

论高校碳中和规划的架构

王焰新, 徐绍红, 齐 睿

摘 要: 高校应在国家碳达峰碳中和目标实现过程中发挥示范引领作用, 应尽快全面制定并坚定实施积极的碳中和规划, 率先实现碳中和。总结国际高校碳中和规划的优点, 结合中国地质大学(武汉)编制碳中和规划的经验, 本文从三方面分析了我国高校率先推动校园碳中和建设的意义, 构建了包括雄心、清单、时间表、项目、教育、研究、抵消和管理等八项内容的高校碳中和规划架构, 提出了推进校园碳中和行动的四点政策建议。

关键词: 高校; 碳中和规划; 意义; 架构; 政策建议

中图分类号: G647.81 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0169(2021)06-0001-09

DOI:10.16493/j.cnki.42-1627/c.2021.06.001

2020 年习近平主席向国际社会郑重宣示了 3060 碳达峰碳中和目标, 彰显了我国应对气候变化的雄心壮志。实现碳达峰、碳中和是经济社会一场广泛而深刻的系统性变革。高校历来是经济社会变革的先行者、倡导者、领导者, 也应在此次系统性变革中发挥关键作用。教育部 2021 年 7 月 12 日发布《高等学校碳中和科技创新行动计划》, 明确了高校为双碳目标提供科技支撑和人才支撑的重大任务。率先实现校园碳中和, 以校园环境建设推动碳中和科技创新和高素质人才培养, 是对国家战略和教育部行动计划的积极响应。纵观世界, 从 1990 年塔乐礼宣言起, 一些高校通过课程、研究和校园建设等路径, 大力推进可持续发展教育。2010 年英国高校普遍制定了碳管理规划, 近年来美、澳诸多高校提出了碳中和规划, 采取积极行动降低高校科研教学活动的碳排放, 并对当地社区和本国碳中和政策与行动起到了重要推动作用。今年以来, 我国高校纷纷以实际行动响应国家双碳目标, 成立了碳中和技术和经济研究中心, 一些学校组建联盟推动校园碳中和建设, 中国地质大学(武汉)启动了校园碳中和规划编制工作。本文借鉴国际高校碳中和规划优点, 结合中国地质大学(武汉)规划编制经验, 提出了高校碳中和规划架构, 以期能助力全国高校普遍制定并实施碳中和规划。

一、高校碳中和规划进展

1990 年在法国塔乐礼召开的“大学在环境管理与永续发展中的角色”国际研讨会上, 来自不

基金项目: 国家自然科学基金项目“地球健康学科发展战略研究”(42042053); 中国科学院学部学科发展战略研究项目; 中国工程科技发展战略湖北研究院武汉分院咨询研究项目“武汉市绿色产业发展战略研究”(HB2021A08)

作者简介: 王焰新, 中国地质大学(武汉)环境学院教授、博士生导师, yx.wang@cug.edu.cn (湖北 武汉 430074); 徐绍红, 法学博士, 中国地质大学(武汉)教育研究院讲师; 齐睿, 中国地质大学(武汉)经济管理学院副教授、博士生导师

同国家的 22 所大学校长共同签署了塔乐礼宣言（The Talloires Declaration），承诺将在增强环境可持续发展意识、推动校园生态建设等 10 个方面采取积极行动。在宣言推动下，越来越多的高校积极采取行动，各国政府也高度重视高校在环境教育和管理中的关键角色。

2009 年英国政府率先发布《低碳转型发展规划》白皮书，提出了国家减排目标。为配合这一目标，2010 年，英格兰高等教育基金委员会（HEFCE）、英国大学联盟（UUK）和 GuildHE 联盟要求其资助的所有英国高校制定碳减排目标。HEFCE 要求各高校到 2020 年必须较 2005 年基准值减排 43%（后调整为与国家减排目标一致的 34%），到 2050 年减排 80%^①。英国主要高校都公布了《碳管理规划》（Carbon Management Plan, CMP）。表 1 列举了部分高校 CMP 的主要内容。分析英国高校碳管理规划，可发现三点异同：首先，不同高校基准年（2005 年）的排放量差别较大，排放主要来自外购电力和燃油、天然气等直接能源使用。其次，制定的减排目标差别也不小，部分高校采取了较激进的 43% 减排目标，部分高校采取了较温和的 34% 目标，少数高校制定了低于 HEFCE 要求的目标。雷丁大学在第一阶段减排规划实施取得较好成效后，将减排目标从 35% 调整为 43%。第三，在碳管理措施方面，大多数高校都将节能减排项目实施、财政可持续支持、学校碳管理政策与机构职责、低碳教育、鼓励师生和社区参与等内容纳入其中。尤其在财政政策方面，一些学校成立了碳管理基金和绿色周转基金，支持既有建筑节能改造、低碳课程和科研、学生低碳社团活动等。

表 1 英国部分高校碳管理规划的内容比较

大学	CMP 制定时间	2020 年碳减排目标	基准年排放量 (tCO ₂ e)	减排行动	财政支持	政策与管理	教育	师生参与
牛津大学	2013	33%	65980	✓	✓	✓	✓	✓
剑桥大学	2010	34%	71235	✓		✓	✓	
利兹大学	2011	35%	69529	✓	✓	✓	✓	✓
伯明翰大学	2014	20%	61890	✓	✓	✓	✓	✓
雷丁大学	2011	35%~43%	43820	✓	✓	✓	✓	✓
巴斯大学	2011	43%	36008	✓	✓	✓	✓	✓
桑德兰大学	2014	43%	12298	✓	✓	✓	✓	✓

2006 年，在 NGO 组织第二自然（Second Nature）推动下，美国 12 所大学和学院共同签署了“美国大学/学院校长气候宣言”（American College and University Presidents' Climate Commitment, ACUPCC），宣言指出“高等教育有能力和责任，为他们的学生和社会领导气候和可持续行动”。2007 年 336 所高校参加了 ACUPCC，2008 年参加单位已覆盖美国所有州。2015 年，第二自然将 ACUPCC 扩展成校长气候领导宣言（Presidents' Climate Leadership Commitments, PCLC），包括碳排放宣言（关注温室气体减排）、韧性宣言（关注气候适应和社区能力建设），以及综合性的气候宣言。ACUPCC 要求参加高校都制定并实施《气候行动方案》（Climate Action Plan, CAP）。近年来，越来越多国家提出了碳中和时间表，美国、澳大利亚等国高校也将 CAP 升级成《碳中和规划》（Carbon Neutrality Plan），提出了高校碳中和时间表和路线图。表 2 列举了部分高校碳中和时间表和特色举措。

进一步分析美澳等国高校碳中和规划可以发现：第一，全国性的宣言、非政府组织在推动高校可持续发展和碳中和方面发挥了巨大作用。美国制定碳中和规划的高校数量众多，且都在 2007 年

① Consultation on a carbon reduction target and strategy for higher education in England, HEFCE, July 2009: p19.

表 2 美、澳部分高校碳中和规划的内容比较

大学	碳中和 时间表	当前排放量* (tCO ₂ e)	特色举措
普林斯顿大学	2046	105000	制定校园“温室气体减排决策准则”，使用地源热泵等新能源，投资 4500 万美元提升建筑能效
密歇根大学（安娜堡、迪尔伯恩、弗林特分校）	2025	681400	2025 年通过抵消机制实现碳中和，2040 年实现净零排放。对热电设施、通勤、外购电力分别制定了明确的投资计划
宾夕法尼亚大学	2042	约 300000	提出 100×42 碳中和承诺，即到 2042 年实现 100% 碳中和。每五年更新一次规划，并评价五年建设成效。对采购提出减碳要求
加利福尼亚大学圣迭戈分校	2025	279330	2025 年实现 100% 电力可再生化，并通过抵消机制实现碳中和，2035 年净零排放。新建建筑、既有建筑翻新后都确保达到 LEED [§] 银章，力争金章
杜克大学	2024	267000	2024 年通过能源、交通、教育、服务与交流等措施减碳 78%，剩余 22% 靠碳抵消中和
哥伦比亚大学	2050	约 78000	依据科学碳目标倡议（SBTi）对学校每年减排量进行规划，制定非匀速减排方案。采取双控，对每 5 年减排比例和总排放量都进行控制
澳大利亚纽卡斯尔大学	2025	约 38000	2020 年成为澳大利亚第一所实现 100% 电力可再生化的高校
西澳大学	2025	不详	通过节能、使用可再生能源（太阳能）、外购电力可再生化和化石燃料碳抵消实现中和
查尔斯特大学	2016	不详	该校声称已于 2016 年通过碳抵消，获得澳大利亚政府碳中和项目的认证，成为澳大利亚第一所碳中和大学
林奇堡学院	2021	不详	该校声称已建成弗吉利亚州第一所碳中和大学，主要措施包括购买绿色能源，采取 STARS 评估系统，对新能源进行投资，错峰用能

* 此处一般为 2018 财年数据，加利福尼亚大学圣迭戈分校为 2017 财年数据。

[§] LEED (Leadership in Energy and Environmental Design, 能源与环境设计先锋) 是美国一个绿色建筑评价体系，将绿色建筑分为入门、铜、银、金和白金五个级别。

左右就加入了 ACUPCC，后来加入 PCLC。澳大利亚等国也有少数高校公布了碳中和规划，但缺少类似宣言和非政府组织推动，缺乏组织性和整体性。第二，即便一些高校负有雄心地宣布将于 2025 年实现碳中和，甚至少数高校宣布已实现碳中和，但他们大多是通过购买碳抵消（Carbon Offsets）来实现名义中和，而真正通过节能、新能源、外购电力 100% 可再生化等实现净零排放，一般都在 2040 年以后。这较美国提出的 2050 年国家碳中和目标略有提前，较为合理。第三，这些高校已有较长期的碳排放监测、管理经验，一般都从加入 ACUPCC 后就开始逐年披露排放量。规划以 5 年规划为主，定期评估规划实施效果，动态调整碳中和目标。规划需基于科学的减排目标，可根据学校实际情况制定匀速或非匀速的年度减排方案，并开展严格的考核。第四，非常强调通过科研、教育、社会服务等途径，提升高等教育对师生和公众碳中和意识的影响。第五，为确保碳中和目标的实现，各高校都采取了一系列保障措施，包括由学校主要领导牵头成立可持续发展委员会、应对气候变化委员会，设立碳中和专项基金支持教学、科研和社会活动，提升校内绿色建筑标准并开展内部评价分级，等等。这些高校主动公开碳中和规划及其实施效果，彰显高水平大学的社会责任担当。

3060 碳达峰碳中和目标提出以后,我国高校纷纷积极响应。清华大学 2019 年倡议并推动成立了由 9 个国家 12 所大学组成的“世界大学气候变化联盟”;北京大学、四川大学等纷纷成立碳中和研究院;同济大学召开了“高等学校校园 3060 双碳目标与路径”论坛;中国科学技术大学等 44 所高校共同签署了《中国高等学校校园碳中和行动宣言》;中国地质大学(武汉)立项启动《中国地质大学(武汉)碳中和规划》编制工作。此外,还有大量高校正从科研、教育、社会服务,尤其是校园建设方面,助力双碳目标。

二、高校率先实现碳中和的重要意义

首先,高校一直是高能耗、高碳排放单位,节能降碳能产生可观的经济和环境效益。我国高校并未对校园碳排放开展正式的、连续的监测和管理,只有少数研究对高校碳排放进行过核算,由于范围和方法不同,数据差异较大,如表 3 所示。碳排放均由研究者自发测算,缺乏第三方核查,缺乏信度;不同方法和不同范围测算出来的排放量差异较大,其中 IPCC 因子法测算的结果较为一致,这种方法也为国外高校普遍采用。不过,现有数据已充分表明高校是高碳排放单位,理应通过各种措施降低碳排放量。2012 年起我国在北京、湖北等 7 个省市开展区域碳交易试点。北京将年碳排放量 1 万吨以上的单位纳入强制碳交易范围,湖北标准是年排放量 2.8 万吨。可见,如果强制碳交易实现全行业覆盖,大量高校会被纳入其中。近年来教育部高校大力推进节约型校园建设,主要是因为高校人均能耗、水耗均远高于城市平均水平,且建筑设施老化,师生节约意识淡薄。如果能通过新建建筑绿色化和既有建筑节能改造、设备优化、能源智慧管理,降低 15%~30% 的教学科研用电量,全国 3 005 所高校每年不仅能节省数百亿运行经费,还能降低近千万吨碳排放。将来如果所有高校都实现碳中和,其经济和环境效益将更加彰显。

表 3 我国部分高校碳排放量比较

学校	测算时点	碳排放量 tCO ₂ e	测算范围 [○]	测算方法
山东建筑大学新校区 ^[1]	2015	24596	范围 1、2	IPCC 因子法
上海某高校 ^[2]	2012	41112	范围 1、2	IPCC 因子法
中国地质大学(武汉) ^[3]	2017	34588	范围 1、2	IPCC 因子法
辽宁工业大学 ^[4]	2014	38900	范围 1、2	IPCC 因子法
中南大学 ^[5]	2010	332367	范围 1、2、3	物质流法
华中科技大学 ^[6]	不明	901065	范围 1、2、3	建模参数化法
北京大学 ^[7]	2009	286812	范围 1、2、3	生态足迹
中国地质大学(北京) ^[8]	2014	66028	范围 1、2、3	生态足迹

[○]根据 IPCC 建议,组织碳排放可以分为范围(Scope)1、2、3。范围 1 指使用油气等能源产生的直接排放;范围 2 指外购电、热、冷源产生的间接排放;范围 3 指组织活动所导致的范围 1 和 2 之外的排放。在校园碳排放测算中,师生生活、大型活动、差旅等造成的排放都属于范围 3。

其次,高校碳中和对全社会有极强的示范作用。从塔乐礼宣言开始,各国就非常重视高校在环保意识和文化培育方面的重要功能,鼓励高校在改善自身环境的同时,通过社会服务、社区参与、宣传教育等工作扩大社会影响,引领社会可持续发展。第二自然在 ACUPCC 基础上推出“气候领导者网络”,亦旨在鼓励高校成为地区乃至国家、国际应对气候变化的领导者。今年以来,大型企业如中石化、中石油等传统能源企业,以及腾讯、蚂蚁、通威等互联网和新能源企业都提出了企业碳中和规划,在企业界产生了一定的示范作用。中国有大量政府机构和近 140 万个事业单位,单个单位排放量虽然远低于大型企业,但累积起来也是极为沉重的“碳包袱”。这些机构跟高校有很多

相似性, 高校碳中和行动会对它们产生显著的示范效应。

第三, 高校肩负着为碳中和提供科技创新、人才培养和技术孵化等功能。碳中和目标的实现, 需要实现基础研究突破和关键技术攻关, 比如零碳能源、核聚变、CCUS、氢燃料电池等, 需要经济、金融和管理科学的配合, 比以往历次经济社会变革都更迫切需要跨学科交叉融合, 也更迫切需要大量高素质复合型创新型人才。高校亟需打破学科樊笼, 积极响应国家重大需求, 组织科技力量进行重点攻关, 推动新工科、新文科转型交叉, 培养高质量的碳中和科技和经管人才。高校也是碳中和技术试验和推广的理想场所, 如零能耗建筑、智慧能源系统等先进技术在高校应用和改良后可更好地向社会推广。英国的赫尔大学将“把校园变成能源技术创新的‘生活实验室’”作为碳中和三大关键任务^①。以高校为纽带, 建立以政府与广泛的企业网络、金融网络和科研机构为主体的碳中和开放创新社区/社会, 无疑是最佳的碳中和科技孵化器。通过制定并实施碳中和规划, 将在师生中普及碳中和科学知识, 养成绿色低碳生活习惯, 培养造就自觉践行新发展理念的中国特色社会主义建设者和接班人。

三、高校碳中和规划 AISPEROM 架构

校园建设, 规划先行。目前我国高校都有系统、完善的校园建设规划, 很多高校建设规划充分融入了可持续发展思路, 体现了教育部绿色校园建设要求。不少高校积极行动, 形成了一批可持续发展校园、绿色校园成功案例。欧美高校普遍都提出了独立的校园可持续发展规划, 近年来针对气候变化问题制定了《气候行动方案》或《碳中和规划》, 把校园碳中和摆在突出位置, 充分展现了高校力争成为全社会气候领导者的使命担当。中国高校也应制定并严格执行碳中和规划, 成为中国和全球应对气候变化的先行者和领导者。结合国外高校碳中和规划优点和《中国地质大学(武汉)碳中和规划》编制经验, 本文建议: 高校碳中和规划采用以下八方面内容(英文首字母缩写为 AISPEROM) 的架构, 如图 1 所示。其中, 高校碳排放清单编制与分析是碳中和规划的基础, 依据科学分析确定碳中和时间表和短、中、长期减排目标; 高校应制定一系列减排项目, 尽早消除直

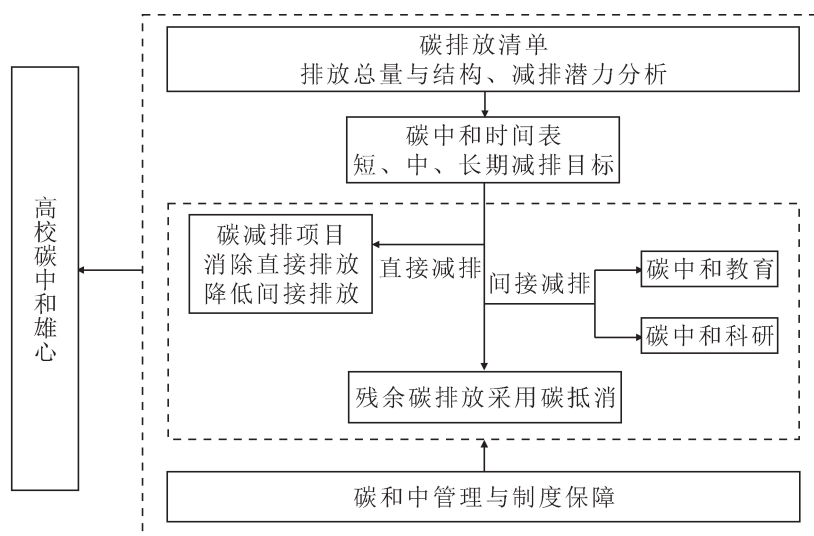


图 1 高校碳中和规划 AISPEROM 架构的基本逻辑

^① <https://www.edie.net/news/6/University-of-Hull-targets-carbon-neutrality-by-2027/>。生活实验室(living lab)是科技创新的重要模式之一, 可参考宋刚等:《Living Lab 创新模式及其启示》,《科学管理研究》,2008(3)。

接燃烧和尽量降低热电购入带来的碳排放,同时通过大力发展碳中和教育与科研来间接减排,无法削减的残余碳排放应通过碳抵消机制中和;高校应为碳中和制定完善的管理制度保障。基于这些系统、科学的工作,高校将向社会展示碳中和雄心。

1. 碳中和雄心(Ambition)。碳中和无论对国家、地区,还是对高校或其他组织,都是一场广泛而深刻的系统性变革,需要付出巨大牺牲,做出巨大改变,没有雄心壮志是无法实现的。因此联合国将2020年全球气候大会命名为“气候雄心峰会”,习近平主席在此次大会上发表了《继往开来,开启全球应对气候变化新征程》重要讲话,向世界宣示中国应对气候变化的雄心壮志。高校应在碳中和规划开篇,就明确宣示实现碳中和、成为应对气候变化先行者和领导者的雄心。例如,哥伦比亚大学碳中和规划指出:“作为应对气候变化的领导者,哥大必须制定一条实现净零排放的积极路径,要以快于将全球增暖限制在 1.5°C 的全球减缓路径的速度,率先实现碳中和”。中国地质大学(武汉)将“美丽中国 宜居地球”作为学校2030地球科学领域国际知名研究型大学建设战略规划的主旨,宣示引领绿色发展方式和生活方式,为建设美丽中国、宜居地球,推动人与自然和谐共生作出关键贡献,彰显了担当中国高校应对气候变化先行者的雄心。这种雄心必须明确而积极,也必须有坚实的科学基础。高校应结合自身情况,明确提出适度早于国家或地区时间表的碳中和目标。中国地质大学(武汉)郑重宣示,学校将于2052年建校百年之际,全面实现校园碳中和。

2. 碳排放清单(Inventory)。可监测、可报告、可核查(MRV)是应对气候变化工作的基本要求,编制并公开碳排放清单可以清晰显示组织碳排放现状,确定减排潜力与路径,有效监督组织履行环境责任。如前文所述,我国高校尚无规范、正式的碳排放清单。考虑到高校特点,本文建议:(1)按学年编制排放清单。以学年而非自然年核算,能更好地体现教学周期内高校碳排放特征。(2)明确基准年排放量。基准年可以为减排方案提供准确的参照系,便于评价规划执行效果。英国高校开展碳管理较早,碳排放数据基础好,大多选择2005财年作为基准年;欧美高校大多选择2018财年作为基准年。中国高校碳排放基础薄弱,建议以2018学年为基准年或2021学年为基准年,考虑疫情影响严重,应避免使用2020学年数据。(3)核算范围应以范围1(能源直接排放)、范围2(外购电、热等间接排放)和范围3部分排放(差旅、通勤)。核算方法建议采用IPCC排放因子法,该方法虽然也有缺陷,但便捷、可比。有关部门应尽快编制公共机构碳排放指标和碳排放核算指南,为高校碳排放核算提供科学标准。(4)核算结果应由第三方机构认证,每年向社会公开。

3. 时间表(Schedule)。应制定有科学基础的碳中和时间表,包括分步目标及其实现时间。从国外经验来看,范围1主要包括校园餐饮、热水供应用煤用气,公车和环卫车辆用油等,较容易通过电气化、新能源汽车等实现中和。范围2主要是外购电、热间接排放,受制于国家或地区电力零碳化的进程,短期内以节能改造为主,可通过热电联产、使用地源热泵、空气源热泵等新能源、智慧能源管理系统等,显著提高能效,再佐以碳抵消,实现碳中和。范围3中通勤部分可以通过鼓励使用新能源汽车、交通共享等方式中和,但航空差旅排放较复杂,一方面鼓励国际化、开放化办学,不应过度限制航空出行,另一方面尽量鼓励在线学术交流,避免不必要的航空差旅,同时采用碳抵消实现中和。高校碳中和时间表的确定,应基于本校碳排放和财政实际情况,制定基于科学的减排目标,按照分类分时原则,分别制定范围1、2、3的碳中和时间表和实现策略,尽早实现范围1和范围2碳中和,有序实现范围3碳中和。以加州大学伯克利分校为例,该校承诺2025年实现100%清洁电力,40%以上天然气改为生物质气,实现建筑和交通碳中和(范围1、2),2050年实现范围3碳中和,能源强度每年下降2%。另外,规划也应分解年度减排目标,便于及时评估并调整,确保总目标的实现。以加拿大滑铁卢大学为例,该校短期目标为2025年削减17.5%碳排放,中期目标为2030年削减35%,长期目标为2050年实现碳中和。年度减排目标要根据学校发展情况

制定,不一定要平均分配,比如美国哥伦比亚大学2020—2035年期间每5年减排量分别为15%、27%、21%,最后在2050年实现碳中和。

4. 校园碳减排项目(Project)。根据校园碳排放总量和结构,采取合理有效的减排项目,显著降低校园运行过程中的建筑、交通碳排放,减少外购电、热总量,是校园碳中和的关键。减排项目主要包括:提升新建建筑的绿色标准;对既有建筑进行节能保温改造;更多使用地热能、太阳能和空气源热泵等新能源;加速推进建筑电气化和智慧化;通勤和物流、环卫车辆使用新能源汽车;改进热回收系统;选用更节能的照明系统,等等。减排项目安排应合理有序,既要实现减排目标,又要考虑高校财政压力。应考虑由教育部、住建部等部门联合发布校园碳减排技术推广清单,同时通过高校专项建设基金、气候投融资、社会资本等缓解高校财政压力。高校要依托第三方对已有减排行动及其效果评价,并对内部各建筑、各部门实施碳减排水平评价。

5. 碳中和教育与个人行为(Education)。塔乐礼宣言多次提到,高校应在引领社会环境意识和文化方面发挥关键作用。高校应积极落实碳中和和人才培养提质行动,引导碳中和教育融入各学科课程体系,鼓励学科交叉融合和跨学科人才培养,鼓励开设碳中和技术、经济、管理类课程,尤其是要鼓励开设碳中和精品通识课程。有条件的高校应抓紧推动碳中和相关交叉学科和专业建设,争创国家和世界一流碳中和专业和学科。鼓励师生走出校园,走进社区、社会,与其他机构广泛合作开展碳中和公益宣传活动。鼓励师生节能减排行为,通过碳积分、碳普惠等激励机制,鼓励校园碳中和和文化形成。推动校园垃圾分类回收。推动校园大型赛事和大型会议碳中和。

6. 碳中和科学研究(Research)。双碳目标的实现,需要现有技术加速推广和高潜力、高效益的新技术突破性创新。科技部已牵头编制了《应对气候变化技术清单》,列出了现有技术推广清单、技术需求清单、关键核心技术清单和未来技术清单等^[9]。其中技术需求清单集中在传统技术改造升级、可再生能源生产和应用、技术经济管理决策等;关键核心技术集中在气候变化科学基础研究、适应气候变化和减缓气候变化等3大领域12个亟待突破的技术方向;未来技术包括深度减排/零排放技术和地球工程类技术。高校应积极紧密围绕国家重大技术需求,充分发挥既有科研优势,开展跨学科科研攻关,实现碳中和基础研究突破和关键技术攻关,建成原始创新高地,形成战略科技力量。高校应积极与政府、企业合作,联合建设以碳中和为主题的科技创新平台。近期已有企业与中国地质大学(武汉)合作成立了“长江流域碳中和产业技术创新中心”,共同打造科技创新和技术转移平台,共同推进碳中和示范园区建设。

7. 碳抵消(Offset)。碳中和具有全局性、系统性和整体性等特点,高校作为密集用能单位,在国家实现电力100%无碳化之前难以实现零排放,需要通过市场机制对残余碳排放进行抵消。国外一些高校设立了专项基金,通过购买国家或地方性的碳抵消权证,抵消10%~30%左右的残余排放,实现碳中和。我国近年来不断推进碳市场和电力绿证市场建设,有条件的高校可采取类似抵消措施。考虑到大多数高校面临办学财政压力和制度约束,建议采用“以研代购”模式,即按市场价格计算外购电力(绿证)和直接排放(碳排放权)应付碳抵消成本,将其转入学校的碳中和专项基金,资助师生开展碳中和专项科研教学工作,以此履行高校碳中和环境责任。还可以通过“生活实验室”模式,鼓励师生积极参与社区碳减排项目,索取部分减排量用于学校碳抵消。

8. 校园碳中和管理(Management)。高校应建立完善的管理和财政制度,确保碳中和规划的有效落实。建议各高校成立校园可持续发展委员会,由学校主要领导担任主席,并在修订大学章程时明确此委员会的职责定位。将碳中和纳入学校建设决策准则体系,设立碳中和专项基金,用于碳抵消、碳中和科研和教学、既有建筑改造和节能项目。将碳中和纳入高校采购标准体系,公车采购“新能源化”,设备采购需优先考虑产品碳足迹。定期向社会公布校园碳中和规划执行效果。

碳中和雄心	规划背景、学校可持续发展愿景、已采取的碳减排行动、明确而积极的碳中和总体目标
碳中和清单	校区概况、主要碳排放源（范围1、2、3）、排放总量、分项目排放量、基准年排放量、已有项目及其减排效果
时间表	碳中和整体和分范围时间表。短、中、长期碳减排目标与路径、5年减排指标、年度减排指标
碳减排项目	已实施及规划中的节能、电气化、新能源利用与推广、智慧能源系统、交通减排、污水和垃圾处理、增加碳汇等项目的实施效果
教育专题	碳中和高素质复合型创新型人才培养、碳中和素养对现有课程体系的融入、通识课程建设、碳中和科普宣传、专业人才培养培训的措施与效果
科研专题	碳中和基础研究突破、碳中和关键技术攻关、碳中和创新实验平台建设、碳中和科技成果转化与社会服务、国际合作交流、智库服务的措施与效果
碳抵消方案	碳排放残余量报告与预测、碳抵消方案设计、年度任务及执行情况
管理与保障	校园碳中和管理机构及尽职报告、采购支持碳中和情况、碳中和基金保障制度及执行情况

图2 高校碳中和规划 AISPEROM 架构的基本内容

四、政策建议

高校是经济社会重大变革的先行者、领导者，应在碳达峰、碳中和这场广泛而深刻的经济社会变革中发挥重要引领、支撑、保障作用。碳中和不仅能大幅降低高校耗能、运行成本和碳排放总量，更能对全社会产生显著的示范和带动效应。欧美国家高校已经在校园碳管理、碳中和方面做出了榜样，我国高校也应立即行动，制定并实施科学的碳中和规划，早日实现碳中和，助力国家双碳目标。对此，本文提出四点政策建议：

1. 国家应明确要求所有高校制定并实施校园碳中和规划。英格兰高等教育基金委员会（HEFCE）等早在2010年就要求其资助的高校制定并实施校园碳管理规划，取得显著效果，值得我国学习借鉴。国家应要求所有高校开展校园碳排放盘查、管理，出台高校碳中和规划编制标准和校园碳中和技术指南，开展高校碳中和试点和评价分级工作，“双一流”建设高校更应严格要求、担当表率。

2. 国家应设立高校碳中和引导基金，对高校开展碳中和教育、科研攻关和校园建设予以引导性资助。国家气候投融资试点应强调金融对高校碳中和工作的支持，鼓励社会资本进入，鼓励以高校为纽带，校、政、企、社联合建设碳中和研究院、产业技术创新中心或实验室，推动碳中和科技创新和技术产业化。

3. 进一步推动国家绿色建筑标准体系建设。建筑排放是高校碳排放，也是全国碳排放的主要来源。较之美国 LEED 系统、英国 BREEAM 系统、澳大利亚 Green Star 系统等，我国的绿色建筑标准体系起步晚、推广度仍较低。近年来，教育部积极推动绿色校园建设，2020 年以《绿色校园评价标准》《绿色建筑评价标准》等为基础制定了《高校新建校园绿色规划建设指南》。应结合《指南》进一步推动高校校园绿色建筑评价分级，建立系统、科学、透明的高校绿色校园评价体系。

4. 呼吁所有高校主动肩负起自己的历史使命，成为地区、国家乃至国际应对气候变化的先行

者。我国部分高校已通过成立碳中和联盟、签署行动宣言、成立研究院(实验室、技术创新中心)、制定碳中和规划等积极行动起来,但较之艰巨的碳中和任务和这场十分艰难的经济社会变革,行动者的数量和力量仍远远不够。高校应主动作为,争当碳中和旗手,引领全社会走上美丽中国宜居地球的建设道路。

参考文献

- [1] 邹苒,张晨悦,房涛,等.基于碳平衡核算的寒冷地区高校校园低碳建设策略研究[J].中国人口·资源与环境,2017(4).
- [2] 郭茹,田英汉.低碳导向的校园能源碳核算方法及应用[J].同济大学学报(自然科学版),2015(9).
- [3] 张甜甜.基于IPCC因子法的高校碳排放核算——以中国地质大学(武汉)为例[D].武汉:中国地质大学,2019.
- [4] 赵薇,郑斌,武斌,等.基于IPCC排放清单的校园温室气体排放研究[J].环境科学与管理,2015(12).
- [5] 陈宝玉,张思雨,章也,等.中南大学低碳校园模式构建研究[J].节能,2012(5).
- [6] 江海华,徐燊,李志信.高校校园碳排放评估方法及应用研究——以华中科技大学主校区为例[J].建设科技,2019(14).
- [7] 姚争,冯长春,阚俊杰.基于生态足迹理论的低碳校园研究——以北京大学生态足迹为例[J].资源科学,2011(6).
- [8] 宋丹丹,甘露,刘锦涛,等.校园碳足迹核算及减排对策研究——以中国地质大学(北京)为例[J].现代商业,2016(11).
- [9] 王灿,从建辉,王克,等.中国应对气候变化技术清单研究[J].中国人口·资源与环境,2021(3).

Framework of Carbon Neutrality Plan in Colleges and Universities

WANG Yan-xin, XU Shao-hong, QI Rui

Abstract: Higher education institutions should play a leading role in peaking carbon emissions and achieving carbon neutrality. Positive carbon neutrality plans should be formulated and implemented as soon as possible. By summarizing the advantages of carbon neutrality plan in international universities and with the experience of China University of Geosciences in preparing its carbon neutrality plan, this paper analyzes the significance of the leading role of China's colleges and universities in achieving carbon neutrality from three aspects, proposes a framework of carbon neutrality plan and four policy suggestions to achieve it in colleges and universities.

Key words: higher education institutions; Carbon Neutrality Plan; significance; framework; policy suggestions

(责任编辑 孙 洁)