

# “碳中和”科学知识推广与水利类专业教育教学改革路径研究

尹家波<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>武汉大学水利水电工程国家级实验教学示范中心, 湖北 武汉

<sup>2</sup>武汉大学水利水电学院, 湖北 武汉

<sup>3</sup>武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室, 湖北 武汉

Email: jboyn@whu.edu.cn

收稿日期: 2021年7月14日; 录用日期: 2021年8月4日; 发布日期: 2021年8月11日

## 摘要

全球气候变暖影响了陆地-大气系统的能量收支平衡与物质循环过程, 洪涝、干旱、台风、高温热浪、寒潮等极端事件频发, 给人类社会和生态环境的可持续发展构成严峻挑战。为遏制气候变暖, 习近平总书记提出我国将提高国家自主贡献力度, 争取在2060年前实现碳中和, 引发世界瞩目和国际社会的热烈反响。本文探讨了“碳中和”背景下的科学知识推广与水利类专业教育教学改革路径。

## 关键词

碳中和, 科学推广, 水利工程, 教育改革

# Promotion of Carbon Neutral Scientific Knowledge and the Reform Path of Water Conservancy Education and Teaching

Jiabo Yin<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>State Experimental Teaching Centre of Water Resources and Hydropower Engineering, Wuhan University, Wuhan Hubei

<sup>2</sup>School of Water Resources and Hydropower Engineering, Wuhan University, Wuhan Hubei

<sup>3</sup>State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan University, Wuhan Hubei

Email: jboyn@whu.edu.cn

## Abstract

Global warming has affected the energy budget balance and material cycle in the land-atmosphere system, which leads to more frequent extreme events such as floods, droughts, typhoons, heat and cold waves, posing severe challenges to the sustainable development of human society and ecosystem. To mitigate climate warming, General Secretary Xi Jinping has proposed that China will increase its nationally determined contribution to achieve carbon neutrality by 2060, which has received worldwide attentions and warm responses from the international community. This paper analyzed the promotion of carbon neutral scientific knowledge and the reform path of water conservancy education and teaching.

## Keywords

Carbon Neutral, Science Popularization, Hydraulic Engineering, Education Reform

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

自第二次工业革命以来,大气中二氧化碳等温室气体含量增加,气候系统的能量收支平衡与物质循环过程发生改变,造成全球水资源在不同时空尺度上的再分配,改变了环境和生态系统的物理演化过程,水旱灾害频发,对社会经济系统和生态环境的可持续发展构成严峻挑战。我国也是最易受全球气候变化影响的地区之一,增温速率远高于全球平均水平,到本世纪末气温或将上升 4℃,严重威胁我国的供水安全、粮食安全、防洪安全、能源安全和生态环境安全[1] [2]。为应对全球气候变化,世界各国纷纷制定政策,期望通过优化产业结构、发展清洁能源、增加森林碳汇等方式降低碳排放量,推动经济社会向绿色低碳转型。2015 年联合国气候变化框架公约第 21 次缔约方会议上,2℃温升目标首次被正式纳入具备法律约束力的国际条约《巴黎协定》:“将全球平均气温控制在较工业化前升高 2℃以内;并力争把温升限制在较工业化前上升 1.5℃以内”。

2020 年新冠肺炎疫情爆发,通过绿色低碳发展实现经济复苏更加成为国际社会的普遍共识。截至目前,全球已有一百多个国家承诺 2050 年实现碳中和,即通过植树或碳捕集及封存技术抵消排放的温室气体,将二氧化碳等温室气体排放控制到净零。欧盟 2019 年年底发布《欧洲绿色新政》,承诺于 2050 年前实现碳中和,并出台了关于能源、工业、建筑、交通、食品、生态、环保等七个方面的政策和措施路线图,坚持绿色复苏。我国是世界上碳排放大国,近年来逐步加大节能减排力度,自 2013 年以来碳排放量进入平台期,增速趋缓,为全球减碳做出了积极贡献,但仍然存在很大潜力。2020 年 9 月 22 日,习近平主席在第七十五届联合国大会上承诺,中国将采取更有力的政策和措施,努力争取 2060 年前实现碳中和。该承诺体现了中国携手世界努力遏制气候变暖、控制全球升温幅度的长远愿景,引发世界瞩目和国际社会的热烈反响。2021 年 3 月,国家“十四五”规划进一步明确了实现碳中和的时间表和路线图,强调要“建设性参与和引领应对气候变化国际合作,推动落实联合国气候变化框架公约及其巴黎协定”。

## 2. 中国碳中和愿景是高质量增长与发展的基础

未来几十年,受到国内外因素的共同影响,中国生态文明理念、美丽中国及碳中和目标所引领的经济转型,将被视为新的增长路径——多目标协同发展的蓝图。我国设定的碳中和目标,将对全球升温幅度控制在 $1.5^{\circ}\text{C}$ 之内的国际进程做出重大贡献,是最“经济有效”的路径之一。碳中和目标所体现的经济转型,最终将促进强劲的就业增长并达成普惠的经济繁荣,为可再生能源、智能制造、数字化等领域带来重大变革。2010~2019年,中国可再生能源领域的投资额达到8180亿美元,成为全球最大的太阳能光伏和光热市场。2020年,中国可再生能源领域的就业人数超过400万,占全球这一领域就业总人数的近40%。在实现碳中和目标的过程中,将在绿色经济领域创造更多的就业机会,包括电池生产、可再生能源、建筑(如既有建筑改造)等领域,相关服务(如共享出行),以及数字化等基础技术。

更高的减碳目标能帮助中国减少可预见的自然灾害、改善人们的生活品质。例如,若保持现有的碳排放速率,我国热浪的持续时间将在2050年增长10倍,洪水可能对沿海、沿江等经济发达地区造成每年超过2万亿元的经济损失。此外,碳排放带来的气候变暖还会加剧自然资源短缺,我国中部的水资源压力将升高两倍;到2050年,我国水稻、小麦、玉米等主要作物减产超过10%。国内外学者采用多模式-多成员气候模式发现,通过可持续发展战略控制二氧化碳排放量,将本世纪末的全球升温速率控制在 $1.5^{\circ}\text{C}$ 以内,将显著减少洪水、干旱、热浪等极端灾害对未来社会经济和生态系统的破坏力[3][4][5][6]。总体而言,我国实施碳中和目标,将促进碳密集型产业向低碳产业转变,有助于提高工业全要素生产率,改变生产方式,培育新的商业模式,发展可再生能源,从而实现结构调整、优化和升级的整体目标,从而保障国家水安全、能源安全和社会经济高质量发展。

## 3. 实现碳中和需要加大基础教育投入与持续科技创新

作为仍处在工业化、城市化进程中的发展中国家,我国如何用不到40年时间完成从碳达峰到碳中和的巨大转轨?学者们梳理了我国和欧美发达国家的经济发展道路,普遍认为我国无法重复发达国家走过的碳达峰道路。发达国家实现碳达峰、节能减碳,除了减排和能源多元化,向发展中国家转移大量高排放制造业,也扮演了非常重要的角色。中国经济要“脱碳”,必定要走不同于西方的道路,需要依赖科技创新和体制机制创新。大量学者认为,只有利用新的科技和产业革命经验,抢先推动向第四次工业革命的社会经济范式转型,才能完成碳中和目标。这意味着不仅要发展碳捕集与封存(CCS)技术,还要使社会能源结构、能源分配发生根本变革,改变整个社会的生产和消费方式。实现碳中和是一项复杂的系统工程,要处理好发展与减排、整体与局部、短期与中期长期的关系,而持续科技创新和培养公民环保意识是实现经济社会发展和碳中和目标的关键。当前,我国要加大基础教育投入,培养中学生的低碳意识和创新能力,为低碳技术和体制机制创新储备后备人才,提高国民的可持续发展意识,并培养未来拔尖创新人才的国际治理能力。

## 4. 推广碳中和知识的重要意义及必要性

如期实现习总书记提出的2060年碳中和愿景,不仅是兑现我国对国际社会作出的庄严承诺,也是我国对全球气候治理和推动人类文明进程做出的重要贡献,需要“跨地域-跨部门-跨行业-跨学科”协同创新发展,需要一大批拔尖创新人才和全社会共同奋斗40年来完成!中国未来要实现碳中和,不仅涉及到全球气候谈判等国际治理工作,还需要一大批人才开展碳减排理论及相关技术研究,涉及到能源转型、碳减排、碳封存、碳抵消、碳税和碳补偿等新兴技术,需要储备具有国际视野的创新人才。我国是基础教育强国,在校中学生人数超过1亿人,是提高世界公民素质和储备拔尖创新人才的主阵地。然而,当前我国中学教育普遍存在对国家战略了解较少、实践能力较弱、创新思维锻炼不够、气候环保意识不

足等短板，亟需通过科学传播活动提升青少年的创新能力和绿色发展意识。

笔者拟以长江中游城市群为试点，开展碳中和和科学知识推广活动。长江中游城市群是以武汉城市圈、环长株潭城市群、环鄱阳湖城市群为主体形成的特大型城市群，国土面积约 31.7 万平方公里，是我国面积最大的城市群，常住人口总量 1.3 亿人。长江中游城市群承东启西、连南接北，是长江经济带三大跨区域城市群支撑之一，也是实施促进中部地区崛起战略、全方位深化改革开放和推进新型城镇化的重点区域，在我国区域发展格局中占有重要地位。“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要明确提出，推动长江中游城市群协同发展，加快武汉、长株潭都市圈建设，打造全国重要增长极。长江中游城市群近年来大力发展绿色经济，也是我国最重要的水电能源基地和战略水源地之一，兴建了以三峡为核心的世界上规模最大水库群，也是南水北调中线工程水源地。同时，长江中游城市群科教资源发达，形成了中国光谷、长株潭都市圈、鄱阳湖经济区等一大批高科技产业集群，不仅是我国治理长江、开发长江的关键区域，也是对气候变化较敏感的地区之一，将来会在中国碳中和实施进程中获得较多受益。因此，在长江中游城市群开展碳中和和科学知识推广，不仅是对国家战略的积极响应，也是培养公民环保意识、保护长江生态环境的重要尝试。

## 5. 推广碳中和知识的具体实施路径

长江中游城市群是我国实现碳中和战略的重要区域，故采取“以点带面 - 区域宣传 - 辐射全域”的宣传方式，面向长江中游城市群中学校宣传国家碳中和发展战略。组织水资源与水电工程科学国家重点实验室的专家学者赴武汉、长沙、南昌的典型中学校举办高水平科普讲座；针对青少年的特点，开设碳中和线上体验营，通过多媒体视频、互动游戏、有奖竞猜等多种方式，提高青少年对国家碳中和战略的理解；为了辐射影响长江中游城市群乃至全国的中学生，拟创立面向青少年的碳中和宣传网站，提高科普宣传活动的覆盖面。长江中游城市群是受气候变化影响较大的区域，长江水源和生态环境需要全社会协同保护，故需要普及全民的气候环保知识，助力“长江大保护”国家战略。拟面向长江中游城市群的典型中学，举办线上 - 线下气候知识趣味竞赛，激发中学生对全球气候变化知识的兴趣；拟依托武汉大学的科教资源优势，开展“节水净水践行者”体验活动，提高青少年的水资源保护意识；举办长江流域气候变化研究成果展，进一步提高中学生对新技术、新知识的认识水平。中学生是中国实现碳中和目标的重要储备人才，需要通过多种手段提高其科技创新意识。拟结合武汉大学的跨学科优势，研究中国长期低碳发展战略与转型路径，并探索面向中学的科技体验营常态化运行机制，为有条件的中学提供一定的优质科教资源；全球气候变化是全人类面临的重大挑战，也是未来世界公民需要共同应对的巨大危机，拟研发一款面向青少年的全球气候变化体验软件，提高学生对气候变化的认识水平和研究兴趣。为提高社会公众对碳中和知识的认识水平，可以在高校多开设公开课传授相关知识；还可以建立“研究生 - 本科生 - 中学生”的牵引培养机制，举办“低碳小发明”线上 - 线下趣味沙龙，提高中学生的科技创新意识和兴趣。

## 6. 新时期水利类专业教育教学改革路径

气候变化给自然环境和社会经济系统的可持续发展造成较大挑战，水利工程的运行管理和维护条件发生改变，水利类专业改革势在必行，尤其是在中国致力于实现 2030 碳达峰、2060 碳中和的背景下，有必要开展水利类专业教育教学改革。在课程设计方面，要重视培养学生解决实际问题的能力，厘清国际科学前沿，引导水利工程专业学生寻找科学问题，尤其是要加强人工智能、卫星遥感、大数据、云计算、大气科学等相关知识的渗透，培养具有国际化视野的拔尖创新型治水人才，为水利专业学生应对全球气候变暖、为实现中国碳中和战略做出更大贡献。水利类专业面临日趋复杂的改革压力，需要培养能

解决工程难题、具有国际胜任能力的学者，故需要通过课堂教学、生产实习、创新比赛、创业实践等多种方式，打造产学研用一体化的人才培养体系，补充跨学科、国际化、复合型的教育教学资源，提高师资队伍的能力和素质，为“十四五”时期我国水利类专业教育教学改革打下坚实基础。

## 基金项目

中央高校基本科研业务费专项资金资助(2042020kf0003)。

## 参考文献

- [1] Gu, L., Chen, J., Yin, J., *et al.* (2020) Responses of Precipitation and Runoff to Climate Warming and Implications for Future Drought Changes in China. *Earth's Future*, **8**, e2020EF001718. <https://doi.org/10.1029/2020EF001718>
- [2] Gu, L., Yin, J.B., Zhang, H., Wang, H.M., Yang, G. and Wu, X. (2021) On Future Flood Magnitudes and Estimation Uncertainty across 151 Catchments in Mainland China. *International Journal of Climatology*, **41**, E779-E800. <https://doi.org/10.1002/joc.6725>
- [3] Guo, X., Huang, J., Luo, Y., *et al.* (2017) Projection of Heat Waves over China for Eight Different Global Warming Targets Using 12 CMIP5 Models. *Theoretical and Applied Climatology*, **128**, 507-522. <https://doi.org/10.1007/s00704-015-1718-1>
- [4] Dottori, F., Szewczyk, W., Ciscar, J.C., *et al.* (2018) Increased Human and Economic Losses from River Flooding with Anthropogenic Warming. *Nature Climate Change*, **8**, 781. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0257-z>
- [5] 尹家波, 郭生练, 吴旭树, 刘章君, 熊丰. 两变量设计洪水估计的不确定性及其对水库防洪安全的影响[J]. 水利学报, 2018, 49(6): 715-724.
- [6] 尹家波, 郭生练, 刘章君, 李丹, 陈柯兵. 设计洪水峰量最可能组合法的计算通式[J]. 工程科学与技术, 2017, 49(2): 69-76.