

# 公共建筑暖通空调及防排烟系统设计要点分析

叶泽彬

广东 江门 529700

DOI:10.61369/UAID.2024120011

**摘要：**公共建筑暖通空调及防排烟系统设计涉及多方面创新要点。需重视新能源动力场景热力学特性，进行安全防护系统集成。智慧能源系统耦合设计可实现余热回收与储能配置，利用数字孪生建模助力优化。同时，要开发智能检测装备，采用自适应控制算法优化风阀开度，明确防爆结构设计标准与能源路由优化策略，并通过实验平台建设进行工程验证与性能评估。

**关键词：**公共建筑；暖通空调及防排烟系统；智能技术创新

## Analysis on Design Points of HVAC and Smoke Control System in Public buildings

Ye Zebin

Jiangmen, Guangdong 529700

**Abstract：** The HVAC and smoke control system design of public buildings involves many innovative points. Attention should be paid to the thermodynamic characteristics of new energy power scenarios and the integration of safety protection systems. Smart energy system coupling design can realize waste heat recovery and energy storage configuration, and use digital twin modeling to help optimize. At the same time, it is necessary to develop intelligent detection equipment, use adaptive control algorithm to optimize the air valve opening, clarify the explosion-proof structure design standard and energy routing optimization strategy, and carry out engineering verification and performance evaluation through the construction of experimental platform.

**Keywords：** public buildings; HVAC and smoke control system; intelligent technology innovation

## 引言

2021年颁布的《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2021强调了公共建筑节能与室内环境质量的重要性。在新能源检测场景下的公共建筑环境控制系统设计研究中，涉及新能源动力场景热力学特性、安全防护系统集成等多方面。需建立热负荷计算模型以满足使用需求，优化安全防护系统保障安全，进行智慧能源系统耦合设计实现余热回收与储能配置。这些设计要点紧密关联，符合最新政策导向，能有效提升系统的稳定性、节能性与安全性，推动公共建筑向绿色、智能、高效方向发展。

## 一、公共建筑环境控制系统设计原则

### （一）新能源动力场景热力学特性

在公共建筑环境控制系统设计中，新能源动力场景热力学特性至关重要。分析动力电池检测环境的温度梯度分布规律可知，不同区域因电池运行状况差异，温度分布呈现不均衡性。电池在充放电过程中会产生大量热量，使得局部温度升高，形成温度梯度<sup>[1]</sup>。同时，空气污染物生成特征也需关注，电池化学反应可能释放出多种污染物，影响室内空气质量。基于此，建立热负荷计算模型十分必要。该模型应充分考虑电池产热、设备散热及环境传热等因素，精准计算热负荷，为暖通空调系统设计提供关键依据，确保能有效调节室内温度，维持适宜环境，满足新能源动力

场景下公共建筑的使用需求，提升系统运行的稳定性与节能性。

### （二）安全防护系统集成要求

在公共建筑环境控制系统设计中，安全防护系统集成要求至关重要。防排烟系统与暖通空调应建立有效的联动机制。当发生火灾等紧急情况时，暖通空调系统需迅速停止运行，避免助长火势蔓延与烟雾扩散，同时防排烟系统立即启动，及时排出烟雾，为人员疏散和消防救援创造有利条件。对于检测设备区域，需严格明确通风换气次数标准，以保障设备正常运行环境，避免因温湿度、空气质量等问题影响设备性能与寿命。这一标准应依据设备特性、空间用途等因素科学确定<sup>[2]</sup>。通过合理的安全防护系统集成，确保公共建筑在各种情况下，都能保障人员生命安全和设备正常运作，提高建筑整体安全性与可靠性。

## 二、智慧能源系统耦合设计

### （一）余热回收与储能配置

在公共建筑暖通空调及防排烟系统设计中，智慧能源系统耦合设计的余热回收与储能配置至关重要。研究检测设备废热在暖通系统中的应用路径，是实现余热回收的关键。检测设备运行时会产生大量废热，若能合理回收并引入暖通系统，可有效降低能源消耗。例如，通过特定的热交换装置，将检测设备散发的废热收集起来，传递给暖通系统的循环介质，用于预热或预冷新风等。同时，提出相变储能装置的温度调节方案。相变储能材料在温度变化时会发生相态转变并吸收或释放大热量，可根据暖通系统不同时段温度需求，将相变储能装置合理配置在系统中，利用其特性稳定室内温度，提高能源利用效率，减少峰值负荷，实现能源的高效存储与利用<sup>[6]</sup>。

### （二）数字孪生建模方法

在智慧能源系统耦合设计中，数字孪生建模方法具有关键意义。借助该方法，能在虚拟空间构建与现实暖通空调及防排烟系统高度相似的模型<sup>[4]</sup>。通过对系统各组件进行精确建模，涵盖设备的物理参数、运行特性等，可反映真实系统行为。例如，对于暖通空调系统的压缩机、风机等设备，详细模拟其能耗、效率与工况的关系；针对防排烟系统的风道、风口，准确刻画空气动力场变化。同时，融入能源流相关参数，像电力消耗、热量传递等，实现能源流与空气动力场的可视化仿真。此模型不仅能实时监测系统运行状态，还能基于数据预测性能变化，为优化设计与运行调控提供有力支撑，助力公共建筑暖通空调及防排烟系统达到高效、节能与安全的目标。

## 三、智能检测装备研制技术

### （一）核心功能模块开发

#### 1. 多参数传感集成单元

智能检测装备研制技术的核心功能模块开发中，多参数传感集成单元设计支持温度、烟雾浓度、气体成分的复合传感器阵列。此单元将不同功能的传感器进行整合，以实现对公共建筑暖通空调及防排烟系统运行环境的多参数精准检测。温度传感器能实时监测空间温度，为暖通空调系统的温度调控提供依据，确保室内舒适度。烟雾浓度传感器可快速察觉烟雾，一旦浓度异常，及时向防排烟系统发出预警，以便启动排烟措施。气体成分传感器用于检测空气中各类气体的含量，如二氧化碳等，助力调整通风策略，保障空气质量。通过集成这些传感器形成阵列，各传感器协同工作，实现数据的高效采集与综合分析，为系统的优化运行提供全面且准确的信息<sup>[5]</sup>。

#### 2. 自适应控制算法

自适应控制算法在公共建筑暖通空调及防排烟系统风阀开度动态优化中起着关键作用。该算法能够根据系统实时运行数据，如室内外温度、湿度、空气质量以及人员活动情况等，动态调整风阀开度<sup>[6]</sup>。通过对这些复杂且多变的参数进行实时监测与分

析，自适应控制算法可实现风阀开度的精准调节，以满足不同环境条件下的通风、空调及防排烟需求。它能自适应地应对建筑物内外部环境的变化，避免传统固定开度控制方式可能导致的能源浪费或通风效果不佳等问题。借助自适应控制算法，风阀开度可依据实际需求进行动态优化，从而提升系统整体运行效率，在保障室内环境舒适度的同时，实现节能减排的目标。

### （二）设备可靠性与能效优化

#### 1. 防爆结构设计标准

在电池检测场所，防爆结构设计标准至关重要。需明确设备的防爆分区，依据不同区域潜在的爆炸危险程度进行划分，为后续防爆设计提供基础<sup>[7]</sup>。对于可能产生爆炸危险的区域，要选择合适的防爆结构形式，如隔爆型、增安型等。隔爆型结构能承受内部爆炸压力并阻止火焰传播，增安型则通过采取措施限制电气设备产生的热量和火花。同时，对防爆外壳的材质、厚度等参数作出规定，确保其具备足够的强度和密封性，防止可燃性气体或粉尘进入。还要考虑通风散热设计，在保证防爆性能的前提下，满足设备正常运行的散热需求，实现设备可靠性与能效优化的平衡，以保障电池检测场所智能检测装备安全、稳定运行。

#### 2. 能源路由优化策略

在公共建筑暖通空调及防排烟系统中，能源路由优化策略旨在实现设备运行功率与系统能耗的动态匹配。通过合理规划能源的传输路径与分配方式，可有效提升系统整体能效。一方面，需精准分析不同区域、不同时段的冷热负荷需求，利用智能算法实时调整能源流向，使暖通空调及防排烟设备按需供能，避免能源浪费。另一方面，要考虑不同能源设备间的协同运行，如冷热源设备、输配系统等，优化它们之间的能源分配比例，确保能源高效利用。此外，借助先进的监测与控制系统，实时收集设备运行数据与能耗信息，依据数据分析结果动态优化能源路由，实现设备运行功率与系统能耗的最优匹配<sup>[8]</sup>，从而提升系统的可靠性与能效。

## 四、工程验证与性能评估

### （一）实验平台建设

#### 1. 典型场景模拟装置

在工程验证与性能评估的实验平台建设中，典型场景模拟装置搭建包含电池测试单元的环境舱实体模型至关重要。此环境舱模拟公共建筑内的典型暖通空调及防排烟场景，能精准调控温湿度、气流组织等参数<sup>[9]</sup>。通过对电池测试单元的合理布置，模拟公共建筑内各类电子设备的发热情况，进而研究暖通空调系统如何有效控制室内热环境。同时，利用环境舱的实体模型模拟火灾发生时的场景，分析防排烟系统的性能，如排烟量、排烟时间以及烟雾扩散范围等。该模型可全方位模拟公共建筑内各种复杂且真实的工况，为深入研究暖通空调及防排烟系统的设计要点提供可靠的数据支撑与场景基础。

#### 2. 数据采集系统架构

在工程验证与性能评估的实验平台建设中，数据采集系统架构起着关键作用。该架构围绕分布式物联网监测节点与云端管理

平台构建。分布式物联网监测节点被合理部署在公共建筑的暖通空调及防排烟系统各关键位置，如空调机组出风口、风道分支处、防排烟风口等<sup>[10]</sup>，用于实时采集温度、湿度、风速、风压、烟雾浓度等关键运行参数。这些节点通过无线通信技术将采集到的数据传输至云端管理平台。云端管理平台具备强大的数据处理与存储能力，能够对海量数据进行高效分析与整理，生成直观的运行状态图表，为系统性能评估提供全面且准确的数据支持，助力准确判断暖通空调及防排烟系统的运行状况，从而发现设计中的不足并加以改进。

## （二）系统协同运行测试

### 1. 应急响应效能验证

在模拟火警条件下，对公共建筑暖通空调及防排烟系统应急响应效能进行验证。观察暖通空调系统能否迅速停止非消防通风，防止火势通过风道蔓延。测试防排烟系统的启动速度，确保在规定时间内开启排烟口、送风口，以有效排出烟雾、提供新鲜空气。检查排烟量和补风量是否满足设计要求，保障人员疏散通道和火灾扑救区域的能见度和安全环境。验证消防控制系统对各相关设备的联动控制准确性，避免误动作。通过实际测量和数据采集，评估系统在应急状态下的整体运行效果，以发现设计与实际运行中的潜在问题，为进一步优化系统设计和提升应急响应能力提供依据。

### 2. 能源利用效率分析

在公共建筑暖通空调及防排烟系统设计中，能源利用效率分析至关重要。对比传统系统与改进方案的运行能耗数据，能清晰看出改进方案在能源利用方面的优势。通过精确测量各系统在不同工况下的能源输入与输出，计算能源利用效率指标，如制冷系数、制热性能系数等。分析不同季节、不同负荷条件下能源利用效率的变化，明确系统在何种情况下能源利用更高效。探究改进方案中采用的新技术、新设备，如高效压缩机、智能控制系统等对能源利用效率的提升作用。同时，考虑系统与建筑围护结构的协同作用，评估其整体能源利用效率的影响，为进一步优化设计、降低能耗提供有力依据。

## （三）经济性对比研究

### 1. 全生命周期成本模型

在公共建筑暖通空调及防排烟系统设计中，全生命周期成本

模型构建极为关键。此模型全面涵盖从系统规划设计阶段，到设备采购、安装调试、运行维护，直至最终报废拆除等各个环节产生的成本。规划设计成本涉及方案论证、图纸设计费用；设备采购成本包含各类暖通空调及防排烟设备购置资金；安装调试成本涵盖施工安装与系统调试开支；运行维护成本则囊括能源消耗、设备维修保养、人员管理费用等；报废拆除成本涉及系统拆除及废弃物处理费用。通过精准量化这些成本，可从全生命周期视角评估系统经济性，为设计方案优化、设备选型等提供坚实经济依据，确保公共建筑在满足功能需求同时，实现经济成本的有效控制与合理利用。

### 2. 技术创新效益量化

对公共建筑暖通空调及防排烟系统智能技术创新效益进行量化，可从安全与节能两方面入手。在安全提升上，通过计算智能监测与控制降低火灾等风险所避免的潜在损失量化效益。比如，精准的防排烟智能控制减少烟雾蔓延对建筑内人员及设备造成的损害，以可能降低的人员伤亡赔偿、设备维修更换成本等估算效益。在节能降耗方面，对比传统与智能系统能耗数据，依据当地能源价格，计算智能系统因优化运行模式、精准调控温湿度等实现的节能收益，如每年节省的电费、燃气费等。综合安全与节能效益量化结果，全面呈现智能系统在公共建筑暖通空调及防排烟系统中的技术创新效益，为系统设计的经济性决策提供有力支撑。

## 五、总结

在新能源检测场景下，公共建筑暖通空调及防排烟系统设计呈现诸多创新要点。暖通空调设计需精准考量新能源检测过程中设备散热等独特需求，合理规划气流组织，优化空调系统形式与参数，以提升能源利用效率和室内环境舒适度。防排烟系统则要依据检测空间特性，科学布置排烟口、补风口，确保火灾时能有效排出烟雾，保障人员安全。随着科技发展，人工智能与清洁能源技术的深度融合是未来关键方向。通过人工智能实现暖通空调系统智能调控，结合清洁能源如太阳能、地热能等，降低能耗与碳排放。这种融合将为公共建筑暖通空调及防排烟系统设计带来新突破，实现绿色、智能、高效的发展目标。

## 参考文献

- [1] 王朝辉. 基于等效温度的公共建筑室内温度设定对空调能耗影响研究 [D]. 天津大学, 2022.
- [2] 尚长鸣. 东营市公共建筑能耗分析及节能措施研究 [D]. 山东建筑大学, 2021.
- [3] 张博. 基于 BIM 的公共建筑火灾疏散仿真及设计优化 [D]. 大连理工大学, 2021.
- [4] 袁银雪. 公共建筑电力需求响应策略及系统设计 [D]. 山东建筑大学, 2021.
- [5] 高之坤. 西北某大型公共建筑空调水系统节能优化研究 [D]. 西安建筑科技大学, 2022.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 胡嘉灏. 大型公共建筑暖通空调设计问题探讨 [J]. 建材与装饰, 2021, 17(28): 59-60.
- [9] 张军. 公共建筑暖通空调系统运行研究 [J]. 今日制造与升级, 2024(4): 149-151.
- [10] 成科桥. 绿色公共建筑项目中暖通空调节能设计 [J]. 建材与装饰, 2022, 18(31): 54-56.