

绿色建筑被动式节能设计策略应用探讨

施泽文

天津市房屋鉴定建筑设计院有限公司 天津 300074

【摘要】：绿色建筑节能目标逐渐从设备效率提升转向建筑本体负荷削减，被动式设计在方案阶段对后期运行能耗和室内环境具有直接影响。本文分析被动式节能设计类型、气候响应机理和围护空间功能，梳理场地布局、围护保温、采光通风遮阳及设计过程控制方法，讨论不同气候区应用条件、节能效果评价和舒适运行效益。被动式策略只有与气候边界、构造节点和使用行为同步匹配，才能在绿色建筑中形成稳定的节能效果。

【关键词】：绿色建筑；被动式节能；建筑设计；围护结构；气候适配

DOI:10.12417/2811-0528.26.19.077

引言

建筑运行阶段的供暖、制冷和照明需求与总平面、体形、围护构造和开口组织直接相关，单纯依赖主动设备提高效率，容易把节能压力转移到后期运行维护。绿色建筑被动式节能设计应在方案阶段把气候条件、空间使用和构造性能合并考虑，通过日照、通风、遮阳、保温和蓄热等设计动作降低基础负荷，使建筑在较低设备介入条件下保持稳定的室内环境，并为后续设备选型留下更小、更稳定的负荷边界。

1 绿色建筑被动式节能设计基础与要素

1.1 被动式节能设计类型与技术特点

被动式节能设计并不等同于取消主动设备，而是在建筑形体、围护结构和自然环境之间建立优先级更高的负荷削减关系。寒冷地区住宅建筑更依赖保温、气密和太阳辐射利用，夏热冬冷地区要同时处理隔热、遮阳和过渡季通风，公共建筑还要兼顾人员密度、开放时间和照明散热^[1]。被动式技术的优势在于设计动作前置，墙体、屋面、门窗、遮阳和庭院风道一经稳定，运行期不再依赖频繁调参就能持续影响热量交换。其局限也很明确：朝向受场地约束、外窗比例受功能约束、自然通风受噪声和空气质量约束，策略组合应从建筑使用条件出发，而不能把某一类构造做成通用模板。

1.2 建筑气候响应过程节能机理分析

建筑能耗的初始差异来自室外气象与室内设定状态之间的热湿梯度。太阳辐射、空气温度、风速和天空散射光进入建筑界面后，分别改变围护结构传热、渗透换气、室内照度和表面温度；被动式节能机理就是把这些外部扰动转化为可控输入。冬季南向日照可补偿部分围护散热，夏季水平遮阳和可开启外窗则削弱太阳得热与室内蓄热叠加^[2]。老旧住区更新中的风环境模拟表明，楼间距、开口位置和街巷连续性会改变通风路径，局部风速不足时，单纯增加窗面积并不能形成有效换气。

气候响应过程应同时看热量、光线和空气流动的路径，避免一个策略改善单项指标却放大另一项负荷；当风向、遮挡和太阳高度发生季节变化时，方案还要保留可调遮阳、可启闭通风和分区运行的接口。

1.3 围护结构构成与空间节能功能

围护结构承担室内外热量交换的边界功能，墙体、屋面、外窗、幕墙、地面和连接节点共同决定建筑的传热损失、太阳得热和热惰性。保温层连续性不足时，梁柱、窗框、挑板和设备洞口会形成局部热桥，室内表面温度下降后既增加供暖需求，也可能引发表面结露。空间组织同样具有节能功能，进深、层高、交通核位置和共享中庭会改变自然采光深度与热压通风条件。公共建筑被动式设计中，外窗并非越大越有利，采光、眩光、传热和遮阳维护之间存在约束关系。绿色建筑的围护构成应与空间功能同时推敲，使主要使用房间获得稳定日照和可控通风，把服务空间、缓冲空间和竖向交通放在更适合阻隔不利气候的位置。在实际设计中，缓冲空间可承担温差过渡和风压削减作用，楼梯间、设备间、储藏间等非长时间停留空间布置在不利朝向时，可以减少主要房间直接暴露于外部气候。

2 绿色建筑被动式节能设计策略方法

2.1 场地布局与建筑形体气候适配分析

场地布局首先要识别建筑所处气候区的主导矛盾。寒冷和严寒地区应减少冬季迎风面暴露，组织南向采光面和北侧缓冲空间；夏热地区则要控制东西向低角度日晒，利用庭院、架空层和外廊形成可穿行的风道。建筑形体的体形系数越大，围护表面积相对越高，热交换界面随之扩大，但过度紧凑又可能削弱采光和自然通风^[3]。朝向、主导风、绿化缓冲和体量凹凸之间存在协同关系，南向主采光面、背风缓冲界面和庭院风道的相对位置会改变建筑基础负荷。城市更新项目中的被动式建筑设计标准策略强调，既有街区改造不能只按单体节能做判断，还要把道路界面、相邻遮挡和公共空间热环境纳入形体适配。

方案阶段可先确定不利风向、可利用日照面和主要人流界面，再决定体量开口、退界和架空位置，使建筑形体的节能作用早于设备系统介入。场地气候适配关系见图1。

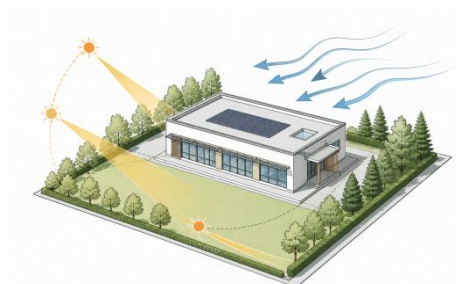


图1 场地布局与气候适配关系

图1中，黄色太阳路径直接作用于建筑南向长窗，蓝色风箭头从场地上方穿过，绿化缓冲带位于建筑周边边界。该图说明场地布局不是单一朝向选择，而是同时处理冬季日照、主导风和外部缓冲；当建筑体量保持紧凑且主要采光面避开不利遮挡时，被动式节能策略能够在方案阶段减少后续围护和设备系统压力。

2.2 围护结构保温隔热性能设计技术

围护结构设计的核心是让保温层、隔热层和气密层在构造上连续闭合。外墙外保温适合降低主体结构热桥影响，屋面保温应与女儿墙、天沟和设备基础节点衔接，外窗则要同时控制传热系数、太阳得热和开启扇气密性能。墙体分层、窗口节点和热桥风险线的关系直接影响围护结构实际保温隔热效果^[4]。被动式节能技术在建筑设计中的实践应用说明，墙体材料、门窗性能和节点做法只有进入同一构造剖面，才能避免设计说明与施工节点脱节。隔热设计还要区分夏季延迟传热和冬季减少散热两个目标，厚重围护的蓄热优势在昼夜温差较大的地区更明显，在湿热地区则可能因夜间散热不足加重空调负荷。构造深化还应把材料耐久、施工容差和后期检修纳入节点设计，避免保温层被栏杆、雨棚、管线支架反复穿透后形成新的热桥。围护构造和热桥风险见图2。

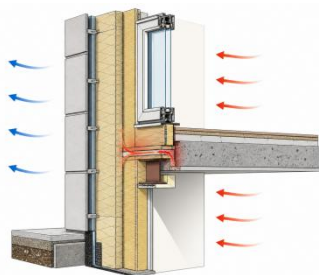


图2 围护结构保温隔热与热桥风险示意

图2中，黄色保温层沿墙体竖向展开，窗框与楼板连接处出现红色局部热流路径，蓝色箭头位于室外侧，显示外部冷源

对围护边界的影响。该图说明保温隔热设计不能只核墙体主材性能，窗洞口、挑板和楼板边缘若没有连续包覆，局部热桥会削弱整体节能效果，并增加室内表面温度波动。

2.3 采光通风组织与遮阳配置方法

采光通风和遮阳属于同一开口系统的不同作用面。窗洞口提高日间照度，也会带来传热、眩光和太阳辐射进入；可开启面积改善自然换气，却受到室外噪声、雨水倒灌和安全条件限制。进风口、排风口、采光面和外遮阳构件共同决定开口系统的环境调节能力。设计时应把房间进深、窗台高度、外遮阳挑出长度和室内反射面一并考虑，使主要工作面获得均匀散射光，避免靠窗区过热、内区仍要人工照明。通风组织不能只看单个房间，走廊、楼梯间、中庭和可开启天窗会改变压差路径；当室外空气质量或风速条件不稳定时，自然通风应保留与机械新风的切换界面，确保节能策略不牺牲基本舒适和卫生条件。采光通风遮阳关系见图3。



图3 采光通风与遮阳构造协同关系

图3中，黄色光束被外遮阳构件削弱后进入室内，蓝色气流从低位开口穿过工作区并由高位窗口排出。采光、通风和遮阳在同一开口系统内发生作用，窗洞口扩大并不必然带来综合节能；只有当遮阳深度、开启位置和室内进深相互匹配时，照明负荷、过热风险和换气需求才能同时得到控制。

2.4 被动节能策略设计过程关键控制

被动式节能策略应在方案、初设和施工图阶段持续校验。方案阶段重点判断朝向、体量和功能分区是否保留气候适配余地；初设阶段把围护性能、遮阳尺寸、窗墙关系和通风路径转化为可计算边界；施工图阶段则落实材料厚度、节点连接、洞口封堵和可开启构件五金。气候分区、形体朝向、围护构造、采光通风和效果评价之间应形成连续的设计控制顺序。既有建筑改造受原结构和使用连续性约束，标准化被动节能策略要根据界面条件调整。在新建绿色建筑中，同样要防止节能目标只停留在文本指标，设计控制应把每个被动策略落到平面、剖面、节点详图和运维可达性。被动设计控制顺序关系见图4。

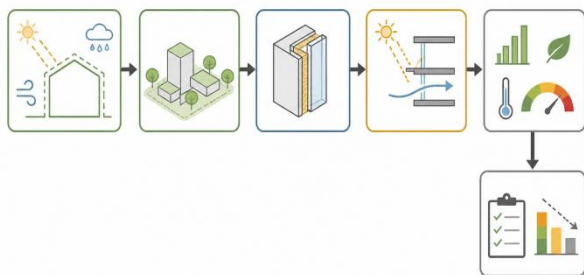


图4 被动式节能策略设计控制顺序

图4中，气候边界模块先进入场地体量判断，再进入围护构造和采光通风遮阳配置，舒适能耗评价位于后段并向核模块延伸。该顺序说明被动式节能策略应从外部气候和建筑本体出发，逐步转化为构造和开口控制，再以舒适性与运行负荷检验策略是否成立，避免在施工图阶段才用局部材料补救前期方案缺陷。

3 绿色建筑被动式节能应用与效益分析

3.1 不同气候区绿色建筑应用条件识别

被动式节能应用的首要条件是气候区识别。严寒和寒冷地区应把冬季热损失、气密性和南向得热作为主线，外围护构造宜减少凸窗、外挑板和复杂转角；夏热冬暖地区更关注遮阳、隔热、通风和防潮，外廊、深窗洞、通风屋面和架空空间的价值更高；夏热冬冷地区处在两类负荷之间，单一季节导向容易造成另一季不适^[5]。建筑功能也会改变策略权重，住宅重视夜间通风和卧室热舒适，办公建筑重视工作面采光和日间冷负荷，医院、学校等公共建筑还要考虑人员密度、卫生要求和运行时段。应用条件识别越具体，策略组合越能减少相互抵消。

3.2 被动式节能策略应用效果评价

被动式节能效果评价不宜只看设备能耗下降，还应同时观

察室内温度波动、采光均匀性、自然通风可用时段和围护节点风险。保温和气密改善通常会降低冬季热负荷，但如果遮阳和夜间散热不足，夏季冷负荷可能上升；扩大外窗有利于采光，却可能提高围护传热和眩光控制难度。效果评价应把建筑负荷、室内舒适和构造可实施性放在同一判断框架内，区分由气候条件带来的可变效应和由构造缺陷带来的稳定风险^[6]。对于绿色建筑项目，被动式策略的价值体现在基础负荷削减和环境稳定性，而不是用单一节能结论覆盖不同空间、不同季节和不同使用时段。评价过程还应区分设计预测与运行表现，前者用于方案比较，后者用于验证使用行为、维护状态和气候波动对节能效果的影响。

3.3 室内舒适运行效益综合分析方法

室内舒适性是被动式节能设计能否长期发挥作用的检验条件。若室内表面温度、风速、照度和噪声控制不协调，使用者会通过遮挡窗帘、关闭通风口或提前开启空调来抵消设计意图。运行效益分析应把建设投入、维护难度和使用行为纳入同一链条：外遮阳构件应具备耐久和可清洁条件，保温节点应避免后期穿孔破坏，通风开口应便于日常操作，采光设计应与灯具分区控制匹配。综合分析的落点不是追求被动策略数量，而是让少数关键策略在真实使用中保持可理解、可维护和可持续发挥作用，使绿色建筑的节能目标与室内环境品质形成一致关系。

4 结语

绿色建筑被动式节能设计策略应用的重点，是把气候响应、围护构造、空间组织和运行评价提前纳入建筑设计。场地布局决定日照、风向和体形边界，围护结构决定热量交换和节点风险，采光通风遮阳决定室内环境的日常稳定性。不同气候区和不同建筑功能对策略组合提出差异化要求，设计过程应避免单项技术孤立使用。只有当被动策略能够落实到平面、剖面、节点和运维界面，绿色建筑才能在较低主动设备负荷下维持舒适、稳定和可管理的使用状态。

参考文献:

- [1] 左继毅,孙西顺,张玉中.被动式节能技术在寒冷地区住宅建筑中的应用分析[J].科技与创新,2026,(10):243-245.
- [2] 张欣玥.被动式节能策略在老旧住区更新中的应用——基于 VENT2020 的风环境模拟研究[J].建筑与文化,2026,(3):38-40.
- [3] 周钰.基于被动式节能策略的公共建筑设计分析[J].居舍,2024,(33):86-89+126.
- [4] 杜恒山.城市更新项目中的被动式节能建筑设计标准策略[J].大众标准化,2026,(6):75-77.
- [5] 杨欣凯.被动式节能技术在建筑设计中的实践应用[J].世界家苑,2026,(5):124-126.
- [6] 李振宁.城市更新项目中的被动式节能建筑设计策略研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(26):26-28.