

8-20-2024

Developing green design, leading green and low-carbon society

Yongxiang LU

Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864, China

Recommended Citation

LU, Yongxiang (2024) "Developing green design, leading green and low-carbon society," *Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version)*: Vol. 39 : Iss. 8 , Article 1.

DOI: <https://doi.org/10.16418/j.issn.1000-3045.20240805002>

Available at: <https://bulletinofcas.researchcommons.org/journal/vol39/iss8/1>

This Scientific Focus is brought to you for free and open access by Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version). It has been accepted for inclusion in Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version) by an authorized editor of Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version). For more information, please contact lcyang@cashq.ac.cn, yjwen@cashq.ac.cn.



Developing green design, leading green and low-carbon society

Abstract

Green design refers to a design principle and method that comprehensively considers energy and resource conservation, emission reduction, and environmental impact during the product manufacturing and operation process in the product design stage. It strives to reduce greenhouse gas emissions throughout the entire product lifecycle. In the era of information networks, green design is supported by big data, AI network collaborative design, network detection and monitoring, etc. It involves selecting energy-saving processes, green and low-carbon materials, and optimizing product geometry design and surface treatment to achieve efficient resource utilization and minimize waste. For example, selecting environmentally friendly materials through networked intelligence, planning collaborative processing and efficient logistics support, and using reusable packaging are all essential elements of green design. Additionally, green design must support the full lifecycle management and maintenance of products, as well as waste recycling and disposal to promote the circular use of resources. The strategy of green design is crucial for building a green and low-carbon society because it helps reduce the damage to the natural ecological environment caused by human activities and promote harmony between human beings and nature.

Keywords

green and low-carbon, green design, full lifecycle, harmony, human beings and nature

引用格式:路甬祥. 发展绿色设计 引领低碳社会. 中国科学院院刊, 2024, 39(8): 1301-1306, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20240805002.

Lu Y X. Developing green design, leading green and low-carbon society. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2024, 39(8): 1301-1306, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20240805002. (in Chinese)

发展绿色设计 引领低碳社会

路甬祥

中国科学院 北京 100864

摘要 绿色设计是指在产品设计阶段就全面考虑产品制造运行过程中节约能源资源、减少排放及废弃物对环境的影响,力求在整个生命周期中降低温室气体排放的设计准则及方法。在信息网络时代,绿色设计从网络得到大数据、人工智能网络协同设计、网络检测监控等支持,通过选用节能工艺、绿色低碳材料,以及优化产品的几何设计和表面处理,以实现资源的高效利用和废弃物的最小化。绿色设计还需支持产品的全生命周期管理和维护、废弃物回收和处置,以促进资源的循环利用。绿色设计策略对于构建绿色低碳社会至关重要,其有助于减少人类活动对自然生态环境的破坏,促进人与自然和谐共生。

关键词 绿色低碳, 绿色设计, 全生命周期, 和谐, 人与自然

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20240805002

CSTR 32128.14.CASbulletin.20240805002

党的二十大报告指出,“推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节”。党的二十届三中全会会议公报指出,“要完善生态文明基础体制,健全生态环境治理体系,健全绿色低碳发展机制”,以及“扎实推进绿色低碳发展”。绿色低碳社会是指人们崇尚、实践绿色低碳发展方式的社会。绿色设计策略对于构建绿色低碳社会至关重要,因为它有助于减少人类活动对自然生态环境的破坏,促进人与自然的和谐共生。本文倡议以绿色设计推动低碳社会

发展,并提出3点具体思考。

1 协力发展全球共创共享的绿色低碳社会

绿色低碳已刻不容缓。绿色是指人类社会发展与自然生态环境整体系统友好协调的可持续发展方式;低碳是指在人类生产生活过程中温室气体排放最少。2013年7月—2023年6月的10年中,全球温室气体排放量创下“历史新高”,每年排放的二氧化碳高达540亿吨,导致全球以前所未有的速度变暖。2023年11月

修改稿收到日期:2024年8月5日;预出版日期:2024年8月6日

15日,世界气象组织(WMO)发布的《2022年全球温室气体公报》指出,2022年全球二氧化碳的浓度水平比工业化前水平升高50%。温室效应使地球表面温度升高,进而引起冰川退缩,两极冰盖缩小,海平面上升,对地球这个人类共同家园生态系统的影响严重,已经给我们敲响了警钟。

低碳是绿色设计的重要方面。低碳是通过减少碳排放,增加碳捕获吸收,同时提高新经济质量、效益和市场竞争力而实现的发展。以创新驱动绿色低碳制造,同时创新绿色农牧业,扩大森林草地面积等提高自然界吸收转化二氧化碳的能力,也是绿色设计的重要方面,也是促进新时代经济社会实现高质量发展的必然要求。

发达国家与发展中国家的碳中和、碳达峰情况迥异。
① 碳中和。碳中和是指通过减少碳排放、增加碳吸收等方式,实现碳排放 $\leq$ 碳吸收的年度内温室气体相对平衡或逐年递减。由于碳排放在大气层中影响是逐年累积的,因此在评价一个国家在全球碳中和的贡献中,在计算其当代贡献的同时,还应计算其实现工业化以来的历史贡献。发达国家在过去200多年的工业化过程中任意无序排放,对全球气候变化负有不可推卸的历史责任。
② 碳达峰。碳达峰是指某地区二氧化碳的排放不再增长达到峰值的节点,是二氧化碳排放量由增转降的历史拐点,标志着碳排放与经济发展实现脱钩,达峰目标包括达峰年份和峰值。
③ 国家间相对状况。当今世界主要发达经济体均已实现碳达峰,英、法、德及欧盟早在20世纪70年代就开始陆续实现碳达峰,美、日分别于2007年和2013年实现碳达峰,且都是随着工业化发展阶段演进和高碳产业转移实现的“自然达峰”。尚处于工业化中期的中国,产业结构和能源结构还相对落后,我国一次能源中煤炭占比在56%以上,但中国作为全球制造业大国,目前人均碳排放量不及美国一半,人均历史累计排放量约为美国的1/8。数据显示,美国温室气体排放量历史

最高值为人均23.44吨;2018年,美国人均排放量为16.85吨,而中国仅为7.56吨。

在全球减排中,发达国家和发展中国家应该承担共同而有差别责任。各国采取的减排措施主要包括提高能源利用效率、优化能源结构、发展可再生能源、调整产业结构及保护发展森林草地碳汇等。总体来说,2005—2020年,中国节能减排的贡献约占全球总量的30%—50%,对世界的减排贡献显而易见。因此,要求发展中国家和发达国家承担相同的单位国内生产总值(GDP)或者人均减排目标都是不公平的。在计算各国减排责任时,应承认发达国家和发展中国家承担共同而有差别责任。发达国家有责任和义务向发展中国家无偿转让碳排放技术,或向发展中国家购买碳排放指标,实现减少全球碳排放总量,这就是国际间碳交易政策的由来。

实现碳中和应采取的措施。包括但不限于以下7个方面:
① 用低碳化石燃料,替代煤炭等化石能源;
② 植树造林、扩大绿化面积和碳汇,增加全球碳吸收能力;
③ 加快产业结构调整步伐,加快传统制造业向绿色低碳智能制造转变;
④ 改进工艺过程,自主创新或引进绿色低碳智能高效工艺技术和装备;
⑤ 组织世界绿色低碳产业联盟等协作引领和推进国际绿色低碳标准制订,提升发展中国家在全球绿色低碳合作中的话语权;
⑥ 减少能源生产、贮存、分配过程中的损耗和碳排放;
⑦ 创新工业化的碳汇技术,进行碳捕集、利用和封存。

绿色低碳社会需要全人类共同努力。保护森林草地有利于绿色低碳发展,要鼓励人们节约资源能源、崇尚绿色低碳生活方式,协力推动发展可共创共享、可持续发展的绿色低碳社会,这符合人类社会持续发展与自然生态环境相互协调的要求。地球是全人类的共同家园,绿色低碳是人类共创共享的全球目标,各国的减碳减排措施要协力推动全球人类社会绿色低碳发展,努力减缓全球气候变化。

2 绿色设计是发展绿色低碳社会的先导和保障

节约能源资源、循环利用能源资源是生态环境友好的发展方式，而节约原材料、节约自然资源，实现人类活动对生态环境影响和压力最小的设计就是绿色设计。一个国家单位GDP温室气体排放与其工业化进程和掌握的绿色低碳技术水平，以及政府的认识和选择的政策、施政目标紧密相关。

绿色设计作为一种先进而实用的理念与实践，首先在发达国家得到运用。绿色设计概念最早由Fox和Murrell^[1]在1989年合著的《绿色设计：建筑材料对环境的影响指南》（*Green Design: A Guide to the Environmental Impact of Building Materials*）一书中正式提出。到20世纪90年代，由于资源、环境、经济等多重限制因素影响，发达工业国家在产品的设计过程中更注重绿色属性，绿色设计得到了快速发展。现如今，国外的绿色设计理念逐渐趋于成熟并形成了一系列政策、法规。例如，欧盟发布了《可持续产品生态设计法规》《用能产品绿色设计框架指令》，美国环境保护署（EPA）和能源部（DOE）共同制定了能源之星认证体系，澳大利亚环境标识制定协会颁布了《澳大利亚良好环境选择标识产品》标准等。在绿色设计的践行过程中，很多国外大型企业开始引入数字化工具，如施耐德电气自主研发设计了《生态设计打分表》以评估产品的绿色信息；苹果公司提出“Apple Renew”计划，鼓励回收旧设备，打造闭环的绿色供应链；惠普公司推出“Touch Smart”商用一体机产品，基于绿色设计的理念，加入了触摸屏技术优化机箱的设计，实现了材料使用的节约和能耗的降低；戴尔公司制订“Green Packaging 2.0”和“MultiPack”计划，将包装材料高效循环利用，并大幅度减少了运输过程中的环境影响。从国外绿色设计的发展进程来看，绿色设计不仅仅涵盖产品设计技术层面，更是从

整个行业和供应体系的设计理念和原则出发，逐步实现真正意义上的绿色产业链。推动绿色设计向数字化、智能化、信息化转型，也将成为未来行业可持续发展的必然趋势。

中国的绿色设计虽然起步较晚，但近年来发展迅速。自20世纪90年代以来，我国开始引入绿色属性、低碳设计和环保产品等理念，初步形成绿色设计的雏形。中共中央、国务院于2015年发布了《生态文明体制改革总体方案》和《中国制造2025》，并在2016年发布了《绿色制造工程实施指南（2016—2020年）》。这些举措标志着中国正在逐步完善产品绿色制造体系，规范绿色设计要求，形成适用于中国的绿色转型之路。绿色设计也将面临新一轮的改革，以绿色产品、绿色工厂、绿色工业园区和绿色供应链管理企业建设为纽带，推进绿色低碳技术的大规模应用，实现资源循环利用，助力实现全行业可持续转型。然而，我国的绿色设计相关政策标准和绿色认证体系仍需进一步完善。现有的绿色产品相关标准不统一，同类产品存在多类评价标准，指标要求也参差不齐；关于产品的绿色属性尚不明确，对于涉绿产品标识披露的环境信息大多较为单一；认证模式与绿色评价体系不规范，使得同一类别产品经过认证得到相关标识的产品存在差异。未来，我国在绿色设计的规范性与先进性方面，亟须做出更多努力。例如，应推进相关法规的标准化和统一化，加强绿色产品认证体系互认，完善产品绿色属性奖惩机制。此外，在科技快速发展的时代，我国的绿色设计更应该适应时代潮流，将人工智能、机器学习、知识图谱、虚拟现实等数字化技术融入工业设计中，充分展现产品的精细化、智能化、可持续性、可循环性的特征。

绿色设计作为供应链绿色转型的关键抓手，对于实现绿色、低碳化发展这一目标尤为重要，它充分体现了绿色发展的理念。习近平总书记在党的二十大报告中指出，“推动经济社会发展绿色化、低碳化是实

现高质量发展的关键环节”。从实际角度出发，绿色设计有助于加快形成节约资源和保护环境的生产方式、产业结构和空间格局。通过在设计和生产阶段引入环保理念，确保产品系统在整个生命周期内资源消耗和环境影响最小化，实现废物高效循环利用。通过对企业设定明确的阶段性目标，确保企业加快绿色转型，有条不紊地推进绿色发展进程，逐步实现可持续发展的目标。通过对整个产业链系统可持续发展的统筹规划，将给全社会绿色发展、安全发展和高质量发展提供充足的动力。以绿色设计为重要抓手的绿色转型正在重构以要素低成本优势为特征的传统生产函数，推动产业高端化、智能化、绿色化，形成新的经济增长点。如今，绿色设计不仅仅是狭义上的产品设计，更是从行业和社会整体出发，经过绿色发展理念融入顶层设计，构建产业绿色转型路线图，实现闭环经济和低碳化社会。

未来，急需深入推动绿色解决方案和绿色生活方式。推动互联网、大数据、人工智能等新兴技术与绿色低碳产业深度融合，建设绿色制造体系和服务体系，为绿色工业革命提供绿色解决方案。同时，也应更好地响应社会对环保和可持续发展的需求，推动绿色消费和绿色生活方式的普及，满足人们对美好生活的追求。

3 走自主创新之路，积极推动履行《巴黎协定》

《巴黎协定》使绿色设计更加注重低碳设计。《巴黎协定》是联合国气候变化框架公约下的一项国际法律文件，2015年达成并于2016年生效。该协定旨在人类共同应对全球气候变化，通过减少温室气体排放，控制全球气温上升在2℃以内，甚至争取在1.5℃以内，以减轻全球气候变化造成的危害。作为全球温室气体排放最大的国家之一，中国在《巴黎协定》中承诺了一系列气候行动。《巴黎协定》要求各缔约方国

家自主决定其减排目标并定期报告实施情况。

为实现《巴黎协定》的目标，中国采取了多项措施。中国于2015年底提交了自己的减排目标，即到2030年，单位国内生产总值二氧化碳排放比2015年下降60%—65%。这意味着中国将采取一系列措施减少二氧化碳排放，提升能源效率和推动低碳发展。具体包括：①中国制定了全国适应气候变化规划和低碳发展规划，为减缓气候变化和适应气候变化提供了指导。②中国推动能源结构的转型，大力发展清洁能源，如水力发电、风能、太阳能和核能等，并将煤炭消费控制在合理范围内。③中国加强了能源效率的监督和管理，立法鼓励企业采取节能减排的措施。中国承诺将提高国家自主贡献目标的透明度，加强对减排行动的监测、报告和核查。为此，中国建立了碳排放监管系统，对企业和机构的排放情况进行定期检查，并公开披露相关数据。

在实施《巴黎协定》的过程中，中国取得了一系列成果。①中国已经成为全球最大的清洁可再生能源生产国和消费国。国内水电、风电、光伏发电等装机容量居世界首位。②中国加大了对环境保护和气候行动的政策支持力度，鼓励和引导企业转向低碳发展，并建立了碳市场和碳交易制度。③中国还积极参与国际合作，加强与其他国家的气候政策对口合作。中国与其他国家共同推动加快了全球气候治理进程，并承诺向发展中国家提供适应和减缓气候变化的资金援助。

要实现《巴黎协定》中国承诺的目标仍然面临一些挑战。①中国经济的高速增长和工业化进程给环境带来了巨大压力，减排任务依然艰巨。②区域差异和能源结构的不平衡也给减排目标的实现带来了困难。③技术创新和人才培养作为实施气候行动的关键，尚需提升。中国将继续努力，积极推动全球气候治理进程，认真履行对全世界的承诺，坚定走中国式现代化道路，推进绿色可持续发展，为全球气候治理作出积

极贡献。

4 结语

制造业是实体经济的主体，中国是世界制造大国，必须走中国创造、绿色低碳智能制造强国之路，为满足14亿人民高质量多样化需求，为全球绿色低碳智能发展提供优质多样、绿色低碳的中国智造服务支持。设计是制造的先导，在信息网络社会，发展绿色低碳智能制造，设计必须先行。依托互联网设计，择优选用绿色低碳材料、设计编制节能工艺、规划网络协同平行加工、规划节能高效物流，设计选用节能可再生利用的包装等，实现全球资源能源网络循环利用和废弃物的回收利用；高效利用水力、太阳能、风能等清洁绿色低碳可再生能源等，对产品全生命周期提供充分的网络大数据、人工智能支持，从制造到售后服务提供完整的碳足迹优化。智能化、低碳化设计不

仅要优化设计工件的几何尺寸和形状，优化公差配合和表面处理、检测试验的方法与验收标准，还包括提供网络维护保养与废弃物处理智能网络信息支持，这是实现高质量发展和中国式现代化的必然要求，也是人类社会绿色低碳、智能可持续发展的共同取向，必然由全人类共创共享。正如习近平总书记指出的那样，“把建设美丽中国摆在强国建设、民族复兴的突出位置，推动城乡人居环境明显改善、美丽中国建设取得显著成效，以高品质生态环境支撑高质量发展”，“以美丽中国建设全面推进人与自然和谐共生的现代化”。

参考文献

- 1 Fox A, Murrell R. Green Design: A Guide to the Environmental Impact of Materials. London: Phaidon Press, 1989.

Developing green design, leading green and low-carbon society

LU Yongxiang

(Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864, China)

Abstract Green design refers to a design principle and method that comprehensively considers energy and resource conservation, emission reduction, and environmental impact during the product manufacturing and operation process in the product design stage. It strives to reduce greenhouse gas emissions throughout the entire product lifecycle. In the era of information networks, green design is supported by big data, AI network collaborative design, network detection and monitoring, etc. It involves selecting energy-saving processes, green and low-carbon materials, and optimizing product geometry design and surface treatment to achieve efficient resource utilization and minimize waste. For example, selecting environmentally friendly materials through networked intelligence, planning collaborative processing and efficient logistics support, and using reusable packaging are all essential elements of green design. Additionally, green design must support the full lifecycle management and maintenance of products, as well as waste recycling and disposal to promote the circular use of resources. The strategy of green design is crucial for building a green and low-carbon society because it helps reduce the damage to the natural ecological environment caused by human activities and promote harmony between human beings and nature.

Keywords green and low-carbon, green design, full lifecycle, harmony, human beings and nature

路甬祥 教授, 中国科学院院士、中国工程院院士。E-mail: whitejqs@163.com

LU Yongxiang Professor, Academician of Chinese Academy of Sciences and Chinese Academy of Engineering.
E-mail: whitejqs@163.com

■责任编辑: 文彦杰