

大型商业建筑通风空调系统的节能优化与应急运行调控

包成龙 陈明 张明瑞

中建八局第三建设有限公司

DOI:10.12238/pe.v3i1.11387

[摘要] 城市化进程的加速使得大型商业建筑如雨后春笋般涌现,此时其已经成为了城市经济与生活的重要载体。然而在实践中通风空调系统能耗居高不下的问题愈发严峻,与此同时火灾、断电等突发紧急情况时的应急运行调控能力,也时刻考验着相关建筑的安全性与可靠性。基于此,本文全方位、深层次地剖析了大型商业建筑通风空调系统的能耗构成要素与独特运行特点,有助于从冷热源设备选型、输配系统架构设计、末端设备配置,以及运行管理模式等多个维度入手,来系统地探讨节能优化的创新策略。并且文章针对火灾、断电等常见应急场景,均精心地制定了切实可行的运行调控方案,力求达成商业建筑通风空调系统的高效节能目标。

[关键词] 大型; 商业建筑; 通风空调系统; 节能优化; 应急运行调控

中图分类号: TE08 **文献标识码:** A

Energy-saving optimization and emergency operation regulation of HVAC systems in large commercial buildings

Chenglong Bao Ming Chen Mingrui Zhang

China Construction Eighth Engineering Division Co., Ltd.

[Abstract] The acceleration of urbanization has led to the rapid emergence of large commercial buildings, which have become important carriers of urban economy and life. However, the problem of high energy consumption of HVAC systems has become increasingly serious in practice. Meanwhile, the ability to regulate emergency operations during sudden emergencies such as fires and power outages is constantly testing the safety and reliability of these buildings. Based on this, this paper comprehensively and deeply analyzes the energy consumption components and unique operating characteristics of HVAC systems in large commercial buildings. This paper systematically explores innovative energy-saving optimization strategies from multiple dimensions such as equipment selection for cooling and heating sources, design of distribution system architecture, configuration of terminal equipment, operation management model. Additionally, the paper has carefully formulated practical and feasible operation regulation plans for common emergency scenarios such as fires and power outages, aiming to achieve the goal of high efficiency and energy saving in the HVAC system of commercial buildings.

[Key words] Large; Commercial building; HVAC system; Energy-saving optimization; Emergency operation

引言

当今社会之中的大型商业建筑集购物、餐饮、娱乐、办公等多功能于一体,其内部空间开阔、人员往来频繁且营业时间往往较长。而通风空调系统作为维持室内舒适环境的核心设施,它肩负着调节温湿度、提供新鲜空气、排除污浊空气等重任。据相关统计数据显示,在这类建筑的总能耗中通风空调系统能耗占比通常介于40%~60%之间,并且部分建筑甚至更高。为此随着全球能源供应趋紧以及环保法规日益严苛,降低通风空调系统能耗、挖掘其节能潜力已然成为商业建筑领域实现可持续发展的关键任务。同时因为商业建筑人员密集,所以一旦遭遇突发紧

急情况,如火灾、断电等,通风空调系统能否迅速、有效地切换至应急运行模式,将直接关系到人员的生命财产安全与应急救援工作的顺利开展。即深入地研究大型商业建筑通风空调系统的节能优化与应急运行调控,在该行业中具有不可估量的现实意义与紧迫性。

1 大型商业建筑通风空调系统能耗分析

1.1 冷热源能耗

在炎炎夏日里制冷机组是建筑清凉的缔造者,它能够为各个区域源源不断输送冷量,以抗衡外界高温侵袭,且确保室内凉爽宜人。实践中常见的制冷机型有离心式制冷机,以某大型商场

为例,其配备的多台离心式制冷机在夏季用电高峰时段的每日耗电量可达千度电能。而在寒冷冬季,制热设备则挑起了供暖大梁,由于锅炉燃烧燃料释放热能,或是热泵巧妙搬运低位热能,即可将温暖送抵室内每个角落。但是无论是耗电量还是燃料消耗量,冷热源设备的能耗始终在通风空调系统能耗结构中占据主导地位。

更为关键的是冷热源设备自身的能效表现,如能效比(COP衡量制冷、EER衡量制热),其宛如一把高悬的标尺,可以直接裁定着运行成本的高低。因此低能效设备就如同一个无底洞,虽然它持续地吞噬大量能源,但却仅能产出微薄冷热量回报,所以就会致使企业运营成本节节攀升^[1]。

1.2 输配系统能耗

风机如同建筑的呼吸器官,其一刻不停地鼓动空气在通风管道内穿梭,而水泵则似建筑的血液循环泵,可以驱动冷冻水、热水在错综复杂的水管网络中奔涌。实践中它们的能耗与流量、扬程、效率这三个关键要素紧密捆绑。

商业建筑内部通风管道纵横交错,且水管线路仿若迷宫,因此管径选择稍有不慎,如过粗或过细即会造成材料与初投资浪费,或是给气流、水流套上枷锁,使其阻力陡增。加之过多的弯头和阀门,虽然这些本是为了调控便利而设的部件,但是它却在不经意间成为能量损耗的“帮凶”,会迫使风机、水泵拼尽全力克服阻力,此时能耗也会随之水涨船高。

现实中有不少建筑在设计初期对负荷预估都存在偏差,或出于保险起见会选用大功率的风机、水泵,最终形成了“大马拉小车”的尴尬局面。建筑长期处于低负荷运行区间时,其设备效率就会大打折扣,致使大量电能可在低效运转中悄然流失。

1.3 末端设备能耗

空调箱、风机盘管等末端装置可直接感知并调控室内温湿度环境。它们内置的风机虽功率相对较小,但胜在数量众多,所以总体能耗不容小觑。而且末端设备若缺乏精准有效的控制手段,就极易引发室内冷热不均的乱象^[2]。

2 节能优化策略

2.1 冷热源优化

2.1.1 设备选型

企业应摒弃传统低效冷热源设备,转身拥抱高效节能新宠。展开来说,螺杆式制冷机以其结构紧凑、运行平稳、部分负荷性能优越的特点,目前已经逐渐成为了商业建筑制冷的热门选择。同时磁悬浮离心式制冷机更是凭借近乎零摩擦的磁悬浮轴承技术,在实践中极大程度上降低了机械损耗,使得COP较传统离心式机型提升了30%-50%,为该行业开启了节能新篇章。

对于坐落于地热资源丰富地区的商业建筑而言,地源热泵技术无疑是大自然馈赠的节能利器。它可以巧妙地利用地下浅层地热,再通过少量电能驱动,来实现热量的“搬运”。即冬季从地下吸热供暖,而夏季向地下排热制冷,从而削减了对传统化石能源的依赖,可为建筑贴上绿色节能标签^[3]。

2.1.2 控制策略

就控制策略而言,企业构建智能化冷热源控制系统是核心。即在供回水管道关键节点精准地布局温度传感器、流量传感器,此时它们如同敏锐的“触角”,可实时地捕捉冷热量传输动态。接着这些数据会飞速地传输至智能控制系统,再经内置先进算法深度地剖析,最终系统可瞬间洞察到建筑实时负荷需求。以此为依据,工作人员可精准地指挥制冷制热机组,根据实际情况按需开启台数、精细调整运行负荷,进而确保冷热源输出与建筑需求完美匹配,并杜绝能源浪费。

2.2 输配系统节能

一方面水力平衡调试堪称称为输配系统节能的基石^[4]。相关人员通过专业水力测试仪器,可以对各支路水流量进行“体检”,从而精准地揪出流量分配不均的“病灶”。具体来说,静态水力平衡阀如同“调节阀”,一经工作人员的安装调试便能为各支路水量分配定下精准“规矩”,从而确保水路均衡;动态水力平衡阀则更加智能,其能依据系统压力波动进行实时地动态调整,始终将水量维持在合理区间。

另外一方面则是变频调速技术,其为风机、水泵节能注入了强大动力^[5]。基于传统定频运行来说,风机、水泵无论负荷高低均处于全速运转状态,致使能耗居高不下。而引入变频调速装置后,情况将截然不同。当商场夜幕降临、客流量锐减时,智能控制系统可依据预设程序或实时地监测数据,果断地降低空调系统循环水量与送风量指令下达,然后变频器便会迅速响应,驱动风机、水泵转速顺滑下调。此时风机、水泵能耗不再是铁板一块,而是会随着负荷降低呈指数级下降。其节能效果显著,通常可实现30%-50%的能耗削减,有效地为企业的运营成本达到了减负的效果。

2.3 末端设备优化

新型节能末端设备的推广应用是企业提升末端能效的关键一招。当其使用带有热回收功能的空调箱时,该设备内部热交换芯体就犹如一座能量“中转站”,新风与排风在此狭路相逢,但却能够巧妙地实现热量交换。冬季排风的温热能量可慷慨地传递给寒冷新风,使其升温预热;而夏季新风的清凉则为排风降温减负,且通过回收能量预热或预冷新风,可减少冷热源负荷,使得节能效果立竿见影^[6]。

除此之外,强化末端智能控制是企业实现精准节能的“最后一公里”。即在室内关键点位部署房间温度传感器,可实现实时地感知温度细微变化;同时人员传感器则如“智能管家”,可精准地捕捉人员分布动态。实践中二者协同发力,可将数据实时反馈至控制系统,接着控制系统会依据预设舒适温度区间与人员活动情况,精细地调控末端设备风机转速、水阀开度。

3 应急运行调控

3.1 火灾应急

通风空调系统在火灾应急场景下会瞬间变身“排烟卫士”。一旦火灾警报拉响,其中的烟雾探测器如同敏锐的“烽火哨”,可以第一时间捕捉到危险信号,然后迅速地将信息传递给控制系统。接着控制系统即刻触发应急响应机制,促使通风空调系统

以毫秒级速度切换至排烟模式。而排烟风机轰然启动,其强大的吸力会将滚滚浓烟裹挟而出,使其通过预设排烟通道排出建筑,从而为人员疏散开辟出一条相对清晰的“生命通道”,并且也为消防救援人员争取宝贵作业时间^[7]。但是排烟风机的风量与风压必须经过严谨设计计算,才能够确保火灾复杂环境之下烟雾能够高效排出。与此同时,非消防区域的通风空调系统需果断关停,以此阻止新风流入为火势“添柴加薪”,达到遏制火灾蔓延势头目的。

3.2 断电应急

断电能够保障通风空调系统关键设备“生命线”不断,其中的不间断电源(UPS)与应急发电机构一齐成为双重保障防线。展开来说,UPS凭借其瞬间响应特性,能够在市电断电瞬间无缝接入,从而为消防排烟风机、重要区域照明通风设备等关键负载提供数分钟至数十分钟的电力支持,以确保这些关乎生命安全与关键环境控制的设备不停转,并避免因断电引发的混乱与危险。应急发电机在UPS电量告急后迅速启动,能够承担起长时间供电重任。但其需定期精心维护保养,即从燃油储备检查、发动机定期试运行到电气线路巡检等,之中的每个环节都不容有失,才可确保关键时刻能够迅速响应、稳定供电^[8]。

4 运行管理与维护

4.1 建立智能监控系统

相关人员在冷热源设备、风机水泵、末端装置等关键部位,广泛地部署各类传感器,其中温度传感器感知冷热变化、压力传感器监测运行压力、流量传感器追踪流体动态、能耗传感器精准计量能源消耗。它们就如同散布在建筑体内的“神经元”,能够实时地采集海量运行参数。接着这些数据会被无线或有线网络汇聚至云端大数据平台,再经数据清洗、挖掘、分析等深度处理工序,系统地自动筛查运行异常,以此提前预警相关人员潜在的故障。例如,基于制冷机组运行数据的长期分析,相关人员可建立故障预测模型。该模型一旦发现压缩机吸气压力、排气温度等关键参数偏离正常范围,就会立即向工作人员推送预警信息至管理人员手机,为及时地维修争取时间,还能同时为节能优化策略调整与应急调控决策提供坚实数据依据^[9]。

4.2 定期维护保养

4.2.1 制定详细周全的设备维护计划

详细周全的设备维护计划是企业保障通风空调系统长寿高效运行的秘诀。对此针对冷热源设备而言,制冷机组每年至少要安排一次全面“体检”,即安排专业技术人员拆解并清洗冷凝器、蒸发器,去除设备中的污垢热阻,以此恢复换热效率。同时还需深度地检查压缩机机械部件磨损情况、电气系统绝缘性能,从而确保核心部件健康运行。另外风机水泵定期保养同样也是不可或缺,保养过程中要清洁叶轮、轴承注油润滑、检查皮带松紧度,才能让风机水泵时刻保持“活力”。而末端设备维护应侧重于清洁滤网、检查风阀水阀灵活性,以此确保末端调节精准顺畅。

4.2.2 通风管道与水系统管道定期清洗

通风管道与水系统管道定期清洗在实践中常常被相关人员忽视,但其又是至关重要的环节。因为通风管道积尘不仅滋生细菌、威胁室内空气质量,并且还会增加风阻,促使风机耗能上升。当水系统管道结垢则如同给水流套上“枷锁”,进而会降低传热效率,并增加水泵能耗。对此相关人员需采用专业清洗设备,定期对管道进行物理或化学清洗,清除污垢杂质后才能让系统“血脉畅通”,使其恢复最佳性能,达到节能降耗与保障健康的目的^[10]。

5 结语

大型商业建筑通风空调系统的节能优化与应急运行调控之路,需要涉及到设备选型、系统设计、运行管理等诸多关键环节,其牵一发而动全身。对此建筑企业人员只能通过科学严谨的节能策略实施,确保自己从冷热源的高效升级、输配系统的精细优化,到末端设备的智能革新当中的每一步,都能够精准地踏向节能降耗目标,才能够切实减轻运营成本重负,为环境保护贡献自己的力量。同时未雨绸缪构建完善的应急运行调控体系,即无论是面对火灾的浓烟滚滚,还是断电的黑暗困境,都能使通风空调系统迅速地响应、可靠地运行,真正让该系统成为守护建筑安全与人员生命的坚固盾牌。

【参考文献】

- [1]陈魁.某大型商业综合体通风与空调系统节能诊断与优化[J].江西建材,2022,(11):49-50+54.
- [2]张立超,张正,冯智伟,等.大型机场通风空调系统DfMA设计及施工技术[J].建筑技术,2023,54(12):1475-1478.
- [3]葛虹,黄磊.大型商业综合体通风空调设计心得[J].暖通空调,2023,53(S01):65-67.
- [4]孙聪伟.现代化商业综合体建筑工程空调系统设计分析[J].绿色建筑与智能建筑,2023,(08):67-70.
- [5]张会波,刘增威,庞红涛.某商业建筑冰蓄冷空调系统的经济性分析[J].城市建筑,2023,20(24):193-195+207.
- [6]杨叶.大型商业建筑通风空调设计分析[J].新疆有色金属,2024,47(01):100-101.
- [7]李燕开.大型商业综合体空调系统设计研究探讨[J].智能建筑与工程机械,2024,6(06):120-122.
- [8]李小凤.中央空调冷凝热回收技术在大型商业建筑中的应用[J].山西建筑,2024,50(15):116-118.
- [9]吴小卫,李子轩,屈国伦,等.大型商业建筑集中空调制冷系统储能经济性分析方法[J].暖通空调,2024,54(10):65-70.
- [10]詹展.大型商业建筑通风空调设计探讨[J].科技资讯,2021,19(09):91-93.

作者简介:

包成龙(1990--),男,汉族,浙江东阳人,本科,中级工程师,从事建筑机电方面的研究。