



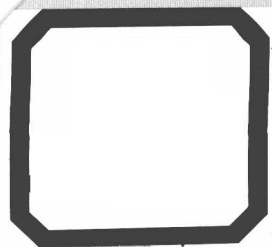
中国城市 能源效率 评估研究

宋国君 马 本 等著

Evaluation on the
Energy Efficiency to Cities in China



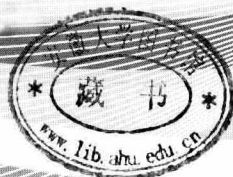
化学工业出版社



中国城市 能源效率 评估研究

宋国君 马 本 等著

Evaluation on the
Energy Efficiency in Cities in China



化学工业出版社

· 北京 ·

内 容 提 要

本书从节能政策与管理的视角,以城市为研究对象,评估了2005~2009年中国287个地级城市和直辖市的能源效率,涵盖了单位GDP能耗、人均能耗和城市居民人均生活能耗等主要指标。主要研究内容包括:中国城市能源信息公开现状评估;基于能效标杆的城市能源效率的评价方法的建立;在城市分类基础上的能源效率标杆体系;能效标杆体系在城市节能政策和管理中的应用。

全书共分为8章。第1章总论,包括研究背景、能源效率内涵、研究目的、研究方法和研究思路;第2章能源统计制度与评估指标,分析城市节能信息统计制度,评估城市能效数据质量,提出城市能效评估指标;第3章城市能效标杆评估研究方法,介绍了标杆管理与城市能效标杆的涵义,基于客观因子的城市分类思路,能效分布检验与标杆制定方法以及能效标杆的应用;第4~6章利用城市能效标杆评估方法,分别就单位GDP能耗、人均能耗、城市居民人均生活能耗三个指标制定了标杆,并对城市能效进行了评估,包括城市分类、能效标杆制定、标杆合理性分析、评估结果、结论与建议等内容;第7章城市能效标杆体系的应用,包括建立城市能效标杆评估系统,基于城市能效标杆的中国节能政策完善建议,生活节能视角下的中国可再生能源政策完善建议等;第8章研究结论和政策建议,由城市能效评估主要结论、城市能效评估研究方法结论和完善中国节能管理的建议三部分组成。

本书可供环境、资源、能源等领域的技术人员、管理人员阅读使用,也可供高等院校环境政策与管理、能源经济学、环境经济学等相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国城市能源效率评估研究/宋国君,马本等著. —北京:
化学工业出版社,2013.1
ISBN 978-7-122-15605-1

I. ①中… II. ①宋…②马… III. ①城市-能源效率-研究-
中国 IV. ①F206

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第244184号

责任编辑:满悦芝
责任校对:王素芹

文字编辑:荣世芳
装帧设计:张 辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:北京云浩印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张8¾ 字数211千字 2013年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:48.00元

版权所有 违者必究

前言

地级市是行政区的概念，在当前，普遍包括城市辖区、辖县（或所辖县级市）的行政区，不仅是指覆盖城区的城市，也包括农村。很多指标就是这样定义的，也有仅指城镇的统计指标，本报告中指标的统计范围均在相应部分做了说明。地级市是中国当前最具体和规范的管理单元，上承省级政府的宏观管理，下启企业、机构的具体管理。同时，城市也是最规范的基层管理单元。县级市由于规模和人才等原因，管理的规范性低于城市。截至 2009 年末，中国地级市有 283 个（不包括地级行署以及自治区等的州），加上 4 个直辖市，其在人口、能源消耗等方面已经具有相当的代表性，比省级单元的样本大出很多，具有统计意义，很有研究价值。

本书所用的能效已不是物理或工程方面的能效，是更宽泛或偏向管理含义的能效的概念，有经济方面的效率，有人均能耗的效率，有工业方面的效率，也有生活用能方面的效率，所有这些效率都有不同的涵义。为了简单和易读，仍采用城市能效的说法。

评估的目的是比较，比较的基础是可比。尽管统计部门已把概念和统计口径等都做了界定，但是，能源毕竟只是生产和生活的投入要素之一，因此，站在城市的高度，可比性是有限度的，即本书的评估结果具有一定程度的可比性，但达不到工程尺度的可比性。为了提高可比性，本书首先对影响城市能效的客观因素进行了分类，目的是增加管理意义上的可比性。

能效标杆是本报告的核心内容，根据我们建立的数据库，标杆研究大量地应用了统计学的方法和技术，以期更加规范。每个指标的处理都是为了可比，为了向先进学习。目前使用的指标还不够多，随着统计指标的增加、研究的进展，还会有更多的指标加入，增加指标是为了更全面、深入地理解差别。

城市能效评估是本团队近几年的研究成果总结。作为研究团队负责人，宋国君设计了本书的框架和主要内容，并负责全书的统稿。编写具体分工如下：第 1 章由马本负责，刘帅参与了 1.2 节；第 2 章由刘帅负责，陈德良参与了 2.2 节；第 3 章、第 4 章由马本负责；第 5 章由刘帅负责；第 6 章由杜倩倩负责；第 7 章由马本和虞耀负责，马本、刘帅、杜倩倩完成 7.1 节，虞耀和马本完成 7.2 节和 7.3 节；第 8 章由马本负责，刘帅和杜倩倩参与了 8.1 节。北京数汇通环境技术研究院有限公司（<http://www.3edata.com>）为本书的研究提供了全部数据和部分数据处理工作的支持。

本书的研究是对省区层次能源相关研究的进一步延伸，傅毅明、陈德良、王晨、韩允磊等的前期研究成果为本研究奠定了基础，在此对他们的工作表示感谢。

张坤民教授、张象枢教授、牛维麟教授、马中教授、赵彦云教授、史丹教授、吴俊杰教授、杨昌举教授、周凤起研究员、胡涛研究员、裴晓菲研究员、姜克隽研究员、周宏春研究员、杨富强博士、张磊副教授、吴健副教授、桂华博士、曾衡博士、王承波先生等专家学者

参与了本书相关研究成果的研讨或为本书提出了修改意见，在此表示感谢。

本书得到了中国人民大学重大基础研究计划“中国城市能源资源基础数据库与中国城市能源资源效率评估年度报告”（12XNL005）的资助。

本书中的研究仍是初步研究，许多深层次的证明基本没有开展，因此，分类、标杆等都有进一步研究的必要，欢迎读者给予批评、指正。

宋国君

2013年1月于中国人民大学

目 录

1 总论	1
1.1 背景	1
1.1.1 中国城市能源效率差异大且能源消费总量持续增长	1
1.1.2 缺乏城市能效定量分析工具，节能目标“一刀切”	2
1.1.3 缺少对城市层次能源效率相关信息的系统梳理和评估	2
1.1.4 标杆管理在公共管理领域的应用成为趋势	3
1.2 能源效率的内涵	4
1.2.1 从投入与产出的关系把握能源效率的内涵	4
1.2.2 从强可持续发展的角度把握能源效率的内涵	5
1.3 研究目的	6
1.4 研究方法	7
1.4.1 文献分析与综述	7
1.4.2 二手数据调研	7
1.4.3 统计学分析方法	7
1.4.4 计量经济分析法	7
1.4.5 案例研究法	7
1.5 研究思路	7
2 能源统计制度与评估指标	9
2.1 城市节能信息统计制度分析	9
2.1.1 城市节能信息统计指标	9
2.1.2 城市节能信息统计核算	9
2.1.3 城市节能信息的数据采集方式	10
2.1.4 城市节能信息的公开	13
2.1.5 城市节能信息统计制度存在的问题	14
2.2 城市能效数据的质量评估	14
2.2.1 统计数据质量的涵义	14
2.2.2 能效数据的质量评估	15
2.3 城市能效评估指标选择	18
2.3.1 城市能效评估指标	18
2.3.2 数据来源	19
3 城市能效标杆评估研究方法	20
3.1 标杆管理与城市能效标杆	20
3.1.1 标杆管理的内涵与步骤	20
3.1.2 标杆管理的应用领域	21
3.1.3 城市能效标杆的涵义	22
3.2 基于客观因子的城市分类	22

3.2.1	能效影响因子的识别	22
3.2.2	按客观因子进行城市分类	23
3.3	能效分布检验与标杆制定	24
3.3.1	标杆制定的思路	24
3.3.2	能效分布检验	24
3.3.3	能效分布函数估计	25
3.3.4	标杆评估函数的建立	25
3.3.5	能效标杆的制定	26
3.4	能效标杆在城市能效评估中的用途	27
3.4.1	城市能效标杆评估	27
3.4.2	节能“最佳实践”识别	27
3.4.3	城市节能管理策略与政策制定	27
4	城市单位 GDP 能耗标杆制定与评估	28
4.1	城市分类	28
4.1.1	影响单位 GDP 能耗因子的筛选	28
4.1.2	城市能效影响因子的确定	31
4.1.3	能效影响因子的显著性检验	31
4.1.4	城市分类过程与结果	34
4.2	能效标杆的制定	42
4.2.1	单位 GDP 能耗分布检验	42
4.2.2	总体参数的估计	44
4.2.3	标杆评估函数的建立	45
4.2.4	能效标杆的设定	46
4.3	标杆合理性分析	47
4.3.1	不同类别的城市能效规律分析	47
4.3.2	类内不同城市能效水平的规律分析	49
4.4	单位 GDP 能耗标杆评估结果	50
4.4.1	分类别最先进城市	50
4.4.2	分类别最落后城市	51
4.4.3	分类别进步最显著城市	52
4.4.4	分类别退步最显著城市	53
4.5	结论与建议	53
4.5.1	绝大多数城市单位 GDP 能耗呈下降趋势	53
4.5.2	不同类别城市的单位 GDP 能耗下降速度差异大	54
4.5.3	单位 GDP 能耗高的城市更容易完成节能目标	54
4.5.4	单位 GDP 能耗难以有效控制能源消费总量	56
4.5.5	考虑客观因素的城市分类更能准确反映城市节能努力	57
4.5.6	能源效率较为落后的城市是节能管理的重点	57
5	城市人均能耗的标杆制定与评估	58
5.1	城市分类	58
5.1.1	影响因素的识别	58

5.1.2	影响因素的显著性检验	60
5.1.3	城市分类过程与结果	63
5.2	能效标杆的制定	71
5.2.1	分布检验	71
5.2.2	参数估计	73
5.2.3	标杆设定	74
5.3	标杆合理性分析	74
5.3.1	不同类别城市间人均能耗差异的检验	74
5.3.2	同一类别下不同能效水平的城市人均能耗差异检验	76
5.4	人均能耗标杆评估结果	77
5.4.1	分类别较先进城市	77
5.4.2	分类别较落后城市	77
5.4.3	分类别进步较快城市	78
5.4.4	分类别退步较快城市	78
5.5	结论与建议	78
5.5.1	绝大多数城市的人均能耗呈上升趋势	79
5.5.2	人均能耗指标能更好地反映总量控制的程度	79
5.5.3	人均能耗低的城市需要作为主要的控制对象	82
6	城市居民生活用能标杆制定与评估	85
6.1	城市分类	85
6.1.1	影响人均生活用能因子的筛选	85
6.1.2	城市能效影响因子的确定	86
6.1.3	居民生活能耗影响因子的显著性检验	86
6.1.4	城市分类过程与结果	89
6.2	能效标杆的制定	93
6.2.1	人均居民生活能耗分布检验	93
6.2.2	总体参数的估计	95
6.2.3	能效标杆的设定	95
6.2.4	人均生活能耗分类别排名	96
6.3	标杆合理性分析	98
6.3.1	不同类别的城市人均生活能耗规律分析	98
6.3.2	类内不同城市人均生活能耗水平的差异显著	98
6.4	结论与建议	99
6.4.1	绝大多数城市人均生活能耗逐年增加	99
6.4.2	部分高收入城市人均生活能耗很高	99
6.4.3	个别城市排序持续先进	100
6.4.4	按客观因素进行城市分类后的生活能耗更合理	100
6.4.5	完善生活能耗统计指标体系	101
6.4.6	构建有利于生活节能的能耗计量和收费制度	101
6.4.7	建立有利于节能型家电推广和普及的政策体系	101
6.4.8	建立居民生活节能宣传教育信息平台	101

7 城市能效标杆体系的应用	102
7.1 城市能效标杆评估系统的建立	102
7.1.1 典型城市案例——北京市	102
7.1.2 典型城市案例——德州市	109
7.2 基于城市能效标杆的中国节能政策完善建议	113
7.2.1 完善节能政策指标体系	113
7.2.2 制定基于城市能效标杆的城市节能目标	113
7.2.3 建立服务于政策评估的节能信息公开机制	117
7.3 生活节能视角下的中国可再生能源政策完善建议	117
7.3.1 可再生能源利用现状与节能效益	117
7.3.2 不同可再生能源成本的对比分析	118
7.3.3 制定大力推广太阳能热水器的政策体系	119
7.3.4 完善可再生能源统计与信息公开制度	120
8 研究结论与政策建议	122
8.1 城市能效评估主要结论	122
8.1.1 最先进的城市	122
8.1.2 最落后的城市	123
8.1.3 进步最快的城市	123
8.1.4 退步最快的城市	123
8.2 城市能效评估研究方法结论	124
8.2.1 数量丰富、质量较好的城市节能信息为城市能效评估奠定了基础	124
8.2.2 考虑客观因素的城市分类是可行的，突出了城市能效评估的管理意义	124
8.2.3 建立在统计分布技术基础上的城市能效标杆是城市能效评估的有力工具	125
8.3 完善中国节能管理的建议	125
8.3.1 完善中国城市节能统计指标和信息公开机制	125
8.3.2 建立城市能效标杆评估与信息发布机制	125
8.3.3 将人均能耗作为国家节能管理的主要指标	125
8.3.4 实施基于城市分类的城市节能差异化管理	126
8.3.5 制定体现边际成本节能的城市节能战略	127
8.3.6 构建体现城市差异的节能政策体系	127
参考文献	129

1 总 论

1.1 背景

1.1.1 中国城市能源效率差异大且能源消费总量持续增长

中国能源效率的区域差异大。由于受到经济发展水平、产业结构、地理区位等因素的影响，中国各地区能源效率差距明显。以省级行政区为例，2009 年单位 GDP 能耗较低的北京市为 0.606 吨标准煤/万元，广东省为 0.684 吨标准煤/万元，上海市为 0.727 吨标准煤/万元，而同期的宁夏为 3.454 吨标准煤/万元，青海省为 2.689 吨标准煤/万元、山西省为 2.364 吨标准煤/万元（2009 年各省、自治区、直辖市单位国内生产总值能耗等指标公报）。城市能效间的差距更加明显。2009 年在有观测值的 214 个城市中，城市平均值为 1.43 吨标准煤/万元，能耗强度最大的是石嘴山市的 6.75 吨标准煤/万元，是均值的 4.7 倍；能耗强度最小的是汕尾市的 0.528 吨标煤/万元，仅是均值的 36.9%（各省单位 GDP 能耗等指标的公报、各省统计年鉴）。

与此同时，中国能源消费总量持续增长，能源消费形势非常严峻。1990 年以来中国经济平均增长率为 10.1%，中国经济保持长期快速增长对能源消费构成巨大压力。1990～2009 年中国能源消费量与 GDP 增长率变化见图 1-1。



图 1-1 1990～2009 年中国能源消费量与 GDP 增长率变化

注：数据来源：中国统计年鉴，2010。

按照同期汇率核算，2006 年，我国能源强度为 5.53 吨油当量/万美元（以 2000 年价格为基期），世界平均水平仅为 2.14 吨油当量/万美元，日本则为 0.69 吨油当量/万美元（图 1-2）（中国统计年鉴 2009）。再者，我国能源结构以煤为主，煤炭占能源消费总量比

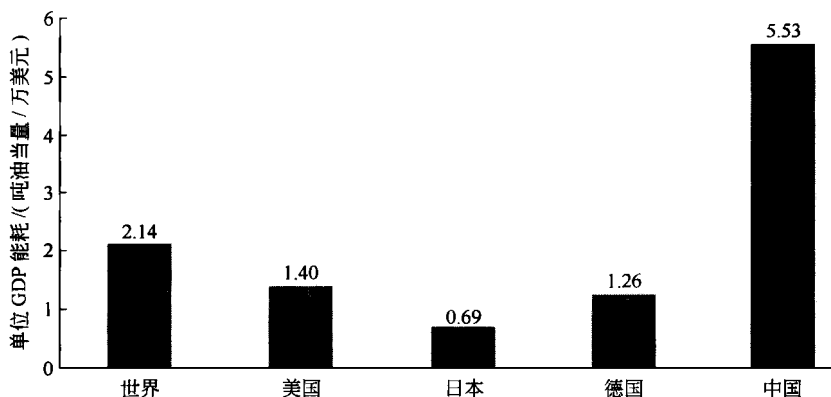


图 1-2 2006 年中国与世界主要发达国家能源强度对比

注：GDP 采用汇率法核算，以 2000 年价格为基期。数据来源：中国能源统计年鉴，2009。

重稳定在 70% 左右，煤炭大量消费带来的污染物排放是造成中国城市空气污染的主要原因。

因此，如何缩小中国区域能效水平的差距，实现地区能效的均衡提高，最终缓解我国能源消费总量大、能源利用效率总体较低的局面，是当前节能工作面临的一项重要挑战。

1.1.2 缺乏城市能效定量分析工具，节能目标“一刀切”

当前，中国地区节能目标的制定和实施以节能目标责任制度为中心。在制定城市节能目标时，未充分考虑不同经济发展水平、产业结构、能源资源禀赋等因素对城市能效的不同影响，也未考虑不同地区节能的成本。城市作为节能管理的关键行政单元，在国家节能战略和节能政策的实施中起承上启下的作用。中国城市节能目标的制定缺乏定量分析工具，主观性强。

“十一五”期间，单位 GDP 能耗下降 20% 的目标层层分解，其中，河北等 17 个省区单位 GDP 能耗下降目标与国家目标一致，各城市目标在省区目标基础上进一步分解，直接采用国家目标的城市占较大比重。地方政府为了完成刚性的节能目标，过多动用行政手段，干预微观市场主体的正常经济活动。如 2010 年作为“十一五”收官之年，为完成节能指标，浙江温州等地区出现了“拉闸限电”，河南林州等地区出现了“中止供暖”等极端节能现象，造成不良的社会影响，节能的社会成本偏高。

从已有的研究来看，大多数能源效率的研究都集中在国家整体、大区域、省级行政区层次，针对城市层次的能效研究较少。本书在城市层次，探讨以城市能效标杆为核心的城市节能目标定量分析工具，对于全面了解我国城市能源效率的现状、制定有差异的城市节能新机制、实现边际成本节能具有重要意义。

1.1.3 缺少对城市层次能源效率相关信息的系统梳理和评估

我国能源统计制度不完善，主要表现为：①统计的能源品种不全面。统计范围主要限定为煤、石油、天然气等化石能源，风能、太阳能等可再生能源基本还没有进入常规统计系统。②未能够将能源按照用途差异分别统计。例如，用于化工原料的能源和用于燃料动力的能源具有不同性质，而未分开统计。③有限的能源数据自下而上层层加总，数据的管理意义丧失。中国能源消费的地域差异明显，只有将各个地区（省、地级市）的能源数据汇总起来后，才能够为分区域的能源差异化战略提供支撑，如果仅将能源层层加总得到能源总量，管

理价值严重缩水。

中国拥有 283 个地级城市，各个城市的经济发展和能源消费结构各不相同，有针对性的能源管理是提高城市能源利用效率的重要途径。然而，中国城市能源相关信息十分分散。例如，各个城市工业分行业的能源消费量数据在部分城市的统计年鉴中有相关统计，有些城市尚未统计，或者有统计但尚未公开出版，致使城市工业分行业数据支离破碎，难以开展全国城市水平的能效评估工作。

除了工业能源消费统计较规范之外，城市层次的其他能源统计缺少统一的规范，城市能源统计数据制式不统一。例如，德州、大同等城市编制了城市的能源平衡表，而有些城市未编制能源平衡表。

虽然城市层次节能统计尚有待完善，但是，总体而言，公开的城市节能信息还是比较系统和丰富的，已有信息可以支持以单位 GDP 能耗、人均能耗等关键指标为核心的城市能源效率的总体评估。因此，城市能源信息亟待规范和汇总，其管理价值有待发掘。

1.1.4 标杆管理在公共管理领域的应用成为趋势

随着科学技术的发展，世界也面临着一系列的问题，例如生态危机、能源短缺和资源消耗以及世界人口的急剧增长等，对人类社会的发展提出了严峻挑战。制定科学合理的决策对于社会发展而言越来越具有迫切性，科学决策在越来越广泛的领域得以应用。所谓科学决策，就是使决策建立在现代科学的基础之上，就是在科学管理中正确地选择目标，并用现代化的科学技术系统地收集和处理各种信息，根据对现状的调查和对未来的预测，拟定若干个备选方案，然后进行比较选定一个最优方案，同时在实施过程中根据情况的不断变化而采取应变措施，最终取得最佳的效果。^[1]科学决策以决策方法的现代化为重要基础。现代化的科学决策方法最重要的特点是定量决策，也就是用一定的数量来评价，即在管理决策中应用运筹学、数学模型和电子计算机技术。运筹学和系统分析中常用的一些方法，如线性规划、决策分析、多目标决策、模拟技术等，越来越广泛地应用到管理决策中来，并已在宏观经济决策中收到了显著的效果。其中，标杆是一种重要的定量评估方法。

将“标杆管理”引入政府绩效评估体系已成为西方国家政府绩效管理改革的一个重要趋势之一。与传统的政府绩效管理方法相比，标杆管理具有以下几点优势：①在指标体系的构建上更为全面与完善。除了经济层面的指标外，还包括政府提供的公共产品如教育质量的比较评估，政府在公益性活动中所作努力的指标等。②标杆管理在评估方法上具有独特性，通过比较来实现评估。标杆管理将比较和评估完全融为一体，通过比较实现评估，以评估促进与更高水平的比较。③运用标杆管理，在他人工作的基础上做出探索是明智的。标杆管理改革了以往政府绩效评估中存在的缺陷和狭隘之处，不仅有利于政府绩效评估的发展，更能促使职能部门通过对最佳实践的寻找，提高行政效率，更好地满足社会和公众的需求。

节能管理是公共管理的有机组成部分。当前，节能管理的核心是节能目标责任制的贯彻落实，表现为单一的“自上而下”纵向目标分配机制。中国地域广阔，拥有 287 个地级及以上城市，具有丰富的节能管理基层经验。“自上而下”的考核机制不利于节能先进经验和技术的横向扩散。标杆管理在节能管理领域的应用，不仅可以实现对地区能源效率的系统评估，识别出节能管理的“最佳实践”，更重要的是通过对节能“最佳实践”的学习，为节能经验的传播、节能技术的扩散提供机制保障。

1.2 能源效率的内涵

在能源消费总量持续增长,能源对外依存度增加的背景下,节约能源是我们国家必然的战略选择。2010年,化石能源占中国一次能源消费量的91.4%,可再生能源或新能源的比重较低,现阶段的节能主要指节约化石能源。提高能源利用效率是节能的核心。本文首先需要对能源效率尤其是城市能源效率予以界定,以明确本研究的范围和重点。下面分别从投入与产出关系以及从强可持续发展两个角度分析和界定能源效率的内涵。单位GDP能耗、人均能耗和人均生活能耗等本文涉及的主要指标都是基于对能源效率内涵的把握的基础上的。

1.2.1 从投入与产出的关系把握能源效率的内涵

世界能源委员会1995年出版的“应用高技术提高能效”中,把“能源效率”定义为:“减少提供同等能源服务的能源投入”。^[2]Patterson(1996)指出,能源效率本身是一个一般化的术语,可以有多种数量上的指标来进行测算,一般来说,能源效率是指用较少的能源生产同样数量的服务或者有用的产出,问题是如何准确地定义有用的产出和能源投入。按照不同研究所涉及的投入、产出数量,能源效率可分为单要素生产率框架和全要素生产率框架,前者仅考虑生产中的能源投入和有用产出,后者则将除能源投入以外的其他要素纳入其中。^[3]

基于单要素的能源效率指标通常包括四种:热力学指标,物理-热量指标,经济-热量指标,纯经济指标。^[4]其中,热力学指标是较为微观、较为技术的指标,通常衡量产品生产过程中热量投入和热量产出比,完全依赖于投入、产出的热量测度;物理-热量指标一定程度上克服了热力学指标不能反映能源所提供的服务数量和质量缺陷,将产出用物理单位加以衡量,如吨钢、运输里程等,该指标的缺陷是不同部门、不同行业能源效率的单位不统一,加总困难;经济-热量指标是用热量指标衡量能源投入,用经济指标衡量产出的表征能源效率的方法,如单位GDP能耗、单位工业增加值能耗等;纯经济指标是将产出端货币化的同时,将投入端的能源也货币化的方法。

基于全要素生产率框架的能源效率不仅将能源作为投入,还将劳动、资本等其他生产要素纳入生产过程,可以测度要素之间的替代关系,是通过测度样本点相对于生产前沿的远近程度来进行相对效率比较。全要素的能源效率包括参数法和非参数法两种。其中,参数法是通过先验的生产函数(或者成本函数)来进行参数估计,将函数中的误差项区分为无效率和随机误差两部分,其优点是能够解释随机噪声,一般可选取C-D函数或CES函数,包括收入份额法、计量经济学法和随机边界法。非参数法是通过数据驱动形成一条线性包络凸面作为前沿,不涉及参数函数的估计,也不需要假设研究对象在技术上是有效率的,但是不能解释随机扰动,主要有数据包络分析(DEA)和指数法。

对比单要素的能源效率概念和全要素的能源效率概念。虽然全要素能源效率法分析考虑了实际生产中所投入的其他生产要素,在一定程度上弥补了单要素能源效率的缺陷,但对于标杆管理而言,利用单要素能源效率法具有以下优势:①便于对指标进行统计检验,对能源效率分布进行统计学研究。②利于分类别制定标杆,标杆具有可比性和针对性。③有利于通过能源效率指标体系的设计,将生产、生活等多个领域指标纳入进来。④计算较为方便,标杆的展示一目了然。

本研究基于投入和产出间的关系,使用单要素能源效率的方法,提出单位 GDP 能耗指标,这一指标能够很好地体现技术进步的状况。在城市层面上评估单位 GDP 能耗,需要注意到不同地区在产业结构上存在的差异。另外,在城市层面上评估单位 GDP 能耗,还需要认识到:能源效率的提高是一个发展的概念(庄贵阳,2007^[4];潘家华等,2010^[5]),单位 GDP 能耗低但经济发展水平低下不符合政策目标,一些学者^[6]发现单位 GDP 和人均 GDP 之间存在着潜在的库兹尼茨倒 U 型曲线关系,这一发现强调了对城市单位 GDP 能耗的评估,应当考虑这一城市所处经济发展的阶段。

1.2.2 从强可持续发展的角度把握能源效率的内涵

按照古典经济学的观点,经济增长在相当大的程度上取决于所拥有的自然资源的数量与质量。为实现经济的持续增长,自然资源需要作为生产要素进入生产函数模型当中,贡献其边际生产力。基于此,为实现经济、社会和环境的协调发展,学者提出了弱可持续发展和强可持续发展的观点。

弱可持续发展的理念认为,生产要素之间是可以互相替代的,如用资本和劳动力替代自然资源(Solow,1974)。包含了两个基本的假定:①自然资源与其他生产要素之间存在着高的替代弹性;②不需要将自然资源区分为关键自然资源与非关键自然资源。在弱可持续发展的理念下,对于自然资源使用的约束相对强可持续发展而言较小。

相对于弱可持续发展而言,强可持续经济发展其条件更为苛刻。强可持续发展的理念认为:①自然资源与其他生产要素之间不存在高替代弹性,即其他生产要素并不能完全替代自然资源;②任何经济发展都客观存在着一个生态环境临界价值,实现经济增长必须考虑其特定资源环境的生态适度承载力。^[7]

基于强可持续发展的理念,化石能源作为不可再生资源,其存量是有限的。能源的匮乏会对国民经济的生产和生活部门造成不利的影响。在国民经济的生活部门,能源是居民家庭生活不可缺少的必需品。居民的出行离不开汽车、地铁、铁路、航空等交通工具,居民的工作离不开电脑、电灯、打印复印设备等办公设备,居民的生活离不开热水器、洗衣机、电风扇、冰箱、洗衣机、电视等家用电器。当能源的短缺已经影响到居民最基本的生活用电的时候,居民的生活水平会大幅度下降,在极端情况下甚至会造成严重的社会动荡。

在国民经济的生产部门,能源是不可或缺的生产要素,工厂的机器设备需要投入能源才能够发动和运转。工厂可以用其他生产要素(如劳动力和资本)替代能源的生产要素,但是这种替代的是成本边际递增的,当缺少了能源,工厂的生产率会大幅度下降。随着能源价格的不断上升,工厂的生产成本曲线被推高,在社会的需求曲线不发生变动的情况下,工厂所生产的商品价格会上升而销售量会下降,全社会的福利总水平将蒙受损失。由于生产率水平的倒退,伴随着商品价格的上涨和销量的下降,社会的经济甚至可能步入衰退的轨道,这样,能源危机将演化为一场经济危机。

下面从能源节约和国家安全的角度对这一问题做进一步的解释。

(1) 节约资源的考虑

我国能源储量虽然丰富,但是人均能源储量却很低。据估计,我国当前的煤炭人均储量只占世界的 50%左右,而石油和天然气的人均储量则更低,只占到了世界的 10%左右。

在能源的使用结构上,中国主要依赖的仍然是不可再生的矿石能源。其中,煤炭的使用占到了全部能源使用的 60%以上,石油的使用比例接近 30%,天然气的使用在能源结构中

的比例也呈逐年上升之势,而水电、太阳能、核能等清洁的可再生能源在能源结构中所占的比例却很低,加起来也不到 10%。中国的能源结构显示,中国存在对不可再生的矿石资源的强烈依赖。

我国对能源的消费量已经达到了十分惊人的水平,自 2004 年以来已成为仅次于美国的第二大能源消费国。而到 2009 年,中国能源消费总量已达 30.66 亿吨标准煤。2009 年的数据还显示,中国能源生产总量为 27.46 亿吨标准煤,产量与消费量之间已存在 3.2 亿吨标准煤的缺口。中国能源消耗依赖国际进口,然而在世界范围内,这类不可再生资源的开采年限也是有限的。据估计,全球石油可供开采 40 年,天然气约 60 年,煤炭的储藏量最多可供开采 200 年。^[8]中国的矿石能源储采比则更低,对于石油的储采比甚至只有 15 年。

(2) 能源安全的考虑

当前,中国对国际能源资源的依赖程度已经非常高,据国际能源机构估计,中国的石油进口依赖度超过 50%,接近国际能源安全的警戒线。全世界的石油供给主要来自于中东,能源安全问题已经上升为国家安全问题。为确保我国能源的安全,需要国家发展军事力量以及在国际上做出必要的外交努力,其成本是较为高昂的。

本研究基于强可持续发展的理念,提出人均能耗和人均生活能耗指标。在城市层面上评价这两项指标,能够较好地体现不同城市对于能源总量控制的实现程度。相比于单位 GDP 能耗指标而言,这两项指标提倡的是一种节约型的生活方式,用更加贴近自然的生活方式来满足人们的效用,虽然没有产生 GDP,但同样满足了人们某些方面的需求。

1.3 研究目的

城市是基本的能源管理单元,但相对国家、区域和省而言,城市层次的能效研究刚刚起步,研究成果较少,不利于城市能源管理科学化。本研究侧重在地级及以上城市层次研究中国城市能效,目的如下。

① 系统评估中国城市能源信息公开现状。本报告的数据来源是基于公开的二手数据。对城市层次能源相关的二手数据进行系统整理和分析,可以评估中国当前城市能源数据的公开现状。对数据质量进行评估,为能效标杆的制定提供依据。

② 研发城市层次能源效率的评价方法。目前,国内大多能源效率的研究集中在国家层次和省级层次,对中国城市层次的能源研究刚刚起步。以国家单位 GDP 能耗的考核为代表,标杆管理在城市能源管理中的作用日益凸显,如何准确定位城市能效水平对城市能源管理至关重要。本报告将设计城市能源评价指标体系,并利用规范的统计学方法对中国城市进行分类,为制定分类别的标杆体系奠定基础。

③ 建立基于城市分类的能源效率标杆体系。标杆体系的建立可以为定位城市能效提供技术支撑,为城市能效诊断提供工具。分类别的标杆体系可以完成城市能效的精确定位。分部门的标杆体系可以完成城市能效的全面系统定位。城市能源效率标杆体系是城市能源管理科学化的重要支撑。

④ 城市能效标杆体系在能效评估、能效标杆管理、节能政策等领域的应用。城市能效标杆体系为城市能效评估提供了有力工具,对中国 287 个城市的能效评估可以为实施城市层次能效标杆管理提供技术支持,为制定有针对性的节能政策奠定基础。

1.4 研究方法

1.4.1 文献分析与综述

本书研究涉及科学决策理论、标杆管理理论、数据质量评估方法等一系列理论和方法,需要对该领域的研究进展进行系统的梳理,在已有成果的基础上进行研究。本文通过综述国内外能源效率内涵、评价方法、影响地区能源效率的因子的研究成果,重点综述影响单位 GDP 能耗、人均能耗、人均生活能耗的因素,为城市分类奠定基础。

1.4.2 二手数据调研

本书研究的数据均源于公开的二手数据。为保证研究的权威性和全面性,尽可能搜集所有公开的数据,数据的搜集方法应当体现实事求是和科学性原则。

本文中的主要数据来源包括:《中国统计年鉴》、《中国能源年鉴》、《中国城市统计年鉴》、《中国城市建设统计年鉴》、《中国区域经济统计年鉴》、《中国新能源与可再生能源年鉴》、《××省(市、自治区)统计年鉴》、《××市统计年鉴》、《××省单位 GDP 等指标的公报》等。

1.4.3 统计学分析方法

统计学方法的应用,包括正态或对数正态分布检验、相关分析、Z 分数标准化、均值 t 检验等方法或技术。其中,利用分布技术研究城市能源效率尚属首创;利用相关分析初步检验影响因素与能源效率、影响因素之间的关系;利用 Z 分数法对生活能效进行标准化;利用均值 t 检验完成城市分类及其合理性检验等。

1.4.4 计量经济分析法

采用计量经济学方法定量化分析了影响中国城市能效的因子,从而识别出可用于分类的显著因素。主要方法包括多元最小二乘回归方法以及对异方差的处理方法等。

1.4.5 案例研究法

本书研究选择典型城市进行案例研究,通过案例研究对城市进行能效定位,通过深入分析城市能源管理的政策、管理现状和措施,论证标杆评价结果的合理性。案例城市包括北京和德州。

1.5 研究思路

基于公共管理和标杆管理等理论,在分析中国严峻的能源形势以及城市层次能源信息现状的基础上,研究设定城市能源效率评价的标杆体系。研究思路如下。第一步,能源统计制度与能源效率评估指标。包括中国能源统计制度现状、信息公开现状,并在此基础上设计城市能源效率评估指标。第二步,城市能效标杆评估研究方法。包括能源效率的表征、城市分类、能效标杆的制定、能效标杆的应用等方面的具体技术。第三步,整理城市能效相关数据。数据来源包括公开的年鉴、公报等。第四步,按照影响因子对城市分类。分类的影响因子需对城市能效有显著的影响,且分类结果能通过分类合理性检验。第五步,建立城市能效标杆体系。利用指标体系,建立分类别的城市能效标杆体系。第六步,城市能效标杆的应

用。选用典型案例城市，应用城市能效评价标杆定位案例城市能效水平，并分析定位的合理性（图 1-3）。

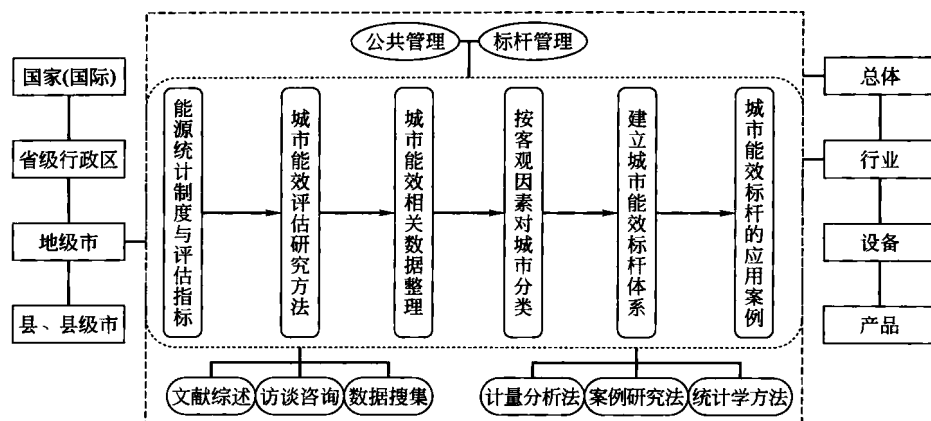


图 1-3 中国城市能效评估研究思路

以中国 283 个地级城市和 4 个直辖市为研究对象，从城市能效总体、行业能效角度研究制定城市能效评价标杆体系，是站在城市管理角度较为宏观层面的研究，与设备、产品层次的微观能源效率有较大区别。