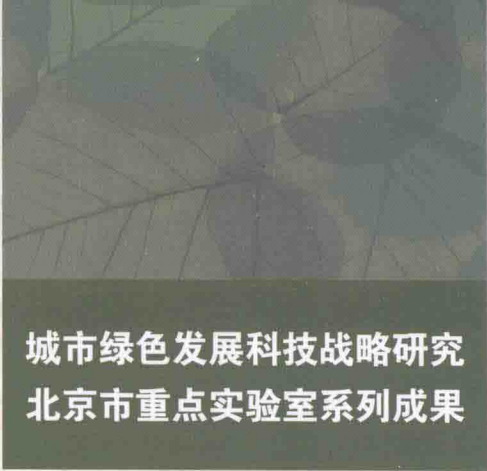




城市绿色发展科技战略研究
北京市重点实验室系列成果

2015-2016城市绿色发展科技战略研究报告

Science and Technology Strategic Research Report for Urban Green Development 2015-2016

城市绿色发展科技战略研究 著
北京市重点实验室



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

城市绿色发展科技战略研究
北京市重点实验室系列成果

2015-2016城市绿色发展科技战略研究报告

Science and Technology Strategic Research Report for Urban Green Development 2015-2016

城市绿色发展科技战略研究 著
北京市重点实验室



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

2015—2016 城市绿色发展科技战略研究报告/城市绿色发展科技战略研究北京市重点实验室著. —北京:北京师范大学出版社, 2017. 1

ISBN 978-7-303-21379-5

I. ①2… II. ①城… III. ①城市环境—生态环境建设—研究报告—北京—2015—2016 IV. ①X321.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 242415 号

营 销 中 心 电 话 010—58805072 58807651
北师大出版社学术著作与大众读物分社 <http://xueda.bnup.com>

2015—2016CHENGSHI LÜSE FAZHAN KEJI ZHANLÜE
YANJIU BAOGAO

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com

北京市海淀区新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印 刷: 北京中印联印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 889 mm×1194 mm 1/16

印 张: 15.5

字 数: 352 千字

版 次: 2017 年 1 月第 1 版

印 次: 2017 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 68.00 元

策划编辑: 马洪立

责任编辑: 李洪波

美术编辑: 王齐云

装帧设计: 李尘工作室

责任校对: 陈 民

责任印制: 马 洁

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010—58800697

北京读者服务部电话: 010—58808104

外埠邮购电话: 010—58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58805079

《2015—2016 城市绿色发展科技战略研究报告》编委会

主 编

关成华

编 委

李晓西 张 琦 颜振军 陈 浩 王海芸 宋 涛

序 言

党的十八届五中全会指出，实现“十三五”时期发展目标，破解发展难题，厚植发展优势，必须牢固树立并切实贯彻五大发展理念。城市绿色发展已成为了社会的亟需、科技的关注、政府的战略。重点实验室成立至今已三年，一直致力于围绕绿色发展、绿色科技展开研究，我们在研究如何实现北京绿色发展，探讨如何让北京减少雾霾，发展更绿色；在科技方面怎样支撑，怎样通过科技的进步来支持和帮助北京实现绿色发展，绿色科技在北京需怎样做；如何从治理的层面、创新的角度推动北京绿色发展等问题。

为了深入破解北京市绿色发展面临的现实和亟需解决的问题，研究团队充分发挥北京师范大学经济与资源管理研究院、北京师范大学生命科学院、北京市决策咨询中心等三家共建单位科研力量各自的优势，围绕绿色科技撰写子报告 25 篇，合编完成《2015—2016 城市绿色发展科技战略研究报告》。报告从宏观发展、城市发展、绿色产业发展、能源科技发展等方面着手，聚焦北京、放眼全国，深入研究城市绿色发展科技战略所涉及的主要方面，有针对性地提出政策建议，为地方政府提供一定的决策参考。

重点实验室自成立以来就努力做成一个协同创新的平台。实验室既在校内向其他院系开放，也在北京向其他驻京高校、科研院所开放，同时作为中国的实验室，我们也愿意向世界开放，希冀有不同方面的专家以此为平台进行思想上的交流碰撞。

《2015—2016 城市绿色发展科技战略研究报告》的完成，离不开学校及相关部门领导的指导关怀、专家学者的鼎力合作、师生们的辛勤劳动。在报告撰写过程中，我们既召开了全体成员讨论会，也分小组进行了多次研讨。

北京市科学技术委员会、北京市科学技术研究院、北京师范大学领导和相关处室、实验室共建单位等对我们重点实验室的工作给予了很多的帮助和指导，在此一并表示感谢！

我们相信，在各方的支持下，在实验室师生的努力下，城市绿色发展科技战略研究实验室会探索出一条文理合作、贡献社会的新路，会为首都绿色发展和全面建设科技创新中心做出应有的贡献！

城市绿色发展科技战略研究北京市重点实验室
2016 年 3 月

2015—2016 实验室研究小组及研究报告

分 组	作 者	研究报告
总 论	颜振军、黄 露	发展绿色科技，建设美丽中国
宏观发展篇	俞 海	“十三五”环保科技发展的思考
	Eric Zencey	真实进步指数十：测量哪些指标
	王伯鲁	技术绿色化及其原则
	邢永杰	对绿色科技发展的几点思考
	郑艳婷	绿色科技推动经济可持续发展
城市发展篇	夏 光	以绿色化引领新型城镇化
	丁 辉	关注城市绿色发展中的新兴技术风险
	潘浩然、赵 进	京津冀协同绿色增长战略——基于生态协同演化的视角
	赵 峥、刘 杨	中国城市绿色增长效益、影响因素及战略路径 ——以丝绸之路经济带城市为例
	金周英	城市的绿色发展需要系统的解决方案
	宋 涛、刘 洋	中国“智慧城市”建设的几点思考
	刘一萌	北京市雾霾现状及其治理
绿色产业篇	李晓西	借助白酒产业绿色元素推动城市绿色发展 ——四川省泸州市调研报告之一
	韩 晶、王 赞、陈超凡	中国工业碳排放绩效的区域差异及影响因素研究 ——基于省域数据的空间计量分析
	林永生	中国工业废气治理中的技术效应、规模效应与结构效应
	邵 晖、王 颖、温梦琪	发展循环经济，升级传统产业 ——镇江经济开发区“绿色企业”调研报告
	张江雪、蔡 宁、毛建素、 杨 陈	技术创新与绿色工业
	吕竹明、宋 云、孙 慧	北京市服务业清洁生产工作的现状、问题及建议
	徐丽萍、王 立、李金林	基于隐含能的行业完全能源效率评价模型研究
	郭逸飞、宋 云、张彩丽、 薛鹏丽	瑞典环境许可制度的特点分析及启示
	唐 玲、孙晓峰	生态设计产品生命周期评价——以洗衣液为例
能源科技篇	林卫斌	城市绿色发展能源科技战略研究——以北京市为例
	张生玲、郝泽林、曾贺清	中国新能源发展的若干思考
	周晔馨	北京家用纯电动车发展情况与未来趋势

目 录

总 论 发展绿色科技，建设美丽中国	1
-------------------	---

绿色发展篇

“十三五”环保科技发展的思考	23
真实进步指数十：测量哪些指标	27
技术绿色化及其原则	32
对绿色科技发展的几点思考	35
绿色科技推动经济可持续发展	38

城市绿色发展篇

以绿色化引领新型城镇化	47
关注城市绿色发展中的新兴技术风险	53
京津冀协同绿色增长战略——基于生态协同演化的视角	58
中国城市绿色增长效率、影响因素及战略路径——以丝绸之路经济带城市为例	64
城市的绿色发展需要系统的解决方案	73
中国“智慧城市”建设的几点思考	76
北京市雾霾现状及其治理	86

绿色产业篇

借助白酒产业绿色元素推动城市绿色发展——四川省泸州市调研报告之一	99
中国工业碳排放绩效的区域差异及影响因素研究——基于省域数据的空间计量分析	105
中国工业废气治理中的技术效应、规模效应与结构效应	119
发展循环经济，升级传统产业——镇江经济开发区“绿色企业”调研报告	130
技术创新与绿色工业	142
北京市服务业清洁生产工作的现状、问题及建议	157
基于隐含能的行业完全能源效率评价模型研究	165
瑞典环境许可制度的特点分析及启示	177
生态设计产品生命周期评价——以洗衣液为例	183



城市绿色发展能源科技战略研究——以北京市为例	193
中国新能源发展的若干思考	214
北京家用纯电动汽车发展情况与未来趋势	224

表 目

表 1	2011—2014 年我国能源消费情况	15
表 2	2011—2014 年我国废气中主要污染物排放量	15
表 3	2006—2012 年丝绸之路经济带各城市绿色增长效率均值及排序	67
表 4	丝绸之路经济带各省区内部城市绿色增长效率差异	68
表 5	绿色增长效率与各影响因素的关系估计结果	70
表 6	指标体系建立	107
表 7	能源种类的碳排放系数表	108
表 8	2005—2011 年全国各省份年均 Malmquist 绩效值及其分解	108
表 9	三区域 Malmquist 碳排放绩效的平均值及其分解结果	110
表 10	空间滞后模型(SLM)估计结果	113
表 11	空间误差模型(SEM)估计结果	113
表 12	分地域各因素对碳排放绩效影响的 SEM 模型估计结果	114
表 13	中国三类工业废气排放量、实际 GDP 及工业结构份额(1990—2013)	121
表 14	中国工业废气排放量变化率及其效应分解(1991—2013)	124
表 15	模型检验结果	126
表 16	2007—2011 年中国 36 个行业绿色增长指数	148
表 17	高、中、低绿色行业面板数据模型选择的协方差分析检验	151
表 18	工业行业绿色增长指数 GGII 影响因素的面板数据模型估计结果	151
表 19	行业完全能源效率的分析结果(DEA 无效的行业)	171
表 20	北京各行业完全能源超效率排序结果	174
表 21	中国市场上具有典型代表意义的洗衣液配方清单	185
表 22	普通洗衣液与浓缩洗衣液成分变化	185
表 23	原材料运输数据	186
表 24	洗衣液浓缩化节约的运输数据	186
表 25	生产能耗所需清单	186
表 26	生产浓缩洗衣液所节约的能耗与水耗	186
表 27	包装材料所需清单	187
表 28	洗衣液浓缩化所节约的包装材料数据	187
表 29	洗衣液运输数据	187
表 30	洗衣液生命周期环境影响变化	187
表 31	近两年国家推动太阳能及建筑节能发展的部分政策	201
表 32	北京投运的部分天然气三联供项目	205

表 33	近年来国家有关天然气 CCHP 的相关政策	206
表 34	近年来北京市推广新能源汽车的部分政策	210
表 35	2014 年、2015 年北京市纯电动小客车财政补贴标准	226

图 目

图 1 绿色科技的内涵框架	5
图 2 2011—2014 年生活垃圾无害化处理率	16
图 3 传统生态经济模式	27
图 4 经济足迹	28
图 5 真实进步指数	29
图 6 美国佛蒙特州 GPI 指数走势	30
图 7 绿色转型示意图	54
图 8 产业群落与外部环境协同演化概念模型	61
图 9 北京 2015 年 1 月 1 日至 12 月 31 日美国大使馆 PM _{2.5} 公开数据	87
图 10 2013 年北京市 PM _{2.5} 污染源构成	91
图 11 2010—2015 年北京第一季度空气质量平均指数	93
图 12 2005 年碳排放绩效 Moran's I 散点图	111
图 13 2011 年碳排放绩效 Moran's I 散点图	111
图 14 中国三类工业废气排放量变化趋势(1990—2013)	123
图 15 中国工业废气减排过程中的技术效应(1991—2013)	125
图 16 金东纸业循环造纸示意图	132
图 17 排放废水养鱼	135
图 18 检测空气质量的动物饲养区	135
图 19 企业循环产业链	137
图 20 生产反应塔	137
图 21 物料运输管道	137
图 22 太阳能板生产车间	140
图 23 轻工业、重工业与工业全行业的绿色增长指数	150
图 24 工业三大门类与全行业的绿色增长指数	150
图 25 普通洗衣液和浓缩洗衣液的环境影响(单次洗涤)	188
图 26 洗衣液浓缩化所产生环境效果改善图(单次洗涤)	188
图 27 1997 年以来北京市天然气消费量与增速	204
图 28 1997 年以来北京市发电供热天然气消费量及占比	204
图 29 2011—2014 年全国新能源汽车产量及增长率	209
图 30 主要发达国家和地区可再生能源发展	216
图 31 新兴市场国家可再生能源发展	216

图 32	2012 年中国能源消费结构	217
图 33	2011—2012 年中国非化石能源发电装机容量	218
图 34	主要光伏技术大国在华申请专利情况	219
图 35	2014 年个人新能源小客车指标申请及配置情况	227
图 36	2014 年度示范应用新能源小客车上牌数量分布	229
图 37	北京在售新能源汽车补贴前后价格比较	230
图 38	北京市当前在售新能源汽车续驶里程比较	230
图 39	2011—2014 年私人领域电动汽车示范运营情况	231
图 40	纯电动车 2014—2015 年 12 期配置数量	231



颜振军 黄 露

中共十八届五中全会提出，要坚持绿色发展，必须坚持节约资源和保护环境的基本国策，坚持可持续发展，坚定走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路，加快建设资源节约型、环境友好型社会，形成人与自然和谐发展现代化建设新格局，推进美丽中国建设，为全球生态安全做出新贡献。绿色发展理念的提出，是对中国过去发展模式的一种反思和调适，也意味着未来“绿色”将成为中国的发展理念和发展方式，约束和引导中国发展模式更加环保和可持续。

在狭义上，绿色发展就是要发展环境友好型产业，降低能耗和物耗，保护和修复生态环境，发展循环经济和低碳技术，使经济社会发展与自然相协调。从广义上来看，绿色发展包括六个方面：均衡发展、节约发展、低碳发展、清洁发展、循环发展、安全发展。

当今世界，经济社会发展离不开科技进步。科学技术作为“双刃剑”存在正效应和负效应，如何扩大正效应，规避负效应，更好地为绿色建设服务，这不仅要求限制人类对某些技术的应用，更重要的是树立绿色科技观念。^① 绿色发展作为 21 世纪的主流，使得绿色科技不再单纯地以经济增长为唯一目标，而要紧紧围绕可持续发展的思路，充分考虑科技带来的经济效益、社会效益、生态效益，使绿色科技成为可持续发展的重要依托。

^① 刘晨，周桂英。生态文明视野下的绿色科技建设。科技信息，2012(5)。

>>一、绿色科技概述<<

(一)绿色科技的产生渊源

1. 环保思潮：绿色科技孕育和产生的动因

人类社会经济发展史表明，科学技术水平总是代表着一定的生产力和社会历史时期。石器代表着原始社会的生产力，铜器代表着奴隶社会的生产力，铁器代表着封建社会的生产力，而蒸汽机和电气化则代表着资本主义社会的生产力。近代工业文明发展的主要标志是机器大生产取代了直接用人力和畜力进行加工的生产方式，而不断出现的科学和技术革命，又给工业文明以强有力的支撑，使其不断地发展，拓展出自己的领地或空间。20 世纪中叶以后，生物工程、激光通信、空间技术、海洋开发以及新材料、新能源的发现则开辟了一个新技术革命的时代。

技术的应用有两面性。从经济学的角度来看，以往的技术有许多是以征服自然为目的的，人类并没有意识到自身的活动对大自然带来的变化和危害。市场经济的大规模生产，以获取最大利润为主要目的。在单纯追求短期效益和人们保护环境意识尚未觉醒的情况下，所发展的生产技术都带有很大的缺陷，或者说所发展的技术多是不完全的。

在资源开发方面，人们往往只注重发展大规模采掘自然资源的技术与装备，以获得最大的财富，而很少关注资源的养护与再生。正如 20 世纪 70 年代后期美国学者佩奇(Page)分析的技术进步不对称，即资源开发和环境保护技术的不对称。^① 在生产方面，只注重利润最高的主产品的生产，而将其余物质都作为废物丢弃掉了。因此曾有人形容：当今世界，垃圾成灾，特别是有毒废品的扩散，无异于人类向地球宣战，自掘坟墓。在消费方面，发明了用后即丢的一次性消费方式，不关心丢掉的废物可能产生的不利影响，这种具有缺陷或不完整的技术所造成的生产力是空前的，其造成的环境影响也是前所未有的。目前，人类社会面临的温室气体排放过多造成的全球气候变化，使用氟碳化合物造成的臭氧层问题，排放二氧化硫和氮氧化物形成的酸雨危害，遍布全球的有毒有害化学品污染，以及由于过度地大规模开发自然资源导致的全球生态环境恶化问题，可以说是人类在追求致富过程中正在逐步毁掉自身继续生存和发展的基础。

上述这些问题导致 1972 年联合国人类环境会议和 1992 年联合国环境与发展大会的召开及民间环保思潮和绿色环保运动的兴起，宣告人类活动以征服和改造自然为主的历史时期行将结束，而谋求人与自然协调、人与生物共处、保持环境清洁和维护地球生态平衡的新时期即将开始。

2. 技术批判：绿色科技生成和崛起

这里最为典型的当数法兰克福学派，法兰克福学派学者将自己的理论称为“社会批判理论”，对理性主义的批判是法兰克福学派社会批判理论的基础，是法兰克福学派永恒的理论主题，贯

^① 洪银河. 可持续发展经济学. 北京：商务印书馆，2000.

穿在学派的基本著作中。同时,法兰克福学派对技术的批判构成了其社会批判理论的核心,他们认为:“由技术和理性结合而成的工具理性或者技术理性是理性观念演变的最新结果。”^①如雷可海默和阿道尔诺合著的《启蒙的辩证法》、马尔库塞的《爱欲与文明》和《单向度的人》等。^②艾瑞克·弗洛姆将其称为“不健全的、病态的”现代社会,通过一种“人文主义伦理学”的确立,促成一个“健全的社会”。在代表人物艾瑞克·弗洛姆看来,这个病态社会的根源在于技术的非人道化的发展,而要促成一个健全的社会,首要的是实现技术社会的人道化,因此对技术的批判和对技术社会的改造方案也就构成了弗洛姆的人道主义伦理学的重要组成部分。^③在1968年出版的《希望的革命:走向人道化的技术》一书中,艾瑞克·弗洛姆对他的这种技术批判理论作了系统论述。理性主义者对于技术的深刻批判和解析,为绿色科技大潮的到来起到了重要的作用。

3. 清洁生产:绿色科技发展和壮大的价值

自工业革命以来,世界经济的发展基本上是用资源的高投入,拉动经济高速增长的发展模式,其典型表现是“高消耗、低效益、重污染”。1972年,在瑞典召开的联合国人类环境会议通过了《人类环境宣言》,此后很多国家开始了“先污染,后治理”的工业污染防治。但是实践表明,将工业生产中产生的废水、废气和固体废弃物治理,放在生产过程的末端进行的处理模式,是一种投资大、技术要求高、浪费资源的低效益治理模式,是一种治标不治本的方法,因此人们开始思考新的环境治理方式。

“清洁生产”于1974年出现在3M公司提出的“3P计划”中。^④其基本观念可归纳为:污染物质仅是未被利用的原料,“污染物质”加上“创新技术”可变为“有价值的资源”。清洁生产的提出,就需要与之相配套的清洁生产的科技。之后,清洁生产在全世界发展开来,1976年,欧共体在巴黎召开了“无废工艺和无废生产国际研讨会”,开始着眼于新的处理环境污染的方法,1979年欧共体理事会宣布推行清洁生产的政策,同年通过《关于少废无废工艺和废料利用的宣言》。关于清洁生产的定义,中外学者对此意见不一,但是都认为清洁生产是对生产过程和产品实施的综合防治战略,是产品从生产到消费的全过程中为减少风险所应该采用的措施。综合联合国环境规划署与环境规划中心对清洁生产的各种表述,将其定义为:清洁生产是将综合预防的环境策略持续地应用于生产过程和产品中,以便减少对人类和环境的风险性。

1992年,联合国环境署在中国厦门市举办的清洁生产培训班,首次将清洁生产的理念引入中国。我国也在1994年《中国21世纪议程》中,专门针对清洁生产做了论述,以后在《关于环境保护若干问题的决定》中要求企业要提高技术起点,采用能耗低、污染排放量少的清洁工艺。在国家环保部1997年颁布的《关于推进清洁生产的若干意见》中明确要求环境保护部门将清洁生产

① 陈振明. 法兰克福学派与科学技术哲学. 北京:中国人民大学出版社,1992.

② 高亮华. 人文主义视野中的技术. 北京:中国社会科学出版社,1996.

③ 刘敏. 技术与人才——弗洛姆技术人道化思想研究. 自然辩证法通信,2006(5):18-23.

④ 陈玉祥,陈国权. 3M公司和“3P”计划. 管理现代化,1990(3):49-51.

纳入已有的环境管理政策中，以便深入促进清洁生产。清洁生产技术的提出以及在全球的迅速蔓延，也为绿色科技的兴起提供了技术上的支持。

(二)绿色科技的内涵

当前，人们对于绿色科技的认识还较为笼统。例如，对于绿色科技的定义，众多领域的专家学者有各自的观点。环保专家认为绿色科技就是环境保护科技；生态学家认为绿色科技就是生态科技；还有的认为绿色科技就是可持续发展的科技。显然，这些认识都有其正确的成分，但又需进一步完善。总体而言，目前对绿色科技内涵的理解还没有一个较准确且被公认的清晰表述，一般以“绿色”定义为基础探讨绿色科技的内涵。

从诸多学者对“绿色”的各种认识中可以发现，“绿色”是一种形象的说法，它代表环境、生命，象征着环保和接近自然。张远增把这种“绿色”概括为可持续发展的替代词。^①可见，在“科技”前冠以“绿色”，试图表明该科技有益于环境或于环境无害。周光召院士在国家环保总局的《绿色科技计划》中提出：“绿色科技是指能够促进人类在地球上长久生存与发展，有利于人与自然共生共荣的科学技术。”^②诸大建等学者认为绿色科技就是可持续发展的科技。^③他们指出绿色科技在概念上扩展了绿色技术的范畴，主要涉及：(1)资源的合理开发，综合利用与保护等；(2)发展清洁生产技术；(3)提倡文明适度的消费(又称绿色消费)和生活方式。清华大学在宣布创建绿色大学时，把绿色科技解释为用环境意识贯穿到科技工作的各个方面和全过程，优先发展符合生态学原理的技术、工艺和设备，为国民经济主战场服务等。以上诸多学者对绿色科技的定义和解释均有代表性，它们在很大程度上揭示了绿色科技的内涵。

此外，在美国环保局科技计划中，将绿色科技划分为“浅绿色科技”和“深绿色科技”。“浅绿色科技”是指用于减少废弃物产生的科技，主要指清洁生产及能源的节约和综合利用等技术，如电动汽车开发技术等。“深绿色科技”是指污染治理科技，即专门处置废弃物的科技，它是绿色科技中能明显改善生态环境状态的部分。我们认为，绿色科技就其本质而言，就是人类在生产与消费两大领域中实现人与自然、人与人之间的协调发展。绿色科技与传统科技以及一般的现代科技有相同点也有区别，它是借鉴和汲取传统科技发展的经验并在当代先进科技水平的基础上注入新内涵、新特点。绿色科技有两个显著特征：一是生态性，科技发展不仅考虑它是否满足人和社会的需要以及对人和社会的影响，而且还要考虑它对自然的影响，要考虑能否实现自然、社会和人的协调发展。二是人本性，“以人为本”强调人是科技发展的出发点和归宿。生态文明的建设着眼于人与自然整体的协调发展，兼顾人类当前的利益。人本性还要求科技发展应该注重人的物质生活、精神生活等多方面需要，强调科技进步要有利于人类整体的、长远的可

① 张远增，绿色大学评价，教育发展研究，2000(5)。

② 陈昌曙，关于发展“绿色科技”的思考，东北大学学报(社会科学版)，1999。

③ 诸大建，走可持续发展之路，上海：上海科学普及出版社，1999。