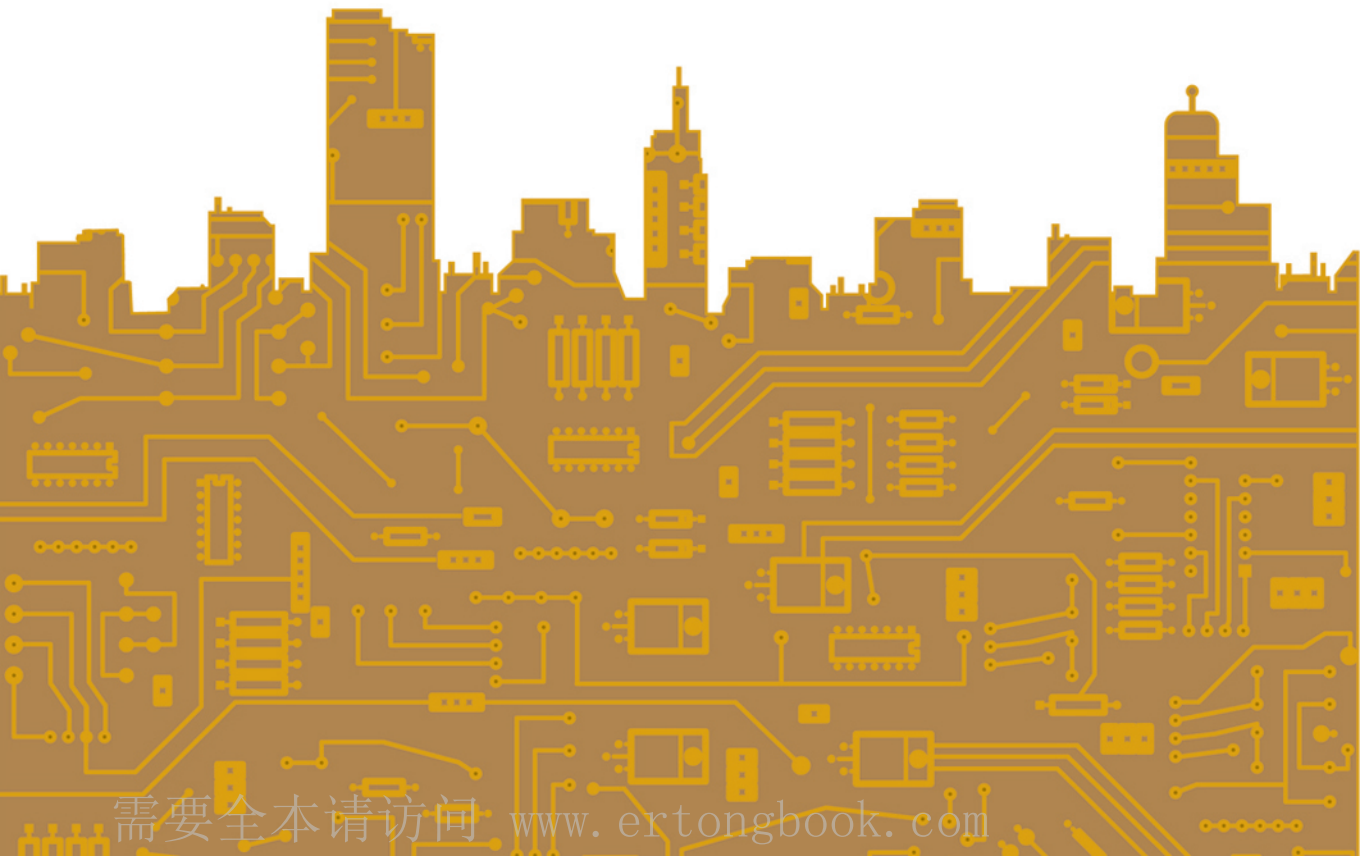
王毅 张标标 赵甜 宓林 张菊芳 编著

智慧能源

清华大学出版社



需要全本请访问 www.ertongbook.com

智慧能源

王毅 张标标 赵甜 宓林 张菊芳 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书致力于从技术上回答“如何解决能源问题”，旨在推动中国智慧能源事业的发展。

全书一共4篇11章，第一篇介绍发展智慧能源的背景、智能电网的发展状况，重点阐述智慧能源的理念以及智慧能源的构成。第二篇介绍了构建智慧能源体系的关键技术，主要包括分布式能源技术和物联网技术。第三篇从智慧的电力、智慧的水资源、智慧的燃气三个方面分别介绍智慧能源的解决方案，阐述了如何赋予能源以“智慧”。第四篇介绍了三个智慧能源典型案例。此外，本书还简单介绍了上海、广州、杭州等城市智慧能源建设的现状。

本书内容全面、观点前沿、应用性强、图文并茂、通俗易懂。可供国家机关及相关管理部门、各类城市的管理者和建设者、行业协会、规划设计单位、建设单位和行业公司等参考，也可作为本科及大专院校相关专业师生的阅读材料。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。
版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989　13701121933

图书在版编目(CIP)数据

智慧能源/王毅等编著. —北京：清华大学出版社，2012.1
ISBN 978-7-302-27004-1

Ⅰ. ①智…　Ⅱ. ①王…　Ⅲ. ①能源—普及读物　Ⅳ. ①TK01-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第200251号

责任编辑：闫红梅　薛　阳
责任校对：焦丽丽
责任印制：

出版发行：清华大学出版社　　**地　　址**：北京清华大学学研大厦A座
http://www.tup.com.cn　　**邮　　编**：100084
社　总　机：010-62770175　　**邮　购**：010-62786544
投稿与读者服务：010-62795954，jsjjc@tup.tsinghua.edu.cn
质　量　反　馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
印 刷 者：
装 订 者：
经　　销：全国新华书店
开　　本：170×240　　**印　张**：16.75　　**字　　数**：306千字
版　　次：2012年1月第1版　　**印　　次**：2012年1月第1次印刷
印　　数：1～　000
定　　价：　.00元

产品编号：043278-01

前言

1. 能源问题影响人类可持续发展

当今世界，经济、科学技术迅速发展。在中国这样处于发展中的人口大国，经济规模快速膨胀，对能源的需求也空前高涨。能源问题和环境问题日益突出，威胁到人与自然的和谐相处，威胁到人类的可持续发展。

能源与经济发展之间的矛盾尤为尖锐，具体表现为两方面：一方面，快速发展的经济需要消费更多的化石能源（煤、石油以及天然气）；另一方面，全球现存的化石能源日渐减少，已经面临局部能源匮乏的地步。能源短缺导致能源价格居高不下，甚至有持续上涨的趋势。

过度耗能还造成波及全球的负面环境影响，如烟雾、光化学烟雾、酸雨等的危害。大气中二氧化碳浓度升高将带来全球气候变化。能源废气过度排放不仅导致大气环境污染，还引起全球温室效应。这些问题已经成为哥本哈根大会的主题，受到全球的关注。

在全球气候变化和能源紧缺的背景下，以低能耗、低污染、低排放为基础的低碳经济发展模式已经成为当今世界经济发展的重要方向。人们一方面寻找可以持续利用，同时又清洁无污染的能源资源，如水能、风能、太阳能、生物质能和海洋能等；另一方面思考如何依靠现有通信信息、控制技术有效地协调与利用现有的化石资源，以解决能源短缺等难题。

2. 智慧能源——解决能源问题的途径之一

解决能源问题，已不是简单地增加能源的供给、提高能源的利用效率，而是需要更全面的变革。这个新的变革把现在的物质流（煤、石油）、能量流（化学能、热能）和信息流耦合，建立一个全新的能源体系，形成能源应用的创新形式，这就是智慧能源

(Smart Energy)。

“智慧能源”是一个包含各种形式的能量资源,既有电力、石油、水,也包括低碳的天然气和可再生能源。各种形式的能源、各种能源转换技术、各种能源使用终端设施等在信息化、网络化、智能化系统下连成一个巨大的能源网络,赋予能源以“智慧”。“智慧能源”调动全社会多元的创造性,通过增加清洁能源、不断提高能源利用效率,有效解决人类面临的共同能源问题,控制全球气候变化的趋势,从经济、社会、环境和资源方面实现真正意义的可持续发展。这一技术革命将不可避免地影响人类未来的社会经济、政治。

国内政府人员、企业家、媒体都在提智慧城市、智慧交通、智慧旅游等一列与物联网应用相关的词。这些词中的“智慧”最早是 Smart 或 Intelligent 翻译而来。然而,这一“智慧”落到中国的土地上,与中国古老文化中“智慧”内涵相碰撞,拥有了更深的内涵。本书认为,在物联网时代,“智慧”意味着:某个体系中,物与物之间,通过简单或复杂的系统,相互连通和感应,能够达到一种更加迅速、正确、灵活、节约的交流和运行效果。也就是说,在智慧能源体系中,物与物之间能够自动或半自动地进行有效交流,以达到整体上的低消耗、高效率。

我们认为,智慧能源是一种特定意义的新能源;是一种整体的能源解决方案;是一个高效、互动的能源体系;不仅包含了新能源,还包含常规能源;建设智慧能源优先发展智能电网。这个能源体系采用了物联网技术、云计算技术以及移动网络技术,打破了传统的能源管理和运行模式,实现了能源生产、传输和利用等环节的互动,能够调动终端的能源转换技术和能源使用终端,采用优化的配置,将能源效率不断提高,有助于实现低碳经济。

以智能电网为例,我们可以理解“智慧能源”如何解决人类面临的能源问题。未来要减少温室气体排放,就必须大量使用可再生能源。而可再生能源存在不稳定的特性,风电是有风有电,无风无电;水电是丰水有电,枯水无电;太阳能更是有太阳有电,无太阳无电,哪怕是一朵云彩,也会引起供电的波动;天然气的热电冷系统,可能因为燃气管网的用气波动而不能稳定发电、供热、制冷。智能电网要将这些电源管理起来,将各种能源系统融合在一起,使各种能源互相弥补,再配合蓄电技术及蓄热、蓄冷技术,同时对用电终端进行优化配置,使供需之间和各用户之间,以及各种电源之间实现遥相呼应,互补互助。这种贯穿在能源生产、配送、供给、使用各个环节的综合性解决方案为电网植入了“智慧”。“智慧能源”不仅可以有效地提高现有能源利用率,而

需要全本请访问 www.ertongbook.com

且能够较好地融合其他非化石的清洁能源，如太阳能、风能等，使传统能源和新能源以更加有价值的形式进行能源供应和使用。从这个角度来讲，“智慧能源”符合低碳经济、循环经济、生态经济的发展要求。

总之，“智慧能源”有机结合了先进的物联网技术、云计算技术、通信技术、控制技术等，不断提高扩大能量的来源，不断提高能源的利用效率，是解决当今能源问题的有效途径之一，对于地球和人类具有重要的意义。

对于地球来说，智慧能源能够减少人类对资源的诉求，减少对环境的温室气体排放，从而实现人口、经济、资源和环境的可持续发展。对世界来说，智慧能源能够缓解国家之间对于能源的争夺，维持世界和平。对于国家来说，智慧能源一方面能够缓解能源问题，另一方面能够提升国家的科技水平，增强国家综合能力。对于城市来说，智慧能源是智慧城市建设的重要内容，可以提高城市基础设施的信息化、智能化水平，提高能源的利用效率，保障能源的安全稳定，为城市经济的腾飞提供持久而稳定的动力。

3. 本书的主要内容

本书按照理念、技术、解决方案和典型案例的思路介绍智慧能源。全书一共分为4篇11章，具体安排如下：

第一篇　能源发展走向

本篇包括第1章至第3章。第1章主要说明了世界能源发展现状，揭示了能源问题与能源危机，并介绍了由此产生的能源变革，还介绍了我国新能源产业的发展。优先发展智能是解决能源问题的一个有效途径。第2章重点介绍优先发展智能电网的必要性、智能电网的核心技术以及建设。然而，当今世界的能源问题不仅仅是电力系统的问题，要综合考虑各种能源的开发和利用。于是，就有必要发展智慧能源。第3章阐述了物联网时代的“智慧”以及智慧能源的理念，重点介绍了智慧能源的构成。

第二篇　构建智慧能源体系的关键技术

本篇包括第4章和第5章，分别介绍了分布式能源技术和物联网技术。分布式能源技术增加和存储能源，物联网技术提高能源利用效率。二者相结合能够有效得解决能源供求矛盾。

第三篇　智慧能源解决方案

本篇包括第6章至第8章，分别从智慧的电力、智慧的水资源、智慧的燃气三个方面介绍了智慧能源的解决方案，为读者揭开了能源智慧化的面纱。

第四篇　智慧能源典型案例

本篇包括第 9 章至第 11 章，分别选取了高新区政府公用事业子云项目、大学能耗管理系统项目、工业园路灯管理系统规划及改造项目三个案例来说明各项智慧能源子系统是如何整合为一个解决实际问题的有效方案。

最后，在结束语中，介绍了城市智慧能源建设的情况。

4. 本书的写作目的与适用人群

本书试图回答“如何解决能源问题”。基于银江股份智慧城市与智慧能源建设的实践经验，我们认为建立智慧能源，使“能源智慧化”是当今解决能源问题的可行途径之一。智慧能源是现代能源发展的必然选择，是社会经济可持续发展的根本之路。

然而，目前国内关于智慧能源的书籍还比较少，尤其是有关智慧能源的案例方面的书籍。用户很难获得比较全面的关于智慧能源方面的信息。我们把在实践中摸索的理念及方案整理成册，希望有助读者理解“智慧能源”的理念，了解“智慧能源技术”、“智慧能源”解决方案以及一些典型案例，以期更多的人参与到“智慧能源”的相关工作中，共同创造中国智慧能源的伟大事业。

本书偏向于实际问题的解决方案，具有很强的实践指导作用。本书还具有内容全面、观点前沿、应用性强、图文并茂、通俗易懂的特色，可供国家机关及相关管理部门、各类城市的管理者和建设者、行业协会、规划设计单位、建设单位和行业公司等参考，也可作为本科及大专院校相关专业师生的阅读材料。

智慧能源是一个非常新的理念，尚未形成比较一致的定义和体系。本书仅基于收集的资料、银江实践及对此的思考，文中存在许多不足之处。我们希望各位读者提出宝贵的意见和建议，以便我们进一步完善此书。我们将无比感激！

联系邮箱：smartercitybooks@enjoyor.net。

编　者

杭州银江软件园

2011 年 11 月

目录

第一篇　能源发展走向

第 1 章　能源问题 …… 3

1.1　能源概述 …… 3
1.2　世界能源发展现状 …… 5
1.2.1　能源消费情况 …… 5
1.2.2　能源生产情况 …… 8
1.2.3　能源贸易情况 …… 10
1.2.4　能源环境 …… 11
1.2.5　世界能源发展展望 …… 12
1.3　能源问题迫在眉睫 …… 13
1.4　能源危机 …… 14
1.4.1　能源危机的产生 …… 14
1.4.2　我国的能源危机 …… 16
1.5　能源问题的出路何在 …… 18
1.6　我国新能源产业发展现状 …… 21
1.6.1　光伏产业 …… 21
1.6.2　光热产业 …… 22
1.6.3　风电产业 …… 24
1.6.4　核电产业 …… 25
1.6.5　生物质能产业 …… 26

1.6.6 新能源汽车产业 …… 26
1.7 我国新能源产业发展趋势预测 …… 27
1.7.1 风电将进入调整期 …… 28
1.7.2 光伏装机势不可挡 …… 28
1.7.3 核电规模不断扩大 …… 28
1.7.4 太阳能热发电是一种新趋势 …… 28
1.7.5 新能源汽车道路越走越广 …… 29

第 2 章 发展智能电网 …… 30

2.1 我国迫切需要优先发展智能电网 …… 30
2.1.1 我国能源系统的问题 …… 30
2.1.2 我国电力系统存在的问题 …… 33
2.1.3 优先发展智能电网的必要性 …… 34
2.1.4 建设智能电网的意义 …… 35
2.2 智能电网概述 …… 36
2.2.1 智能电网的定义 …… 36
2.2.2 智能电网的优势 …… 37
2.3 智能电网的核心技术 …… 39
2.4 智能电网的发展前景 …… 40
2.4.1 国外智能电网发展现状 …… 40
2.4.2 我国智能电网的发展 …… 41
2.5 建设智能电网 …… 42
2.5.1 制定智能电网标准体系 …… 42
2.5.2 建设智能电网的关键工程 …… 44

第 3 章 发展智慧能源 …… 67

3.1 物联网时代的“智慧” …… 67
3.2 智慧能源的理念 …… 69
3.3 构建智慧能源网 …… 72
3.3.1 四大系统 …… 72

需要全本请访问 www.ertongbook.com

3.3.2 八大子网络 …… 75
3.4 十要素流程模型 …… 82
3.5 发展智慧能源带来的十大变革与应用 …… 83

第二篇 构建智慧能源体系的关键技术

第 4 章 分布式能源 …… 91

4.1 什么是分布式能源 …… 91
4.2 分布式新能源发电技术 …… 94
4.3 储能技术 …… 95
4.4 大规模新型储能系统 ESS 的接入及其配置原则 …… 97
4.4.1 大规模 ESS 对提高智能电网兼容性的分析 …… 98
4.4.2 ESS 兼容可再生能源发电的配置原则 …… 99
4.4.3 智能电网兼容性解决方案 …… 99
4.5 分布式混合能源系统发展趋势 …… 102
4.6 新能源并网发电系统的关键技术 …… 103
4.7 微网的概念及基本结构 …… 105

第 5 章 物联网技术 …… 107

5.1 射频识别技术 …… 109
5.2 传感技术 …… 110
5.3 纳米技术 …… 111
5.4 通信技术 …… 111
5.4.1 用于抄表领域的通信技术 …… 111
5.4.2 ZigBee 无线通信技术 …… 114
5.5 云计算技术 …… 117
5.5.1 什么是云计算 …… 117
5.5.2 电力系统智能云 …… 118
5.6 物联网技术在能源领域的应用 …… 123
5.6.1 能源物联网 …… 123

5.6.2 物联网在智能电网中的应用 …… 125
5.6.3 智能用电 …… 128

第三篇 智慧能源解决方案

第 6 章 智慧的电力 …… 133

6.1 电力部门智慧能源管理系统 …… 133
6.1.1 电能信息采集与管理系统 …… 133
6.1.2 电能质量监测系统 …… 139
6.1.3 变电站能量管理系统 …… 143
6.1.4 民用电能量管理系统 …… 144
6.1.5 智能三表集抄系统 …… 145
6.1.6 地下电缆防盗系统 …… 149
6.2 用户智慧能源管理系统 …… 151
6.2.1 大用户用电管理系统 …… 151
6.2.2 智能照明管理系统 …… 165
6.2.3 中央空调计量监控节能系统 …… 183
6.2.4 太阳能综合利用系统 …… 183

第 7 章 智慧的水资源 …… 186

7.1 自动苗木灌溉系统 …… 186
7.2 防汛水位测报系统 …… 188
7.3 水电预付费系统 …… 190
7.4 临时水电管线管理系统 …… 190
7.5 城市供水管理系统 …… 191
7.6 城市水网 SCADA 监控系统 …… 193
7.7 自来水厂 SCADA 调度系统 …… 195
7.8 排水管线监控系统 …… 199

第 8 章 智慧的燃气 …… 200

8.1 城市智慧供气管理系统 …… 200

8.2 燃气管网综合管理系统 …… 201
8.2.1 系统概述 …… 201
8.2.2 系统功能 …… 202
8.2.3 系统特点 …… 204
8.3 燃气管道监控系统 …… 206
8.4 综合管沟监控系统 …… 207

第四篇 智慧能源典型案例

第 9 章 高新区政府公用事业子云项目 …… 213

9.1 项目背景 …… 213
9.1.1 某高新区概况 …… 213
9.1.2 高新区存在的问题 …… 214
9.1.3 建设云计算中心的必要性 …… 220
9.2 解决方案 …… 222
9.2.1 总体建设目标 …… 222
9.2.2 系统架构 …… 222
9.2.3 主要建设内容 …… 222
9.3 主要功能 …… 228
9.3.1 数据采集 …… 228
9.3.2 设备档案管理 …… 229
9.3.3 系统管理 …… 229
9.3.4 嵌入地理信息系统 …… 229
9.3.5 网络平台系统 …… 229
9.3.6 自动数据报表 …… 230
9.3.7 报警处理功能 …… 230
9.3.8 信息自动更新功能 …… 232
9.3.9 自动校时功能 …… 232
9.3.10 Web 发布功能 …… 232
9.3.11 安全防护功能 …… 232

9.4 系统的突出优势 …… 233
9.5 预期效果 …… 233
9.6 建议 …… 234

第 10 章 大学能耗管理系统项目 …… 235

10.1 项目背景 …… 235
10.2 解决方案 …… 237
10.2.1 总体建设目标 …… 237
10.2.2 系统架构 …… 238
10.2.3 主要建设内容 …… 238
10.2.4 电能计量管理系统 …… 239
10.3 预期效果 …… 243
10.3.1 社会效益 …… 243
10.3.2 管理效益 …… 244
10.3.3 经济效益 …… 244

第 11 章 工业园区路灯管理系统规划及改造项目 …… 245

11.1 项目背景 …… 245
11.2 解决方案 …… 246
11.2.1 总体建设目标 …… 246
11.2.2 系统架构 …… 246
11.3 预期效果 …… 248
11.3.1 安装效果 …… 248
11.3.2 经济效益 …… 249
11.3.3 社会效益 …… 249
11.4 评价 …… 249

结束语 国内城市智慧能源建设情况 …… 251

参考文献 …… 254

第一篇

能源发展走向

人类生存、生产、生活，需要各种不同的能源。做饭、取暖需要热能，点灯照明需要电能，万物生长需要太阳能……没有能源，人类就不能生存，社会就不能发展[①]。

人类利用能源的历史大致经历了柴草、煤炭、石油三个能源时期。火的使用，使人类第一次支配了一种自然力，从而使人类和动物界彻底分开。但是，当时人类还没有掌握把热能变成机械能的技巧，因此，柴草并不能产生动力。从茹毛饮血的原始社会到漫长的奴隶社会、封建社会，人力和畜力是生产的主要动力。风力和水力的利用，使人类找到了可以代替人力和畜力的新能源。随着生产的发展，社会需要的热能和动力越来越多，而柴草、风力、水力所提供的能量受到许多条件的限制而不能大规模使用。煤的发现，提供了大量热能；风车和水车的制作，积累了机械制造的丰富经验。于是，两者结合起来，便出现了蒸汽机。蒸汽机的使用，不但奠定了各国工业化的基础，也开辟了人类利用矿物燃料作为动力的新时代。但是，蒸汽机十分笨重，效率又低，无法在轻便的运输工具如汽车、飞机上使用，于是人类在生产实践中又发明了新的热机——内燃机。内燃机的使用，引起了能源结构的一次又一次变化，石油登上了历史舞台。世界各国依赖石油创造了经济发展的奇迹。

---

① 能源历史与现状[EB/OL]. http://his.geo-show.com/201009/07/37950.shtml，2010-09-07.

然而，随着人类文明的不断发展，社会对能量的需求不可遏止地猛增。地球上的能源消耗正在以惊人的速度增长，20 世纪消耗的全部能源几乎等于前 19 个世纪所消耗的能源的一半。人类正在过分地开采和使用化石燃料和森林等自然资源，从而使得地球上的自然燃料能源的储藏量正在急剧减少。而且，由于大量利用石油、天然气和煤炭等化石燃料，人类居住的环境已经受到越来越严重的污染，造成酸雨和气候变暖。许多科学家都认为，全球气温升高将给人类带来灾难性的后果。因此，合理开发和利用能源已成为地球人类大家庭最重要的问题了。

人类必须认真对可利用的各种能源进行“算计”和“筹划”，既要满足目前需要，又要考虑长远的影响和发展，为子孙后代的丰衣足食着想，使地球人类大家庭的明天过得更舒适、更美好。所以，人们一方面研究如何进一步合理、妥善、高效率地开发利用化石燃料和水力等常规能源（也叫传统能源），比如研究提高能源转换效率的方法，改善能源开采和利用的方式等，着重从节流方面想办法和采取措施；另一方面，人们又上天、入地、下海，四处寻找开源途径，探索低廉而丰富、又不影响生态环境的很清洁的新能源，比如开发太阳能、地热能、核聚变能和海洋能等。于是，一门边缘化的、综合性的科学技术——能源技术就迅速形成，并蓬勃发展起来。

新能源技术和可再生能源并网技术将大大改变人类以传统能源为主的能源消费结构。物联网技术、信息技术和网络技术的发展和应用，给当今能源问题提供了一条解决能源供需矛盾的有效路径，将带来能源领域的一场革命！

第1章 能源问题

能源是人类生存发展的重要物质基础。从世界能源的发展现状以及人们对能源的需求来看，能源的供给难以满足人们的需求。由此引发了一系列的国际争端，以及全球气候问题、环境问题等国际性的问题。能源危机威胁到全球环境的健康状况，威胁到人类的长远可持续发展。能源问题迫在眉睫，世界范围内正进行着一场新的能源革命。各国开始积极推行新能源政策，致力于新能源的开发和利用，以期缓解尖锐的能源供需矛盾。中国在太阳能、风能、核能等新能源的开发利用上取得了令人欣喜的成就。同时我国大力推进新能源汽车的使用，提倡节能、环保、低碳出行。尽管如此，能源危机依旧令人担忧。

本章首先介绍了能源的基础知识，从能源消费情况、能源生产情况、能源贸易情况、能源环境四个方面介绍了世界能源发展现状。在以上内容的基础上，展望了世界能源发展，揭示了能源问题迫在眉睫。然后进一步分析了能源危机产生的原因、我国能源危机的基本特征、我国能源变革的主要特征。最后，介绍了我国新能源产业发展的现状，预测了我国新能源产业的发展趋势。

1.1 能源概述

能源是指一切能量比较集中的含能体（如煤炭、天然气）和能量过程（如风、潮汐）。能源为人类的生产生活提供了重要的物质基础，是经济发展的重要动力，也影响着当今世界政治形势。

能源的分类方法有很多，主要的分类方法如下。

1. 按能源的生成方式或成因分类

按能源的生成方式或成因，可分为天然能源和人工能源。

1）天然能源

天然能源又称为一次能源，是指自然界中以天然的形式存在并没有经过加工或转换的能量资源，如煤炭。天然能源还可以进一步分为三类。煤、石油、天然气等属于第一类能源，风、流水中所含的能量也来源于太阳能，它们和草木燃料、沼气以及其他由光合作用而形成的能源在一起，都属于第一类能源；而第二类能源是地球本身蕴藏的能量，如海洋和地壳中储存的各种核燃料以及地球内部的热能；第三类能源则是由于地球在其他天体的影响下产生的能量，如潮汐等。

2）人工能源

人工能源又称为二次能源，是指由能源直接或间接转换成其他种类和形式的能量资源。人类基于自身的主观能动性，可以依靠一次能源制造或生产出许多种适合人类使用的能量形式，例如电能、氢能、汽油、煤油、柴油和火药等。这些能源都不是以现成形式存在于自然界中，而是靠人类加工生产出来的。

2. 按能源的技术开发程度分类

按能源的技术开发程度，可分为常规能源和新能源。

1）常规能源

常规能源是指在现有的经济和技术条件下，已被人类广泛利用并在人类生活和生产中起过重要作用的能源，通常指煤炭等。新能源是指新近才被人类开发利用、有待于进一步研究发展的能量资源。

2）新能源

新能源又称非常规能源，旨在新技术基础上系统开发利用的能源。新能源大部分是天然和可再生的，是未来世界持久能源系统的基础。按类别，新能源分为太阳能、风力发电、生物质能、生物柴油、燃料乙醇、新能源汽车、燃料电池、氢能、垃圾发电、建筑节能、地热能、二甲醚可燃冰等。新能源刚开始开发利用或正在积极研究、有待推广，普遍具有污染少、储量大的特点，对于解决当今世界严重的环境污染问题和资源（特别是化石能源）枯竭问题具有重要意义。同时，由于很多新能源分布均匀，对避免由能源引发的战争也有重要意义。

在科技日益发达的今天，信息将成为一种特定意义的全新的能源形式，它将依附于各种节能理念、节能知识、节能机制和节能技术，大幅度提高人类的能源使用效率，节约更多的能源以满足新的需求。

需要全本请访问 www.ertongbook.com