

建筑设计中节能建筑设计的应用分析

宋国振

山东中研设计有限公司 山东 菏泽 274000

摘要：随着全球对能源问题与环境保护重视程度的提升，节能建筑设计在建筑领域愈发关键。它以“减耗增效”为核心，涵盖被动式设计优先、主动式技术辅助等原则及多类技术体系。在建筑规划布局、单体设计、技术系统设计等环节均有具体应用，同时涉及可再生能源集成。然而，当前节能建筑设计面临技术层面初始投资高、集成度不足，管理层面设计与施工脱节、运维能效管理缺失等挑战，需采取相对应策推动其发展。

关键词：建筑设计；节能建筑设计；应用

引言：在全球能源危机日益严峻、生态环境保护需求愈发迫切的大背景下，建筑行业作为能源消耗与碳排放的“大户”，其节能转型迫在眉睫。节能建筑设计应运而生，成为建筑领域可持续发展的关键路径。它不仅关乎建筑自身使用成本与舒适度，更对国家能源战略实施、生态环境改善意义重大。深入探究节能建筑设计在建筑设计各环节的具体应用，剖析其面临的挑战并提出有效对策，有助于推动建筑行业向绿色、低碳方向迈进，实现人与自然的和谐共生。

1 节能建筑设计理论基础

1.1 节能建筑的核心概念

节能建筑指在建筑全生命周期内，通过科学设计、合理选材和技术应用，大幅降低能源消耗，提升能源利用效率的建筑类型，核心是“减耗增效”。其与绿色建筑、低碳建筑既相关联又有差异：绿色建筑侧重全生命周期的环境友好，涵盖节能、节水、节地、节材和环境保护等多维度，是更全面的生态化理念；低碳建筑以减少碳排放为核目标，注重能源结构优化与碳减排技术应用；节能建筑则是三者的重要基础，是实现绿色、低碳目标的关键途径之一。

1.2 节能设计的基本原则

(1) 被动式设计优先。被动式设计依托建筑自身布局与构造，最大化利用自然条件减少主动能源消耗。自然采光通过合理规划建筑朝向、窗墙比及采用透光材料，提升室内天然光照时长；自然通风借助户型设计、通风口设置，促进空气流通调节室温；隔热则通过优化围护结构热工性能，如采用保温材料、遮阳系统，减少室内外热量传递，降低空调、采暖能耗。(2) 主动式技术辅助。在被动式设计基础上，主动式技术作为补充提升节能效果。可再生能源利用如太阳能光伏发电、地热能供暖，替代传统化石能源；智能控制系统通过传感器

与自动化技术，实时调控照明、空调等设备运行，避免能源浪费^[1]。

1.3 节能设计的主要技术体系

(1) 围护结构节能。外墙保温采用外保温、内保温或夹心保温技术，选用高效保温材料如挤塑聚苯板、岩棉板，降低墙体传热系数；高效门窗采用断桥铝型材、中空Low-E玻璃，减少门窗热量损失，提升建筑整体保温隔热性能。(2) 能源系统优化。地源热泵利用地下土壤恒定温度，通过热泵机组实现供暖、制冷，能效比远高于传统空调；光伏一体化将太阳能光伏板与建筑屋面、墙面结合，直接为建筑供电，降低对市政电网依赖，优化能源供应结构。(3) 可再生能源应用。太阳能除光伏应用外，还通过太阳能热水器提供生活热水；风能在适宜区域安装小型风力发电机，补充建筑能源供应；生物质能利用秸秆、沼气等转化为能源，实现废弃物资源化利用，助力建筑能源多元化。

2 节能设计在建筑设计中的具体应用

2.1 建筑规划与布局阶段

(1) 朝向与间距优化。朝向优化是节能设计的基础环节，需结合项目所在纬度与气候特征确定建筑主朝向。在我国北方地区，建筑主朝向宜采用正南或南偏东/西15°范围内，以最大化接收冬季太阳辐射，降低采暖能耗；南方地区则需兼顾遮阳，可适当调整朝向减少夏季太阳直射。间距设计需通过专业日照分析软件（如Ecotect、Daysim）计算，确保冬至日底层住户获得不低于2小时的有效日照，同时避免建筑间相互遮挡导致的局部风环境恶化。风环境模拟借助CFD（计算流体力学）技术，模拟不同季节主导风向对建筑群的影响，优化建筑间距与排列方式，如采用错列式布局减少风影区，提升夏季自然通风效率，降低冬季冷风渗透。(2) 场地自然条件利用。地形利用需遵循“因地制宜”原则，坡度

较大的场地可采用台地式布局，减少土方开挖量与边坡支护能耗，同时利用地形高差实现自然通风与排水；平坦场地则通过合理划分功能分区，缩短交通动线降低能耗。植被应用需结合乡土植物特性，在建筑东、西向种植高大乔木形成遮阳绿廊，减少墙体太阳辐射吸收；屋顶与垂直绿化可调节微气候，降低建筑表面温度，如屋顶种植景天科植物，夏季可使屋面温度降低3-5℃。水体利用方面，将人工湖、水景布置在建筑主导风上风侧，通过水体蒸发调节空气湿度与温度，同时利用水体反射特性提升周边区域自然采光效果^[2]。

2.2 建筑单体设计阶段

(1) 体形系数控制。体形系数指建筑外表面积(不含地下部分)与体积的比值，系数越小，热量传递损失越少。设计中通过控制建筑高度与平面形态减少外露面积，优先采用圆形、方形等紧凑式平面，避免不规则凸凹形态；对于高层建筑，可通过优化核心筒位置、减少外立面凹凸，将体形系数控制在0.3以下(公共建筑)或0.35以下(居住建筑)。例如，相同建筑面积的矩形建筑，长宽比控制在1:2以内时，体形系数较1:4的建筑降低约20%，采暖能耗可减少15%-25%。(2) 自然通风与采光设计。自然通风设计需结合建筑平面与立面形态，在住宅中采用“穿堂风”布局，确保客厅、卧室等主要空间形成空气对流；公共建筑可设置导风墙，通过墙体角度引导室外风进入室内，同时在建筑顶部设置排风井，利用热压促进空气流通。采光设计中，除优化窗墙比外，可采用天窗系统提升深层空间光照，如中庭设置金字塔形天窗，配合反光板将光线引入室内深处，减少白天人工照明需求；地下空间采用下沉式庭院结合侧窗设计，替代部分地下车库的机械通风与照明，降低能耗。

2.3 建筑技术系统设计阶段

(1) 高效围护结构材料。Low-E玻璃(低辐射镀膜玻璃)通过在玻璃表面镀制金属膜，减少红外线与紫外线透过，冬季可阻挡室内热量向外辐射，夏季阻挡室外太阳辐射进入，较普通中空玻璃节能30%以上，广泛应用于建筑门窗与幕墙。相变材料(PCM)可通过吸收或释放热量调节室内温度，如将相变材料掺入墙体保温层或制成相变储能墙板，夏季吸收室内热量维持室温稳定，冬季释放热量辅助采暖，使室内温度波动控制在±2℃以内，减少空调启停频率。(2) 机电系统节能。变频空调通过变频器调节压缩机转速，根据室内负荷变化动态调整输出功率，较定频空调整节能40%-60%，适用于负荷波动较大的商场、酒店等公共建筑；同时采用空调热回收技术，回收排风余热加热新风，降低新风处理能耗。

LED照明具有高光效、长寿命特点，光效可达120lm/W以上，较传统荧光灯节能50%以上，配合智能照明控制系统(如人体感应、光照度感应)，实现“人来灯亮、人走灯灭”，进一步减少无效能耗^[3]。(3) 智能控制技术。能耗监测系统通过在建筑配电、空调、照明等回路安装智能电表、水表、热表，实时采集能耗数据，生成能耗分析报告，为节能优化提供数据支撑；例如发现某区域空调能耗异常偏高时，可及时排查是否存在设备故障或参数设置不合理问题。自动调节功能通过PLC(可编程逻辑控制器)实现设备联动控制，如夏季当室外温度高于30℃且室内CO₂浓度超过1000ppm时，自动开启空调与新风系统；冬季当室内温度低于18℃时，自动启动采暖设备，确保系统运行在最优节能状态。

2.4 可再生能源集成设计

(1) 太阳能光伏系统与建筑一体化(BIPV)。BIPV系统将光伏组件与建筑屋面、墙面、幕墙结合，替代传统建筑材料，实现“发电与建筑功能一体化”。屋面BIPV可采用光伏瓦或光伏彩钢板，覆盖整个屋面区域，发电效率可达18%-22%；立面BIPV通过透明或半透明光伏玻璃构建幕墙，兼顾采光与发电，如某办公楼采用BIPV幕墙，年发电量可满足建筑15%-20%的用电需求。设计中需考虑光伏组件的安装角度(通常与屋面坡度一致，或根据纬度调整为最佳倾角)、荷载承载能力及散热性能，避免组件过热影响发电效率。(2) 地源热泵与空气源热泵的选型与应用。地源热泵系统利用地下土壤恒定温度(10-15℃)作为热源/冷源，通过地埋管换热器与土壤进行热量交换，能效比(COP)可达3.5-4.5，较空气源热泵高20%-30%，适用于地下水资源丰富或土壤热传导性好的地区，如华北、华东平原区域；但需进行地质勘察，确保土壤温度、含水率符合系统运行要求，避免土壤热失衡。空气源热泵无需地埋管施工，安装灵活，适用于地质条件复杂或场地受限的项目，如高层住宅小区；针对冬季低温环境，可采用喷气增焓技术，确保在-25℃低温下正常运行，COP维持在2.0以上，满足北方地区冬季采暖需求。选型时需结合项目所在地气候条件、能源需求及初投资成本，优先选择能效等级一级的设备，实现长期节能效益^[4]。

3 节能建筑设计面临的挑战与对策

3.1 技术层面挑战

(1) 初始投资成本高与回收周期长。节能建筑设计需采用高效材料(如Low-E玻璃、相变材料)与先进设备(如地源热泵、BIPV系统)，其成本较传统建筑高10%-20%。以10万平方米住宅项目为例，节能设计相关增量成

本可达800-1200万元。同时，节能效益回收依赖长期能耗节省，通常回收周期需8-15年，过高的初始投入与漫长的回收周期，降低了开发商与投资者的积极性，尤其在中小规模项目中表现更为明显。（2）技术集成度不足与系统匹配问题。当前节能技术多分散应用，缺乏系统性整合。例如，BIPV系统与建筑主体结构、机电系统衔接时，易出现荷载不匹配、管线冲突等问题；地源热泵与空调系统联动时，常因参数设置不当导致能效降低30%以上。此外，部分新技术（如AI能耗优化）与现有设计体系兼容性差，技术间协同效应难以发挥，影响整体节能效果。

3.2 管理层面挑战

（1）设计与施工脱节。设计阶段虽采用BIM技术进行节能模拟，但施工阶段缺乏有效协同。施工单位对节能设计细节理解不到位，如围护结构保温层厚度偏差、光伏组件安装角度不符，导致实际节能效果较设计目标下降20%-30%。同时，BIM模型更新不及时，设计变更信息无法实时传递，进一步加剧了设计与施工的脱节问题。

（2）运维阶段能效管理缺失。多数建筑交付后缺乏专业能效管理团队，能耗监测系统仅用于数据采集，未形成“监测-分析-优化”闭环。例如，空调系统运行参数长期固定，未根据季节、人流变化动态调整；照明设备未及时更换老化部件，能耗浪费严重。据统计，运维阶段因管理缺失导致的额外能耗占建筑总能耗的15%-25%。

3.3 对策建议

（1）政策激励。政府可对节能建筑项目给予建设补贴，补贴比例不低于增量成本的30%；对开发商实施税收减免，如企业所得税减半征收5年。同时，将节能建筑纳入碳交易市场，允许开发商通过出售碳配额获取收

益，缩短投资回收周期，激发市场参与热情。（2）技术创新。推广模块化设计，将节能技术（如光伏组件、保温模块）预制成标准化构件，提升技术集成度与施工效率；研发AI能效优化系统，实时分析能耗数据，自动调节空调、照明等设备运行参数，实现能效提升15%-20%。此外，建立技术兼容性标准，推动不同节能技术协同应用。（3）公众意识提升。通过媒体宣传、社区讲座等形式，普及节能建筑优势，如居住舒适度提升、长期能耗成本降低。同时，在商品房销售中强制公示建筑节能指标，引导消费者优先选择节能建筑；鼓励企事业单位优先采购节能建筑办公空间，形成绿色消费氛围。

结语

节能建筑设计是建筑行业顺应时代发展、践行绿色发展理念的必然选择。从规划布局到单体设计，从技术系统应用到可再生能源集成，各环节均彰显着节能的智慧与潜力。尽管面临技术成本、系统整合及管理等方面的挑战，但通过政策激励、技术创新与公众意识提升等对策，我们有望突破瓶颈。未来，应持续深化节能建筑设计研究与实践，让更多节能建筑拔地而起，为构建低碳社会、实现可持续发展贡献坚实力量。

参考文献

- [1]马洪哲.基于建筑节能角度居住建筑绿化设计技术探讨[J].新城建科技,2024,(10):93-95.
- [2]刘强,彭川.基于绿色建筑理念的建筑设计要点研究[J].住宅产业,2024,(11):88-90.
- [3]杨文元.民用建筑电气设计中的节能措施[J].建材发展导向,2024,(13):130-132.
- [4]贺莉芸.节能设计在现代建筑工程中的应用研究[J].住宅与房地产,2025,(05):89-91.