

智慧能源

——我们这一万年

刘建平 陈少强 刘涛 著

中国电力出版社
科学技术文献出版社

智慧能源

——我们这一万年

刘建平 陈少强 刘涛 著



中国电力出版社
科学技术文献出版社

内 容 提 要

本书用第一人称“我们”作为历史的人类、现实的人类和未来的人类的总代表,以能源形式的改进和更替为基本主线,从大历史、跨学科的宽广视角,在对能源、科技、环境,以及人类文明发展进程进行立体观察,揭示能源更替与文明演进客观规律的基础上,认真思考我们何以陷入又将何以走出现实困局,大胆畅想未来的能源形式与文明形态的辉煌图景。本书可供关注能源、环境、经济以及人类生存和发展的广大读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

智慧能源:我们这一万年 / 刘建平, 陈少强, 刘涛著. —北京: 中国电力出版社: 科学技术文献出版社, 2013.5

ISBN 978-7-5123-4291-0

I. ①智… II. ①刘… ②陈… ③刘… III. ①能源—普及读物 IV. ①TK01-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第097379号

出版发行: 中国电力出版社

科学技术文献出版社

社 址: 北京市东城区北京站西街19号 邮编: 100005

北京市复兴路15号 邮编: 100038

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

<http://www.stdp.com.cn>

印 刷: 北京盛通印刷股份有限公司

经 销: 新华书店

版 次: 2013年6月第一版

印 次: 2013年6月北京第一次印刷

开 本: 787毫米×1092毫米 16开

印 张: 13

字 数: 223千字

定 价: 65.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

序

20世纪50年代，卡尔森写了《寂静的春天》这本书，引起了人们对环境问题的重视。联合国在20世纪80年代正式提出了可持续发展的概念，并且逐渐受到世界各国的重视，也成为涉及人类存亡的重大问题。人类经过了几千年的农业文明和几百年的工业文明，即将迎来的是知识社会，在知识社会中需要一种新的文明——节约资源，保护生态，人与自然和谐相处的生态文明。党中央提出以人为本，全面协调可持续发展的科学发展观，正是对这样的文明即将到来的有力响应。不久前闭幕的党的十八大发出了建设生态文明、建设美丽中国的号召，必将会进一步引起全社会对能源和环境问题的重视。

如果说资金是经济的血液，那能源就是经济的食粮，二者对国家经济和社会的发展都是不可或缺的。长期以来，人类主要依靠煤炭、石油、天然气等化石能源来维持经济和社会的发展，但是由于化石能源是不可再生的，最终总有枯竭的一天；而且由于使用化石燃料导致二氧化碳等温室气体大量排放所造成的全球气候变暖，已成为当前人类生存和发展所面临的最大威胁，因此近年来新能源成为一个热门的话题，受到许多国家政府和社会的重视。

对新能源现在也有各种各样不同的定义，例如“绿色能源”、“可再生能源”、“低碳能源”等，其含义不尽相同。我认为新能源可以有两类定义，狭义的新能源包括风能、太阳能、潮汐能、地热能、生物燃料等以前没有广泛利用的能源；广义的新能源则还包括核能、水能，甚至还包括清洁煤技术。

在全球金融危机之后，世界各国都要寻找新的经济增长点，要采取新的发展方式。我认为新能源肯定是一个新的经济增长点。从更广的历史视野看，人类经过的前三次产业革命，分别是以蒸汽机、电力和计算机为引领，每一次产业革命都使得世界的产业发展水平提高一大步，而且都会使消费者受益。因此我在几年前就已经提出，第四次产业革命将是由新能源引领的能源革命。

西方国家对未来的看法一直主导着全球的舆论导向，中国人在21世纪也应有影响世界的声音和看法。在能源这种对世界具有根本影响作用的问题上提出重要的系统看法是非常有意义的。我认为将新能源、环境、经济发展、社会进步、中国以及全球连为一个整体而形成一个能源革命的提法与系统思考是相当有意义的。

基于这一观点，当与我素昧平生、分别出生于20世纪60年代、70年代和80年代的三位中青年作者通过我的秘书请我为他们的新著——《智慧能源——我们这一万年》一书作序时，尽管我年事已高，杂务不少，但在浏览完书稿后，还是同意命笔了。

本书作者们提出的“智慧能源”，其定义为“在能源开发利用、生产消费的全过程和各环节融汇人类独有的智慧”，“拥有自组织、自检查、自平衡、自优化等人类大脑功能，满足系统、安全、清洁和经济要求的能源形式”。作者们从大历史观出发探讨了能源与文明这一人类共同关注的话题，对智慧能源与人类发展进行了思考和探索。三位作者尽量努力做到理论联系实际，论点与论据相结合，由浅入深，图文并茂，也给这类“准学术著作”带来了一股清新的文风。

三位作者在本书中提出的一些观点，例如智慧能源是以能源形式为载体，但又不局限于能源形式，而是能源形式、能源技术和能源制度的结合；智慧能源体现了人类的智慧，正是这种智慧，支撑了人类文明前行，正在建设中的生态文明以及未来更高级的文明，都离不开智慧能源的支撑；人类不同的文明形态对能源也有不同的要求，未来更高级的文明形态必然要求更高智慧的能源作为保障，等等。尽管仅是一家之言，但“仁者见仁，智者见智”，这种关于能源的系统思考，确实是一次有益的尝试。

最后我想指出，我国新能源发展态势是可喜的，但也面临着严峻的挑战。这个挑战源于几个方面：一是我国目前对于整个新能源的发展还缺乏一个周密、细致的规划，对于新能源发展的争论也比较多；二是在关键技术上掌握得还不多，自主创新太少；三是目前新能源成本普遍较高；四是我国目前对化石能源的依赖度高达90%左右，这种状况在短期内难以改变，而公众都渴望尽快解决雾霾等严重的环境问题。因此我国发展新能源一定要踏踏实实，冷静地思考，防止过分炒作，应当从技术、经济、政治这三个层次上推动我国能源与环境的协调发展，方向要坚定，步伐要稳健。

我希望本书的出版能够引起各方面的有识之士对能源问题的关注与思考，为努力解决能源和环境这两个制约我国今后发展的重大问题而努力做出贡献。

成思危

2013年3月5日于北京

目录 Contents

序

开篇语 蹒跚走来：我们的这一万年 / 001

1 追问生命的由来 / 002

2 探寻文明的脉络 / 002

3 铸就辉煌的基石 / 003

4 开启未来的引擎 / 004

第一篇 走近能源：我们前行的动力 / 005

1 同源异曲：能、能量与能源 / 006

1.1 能 / 006

专栏：不要小看“小水滴” / 009

1.2 能量 / 010

专栏：地球——能量之球 / 011

1.3 能源 / 012

专栏：认祖归宗——能源的族谱 / 014

2 变脸之术：能量转换及其规律 / 015

2.1 能量的转换方式 / 015

专栏：迈尔——能量如何转换？ / 017

2.2 能量转换与守恒定律 / 019

专栏：永动机“永不休”？ / 020

3 如影随形：无处不在的能源 / 022

3.1 能源与“我” / 022

专栏：没有能源的一天 / 023

3.2 能源与“我们” / 024

专栏：印度大停电影响6亿人 / 026

第二篇 由火而始：我们走过的足迹 / 029

4 “激情” 燃烧：成就伟大的开端 / 030

4.1 火的发现和利用 / 030

专栏：钻木取火的传说 / 032

4.2 烹煮与人类进化 / 032

专栏：黑猩猩也跳“火焰舞” / 034

5 “驯化” 天赐：拓展农耕的力量 / 035

5.1 “驯化” 的起源 / 035

专栏：阿拉斯加驯鹿 / 036

5.2 自然力的“驯化” / 038

专栏：风车、水车与帆船的历史 / 040

6 煤与蒸汽：工业革命的推手 / 042

6.1 煤的发现与早期利用 / 042

专栏：马可·波罗眼中的黑石头 / 043

6.2 蒸汽机与第一次工业革命 / 044

专栏：蒸汽机改变世界 / 046

7 电磁之光：信息文明的标尺 / 048

7.1 内燃机时代的到来 / 048

专栏：现代工业的血液——石油 / 051

7.2 从磁力到电力的转化 / 052

专栏：迈入“信息时代” / 055

7.3 争议中发展的核电 / 057

专栏：核废料标记——1万年 / 059

第三篇 困局丛生：我们面临的挑战 / 061

8 气候变暖：正在热议的焦点 / 062

8.1 海平面上升“生死时速” / 062

专栏：可能被淹没的5个国家 / 064

8.2 季节紊乱搅混生物圈 / 067

专栏：动物的行为混乱和生理失调 / 069

9 环境破坏：并非杞人忧天 / 070

9.1 令人困扰的垃圾 / 070

专栏：垃圾处理的历史 / 072

9.2 令人生畏的地壳 / 074

专栏：中国汶川特大地震 / 076

9.3 令人忧心的河流 / 077

专栏：即将枯竭的七大河流 / 079

10 资源紧张：还可以撑多久？ / 083

10.1 急速耗尽的石油资源 / 083

专栏：北极——最后的石油宝库 / 085

10.2 难孚众望的煤炭资源 / 086

专栏：石油的孪生兄弟——煤炭 / 088

10.3 困难重重的可再生能源 / 089

专栏：“风”性难驯 / 091

11 能源纷争：未来战争的导火索 / 092

11.1 全球的能源问题 / 092

专栏：历史上的三次石油危机 / 094

11.2 能源的政治属性 / 095

专栏：石油左右政治 / 096

11.3 能源与战争的姻缘 / 098

专栏：全球四大能源“火药桶” / 100

第四篇 永续动力：我们追寻的梦想 / 103

12 技术创新：穿透乌云的阳光 / 104

12.1 传统能源技术的改进 / 104

专栏：建筑节能的智慧 / 107

12.2 新型能源技术的探索 / 109

专栏：智慧城市的兴起与发展 / 114

13 制度变革：铺平前行的道路 / 115

13.1 未雨绸缪的发展规划 / 115

专栏：美国能源安全未来蓝图 / 116

13.2 促进高效的产业组织 / 117

专栏：全球电力市场化改革浪潮 / 118

13.3 不断完善法律政策 / 120

专栏：美国支持新型能源的政策 / 121

14 国际合作：为共赢而努力 / 122

14.1 危机催生合作 / 122

专栏：联合国气候变化框架公约 / 126

14.2 众人拾柴火焰高 / 127

专栏：多国合作围堵臭氧层漏洞 / 128

14.3 机制初显成效 / 130

专栏：上合组织推动地区能源合作 / 130

15 谨慎乐观：希望中还有失望 / 131

15.1 技术总有瓶颈 / 131

专栏：日本福岛核电站事故 / 133

15.2 制度还有缺陷 / 134

专栏：谨慎看待清洁发展机制 / 136

第五篇 智慧能源：我们未来的曙光 / 139

16 文明演进：能源驱动的主线 / 140

16.1 文明形态的演进 / 140

专栏：各具特色的东西方文明 / 143

16.2 能源形式的更替 / 144

专栏：能源形式更替的线索 / 145

16.3 文明与能源的关系 / 146

专栏：“双P”原理 / 148

17 智慧能源：因时而生的奇葩 / 149

17.1 智慧能源的基本内涵 / 149

专栏：新桃花源记 / 152

17.2 智慧能源的重要意义 / 153

专栏：人体能源技术展望 / 155

18 浑然天成：技术和制度的融合 / 156

18.1 智慧能源的技术基础 / 156

专栏：智慧能源技术憧憬无限 / 157

18.2 智慧能源的制度框架 / 160

专栏：智慧能源制度崭露头角 / 162

第六篇 漫漫长路：我们该如何走过 / 165

19 全球使命：任重而道远 / 166

19.1 环球同此凉与热 / 166

专栏：地球熄灯一小时 / 167

19.2 路漫漫其修远兮 / 169

专栏：多哈拒绝“傲慢与偏见” / 171

19.3 智慧能源总动员 / 172

专栏：全球倡议 / 174

20 中国责任：理性而担当 / 175

20.1 中国的自觉行动 / 175

专栏：科学发展引领智慧能源 / 177

20.2 中国的理性应对 / 178

专栏：中国减排的权利与义务 / 180

20.3 智慧能源中国梦 / 180

专栏：华夏家书 / 182

结束语 携手向前：开创我们的未来 / 185

一、能源奠定我们根本的保障 / 186

二、历史告诉我们未来的方向 / 186

三、智慧赋予我们伟大的力量 / 188

参考文献 / 190

后记 / 194



开篇语

蹒跚走来：我们的这一万年

人类降临世间，历经悠悠岁月。在这无尽的历史长河里，我们不断熟悉、适应、认识大自然，逐步发现和利用火，开始掌握顺天应地又能够改天换地的法宝——能源，并借此在各自的聚居地收获无数光荣与梦想，我们的共同命运得以不断改写和超越。特别是在有文字记载以来不足一万年的岁月里，能源衍化为动力与纽带，化四海之隔阂，融五洲为整体，铸就了人类文明的瑰丽传奇。



1 追问生命的由来

我们何以来？我们何所往？不管有意还是无心，这都是我们曾经共同仰望星空苦苦思索而难以求解的终极问题。

地球围绕太阳旋转，太阳是银河系中上百亿颗恒星中的一颗，而银河系又是宇宙几百万个星系中的一个——这就是我们地球所处的位置。按照宇宙大爆炸理论推测，宇宙、太阳、地球分别形成于约150亿、50亿、45亿年前。关于生命的起源，不仅存在着宗教与科学两方面的解释，科学界内部也存在着地球自生说和外界帮助说的争论。现实的结论是地球上奇迹般地出现了生命，并不断由简单向高级演化，呈现出多种多样、多姿多彩的生物圈。

如果说地球上出现生命是个奇迹，那么人类的出场简直就是个神话与难解之谜。自远古起，就有了关于人类起源的不同传说，然而，迄今仍没有最令人信服的解释。虽然关于人类如何诞生一直未有定论，但达尔文的进化论已为多数人所接受，即认为人类是从古猿进化而来：起初，在低等猿类中产生了一种类人猿，后来在大约600万年前，“人猿相揖别”^①，各奔前程，从此走上了各自的进化之路——人类，就此闪亮登上地球绚烂多姿的生命舞台。

2 探寻文明的脉络

我们与万物共同生活在地球这同一个村落。在斗转星移、沧海桑田的悠悠岁月中，人类不仅经历了能人、猿人、古人和新人的艰难转变，而且也步履蹒跚地从蒙昧、野蛮走向文明。

“只几个石头磨过，小儿时节。”^②人类文明的产生经历了长达400万年的漫长准备期。特别是在旧石器时代，我们的祖先创造了石器打制技术、人工取火技术和有声语言，这些分别被看作是当今机器制造技术、能源转化技术和信息技术的雏形与源起，也正是这三大技术的发明与演化，为文明的起源和发展奠定了基

①、② 参见毛泽东《贺新郎·读史》。



础。而火的使用对人类掌握能源这一法宝有着极其特殊的意义：“摩擦生火第一次使人支配了一种自然力，从而最终把人同动物界分开。”^❶人类凭什么成为万物之灵？就是因为掌握了工具，支配了能源。就在我们的祖先摸索着敲击燧石或钻木采集出微弱火种的那一偶然却又必然的瞬间，人类接受了自然的遴选与礼赞，跻身为天地智慧所钟爱的万物灵长。

人类文明产生过程的重要转折点在新石器时代，农业发明成为其产生的加速器。由于农作物生长具有周期性，于是一部分居住在条件适宜区域的人类由游牧转为定居，劳动生产率大大提高。由于能够生产出超过维持生存所需的剩余产品，于是出现了商品交换，并由此产生了私有财产和私有制。由于社会产品剩余能够养活更多人口，于是促成了社会分工，产生了不同的社会群体和不同的利益集团。由于因利益分配产生纠纷和争夺，于是军事民主制应运而生。由于军事民主制下的战争更加频繁，军事首长和氏族贵族逐渐从平等的氏族成员中脱离出来，并谋取全部权力，随之建立起相应的强大统治机构，于是国家就此产生。早期人类文明犹如破晓的晨曦，最先照耀在东经20度至东经120度，北纬20度至北纬40度之间的扇形区域内，覆盖了两河流域、尼罗河流域、长江黄河流域、印度河流域和爱琴海沿岸。

3 铸就辉煌的基石

自从约6000年前产生了早期文字和书写，人类便进入了有文字记载的文明史。此前的人类历史通常称为史前史，一般以千年为单位，而文明史的纪年单位不断缩小，逐渐变成以百年甚至十年计。同人类诞生与生命起源一样，人类文明史与史前史相比也是如此短暂。进入文明史以来，人类文明并不是在同一条起跑线按同一个速度进行，各个地区的文明基本上是孤立存在、独立发展，直到公元1500年以后，西方首先以风力帆船，然后通过蒸汽轮船探索海洋，开启了“大航海时代”，将已经有人居住的和可以有人居住的世界连成了一个密不可分的整体。从此地球上的人类文明开始告别农耕文明，步入工业文明，并逐渐过渡到信息文明的崭新时代。

工业文明以来，重大科技发现和发明不断涌现，彻底改变了人类的生产生活方式。18世纪后半叶，英国人发明了蒸汽机，从此煤炭替代了木材，这是继钻木

❶ 《马克思恩格斯选集》第3卷，人民出版社，1995年。



取火之后，人类能源形式的又一次伟大变革。随后发明的内燃机让石油替代了煤炭，大幅度提高了生产效率，现在得以普及的飞机、汽车都是离不开内燃机的杰作。西门子发电机的问世，具有像瓦特发明蒸汽机一样的划时代意义。电能的发明和利用，为人类文明提供了巨大的动力，各种各样的现代化通信工具不断涌现，铸就了灿烂辉煌的现代信息文明。

4 开启未来的引擎

煤炭、石油、电能的发现和使用，在带来了前所未有的经济繁荣的同时，也使现代社会产生了对化石能源的严重依赖。近一个世纪以来，对化石能源的高强度开发利用，产生了一系列严峻问题：气候变暖、极端气候已可感受，环境破坏、河流枯竭随处可见，资源紧张、能源纷争愈演愈烈……

破解上述难题，仰赖于科技的创新与突破，更仰赖于人类生产消费方式乃至社会制度的根本变革。这是严峻的挑战，更是艰巨的使命，生活在地球村落里的我们，都肩负着不可推卸的责任。为此，我们应该携手合作，团结一致，共同应对，攻坚克难，才能顺利实现人类文明的存续和发展。这既是人类的共同利益，也是人类的共同道义。

回首我们这一万年，满载光荣与梦想，奇迹与辉煌，壮怀激烈；回首我们这一万年，充斥艰辛与苦难，挫折与忧伤，感慨良多。这一万年：我们的祖先，在懵懂间取得火，用它在人与其他生物之间划开了不可逾越的鸿沟，借此把自己推上万物之灵的宝座；我们的祖先，以牛马役力耕田犁地，用水车风磨灌溉加工，藉以繁衍生息，绵延不绝；我们的祖先，用煤和蒸汽机开启了工业革命的伟大时代，高歌猛进，一往无前；我们的祖先，又用夺目的电，挥洒出信息社会的宏图画卷，日新月异，璀璨夺目。

在这一切之中，能源的身影无处不在：它既是为人类带来光明和温暖、前进与发展动力的精灵，也是不时给我们招致苦难与伤痛、停滞与毁灭恐惧的幽灵，在文明的每一幕都扮演着无可替代的主角，推动着历史巨轮滚滚向前。能源与文明相生相伴，相辅相成，也在随着人类智慧不断积累和发展而不懈改进与更替，柴薪、畜力、风力、水力、煤炭、石油和电力等等，为我们一路前行提供了源源不断的动力，走过远古采猎文明、古代农耕文明、近代工业文明，步入现代信息文明——明天，又将是一种什么样的能源形式，为我们开启未来的引擎，迎接灿烂生态文明的到来？



第一篇

走近能源：我们前行的动力

自古以来，能源始终伴随着我们全部的生命历程，为我们的生存与生活提供着各种形式的动力。现代社会更离不开煤炭、石油、天然气和电力，没有人会对其感到陌生。然而，能源离我们又是那么地遥远和陌生，在为我们提供便利的同时，又经常使我们陷入困扰乃至苦痛。让我们一起走近能、能量和能源的世界，看看它们为何同源异曲，有何变脸之术，又是怎样与我们的生活如影随形。



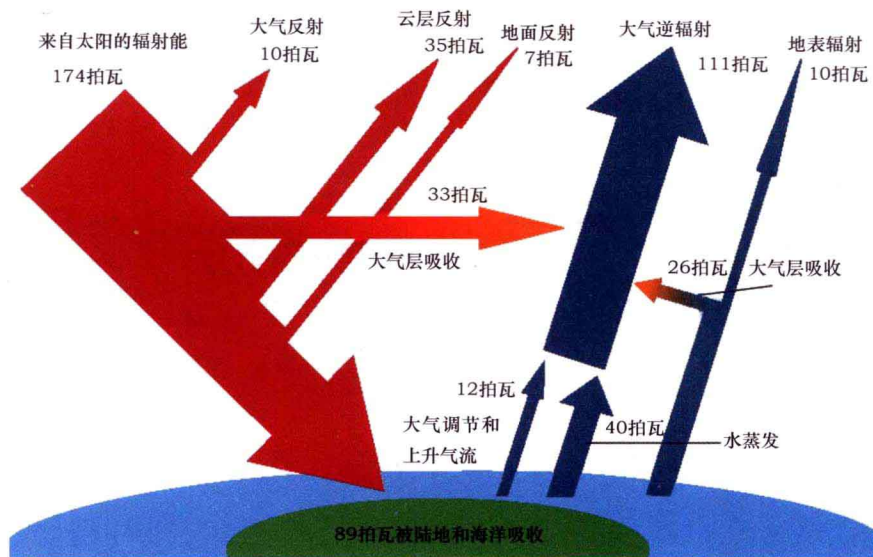
1 同源异曲：能、能量与能源

1.1 能

能一般指能耐、能力和本领，而在物理学中，一个物体能够对外做功^①，则称这个物体具有能，或说这个物体有做功的能力。能是一个动态的概念，物质的不同运动形式对应着不同形式的能，而且不同形式的能之间可以相互转化。

关于能的分类在学术界还存在争议，但从人类开发利用的顺序来看，可以划分为以下几种主要类型：辐射能、机械能、化学能、分子能、电磁能和原子能。随着认识的深入和科学技术的发展，我们还可能会发现能的更多形式，因此以上划分可能还会发生变化。

辐射能是人类最早利用的能的形式，太阳光的辐射就是其中一种最常见和最重要的类型。我们在没有充分认识辐射能之前，就已经在不知不觉地利用它了。



↑ 来自太阳的辐射能大约有一半可以到达地球表面

① 做功是指能由一种形式转化为另一种形式的过程，是力学中的一个重要概念。当一个力作用在物体上，并使物体在力的方向上运动了一段距离，力学中就说这个力对物体做了功。