

# 基于太阳能利用的被动式建筑设计策略与节能效果分析

安志杰

九易庄宸科技（集团）股份有限公司，河北 石家庄 050000

**[摘要]**在全球能源紧缺与环境问题日益突出的背景下，建筑节能已成为推动可持续发展的重要方向。太阳能作为清洁、可再生能源，在建筑节能设计中具有广泛应用价值。被动式建筑通过合理利用自然采光与自然采暖，结合建筑形体设计、外围护结构优化及空间布局调整，在实现舒适室内环境的同时大幅降低能耗。文中以太阳能利用为核心，探讨被动式建筑的设计策略与节能效果，从建筑朝向、围护结构、自然通风与采光等方面进行深入分析，并结合能耗模拟结果评价节能效果。研究表明，合理的太阳能利用设计可显著降低建筑运行能耗，提高能源利用效率，提升室内热舒适水平，对绿色建筑发展具有重要意义。

**[关键词]**太阳能利用；被动式建筑；设计策略；节能效果；绿色建筑

DOI: 10.33142/ucp.v2i5.17936 中图分类号: TU83 文献标识码: A

## Passive Building Design Strategy and Energy-saving Effect Analysis Based on Solar Energy Utilization

AN Zhijie

Jiuyi Zhuangchen Technology (Group) Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** Against the backdrop of global energy scarcity and increasingly prominent environmental issues, building energy efficiency has become an important direction for promoting sustainable development. Solar energy, as a clean and renewable energy source, has a wide range of application value in building energy-saving design. Passive buildings achieve a comfortable indoor environment while significantly reducing energy consumption through the rational use of natural lighting and heating, combined with architectural form design, optimization of peripheral structures, and adjustment of spatial layout. The article focuses on the utilization of solar energy and explores the design strategies and energy-saving effects of passive buildings. It conducts in-depth analysis from the aspects of building orientation, enclosure structure, natural ventilation and lighting, and evaluates the energy-saving effects based on energy consumption simulation results. Research has shown that reasonable solar energy utilization design can significantly reduce building operating energy consumption, improve energy utilization efficiency, and enhance indoor thermal comfort levels, which is of great significance for the development of green buildings.

**Keywords:** solar energy utilization; passive buildings; design strategy; energy-saving effect; green building

### 引言

建筑能耗在社会总能耗中占据较大比例，是能源消耗与碳排放的重要来源。在“双碳”目标提出之后，建筑行业面临更高的节能减排要求，如何通过建筑设计阶段的优化来实现低能耗运行成为研究重点。被动式建筑作为一种强调利用自然能源、减少机械设备依赖的设计理念，在提升建筑能源效率方面展现出独特优势。尤其是太阳能资源的开发利用，能够通过采光、采暖和热环境调节显著降低运行能耗。然而，我国在被动式建筑实践中仍存在设计理念不足、策略应用不系统、节能效果评估不全面等问题。基于此，本文从太阳能利用的角度出发，系统探讨被动式建筑的设计路径，总结影响节能效果的关键因素，并通过对比分析提出优化建议，旨在为未来绿色建筑设计与推广提供参考。

### 1 被动式建筑与太阳能利用的理论基础

#### 1.1 被动式建筑的内涵与特征

被动式建筑是一种以自然能源为依托的节能型建筑

理念，其核心思想在于通过合理的建筑设计与构造措施，减少对机械设备的依赖，以实现室内环境的舒适与节能目标。其特征主要体现在三个方面：一是强调建筑与自然环境的互动关系，利用气候、光照、风向等自然条件调节室内温度与湿度；二是注重热工性能的优化，通过保温、隔热、蓄热等方式保持室内热环境稳定；三是倡导系统化与整体性，要求建筑形体、空间布局、材料选择等环节紧密结合，从而在全生命周期内实现节能减排。与传统依赖空调、采暖设备的方式不同，被动式建筑通过设计的前置性与整体性，使建筑本身成为“节能装置”。

#### 1.2 太阳能在建筑设计中的作用

太阳能作为一种取之不尽、用之不竭的清洁能源，其在建筑中的作用主要表现为两方面。第一是光能的利用，即通过窗户、天窗、采光带等结构实现自然照明，减少电力照明的需求；第二是热能的利用，即通过建筑朝向、玻璃幕墙、墙体蓄热等方式实现被动采暖与热环境调节。太阳能的应用不仅直接降低能耗，还能改善室内环境质

量，使建筑更具生态性与可持续性。从设计角度看，太阳能利用贯穿建筑全生命周期，从规划阶段的朝向确定，到施工阶段的结构优化，再到运行阶段的节能管理，均需综合考虑。

### 1.3 被动式建筑与节能的关系

被动式建筑通过太阳能利用，在节能方面具有显著优势。一方面，冬季通过合理的采光设计与热量蓄积，能够减少采暖能源的消耗；另一方面，夏季通过遮阳、通风和隔热措施，降低了制冷需求。研究表明，被动式建筑在综合利用太阳能后，建筑能耗可降低 30%~50%，其节能效果不仅体现在能源消耗的减少，还体现在运行成本的下降与环境效益的提升。由此可见，太阳能利用是实现被动式建筑节能目标的核心路径。

## 2 基于太阳能利用的设计策略

### 2.1 建筑朝向与体形优化

建筑朝向是太阳能利用的首要因素。合理的朝向设计能够最大限度地获取有利的太阳辐射。例如，南向布置可以在冬季吸收更多太阳热量，而在夏季通过遮阳装置减少过度辐射，从而在冷热之间实现平衡。建筑体形的紧凑性同样重要，体形系数过大将增加散热面积，不利于能量保持。紧凑而规则的体形不仅减少热损失，还能提升结构稳定性。通过体形与朝向的综合优化，建筑能够更高效地利用太阳能，实现全年能耗的整体降低。

### 2.2 外围护结构设计

外围护结构是建筑与外部环境之间的主要能量交换界面，其设计水平直接决定建筑的节能性能。高性能墙体采用复合材料结构，能够兼顾保温与透气性，有助于调节室内热环境。屋面则需在隔热与防水之间找到平衡点，以减少夏季热负荷。门窗设计是重点，合理的窗墙比能够既保证自然采光，又避免过度能量损失。双层甚至三层中空玻璃窗，可以有效提升保温性能，降低冬季热量散失。遮阳措施的设置也是不可或缺的，如遮阳板、百叶窗等，都能根据季节与角度调节太阳辐射的进入量，实现被动式的热环境调节。

### 2.3 自然通风与采光策略

自然通风设计通过合理布置开窗位置、通风口大小与高度差，形成空气流动路径，从而改善室内空气质量并降低冷负荷。在高温季节，自然通风能有效替代机械制冷，节省能源消耗。自然采光设计则更强调光环境质量，避免局部过亮或过暗带来的不舒适感。通过天井、中庭、采光井等设计手法，可以将光线引入深层空间，使光照分布更均匀。自然通风与采光的有机结合，不仅减少能耗，还能提升室内舒适度，增强建筑空间的健康性。

## 3 被动式建筑节能效果的分析方法

### 3.1 能耗模拟技术

在建筑设计阶段，能耗模拟是检验节能效果的重要手

段。通过能耗模拟软件，可以对不同气候条件下建筑的采暖负荷、制冷负荷、照明能耗等进行动态分析。模拟过程不仅涵盖设计方案的比较，还能对未来运行阶段的能耗水平进行预测。利用能耗模拟，设计人员可以提前识别设计缺陷，优化方案，提升节能效果的可控性与科学性。

### 3.2 节能效果的评价指标

建筑节能效果的检验离不开科学的定量指标。能耗密度作为最直观的衡量标准，能够反映出单位建筑面积在日常运行中所消耗的能源水平，为不同建筑间的横向对比提供了可操作的依据。节能率则通过基准建筑与改进建筑的能耗差异进行计算，可以直观体现设计策略所带来的节能成效，从而为优化方案提供量化支撑。与此同时，二氧化碳减排量作为重要的环境效益指标，能够揭示节能设计在推动绿色低碳发展方面的积极作用。通过多指标结合的综合评价，不仅能够呈现单一设计措施的效果，还能从经济性、环保性与可持续性等多个角度全面反映节能设计的价值。这种综合化的评价方式，为建筑节能成果的推广提供了坚实的数据支撑和理论依据，也为未来政策制定和行业标准完善提供了参考方向。

### 3.3 对比分析方法

在被动式建筑研究与实践中，不同设计方案的对比分析具有重要意义。通过模拟与实测手段，可以直观呈现各类设计策略在太阳能利用方面的差异。例如，在同一气候条件下，适当调整窗墙比不仅会改变室内采光效果，还会直接影响冬季的蓄热能力与夏季的降温需求；增设遮阳设施能够在高温季节有效降低室内热量积聚，减少空调使用频率；调整建筑体形系数则能够改善能量交换效率，从而在整体上降低能耗水平。这种多方案对比的过程，不仅能够量化不同设计因素对节能效果的贡献，还能帮助设计者总结出适用于各类气候区的优化策略。通过数据化与模型化的分析，建筑师能够在设计初期就做出更科学的决策，为被动式建筑的推广和普及提供有力的理论与实践支撑。

## 4 节能效果的影响因素

### 4.1 气候条件差异

气候条件在建筑节能设计中具有决定性作用，是确保建筑能够实现低能耗运行的重要前提。在寒冷地区，太阳辐射量有限，冬季日照时数短且太阳高度角低，建筑设计需要尽可能利用南向大面积窗户来增加采光和蓄热，同时加强外围护结构的保温与密封性能，以减少室内热量流失。相较之下，炎热地区则面临高温与强烈辐射的挑战，建筑需要通过外遮阳装置、绿化隔热层以及自然通风设计来有效降低热量积聚，避免室内温度过高造成空调负担。温和气候带的建筑则更注重平衡，设计策略通常集中在自然采光与自然通风的综合利用，以减少人工能源的依赖。由此可见，不同气候条件下节能设计的侧重点存在明显差异，只有坚持因地制宜，根据地域环境特征灵活调整策略，才

能在保证舒适性的同时最大化节能效果。

#### 4.2 建筑功能与使用特征

建筑功能是决定节能设计方向与策略的核心因素，不同类型的建筑在使用需求和运行规律上存在显著差异。住宅建筑强调舒适性，尤其是夜间的温度控制与能耗降低，因此设计中往往更注重隔热保温、自然通风和夜间能量调节，以确保居住环境的稳定与宜居。而办公楼、学校等公共建筑则以白天使用为主，对采光与空气流通的要求更高，因此在设计中需要优化窗墙比、加强自然采光利用，并通过合理布局提升室内空气流动效率。建筑功能的多样性决定了节能策略不能一刀切，如果盲目采用单一模式，往往会导致资源浪费或舒适度不足。通过深入分析不同建筑的功能特征，结合使用规律制定差异化的节能设计方案，才能使节能效果真正落地，并在满足功能需求的同时实现绿色低碳目标。

#### 4.3 用户行为与管理水平

被动式建筑的节能效果不仅依赖于设计与技术本身，还与使用者的日常行为和管理水平密切相关。即使建筑具备先进的节能设计，如果居住者频繁开启空调、忽视自然通风或不合理使用遮阳设备，其节能潜力也难以得到充分发挥。管理层面的作用同样不可忽视，科学的能源管理不仅需要实时监测运行数据，还需要通过对设备的合理调控和能源分配，实现系统整体的高效运转。通过建立完善的运行维护机制，可以及时发现能耗异常并进行调整，从而避免能源浪费。用户在日常生活中的节能意识与管理者在运营层面的精细化措施相结合，才能真正将设计阶段的节能理念转化为实际运行成果。这种双重保障既提升了建筑运行效率，也为绿色低碳目标的实现奠定了坚实基础。

### 5 未来发展与优化方向

#### 5.1 与新兴技术的融合

未来被动式建筑的发展方向将更加智能化和信息化，新兴技术的深度融合为其带来了广阔前景。物联网、大数据与人工智能的应用，使建筑能耗管理从静态走向动态，从人工调节转向智能优化。通过传感器系统，建筑能够实时采集室内外温度、湿度、光照强度以及空气质量等数据，并将这些信息传输至智能分析平台。人工智能算法在分析数据后，可以自动制定最优运行策略，如合理控制开窗时间、调节遮阳设备角度和优化自然通风路径，从而实现室内环境的动态平衡。大数据的长期积累还能帮助管理者预测能耗趋势，形成更加科学的能源管理模型，提升建筑整体效率。

#### 5.2 政策与标准的支持

在推动被动式建筑发展的过程中，健全的政策与标准体系发挥着制度保障的核心作用。通过建立科学合理的法

规和规范，政府能够为行业发展指明方向，并为设计与施工提供明确的操作依据。强制性标准的制定，使建筑能耗控制、节能指标和绿色建筑评价体系有了具体的量化要求，促使建筑企业在设计和建设过程中必须将节能与环保理念落到实处。与此同时，激励性政策的出台，如财政补贴、税收优惠和绿色信贷支持，则有效降低了企业在前期投入上的压力，为推广应用提供了坚实的经济保障。在这些制度推动下，太阳能利用和其他节能技术将逐渐成为建筑设计中的常态化选择，促使行业形成良性循环。

#### 5.3 推广与普及的路径

当前，被动式建筑在我国的发展仍以探索和示范为主，尚未形成普及性的应用格局。要推动其逐步走向大规模推广，需要在政策、行业和社会层面形成合力。政策支持是关键，通过财政补贴、税收优惠以及金融扶持等措施，可以有效降低项目的前期投入成本，激发企业和开发商的建设热情。行业培训也是重要环节，相关部门应组织专业培训和技术交流，提升设计师、施工人员和管理人员对被动式建筑理念与技术的理解和掌握，从而保障项目的实施质量。同时，公众认知度的提升是推广的基础。通过多种渠道进行宣传教育，让更多人了解被动式建筑在节能、环保和生活舒适度方面的优势，能够逐渐改变社会认知和消费偏好。

### 6 结论

基于太阳能利用的被动式建筑设计，是实现绿色建筑与低碳发展的关键路径。这种设计理念不仅能够在建筑全生命周期内显著降低能耗，还能通过改善室内环境质量，为居住者提供更加舒适、健康的生活体验。在具体实践中，建筑师通过优化建筑朝向、合理布置开窗、提升外围护结构的隔热与保温性能，以及充分利用自然通风与采光，能够有效减少对人工照明、空调和供暖的依赖，从而降低对化石能源的消耗。被动式建筑的推广对于缓解能源危机、减少碳排放和推动环境保护具有重要意义。未来，随着智能化技术的不断进步，太阳能利用与智能监控、自动调节系统的深度融合将进一步提升其运行效率。

#### [参考文献]

- [1] 张伟. 被动式建筑设计中太阳能利用策略探讨 [J]. 建筑科学, 2021(6):45-50.
- [2] 李娜. 基于 BIM 的绿色建筑节能设计与评价方法研究 [J]. 建筑节能, 2022(4):72-78.
- [3] 王磊. 被动式建筑在我国不同气候区的应用与节能效果分析 [J]. 建筑技术, 2023(3):88-94.

作者简介：安志杰（1998.9—），男，汉族，毕业学校：燕山大学，现工作单位：九易庄宸科技（集团）股份有限公司。