

JIANXING XUNHUAN JINGJI

ZOU LUSE FAZHAN ZHILU

践行循环经济 走绿色发展之路

马翠玲◎著



中国环境科学出版社

践行循环经济 走绿色发展之路

马翠玲 著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

践行循环经济 走绿色发展之路 / 马翠玲著. —北京: 中国环境科学出版社, 2012.10

ISBN 978-7-5111-1131-9

I. ①践… II. ①马… III. ①自然资源—资源经济学—研究—中国 IV. ①F124.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 227281 号

责任编辑 孔 锦
助理编辑 李雅思
责任校对 唐丽虹
封面设计 马 晓

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67187041 (学术著作图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)
印装质量热线: 010-67113404

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2012 年 10 月第 1 版
印 次 2012 年 10 月第 1 次印刷
开 本 787×960 1/16
印 张 13
字 数 220 千字
定 价 50.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

序 言

从一支铅笔、一粒大米说循环经济

笔者在从事干部教育培训的循环经济专题教学工作中，深受触动的是关于“一支铅笔、一粒大米”的循环经济。

首先，我们一起来回顾一下，您手下的铅笔有过哪些用途？当笔者在干部教育培训专题教学中开展多次调查后，结果显示，大部分人仅仅只发挥了铅笔写字、画画的功能，有极少数人发挥了铅笔还能当尺子或撬门锁的功能。然而，在美国纽约的圣·贝纳特学院里，铅笔却是学生入学后第一堂课的学习内容^①，这堂课成为这所学校的毕业生在纽约警察局的犯罪记录最低的秘密所在。

揭晓秘密的是一名叫普热罗夫的捷克籍法学博士，他起初想在美国找到一份与法学相关的工作，根据警察局提供的从圣·贝纳特学院毕业的学生犯罪记录最低的线索，他在获得15万美元的“市长基金”经费支持下，就以此项研究为名展开了深入调研。通过问卷调查，他发现，该校学生与其他学校不一样的地方在于，他们居然都知道铅笔有多少种用法。之所以都知道，源自这所学校的学生入学后的第一堂课是：一支铅笔有多少种用途。通过老师的引导和讲授，孩子们明白了：铅笔不仅有写字这种最普通的用途，必要时还可以用来当尺子画线；当作礼品赠送给朋友表达友情；当作商品卖出获得利润；笔芯磨成粉以后可以当润滑剂使用；演员演出时缺乏化妆用品时可以用来化妆；削下的木屑可以当作装饰画的原料；把一支铅笔按相等的比例锯成若干份，可以做成一副象棋，还可以做成玩具车的轮子；在野外探险时，抽掉芯的铅笔杆还能被当成吸管喝石缝中的泉水；在遇到坏人时，削尖的铅笔还能当作自卫的武器等。通过这一堂课的学习，老师让学生们懂得了：拥有眼睛、鼻子、嘴、耳朵、大脑和四肢的人更是有无数种用法，并且任何一种用途都足以使一个人快乐地生存下去。有了这么一堂课的教学教育活动，结果，从这所学校毕业的学生，无论他们的处境如何好、如何坏、如

①（美）威廉·贝纳德，《哈佛家训：一位哈佛博士的教子课本》，中国妇女出版社，2007。



何一般，都生活得非常快乐，因为他们永远对未来充满希望。

研究结果寻找到的答案，第一个受益人便是普热罗夫，因为他找到了比在美国工作更好的就业渠道，他立即返回国内，雄心勃勃地开始实施新的就业计划。目前，他已经成为捷克最大的一家网络公司的总裁。

原来，一支铅笔被循环再利用以后的学问这么大，足以改变一个人的职业选择、生活态度和理想信念。每个人在工作、生活中都会遭遇失败、挫折，如果您想到铅笔有多少种用途，那您一定会开辟出广阔的人生道路，不止一条，您可以从众多条中选出一条来，这就是智慧。运用这个智慧，不仅对降低犯罪率有功效，还对改善抑郁症，防治亚健康，降低自杀率，提高健康指标，从而为建成全面小康社会发挥重要作用。

接着，我们再一起来看一粒大米的循环经济^①。一粒普通的大米，直接进入市场，收益极少；但是，若把大米加工后变成米酒、牛的饲料、生物肥料，再把这几个环节链接起来，使得上一个环节的废料变成下一个环节的原料，如此构建的大米产业链，居然可以增值 70 倍！这就是广西东园生态农业科技有限公司（以下简称“东园公司”）探索出来的农业循环经济。东园公司原来是一家饭店，因客人喜欢喝米酒，就建造了大米酿酒厂。酒厂的效益虽好，但产生的大量酒糟无法处理。公司又建起了养牛场，用酒糟喂牛。为了处理大量的牛粪，公司建起了沼气池，沼气做酒厂熬酒的燃料。为了不浪费沼渣、沼液，公司又建起了一座生物肥料厂，将沼液再次发酵，做成生物肥料。公司还到广东建起 3 万亩基地，利用生物肥料种植有机水稻。于是，东园公司构建出一条“水稻—米酒—牛的饲料—沼气池—生物肥料—有机水稻”的循环链，每一个环节都能赢利，而且整体收益非常高。首要原因是循环链大幅度降低了成本。比如公司养牛的成本每天只是 4 元钱，而普通养殖场或农户的养殖成本高达 20~25 元。为了防止循环链断裂，公司收购了企业附近的榨糖厂、木薯加工厂、罐头厂的果皮、蔗渣、木薯渣等废弃物作为牛的饲料，保障了奶牛饲料的供应。从 1996 年至今，东园公司企业资产总额增长了 133 倍，而企业负债率始终为零。东园公司总经理黄炳权认为，发展循环经济，控制好资金流，有风险小的好处。

笔者认为，一粒大米的循环经济既有助于农民朋友在发展农业循环经济时开启智慧，也有助于其他创业者在实践循环经济时启迪智慧，是开辟绿色就业新天地的一种思路或模式。

正是从上述一支铅笔和一粒大米的循环经济中体验、领悟到的深刻智慧，驱动笔者完成了本书的编写，以飨读者。书中涉及到的践行循环经济的人群范围更

^① 潘少军，《一粒大米的循环经济》，人民日报，2011 年 7 月 17 日。

加广范，既有小学生、中学生，也有农民、企业家、投资人、政府官员、理论研究者、社区居民、广大公众，期望人人给力、助力循环经济，人人学习循环经济理论，在全社会形成发展循环经济的共识；人人研究循环经济实践，及时发现实施中的新情况、新问题，主动探索推动循环经济健康、可持续发展的新思路、新举措。内容编写尽可能地体现实践性、针对性、操作性、有效性，特别是重点反映了党和国家对发展循环经济的政策精神和基本要求，期望人人在发展循环经济大潮中发挥事功精神，谋划事、找事做、干事情、做成事、是好事、常做事。《中华人民共和国循环经济促进法》第七条指出：“国家鼓励开展循环经济宣传、教育、科学知识普及和国际合作。”国务院批复的全国第一个区域性循环经济规划《甘肃省循环经济总体规划》（以下简称《规划》）指出：把宣传教育工作放在重要的位置上，使全省广大干部群众对发展循环经济的认识和积极性都有较大的提高。为此，《规划》在强化宣传教育中，要求利用书刊等宣传媒体，广泛宣传发展循环经济的方针政策、法律法规和先进典型，为发展循环经济营造良好的社会氛围。笔者编写本书的用意便在于此。

虽然本书是作者近十年来从事干部教育培训的教学成果、研究成果、咨询成果的一种转化，但因水平和能力所限，书中定有不少缺点、疏漏及其不足之处，恳请业界的专家、学者和使用本书的广大读者批评、指正！本书还借鉴、吸收并采纳了众多专家、学者的观点、数据，在此一并表示感谢！

本书的撰写是在甘肃行政学院把循环经济作为推进转型跨越，服务富民兴陇的特色优势学科建设活动中完稿的，期间，得到了学院领导、专家、学者、同事们的重点指导与鼎力相助！也得到了教务处、科研处、经济学教研部、生态文明与循环经济研究中心、其他各部门领导的悉心关怀和大力支持！在此，深表谢意！还要感谢所有直接地或间接地帮助过本书编写、出版的朋友们及其家人！

最后，十分感谢中国环境科学出版社的大力支持！特别感谢学术著作图书出版中心副主任孔锦和编辑李雅思等人为本书的编写与出版倾注了大量的时间、精力和智慧，在此，致以衷心的感谢！

马翠玲

2012年10月1日



目 录

第一章 从世界能源结构演变趋势认识循环经济的重要性	1
一、从三大经济强国更替的经济史看能源的更替	2
二、从现有的能源结构认识不可持续的经济发展模式	3
三、用开源的办法解决能源问题时面临的重重困难	6
四、用节流的办法解决能源问题与寻找清洁能源同等重要	9
五、国际循环经济发展的三大趋势	10
第二章 从实现共赢的智慧人生与美国绿色发展战略调整认识循环经济的可行性	17
一、开源与节流实现共赢的智慧人生	18
二、美国以绿色能源为核心的绿色经济与绿色发展探索历程	23
第三章 从中国加快转变经济发展方式的趋势认识循环经济的必要性	52
一、我国加快转变经济发展方式的趋势	53
二、从经济发展方式的转变趋势认识循环经济的必要性	59
第四章 在准确把握循环经济要义中实现绿色发展、科学发展	75
一、循环经济的基本含义	76
二、循环经济的真谛	84
三、发展循环经济的基本要求和总体要求	86
四、发展循环经济要达到资源节约、环境保护与经济增长共赢的目的	88
五、发展循环经济遵循三个基本原则，突出一个优先原则，坚持三个前提条件	88
六、发展循环经济的重要理论基础：开展物质流分析	97
七、发展循环经济的三个实践层面	98
八、发展循环经济树立六大理念	102
九、减量化成就的智慧人生	107

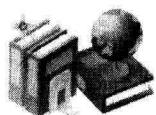


第五章 中国发展循环经济的现状概述	111
一、我国发展循环经济的实践进程.....	112
二、“十二五”期间，我国发展循环经济的战略部署与任务安排.....	117
三、“十二五”期间，我国发展循环经济的特点.....	119
第六章 中国发展循环经济存在的问题与原因分析	125
一、宝贵的资源秸秆成为黄色雾霾天的污染源.....	126
二、医疗垃圾被资源化成儿童的玩具.....	128
三、1200 年前的技术工艺处理着今天的电子垃圾.....	129
四、有技术、有市场、难回收的建筑垃圾.....	131
第七章 发展循环经济的智慧集锦	135
一、企业人执著推进循环经济大发展.....	137
二、生态工业园区的循环化发展.....	139
三、贵阳市推动循环经济发展的地方创新.....	143
四、循环经济在食品业的典型示范.....	150
五、城市绿色交通可持续发展的创建.....	156
第八章 运用政策，谋划循环经济建设大项目	165
一、运用生态政策，谋划兰州市大气污染防控和治理项目.....	166
二、运用生态政策，谋划天水黄河、长江流域交汇区生态保护 示范项目.....	171
三、运用能源政策，谋划河西走廊绿色能源开发利用示范基地项目.....	174
四、运用能源政策，谋划陇东国家级传统能源综合利用示范基地项目.....	180
五、运用能源政策，谋划城乡清洁能源开发利用全覆盖示范项目.....	185
附录一 国务院关于《甘肃省循环经济总体规划》的批复	192
附录二 国家支持甘肃省发展循环经济的十大政策	194
参考文献	196



第一章

从世界能源结构演变趋势认识循环经济的重要性



本章导读

循环经济是对发达国家工业化、城镇化过程中经验和教训进行总结和反思的结晶，是在经济增长保持较高速度的前提下，实现物质消耗减量化并改善生态环境，有效解决经济增长与资源和环境约束矛盾的经济发展模式，是新型工业化道路的基本实现形式，是科学发展观在经济发展模式上的具体体现。从世界经济发展趋势，特别是世界能源发展状况来看，现有的能源结构是一种不可持续的经济发展模式。必须通过发展循环经济，转变旧有的经济发展模式，从而实现可持续发展的目标，这是目前世界各国面临的共同课题。当人类用开源的办法解决能源问题时面临重重困难的情况下，用节流的办法解决能源问题就与寻找清洁能源具有同等重要的位置了。当前，国际循环经济发展呈现出三大趋势，即规范循环经济发展的法制化趋势不断加强，循环经济发展模式和支持手段的市场化、制度化趋势不断加强，由政府主导向社会主导的转型趋势不断加强。了解和判定国际循环经济发展趋势对中国的循环经济建设尤为重要。



2009年12月24日,国务院批复的《甘肃省循环经济总体规划》对发展循环经济的重要性做了如下四个方面的表述:循环经济是对发达国家工业化、城镇化过程中经验和教训进行总结和反思的结晶,是在经济增长保持较高速度的前提下,实现物质消耗减量化并改善生态环境,有效解决经济增长与资源和环境约束矛盾的经济发展模式,是新型工业化道路的基本实现形式,是科学发展观在经济发展模式上的具体体现。这四个方面是对循环经济理论研究、实践创新、经验总结、教训反思、中外比较的结果,是人类社会经济发展长期探索、不断追寻的结果。

美国得克萨斯州休斯敦市莱斯大学的教授理查德·埃利特·斯莫利^①生前曾对未来几十年的能源供应危机感到忧心忡忡,他列出的人类在未来的50年中面临的十大问题中,能源问题是第一大问题。一国的国民经济与社会发展要有可持续性,能源问题是首先要亟须解决的问题。本章从世界能源更替、世界能源发展现况、开源与节流的适用情况、国际循环经济发展趋势等方面予以说明,当下以至于未来,我们为什么一定要践行循环经济,走绿色发展之路,以便进一步增强发展循环经济的信心和决心。

一、从三大经济强国更替的经济史看能源的更替

美国著名的经济、政治评论家、经济预言家凯文·菲利普斯(Kevin Phillips)在2006年出版的著作《美国神权:21世纪的极端宗教、石油和债务政治及危险》中,专门列了一章的内容研究、分析三大经济强国更替与能源更替之间的关系,他发现,经济强国占据全球领先地位的背后居然是新的能源替代传统能源的结果。

17世纪时的荷兰取而代之于西班牙和葡萄牙,迅速成为当时欧洲最强大的国家,阿姆斯特丹成为了欧洲最繁荣的城市。荷兰虽是弹丸之地,却实现了崛起,其在以风力和水力为核心的能源方面具备的优势发挥了决定性作用,与此相适应的船舶设计技术、风车机械发展、航海探险活动与航行领域扩展、水泵建设、排水系统的完善以及开荒、垦荒运动极大地保障和奠定了坚实的强国基础能源。18世纪末期,工业革命兴起,英国崇尚工业文明,率先发动工业革命步伐,其特有的能源煤炭在蒸汽机、钢铁生产和铁路等基础设施建设中的作用日益明显,开采矿山的技术手段也是英国人的特长之一。英国取而代之于荷兰,使得一个小小的岛国成为了全球日不落帝国,其背后是英国的煤炭工业占据优势。到20世纪,美国在石油方面拥有的技术专长和能源优势领先发展石油工业,并且以石油为基本

^① 理查德·埃利特·斯莫利(Richard·Errett·Smalley, 1943年6月6日—2005年10月28日)是著名的美国化学家,因发现富勒烯而与罗伯特·柯尔、哈罗德·克罗托共同获得1996年的诺贝尔化学奖,被誉为“纳米技术之父”。

动力的军事工业、商业经济持续发展壮大。由此，美国取而代之于英国，成为享有世界领先地位的经济强国，开辟了石油经济的黄金时代。

然而，到 21 世纪，美国又面临了石油领先地位下降的现实，石油可谓是危机重重。一方面，美国在世界石油市场上的统治地位逐渐削弱，埃克森美孚公司曾经是世界上最大的公开上市的国际石油公司，但在 2006 年全球公司业务中仅排在第 12 位；委内瑞拉于 2007 年把埃克森美孚石油公司、康菲石油公司挤了出去，以至于英国《金融时报》于 2007 年选出的世界油气市场巨头“新七姐妹”，美国无一家石油公司进入。然而，美国的石油公司还一直享受着政府于 20 世纪 50～60 年代时所制定的能源优惠政策——尤其体现在税收、补贴和政治影响方面。另一方面，作为能源，石油可能无法满足不断攀升的需求。2006 年，威登公司的高级石油分析师查尔斯·马克斯韦尔比较了新开发石油资源供应量的严重不足：“1930 年，我们在全世界新发现了 100 亿桶石油，而我们只用了其中的 15 亿桶。1964 年，我们新发现的石油储量达到新高峰——480 亿桶，我们用掉了约 120 亿桶。1988 年，我们发现了 230 亿桶，用了 230 亿桶。转折点出现了，从此以后，我们新发现的石油储量开始少于我们的需求。2005 年，我们发现了 50 亿～60 亿桶石油，却用了 300 亿桶。这些数字很有说服力。”^①从上述两方面可以看出，2008 年的金融危机本质上又是一场石油危机、能源危机（表 1-1）。

表 1-1 世界石油储量与世界石油消费的比较

年份	世界石油储量/亿桶	世界石油消费/亿桶
1930	100	15
1964	480	120
1988	230	230
2005	50～60	300

二、从现有的能源结构认识不可持续的经济发展模式

通过发展循环经济，转变旧有的经济发展模式，从而实现可持续发展的目标，这是目前世界各个国家面临的共同课题。我们从世界经济发展的能源结构就很容易理解现在的经济发展模式是多么得不可持续^②。

①〔美〕凯文·菲利普斯，《金融大崩盘》，中信出版社，2009。

② 陈文嘉，《发展循环经济必须改变现有能源结构》，中国能源网，2009 年 6 月 19 日。



从表 1-2 可以看出,世界上的能源中,消费量最大、又最先使用完的将是石油,石油还有 40 年就会消费完,煤炭还有 180 年就会消费掉,天然气还有 60 年也将会消费完的。这些不可再生的能源占到世界总能源量的 93%。如今,世界上的每一个国家都在实施赶超战略,追赶像美国那样的发达国家,美国等发达国家在复兴之路上继续往前跑,发展中国家以及落后国家还在奋起直追。对各个国家而言,能源的有限性还能支撑赶超战略的时间不是无止境的。显而易见,依托于有限的不可再生能源的经济发展是多么得不可持续。

表 1-2 2006 年世界能源消费结构

种 类	不可再生能源				水电及其他可再生能源 (包括风电、太阳热发电、 太阳光发电、生物酒精、 生物柴油、沼气等)	合计
	化石能源			核能发电 (铀)		
	石油	煤	天然气			
能量/QUAD	170	122	108	27	33	460
使用年限/a	40	180	60	—	—	—
比例/%	37	27	23	6	7	100

注: 1 QUAD = 10^{15} BTU = 1.05506×10^{15} kJ.

数据来源: 美国能源部能源情报署于 2008 年公布; 陈文嘉,《发展循环经济必须改变现有能源结构》,中国能源网, 2009-06-19。

剩余的 7%是可再生能源,包括水电、风电、太阳热发电、太阳光发电、生物酒精、生物柴油、沼气等。目前的风电、生物质发电只占可再生能源的一小部分。其他可再生能源如地热、潮汐能就更少了。其中,大部分是水电,因为水电既清洁,不造成污染,又很经济,西方发达国家在十几年前就大力开发了水电。加拿大与巴西的水电已经分别占到其该国发电总量的 60%和 90%。比较下来,美国的水电产量较少,不到总发电量的 10%。中国的水电产量更少,目前正在大力发展水电等可再生能源。

另一方面,传统能源利用效率较低,能源依赖度又较高,使得经济发展模式建立在高耗能的基础上,也是不可持续的。表 1-3 对世界平均水平与各个国家的能源消费结构及其利用情况做了国际比较,显然,发展可再生能源,提高可再生能源的比重和能源利用效率是发展循环经济,实现可持续发展的主要途径和重要措施。2009 年 9 月 22 日,国家主席胡锦涛在联合国气候变化峰会上发表《携手应对气候变化挑战》为题的讲话时指出:“今后,中国将进一步把应对气候变化纳入经济社会发展规划,并继续采取强有力的措施,主要包括以下四方面的措施:一是加强节能、提高能效工作,争取到 2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放比

2005 年有显著下降；二是大力发展可再生能源和核能，争取到 2020 年非化石能源^①占一次能源消费比重达到 15%左右；三是大力增加森林碳汇，争取到 2020 年森林面积比 2005 年增加 4 000 万 hm^2 ，森林蓄积量比 2005 年增加 13 亿 m^3 ；四是大力发展绿色经济，积极发展低碳经济和循环经济，研发和推广气候友好技术。贯彻落实这四项措施到生产方式、生活方式、服务方式、管理方式中来，对于中国转变经济发展方式，提高能效具有重要的推动价值，比这更重要的目的还是为了中国在今天和将来拥有能源安全保障体系，这才是本质所在。”

表 1-3 国际能源消费结构及其利用效率的比较

国 家	能源消费总量/ 百万 t 油当量		能 源 构 成/%								能源利用 效率/%	
			煤 炭		石 油		天然气		水电及核电			
	2000年	2004年	2000年	2004年	2000年	2004年	2000年	2004年	2000年	2004年	2000年	2004年
世界	9 095.6	10 224.4	24.37	27.17	38.69	36.84	23.72	23.67	13.21	12.31	50.67	49.72
中国	804.7	1 386.2	61.35	69.03	28.59	22.26	2.75	2.53	7.31	6.17	38.64	36.46
美国	2 287.4	2 331.6	24.71	24.20	39.24	40.21	25.46	24.96	10.58	10.62	49.80	49.90
日本	515.9	514.6	19.17	23.47	49.51	46.93	13.30	12.61	18.03	16.98	52.84	51.43
加拿大	284.8	307.5	10.32	9.92	30.93	32.39	24.51	26.18	34.23	31.51	61.32	60.58
英国	222.2	226.9	16.61	16.79	35.06	35.61	38.88	38.87	9.50	8.73	52.25	51.91
法国	254.8	262.9	5.42	4.75	37.24	35.76	14.01	15.29	43.33	44.20	64.90	65.45
德国	330.5	330.4	25.69	25.94	39.27	37.41	21.63	23.40	13.40	13.29	50.29	50.34
意大利	176.4	183.6	7.37	9.31	53.00	48.75	33.11	35.95	6.52	5.99	52.90	52.47
俄罗斯	640.3	668.6	17.24	15.84	19.29	19.22	53.02	54.11	10.45	10.83	53.40	53.93
南非	108.4	123.7	75.55	76.39	20.76	20.13	0.00	0.00	3.69	3.40	33.92	33.58
印度	313.3	375.8	54.71	54.50	31.12	31.75	7.47	7.69	6.70	6.07	40.28	40.13
韩国	191.1	217.2	22.50	24.45	54.00	48.25	9.89	13.08	13.61	14.23	50.28	50.27

数据来源：《中国统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》；吴巧生、成金华，中国工业化中的能源消耗强度变动及因素分析，财经研究，2006（6）。

① 化石能源指的是石油、天然气（包括深海“可燃冰”甲烷）、煤炭等；“非化石能源”指的是水电、潮汐、风能、太阳能、生物质能等绿色能源。



三、用开源的办法解决能源问题时面临的重重困难

通过改变现有能源结构实现可持续发展的一条途径是开发利用可再生能源，这属于开源的办法。但是，人类在开发可再生能源时是需要大量的、长期的、持续的投资，并且还没有把握其产量就能够满足人类的需要。理查德·埃利特·斯莫利教授就曾经指出，源于供给和需求矛盾的可再生能源问题的关键在于，谁都无法保证这些替代能源可以正常维持我们的生活。他说：“自然之母无法给我们提供保证。”可再生能源的特性与科学研究的局限性、人类需求的无限性、无止境之间也有许多难以协调和平衡的地方，以至于其在实践发展过程中正面临着重重困难。

（一）人造太阳的两大不幸

人类研究开发的新能源中，投资金额最大、能量最强、比原子能发电更清洁的能源是人造太阳。50 多年的时间过去了，20 多个代价高昂的人造太阳的研发遇到的困难有两大不幸，第一个不幸的是，人造太阳氢融合的净发电量居然还是负值，即消耗能量大于生产能量；第二个不幸的是，人造太阳最长的成功操作时间只有几秒钟。现在，包括美国和中国在内的 33 个国家在欧洲共同注资，拟建造一个最大的人造太阳。也许若干年后，这个人造太阳会有一个突破性的进展。

（二）价格昂贵、可靠性和能源强度都太低的可再生电力资源

人类在可再生能源中已经研制成功，并且能够使用的技术，除了水电外，还有风电、太阳热发电、太阳光发电。这些可再生的能源在技术上是可行的，是有助于节约资源、保护环境的，但是，经济上不合理，安全性太小，所以，才没有被大量的使用，这是主要原因。这是不符合循环经济的三项基本要求^①，即坚持技术可行、经济合理和有利于节约资源、保护环境，这三项要求必须同时具备，才能实现真正意义上的循环经济。由此导致这些可再生能源在现有条件下没有办法与煤电竞争，从表 1-4 由美国电力公司公布的数据可以看出，与煤电比较，风电、太阳热发电、太阳光发电不但价格昂贵，而且可靠性与能源强度、稳定性等都很低。

^① 国家发展改革委办公厅印发的《循环经济发展规划编制指南》，2010 年 12 月 31 日。

表 1-4 煤电、风电、太阳热发电、太阳光发电的价格与可靠性比较

种类	煤电	风电	太阳热电	太阳光电
可靠性/%	90	30	25	15
电价/(美元/MW·h)	40	46	180	450

数据来源：美国电力公司（American Electrical Power）于 2006 年公布的数字；陈文嘉，《发展循环经济必须改变现有能源结构》，中国能源网，2009-06-19。

上述四种能源中，价格最贵、可靠性最低的是太阳光发电。太阳光电是利用太阳的光生产出来的电，没有太阳的时候自然也就生产不出电了，比如晚上就生产不出来电，多阴天、下雨天也生产不出来电。与煤电相比，太阳光电的价格贵了十倍之多。目前，主要是政府、大的企业和有钱的、愿意投资使用的人在屋顶安装上光电板，作为辅助的能源来消费。

太阳热电比太阳光电在价格上就便宜了很多，约少花 1/3 的钱。它主要是利用太阳的热量生产出电的，其原理是物理学上的聚焦，即先利用太阳光把液体加热到 400℃ 以上后，再利用水蒸气生产出电。理查德·埃利特·斯莫利教授在生前就非常热衷于推动太阳热发电，他认为，最有发展前途的可再生能源是太阳能，太阳能的优势在于取之不尽，用之不竭，清洁没有污染，绿色能源的首选应当是太阳能。对于有沙漠的地方，他认为福在太阳，并积极主张在沙漠地区建造太阳热发电厂来提供所需要的全部电力。

比较下来，风电是可再生能源中最便宜的，风电与煤电相比，价格上的差距不大，单位电价只是多了 6 美元，但是在可靠性方面比煤电低了 60%，有风的时候能生产出电，没有风的时候就产生不了电了，所以可靠性就低了很多。大力开发风电是各个国家正在做的事情，中国也不例外。然而，中国的风电在发展过程中也是困难重重，2011 年 9 月 22 日，中央电视台经济半小时以“风电成长的烦恼”为题，把依照国家规划，先行先试的酒泉千万千瓦级风电基地遇到的难题和现实的尴尬做了全面的梳理，比如风电上网送不出去，留在当地消化，又遇到了较高的电价。以至于出现了一些地方是电荒，需要拉闸限电，而另一些地方又被迫过剩，电用不完但又送不出去的怪现象。

可再生电力资源均面临着成本过高的问题，长时间地依赖国家财政补贴的资源是没有可持续性的，也是没有长久生命力的。只有从技术上突破高成本的障碍，才是市场推进的长久之策。

（三）与民争粮、与粮争地、原料又有限的可再生燃油受到严重地质疑

可再生燃油主要有生物酒精、生物柴油，它们可以替代传统燃油中的汽油、



柴油。生物酒精虽然很便宜，符合循环经济基本要求的“经济合理”，但是却不能大量地推广使用，因为生物酒精的原料，比如甘蔗的产量有限，其生产地是多雨的热带和亚热带地区。生物柴油即植物油，比如菜子油等。毫无疑问，这两种可再生燃油存在的问题是与民争粮、与粮争地，越是发展生物酒精和生物柴油，粮食供应就越少，也会更加加剧耕地减少的趋势，结果必然形成粮食价格上升和土地价格上升的助推力。曾经于 1995 年荣获诺贝尔化学奖的德国马克斯·普朗克化学研究所教授保罗·克鲁岑博士领导的研究小组^①于 2008 年，从减排方面更是打击了可再生燃油的根基，其结论是：可再生燃油的原料如玉米、油菜子等农产品使用的化肥会产生氮氧化物，这种温室气体排放，完全抵消了以可再生燃油替代传统燃料所净减少的二氧化碳排放，因此，可再生燃油是影响气候稳定性的诱因之一。2009 年的国际科学理事会的一份报告明确肯定了保罗·克鲁岑等的研究成果。所以至今，可再生燃油还不能完全取代汽油和柴油，要使其成为可替代燃料，从源头创新的研发工作也许要经历很长时间。

（四）产量非常有限又极难收集的沼气

沼气也是重要的可再生能源，顾名思义，沼气就是沼泽中产生的气体，也还产生于污水池、垃圾场、粪尿池等，其主要成分是甲烷。沼气存在的一个问题是沼泽与污水中的沼气非常难以收集。中国在农村开展了以“一池三改”（沼气建池与改圈、改厕、改厨相结合的无害化处理）为主要内容的沼气建设，并把沼渣、沼液等与养殖业、种植业、林果业等产业结合起来，发展“畜—沼—果、畜—沼—菜、畜—沼—粮”等循环农业模式已经得到了大力推广。实践证明，沼气是农村解决燃料短缺、提高能源品质和生活洁净程度的有效途径，是保护森林资源、增强农业发展后劲的重要措施，也是转变农业发展方式、构建节约型社会的关键环节。但还存在一个问题是产量非常有限，并受到自然条件限制的因素比较大。

尽管可再生能源的开发与利用面临诸多困难，但是，还是有国家大幅度地提升了利用率，哥斯达黎加就是因此而提升了公众幸福生活指数的一个国家。从英国非政府组织“新经济基金”于 2009 年发表的《幸福星球指数报告》结果来看，在被调查的 143 个国家和地区中，拉美地区大获全胜，位于拉美的哥斯达黎加是最幸福的国家！其幸福指数主要表现在四个方面：哥斯达黎加是世界上唯一不设军队的国家；人均预期寿命为 78.5 岁，85% 的国民表示对自己的生活感到满意、感觉很幸福；在环保方面，哥斯达黎加留下了很少的“生态足迹”，人口对生态环

① 保罗·克鲁岑，等，《生物燃料作物释放的氧化亚氮会抵消取代化石燃料所减少的升温作用》，《大气化学和大气物理》第 8 卷，2008 年 1 月 29 日。



境的影响比发达国家小得多,因为能源消耗的 99%为可再生能源。除哥斯达黎加外,还有 8 个拉美国家进入前 10 名,欧美发达国家纷纷落马。在发达国家中,排名最靠前的是荷兰,排第 43 位。德国和法国分别排第 51 位和第 71 位,英国排第 74 位,加拿大排第 89 位,澳大利亚排第 102 位,美国则远远地排到第 114 位。在亚洲发达国家中,韩国排第 68 位,日本排第 75 位。这说明,幸福与财富之间的关联度较低。有报告指出,在过去的 50 年里,美国人拥有的物质财富越来越多,但幸福指数却没有什麼变化。

四、用节流的办法解决能源问题与寻找清洁能源同等重要

既然用开源的办法解决能源问题困难重重,节流的办法就显得更加重要和紧迫了。德国马克斯·普朗克化学研究所的教授保罗·克鲁岑^①于 2005 年 4 月 6 日在同济大学作题为“人类世”的主题演讲中指出:尽可能节省能源消耗,减少废物排放,开展回收利用等节流的办法与寻找清洁能源同等重要。那么,非常有限的能源都消费到哪里去了呢?表 1-5 选择了发达国家——美国和发展中国家——中国为例,数据从美国能源部能源情报署于 2008 年公布的 2006 年最终使用部门消费能源的情况。

表 1-5 2006 年美国与中国最终使用部门消费能源的情况 单位: kJ

部门	交通	工业	商业	住宅	使用合计	实际消耗
美国	29.54×10^{15}	26.375×10^{15}	8.44×10^{15}	12.66×10^{15}	77.015×10^{15}	105.5×10^{15}
中国	5.275×10^{15}	37.98×10^{15}	2.11×10^{15}	4.22×10^{15}	49.585×10^{15}	70.685×10^{15}

注:由于发电厂把化石能源转化成电能的效率只有 1/3 左右,所以实际消耗的总和高于表中各部门使用的能源总和。

数据来源:美国能源部能源情报署于 2008 年公布的数据;陈文嘉,《发展循环经济必须改变现有能源结构》,中国能源网,2009-06-19。

从表 1-5 的比较中可以发现,除了工业生产部门以外的其他三个部门,美国的消费能源量是中国的 3~4 倍,再加上人口数量的因素,中国人口是美国的 4 倍,因此,在节约能源方面,中国与美国一样拥有广阔的节能空间,树立从源头节约能源的意识是要减少直接进入消费环节的能源量,还要树立过程节约能源与末端节约能源的意识,这就要求尽量延长产品的使用时间,充分利用废弃物,变废为宝,循环利用。中国通过计划生育政策控制和减少人口数量增长,本身也是

① 1995 年的诺贝尔化学奖获得者。