

既有建筑暖通空调系统改造存在问题及改进对策探析

贾浩璇

河北加壹建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]既有建筑暖通空调改造和新建工程不一样, 难点是建筑已经投入使用, 原始资料不足, 现场空间受限, 施工过程中还要保证基本功能。根据对多个公共建筑改造项目的调研, 整理出前期调查及设计阶段资料缺失、负荷计算失误、施工与运行管理脱节这两类问题, 从信息条件、目标设定、多方协调、调适运维四个方面分析原因, 提出通过查明现状来确定改造边界、根据实测数据进行选型优化、分区隔离、工序衔接减少施工干扰、将调适验收和运维管理纳入改造全过程的对策。

[关键词]既有建筑; 暖通空调; 系统改造; 节能诊断

DOI: 10.33142/ec.v9i10.20520

中图分类号: TU831

文献标识码: A

Analysis of Problems and Improvement Countermeasures in the Renovation of HVAC Systems in Existing Buildings

JIA Haoxuan

Hebei Jiayi Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The renovation of HVAC systems in existing buildings is different from new construction projects. The difficulty lies in the fact that the building has already been put into use, the lack of original data, limited on-site space, and the need to ensure basic functions during the construction process. Based on research on multiple public building renovation projects, two types of problems were identified: missing data in the preliminary investigation and design stages, errors in load calculation, and disconnection between construction and operation management. The reasons were analyzed from four aspects: information conditions, goal setting, multi-party coordination, and adjustment of operation and maintenance. Countermeasures were proposed to determine the renovation boundary by identifying the current situation, optimize selection based on measured data, isolate zones, and connect processes to reduce construction interference, and incorporate adjustment acceptance and operation and maintenance management into the entire renovation process.

Keywords: existing buildings; HVAC system; system renovation; energy-saving diagnosis

引言

我国既有建筑存量巨大, 大量的公共建筑建于二十世纪末到本世纪初, 暖通空调系统运行时间超过十五年, 设备性能下降、管网老化、控制滞后等状况普遍存在。与新建建筑可以直接按照现行标准进行设计不同的是, 既有建筑的改造要以已有的空间、结构荷载、管线走向为约束条件来更新系统, 改造期间建筑不能停用, 施工组织和功能保障都成为硬性要求。

1 既有建筑暖通空调系统改造的基本特点

既有建筑暖通空调改造作业条件同新建工程存在实质差别。改造设计输入条件存在不确定。新建项目在设计阶段就可以得到完整的建筑信息模型、结构荷载参数和预

留管线空间, 而改造项目面对的是已经运行多年、竣工图纸与现场存在出入的系统, 隐蔽管线在装修面层下无法直接观察到, 设备铭牌信息也有可能丢失。设计人员要在有限的信息下做出判断, 必要时需要现场检测、局部拆解来得到重要的参数。改造施工空间受限于现有的条件。新增冷热源设备、更换水泵及管路、增设控制柜等工作均要于已有机房内进行。机房面积小、通道窄、吊装口小, 影响设备选型及安装方案。部分项目机房层高不够, 立式设备不能进入, 需要采用卧式或者分体式方案^[1]。暖通需要同电气协调新增设备的供电容量及配电回路, 同给排水协商补充补水和排水的状况变动, 同结构核验确定新增设备荷载对楼板的影响情况, 同智能化对接控制系统接口协议。

任一界面遗漏都会在施工阶段造成返工。

2 既有建筑暖通空调系统改造存在的主要问题

2.1 前期调查和设计不到位

改造前系统诊断是确定改造范围、方案的前提,但是常常被压缩甚至省略。部分业主已经形成了换主机就可以解决问题的先入为主的观点,在委托设计的时候就明确了改造的方向,设计单位在限定的范围内完成了方案的设计,没有进行系统的全局诊断。节能诊断报告中的负荷数据一般采用原设计值,没有考虑到建筑的实际使用情况以及围护结构的实际情况。系统诊断的深度不够,也即忽视了输配系统。冷热源设备更换之后,原有水泵的扬程及流量是否匹配、管路是否有水力失调情况、末端设备的风量和水温是否达到标准等,在改造之前都需要一一检查。在实际的工程项目中,冷热源更新之后由于输配系统不匹配而造成效果不佳的现象屡见不鲜。负荷测算的准确程度也不能忽略。改造项目负荷计算要以建筑目前的实际使用功能为基础,很多建筑长期使用过程中存在功能的调整,如果仍然按照原来的分区计算负荷,那么设备的容量就会和实际需要存在较大的差距。

2.2 施工和运行管理不衔接

改造施工完成到系统正式移交运行之间存在着容易被忽略的过渡期。施工单位完成设备安装及单机试运转工作后撤离,运行管理单位接手时对系统控制逻辑、设备操作要点、常见故障处理方法等不清楚。调适工作如果不能和施工验收有效衔接,系统就会带着未解决的控制参数问题进入运行状态。调适环节的缺少,就是季节性验证不充分。暖通空调系统性能需要在制冷季和供暖季分别进行验证,改造工期一般安排在非空调季节,施工完毕后不能进行满负荷工况测试。标准要求联合运行调适应覆盖夏季工况、冬季工况和过渡季节部分负荷工况,实际执行中能全年调适的项目比例不高。运行维护阶段的又一问题就是自控系统的延续性。改造新增的楼宇自控或者机房群控系统,控制策略设置一般是由设备供应商调试人员在施工过程中完成的,运行管理人员接手后没有参与参数的设定。季节变换或者使用工况改变的时候,运行人员不能够知晓怎样调节控制逻辑,系统会一直保持在最初的设定状况之下,与改造设计的节能目的相违背。

3 既有建筑暖通空调系统改造问题的原因分析

3.1 原有资料和现场条件不清楚

改造项目信息的缺失属于系统的。竣工图纸的完整性取决于建筑建设阶段以及历次维修改造资料的管理质量,很多建筑暖通竣工图在多次装修、局部改造之后不能反映

现状。机房内管路实际走向、阀门位置、管径规格需要现场逐个核对,地下管沟或者吊顶内管线无法全部排查。设备信息不全也会影响改造方案的确定。运行 15 年以上的空调主机实际性能系数已经与出厂参数不相符,而设备铭牌上标注的参数一般不会被改变。水泵的实际运行工况点必须到现场进行测试才能确定,只根据铭牌参数来判断会造成造型的偏差。部分项目的冷却塔由于长时间没有检修,导致填料破损、布水不均,从而影响了冷却能力,但是诊断阶段没有充分地发现这些问题,只对冷机进行了更换,而冷却侧的问题仍然存在。

3.2 改造需求和目标不明确

改造目标的模糊性很容易被忽略。业主提出改造需求的时候,一般会以系统不好用或者能耗太高为由,没有把需求转化成具体的性能指标。根据夏季冷量不足、降低全年运行能耗或者同时达到舒适性和节能要求的目标导向,会产生不同的改造方案。目标不明表现为对改造深度的选择。全面更换冷热源设备、输配系统、末端设备,与只更换主机并改善控制策略相比,从投资规模、施工周期、预期效果等各方面存在较大差别。如果业主与设计方对于改造的深度没有达成一致意见,那么设计过程就会偏向于设备的更换,而忽略系统的优化。部分项目改造方案中冷机更换、控制系统升级被单独设为一个工作包进行招标,在实施过程中由于接口条件的改变需要设计变更,从而导致工期延长、费用增加。

3.3 设计、施工和使用各方沟通不够

改造项目参与方有业主、设计单位、施工总包、设备供应商和后续运行管理单位,各参与方在项目不同的阶段进入,信息传递有断层。设计单位在方案阶段所确定的技术参数及控制逻辑,在施工阶段由于现场条件的变化而被调整,但是调整的结果并没有反馈给设计方,造成竣工资料与设计文件不符。运行管理单位接手时,所依据的是一套与实际安装情况已经存在差异的图纸和说明^[2]。沟通不充分也表现在对改造边界界定上。既有建筑暖通系统在不同时期是由不同的施工单位进行局部改造的,形成了新旧设备混用的格局。项目开工前,各方应就各方面的设备是否继续使用、是否需要更换、哪些管道可以保留进行确认。设计方如果按照全部更新的思路出图,业主的实际预算只能支持局部改造,施工阶段变更量就会大幅度增加。

3.4 调试、验收和日常维护跟不上

调适工作组织方式会对改造效果产生直接的影响。大多数改造项目调适是由施工单位自行完成的,其主要目的就是满足验收要求,而不是验证系统在实际运行工况下的

性能。单机试运转和系统联合调试的深度不够,控制阀门初始位置、变频器频率设定、自控系统传感器校准等环节常常被简单处理。验收环节重视设备安装质量以及文件资料是否齐全,对于系统性能实测验证有所忽略。验收报告中一般会包含设备试运转记录,但是没有给出不同负荷工况下系统的能效数据。改造后实际节能量要经过完整的空调季才能评价,该阶段的跟踪监测在项目管理体系中没有明确的责任主体。维护环节衔接问题也明显存在。改造新增的变频器、传感器、电动阀等控制设备的维护要求与传统的定频设备不同。运行管理人员如果缺少针对这些设备的操作培训,那么他们对于这些设备的维护就只能停留在不坏不修的状态上。过滤器更换周期、传感器校准频次、控制参数季节性调整等维护事项,在改造移交时如果没有形成操作规程,系统运行性能就会随着时间的推移而下降。

4 既有建筑暖通空调系统改造的改进对策

4.1 先查清现状,再确定改造范围

改造项目的第一项工作应该是系统的现状调查,而不能急于确定设备更换方案。调查内容至少包含四个方面,建筑围护结构实际热工性能可以通过红外热像检测外墙、屋面保温缺陷来获取;冷热源设备实际运行性能可以通过现场测试得到当前工况下制冷量、输入功率、性能系数;输配系统水力工况可以通过测量各环路流量和压差来判断是否存在水力失调;末端设备实际送风参数和室内温湿度分布可以发现局部过冷过热区域。在调查数据的基础上形成系统的诊断报告,确定哪些问题需要通过设备更换来解决,哪些可以通过运行调节和控制优化来改善,哪些是

由于围护结构或者使用方式的问题而不能纳入到暖通系统改造的范围之内。诊断报告要给出具体的判定依据,比如冷机性能系数低于现行标准限定值一定比例时建议更换,水泵效率低于节能评价价值时考虑替换,只存在控制逻辑不合理时优先通过调适解决。改造范围界定要遵照能调适解决的不改造、能局部改造的不整体更换的原则,防止出现过度改造的情况。

4.2 围绕实际需求,优化方案和设备选型

改造方案的形成要以诊断报告实测数据为依据,不能使用原设计参数。冷热源设备容量的选择要根据建筑目前的实际使用功能及负荷特点进行重新计算,考虑改造后围护结构性能提高、照明和办公设备功率密度改变等各方面因素。设备台数的配置要兼顾部分负荷工况下的调节能力,不能让一台大容量的机组在冬季低负荷的时候频繁地启停。设备选型要符合机房已有的条件。机房面积受限的项目可以采用模块化冷水机组或者变频多联机系统来降低对安装空间的要求。存在同时供冷、供热要求的建筑,热回收型机组可以满足两种需求并减少总体能耗。输配系统改造的重点是水泵变频调速和管路平衡调节,如果原来的管路水力条件基本合理,增设变频器和平衡阀的局部改造方案比整体更换管路更经济。控制系统改造要和设备更新同时考虑。机房群控系统基本功能有冷机台数控制、水泵变频调节、冷却塔风机联动、能耗计量^[3]。规模小的改造项目可以采用独立机房控制器进行本地控制,不需要全面布设楼宇自控系统。控制策略参数的设定必须有设计方提供的计算依据,施工调试方执行,运行管理方确认,三方在调试记录上签字,保证控制逻辑的连续性。



图1 既有建筑暖通空调系统改造实施流程

图1中流程关系说明,诊断阶段产生的负荷数据、设备评价结果是方案设计的直接输入,调适验收阶段出现的性能偏差要反馈到运行优化环节,从而构成一个由诊断到运维的闭环。流程里各个阶段的衔接质量决定改造效果能否达到预期。

4.3 组织好施工,减少对正常使用的影响

施工组织的核心约束就是建筑的使用时间表。编制施工进度计划时,首先要确定建筑各个区域的施工时间段,将产生噪声、振动作业安排在非使用时间段,将对室内环境影响小的作业安排在白天。需要在办公或者营业区域对

末端设备进行更换工作时,必须事先与使用方取得联系,明确具体的作业位置及作业窗口,不能因为临时协调而造成工期的延误。分区隔离属于控制施工影响的有效方法。改造区域和正常使用区域之间要设临时隔断,隔断材料应具有基本的隔声、防尘性能。冷媒管或者水管穿过隔断处,应在管道安装完毕后立即封堵。施工区域通风要独立组织,不能把粉尘扩散到相邻区域。新旧系统切换要制订详细的过渡方案。冷热源更换时,若新设备安装位置与旧设备相同,则需要临时冷源或者热源保证过渡期的基本需求,也可以将更换作业安排在气候条件不需要空调的时段。管路系统切换应分段进行,每次只关闭一个环路阀门,切换后立即恢复,减小对末端用户的影响。施工过程中隐蔽工程验收要跟上。改造工程中管道焊接质量、保温层施工、支吊架安装等隐蔽部分一旦被封闭在装修面层或者吊顶内,后期整改成本就很高。监理单位在每一个隐蔽工程封闭之前都要对检查、记录进行确认,重要的焊缝要留有影像资料。新增设备基础荷载应由结构专业确认,必要时做楼板加固,相关验收记录应纳入竣工资料。

4.4 做好调试和验收,落实运行维护

调适工作应该在设备安装阶段就介入,而不能等到全部施工完成后集中进行。设备单机试运转过程中要对实际运行电流、电压、振动值、噪声水平等进行记录,然后与出厂参数进行对比。系统平衡调试阶段,分别对每一个环路的流量进行测量和调节,保证末端设备设计流量的偏差在允许范围内。控制系统调试要包含传感器校准、执行器行程校验以及控制逻辑检验,对于温度、压力、流量这些重要传感器,应该使用标准仪表进行比对校准。验收环节要将性能测试当作必要的条件^[4]。改造工程验收除了对安装质量及资料完整性的检验外,还要做系统在实际运行工况下性能的测试。测试内容至少应该包含冷热源设备在典型负荷下性能系数、输配系统单位输送能耗、空调区域温湿度达标率。测试工况应尽可能接近设计工况,验收时如

果不能进行满负荷测试,在后续季节补做,补测结果作为最终验收依据。运行维护衔接应在改造移交之前完成。运行管理人员应该在调适过程的末期阶段参与进来,对系统的组成、设备的操作方法以及控制策略的设定逻辑有了解。移交时要提供面向运行人员操作手册,包含设备启停顺序、常见报警处置办法、过滤器及换热器清洗周期、传感器校准办法和频次、控制参数季节调节意见。运行管理单位要创建系统运行日志,记载设备运行状况及能耗情况,这些数据也成了后续评判改造成效的基础。

5 结束语

既有建筑暖通空调系统改造效果的差别,并不是因为使用了什么样的先进设备或者技术造成的,而是由于改造各个环节之间衔接是否紧密所导致的。前期调查的深度决定设计方案的针对性,施工组织的合理性影响改造期间建筑使用的体验,调适验收的严格程度决定系统能否在设计工况下正常工作,运维管理的延续性决定改造效益的持续时间。把改造当作从诊断到运维的完整过程而不是单纯的设备更换工程,在方案阶段充分考虑运行阶段的约束条件,在施工阶段给调适和运维留出接口,这些操作层面的改进比技术方案的升级更能解决实际问题。

[参考文献]

- [1]陈思言.既有建筑暖通系统节能改造技术路径与效果评估[J].新城镇科技,2026,35(7):79-81.
- [2]侯崛.既有住宅建筑暖通空调节能改造设计研究[J].中华民居,2026,19(7):96-98.
- [3]曾凡芝,张汪强.既有建筑暖通系统改造施工中的管线敷设优化技术[J].中国房地产业,2025(33):122-125.
- [4]陶生辉.既有建筑绿色改造暖通空调自评估要点与评价分析[J].全面腐蚀控制,2024,38(6):115-118.

作者简介:贾浩璇(1994—),女,汉族,河北石家庄人,工程师,河北建筑工程学院,现就职于河北加壹建筑设计有限公司,从事暖通设计工作。