

夏热冬冷地区中小学节能设计技术路径

项莎莎 陈磊 黄伟 杨鸿儒 杨赞来

台州市城乡规划设计研究院有限公司 浙江 台州 318000

摘要：通过分析夏热冬冷地区的气候特点及其对建筑节能设计的要求，提出了中小学校建筑节能设计的基本原则。结合温岭市神童门学校的节能设计实践，详细介绍了建筑朝向与布局优化、高效隔热与遮阳设计、自然通风与空调系统设计、围护结构节能技术以及可再生能源利用等关键节能措施。项目实践表明，这些技术路径有效提升了中小学建筑的能源利用效率，为夏热冬冷地区的中小学节能设计提供了有益的参考。

关键词：夏热冬冷地区；中小学节能设计；适宜技术

引言：夏热冬冷地区的气候特点对中小学建筑节能设计提出了独特要求。夏季的高温高湿和冬季的寒冷干燥，使得建筑需要在满足学生舒适学习生活的时候，实现有效的能源节约。本文旨在通过分析夏热冬冷地区的气候特点及其对建筑节能设计的影响，结合中小学校建筑节能设计的基本原则，探讨适应这一气候条件的节能设计技术路径，以期为中小学建筑节能设计提供理论指导和实践参考。

1 夏热冬冷地区气候特点及其对建筑节能设计的影响

1.1 气候特点概述

夏热冬冷地区的气候特点显著，主要体现在夏季炎热潮湿与冬季寒冷干燥上。夏季，这些地区长时间的高温伴随着高湿度，热岛效应明显，导致人体感觉闷热不适。冬季，尽管温度降低，但干燥的气候使得室内保温成为难题，同时干燥空气对人体健康也有不良影响。此外，该地区的季节变化明显，春秋短暂而冬夏漫长，建筑需适应大幅温度变化。夏季日照强烈，冬季则日照不足，这对建筑的采光和遮阳设计提出了具体要求。

1.2 气候对建筑节能设计的要求

针对夏热冬冷地区的气候特性，建筑节能设计需满足多项关键要求。夏季需注重隔热与通风，采用高性能隔热材料及合理通风设计以降低室内温度，减少空调能耗，提升居住舒适度。冬季则强调保温与除湿，通过增强建筑外围护结构保温性能，减少热量散失，并利用除湿设备或自然通风调控室内湿度，营造宜人居住环境。同时，设计需具备灵活性，以适应季节的显著变化，如采用可调节遮阳设备和智能温控系统，确保建筑在四季皆能节能且舒适。此外，针对日照差异，设计应合理布置窗户与遮阳设施，夏季遮挡强烈日照，减少热辐射进入室内；冬季则充分利用自然光，提高室内亮度和温度，实现采光与遮阳的有效平衡。

2 中小学校建筑节能设计的基本原则

2.1 节能与环保原则

在中小学建筑节能设计中，节能与环保是核心原则。这意味着设计应充分考虑能源的有效利用和环境保护，通过采用高效节能技术和材料，减少建筑的能源消耗和碳排放。例如，利用自然光照明、被动式太阳能设计、高效的隔热和保温材料等，都是实现节能的重要手段^[1]。同时，建筑废弃物的处理和回收利用也是环保原则的重要组成部分，应尽可能减少建筑垃圾的产生，促进资源的循环利用。

2.2 舒适与健康原则

学生长时间在校内学习和生活，因此建筑的室内环境对他们的身心健康至关重要。设计时应注重提供良好的通风、采光和温湿度控制，确保室内空气质量清新、光线充足、温度适宜。此外，建筑材料的选择也应符合健康标准，避免使用有害物质，为学生创造一个安全、健康的学习生活环境。

2.3 经济与实用原则

在保证节能效果的前提下，设计应充分考虑成本效益，避免过度奢华和浪费。通过合理的规划和布局，优化建筑结构和功能，提高空间利用率，降低建设和运营成本。同时，节能设计应与学校实际需求相结合，注重实用性和可操作性。例如，根据学校的作息时间表、课程安排等因素，灵活调整建筑的能源使用策略，确保在满足基本功能需求的同时，实现节能减排的目标。

3 夏热冬冷地区中小学建筑节能设计技术路径

3.1 建筑朝向与布局优化

建筑朝向与布局是节能设计的基石。南北朝向的建筑有助于冬季捕获太阳辐射，提高室内温度，同时在夏季避免过多阳光直射，减少室内过热。在规划时，需确保建筑间遮挡最小化，有效利用自然光。结合校园绿

化、水体等自然景观,形成微气候,提高能源效率。主要教学区应置于冬季日照充足的位置,辅助用房如食堂、体育馆置于阴凉位置,以减少夏季冷却需求。通过错列式布局引导自然风流经建筑,增强室内自然通风,夏季形成风道降温,冬季捕获太阳辐射减少供暖需求。

3.2 高效隔热与遮阳设计

高效隔热与遮阳设计对减少建筑冷热负荷至关重要,外墙、屋顶等关键部位采用高性能隔热材料,如聚苯板、岩棉板、聚氨酯泡沫等,阻断外界热量传递,保持室内温度稳定。夏季需设置合理遮阳设施,如固定遮阳板、遮阳篷、可调百叶窗、遮阳帘等,根据季节和日照灵活调节光线和热量,既保证光照又避免过热。遮阳设计还需考虑建筑立面造型和美观性,提高能效同时丰富立面效果。

3.3 自然通风与空调系统设计

自然通风与空调系统的结合设计是节能设计的关键,夏季通过合理开口设计和风道布局,充分利用自然风流经建筑,增强室内自然通风。空调系统设计中,优先考虑高效节能技术和设备,如变频空调系统,根据室内外环境条件自动调节运行频率,降低能耗。地源热泵、水源热泵等新型空调技术也值得考虑,利用地热能或水资源制冷供暖,能效比高,运行成本低^[2]。

3.4 围护结构节能技术

围护结构节能技术是节能设计的关键环节,外墙采用复合墙体结构,填充高效保温材料,如聚苯颗粒、岩棉等,提高热阻,设置防水层防止水分渗透。屋顶采用倒置式屋面结构,防水层上方设置保温层,减少热量传递。屋顶绿化植被或太阳能光伏板能提高保温隔热性能,实现能源再利用。门窗选择气密性、水密性和保温性能良好的产品,合理配置遮阳和通风设施。门窗框料优先考虑高性能的断桥铝合金、塑钢等材质,提高保温隔热性能。

3.5 可再生能源利用

可再生能源利用是实现绿色建筑和可持续发展的重要途径,太阳能光伏板可将太阳能转化为电能,供学校日常用电,安装在屋顶、外墙或校园空地,不影响美观性,实现能源再利用。太阳能热水系统利用集热器吸收太阳能加热热水,供师生使用,环保经济。虽然夏热冬冷地区风力资源有限,但在特定校园环境中可考虑设置小型风力发电设施,利用自然风力发电,为学校提供电力支持。

4 夏热冬冷地区中小学节能设计实践——以温岭市神童门学校为例

4.1 项目背景

在“3060目标”的引领下,建筑领域节能减排成为

实现碳中和的关键环节。中小学作为育人场所,其低碳设计与运维意义重大。温岭市神童门学校新建项目坐落于浙东温岭市城西街道,为24班初中,由行政综合楼、普通教室楼、食堂风雨操场等建筑构成,总用地面积31261平方米,总建筑面积25500平方米,将为约1000名学生提供学习环境,并与周边小学形成教育组团。

4.2 节能设计挑战与分析



图1 项目总体布局适应场地通风和采光条件

4.2.1 超低、近零能耗技术不适性

在夏热冬冷地区,超低、近零能耗技术在中小学建筑节能设计中存在不适性。外墙保温方面,超低能耗建筑标准对围护结构热工性能要求极高,但中小学建筑在冬夏两季停用,高投入低收益,且浙东地区台风多发,加强保温材料结构带来安全隐患^[3]。通风系统上,该地区倾向自然通风,而超低能耗建筑要求机械通风与高效热回收,中小学使用效益低,管道清洁难,智能化切换复杂且增加成本。门窗气密性上,超低能耗标准难以与中小学设计规范兼容,高气密性窗降低自然通风,影响健康。新风热回收在中小学大型会堂和餐厅节能效果有限,因间歇使用且节能幅度小。

4.2.2 节能设计总体目标

夏热冬冷地区中小学节能设计应注重过渡季节自然调节,减少机械空调使用,结合中小学运行特点,参考超低、近零能耗技术理念,选择适合当地条件的节能技术,而非拘泥于相关规范。

4.3 节能设计技术实施

4.3.1 建筑布局与场地规划



图2 教学楼北侧外窗与设备平台形成综合遮阳系统

朝向与通风优化: 温岭夏季主导西南偏南风, 冬季主导正北风。学校建筑以南北向为主, 利于夏季穿堂风与冬季日照, 避开冬季主导风。采用CFD软件Phoenics2012模拟风环境, 模拟范围 $2200\text{m} \times 1800\text{m} \times 240\text{m}$, 结果显示夏季近人高度无明显涡旋和无风区, 冬季风速低于 2m/s , 春秋季风场平稳, 利于自然通风与室外活动。

外立面与遮阳设计: 外立面选用合适玻璃材质与颜色避免光污染。底层架空促进自然通风, 教学楼南向外廊实现水平外遮阳, 北侧外窗结合造型形成综合外遮阳体系, 减少太阳辐射。

4.3.2 教室自然采光设计

考虑学生身心健康与节能需求, 科学分析浙江省地理气候条件, 确定中学教室窗高2米, 窗墙比 $1:3$ 至 $1:4$ 为宜。项目普通教室轴线长9.6米, 层高3.9米, 北侧外窗高2米, 长6.4米, 窗墙比 $1:2.9$, 符合最佳自然采光要求; 运用PKPM-Daylight软件模拟, 结果显示教室自然采光达标时数与眩光指数(DGI)均符合国家标准, 为学生创造舒适光环境。

4.3.3 室内暖通节能设计

(1) 空调系统选型: 餐厅和合班教室采用变制冷剂流量多联分体式空调系统, 分区域独立设置, 配备独立新风机组。食堂空调室外机集中于屋顶, 合班教室室外机设于变电所上方。普通教室、办公室采用分体式空调系统。(2) 节能性能保障: 多联式空调(热泵)机组能效比现行国家标准提高8%, 室内机与主机高差等条件下, 主机名义制冷/热量修正系数不低于0.85, 冷媒管等效长度满足对应制冷工况性能系数不低于2.8。分体式空调能效等级不低于国标1级要求。

4.3.4 电气节能设计

严格依照《建筑照明设计标准》GB50034设计照明, 确保照度与质量达标。楼梯间采用节能自熄开关; 依据天然光照度变化分区控制电气照明, 公共场所与室外照明采用集中遥控节能管理与多场景控制, 配备时控开关。教室等房间照明按功能与使用特点分组控制, 提升能源利用效率^[4]。

4.3.5 可再生能源设计

食堂采用闭式空气源热泵热水系统, 屋面设置 10.0 立方米承压式储热水箱, 配备两台 11.0 千瓦热泵, 综合年利用量达 34034 千瓦时, 满足二级能效标准; 食堂顶部集中布置 470 平方米太阳能光伏系统, 接入市电网络, 实现清洁能源利用。

4.4 项目成效总结

温岭市神童门学校通过针对性节能设计, 克服了夏热冬冷地区中小学节能设计难题。在建筑布局、采光、暖通、电气及可再生能源利用等多方面采取适宜技术, 既满足了学生生活学习的舒适需求, 又实现了良好的节能效果, 为夏热冬冷地区中小学节能设计提供了可借鉴的成功范例, 推动了中小学建筑向绿色低碳方向发展。

结束语

综上所述, 夏热冬冷地区中小学建筑节能设计需要综合考虑气候特点、学生需求及经济实用性。通过优化建筑朝向与布局、采用高效隔热与遮阳技术、结合自然通风与空调系统设计、提升围护结构节能性能以及充分利用可再生能源等措施, 可以有效提升中小学建筑的能源利用效率。温岭市神童门学校的节能设计实践为夏热冬冷地区中小学建筑节能设计提供了成功范例, 推动了绿色校园建设的深入发展。

参考文献

- [1] 杜诗祺, 王铭豪, 王轶锴等. 不同使用时段对中小学教育建筑室内采光及窗墙比模式的影响[J]. 浙江建筑, 2020, 37(05): 63-68.
- [2] 赖宏伟. 夏热冬冷地区高层建筑绿色节能设计探讨[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(15): 163-164.
- [3] 杨少玮, 张伟捷. 夏热冬冷地区墙体外保温对建筑节能影响的研究[J]. 建筑节能, 2020, 48(11): 102-105.
- [4] 龚家俊, 卞梦园, 黄志甲, 张祥. 夏热冬冷地区居住建筑砂浆类外保温系统脱落原因分析[J]. 建筑与文化, 2020(11): 95-97.