

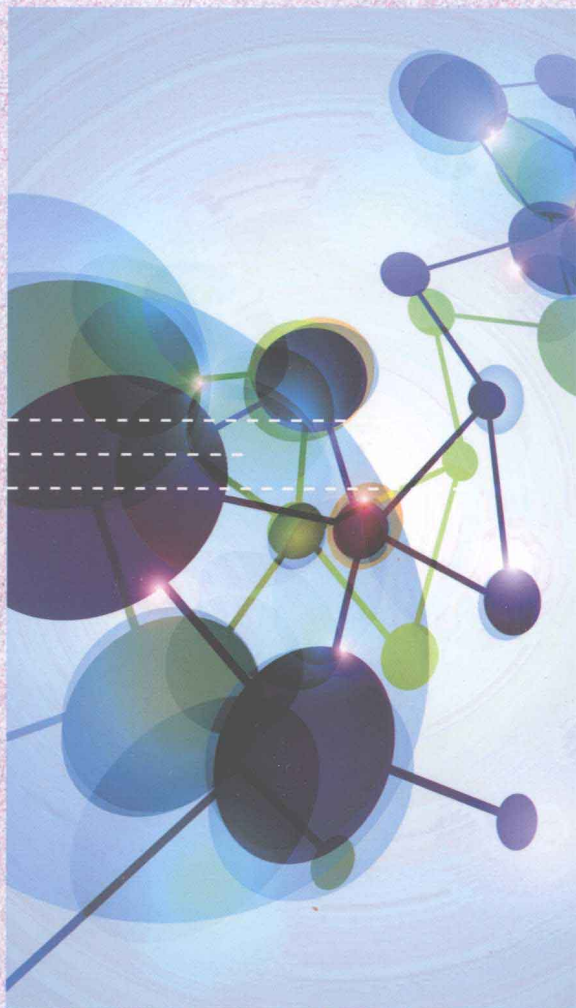
化学与生活系列丛书

HUAXUE YU SHENGHUO XILIE CONGSHU

主 编◎潘鸿章

# 化学 与 能源

HUAXUE  
YU  
NENGYUAN

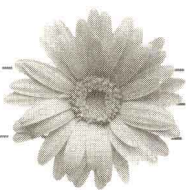


北京师范大学出版集团  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP  
北京师范大学出版社

化学与生活系列丛书

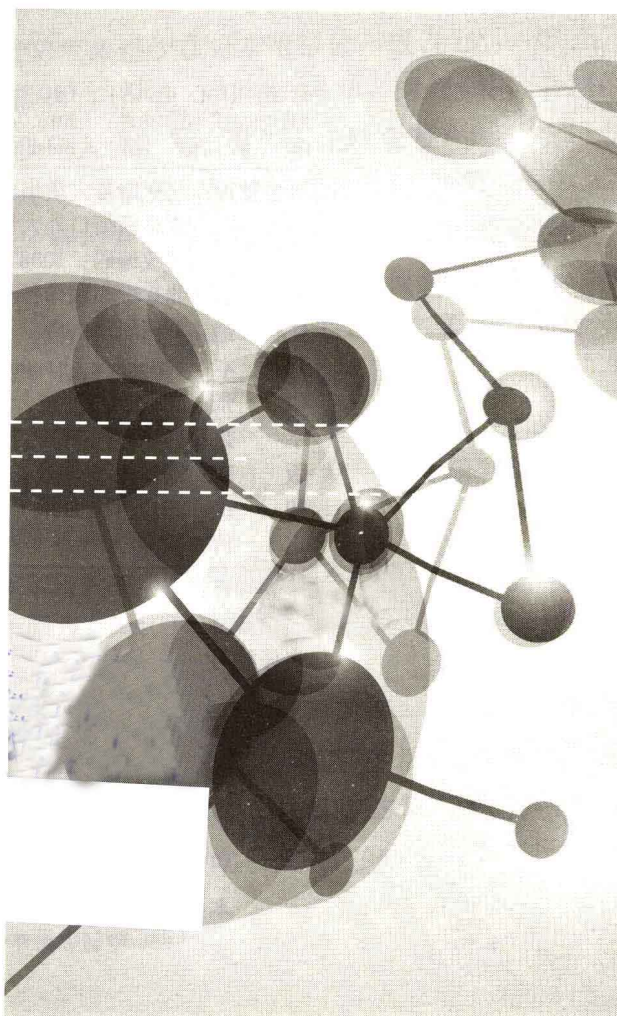
HUAXUE YU SHENG

# 化学 与 能源



主 编◎潘鸿章

HUAXUE  
YU  
NENGYUAN



北京师范大学出版集团  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP  
北京师范大学出版社

---

图书在版编目(CIP)数据

化学与能源 / 潘鸿章主编. —北京: 北京师范大学出版社,  
2012.3

(化学与生活系列丛书)

ISBN 978-7-303-13522-6

I. ①化… II. ①潘… III. ①化学—关系—能源—青年读  
物②化学—关系—能源—少年读物 IV. ①O6-49②TK01-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第203682号

---

营销中心电话 010-58802181 58808006  
北师大出版社高等教育分社网 <http://gaojiao.bnup.com.cn>  
电子信箱 beishida168@126.com

---

出版发行: 北京师范大学出版社 [www.bnup.com.cn](http://www.bnup.com.cn)

北京新街口外大街19号

邮政编码: 100875

印刷: 北京中印联印务有限公司

经销: 全国新华书店

开本: 170 mm × 230 mm

印张: 10.75

字数: 146千字

版次: 2012年3月第1版

印次: 2012年3月第1次印刷

定价: 20.00元

---

策划编辑: 范林

责任编辑: 范林

美术编辑: 毛佳

装帧设计: 毛佳

责任校对: 李菡

责任印制: 李啸

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

# 丛书序言

化学作为一门基础科学，它与其他学科的交叉与渗透，产生了很多边缘学科，如生物化学、地球化学、宇宙化学、海洋化学、大气化学等，使得生物、电子、航天、激光、地质、海洋等科学技术迅猛发展。化学以极强的应用性，渗透到现代工业、农业、国防、交通、建筑以及日常生活的各个方面。化学的核心知识已经应用于自然科学的各个领域，化学是创造自然、改造自然的重要支柱。化学与人类的衣、食、住、行以及能源、信息、材料、国防、环境保护、医药卫生、资源利用等方面都有密切的联系，它是一门社会迫切需要的实用科学。为了能科学地生活在现代化的环境中，每个人都应该了解与化学密切相关的知识，都应该学会用化学知识指导生活。

为了提高广大公民的科学素养，高中化学新课程设置了化学与生活选修模块，选取了具有 STS 教育价值的内容和素材，设置了“化学与健康”“生活中的材料”“化学与环境保护”三大主题，以便使学生通过学习，认识化学在促进人类健康、提供生活材料和保护生存环境等方面的重要作用，能运用所学化学知识，认识和理解生活中的化学现象，解决生活中的化学问题。

随着科学技术的发展、人们物质生活水平的提高以及人类文明的进步，在日常生活中涉及的化学问题不断增长、日新月异，只靠在学校课堂上通过化学与生活模块的学习，已经满足不了广大学生对生活化学知识的渴望。为此，我们编写了包括《化学与健康》《化学与服饰》《化学与日用品》《化学与材料》《化学与能源》《化学与环境》等专题的化学与生活系列丛书，分册出版。每一个专题都从日常生活中选取一些人们共同关注的热点问题，在高中化学教材基础上扩展和延伸，尽量做到理论联系实际，用相关知识做深入浅出的科学解释，使大家知道应该怎样

做，明白为什么要这样做，以便生活得更科学。

我们编写本套丛书的初衷是为广大中学生提供有利于提高化学科学素养的课外读物，也为广大化学教师提供教学参考资料。本丛书由潘鸿章策划并担任总主编。组织有关专家、学者分别参加各分册的编写工作。由于我们的水平有限，编写时间仓促，书中错误和纰漏之处在所难免，恳请读者不吝赐教。编写时参考了一些专著和报刊资料，并从网上下载了一些资料，限于篇幅，不一一赘述，谨向各位作者致谢！

北京师范大学出版社的范林同志为本丛书的策划和出版做了大量工作，特表谢意。

编者

2010年6月

# 前 言

能源是人类文明和进步的基础，是推动社会发展的动力。随着人类文明的发展，社会对能量的需求无节制地猛增，从而使地球上自然能源储量急剧减少。同时，由于大量利用煤炭、石油和天然气等化石燃料，使环境污染日益严重，导致全球气温升高，温室效应加剧，臭氧层遭到破坏，酸雨频降各地。这不仅给当代人类带来灾难，还会影响后代子孙的发展。因此，人们一方面要研究如何进一步科学、合理、高效、安全地开发和利用现有常规能源；另一方面还要上天、入地、下海，四处搜寻清洁、高效、安全的新能源。

能源与化学有着密切关系。常规能源的利用，例如，煤的氧化、气化、液化；优质汽油的制取；各种电池的充电、放电等都是通过化学反应实现的。开发新能源更要通过化学手段来实现。例如，用化学方法分解水制取氢气；又如，太阳能光化学发电，就是利用太阳光辐射化学电池的电极材料，发生氧化还原反应获得电能。在日常生活中，为了节能减排，倡导低碳生活，也必须了解能源以及与其相关的化学知识，才能生活得更科学。

为了帮助广大同学加深理解能源及相关化学知识，本书在中学化学有关知识的基础上，对煤、石油、天然气、化学电源以及生物质能、太阳能、核能、氢能、风能等，做了比较全面和系统的介绍，以便进一步提高同学们的科学素养。本书既可以作为校本教材和学生课外读物，也可作为化学教师的教学参考书。

本书由潘鸿章主编，参加编写的有潘鸿章、刘江东、林红焰、范林。全书由潘鸿章统稿。在编写时参考了大量书刊、文献资料、图片及网络信息，谨向各位作者表示敬意和感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，难免有疏漏，不妥之处，恳请读者予以批评指正。

编者

2011年5月

# 目 录

<b>第一单元 认识能源</b> .....	( 1 )
课题一 能源是人类生存和发展不可缺少的重要基础.....	( 1 )
课题二 人类应用能源的变迁.....	( 4 )
一、火的发现和利用.....	( 4 )
二、畜力、风力、水力等自然动力的利用.....	( 5 )
三、煤的开发和蒸汽机的使用.....	( 5 )
四、内燃机的发明和电的发现.....	( 6 )
五、原子核能的发现及开发利用.....	( 7 )
课题三 能源的分类.....	( 7 )
<b>第二单元 当代能源世界的主力——煤</b> .....	( 10 )
课题一 煤的概述.....	( 10 )
一、煤的储量.....	( 11 )
二、煤的生成.....	( 12 )
三、煤的成分.....	( 13 )
四、煤的分类.....	( 16 )
课题二 煤的燃烧.....	( 18 )
一、煤燃烧的过程及其反应.....	( 18 )
二、煤的流化床燃烧.....	( 24 )
课题三 煤的干馏及气化.....	( 26 )
一、高温干馏及其产品.....	( 26 )
二、煤的气化.....	( 28 )
三、煤的地下气化.....	( 31 )

课题四 煤的液化·····	( 33 )
一、煤的直接液化·····	( 33 )
二、煤的间接液化·····	( 35 )
<b>第三单元 工业的“血液”——石油·····</b>	<b>( 38 )</b>
课题一 石油概述·····	( 38 )
一、石油的成因·····	( 38 )
二、石油的发现和利用·····	( 39 )
三、石油的组成和分类·····	( 40 )
课题二 石油的蒸馏·····	( 42 )
一、石油蒸馏的原理·····	( 42 )
二、石油蒸馏的产物·····	( 43 )
三、石油蒸馏的过程·····	( 44 )
四、液化石油气·····	( 45 )
五、汽油的抗爆性和辛烷值·····	( 46 )
课题三 优质汽油的制取·····	( 48 )
一、石油的裂化·····	( 48 )
二、催化重整·····	( 53 )
三、小分子的烷基化·····	( 55 )
课题四 天然气·····	( 56 )
一、天然气的成分·····	( 56 )
二、天然气的开采和利用·····	( 56 )
三、我国天然气的西气东输·····	( 58 )
四、瓦斯爆炸及天然气的安全使用·····	( 59 )
五、天然气水合物——可燃冰·····	( 62 )
课题五 石油是宝贵的化工原料·····	( 65 )
一、乙烯的主要衍生物·····	( 66 )
二、丙烯的主要衍生物·····	( 68 )
三、丁烯的主要衍生物·····	( 70 )



## 目 录

<b>第四单元 取之不尽的生物质能源</b> .....	(71)
<b>课题一 什么是生物质能源</b> .....	(71)
一、数量巨大的生物质能源.....	(71)
二、生物质能在我国未来能源发展中的地位.....	(76)
三、我国的生物质资源.....	(77)
四、能源植物.....	(79)
五、薪炭林.....	(82)
<b>课题二 沼气</b> .....	(83)
一、沼气产生原理.....	(83)
二、沼气的应用.....	(84)
<b>课题三 醇类汽油和生物柴油</b> .....	(87)
一、乙醇汽油.....	(87)
二、生物柴油.....	(89)
<b>第五单元 改变人类生活方式的能源——化学电源</b> .....	(91)
<b>课题一 形形色色的电池及其特点</b> .....	(91)
一、化学电源的起源与发展.....	(92)
二、化学电源的特点.....	(96)
三、化学电源的分类.....	(96)
<b>课题二 一次电池——原电池</b> .....	(98)
一、原电池工作原理.....	(98)
二、常见的一次电池.....	(100)
<b>课题三 二次电池——蓄电池</b> .....	(107)
一、铅酸蓄电池.....	(108)
二、碱式镍镉电池.....	(109)
三、锌银蓄电池.....	(110)
四、氢镍电池.....	(111)
五、锂离子电池.....	(113)

课题四  燃料电池·····	(116)
一、燃料电池的工作原理·····	(116)
二、燃料电池的分类·····	(119)
三、燃料电池的发展历史及前景·····	(121)
<b>第六单元  前景诱人的清洁能源·····</b>	<b>(123)</b>
课题一  大有前途的核能·····	(123)
一、核衰变·····	(123)
二、核裂变、原子弹、核电站·····	(124)
三、核聚变和氢弹·····	(130)
四、核能利用的优势和不足·····	(131)
课题二  潜力巨大的太阳能·····	(132)
一、太阳能集热·····	(133)
二、光-热-电转换方式进行太阳能发电·····	(134)
三、太阳能光伏发电·····	(135)
四、太阳能电池·····	(139)
课题三  最洁净的燃料——氢气·····	(146)
一、氢能的优点·····	(146)
二、氢的提取·····	(147)
三、氢的储存·····	(151)
课题四  其他清洁能源·····	(153)
一、无处不在的风能·····	(153)
二、高效廉价的水能·····	(154)
三、来自地下的地热能·····	(156)
四、蓝色能源——海洋能·····	(158)
<b>主要参考文献·····</b>	<b>(160)</b>
<b>结束语——做个低碳环保人·····</b>	<b>(161)</b>

# 第一单元 认识能源

## 课题一 能源是人类生存和发展不可缺少的重要基础

能源是指提供能量的资源。《科学技术百科全书》说，“能源是可从其获得热、光和动力之类能量的资源”；《大英百科全书》说，“能源是一个包括着所有燃料、流水、阳光和风的术语，人类用适当的转换手段便可让它为自己提供所需的能量”；《日本大百科全书》说，“在各种生产活动中，我们利用热能、机械能、光能、电能等来做功，可利用来作为这些能量源泉的自然界中的各种载体，称为能源”；我国的《能源百科全书》说，“能源是可以直接或经转换提供人类所需的光、热、动力等任一形式能量的载能体资源”。可见，凡是能为人类提供能量的自然资源，如煤炭、石油、水力、风力等，都可以称为能源。能源是人类生存和发展不可缺少的物质基础之一。

能源在当今人类社会发展起着举足轻重的作用，是世界各国进行建设和提高生活水平的重要物质保证。能源生产与供给水平在很大程度上制约着国民经济发展的速度与规模。人类的生存和发展需要各种不同

的能源：做饭、取暖需要热能，使用各类电器产品需要电能……图 1-1 为植入式心脏起搏器的电池。

可以这样说，没有能源，人类就不能生存，社会就不能发展。

人类迄今已有 400 万年历史，在这期间，人类从学会使用火开始，经过了石器、铁器时代，直到近代工业化革

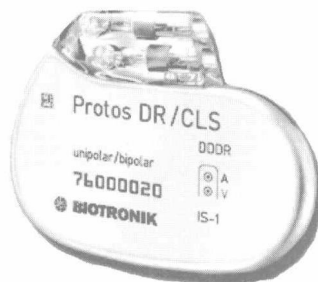


图 1-1 植入式心脏起搏器的电池

命，各种技术发明使人类文明达到了一个前所未有的高度。同时，人类消耗的能源也日益增长，来源也不断扩展，其中煤、石油等是今天主要的能源来源。人类文明的每一次进步都和能源的利用息息相关。人类进化发展的过程是一部不断向自然界索取能源的历史。

目前，人类所需能量的绝大部分都直接或间接地来自太阳。正是各种植物通过光合作用把太阳能转变成化学能在植物体内储存下来，这部分能量为人类和动物界的生存提供了能源。煤炭、石油、天然气、油页岩等化石燃料也是由古代埋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。此外，水能、风能、波浪能、海流能等也都是由太阳能转化来的。

现代社会中，能源在国民经济中具有特别重要的战略地位。能源相当于城市的血液，它驱动着城市的运转。现代化程度越高的城市对能源的依赖越强，基础设施的建设、照明、交通、餐饮、供暖、降温、自动化管理系统等，无一不需要能源，图 1-2 为灯光照明的城市夜景。

2008 年，我国煤炭产量达到  $2.79 \times 10^9$  t，已多年位居世界第一，图 1-3 为我国煤炭产量增长变化的情况；石油和天然气产量稳步增长，2008 年全国原油产量  $1.9 \times 10^8$  t，居世界第五位；天然气产量达到  $7.608 \times 10^{10}$  m<sup>3</sup>，居世界第 9 位；发电装机达到  $7.93 \times 10^8$  kW，年发电量  $3.4669 \times 10^{12}$  kW·h，电力装机规模从 1996 年起稳居世界第二。图 1-4 为我国几种主要能源产量的变化。

## 第一单元 认识能源

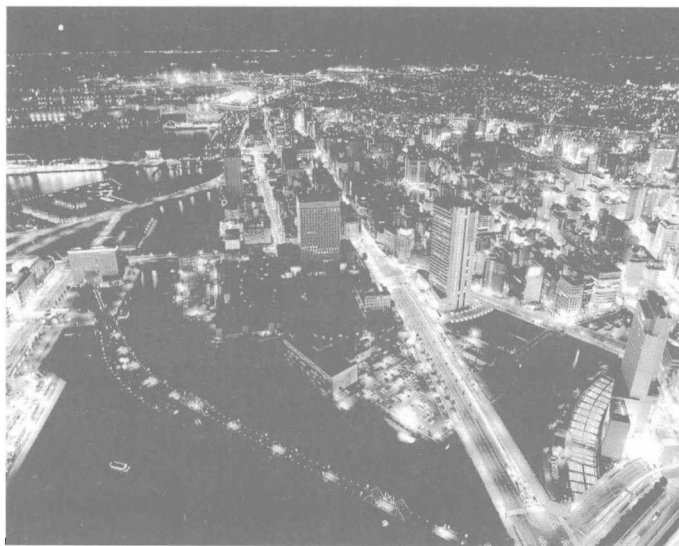


图 1-2 灯光照明的城市夜景

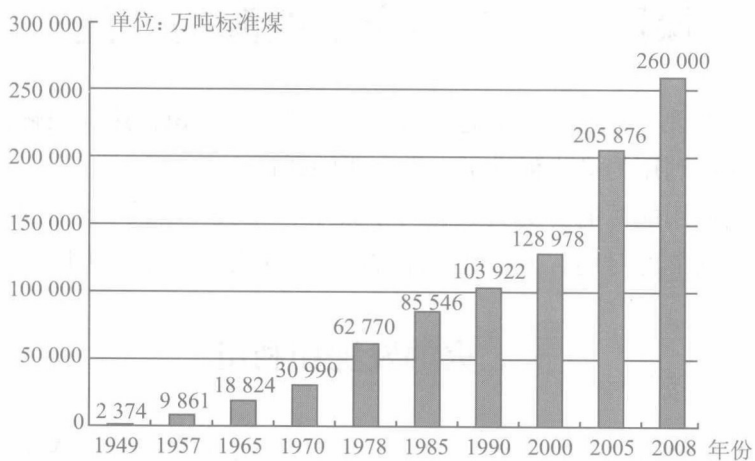


图 1-3 我国煤炭产量变化

不难看出，随着经济的发展，我国对能源的需求不断增长。正是有了能源生产的支持，才保证了我国经济的高速发展。

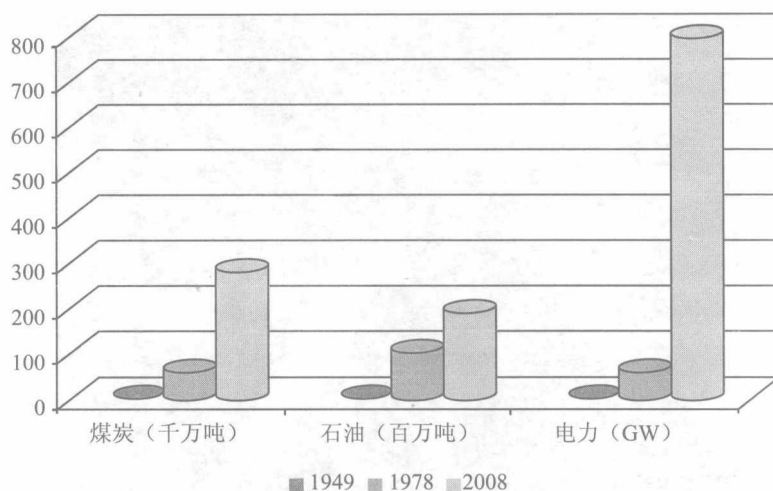


图 1-4 我国能源产量变化

## 课题二 人类应用能源的变迁

人类发现、开发、利用能源的历史，就是其认识自然、理解自然的历史，能源利用的进步促进了人类文明的跃进。

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，正在进入新能源时期。人类利用能源的历史可分为以下五大阶段。

### 一、火的发现和利用

最初的燧人氏钻木取火(图 1-5)，使人类实现了利用自然火到人工火的转变。人工火的使用(图 1-6)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，导致了以柴草作为主要能源的时代的到来。

柴草、树枝不仅能烧烤食物，驱寒取暖，还被用来烧制陶器和冶炼金属。柴草、树枝等作为一种生活能源，延续多年从未间断。不少发展中国家的农牧民至今仍以它们为主要生活能源。



图 1-5 燧人氏取火



图 1-6 人工火的使用

## 二、畜力、风力、水力等自然动力的利用

早期的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，在西汉砖画中有牛拉犁的情形(图 1-7)。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。18 世纪前，人类只限于对风力、水力、畜力、木材等天然能源的直接利用，尤其是木材，在世界一次能源消费结构中中长期占据首位。

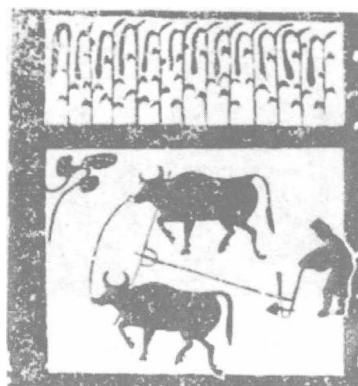


图 1-7 西汉砖画中的犁

## 三、煤的开发和蒸汽机的使用

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，蒸汽机出现了，图 1-8 为瓦特发明的蒸汽机

模型。

蒸汽机的发明是人类利用能量的里程碑，蒸汽机的出现加速了 18 世纪开始的产业革命，促进了煤炭的大规模开采，人类从此步入以机械动力大规模代替人力和畜力的时代，图 1-9 是行驶在深林中的蒸汽机车。人类的主要能源由柴薪转向煤、石油、天然气等化石能源。到 19 世纪下半叶，出现了人类历史上第一次能源转换。1860 年，煤炭在世界一次能源消费结构中占 24%，1920 年上升为 62%。从此，世界进入了“煤炭时代”。

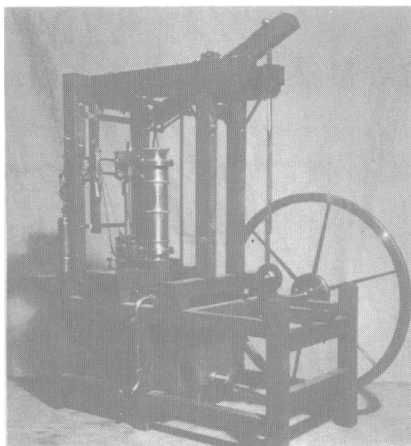


图 1-8 瓦特的蒸汽机模型

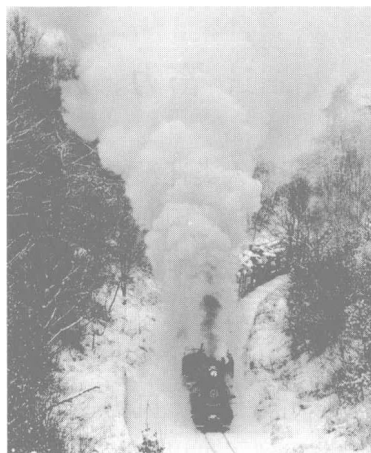


图 1-9 行驶的蒸汽机车

### 四、内燃机的发明和电的发现

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。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又一次变化，石油作为内燃机的燃料登上了历史舞台，图 1-10 是以来源于石油的燃料为能源而翱翔于天空的飞机。

19 世纪 70 年代，电力代替了蒸汽机和内燃机，图 1-11 为电力驱动的和諧号机车。电能的利用促进了电器工业迅速发展，煤炭在世界能源



消费结构中的比重逐渐下降。1965年，石油首次取代煤炭占据首位，世界进入了“石油时代”。1979年，世界能源消费结构的比重是：石油占54%，天然气和煤炭各占18%，油、气之和高达72%。石油取代煤炭完成了能源的第二次转换。世界各国依赖石油创造了经济发展的奇迹。



图 1-10 飞机的燃料来源于石油

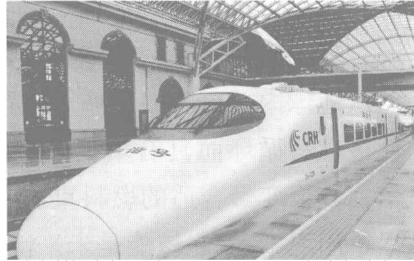


图 1-11 电力驱动的和諧号机车

## 五、原子核能的发现及开发利用

地球上的石油储量有限，随着全球人口急剧膨胀，人类的能源消费大幅度增长。世界上的煤、石油、天然气等生物化石能源将在几十年至200年内逐渐耗尽。石油的大量消费使能源供应严重短缺，世界能源向石油以外的能源物质转移已势在必行。20世纪40年代，物理学家发明了可以控制核能释放的装置——核反应堆，人类开始了以核能为代表的又一次能源革命。

目前，在能源消费结构中，已开始从石油为主要能源逐步向多元能源结构过渡。新能源包括地热、低品位放射性矿物、地磁等地下能源，还包括潮汐、海浪、海流、海水温差、海水盐差、海水重氢等海洋能和风能、生物质能等地面能源以及太阳能、宇宙射线等太空能源。

### 课题三 能源的分类

能源品种繁多，根据来源、性质、使用方式等，可分为不同类型。