

ELSEVIER

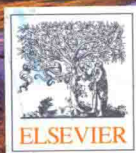
新能源手册

FUTURE ENERGY

Improved, Sustainable and Clean Options for Our Planet

(原书第2版)

[英] 特雷佛 M. 莱彻 (Trevor M. Letcher) 主编
潘庭龙 吴定会 纪志成 等译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

新能源手册

(原书第2版)

[英] 特雷佛 M. 莱彻 (Trevor M. Letcher) 主编
潘庭龙 吴定会 纪志成 傅成豪 郝泽亮 等译



机械工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新能源手册: 原书第2版/(英) 特雷佛 M. 莱彻 (Trevor M. Letcher)
主编; 潘庭龙等译. —北京: 机械工业出版社, 2017. 12

书名原文: Future Energy: Improved, Sustainable and Clean Options for
our Planet (Second Edition)

ISBN 978-7-111-58457-5

I. ①新… II. ①特… ②潘… III. ①新能源—手册 IV. ①TK01—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 276917 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 吕 潇 责任编辑: 吕 潇

责任校对: 刘志文 封面设计: 马精明

责任印制: 孙 炜

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2018 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 32.5 印张 · 8 插页 · 640 千字

0001—2500 册

标准书号: ISBN 978-7-111-58457-5

定价: 159.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网: www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

本书论述了可作为未来能源的化石燃料、核能、运输能源、可再生能源以及新的可能能源的各个方面的问题，并有针对性地讨论了环境等相关问题。本书不仅详细说明了当今能源现状，而且放眼未来，对全球变暖、温室气体、能源转型、可持续发展等话题有着详细的分析与策略。

本书可作为科研人员和工程技术人员进行能源研究的基础和参考书籍，也可作为管理决策者进行制定未来能源解决方案的参考资料。

译者序

面对常规能源的短缺及其使用所带来的环境问题，发展新能源、可再生能源以及常规能源的新型利用技术成为我们当前以及未来所必须解决的问题。翻译本书的目的就是将国内外在解决这些问题时所采用的先进方法、技术与装备、相关的政策法规以及未来能源的研究方向等介绍给国内读者，为正在从事能源研究的科研人员、工程技术人员、管理决策者提供有益的指导与参考。

参加本书翻译的主要人员有江南大学物联网工程学院潘庭龙教授、吴定会副教授、纪志成教授，硕士研究生傅成豪，本科生郝泽亮，硕士研究生边俊、钱坤、刘慧、刘小伟、龚尚红、王曙、吴豪鹏、许杏花、杨康，江南大学图书馆馆员姜娟等，全书最后由潘庭龙统稿。

由于本书所涉及的领域很广泛，内容较多，而译者的知识结构及水平有限，所以不当之处在所难免，恳请读者不吝指正。

译者

于江南大学

原书前言

这本书包含了第1版的研究成果，但因为这个主题在传统领域和新兴技术方面的不断发展，它所涉及的范围也拓展了很多，相比于第1版的20章，新版书有31章。新版本添加的章节着重介绍水力压裂、煤层气、作为运输燃料的液化天然气、锂离子电池、作为能量载体的氢、二氧化碳捕捉和封存、储能系统、能源生产对环境的影响、配送和运输、智能电网、发展中国家的能源资源、未来能源的转型，以及中国能源方案和预测等。作为发展最迅速的国家，中国被单独列出来讨论，如果中国以目前的速度继续发展，很快就会成为全世界生产能量最多的国家。

本书关注了将来可能被用到的多种类型的能量，包括可持续的类型如：太阳能，风能，潮汐能和波浪能。来自于煤、石油、甲烷气体和甲烷水合物等多种形式的化石燃料，本书也都着重进行了介绍，因为，我们将一直使用这些能源，直到我们已经开发出可再生能源，建立新的核裂变电厂，或者开发出新型能源，例如核聚变（第10章）和空间太阳能发电（本书没有对此进行介绍）。空间太阳能发电利用轨道太阳能电池板从太阳吸收能量，再通过激光或微波传回地球。

和第1版一样，本书是为了使读者对于未来能源的使用有一个合理的、符合逻辑的、正确的认识 and 了解。一个国家或地区最终选择哪一种能源方案去发展必须考虑到许多因素，包括可持续性、公众的安全与健康、社会整体的能源要求、各个区域的地理位置等。最重要的是在过去的50年里，大气中二氧化碳含量的上升速度给我们敲响了警钟，这已经通过全球气候变暖的方式严重威胁到了全球未来的气候。

和市场上正在销售的相似的或者标题相关的书相比较而言，《新能源手册》这本书的独特之处在于它的每一章都是由工作在这个领域的专家或者工程师来编写的。作者已经选择了他们各自所擅长的专业领域，他们来自于21个国家，包括澳大利亚、比利时、巴西、加拿大、中国、英格兰、芬兰、法国、德国、印度、印度尼西亚、爱尔兰、意大利、日本、卢森堡、韩国、荷兰、挪威、苏格兰、南非和美国。

这本书分为8个部分：

第1部分：引言；

第2部分：化石燃料（能源）；

第3部分：核电（能源）；

第4部分：运输能源（能源）；

- 第5部分：运输能源（储能）；
- 第6部分：可再生能源（能源）；
- 第7部分：新的可能的能源方案；
- 第8部分：环境和相关问题。

对于未来能源的方案需要重点关注的是，当政治家误解或者忽视，而企业忽略燃料资源有限的现实以及气候变化的时候，我们该做些什么？解决的办法在于优秀的科学数据和教育。这本书是教育过程中的一部分。它提出了一套没有政治目的且没有感情因素的能源选择方案来供读者考虑，进而对当今世界所面临的问题得到一个合理的解决方案。我们希望，不仅仅是学生、教师、教授和新能源的研究人员，还会有政界人士、政府决策者、行业领袖、企业领袖、记者、编辑和所有感兴趣的人都会读这本书，注意它的内容并理解它潜在的信息。

我想要感谢所有作者的帮助，尤其感谢他们写自己所擅长的章节。和每一位作者合作都很开心。我要感谢我的妻子 Valerie，感谢她在我整理与撰写这本书的时间里对我提供的帮助。我也要感谢 Sean Coombs 与 Elsevier 出版社的 Jill Cetel，感谢他们在整合这本书的过程中所提供的帮助。最后，我想感谢的是国际纯粹与应用化学联合会（IUPAC）的 Ron Weir 教授，感谢他在编写这本书的过程中所提供的帮助。

Trevor M. Letcher

目 录

译者序

原书前言

第1部分 引言 1

第1章 大气中二氧化碳与气候的变化 1

- 1.1 为什么考虑未来的能源方案十分重要 1
- 1.2 对可持续、安全且无污染的能源的需求 2
- 1.3 气候变化 3
- 1.4 大气污染与气候变化 4
- 1.5 哪些能源方案可用于发电 6
- 1.6 哪些能源方案可用于运输燃料 7
- 1.7 当今世界的状况 8
- 1.8 怎样能减少化石燃料的束缚 9
- 参考文献 10

第2部分 化石燃料（能源） 12

第2章 常规石油和天然气 12

- 2.1 介绍 12
- 2.2 油气储层 14
 - 2.2.1 油气定位和地层评价 14
 - 2.2.2 碳氢化合物的类型 15
- 2.3 碳氢化合物的开采、储备、生产和消耗 17
 - 2.3.1 能量供应与需求 19
 - 2.3.2 常规石油和天然气 20
- 2.4 全球变暖和碳氢化合物经济 26
 - 2.4.1 能源和经济 27
 - 2.4.2 控制碳氢化合物燃烧，减少 CO₂ 的排放 27
- 2.5 结论 29
- 参考文献 29

第3章 煤炭加工与发电 35

3.1	引言	35
3.2	煤炭储量、生产和使用	36
3.2.1	煤炭储量和生产	36
3.2.2	煤炭的使用	37
3.3	煤炭的特征	38
3.3.1	煤炭的成分	38
3.3.2	电煤的特性	38
3.4	燃烧前的煤处理	39
3.4.1	选煤	39
3.4.2	洗选高硫煤	39
3.4.3	其他污染物的去除	40
3.4.4	超洁净煤的制备	41
3.4.5	煤炭脱水和干燥	42
3.5	洁净煤技术	43
3.5.1	燃烧前技术	44
3.5.2	燃烧技术	44
3.5.3	燃烧后技术	45
3.5.4	CO ₂ 的捕获和存储	45
3.6	煤炭在未来能源结构中的作用	45
3.7	结论	46
	参考文献	47
第4章	油气新领域：深水区和北极	50
4.1	引言	50
4.2	深水区	51
4.2.1	浮式液化天然气设施	51
4.3	北极	54
4.4	笼形水合物	54
4.4.1	流动保障下的水合物	54
4.4.2	水合物能源	57
4.5	地压地热天然气	58
	参考文献	60
第5章	非常规油气：油砂	64
5.1	引言	64
5.2	油砂中沥青的开采	65
5.2.1	矿采技术	65
5.2.2	就地开采	66
5.3	从沥青提取运输用燃料	68

5.4 沥青的特性	69
5.4.1 沥青的性质	69
5.4.2 沥青质	70
5.5 沥青改质过程	71
5.5.1 减黏裂化	72
5.5.2 焦化	73
5.5.3 渣油加氢转化	74
5.6 油砂的未来	75
5.6.1 油砂生产和沥青改质中的能源使用	75
5.6.2 油砂生产的用水管理	76
5.6.3 提高沥青改质技术	76
参考文献	77
第6章 岩系碳氢化合物和水力压裂法	79
6.1 引言	79
6.2 页岩碳氢化合物	80
6.2.1 油页岩	81
6.2.2 含油页岩	81
6.2.3 气页岩	82
6.2.4 潜在资源	82
6.3 提取方法	84
6.3.1 油页岩干馏	84
6.3.2 从页岩中生产油气	87
6.4 页岩碳氢化合物的未来：生产预测	91
6.4.1 页岩油	91
6.4.2 岩系油	91
6.4.3 页岩气	92
6.5 总结	92
参考文献	93
第7章 煤层气：储量、生产及未来展望	98
7.1 引言	98
7.2 煤层气的性质及其成因	98
7.3 可用煤层气及其生产	100
7.4 钻探和开采技术	103
7.5 煤层气开采的环境问题	104
7.6 未来展望	104
参考文献	106
第8章 甲烷水合物	108

8.1 背景	108
8.2 甲烷水合物资源预测	111
8.2.1 海洋甲烷水合物资源	111
8.2.2 永冻层下的甲烷水合物	112
8.3 甲烷水合物的勘探	112
8.4 甲烷水合物生产技术	114
8.4.1 降压	114
8.4.2 $\text{CO}_2\text{—CH}_4$ 转化	115
8.4.3 甲烷水合物生产面临的挑战	117
8.5 总结	119
参考文献	120
第3部分 核电（能源）	124
第9章 核裂变	124
9.1 引言	124
9.1.1 核燃料	124
9.1.2 核裂变	124
9.1.3 可控裂变反应	125
9.2 核反应堆技术	127
9.2.1 核反应堆的发展	127
9.2.2 过去	127
9.2.3 现在	128
9.2.4 尖端反应堆技术	129
9.3 辐照燃料管理	130
9.3.1 开放式和封闭式燃料循环	130
9.3.2 开放式和封闭式燃料循环的优缺点	131
9.3.3 燃料循环的现状	132
9.4 用作替代燃料的钍	133
9.4.1 钍的特性	133
9.4.2 钍燃料的潜力	133
9.5 核能的实用性	134
9.5.1 实用性	134
9.5.2 安全性	134
9.5.3 废弃物管理	134
9.5.4 选址和公众接受度	135
9.5.5 燃料供应	135
9.5.6 增殖	135

9.6 总结	135
参考文献	136
第10章 核聚变	137
10.1 什么是核聚变	137
10.2 核聚变发电的理想特性	138
10.3 聚变发电面临的挑战	140
10.4 聚变反应方法	141
10.4.1 惯性约束聚变	141
10.4.2 磁约束聚变	142
10.5 聚变反应的经济效益	144
10.6 聚变能的前景	144
参考文献	145
第4部分 运输能源（能源）	146
第11章 运输用生物燃料	146
11.1 简介	146
11.2 运输生物质燃料	147
11.3 当今世界生物燃料	150
11.3.1 来自蔗糖的甘蔗乙醇	150
11.3.2 来自玉米淀粉的生物乙醇	151
11.3.3 纤维素乙醇	151
11.3.4 化学催化式乙醇	153
11.3.5 生物柴油	153
11.3.6 航空生物燃料	153
11.4 生物燃料的政策和观点	153
11.4.1 美国乙醇	154
11.4.2 欧洲的乙醇和生物柴油	155
11.4.3 巴西乙醇	155
11.5 可持续性挑战	159
11.5.1 土地利用和生物燃料	160
11.5.2 生物燃料的道德问题	162
11.6 科学的挑战与机遇	163
11.7 观点与结论	165
参考文献	166
第12章 运输用燃料：生物质、煤、天然气和废弃液的前景	169
12.1 简介	169
12.2 替代碳液体燃料的过程概述	169

12.2.1 直接液化法采油概况	169
12.2.2 间接液化法采油概况	170
12.2.3 合成法炼油的运输用燃料生产概况	171
12.3 直接液化	171
12.3.1 转化原则	172
12.3.2 油质量	173
12.3.3 运输用燃料的精炼	174
12.4 间接液化	175
12.4.1 天然气重整形成合成气	175
12.4.2 来自生物质、煤和垃圾汽化的合成气	176
12.4.3 费托合成	178
12.4.4 利用费托合成油提炼运输用燃料	180
12.4.5 甲醇的合成	181
12.4.6 利用甲醇精炼运输用燃料	182
12.5 液化的环境足迹	183
12.5.1 上游对环境的影响	183
12.5.2 下游对环境的影响	184
12.5.3 产品使用对环境的影响	184
12.6 未来能源	185
参考文献	186
第13章 运输燃料-液化天然气和甲烷	188
13.1 简介	188
13.2 天然气的来源	188
13.3 天然气的开采	189
13.4 天然气的储量	190
13.4.1 热成因天然气	190
13.4.2 生物成因天然气	192
13.4.3 合成天然气	193
13.5 天然气在运输燃料方面的利用	193
13.5.1 直接利用	193
13.5.2 间接利用	194
13.6 天然气汽车的区域发展趋势	195
13.7 天然气作为未来运输燃料的使用前景	197
13.8 总结	199
参考文献	199
第5部分 交通能源 (储能)	202
第14章 运输能源——锂离子电池	202

14.1	背景	202
14.2	锂离子电池的类型和材料	203
14.3	电池的性能和期望概述	207
14.3.1	性能和操作诊断	208
14.4	未来技术	212
14.4.1	锂空气	212
14.4.2	锌空气	212
14.4.3	硫化锂	212
14.4.4	锡化锂	213
14.4.5	硅化锂	213
14.5	总结	213
	参考文献	214
第6部分	可再生能源 (能源)	218
第15章	风能	218
15.1	全球资源	218
15.2	资源评估	220
15.2.1	行星边界层与记录法	220
15.2.2	长期风力资源估计	222
15.3	风力发电技术	223
15.3.1	海上开发	225
15.3.2	操作与维护	225
15.4	电力系统集成	226
15.4.1	高压直流输电网络	227
15.4.2	风力发电厂常规发电仿真	228
15.4.3	能源存储	229
15.4.4	响应载荷和需求侧管理	229
15.4.5	利用 IT 改善电力系统运行	229
15.5	环境影响	230
15.6	未来需求的发展和研究	230
	参考文献	231
第16章	潮汐能源的起源和挑战	233
16.1	前言	233
16.2	潮汐的驱动	234
16.2.1	天文驱动	234
16.2.2	潮汐流的产生	235
16.2.3	科里奥利力	236

16.2.4	无潮点	236
16.2.5	海洋潮汐	236
16.2.6	气象力	237
16.2.7	测深和地形	237
16.2.8	潮汐流速	237
16.2.9	波浪作用	239
16.2.10	湍流与风暴潮	239
16.2.11	系泊载荷和结构完整性	240
16.3	设备	240
16.3.1	MCT (西门子)	241
16.3.2	哈默菲斯特公司	241
16.3.3	开放的水电	241
16.3.4	亚特兰蒂斯公司技术	241
16.3.5	苏格兰可再生能源	242
16.3.6	国际项目	242
16.3.7	设备总结	242
16.4	固定和修理	242
16.4.1	地基和固定	243
16.4.2	吸/钻/打入桩固定	244
16.4.3	海螺号	245
16.4.4	锚固总结	245
16.5	生物污损	245
16.6	结论	246
	参考文献	246
第 17 章	波浪能	248
17.1	波浪能的背景及环境和发展动力	248
17.2	什么是海洋波浪能	249
17.3	能源及其测量	251
17.4	预测与预报	254
17.4.1	预报	254
17.4.2	预测	254
17.5	挑战和收益	254
17.5.1	挑战	254
17.5.2	收益	255
17.6	转换器的类型	256
17.6.1	设备类型分类	256
17.6.2	装置位置分类	258

17.6.3 装置运动分类	258
17.6.4 捕获宽度	259
17.7 装置等级	259
17.8 现代设备	260
17.9 波浪能的经济效益	261
17.9.1 商业模式的成本	261
17.9.2 详细资本和运营管理成本	263
17.9.3 成本对设计产生的影响	264
17.10 可替代输出	265
17.11 未来	265
参考文献	266
第18章 太阳能：光伏	267
18.1 引言	267
18.1.1 太阳能资源	267
18.1.2 光伏技术	268
18.2 电气运行特性	270
18.2.1 等效电路	270
18.2.2 电流和电压特性	271
18.3 光伏物理	272
18.3.1 材料带隙能量	272
18.3.2 掺杂和pn结	273
18.3.3 光伏电池的响应	273
18.4 光伏电池的设计	274
18.4.1 硅电池制造	274
18.4.2 纹理和光学反射	275
18.4.3 电触头	275
18.5 现场工作性能	275
18.5.1 电力生产曲线	275
18.5.2 性能参数	277
18.5.3 现场性能估计	277
18.5.4 退化和失效模式	279
18.6 增长的瓶颈	279
18.6.1 并网	280
18.6.2 费用	280
参考文献	281
第19章 太阳能-聚光太阳能发电	282
19.1 引言：概念和基本特性	282

19.2 当前技术发展状况	285
19.2.1 槽式发电厂	285
19.2.2 线性菲涅耳系统	289
19.2.3 中央接收器系统	290
19.2.4 蝶式发电系统	292
19.3 成本与市场	293
19.3.1 成本结构与实际成本图	293
19.3.2 到 2050 年 CSP 的潜在影响	296
19.3.3 更多选择	299
参考文献	299
第 20 章 太阳能热水器	303
20.1 太阳能热水器的基本原理	303
20.1.1 平板集热器	303
20.1.2 真空管集热器	304
20.1.3 整体式系统	305
20.1.4 聚光集热器	305
20.1.5 主动和被动太阳能热水系统	305
20.1.6 太阳能资源和集热器倾角	306
20.1.7 性能指标	307
20.1.8 性能等级评定和认证	309
20.2 市场评估	309
20.2.1 全球市场发展趋势	309
20.2.2 全球市场集热器的类型	310
20.2.3 全球市场对比	310
20.2.4 市场壁垒与经济分析	311
20.3 太阳能热水器的未来	312
20.3.1 低成本太阳能热水器系统	312
20.3.2 商业系统	314
20.3.3 光伏发电/集热器组合系统	314
20.3.4 太阳能辅助热泵	314
20.3.5 热水供应和空间采暖组合系统	315
20.3.6 太阳能热水系统的社区模块化应用/区域供暖	315
20.4 结论	315
参考文献	315
第 21 章 水力发电	317
21.1 引言	317
21.2 水力资源	319