

绿色建筑被动式节能设计策略与应用

刘旭升

河北博华建筑设计有限公司 河北 邯郸 056000

摘要:绿色建筑被动式节能设计通过优化建筑本体形态、空间布局及围护结构性能,减少对人工能源依赖,借助自然能源调节室内环境。本文阐述其核心内涵与原则,涵盖顺应自然规律、资源高效利用及与建筑功能适配等方面。探讨建筑布局、围护结构、自然采光通风、遮阳隔热等核心设计策略,提出设计前期调研规划、过程协同优化、落地细节把控等应用路径,并从设计策略、材料构造、落地衔接角度给出优化措施,为绿色建筑节能设计提供参考。

关键词:绿色建筑;被动式节能设计;设计策略;应用路径;优化措施

引言:全球能源危机与环境污染问题不断加剧,建筑行业作为能源消耗的重要领域,节能减排刻不容缓。绿色建筑被动式节能设计作为一种可持续的节能方式,借助自然环境条件,降低对人工能源系统的依赖,实现建筑全生命周期能耗的降低。与主动式节能技术相比,它更注重建筑本体与自然的融合,具有成本低、效益高、环境友好等优势,对推动建筑行业可持续发展意义重大。

1 绿色建筑被动式节能设计核心内涵与核心原则

1.1 被动式节能设计核心内涵

被动式节能设计通过优化建筑本体形态、空间布局及围护结构性能,最大限度利用自然环境条件实现节能目标。其核心在于减少对人工能源系统的依赖,转而借助太阳辐射、自然通风、地热资源等自然能源调节室内环境^[1]。设计过程需综合分析场地气候特征,包括太阳高度角、主导风向、温湿度变化规律等,通过建筑朝向调整、体形系数优化、开窗位置设计等手段,实现自然采光与通风的主动利用。围护结构性能提升是关键环节,通过增强保温隔热能力、优化气密性设计、采用高效节能材料,降低冷热损失与空气渗透,维持室内热环境稳定。被动式设计并非完全摒弃主动系统,而是通过降低基础能耗需求,为机械通风、空调等设备运行创造高效条件,最终实现建筑全生命周期能耗的显著降低。

1.2 被动式节能设计核心原则

1.2.1 顺应自然规律原则

设计需深度契合场地气候条件,避免与自然环境对抗。寒冷地区应通过延长南向建筑界面、增加日照时长获取免费热能;炎热地区则需利用建筑布局形成通风廊道,加速热空气排出。地形高差、植被分布等自然要素需纳入设计考量,例如利用坡地引导冷空气流动,借助水体蒸发效应降低周边温度。自然通风设计需结合风压与热压原理,通过合理设置进风口与出风口,形成贯穿

室内的气流路径,减少机械通风使用频率。

1.2.2 资源高效利用原则

设计应优先挖掘可再生能源潜力,通过建筑本体实现能源梯级利用。自然采光设计需平衡光照强度与均匀度,避免直射光导致眩光或过度辐射;遮阳系统需根据太阳高度角动态调节,夏季阻挡多余热量,冬季允许阳光进入。雨水收集与中水回用系统可与建筑景观结合,通过透水铺装、绿化屋面等措施提升水资源循环效率。材料选择需注重本地化与耐久性,减少运输能耗与频繁更换产生的废弃物。

1.2.3 与建筑功能适配原则

被动式策略需与建筑使用需求深度融合,避免因节能设计影响功能实现。医疗建筑需保证室内空气质量与无菌环境,通风系统需设置高效过滤装置;教育建筑需优化自然采光以保护学生视力,避免过度依赖人工照明。设计过程需通过性能化模拟工具,量化评估不同策略对功能舒适性的影响,确保节能目标与使用需求协同达成。

2 绿色建筑被动式节能核心设计策略

2.1 建筑布局与朝向节能设计策略

建筑布局与朝向设计是被动式节能的基础环节,需以场地气候特征为前提,通过科学规划实现自然能源的最大化利用。在寒冷地区,建筑群体宜采用行列式或围合式布局,延长南向建筑界面,增加冬季日照时长;夏季则通过建筑间距控制避免遮阳,促进自然通风。炎热地区布局需注重通风廊道构建,利用主导风向形成穿堂风路径,通过建筑错落排列减少热辐射叠加。朝向选择需综合太阳轨迹与风向频率,寒冷地区建筑主立面宜朝向正南或南偏东,以获取更多太阳辐射;炎热地区则可适当偏转,结合遮阳构件减少直射光^[2]。地形利用亦为关键,山地建筑可依山势布置,利用坡地高差形成自然通风口;滨水建筑可借助水体低温效应降低周边环境温度。

2.2 建筑围护结构节能设计策略

2.2.1 外墙被动式节能设计

外墙设计需兼顾热工性能与构造耐久性。寒冷地区宜采用复合墙体，外层设置高密度保温材料阻断热桥，内层结合吸湿材料调节室内湿度；炎热地区则可选用浅色饰面或反射涂料，减少太阳辐射吸收。墙体构造需注重连续性，避免门窗洞口、阳台等部位形成热流短路。新型材料如真空绝热板、气凝胶毡的应用可显著提升保温效率，同时减少墙体厚度，增加使用面积。

2.2.2 屋面被动式节能设计

屋面作为建筑受热面，需通过多重构造实现热缓冲功能。寒冷地区屋面宜设置高蓄热材料层，白天吸收太阳辐射，夜间缓慢释放热量，减少室内温度波动；炎热地区则需结合通风屋面或绿化屋面，利用空气流动或植物蒸腾降低表面温度。倒置式屋面构造将保温层置于防水层之上，可避免保温材料受潮失效，延长屋面使用寿命。

2.2.3 门窗被动式节能设计

门窗是围护结构热工性能的薄弱环节，需通过材料升级与构造优化提升节能效果。玻璃宜选用低辐射（Low-E）镀膜中空玻璃，降低长波辐射传热；窗框材料需具备高强度与低导热系数，断桥铝合金或塑钢型材可有效阻断热桥。门窗开启方式需与通风需求匹配，平开窗密封性优于推拉窗，上悬窗可避免风雨侵入。气密条、密封胶等附件的应用可进一步提升整体气密性，减少冷风渗透。

2.3 自然采光与通风节能设计策略

自然采光设计需平衡照度均匀度与眩光控制。侧窗采光宜结合反光板或棱镜玻璃，将光线导向建筑深处；天窗设计需控制开启面积，避免夏季过热。导光管系统可引入深层空间难以触及的自然光，结合漫射装置实现均匀照明。自然通风设计需结合风压与热压原理，通过建筑开口位置与尺寸的差异化形成压力梯度。穿堂风路径需避开障碍物，通风口高度需适应人体活动区域。夜间通风策略可利用低温空气预冷建筑结构，结合相变材料延长蓄冷效果。

2.4 建筑遮阳与隔热节能设计策略

遮阳设计需兼顾动态调节需求与建筑美学。固定遮阳构件如挑檐、百叶可阻挡夏季高角度直射光，同时允许冬季低角度阳光进入；可调节遮阳装置如电动遮阳帘、导光板可根据日照强度实时调整。绿化遮阳通过攀援植物或立体绿化降低表面温度，同时提升生态效益^[3]。隔热设计需注重屋顶与外墙的反射性能，浅色饰面或陶瓷涂层可减少太阳辐射吸收；通风间层构造通过空气流动带

走热量，降低结构内表面温度。

3 绿色建筑被动式节能设计的应用路径

3.1 设计前期的调研与规划路径

设计前期需以场地气候特征与资源条件为决策依据，构建科学合理的规划框架。气候分析需涵盖太阳辐射强度、主导风向频率及温湿度年变化规律，通过气候分区图明确设计重点。寒冷地区需重点解决冬季保温与日照获取问题，规划布局应延长南向建筑界面，增加冬季太阳辐射得热量；炎热地区则需聚焦夏季隔热与通风优化，建筑群体宜采用错列式布局，形成贯穿场地的通风廊道。场地资源评估需关注地形高差、植被分布及水体位置，利用自然坡地引导冷空气流动，借助水体蒸发效应降低周边环境温度。规划阶段需结合建筑功能需求，确定合理的建筑密度与间距标准，避免因布局过密导致通风受阻或日照遮挡。日照模拟软件可辅助分析不同时段建筑阴影覆盖范围，为朝向选择与间距控制提供量化依据。场地微气候调节需纳入规划目标，通过增加绿化覆盖率、设置透水铺装等措施提升场地热舒适性，减少硬质地面导致的热岛效应。

3.2 设计过程中的协同优化路径

被动式节能设计需贯穿建筑全专业流程，通过多学科协作实现技术集成。建筑专业需主导空间布局与形态设计，确保自然通风路径与采光面的连续性，避免因建筑体形复杂导致气流紊乱；结构专业需优化构件尺寸，减少热桥形成风险，例如采用断桥铝合金窗框或复合墙体构造；设备专业需评估被动式策略对主动系统的影响，例如自然通风设计需与空调系统联动，夏季优先利用穿堂风降温，仅在极端天气启动机械通风。BIM技术可辅助各专业模型整合，通过碰撞检测提前发现设计矛盾，例如管线穿墙位置与保温层的冲突，提升方案可行性。性能化模拟工具能量化评估不同设计策略的节能效果，为方案比选提供数据支持，例如对比不同窗墙比对建筑能耗的影响。

3.3 设计落地中的细节把控路径

施工阶段需严格把控材料性能与构造精度，确保设计意图完整呈现。外墙保温材料需按规范验收导热系数与燃烧性能，安装时避免拼接缝隙导致热损失，例如采用整版粘贴或机械固定方式；门窗框与墙体缝隙需用发泡胶填充，外沿采用耐候密封胶封闭，防止冷风渗透。遮阳构件的安装角度需根据太阳高度角校准，确保夏季遮挡效果与冬季采光需求平衡。绿化屋面施工需分层铺设排水板、过滤层与种植土，避免植物根系破坏防水层。质量检验环节需采用红外热成像仪检测围护结构热工缺陷，通

过风速仪验证通风口实际风量是否符合设计要求^[4]。施工单位需与设计团队保持沟通,及时解决现场问题,避免因施工误差导致节能效果衰减。

4 绿色建筑被动式节能设计应用的优化措施

4.1 设计策略优化

设计策略优化需聚焦气候适应性原则,根据场地气候特征动态调整技术方案。寒冷地区应强化建筑围护结构保温性能,通过增加外墙保温层厚度、采用双层中空玻璃等措施降低热传导损失;炎热地区则需优化自然通风设计,利用建筑布局形成穿堂风效应,结合可调节外遮阳构件减少太阳辐射得热。过渡季节需兼顾通风与保温需求,例如设置可开启通风窗或导风板,实现室内外空气的按需交换。设计策略还需考虑建筑朝向与地形的关系,南向建筑界面应最大化利用冬季太阳辐射,北向界面则需减少窗户面积以降低冷风渗透。性能化模拟工具可辅助评估不同策略的节能效果,通过对比不同窗墙比、遮阳形式对建筑能耗的影响,为方案优化提供量化依据。此外,设计策略需与建筑功能需求深度融合,例如医院建筑需保证室内空气质量,办公建筑则需平衡自然采光与眩光控制,避免因节能需求影响使用舒适性。

4.2 材料与构造优化

材料与构造优化需兼顾热工性能与耐久性要求。外墙保温材料应选用导热系数低、燃烧性能达标的产品,例如岩棉板或聚苯乙烯泡沫板,安装时需确保保温层连续无断点,避免热桥形成。门窗系统需采用断桥铝合金型材与Low-E玻璃,通过多道密封设计降低气密性等级,减少冷风渗透与热损失。屋面构造可结合绿化或光伏一体化设计,绿化屋面需设置排水层、过滤层与种植土,光伏屋面则需优化倾角与间距,兼顾发电效率与遮阳效果。构造节点设计需注重细节处理,例如外墙保温层与门窗框的交接处应采用弹性密封材料填充,屋面防水层与通风间层的连接需确保气密性。新型材料的应用可进一步提升节能效果,例如相变储能材料能通过相态变化吸收或释放热量,调节室内温度波动;真空绝热板则以极低的导热系数实现高效保温,适用于空间受限的建筑部位。

4.3 设计落地衔接优化

设计落地衔接优化需强化施工过程管控与技术交底。施工前需组织设计团队与施工单位进行图纸会审,明确被动式节能构造的施工要点与验收标准,例如保温层粘贴方式、门窗密封处理等。施工过程中需采用红外热成像仪检测围护结构热工缺陷,通过风速仪验证通风口实际风量是否符合设计要求,确保节能效果不因施工误差衰减。材料进场验收需严格检查性能参数,例如保温材料的导热系数、门窗的气密性等级,避免不合格产品流入施工现场。设计团队需定期赴现场指导施工,及时解决技术问题,例如调整遮阳构件安装角度、优化绿化屋面排水坡度^[5]。质量检验环节需建立多级验收机制,施工单位自检合格后报监理单位复检,关键节点需邀请第三方检测机构参与,确保构造做法符合设计规范。此外,设计落地需考虑后期维护便利性,例如外遮阳构件应设计可拆卸结构,绿化屋面需预留检修通道,降低长期运营成本。

结束语

绿色建筑被动式节能设计是建筑行业可持续发展的关键举措。从遵循核心原则,到运用科学设计策略,再到做好设计前期规划、施工落地及后续优化,各个环节紧密相连。合理设计策略可充分利用自然能源,优化材料构造能提升建筑性能,精细落地衔接能确保设计效果。只有扎实做好各环节工作,才能提高绿色建筑被动式节能设计水平,创造舒适、健康、环保的建筑环境。

参考文献

- [1]李少朋.建筑节能技术与绿色设计策略研究[J].建筑·建材·装饰,2025(10):136-138.
- [2]解潇伊,郭尔玉.被动式节能策略在公共建筑设计中的应用[J].房地产世界,2023,(17):142-144.
- [3]李梓敬.绿色建筑中的被动式节能技术应用研究[J].工程建设与发展,2025,4(4):130-132.
- [4]杨川.被动式通风技术在绿色建筑中的应用分析[J].中国建筑装饰装修,2025(13):97-99.
- [5]王玉珏.被动式节能技术在绿色建筑中的应用[J].张江科技评论,2025,(03):158-160.