

Nengyuan Qiye Jishu Chuangxin
Yingxiang Yinsu Ji Zuoyong Jili Yanjiu

江苏省社会科学基金项目

能源企业技术创新 影响因素及作用机理研究

● 赵红梅 著



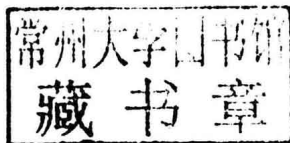
中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

江苏省社会科学基金项目

能源企业技术创新影响因素及作用机理研究

赵红梅 著



中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书以能源企业技术创新绩效影响因素作为研究对象,借鉴技术经济学、系统工程等理论对各关键因素的作用机理进行了剖析,并运用模型推导、实证分析、系统仿真等方法,研究了各因素对能源企业技术创新绩效影响的路径和强度,提出了能源企业技术创新的对策与建议。

本书可供从事能源技术创新、能源可持续发展、低碳经济、新能源研究的高等院校师生和科技创新人员阅读,同时为相关领域的决策管理人员提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

能源企业技术创新影响因素及作用机理研究/赵红

梅著. — 徐州:中国矿业大学出版社, 2010.12

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0877 - 4

I. ①能… II. ①赵… III. ①能源工业—工业企业管
理—技术革新—研究—中国 IV. ①F426.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 219496 号

书 名 能源企业技术创新影响因素及作用机理研究

著 者 赵红梅

责任编辑 孙 浩 陈振斌

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 徐州市今日彩色印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 11 字数 275 千字

版次印次 2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

定 价 30.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

能源资源是经济发展的重要保障。现代经济是建立在煤、石油、天然气、水电和核能等能源基础之上的。对处于工业化进程中的中国而言,能源对支撑中国经济持续高速发展起到了关键的、不可或缺的作用。然而我国人均石油储量只有世界人均值的10%,人均天然气储量是世界人均值的23%,我国每发一度火电要比其他国家多消耗20%的煤,每年燃煤排放的硫和每年生产硫酸的用硫量一样大。面对日益严重的能源危机,我国如何实现能源和经济的可持续发展,是我们迫切需要解决的问题。只有挖掘储量,提高能源开采效率和各环节利用效率,大力开发核电、风电等新能源和再生能源,才能实现能源的可持续发展。

从全球范围看,已经有越来越多的科学研究表明,人类活动正在导致全球大部分地区气候变暖。各国政府均已表示要采取积极措施阻止气候变暖。所以,因解决气候变化问题而导致重大的能源技术创新与扩散,应该是可以预见的事实。就国家而言,能源技术系统的变革将改变本国乃至世界的能源消费模式。能源效率的提高可以降低生产成本,提高一国的经济竞争力;可再生能源的广泛使用将增强可持续发展能力,改善环境质量,并有可能提高一国的能源安全程度。同时,率先实现技术升级的国家能够利用本国在技术上的优势,在汽车动力装置、电力设备、建筑材料等诸多领域提高环保标准,设置新的绿色贸易壁垒,在国际贸易中获取利益。技术创新主要是由企业完成的,正确把握技术创新的方向关系到企业的竞争力,因此,世界上著名的跨国公司对于气候变化问题均给予了高度关注,并开始采取相应的行动。

作为创新主体,我国能源企业的技术创新是解决能源可持续发展和环境问题的关键。只有加快技术进步和能源企业的技术创新,才能解决我国能源发展的瓶颈问题,保证能源的可持续供给。因此,找出影响能源企业技术创新能力和创新绩效的关键因素,研究它们对能源企业的作用机理,采取有效途径和措施来促进能源企业技术创新、提升创新绩效是迫切需要解决的关键问题。

因此,笔者以能源企业技术创新绩效影响因素作为研究对象,借鉴技术经济学、系统工程等理论对各关键因素的作用机理进行了剖析,并运用模型推导、实证分析、系统仿真等方法,研究了各因素对能源企业技术创新绩效影响的路径和强度。主要研究内容如下:

(1)在对国内外相关研究动态进行梳理的基础上,对影响能源企业技术创新的关键因素——创新文化、网络能力、产权激励、市场结构、政府政策制度、技术能力的作用机理进行了分析。具有创新精神的企业家们,他们洞察市场机会、制定创新决策、组织实施创新并通过制度创新、管理创新和文化创新来促进技术创新;创新的文化氛围对企业、员工具有导向、约束、激励、凝聚功能;以利用创新网络整合资源的能力和企业的组织学习的能力为核心的网络能力对技术创新至关重要;技术创新活动的水平在很大程度上归于产权激励功能的发挥和激励机制的不断完善;技术能力包括研发能力、营销能力、技术学习能力,是技术创新得以

实现的基础。市场与创新具有自组织的机制,是一个实施费用低、效率高的激励制度,最有利于实现技术创新的市场结构是以大企业为主导、大中小企业协作共生的市场结构;能源企业关键技术的开发,政府起着关键作用;技术创新离不开必要的制度条件,技术创新步伐的加快,要以制度创新为前提。

(2) 根据影响能源企业技术创新关键因素分析,以技术创新绩效为结果变量,技术能力和创新意愿为中介变量,构建了能源企业技术创新关键影响因素作用机理的概念模型,提出了12个研究命题。对不同能源行业的361个企业进行了能源企业技术创新影响因素问卷调查,运用结构方程模型对相关研究命题进行了实证研究,11个研究命题得到验证。研究表明,这些关键因素通过技术能力、创新意愿对能源企业技术创新绩效产生影响;技术能力对能源企业技术创新绩效具有直接正向影响,创新意愿对能源企业技术创新绩效产生正向影响。

(3) 运用系统动力学方法(System Dynamics,SD),构建了能源企业技术创新作用机理系统动力模型,利用仿真模型中影响因素变量,通过测试函数模拟了不同因素变化对系统的冲击效应。研究表明:能源企业技术创新绩效在不采取任何政策调控或其他促进措施的情况下,在可预期的未来时期内呈缓慢增长趋势。提高政府政策制度的影响力后,系统发展趋势变化幅度最大,其次为加强市场环境和寡占型市场结构的促进作用、提升企业网络能力、改善产权激励合理性以及提高企业家精神和创新文化水平。

(4) 提出提升能源企业技术创新绩效的策略途径。提升能源企业技术创新绩效是一项复杂的系统工程,应建立创新文化,营造自主创新氛围;完善市场环境和寡占型的市场结构;以产权激励为核心,实施积极有效的人才激励政策;加强政府对技术创新的引导;利用创新网络,提升能源企业的网络能力。

本书是在笔者博士论文的基础上整理完成的,也是江苏省社会科学基金项目“苏南苏北制造业技术学习对产品绩效影响的对比分析”(项目编号:09EYB028)的部分研究内容。本书的完成得到了中国矿业大学管理学院魏晓平教授的悉心指导,在此深表谢意!魏老师高尚的人格、渊博的学识、严谨的治学态度、敏锐的洞察力、诲人不倦的师德,以及谦和的为人处世方式,令我受益匪浅,成为我一生受之不尽的宝贵财富。感谢徐州工程学院管理学院陈嘉莉院长在工作和生活上给予我的关心和帮助,感谢郭鹏书记、陈建明副院长、黄忠东副院长和同事们,是你们的支持和帮助使我能有更多的时间和精力专心从事本书的写作。感谢我的父母,他们生活上的体贴和照顾使我可以无后顾之忧。感谢我的女儿,她的乖巧和懂事是我完成本书的动力,每每看到她可爱的笑容,我心里总是充满愧疚和欣慰。感谢健康乐观的自己,可以让自己在困难和挫折中,从固执到开悟,从迷乱到平静,从痛苦到喜乐,让自己的人格更加宽容,更加懂得自爱的意义。同时,本书的出版得到了江苏省社会科学基金和徐州工程学院学术著作出版基金的资助,在此表示感谢。

目 录

前言	1
1 绪论	1
1.1 选题背景	1
1.2 选题意义	8
1.3 研究目标	9
1.4 研究方法、思路与技术路线	10
1.5 研究内容及章节安排	12
1.6 研究的理论基础与概念界定	13
2 国内外相关领域研究动态	20
2.1 国外研究动态	20
2.2 国内研究动态	32
2.3 本章小结	42
3 能源企业技术创新内部影响因素及作用机理	44
3.1 企业家精神激励创新和提升技术能力的作用机理	44
3.2 创新文化对技术创新影响的功能分析	45
3.3 网络能力推动技术创新的作用机理	47
3.4 产权激励对创新意愿和技术能力提升的作用机理	50
3.5 技术能力对技术创新绩效影响的作用机理	52
3.6 本章小结	56
4 能源企业技术创新外部影响因素及作用机理	58
4.1 市场结构驱动机理分析	58
4.2 能源企业技术创新政策工具及作用机理	62
4.3 制度创新与技术创新的互动及作用机理	66
4.4 本章小结	72
5 能源企业技术创新影响因素及作用机理模型构建与实证检验	73
5.1 案例研究	73

5.2	能源企业技术创新影响因素的模型构建	82
5.3	研究设计及数据分析	87
5.4	结构模型设定与拟合分析	99
5.5	本章小结	113
6	能源企业技术创新作用机理系统动力学模型仿真研究	114
6.1	系统动力学分析的适用性	114
6.2	能源企业技术创新作用机理系统动力学模型构建	115
6.3	技术创新影响因素系统动力学仿真	115
6.4	本章小结	123
7	提升能源企业技术创新绩效的对策研究	124
7.1	能源企业技术创新的瓶颈及问题分析	124
7.2	提升能源企业技术创新绩效的策略途径	128
7.3	本章小结	134
8	研究结论、创新与展望	136
8.1	研究结论	136
8.2	研究的创新点	137
8.3	研究不足与未来展望	137
	附录	140
	参考文献	156

1 绪 论

1.1 选题背景

1.1.1 我国面临的能源危机

能源是经济发展的驱动器,是世界各国最为关心和瞩目的重要问题之一,能源的供求矛盾严重影响世界经济的发展。近几年中国能源消费增长迅猛,2004 年中国成为超过日本、仅次于美国的世界第二能源消费大国。伴随着工业化与城市化进程的加速,我国正面临着严重的资源耗竭。自 1949 年以来,中国依靠 40 多倍的矿产资源消耗增长速度才换来了国民生产总值 10 多倍的增长。中国的综合能源利用效率约为 33%,比发达国家低近 10 个百分点;单位产值能耗是世界平均水平的 2 倍多;电力、钢铁、有色金属、石化等行业的主要产品单位能耗平均比发达国家平均水平高出 40%左右;机动车油耗水平比欧洲高 25%,比日本高 20%。矿产资源总回收率远远低于国际先进水平。我国能源资源再生率不高,可再生能源在发电装机中尚未达到 1%,远远低于世界 16%的平均水平。资源消耗增长过快、利用效率低和再生化程度不高等问题已日益凸显,中国未来的经济发展在相当长的一段时间内不可避免地承受着资源的巨大压力。快速发展的中国能源面临以下挑战:

(1) 资源约束日益加剧。我国能源资源总量虽然比较丰富,但人均占有量较低。其中,煤炭储量和水力资源人均拥有量相当于世界平均水平的 50%,石油、天然气人均储量仅为世界平均水平的十分之一左右。若按目前的开采水平,我国东部的煤炭资源将在 2030 年耗尽,而且 2007 年石油对外依存度已经接近 50%,直逼警戒线;虽然天然气增长较快,但并不是以弥补原油的短缺。据预计在 2030~2050 年,我国能源消费和生产之间的缺口粗略估算可达到消费总量的 50%。能源严重短缺已经成为制约我国经济社会发展的瓶颈。我国与世界人均能源资源占有量之比较如表 1-1 所示。

表 1-1 我国与世界人均能源资源占有量之比较

地域名称	天然气/立方千米·人 ⁻¹	煤炭/吨·人 ⁻¹	石油/吨·人 ⁻¹
世界	163.3	23.7	25.8
中国	90.7	2.6	1.1
中国:世界	55.5%	11.0%	4.3%

(2) 结构性矛盾比较突出。我国一次能源的基本特点是“多煤、少油、缺气”,一次能源结构中煤炭的消费比例远高于世界平均水平,以煤为主的能源消费结构和比较粗放的经济

增长方式,带来了许多环境和社会问题,环境压力与日俱增。另外,我国石油、天然气对外依存度的不断提高也使能源供给的安全性日益显现。2001~2007 年我国的能源生产总量及构成和能源消费总量及构成分别如表 1-2 和表 1-3 所示。

表 1-2 2001~2007 年我国能源生产总量及构成

年份	能源生产总量 /万吨标准煤	占能源生产总量的比重/%			
		煤炭	石油	天然气	水电核电风电
2001	137 445	71.8	17.0	2.9	8.2
2002	143 810	72.3	16.6	3.0	8.1
2003	163 842	75.1	14.8	2.8	7.3
2004	187 341	76.0	13.4	2.9	7.7
2005	205 876	76.5	12.6	3.3	7.7
2006	221 056	76.7	11.9	3.5	7.9
2007	235 445	76.6	11.3	3.9	8.2

表 1-3 2001~2007 年我国能源消费总量及构成

年份	能源消费总量 /万吨标准煤	占能源消费总量的比重/%			
		煤炭	石油	天然气	水电核电风电
2001	143 199	66.7	22.9	2.6	7.9
2002	151 797	66.3	23.4	2.6	7.7
2003	174 990	68.4	22.2	2.6	6.8
2004	203 227	68.0	22.3	2.6	7.1
2005	224 682	69.1	21.0	2.8	7.1
2006	246 270	69.4	20.4	3.0	7.2
2007	265 583	69.5	19.7	3.5	7.3

从表 1-2 和表 1-3 可以看到,在我国能源生产和消费中煤炭占 70%左右,石油占 20%左右,天然气大约占 3%,水电大约占 7%。而 2007 年全球能源消费结构中,煤炭平均占 26.3%,石油平均占 36.2%,天然气平均占 25.5%,核能平均占 5.6%,水力平均占 6.3%。与全球和发达国家甚至印度这样的国家相比(如表 1-4 所示),我国的优质能源在能源总量中所占的比重相当低,这种不合理的能源结构必将对能源供应和经济的可持续发展造成巨大压力。

表 1-4 2007 年全球及主要国家能源消费结构

国家	煤炭/%	石油/%	天然气/%	核能/%	水电/%	合计/%
全球	26.3	36.2	25.5	5.6	6.3	100.0
美国	24.3	39.9	25.2	8.1	2.5	100.0
日本	24.2	44.2	15.7	12.2	3.7	100.0
印度	51.2	31.6	9.4	1.0	6.8	100.0

(3) 能源效率低。以 1978 年不变价格计算,中国 2000 年国内生产总值比 1978 年增加了 6.6 倍,而能源消费量仅为 1978 年的 2.28 倍,能源效率提高了 3.3 倍。虽然中国能源效率成倍提高,但同世界先进水平相比仍有较大差距。从国内生产总值单位能耗看,按 1995 年美元不变汇率计算,2002 年世界平均单位国内生产总值能耗为每百万美元 262 吨标准煤,美国为 249 吨标准煤,日本为 90 吨标准煤,OECD 国家平均为 188 吨标准煤,而中国为 837 吨标准煤,为世界平均水平的 3.2 倍、日本的 9.3 倍、OECD 国家的 4.5 倍。2008 年,我国国内生产总值按现行汇率计算占全世界国内生产总值的 4%,却消耗了全球 31%的煤炭、10%的电力和 8%的原油。2005 年单位产值能耗比较如表 1-5 所示。

表 1-5 2005 年单位产值能耗比较

单位:吨标准煤/百万美元

年份	按汇率计		按购买力评价计	
	1995	2002	1995	2002
中国	1 229	837	285	194
美国	285	249	284	248
欧盟	160	148	185	170
日本	94	90	176	169
俄罗斯	1 978	1 643	176	160
印度	589	619	148	133
OECD	204	188	232	210
非 OECD	634	564		
世界总计	283	262		

注:① 美元为 1995 年币值;② 欧盟为 15 国。

资料来源:日本能源经济研究所《日本能源与经济统计手册》2005 年版。

研究成果显示,我国目前能源效率比世界先进水平低 10 个百分点左右,约为 33%。我国能源系统的总效率为 11.1%,即能源可采储量变成终端有用能源的只有 1/10,约 90%的能源在开采、加工转换、贮运和终端利用过程中损失和浪费了^[1]。所以,一方面与发达国家和世界平均水平相比,我国能源利用效率有进一步提升的空间,但自从“十一五”规划纲要提出万元国内生产总值能耗降低 20%左右和主要污染物排放减少 10%的目标以后,2006 年全国节能减排任务未能达标,2007 年能耗又不降反升,节能减排的压力依然巨大。

1.1.2 问题的症结与克服途径

能源资源是经济发展的重要保障。现代经济是建立在煤、石油、天然气、水电和核能等能源基础之上的。面对日益严重的能源危机,我国如何实现能源和经济的可持续发展,是我们迫切需要解决的问题。通过以上的分析可知,只有挖掘储量,提高能源开采效率和各环节利用效率,大力开发核能、风能等新能源和再生能源,才能实现能源的可持续发展。作为创新主体的能源企业的技术创新是解决这些问题的关键。

随着能源技术的不断发展,能源储量的边界得到扩展。航空摄影技术、地质调查技术、

水文调查技术的进步,促生了发现能源新储量的技术群组。而在新的能源储量发掘的同时,一些处于早期开发的新技术出现,使能源使用由不可再生资源向可再生资源,由有限开采利用的资源向恒定(无限)资源转变。预计20年以后,可再生能源、非传统能源在全球能源供应中的作用将变得重要得多。对能源需求的大幅增长,将为可再生能源进入电力行业创造真正的机会。这一进程的长短将有赖于竞争性技术的相对成本高低。为了降低成本,将需要技术创新。技术创新使其广泛应用成为可能。由欧洲委员会发起并于1999年11月完成的一项研究,分析了新技术对较成熟的西北欧大陆架油气供应能力的影响。该项研究收集了1990年至1997年12月期间的新油气田开发和原有油气田的扩大开发。统计资料显示,新技术使石油与天然气的储量增加了近90亿桶。

科技进步提高了能源的使用效率,相对缓解了能源稀缺。其一,新的能源储存技术出现,提供了缓解能源稀缺的可能。如未来的高温超导技术将使人们在不把电能转换为化学能、机械能或热能的情况下直接储存电能,而其他的储氢、储热、储燃料电池等储能技术,提供了独特的化学能源。其二,能源末端技术的推广,减少了能源的需求量。如传统的建筑业在取暖、制冷、电器和照明等方面需要消费大量的能源,为此在能源末端使用技术上,已产生了提高能源效率的新技术如太阳能技术,同时新型建筑材料也具有了保温隔热等节能性能。其三,技术进步促进了低品位资源的利用、资源的重复(循环)利用以及资源共生成分的综合利用。

与其他产业不同,能源开发技术不易被复制,而且一种能源成为主流能源之后,它的生命力至少有几十年、上百年。能源研发的特殊性及其供需的不平衡性对能源开发技术提出了更新、更高的要求,技术创新成为能源产业优化升级的核心动力。剑桥能源研究协会的研究统计表明,由于石油科技的发展,近年来世界石油储量提高了60%,而主要石油公司的勘探成本却大幅度降低,由7美元/桶降至2美元/桶,中东已少于1美元/桶。同时,科技创新已使全球能源企业增长方式发生了根本性转变,成为国际能源巨头提高核心竞争力、扩大市场、求生存、求发展的关键要素。中国正处于工业化进程中的关键阶段,能源对支撑中国经济持续高速发展起到了关键的、不可或缺的作用。然而我国人均石油储量只有世界平均水平的10%,人均天然气储量是世界平均水平的23%,我国每发一度火电要比别人多消耗20%的煤,每年燃煤排放的硫和每年生产硫酸的用硫量一样大。因此只有加快技术进步和能源企业的技术创新才能解决我国能源发展的瓶颈问题,保证能源的可持续供给。

1.1.3 能源企业技术创新的特点与现状

1.1.3.1 能源企业技术创新特点

能源技术具有投资大、关联多、惯性强的特点,一旦方向选错或技术落后,将会在几十年的实践中处于技术受制于人的被动局面。由于能源企业生产与技术的特殊性,技术创新在能源企业的表现形式有自身的特点:

(1) 能源企业技术创新具有资源约束性。从生产要素上看,能源储量及地质地理条件是能源企业产量最主要的约束条件,而劳动力、资金及技术是在储量约束范围之内起作用,这是能源企业技术创新特点之一。因此,能源企业技术创新必须根据自身的资源条件,因地制宜地选择技术创新模式,使企业经济上合理与技术上先进,而不是仅从技术本身的角度来选择应用新技术、高技术。

(2) 能源企业技术创新强调过程性和利用性。能源企业产品不像电子行业或其他行业的产品那样存在着更新换代问题。能源企业的劳动对象是自然资源,能源企业的产品的使用价值是天然形成的,能源企业技术创新的作用从本质上讲并不能体现在产品之中,因此能源企业技术创新的过程贯穿于整个能源生产过程,其技术创新的中心是生产工艺,其技术创新的成果是高效、高产、安全、洁净地开采和利用能源。

(3) 能源企业技术创新活动具有高风险性,不仅体现在投资风险上,更主要的是表现在安全生产上。对能源企业而言,安全技术是能源企业技术创新中具有特殊的地位,安全技术始终贯穿于能源企业技术创新活动之中,越是采用高新技术装备,越应大力提高安全保障程度。例如技术先进的美国煤矿从 20 世纪 80 年代以来,其百万吨死亡率一直为 0.06~0.07。降低风险,提高安全保障系数是能源企业技术创新的重要内容。

(4) 能源企业技术创新要降低生产的生态负效应性。降低能源企业生产的生态负效应,是能源企业技术创新活动中越来越重要的课题。如煤炭生产过程中排放大量矸石,使用过程中产生大量有害气体,光伏产业的四氯化硅等有害污染物的排放等。随着能源可持续发展战略的实施,资源与环境等生态问题已构成我国能源发展的最基本的制约因素,能源企业技术创新活动中必须考虑环境污染的限制。

1.1.3.2 能源企业技术创新现状

(1) 能源企业研发活动现状不容乐观。

根据全国经济普查数据,能源行业研发人员占从业人员的比重为 0.66%,高于工业 0.58% 的平均水平。从登记注册类型和企业规模看,内资企业和大型企业在研发人员投入方面占有绝对优势。2004 年能源行业内资企业共投入研发人员 5.6 万人,占全部能源行业企业的 96.8%;大型能源企业投入研发人员 5.1 万人,占 86.6%。

建立研发机构是能源企业持续发展的内在需求和必然选择,研发机构的建设情况,可以反映研发活动的集中程度和实力。普查数据显示,能源行业企业拥有科技机构 967 个,科技机构有博士 488 人、硕士 4 089 人,分别占全部工业的 5.5%、7.3% 和 13.3%。

从研发经费投入情况看,全部工业研发投入强度为 0.5%,能源行业为 0.22%,能源行业的研发经费投入强度远远低于全部工业的平均水平。

能源行业企业的科技项目按照完成的方式分为自主研发项目,与其他企业、高等院校、研究院所合作研发项目及与外企、境外机构合作研发项目。普查数据表明,2004 年整个能源行业的研发项目大部分由企业自主攻关完成,这类项目占能源行业全部项目的 61.1%。与境外机构合作和与境内注册的外商独资企业合作的项目共占 2.4%;其他项目以与高校、研究院所和境内其他企业合作为主,占 36.1%。按照项目经费来源分,85.3% 的项目经费来自企业,来自国家有关部门和来自地方政府的占 10.7%。石油和天然气行业企业自筹项目经费所占比重最高,为 94.5%;煤炭行业来自国家和地方政府的项目经费所占比重最高。全国能源行业超过一半的项目经费用在产品的研发,占项目总经费的 50.3%;为提高生产效率的项目经费仅占 18.1%;用于环境保护的研发项目经费占 31.6%,共 35.1 亿元。

专利是衡量科技活动产出的重要指标。根据普查数据,全部工业的专利申请量为 64 569 件,其中能源企业的专利申请量为 2 426 件,占全部工业的 3.8%;其中发明专利申请量为 722 件,占能源行业专利申请量的 29.8%,占全部工业企业发明专利申请总量的

3.5%。能源行业研发人员专利申请量为每百名4.2件。其中港澳台企业为29.8件;外资企业为29.3件;内资企业最少,为3.3件。这说明在专利产出效率上,内资企业大大落后于外资企业和港澳台企业。

可以看出,我国能源企业R&D投入比重不论从研发人员、研发机构、研发经费、研发项目还是专利申请和产出效率仍然较低,与发达国家相比更是存在很大差距。

(2) 技术总体水平落后。

近十几年来,我国常规能源工业技术水平稳步提高,新能源和可再生能源技术逐步产业化,替代燃料技术成为研究示范的新热点,国家支持了一批关键能源科学技术的研究并有所突破,一些技术项目已经超过了发达国家,在国际上处于领先水平。然而,在取得较大成绩的同时,也不得不看到我国能源技术发展存在的问题。

第一,高新技术水平落后。我国有关能源方面的前沿技术与发达国家或国际大型能源企业相比,有着较明显的差距。世界石油技术早已从槽台说、背斜说、海相生油论、生物地层学发展到全球地球科学数据库与综合评价体系、四维地质模拟和油气成藏动力学层面,而国内仍停留在地体构造、层序地层学阶段;在世界开发技术的前沿阵地,已经实现了数字化、集成化、智能化、可视化和实时化,油田微孔井开采技术、膨胀管钻完井技术、实时油藏经营管理、数字化油田等成为主流技术,而国内则停留在蒸汽吞吐、水力活塞泵等人工举升技术阶段;又如开发地震技术在国外已经成熟应用十多年,而国内刚开始进行小范围的采集试验^[2-3]。在风电方面,目前国际主流风机的容量已达到2~3 MW,单机5 MW的机组已经面世,10 MW的风机也已经着手研制,而我国1 MW级风机还在试验阶段;欧洲已建的海上风电场装机容量已经超过500 MW,但我国海上风电开发尚未开始。在核电方面,国外第二代核电站早已普及,第三代核电站也已经开始进入市场,而我国第二代核电站的一些核心部件还必须依靠进口,第三代核电站的设计、制造和安装技术也未能完全掌握。此外,太阳能光伏发电的硅材料制造技术也只相当于发达国家20世纪60~70年代的水平。

第二,能源企业的装备技术有待进一步发展。我国能源企业的装备技术水平参差不齐,虽然在一些大型能源企业中拥有了世界一流的大型、高效和清洁的能源生产设备,但同时大量低效、落后的设备仍在使用的,一些关键技术仍距国际先进水平有较大差距。现代装备和落后设备的并存导致我国能源企业的整体技术水平仍不高。例如在煤炭企业中,世界最先进的综合机械化采煤设备和最大的单矿工作面与大量小煤窑依靠人工开采的落后开采方式并存;在电力企业中,超超临界、超临界和亚临界机组与20世纪50年代制造的中、低压发电机组并存;石油炼制企业的总体效率也与国际先进水平有一定差距。

第三,能源技术进步的全局统领和协调有待加强。能源技术的研发具有周期长、投入大的特点,但一旦科研成果形成新产品和新技术,对社会进步的影响也是巨大的。许多能源技术从研发到产业化,往往要经历十几年乃至几十年的连续投入,因此发展能源技术非常需要政府的支持。美国政府在能源技术领域内投入了大量人力、财力和物力,由能源部指导的若干个国家实验室,统领、组织和协调全国乃至世界(通过国际能源机构)能源技术的研发工作,保证了美国的能源技术研发的全局性、连续性和前瞻性,使美国的能源技术始终占据世界领先地位。但是,由于中国对能源技术的基础性、前瞻性和战略性部署不足,导致目前众多的能源核心关键技术和先进装备只能依靠进口,直接影响了中国的能源安全,所以能源技术发展需要全国统一部署、协调和组织。

我国的能源行业和装备制造业过去曾拥有过比较完整的国家级科技研发体系,但体制改革以来,很多科技研发机构被划入能源生产和装备制造企业集团,有的转制为独立的企业实体,实行公司化运作;国家级科技研发机构应该具备的前瞻性、全局性被明显弱化。我国的一些大学和科研院所能源项目的科研资助基本都来自国家科技开发项目,但项目的立项往往与产业实际需求结合不够,缺乏与国家中长期规划的衔接。我国许多能源生产企业倾向于进口现成的国外设备;能源装备制造企业创新能力有限,满足于现有技术的批量化生产,或通过购买国外生产许可证的方式在国内组织生产,对科技创新和新技术消化吸收的重视和投入不足。因此,当前亟待加强国家对能源科技进步的全局统领和协调,形成多方参加、分工明确的重大技术装备的联合攻关能力,尽快摆脱能源科技创新难以形成合力的局面。

第四,自主创新能力亟待提高。能源装备制造业科技含量的高低,是决定一个国家能源工业技术水平高低的关键环节,也是一个国家的能源科技实力和综合实力的集中体现。近年来,我国的能源工业总体规模发展很快,设备的国产化能力也有所提高,但仍有相当一批核心设备需要从国外引进,国内装备制造企业的消化吸收和自主创新能力尚不能满足能源可持续发展的需求,很难为战略性的重大技术创新提供支撑。

由于缺乏自主创新能力,尽管我国能源装备市场很大,但市场受制于人的局面仍很难改变。以风电为例,近年来我国的风电市场发展迅速,风电设备需求增加,但由于国内的风电设备制造行业缺乏大型风机总体设计和集成技术,关键零部件配套能力低,无法满足市场需求,风电装备市场只能受国外风电企业控制。例如,2006年我国已经拥有近30家风机总装企业,但真正拥有自主技术和自我品牌的企业不过一两家。2005年新增市场份额中,国内制造的产品还不到30%,其中大多还是购买国外许可证生产的。

目前,一些能源装备制造企业利用其技术、资本和品牌的优势,抢占了我国的资源 and 市场,对国内相关企业的发展非常不利;而国内企业过分追求短期利益,研发投入不足,技术引进后的消化吸收再创新能力弱,能源技术装备的国产化和自主品牌的培育面临严峻形势。

第五,能源技术研发的管理体制需要整合优化。目前我国的研究管理体制把能源技术的项目分为基础研究、应用性基础研究和应用研究以及产业化等不同阶段。同一项目的不同课题往往分散在多个不同国家科技计划中,能源项目在安排上存在一定的重复与交叉,使国内有限的科研资金和资源不能得到合理的配置和充分的利用,管理难度大、协调困难,很难形成能源技术研发的整体决策。此外,我国科研成果的考核制度是将被SCI或EI收录的文章数量作为评判科研单位学术能力的最重要依据,将论文发表作为衡量科研人员成绩和职称晋级的硬性指标,导致科研人员把精力过多地放到论文写作和检索上,忽视科研成果的产业化,不能安心解决产业化过程中遇到的种种工程技术问题。科研人员以发表文章被检索为目标搞科研,企业以跑马圈地为目标搞扩张,完全偏离了用科技进步提升产业发展质量这一最终目标。科研成果的转化机制不顺,产业化程度不高是目前阻碍我国科研成果应用的主要障碍。科研人员搞出了一项好的成果,往往自己要花费大量精力去进行公司管理、财务运作、市场开拓,推进成果的产业化,进一步分散了科研人员有限的精力。在产业化过程中,有了一个产品就形成一个企业,最终形成了科研机构办产业、大学办产业,产学研不分,使得大多数企业很难做大、做强。

1.1.4 问题的提出

理论研究上,自从熊彼特对创新进行开创性研究以来,越来越多的经济学家开始探讨技术创新的起源、影响,以揭示其发展规律。这些研究大体上可以分为三个阶段:第一阶段强调创新起源、效应以及创新组织等内容,技术推动假说和需求拉动假说在这一阶段具有较大影响;第二阶段开始扩展技术创新的研究范围,综合运用各种研究理论和研究方法,是“技术创新研究的持续兴旺阶段”,这一阶段出现了日后具有重大影响的“演化理论”;第三阶段的一个重要特点是“技术创新研究的综合化趋势”,其标志就是创新系统方法的出现。与以前方法不同,创新的系统方法不是简单地关注创新的某一个方面比如发明、创新和扩散,而是将创新看做是一个复杂的系统,从“系统”的角度来解释影响创新的各种因素。

能源企业的发展,不论是挖掘储量,提高能源开采效率和各环节利用效率,还是大力开发核电、风电等新能源和再生能源,都离不开技术创新。由此可见,技术创新在解决能源经济问题中,处于重要的甚至是中心的位置。技术创新对能源利用效率提高、对环境质量的保护都将起到无可替代的巨大作用。能源技术创新无疑将会对可持续发展框架下的能源、经济的发展,发挥巨大的甚至是革命性的影响。能源技术创新作为可持续发展战略的优先行动领域和有效途径,在国内外得到了广泛关注。因此,如何有效地提高我国能源企业技术创新的能力和绩效,进而实现能源、经济的可持续发展是我们亟待解决的重要问题。而解决这一问题的关键是找出影响能源企业技术能力和绩效的因素,研究它们对能源企业的作用机理,从“系统”的角度来分析影响创新的各种因素,继而提出能源企业技术创新能力和绩效提升的政策建议。由此引发对以下问题的思考:

- (1) 影响能源企业技术创新绩效的因素是什么?
- (2) 这些影响因素的作用机理是什么? 对能源企业而言,哪些是主要和关键的因素?
- (3) 从“系统”的角度来看,这些因素是如何综合影响能源企业技术创新绩效的?
- (4) 能源企业技术创新绩效提升政策建议与其他企业相比是否有所侧重,应该从哪些方面提高企业技术创新绩效?

1.2 选题意义

1.2.1 理论意义

技术创新影响因素的相关研究很多,研究者从本身研究需要出发,得出的结论往往不同。本书综合相关研究成果,分别从技术创新系统的内部和外部把握影响技术创新的因素,从而为以后的相关研究提供一定的理论基础。

传统研究对于能源技术创新主要是围绕具体的能源技术和能源行业开展,研究较多地集中于新能源技术和能源行业可持续发展的探讨,而对能源企业技术创新的研究涉及较少,且缺乏全面的研究。企业作为现代社会的细胞,不仅是市场经济最主要的主体,而且是经济发展的基本单元和微观基础。因此,从创新主体能源企业出发,将企业作为能源技术创新研究的组织载体进行综合全面的研究,是对技术经济理论内涵和外延的补充,弥补了现有研究的不足,拓宽了能源技术创新的研究范围。

本研究从我国能源企业技术创新的内部影响因素和外部影响因素两个方面,构建了我国能源企业技术创新作用机理的理论模型,为以后这个领域的研究提供理论参考。

影响能源企业技术创新的内外部因素很多,每一个因素对企业技术创新的驱动机理和作用强弱都有区别。本研究将这些影响能源企业技术创新绩效的内外部因素置于一个完整的动力系统中,并将其与企业技术能力和创新意愿联系起来进行定性和定量研究,扩展了系统动力学理论的应用领域。

能源企业技术创新已得到广泛重视,但创新能力和绩效较低的现状始终难以从根本上改变。本研究从系统角度以各影响因素的作用机理为主要研究内容,并进一步具体分析能源企业的侧重点,为政府制定各种激励政策提供了理论依据。

1.2.2 实践意义

要保持我国经济快速、稳步的增长,能源企业的发展至关重要。“科学技术是第一生产力”,只有科技进步,才能从根本上使生产力高度发达。科技进步作为经济发展的决定性因素,对经济增长和战略目标的实现,具有十分重要的作用。一国竞争力增强的过程,正是该国以企业为主体的技术创新积累的过程。因此,中国的能源企业只有依靠科技进步,才能赶上和超过发达国家的水平,促进能源企业生产力的发展。

尽管国家甚至企业都意识到技术创新的重要性,但纵观我国能源企业的技术创新史,传统的政府主导型的科研机制和模糊的产权模式,使我国能源企业难以成为技术创新的主体,企业对技术创新的投入不充分,技术创新的动力不足,严重制约了我国能源企业核心竞争能力的提高。因此,全面而深入地展开能源企业技术创新影响因素的研究,对激发能源企业技术创新动力,提高企业的竞争能力具有重要的现实意义。而只有弄清了内外部环境到底有哪些要素以何种方式和程度影响能源企业的技术创新活动,才能为企业的技术创新活动营造更好的内外部环境。

要使企业深入持续地从事技术创新活动,关键是调动企业主动性和积极性。只有企业积极主动地参与技术创新,重视自主研发,才能构建能源企业持续创新动力系统。因此,什么样的内外部环境可以提高能源企业技术创新的积极性,是实践中迫切需要解决的问题。它不仅具有较高的应用价值,还具有广泛的推广价值。本研究是对能源企业科技进步的一种创新性研究,旨在“科技兴能”,加速实现能源企业科技进步,为实施有效的科技进步管理指明方向。因此,本研究具有重要的实践价值。

1.3 研究目标

在能源危机的背景下,能源技术创新是缓解和从根本上解决能源问题,实现能源可持续发展的根本途径。能源企业是能源技术创新的主体。只有加快能源企业技术创新的步伐,使能源企业由被动地进行创新转变为主动积极地实施技术创新,才能从源头上根本解决能源技术创新的问题。为此,笔者在研究中对能源企业技术创新的关键因素及其作用机理等问题进行深入和系统的分析,故所选择的研究目标为:

(1) 梳理出有关企业和能源企业技术创新的研究现状,结合能源企业技术创新实践,找出关键问题及研究的不足。

(2) 建立能源企业技术创新作用机理的概念模型,剖析其作用机理,识别关键驱动因素。

(3) 以我国能源企业为样本,全面地实证分析和检验内外部关键因素是否对提升技术创新绩效具有显著影响,检验技术能力、创新意愿的中介作用,阐明关键因素影响技术创新绩效的机制。希望该研究有助于进一步阐明这些关键因素对能源企业提高技术创新水平的重要作用,以支持定性理论分析的结论。

(4) 通过对能源企业技术创新作用机理概念模型的优化,提出可行性的政策与建议。

1.4 研究方法、思路与技术路线

1.4.1 研究方法

任何一项科学研究,除了选好、选准课题外,研究方法至关重要。为了达成预期的研究目标,本研究拟采取文献法、案例法、问卷法和计量经济模型等进行理论及统计分析,把考察对象当做一种体系,即考察一个整体的各个部分之间的相互关系,而不是孤立地研究各个部分,综合理论分析和实证分析,以结构方程模型和系统动力学仿真技术为分析工具,具体的方法如下:

(1) 理论借鉴与拓展相结合。本研究在以往文献研究的基础上,借鉴他们的理论研究成果,对能源企业技术创新的研究现状进行归纳,析出企业家精神、创新文化、产权激励、网络能力、技术能力、市场结构、政府政策制度等关键因素。

(2) 实证研究。本书的第3章、第4章对能源企业技术创新影响因素的作用机理进行了分析,为以后的实证分析奠定了研究基础。然后根据实地调研和访谈的数据,利用SPSS统计软件和结构方程模型方法对能源企业技术创新影响因素概念模型的结构关系进行实证分析,并对调研数据进行信度和效度检验,进行Pearson相关分析和方差分析,验证了能源企业技术创新关键影响因素与技术创新绩效之间的关联性。

(3) 系统动力学模拟方法。将影响能源企业技术创新的几个主要因素当做能源企业技术创新系统的几个子系统,构建能源企业技术创新影响因素系统动力学模型。通过调整各子系统的参数,结合各因素对能源企业技术创新影响的历史趋势,模拟现实环境对能源企业技术创新的影响,进而定性比较分析各子系统对能源企业技术创新的影响程度。

1.4.2 研究思路

本研究沿着以下思路进行:

(1) 搜集国内外关于企业技术创新影响因素的相关研究文献,在熟悉资料和研究方法的基础上,梳理出国内外关于能源企业技术创新影响因素研究的进展和研究中还需进一步研究的主题,并结合我国的实际情况,提出研究的问题,同时对相关概念进行界定。

(2) 通过对国内外相关领域研究动态的介绍,了解目前相关理论发展及其与能源企业技术创新影响因素研究之间的关系。根据上述理论对能源企业技术创新影响因素研究的进展,结合国内外研究现状,分析能源企业技术创新关键影响因素的作用机理。