

传统建筑向绿色低碳转型的设计路径研究

文 / 徐建卓 江苏龙腾工程设计股份有限公司

摘要: 在当今全球气候变化和环境问题日益严重的背景下,绿色低碳建筑已成为世界范围内的重要趋势。传统建筑向绿色低碳转型迫在眉睫,因此,探讨其设计路径具有重要价值。本文从建筑施工图设计方面着手,分析有效整合传统与绿色低碳理念的方法,以推动可持续建筑发展。

关键词: 传统建筑;绿色低碳;施工图设计;空间布局

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.02.099

引言

当前阶段,传统建筑正在向绿色低碳方向转型,在满足功能需求的同时,优化资源利用、降低能耗、减少环境负荷成为设计的核心目标。绿色低碳建筑设计注重生态技术、节能材料与智能化系统的综合运用,旨在实现建筑全生命周期内的可持续性和环境友好性。探索传统建筑向绿色低碳转型的设计路径,对于推动建筑行业高质量发展和实现“双碳”目标具有重要现实意义。

一、绿色低碳建筑设计原则

(一) 节能减排设计

在绿色低碳建筑设计中,节能减排设计是至关重要的一个环节。实施节能减排设计,需要充分考虑建筑物的环境适应性、自然采光与通风、保温隔热性能等方面。设计过程中,为实现“源头节能”,研究人员需要进行“被动式设计”,以尽可能降低建筑物对能源的需求。此外,设计人员应善于运用高效节能的空调、暖通与照明系统,实现“终端节能”,并依据绿色设计标准,降低运行过程中产生的碳排放。

(二) 可再生能源利用

利用可再生能源是绿色低碳建筑设计的关键原则之一。其中,“光伏发电”与“太阳能热水系统”等技术具有显著的环保与节能效果。光伏发电系统可以将太阳能直接转化为电能,满足建筑物的基本用电需求,降低对非可再生能源的依赖。同样,太阳能热水系统可以有效利用太阳辐射产生热能,用于生活生产活动,利用建筑物的自然造型与特点,有针对性地应用风能、地热能等资源,可进一步降低碳排放,推动建筑节能与减排。

(三) 绿色建筑材料使用

绿色建筑材料使用对实现绿色低碳建筑设计具有重要意义。在建筑设计时,设计师应充分考虑“循环利

用”与“再生资源”的理念,选用经过严格认证的绿色建筑材料。这些材料具有较好的环保性能,对自然环境的破坏程度相对较小,能够有效降低建筑过程中产生的废弃物与污染物。采用低“碳足迹”与高“环保指数”的绿色建筑材料,如生态无害涂料,可以提高建筑物的绿色表现,并在建筑的使用寿命内确保室内环境的健康与安全。

二、传统建筑向绿色低碳转型的设计路径

(一) 节能设计与建筑围护结构优化

高效隔热材料在近零能耗建筑中的应用是实现节能设计和优化建筑围护结构的关键技术之一。这些材料的核心作用是减少建筑内部和外部之间的热传递,从而降低建筑的能耗需求。高效隔热材料主要包括真空隔热板(VIP)、气凝胶、相变材料(PCM)、和高性能保温板(如发泡聚氨酯、发泡聚苯乙烯等)。高效隔热材料的隔热性能通常以导热系数来衡量。导热系数越低,材料的隔热效果越好。真空隔热板(VIP)利用真空状态下气体的导热系数极低的特性,将传统隔热材料的导热系数显著降低;气凝胶材料通过其纳米多孔结构来降低固体导热,气凝胶的热导率可以低至 $0.013 \text{ W/m}\cdot\text{K}$;相变材料(PCM)利用相变过程(如固-液相变)在一定温度范围内吸收或释放大量的潜热,从而保持室内温度的稳定。在建筑围护结构中,高效隔热材料可以应用于外墙、屋顶、地板以及窗框等部位。例如,真空隔热板可用于墙体内部,通过减少墙体厚度而不降低保温效果,提高建筑的使用空间。气凝胶材料可作为窗框和屋顶保温的重要组成部分,特别是在极端气候条件下的应用效果尤为明显。相变材料则常用于墙体和地板的表面层,通过将白天的太阳辐射热量储存,并在夜间释放,减少了空调系统的负荷。此外,高性能保温板在建筑的隔热系统中起到基础性作用,它们可以直接作为外墙外保温

层，与结构层紧密结合，既能提供良好的保温效果，又能确保建筑结构的整体性。

（二）可再生能源的利用：太阳能光伏系统

太阳能光伏系统是近零能耗建筑中最为普及的可再生能源利用技术之一。它通过光电效应直接将太阳能转换为电能，为建筑提供清洁、可再生的电力来源，从而大幅降低建筑对化石能源的依赖，减少碳排放。太阳能光伏系统的核心组件是光伏电池，通常由硅材料（如单晶硅、多晶硅和薄膜硅）制成。光伏电池通过吸收光子来激发硅材料中的电子，从而在电池内部形成电势差，产生直流电。光伏组件的效率和输出功率受太阳辐射强度、入射角度、温度等因素影响。为了优化发电效率，光伏系统通常包括最大功率点跟踪（MPPT）设备和逆变器，MPPT通过调整电池工作点来确保输出功率的最大化，而逆变器将直流电转换为建筑可用的交流电。在近零能耗建筑中，太阳能光伏系统可以安装在建筑的屋顶、外墙、窗户和其他暴露于阳光的表面。对于屋顶安装，常见的形式包括倾斜式和平铺式布置，以获得最佳的太阳辐射接收。创新的建筑集成光伏（BIPV）技术使光伏组件直接作为建筑外立面的材料，既发挥发电功能，又具备建筑美观性和遮阳效果。此外，为提高系统的能源自给率，光伏系统通常会与储能设备（如锂离子电池）集成，使建筑能够在日照不足时或用电高峰期仍保持稳定的电力供应。光伏系统的设计还需考虑建筑的用电需求、安装位置的日照条件、以及电网接入等因素，确保系统的经济性和长期运行的稳定性。

（三）智能化能源管理

能源管理系统（EMS）是近零能耗建筑中用于优化能源使用和提高整体能源效率的核心技术之一。EMS通过对建筑内各类能源设备和系统的监控、分析和优化控制，降低建筑的能耗，实现智能化、精细化的能源管理。能源管理系统通常由传感器网络、数据采集与监控设备、控制系统和决策支持系统组成。传感器网络负责实时采集建筑内的能源使用数据，如温度、湿度、光照强度、电能使用量等；数据采集与监控设备负责收集和处理传感器的数据，将数据传输至控制中心。EMS利用先进的数据分析算法和人工智能技术，实时评估建筑的能源使用状况，并通过决策支持系统提供优化控制策略。EMS可以根据时间、天气、用户行为等多种因素自

动调节暖通空调（HVAC）系统、照明系统和电力设备的运行状态，最大限度地减少不必要的能源消耗。在近零能耗建筑中，EMS的应用涵盖了建筑的各个用能环节。首先，EMS可以与建筑的暖通空调系统集成，通过动态调整温度设置和风速等参数，实现精确的环境控制。同时，EMS可以根据室内外环境的变化，自动切换空调模式（如制冷、制热、通风等），并利用自然通风或夜间预冷等被动方式减少机械制冷的使用。其次，EMS在照明管理中，通过智能感应器和调光设备，自动调节照明亮度，确保在自然光充足时尽量利用自然光。能源管理系统还可以通过负载预测和电价预测，优化建筑的电力使用策略，避免高峰用电时段，从而降低运行成本。此外，EMS能够集成可再生能源系统（如光伏、风能）和储能设备，优化能量流动和储存策略，提高建筑的能源自给率和可持续性。

三、传统建筑向绿色低碳转型的设计案例分析

（一）案例选择与介绍

本案例分析以中国北京市的中国绿色建筑研究中心为依托，该建筑获得了中国绿色建筑评价标准三星级认证。中国绿色建筑研究中心占地面积约4000平方米，建筑总面积为5700平方米，为人们提供了研究、培训和办公等功能。该建筑的设计充分考虑了传统建筑向绿色低碳转型的需求，结合新颖的设计理念和运用先进技术手段，实现了节能环保与现代建筑技术的有效结合。

（二）案例中绿色低碳设计探讨

中国绿色建筑研究中心在绿色低碳设计方面，实现了多种措施的相互支持与协同作用。首先，在建筑能源利用方面，采用及时折叠的光伏幕墙，总容量达250千瓦，并通过全自动调节系统，实时根据太阳照射角度进行调整，使发电效能最大化。据统计，光伏系统年发电量约为304261千瓦时，约占建筑物年用电量的72%（数据来源：《中国绿色建筑研究中心之绿色实践》）。

其次，采用高性能的建筑节能材料，如15厚度圆柱形真空绝热板和8厚度泡沫玻璃保温板，实现了墙体保温的优秀效果。这使得中国绿色建筑研究中心的墙体传热系数降低至 $0.39\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ，远低于建筑节能标准（ $\leq 0.7\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ），杜绝了外墙的热桥现象。实况调查显示，建筑典型房间内外墙热流量比已降至1:7-1:25，表明室内外保温效果显著。

在建筑空调系统方面，采用了冰蓄冷系统，通过收集夜间的低用电价、低温冷空气为建筑提供制冷源，显著降低空调用电成本。据统计，冰蓄冷系统的日负荷平均减少了约60%的制冷峰值，并实现了用电成本的节省。在供暖方面，通过太阳能墙和地源热泵等系统回收利用建筑的废热资源。研究发现，太阳能墙的热收集效率高达34~40%，地源热泵制热能效比（COP）高于4.0，为建筑节约了大量能源。

值得一提的是，该建筑采用了“空气处理机组”与“模态无风量地热管道系统”的技术手段，通过智能化自律与联网调控的方式，实现了室内舒适度与能耗之间的优化平衡。据测量数据表明，这套系统在保证舒适度的前提下，使建筑物的年能耗降至26.2千瓦时/平方米（数据来源：《中国绿色建筑研究中心之绿色实践》），明显低于传统建筑。

另外，在绿化方面，建筑周边通过种植绿色植被，打造绿化覆盖率达59.6%的生态景观（如下表所示），提高了建筑物的宜居性。在水资源利用方面，结合绿色屋顶与远景墙的设计，实现了建筑给排水与景观用水的100%雨水利用。根据调查数据，中国绿色建筑研究中心的年净雨水收集量约为2700立方米，有望实现建筑物的自给自足，具体如表一所示。

表一 绿色低碳设计内容

项目	绿色低碳设计要点	相关数据
能源利用	光伏发电系统	年发电量约为304261千瓦时，占年用电量的72%
节能材料	真空绝热板和泡沫玻璃保温板	墙体传热系数降低至0.39W/m ² ·K，典型房间内外墙热流量比1:7-1:25
空调系统	冰蓄冷系统	日负荷平均减少约60%的制冷峰值
供暖系统	太阳能墙和地源热泵系统	热收集效率高达34~40%，制热能效比（COP）高于4.0
室内空气处理	“空气处理机组”与“模态无风量地热管道系统”	建筑物年能耗降至26.2千瓦时/平方米
绿化覆盖	种植绿色植被	绿化覆盖率达59.6%
水资源利用	绿色屋顶与远景墙	实现100%雨水利用，年净雨水收集量约为2700立方米

（三）案例总结

中国绿色建筑研究中心案例以其绿色低碳设计的鲜明特点，成了绿建设计的典型范例。通过对该案例的总结，我们认识到精心策划与实施的设计理念可以带来显著节能和环保效果。此案例在传统建筑向绿色低碳转型过程中，为绿建设计实践树立成功典范，展示了设计理念在环境保护和资源利用方面所发挥的优势。同时，这一案例对于其他绿色建筑或改建项目具有重要的借鉴意义，可以为相关领域的实践提供启示。总的来说，中国绿色建筑研究中心作为绿色低碳设计的代表，将继续引领绿色建筑发展方向，帮助传统建筑实现向可持续发展的目标转变。在此过程中，我们应分析借鉴其成功之道，不断探索绿建设计的丰富内涵和广阔空间，构建宜居、节能的城市生活环境。

结束语

综上所述，绿色低碳建筑在实现可持续发展、降低碳排放和改善生态环境方面具有重要意义。面对未来城市发展的挑战，我们需不断深化对绿色建筑理念的认识，以推动建筑行业和城市发展迈向环保、资源节约的目标，绿色低碳建筑将成为建筑行业的主流趋势，其设计理念将继续促进科技创新、提高建筑质量和人居环境。让我们携手共进，为构建更宜居、更和谐的人类家园付出努力，共同开创美好未来。

参考文献

- [1] 朱威, 林王成. 探析绿色建筑设计在民用建筑设计中的应用[J]. 石河子科技, 2023, (06): 56-58.
- [2] 李波. 试论绿色建筑设计理念在建筑设计中的整合与应用[J]. 陶瓷, 2023, (06): 156-158.
- [3] 田洪. 基于低碳理念的绿色建筑设计策略分析[J]. 中华建设, 2023, (03): 84-86.

作者简介：徐建卓，1984.03，男，汉，安徽省蚌埠市，硕士研究生，国家一级注册建筑师/高级建筑师，研究方向：超低能耗建造与运维的建筑全生命周期能效管理平台。