 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i10.12073

Research on Optimal Design of HVAC Air Conditioning Systems for Green Buildings at Architectural Design Institutes

Zhikun Liu

China Zhongyuan International Engineering Co., Ltd., Beijing, 100080, China

Abstract

Green building evaluation standards impose systematic constraints on HVAC system design,spanning load control,equipment energy efficiency,transmission and distribution efficiency,and operational regulation.As the core link in the formation of design documents,the design decisions made by the HVAC specialty of architectural design institutes directly affect the degree to which green building objectives are achieved.Based on the working practice of the HVAC specialty in design institutes,this paper analyzes the core requirements of green building standards for air conditioning systems,examines the optimization paths of air conditioning load calculation and cooling and heating source selection at the design stage,explores energy-saving design methods for the transmission and distribution of water systems and air systems,and studies the implementation approaches of operational regulation and intelligent control strategies in design documents.Only by transforming the evaluation requirements of green buildings into specific design parameters and control logic can the systematic improvement of air conditioning system energy efficiency be achieved.

Keywords

green building; HVAC; optimization design; transmission and distribution energy efficiency

建筑设计院暖通专业绿色建筑空调系统优化设计研究

刘志坤

中国中元国际工程有限公司，中国·北京 100080

摘要

绿色建筑评价标准对暖通空调系统的设计提出了从负荷控制、设备能效到输配能力、运行调节的系统性约束。建筑设计院是设计文件形成的主要环节，暖通专业的设计决策会直接影响绿色建筑目标的实现程度。本文从设计院暖通专业的工作实践出发，分析绿色建筑标准对空调系统的主要要求，考察设计阶段空调负荷计算及冷热源选型的改良途径，研究水系统和风系统输配节能设计方法，分析运行调节以及智能控制策略在设计文件中的执行方式，将绿色建筑评价要求转化为详细的参数和控制逻辑，才能实现空调系统能效的系统性增进。

关键词

绿色建筑；暖通空调；优化设计；输配节能

1 引言

绿色建筑评价标准体系的建立与一直修订，给暖通空调专业的设计工作指明了更加清晰的性能边界。从绿色建筑评价标准对供暖空调系统提出设备能效、输配能力、运行调节等一系列要求来看，空调系统的节能已经不再只是单台设备能效等级的选择，而是延伸到了负荷计算精度、系统形式适配、控制策略落地等设计全过程的各个节点。建筑设计院暖通专业是把建筑性能目标转化为可实行技术方案的重要机构，设计质量的好坏直接影响绿色建筑在运行阶段的实际表现。但是设计实践中还存在着负荷取值偏于保守、输配系统节能措施执行不到位、运行控制策略表述笼统等问题，限制了绿色建筑空调系统应有效益的发挥。本文从建筑设计院暖通专业设计思路出发，以绿色建筑标准重点要求为出发点，从负荷侧、源侧、输配侧、控制侧四个方面分析空调系统优化设计的技术途径和实行要点，为设计院暖通专业绿色建筑设计给予参照。

【作者简介】刘志坤（1982-），男，中国山东梁山人，本科，高级工程师，从事暖通专业研究。

2 绿色建筑对暖通空调系统的核心要求

2.1 室内热环境参数的合规性约束

绿色建筑对暖通空调系统首要的要求就是室内热环境参数的设定必须符合现行国家标准的强制性规定。公共建筑使用集中供暖空调系统时，房间内温

度、湿度、新风量等设计参数应符合民用建筑供暖通风与空气调节设计规范的规定，使用非集中空调系统的建筑也应具备保障室内热环境的措施或预留条件。设计院暖通专业在施工图设计阶段，必须将室内设计参数取值依据、新风量指标确定方法全部折射在设计说明及计算书中，形成可追溯的设计闭环。室内热环境参数的合规性不只关系到绿色建筑评价的达标，也直接影响建筑使用者的舒适感受以及工作效率，设计人员在规范允许的范围内融合建筑功能特点实行合理取值，避免机械套用规范上限值而造成系统容量冗余[1]。

2.2 热环境调节装置的独立控制要求

绿色建筑要求公共建筑主要功能房间有着现场独立控制的热环境调节装置，末端设有独立开启装置且温度、风速可独立调节的，即视为具备可控的热环境调节能力。对于没有集中供暖空调系统的建筑，也必须要有满足个性化热舒适需求的独立控制装置或者功能。该要求把空调系统可控性由集中层面的群控加强到房间层面的独立调节，对末端设备选型和控制系统架构提出了更加精细的设计要求。设计院暖通专业在末端设备布置及控制系统设计时，应充分考虑房间功能差异和使用时间差异对独立调节的要求，防止由于末端控制层级不足而影响绿色建筑评价的实现。独立控制要求的执行还要考虑控制阀件、温控器、执行机构的选型配套，设计文件中应明确各个房间控制回路的划分方式及设备配置方案，为施工以及调试提供明确的技术依据。

3 空调负荷计算与冷热源系统优化设计

3.1 设计负荷的精细化计算与取值控制

空调冷热负荷计算精度影响冷热源设备容量配置是否合理。目前设计实践中，设计负荷取值偏大是造成设备长期处于低负荷率工况、系统能效明显衰减的主要原因。绿色建筑评价标准对供暖空调负荷控制有明确的改良目标，要采取有效措施减少负荷水平。设计院暖通专业应从围护结构热工参数取值、室内人员与设备密度设定、新风负荷计算方式等基础环节入手，严格按照规范规定的计算方法实行计算，避免因参数取值过于保守而虚增设计负荷。对于间歇使用的功能区域，要考虑使用时间不同对同时使用系数的影响，使设备配置容量以及实际需求特征相匹配。负荷计算的精细化还要考虑建筑朝向、窗墙比、遮阳措施等建筑本体因素对空调负荷的影响，在负荷计算过程中以及建筑专业充分配合，从源头上减少空调系统的设计负荷基数[2]。

3.2 冷热源形式的适配性选择

冷热源系统选型要融合建筑规模、使用特点、能源状况、气候区域等各方面因素做技术经济比较。绿色建筑标准提倡在经过论证合理的情况下优先使用可再生能源和余热废热利用系统，宜使用复合式系统或者蓄能系统。对于冷热需求时间不同的建筑区域，应分别设置相对独立的冷热源系统和输配管路，防止局部供冷供热需求造成集中冷热源提前开启或者延时关闭的能耗浪费。设计院暖通专业在冷热源方案比选阶段，要将绿色建筑评价标准中的能效要求作为方案筛选的硬性约束，融合当地能源价格政策及环保规定，对备选方案实行全生命周期能耗和运行费用的融合比较。冷热源形式的适配性选择还要考虑建筑全生命周期的适应性，对于分期建设或者功能可能调整的项目，冷热源系统应具备分期实行以及容量扩展的技术条件，避免前期容量配置过大或者系统形式固化造成后期运行能力低下。

4 空调水系统与风系统的输配节能优化

4.1 空调冷水系统的大温差设计

空调冷水系统供回水温差是决定水泵能耗和管网投资的主要参数。绿色建筑相关标准规定空调冷水系统温差不得小于一般末端设备名义工况要求的数值，大温差设计可以减小水泵耗电量及管网管径。设计院暖通专业在确定冷水系统供水温度以及温差时，要融合考虑冷源能力、末端设备传热能力、输送能耗三者之间的关系。当冷水系统供水温度及供回水温差与末端设备名义工况不一致时，需要校核流量减少以及水温变化对定型盘管末端设备传热系数和传热量的影响，必要时需要增大末端设备规格。热水供暖系统也符合大温差设计原则，减少建筑物内供暖系统热媒参数有利于增加散热器供暖的舒适度，减少输送热量损失。大温差设计的执行还要在水系统管路布置和阀门选型上配合，设计人员应凭借水力平衡计算确定各环路流量分配方案，防止大温差运行造成水力失调。

4.2 水泵与风机的输配效率控制

空调水系统循环水泵以及通风系统风机的能耗在空调系统总能耗中所占比例较大，输配能力的增加对于绿色建筑目标的实现有着十分重要的意义。绿色建筑评价标准把集中供暖系统热水循环泵耗电输热比、空调冷热水系统循环水泵耗电输冷比、风道系统单位风量耗功率列为设备能效核查的重点内容。对人员密集场所的单台风量大的空调机组，应使用变速风机来满足风量调节的要求。空调风系统的作用半径不宜过大，风道系统单位风量耗功率应控制在限值以内。设计院暖通专业在实行水系统和风系统设计时，应借助水力计算及风管阻力计算来改良管路布置，合理选择水泵和风机的工作点，防止由于系统阻力估算偏差造成设备选型过大。输配能力的控制还要考虑水泵以及风机的运行调节方式，对于变流量水系统和变风量风系统，应明确变频控制策略及最小流量保护措施，保

证输配设备在部分负荷工况下依旧能保持较高的运行能力[3]。

4.3 新风系统节能设计与排风热回收

新风负荷在空调系统总负荷中所占比例较大，新风系统节能设计可以有效地减少空调能耗。绿色建筑标准要求人员密度较大、人员数量变化较大的区域宜使用新风需求控制，根据二氧化碳浓度调节新风量；风机盘管加集中新风的空调系统宜具备使用不同新风量的条件。集中空调系统排风能量回收的设置应满足一定的条件，送风量不小于一定规模的直流式空调系统经技术经济比较合理时应设置排风能量回收装置；新风量以及排风温度差满足一定条件的空调系统宜设置排风能量回收装置。排风热回收装置的交换能力应符合规定要求，全年运行的空调系统中热回收装置应设旁通风管，供过渡季直接利用新风。设计院暖通专业要将新风需求控制策略和热回收装置运行形式在自控设计中予以明确。新风系统节能设计还要考虑新风处理终端的合理配置，对于新风送风温差较大的系统，应校核末端送风口的结露风险并采取相应的防结露措施。

5 空调系统运行调节与智能控制设计策略

5.1 热环境参数的现场独立调节设计

绿色建筑对热环境调节装置独立控制的要求，要在设计阶段凭借末端设备配置及控制架构设计来实现。设计院暖通专业要依照房间功能及使用特性，恰当划分空调末端控制分区，保证每一个主要功能房间拥有独立的温度设定以及风速调节能力[4]。对于使用集中空调系统建筑，末端有独立开启装置且温度、风速可以独立调节的，即满足可控热环境调节装置的要求。对于大空间区域，分区控制及个性化舒适装置相结合使用。控制系统设计文件中应明确各个控制层次的调节权限以及操作方式，防止由于控制策略表述不清造成实际运行中独立调节功能不能有效发挥。现场独立调节设计的加深还要考虑控制设备的安装位置和操作方便性，温控器和调节阀的设置要便于使用者操作以及物业管理人员维护，控制面板的功能标识要清楚明确。

5.2 基于负荷特征的运行策略预设

空调系统运行方针是否合理，很大程度上决定了设计阶段所采取的节能措施能否在运行阶段转化为实际效益。运行方案设计要以建筑负荷变化特征为基础，根据历年冷热源系统运行记录或者负荷模拟结果，对不同季节、不同时段建筑负荷变化规律实行分析，继而确定冷热源机组启停组合及出力调节方式。对过渡季以及部分负荷工况，要确定冷却塔供冷、新风供冷等自然冷源利用方式的启用条件及切换逻辑。设计院暖通专业在自控设计说明中要详细说明各个运行形式的转换条件、设备联动关系、参数设定依据，使施工图设计文件具有指导运行调试的技术深度。运行方略的预设还要考虑到建筑实际使用中可能出现的负荷波动情况，在控制逻辑中设置合理的调节死区以及响应延时，防止由于控制参数设置不当造成的系统振荡和设备频繁启停。

5.3 冷热源与输配系统的群控逻辑设计

空调系统智能控制设计要包含冷热源、输配系统和末端设备三者之间的协调运行。冷热源机组群控逻辑要考虑到机组能力特性以及负荷分配方略，在多台机组并联运行的时候先启动高效机组或者使机组运行在高效负荷区间。水泵变频控制要以及冷热源机组运行台数、系统压差变化联动，风机变速调节要根据实际风量需求或者二氧化碳浓度信号实行反馈控制。绿色建筑标准对于地下车库一氧化碳浓度监测及排风设备联动的要求，也体现了按需通风的控制思想。设计院暖通专业要将各个子系统的控制逻辑纳入到统一的楼宇自控系统设计框架当中，确定传感器的设置位置、控制信号的类型以及执行机构的动作方式，形成完整的可实行的控制系统设计文件。群控逻辑设计的加强还要考虑不同设备供应商控制系统之间的通信协议兼容性，在设计阶段确定楼宇自控系统的接口要求和数据交换格式，为系统集成和调试创造技术条件[5]。

6 结语

绿色建筑对于暖通空调系统的要求已经从单一设备的能效限定，扩展到包含负荷计算、系统选型、输配设计、控制策略的全过程性能约束。建筑设计院暖通专业是技术方案的形成主体，设计决策的系统性、精细化程度直接影响绿色建筑空调系统节能目标的实现。从设计院暖通专业工作实践来看，绿色建筑空调系统优化设计的深入推进还需要设计流程中建筑、结构、电气等专业的协同配合，以及设计文件编制深度的持续增强，只有将绿色建筑的技术要求真正融入到设计过程的每一个技术判断中，才能使空调系统在建筑全生命周期内持续发挥节能效益。

参考文献

[1] 冯阳阳,陈晨,刘亚招.基于强化学习AI算法的绿色建筑暖通空调系统自适应控制策略[J].自动化与仪器仪表,2026,(6):153-157.

[2] 吕卫东.建筑空调系统设计中节能与舒适性的平衡路径研究——以泉州图书馆项目为例[J].绿色建造与智能建筑,2026,(6):179-183.

[3] 马红军.绿色建筑暖通空调设计中节能技术的应用研究[J].中华建设,2026,(6):123-125.

[4] 马强.智慧城市背景下绿色建筑暖通空调系统节能优化设计研究[J].新城建科技,2026,35(5):28-30.

[5] 张寒冰,边长馨.绿色建筑暖通空调节能技术及优化设计方法研究[J].中国高新科技,2026,(10):84-86.