

高新技术科普丛书

未来无害新能源 可燃冰

WEILAI WUHAI XINNENGYUAN
KERANBING

莫尊理◎丛书总主编

杜正银 杨佩佩 孙建安◎编著



读者出版集团

DUZHE CHUBAN JITUAN

甘肃科学技术出版社

• 高新技术科普丛书 •

未来无害新能源可燃冰

杜正银 杨佩佩 孙建安 编著



甘肃科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

未来无害新能源可燃冰 / 杜正银, 杨佩佩, 孙建安编著.

— 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2012. 1

(高新技术科普丛书 / 莫尊理主编)

ISBN 978 - 7 - 5424 - 1580 - 6

I. ①未… II. ①杜…②杨…③孙… III. ①天然气
水合物—普及读物 IV. ①P618.13 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 281140 号

责任编辑 韩 波

装帧设计 林静文化

出 版 甘肃科学技术出版社 (兰州市读者大道 568 号 0931-8773237)

发 行 甘肃科学技术出版社 (联系电话: 010-61536005 010-61536213)

印 刷 北京飞达印刷有限责任公司

开 本 710mm × 1020mm 1/16

印 张 12

字 数 150 千

版 次 2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 次印刷

印 数 1 ~ 10 000

书 号 ISBN 978 - 7 - 5424 - 1580 - 6

定 价 23.80 元



目 录

第一章 能源大讲堂

第一节 地球人的新忧虑	001
一、能源家族的兄弟姐妹	001
二、全球能源储量揭秘	008
三、日益衰落的能源家族	009
四、潜伏在中国人身边的新危机	010
第二节 为你欢喜为你忧	012
一、能源家族新成员	012
二、不完美的天使	013
三、乌龟的呐喊——我国新能源的困境	014
四、可以燃烧的冰——无害新能源	017

第二章 揭开可燃冰的神秘面纱

第一节 火焰和冰的美丽之约	019
---------------------	-----



一、可燃冰的身世之谜	020
二、击破冰火两重天的谎言	025
三、解剖可燃冰的神秘大脑	026
四、不走寻常路的可燃冰	028
五、海陆双栖的冰美人	032
第二节 化蛹成蝶的蜕变——可燃冰的成长	032
一、“娇生惯养”的可燃冰	032
二、海底世界的历险成长	033
三、可燃冰的陆上传奇	034
第三节 投冰问路，激起千层浪	035

第三章 探索者的兴趣所在——我的神秘踪迹

第一节 全球追踪可燃冰	038
一、可燃冰的发现之旅	038
二、聚焦南海	043
三、木里的欢呼	048
第二节 我的地盘我做主	051
一、揭秘冰美人的全球据点（全球分布）	052
二、可燃冰的东方家园（我国分布）	056
第三节 全球有多少冰可以燃烧？	059
一、海洋里究竟有多少可以燃烧的冰？	060
二、陆地上有多少冰美人？	063
三、中国可燃冰是全球最多的么？	063



第四章 可燃冰的勘探征途

第一节 世界各国为我而努力	068
第二节 双重性格的可燃冰	075
一、特立独行的可燃冰	075
二、害羞的可燃冰	078
第三节 能源大冒险，勘探新武器	081
一、海底地质取样与深海钻探	081
二、地震地球物理探查	082
三、流体地球化学探查	082
四、微地貌勘测与海底视像探查	083
五、海底热流探查	083
第四节 我国可燃冰勘探的难题	083

第五章 地球人沸腾了

第一节 可燃冰的开采现状	085
一、西伯利亚的火焰传奇（麦索亚哈气田的开采）	087
二、美洲大陆的蓝色火焰（麦肯齐三角洲的神奇发现气田试 开采）	093
三、阿拉斯加的冰焰王国	095
四、东方大地的冰国童话	096
第二节 人类进驻可燃冰王国的新助手	100



一、“热解”法	101
二、“降压”法	102
三、CO ₂ 置换甲烷	102
四、固态开采法	103
五、添加化学剂法	103
六、其他方法	104
第三节 进驻可燃冰王国的白皮书（开采可燃冰的原则）	105
第四节 阻碍可燃冰开采的三只“拦路虎”	106
一、老大技术虎（技术瓶颈）	107
二、老二拜金虎（经济）	107
三、老三环境虎（环境）	108

第六章 可燃冰离我们有多远

第一节 环保卫士——可燃冰	111
一、势力庞大的可燃冰王国	111
二、随遇而安的环保卫士	114
第二节 商界新秀——可燃冰	115
一、可燃冰的开发技术概述	115
二、能源王国的新皇帝	119
三、可燃冰先生与中国企业的新合作	124

第七章 阿拉丁神灯里的巨人——可燃冰

第一节 巨人会失控么？（可燃冰解放了）	127
---------------------------	-----



一、谁让巨人失控了？	127
二、失控的后果	129
第二节 潘多拉魔盒	132
一、解密百慕大谋杀案（吞噬过路船只的神秘杀手（百慕大之谜））	132
二、挪威上演现实版海底山崩	140
三、大西洋 Cape Fear 滑坡之谜	141
四、让地球发烧的幕后黑手	142
第三节 人造可燃冰	155

第八章 可燃冰的未来不是梦

第一节 未来能源之星——可燃冰	157
第二节 可燃冰的天地	160
一、解决全球能源危机	160
二、能源替代品	160
三、甲烷科技研究前沿	161
第三节 巨资打造可燃冰新引擎	163
一、可燃冰的宏伟蓝图	163
二、可燃冰的新“伯乐”	170
三、可燃冰开发的“强心针”	174

参考文献	176
------------	-----





第一章 能源大讲堂

第一节 地球人的新忧虑

一、能源家族的兄弟姐妹

你知道吗？地球上的能源家族是很庞大的，而且经过人类不断的开发与研究，更多新型能源成员已经开始能够满足人类的需求。概括地说凡是能被人类利用以获得有用能量的各种来源都可以加入到能源

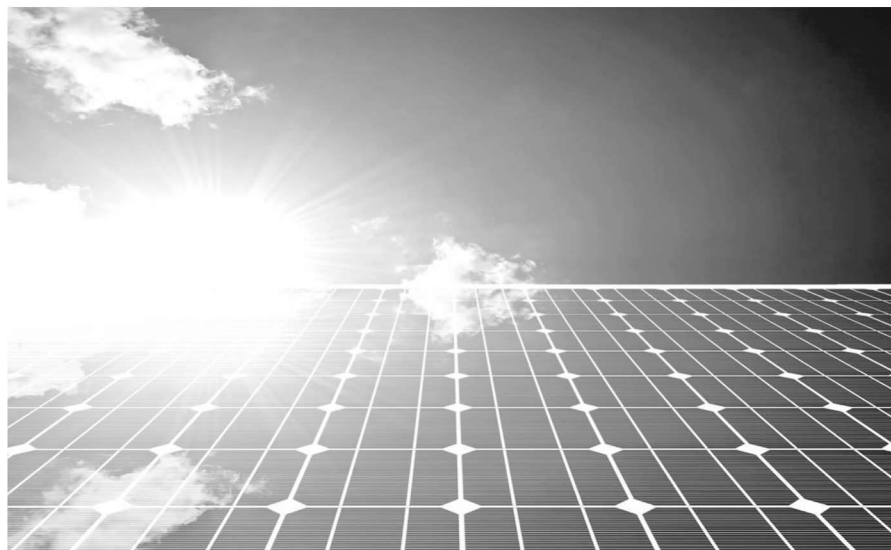


图 1.1 太阳能



家族中来。根据不同的划分方式，能源家族可分为不同的类型。主要有以下六种分法：

（一）按来源可分为三大家族

第一家族是来自于地球外部天体的能源（主要是太阳能）。人类从太阳那里直接或间接地获取所需能量的绝大部分。各种植物通过光合作用直接把太阳能转变成化学能在植物体内贮存下来。煤炭、石油、天然气等化石燃料也是由古代理在地下的动植物经过漫长的地质年代形成的。它们实质上是由古代生物固定下来的太阳能。另外，水能、风能、波浪能、海流能等也都是由太阳能转换来的。

第二家族是地球本身蕴藏的能量，如原子核能、地热能等。原子核的结构发生变化时能释放出大量的能量，称为原子核能，就是我们俗称的原子能。放射性同位素放出的射线在医疗卫生、食品保鲜等方面的应用是原子能应用的重要方面。另外，利用铀、钚、钍等核燃料在核反应堆中核裂变所释放出的热能，可以将水加热成高温高压蒸汽以驱动汽轮发电机组发电，发电是核能最常见的用途。地热能是由地壳抽取的天然热能，这种能量来自于地球内部的熔岩，并以热力形式



图 1.2 地热能



存在，是引致火山爆发及地震的能量。运用地热能最简单和最合乎成本效益的方法，就是直接取用这些热源，并抽取其能量。

第三家族是地球和其他天体相互作用而产生的能量，如潮汐能。潮汐能是以势能形态出现的海洋能，是指海水潮涨和潮落形成的水的势能与动能。潮水在涨落中蕴藏着巨大能量，这种能量是永恒的、无污染的能量。潮汐作为一种自然现象，为人类的航海、捕捞和晒盐提供了方便。更值得指出的是，它还可以转变成电能，给人带来光明和动力。在海洋各种能源中，潮汐能的开发利用最为现实、最为简便。



图 1.3 潮汐发电



图 1.4 风力发电





图 1.5 天然气的使用

(二) 按能源的基本形态分为两大家族：一次能源和二次能源。

一次能源即天然能源，指在自然界中以天然形式存在并没有经过加工或转换的能量资源，如煤炭、石油、天然气、水能等。其中包括水、石油和天然气在内的三种能源是一次能源的核心，它们成为全球能源的基础。除此以外，太阳能、风能、地热能、海洋能、生物能以及核能等可再生能源也被包括在一次能源的范围内。二次能源是一次能源经过加工转换成另一种形态的能源。主要有电力、焦炭、煤气、蒸气、热水，以及汽油、煤油、柴油、重油等石油制品。在生产过程中排出的余能、余热，扣高温烟气、可燃性废气、废蒸气、废热水等也属于二次能源。一次能源无论经过几次转换得到的另一种能源，都叫二次能源。比如，电能是由煤炭、石油、天然气、水力等一次能源转换来的。而燃煤的火力发电厂，煤炭燃烧之后先变成蒸汽（热能），蒸汽再去推动汽轮机变成机械能，汽轮机带动发电机变成电能。一共转换了三次，但不能称为三次能源，仍把它叫为二次能源。

(三) 按能源性质分为燃料型能源（煤炭、石油、天然气、泥炭、木材）和非燃料型能源（水能、风能、地热能、海洋能）两大家族。



图 1.6 海洋能

最早的燃料木材，以及后来所用的各种化石燃料，如煤炭、石油、天然气、泥炭等，是人类所利用的自己体力以外的能源。属于燃烧型能源。现正研究利用非燃烧型能源，如太阳能、地热能、风能、潮汐能等，当前化石燃料消耗量很大，但地球上这些燃料的储量有限，未来铀和钍将提供世界所需的大部分能量，一旦控制核聚变的技术问题得到解决，人类实际上将获得无尽的能源。

（四）根据能源消耗后是否造成环境污染可分为污染型能源和清洁型能源两大家族。

污染型能源是指人类利用过程中会污染环境的能源。包括煤炭、石油类能源，它们在燃烧过程中会产生大量二氧化碳、硫氧化物、氮氧化物及多种有机污染物，严重污染环境，危害人类的健康。

清洁型能源家族是不排放污染物的能源，它包括核能和“可再生能源”。核能虽然属于清洁能源，但消耗铀燃料，投资较高，而且几乎所有使用绿色能源的国家，包括技术和管理最先进的国家，都不能





图 1.7 电网

保证核电站的绝对安全，故考虑以可再生能源代替核能。可再生能源是指原材料可以再生的能源，包括水力、电力、太阳能、风能等。可再生能源是最理想的能源，不存在能源耗竭的可能，因此受到许多国家的重视，尤其是在能源短缺的国家备受推崇。但是可再生能源的投资和维护费用高，效率低，所以使用可再生能源成本高，现在许多科学家在积极寻找提高利用可再生能源效率的方法，相信随着地球资源的短缺，可再生能源将发挥越来越大的作用。

（五）根据能源的使用类型分为常规能源和新型能源两大家族。

常规能源也叫传统能源，是指使用比较普遍、利用技术上比较成熟的已经大规模生产的能源，包括一次能源中的可再生的水力资源和不可再生的煤炭、石油、天然气等资源。它是促进社会文明进步的主要能源。但是常规能源的储藏是有限的，并且常规能源的大量消耗带来了许多环境问题，如温室效应、酸雨、光化学烟雾，另外常规能源燃烧时产生的浮尘也是一种污染，这些污染既损害人体健康，又影响动植物的生长，破坏经济资源，损坏建筑物及文物古迹，严重时可改



变大气的性质，使生态受到伤害。

为了缓解常规能源的供给不足，从根本上减少环境污染、应对气候变化、改善生态环境，保证能源可持续性供应以及能源安全，许多国家将开发利用新型能源作为能源战略的重要组成部分，并提出明确的新能源发展目标。新型能源是新近利用或正在着手开发的能源，有水能、核能、太阳能、风能、生物质能、氢能、地热能和潮汐能等许多种。新型能源有其自身的优缺点，目前还处于研究、发展阶段，是未来的主要能源之一。

（六）根据能源的形态特征或转换与应用的层次进行分类。

世界能源委员会将能源家族分为：固体燃料、液体燃料、气体燃料、水能、电能、太阳能、生物质能、风能、核能、海洋能和地热能。其中，前三个类型统称化石燃料或化石能源。已被人类认识的上述能源，在一定条件下可以转换为人们所需的某种形式的能量。比如薪柴和煤炭，把它们加热到一定温度，它们能和空气中的氧气化合并放出大量的热能。我们可以用热来取暖、做饭或制冷，也可以用热来产生蒸汽，用蒸汽推动汽轮机，使热能变成机械能；也可以用汽轮机带动发电机，使机械能变成电能；如果把电送到工厂、企业、机关、



图 1.8 核弹爆炸产生的能量





农牧林区和住户，它又可以转换成机械能、光能或热能。

上述可以看到能源家族的兄弟姐妹还是很多的，但他们谁多谁少，谁富又谁贫困呢？我们一起来了解一下全球能源的储量。

二、全球能源储量揭秘

先看一下石油的世界总储量，悲观地估计为 2700 亿吨，乐观地估计为 6500 亿吨，在油砂和油页岩中还有 7000 亿吨。但能经济地回采的约有 1750 亿吨。按悲观估计，回采量最少约 1000 亿吨。照目前世界年耗油量 30 亿吨推算，可用 130 年左右。但是全世界已查明的石油可采储量仅 879 亿吨。如每年开采 30 亿吨，不到 30 年就可用光。

再来了解一下天然气储量，约有 1800 亿吨到 4000 亿吨。全世界天然气的可采储量为 70 多亿立方米。有一种看法是，目前全世界可开采的天然气总储量高达 281 亿立方米，也只满足 170 年的需求。

对于煤炭呢？目前已证实的储量为 14000 亿吨。按目前全世界的耗煤量计算，可用 500 年。还有一种估计是，全世界煤储量的预测量是 10 万亿吨，但可供采掘的只有约 7000 亿吨。以每年开采量 34 亿吨计算，只能维持 200 年。

铀呢？铀的可供作核燃料的矿产资源储量为 400 万吨，仅西方世界已证实有 209 万吨。即使核技术迅速发展，这个储量也要到快中子增殖反应堆迅速生产出比自身所消耗的还要多的核燃料之后很长一段时间才用完。还有，世界水力资源的理论蕴藏量 38 亿千瓦，可开发的有 11 万千瓦/小时。

目前，人类使用的能源最主要是非再生能源，如石油、天然气、煤炭和裂变核燃料约占能源总消费量的 90% 左右，再生能源如水力、植物燃料等只占 10% 左右。世界能源储量最多是太阳能，在再生能源中占 99.44%，而水能、风能、地热能、生物能等不到 1%。在非再生能源中，利用海水中的氘资源产生的人造太阳能（聚变核能）几乎占 100%，煤炭、石油、天然气、裂变核燃料加起来也不足千万分之一。所以，人类使用的能源归根到底要依靠太阳能，太阳能是人类永恒发展的能源保证。



世界能源储量分布是不平衡的，具体是怎样分布的呢？石油储量最多地区是中东占 56.8%；天然气和煤炭储量最多是欧洲，各占 54.6% 和 45%。亚洲大洋洲除煤炭稍多（占 18%）以外，石油、天然气都只有 5% 多一点。据预测，全世界石油储量只够开采 30 ~ 40 年，天然气约 60 年。

相对来说，能源家族的兄弟姐妹有的优秀，有的平庸，优秀的要保持优秀，平庸的要努力追上来，做到这些都是很不容易的，你有没有为能源家族企业的发展而担忧呢？

三、日益衰落的能源家族

能源家族正在面临危机，什么叫能源危机呢？由于石油、煤炭等目前大量使用的传统化石能源枯竭，同时新的能源生产供应体系又未能建立而在交通运输、金融业、工商业等方面造成的一系列问题统称能源危机。

根据经济学家和科学家的普遍估计，到本世纪中叶，也即 2050 年左右，石油资源将会开采殆尽^[11]，其价格升到很高，不适于大众化普及应用的时候，如果新的能源体系尚未建立，能源危机将席卷全球，尤以欧美极大依赖于石油资源的发达国家受害为重。最严重的状态，莫过于工业大幅度萎缩，或甚至因为抢占剩余的石油资源而引发战争，想想真可怕。

为了避免上述窘境，目前美国、加拿大、日本、欧盟等都在积极开发如太阳能、风能、海洋能（包括潮汐能和波浪能）等可再生新能源，或者将注意力转向海底可燃冰（水合天然气）等新的化石能源。同时，氢气、甲醇等燃料作为汽油、柴油的替代品，也受到了广泛关注。你听说过吗？目前国内外热情研究的氢燃料电池电动汽车，就是此类能源中介应用的典型代表。

能源是很有用的，它是整个世界发展和经济增长的最基本的驱动力，是人类赖以生存的基础。自工业革命以来，能源安全问题就开始出现。伴随着人类社会对能源需求的增加，能源安全逐渐与政治、经济安全紧密联系在一起。两次世界大战中，能源跃升为影响战争结

