

氦-3

是什么

许芳 刘晓红 张捷 彭虹 编著



冶金工业出版社

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

内 容 简 介

本书详尽地描述了氦-3 是什么, 分析了世界能源尤其是新能源及其发展趋势, 对目前世界上关于氦-3 的各种尖端技术做了详尽的分析和描述, 同时也对与获取氦-3 相关的世界各国的太空航天活动进行了回顾。读者在阅读本书后将对如何开发氦-3 作为一种新能源这一新奇事物有所了解, 并进一步认识世界能源开发的发展趋势。

本书为科普读物, 可作为中学生以及高等院校学生的课外读物, 也适合于对氦-3 感兴趣、关心世界能源发展趋势的读者阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

氦-3 是什么/许芳等编著. —北京: 冶金工业出版社, 2006. 6

ISBN 7-5024-3991-9

I. 氦… II. 许… III. 氦-3—基本知识
IV. 0613. 11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 044970 号

出版人 曹胜利 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 马文欢 (E-mail: whma2005@126.com) 美术编辑 李 心

责任校对 杨 力 李文彦 责任印制 牛晓波

北京百善印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2006 年 6 月第 1 版, 2006 年 6 月第 1 次印刷

850mm × 1168mm 1/32; 7. 125 印张; 189 千字; 217 页; 1-3000 册

12. 00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010) 64044283 传真: (010) 64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号 (100711) 电话: (010) 65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

冶金工业出版社部分图书推荐

书 名	作 者	定价(元)
星际之旅丛书		
星系和大宇宙	湛穗丰	9.50
小天体追踪	姜 薇	7.90
相约大行星	思 途	6.90
太阳·地球·月亮	王建华	7.80
星空,你好!	李芝萍	7.90
隐形财富	胡大平	15.00
志怀集	肖纪美	25.00
材料学方法论的应用——拾贝与贝雕	肖纪美	25.00
治学体会漫谈——类比交叉法的广泛应用	肖纪美	15.00
材料学的方法论	肖纪美	15.60
投资项目可行性分析与项目管理	王维才	29.00
大学生卫生保健常识	郭风云	13.00
集邮学基础	邵明亮	28.00
物理科学与认识论	李浙生	26.00
不确定性科学决策方法	于学馥	20.00
倏忽之间——混沌与认识	李浙生	15.00
实用应用文写作	杨振清	18.00
生活调色板——手工制作	刘淑珍	16.00
生活调色板——社交礼仪	王世平	9.80
生活调色板——家庭理财	吴 笛	13.00
生活调色板——插花与盆栽	宁玲玲	11.00
生活调色板——美容美发	吉 连	12.00
生活调色板——烹饪常识	牛京刚	19.80
国有企业公司化改制操作实务	王治祥	35.00
经济增长的引擎——信息化	吴 刚	18.00
智能管理系统研究开发及应用	郝焕平	20.00
全球企业战略联盟模式与案例	[美]雷费克·卡尔潘	28.00
全面规范化生产维护——从理念 到实践(第2版)	李葆文	38.00
市场竞争模拟——经营决策的 好帮手(第2版)	瞿国忠	16.00
知识工程与知识发现	杨炳儒	85.00

前 言

氦-3 是什么？世界各国的人们都对它非常感兴趣，近年来人们对氦-3 的研究方兴未艾。在报纸和网络上随处可见世界上很多国家关于开发利用氦-3 的设想和宏伟计划。俄罗斯已经宣布了要在 2020 年在月球上建立永久基地以开采氦-3，并在月球上建发电厂。而开发月球上丰富的氦-3 也成为美国国家航天局进行月球开发计划的重要内容之一。中国在载人飞行计划得以成功实施后，也将开发月球的氦-3 资源提上了议程。

氦-3 为什么能有这么大的吸引力，人们为什么要舍近求远飞向月球寻找资源呢？我们地球上的能源状况现在怎样？氦-3 到底是什么呢？它为什么被科学家们称为完美能源？有关氦-3 的科学研究有哪些呢？

这些问题对于热爱地球，关心世界能源未来的人们来说是非常重要的，基于这个原因，几个初出茅庐的青年科学工作者，怀着对新能源的浓厚兴趣，查阅了大量资料，编成本书。

本书不仅介绍了氦-3 何以能作为一种崭新的完美能源，对氦-3 的来历和相关科学研究都做了翔实的分析和

报道，对目前世界各国的能源状况、全球的能源开发趋势也进行了分析。相信大家在阅读本书后将对如何开发氦-3 作为一种新能源这一新奇事物有所了解，也会对目前的世界能源局势以及世界航天史有一定认识，这也是作者编写此书的目的。

作 者

2006 年 3 月

目 录

开篇的话	1
第一章 硝烟弥漫的能源争夺战	4
第一节 能源	4
第二节 量入为出的年代	8
第三节 常规能源带来的污染	19
一、大气污染	19
二、酸雨	20
三、全球变暖	21
四、石油泄漏	22
五、水力污染	22
六、核能	23
第四节 能源危机：出路在何方	24
第五节 中国 21 世纪能源发展战略	32
一、关于中国能源发展战略措施的提议	33
二、中国能源的发展战略要点	34
参考文献	38
第二章 寻找新能源——有待进一步研究	
开发的各种新能源	39
第一节 新能源从哪里来	39
一、新能源可以从反物质来	39
二、新能源可以从反重力来	40
三、新能源可以从月球上来	40

四、新能源可以从海底来	41
五、新能源可以从氢原子来	41
第二节 各种新能源	41
一、太阳能	41
二、生物质能	45
三、风能	49
四、水能	51
五、地热能	53
六、海洋能	53
七、氢能	54
八、新秀可燃冰	58
第三节 核能和完美能源氦-3	61
一、核能	61
二、完美能源氦-3	68
参考文献	70
第三章 氦-3 的奥秘	71
第一节 稀有气体简介	71
一、稀有气体的发现	71
二、稀有气体的用途	74
第二节 原子结构的探索	78
一、 α 射线的发现	78
二、电子的发现	80
三、原子模型的提出	83
四、质子和中子的发现	87
五、有着杰出贡献的卢瑟福	90
第三节 氦 气	91
一、地球上氦的发现	91
二、氦的原子结构	93
三、氦的应用	97

四、氦的来源和分离	99
第四节 同位素的探索	104
一、放射性化学的开端	104
二、同位素概念的提出	107
三、同位素原子量的测定——质谱仪的问世	109
四、同位素研究令化学家们一扫困惑	111
五、阿斯顿和卡文迪许实验室	112
第五节 氦-3	116
一、氦-3 的来源	116
二、氦-3 的获取——到月球上去，揭开月球 神秘的面纱	118
三、有趣的“固体穿墙”	123
参考文献	126
第四章 由氦-3 能源看航天史	128
第一节 登月之缘由	128
第二节 中国：守得云开见月明	131
一、中国登月的目的与计划	132
二、中国登月的巨大意义	133
三、中国航天史	137
第三节 美国：欲上青天独揽月	146
第四节 其他国家和地区：众星翘首争望月	152
一、俄罗斯	153
二、欧洲	159
三、加拿大	162
四、印度	162
五、日本	164
六、韩国	166
七、巴西	166
八、乌克兰	167

第五节 未来世界：八千里路云和月	167
参考文献	169
第五章 与氦-3 相关的技术及其应用	171
第一节 氦-3 发电	171
第二节 中子测水	172
一、工业上常用的测水法与中子测水法	172
二、农业上常用的测水法与中子测水法	176
三、中子散射	179
第三节 低温技术	181
一、超流现象的发现与诺贝尔奖	181
二、超流氦的应用	186
第四节 诱发突变	198
一、氦-氖激光	199
二、基因枪法	201
第五节 同位素示踪	205
一、关于海洋	207
二、关于地质	208
参考文献	211
后记 关于 21 世纪科技进步的展望	214

开 篇 的 话

话说在当今世界，俄罗斯和美国正在大张旗鼓地进行着航天发展大比拼，但是现在他们不只是像过去那样拼比谁先去月球了。他们都在暗地里发展太空技术，都在造航天飞船，要飞向太空、飞到月球。干什么呢？他们要从月球上开发氦-3！俄罗斯更夸下海口要在太空领域里东山再起，十年内在月球建立基地，从那里获取氦-3。而面对俄罗斯的挑战，美国国家航空航天局被迫修改了原来制定的登月计划。中国在顺利完成载人航天计划后，也开始了“嫦娥奔月”计划，准备着手登上月球。现在各国的航天计划，可以说少不了开发月球上的氦-3 的内容，这氦-3 是什么呢？

科学家们回答：氦-3 可以作为一种新能源。

人类从其出现的第一天开始，就要依靠食用自然界中的动植物来维持自己的生命，学会了“钻木取火”后，便开始靠燃烧树木取得热能。虽然那时只能利用燃烧的篝火来熟食、御寒、照明、防止野兽袭击等，但使用火在人类发展史上是一件具有标志性意义的大事。

到了农业社会，人们除了利用能源来维持生命外，还学会将能源作为生产的动力，但那时还只能利用自己的体力和畜力，后来偶尔也利用一些风力和水力，但利用的水平极为初级，利用的规模微不足道，所以社会的生产力极为低下，发展也极为缓慢。

18 世纪发生的产业革命，之所以有那样重大的意义，就在于人类在利用能源上发生了质的飞跃，学会了将热能转变为机械能作为生产动力，从而使社会的发展有了强大的动力，人类开始步入现代社会。

在 21 世纪的今天，科技迅速发展，能源问题日益突出。世

界各国都在寻找先进的技术手段以开发新的能源。为此，人们寻找了各种能源，从最初的煤、石油到太阳能、水能、风能，再到核能、地热能以及现在新兴的氦-3 能源，这些能源使人们对美好未来充满了无限幻想。究竟什么是氦-3 呢？

氦-3 是氦的同位素，氦在自然界有两种稳定同位素：氦-4 和氦-3。在历史上关于氦和氦-3 的发现还有不少趣闻，而氦-3 作为氦的一种同位素这一概念也需要从化学的角度来了解一下。用氦-3 做能源具有意想不到的好处，其发热能量高。仅仅 100t 氦-3 通过核聚变发电就够全世界使用一年了。氦-3 在地球上含量较少，随着人们对月球的逐步了解，人们发现，月球上蕴藏着丰富的氦-3。如果能将其运回地球，进行核聚变发电，将彻底解决人类的能源危机。目前各国都在登月计划中加入了开发氦-3 的研究，中国也在积极地筹备当中。在当今世界，人们都在研究氦-3 作为一种超大威力的核聚变反应材料的可行性，同时也开展了关于氦-3 在其他领域应用的科学研究，而氦这个惰性气体元素本身也是非常神奇的。各国的科技报道都提到了在月球上有丰富的氦-3 云云，大家都争先恐后地制定登月取氦计划。

航天技术是当代高科技的典型代表，反映了一个国家的综合国力和科学技术的整体水平。在前苏联和美国于 20 世纪先后研制和成功发射人造卫星后，航天技术开始朝着进一步深化和应用化方向发展。出于扩大政治和科技影响的考虑，在苏美继续发展运载火箭、人造卫星、空间探测器来探索空间应用的同时，载人太空竞赛也于 20 世纪 50 年代末正式拉开了序幕。在一次次的太空竞赛中，美国和前苏联先后登上了月球，在月球上发现了氦-3 这一神奇宝藏，核科学家们也发现了氦-3 作为核聚变反应材料带来的清洁、无污染、高能量的完美属性。面对当前紧张的能源局势，氦-3 的出现无疑是一剂良药。

氦-3 除了在能源方面具有突出的优点外，在科技方面还有着更为广泛的应用。例如，在一些工业生产中利用氦-3 可以进行中子测水；当今物理学界还有一个伟大的发现，就是氦-3 的

超流体特性，即当温度降低到绝对零度附近时，氦-3 会出现一种超流体的神奇的特性，对于超流氦的成因、氦-3 的特殊超流现象以及制取超流氦的方法都是当今科学界研究的热点；利用氦-3 可以诱发突变，进行诱变育种；还有利用氦-3 进行同位素示踪等等很多方面的应用。氦-4 作为氦的另一种同位素也有着广泛的应用，例如可以用超流氦-4 作为冷却介质用于超导器件和空间探测元件的冷却，用于冷冻医疗和诱导突变育种等等。

讲到这里，亲爱的读者朋友们一定很想知道这个氦-3 到底是什么了，那就慢慢翻看本书吧！



硝烟弥漫的能源争夺战

第一节 能 源

在了解氦-3 之前，让我们先来了解目前世界上正在使用的都有哪些能源吧。

能源为人们的生产和生活提供各种能量和动力，无论是科学实验，还是工业生产以及人类的日常生活都需要能源。在某种意义上，能源的开发和有效利用程度以及人均消费量是生产技术和生活水平的重要标志。在不同的历史时期，由于人们的技术条件所限制，能源的形式也是不同的。

能源有很多形态，如热能、电能、光能、磁能、机械能和化学能等。能源有很多种分类方法，例如可将能源分为一次能源和二次能源。一次能源是指自然界本来就有的能源，可直接从自然界取得而不改变其基本形态，如煤炭、石油、天然气、水能、核能、太阳能、生物质能、潮汐能、地热能；二次能源是一次能源经过转化或者加工的能源，如电能、焦炭、煤气、蒸汽、热水、汽油、柴油、重油等。一次能源无论经过几次转化得到的都是二次能源。一次能源又可按来源分为地球外、地球内、地球与其他天体相互作用的三类。来自地球外的一次能源主要是太阳能。水能、风能、洋流力和海洋深层与表层的温差能，以及由植物通过光合作用吸收积累太阳能而形成的生物质能都与太阳能相关，因此都属于一次能源。那么扩大范围而言，煤、石油、天然气等一次能源都是由生物蓄积的太阳能；来自地球内部的一次能源是地热能和原子核能；而地球与其他天体相互作用的则是潮汐能。

按照是否短期内可以恢复再生，又可将能源分为可再生能源和非再生能源。可再生能源理论上是指永远不会枯竭的能源。这种能源物质可以快速地循环或补充，如水能、太阳能、生物质能、风能、潮汐能、地热能。它们取之不尽、用之不竭，是人类未来能源的主要选择。非再生能源是指循环的时间极长，使用后在短期内很难补充的能源，因此有耗尽的可能。如煤、石油、天然气和核能。非再生能源总有枯竭的一天，而全世界范围内，目前用得最多的还是煤、石油和天然气等非再生能源，因此当今世界对能源的研究主要以新的可再生能源为主。

随着科技进步，对能源的迫切需求迫使人们寻找新的能源，能源又可以分为常规能源和新能源。两者不同之处在于使用的历史时间的长短和范围大小。石油、天然气、煤炭和核能等这些大量消耗的能源为常规能源，世界的能源消费几乎都是依靠这些能源。新能源是指太阳能、风能、地热能、海洋能、潮汐能和生物质能等尚未被大规模利用且正在研究、有待推广的一次能源。新能源的特点是能量密度小、利用效率低、利用条件受科技、经济水平的限制，目前还处于研究和发展的阶段。

下面，让我们来了解这些能源吧。

煤（见图 1-1）是远古时代的植物枯死后被冲流沉积在地

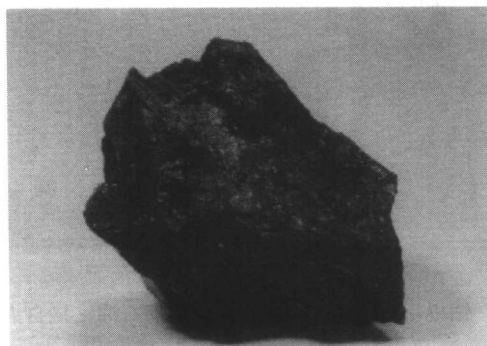


图 1-1 煤

下，经过很长的时间以及地壳的变动，在不同的压力和温度下逐渐炭化而形成的。目前因为煤非常易得，人们普遍使用。煤经过燃烧后放出大量的热能可推动机械做功和发电。目前对煤的使用大多是采取直接燃烧的方法，这样使用效率低，且煤中含有不少有害元素，如硫等，燃烧时变成有害气体，造成严重的环境污染。煤是不可再生能源，现有煤炭的储藏量估计只够人类使用几百年。

石油（见图 1-2）是古代的动物体和泥沙一起沉积在湖泊中，形成水底的淤泥，到达一定厚度时与氧气隔绝，从而防腐，又在地层的高温高压下，经过石油菌和硫磺菌的作用，其生物体分解而形成的。在地下水流动下，分散的石油滴慢慢向地下空隙裂缝中聚积，从而形成油田。中东有非常丰富的石油资源，是因为那里有非常有利的各种形成石油的地质条件。石油是优质的化工原料，经过简单的低温蒸馏可以提炼得到石油醚、汽油、煤油、重油、柴油、润滑油、石蜡和沥青等，现在多采用更为有效的热裂解和催化热解方法来分解石油，可以得到多种化工产品，如乙烯、丙烯、丁烯、苯、甲苯等。这些化工原料可以制造各种工农业生产和人们生活所需的产品，但早期无节制地开采和滥用已经造成严重的环境污染。

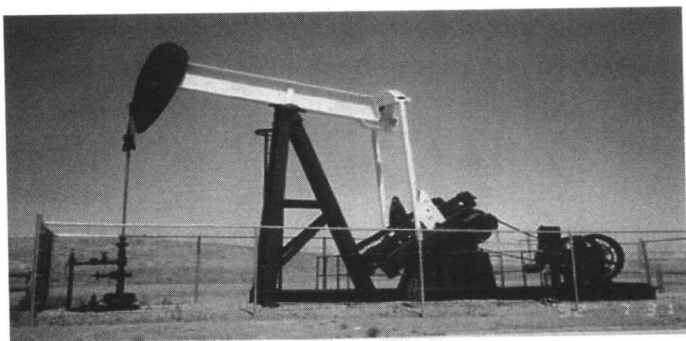


图 1-2 钻机正在向地上钻孔，发掘地下石油（摘自人民网）

天然气是碳氢化合物，其形成过程和石油基本相同，只是分解的细菌不同，它的分解菌是嫌气菌。天然气主要成分是甲烷，

占 90% 以上。天然气常常和油埋藏在同一个地方，比重轻，常位于石油的上面，也有单独位于地下的。

太阳能比较分散，需要用效率较高的集热器收集集中起来。常见的利用太阳能的装置有，太阳能热水器、太阳能采暖房、太阳能蒸馏、太阳能干燥和太阳能电池等。太阳能取之不尽，但能量密度低，易受天气的影响，因此应用受到一定限制。

核能有两种：核聚变和核裂变，通常说的核能指的是核裂变，一般是中子撞击分裂物，使之分离释放出能量以及快速运动的中子，这些中子又撞击分裂了的物质使分裂连锁进行，产生高温蒸气，从而产生动力。燃料能量高度集中，核能只需要小量的原料就可以产生巨大的能量。核裂变的物质铀蕴藏量丰富，足够长期使用，制作成本也相对较低，但会造成一定的放射性污染，核废料处理也是个备受重视的问题。

地热是地球深处的岩浆和放射性物质的衰变产生的能量。地热能的储量是非常巨大的，但是受地质条件的制约，开发比较困难。

潮汐能是海水因为地球、月亮和太阳相互作用形成潮力而涨潮落产生的。可以利用涨潮落时水的落差推动发电机发电，潮汐能发电用水量受自然条件影响小，全年发电比较稳定，开发容易，且不用更改地理环境，不淹没土地，不破坏生态平衡。

波浪发电是把波浪的动能转化成电能。根据波浪的上下振动可以设计波浪发电装置，因为波浪是不稳定的，而且发电装置还要受到海水腐蚀和浪潮侵袭的破坏，所以波浪发电一般效率比较低，目前只使用在小型电源上，这限制了波浪发电的发展。

电能是大家熟悉的二次能源，现在使用相当普遍。电能需要依靠各种一次能源加工产生。如火力发电是将煤和石油等的化学能转变成电能。水力发电是利用水的动力产生的机械能转化成电能。核能发电是把原子核能转变成电能。其中，热能发电因其能量转换环节过多而效率最低，只有 30% ~ 40% 的热能转化成电能。

水能等动力发电效率较高。水力发电成本较低，且没有污染，是一种价廉的电能生产方式。全世界水能蕴藏极为丰富，但因开发程度原因差异比较大。最早人们利用水能做机械功，从19世纪末期开始，人们利用水能发电。

酒精做能源。最早是美国因为石油危机，提出了以木板树叶等提炼酒精。生产汽车用酒精是个比较好的发展方向，因为酒精燃烧只产生二氧化碳和水，空气污染可以大大减少。

第二节 量入为出的年代

国际背景：能源危机，正一步步向我们逼近……

能源是当代人类社会运转的根本，当能源供应发生困难时，能源危机就来临了！

近年来，现代工、农业和国防、科技事业都在迅速发展，各国对能源的消耗量显著增加，年增长率达到5%~6%。近100年内，世界动力消耗的燃料增加了20倍！尤其近30年来，能源消耗指数更是呈直线上升。20世纪60年代初，全球初级能源消耗量每年平均约40亿t煤当量；70年代初已达到80亿t。进入80年代后，能源消耗指数的增长更加迅速，据1991年2月25日德国《新时代报》报道，世界范围内的非再生能源消耗指数1980~1989年增长了200亿t，全世界的能源消耗不断地增长，加之世界的能源资源分布不平衡，必然导致能源危机时代的到来。

世界非再生能源的消耗结构在近20年中发生了很大变化。在现有的非再生能源中，主要依靠煤、石油和天然气三大能源。据统计，在第二次世界大战结束以来的45年中，引起国际石油市场重大变动的事件多达8次，平均每五六年发生一次。从1973发生第一次石油危机到1989年期间，煤炭消耗量由28.3%上升到31.1%；天然气由18.1%上升到23.1%；水力由5.4%