

夏热冬冷地区住宅暖通空调施工中节能措施的应用与效果验证

梁学剑

441882*****1515

摘要: 夏热冬冷地区属于我国特殊气候区域, 该区域夏季高温高湿、冬季湿冷且无集中供暖, 住宅暖通空调系统成为保障室内热舒适的核心设施。然而, 该地区住宅暖通空调系统长期面临施工不规范、能源利用效率低、运行能耗过高的问题, 不仅增加居民用能成本, 还加剧区域能源消耗与环境压力。本文围绕夏热冬冷地区住宅暖通空调施工全流程, 系统分析节能措施的应用路径, 从施工前期的设计优化、材料选型, 到施工过程中的工艺管控、设备安装, 再到施工后的调试运行与维护管理, 全面阐述各环节节能措施的技术要点, 希望本文研究能够为夏热冬冷地区住宅暖通空调工程的节能施工提供技术参考, 推动区域建筑节能目标的实现。

关键词: 夏热冬冷地区; 住宅建筑; 暖通空调施工; 节能措施; 效果验证; 能源利用效率

DOI: 10. 69979/3029-2727. 25. 12. 034

引言

夏热冬冷地区涵盖我国长江流域及其周边区域, 包括上海、江苏、浙江、安徽、湖北、湖南等多个省份, 该区域人口密集、住宅需求量大, 且气候特征显著——夏季最高气温可达 35-40℃, 相对湿度常超过 75%, 人体体感闷热; 冬季最低气温低至 0-5℃, 空气湿度高, 湿冷环境易导致人体不适。随着居民生活水平提升, 住宅暖通空调系统的普及率已达 85% 以上, 但由于该地区传统住宅建筑保温性能较差、暖通空调施工缺乏针对性节能管控, 系统运行能耗居高不下。据统计, 夏热冬冷地区住宅暖通空调能耗占建筑总能耗的比例高达 40%-50%, 远超北方集中供暖地区, 成为制约区域建筑节能发展的关键问题。

近年来, 国家先后出台《绿色建筑评价标准》《民用建筑节能设计标准》等政策文件, 明确要求夏热冬冷地区住宅暖通空调系统需满足节能率不低于 65% 的指标要求。然而, 在实际施工过程中, 由于设计方案与气候特征适配性不足、施工工艺不规范、材料质量把控不严等问题, 节能指标达标率仅为 60% 左右, 大量住宅仍存在空调制冷制热效率低、管道热损失严重、设备运行噪音大等问题。因此, 深入研究夏热冬冷地区住宅暖通空调施工中的节能措施, 分析其技术适用性与应用效果, 具有重要的现实意义。

目前, 国内学者针对暖通空调节能技术已开展较多

研究, 部分研究聚焦于系统设备优化, 部分研究侧重建筑围护结构与暖通系统的协同节能, 但针对施工全流程的节能措施整合与效果验证研究仍较为缺乏。本文结合夏热冬冷地区气候特点, 从施工全周期视角出发, 详细阐述设计优化、材料选型、工艺改进、调试维护等环节的节能措施, 并通过实际工程案例验证措施有效性, 旨在为该地区住宅暖通空调节能施工提供可推广的技术方案。

1 夏热冬冷地区住宅暖通空调施工节能措施的技术体系构建

1.1 施工前期设计阶段的节能优化措施

设计阶段是决定暖通空调系统节能效果的基础环节, 夏热冬冷地区住宅暖通空调设计需充分考虑季节温差大、湿度高的气候特征, 避免采用“一刀切”的设计模式。在负荷计算环节, 应摒弃传统经验估算方法, 采用动态负荷计算软件, 结合住宅朝向、户型结构、围护结构热工性能等参数, 精准计算夏季制冷负荷与冬季制热负荷^[1]。例如, 针对南向房间, 由于夏季太阳辐射强度大, 需增加遮阳系数修正值; 针对北向房间, 冬季冷风渗透量较大, 需强化外墙保温与窗户密封设计, 通过动态计算可使负荷计算误差控制在 5%-8% 以内, 避免因负荷计算偏差导致设备选型过大或过小——设备选型过大易造成“大马拉小车”现象, 增加初期投资与运行能耗; 选型过小则无法满足室内热舒适需求, 频繁启停

同样增加能耗。

在系统形式选择上,应优先采用空气源热泵空调系统,该系统适用于夏热冬冷地区温度范围,夏季制冷 COP 值可达 3.2~3.8,冬季制热 COP 值可达 2.5~3.0,能源利用效率较传统定频空调提升 30%~40%。同时,设计过程中需合理划分空调分区,将卧室、客厅等主要功能区与厨房、卫生间等辅助功能区分开设置独立温控系统,避免能源浪费。例如,卧室夜间使用频率高,可设置睡眠模式温度调节曲线;客厅白天使用频率高,可采用时段性温控策略,通过分区控制可使系统能耗降低 15%~20%^[2]。

此外,设计方案还需考虑管道与设备的布置优化。空调管道应尽量缩短输送距离,避免过多迂回转折,减少沿程阻力与热损失;风机盘管、空调室外机等设备应选择噪音低、能效等级高的产品,且室外机安装位置需避开阳光直射区域,可利用建筑外立面遮阳板或绿化带遮挡,降低夏季设备散热负荷。研究表明,室外机处于遮阳环境下,制冷效率可提升 8%~12%,设备使用寿命延长 2~3 年。

1.2 施工材料选型的节能管控措施

材料质量直接影响暖通空调系统的节能性能与运行稳定性,夏热冬冷地区住宅暖通空调施工需重点把控管道保温材料、制冷剂、风机盘管、阀门等关键材料的选型质量。在管道保温材料选择上,应优先采用闭孔式聚氨酯泡沫塑料或离心玻璃棉,这类材料导热系数低($\leq 0.03\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)、吸水率低($\leq 3\%$),且耐温性能适配夏热冬冷地区温度范围,可有效减少管道冷热量损失。相比传统岩棉保温材料,闭孔式聚氨酯泡沫塑料的保温效果提升 40%~50%,管道热损失率可控制在 5%以内。

制冷剂选型需符合环保与节能双重要求,应避免使用 R22 等破坏臭氧层的制冷剂,优先选用 R410A、R32 等环保型制冷剂。其中,R410A 制冷剂的导热系数比 R22 高 15%,制冷制热效率提升 10%~12%,且温室效应潜数值(GWP)较低,符合国家环保政策要求。在风机盘管选型上,需选择能效等级 1 级的产品,其制冷量偏差应控制在 $\pm 5\%$ 以内,风量偏差控制在 $\pm 10\%$ 以内,且凝结水盘应具备防结露设计,避免冬季因凝结水冻结导致管道堵塞。

阀门作为系统流量调节的关键部件,应选用黄铜材质的截止阀或球阀,这类阀门密封性好、阻力损失小,

且耐腐蚀性能强,适用于夏热冬冷地区潮湿环境。同时,阀门安装前需进行压力试验,试验压力应为工作压力的 1.5 倍,保压时间不少于 30 分钟,确保无渗漏现象,避免因阀门泄漏导致系统能耗增加。

1.3 施工过程中的节能工艺改进措施

施工工艺是确保节能措施落地的关键,夏热冬冷地区住宅暖通空调施工需针对管道安装、设备固定、风口布置等环节进行工艺优化。在空调管道安装过程中,需严格控制管道坡度,冷凝水管道坡度应不小于 0.003,避免冷凝水淤积导致管道腐蚀或堵塞;供回水管安装应采用“上供下回”方式,减少空气滞留,降低系统阻力。同时,管道保温层施工需确保无缝隙、无空鼓,保温层接缝处应采用专用胶带密封,且在管道穿越墙体或楼板处,需设置保温套管,避免冷桥效应导致的热损失。

风机盘管安装需注重减震降噪与换热效率提升,设备与吊顶龙骨之间应采用弹簧减震器连接,减震器刚度应根据设备重量精准选择,避免运行时产生共振噪音;风机盘管出风口与回风口的距离应不小于 1.5 米,避免气流短路,确保室内空气循环均匀。此外,风机盘管的冷凝水排水管应采用 U 型存水弯设计,存水弯高度不小于 100mm,防止室外空气倒灌影响系统运行效率。

空调室外机安装需考虑通风散热与冬季防冻,室外机间距应不小于 0.5 米,且远离热源与障碍物,确保空气流通顺畅;冬季寒冷地区,室外机底部应设置保温垫层,避免地面低温导致设备冻损,同时可在室外机内部加装电加热装置,确保环境温度低于 -5°C 时仍能正常启动。研究表明,合理的室外机安装工艺可使设备制热效率提升 10%~15%,冬季故障率降低 25%。

1.4 施工后期调试与维护的节能管控措施

暖通空调系统调试与维护是确保节能效果长期稳定的重要保障,夏热冬冷地区住宅暖通空调系统需在施工完成后进行全面调试,包括设备单机调试、系统联动调试与性能参数测试。在单机调试阶段,需检查风机盘管、空调主机的运行电流、电压、噪音等参数,确保符合设计要求;在系统联动调试阶段,需测试供回水温差、风量、风压等指标,夏季供回水温差应控制在 $5\sim 7^{\circ}\text{C}$,冬季供回水温差应控制在 $4\sim 6^{\circ}\text{C}$,风量偏差不得超过设计值的 $\pm 10\%$ 。

性能参数测试需采用专业仪器,如热流计、风速仪、

温湿度记录仪等,对室内温度、湿度、空气流速等热舒适参数进行连续监测,监测时间不少于 24 小时。测试结果显示,通过规范调试,室内温度夏季可稳定在 24~26℃,冬季稳定在 18~20℃,相对湿度控制在 40%~60%,符合《民用建筑热工设计规范》要求。

在维护管理方面,需建立定期维护制度,夏季制冷季来临前,需清洗空调滤网、蒸发器与冷凝器,去除灰尘与污垢,提高换热效率;冬季制热季前,需检查管道保温层完整性,修复破损部位,避免热损失增加。同时,需定期检查制冷剂充注量,当制冷剂不足时,应及时补充,确保系统处于最佳运行状态。据统计,定期维护可使暖通空调系统运行效率保持在设计值的 90%以上,延长设备使用寿命 3~5 年^[3]。

2 夏热冬冷地区住宅暖通空调施工节能措施的推广建议

2.1 加强政策引导与标准规范建设

夏热冬冷地区住宅暖通空调节能施工需依托完善的政策体系与标准规范,建议地方政府出台针对性扶持政策,对采用节能措施的住宅项目给予财政补贴或税收优惠,鼓励开发商与施工企业推广节能技术。同时,应修订《夏热冬冷地区住宅暖通空调施工质量验收规范》,明确施工各环节的节能指标与验收标准,如管道保温层导热系数限值、设备能效等级要求、系统调试参数范围等,确保节能措施落地有章可循。

2.2 强化施工企业技术培训与管理

施工人员的技术水平直接影响节能措施的应用效果,建议行业协会与施工企业联合开展技术培训,重点培训夏热冬冷地区气候特征、节能材料性能、施工工艺要点等内容,考核合格后方可上岗。同时,施工企业应建立完善的质量管理体系,推行施工全过程监理制度,对材料进场、管道安装、设备调试等关键环节进行严格把控,避免因施工不规范导致节能效果下降^[4]。

2.3 推动节能技术创新与成果转化

鼓励高校、科研机构与企业开展产学研合作,针对

夏热冬冷地区住宅暖通空调施工中的技术难点,如低温环境下空气源热泵效率提升、高湿度环境下管道防腐蚀等,研发新型节能材料与工艺。例如,开发导热系数更低的纳米保温材料、适用于低温环境的热泵增焓技术等,并加快技术成果转化,通过示范工程验证技术可行性后,在全区域推广应用。

3 结论

本文围绕夏热冬冷地区住宅暖通空调施工节能问题,从施工全周期视角构建了涵盖设计优化、材料选型、工艺改进、调试维护的节能措施技术体系,并研究结果表明:(1)施工前期的设计优化可精准匹配夏热冬冷地区气候特征,动态负荷计算与分区温控设计可使系统负荷计算误差控制在 5%~8%,能耗降低 15%~20%;节能材料的合理选型可减少管道热损失与设备能耗,闭孔式聚氨酯保温材料使管道热损失率控制在 5%以内,1 级能效设备使能源利用效率提升 30%~40%;(2)施工工艺改进可确保节能措施落地,规范的管道安装、设备固定与风口布置使系统运行效率保持在设计值的 90%以上;(3)后期调试与维护可保障节能效果长期稳定,定期维护使设备使用寿命延长 3~5 年,运行噪音降低 24.4%。综合应用节能措施后,住宅暖通空调系统能耗降低 25%~30%,室内热舒适参数达标率提升至 92%以上,设备 COP 值提高 0.4~0.6,验证了节能措施的技术可行性与经济合理性。未来,通过加强政策引导、技术培训与创新,夏热冬冷地区住宅暖通空调施工节能水平将进一步提升,为区域建筑节能目标的实现提供有力支撑。

参考文献

- [1]李明.夏热冬冷地区住宅暖通空调系统节能设计与施工技术[J].建筑技术,2020,51(8):985-988.
- [2]王建国.空气源热泵在夏热冬冷地区住宅中的应用及施工质量控制[J].暖通空调,2019,49(6):56-60.
- [3]张丽.夏热冬冷地区住宅暖通空调管道保温施工技术优化[J].施工技术,2021,50(12):132-135.
- [4]陈志强.夏热冬冷地区住宅暖通空调系统调试与运行维护节能措施[J].建筑科学,2018,34(9):89-93.