

# 暖通空调系统在大型公共建筑中的设计与实施

阳 勇

重庆中国三峡博物馆 重庆 400015

**摘要:** 暖通空调系统的设计和实现是一项综合性很强的项目, 涉及热力学、流体力学和自动控制等众多学科。该体系的复杂性更多地表现在大型公共建筑上, 这是由于要综合考虑建筑内不同区域的功能要求、人流量的变化以及外界气候条件的影响等诸多因素。另外, 在节能减排、绿色建筑理念不断推广的今天, 怎样在确保舒适度的前提下降低能耗也成了暖通空调系统在设计及实施过程中应着重关注的一个问题。本文旨在通过对大型公共建筑暖通空调系统设计和实施策略进行探究, 从而为该类建筑提供更高效和环保的解决方案。

**关键词:** 暖通空调系统; 大型公共建筑; 设计与实施

## 引言

在城市化进程不断加快的背景下, 大型公共建筑已经在城市建设与规划中所占的比例越来越大。这些建筑不但是供人们聚会的地方, 而且还是城市文化、经济等活动的主要中心。暖通空调系统是保持建筑内部环境舒适的关键技术之一, 暖通空调系统的设计和实现对于大型公共建筑来说非常重要。高效、节能、设计合理的暖通空调系统不仅能够提供高质量的室内环境, 而且能够有效地降低能耗, 从而达到绿色建筑与可持续发展。

## 一、暖通空调系统设计原则

### 1. 能效与环保

大型公共建筑暖通空调系统设计中, 能效和环保要求居于核心位置。按照我国的相关法律规定, 新建的建筑中的HVAC系统必须满足最基本的能效要求, 例如, 室内的设计温度应在夏天不低于 $26^{\circ}\text{C}$ , 在冬季, 温度不应超过 $20^{\circ}\text{C}$ , 以确保能源消耗维持在一个可接受的范围之内。在环境保护方面, 系统的设计必须使用满足国家环保标准的全球变暖潜能(GWP)制冷剂, 例如R32或R290, 以降低对环境造成的不良影响。另外, 应用高效能热交换器及使用变频技术压缩机可显著提高系统运行效率并实现节能减排。系统中泵、风机都应选择高效率设备, 通过先进的控制策略实现优化运行, 如需求响应通风技术、空气品质控制等, 针对室内外气候变化及建筑的使用状况进行智能调整以进一步提高能效。

### 2. 安全性考虑

大型公共建筑暖通空调系统的设计, 安全问题是一

个不可忽视的问题, 该体系必须符合国家严格的建筑安全标准, 主要有防火、防爆、防毒等措施, 如采用阻燃材料制作风管等关键部件以保证火灾发生时减少火势蔓延危险。制冷系统时选用合适的制冷剂, 例如R410A或者R134A等, 它们不但效率高, 火灾、爆炸风险也小。此外, 系统的设计必须涵盖多种检测和警告机制, 例如烟雾探测器和一氧化碳监测器, 以及与建筑自动化系统(BAS)集成的紧急响应控制系统, 保证在发生危险时迅速采取应对措施, 对可能出现的安全威胁进行有效防范与治理。通风系统在设计时还需要保证有足够的气流, 才能冲淡房间中可能聚集的有害气体及烟雾。

### 3. 舒适与健康

在大规模的公共建筑设计中, 暖通空调系统特别强调了舒适性和健康性, 以确保室内环境质量(IAQ)能够满足优化的标准。该系统必须对内部的温度和湿度进行精确的调控, 一般情况下, 温度应保持在 $22$ 至 $24^{\circ}\text{C}$ 之间, 而湿度则应控制在 $40\%$ 至 $60\%$ 的范围内, 以便为人体提供最优质的舒适体验。另外还介绍了HEPA过滤器等高效空气过滤技术能有效地除去空气中粉尘, 花粉, 细菌及病毒等, 降低呼吸道疾病发生几率。该系统应包含定时新风换气功能以保证在排放室内污浊空气及有害气体时导入充足外界新鲜空气。通过采用 $\text{CO}_2$ 传感器等先进传感器及控制系统可对新风量进行动态调节, 并依据室内实际人数及活动强度对空气质量及能源使用效率进行优化。在采取这些综合措施后, 暖通空调系统在提高公共建筑使用舒适度的同时, 还显著加强了室内环境健康水平, 给人们带来了更加安全健康的居住与工作空间。

## 二、暖通空调系统设计流程

### 1. 前期调研与需求分析

在暖通空调系统设计中，前期调查和需求分析都是一项重要的前置工作。在这一阶段中，必须对大型公共建筑所处地理位置、气候条件、建筑结构及使用情况等有着较深的认识，并对其预计人流量及使用频率有较高认识。在实地考察的基础上，对建筑物朝向，窗户分布，保温材料及隔热性能进行了采集，这对空调系统负荷计算及设备选型会产生一定的影响。同时也需要对建筑物内空间布局进行细致分析，其中包括楼层高度，房间功能划分及有无专门温控需求等。此外，结合本地气候数据，如夏季最高气温、冬季最低气温、年平均湿度等为选取适宜冷热源及控制策略奠定基础。另外，在与建筑管理者及使用者深入沟通中，了解其对于温度，湿度及新风量等环境参数之预期，并考量系统之运行成本及维护成本。这些详细的需求分析使得我们可以更加准确的对系统的大小，选择进行确定，同时也可以设计出能同时满足舒适度和经济实用的高效暖通空调系统。总之，前期调研及需求分析是整个设计工作的坚实基础，保证了之后设计工作的准确性及系统实用性。

### 2. 负荷计算与设备选型

负荷计算和设备选型在暖通空调系统设计中至关重要，它涉及许多重要参数的综合考虑，要根据建筑物结构特点，使用功能及所在区域气候条件等，利用专业负荷计算软件准确地计算冷热负荷。在此过程中要对建筑物体积、围护结构传热性能、太阳辐射得热、人体散热、照明及设备散热诸多因素进行细致考虑，并对新风负荷及渗透负荷进行分析。获得了精确的负荷数据之后，我们就把它们当作设备选型时的重要依据。在设备选型中，不仅需要考虑其制冷及制热能力能否匹配计算负荷，还需要综合考虑能效比、噪音水平、维护成本及使用寿命。同时对众多设备进行比选，充分考虑初投资、运行费用、设备大小及安装条件，从而保证选用的设备既能满足舒适度要求又能兼顾经济性与可行性。在负荷计算和设备选型全过程中需要专业知识和丰富的经验作为支撑，才能保证最终所选设备能高效、稳定运行，才能给大型公共建筑带来一个宜人的室内环境。

### 3. 系统布局与管道设计

设计时，需考虑建筑的结构特点，使用功能和冷热负荷分布等因素，以决定系统的合理布局。其中包括对空调机组、冷却塔、水泵、风机进行定位，保证其连接与配合达到最佳。同时管道设计又是一个关键环节，需要在负荷计算结果的基础上对各地区管道尺寸、材料及

保温要求等进行准确的计算。如主管道直径，支管道分布与连接方式及弯头、阀门等附件的选择均会对系统流体动力学性能及热效率产生影响。另外我们还必须考虑到管道热胀冷缩、震动及噪音控制，保证系统稳定舒适。设计全过程将采用先进的流体仿真软件对多种设计方案进行仿真优化以寻求最优的系统布局及管道设计方案。这既保证了系统性能满足设计要求，又将能耗及运行成本降至最低，从而为大型公共建筑的设计提供了一个高效、平稳、舒适的暖通空调系统。

### 4. 控制系统与节能设计

在控制系统设计中，将重点放在实现对温度和湿度的精确控制和自动调节新风量和送回风比例上，需要系统能对环境变化做出迅速反应和精确调节。为了达到这一目的，要选用适当的传感器与执行器以及设计出合理的控制逻辑来保证系统能够在多种工况中稳定工作。同时在节能策略设计中，将充分利用智能算法及数据分析技术并结合建筑物实际负荷对设备运行状态及参数设置进行动态调节，从而达到能耗最优控制。另外还要考虑采用热回收技术、变频技术和其他先进节能手段来进一步提升系统能效。将这些控制措施与节能策略结合起来，可以保证暖通空调系统既能达到舒适度要求，又能有效地利用能源，对大型公共建筑节能减排工作起到积极的促进作用。

### 5. 施工图纸绘制与审核

图纸绘制阶段需要对系统的总体布局、管道走向以及设备安装地点等重要信息进行细致绘制。其中既涉及空调机组，冷却塔等大设备位置的确定，也涉及风管、水管等管线的准确布置和阀门、传感器等小件的详细布置，各部分需要严格遵循设计规范及实际需要，保证施工图纸准确、可操作性强。图纸画好后，审核环节也是非常关键的，要认真核对图纸上的每个细节，核实它是否达到设计要求和施工条件。审查期间，利用专业知识与实践经验相结合，提前判断可能出现的各种问题，及时调整优化设计方案。经过这一系列严格的过程，才能保证施工图纸准确、实用，才能对后续施工环节起到扎实、可靠的指导作用。

## 三、暖通空调工程案例

### 1. 工程概况

某大型购物中心位于市中心的繁华区域，总的建筑面积达到了8.6万平方米，它是一个多功能的大型购物中心，其内部的功能布局既明确又具有多样性。购物中心由7层组成，包括地上6层和地下1层。从一楼到五楼，主要是各种类型的零售店，包括服装、鞋帽、首饰、化

妆品等多个品类，品牌多达200多个，以满足不同消费者的购物需求。6楼则有许多特色餐饮及休闲娱乐设施如电影院及游戏厅，可供休闲娱乐之选。地下一层是超市及大型停车场方便客户日常生活所需。据统计购物中心平日的平均人流量约8000人，周末或者节假日的人流量将上升至15000多人。为了让顾客和员工都能享受到舒适的环境，购物中心特意安装了一套高效的暖通空调系统，该系统通过智能温度控制和湿度调节功能，确保室内温度维持在24-26℃的范围内，产品的相对湿度范围是50%-60%，这为消费者和商家提供了一个既舒适又宜居的购物和工作场所。

## 2. 设计方案

在设计方案上，选择以中央空调系统为商场主要暖通。鉴于购物中心内部空间较大，人流量较大，且需保持恒定舒适的环境要求，中央空调系统可提供更加全面和稳定的温控效果。在设备选型方面，选择高效能低噪音空调主机及风机盘管以保证空气流通及制冷效果，并尽量减小能耗及噪音。在负荷计算中，我们依据购物中心建筑面积，功能布局和日平均人流量来准确估计。购物中心的总建筑面积为8.6万平方米，并且每一层都有其独特的功能。在工作日，人流量可以达到8000人次，而在节假日，这一数字甚至可以超过15000人次，我们充分考虑建筑围护结构传热、人员活动引起的热与湿、及新风负荷，借助专业负荷计算软件获得准确冷热负荷要求。根据这些信息，选择合适的空调设备并配置合理的末端装置来保证购物中心内环境舒适，还关注系统能效及环保性能，努力营造节能，舒适，环保的购物空间。

## 3. 实施过程

购物中心暖通空调系统实施过程中严格按照施工进度计划分步进行施工。但是在实际的建设过程中也面临着一定的挑战。其中最为突出的就是空调系统管线布置与安装。由于购物中心构造复杂，管线要经过很多层、很多区，需要我们准确地测量、规划后才能建设。施工中采用先进激光测距仪及3D建模技术保证管线布置既能满足设计要求也不会影响商场整体美观。同时根据施工过程中存在的空间限制、材料供应等因素，及时对施工方案进行调整，并对材料采购流程进行优化，以保证施工进度不会受到影响。整个建设期间，一直保持着与购物中心管理方密切交流，对各类问题及时加以解决，终于按规定时间完成暖通空调系统安装调试工作，确保购物中心能按期营业。整个执行过程既是对我们专业能力的一次检验，又显示出我们迎接挑战，破解难题的坚定与力量。

## 4. 数据对比

购物中心暖通空调系统施工完毕之后，我们将能耗数据与舒适度指标做了深入的比较与分析。从实测数据来看，与原系统相比较，该改造空调系统能耗明显下降。具体来说，在条件相同的情况下，新系统的单位面积能耗比原来的系统降低了大约20%，这主要是因为选择了高效能的设备和系统的智能控制。从舒适度的角度出发，本文从温度，湿度和空气流速几个维度对其进行全面评价。结果表明：新系统既能确保室内恒温，又能使湿度控制更平稳，空气流速温和，给客户及工作人员营造一个更舒适的工作环境。为使对比效果更加直观的显示出来，特编制如下数据表格。

表1 施工前后对比

指标	原系统	新系统	改善幅度
能耗 (kWh/m <sup>2</sup> )	25	20	降低20%
温度波动范围 (℃)	±3	±1	稳定性提高
湿度波动范围 (%)	±5	±2	稳定性提高
空气流速 (m/s)	0.3-0.5	0.2-0.4	更为适中

综上，将原系统与新系统能耗数据及舒适度指标进行比较，可明显看出新系统节能及舒适度明显提高。这样既能给公众带来更好的环境体验又能反映出我们从事暖通空调设计与实施的专业素养及技术实力。

## 结束语

随着科学技术的不断进步，环保理念越来越深入人心，大型公共建筑暖通空调系统的设计及实施也变得越来越重要。经过精心设计与优化，不仅能够提供一个舒适，健康，安全的室内环境，而且能够显著提升能源使用效率并达到节能减排的目的，响应了全球绿色环保倡议。在此过程中我们深深体会到暖通空调系统不只是冷暖调节的利器，而是现代建筑技术和环保理念完美融合的产物。

## 参考文献

- [1]徐钦.公共建筑中的高大空间暖通空调系统设计要点[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2023.
- [2]许艳.公共建筑暖通空调系统设计要点研究[J].江西建材,2023(6):144-145,148.
- [3]彭晓娟.高大空间公共建筑暖通空调系统设计要点分析[J].中国建筑装饰装修,2022(6):96-98.
- [4]汪洪.高大空间公共建筑暖通空调系统设计[J].新材料新装饰,2022(009):004.
- [5]陈钱.公共建筑暖通空调系统设计研究[J].地产,2023(14):0034-0036.