

绿色技术推广：经验借鉴、策略梳理及匹配分析

杨顺顺

(湖南省社会科学院, 湖南长沙 410003)

【摘要】绿色技术推广是促进绿色科技成果转化, 推动社会经济发展绿色转型的重要支撑。本文将绿色技术依据其应对的生态环境问题划分为清洁、循环、低碳3类技术, 并挑选了10类关键技术领域作为研究对象。基于对美国、日本、欧盟等发达国家和地区绿色技术推广代表性领域的回顾分析, 从政府、企业、中介组织、金融机构、科研院所等推广主体出发梳理出10类绿色技术推广的共性策略, 并讨论了当前绿色技术推广的主要障碍。根据各类绿色技术的发展阶段和市场应用情况, 就清洁技术的大气污染防治、污水处理、土壤修复和生态养殖技术, 循环技术的资源循环利用和垃圾资源化处理技术, 低碳技术的工业节能、新能源发电、新能源汽车和绿色建筑技术, 分别提出了未来进行技术推广可优先采用的推广策略和特色化举措。

【关键词】绿色技术; 国际经验; 推广策略; 关键领域

【中图分类号】X196; X38

【文献标识码】A

【文章编号】1674-6252(2021)04-0093-07

【DOI】10.16868/j.cnki.1674-6252.2021.04.093

引言

绿色技术是推动绿色发展的基础性要素, 历史上占全球主导地位的绿色技术主要来源于美国、欧盟、日韩等少数发达国家和地区。近年来随着生态环保和科技创新投入力度的迅速提升, 我国在绿色技术研发方面不断取得突破, 与此同时绿色技术的应用和产品市场占有率仍相对滞后, 在此情境下, 加快绿色技术推广成为极具现实意义的重要命题。

国家发展改革委等四部门发布的《绿色技术推广目录(2020年)》中将绿色技术分为节能环保产业、清洁生产产业、清洁能源产业、生态环境产业和基础设施绿色升级5类。各地在具体应用中又有所调整, 如深圳市相关目录中调整为节能环保、清洁生产、清洁能源、生态保护与修复、城乡绿色基础设施、生态农业6类。前述类型都是基于绿色技术应用的产业领域进行分类, 且没有固定的分类要求, 考虑到相近的绿色技术完全可以用于不同的产业领域, 为使分类更为清晰和便于说明, 笔者参考国家发展改革委等四部门发布的《绿色技术推广目录(2020年)》中各类绿色技术的适用范围栏目重新归纳分类, 将绿色技术按其适用领域及应对的主要生态环境问题, 划分为应用于环境污染治理的清洁技术、应用于资源消费减量和再生利用的循环技术, 以及应用于碳减排和应对全球

气候变化的低碳技术3类, 并筛选了10类关键技术领域进行具体分析。其中, 清洁技术重点讨论大气污染防治、污水处理、土壤修复和生态养殖技术; 循环技术重点讨论资源循环利用和垃圾资源化处理技术; 低碳技术重点讨论工业节能、新能源发电、新能源汽车和绿色建筑技术。本文在借鉴发达国家和地区各类绿色技术推广典型经验的基础上, 从推广主体出发分类梳理绿色技术推广策略, 并与上述10类领域的技术推广条件和现实需求相匹配, 提出未来强化我国绿色技术推广的对策建议。

1 国际绿色技术推广的经验借鉴

发达国家和地区绿色技术的发展具有相对明显的阶段性, 在20世纪80年代之前, 为应对快速工业化导致的环境污染问题和环境公害事件, 当时的绿色技术主要以大气、水、土壤等环境治理的清洁技术为主。此后, 随循环经济、气候变化议题热度的提升, 循环技术和低碳技术得到了各国更多关注。

1.1 国际清洁技术推广的典型案例

1.1.1 美国清洁煤计划

清洁煤技术对减少还原型(煤烟型)大气污染和抑制碳排放具有重要作用。中国煤炭消费量约占全球

资助项目: 湖南省社会科学成果评审委员会课题“湖南工业部门碳排放结构分解及减排情景分析”(XSP20YBZ087); 湖南省社会科学院智库研究专项课题“湖南绿色发展多情景仿真及绿色技术推广研究”(19ZHC15); 湖南省自然科学基金面上项目“‘碳拐点’前期中国碳排放嬗变及减排机制优化研究”(2021JJ30408)。

作者简介: 杨顺顺(1981—), 男, 副研究员, 博士, 研究方向为低碳经济与绿色发展、农村环境管理、复杂系统分析与仿真方法, E-mail: yangssmail@foxmail.com。

一半,与美国分列全球第一和第三大煤炭生产和消费量大国。美国是最早发展清洁煤技术的国家,其先后提出了“清洁煤技术示范计划”“清洁煤发电计划”“先进能源计划”“清洁电力计划”等^[1],虽然部分计划在特朗普政府时期由于其对气候变化政策的态度而暂停执行,但其整体技术推广路径对中国具有较好的借鉴意义和实用价值^[1]:一是制定了明晰的技术改造与开发应用的路线图。包括分步实施既有电厂设备更新和技术改造,新建电场中采用煤粉超临界发电、整体煤气化联合循环(IGCC)等先进技术,基于碳捕集、利用与封存(CCS)技术建设零排放煤电厂(该项目于2015年暂停,目前更多采用清洁燃料发电)等,明确了技术更新与推广应用的具体步骤。二是将政府主导的技术研发、示范与企业商业化运作紧密结合。包括实施各类示范项目,采用税收优惠、抵免,降低新技术生产成本,促进技术商业化运营。三是通过严谨细致的法律条款来支撑落实。例如,美国《清洁空气法》对涉燃煤的大气污染物进行了排放限定,2005年的《能源政策法》对技术研发拨款、税收优惠等做出了具体规定,2010年后又出台了一系列关于碳封存、碳捕集方面的法案。但是,近年来由于美国煤炭消费量的急剧下降,一些研究认为高效燃煤技术主导市场将由美日转向存在价格和需求优势的中国^[2],随能源市场中煤炭的结构性衰退,清洁煤技术可能缺乏更广泛应用的市场环境,而相比之下页岩气革命在美国则更有前景^[3]。

1.1.2 日本琵琶湖治理

近年来,我国城市和工业点源水污染治理推进迅速,但难于工程化措施治理的农业面源污染问题日益凸显,不少江河流域依然面临水环境治理的艰巨任务。琵琶湖是日本第一大湖泊,其在严重富营养化后经过了40多年的水质恢复历程,在琵琶湖治理中支持技术推广的成功举措在于:一是形成了覆盖全面、相互促进的技术集成体系。琵琶湖治理技术涵盖农业生产管理、工程建设、污水处理和信息化技术,特别是水资源监控、水质预测等信息化技术为政策及时干预和治理技术选择提供了决策工具。二是严格立法和提高治理标准。先后制定了《琵琶湖富营养化防治条例》《湖沼水质保护特别措施法》《琵琶湖保护与修复法》等法律法规,并对城乡生活污水、养殖业和水产污染源实行了高于国家要求的排放标准^[4]。三是加强资金保障和利用经济刺激手段。中央和地方财政分担,专门设立琵琶湖管理基金、研究基金,建立水源区综合利益补偿机制^[5];对田间管理技术,若农民采用环境亲和生产技术,则可申请生态农民认证并获得

农业改善基金的无息贷款和特殊税收抵免,琵琶湖所在滋贺县的生态农民数量已居日本各县前五名^[6];同时依据技术经济分析积极推广农业用水收集及集中预处理技术^[4],降低治理成本。四是开展宣传教育和引导利益相关者参与。1980年日本就开展了“琵琶湖ABC运动”建立环境教育基地,在2017年制定的《琵琶湖保护与修复措施规划》中也强调要加强地方公共团体、企事业单位、居民联动和实施体验型环境教育,以宣传琵琶湖保护和治理的重要性,并将政府作为协调员,促进主要利益相关者之间的协作、合作^[7]。

1.1.3 美国超级基金制度

土壤污染具有历史遗留问题多、追责难、污染积累性和长期性交织的特点。美国是较早开展旧工业区污染土壤修复的国家,1980年颁布的《超级基金法》(全称为《综合环境反应、赔偿和责任法》)对其他地区污染土壤修复政策造成了深远影响。2019年《中华人民共和国土壤污染防治法》的实施标志着我国土壤污染防治攻坚战进入新阶段。美国的污染场地修复对我国未来土壤污染防治的启示在于:一是与时俱进的立法演变支撑了修复技术开发及产业化。《超级基金法》设立了等级体系和NPL(国家优先项目列表)来筛选优先治理地块^[8],热解吸修复、土壤淋洗、微生物修复等技术通过示范工程得以推广应用^[9];针对《超级基金法》资金使用效率低、污染地块清理时间过长、对土地后续开发者不利等缺陷,美国又相继颁布了《纳税人减税法》《棕色地块复兴法》来吸引社会资本投入土地修复开发。二是多方面保障土壤修复资金需求。土壤修复所需资金庞大,美国除采用征收石化行业专门税、向责任方追索、财政拨款外,还充分利用市场手段筹集修复资金,如低息贷款等直接融资、税收抵免等间接融资、修复后土地增值激励、环境责任险等方式来分担资金负担。三是通过顶层设计推动多主体参与修复过程。采用优先开发棕色地块的宏观战略,鼓励土地所有者、房地产商、金融机构积极参与土地修复,同时通过公众参与推动立法发展和项目实施^[8]。《超级基金法》迄今已经运行逾40年,亦有学者认为其存在对风险判断的时效性、场地污染风险与清理工作不直接关联(部分文献认为过多涉及政治考虑^[8])等问题,应尽快改革其生态风险评估方式^[10]。

1.2 国际循环技术推广的典型案例

1.2.1 日本循环经济体系

循环经济是改变传统粗放型经济发展模式,突破资源紧约束,以生态学规律改造生产、消费系统的重要手段。日本循环经济发展一直处于世界领先地位,

技术进步为日本的循环经济制度提供了坚实基础^[11]，日本支撑循环技术研发及推广应用的重要举措有：一是建立了最为完备的法律法规保障体系。日本从基本法、综合性法律和专项法等多个层次构筑了重点针对废弃物管理和资源循环利用的法律体系^[12]。二是建立了从技术开发到推广应用全过程的财税支持体系。包括对循环技术的研发实施科技奖励，为相关企业特别是中小企业提供融资支持，对引进相关设备的企业享受税收优惠和特别退税，对开展循环技术实用化的中小企业、新产业提供补助金^[12, 13]。三是注重发挥中介组织在技术推广中的桥梁作用。例如，由经济产业省牵头的日本清洁中心主要与企业联合进行循环利用技术开发，提供企业技术培训，开展技术推广和政策宣传^[17]。四是努力构筑市场支持体系。日本的循环经济进程以消费者和制造商之间的有效合作为特征^[11]，包括通过生产源头无废市场来促进产业绿色化转型和应对“绿色壁垒”，依靠再生资源回收市场和再资源化市场支撑静脉产业发展，通过政府“绿色采购”的杠杆、示范效应培育绿色消费市场^[14]。也有研究认为，从中日循环经济发展上比较分析，目前我国循环经济的瓶颈可能还不在于技术推广方面，更在于缺乏适用性技术支持，导致静脉产业难以实现工业化，政府应集中投资以促进资源利用方面的技术突破^[15]。

1.2.2 欧洲生态工业园建设

生态工业园是工业生态学的具体实践，其通过上下游企业产品、废弃物的关联，形成产业共生、资源循环的园区发展模式。我国从 2001 年开启生态工业园区建设试点，目前已经形成了一批国家生态工业示范园区^[16]。欧洲各国生态工业园建设使循环技术有了用武之地^[17]：一是通过社会资本和促进互信，实现循环技术推广和实用化。生态工业园的建设存在技术、信息、缺乏可靠市场和监管障碍，由于工业共生体系下企业因物质流而相互锁定，企业间需要充分共享技术流程和数据信息，信任和互惠显得尤为关键^[18]。例如，丹麦的卡伦堡属于自发型生态工业园，企业间出于“熟人”层面的信任签订双边合同，自发互换废料形成产业共生体系，同时成立共生协会实现园区与外界的有效沟通。二是通过统一规划和政策引导组建生态工业园。如英国、法国、荷兰、芬兰等国，以地方政府为管理主体，基于园区整体规划打造生态工业园区，畅通园区内企业交流，从而从顶层设计给技术推广构筑良好载体。三是通过强化内部管理和区域合作破除技术推广障碍。西班牙、荷兰、瑞典、德国等 6 国共同制定了 Ecopaddev 计划，用于协调生态工业园在欧盟各国境内的联合发展。其一方面调解城市、园区中

各主体的“利益冲突”；另一方面建立相对稳定的国际合作平台及机制，并帮助地方政府开展循环发展宣传。此外，也有研究认为不能过分强调环境规制在生态工业园建设中的作用，其甚至可能成为工业共生的障碍，例如卡伦堡对技术方面不强制实施技术标准，而是要求企业提供持续改善环境绩效的计划，监管框架的灵活性鼓励了工业共生体系的发展^[19]。

1.3 国际低碳技术推广的典型案例

1.3.1 欧盟可再生能源发展

加快发展可再生能源，减少化石能源消费比重，是降低传统大气污染物和碳排放的治本之策。欧盟是促进可再生能源技术开发和应用的典型代表，其通过技术推动和需求拉动政策联用，建立起可再生能源技术创新和推广的领先优势：一是制定了综合性战略、技术支撑平台和框架资助计划。1996 年《未来的能源：可再生能源》绿皮书中明确了欧盟提升可再生能源份额的总体思路，之后《可再生能源电力指令》《2050 能源路线图》《2030 年气候与能源政策框架》等综合性战略计划，提出了可再生能源份额的具体目标；2015 年新版“战略能源技术计划”（SET-Plan）更为关注技术研发与部署，提出在高性能可再生能源技术集成、降低可再生能源关键技术成本等方面优先行动。同时为落实综合性战略，欧盟组建了光伏、风能、可再生能源供热与制冷等一系列技术创新平台，并通过第七、第八、第九框架计划投资落实^[24]。二是实施配额交易（绿色证书）等机制倒逼可再生能源技术拓宽市场应用。目前绿色证书和可再生能源固定电价制在欧洲国家运用最为广泛，绿色证书机制通过强制设定可再生能源发电数量来扩大相应发电技术应用范围，并利用配额交易来降低技术更新成本^[21]。三是支持以消费者为中心的可再生能源转型。欧盟政策尤为重视消费者意愿，如通过改善跨境交易、热能计费来鼓励消费者通过分布式发电生产能源，从而使屋顶发电等技术更快地被公众采用^[22]。欧盟在可再生能源领域一直谋求全球领先地位，但按部分国家和地区呼吁的 2050 年实现 100% 可再生能源方案，高温固态电解、氢燃料汽车等关键技术等仍待重大改进^[23]。

1.3.2 美国绿色建筑产业化

建筑是能源消费和碳排放的重要载体，除建筑运转能耗外，考虑到建材生产、建造能耗，建筑耗能和碳排放将达到全社会总量的一半以上。2000 年以来，美国获得绿色建筑认证的物业每年以约 50% 的速度增长^[24]，美国的绿色建筑技术推广与产业化息息相关，王志成等的译文^[25]中对美国绿色建筑产业化发

展历程进行了详细回顾,其中对技术推广有较强影响的举措可归纳为:一是注重认证标准和建筑标识体系的应用。美国绿色建筑协会推行的绿色建筑评估体系(LEEDTM)是全球最富影响力的绿色建筑评价标准,而“能源之星”计划在1996年扩展至建筑领域后,已成为美国最广泛的建筑节能产品标杆和自愿性能效标识。二是充分发挥财政杠杆作用。包括提供固定财政预算支持,设立专项资金推动可更新能源和能效技术应用,建立节能公益基金等。三是通过税收减免对建筑建造及其设备选择进行引导。税收减免惠及新建建筑、商业建筑改造、住户或家庭节能改进等方面。四是培育绿色建筑市场并辅以碳市场补偿。采用示范项目带动、提高建筑标准倒逼加快绿色建筑产业市场形成,同时通过自愿碳市场的补偿作用提高相关主体的积极性。但是,也有研究指出由于绿色建筑属于体验商品,信息难以观察,且其对社会的正外部性难以定价,美国在绿色建筑建设方面也存在市场失灵,导致整体供给不足;同时,绿色建筑评价方法上的差异和政策的变动,都可能使绿色建筑的业绩难以衡量而影响投资^[26],而这种对绩效指标的现实需求和一些新兴的评价方案也可能造成未来的政策结构的改变^[24]。

整体而言,发达国家和地区较早启动了绿色技术研发并多渠道开展技术推广工作,形成了一些值得借鉴的经验模式,谋划战略规划、制定引导政策和法律规范、推动建立行业标准、提供财税优惠和平台技术支持、激活中介组织和公众力量、协助培育开发市场是各国的共性选择。

2 绿色技术推广策略梳理及现实困难

当前学界对绿色技术的研究更多集中于技术创新、技术进步对绿色发展的影响,以及推进绿色技术研发方面的模式分析,关注技术推广这一侧面的研究相对较少,不少研究表明市场导向是绿色技术创新的重要驱动力^[27],而技术推广事实上就是实现市场化运作的必要途径。绿色技术推广策略及成效与推广主体息息相关,政府、技术研发机构、技术应用企业、中介组织、公众都有各自的推广诉求、推广逻辑、运行机制、组织行为^[28],可以从各国较成功的推广模式中梳理出一些具有普适性的推广策略,并与我国绿色技术推广的现实困难相对应,从而寻找适用于具体绿色技术领域的共性与特性相结合的推广举措。

2.1 基于推广主体的绿色技术推广策略梳理

绿色技术的主要推广主体包括政府、企业以及其他主体(如行业协会、科研院所等),他们在绿色技术推广不同领域、阶段承担着各自的角色,从国内外

实践上看,其推广模式常由多种策略组合而成,这些策略有的主要由单一推广主体主导,有的则必须由多类主体协同完成。笔者从推广主体出发梳理的10类共性推广策略如表1所示。

表1 绿色技术推广主体与推广策略关系

推广策略与主导推广方	政府	企业	行业协会等中介组织	银行等金融机构	科研院所
①制定发展计划、战略	√				
②发布强制性政策文件	√				
③行业门槛及标准设置	√		√		
④补贴与金融支持	√	√		√	
⑤倾向性采购	√	√			
⑥项目示范及评选	√				
⑦宣传推介	√	√	√		√
⑧提供体系化解决方案		√	√		√
⑨建设服务平台			√		
⑩合同管理等第三方管理	√	√	√		

以单一主体为主的推广策略可以归纳为:①制定发展计划、战略,即制定技术推广的方向、重点和预期目标;②发布强制性政策文件,主要指颁布相关含强制性要求条款的法律、法规等;③行业门槛及标准设置,包括行业准入条件、强制性/推荐性标准、相关认证等;④补贴与金融支持,如给予土地、建设、研发、产品销售等补贴,税收减免和融资支持;⑤倾向性采购,如政府和企业鼓励采购、使用符合特定绿色标准的技术、产品;⑥项目示范及评选,即通过评比示范项目、企业等确定政策扶持对象并形成经济社会效益等;⑦宣传推介,包括通过各类媒体、渠道进行绿色技术宣传,对有潜在需求的企业及客户实施宣传培训等;⑧提供体系化解决方案,如为技术推广和应用提供技术支持、产品检测、效益分析、运行保障、人才培养等;⑨建设服务平台,主要支持成果转化及转化、项目管理、咨询服务、认证评审等;⑩合同管理等第三方管理。政府为主推广主要涉及策略①~⑦,企业为主推广主要涉及策略④⑤⑦⑧,其他推广主体则主要涉及策略③④和⑦⑧⑨。多类推广主体共担的推广方式,在实践运行中较多的是⑩合同管理等第三方管理,如合同能源管理、合同节水管理,以及独立于技术供需双方的第三方中介机构联合政府、企业、技术机构、行业协会等参与技术推广等。

需要说明的是,表1中某一项推广策略,可能对应多个推广主体,这并不意味其一定属于多类推广主体共担的推广方式,而可能是不同推广主体都有类似

的推广策略。如策略④的现实案例中，西门子公司在推广低碳技术和产品时为客户提供绿色金融服务，通过为客户设计更为灵活的资金方案以加快低碳产品部署，这与常见的政府提供贷款贴息或银行主导开发绿色金融产品有明显区别。

2.2 绿色技术推广面临的现实困难

根据笔者对涉绿色技术推广的相关政府职能部门、行业协会和骨干企业的调研和走访，当前绿色技术推广中面临的困难主要有：一是资金需求大、融资难。如新能源利用、污染土壤修复等领域前期资金投入压力大、资金回笼周期长，融资方式过于依赖股东出资和商业银行贷款；同时政府各类财税优惠政策周期性、波动性高，在当前宏观经济运行总体趋缓的大环境下，企业继续加大技术推广的不确定增加。二是市场规范不足、培育滞后。环保市场竞争激烈，加之部分环境治理领域准入门槛不清晰，导致出现劣币驱逐良币的现象；同时尽管近年来公众环保认知不断提升，但在使用绿色技术、购买绿色产品的费用相对较高的情况下，市场推广仍相对困难，需要借助宣介手段培育市场需求。三是政策设计模糊、权责交叉。目前对绿色技术推广的扶持政策较技术创新相比细化度不够，特别是对具体技术的推广政策不多，企业推广依据不足，不能达到“对号入座”找到扶持政策的程度；同时绿色技术涉及领域常牵涉多个主管部门，如养殖业粪污治理由农业农村、生态环境部门监管，土壤修复由自然资源、生态环境、住建等多部门负责，管理部门意见不统一和权责不明确影响了企业的施展。四是协同平台不足、专业人才缺乏。目前产学研模式在技术创新方面起到了较大作用，但在技术推广方面产业链上下游各推广主体合作不足，不少技术如垃圾再资源化涉及上下端多个产业门类，单一企业的力量推动困难；同时懂政策、懂技术、懂产品、懂营销的专业推广团队也相对缺乏。

针对上述现实困难，调研中相关企业认为亟待加强的技术推广手段应集中于加大相关政策研究、实施重大项目试点示范、推动同一项目中各类绿色技术整合应用、鼓励第三方治理和第三方服务、强化技术推广宣传、开展示范企业评选和荣誉授予等方面。

3 关键绿色技术推广策略匹配及建议

由于清洁、循环、低碳各类绿色技术应用进展和市场环境不同，技术推广梗阻也不尽相同，因此针对本文提出的10类清洁、循环、低碳关键技术领域，可以在前文梳理的10类共性推广策略中进行优选匹配，并在参考国际绿色技术推广案例的基础上，结合

我国各省（区、市）较为成功的经验以及最新相关政策导向，赋予本土化和特色化的推广举措。

3.1 清洁技术推广策略建议

清洁技术大部分已处于技术相对成熟状态，但由于大气、水、土壤污染治理的公共服务属性，特别是涉及历史遗留环境问题难以找到责任主体，此类技术推广完全依靠市场需求提供资金支持较为困难。

大气污染防治技术可优先采用推广策略③④。与水污染（点源污染）基本实现集中治理不同，大气污染末端治理尚有较大潜力可挖，对于工业源、交通源污染都可以采用提高污染物排放标准、能耗标准的方式倒逼行业引进先进防治技术。同时可创新金融机制，激活大气污染物排污权交易市场，将环境容量等生态资源转化为生态资产，发展排污权抵押融资、质押融资、租赁等绿色金融产品支持技术引进需求。

污水处理技术可优先采用推广策略③⑩。按《“十三五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》目标，2020年中国城镇污水处理设施全覆盖，城市污水处理率达到95%，乡村将是未来污水处理技术推广的重点区域。目前乡村污水处理标准偏高导致设备成本高、运营管理难度大，应充分利用广大乡村地区的环境自净能力，合理调整乡村污水处理出水标准，以破除污水处理技术在乡村推广应用的障碍，推广经济实惠、后期运行成本低、操作难度小的污水处理技术。此外，由于水价中捆绑征收污水处理费，城镇和工业园区水处理项目能够给予治理方较稳定的现金流，因此委托第三方治理也是进一步推广污水处理技术的较好选择。

土壤修复技术可优先采用推广策略③④⑥。目前国家层面仅有土壤质量标准，修复限值标准缺失，导致行业准入门槛不清晰，应加快出台土壤修复限值方面的统一标准，支持技术先进企业抢占市场。治理资金和经济适用型技术缺乏是土壤修复技术推广的共性障碍，当前治理资金主要仍依靠财政拨款和行政收费，特别是在缺乏商用价值的农田、矿区修复领域社会资本参与动力不高；修复技术多以农艺技术为主，稳定性需长期跟踪、根治困难，经济适用型技术研发和产业化难。应落实《土壤污染防治基金管理办法》里关于建立地方防治基金的要求，借鉴超级基金运作模式，采用发行地方政府债券、环保税、城市土地出让金、向污染主体追讨修复费用、吸纳社会资本出资等方式筹措资金，利用财政资金的杠杆作用和土地价值吸引社会资本参与治理，同时打造一批技术推广和商业运作成熟结合的示范项目以供各地借鉴和选择适宜的修复技术和推广模式。

生态养殖技术可优先采用推广策略①④⑧。随着化肥农药减量化施用政策的深入,种植业氮磷排放逐步达峰,未来养殖业将在农业面源污染贡献源中占据更为重要的位置。生态养殖技术受区域自然条件影响大,导致技术种类较多,首先需要从宏观层面明确推广方向和要求,同时可整合生猪大县奖励、土壤有机质提升补助、畜牧标准化规模养殖扶持、农村沼气建设、村庄人居环境整治等惠农资金支持生态养殖技术推广。此外,针对“重建轻管”致使历史上用于畜禽养殖粪污资源化的重要途径——户用沼气工程出现较多闲置的状况,应健全服务体系、加大管理培训力度、建设基层服务网点,积极向农户提供相关管理培训等成套技术支持方案。

3.2 循环技术推广策略建议

循环技术目前仍处于技术研发拓展期,由于其具有较为直接的市场需求,可通过进一步的市场引导推动技术推广。

资源循环利用技术可优先采用推广策略⑤⑨。《中国再生资源回收行业发展报告》显示,目前全国未有效循环利用的年再生资源总量超过30亿t,主要再生资源品种回收率低于50%,开展资源循环利用的市场空间极为广阔。一方面以资源产出率为核心建立园区、企业循环经济动态评价体系,通过政府优先采购再制造或再生产品树立消费导向、培育消费市场,并及时更新采购目录引导企业开展技术研发、升级。另一方面再生资源具有相对广阔的需求市场,可建立绿色“经纪人”等专业团队、再生资源交易所等服务平台来推动供需衔接。

垃圾资源化处理技术可优先采用推广策略②④⑦⑩。按照全国人口和城镇化率估计,每年城乡生活垃圾产生量3.5亿~4亿t,城镇(不含乡村)餐厨垃圾产生量约1.4亿t,推广能源、建材、有机质利用等技术对破解“垃圾围城”困境极为关键。垃圾分类和收集是资源化利用的前提,可通过强制性政策并配合宣传培训,推进餐厨垃圾、生活垃圾分类回收,采用城市配套费按比例返还等方式,激励乡村做好垃圾统一收运,采用“O2O”等模式在城市社区、农村居民点建立家具等大件废弃物、危险废弃物、装修垃圾的线上预约、线下回收渠道。同时为提高资源化利用的规模效益,可委托技术成熟的龙头企业采用企业全链条负责的方式进行垃圾资源化利用。

3.3 低碳技术推广策略建议

在低碳技术方面,我国在一些市场应用相对成熟的技术领域上已处于领先水平,如燃煤发电、水泥、

钢铁生产设备、环保设备等工业制造技术居世界前列,风机和光伏技术基本实现自主产权,常规技术水平世界领先,但低碳技术相关市场仍需开拓。

工业节能技术可优先采用推广策略②④⑩。工业部门能耗占到我国能源消费总量的70%以上,是节能技术推广的主战场。对火电、钢铁、有色、水泥、石化主要耗能行业制定节能路线图,对主要产品通过建立能效“领跑者”机制配合淘汰计划以推动技术更新;对更换节能锅炉、高效电机、再制造高效电机的项目按照节约的标煤数量给予以旧换新、再制造补贴,补偿部分改造投入;在重点耗能单位(对公共服务领域可由主管部门作为业主单位)推广合同能源管理方式引进节能服务机构。

新能源发电技术可优先采用推广策略③④⑨。应审慎规划新能源发电规模,过去对光伏产业采用的初始补贴、度电补贴模式可移植至其他新能源领域,固定电价、绿色证书机制还可深入探索。随新能源发电度电成本的大幅下降,未来居民家庭分布式发电技术也将快速推广,应加快完善新能源机组并网标准,特别对分布式发电可采用区块链等技术开发交易平台,撮合不同主体的购售电交易,降低交易成本,推动新能源发电的公众参与。

新能源汽车技术可优先采用推广策略④⑤⑧。历史上对新能源汽车的整车、电池财政补助在具体执行中出现了虚构业务、性能虚标的情况,未来资金扶持上应从购车补贴向税收优惠、停车便利等服务优惠转变。应鼓励政府、国企绿色采购加大公务、环卫、公共交通中新能源汽车比例,对组织员工集体团购新能源汽车的法人单位给予财政资金补助。要强化充电、加气、停车场等配套设施建设,对新能源汽车给予一定的道路通行便利(调整物流配送、限行限牌政策),并通过整车租赁、电池租赁、分时租赁等商业模式降低企业、消费者负担。

绿色建筑技术可优先采用推广策略②⑥⑦。我国具有改造价值的居住建筑和公共建筑体量巨大,应通过强制性政策明确新建建筑中绿色建筑比例和星级目标,加强建材、设计、施工、验收、运营的全过程绿色建筑闭合式管理,促使绿色建筑、绿色物业标准相匹配。积极发挥绿色生态新城等示范项目的技术推广作用,推进绿色建筑由单体建筑走向规模化建筑群,同时要加强对公众和社会舆论引导,消除公众对装配式建筑的认识误区。

参考文献

- [1] 赵蕴华,周肖贝.中美清洁煤科技计划与法律制度对比研究[J].中国科技资源导刊,2016,48(6):80-87.

- [2] HORBACH J, CHEN Q, RENNINGS K, et al. Do lead markets for clean coal technology follow market demand? A case study for China, Germany, Japan and the US[J]. *Environmental innovation and societal transitions*, 2014, 10: 42-58.
- [3] DOWNIE C, DRAHOS P. US institutional pathways to clean coal and shale gas: lessons for China[J]. *Climate policy*, 2017, 17(2): 246-260.
- [4] 王俊敏. 水环境治理的国际比较及启示[J]. *世界经济与政治论坛*, 2016(6): 161-170.
- [5] 王圣瑞, 李贵宝. 国外湖泊水环境保护和治理对我国的启示[J]. *环境保护*, 2017, 45(10): 64-68.
- [6] NISHIZAWA E. Agri-environmental policies of Japan and Shiga prefecture[J]. *Journal of international economic studies*, 2015, 29: 23-34.
- [7] NAKATSUKA N, KOSAKA S, TAKI K, et al. Better governance for integrated management of the Lake Biwa—Yodo River Basin[J]. *Lakes & reservoirs: science, policy and management for sustainable use*, 2020, 25(1): 93-104.
- [8] 蔡斌. 美国棕地立法演变对我国旧工业用地再利用中土地污染法律规制的启示[J]. *兰州学刊*, 2013(11): 146-151.
- [9] 刘惠, 陈奕. 有机污染土壤修复技术及案例研究[J]. *环境工程*, 2015, 33(S1): 920-923.
- [10] TANNENBAUM L V. Commentary: an open appeal to the EPA for superfund ERA reform[J]. *Environmental pollution*, 2020, 257: 113308.
- [11] OGUNMAKINDE O E. A review of circular economy development models in China, Germany and Japan[J]. *Recycling*, 2019, 4(3): 27.
- [12] 陈志恒. 日本循环经济技术创新的支撑体系[J]. *环境保护*, 2011(22): 70-72.
- [13] 姜婧. 日本循环经济的技术创新分析[D]. 长春: 吉林大学, 2010.
- [14] 肖明辉. 论市场在循环经济发展中的决定作用——以日本建设循环社会为例[J]. *西南民族大学学报(人文社会科学版)*, 2016, 37(3): 136-139.
- [15] JI X J, ZHANG Y Q, HAO L Y. Analyses of Japanese circular economy mode and its inspiration significance for China[J]. *Advances in Asian social science*, 2012, 3(4): 725-730.
- [16] 沈鹏. 发达国家循环经济发展经验及启示[J]. *环境保护*, 2016, 44(23): 68-71.
- [17] 闫二旺, 田越. 中外生态工业园区管理模式的比较研究[J]. *经济研究参考*, 2015(52): 80-87.
- [18] GIBBS D. Trust and networking in inter-firm relations: the case of eco-industrial development[J]. *Local economy*, 2003, 18(3): 222-236.
- [19] MANNINO I, NINKA E, TURVANI M, et al. The decline of eco-industrial development in Porto Marghera, Italy[J]. *Journal of cleaner production*, 2015, 100: 286-296.
- [20] 边文越, 陈挺, 陈晓怡, 等. 世界主要发达国家能源政策研究与启示[J]. *中国科学院院刊*, 2019, 34(4): 488-496.
- [21] 马丽梅, 董怡菲. 创新政策驱动与国家能源转型: 丹麦案例[J]. *管理现代化*, 2020, 40(4): 23-28.
- [22] 张光耀. 欧盟可再生能源法律和政策现状及展望[J]. *中外能源*, 2020, 25(1): 25-32.
- [23] HANSEN K, MATHIESEN B V, SKOV I R. Full energy system transition towards 100% renewable energy in Germany in 2050[J]. *Renewable and sustainable energy reviews*, 2019, 102: 1-13.
- [24] KONTOKOSTA C. Greening the regulatory landscape: the spatial and temporal diffusion of green building policies in U.S. cities[J]. *Journal of sustainable real estate*, 2011, 3(1): 68-90.
- [25] 约翰·凯·史密斯. 美国绿色建筑产业化发展态势(上)[J]. 王志成, 译. *住宅与房地产*, 2016(S2): 122-127.
- [26] MATISOFF D C, NOONAN D S, FLOWERS M E. Policy monitor—green buildings: economics and policies[J]. *Review of environmental economics and policy*, 2016, 10(2): 329-346.
- [27] 汪明月, 李颖明, 毛逸晖, 等. 市场导向的绿色技术创新机理与对策研究[J]. *中国环境管理*, 2019, 11(3): 82-86.
- [28] 李博, 左停, 苏武峥. 行动者网络理论视角下基层农业技术推广机制探析——基于体制内与体制外推广主体的推广逻辑[J]. *江苏农业科学*, 2016, 44(11): 524-528.

Green Technology Promotion: Lessons, Strategy Generalization and Matching Analysis

YANG Shunshun

(Hunan Academy of Social Sciences, Changsha 410003, China)

Abstract: The green technology promotion is an important support for promoting the commercialization of scientific achievements and promoting the green transformation of social and economic development. In this paper, green technologies are divided into clean, circular and low-carbon technologies according to the ecological and environmental issues their concern, and 10 types of key technology fields are selected as the research objects. Based on the review of the representative fields of green technology promotion in developed countries and regions such as the United States, Japan and the European Union, 10 common strategies for green technology promotion are summarized from the promotion agents such as the government, enterprises, intermediary organizations, financial institutions and research institutes, and the main difficulties of green technology promotion are discussed. According to the development stages and market application of green technology, in view of clean technologies such as air pollution prevention and control, sewage treatment, soil remediation and ecological breeding, and recycling technologies such as resource recycling and waste resource treatment, and low carbon technologies such as industrial energy saving, new energy power generation, new energy vehicles and green building techniques, the priority promotion strategies and characteristic measures for future technology promotion are put forward respectively.

Keywords: green technology; international experience; promotion strategy; key fields