

分析超高层建筑暖通空调系统设计

梁远海

广东安邦建筑设计有限公司, 广东 茂名 525000

DOI:10.61369/UAID.2025040020

摘要 : 超高层建筑暖通空调系统设计是实现建筑绿色可持续发展的关键环节。文章剖析了当前在设计理念、系统安全及人员培训等方面存在的不足与改进路径, 并重点探讨了在冷热源选型、空调水系统、风管系统、智能控制、防排烟及环保节能等具体子系统中的设计策略与优化方案, 旨在构建高效、安全、舒适且环境友好的超高层建筑暖通空调系统, 为行业实践提供理论参考与技术指引。

关键词 : 超高层建筑; 暖通空调系统; 设计

Analysis of the HVAC System Design for Super High-rise Buildings

Liang Yuanhai

Guangdong Anbang Architectural Design Co., Ltd., Maoming, Guangdong 525000

Abstract : The design of HVAC systems for super high-rise buildings is a critical factor in achieving green and sustainable development. This paper analyzes existing shortcomings in design philosophy, system safety, and personnel training, along with improvement pathways. It focuses on design strategies and optimization solutions for specific subsystems—including heat source selection, chilled water systems, ductwork systems, intelligent controls, smoke control, and environmental energy efficiency—aiming to establish efficient, safe, comfortable, and environmentally friendly HVAC systems for super high-rise buildings. This provides theoretical reference and technical guidance for industry practice.

Keywords : super high-rise buildings; HVAC systems; design

引言

随着我国城市化进程的不断深入, 超高层建筑作为集约利用土地资源的重要形式, 其规模与数量持续增长。然而, 这类建筑在运营过程中呈现出巨大的能源需求, 其中暖通空调系统作为建筑的能耗主体, 其能耗占比可高达总能耗的30%。在国家大力推行绿色低碳发展战略的背景下, 如何在超高层建筑中实现暖通空调系统的节能高效、健康舒适与安全可靠运行, 已成为建筑领域亟待解决的核心课题。

一、超高层建筑暖通空调系统设计的基本原则

(一) 节能降耗设计

根据行业调研与数据分析, 超高层建筑在运营期间的整体能源消耗极为显著。其中, 暖通空调系统的能耗占比尤为突出, 约占建筑总能耗的30%, 成为能源使用的主要部分。为贯彻落实国家提出的绿色低碳发展方针, 建筑行业作为资源消耗较大的领域, 亟须将可持续理念融入超高层项目的规划与建设中。暖通空调系统作为超高层建筑功能体系的核心, 其设计过程必须严格贯彻节能与环保的双重目标。通过科学合理配置资源与优化能源结构, 不仅能够显著降低建筑日常运行中的能耗水平, 还能有效控制温室气体与污染物的排放。

(二) 室内环境健康与舒适性设计

在超高层建筑中, 暖通空调系统承担着维持室内热环境稳定的关键职能。该系统能够根据季节变化动态调节室内温度, 实现

冬季保温与夏季制冷的双重目标, 从而为使用者营造健康、舒适的工作与生活空间。因此, 在进行超高层建筑暖通空调系统设计时, 除了需贯彻节能减排的基本要求外, 还应将人体健康与舒适性作为核心设计原则之一。具体而言, 应优先选用无害、低排放的绿色环保型材料与设备, 从源头上避免对人体健康产生潜在风险。这种设计策略不仅提升了暖通系统配置的技术合理性与科学性, 还能够进一步增强系统的节能与环保效益, 最终在超高层建筑中形成既符合生态要求又具备高度舒适性的室内环境^[1]。

(三) 可再生能源整合策略

自然界中的能源类型丰富多样, 既包含煤炭、石油等不可再生资源, 也拥有如太阳能、风能等可再生的清洁能源。这些可再生能源具有持续可获得、循环再生的天然属性, 被誉为“取之不尽、用之不竭”的绿色能源, 其开发利用高度契合我国绿色低碳发展的战略导向。因此, 在超高层建筑暖通空调系统设计中, 设计人员应在保证系统架构合理、技术先进的前提下, 充分贯彻自

然资源高效利用的原则，积极引入太阳能集热、风力发电等可再生能源技术。通过逐步替代传统化石能源，降低对不可再生资源的依赖，不仅有助于控制超高层建筑在建设与运营阶段的能源成本，还能进一步提升项目的整体经济效益与环境可持续性。

二、当前暖通空调设计存在的问题以及措施

(一) 暖通空调设计现存问题与改进路径

在全球范围内，超高层建筑的暖通空调系统设计已普遍将节能环保作为核心理念与关键评价指标，我国在这一领域也积极开展探索并积累了部分实践经验，但整体仍面临诸多挑战亟待突破。当前主要问题体现在：我国在节能技术应用与系统优化水平上与国际先进标准尚有明显差距；不少设计存在简单复制现有案例的现象，缺乏对项目具体条件的深入分析与适应性调整，制约了行业的技术进步。更值得关注的是，部分设计人员对节能减排和环保理念的认识仍显薄弱，行业内部还存在收费不规范等现象，这些因素都严重影响了暖通空调系统的设计质量与工程实施效果^[3]。

为应对上述问题，需从多方面着手改进。首先应加强设计人员的可持续理念教育与专业技术培训，提升整体设计水平；其次要建立健全行业规范与监管机制，推动设计过程标准化与透明化；同时鼓励开展基于实际条件的个性化设计，避免低水平复制；最后，应加大政策引导与激励，促进节能技术与创新方案在超高层建筑中的规模化应用，从而实现暖通空调系统在能效、环保与适用性方面的协同提升。

(二) 系统安全风险与防控策略

暖通空调系统的安全性涉及多个关键维度，主要包括易燃易爆环境控制、建筑防火性能保障、人员操作安全防护、设备周边环境安全以及系统自身运行可靠性等。这些安全要素的有效管控，需要从技术标准完善和管理机制强化两个层面协同推进。在技术层面，应严格执行防火防爆设计规范，采用阻燃材料与自动报警系统，并对设备布局与管道敷设进行安全优化；在管理层面上，需建立定期安全检查制度与应急处置预案，明确责任分工，实施全过程风险监控。为构建更完善的安全保障体系，建议进一步推动智能监测技术与安全设计的深度融合，加强对关键设备和区域的实时状态感知与预警。同时，应制定系统寿命周期内的安全管理规程，通过技术升级与制度约束相结合，全面提升暖通空调系统的整体安全水平^[3]。

(三) 技术人员培训缺失与能力提升措施

当前暖通空调领域普遍存在技术人员专业能力不足的问题，其根源在于部分企业忽视系统化培训与考核，仅追求安装任务的表面完成，而对专业技术理论、规范操作流程及后期维护要求等核心内容缺乏重视。这种培训缺失导致安装质量参差不齐，系统调试与长期运行中存在诸多隐患，最终影响设备性能发挥与使用寿命。

为解决这一问题，企业应建立健全覆盖全员、全周期的培训体系，将岗位技能认证与实操考核纳入管理制度。具体措施包

括：定期组织专业技术学习与安全规范培训，强化对系统原理、安装标准及故障排查等内容的掌握；引入师徒制与案例教学，提升解决实际问题的能力；同时建立与职业发展挂钩的激励约束机制，促进技术人员主动提升业务水平，为系统高质量实施与稳定运行提供可靠的人才保障。

三、超高层建筑暖通空调系统设计

(一) 冷热源系统选型与协同设计策略

冷热源设备的合理选型需建立在与建筑内部其他系统协同整合的基础上，设计过程中应统筹分析建筑所需的制冷与供暖整体方案，全面考量暖通系统核心设备、楼宇智能管理平台及配套电力系统等关键要素的匹配关系。当前在工程实践中，多数项目采用集中式设备机房或分层设置技术区的布置方式，此类方案直接影响建筑的空间结构与功能布局。不同的冷热源配置路径还将进一步牵动建筑体量与形态的生成逻辑，成为影响项目整体实施的重要变量。为提升冷热源系统集成设计的整体效能，建议在方案阶段即开展多专业协同论证，结合建筑功能需求与能耗目标，建立系统匹配度评估机制。具体可采取以下措施：优先选用模块化、可扩展的机组配置以增强系统适应性；将冷热源设备空间需求纳入建筑方案同步设计，优化机房布局与管线综合；引入智慧能源管理平台，实现对冷热源及关联系统的整体调控与能效分析，从而在保障系统性能的同时，提升建筑的空间利用效率与运行可持续性^[4]。

(二) 超高层建筑空调水系统设计与优化策略

在超高层建筑中，空调水系统的管道设计需特别关注其结构安全与技术适应性。由于建筑垂直高度较大，系统底部将承受显著的静水压力，这种持续荷载会对管网中的阀门、管件及连接部件产生结构性影响，并可能制约其他建筑设备的安装与布局。因此，在设计阶段必须综合评估各类设备与管材的承压性能，并结合全生命周期成本分析，合理开展水系统分区规划。为有效控制静水压力带来的负面影响，建议在不同承压区段之间设置板式换热器作为压力隔离装置，以此降低传输至上部设备的静压负荷。同时，系统设计宜采用扩大供回水温差的设计思路，通过减少系统水流量来缩小主干管径，从而节约管道材料与空间占用，降低工程建设初期的投资成本。

(三) 风管系统规划与空间优化策略

风管系统设计是超高层建筑暖通空调工程中的核心环节，其布局质量直接影响建筑内部公共区域的空气品质与物理环境，对提升用户的舒适感与使用满意度具有关键作用。在设计过程中，风管吊顶安装高度的确定需结合建筑界面尺寸进行综合权衡，确保与结构、装饰等要素协调统一。风管路径规划应遵循“路径最短、阻力最小”的基本原则，通过优化管线走向有效控制风管总长度。过长的风管布局不仅会增加安装复杂度，还容易导致与其他机电管线之间的交叉冲突，进而影响施工效率与系统稳定性。因此，设计阶段需开展全面的管线综合平衡分析，对风管、水管、电气桥架等设备进行一体化统筹布置。科学的风管系统设计

还能促进建筑空间的高效利用。通过采用紧凑型布局与集成化设计方案，可减少管线对层高的占用，从而提升空间容积率，为公共区域留出更多可用面积，增强超高层建筑的功能适应性与环境品质^[5]。

（四）智能空调控制系统集成设计

在现代超高层建筑中，智能型暖通空调系统已成为标准配置，其核心组成部分即为空调自动控制系统。该系统通过集成自动化运行模块，实现对风机转速与电动阀门的实时精准调控，借助二者的协同运作有效降低系统整体能耗。除常规区域外，设计中需在螺杆式冷水机组覆盖范围以外的分区同步配置独立冷热源装置，并在回水主管设置旁通回路，配合电动二通阀实现水力平衡与压力调节。当遇到单一空调系统需服务于不同功能业态时，应在各分支环路上同步安装计量仪表与动态调节阀，为多工况自适应运行与能源分项计量创造技术条件。为进一步提升系统智能化水平，建议构建集监测、控制、分析于一体的中央管理平台，通过数据驱动实现负荷预测与优化调度。此类集成化设计不仅能够强化系统的可调控性与能效表现，也为超高层建筑实现精细化能源管理奠定坚实基础。

（五）防排烟系统设计与烟气控制策略

在超高层建筑中，基于其特殊的垂直结构与空间特性，必须建立主动型消防灭火体系。暖通设计师在聚焦防排烟系统技术细节的同时，还需全面掌握建筑整体生命安全系统的运行逻辑，并充分理解与其他专业系统的接口关系。通常，此类建筑会配置机械通风系统用于火灾时的烟气控制，通过定向气流组织有效排除烟雾，并在疏散路径上形成无烟安全区，为人员逃生提供保障。火灾发生时，烟气往往由起火区域向相邻空间蔓延。尤其在室内外温差显著的条件下，超高层建筑内部易产生强烈烟囱效应，这一现象会急剧加速烟气的竖向传播。防排烟系统的核心功能正是通过有组织的压差控制与气流引导，抑制烟囱效应的影响，阻止

烟气经由通风管道或建筑缝隙侵入非着火区域的人员驻留空间。当前工程实践中主要采用集中式与分层式两种排烟模式。防烟设备通过建立加压送风系统，在避难空间与相邻区域之间维持稳定的压力梯度，形成有效的气密屏障，从而确保无烟环境的安全性与可靠性。

（六）可持续暖通系统设计策略

能效与环境友好性始终是暖通中央空调系统的关键评价指标。随着我国城镇化进程持续深化，暖通设备的研发制造与工程应用水平显著提升，与此同时，其运行所带来的能源消耗与环境影响也日益受到社会关注。在超高层建筑暖通系统设计中，应优先采用低能耗技术方案，从源头上控制空调系统在全寿命周期内的能源需求。设计过程中需积极引入先进的保温隔热技术与智能调控手段，通过自适应控制、负荷预测等算法实现对设备群的精细化管理。在热水循环系统设计中，应根据实际负荷特性合理选配循环水泵的型号与数量，在保证水力平衡与热输送效果的前提下，最大限度降低运行能耗。通过集成高效设备、智能控制与可再生能源利用，构建性能均衡、环境友好的暖通系统，不仅能够显著降低建筑碳排放，也为超高层建筑实现绿色可持续发展目标提供重要支撑。

四、结语

综上所述，超高层建筑暖通空调系统是一项复杂的系统工程，其成功设计与实施有赖于对基本原则的坚守、对现实问题的正视以及对前沿技术的融合应用。未来，随着智能化、数字化技术的深度赋能，超高层建筑暖通空调系统必将向着更高效、更智慧、更可持续的方向演进，为建筑行业的绿色转型注入强劲动力。

参考文献

- [1] 罗磊君.超高层建筑暖通空调系统设计分析[J].河南建材,2025(5):137-139.
- [2] 张家兴.超高层建筑暖通空调系统设计探讨[J].中国住宅设施,2023(2):40-42.
- [3] 顾畅.超高层建筑暖通空调系统设计分析[J].建筑与装饰,2021(26):30-32.
- [4] 黄珂,杨凡,孟硕.超高层建筑暖通空调系统设计探讨[J].建筑·建材·装饰,2017(8):198.
- [5] 隆先进.基于超高层建筑暖通空调系统设计分析[J].科技创新导报,2022,19(2):77-79.