

我国节能环保投入 与绩效情况报告

孙红梅 等 著



上海师范大学应用文科计划
国家自然科学基金面上项目
“我国环保产业R&D投入的决策理论与评价方法研究”（71673189）支持

我国节能环保投入 与绩效情况报告

孙红梅 等 著

图书在版编目(CIP)数据

我国节能环保投入与绩效情况报告/孙红梅等著. —上海:上海财经大学出版社, 2017. 9

ISBN 978-7-5642-2821-7/F · 2821

I. ①我… II. ①孙… III. ①节能-产业发展-投资收益-研究报告-中国 IV. ①F426.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 212974 号

□ 责任编辑 朱静怡

□ 整体设计 JUN Studio

WOGUO JIENENG HUANBAO TOURU YU JIXIAO QINGKUANG BAOGAO

我国节能环保投入与绩效情况报告

孙红梅等 著

上海财经大学出版社出版发行
(上海市中山北一路 369 号 邮编 200083)

网 址: <http://www.sufep.com>

电子邮箱: webmaster@sufep.com

全国新华书店经销

上海华业装潢印刷厂印刷装订

2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16 14 印张(插页:1) 203 千字
定价:48.00 元

摘 要

随着生态、资源、环境与经济的关系越来越紧密,我国“十三五”规划提出“坚持绿色发展,着力改善生态环境”,并在 2016 年连续出台“生态文明建设方案”“环保税法”“十三五节能减排综合工作方案”等一系列节能和环保的相关法规政策,2017 年政府工作报告再次将节能与环保列为重点工作。

本报告在对我国节能环保现状分析的基础上,总结了我国节能环保投入基本情况;在对影响我国节能环保因素进行了单因素分析后,从理论上探索了能源利用效率与环境保护机理,并选择了全国各地区的样本数据,利用 DEA 数据包络法进行多投入与多产出的实证分析;在对美国、加拿大、日本、德国等国家节能环保的投资政策、投资行为、投资层次等进行分析的基础上,运用空间数据分析法对比我国各地区节能环保投资绩效进行了空间差异性分析;并在此基础上对金融、科技投入等影响节能环保的主要因素进一步做回归等实证分析,探讨金融政策与科技政策对节能环保绩效的作用;最后对我国节能环保目标与经济的协调性进行了探讨,分析了节能环保面临的问题和发展趋势,提出了发展建议。研究结果表明,我国节能环保投入总量是逐步上升的,但是与经济发展速度相比明显滞后,同时,



区域之间能源效率存在明显的空间差异与溢出效应；节能与环保有明显的相关性，未来需要在投入结构、投入层次与投入主体多样性等方面分类分级进行，在细分行业特征的基础上分区域投入，从而提高投资绩效。

关键词：节能环保，投资绩效，能源效率，目标权衡

目 录

摘要	1
一、我国节能环保现状	1
(一)我国能源现状	1
1. 石油	2
2. 天然气	3
3. 煤炭	5
4. 核能	7
5. 水电	8
6. 一次能源消费状况	9
(二)我国环保现状	14
1. 水	14
2. 大气	17
3. 土地	19
(三)节能环保发展状况	20
1. 相关政策	20
2. 发展状况	24
(四)我国节能环保不同区域状况与比较	29
1. 煤炭消耗量变动	30



2. 石油消耗量变动	31
3. 电力消耗量变动	32
4. 水资源	33
二、我国节能环保投入情况	36
(一)投入构成	36
1. 投资来源	36
2. 投入层次	41
3. 投入方向	41
(二)投入水平	43
1. 主要发达国家节能情况	44
2. 我国的基本情况	51
3. 比较与启示	56
(三)我国不同区域节能环保投入情况与比较	57
1. 各省份自身的环保投资弹性系数	57
2. 东、西和中部的环保投资总额	57
3. 环保投资占 GDP 的比例	59
4. 各省份环保投资构成	59
5. 各省份电力消耗	61
三、影响节能环保投入的因素分析	64
(一)社会发展水平	65
(二)人文地理因素	68
(三)污染情况	71
(四)科技水平	73
(五)能源消耗水平	74

(六)节能环保投入影响因素的实证分析	76
1. 数据选取及指标体系的建立	76
2. 单位根检验	77
3. 面板数据的协整检验	78
4. 相似性检验	78
5. 面板数据的回归	79
6. 模型结果评价	80
四、能源利用效率与环境保护机理	82
(一)能源利用效率理论	82
1. 物理学	82
2. 管理学	84
3. 经济学	84
(二)环境保护效益	85
1. 环境保护效益定义	85
2. 环境保护效益指标体系	85
(三)能源利用效率与环境保护的关系	86
1. 能源利用效率与环境保护关联	86
2. 能源与环保协调发展的措施	87
3. 能源与环境问题	88
(四)提高能源利用效率的途径与措施	89
五、节能环保投入绩效分析	92
(一)国外主要发达国家经验借鉴	92
1. 美国	92
2. 日本	94



3. 欧洲各国	96
4. 发达国家的经验总结	97
(二)节能环保投入绩效评价体系	98
1. 经济指标	98
2. 社会指标	98
3. 环境指标	99
(三)我国节能环保投入绩效实证分析	100
1. 样本选定	100
2. 变量设计	100
3. 实证过程	100
4. 结果分析	102
(四)我国不同区域节能环保投入绩效差异分析	103
1. 节能环保绩效地域聚集程度指标及空间相关性	103
2. 空间面板模型分析	104
3. 结果分析	106
六、我国区域节能环保科技投入分析	108
(一)投入现状	108
1. 科技投入强度	109
2. 环境污染治理投资强度	111
(二)理论分析与假设的提出	113
(三)绩效评价设计	115
1. 影响因素	116
2. 指标体系的构建	118
(四)绩效差异的空间实证分析	124
1. 研究设计	124

2. 数据选取与处理	125
3. 模型构建	125
七、区域金融发展对环保产业绩效的影响	133
(一)现状分析	133
(二)途径分析	135
1. 外部规模效应	136
2. 金融扩散效应	137
3. 金融外溢效应	137
4. 金融资源使用效率	139
5. 促进技术创新	139
(三)影响机理分析	140
1. 金融集聚效应	141
2. 资本支持效应	141
3. 资本配置效应	142
4. 企业监督效应	143
5. 政府引导效应	143
6. 绿色金融效应	144
(四)研究假设	144
(五)理论模型	146
(六)区域金融发展对环保产业综合效益影响的面板分析	146
1. 指标构建	146
2. 样本数据及模型设定	149
3. 区域金融发展水平评价分析	151
4. 面板数据模型参数估计	154
(七)区域金融对环保产业增长的空间模型分析	156



1. 空间面板模型概述	156
2. Moran 相关性检验	157
3. 空间模型分析	159
4. 模型结果分析与建议	160
八、节能环保产业发展的特征分析	162
(一)主要发达国家发展历程与特征	162
1. 美国	162
2. 日本	168
3. 德国	172
4. 加拿大	174
(二)规律与启示	175
(三)我国节能环保产业发展历程与特点	176
1. 我国节能环保产业发展不同时期的特点	176
2. 我国节能环保产业发展特征	183
九、我国节能环保产业存在的问题与发展趋势	185
(一)节能环保产业目前存在的问题	185
1. 企业主动性节能环保意识不坚定	185
2. 相关法律与节能环保标准不完善	186
3. 节能环保产业结构与地域分布不均衡	186
4. 节能环保技术人才不足	186
(二)我国节能环保产业发展趋势分析	186
1. 政策有力促进,节能环保进入攻坚阶段	187
2. 产业结构优化,助推经济发展模式的转变	188
3. 节能减排力度进一步加大,相关节能企业发展空间巨大	189

4. 新技术、新领域不断拓展	189
5. 合作新模式	190
十、相关建议	192
(一)加快节能环保产业的发展	193
1. 完善法规政策,发挥政府职能	193
2. 与信息化相结合,紧跟国企改革政策	193
3. 对接资本市场,引入新型 PPP 合作模式	194
4. 发展绿色金融,辅助配合 PPP 模式	195
5. 鼓励节能环保企业进行海外并购整合	196
6. 重点发展节能产业	196
7. 利用先进技术发展智慧环保	196
8. 普及节能环保理念,发展非政府环保组织作用	197
9. 发挥市场机制,调整产业结构	197
(二)提升节能环保科技水平的建议	198
1. 依据地区资源差异进行调整,形成有效的资源配置结构	198
2. 开发利用新的无污染能源,提高能源利用率	198
3. 注重对科研人员和技术人员的培养和支持	198
4. 充分发挥节能环保科技投入绩效的空间溢出效应	199
5. 合理利用区域差异性	199
6. 加大对中、西部地区的投资力度	199
参考文献	200

一、我国节能环保现状

(一)我国能源现状

能源是工业化社会经济发展过程中的“血液”，没有充足的能源供应，社会经济难以整体持续发展。世界上任何一个发达国家都有一个可靠的能源保证体系。近些年来，我国能源工业的发展相对滞后于国民经济发展的步伐，在 20 世纪的最后 20 年里，我国能源消费的年均增长为 4.6%，尚不足国民经济增长率的 1/2。可以看出，在 21 世纪，尤其是前 20 年，我国能源工业面临着十分严峻的挑战。大力发展能源工业，加速建立可靠的能源保证体系已迫在眉睫。

我国能源现状主要有如下特点：

第一，我国是世界上最大的能源生产和消费国，但是由于我国人口众多，人均能源占有量远低于同期发达国家。

第二，能源结构失衡，环境污染严重，能源生产及增长呈现出“富煤、缺油、少气”，以及“新型能源短缺”的结构特征。

第三，能源消耗强度高、效率低、浪费大。我国可再生能源丰富，但可再生能源占能源消费的比重很低，可再生能源的发展还有很长的路要走。

能源是任何一个国家经济发展不可或缺的物质基础，是国民经济发展和产业结构提升的重要支撑。随着我国人口的继续增长和经济的快速发展，能源消费量的增加是必然的。

随着经济的发展，我国对能源的需求越来越大，能源供应已经成为制约国民



经济发展的重要因素。尽管我国的经济增长已经放缓且正经历结构转型,但是我国仍是世界上最大能源消费国、生产国和净进口国。根据《BP 世界能源统计年鉴 2016》数据显示,2015 年我国能源消费增长 1.5%,比起过去十年的平均水平 5.3%有了较大幅度下降,这也是我国自 1998 年以来能源消费增速最低值。尽管如此,我国仍然是世界上最大的能源消费国,能源消费量占全球消费总量的 23%、全球净增长的 34%。

1. 石油

我国石油资源主要分布在东部地区,包括东北、华北、江淮地区。东北和华北地区主要在松辽和渤海湾盆地,江淮地区包括河南和苏北等盆地,这些地区累积探明石油储量占全国近 75%。

截至 2015 年底,石油是化石能源中消费增长最快的能源,其消费量比 2014 年增长了 6.3%,增长率稍高于其十年平均水平。石油剩余可采储量为 18.5 亿吨,位居世界第 13 位,但仅占世界总量的 1.1%,石油储采比 11.7,远低于世界平均水平 50.7。2015 年我国石油产量 4 309 千桶/日,比 2014 年增长了 1.5%,占 2015 年世界石油产量的 4.9%,位居世界第 5 位,属于世界产油大国,见表 1-1。

2006—2015 年世界主要产油国石油产量											单位:千桶/日	
国家	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	变化 (%)	占比 (%)
美国	6 826	6 860	6 785	7 264	7 550	7 853	8 883	10 059	11 723	12 704	8.5	13.0
墨西哥	3 692	3 481	3 167	2 980	2 961	2 942	2 912	2 876	2 785	2 588	-7.0	2.9
委内瑞拉	3 336	3 230	3 222	3 033	2 838	2 758	2 701	2 678	2 685	2 626	-2.1	3.1
挪威	2 772	2 551	2 466	2 349	2 136	2 040	1 917	1 838	1 889	1 948	3.2	2.0
俄罗斯	9 818	10 043	9 950	10 139	10 366	10 518	10 639	10 779	10 838	10 980	1.2	12.4
伊朗	4 290	4 333	4 361	4 250	4 420	4 466	3 814	3 611	3 736	3 920	4.5	4.2
科威特	2 737	2 661	2 786	2 500	2 561	2 915	3 171	3 134	3 120	3 096	-1.1	3.4
沙特阿拉伯	10 671	10 268	10 663	9 663	10 075	11 144	11 635	11 393	11 505	12 014	4.6	13.0
阿联酋	3 098	3 002	3 027	2 725	2 895	3 320	3 403	3 640	3 685	3 902	5.3	4.0
尼日利亚	2 433	2 314	2 134	2 234	2 535	2 476	2 430	2 321	2 389	2 352	-1.5	2.6
中国	3 711	3 742	3 814	3 805	4 077	4 074	4 155	4 216	4 246	4 309	1.5	4.9
世界总计	82 487	82 277	82 818	81 182	83 283	84 097	86 218	86 591	88 834	91 670	3.2	100

数据来源:《世界能源统计年鉴 2016》。

2015 年,我国石油净进口增长 9.6%,至 737 万桶/日,创历史最高水平。我国进口原油 3.35 亿吨,进口成品油 69.5 百万吨,分别占世界的 16.98%和 6.75%,是世界石油进口第三大国,仅次于美国和欧洲。而美国原油进口量为 3.66 亿吨,成品油进口量为 98.1 百万吨,与我国相差不大。此外,我国还有少量原油和成品油出口,分别为 280 万吨和 3 670 万吨。因此,2015 年我国原油净进口量为 3.32 亿吨,成品油净进口量为 3 280 万吨。

随着经济的快速增长,我国对石油的消费也大幅增长,成为仅次于美国的全球第二大石油消费国。但我国石油能源仍存在很多问题:

第一,我国石油能源自给能力不足。我国石油消费量排名全球第二,但石油储量相对贫乏。根据相关资料显示,我国已经探明的石油资源主要分布在丘陵地区和沙漠地区,这些地区通常环境恶劣、地质条件较差,因此勘探和开发的难度较大、成本较高。

第二,我国石油能源战略储备不完善。我国的石油储备远远达不到西方发达国家的水平,也没有达到安全的程度,这与我国石油战略储备的制度建设不完备密切相关。

第三,我国石油海外投资产出程度低。我国石油超过一半以上来自中东地区,海外产油国政治局势动荡,必然会影响石油的正常开采和出口。

2. 天然气

天然气素有“绿色能源”之称,是一种优质、高效、清洁的化石能源,在所有化石能源中碳排放系数最低。我国具有丰富的天然气资源,截至 2015 年,天然气储量和产量增长迅速,在能源结构中的占比不断上升。天然气比煤炭清洁,其价格比石油便宜,而且已具备成熟的开采技术,将是未来取代煤炭和石油的重要能源。天然气已经被广泛地应用于国民生活和生产的各个领域,目前在世界能源消费结构中所占比重约为 24%。我国由于天然气工业基础相对薄弱,因此与国际平均水平相比,天然气在能源消费结构中的比例还很低。

截至 2015 年底,在化石能源中天然气的消费增长速度仅次于石油,比 2014 年



增长了 4.7%，远低于近十年的天然气增长率平均水平。我国天然气剩余可采储量 3.8 万亿立方米，世界排名第 11 位，占世界天然气剩余可采储量总量的 2.1%。天然气储采比 27.8，低于世界平均值 52.8。2015 年我国天然气产量 138 十亿立方米，名列世界第 6 位，比 2014 年增长了 4.8%，占世界当年天然气产量的 3.9%，见表 1-2。

表 1-2		2005—2015 年世界主要产气国天然气产量										单位:十亿立方米		
国家	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	变化 (%)	占比 (%)	
美国	511.1	524.0	545.6	570.8	584.0	603.6	648.5	680.5	685.4	728.5	767.3	5.4	22.0	
加拿大	187.1	188.4	182.7	176.6	164.0	159.9	159.7	155.7	156.1	162.0	163.5	0.9	4.6	
挪威	85.8	88.7	90.3	100.1	104.4	107.3	101.3	114.7	108.7	108.8	117.2	7.7	3.3	
俄罗斯	580.1	595.2	592.0	601.7	527.7	588.9	607.0	592.3	604.7	581.7	573.3	-1.5	16.1	
土库曼斯坦	57.0	60.4	65.4	66.1	36.4	42.4	59.5	62.3	62.3	69.3	72.4	4.5	2.0	
伊朗	102.3	111.5	124.9	130.8	143.7	152.4	159.9	166.2	166.8	182.0	192.5	5.7	5.4	
卡塔尔	45.8	50.7	63.2	77.0	89.3	131.2	145.3	157.0	177.6	174.1	181.4	4.2	5.1	
沙特阿拉伯	71.2	73.5	74.4	80.4	78.5	87.7	92.3	99.3	100.0	102.4	106.4	4.0	3.0	
阿尔及利亚	88.2	84.5	84.8	85.8	79.6	80.4	82.7	81.5	82.4	83.3	83.0	-0.4	2.3	
中国	51.0	60.6	71.6	83.1	88.2	99.1	109.0	111.8	122.2	131.6	138.0	4.8	3.9	
印度尼西亚	75.1	74.3	71.5	73.7	76.9	85.7	81.5	77.1	76.5	75.3	75.0	-0.3	2.1	
世界总计	2 790.9	2 891.2	2 964.5	3 071.7	2 983.3	3 208.5	3 299.9	3 362.6	3 410.7	3 463.2	3 538.6	2.2	100	

数据来源：《世界能源统计年鉴 2016》。

天然气具有储量丰富、降低单位 GDP 耗能、CO₂ 排放量最低、利用率高、经济效益好、污染小的优势。天然气是我国能源发展的战略选择，将会对优化能源结构起到积极作用。我国非常规天然气资源丰富，充分利用非常规天然气，将会对我国治理大气污染起到极大的推动作用。我国应加强常规和非常规天然气的发展，着力培育天然气市场，加强天然气发展的战略研究，引领天然气产业的健康发展。从当前和长远考虑，我国应坚持标本兼治、多措并举，充分发挥并利用天然气的优势，树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念，为造就美丽中国奠定坚实的基础。

3. 煤炭

我国自然资源的基本特点是富煤、贫油、少气,这就决定了煤炭在一次能源中的重要地位。与石油和天然气相比,我国煤炭的储量相对比较丰富,煤炭资源总量为 5.6 万亿吨,占世界储量的 11.6%。其中已探明可采储量为 1.1 万亿吨,占世界总可采储量的 12.8%,是世界第一大产煤国。

我国煤炭资源分布广泛,除上海以外各省市均有分布,但分布极不均衡。我国北方的大兴安岭—太行山、贺兰山地区煤炭资源量大于 1 000 亿吨,内蒙古、山西、陕西、宁夏、甘肃、河南六省区的全部或大部分地域,是我国煤炭资源集中分布的地区,其资源占全国煤炭资源量的 50% 左右。在我国南方,煤炭资源量主要集中在贵州、云南、四川三省,这三省煤炭资源量为 3 525.74 亿吨,占我国南方煤炭资源量的 91.47%;探明保有资源量占我国南方探明保有资源量的 90% 以上。

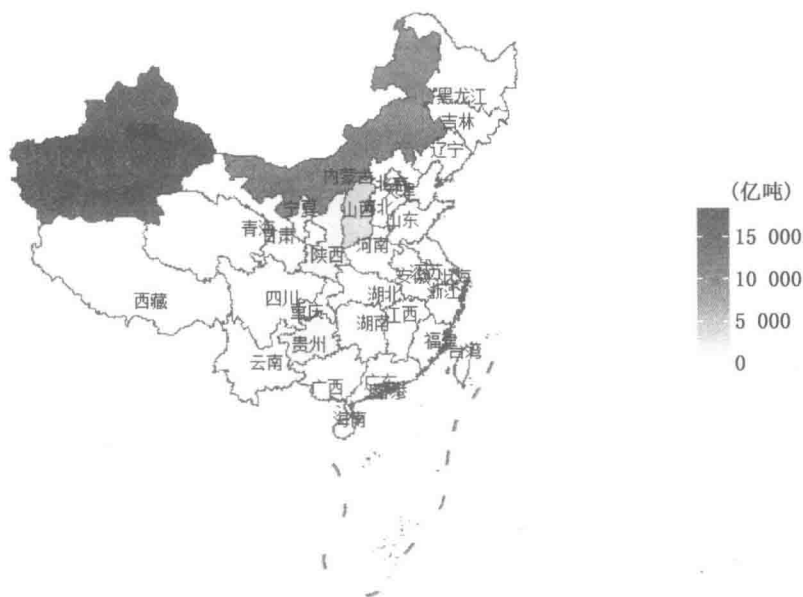


图 1-1 我国各省(市、自治区)煤炭储量分布

我国的能源结构持续改进。尽管煤炭仍是我国能源消费的主导燃料,2015 年占一次性消费能源 69%,但其占比值是历史最低值,近些年的最高值是 2005 年前