

《世界能源法研究》丛书 丛书总主编：杨解君

变革中的中国能源法制

The Energy Legal System of China in the Transformation



杨解君◎主编



中国出版集团



世界图书出版公司

本套丛书得到欧阳平凯院士主持的“国家重点基础研究发展计划资助项目”(National Basic Research Program of China)(2009CB724700)和杨解君教授主持的国家社科基金重点项目(10AFX011)的支持

变革中的中国能源法制

杨解君 主编

世界图书出版公司

广州·上海·西安·北京

图书在版编目(CIP)数据

变革中的中国能源法制 / 杨解君主编. — 广州: 世界图书出版
广东有限公司, 2011.8
ISBN 978-7-5100-3838-9

I. ①变… II. ①杨… III. ①能源法-研究-中国 IV. ①D922.674

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 169781 号

变革中的中国能源法制

责任编辑 汪再祥 程利华
出版发行 世界图书出版广东有限公司
地 址 广州市新港西路大江冲 25 号
邮 箱 sjxscb@163.com
印 刷 虎彩印艺股份有限公司
规 格 710mm × 1000mm 1/16
印 张 18.5
字 数 330 千字
版 次 2013 年 5 月第 2 版 2013 年 12 月第 4 次印刷
ISBN 978-7-5100-3838-9/D.0027
定 价 60.00 元

版权所有,翻印必究

《世界能源法研究》丛书编委会

- 顾问 欧阳平凯(中国工程院院士,南京工业大学校长)
- 主任 杨解君
- 成员 Peter-Tobias Stoll(德国哥廷根大学法学院国际环境法教授)
- 陈 戈(德国哥廷根大学国际法暨欧盟法研究所研究员)
- 徐炎华(南京工业大学环境学院教授)
- 单晓光(同济大学法学院院长)
- 肖国兴(华东政法大学经济法学院教授)
- 方小敏(南京大学法学院教授,中德法学研究所副所长)
- 朱跃钊(南京工业大学副校长)
- Hartmut Weyer(德国克劳斯塔尔工业大学教授)

丛书总序

“世界”的能源法

能源,既是当今世界各国政治家们的流行语,也是最受世人关注的热点话题。能源一词之所以如此炙手可热,其原因主要在于能源已不只是一种可有可无的生活供应品,而是一件决定着人类命运的大事情。能源的现实及不确定的未来,令人类社会忧心忡忡:一方面,化石能源使用带来的高碳排放所引发的全球气候恶化,可能会危及人类生存的根基;另一方面,化石能源的日趋减少和枯竭所引发的全球范围的能源危机,可能会危及人类发展的基础。能源,已关涉到人类的生存与发展问题。

但是,能源问题的解决并非易事,而是一个极为复杂的问题。其复杂之处在于,我们今天所面临的能源问题是全球化背景下的能源问题。全球化意味着世界形成了一个相互联系、相互依存的有机整体,全世界是一种“一荣俱荣、一损俱损”的关系,没有一个国家可以独善其身。在全球化背景下,能源问题的解决无疑需要全球化的行动,能源问题也只能通过全球化的行动才能得到解决。否则,艰难的减排就会轻易地被超量的排放所抵消,艰难起步的低碳能源产业将被化石能源产业的成本优势轻易地击败……气候的一体化、经济的全球化与政治国家的民族化之间的深刻矛盾,决定了能源问题绝不是一个单纯的技术革新问题,而是事关各国和国际能源治理的变革及方式创新问题。在这个意义上,能源问题的解决就只能依托于政治和法律的路径。

既然能源问题是一个全球性的问题,无疑就需要世界各国的共同参与和通力合作。面对环境和能源现实及未来的发展,世界需要更加有效的治理。否则,全世界所有国家都是失败者,没有一个是赢家。然而,在促进低碳发展和环境能源的国际合作方面,“后京都时代”却步履艰难,全球应对气候变化的努力正面临着倒退的威胁。中国作为最大的发展中国家,拥有全世界四分之一的人口,其能源消费已经与美国持平……无论从哪个角度看,中国都无法置身于国际能源合作舞台之外。中国是负责任的大国,在国际



环境和能源合作中有着重要的作用与责任,中国不能居身世外而必须积极参与和推动国际能源合作。抗拒命运的人,命运拖着走;顺应命运的人,命运领着走。与其被动纳入,不如主动融入。因此,中国能源法的建构及其未来发展,首先就要具有一种积极融入世界的思维,这也是本丛书命名为《世界能源法研究》的初衷之一。

加强能源立法及其变革,已成为一种世界性的趋势,为实现“加强使用可靠、廉价、经济上可行、社会上可接受且无害环境的能源服务和资源”^①的目标,各国都在实行能源法的改革和重构,以致力于与可持续发展理念相一致的能源法框架建构。“能源法改革是各国典型的问题。全世界的议会都需要解决如何重构本国能源法的问题。……最终,重构能源法将会是生物圈中每一个人类社会遇到的共同挑战。”^②中国的能源法制建设也面临着同样的挑战,而且其建构、完善与变革的任务更为艰巨。这是因为“中国目前正在进行的建设社会主义法治国家的伟大实践,并不是一种单纯的法制建设运动,而是与中国新一轮的从农业社会向工业化社会转型、从计划经济体制向市场经济转轨的综合现代化运动结合在一起的。中国法律不仅面临着一场革命性的自我重建,同时承担着转型秩序的治理任务”^③。这就需要我们善于把中国的现实国情与国际形势结合起来,在把握中国能源法制改革方向的同时关注其他国家能源法的改革路径与经验。

当下的中国,正面临着严重的能源问题,对化石能源的高度依赖带来的环境污染和潜在的能源危机已迫在眉睫,正处于需要法律及时加以解决的关键时段。可是,中国能源法律制度却严重滞后,立法导向模糊、法律体系冲突、法律操作性差、能源法律观念淡薄、行政管理体制混乱、能源市场发育不良、法律实施困难……,所有这些问题已经对中国能源的可持续发展带来了不利影响。在未来的发展中,我国如何针对自身的“法律短板”进行相应的改革与完善,除了立足国情外,更应该借鉴和吸收世界各国的能源法制经验。中国能源法制的建构与变革,必须要有一种向世界学习的眼光,这也是本丛书命名为《世界能源法研究》的初衷之二。

在可持续发展导向下,全球化时代的能源法将是国际法和国内法的混合体,是立足世界的国际法视角和立足国情的国内法视角的不可分割的交

① 2002年9月可持续发展世界峰会确立的《约翰内斯堡实施计划》文本中的六项优先建议的第一项。

② [澳]艾德里安·J.布拉德布鲁克、[美]理查德·L.奥汀格主编:《能源法与可持续发展》,曹明德等译,法律出版社2005年版,原著序言I(尼古拉斯·A.罗宾逊)第12页。

③ 刘金国、蒋立山主编:《中国社会转型与法律治理》,中国法制出版社2007年版,第6-7页。



融,合则兼美,分则两害。同时,21 世纪的能源法是人类法制史上性质最为复杂的法律形态,它必须要兼顾生态因素、环境因素、技术因素、政治因素、市场因素、国家安全因素、伦理因素等诸多方面的价值关怀。从来没有一个部门法被赋予了如此之多的价值追求。如何在诸多价值目标之间作出恰当的选择和平衡,无疑是能源法理论和实践所面临的巨大难题。多元素的综合作用之下,能源法的研究就需要有一种胸怀世界、兼收并蓄的广博视野,这也是本丛书命名为《世界能源法研究》的初衷之三。

目前,国内能源法研究正呈现蓬勃发展的良好势头,能源法的相关著述颇为丰富多彩,既有国内能源法体系的总体式研究,也有某些能源领域的具体问题探讨,在域外能源法的研究方面也多有涉足。然而,综观国内能源法研究,在外国能源法及国际能源法方面,尚缺少全面而系统的介绍与评述,可供借鉴的资料较为匮乏。基于“走出去”与“请进来”相结合的考量,为中国人了解外部世界打开一个窗口,由此而“知己知彼”,此乃笔者组织编写本丛书的重要意图。

本套丛书拟采取开放式的出版模式,首期出版五本,后期将选择合适的书目陆续出版。首期五本著述涉及中国能源法制、国际能源合作与国际能源法、欧洲(盟)及其主要国家能源法、美洲主要国家能源法和非欧佩克主要国家能源法,旨在以中国能源法制为立足点,介绍当今国际能源合作与国际能源法、一些具有代表性国家的能源法,为读者提供一个了解中国能源法和域外能源法的全景视角。

《变革中的中国能源法制》全面介绍中国现行的能源法律制度,以低碳经济和可持续发展为背景,对中国现行的能源立法、主要法律制度及其实施状况进行综述和分析,并对中国能源法制的发展与未来做出展望。全书包括能源与中国能源现状、中国能源法体系及主要制度、常规能源法制、可再生能源法制、节能法制以及中国能源法的未来发展等方面的内容。

《国际能源合作与国际能源法》介绍目前国际上国家间能源合作、区域能源合作以及国际能源合作的主要成果和制度,并着重分析一些重要的国际能源合作协议和国际能源合作机制。全书包括国际能源合作、中外能源合作、国际能源法、中国涉外能源法、能源纠纷解决机制等内容。

《欧洲国家能源法概论》主要介绍欧盟能源法和欧洲具有代表性的国家——德国、法国、英国、意大利(南欧)、波兰(东欧)、挪威(北欧)六个主要国家的能源政策、能源法及能源法制,并简要分析这些国家能源法的新发展和趋势以及可资借鉴的经验。

《美洲国家能源法概论》主要介绍北美的美国和加拿大、南美的智利和



巴西及中美洲的墨西哥等主要国家的能源法制。全书介绍这些国家的能源状况、相关政策和能源法及其新发展,并归纳其主要的能源法律制度。全书通过对这些国家能源政策和法律制度的分析,总结其能源法制的特点以及可供我国能源法制建设借鉴的经验和教训。

《非欧佩克国家能源法概论》在简单介绍欧佩克成员国的能源状况、能源政策及能源法制的基础上,重点介绍非欧佩克的俄罗斯、印度、澳大利亚、南非、日本等国的能源法制。全书内容涉及这些国家的能源状况、能源法制及其新发展,以及可供吸纳的经验教训。

本丛书的出版得到了中国工程院院士欧阳平凯的悉心指导,世界图书出版公司学术出版中心的刘婕妤、汪再祥编辑为本丛书的出版付出了诸多辛苦,在此谨致以诚挚的敬意与谢意!

杨解君

2011年5月28日

目 录

第一章 能源与中国能源现状	001
第一节 能源概述	001
一、能源	001
二、能源的分类	003
三、能源利用的时代划分	005
第二节 能源与经济、环境、社会的关系	007
一、能源与经济的关系	007
二、能源与环境的关系	013
三、能源与社会的关系	016
四、能源与可持续发展	017
第三节 中国能源状况	018
一、中国能源概况	018
二、中国主要能源品种	020
三、中国能源安全状况	029
第四节 中国能源战略和政策	032
一、中国能源战略	032
二、中国能源政策	038
第二章 中国能源法制概况	047
第一节 中国能源法	047
一、能源法概述	047
二、中国能源法的发展状况	053
三、中国能源法体系	054
第二节 中国能源法律制度	059
一、专门能源法律制度	059
二、相关能源法律制度	078
第三章 中国常规能源法制	088
第一节 概述	088



一、常规能源	088
二、常规能源开发利用状况	089
三、中国常规能源法制	092
第二节 煤炭法制	093
一、煤炭	093
二、中国煤炭法制	094
三、中国煤炭法制的缺陷及完善	103
第三节 石油天然气法制	109
一、石油天然气	109
二、中国石油天然气法制	111
三、石油天然气管道保护法	113
四、中国石油天然气法制的缺陷及完善	116
第四节 电力法制	119
一、电力	119
二、中国电力法制	121
三、中国电力体制改革与电力行业监管	124
四、中国电力法制的缺陷及完善	127
第五节 常规清洁能源法制	131
一、清洁能源	131
二、中国水能法制	134
三、中国核能法制	139
四、常规能源的清洁利用及其法制促进	149
第四章 中国可再生能源法制	156
第一节 可再生能源与可再生能源法制	156
一、可再生能源	156
二、我国可再生能源的发展现状	157
三、我国可再生能源发展的制约因素	160
四、可再生能源法	163
五、可再生能源法制	165
第二节 可再生能源法的创制	170
一、可再生能源立法探索	170
二、《可再生能源法》的创制与内容	174
三、《可再生能源法》的特色	185
第三节 可再生能源法的配套规定	187



一、配套规定制定的背景	188
二、各种配套规定或实施细则	190
第四节 我国可再生能源法制的欠缺与完善	205
一、可再生能源立法的欠缺表现	205
二、可再生能源法实施中的问题	209
三、完善我国可再生能源法制的建议	212
第五节 可再生能源法制的发展——以风能、太阳能立法为例	216
一、风能、太阳能立法现状	217
二、专门性立法的经验与检讨——基于风能、太阳能立法现状 和效果的比较	218
三、专门性立法的特殊问题探讨——以太阳能领域为例	222
四、制定各种可再生能源单行法的建议	225
第五章 中国节能法制	227
第一节 节能法制概述	227
一、节能概述	227
二、节能法与节能法体系	230
三、节能法制	233
第二节 节能管理	237
一、节能监督管理	237
二、节能标准	239
三、节能产品认证	240
四、节能民间机制	241
第三节 重点行业与相关领域节能	242
一、重点行业节能	242
二、公共机构节能与重点用能单位节能	251
三、公众节能	258
第四节 节能技术进步与激励措施	260
一、节能技术进步	260
二、节能激励措施	262
第五节 节能法律责任	267
一、节能民事法律责任	268
二、节能行政法律责任	268
三、节能刑事法律责任	269
第六节 中国节能法制的欠缺与完善	269



一、中国节能现状	269
二、中国节能法制的欠缺表现	271
三、中国节能法制完善的对策	273
第六章 中国能源法的发展状况与走向	275
第一节 中国能源法的发展状况	275
一、发展成就	275
二、现实问题	276
第二节 中国能源法的发展走向与趋势	278
一、应然的转变:能源法的发展走向	278
二、未来的预测:能源法的发展趋势	281

第一章 能源与中国能源现状

第一节 能源概述

一、能源

(一) 能源的概念

能源在现代社会中是一个很常见的概念。《现代汉语词典》中能源的概念是：“能够产生能量的物质，如燃料、水力、风力等。”《辞海》定义的能源是：“产生机械能、热能、电磁能、化学能等各种能量的自然资源……是人类赖以生存和发展工业、农业、国防、科学技术，改善人民生活所必需的燃料和动力来源。”全国科学技术名词审定委员会审定公布的能源的概念是：“自然界赋存的已经查明和推定的能够提供热、光、动力和电能等各种形式的能量来源。包括一次能源和二次能源。”我国《节约能源法》规定：“本法所称能源，是指煤炭、石油、天然气、生物质能和电力、热力以及其他直接或者通过加工、转换而取得有用能的各种资源。”通过上述能源的概念，可知能源的基本涵义，即可供人类利用的能量的来源。具体而言，人类现在可以利用的能源的终极来源主要有以下四种。

(1) 太阳能。生物能是植物通过光合作用将太阳能固定下来供人类摄取的；化石燃料是由千百万年前绿色植物（经光合作用）以及动物遗骸在漫长的地质变迁中所形成的；风能是由空气受热不均气压流动不平衡而产生的。这些能源的终极来源都是太阳能。

(2) 地球自身地质作用所产生的能量。例如地热能。

(3) 地球与其他星球通过天体运动作用所产生的能量。例如，潮汐能就是地球与太阳、月球等天体通过万有引力产生的引潮力使海水周期性涨落形成的能量。

(4) 核能。核能产生的方式包括核裂变和核聚变，其原理就是爱因斯坦



的质能转换公式 $E = mc^2$ 。核能就是由质量转化为能量而产生的。

(二) 能源的意义

能源是一种资源,也是一种重要的经济要素。与其他资源和经济要素相比,能源有其独特的意义。

1. 能源具有划分时代的意义

能源作为人类生存和发展的重要物质基础,在各个历史阶段都起到至关重要的作用。人类历史上两次农业革命和三次工业革命都是伴随着新能源的发现和广泛使用而发生的。如今,以现代生物技术、新型可再生能源技术、低碳经济与低碳技术为代表的新兴高新技术产业蓬勃发展,在一定程度上改变了原有的能源结构,使人类社会步入一个崭新的时代。可见,能源可以作为划分时代的重要标准之一。例如,以能源为标准,人类历史大致可划分为如下几个阶段:薪柴能源时代、化石能源时代和后化石能源时代。

2. 能源具有广泛的社会性

能源并不是孤立的,它是一种社会要素,和其他社会要素之间有着十分密切的关系。可以说大到国家经济社会发展乃至人类的历史进程,小到每个人的日常起居、工作生活,无不受到能源的影响和制约。伴随着经济全球化和区域经济一体化进程的深化和扩展,能源已经突破了国家、地区的限制,成为整个人类社会共同关注的焦点。

3. 能源具有跨产业和跨学科、实践与理论相结合的综合性意义

从产业实践层面上讲,能源产业涉及石油、煤炭、电力、天然气等不同的工业产业,能源作为重要的生产动力来源,与其他工业产业也存在着相辅相成的关系。从理论层面上看,能源和物理学、化学、环境学、统计学、产业经济学、应用经济学、应用社会学以及法学等学科都有着密切的联系,具有鲜明的跨学科性。由此,能源就成为了跨学科、跨产业部门的综合性要素。所以,在实践中一些发达国家纷纷成立能源管理与利用的综合性协调机构以实现对全国能源的整体监管和优化。例如,美国设有联邦能源监管委员会,英国设有煤气电力市场办公室,法国设有环境与能源控制署等。我国也于2010年1月27日成立了国家能源委员会,作为当前我国最高规格的能源机构。

4. 能源具有鲜明的国家战略意义

(1) 能源是国家重要的战略物资和稀缺资源之一,关系着国家经济社会的持续快速健康发展,维系着社会的稳定和国家的安全。

(2) 能源竞争已经成为国际竞争的重要手段。当前的国际竞争已经演化为以经济实力与科技实力为代表的综合国力的竞争,其中国际能源竞争



具体表现为:在经济层面上,由于以石油危机为代表的能源危机频发,能源作为重要的经济要素之一,已经成为各国争夺的重要经济性战略资源,少数霸权主义国家为之不惜甚至动用武力,以维护自身战略利益;在科技层面上,以低碳技术为先导的新能源技术蓬勃发展,共同构筑了 21 世纪科技领域的制高点,正推动各国积极开发低碳能源技术,以便在激烈的国际竞争中占领新的制高点。

(3)能源是国家重要的外交战略工具。从对外政策上看,现代国家纷纷利用能源外交力求在国际社会中维护自己的利益:发达国家凭借强大的综合国力,通过经济、政治、科技以及军事手段插手产能丰富的地区,谋求对全球能源的控制;西亚、非洲、拉美等能源蕴藏丰富的发展中国家则利用石油等能源外交武器,对抗发达国家的经济霸权主义政策,维护自身利益;能源蕴藏相对薄弱的发展中国家由于能源总量或人均拥有量远远低于世界水平,既面临严峻的国际竞争形势和自身发展的客观要求,又受到发达国家的“国际剪刀差”的剥削,难以实现全面协调可持续发展,迫切要求改变这种现状。在此背景下,能源就成为各类型国家在国际竞争中积极运用的战略性博弈工具。

5. 能源还被赋予了金融意义

随着世界金融体系的完善和金融市场的发达,除绿色信贷、环境责任保险等传统方式外,金融融资手段和金融衍生产品日益多元化,能源作为一种人类生活中可计量的具有价值的必需品,现已具备“通货”的主要特征,在理论上已可作为计量工具、支付手段、偿债工具,因而有可能塑造一种新型货币——“能源币”。^①市场经济体制的广泛应用使当前国际能源市场和金融市场呈逐渐融合趋势,所以发达国家大多出台相应法律法规来规范能源金融市场,逐步改善原有的经济运行系统以适应新生的国际能源金融系统。

二、能源的分类

现代社会能源的形式多样,相应地也就存在多种能源划分标准。这些标准都能从不同侧面反映各种能源的本质和特征。下面我们结合实际需要,以几个常见标准对能源进行分类。

(一)从发展历史上看,能源可以分为常规能源和新能源

常规能源是在相当长的历史中被人类广泛使用,技术已经成熟,能够进

^① 参见王永杰、张粒子:《现代能源的特征及发展趋势》,《价格理论与实践》2010 年第 9 期,第 62 页。



行产业化生产经营的能源,包括煤炭、石油、天然气、水能、生物燃料等。在日常生活中,常规能源又叫做传统能源。新能源主要是指随着新科技革命发展起来的正处于研究实证当中的开发利用较少的能源,如太阳能、风能、潮汐能、地热能和海流、海波能等。常规能源与新能源的界限并不明显,比如说核能在法国等发达国家已经广泛应用,可以作为常规能源,但以多数国家现有的科技水平来看,核能依旧是新能源。随着今后科学技术的发展和进步,人们对核裂变、核聚变等核反应的研究日渐深入,对核能的调节和控制水平日臻成熟,核能必将成为常规能源。就我国实际情况来说,因为我国的核能技术起步较早,相对成熟,已经能够进行产业化运营,所以可以被看做常规能源。

(二) 从能源层级上划分,能源可以分为一次能源和二次能源

一次能源是自然界内长期存在,可供人类通过相对直接的手段便可以利用的能源,如煤炭、石油、天然气、生物燃料等。二次能源则是由一次能源通过一定的技术加工手段转换而来的能源,如电能、煤气、蒸汽、沼气等。

(三) 以是否通过燃烧反应释放能量作为标准,能源可以分为燃料能源和非燃料能源

燃料能源是指可以作为燃料通过燃烧反应直接释放热能、光能等能量供人类使用的能源,主要包括矿物燃料、化学燃料、核燃料、化石燃料、生物燃料等。非燃料能源则是不通过燃烧而是通过物质自身性质以其他(如机械能等)方式供人类生产生活使用的能源。水能是典型的非燃料能源,是由水的自然流动产生的重力势能或机械能推动轮机旋转,从而转化为电能供人类利用的。

(四) 以自身的可持续性划分,能源可以分为可再生能源和非可再生能源

可再生能源就是可供循环或持续性使用,不因其自身变化或人类利用而有所减损的能源,如水能、风能、生物质能、潮汐能、太阳能等。非可再生能源则是在相当长的地质时期或人类历史时期内不能凭借自身性质循环或持续性使用,随人类的不断利用而日益减少的能源,如煤炭、石油、天然气等。可再生能源在理想的自然条件下是可以循环使用或再生的,但随着人类活动对自然界的影响越来越大,水资源被破坏程度日益严重,植被破坏和物种灭绝问题十分突出。如果人类的破坏活动无约束地持续下去,传统上的水能、生物质能很可能在未来的某一天变成非可再生能源。

(五) 按对环境的影响程度分,能源可以分为清洁能源和非清洁能源

清洁能源是指在人类生产或利用该种能源的过程中无污染或污染很小,对环境产生的影响较弱的能源,如水能、太阳能、潮汐能、波浪能等。非



清洁能源则是在生产或利用过程中污染严重,对环境危害较大的能源,如煤炭、石油等化石能源。

三、能源利用的时代划分

能源,不仅是一种重要的资源,也是人类获取其他资源的重要动力来源。人类自出现以来就一直为自身的生存和发展从自然界获取资源,人类活动从一开始就无时不在消耗能源。在人类历史进程中,能源的发展大致历经以下几个阶段。

(一)薪柴能源时代(公元 16 世纪以前)

人类出现之后首先经历的是薪柴能源时代。由于当时的生产力水平低下,生存环境恶劣,人类在该历史时期主要从事渔猎采集等活动。后来人类学会使用火种,开始逐渐地利用薪柴等燃料能源。人类对能源的使用尚处于及其低端的阶段,这些能源足够满足当时生产力水平制约下的人类生产生活活动的需要,几乎不会造成对环境的污染和对能源的破坏。

大致距今 2.3 万年左右,随着农业的出现,人类学会从土地资源中获得产品。由于生产力水平的提高,人类社会先后发生了两次社会大分工,畜牧业、手工业先后从农业中分离出来,人类对生物能利用的广度和深度逐渐拓展。同时,由于科学技术的进一步发展,人类已经不局限于薪柴等生物能,渐渐发现和使用化石燃料。根据古书《吴越春秋》记载,中国早在公元前 6 世纪就开始使用煤炭作为能源;西方在公元 13 世纪也学会开采煤矿。《后汉书》中记载了东汉时期我国人民开始使用“石漆”。北宋著名科学家、政治家沈括在《梦溪笔谈》中将其命名为石油,并指出“此物必大行于世”。虽然这些能源的利用仅局限于取暖等生活领域或冶铁、制砖等低端手工产业,在当时尚属新能源范畴,但是现代能源的雏形在这一时期已经初步定立。

(二)煤炭能源时代(公元 16 世纪至 20 世纪 30 年代)

16 世纪至 19 世纪四五十年代,以文艺复兴、宗教改革、新航路的开辟和启蒙运动为先导,以蒸汽机的发明和改进为标志,欧洲发生了第一次工业革命。在“蒸汽时代”,煤炭由于易开采、燃烧热量高、便于储藏运输等优点,逐渐实现了由新能源向常规能源的转变,一跃成为重要的工业能源,人类从此进入大规模使用化石燃料的新时期。

19 世纪六七十年代到 20 世纪初,以发电机和电动机的发明和使用为标志,第二次工业革命蓬勃开展,并由欧洲扩展到北美、日本等地区,人类步入“电气时代”,石油逐渐被当做常规能源使用。但是在第二次工业革命前期,石油依旧无法取代煤炭的能源主导地位。“从 1850 年到 1869 年间,法国的