

可替代能源揭秘

Alternative Energy DeMYSTiFieD

(原书第2版)

[美] Stan Gibilisco 编著

郑青阳 赵铭姝 译

你听说过将玉米粒用作冬季的采暖燃料吗？

你知道如何才能从海洋的潮汐和波浪中获得电力吗？

能想象人类扬起一面巨大的太阳帆，在浩瀚的星际乘“风”远航吗？

闪电的能量究竟有多大？

富兰克林的风筝能缓解如今的能源危机吗？

本书将为读者一一解开这些谜团。



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

可替代能源揭秘

Alternative Energy DeMYSTiFieD

(原书第 2 版)

[美] Stan Gibilisco 编著

郑青阳 赵铭姝 译



机械工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

可替代能源揭秘: 原书第2版/ (美) 吉布里斯科 (Gibilisco, S.) 编著; 郑青阳, 赵铭姝译. —北京: 机械工业出版社, 2014. 10

ISBN 978-7-111-47842-3

I. ①可… II. ①吉…②郑…③赵… III. ①能源-普及读物 IV. ①TK01-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 203977 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: 陈保华 责任编辑: 陈保华 王 珑

版式设计: 霍永明 责任校对: 陈延翔

封面设计: 路恩中 责任印制: 李 洋

北京振兴源印务有限公司印刷

2014 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

148mm×210mm · 10.375 印张 · 296 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-47842-3

定价: 46.00 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

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

策划编辑: (010) 88379734

封面无防伪标均为盗版

本书紧紧围绕各类能源的特点和转化利用,深入浅出地讲解了应用各类能源进行采暖制冷、提供动力推进和进行发电照明的方法。本书在内容上突出了生物质能、风能、水能和太阳能等新兴替代能源,涵盖了传统化石能源和核能技术领域,并对一些尚在探索中的新能源技术(如星际推进系统、可控核聚变发电和大气电能发电等)进行了前瞻性介绍。这些内容不仅能使读者形成对能源技术的完整认知,而且还有助于拓宽视野。书中前14章都附有小测验,第15章为总测验,书后附有小测验和总测验参考答案,为读者自学提供了便利。

本书可供大中专师生和对可替代能源技术感兴趣的各类人士阅读。

译者序

你听说过将玉米粒用作冬季的采暖燃料吗？你知道如何才能从海洋的潮汐和波浪中获得电力吗？你能想象人类扬起一面巨大的太阳帆，在浩瀚的星际乘“风”远航吗？闪电的能量究竟有多大？富兰克林的风筝能缓解如今的能源危机吗？这本《可替代能源揭秘》将为读者一一解开这些谜团。

毫无疑问，可替代能源技术是一个引人注目的课题。今天，可替代能源因其低碳环保的特点备受环保人士的青睐，而在未来，它极有可能成为人类持续发展的唯一希望。目前介绍可替代能源的书籍虽然已不鲜见，然而作为面向大众的一本科普读物，本书更是独具特色，如书中虽将“可替代”能源作为讨论的重点，但也涵盖了煤炭、石油、天然气等“常规”能源；不但探讨了光伏发电、可控核聚变等热门话题，也介绍了燃煤发电厂和汽油发动机等经典技术。另外，全书并未对能源本身作过多阐述，而是紧紧围绕能源的转化利用，使用大量篇幅讲解了采暖制冷、动力推进、发电照明等应用领域的基本知识和最新进展。因此，这种内容体系的安排更有助于读者形成对能源技术的完整认知，并在此基础上拓宽视野。



原书作者斯坦·吉布里斯科 (Stan Gibilisco) 是美国知名的科普作家, 涉猎甚宽且著述颇丰, 从本书内容之广博就可见其功力。本书译自原著第2版, 其一大特色是列举了丰富的应用范例, 并在每章结尾和书末附有自测题和参考答案, 因此特别适合大中专师生和对可替代能源技术感兴趣的各类人士阅读。另外, 本书还是一本饶有趣味的读物, 你不难从书中窥见美国的人文风物和人们的思维心态。总之, 正如原著所说, 本书“使初学者轻松入门, 给进阶者带来挑战, 为您铺设一条掌握新知的捷径。”

在翻译过程中, 译者和作者就原书中的一些问题进行了讨论, 并进行了适当修订, 在此对斯坦·吉布里斯科先生和所有对本书翻译出版提供帮助的人们表示感谢。由于译者水平有限, 错误在所难免, 欢迎读者批评指正。

译者
于西安

前 言

这本书可使你不必通过正规课程就能学习或复习关于常规和可替代能源技术方面的基础知识。它同时可作为一本补充读物用于课堂和家庭教学环境。你也许能从中得到一些为家庭或公司进行能源技术升级的点子。

如何使用本书？

当你学习这门课程时，你会在每章的末尾发现一套“开卷”的选择测试题。你在答题时可以（也应该）翻阅书本的内容。写下你的答案后，将它交给一位朋友进行批改。那位朋友可以告诉你分数，但不告诉你具体的错误情况。正确答案在本书的后部。请反复学习每章的内容，直到把大多数题目都答对。

本课程结束时有一个总测验。当你学完全部章节并做过每章习题后再做这套题。测试题的正确答案在本书的后部。做完总测试题后，如同做完章节测试题一样，找一位朋友批改答案，他可以告诉你分数但不透漏具体错误情况。这样你就不会下意识地记住正确答案。你也许可以将总测试题做上两到三遍，直到取得令自己满意的分数，你可以（也应该）找出自己的强项和弱项所在。



我已将章节测试题（不包括总测试题）的正确答案的解释放到了互联网上。如果你在搜索引擎上键入“Stan Gibilisco”，就可以找到我的网站，你可以在那里找到相关的解释。截至本书写作时，该网站地址是 www.sciencewriter.net。

请努力在两到三周内学完一章。别太着急，但也别太慢，而是要按照一定的进度持之以恒地学习，这样你就可以在几个月内完成这门课程（此外，我们认为没有什么比正确的学习习惯更重要了）。当你学完本书后，就可以将其作为一本永久的参考书。

欢迎对今后再版提出想法和建议。

Stan Gibilisco

目 录

译者序

前言

第1章 采暖：基本知识和初级应用 /1

1.1 能量、功率和热量	1
1.2 木柴炉	5
1.3 颗粒炉和颗粒采暖炉	9
1.4 玉米炉和玉米采暖炉	12
1.5 煤炭炉	14
小测验	18

第2章 使用燃油和燃气采暖 /20

2.1 强制通风型采暖	20
2.2 热水和蒸汽采暖	24
2.3 燃油采暖技术	26
2.4 甲烷（“天然气”）采暖	29
2.5 丙烷采暖	32
小测验	35



第3章 电力制热和制冷

/37

3.1 温度	37
3.2 电阻制热	41
3.3 制冷原理	49
3.4 电力热泵	52
小测验	57

第4章 被动式太阳能采暖

/59

4.1 阳面的玻璃窗	59
4.2 热质量采暖	62
4.3 太阳能水暖	67
4.4 山坡建筑	71
小测验	73

第5章 室内气候调节的替代方法

/76

5.1 直接型风力发电环境控制	76
5.2 直接型水力发电环境控制	79
5.3 直接型光伏发电环境控制	82
5.4 热质量制冷	86
5.5 蒸发制冷	89
5.6 地下居住	92
小测验	94

第6章 常规推进系统

/96

6.1 汽油燃料和发动机	96
6.2 石化柴油和发动机	100
6.3 常规喷气燃料和发动机	103



6.4 常规火箭燃料和发动机	106
小测验	110

第7章 甲烷、丙烷和生物燃料动力系统 /113

7.1 动力用甲烷	113
7.2 动力用丙烷	116
7.3 动力用乙醇	118
7.4 动力用生物柴油燃料	122
小测验	125

第8章 电力、氢能和燃料电池动力系统 /128

8.1 电动车	128
8.2 混合动力车	135
8.3 氢燃料汽车	139
8.4 燃料电池汽车	142
小测验	146

第9章 先进动力技术 /149

9.1 磁悬浮	149
9.2 磁悬浮列车	156
9.3 核动力舰船	158
9.4 离子火箭	161
9.5 核聚变航天发动机	164
9.6 太阳帆	167
小测验	169



第10章 化石燃料发电

/172

10.1	燃煤发电厂	172
10.2	燃油发电厂	178
10.3	甲烷燃料发电厂	181
10.4	现场内燃机发电机	185

小测验

189

第11章 水力发电和风力发电

/192

11.1	大型和中型水力发电站	192
11.2	小型水电站	196
11.3	潮汐发电	198
11.4	波浪发电	201
11.5	大型风力发电	204
11.6	小型风力发电	209

小测验

215

第12章 原子能和太阳能发电

/217

12.1	原子	217
12.2	铀裂变发电	219
12.3	氢聚变发电	223
12.4	光伏发电	230
12.5	大型光伏系统	238
12.6	小型光伏系统	241

小测验

246

第13章 照明技术

/249

13.1	白炽灯
------	-----

249

13.2	常规荧光灯	254
13.3	紧凑型荧光灯 (CFL)	258
13.4	半导体灯	262
	小测验	268

第14章 先进发电方法 /270

14.1	地热发电	270
14.2	生物质发电	274
14.3	小型燃料电池发电	278
14.4	大气电能	281
	小测验	286

第15章 总测验 /289

	小测验和总测验参考答案	314
	建议补充阅读书目	316

第1章

采暖：基本知识和初级应用

通过直接燃烧“植物遗骸”可以让人们摆脱寒冷。对有些人来说，获取木头、玉米和煤炭比获取常规燃料（如甲烷、丙烷或燃油）或替代能源（如风能、太阳能或地热）要更容易些。

本章目标

- 1) 比较测量热能的不同单位。
- 2) 区分能量和功率的概念。
- 3) 了解热量传播的三种方式。
- 4) 学习如何通过燃烧原木、木屑颗粒、玉米粒和煤炭来为家庭供暖。
- 5) 了解木柴、玉米和煤炭能源的优点与不足。

1.1 能量、功率和热量

能量、功率和热量三个词经常被不加区分地使用，它们是一回事吗？并非如此。能量是功率在一段时间上的积累，功率是能量消耗的速率，而热量则是引起温度变化的能量的转移。我们可以通过多种途径来表达能量、功率和热量，而每种途径又有不同的形式。

焦耳、瓦特小时和千瓦小时

物理学家测量和表达能量的单位是焦耳（J）。1焦耳（1J）等于1瓦特（1W）的功率持续1秒钟（1s）的消耗、辐射或散失。1焦耳等于1瓦特秒，1瓦特等于1焦耳每秒。其数学表达式为

$$1\text{J} = 1\text{W} \cdot \text{s}$$



和

$$1\text{W} = 1\text{J/s}$$

有时你会在电加热系统中看到一个能量单位：瓦特小时（简称瓦·时，用符号 $\text{W} \cdot \text{h}$ 表示）或千瓦小时（简称千瓦·时，用符号 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 表示）。1瓦·时代表1瓦的功率持续作用1小时，而1千瓦·时代表1千瓦的功率持续作用1小时。由于 $1\text{kW} = 1\,000\text{W}$ ，故有

$$1\text{W} \cdot \text{h} = 3\,600\text{J}$$

和

$$\begin{aligned} 1\text{kW} \cdot \text{h} &= 3\,600\,000\text{J} \\ &= 3.6 \times 10^6\text{J} \end{aligned}$$

卡和千卡

有时你会遇到另一个热量单位：卡（cal， $1\text{cal} = 4.1868\text{J}$ ）。1卡（1cal）的热量等于将1克（1g）纯水的温度提高1摄氏度（ 1°C ）所需的能量（假如在此过程中没有水分蒸发的话）。1卡（1cal）也等于将1克（1g）纯水的温度降低1摄氏度（ 1°C ）所释放的能量（假如在此过程中没有水分冻结的话）。

上述卡的定义仅适用于水在整个过程中保持液态的情况。若水出现（哪怕一点点的）冻结、融化、沸腾或冷凝，这个定义就不适用了。在一个标准大气压的地球表面，这个定义适用的温度范围从大约 0°C （水的冰点）至 100°C （沸点）。



小贴士

1千卡（kcal）等于1kg（即1000g）的纯水（在没有蒸发或冻结的情况下）升高或降低 1°C 所发生的能量转移。经换算可得， $1\text{cal}^\ominus = 4.184\text{J}$ ，而 $1\text{kcal} = 4\,184\text{J}$ 。如果有人告诉你一片面包“含

⊖ 此处为热化学卡（ cal_th ），美国常用符号 cal， $1\text{cal}_\text{th} = 4.184\text{J}$ 。而我国常用的是国际蒸汽表卡（cal）， $1\text{cal} = 4.1868\text{J}$ 。——编辑注



有75卡”，他的意思是如果你烧掉这片面包，把其中所有的热量都释放出来，则周围的环境将获得75kcal（不是75cal）的热量。

英制热单位（Btu）

在美国，家用采暖设备商经常用到一个能量单位，称为**英制热单位**（Btu， $1\text{Btu} = 1.055\text{kJ}$ ）。你会在美国的采暖炉和空调广告中听到或读到过Btu。

1英制热单位（1Btu）等于1磅（1lb， $1\text{lb} = 453.592\text{g}$ ）纯水升高1华氏度 [1°F ， $1^\circ\text{F} = \frac{5}{9}\text{K}$] 所需的能量。它也等于1磅（1lb）纯水降低1华氏度（ 1°F ）所失去的能量。正如卡一样，这个定义仅适用于水在整个过程中保持液态的情况。

若有人在描述采暖炉或空调的加热或制冷能力时用了“Btu”，他可能把这个词用错了地方。实际上，他是想用**英制热单位每小时**（Btu/h）来说明热量的转移速率，而非热量的转移数量。当我们谈到采暖炉的实际加热能力时，通常使用功率而不是能量单位。经换算可得在能量上

$$1\text{Btu} = 1.055\text{J}$$

在功率上

$$1\text{Btu/h} = 0.293\text{W}$$

且有

$$1000\text{Btu/h} = 293\text{W}$$

反之有

$$1\text{W} = 3.41\text{Btu/h}$$

且有

$$1\text{kW} = 3410\text{Btu/h}$$



小贴士

一台加热能力为 100 000Btu/h 的家用采暖炉的功率为 29.3kW, 大约相当于 20 台便携式电暖器在最高档运行时的总功率!

热量的形式

如果你把一壶水放在炉子上, 热量会从炉火转移到水中。这个现象就是一个导热或传导的例子, 如图 1-1a 所示。如果你用一台红外 (IR) 灯 (也称为“加热灯”), 来烤烤疼痛的肩膀, 能量将从灯丝转移到你的皮肤表面 (热量随后会通过身体组织传导至病痛的关节)。这个现象就是一个热辐射 (也称辐射) 的例子, 如图 1-1b 所示。如果用一台暖风机来加热房间, 空气会在流经加热元件之后在房间里循环, 热气流上升并和其余空气混合, 最终升高了全部空气的温度。这是一个热量对流 (又称对流) 的例子, 如图 1-1c 所示。

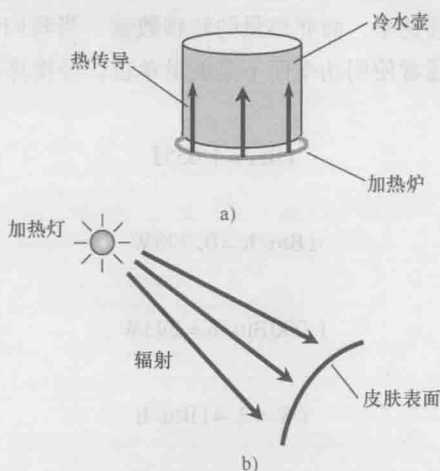


图 1-1 热量转移的例子

a) 传导 b) 辐射