

环境与发展译丛

可持续能源的前景

PROSPECTS FOR SUSTAINABLE ENERGY

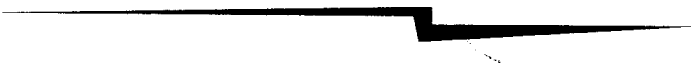
Edward S. Cassedy 著

段 雷 黄永梅 译

清华大学出版社

环境与发展译丛

可持续能源的前景



PROSPECTS FOR
SUSTAINABLE ENERGY

Edward S. Cassedy 著

段 雷 黄永梅 译

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

可持续能源的前景

Edward S. Cassedy: Prospects for Sustainable Energy

EISBN 0-521-63120-3

Copyright © 2000 by Cambridge University Press

Authorized translation from the English language edition published by Cambridge University Press.

All rights reserved. For sale in the People's Republic of China only.

本书中文简体版由英国剑桥大学出版社授权清华大学出版社在中国境内出版发行。未经出版者书面许可,任何人不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权所有,翻印必究。

北京市版权局著作权合同登记号:图字:01-2000-3708

图书在版编目(CIP)数据

可持续能源的前景/(美)EDWARD S. CASSEDDY 著;段雷,黄永梅译.

—北京:清华大学出版社,2002

(环境与发展译丛)

ISBN 7-302-05799-0

I. 可… II. ①卡… ②段… ③黄… III. 能源—新技术—研究 IV. TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 062464 号

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

责任编辑:柳 萍

印 刷 者: 北京市清华园胶印厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 850×1168 1/32 印张: 12 字数: 299 千字

版 次: 2002 年 12 月第 1 版 2002 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-05799-0/X·40

印 数: 0001~3000

定 价: 20.00 元

出版前言

人类社会的发展过程中,出现了环境恶化和资源枯竭问题,人们认识到环境对发展的制约关系,走可持续发展之路已成为国际公认的全球发展目标。而中国实施可持续发展战略对整个人类的发展意义重大。环境与发展的主题涉及诸多领域,不仅包括自然科学与技术领域,还涉及社会科学方面的内容。为了反映人类发展走过的道路,吸取历史的经验和教训,并介绍国外在环境与发展领域取得的有关理论和技术的进展,我们精选了国外一些这方面的图书翻译出版,组成“环境与发展译丛”,本书即为其中的一册。这些书中提出了许多新的见解,对我国具有借鉴作用。需要说明的是,有些内容反映的只是作者的观点或研究结果,某些技术也只适合在不同的国家或地区应用,读者可自行分析评判。

我们希望这套丛书的出版会对读者有所帮助,并为推动中国的可持续发展做出贡献。

清华大学出版社

2002年9月

CA 720 / 1

内容简介

有越来越多的证据表明,化石燃料作为世界上主要的能源,它的长期使用已经损害了环境,并造成全球气候的变化。当前的现实是,化石燃料也是一种有限的资源,因此是不可持续的能源。也就是说,在将来采取替代的能源供应方法是不可避免的。只有对可持续的替代能源技术的研究和开发进行大量的投资,才有望实现可更新能源的大规模利用。

本书探讨了各种可持续的替代能源技术的历史起源、技术特点、市场前景和环境影响,以及利用它们时所需的能量储存技术。这些能源包括太阳能、生物质能、风能、水力、地热能、海洋能、太阳能转化的氢燃料。本书还列出了对采用各种技术的支持和反对意见,并分别对每种技术的市场化程度以及形成具有竞争力技术的前景进行了技术上和经济上的评价。

本书的目的是为政策分析者和决策者提供参考,有助于他们选择合适的可持续的能源生产方案。本书适合于不同背景和学历的广大读者,也可以作为环境科学、能源经济和政策以及工程学等相关课程的辅助教材。

作者简介

EDWARD S. CASSEDY 纽约布鲁克林理工大学(Polytechnic University, Brooklyn, New York)电子工程教授。他发表了许多关于应用物理、能源经济和政策的研究论文,并与 Peter Grossman 合著了《能源概论》(Introduction to Energy, 1990 年第 1 版,1998 年第 2 版,剑桥大学出版社)。

前言

本书的目的是对用可更新能源替代化石燃料来满足世界能源需求的前景进行评价。这种评价实际上既是技术评价,也是经济和社会评价。

本书中有许多我自己的观点,我之所以能够在上述三方面做出评价,靠的是我毕生从事研究、工程实践和教学的经历,我作为理工大学电子工程专业的教师已经有 35 年了,而在此之前我还在两个不同的研发实验室工作过近 10 年。

近年来,我参与了一些研究能量储存和太阳热能在工业中应用的工程和经济项目。在所谓的“能源危机”的年代里,我还分别为工程和管理专业的研究生开设了关于能源政策问题的课程。此外,在 20 世纪 90 年代,我在电力系统经济学和规划方面给研究生授课,并指导博士研究。

近年来我的另外一个经历,促成了本书的问世。这就是我讲授和写作《能源概论——来源、技术和社会》(Introduction to Energy—Resources, Technology and Society,剑桥大学出版社出版,1990 年第 1 版,1998 年第 2 版)。该书是由我和 P. Z. Grossman 合著的,他现在是巴特勒大学(Butler University)的经济学教授。该书的写作是一个新的学术计划,即所谓的“科学、技术和社会(STS)计划”的一部分,该计划是为了培养非科学和工程专业学生的“技术素质”。对这些学生的培养目标是为他们打下科学认识的基础,从而使他们能够对我们的技术世界中的问题进行客观的分析。

简而言之,我从我的经历中发现 C. P. 斯诺(Charles Percy Snow)的两个世界(斯诺于 50 年代末在英国剑桥大学发表了题为《两种文化和科学革命》的演说,引起强烈反响,他认为,在我们这个时代,存在着人文和科学两极分化的倾向——译者注)并不一定需要完全隔离。于是这成为我写这本书的出发点,我认为我能够写一本书,就像本书一样,为那些应当具备技术知识但并不需要成为技术专家的读者讲述技术问题。同时,我有充分的信心,我可以将有关替代能源生产前景的评论传达给经济学家、商界人士和政策分析家,因为他们虽然对技术有基本的了解,但未经过专门的科学知识学习或工程训练。

除了对技术的认识之外,我在学术和工程上的经历还包括其他的领域,即一个公认的能够影响科学进步和技术革新过程的领域。这个领域就是社会行为的领域,它存在于学术界、研究界和技术界,对它们的成果产生重要的影响。正是在我从事研究和开发期间,我第一次发现了社会行为的许多现象,本书第 11 章(研究和开发)和附录 C(研究和开发的引导与管理)中将对它们进行总结。此外,在后面章节中提到的有关博士培养的社会条件作用方面的内容,显然与大学电子工程专业的研究生管理课程内容十分接近。

在附录 C 中,我利用这些经历和发现作为研究行为科学(主要是科学社会学和科学历史学)文献的指导。据我的估计,研究和开发的社会行为在两个主要方面对于评价新技术的前景是十分重要的。按通常的说法,我应当称它们为“集团意识”和“鼓吹主义”。对于前者,我所引用的行为学文献给出了充足的证据,说明了科学体系的“社会团体”和“协商一致”的本质,以及它是如何引导各学科中的研究的。对于后者,看起来一些研发文献中不可避免地存在鼓吹的倾向,当我所要

引用的参考文献中出现这种倾向时,我对付它的手段就是简单地在我的书中将它略去。正如我在绪论中所述,我引用了各种技术的现状以及发展的前景,但绝对避免重复那些与结果有利害关系的人的乐观预测。

我知道,我这样做必然招致某些人的非议,在某些情况下,我的这些客观的评价也不能获得广泛支持。但是,我早就感觉到,技术的乐观主义者和彻底的鼓吹主义者给公务员和私人投资者以错误的信息,因为后者对于新技术的理解完全来自技术界。尽管大多数这样的乐观消息并未因为炫耀而失真,或者并非出于公然谋取私利的目的,但它们更像是技术界培养的产物,它们仍旧容易让那些没有专门知识的人(包括决策者、投资顾问和普遍的公众)产生误解。我与 Ken Karas, 美国风能协会(American Wind Energy Association)的前主席持有相同的观点,他警告他从事风力发电的同行们,不要对他们的技术给出过于乐观的评价。我支持发展可持续发展的能源技术,提倡它们的发展,但反对过于乐观的鼓吹。事实上,这正是本书所要做到的。我认为,独立的、现实的评价,而不是鼓吹,更有利于发展可持续能源技术,使它们进一步的研发获得支持。

在此我想感谢 Peter Meier (Idea 公司,华盛顿), Peg Reese 和 Victor Rezendes (美国审计总署 (General Accounting Office), 华盛顿) 以及我以前的同事 Peter Grossman (现任职于巴特勒大学,在印第安纳波利斯), 他们对我的书稿提出了意见和指导。某个匿名的审稿人也对本书质量的提高做出了显著的贡献。我的编辑 Matt Lloyd 对我帮助很大,他给了我许多的建议和支持。我要感谢理工大学的 Carletta Lino 女士,她对本书的初稿进行了录入。我还要感谢 ASEA 的 Dona McLain, Hydro Quebec 的 Martin Filian, So.

Calif. Edison 的 Jerry Dominquez, AWEA 的 Michelle Montague 和 Kent Stuart, Morrison Knudsen 的 Adam Mickevicius, Siemens Solar 的 Clay Aldrich, Consolidated Hydro 的 Chris Hocker, UCS 的 Rich Hayes, Ford Motor Co. 的 Sarah Tuchio, NREL 的 Vichie Kourkouliotio, 以及 Voith Hydro 的 Diane Lear, 他们花费了大量的时间和精力为我准备本书中用到的大量的图表和照片。此外, Jerry Tuskin (NREL) 和 George Lof (Lof Energy System) 提供了图表的素材并提出宝贵意见。最后, 我想感谢我的妻子 Bernice, 她在我关起门来写作的几年间给了我热情的支持和足够的耐心。

目录

前言	V
I 绪论	1
绪论	2
评价的必要性	2
评价方法	8
评价的客观性	12
本书的结构	13
参考文献	15
深入阅读材料	18
II 候选技术评价	19
1 太阳能	20
1.1 概述	20
1.2 太阳能家庭热水供应	21
1.3 太阳能(主动式)空间供暖和制冷	30
1.4 被动式供暖和制冷	34
1.5 光热技术	38
1.6 太阳能直接发电	59
参考文献	75
深入阅读材料	84

2	生物质能	87
2.1	生物质资源	88
2.2	液体生物质燃料.....	105
2.3	气体生物质燃料.....	113
2.4	结论.....	128
	参考文献	136
	深入阅读材料	147
3	风力	149
3.1	背景	149
3.2	运行原理	154
3.3	运行经验	157
3.4	风源	160
3.5	风力发电技术	169
3.6	市场份额	172
3.7	风力研发计划	175
	参考文献	176
	深入阅读材料	180
4	水力发电	181
4.1	概述.....	181
4.2	水力项目的影响.....	184
4.3	小型水力项目.....	187
4.4	水力发电技术.....	190
4.5	远程输电.....	193
4.6	水电的未来.....	196
	参考文献	199
	深入阅读材料	201
5	能量储存	203
5.1	概述.....	203

5.2	电池:电化学储存	208
5.3	电能储存的成本	213
5.4	飞轮:机电储存	220
5.5	氢气储存	222
5.6	热储存	227
5.7	超导磁能量储存	235
5.8	结语	239
	参考文献	240
	深入阅读材料	246
6	地热能	248
	参考文献	252
	深入阅读材料	253
7	海洋能	254
7.1	概述	254
7.2	波浪能	254
7.3	潮汐能	256
7.4	海洋热能转化	259
7.5	小结	261
	参考文献	262
	深入阅读材料	262
8	核聚变	264
8.1	概述	264
8.2	磁约束	266
8.3	惯性约束	267
8.4	冷聚变	269
8.5	小结	270
	参考文献	270
	深入阅读材料	272

9 可更新来源的氢燃料	273
9.1 背景.....	273
9.2 历史.....	274
9.3 氢气生产.....	276
9.4 太阳能制氢的成本.....	279
9.5 氢气的其他可更新来源.....	280
9.6 氢气的末端利用.....	286
9.7 结语.....	288
参考文献	290
深入阅读材料	294
 III 可持续技术发展的前景.....	296
10 技术评价总结.....	297
参考文献.....	302
11 研究和开发.....	304
11.1 概述.....	304
11.2 研发的过程.....	305
11.3 研发体系.....	314
11.4 研发的管理和引导.....	323
11.5 研发政策.....	324
参考文献.....	332
深入阅读材料.....	340
 附录.....	344
A 能量成本分析	345
参考文献	347
B 术语、单位及换算	349
术语	349

单位	351
单位换算	353
C 研究和开发的引导与管理	355
C1 研究	355
C2 开发	360
C3 技术创新和研发管理	362
参考文献	365

I 绪 论

绪 论

评价的必要性

对于一个国家,或者更广泛一点——对于我们的世界,21 世纪能源供应的前景如何呢? 毕竟,能源支撑着所有的工业化国家,它也是发展中国家发展的必要条件。同时,能源生产是工业化国家环境退化的主要原因,也必然会给发展中国家带来种种问题。我们不得不提出这样一个问题:是否存在另一种不同于当前的世界能源、经济和环境的发展之路?

20 世纪 90 年代末期,化石燃料燃烧占美国商品能源消耗的 89%(Bodansky, 1991; Weisel & Kelly, 1991)和世界总能源用量的 80%(Hollander, 1990)。全世界范围内化石燃料排放的温室气体——二氧化碳,据估计每年超过 200 亿 t。国际能源理事会(International Energy Agency, IEA)预测世界初级能源需求以每年 2%左右的速度增长,在 21 世纪的第 2 个十年间将比 20 世纪 90 年代的水平高出 50%(Ferrier, 1996, 1997; IEA, 1996)。他们还预测,到那个时候,90%的能源仍旧由化石燃料提供。于是,能源利用导致的二氧化碳排放量也将以大致相同的比例增长。IEA 进一步估计,世界上最大的发展中国家(中国和印度)的 CO₂ 排放量的增长速度将超过经济合作与发展组织(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)成员中的已经