quality of HVAC system installation and construction directly affects the final performance, operating efficiency, and service life of the system. This paper takes the installation and construction of building HVAC as the research object, and systematically analyzes the prominent characteristics in its construction process, namely multi-professional interdisciplinary construction, high quality requirements, narrow space, and environmental sensitivity. On this basis, it focuses on researching two main technologies: pipeline layout and connection technology, and equipment installation and commissioning technology. It elaborates in detail on the main contents such as BIM technology-assisted comprehensive pipeline arrangement, scientific setting of pipeline supports and hangers, key points of welding and flange connection processes, equipment shock absorption treatment, precise positioning and leveling, electrical wiring, and system joint commissioning. Finally, it proposes application strategies from two aspects—formulating standardized construction process manuals and phased acceptance—to standardize construction behaviors and strengthen process quality control.

Keywords : HVAC; installation and construction; construction technology

引言

建筑暖通空调系统是保证建筑内适宜的温湿度、良好的空气品质、提高人居环境舒适度的主要机电系统。其复杂性表现在系统的设计中, 在整个安装施工过程中也表现出来。安装施工是把设计图纸变成实物的过程, 施工质量的好坏直接影响到系统能否达到设计预期的功能要求, 也关系到系统制冷制热效果的好坏、噪声振动水平的高低、能源消耗效率的高低、长期运行可靠稳定的程度。目前建筑功能越来越复杂, 空间结构也变得千差万别, 给暖通空调系统的方案设计以及施工带来了更高的要求。另外, 绿色建筑、健康建筑理念的推广, 节能减排政策的强力推进, 使得暖通空调系统不能只顾求效率, 还要追求环保。但是, 在实际的施工过程中由于专业交叉多、空间冲突多、工艺要求高、管理链条长等原因常常会出现管道布置不合理、设备安装不准确、调试运行不到位等问题, 造成系统能效低、故障多、用户体验差、严重浪费能源和经济损失等不良后果。因此, 对建筑暖通空调安装施工的关键技术进行深入的研究, 全面剖析其技术要点及应用保障措施, 对规范施工程序、保证工程质量、提高系统综合性能有着十分重要的现实意义。

一、建筑暖通空调安装施工特点

多专业深度交叉、协同的难度大。暖通空调系统同建筑结构、给排水、电气、消防、智能化等各个系统有着密切联系。管道（风管、水管）、纵横交错，设备（主机、水泵、空调机组）要占据一定的空间，经常和结构梁柱、电气桥架、消防管道等产生空间位置的冲突。施工前应做全方面综合管线设计（用BIM软件），施工期间要同土建及其他机电专业紧密配合，按顺序进行，任何一个方面的变更或延误都会产生连锁反应^[1]。

施工质量对系统性能的影响是隐蔽的、决定性的。很多施工质量缺陷会在系统运行之前就很难被察觉到。风管漏风、水管保温不到位、设备减震措施失效、管道内部清洁度不够、系统水力平衡调整不合理等现象，在系统投入使用之后才会通过能耗增大、效果不好、噪声超标、设备损坏等形式表现出来^[2]。隐蔽工程质量好坏直接影响到系统能效比、稳定性、寿命。

受建筑空间和结构的限制很大。现代建筑，尤其是高层和商业综合体，设备层、管道井、吊顶空间资源很紧张。暖通空调系统大尺寸风管、水管、大型设备如何在保证建筑净高、使用功能、美观的前提下进行合理的规划、布置设备就位，是施工规划及深化设计阶段必须面对的难题。空间限制给施工顺序、工艺方法和机具的选择带来特别的限制。

系统对于环境以及能源的反应。施工过程中的一举一动都会对系统未来环保、节能效果产生影响。制冷剂泄漏控制、保温材料完整性及环保性、高效设备正确安装、水力系统精准平衡、自动控制传感器准确布置等等，都会同建筑的绿色评级以及运行成本存在直接联系。施工阶段为贯彻设计节能的全过程^[3]。

调试和试运行属于必不可少的部分。暖通空调安装完成并不等于工程结束，它只是整个工程的一个阶段，只有经过调试合格才能进入下一个阶段^[4]。复杂的系统联合调试、性能测试（风量平衡、水温差测试、机组效率测试），试运行期不短，是检验安装质量、达到设计功能的最后一步。调试水平的好坏直接影响到系统由“能运行”到“优化运行”的转变。

二、建筑暖通空调安装施工的关键技术与应用

（一）关键技术

1. 管道布局与连接技术

管道系统是暖通空调的循环血循与吸尘装置，质量好坏直接影响暖通系统的工作效果。

基于BIM的管道综合布置技术，在施工之前利用建筑信息模型（BIM）进行三维深化设计，是解决空间冲突、优化路由的主要技术。使用碰撞检测的方法对管道之间的干涉、管道和结构之间出现的干涉等进行检测^[5]。根据模型开展综合支吊架的设计工作，使管道共架安装实现多专业共架施工，使空间得到充分利用，保证布局合理、整齐美观，给出准确的加工预制图，推动工厂化预制，提高现场安装速度和质量。

支吊架设置技术，支吊架选型、间距、固定方式直接决定管

道稳定性、减振降噪效果。严格按照规范计算荷载，选择合适的类型（刚性、抗震、弹簧减震等）。安装位置不能靠近焊缝、法兰等连接件，固定在承重结构上^[6]。冷热介质管道应设滑动支座或者导向支座，使管道自由伸缩。抗震设防地区要使用经过认证的抗震支吊架。

管道连接技术：

焊接连接（主要是用在钢管上）是保证管道强度和密封性的主要方法。需持证焊工操作，按管材、壁厚选择合适的坡口形式和焊接工艺参数。焊接完成后要对焊接质量做外观检查以及无损检测，例如X光或者超声波探伤等，保证没有夹渣、气孔、未焊透等缺陷。对空调水系统，焊后必须做严格的管道冲洗，清除焊渣等杂物^[7]。

法兰和螺纹连接采用合格的垫片，螺栓对角均匀拧紧，保证密封面平行接触。螺纹连接应选用合适的密封材料（生料带、麻丝铅油等），拧紧力矩要控制好，不能将螺纹拧断或者造成泄漏。风管法兰连接用的垫料应该选择不透气、具有弹性的材料，连接螺栓的间距应符合规范。

风管咬口及密封技术风管的咬口要平整、严密，宽度一致。薄钢板法兰连接、插条连接等新的工艺都要按照有关规范实施^[8]。风管所有接缝、法兰连接处均要使用专用密封胶密封，这是降低系统漏风率、保证送风效果的重要措施。

2. 设备安装与调试技术

设备是系统的“心脏”“器官”，设备安装精度影响设备运行效率及使用寿命。

设备基础和减震处理技术设备基础要尺寸准确，强度足够，表面平整。对冷水机组、水泵、风机、冷却塔等运转设备进行减震安装是非常关键的^[9]。根据设备重量、转速和建筑结构特点来科学地选型使用弹簧减震器、橡胶减震垫或者惰性块等减震装置。安装时要保证减震器受力均匀，水平度符合要求，防止出现虚脚，保证有效的隔声。

设备就位及找平找正的技术要求为大型设备安装时应编制专项吊装方案。设备就位后，必须用精度高的水平仪进行精确找平。冷水机组、水泵轴向、横向水平度偏差严格限制，一般每米长度不大于0.1mm。电机和泵之间的联轴器要精准对中，即径向、轴向的偏差要在允许范围内，这是防止设备出现异常振动、轴承损坏的重要工序。

设备配管、电气接线技术中设备进出口管道应设独立的支吊架，不能把管道重量直接作用在设备接口上。与设备相连接的管道宜用柔性短管（橡胶软接头、金属软管）来补偿位移、隔振。电气接线必须由专业的电工进行，保证电源电压、频率与设备相适应，接线牢固可靠，接地保护装置完好，电动机绝缘电阻试验合格。

系统调试和性能测试技术属于安装工程的最终考试。

单机试运转检查设备的转向、电流、电压、温升、噪声、振动是否正常。

系统无生产负荷联合试运转及调试为水系统冲洗、打压、排气；风系统漏风量测试、风量平衡调试；水系统水力平衡调试

(调节静态或者动态平衡阀,使各个环路流量达到设计值);制冷剂充注;自控系统与主机、水泵、阀门的联动调试。

综合效能试验(带负荷工作),接近设计工况的条件下,测量系统的总冷热、水流量、供回水温差、机组 COP(能效比)、系统 EER(能效比)等性能参数,判断是否满足设计要求。

(二) 技术应用

1. 制定标准化施工工艺手册

企业或者项目部要编制详细的《暖通空调安装标准化工艺手册》。手册应当图文并茂,对各项重要工序的施工流程、操作要点、质量标准、验收办法和注意事项做出明确规定。对于不同管径的钢管,分别给出不同的焊接坡口角度和焊接层数;对不同型号的减震器给出安装步骤及检查标准;风管漏风测试的方法包括漏光法和漏风量测试法,测试合格标准。把手册当作施工班组技术交底、岗前培训的主要教材,让一线工人知晓“做什么、怎么做、达到什么标准”,促使施工操作规范化、统一化,削减人为质量差别^[10]。

2. 建立分阶段验收机制

改变传统的“竣工后算总账”的验收方式,实行与施工过程相适应的、有约束力的分阶段(或者分节点)验收制度。关键的验收节点有材料设备进场检验,隐蔽工程检验(埋地管道,吊顶内管道保温前,设备基础),管道强度试验和严密性试验检验(水

压试验,气压试验),风管漏风检测检验,设备单机试运转检验,系统联动调试验收。每个节点的验收都要由监理单位组织建设、施工、设计(必要时)等各方人员参加,并根据规范及图纸进行实测实量,填写书面验收记录。不合格的工序坚决不能进入下一道工序,把质量问题消灭在过程之中,实现施工质量全过程闭环控制。

三、结束语

建筑暖通空调安装施工属于一项技术含量高,管理工作繁杂的系统工程。施工质量直接影响到建筑室内环境的好坏以及能源利用情况。现代建筑对暖通空调安装施工提出更高要求,必须深刻认识暖通空调安装施工多专业交叉、质量隐蔽、空间狭窄、重视调试等特点。装配式建筑、智能建造、数字孪生技术不断涌现,“暖通空调”类施工项目正向着“预制化”的方向迈进、以模块化的模式进行建设以及采用智能化的方法完成施工的过程愈加明显。无论技术怎样发展,施工工艺细节的严谨把控、过程质量的严格控制,一直都是形成高效、可靠、绿色暖通空调系统的根基。只有坚持技术和管理并重,才能不断提高暖通空调安装施工水平,给创建舒适、健康、节能的现代建筑环境提供强有力的保障。

参考文献

- [1] 李畅,刘博,王志松,等.建筑暖通空调安装施工关键技术研究[J].科技资讯,2023,21(22):113-116.DOI:10.16661/j.cnki.1672-3791.2305-5042-0182.
- [2] 王超.建筑暖通空调安装施工关键技术分析[J].产品可靠性报告,2023,(11):103-104.
- [3] 孙新波,张大德.建筑暖通空调水系统安装施工技术应用[J].安装,2023,(08):26-29.
- [4] 梁源.建筑暖通空调安装施工关键技术研究[J].中国新技术新产品,2023,(08):108-110.DOI:10.13612/j.cnki.cntp.2023.08.014.
- [5] 徐剑华.建筑暖通空调安装施工技术研究[J].价值工程,2022,41(29):127-129.
- [6] 纪国辉.建筑暖通空调水系统安装施工技术的应用研究[J].中国设备工程,2022,(15):215-217.
- [7] 许承训.建筑暖通空调安装施工技术问题探讨[J].江西建材,2022,(06):306-307+310.
- [8] 刘晶,王君,洪涛,等.高层医院建筑暖通空调安装施工技术分析[J].城市建筑空间,2022,29(S1):347-348.
- [9] 舒鹏图.探究建筑暖通空调水系统安装施工技术[J].大陆桥视野,2021,(10):133-134.
- [10] 王彩鹏.建筑暖通空调安装施工技术问题解析[J].四川水泥,2021,(09):347-348.