

从传统到零碳：建筑设计的转型与挑战

陈宇航

江苏省建工设计研究院有限公司，江苏南京

摘要：随着全球气候变化的加剧，建筑行业作为能源消耗和温室气体排放的主要来源之一，正面临着前所未有的转型压力。从传统的高能耗、高排放建筑模式向零碳排放的绿色建筑转型，已成为当前建筑设计领域的重要趋势。本文旨在探讨建筑设计的绿色转型背景，阐述零碳建筑设计的理念与原则，分析零碳建筑的技术与材料创新，并讨论在实现这一转型过程中所面临的挑战及未来的发展趋势。通过深入研究和实践，我们期望能够为推动建筑行业的可持续发展贡献一份力量。

关键词：绿色建筑；零碳排放；建筑设计转型；能源效率

From Traditional to Zero Carbon: The Transformation and Challenges of Architectural Design

Yuhang Chen

Jiangsu Construction Engineering Design and Research Institute Co., LTD., Nanjing, Jiangsu

Abstract: With the intensification of global climate change, the construction industry, as one of the main sources of energy consumption and greenhouse gas emissions, is facing unprecedented transformation pressure. The transformation from the traditional building model with high energy consumption and high emission to a green building with zero carbon emission has become an important trend in the current field of architectural design. This paper aims to discuss the background of green transformation of architectural design, elaborate the concept and principles of zero-carbon building design, analyze the technology and material innovation of zero-carbon building, and discuss the challenges in the realization of this transformation and the future development trend. Through in-depth research and practice, we expect to contribute to the sustainable development of the construction industry.

Keywords: Green building; Zero carbon emissions; Building design transformation; Energy efficiency

1 引言

在全球环境持续恶化的背景下，建筑行业的转型尤为迫切。传统建筑设计往往忽视了能源效率和环境影响，导致了大量的能源消耗和温室气体排放。然而，随着科技的进步和环保意识的增强，人们开始意识到建筑行业在可持续发展中的关键作用。零碳建筑设计作为一种创新的理念，旨在通过优化建筑设计、采用先进的能源技术和环保材料，

实现建筑的低能耗、低排放甚至零碳排放。这一转型不仅有助于减缓气候变化，还能提升建筑的使用舒适度和能效，促进建筑行业的绿色发展。

2 建筑设计的绿色转型背景

随着全球气候变化的严峻挑战，建筑行业作为能源消耗和碳排放的主要领域之一，正面临着前所未有的转型压力。从传统的建筑设计理念到零碳

建筑设计的兴起，这一转型不仅是对环境问题的积极响应，也是建筑行业可持续发展的必然选择。传统建筑设计往往侧重于美学功能、结构安全和使用舒适性，而对于能源效率和环境影响考虑不足。然而，随着环保意识的提升和科技的进步，绿色转型已成为建筑设计领域不可逆转的趋势。在这一背景下，零碳建筑设计理念应运而生，它强调在建筑设计、施工和运营的全生命周期内实现碳排放的最小化，甚至达到碳中和的目标。这要求设计师在规划阶段就充分考虑能源效率、可再生能源的利用以及建筑材料的环保性，从而推动建筑行业的整体绿色转型。

3 零碳建筑设计的理念与原则

3.1 绿色设计的基本理念

绿色设计的基本理念倡导在建筑设计初期就将环境保护和能源效率置于核心位置。它强调最小化对自然资源的消耗，减少对环境的负面影响，并通过智能和可持续的设计策略，提升建筑的能效和舒适度。这一理念要求设计师在规划阶段就深入考虑建筑的朝向、自然通风、采光以及热岛效应等环境因素，通过巧妙的设计手法，最大化地利用自然资源，减少对传统能源的依赖。此外，绿色设计还鼓励使用可再生和回收材料，以及在设计过程中融入生态系统和生物多样性保护的原则，从而实现人与自然的和谐共生[1,2]。

3.2 能源效率与被动设计策略

在零碳建筑设计中，能源效率与被动设计策略是实现绿色转型的关键要素。被动设计策略强调通过优化建筑形态、布局和材料选择，最大限度地减少对主动能源系统的依赖。例如，南向布置的大型窗户可以充分利用日光，减少人工照明的需求，同时在寒冷季节收集热量，而在炎热季节则可通过遮阳设施来阻挡直射的阳光，降低冷却负荷。

此外，合理的建筑布局和形态设计可以自然引导空气流动，促进自然通风，减少空调系统的使用。屋顶绿化和立体绿化不仅可以美化环境，还能提供额外的隔热效果，降低建筑的能耗。墙体和屋顶的保温隔热设计也是提高能源效率的重要措施，它们能够减少热量的传递，保持室内温度的稳定。

通过这些被动设计策略，零碳建筑能够在很大程度上实现能源的自给自足，减少对外部能源的依赖，从而达到节能减排的目的[3-5]。

3.3 可再生能源的整合应用

随着全球对气候变化关注的提升，建筑师和工程师们正在探索创新方式，以减少建筑领域的碳足迹。例如，太阳能光伏技术已经成熟，被广泛应用于建筑的屋顶和外墙，将建筑物转变为能源生产者，如中国的一些新建绿色建筑就大量采用了光伏一体化设计。

地源热泵系统是另一种被整合到建筑设计中的可再生能源形式，它利用地下恒温特性为建筑提供冷暖调节，大大降低了传统空调系统的能耗。据估计，一个普通住宅安装地源热泵后，可以减少约70%的年度能源消耗。再者，创新的生物质能利用，如利用农业废弃物或专门种植的能源作物为建筑供暖，既实现了能源循环利用，也支持了可持续农业的发展。

除了太阳能和地源热泵，风能也是建筑设计中整合应用的可再生能源之一。通过在建筑顶部或周边安装风力发电装置，可以有效捕捉风能并转化为电能，为建筑提供电力支持。尤其是在风力资源丰富的地区，这种设计策略能够显著提高建筑的能源自给率。

此外，零碳建筑还积极探索水能的利用，如雨水收集和再利用系统。这些系统能够收集屋顶和地面的雨水，经过处理后用于建筑的非饮用水需求，如冲厕、灌溉等，从而减少对城市供水系统的依赖。在一些水资源短缺的地区，这种设计策略尤为重要。

最后，随着技术的进步，零碳建筑还开始尝试整合多种可再生能源形式，形成多能互补的能源系统。这种系统能够根据环境条件和能源需求，灵活切换和组合不同的能源供应方式，以实现能源的最大化利用和建筑的最低碳排放。

4 零碳建筑的技术与材料创新

4.1 高性能建筑围护结构

高性能建筑围护结构是实现零碳建筑设计的关键要素之一。它旨在提高建筑的能源效率，减少热

量损失，以及改善室内环境质量。例如，采用高效的隔热材料，如真空绝热板或高性能聚氨酯，可以将建筑的热传递降低数倍，从而显著降低供暖和冷却需求。此外，创新的外墙系统，如绿色墙或高性能玻璃，不仅能够调节室内温度，还能过滤阳光中的有害紫外线，为建筑用户提供更健康的室内环境。

更进一步，高性能建筑围护结构还包括智能热反射涂层和动态遮阳系统。智能热反射涂层能够根据环境温度和太阳辐射强度自动调节表面反射率，有效管理建筑的热量吸收和释放。而动态遮阳系统则通过机械或电子装置控制遮阳构件的位置和角度，以优化日光的利用和防止过热。这些技术的结合使用，使得高性能建筑围护结构不仅能提升建筑的能源性能，还能增强用户的舒适度和满意度。

4.2 先进的能源系统集成

先进的能源系统集成是推动零碳建筑设计的关键创新之一。它旨在通过优化能源产生、转换、分配和消耗的全过程，实现建筑的高效、自给自足和环境友好。这一系统集成包括太阳能光伏板、风力发电装置、地热能利用系统等可再生能源技术，以及智能电网和储能技术，以确保建筑的能源供应稳定可靠。通过先进的能源管理系统，这些技术能够实时监测建筑的能源需求，自动调整能源供应，避免能源浪费。此外，能源系统集成还注重与建筑设计的融合，确保美观和功能性的完美结合。通过这些先进的能源技术集成到建筑设计中，零碳建筑不仅能够实现能源的自给自足，还能提高建筑的能源效率，减少对环境的影响，为未来的可持续发展做出贡献。

4.3 碳中和建筑材料的研发与应用

随着全球对碳中和的重视，建筑材料的研发与应用已成为推动零碳建筑设计的关键因素。碳中和建筑材料不仅关注材料本身的低碳生产，还强调在整个生命周期内实现碳排放的最小化，甚至实现碳捕获和储存。例如，采用生物基材料如竹子和木材的创新复合材料，可以替代传统的高碳排放混凝土和钢铁，减少建筑行业的碳足迹。此外，研究人员

正在探索将工业废弃物转化为高性能建筑材料的新途径，如利用废弃矿渣、粉煤灰作为混凝土的掺合料，既实现了废物资源化，又减少了对新鲜骨料的需求。

在材料创新的同时，材料生命周期评估（LCA）工具被广泛应用于评估和优化材料的碳效率。通过LCA，设计师可以量化分析从原材料提取到产品废弃处理的全过程中碳排放的分布，从而做出更环保的选择。

另外，碳中和建筑材料的研发也推动了建筑行业的可持续发展。这些新型材料不仅具有低碳排放的特点，还常常具备更好的性能，如更高的强度、更好的耐久性和更低的维护成本。例如，一些新型的生物基涂料和保温材料，不仅减少了碳排放，还提高了建筑的能效和居住舒适度。此外，随着对碳中和建筑材料需求的增长，建筑行业也迎来了新的商业机遇，推动了相关产业链的完善和发展。

在碳中和建筑材料的应用方面，设计师和建筑师正积极探索将这些新型材料融入建筑设计中的创新方法。他们不仅关注材料本身的性能，还考虑如何与建筑的整体设计相协调，以实现最佳的环保效果。例如，在建筑的外观设计中，采用具有碳捕获能力的混凝土或砖块，既美化了建筑外观，又实现了碳的固定和储存。在室内设计中，则可以通过使用低碳排放的装修材料和家具，减少室内空气污染，提高居住者的健康水平。

4.4 智能化与自动化在零碳建筑中的角色

随着绿色建筑理念的不断深入，智能化与自动化技术在零碳建筑中的应用日益凸显其重要性。这些先进技术不仅提升了建筑的能源效率，减少了碳排放，还为实现建筑行业的可持续发展开辟了新的路径。例如，通过智能传感器和控制系统，建筑能够实时监测和调整其能源消耗，如自动调节照明、温控和通风系统，以适应不同的环境条件和居住需求。此外，智能化的建筑管理系统还能收集和分析大量的运营数据，为建筑能效的持续优化提供有力支持。自动化技术在建筑的能源生产和储存方面也发挥着重要作用。

在零碳建筑设计中，自动化技术扮演着关键角

色。例如，自动遮阳系统可根据太阳位置和光照强度自动调整，既保证室内舒适性，又避免了过度冷却或加热。此外，建筑外墙采用的自适应材料，如智能玻璃，能在感知环境变化时调整其透光率，进一步节省能源。

5 面临的挑战与未来趋势

5.1 技术成熟度与成本控制

随着科技的进步，许多绿色建筑技术，如太阳能光伏系统和热回收通风设备，其性能已经显著提升。例如，太阳能光伏板的效率在过去十年中提高了约20%，这降低了为建筑提供可再生能源所需的空间和成本。然而，尽管技术进步，初期投资成本仍然是零碳建筑推广的一大障碍。

为了平衡成本与环保目标，建筑师和工程师需要探索创新的解决方案，如采用模块化设计和批量采购策略来降低成本。此外，生命周期成本分析（LCCA）是一个有效的工具，它考虑了建筑全生命周期内的能源节省和维护费用，而不仅仅是初始投资。

政策层面的支持也是推动技术应用和降低成本的关键。政府可以通过补贴、税收优惠或强制性的绿色建筑规范来鼓励零碳建筑的发展。同时，行业内的合作和知识共享也是至关重要的。通过公私合作项目，开发商、制造商和研究机构可以共同研发新技术，分摊研发成本，并加速技术的市场应用。

总的来说，虽然零碳建筑在技术成熟度和成本控制方面面临挑战，但随着技术进步、政策激励和行业合作的加强，这些障碍正逐渐被克服，零碳建筑的未來趋势依然向好。

5.2 社会认知与用户接受度

零碳建筑的社会认知与用户接受度是实现其广泛推广的关键因素。目前，尽管零碳建筑在技术和政策层面取得了显著进展，但公众对其了解有限，且存在一定的误解。许多人可能认为零碳建筑意味着高昂的成本和复杂的设计，这在一定程度上阻碍了其市场接受度。

为了提高社会认知，需要开展广泛的宣传和教育活动。政府、行业协会和媒体可以合作，通过举办讲座、展览和宣传活动，向公众普及零碳

建筑的概念、优势和实践案例。此外，成功案例的分享和示范项目的建立也能有效增强公众对零碳建筑的信心。

在用户接受度方面，关键在于解决公众对成本和舒适度的担忧。建筑师和设计师需要更加注重零碳建筑的实用性和美观性，确保其既符合环保要求，又能满足人们的生活需求。同时，通过技术创新和成本优化，降低零碳建筑的建造成本和运营成本，提高其在市场上的竞争力。随着社会对环保意识的提高和技术的不断进步，零碳建筑的社会认知和用户接受度有望不断提升，为其在未来的广泛应用奠定坚实基础。

5.3 地域适应性与文化融合

在推广零碳建筑的过程中，地域适应性与文化融合是不可忽视的重要方面。不同地区的气候条件、地形地貌以及文化传统各具特色，这要求零碳建筑设计在遵循绿色原则的同时，还需充分考虑地域特性，实现与环境的和谐共生。

在地域适应性方面，零碳建筑应针对不同地区的气候特点进行个性化设计。例如，在炎热潮湿的热带地区，建筑设计应注重通风和遮阳，以减少空调能耗；而在寒冷干燥的北方地区，则需加强保温性能，提高能源利用效率。此外，地形地貌也是影响建筑设计的重要因素，如山地区建筑需考虑地形起伏，沿海建筑则需关注防风 and 防潮。

文化融合则是零碳建筑在推广过程中面临的另一大挑战。不同地区的历史文化、民俗风情各具特色，零碳建筑设计应在尊重当地文化传统的基础上，巧妙融入绿色理念。这要求建筑师深入了解当地文化，将传统元素与现代科技相结合，创造出既符合环保要求，又富有地域特色的零碳建筑。通过文化融合，零碳建筑不仅能满足人们的居住需求，还能成为传承和弘扬当地文化的重要载体。

6 结语

相信未来零碳建筑不仅是实现可持续发展的重要途径，更是人类与自然和谐共生的智慧结晶。随着技术的不断进步和材料的持续创新，零碳建筑的成本将逐渐降低，性能将不断优化，社会认知度和用户接受度也将大幅提升。同时，建筑师和设计师

们应继续探索地域适应性和文化融合的新路径，让零碳建筑成为展现地域特色、传承历史文化的重要平台。我们有理由相信，在不久的将来，零碳建筑将成为建筑行业的主流趋势，为人类创造一个更加绿色、健康、美好的未来。

参考文献

- [1] 沈伟. 低碳概念下的建筑设计应对策略[J]. 中国战略新兴产业, 2022(17):54-57.
- [2] 董恒瑞, 刘军, 秦砚瑶, 吴思睿, 罗干. 从绿色建筑、被动式建筑迈向零碳建筑的思考[J]. 重庆建筑, 2021, 20(10):19-22.
- [3] 林正豪. 近零能耗装配式建筑的设计、研究与教学[J]. 世界建筑, 2024(11):106-110.
- [4] 白森. 浅谈低碳概念下的建筑设计技术[J]. 居舍, 2022(20):84-87.
- [5] 文超. 低碳概念下的建筑设计应对策略[J]. 中国建筑装饰装修, 2022(23):112-114.

