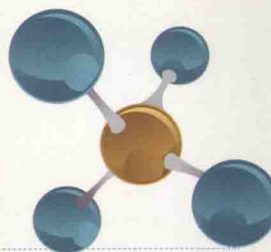


“十二五”国家重点图书出版规划项目



新能源在召唤丛书

XINNENGYUAN ZAIZHAOHUAN CONGSHU  
HUASHUO DIRENENG YU KERANBING



# 话说地热能 与 可燃冰

翁史烈 主编 刘允良 著



广西教育出版社

“十二五”国家重点图书出版规划项目

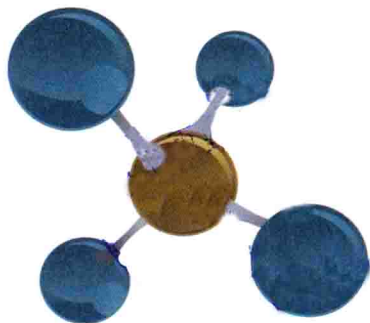


新能源在召唤丛书

XINNENGYUAN ZAIZHAOHUAN CONGSHU  
HUASHUO DIRENENG YU KERANBING

# 话说地热能与可燃冰

翁史烈 主编 刘允良 著



广西教育出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

话说地热能与可燃冰 / 翁史烈主编. — 南宁: 广西教育出版社, 2013.10  
(新能源在召唤丛书)  
ISBN 978-7-5435-7582-0

I. ①话… II. ①翁… III. ①地热能 - 青年读物②地热能 - 少年读物③天然气水合物 - 青年读物④天然气水合物 - 少年读物 IV. ①TK521-49 ②P618.13-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 286569 号

出版人: 张华斌  
出版发行: 广西教育出版社  
地 址: 广西南宁市鲤湾路 8 号 邮政编码: 530022  
电 话: 0771-5865797  
本社网址: <http://www.gxeph.com>  
电子信箱: [gxeph@vip.163.com](mailto:gxeph@vip.163.com)  
印 刷: 广西大华印刷有限公司  
开 本: 787mm × 1092mm 1/16  
印 张: 8  
字 数: 109 千字  
版 次: 2013 年 10 月第 1 版  
印 次: 2014 年 1 月第 2 次印刷  
书 号: ISBN 978-7-5435-7582-0  
定 价: 26.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系调换。



## 出版说明



科普的要素是培育，既是科学知识、科学技能的培育，更是科学方法、科学精神、科学思想的培育。优秀科普图书的创作、传播和阅读，对提高公众特别是青少年的素质意义重大，对国家和民族的健康发展影响深远。把科学普及公众，让技术走进大众，既是社会的需要，更是出版者的责任。我社成立近 30 年来，在教育界、科技界特别是科普界的支持下，坚持不懈地探索一条面向公众特别是面向青少年的切实而有效的科普之路，逐步形成了“一条主线”和“四个为主”的优秀科普图书策划和出版特色。“一条主线”即以普及科学技术知识、弘扬科学人文精神、传播科学思想方法、倡导科学文明生活为主线。“四个为主”即一是内容上要新旧结合，以新为主；二是论述时要利弊兼述，以利为主；三是形式上要图文并茂，以文为主；四是撰写时要深入浅出，以浅为主。

《新能源在召唤丛书》是继《海洋在召唤丛书》、《太空在召唤丛书》之后，我社策划、组织的第三套关于高科技的科普丛书。《海洋在召唤丛书》由中国科学院王颖院士等专家担任主编，以南京大学海洋科学研究中心为依托，该中心的专家学者为主要作者；《太空在召唤丛书》由中国科学院庄逢甘院士担任主编，以中国航天科技集团旗下的《航天》杂志社为依托，该社的科普作家为主要作者；

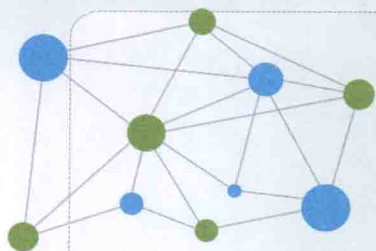


《新能源在召唤丛书》则由中国工程院翁史烈院士担任主编，以上海市科协旗下的老科技工作者协会为依托，该协会的会员为主要作者。前两套丛书出版后，都收到了社会效益和经济效益俱佳的效果。《海洋在召唤丛书》销售了五千多套，被共青团中央列入“中国青少年 21 世纪读书计划新书推荐”书目；《太空在召唤丛书》销售了上万套，获得了国家科技部、新闻出版总署颁发的全国优秀科技图书奖，并被新闻出版总署列为“向全国青少年推荐的百种优秀图书”之一。而这套《新能源在召唤丛书》，则被新闻出版总署列为了“十二五”国家重点图书出版规划项目，相信出版后同样会“双效”俱佳。

我们知道，新能源是建立现代文明社会的重要物质基础；我们更知道，一代又一代高素质的青少年，是人类社会永续发展最重要的人力资源，是取之不尽、用之不竭的“新能源”。我们希望，这套丛书能够成为“新能源”时代的标志性科普读物；我们更希望，这套丛书能够为培育科学地开发、利用新能源的新一代提供正能量。

广西教育出版社

2013 年 12 月



## 主编寄语

建设创新型国家是中国现代化事业的重要目标，要实现这个宏伟目标，大力发展战略性新兴产业，努力提高公众的科学素质，坚持做好科学普及工作，是一个重要的任务。为快速发展低碳经济，加强环境保护，因地制宜，积极开发利用各种新能源，走向世界的前列，让青少年了解新能源科技知识和产业状况，是完全必要的。

为此，广西教育出版社和上海市老科技工作者协会合作，组织出版一套面向青少年的《新能源在召唤丛书》，是及时的、可贵的。两地相距两千多公里，打破了地域、时空的限制，在网络上联络而建立合作关系，本身就是依靠信息技术、发展科普文化的佳话。

上海市老科技工作者协会成立于1984年，下设十多个专业协会与各工作委员会，现有会员一万余人，半数以上具有高级职称，拥有许多科技领域的专家。协会成立近30年来开展了科学普及方面的许多工作，不仅与出版社合作，组织出版了大量的科普或专业著作，而且与各省、市建立了广泛的联系，组织科普讲师团成员应邀到当地讲课。此次与广西教育出版社合作，出版《新能源在召唤丛书》，每一册都是由相关专家精心撰写的，内容新颖，图文并茂，不仅介绍了各种新能源，而且指出了在新能源开发、利用中所存在的各种问题。向青少年普及新能源知识，又多了一套优秀的科普书籍。

相信这套丛书的出版，是今后长期合作的开始。感谢上海老科

协的专家付出的辛勤劳动，感谢广西教育出版社的诚恳、信赖。祝愿上海老科协专家们在科普写作中快乐而为、主动而为，撰写出更多的优秀科普著作。

翁史烈

2013年11月

#### 主编简介

翁史烈：中国工程院院士。1952年毕业于上海交通大学。1962年毕业于苏联列宁格勒造船学院，获科学技术副博士学位。历任上海交通大学动力机械工程系副主任、主任，上海交通大学副校长、校长。曾任国务院学位委员会委员，教育部科学技术委员会主任，中国动力工程学会理事长，中国能源研究会常务理事，中欧国际工商学院董事长，上海市科学技术协会主席，上海工程热物理学会理事长，上海能源研究会副理事长、理事长，上海市院士咨询与学术活动中心主任。





众所周知，目前世界上发达的国家依赖于先进高科技，高科技的发展推动了现代文明素质的提高和国民经济的发展。在高科技发展中，科普知识的普及是国民素质提高的基础，因此在科学技术有新发现时应及时向公众介绍。在有条件的情况下，及时地在国民经济发展中应用和推广新技术，有利于发挥高科技成果的作用。

绿色能源是国民经济的命脉，也是发展国民经济的基础。当今世界能源日益枯竭，寻找和开发可再生绿色能源，是解决能源危机的唯一出路，也是开发和利用新能源的最好时机。地热能和可燃冰都是替代型的能源，如果能充分利用和开发，将推动世界经济的发展。所以，用推广科普知识的形式来宣传地热能和可燃冰，让人们去认识和利用它们，是我们义不容辞的责任。

本书比较系统地介绍了地热能和可燃冰的基础知识，利用、开发地热能和可燃冰的进展以及它们的开发前景。介绍中，结合多学科知识和技术，深入浅出地进行论述。

以趣味性、科学性为原则，将地热能和可燃冰的民间传说、神话故事与图片有机结合起来，加深读者的理解，提高阅读的兴趣，使人们认识到地热能与可燃冰在21世纪国民经济发展中的重要性和价值。特别是在现实生活中，“冰火相容”的可燃冰已成为世界公认的绿色能源，即使不可再生能源如石油、煤、天然气等完全枯竭，绿色能源——可燃冰也能供人类使用千余年。这是人们从未想到的，而这个梦想明天将会实现，这是多么令人振奋的事情！





本书在编写过程中，上海韵林公司给予了大力支持和帮助。全书初稿的打印、图片的复制和编排等工作由刘颖人承担，她还提供了部分资料。王建国热情帮助部分图片的复制和修饰；叶希韵、陈红大力相助，提供照片和资料。上海老科协讲师团、广西教育出版社对本书的出版给予了大力支持和帮助，在此一并致谢！

由于地热能与可燃冰涉及科学知识面广，发展又很迅速，而作者水平有限，书中难免存在错误或疏漏等不足之处，恳切希望广大读者不吝赐教和指正。

刘颖人

2013年7月





# 目录

## Contents

- 001      **开头的話**
- 005      **第一章 地熱能**
- 006      **第一節 發燒的地球**
- 一 地球在發燒 / 007
- 二 前景廣闊的地熱能 / 013
- 018      **第二節 地熱的熱顯示**
- 一 地質構造與地熱分布 / 019
- 二 地熱有哪些熱顯示標志 / 025
- 三 神奇的傳說和真事 / 031
- 038      **第二章 地熱資源的應用**
- 040      **第一節 為人利用的地熱資源**
- 一 地熱發電 / 041
- 二 地熱供暖 / 042
- 三 地熱浴療、洗浴、游泳 / 043
- 四 溫泉旅遊 / 044
- 五 地熱水在工農業方面的利用 / 045
- 六 地熱開發與城市發展前景 / 047
- 051      **第二節 世界地熱資源簡介**
- 一 世界地熱資源利用現狀與前景 / 052
- 二 世界地熱資源簡介 / 053



# 目录

## Contents

- 三 我国地热资源利用情况简介 / 056
  
- 061 第三章 地热勘探技术与未来的发展
- 062 第一节 地热能的开采新技术简介
  - 一 地热勘查的方法 / 063
  - 二 地热开采新技术 / 067
  
- 072 第二节 保护资源，面向未来的发展
  - 一 保护地热资源应该注意的问题 / 072
  - 二 未来发展中的地热资源 / 075
  - 三 地热资源的展望 / 076
  
- 081 第四章 神奇的可燃冰
- 082 第一节 冰会燃烧吗
  - 一 冰在燃烧 / 082
  - 二 可燃冰的化学性质 / 085
  
- 087 第二节 21 世纪绿色能源
  - 一 绿色能源的新曙光 / 088
  - 二 可燃冰的形成与特点 / 091
  - 三 寻找可燃冰的方法有哪些 / 092
  - 四 黑海上的“幽灵” / 094
  - 五 可燃冰的分类 / 095
  - 六 可燃冰在地球上的分布 / 097

100

### 第三节 棘手的新能源

- 一 开采可燃冰的方法 / 101
- 二 开采可燃冰的危害性 / 101
- 三 开采可燃冰存在风险的原因 / 104
- 四 我国海洋可燃冰发展简况 / 106
- 五 我国陆地可燃冰简介 / 108
- 六 可燃冰未来发展的展望 / 110

113

### 结尾的话





## 开头的话

地热能是蕴藏在地球内部的巨大自然能。它在地球上分布广，具有储量大、洁净，可直接利用和可再生等优势，博得世界各国的青睐。它潜在能量极大，而且开采前景广阔。因此，它成为解决世界能源危机的希望，也成为 21 世纪重要的替代型绿色能源。

据记载，在两三千年前人类就已经开始利用地热能了。起初人类利用温泉浴治疗疾病，后来逐渐利用蒸汽和地热水提取温泉水中的硫黄、碱、硼等地热资源。由于当时人们对地热能的认识不足，利用很受局限。1812 年，意大利人在拉德瑞罗从热泉中提取硼酸。相隔一个世纪的 1904 年，意大利人科思第一次用地下喷出的蒸汽发电，首开世界上利用地热能

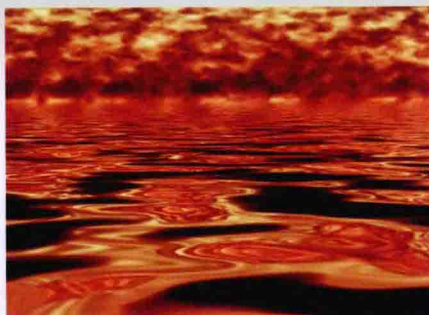


地球上各处的地温有很大差别

发电的先河。19 世纪中叶，冰岛利用地热取暖，成为世界上第一个利用地热系统取暖的国家，到今日它已成为世界上利用地热能最佳的国家之一。目前，世界上已有 80 多个国家利用地热资源，其中以地热采暖最为突出。现在全世界利用地热采暖最先进的前十个国家，是中



国、日本、美国、冰岛、土耳其、新西兰、格鲁吉亚、俄罗斯、法国和匈牙利，其中中国的地热采暖面积占第一位。冰岛首都雷克雅未克被誉为世界著名的“无烟城”，新西兰的罗托鲁阿市 90% 以上居民用地热供热，被称为“地热城”。



地球像个大熔炉

中国利用地热历史悠久，早在唐朝已利用温泉洗浴，陕西临潼骊山温泉华清池因杨贵妃洗浴而闻名。昆明安宁“天下第一汤”、腾冲热海国家地质公园、辽宁熊岳天沐温泉、汤岗子温泉、黑龙江五大连池和吉林长白山天池等，这些温泉都闻名于世。20 世纪 60 年代，我国著名地质学家李四光教授先后在北京和河北组织开发地热，在北京房山打出第一口温泉井，在河北后郝窑利用温泉建立了第一个地热发电站。20 世纪 70 年代后，我国开展大规模的地热资源开发和普查勘探工作，先后在北京、云南、西藏、西安、广东、福建等地区开展地热供暖、医疗保健、地热发电，以及地热在旅游、工农业生产方面的利用，如温室育秧、养鱼育苗等都获得了一定的经济效益和社会效益。随着 21 世纪绿色能源需求量的持续增长，地热开发必须加快步伐，给人类带来新的曙光。



地热水与蒸汽



冰火是不相容的，但在大洋和冻土带的盆地深处，存在着可点燃的冰，而且它还是不污染环境的绿色能源。21 世纪世界上石油资源可能告罄，可燃冰的出现和开发给人类带来新的曙光。目前，全世界已有 30 多个国家和地区发现有 116 处可燃冰矿藏和矿



可燃冰在燃烧

化物，这是十分可喜之事。它的储量估计可供全世界使用千年。但是它很容易升华，造成全球性温室效应，这是人们必须去面对和克服的弊端。

可燃冰于 1810 年首次出现在实验室。1934 年，苏联在被堵塞的天然气管道中发现了可燃冰。由于当时尚未了解认识它，未引起重视。直到 1965 年，苏联在西伯利亚永久冻土带中发现有可燃冰，这才引起全世界科学家的重



海上怪火之谜

视。据专家们估计，它的能量大约是地球上所有化石燃料总能量的 2~3 倍。随后，20 世纪 70 年代至 90 年代，美国在太平洋也发现了可燃冰，苏联在黑海中取得可燃冰样品。美国还在大西洋西部大陆边缘获得可燃冰。1998 年，日本与加拿大合作在加拿大永冻土带打井并取得可燃冰的岩芯。1999 年，日本在静冈县获得雪白的可燃冰，并在 2005 年日本万国博览会上公开展示，为各国参观者揭开了可燃冰的神秘面纱。目前世界上几乎所有的大洋及其陆坡区，以及墨西哥湾、Orco 海盆、白令海、北海、地中海、黑海、里海和阿拉伯海等海域，海底都可取得可燃冰样品。北美普拉得霍湾油田、美国阿拉斯加以及加拿大三角区冻土带地区，也发现有大量的可燃冰。





## 你知道吗

1. 李四光 (1889—1971)，地质学家、构造地质学家、地质教育家，教授、院士。曾任中国地质矿产部部长、地质力学所所长。他是中国地质学会创始人之一，是中国地质事业的奠基人。他创立了地质力学理论，并应用于地质工作实践，为石油地质工作和大庆油田的发现做出了重大贡献。他指导铀矿地质勘查，为核工业的发展奠定了基础。他开创了地震预报的新途径，倡导和推动了地热资源的开发和利用。他为中国地质事业的发展做出了卓越贡献。

2. 化石燃料，亦称为矿石燃料，是指埋藏在地下的煤炭、石油、天然气等。它们是不可再生燃料资源。它们的蕴藏量越来越少，正面临枯竭的危险。同时它们燃烧后排出二氧化碳和硫的氧化物，会造成温室效应和酸雨，污染大气环境。