

国家社科基金项目 (编号: 06BJY046)

科技部科技支疆项目 (200840102-31)

中核集团 (2008) 984 号项目

联合资助

东华理工大学地质资源经济与管理研究中心

核资源循环经济

花明 等 著



原子能出版社

国家社科基金项目(编号:06BJY046)

科技部科技支疆项目(200840102—31)

联合资助

中核集团(2008)984号项目

东华理工大学地质资源经济与管理研究中心

核资源循环经济

花明 等 著

原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

核资源循环经济/花明等著. —北京:原子能出版社,2010.12

ISBN 978-7-5022-5138-3

I. ①核… II. ①花… III. ①核能—资源经济学—中国

IV. ①F426.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 000186 号

核资源循环经济

出版发行 原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100048)

责任编辑 谭俊

技术编辑 冯莲凤

责任印制 潘玉玲

印刷 保定市中华美凯印刷有限公司

经销 全国新华书店

开本 880 mm×1230 mm 1/32

印张 7.75 字数 227 千字

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

书号 ISBN 978-7-5022-5138-3 定价 38.00 元

网址: <http://www.aep.com.cn>

E-mail: atomep123@126.com

发行电话: 010-6845

又必究

参加本书研究的课题组成员

花 明	马智胜	刘庆成	谢青霞
朱 青	李小燕	傅志坚	陈润羊
刘金辉	徐步朝	华启和	

序

随着科技发展和生产力的不断提高,人类开发地球资源的水平、手段、速度都得到了极大的提高,人类所能享受到的物质财富及成果远远超过了以前多个世纪的总和。与此同时,我们不得不面临这样的现实:工业化社会生产带来的自然资源的快速耗竭,生态破坏和环境污染引起的地球大气日益变暖,物种的快速消失……一方面是由于物质财富的渴望与需求;另一方面是由于自然环境的破坏和资源、能源的匮乏,这种矛盾的处境使得人类的持续生存和发展面临困境。

多年来,我国为保障经济高速增长,基本上采用的是资源耗竭型的增长方式,这使得我国经济发展与资源供给不足的矛盾日益突出。自新中国成立以来,我国经济已经从短缺经济阶段、剩余经济阶段进入到了资源约束经济阶段。当前我们面临的矛盾主要有:经济增长以牺牲大量资源为代价;受世界经济波动风险影响增大;生态环境日益恶化给未来经济持续增长构成严重阻碍,经济安全风险增大,国家安全隐患进一步增大。据研究预测,目前我国十余种主要矿产资源已经难以支撑经济增长与社会发展的需要。但是,按照当前的经济规划,中国将全面建设小康社会,预计到2020年经济总量将在2000年的基础上翻两番,并在21世纪中叶实现现代化的目标。要实现这些目标,需消耗大量的资源,资源供给短缺的

形势也将更加严峻。

鉴于中国目前过分单一的能源结构,为了经济社会的持续发展,我们必须进行能源构成模式的探索。而核能作为一种安全、清洁、经济的能源,同时也是目前唯一达到大规模商业应用的替代能源,很自然地就进入了我们的视野。到目前为止,从人类对核能的研究来看,核能已成为人类使用的重要能源。利用核能既不产生烟尘、二氧化硫和氮的氧化物,又不产生二氧化碳,不造成对大气的污染排放。即使从采矿到生产燃料、使用燃料的整个燃料链进行考虑,核能产生的有害气体也比化石燃料少得多。在全球越来越重视地球温室效应、气候变化的形势下,核电的发展日益成为电力工业发展的重要组成部分。

因此,积极推进核电建设是我国能源建设的一项重要政策,对于满足经济和社会发展不断增长的能源需求,保障能源供应与安全,保护环境,实现电力工业结构优化和可持续发展,提升我国综合经济实力、工业技术水平和国际地位,都具有重要的意义。

本书作者通过阅读大量的相关文献,结合我国国情,对传统经济学与现代主流经济学中与循环经济发展不相适应的理论进行了系统的反思与批判,并重新构建了循环经济的理论体系。在对当代西方学者的循环经济思想和理论中国化的探索进行创新性研究的基础上,对循环经济理论与我国循环经济实践中存在的问题作了进一步思考,并结合我国核资源开发利用领域的具体实践,从天然铀的勘查、开采,到铀纯化、转化、浓缩并制成元件,再到核电站的运行、乏燃料后处理,直至放射性废物的处理处置都进行了详细的分析。从逻辑上来看,对于从自然界寻求资源、加工、使用、再利用及废物处理处置这样一条完整自然封闭的产业链都做了周全的讨论。率先

在中国核工业这一特定领域,对核资源开发利用工程中的循环经济问题进行了系统、深入的探讨,并针对我国核资源开发利用领域发展循环经济的分析研究,形成了一些创新性的见解和探索。除此之外,该书立足国情,为实现中国核资源循环经济安全、稳定、有序的发展,构建了符合循环型经济的核工业产业生态系统,并且充分借鉴国外有关核能安全的法律法规体系的合理内涵和成功经验,结合循环经济的“3R”原则,对构建和完善我国核资源循环经济的法律法规体系提出了宝贵的建议。

中国核工业集团公司总经理

A handwritten signature in black ink, appearing to read '孙 Gang' (Sun Gang), the General Manager of CNNC.

2010 年 11 月

目 录

引 言	(1)
-----------	-------

第一篇 循环经济理论篇

第一章 循环经济的起源与发展	(6)
----------------------	-------

第一节 循环经济的兴起	(6)
-------------------	-------

一、循环经济的产生背景	(6)
-------------------	-------

二、循环经济的概述	(10)
-----------------	--------

第二节 循环经济的发展	(18)
-------------------	--------

一、循环经济实践的国外发展状况	(18)
-----------------------	--------

二、循环经济的经验与成果	(20)
--------------------	--------

第二章 循环经济的理论评述	(23)
---------------------	--------

第一节 循环经济对新古典经济学的挑战	(23)
--------------------------	--------

一、循环经济对现代主流经济学的质疑	(23)
-------------------------	--------

二、循环经济对“经济人”和“稀缺性”的反思	(24)
-----------------------------	--------

三、循环经济对市场价值原则和产权理论的反思	(27)
-----------------------------	--------

第二节 循环经济新论	(30)
------------------	--------

一、循环的概述	(30)
---------------	--------

二、循环的阶段论	(32)
----------------	--------

第三章 循环经济的中国化	(38)
--------------------	--------

第一节 国内外循环经济发展的对比分析	(38)
--------------------------	--------

一、产生背景不同	(38)
----------------	--------

二、法规政策体系完善程度不同	(38)
----------------------	--------

三、社会中介服务组织的作用体现不同	(39)
四、公众参与意识和积极性不同	(40)
五、构建的生产组织体系层次不同	(40)
六、为循环经济提供技术支撑的力度不同	(41)
第二节 循环经济的中国化	(41)
一、循环经济中国化概述	(41)
二、循环经济中国化的现状分析	(43)
三、循环经济中国化的制度与政策建设	(51)

第二篇 资源篇

第四章 自然资源与核资源	(55)
第一节 资源的界定	(55)
一、资源的概述	(55)
二、资源可得性的度量	(64)
第二节 核资源的概述	(74)
一、核资源的概述	(74)
二、核资源的构成	(81)
第五章 资源危机与能源危机	(85)
第一节 中国经济增长	(85)
一、改革开放后中国经济增长状况	(85)
二、经济增长模式评价	(86)
第二节 中国经济发展与资源、能源约束	(97)
一、中国经济发展目标	(97)
二、中国资源危机与能源危机	(97)
第三节 中国经济增长与可替代能源	(104)
一、可替代能源的选择	(104)
二、中国核电规模化的可行性分析	(114)

第六章 中国核资源开发与利用	(119)
第一节 中国核资源开发的现状	(119)
一、世界核资源利用的现状	(119)
二、我国核工业的发展与核资源利用	(122)
第二节 中国核资源危机	(125)
一、国际铀资源现状与国际铀价走势	(125)
二、国家核能计划与核资源短缺	(128)

第三篇 核资源循环篇

第七章 铀矿资源勘探与循环经济	(143)
第一节 铀资源分布与勘探现状	(143)
一、铀资源勘查与铀资源分布	(143)
二、我国铀矿资源的勘探现状	(144)
第二节 我国铀资源短缺问题分析	(146)
一、我国核能发展计划下的铀资源需求量	(146)
二、我国铀资源的供应	(147)
第三节 我国铀资源的循环与可持续供应	(149)
一、加大铀资源的勘查工作,保证国内资源增长	(149)
二、加强技术创新,努力扩大已探明资源的经济储量	(150)
三、加强制度创新,鼓励其他地质勘探队伍加入 铀矿地质勘探工作	(152)
四、加速人才培养,改善铀矿地质装备,提高铀矿 地质人员待遇	(153)
第八章 铀矿冶与循环经济	(155)
第一节 铀矿冶过程简介	(155)
第二节 我国铀矿冶现状分析	(155)
一、我国铀矿资源开采难度大,在役矿山的保有经济 可采储量不足	(156)
二、铀矿资源综合利用水平低,天然铀生产能力	

严重偏低	(157)
三、铀矿山“三废”环境污染严重	(158)
四、人力资源日益萎缩,铀矿冶呼唤新技术	(162)
五、安全压力加大	(163)
第三节 我国铀矿冶环节与铀资源循环利用	(163)
一、根据我国铀资源的实际情况,确定我国天然铀生产 的技术路线	(164)
二、加大铀资源开发力度,加速扩展铀矿床开发规模	(164)
三、加强矿山地质工作,提供经济可采接续资源	(164)
四、推进“科技兴矿”,提高天然铀生产水平和资源利用率	(165)
五、加强与地方政府及公众的联系,建设绿色铀矿山	(166)

第九章 铀的精制、浓缩与循环经济

第一节 铀的精制过程与循环经济	(167)
一、铀的精制过程	(167)
二、铀的精制过程与循环经济	(167)
三、铀的转化与循环经济	(169)
第二节 铀浓缩过程与循环经济	(169)
一、铀的浓缩过程	(169)
二、铀浓缩与循环经济	(171)
第三节 元件制作与循环经济	(173)
一、核燃料元件制作技术与循环经济	(174)
二、元件制作工艺与循环经济	(176)

第十章 反应堆与循环经济

第一节 核反应堆概述	(178)
第二节 核反应堆与循环经济	(181)
一、核电站的废物最小化与循环经济	(181)
二、快中子堆技术与铀资源循环利用	(184)

第十一章 乏燃料处置与循环经济	(189)
第一节 乏燃料概述	(189)
第二节 乏燃料后处理中的铀、钚资源的再利用	(191)
一、钚资源的再循环	(192)
二、铀资源的再循环	(193)

第四篇 制度建设篇

第十二章 中国核资源循环经济的机制建设	(196)
第一节 加强对核资源循环经济体系的科学规划	(196)
第二节 完善核资源循环经济的激励机制	(198)
一、核资源循环经济需要“市场—政府—社会”的有机结合	(198)
二、核资源循环经济激励机制的设计	(200)
第三节 完善核资源循环经济的生态补偿机制	(203)
一、生态补偿机制的概述	(203)
二、中国铀矿资源开发生态补偿机制应遵循的基本原则	(204)
三、中国铀矿资源开发生态补偿机制的探索	(205)

第十三章 中国核资源循环经济的法律法规体系建设	(210)
第一节 国际核资源循环经济法规介绍及启示	(211)
一、美国	(211)
二、法国	(212)
三、俄罗斯	(213)
四、日本	(214)
第二节 建立健全我国核资源循环经济法律法规体系的探讨	(215)
一、我国核能安全立法的演进	(215)

二、我国核能安全立法体系存在的问题	(216)
三、建立健全我国核资源循环经济法律法规体系的 措施	(217)
参考文献	(223)
后 记	(232)

引言

当人类跨入寄托无数期待与梦想的 21 世纪时,理性地回顾人类文明与发展的历史,可以看出:人类从茹毛饮血的远古时代发展到如今物质极其丰富、科技惊人飞跃、财富巨量增长的现代文明,经历了几十年的不断进化与发展。人类文明发展过程其实是一部人类与自然界(地球环境)不断斗争、开发与发展的历史,是人类社会生产力不断改进、提高和创新的历史,更是人类在浩瀚宇宙星球中不断开发地球、改变地球及其周边环境、攫取地球资源的历史。特别是在人类文明发展的近几百年间,随着科技不断发展、生产力不断提高,人类开发地球资源的水平、手段和速度都得到了极大的提高,人类所能享受到的物质财富及成果远远超过了以前多个世纪的总和。然而,我们不得不面对这样的现实:工业化社会生产带来的自然资源的快速耗竭、生态破坏和环境污染引起的地球环境的日益恶化、物种的快速消失、新的疾病及流行病的肆虐、贫富差距扩大和占有失衡带来的社会结构动荡、部分国家及民族间战乱不断等等。

面对发展中的困难与障碍,人类一直在依靠着自己的认识与智慧百折不挠地探索,克服各种困难,不断地向前发展。值得欣慰的是,在 20 世纪后半期,世界各国一批有识之士为解决人类共同面临的人口、资源、环境问题进行了系统的研究,为保障经济增长和文明进步作出了堪称思想结晶的理论贡献。面对五六十年代相继出现的环境污染、生态破坏和能源矿产资源短缺等世界性危机,20 世纪 70 年代形成了环境保护、污染防治的理论研究体系,进而在 80 年代提出了可持续发展的思想理论。90 年代可持续发展理论得到了世界各国的认同并将可持续发展战略付诸实施,同时,工业生态学、绿色化学、清洁生产、生态农业、生态城市等一系列的理论得到了创新与发展,掀起了一场科技进步与环境保护相结合的新型产业发展革命。到了 20 世纪末 21 世纪

初,作为上述思想的总汇,形成了可持续发展思想基础上的循环经济理论体系。可以预言,21 世纪必将是在可持续发展思想指导下的人类通过提高科技水平,改变资源的开发利用方式与途径,不断探寻、实施循环经济而向前发展的新世纪。

循环经济是对物质闭环流动性经济的简称。与传统“资源—产品—废弃物排放”的线性经济增长模式不同,循环经济是一种“资源—产品—废弃物—再生资源”的闭环流动模式。循环经济以减量化(Reduce)、再使用(Reuse)和再循环(Recycle)为基本原则(即“3R”原则),是国际社会公认的实现可持续发展的基本路径。

我国的基本国情是:人口众多,资源相对短缺,生产过程中的资源破坏和浪费现象突出。多年来,我国为保障经济高速增长,基本上采用的是资源耗竭型的增长方式,这使得我国经济发展与资源供给不足的矛盾日益突出。自新中国成立以来,我国经济已经从短缺经济阶段、剩余经济阶段进入到资源约束经济阶段,当前面临的矛盾是:经济增长以牺牲大量资源为代价;受世界经济波动风险影响增大;生态环境日益恶化给未来经济持续增长构成严重阻碍,经济安全风险增大,国家安全隐患进一步增大(张琦,2006)。据研究预测,目前我国十余种主要矿产资源已经难以支撑经济增长与社会发展的需要。未来的 20 年,中国将全面建设小康社会,预计到 2020 年经济总量将在 2000 年的基础上翻两番,并在 21 世纪中叶实现现代化的目标。因此,我国将面临更加严峻的资源供给短缺形势,而解决问题的出路就在于必须在循环经济理念指导下,合理地开发利用自然资源,大力推进资源循环利用事业。

毋庸置疑,我国实施循环经济的核心是资源循环利用,资源是人类赖以生存与可持续的根本,没有资源的可持续,就谈不上经济和社会的可持续发展,因此,通过资源的循环使各项社会活动从全社会的角度开辟解决资源供应与使用的新型途径,以实现资源的持续合理利用,从而达到经济发展与环境资源的协调,人与自然的和谐,保障经济社会的可持续发展。

自 20 世纪 70 年代以来,世界各国一直在不断地探索如何较好地实施循环经济的途径。20 世纪 80 年代,发达国家率先抛弃了“先污染、后治理”的“生产过程末端治理模式”,采用了资源化方式处理废弃

物。90年代,伴随着可持续发展战略成为世界潮流,发达国家逐步形成了以避免废弃物产生为特征的循环经济发展模式。目前,德国、日本等发达国家已经走在循环经济发展的前列,正在把发展循环经济、构建循环型社会体系作为实现可持续发展的重要途径。

我国20世纪90年代末引进循环经济概念,当时我国正处于工业化发展的第二阶段,由于专业化生产效率和分工协作快速提升,提高了生产效率和产品产出率,相应加大了资源及能源的需求量和消耗量,同时也产生了大量的工业废弃物。因此,循环经济的概念、理论及可持续发展思想得到了社会各阶层的极大关注与重视。理论方面,国内学者在吴季松、冯之俊、曲格平、解振华、诸大建等人的带领下,对循环经济的概念、内涵、定义以及循环经济的渊源等方面进行了较为全面的论述与介绍。目前,国内经济、生态、工业等学科学者将研究循环经济作为学科发展的一个重要方向,形成了全国上下多学科、多层次研究循环经济的盛况。至今,国内学者在循环经济的研究范式、理论基础、发展理念、研究方法、学科建构以及循环经济的内部与外部性等方面进行了较为深入的研究,研究的理论深度与广度已经到了如何具体指导循环经济发展与实施上。实践方面,我国在20世纪90年代提出实施可持续发展战略,各级政府一直就如何实施可持续发展战略进行着如火如荼的实践与探索。自2001年我国在广西贵港建立第一个国家级生态工业园区以来,生态企业、生态园区、生态港口、生态城市、生态省等概念不断地在中国大地涌现,引领了当前我国工业化发展阶段的产业调整与产业提升的潮流。中央、省区和县市等多个行政层次所设立的循环经济示范点,虽然不乏“形象工程”、“面子工程”之嫌,但从某种程度上也有力地证明:循环经济的理念已经在我国大地上生根、发芽,现在需要进一步开花、结果了。

诚然,我国在推行循环经济的实施过程中也存在着一些理论与现实方面的问题,必须予以完善与解决。首先,循环经济的理论来自于西方发达国家,其理论产生的背景是工业化实现之后而实施的,对于中国目前“边发展、边推行循环经济”的工业化发展背景不一定完全适用。一方面,企业、国家要拿出一定的资金及政策给予外部性支持;另一方面,实施过程中有可能对我国经济发展速度及产业结构的调整过程产

生巨大影响,甚至可能会引起经济的短期衰退(例如,在产权制度方面,国外的一些资源如矿产资源是私有的,而我国的矿产资源是国家所有,但长期以来我国对矿产资源的监管存在着所有者缺位的现象)。因此,必须在通盘考虑全局的前提下,找出与我国经济社会发展相适应的循环经济理论基础。其次,在现实方面,由于国家的制度安排不到位,许多产业、行业、企业及消费者在实施循环经济过程中动力不足,加上地区、行业和消费者自身的个体差异,实施循环经济的难易程度也完全不同。如沿海发达地区可以用较好的财政政策鼓励发展循环经济事业,中西部地区则明显存在着财政困难的状况,特别是西部欠发达地区,不要说发展循环经济,就是发展循环不经济的产业和企业都存在困难。再如由于文化水平、认识水平、生活水平的差异,消费者个体对循环消费的看法也完全不同。^①

众所周知,经济的增长离不开物质资源的支撑,经济快速增长则需要巨大的物质资源来支撑,特别是对于人口众多、物质资源不是十分富有的中国来说,物资资源的有效供给就显得尤为必要。然而,随着我国工业化进程的不断推进,我国经济发展总量正在快速攀升,同时矿产资源的消耗量也在急剧增加,矿产资源的存量相应地也在快速减少。近年来,我国频频发生的资源危机、能源危机为我国经济列车快速行驶的里程上亮起了红灯。影响和制约我国经济快速发展的决定性、战略性的外生与内生变量正日益聚焦在资源、能源、环境、技术等方面。作为我国重要的战略资源和经济资源的核资源,与其他矿产资源一样也面临着存量的危机,正日益成为制约国家经济发展和国家安全的瓶颈。自20世纪50年代我国建立核工业以来,我国核工业经历了曲折发展,从前期的全面铺开、快速发展,到中期国内外形势发生变化的低迷甚至停顿状态,到现在的凸现快速发展端倪。我国核资源的开发和利用为我国国防建设和经济建设作出了巨大贡献。然而,由于我国核资源的存量仍以前期普查的存量为主,20世纪90年代一度停滞不前。目前我国核电快速发展,我国核资源也呈现出明显的供给不足的危机。据中国原子能科学研究院教授顾忠茂介绍,我国现探明的天然铀储量,最

^① 解振华. 大力发展循环经济[J]. 求是, 2003, 13.