

西南政法大学

Southwest University
of Political Science
and Law

经 济 法 学 系 列

李昌麒 张怡 主编

Law

能源变革与法律制度创新研究

Energy Reformation
and the Innovation of Energy Legal System

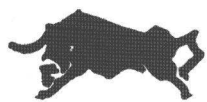
赵爽 / 著



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

本专著是教育部同名青年项目“能源变革与法律制度创新研究”
(09YJC820096)的最终研究成果



西南政法大学

Southwest University
of Political Science
and Law

经 济 法 学 系 列

李昌麒 张 怡 主编

能源变革与法律制度创新研究

Energy Reformation
and the Innovation of Energy Legal System

赵 爽 / 著

Law



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

能源变革与法律制度创新研究/赵爽著. —厦门:厦门大学出版社,2012.8
(西南政法大学经济法学系列)

ISBN 978-7-5615-3734-3

I. ①能… II. ①赵… III. ①能源法-研究-中国 IV. ①D922.674

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 161006 号

厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编:361008)

<http://www.xmupress.com>

xmup@xmupress.com

厦门市金凯龙印刷有限公司印刷

2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

开本:720×970 1/16 印张:17.5 插页:2

字数:295 千字 印数:1~1 500 册

定价:35.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

· 丛书总序 ·

中国经济法学作为一门新兴的学科，经过广大法律学人的苦苦探索，已经走过了从无到有、从不成熟到逐步成熟的发展历程。现在，经济法作为与行政法、民法、刑法、诉讼法以及社会法等并行不悖的独立的法律部门，已经得到了立法的确认，对此法学界也达成了基本的共识。

20余年来，广大法律学人坚持改革开放路线，紧扣时代脉搏，围绕着经济建设这个中心环节，把经济法理论和实践扎根于我国现实的经济土壤之中，并借鉴其他市场经济国家在法制实践中所形成的共同的法律文化，辛勤耕耘，求实创新，不断开拓进取，使经济法在我国法学百花丛中蓓蕾初绽，繁花似锦，硕果累累。这极大地促进了我国经济法理论和实践的发展，推动了整个中国法学的繁荣，并为世界法学界所瞩目。但是，经济法作为一门发展中的学科，仍然存在着许多不成熟的地方，还需要广大的法律学人更多地培育，才能使它更好地成长。正是怀着这样一种愿望，西南政法大学经济法学科作为教育部确立的国家级高等学校重点学科点，一方面想为广大经济法理论和实务工作者展示学术研究成果和进行学术交流提供一个平台，另一方面也想为西南政法大学经济法学科建设开辟一个新的学术阵地，为此，我们与厦门



大学出版社共同策划出版《西南政法大学经济法学系列》。

对于怎样编辑这套丛书,我们除了遵循学术性、实践性和开放性的宗旨之外,还有一个重要的思考,就是要使这套丛书能够适应经济法理论界、实务界和教学界等多方面的需要,力求使本丛书以其广泛的适应性以飨读者。因此,本丛书拟由三个部分构成,既包括学术专著,又包括教材和案例。学术专著主要来源于经济法博士论文。考虑到我国现在有七个经济法博士授权点,每年都要产出一批具有一定开拓性、前沿性和创新性的优秀博士论文,如果这些成果尘封在作者的抽屉里,无疑是对知识财产的一种浪费。这套丛书可以为这些博士论文的发表提供一个载体。对于教材,我们是这样思考的:学生知识首先来源于教材,从某种意义上讲教材是构筑学生知识大厦的基石,没有理由不重视它。我们之所以把教材也列为这套丛书的重要组成部分,也正是基于这种考虑。我们认为,教材与科研应该是彼此依赖、相辅相成的,教材的写作过程也应当是进行科学研究的过程。经济法作为一门新兴的法学学科,其教材的编写不能仅仅停留在简单地重复已有的教材内容的基础上,要力图避免编写那些没有任何新意和创见的“拼凑式”的教材。因此,本丛书将按照这个原则选择或者组织出版那些适合本科生和研究生研习的优秀教材。对于案例,我们考虑到:从总体上讲,问世的经济法案例与其他法学学科问世的案例相比,仍然嫌少,以致在教学和实践中,很难找到足够的经济法案例。为此,我们将有意识地采取教师与实际部门人员相结合的办法,将现实生活中存在的大量的、鲜活的、具有典型意义的经济法案例精选成册,其形式既可以是案例评析,也可以是案例教程,以此弥补过去运用案例进行经济法教学之不足。

需要说明的是,本《经济法学系列》含涉外经济法系列,它将以专集的形式出版;本丛书中各种类型的著述的出版并不完全按照经济法学体系结构的顺序出版,而是成熟一部,出版一部。我们热忱地欢迎全国的经济法学同仁们惠赐佳作,为经济法学的进一步发展和繁荣,携手共进!

李昌麒

2005年元月于重庆

目 录 CONTENT

能源变革的历史与趋势/1	
第一节 能源变革进程略考	1
一、能源及其分类	1
二、人类发展简史中的能源变革与能源变革影响下的人类文明更替 ..	4
第二节 能源变革中的能源问题及能源变革的趋势	
——以能源安全与可持续发展为核心诉求	12
一、能源变革中的能源问题及能源问题的实质	12
二、能源变革的现实考察及能源变革的发展趋势	16
我国能源法律制度对能源变革的回应与不足及其面临的挑战/23	
第一节 我国现有能源法律制度及其对能源变革的回应与不足	23
一、我国现有能源法律制度的基本结构	23
二、我国能源法律制度对能源变革的回应与不足	25
第二节 我国现有能源法律制度变革面临的新挑战	40
一、能源领域存在着生存权、发展权与环境权的冲突	40
二、能源法律制度变革面临的国际压力	46
三、能源法律制度变革面临的国内压力	53
能源法律制度变革相关理论基础/59	
第一节 能源法律制度变革的伦理学、法哲学和经济学理论	
基础简述	59

一、能源法律制度变革的伦理学基础·····	59
二、能源法律制度变革的法哲学理论基础简述·····	67
三、能源法律制度变革的经济学理论基础·····	69
第二节 能源法律制度变革的基本方面	
——能源可持续发展观下的能源立法理念和基本原则变革···	76
一、能源法律制度的生态化变革与可持续发展的能源 生态文明愿景·····	76
二、能源法律制度立法理念之生态化变革·····	80
三、能源可持续发展观下的能源法基本原则·····	82

第四章 传统能源相关法律制度对能源变革趋势的适应与流变/93

第一节 传统能源储备法律制度的建设与完善·····	93
一、中国石油储备法律制度概述·····	95
二、中国石油储备制度存在的问题·····	97
三、完善中国石油储备法律制度对策·····	103
第二节 市场机制促进传统能源节约的法律制度建设·····	120
一、市场机制促进能源节约相关基本问题概述·····	120
二、我国通过市场机制促进能源节约的法律制度考察·····	127
三、西方发达国家通过市场机制促进能源节约的立法概况·····	136
四、我国通过市场机制促进能源节约的法律制度建设·····	142

第五章 新能源促进的法律制度建设/153

第一节 风能促进法律制度建设·····	154
一、丹麦与德国风能法律制度考量·····	154
二、我国风能法律制度建设刍论·····	161
第二节 太阳能促进法律制度建设·····	169
一、我国太阳能开发利用的现状及其主要问题·····	169
二、我国太阳能开发利用的法律制度现状与缺陷·····	172
三、对太阳能开发利用的国外经验借鉴	
——以德国和美国为例·····	176
四、完善我国太阳能开发利用的法律制度·····	181
第三节 生物质能法律制度建设·····	186

一、我国生物质发电主要法律制度分析	187
二、我国生物质发电主要法律制度中存在的不足	195
三、完善我国生物质发电法律制度的思考	201

第六章 能源衍生法律制度的变革/211

——气候变化应对背景下的能源衍生法律制度创新

第一节 促进气候公平的法律制度创新	
——能源贫困的制度困境与对策	211
一、能源贫困及其对策性制度建设的作用和意义	212
二、我国农村用能现状及能源贫困的症状分析	217
三、我国现有农村能源法律制度及其不足	220
四、国外农村能源法律制度的经验和启示	223
五、新农村建设中能源贫困的制度对策	227
第二节 气候变化应对背景下的碳排放交易制度创新	234
一、国际碳排放交易制度概述	234
二、碳排放交易制度概念与类型简述	237
三、以欧盟排放交易体系(EU ETS)为例的碳排放交易制度 建设经验及其借鉴	238
四、我国碳排放交易制度构建进路刍论	243

▽
▽
▽
3

参考文献/251

后 记/269

第一章

能源变革的历史与趋势

第一节 能源变革进程略考

能源是整个世界发展和经济增长的最基本的驱动力,是人类赖以生存的基础,关系一国的经济命脉和民生大计。从能源开始为人类的生产和生活提供各种能力和动力的那一天起,能源的占有、生产、中转、消费的相关问题即成为影响着世界上每一个人,每一个民族,以至每一个国家的基本问题。

一、能源及其分类

(一)能源科学中的能源概念

能源是人类赖以生存和进行生产的重要物质基础。对于能源的准确定义多种著述皆有论及。《科学技术百科全书》认为:“能源是可从其获得热、光和动力之类能量的资源”^①;《大英百科全书》说:“能源是一个包括着所有燃料、流水、阳光和风的术语,人类用适当的转换手段便可让它为自己提供所需的能量”^②;《日本大百科全书》说:“在各种生产活动中,我们利用热能、机械能、光能、电能等来作功,可利用来作为这些能量源泉的自然界中的各种载体,称为能源”^③;我国的《能源百科全书》则将能源定义为“可以直接或经转换提供人类所需的光、热、动力等任一形式能量的载能体资源”。^④可见,能源是一种呈

① 科学技术百科全书编写组:《科学技术百科全书》,科学出版社1981年版,自然科学卷。

② 《大英百科全书》(国际中文版),中国大百科全书出版社1994年版,自然科学卷。

③ 《日本大百科全书》,小学馆1994年版。

④ 《能源百科全书》,中国大百科全书出版社1997年版。

多种形式的,且可以相互转换的能量的源泉,是自然界中能为人类提供某种形式能量的物质资源。

(二)能源科学对能源的分类

在能源科学中,为了研究和描述的方便,从不同角度对能源进行了分类。

1. 能源按照不同的生成方式可分为一次能源和二次能源,一次能源是指可以从自然界直接获取的能源。其中煤炭、石油和天然气是千百万元前埋在地下的动植物经过漫长的地质年代形成的,又称为化石能源,它们是当今世界中一次能源的三大支柱,构成了全球能源家族结构的基本框架。一次能源中还包括水能、太阳能、风能、地热能、海洋能、生物质能以及核能等。二次能源是指无法从自然界直接获取,必须经过一次能源的消耗才能得到的能源。电能是最主要的二次能源。

2. 一次能源按其是否能循环使用和不断得到补充,又分为不可再生能源和可再生能源,如化石燃料、核燃料均为不可再生能源,太阳能、水能、风能、生物质能和地热能等均为可再生能源。当不可再生能源资源日益面临枯竭的时候,人们则更致力于可再生能源的技术开发和利用。

3. 按能源的使用状况,还可将其分为常规能源和非常规能源(传统能源和新能源)。常规能源(传统能源)是指目前已大规模生产和广泛利用的能源,如水能、煤炭、石油、天然气等。非常规能源(新能源)是指由于技术、经济等因素的限制,迄今尚未大规模使用的能源,如太阳能、核能、潮汐能、地热能等。随着科学技术的不断发展,非常规的新型能源也可以转变为常规能源。

4. 按能源的流通情况,可分为商品能源和非商品能源,前者是指作为商品流通环节而大量消费的能源,如化石燃料和电能等;后者是指薪柴、畜粪,以及农业或林业废料等在农、林、牧区就地消费,不作为商品进入流通环节的能源。

5. 按能源利用对环境造成的污染程度,还可将其分为清洁能源和非清洁能源。非清洁能源主要包括煤炭、石油等,清洁能源则包括水力、电力、太阳能、风能以及核能等。世界能源委员会推荐的能源类型分为:固体燃料、液体燃料、气体燃料、水能、电能、太阳能、生物质能、风能、核能、海洋能和地热能。其中,前三个类型统称化石燃料或化石能源。

6. 可以将能源使用过程中的碳排放量作为分类的指标将其分为低碳能源和高碳能源:低碳能源是指二氧化碳等温室气体排放量低或者零排放的能源产品,主要包括核能和可再生能源等;高碳能源则是指二氧化碳等温室气体排放量高的能源产品,主要是煤炭、石油等化石能源。此种分类方式虽然与第

5点中的标准不尽相同,但实际结果有异曲同工之妙,可以认为后者实际是将碳排放量作为了考察污染程度的主要指标。

各种能源形式可以互相转化,在一次能源中,风、水、洋流和波浪等是以机械能(动能和位能)的形式提供的,可以利用各种风力机械(如风力机)和水力机械(如水轮机)转换为动力或电力。煤、石油和天然气等常规能源一般是通过燃烧将燃烧化学能转化为热能。热能可以直接利用,但大量的是将热能通过各种类型的热力机械(如内燃机、汽轮机和燃气轮机等)转换为动力,带动各类机械和交通运输工具工作;或是带动发电机送出电力,满足人们生活和农业生产需要。一般认为,一次能源中转化为电力部分的比例越大,表明电气化程度越高,生产力越先进,生活水平越高。

(三)法律上对能源概念和类别的表述

我国目前尚无能源基本法。2007年底为向社会各界广泛征集修改、完善的意见和建议,通过新闻媒体和互联网等渠道公布的《能源法》(征求意见稿)第2条试将能源定义为:“本法所称能源是指能够直接取得或者通过加工、转换而取得有用能的各种资源,包括煤炭、原油、天然气、煤层气、水能、核能、风能、太阳能、地热能、生物质能等一次能源和电力、热力、成品油等二次能源,以及其他新能源和可再生能源。”该部草案在最后一章附录中对全文所涉及的15个能源相关专业名词进行了释义:石油,是指原油和成品油的统称。新能源,是指在新技术基础上开发利用的非常规能源,包括风能、太阳能、海洋能、地热能、生物质能、氢能、核聚变能、天然气水合物等。可再生能源,是指风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等连续、可再生的非化石能源。清洁能源,是指环境污染物和二氧化碳等温室气体零排放或者低排放的一次能源,主要包括天然气、核电、水电及其他新能源和可再生能源等。低碳能源,是指二氧化碳等温室气体排放量低或者零排放的能源产品,主要包括核能和可再生能源等。高碳能源,是指二氧化碳等温室气体排放量高的能源产品,主要是煤炭、石油等化石能源。农村能源,是指用于农业生产、农村工商业经营和农村居民生活的能源。此外,该草案还对能源企业、天然铀产品、核燃料闭合循环、能源基础设施、自愿节能协议、能源审计、合同能源管理、能源需求侧管理等能源相关概念逐一进行了厘定。^①

^① 《中华人民共和国节约能源法》(征求意见稿),国家发改委网站, http://www.ndrc.gov.cn/yjzq/t20071227_181560.htm, 访问日期:2007年12月3日。

此外,中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议于2007年10月28日修订通过的《中华人民共和国节约能源法》(自2008年4月1日起施行)第2条明确了“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”。

中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议于2009年12月修订的《中华人民共和国可再生能源法》则在第2条指出:“本法所称可再生能源,是指风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等非化石能源。水力发电对本法的适用,由国务院能源主管部门规定,报国务院批准。通过低效率炉灶直接燃烧方式利用秸秆、薪柴、粪便等,不适用本法。”

综上所述,我国立法中对能源进行的定义很大程度上借鉴了能源科学中的能源定义,并采取了对于常见的规范对象进行罗列的方式加以进一步明确,是抽象和罗列并用的混合式定义方式。新的能源法草案在保留“能够直接取得或者通过加工、转换而取得有用能的各种资源”这一抽象概念的基础上,更进一步尝试在罗列中采用了一次能源和二次能源、常规能源和非常规能源(传统能源和新能源)、可再生能源和不可再生能源的分类,以利于进一步对不同属性的能源的相关活动进行规范。同时,为适应能源革新动态和对国际能源法律制度减排要求给予适度的立法前瞻性关注,该草案中还采用了清洁能源和非清洁能源、低碳能源和高碳能源的分类;针对我国新农村建设中能源法制建设的紧迫需求,又对于农村能源进行了专门规定。综上,现有能源立法或最新立法动态中已几乎涉及全部能源科学中的能源分类。

二、人类发展简史中的能源变革与能源变革影响下的人类文明更替

人类在不断征服自然、改造社会的斗争中不断加深、扩大着对能源的认识和利用;而反过来,对自然界能源的利用越发展,就越增强了人类改造世界的物质力量。^①因此,从这个意义上说,能源发展史和人类社会的发展史总是紧密联系在一起,能源改变了人类的命运。能源应用技术的更新和普及决定着人类社会的生产方式、消费模式、交通模式、定居模式和组织形式的变革。不同能源的普及使用为人类享受高水平物质生活提供了重要基础。人类利用

^① 秦华:《人类认识和利用能源的历史》,载《清华大学学报》(自然科学版)1975年第1期。

能源的历史,也就是人类认识和征服自然的历史。甚至于从某种意义上讲,人类物种可以看成是在能源的帮助下进化的:人类不可能比帮助确定其活动范围的能源存在得更久。人类以为他们自己支配着自己的命运,但是如果纵观地球生命演化史,人类进化只是地球能量调整的一小段插曲。^①

(一)人类发展简史中的能源变革

我们可以概括地把人类利用能源的历史分为五大阶段:(1)火的发现和利用;(2)畜力、风力、水力等自然动力的利用;(3)化石燃料的开发和利用;(4)电的发现及开发利用;(5)新型清洁可再生能源的发现和开发利用。

人类社会的发展过程是一部开发、利用能源的历史,四五百万年前,火揭开了人类利用能源的序幕。火的使用使人类脱离了野蛮,步入了文明。在几十万年的演变过程中,薪柴和木炭一直是人类生活、取暖的主要能源。18世纪前,人类只限于对风力、水力、畜力、木材等天然能源的直接利用,尤其是木材,在世界一次能源消费结构中长期占据首位。

从18世纪初开始,煤炭在西方国家逐渐代替木柴。其后,蒸汽机的发明,实现了世纪性的工业革命:托马斯·纽科门在1712年发明的燃煤蒸汽机开始了以蒸汽动力来代替古老的人工体力、风力和水力的新时代,为人类的工业文明掀开了序幕。1781年瓦特发明的改良蒸汽机更使得煤炭得以大规模地使用,使得第一次工业革命得以大规模展开。蒸汽机的出现加速了18世纪开始的产业革命,促进了煤炭的大规模开采。到19世纪下半叶,出现了人类历史上第一次能源转换。1860年,煤炭在世界一次能源消费结构中占24%,1920年上升为62%。从此,世界进入了“煤炭时代”。然而,随着1859年埃德温·德雷克在宾夕法尼亚州打出第一口油井以后,石油的大规模生产和使用不仅使得工业革命得以更大规模地在全球推广,新的技术、新的发明创造也接踵而来:内燃机、汽车、飞机……石油和这些发明一道,改变了世界的生产模式、交通模式。

19世纪电能的广泛使用,将人类社会推进到现代文明时代:法拉第发明的电力更是使人类在能源使用上开始了一场大革命:所有的能源都可以转化为电力,而电力则可以以最简便的方式输送到工厂,传递到家庭。电力使高楼大厦的建造和使用变得现实,使我们的居室可以冬暖夏凉,使工厂实现自动化,更为当代电子、通信、计算机、互联网等技术提供了动力基础。1879年爱

^① [美]普赖斯(D. Price):《能源与人类进化》,姚申海译,原载于英国《人口与环境》。

迪生发明的电灯使人类告别了黑暗,而信息通信技术的发展则使得地球变平,掀起了经济贸易全球化的巨大浪潮。19世纪70年代,电力代替了蒸汽机,电器工业迅速发展,煤炭在世界能源消费结构中的比重逐渐下降。1965年,石油首次取代煤炭占居首位,世界进入了“石油时代”。1979年,世界能源消费结构的比重是:石油占54%,天然气和煤炭各占18%,油、气之和高达72%。石油取代煤炭完成了能源的第二次转换。石油是现代工业社会最重要、最具战略性的能源与基础原料,但全球20世纪70年代的两次石油危机,却导致油价暴涨及经济重挫。虽然至今石油仍占全世界现有能源总消费量的四成,且未来20年此趋势不会改变,但是地球上石油的储量有限,石油的大量消费,使能源供应严重短缺,世界能源向石油以外的能源物质转移已势在必行。为避免石油问题再度冲击经济,各国都积极寻求降低对石油依赖度的途径,自人类迈进21世纪以来,开发新能源成为全世界解决能源问题的共同出路。

如前所述,随着人们日益意识到能源短缺对经济发展的遏制作用,以及化石能源使用带来环境恶化的严重后果,对能源短缺和环境污染的担忧迫使人们开始关注替代能源的发展。新能源一词是1981年8月联合国在内罗毕召开的新能源和可再生能源会议上提出的,会议对新能源进行了界定,即“新的可更新的能源资源。它可以通过新技术和新材料加以开发利用,而且消耗后可得到恢复和补充,不产生或很少产生污染,对环境无多大损害,有利于生态良性循环”。^①与化石燃料相比,新能源具有可再生、对环境友好等特点,更符合人类可持续发展的目标。其中,太阳能、风能、地热能、水能、核能、生物质能和潮汐能,是开发较早的新能源,已在实际生产生活中发挥了重要作用。世界能源正面临一个新的转折点。大多数新能源与可再生能源或清洁能源的范围基本一致,较有争议的是核电和大型水电的归属问题。有些研究认为,由于水电技术已较完善,而且大型水电对生态环境影响范围广,已不符合新能源和清洁能源的要求;核能中,核裂变技术已被人类大量应用,而且核废料及发电过程的环保任务艰巨,不应属于新能源和清洁能源。总结现有研究文献,已形成共识的新能源范围包括其余可再生能源(大型水电除外)和尚处于起步阶段的核聚变。在能源可持续发展领域,随着新能源日益受到重视,有关新能源促进制度的研究也开始成为热点,涉及国家能源结构与安全、环境保护、科技创新等多方面。在新能源各发展阶段,适当的制度供给和政策扶持是加快新能源

^① 李靖:《新能源产业政策研究综述》,载《企业导报》2011年第12期。

发展的有力保障。

(二)与能源变革相适应的人类文明发展进程

翻开人类的历史,可以发现能源与人类社会的发展是息息相关的,能源的开发和利用为人类的进步提供了不竭的动力。从远古时期的钻木取火到近代煤的开采和使用、从石油天然气的普及到各种新能源的开发利用,能源问题事关国计民生,已经成为国际环境与发展考虑的核心问题。如果说生产力是社会发展的根据,能源则是生产力发展的动力源泉,人类社会发展史从某种意义上说也是一部能源开发利用史:从远古的钻木取火到今天核能的和平利用,人类发展的过程,实际上就是一个不断向自然界索取并利用能源的过程。能源一直以来就与人们的生产生活息息相关,社会经济越发达对能源品种及其数量的要求也越高,与能源的依赖关系越密切。从人类利用能源的历史看,每一种能源的发现和利用,都将人类支配自然的能力提高到一个新的水平;能源科学技术革命的每一次突破,都会引起生产技术的革命。庞廷的《绿色世界史》认为:人类历史的百分之九十九对环境没有发生什么影响,这个时代约有 200 万年。真正对环境起作用的是人类历史上的二次大转变;农业转变和能源转变。人类学中文化唯物主义的代表人物莱斯利·怀特(Leslie A. White)也曾指出,文化是一种利用能源的机制,农业革命和燃料革命就是历史进化的两个关键,只要太阳可以为地球提供燃料,文化就将继续推进。

从人类发展的历史来看,人类能源的转换在早期是无意识的、不自觉的、被动的。在后石油时代,人类对能源的选择则应是自觉的主动的。对人类能源的利用史略加考查,可以发现人类对能源的利用主要有三大转换:(1)第一次能源转换是从天然能源的直接利用进化到煤炭时代:18 世纪前,人类只限于对风力、水力、畜力、木材等天然能源的直接利用,直到 19 世纪下半叶,蒸汽机的出现加速了 18 世纪开始的产业革命,促进了煤炭的大规模开采,煤炭取代木材等成为主要能源;(2)第二次能源转换是石油取代煤炭而居主导地位。19 世纪 70 年代,电力代替了蒸汽机,电器工业迅速发展,煤炭在世界能源消费结构中的比重逐渐下降,石油取代煤炭占据能源利用量的首位,世界进入了“石油时代”。(3)第三次能源转换是 20 世纪后半叶开始出现的向多能源结构的过渡转换。由于地球上石油的储量有限,石油的大量消费使得能源供应日趋短缺,世界能源向石油以外的能源物质转移已势在必行。世界能源开始从以石油为主要能源逐步向多元能源结构过渡。新能源包括地热、低品位放射性矿物、地磁等地下能源;还包括潮汐、海浪、海流、海水温差、海水盐差、海水

重氢等海洋能和风能、生物能等地面能源；以及太阳能、宇宙射线等太空能源。可持续发展能源伦理学即是伴随人类用能史的演进而逐步确立的。这三次能源变革串起了人类社会的四个文明时代：从原始文明、农耕文明到工业文明、现代文明再到向生态文明的迈进。

1. 原始文明和农耕文明

在文明出现之前，人类就一直在不自觉地利用能源。文明的出现，更是得益于人类对能源有意识的利用。而文明发展的内在动力之一，正是人类对能源利用能力的逐步提高。例如，原始人类最基本的需求——吃，就是利用蕴涵在食物中的生物能；在阳光下取暖，就是利用太阳能。在这一阶段，人类对能源的利用是被动的，利用程度也是很低下的。

人类发展史上的一大飞跃，是对火的利用。自从学会利用火，人类就慢慢结束了茹毛饮血、采摘野果的生活。利用可燃物燃烧释放出的化学能，人类加快了进化步伐，使原始人寿命更长、对自然的适应能力更强。后来，人类掌握了取火的方法，使得人类的活动范围进一步扩大。

先民们不仅用火熟食和取暖，而且依靠火的威力“刀耕火种”。以后又以薪材烧制陶器和冶炼金属。据考古发现，在新石器时代（公元前 4100—前 3000 年）黄河中游地区已有许多烧制陶器的窑场。其后又在河南“龙山文化”（公元前 2500—前 1600 年）等多处遗址中，发现了用木炭炼铜的现场。至春秋战国时期（公元前 770—前 221 年），更以木炭为燃料炼铁。我国在考古发掘中，曾多次发现先民用火的遗迹。例如，在北京周口店距今约 50 万年前“北京人”居住过的洞穴里，发现有木炭，成堆的灰烬，烧过的石头、兽骨和朴树种子。这说明当时人类已能用火熟食和保存火种了。在内蒙古伊真昭盟距今约 5—3.5 万年前的“河套人”遗址中，发掘出一批人类化石，石制的钻具和刮削器以及炭屑和兽骨，表明是钻木取火烧烤兽肉的现场。这就是自古相传的“燧人氏钻木取火”。它闪烁着人类文明进步的火光，标志着柴草能源时期的开始。从此有了铁制农具和工具，生产力的极大提高使人类进入到农耕文明时代。^① 农耕文明是“黄色文明”：使用的主要能源如人力、畜力、水力、风力乃至木材薪柴（多为可再生能源），同时，人类还靠人力、畜力以及来自太阳、风和水的动力从事生产活动，逐步发展了农业文明。当然，这一阶段能源的利用形式

① 黄枢：《森林能源与人类文明》，载《国土绿化》2006 年第 11 期。

也是低级的。例如依靠畜力拉磨,用水车、风车提水,在太阳下干燥谷物等。^①总的来说,原始文明和农耕文明的成果建立在对传统的可再生能源的利用上,污染小但为生产提供动力的规模不大,这个阶段的文明,形象地说,人类是以“慢跑”的方式进入并经历的。以薪材为主的农业文明时期延续时间很长。

2. 工业文明和现代文明是“黑色文明”:能源利用以煤炭、石油(化石燃料)为主

人类以薪柴等生物能作为主要能源经历了漫长的过程,直到18世纪中后期,世界能源消费结构才转到以煤炭为主。工业化变迁将人类推向历史上物质消费的巅峰。这一阶段物质文明的基础就是由燃烧化石燃料来支撑的。煤炭,作为目前能源中最重要且用量最大的固体燃料,是由远古植物残骸没入水中经过生物化学作用,然后被地层覆盖并经过地质化学作用形成的有机生物岩,是有机与无机化学的混合物。^②在英格兰,从诺曼征服的年代开始,煤就被用于室内取暖。而焦炭的开发及其适于炼钢的功能则引发了工业革命,在进化的过程中的一个瞬间,石油和天然气也被开发出来,人类开始挥霍自有生命起就开始积累的储量丰富的有机能源。

从1859年在宾夕法尼亚打出了第一口油井到“二战”之后的一段时间,世界能源版图被称为“墨西哥湾时代”。“墨西哥湾时代”的形成发展期同时也是美国的政治、经济和军事实力不断膨胀,最终在西方世界确立其霸权的时期。这一时期几乎与美国国内的石油开发同步。美国在“墨西哥湾时代”对石油的控制,促进和巩固了美国在世界政治经济格局中的地位。石油成为美国建立世界霸权道路上的重要助推剂。石油需求的增长和石油贸易的扩大起因于石油在工业生产中的大规模使用。“一战”以前,石油主要被用于照明,主要产油国美国和俄罗斯同时也是主要的消费国。在“一战”中,石油的战略价值已初步显现出来,由于石油燃烧效能高、轻便,对于军队战斗力的提高具有重大战略意义。20世纪20年代,由于石油成为内燃机的动力,石油需求和贸易迅速扩大,到1929年石油贸易额已达到11.7亿美元。该时期国际石油货流主要是从美国、委内瑞拉流向西欧。同时,前苏联的石油得到迅速恢复和发展。20世纪30年代末,美、苏成为主要的石油出口国,石油国际贸易开始在全球能源贸易中占据显要位置,推动了能源国际贸易的迅速增长,并动摇了煤炭在国际

① 谭国武、邱建忠:《能源与人类文明》,载《现代物理知识》2007年第2期。

② 孙涛等:《能源转换与可持续发展》,载《环境与可持续发展》2010年第2期。