



移动扫码阅读

谭洪卫. 碳中和目标下高校校园的绿色发展路径新探[J]. 能源环境保护, 2022, 36(5):1-12.

TAN Hongwei. New exploration of the sustainable development path of university campus under the goal of carbon neutrality[J]. Energy Environmental Protection, 2022, 36(5):1-12.

碳中和目标下高校校园的绿色发展路径新探

谭洪卫^{1,2}

(1.同济大学 绿色建筑及新能源研究中心,上海 200092;

2.联合国环境署-同济大学环境与可持续发展学院,上海 200092)

摘要:我国高等学校数量多、规模大,肩负培养国家建设人才的重任,同时也是能源资源消费的大户。高校校园的绿色发展是高等教育本身的使命,也是一种社会责任。本文梳理了我国高校从节约型校园示范建设到绿色校园发展的历程,分析了国内外绿色校园评价标准体系,结合校园碳中和发展目标,提出了进一步发展绿色校园评价体系的思考。文章还进一步以校园碳核算为抓手,给出了校园碳核算的基本概念、边界范围和核算框架体系,为实现校园碳中和目标提供了方法和支撑。

关键词:节约型校园;绿色校园评价;碳中和;校园节能监管平台;校园碳核算

中图分类号:X32

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2022)05-0001-12

New exploration of the sustainable development path of university campus under the goal of carbon neutrality

TAN Hongwei^{1,2}

(1.Green Building and New Energy Research Center, Tongji University, Shanghai 200092, China;

2.UBEP-Tongji Institute of Environment for Sustainable Development, Shanghai 200092, China)

Abstract: China has a large number and scale of colleges and universities, which shoulder the responsibility of cultivating talents for social development. In the meanwhile, those colleges and universities are also the large consumers of energy and resources. Thus, sustainable development of university campuses is not only a mission of higher education, but also a social responsibility. The development process of Chinese universities from resource-saving campus demonstration to green campus development were reviewed in this work. The evaluation criteria systems of green campus at home and abroad were analyzed. Combined with the development goal of campus carbon neutrality, some thoughts regarding further developing the green campus evaluation system were proposed. Taking the campus carbon accounting as the starting point, the basic concept, boundary scope and accounting framework system of the campus carbon accounting were put forward, which provided methods and support for the realization of the campus carbon neutrality goal.

Key Words: Resource-saving campus; Green campus evaluation; Carbon neutrality; Campus energy management system; Campus carbon accounting

0 我国高校校园可持续发展的历程回顾

生态环保的概念在上世纪七十年代就已被提出,而绿色可持续发展理念是联合国在1992年系统提出并积极推动的。此后在高等教育领域提出

了绿色学校、生态校园、绿色大学的概念。然而当时这些大都处于意识启蒙和宣传阶段。直到2005年,我国国家层面确立生态文明建设路线,提出建设资源节约型、环境友好型社会,2007年在建筑领域推进节能减排。在此背景下,绿色可持续发展

收稿日期:2022-06-30;责任编辑:金丽丽

作者简介:谭洪卫(1959—),男,广西桂林人,教授,担任中国建筑节能协会绿色大学工作委员会秘书长,主要研究方向为绿色建筑、绿色校园及可再生能源应用。E-mail:hw_tan@tongji.edu.cn

的概念才开始落地,大学校园启动了节约型校园示范建设计划。如图1给出了高校校园从生态环保意识启蒙到节约型校园示范,进而进入探索构

建绿色校园评价体系,再到未来碳中和目标导向下的校园可持续发展阶段的发展历程。

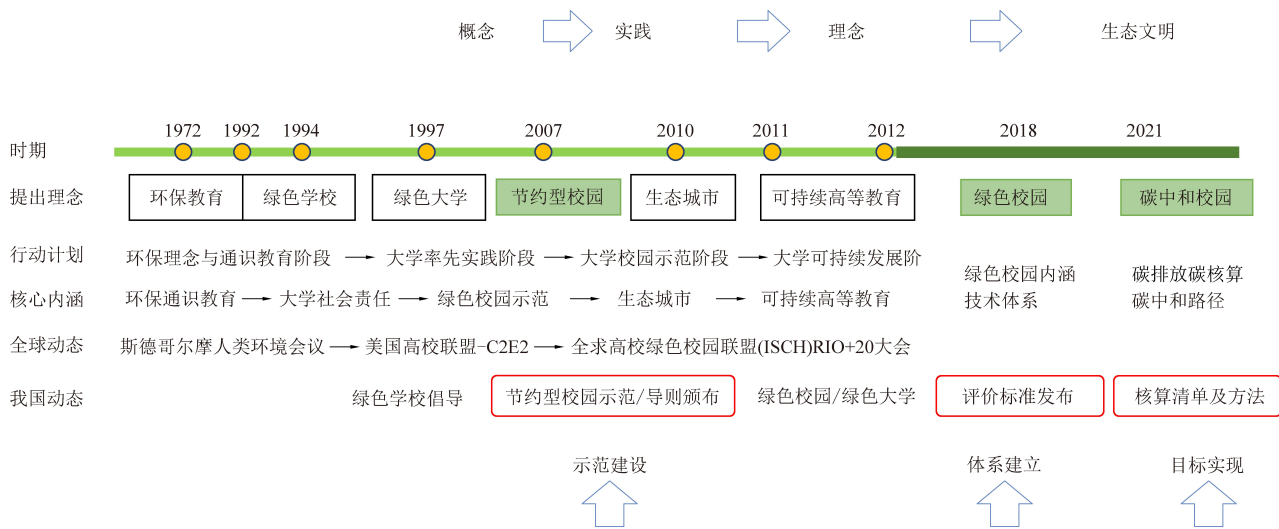


图1 我国高校校园可持续发展历程

Fig.1 Sustainable development history of Chinese university campus

节约型校园示范计划可谓是我国高校校园绿色发展历程中由虚向实推进的一个里程碑。回顾节约型校园的起步是从2007年开始,全国首个节约型校园示范项目出自同济大学。当年正值同济大学百年校庆之年。这所有百年悠久办学历史、拥有土木建筑优势学科的高校,为迎接百年校庆着手校园建筑设施的修缮和建设,包括一些历史建筑校宿的保护性改造、既有建筑的修建以及新建校舍的建设。这些建设工程也引发了学校高层对校园如何推行绿色可持续发展的思考。时任校领导基于生态环保理念和清晰的可持续发展思路,整合校内各方科研力量,精心策划、扎实推进,一批秉承绿色低碳理念、融入绿色技术的建筑改造、新建工程应运而生,形成了校园绿色示范项目的基本体系(图2),也成为当时校园绿色发展的亮点^[1]。也在这个时期,结合当时全国建设领域的“节能、节水、节地、节材”(简称“四节”)方针及国家确立的建设“环境友好、资源节约”两型社会的目标导向,同济大学结合自身的校园绿色低碳化建设,以“节约型校园”为题申报了国家住房和城乡建设部专项示范项目。“节约型校园”这个概念和行动也就是源自这个契机,从此拉开了我国高校创建绿色校园的序幕。

“节约型校园示范项目”旨在探索涵盖大学校园基本建设、设施运营各环节的绿色低碳技术落地,需要从顶层设计上统筹各项措施的规划与实

施,要求学校以生态文明建设的高度、以可持续发展目标为导向、以校园“四节”为抓手而展开。

作者当时主持节约型示范校园项目,通过对国内外校园绿色发展状况的调研,结合我国国情提出了“三绿一体”(绿色教育、绿色建设与管理、绿色科技)的实施路径,以及两个切入点:①校园绿色建设以点带面推进;②校园绿色运行以节能监管数据平台为支撑和牵引。基于校园节能监管平台建设实现节能量化管理目标,贯穿“摸清家底-识别问题-对症施策-量化评价”的全环节。

这两个切入点在今天看来仍具有重要的现实意义。一是将绿色理念与技术融入校园规划、建设、修缮及改造项目中,以点带面、不断积累,让绿色成为校园建设的底色。同时,这些项目也成为校园普及绿色理念的教育、教学实验的载体,助力打造绿色技术的体验、科研基地;其二是需要一个可支撑量化评价及考核的数据平台支撑,也就是现在人们常说的“数字底座”,因为没有数据就等于没有管理。当时作者提出了以校园节能监管系统建设作为抓手,打造推进校园绿色发展的数字化基础平台,让校园建设、运行中的问题更容易被发现、漏洞更容易暴露、问题对应更有针对性、实施的节能减排技术效果可量化、指标可考核、措施可闭环(图3)。这个策略基本上是与当时我国建设领域推进的公共建筑用电分项计量示范同步,并作为后来全国性“节约型校园示范建设”中的抓手和基础。



图 2 校园绿色示范项目

Fig.2 Green campus demonstration projects

2009 年,经国家住房和城乡建设部、教育部相关部门组织研讨后确定,在全国范围实施节约型校园示范建设计划,并由同济大学牵头(作者为主

要编写人)编制了关于节约型校园示范建设的一系列导则文件^[2-3]。开启了我国大学校园的绿色低碳实践征程。

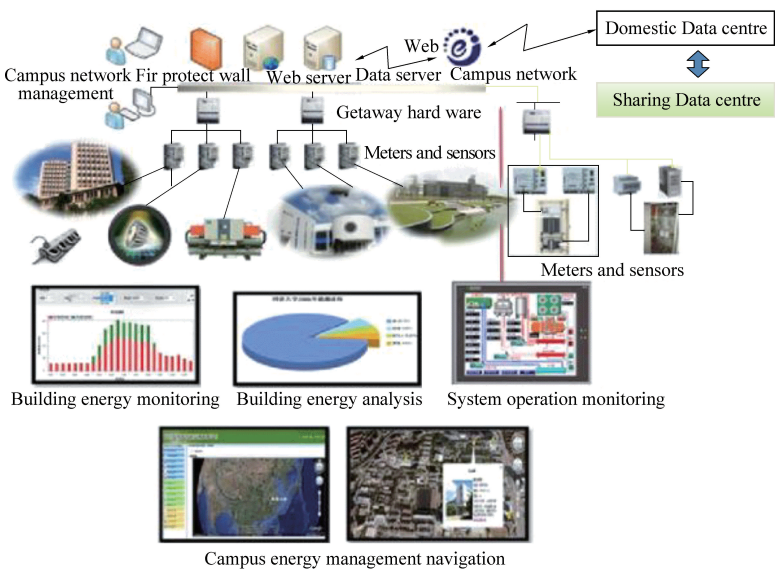


图 3 校园节能监管平台

Fig.3 Campus energy management system

从措施推进的系统性、可落地性、可操作性、可追溯、可评价等环节的考量,作者提出了基于校园节能监管平台支撑的能源审计-节能改造-升级完善的三部曲框架,如图 4。

在节约型校园示范建设专项资金支持下,逐年分批申报、分批建设分批验收,自 2009 年启动以来,经过十多年来的发展,节约型校园的示范范围基本上已覆盖了全部部属院校以及一些地方

院校。

基于这些思考以及出台的关于节约型校园示范建设的一系列导则的指导下,一批批“节约型校园示范项目”逐渐在全国推进,取得一系列成果和经验,受到国内外各方关注,作者主持的同济大学节约型校园示范项目 2008 年荣获教育部科技进步一等奖、2012 年荣获全球大学校园可持续联盟 (ISCN: International Sustainable Campus Network)

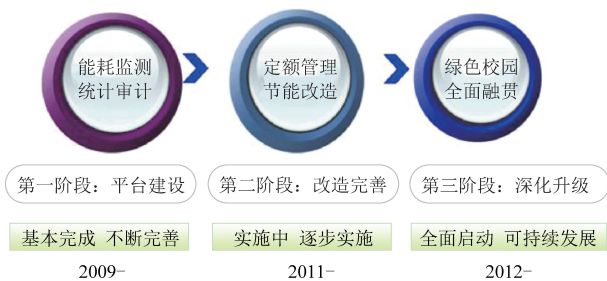


图4 我国“节约型校园”示范的起步三部曲

Fig.4 Three stages of the demonstration of “resource-saving campus” in China

颁发的绿色校园杰出奖。《自然》杂志在特别专刊报道^[4]中报道了同济案例,同时也被列入世界经济论坛的典型案例。

如今,全球在气候变化应对上共识更加强烈,目标更加明确,行动更加紧迫。我国政府做出的“2030年碳达峰,2060年前碳中和”双碳目标是对世界的自主积极贡献,也是我国经济社会可持续发展的历史使命和艰巨挑战,高校应该发挥先锋引领作用。我国从节约型校园示范建设起步,经历了是十多年的发展,积累有经验也有教训,期待在碳达峰碳中和进程中有更大作为。

1 从节约型校园到绿色校园的理念演进

笔者在长期从事我国高校校园绿色发展研究与实践中,积极开展与国际社会相关联盟机构、社

团组织的交流和合作,对校园绿发展的内涵、框架体系、目标与路径也一直进行着跟踪比较、分析和思考。

自2009年至今我国高校校园绿色发展规划中逐步形成了理论框架,对比全球高等学校校园可持续发展联盟(ISCN)提出的框架体系也是异曲同工。最近联合国环境署(UNEP)基于联合国提出的可持续发展目标SDGs也推出了高等教育机构可持续发展框架^[5],相比而言,UNEP提出的框架更侧重于可持续发展理念的普及、青年学生的意识提升和自主行动层面。

图5列示了我国、ISCN、和UNEP对校园绿色发展的理念和框架。ISCN^[6]早期(2007年创立)提出的大学校园可持续发展框架,是从校园中的绿色建筑,拓展到绿色校园,进而影响大学的科研、教学、管理运营,并强调应将校园建设成为绿色试验基地(living lab for sustainability)。我国在推进节约型校园示范创建后,同步开始思考向绿色校园的升级发展,进而上升到大学可持续发展,笔者提出了一个整体框架以及从节约型校园起步,绿色校园升级到形成大学可持续发展的分阶段战略^[7]。

可以看出,这与ISCN的核心理念是一致的,区别在于我国在推进过程中呈现明确的阶段性,逐级发展,且每一阶段都是自上而下的模式,依托政府专项基金支持、政府红头文件的指导、官方评

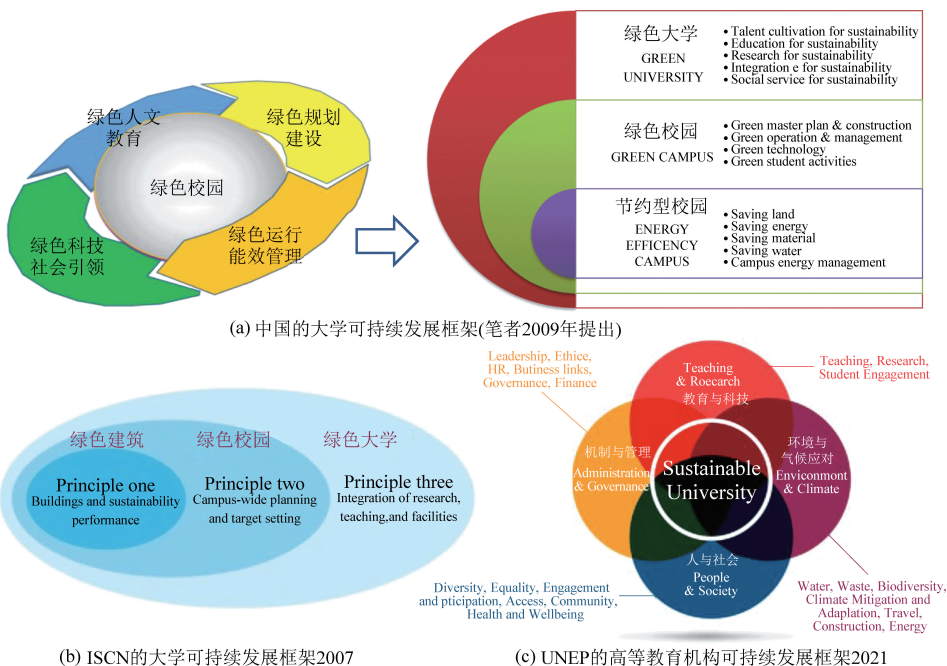


图5 高校校园可持续发展的框架体系对比

Fig.5 Comparison of the framework of the sustainable development of university campus

价标准的制定等,而 ISCN 是一个纯民非团体,以理念先导、目标明确,自主性强,实施全靠有志者的情怀和学校的社会责任感。另外,“自下而上”来自学生社团的积极参与,草根绿色人文氛围比我国校园浓厚。

联合国环境署教育部门提出的高等教育机构可持续发展框架是 2021 年才推出的,相对前两者略显滞后。以 UNEP 的任务特点和工作方式,侧重在教育理念、意识提升、青年学生社团活动方面,内容上更侧重于与联合国的社会可持续发展目标(SDGs)挂钩。

2 绿色校园评价体系的发展综述

从节约型校园创建起步,到向绿色校园纵深发展,绿色评价体系亟待确立。在推进校园绿色可持续发展进程中,国内外都陆续推出了一些评价标准,但由于各类标准的起源背景、适用范围、发展阶段等的不同,难免在目标聚焦、实施效果等方面出现差异和局限性。本文对目前主流的校园

绿色评价体系做了一些梳理和解读。各类评价标准的发展沿革、编制机构及特色归纳如表 1 所示。

从表 1 可以看出,ISCN 作为全球最早期推进大学校园可持续发展,也是最具影响力的组织,其并没有开发校园整体的绿色评价标准,而是以设奖代替认证和评级。这不难理解,因为全球范围难以制定一个统一的评价标准,而 ISCN 设立的评奖在绿色校园(校园绿色建设与运行)、绿色校园建筑(建筑案例)、校园学生社团创新活动、学校可持续发展管理(机制)四大板块上试图筛选出优秀实践案例,以此引领或带动高校校园的可持续发展。这种机制务实、客观,在推动全球大学校园绿色可持续发展进程中发挥较好的引领和推动作用。最近,ISCN 评奖内容的一个变化是关注与联合国可持续发展目标(SDGs)的关联性。然而关于这点,笔者认为可能尚存在一些需要商榷的地方,因为联合国的 SDGs 涉及全社会的可持续发展的 17 项目标,并不一定都适用于大学校园,需要结合大学的实际特点合理取舍。

表 1 全球主要的绿色校园评价体系及特色

Table 1 Main green campus evaluation systems and characteristics worldwide

评价体系名称	发展沿革	特色
ISCN(International Sustainable Campus Network) 年度奖	全球校园可持续发展联盟 ISCN 设立的绿色校园奖项; 全球范围每年选评一次	NGO 团体全球评奖。以评奖取代评价。规避了国家地域性差异导致难以标准化的问题,与世界经济论坛、全球大学领袖论坛等著名机构论坛协同合作
中国《高等学校节约型校园建设与管理技术导则》(2009)	政府主导,自 2009 年启动,每年按批次审核列入示范,累积约实施 300 多所大学,包括后续校园节能改造示范项目	政府官方指南。政府部门主导(自上而下)的示范计划,侧重校园建设与运营的节能减排。四节(节能、节水、节材、节地)措施的落地
STARS(The Sustainability Tracking, Assessment & Rating System 美国) ^[8] 2006 年创立	北美大学可持续发展协会 AASHE 开发的大 学自主参评、自评价体系。创设于 2006 年, 2013 年推出国际版,2018 年引入参评材料 的独立审核机制	协会团体自评系统。自评、动态评价特点,全面涵盖校园 建筑设施、教育、文化等软硬件建设。评级有限期限为三年, 向社会公示
ASSC(日本) ^[9] (Assessment System for Sustainable Campus)(2014)	北海道大学参考美国 STARS 改进的日本 版。2014 年起在日本校园可持续发展联盟 CAS-net Japan 组织下运营实施	社团自评系统。与 SATRS 相近。根据日本国情进行了改 良。涵盖校园、教育、社会责任、区域协同发展内容
中国《绿色校园评价标准》 (2019)	在节约型校园示范推进后期绿色参考建筑 评价体系、结合国内校园绿色发展需求而 编制	国家标准。基于绿色建筑评价体系的延伸。与 LEED for School、BREEAM Education、CASEBEE 等从绿建评价发展而 来的校园版类似。覆盖大中小各类学校校园

我国高校校园绿色发展的起步如前所述,源于 2009 年由高校主管部门的教育部、建筑领域主 管部门的住房和城乡建设部联合组织和指导,依 托于财政部专项资金支持,是以自上而下的形式 推动起来的。随着校园绿色建设的深入,后来同 济大学联合一些高校和科研机构编制出台了国 标《绿色校园评价标准》(GB/T 51356—2019)^[10]。

然而这个标准并未得到有效推广实施。笔者 看来,这与其他基于绿色建筑评价标准发展而 来的绿色校园评价标准(例如美国的 LEED for Schools、英国的 BREEAM Education、澳大利亚 的 Green Star Education,日本的 CASEBEE)类似, 这些标准体系只是延续绿色建筑的评价体系做 了一些扩展而已,但并没有能完全、准确地反映大学校

园绿色发展的核心需求和特色。

笔者经过长期考察和研究,认为比较契合高校校园绿色发展内涵,并能自我可持续发展和完善的评价体系是由北美高等教育可持续发展力发展协会组织(AASHE:The Association of Advancement of Sustainability in High Education)开发和运营的绿色校园自评价系统(STARS:The Sustainability Tracking, Assessment & Rating System),及日本绿色大学联盟(CAS-NET Japan)根据STARS改版的ASSC(Assessment System for Sustainable Campus)。其他评价体系大都是沿袭了绿色建筑评价体系的模式,在对接大学校园绿色发展的实际需求和特点、动态可持续发展、客观量化评价等方面存在一定局限性。

这里笔者重点解读一下AASHE的Stars和ASSC的特点并进行探讨。

(1)绿色校园自评系统STARS。AASHE是北美最具影响力的高校可持续发展协会组织,STARS是该联盟开发推出的高校可持续发展力评价、排名平台系统,虽然是非官方机构的评价系统,但颇具特色并得到广泛推广应用。该系统特点是自我评价、动态跟踪、动态刷新。该工具是根

据四个类别的17项标准评估校园绿色计划,绿色建筑建设与运营,以及可持续发展创新。STARS的评级系统现将有效期定为三年,但排名可动态滚动。图6展示的是SATRS的框架、内容以及应用状况。

至今有1 084家高等教育院校已注册使用STARS自评工具,其中680所院校获得了STARS评级。下面列出了每个机构的最新评级。超过三年未更新的评级被视为已过期,在公示榜上标住“*”。参加评级院校提交参评报告在AASHE官网上公开发布。

学校可免费在STARS平台上提交和管理本校校园信息数据,并获取观察员资格,该系统与普林斯顿评论(The Princeton Review全球大学排名机构之一)的绿色院校(The Princeton Review's Guide to Green Colleges)排名系统建立了联动机制,但只有会员(缴费会员)才享有更详细的会员服务内容,包括跟踪自评过程数据、对标分析、参与白金、金、银级评级,获得AASHE协会提供的数据分析技术支持等。目前这个自评工具已经发展到一定规模,得到一定的社会认可,且形成了较好的有偿服务机制,确保了平台工具的可持续发展。



图6 AASHE的自评系统——STARS^[8]

Fig.6 A self-evaluation system of AASHE:STARS^[8]

(2)日本大学绿色评价工具ASSC。在日本绿色校园联盟组织下,由北海道大学在2014年参考STARS开发了日本版的自评工具ASSC,在日本大学校园开展了自评活动,以大学教育、科研的可持续发展为目标导向,在校园绿色建设与运营、社会责任、区域协同发展三大板块上展开,主要评价项

目及结果如表2和图7所示。

北海道大学利用ASSC实施自评,将其作为PDCA(Plan-Do-Check-Act)闭环管理中的“检查”环节来实现绿色校园的可持续发展目标,实施可持续的校园绿色运营管理。

表 2 ASSC 绿色校园自评价系统的打分项目^[9]

Table 2 The scoring items of ASSC green campus self-evaluation system^[9]

I 运营 管理	I-1 政策和总体规划	I-1-1 教育和研究		III 资源 环境	III-1 生态系统		
		I-1-1 校园			III-2 土地利用	III-2-1 绿地和森林	
	I-2 可持续性发展组织	I-2-1 教员及职工				III-2-1 其他开放空间	
		I-2-2 活动			III-3 公共空间		
		I-2-3 政策决定机制			III-4 景观		
	I-3 财务管理	I-3-1 长期计划			III-5 废弃物处理		
		I-3-2 确保预算/获取投资			III-6 能源与资源	III-6-1 能源管理	
		I-3-3 财务运营				III-6-2 温室气体	
	I-4 资产管理	I-4-1 高校资产的整合利用				III-6-3 可再生能源	
		I-4-2 高校资产服务				III-6-4 其他能源	
I-5 设备管理			III-7 基础设施				
I-6 强化可持续发展力的网络组织			III-8 设备				
I-7 人员培训	I-7-1 教师评价		III-8-1 环境效益				
	I-7-2 人才招聘		III-8-2 室内健康环境				
I-8 采购和合同	I-8-1 采购政策		III-9 交通运输	III-9-1 校园动线规划			
	I-8-2 合同管理			III-9-2 慢行交通(行人和自行车)			
				III-9-3 区域交通联络			
			III-10 校园历史资产的使用				
II 教育 研究	II-1 教育	II-1-1 课程设置		IV 区域 协同	IV-1 产学研政合作		
		II-1-2 可持续发展教育			IV-2 社会服务	IV-2-1 体制	
	II-2 研究	II-2-1 可持续发展研究				IV-2-2 活动	
		II-2-2 示范实验基地			IV-3 信息传播		
	II-2-3 社区实践		IV-4 疾病防控		IV-4-1 校内疾病防控		
II-3 学生	II-3-1 鼓励学生进行相关活动			IV-4-2 当地疾病防控			
	II-3-2 学生参与学校管理		IV-5 突发事件应对担当	IV-5-1 学校功能确保计划			
				IV-5-2 为当地社区提供支持			

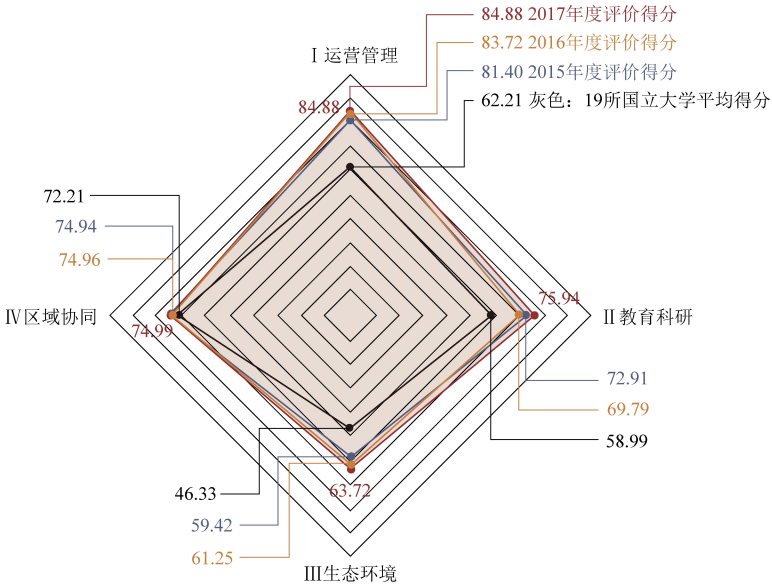


图 7 北海道大学三年度连续测评结果与参评大学均值比较^[10]

Fig.7 Comparison between the three-year continuous evaluation results of Hokkaido University and the average of participating universities^[10]

图 7 雷达图展示了该大学的连续三年的 ASSC 评分结果,表明校园在四大领域持续得到改善和提升,创建绿色校园的努力正在取得进展。从 2016 年到 2020 年连续获得了日本绿色校园联

盟的金牌认证。
表 3 笔者汇总了国内外绿色校园评价内容的差异,在借鉴国外经验的同时,需要综合考量我国国情、校情提供参考,以完善我国绿色校园评价体系。

表 3 绿色校园评价内容国内外差异性分析

Table 3 Difference analysis between domestic and foreign green campus evaluation

评价项目	差异性分析
学校经营管理	大学的属性(国立、私立)不同其财务体系存在差异。我国基本上属于国家财政拨款,财务自主权有局限。 国外大学自由度大,可自主决定购买绿色能源抵消碳排放。
校园规划、建设、运营	我国校园校舍规划建设以国家的学校建筑面积指标定额标准为依据。人均建筑面积、资源配置等与国外存在差异。 校园运行能耗计算常用生均指标,但缺乏对配置的资源的差异性分析。
校园课程教育	我国的学校课程设置受限于教学大纲的学时学分的严格管理要求,新课程开设自由度小。国外课程开设自由度大。
学生社团活动	国外校园中草根绿色文化浓厚,自主活动活跃。国内官方活动(大学生创新大赛等)为主。
校园与当地协同发展	国外校园可持续发展中强调的内容,开放性强。国内校园相对闭锁。
校园碳排放计算	我国大学校园是学生住校集体生活制,能源资源消耗大,独具特色。我国尚未确立校园碳排放计算范围和标准。国外大学自主融入 ESG 理念,碳排放核算范围覆盖面广,有些包括学校科研教学活动。碳中和目标和意识超前,包括购买绿色能源对碳排放的抵消。

3 绿色校园评价体系的反思与建议

3.1 问题反思

绿色校园评价目的是促进校园的绿色、低碳可持续发展,但如前所述,表 1 中目前的各类评价体系尚存在局限性,特别体现在以下几个方面。

(1) 信息数据不规范、量化评价不足

绿色校园评价需要兼顾定性定量评价(得分),但目前的标准体系定量评价不足,科学性和客观性不强。实际上参评校园能提供的信息、数据也欠统一和完整,数据管理缺乏技术和机制的支撑,缺乏规范化标准。

(2) 参评过程与机制缺乏动态可持续性

我国的评价体系基本是官方主导,自上而下评价,且缺乏动态机制。

绿色建筑评价和认证发展过程也曾出现虚戴绿帽等洗绿现象。设计阶段图纸面上获取的绿色建筑标识到了实际工程已打则扣,到了运行阶段甚至连系统能效也难以验证。基于这些反省我国绿色建筑评价标准和认证机制进行了调整和纠偏,现在已经向运行标识倾斜。

在绿色校园评价标准方面,其局限性如前表 2 所归纳。实际上,在参评内容、形式难以满足校园绿色发展特色和需求,尤其在当前国家双碳目标和战略背景下,需要反思和完善。

前述介绍的 STARS、ACCS,虽然是一种自下而上、自评为主的评价体系,但在数据信息的客观性、可持续性、可追溯性的保障等方面具有建设性和创新性。参评录入的数据信息与大学的环境报告书披露机制相关联,具有一贯性、连续性,与学校社会责任挂钩。

且这些评价体系是动态管理,认证带有时效性。评价和工作推进都具有可持续发展。

(3) 参评主体缺乏主观能动性

我国一些绿色评价机制尚存在运动式参评现象。只响应红头文件,缺乏主体意识。参评过程出现有临时拼凑资料的现象,评审过程的客观依据不足,可能导致主观评价为主或流于形式的多,能真正可持续发展的少。

(4) 与双碳目标的契合度不足

目前已有的绿色校园评价标准、体系是在碳中和目标明确提出之前编制的,尚缺乏明确的量化评价及目标考核导向,方法和路径与碳中和战略目标和策略尚需进一步协调。

纵观全球经济,90%已经承诺实现净零排放(已有 136 个国家提出净零排放承诺,这些国家 GDP 占全球经济的 90%)。国内外许多高校也提出了碳中和校园或零碳(净零排放)校园目标并启动了行动方案。但也需客观理性的看到,对于零碳(净零排放)的定义以及如何实现这一目标的看

法存在很多不一致,加深了人们的困惑以及对于飘绿、洗绿行为的警惕。

3.2 建议

基于这些反思,笔者梳理了几条建议如下。

(1)结合国家双碳战略,加快校园碳核算体系的建设。笔者已经牵头立项编制我国高等学校校园碳排放核算及评价方法的团体标准。校园碳排放核算数据应该成为绿色校园评价的基础支撑和依据。

(2)校园绿色发展应该与经济社会的可持续发展同步,融入 ESG (Environmental (环境)、Social (社会)和 Governance (公司治理)) 理念,建立校园资源环境信息披露机制,发布年度校园环境报告书,披露的校园信息与校园碳核算相关联。

(3)绿色校园评价体系结合校园环境报告发布机制,确立动态可持续的参评机制,确保参评信息的可信度、可追溯可评价性。

但需要指出的是,建立框架体系容易,实际落地具有挑战性,需要解决的关键问题是:1)需要打造一个扎实、可信、可持续的校园运营数据底座;2)可量化考核的指标体系;3)建立动态可持续发展的评价机制。

4 双碳战略下高校校园低碳发展的探索

校园碳排放现状的摸排是校园确立碳中和实现路径、绿色可持续发展的重要基础。过去十多年我国已投入大量财力、物力和人力建设校园节能监管数据平台。过去我们花费了大量财力、物力和人力建设的校园节能监管平台,理应为校园碳核算、碳管理提供基础支撑,切忌又重起炉灶浪费资源,同时也需注意到,校园碳排放核算对运行数据的分项要求虽然更简(大项分类)、数据采集颗粒度的要求更粗(年单位),但校园碳核算的范围更大,涉及部门更多,同样面临诸多挑战。

笔者正在牵头编制我国大学校园碳排放核算及评价方法的团体标准,本文拟就校园碳排放核算框架体系做一初探,文中所论述的碳核算基本属于自查(盘查)的概念。

4.1 校园碳排放核算的边界范围和核算方法

碳核算是摸清家底、辨识问题、挖掘潜力、明确目标的最基础、最重要工作。当下全球各领域基于应对气候变化的共识和目标,都在加紧碳核算、谋划碳减排路径。严格意义上是核查温室气体 GHG。CO₂ 是其中主要组成(占比 80%以上),

本着抓主要矛盾的原则,我们重点聚焦 CO₂ 排放量核查。然而当前校园碳排放核算的范围并未有明确的定义。

碳核算方法可参照《IPCC 指南》^[11] 和 ISO 相关标准规定的方法和管控流程。《IPCC 指南》主要面向国家和区域层的温室体清单编制工作,其中所采用的排放因子以及活动数据属于国家以及区域层的数据。

碳核算对象如图 8 所示,主要分为行政主体对象和市场主体对象。校园属于行政主体对象,其核算范围和计算方法需要参考已有标准体系并结合校园目标 and 需求确立。

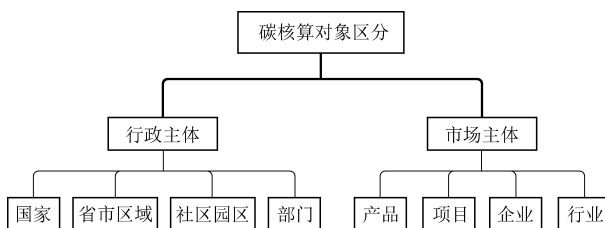


图 8 碳核算对象区分

Fig.8 Distinction of carbon accounting objects

碳核算的边界范围在 IPCC 指南以及 ISO 相关标准中作出了规定和说明。

本文讨论的是校园碳核算,其实校园并非仅是一个以校园围墙为界的社区概念,基于 ISO14067 原则,核算对象主体是学校组织机构(法人),核算范围也不仅限于校园围墙内。

这里有几个问题需要探讨。

(1)关于校园碳排放核算的内容和清单

参照 ISO14064 标准及 IPCC 指南,分类为直接碳排放和间接碳排放,具体又可分化为范围 1、范围 2 和范围 3。范围 1 和 2 的划分是明确的,但范围 3 的确定是极其重要,但也是复杂的。校园碳核算的目的是驱动大学的碳减排、推进校园碳中和以及引领社会实现可持续发展目标。因此需要明确碳排放源以及作为教育机构的社会责任,除了校园内的碳排放源外,教职员工的差旅、通勤交通、校园师生员工的生活垃圾的处理以及工作耗材的购入消费等,同样应该列入碳核算范围。

校园碳排放核算清单如图 9。

(2)校园的碳减排量核算方法

校园碳排放源的核算基于核算清单实施。根据校园特点分为:①校园建筑设施碳排放;②校园交通碳排放;③校园生活场景碳排放;④学校教学科研活动碳排放四大板块。同时,还需要核算校

园可再生能源利用等节能减排措施产生的减排量,以及可作为国家认证自愿贡献减排量(包括新增校园碳汇部分)。

前述四个板块碳源核算方法相对简单,关键问题是活动数据的获取、碳排放因子数据的选取。而校园可再生能源应用产生的减排量计算需要严

谨的流程和方法。校园可再生能源应用主要为建筑中的光伏发电、太阳能集热以及地源热泵空调系统,扩大范围还可以计入空气源热泵热水系统等,但在减排量核算上需要详细的数据支持和规范的计算方法。笔者整理校园碳核算和内容清单如图9所示。

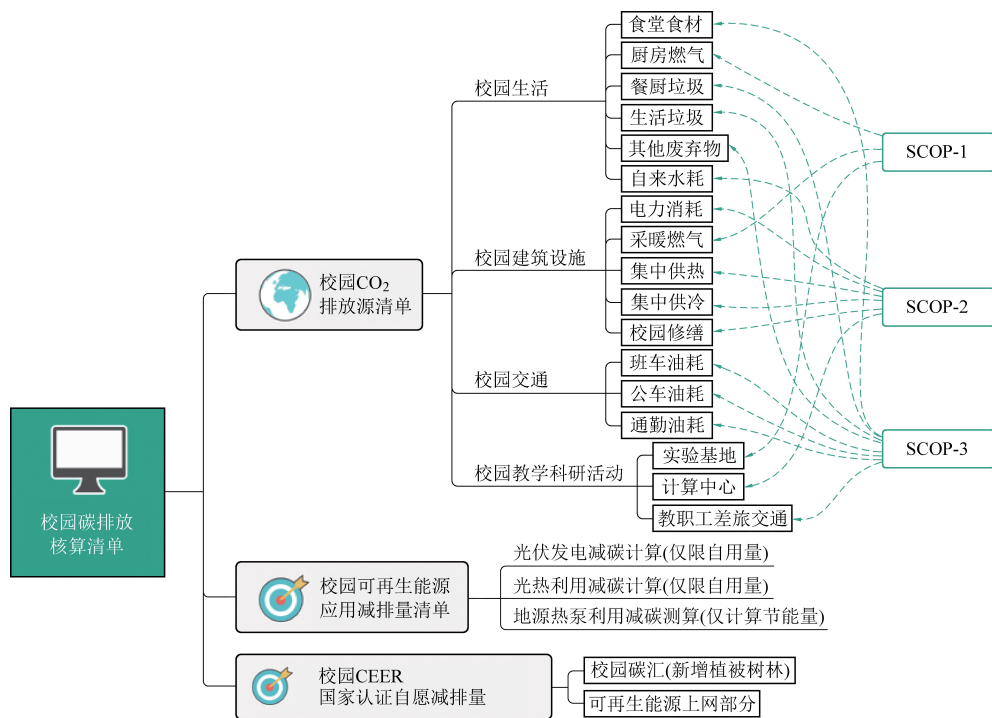


图9 校园碳核算范围和内容清单

Fig.9 Scope and inventory of campus carbon accounting

光伏发电的减排量只计算自用部分,上网部分发电量作为自愿贡献减排量计算须按 CCER (国家核证自愿减排量) 规则计算,未来可参与碳交易。

地源热泵空调系统应该基于运行数据和基准碳排放量的节能量作为减排量。这个计算过程是复杂且需要详细运行数据支撑的。

关于碳汇计算,绿色校园研究领域存在一些误区,一些研究文献简单粗放地将校园的绿地、植被、树林计算为校园碳汇,用于抵消校园碳排放量。这种算法并不规范也不严谨,其一需要严格参照已有规范和标准,按规定碳核算的碳汇计算只计入新增植树造林等的碳汇,对既有植被等碳汇不列入核算内容,其二是碳汇计算方法不只是简单地取个植物平均固碳系数,需要考虑不同植物的生物特性、动态时空的固碳特性等复杂因素。

(3) 碳排放核算数据的获取和选用

碳核算是一项严谨,规范化、标准化要求较高

的工作,最基础、最重要的是可信的活动数据获取和碳排放因子数据的选用。

校园碳排放活动数据涉及学校多个管理部门,包括基建、后勤、信息中心、财务、资产设备管理,甚至包括科研教学部门,需要高度的统筹协调机制,或导入 ISO 14000 环境管理认证体系建立规范的工作机制。另外,如前述大学环境报告披露机制也将是协同数据可持续获取的保障。

笔者组织编制了校园碳排放核算清单模板,向参与调研的 15 所高校发放实施数据采集,数据采集的情况汇总如表 4 所示,校园活动数据的采集、获取尚存在诸多缺项。最容易并完整获取的数据是校园耗电、耗水量、燃气耗量数据,因为这些项目是各校园的共同项,且数据已形成成熟的上报机制,而垃圾、交通、差旅等数据缺乏统计机制支撑,亟待在大学践行国家双碳战略的新一轮工作计划中做好顶层设计,建立高度协调、高效运行的校园碳管理机制。

表 4 校园碳排放核算清单数据调研情况汇总表(2022 年)

Table 4 Summary of investigation of campus carbon emission accounting inventory (2022)

校园碳排放源	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	数据齐全度
天然气	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	★★
汽油							√			√						
柴油							√			√						
耗电量	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	★★★
耗热能(集中供热)				√		√										
供冷量(集中供冷)													√	√		
水耗	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	★★★
交通运输	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√				√	★★
实验室设施的危险废弃物	√										√	√				
餐厨垃圾				√		√	√	√	√	√	√	√		√		★★
网购包装垃圾	√			√			√					√				
办公用纸	√						√		√		√				√	
生活垃圾			√	√	√	√	√	√	√			√			√	★★
废水处理	√		√		√	√	√			√					√	
光伏发电系统	√							√	√	√	√	√	√	√	√	★★
光热供热系统	√				√			√		√		√			√	
地源热泵系统	√						√		√	√		√				

关于碳排放因子,IPCC 提供了丰富的、经过认证的数据,全球不少研究机构也在致力于因子数据库的建设和完善。因子库建设是动态发展过程,随着全社会碳核算的开展越加丰富和完善。因此校园碳核算工作应是动态的,与相关行业领域的低碳化进程密切相关。2022 年 2 月国家生态环境部大幅度调整并发布了新的电力碳排放因子数据,上海也发布了新因子数据,反映了近年电力能源结构的转型进展和动态。当然,也有一些领域的碳排放因子尚未确立或成熟,需要密切关注和研究。

4.2 校园碳排放评价

校园碳排放核算的目的是推进高等教育机构、大学校园的低碳化进程,目前是自查阶段,并非核查。目前国家优先对高排放企业实施碳核

查、碳配额、碳交易管理。校园虽然暂不在列,但不可忽视的是大学校园也是能耗及碳排放大户,需要在国家双碳战略中发挥引领作用。

基于校园碳核算厘清高校碳排放现状、预测未来趋势、挖掘碳减排潜力、明确碳中和路径是当前主要任务。

通过校园碳核算,可以对校园的碳排放现状做出评判。过去在校园节能工作中常用的评价指标有生均能耗、生均水耗、校园建筑单位面积能耗(电耗)等。然而,碳排放评价与能效评价不完全一致,需要考量更长的链条(全生命周期评价原则),更宽范围(包括范围 1 到范围 3),因此基于校园碳核算过程需要建立更完善的低碳校园评价体系,如图 10 所示。

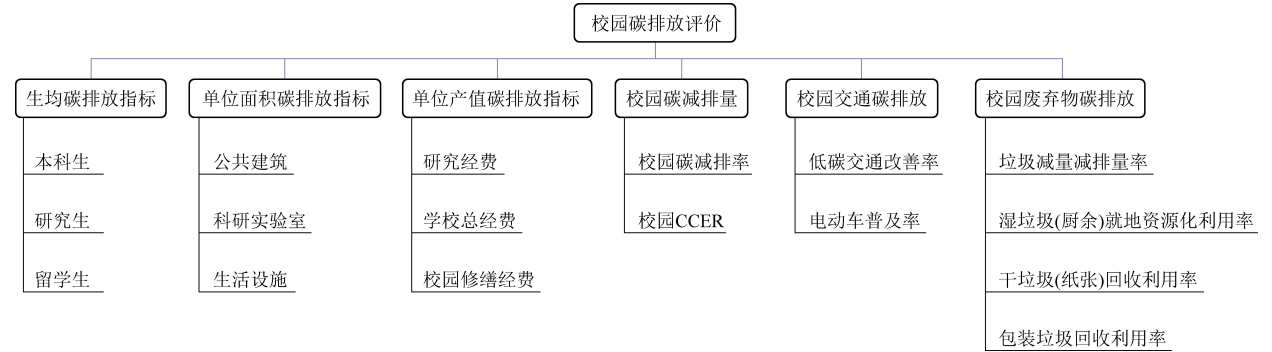


图 10 校园碳排放评价框架初探

Fig.10 A preliminary exploration on campus carbon emission evaluation framework

这些评价指标体系最关键的问题是需要统一、规范的数据支撑。从一些文献研究中发现由于研究的背景条件、数据属性和范围不同,难以进行横向比较和评价。

4.3 校园碳减排潜力与路径

校园碳排放核算将为挖掘校园碳减排潜力、科学规划碳中和路径奠定扎实的基础。基于校园碳排放核算结果及分析,可以从校园碳减排潜力、可控性及技术经济性多维度做综合考量和决策(图11)。

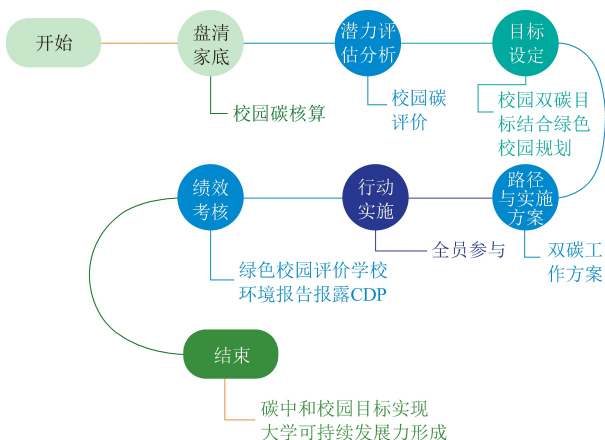


图11 校园双碳目标实施路径

Fig.11 Implement path of campus dual carbon target

5 结 语

本文基于笔者长期对大学校园绿色可持续发展的研究和实践,结合我国双碳战略背景和进一步推进校园绿色低碳进程的需求,系统梳理、总结了我国绿色校园发展的历程,指出了存在的发展瓶颈并针对一些瓶颈问题进行了探讨。

我国大学校园从节约型校园起步、向绿色校园发展,现即将进入碳中和校园的决战期。

笔者认为,当前关键问题是总结过去的经验和教训,有效构建可持续的机制,扎实地做好碳管理的数字底座。校园碳排放核算将是一个重要抓手,明晰问题,挖掘潜力,科学规划低碳路径,果敢

付诸行动,形成高校的可持续发展力。中国的高等院校已经行动,2021年4月在上海召开了我国高校校园碳中和论坛,由44所院校联合签署的碳中和校园行动宣言公开发布,得到了联合国环境署的支持与赞许。一批院校将在引领我国实现碳中和目标和社会可持续发展的进程中成为领跑者。

参考文献

- [1] 谭洪卫. 首批“节约型校园建设”示范高校——同济大学节约型校园建设示范[J]. 建设科技, 2009(10): 20-23.
Tan Hongwei. The first batch of “conservation oriented campus construction” demonstration universities: Tongji University conservation oriented Campus Construction Demonstration [J]. Construction Science and Technology, 2009(10): 20-23.
- [2] 建科[2008]89号, 高等学校节约型校园建设与管理技术导则[S].
- [3] 建科[2009]1163号, 高等学校节约型校园节能监管平台建设技术导则[S].
- [4] Amanda Leigh Mascarelli. How green is your campus? Nature SPECIAL REPORT [J]. 2009, 46: 154-155.
- [5] 联合国环境署. 高等教育机构可持续发展框架[R/OL]. (2021) [2022-05-15]. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/36341/USUF.pdf>.
- [6] ISCN. [EB/OL]. [2022-05-15]. <https://international-sustainable-campus-network.org>.
- [7] Tan Hongwei, Chen Shuqin, Shi Qian, et al. Development of green campus in China [J]. Journal of Cleaner Production, 2014(64): 646-653.
- [8] STARS (The Sustainability Tracking, Assessment & Rating System). [EB/OL]. [2022-05-15]. <https://stars.aashe.org/>.
- [9] ACCS (Assessment System for Sustainable Campus) [EB/OL]. [2022-05-15]. <https://www.osc.hokudai.ac.jp/assc/>.
- [10] GB/T 51356—2019, 《绿色校园评价标准》[S].
- [11] 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. [EB/OL]. [2022-05-15]. www.ipcc-nggip.iges.or.jp.