



同济大学可持续发展与新型城镇化智库

TONGJI UNIVERSITY SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND NEW-TYPE URBANIZATION THINK-TANK

可持续性科学与管理丛书 诸大建 主编

合同能源管理的绩效理论与实证研究

曹莉萍 著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

可持续性科学与管理丛书 诸大建 主编

合同能源管理的绩效 理论与实证研究

曹莉萍 著



同济大学出版社

内 容 提 要

本研究阐述了合同能源管理服务的理论基础,从可持续发展理论出发,进一步研究由产品服务系统绩效评价新标准所重新定义的合同能源管理整体服务绩效、利益相关主体满意度与合作满意度、过程管理效果的影响因素及系统中各因素之间的作用机制,探索出合同能源管理服务产业合作治理策略、方法和手段以指导、解决有关问题。

本书适用于从事循环经济与可持续发展、城市发展与管理等领域的研究者,对从事政府事务和公共事务人员也有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

合同能源管理的绩效理论与实证研究/曹莉萍著. —上海:同济大学出版社, 2015.3

可持续性科学与管理丛书/诸大建主编)

ISBN 978-7-5608-5771-8

I. ①合... II. ①曹... III. ①节能—能源管理—工业企业—研究 IV. ①F407.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 033437 号

可持续性科学与管理丛书

合同能源管理的绩效理论与实证研究

曹莉萍 著

责任编辑 沈志宏 陈红梅

责任校对 徐春莲

封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 同济大学印刷厂

开 本 850mm×1168mm 1/32

印 张 7.25

印 数 1—1100

字 数 194000

版 次 2015 年 3 月第 1 版 2015 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-5771-8

定 价 30.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换

版权所有

侵权必究

本项研究得到以下基金(课题)资助

国家自然科学基金项目

(批准号 71173157)

“基于稳态经济理论的碳生产率与低碳竞争力研究”

国家社会科学基金重点项目

(批准号:11AZD102)

“中国低碳经济的多维评估体系及可视化平台”

联合国环境署项目

“中国低碳经济蓝皮书研究”

可持续性科学与管理丛书

主 编 序

从1992年联合国在里约举行环境与发展世界峰会提出可持续发展战略,到现在已经有20多年;同济大学从1995年成立国内高校第一个可持续发展研究中心,到2015年成立可持续发展与新型城镇化智库也有了20年。国内外同行大多同意,可持续性科学的理论与方法是可持续发展学术研究和政策研究的前沿。过去20年来,在研究可持续发展的具体问题和发展战略的同时,我一直在思考和研究可持续性科学与管理的问题,初步形成了以下有自己研究特色并且可以与国际同行沟通的初步但是系统的想法。

(1)关于可持续性科学是发展与管理的整合(两个半球的理论与方法)

从1992年开始,在研究技术社会形态理论和政策的时候,就感觉到了将发展与管理整合起来研究的魅力。当时提出了“技术—发展”半球与“管理—体制”半球的两个半球的研究框架,用这个视角发现了中国当前发展的特殊属性。而这是单纯研究“技术—发展”的角度得不到的,也是单纯研究“管理—体制”的角度得不到的。1999—2002年开始从这个角度研究撰写可持续发展的城市管理的著作,就提出没有发展作为研究对象的管理是空洞的,没有管理作为行动保障的发展研究是盲目的,在有关城市发展与宏观管理的学术对话中显示了某种优势。把发展与管理整合的概念作为中心原则,用以指导所从事的宏观

政策与管理研究。20年来参加了许许多多的学术活动,一直感到有一种综合致胜的感觉。

(2)关于可持续性科学与管理的对象维度(三个圆圈的理论与方法)

虽然有了两个半球的研究视角,但是最初有关“技术—发展”半球的思考却是空泛的,很大程度上是只考虑了经济方面的内容。但是1994—1995年到澳大利亚访问研究,系统地接触到可持续发展的理论以后就变得丰满了。现在形成的体系化的认识主要包括:发展应该从单一的经济方面进入到经济、社会、环境三个方面,这是增长与发展的区别;三者相互之间不是简单加和的并列关系(弱可持续性观点),而是环境包含社会、社会包含经济的包含关系(强可持续性观点);不论是世界还是中国、区域还是城市,好的发展应该是在生态承载能力内的福利提高,福利是受益、生态是成本,因此可以运用DEA等相关方法。用这些认识指导低碳经济、循环经济、城市质量等研究,可以深刻而通俗地认为,绿色经济是经济增长与资源环境脱钩的经济,而绿色发展就是人类发展与生态足迹脱钩的发展。

(3)关于可持续性科学与管理的主体维度(界面合作的理论与方法)

最初的时候,有关“管理—体制”半球的思考也是空泛的,很长时间停留在政府与市场二元对立的方面。1999年开始研究面向可持续发展的治理问题,对于主体问题的思考就越来越丰满了。现在形成的体系化的认识主要包括:发展管理的主体应该从单一的政府机制进入到政府、企业、社会组织三种机制,其中社会组织是发展管理的第三种力量;三种组织在可持续发展中不仅要分工专攻,而且要合作治理,因此需要研究政府、企业、社会组织交界面上的新兴管理模式,其中政府与政府合作、政府与企业、政府与社会合作均是有新意的管理模式。这些思想后

来在有关城市基础设施供给、政府公共服务绩效评估的研究中得到了很好的运用。

(4)关于可持续性科学与管理的过程维度(因果结合的理论与方法)

1999年在城市发展和管理的研究中,提出有结果导向和原因导向的两种思维,曾经单一地强调原因导向管理在过程研究中的重要意义。现在觉得需要在运用可持续发展的PSR分析方法进行深化。这里S(State)表示问题的当前状态;P(Pressure)表示问题产生的原因;R(Response)表示解决问题的对策,或者是针对状态的对策(SR),或者是针对原因的对策(PR)。按照PSR的分析方法,易于发现对待问题不外乎四种态度,从而提出针对性解决方案。在公共服务中,从PSR模型可以提出政府绩效=结果/投入 $\times$ 投入=结果/产出 $\times$ 产出/投入 $\times$ 投入的研究思路,从原因的角度分别评估基于公众的结果、基于生产者的产出、基于安排者投入三个方面。这样就可以把世界银行的三个主体互动模型与绩效评估结合起来,形成有系统性的状态导向应急政策和治本导向战略对策。这些思想后来在上海和“长三角”公共交通服务绩效的研究中得到了很好的运用。

幸运的是,以上自己有关可持续性科学与管理理论思考,在我们的研究团队中得到了认同,成为我们研究可持续发展各种具体问题和战略问题的的工作范式,指导了我们多年研究工作的深化和拓展。组织出版本丛书,目的是汇集我们在这方面的理论探索和应用性成果,呈现我们在可持续发展研究及其理论问题上的某种中国学派特色,希望我们的努力符合国际可持续发展的研究方向。

是为序。

诸大建

2015年2月2日同济大学

前 言

合同能源管理服务业是节能环保服务产业最重要的组成部分,在国家资金、政策等方面的扶持下已经取得了很大的发展,但是开展合同能源管理服务项目不同于节能产品的买卖,它的实施要比节能技术改造复杂。它不仅是一个技术问题,也是一个管理问题;不仅关系到产业经济发展,更影响到节能减排的社会环境效益。目前,在管理、技术、融资、效益评价方面,合同能源管理服务的实施仍然存在很多问题,导致我国合同能源管理项目的产业化、规范化水平低,单个项目持续开展难度大和服务绩效得不到保证,这已经成为我国合同能源管理服务产业发展的巨大障碍。

目前,学术上对于合同能源管理服务问题的研究,主要存在于对其机制的研究,研究方法也主要以案例研究为主,对合同能源管理服务绩效领域的实证研究相对来说比较少。因此,本研究对产品服务系统模式下的合同能源管理服务绩效关键影响因素和影响机制的理论进行研究并加以实证,具有一定的理论意义和现实意义。本研究在详细分析产品服务系统模式下的合同能源管理服务绩效相关理论研究和成功案例的基础上,结合上海市合同能源管理服务发展现状,对影响合同能源管理整体服务绩效的各维度进行了提炼,构建了一个适合从对象(绩效)、过程、主体(OPS)之间关系进行分析的服务绩效理论模型。另外,

本研究将多方利益相关主体满意度归纳为合作满意度与过程管理效果共同形成影响合同能源管理整体服务绩效的两个维度。结合现有量表和实地访谈设计了调研问卷,取得了大量的、宝贵的第一手数据,并使用 SPSS15.0(中文版)统计分析软件对数据进行描述性统计分析、相关分析和探索性因子分析等。然后,通过 AMOS7.0 软件开展验证性因子分析,结构方程建模和模型比较等研究。

首先,从可持续性科学系统理论出发,讨论了实施合同能源管理服务项目所获得的服务绩效、项目中多个利益相关主体的满意度(包括能源服务公司、用能客户、政府、金融机构、第三方独立机构等项目过程和效果的满意度)、过程管理效果的影响因素有哪些?通过相关理论研究,本研究构建了功能导向型产品服务系统模式下合同能源管理服务绩效理论模型并提出相应的研究假设。该模型将影响合同能源管理服务绩效的各维度因素作为自变量,设备资本投入比例和合同期作为调节作用,核心利益相关主体合作满意度作为中介变量,基于三重底线的服务绩效作为因变量,通过成功案例分析了所构建理论模型的合理性及变量之间的关系。

其次,讨论了合同能源管理服务项目的过程管理效果、利益相关主体满意度和服务绩效之间存在怎样的关系?本研究提炼并验证影响合同能源管理服务绩效各维度因素,及其与合作满意度和整体服务绩效之间关系的研究假设。本研究将影响服务绩效的各维度因素提炼为过程管理效果和核心利益相关主体合作满意度两个维度,同时将合作满意度划分为 6 个维度。通过探索性因子分析、验证性因子分析、描述性统计分析、相关分析,对影响服务绩效的各维度因素加以验证。同时,本研究对所有控制变量和合作满意度的中介作用进行了验证。从检验

结果来看,项目商业模式和第三方审核机构参与这两个控制变量与否对中介变量和因变量都没有显著性影响,其中可能的原因之一,是政策导向使分析结果较为单一。这并不意味着两个控制变量在其他情况下对影响服务绩效的各维度因素与合作满意度和整体服务绩效之间的关系没有作用。此外,本研究通过结构方程建模及模型比较对研究提出的理论模型及假设进行了检验。研究结果表明,该模型效度和信度尚可,多数利益相关主体满意度对合作满意度有显著的正影响关系;合作满意度和过程管理效果对整体服务绩效也有显著的正影响关系,总体上验证了理论模型中变量间因果关系的研究假设。

第三,讨论了在倡导低碳服务可持续发展的同时,产品服务系统设计模式中哪些因素作为外在变量影响着合同能源管理服务系统中各因素之间的作用机制?通过子样本的分组比较和相关分析,不仅验证了控制变量设备资本投入比例和合同期在过程管理效果—合作满意度—整体服务绩效关系中起调节作用的假设;而且说明了在高、低设备资本投入比例和长、短合同期情境下,核心利益相关主体满意度对合作满意度的不同影响,最终得到了一些有价值的研究结论。基于“压力(Pressure)—状态(State)—反映(Response)”的PSR可持续发展驱动力模型,本研究总结了所有研究假设结果,从合同能源管理服务对象(绩效)、过程、主体(OPS)三个方面提出了提升合同能源管理服务绩效,推动合同能源管理服务可持续发展的对策建议。

在我国大力推进合同能源管理服务,促进节能减排服务产业发展的良好环境下,本研究还原了合同能源管理服务的理论基础,从可持续发展理论出发进一步研究由产品服务系统绩效

评价新标准所重新定义的合同能源管理整体服务绩效、利益相关主体满意度与合作满意度、过程管理效果的影响因素及系统中各因素之间的作用机制,探索出合同能源管理服务产业合作治理策略、方法和手段以指导、解决有关问题。

书中若有不足之处,欢迎读者批评指正。

著 者

2014 年 12 月

目 录

主编序

前言

第一章 绪论	001
第一节 研究背景	001
第二节 研究的问题及意义	007
第三节 研究内容与范围	010
第四节 研究方法、技术路线和结构安排	017
第二章 相关理论研究综述	023
第一节 合同能源管理服务绩效理论研究	023
第二节 合同能源管理服务绩效衡量方法研究	036
第三节 影响服务绩效的成本和时间研究	040
第四节 本章小结	044
第三章 服务绩效理论模型构建及案例分析	045
第一节 合同能源管理服务绩效理论分析框架	045
第二节 研究假设的提出	047
第三节 假设总结与模型构建	057
第四节 功能导向型 PSS 模式下服务绩效的案例分析—— 以上海市 R 医院东院项目为例	061

第五节 本章小结·····	079
第四章 服务绩效理论模型的因子分析及假设检验·····	080
第一节 基于探索性因子分析的小样本检验·····	080
第二节 基于验证性因子分析的大样本检验·····	101
第三节 本章小结·····	118
第五章 基于结构方程模型的服务绩效理论假设检验·····	120
第一节 控制变量的影响分析·····	120
第二节 中介变量的验证·····	128
第三节 基于结构方程模型的假设检验·····	132
第四节 本章小结·····	145
第六章 成本和时间对服务绩效理论模型影响作用分析 ···	146
第一节 资本投入比例调节作用的假设检验·····	146
第二节 合同期长短调节作用的假设检验·····	150
第三节 假设检验总结与对策建议·····	154
第四节 本章小结·····	161
第七章 结论与展望·····	162
第一节 研究结论·····	162
第二节 主要创新点·····	167
第三节 研究不足与展望·····	169
附录·····	172
参考文献·····	201
后记·····	214

第一章 绪 论

第一节 研究背景

20 世纪 70 年代初,世界石油危机爆发,对全世界的能源保障形成了巨大的冲击。为了应对能源价格的暴涨和能源安全^①的挑战,并满足节能服务市场的需求,一种称为“合同能源管理”的节能技术改造和能源管理服务的新模式、新机制在发达国家应运而生。尤其在北美和欧洲,合同能源管理服务已成为一种新兴的产业。合同能源管理的实质是专业化的节能服务公司(又称“能源服务公司”,Energy Service Corporation, ESCo)与愿意进行节能技术改造或委托其进行能源管理服务的客户签订能源绩效合同,按照合同内容采用先进的节能技术及全新的能源管理方案来为客户实施节能减排项目^②。

目前,合同能源管理服务的内容主要包括用能诊断、工程设

① 能源安全是指能源供给充足和能源使用安全。从终端能源供给侧来看,在能源需求不断增加的趋势下,由于不可再生化石能源的稀缺性、核能的安全性问题、可再生能源的产能限制,保证能源安全将成为一个悖论。

② 由于低碳经济的发展,碳交易市场也将由合同能源管理项目节能量形成的二氧化碳排放权(减排量),作为实施项目的目标之一。项目后获得的二氧化碳排放权=节能量(转化成吨标准煤) $\times 2.49\text{t/tce}$, 2.49 为二氧化碳与标准煤转化系数。

计、资金筹措、设备采购、施工安装、调试验收、员工培训、维护保养等^①,在项目实施前以合同(契约)的形式对服务内容和预期目标等加以约定,通过项目实施后所取得的节能效益来回收投资并取得合理利润。这种模式,将节能技术改造的相当一部分乃至大部分风险,由客户(业主)单位转移到节能服务公司。因此,运用这种模式开展能源服务的节能服务公司通常是由拥有先进节能技术、设备产品的设备供应商发展而来,如能源技术服务公司、能源设备管理公司;或是由资金实力雄厚、融资渠道广泛且具有能效管理制度方案设计能力的风险投资公司发展而来,如能源服务投资公司。

合同能源管理服务模式对于缺少专业节能人才和技改资金的中小企业以及机关、学校、医院等用能单位特别适用,少数技术能力较强、资金充裕的大型国企、央企,也因为节能改造项目的机制及模式变化和风险责任的转移而能取得更明显、实在的效果。此外,合同能源管理服务能提供有效路径加速扩散确认的、创新的低碳技术,并拥有发展宽范围“低碳服务”的潜力,包括纵向与横向的碳补偿、可再生能源购买和参与碳排放权交易。以此类能源服务模式为主的低碳服务业将促进经济社会的创新与转型发展。

我国在改革开放以来的 30 多年间,年均 GDP 增长速度都在 10% 左右,国民经济的实力显著增强,然而能源消耗也随之增强(图 1-1)。根据 30 年间能源消费弹性系数^②和电力消费

① 在发达国家,合同能源管理服务内容还可包括能源供应服务,节能改造、能源管理和能源供给统称为能源服务(Energy Services)。在我国,能源供应服务主要是由具有地区垄断性能源公司,如电力公司、天然气公司、热电厂等直接供应,很少有节能服务公司为客户采购能源(包括可再生能源),这也是合同期长达 10 多年的能源费用托管型合同能源管理服务不被重用的原因之一。但已有目前一些电力、燃气公司等公共事业单位也相继成立节能服务子公司或事业部,希望在节能和能源管理服务业务方面有所突破。

② 能源消费弹性系数是反映能源消费增长速度与国民经济增长速度之间比例关系的指标,它等于能源消费量年平均增长速度与国民经济年平均增长速度之比。

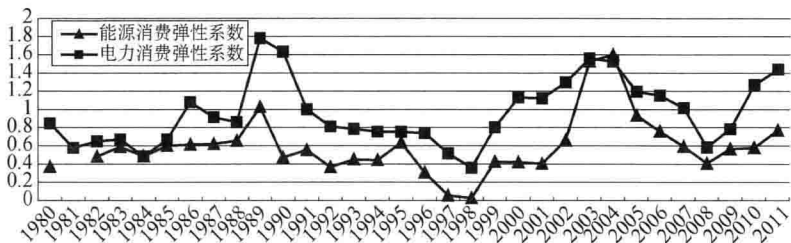


图 1-1 我国 1980—2011 年能源和电力消费弹性系数

资料来源:《中国统计年鉴》,2011。

弹性系数的变化来看,过去的 30 年中能源消费弹性系数多在 1 以下,仅有 3 年大于 1;但是我国的电力消费弹性系数有 18 个年度是大于等于 1 的,这表明相对于用电量较少的农村,城市能源消费的增长速度较大且快于城市经济增长的速度。而且从全国能源消费发展趋势看,2009 年开始,我国能源消费弹性系数和电力消费弹性系数几乎同步快速提高,2010 年电力消费弹性系数超过了 1,2011 年能源消费弹性系数接近于 1,两者都有逐步上升的趋势。这与科技进步、社会经济发展理论相悖^①,说明科技的进步没有降低我国能源消费增长速度,尤其是用电量较多的城市能源消费增长速度,其消费速度超过了社会经济发展的速度将直接导致社会经济发展的不可持续性,也不利于“十二五”期间节能减排目标的实现。

为此,社会各界尤其是高耗能部门需要转变经济发展方式,降低能耗及能源费用。节能环保服务产业则肩负着经济模式转型的重大责任。20 世纪 90 年代中期,合同能源管理机制由世

① 在国民经济中耗能高的部门(如重工业)比重大,科学技术水平还很低的情况下,能源消费增长速度总是比国民生产总值的增长速度快,即能源消费弹性系数 >1 。随着科学技术的进步,能源利用效率的提高,国民经济结构的变化和耗能工业的迅速发展,能源消费弹性系数会普遍下降。

界银行/全球环境基金(GEP)和原国家经贸委共同引入中国,这一市场化的节能新机制在不增加政府财政开支的前提下,通过市场来实现节能减排、减缓温室气体排放目标,同时促进成熟节能技术的推广,培育、形成战略性新兴产业和新的经济增长点,为建设资源节约型和环境友好型社会,提高整个社会的福利做出贡献。根据 2005—2010 年节能服务产业的数据,虽然我国节能服务产业产值占国内生产总值(GDP)不到 1%(图 1-2),但其增长趋势十分明显,其对 GDP 的贡献逐渐提升(图 1-3)。

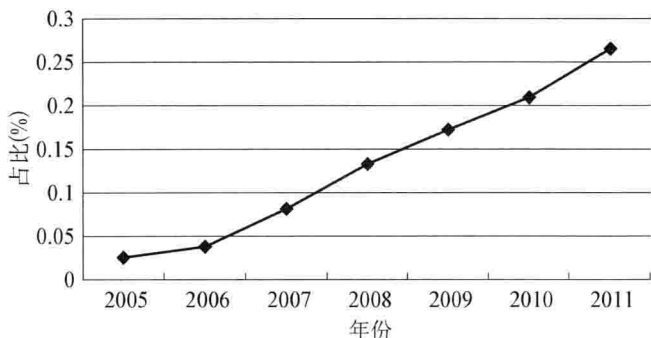


图 1-2 2005—2010 年我国节能服务产业总产值占 GDP 的比例

资料来源:作者根据中国产业信息网相关资料整理。

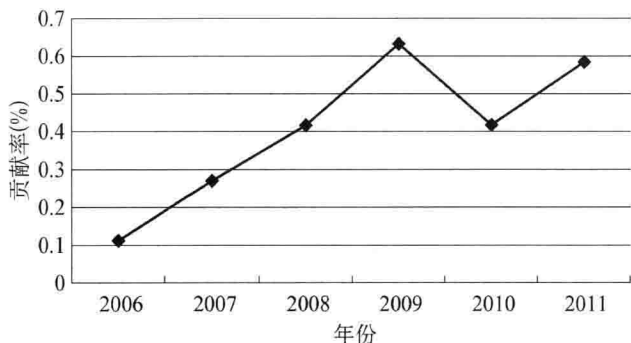


图 1-3 2005—2010 年我国节能服务产业对 GDP 的贡献率

资料来源:作者根据中国产业信息网相关资料整理。