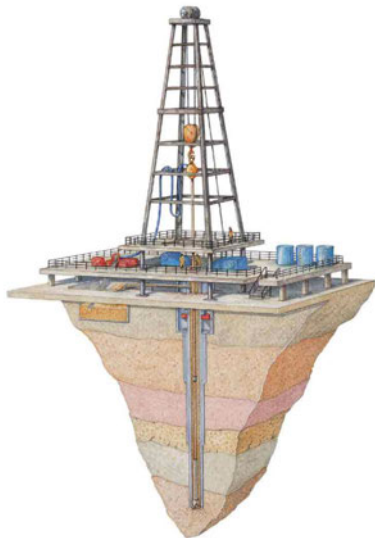


石油和天然气

讲述石油的故事，
探索它在我们
生活中的作用



石油和天然气





内燃发动机



罗马油灯



含有石化产品的清洁剂



柴油发动机驱动的货运卡车



聚乙烯塑料分子



在煤炭中发现的
羊齿化石



篮中可循环利用的
包装材料



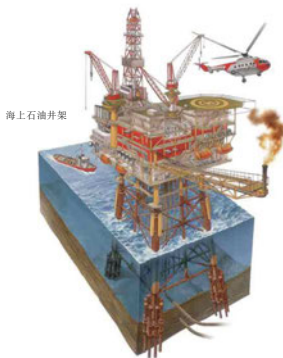
安装在石油钻具上的钻头



石油和天然气



以丁烷为燃料的野营灶具



海上石油井架

由石油工程师协会供稿



DK 出版社



LONDON, NEW YORK,
MELBOURNE, MUNICH, AND DELHI

咨询顾问 Mike Graul

责任编辑 Camilla Hallinan

责任艺术编辑 Martin Wilson

出版经理 Sunita Gahir

部门出版人 Andrea Pinnington

DK 图片库管理 Claire Bowers

制作 Georgina Hayworth

DTP 设计 Andy Hilliard, Siu Ho, Ben Hung

封面设计 Andy Smith

资深数字化制作者 Poppy Newdick

数字化转换：

DK 数字化制作部，伦敦

For Cooling Brown Ltd.:

创意编辑 Arthur Brown

项目编辑 Steve Setford

艺术编辑 Tish Jones

图片开发 Louise Thomas

纽约 DK 参与人员

项目编辑 Karen Whitehouse

设计和制作 Kelly Maish

图像 Katherine Linder

2007 年美国第一版由 DK 出版

345 Hudson Street,

New York, New York 10014

数字版由多林·金德斯利有限公司

于 2013 年出版

(电子出版号) 978-1-4654-0441-1

版权所有 © 2013 多林·金德斯利有限公司，伦敦 2013

All rights reserved under International and
Pan-American Copyright Conventions.

No part of this publication may be reproduced, stored
in a retrieval system, or transmitted in any form or by any
means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or
otherwise, without the prior written permission of the
copyright owner.



煤油灯



石油制成油墨印刷的杂志



胶木电话机

更多发现：
www.dk.com



塑料玩具鸭子



漂在水上的石油

目录

6
王者石油
8
古代的石油
10
用于照明的石油
12
进入石油时代
14
时来运转的石油
16
石油是什么
18
石油是从那里来的
20
天然的燃气
22
非常规天然气
24
圈闭储油构造
26
固体石油
28
石油是怎样发现的
30
先进技术

地震测量车



32	32	54
开采石油	开采石油	石油与环境
34	34	56
深海钻井	深海钻井	需求和消费
36	36	58
深水技术	深水技术	拯救石油
38	38	60
管线输送石油	管线输送石油	石油的替代品
40	40	62
海洋上的石油	海洋上的石油	发电的燃料
42	42	64
石油精炼	石油精炼	创造工作机会的天地
44	44	66
能源与运输	能源与运输	拯救社会
46	46	68
源于石油的产品	源于石油的产品	石油大事时间表
48	48	71
塑料与聚合物	塑料与聚合物	发现更多
50	50	72
全球石油	全球石油	鸣谢
52	52	
石油与权力	石油与权力	

王者石油

石油统治着我们的世界。人类已经有数千年使用石油的历史。但只是在最近的这个世纪里我们才开始大量地消费这种东西。例如在美国，每一天石油消耗量从1900年的几万桶猛增到2000年的2100万桶——超过8.7亿加仑（33亿升）。从交通运输所依赖的燃料看，石油是我们最重要的能源。天然气被用来转换成现代生活方式所需要的电能。石油和天然气还是生产许多重要产品（包括大多数塑料）的原材料。

液体能源

没有经过处理的液体石油，通常被称作原油。原油并不具有令人印象深刻的价值形象。但原油是一种包含能量非常高的能源形式。实际上，每一桶原油当中（42加仑或159升）储藏着足以使700加仑（2700升）水沸腾的能量。

信息时代的石油

一台时髦、精致小巧的计算机看上去与黑乎乎的原油之间相差十万八千里远。但是如果没有了石油，计算机也不可能存在。石油不仅提供了作为制造计算机外壳基本原材料的聚碳酸酯塑料，它还提供了用于制造大多数内部零件的能源。石油甚至还被用来产生来为计算机电池进行充电的电能。

坚固的聚碳酸酯材料外壳保护着计算机内精密的电子器件。

大型油罐车运载4000-8000加仑（15000-30000升）或更多的石油。



自由旅行

从原油中提取的汽油驱动着各种车辆，这使我们能从从前梦想不到的舒适快捷的方式四处旅行。许多人长期驾车去工作，他们每天上下班行驶的距离在以马车为交通工具的年代需要一天才能够达到。目前世界各地道路上行驶着6亿辆以上的汽车，并且这个数字每天仍在上升。为了获得灵活便捷的生活方式所烧掉的石油数量确实令人难以置信——每个月大约10亿桶。



超级市场的秘密

发达国家的人们能够方便地享用比以往更加种类繁多、产地不同的食品。这在很大程度上应当感谢石油。以石油作为燃料，飞机、轮船和汽车等各种运输工具将世界各地的食品运送到每一个地方的商店里。同样，是石油驱动着汽车帮我们将从超级市场的食品拉回家。另外，保持食品新鲜所需的塑料包装和冷冻冷藏食品的能源也是由石油提供的。



滑板运动

即使是在最简单和最基本的活动中也能找到石油的存在。比如滑板运动，只有当既坚固结实又光滑轻便的聚胺基甲酸乙酯塑料制作的轮子被开发、制造出来之后，滑板才能够真正地跳跃起来。这种聚胺基甲酸乙酯塑料就是用石油生产出来的。而石油与这项运动的联系并没有到此为止。另一种称为发泡聚苯乙烯（又叫做EPS）的塑料被用来制造运动员的固体泡沫头盔。EPS受到挤压变形的特点使得它能够有效的吸收人体在跌落碰撞时受到的冲击，以此来减少人体受到的伤害。第三种来自于石油的塑料叫HDPE，它被用来制造保护膝盖和肘关节的防护器材。

能够吸收冲击能量的EPS头盔

铝制的油罐

密实的HDPE膝盖防护器材

轻便结实的聚胺基甲酸乙酯滑滑轮

不停息的城市

从太空中俯视夜晚中的地球，世界各地的城市在黑暗中就象天空中的星星一样闪烁。为了使我们的城市明亮起来要消耗大量的能源——这其中大部分是靠石油提供的。照明不仅使城市变得更安全，并且使人们能够在整个夜晚照常进行各项社会活动。

卫星上俯瞰黑夜中的亚洲



小麦

农业中的石油

石油已经使发达国家的农业生产形式发生了转变。利用石油驱动的拖拉机和收割机，单个农民就能够用最低限度的体力劳动进行农田耕作。驾驶着由石油提供动力的飞机，一个人在几分钟内就能够给大面积的农田喷洒杀虫剂。这些能够提高粮食产量的杀虫剂说不定也是由石油经过化学转换生产出来的。

交通中的石油

为了使我们通过石油而获得的生活方式能够持续下去，每天多达数百万桶的石油被运送到世界各地。其中一部分由超级油轮跨洋运送，另一部分则通过长长的输油管输送。但是，大多数的加油站是靠油罐车为各种各样的车辆持续不断地供应汽油，许多国家不用了几天就会被迫停顿下来。一个世纪以前多数人放假出行的最远距离在现在也只是我们乘坐一段短途列车的距离。现在数百万人乘坐航班飞越遥远的行程，以至于跨越半个地球仅仅是为了度过几个星期甚至更短的假期。同乘坐汽车一样，飞机同样需要消耗石油。并且，航空旅行所耗费的石油数量正在持续上升。



古代的石油

在中东地区的许多地方，地下储藏的大量石油会渗透到地面上来形成黑色粘稠的池塘并凝结成块儿。很久以前人们就知道这种被叫做沥青（也叫柏油或焦油）的黑色东西是多么有用处。石器时代的猎人用它将坚硬的箭头粘在箭杆上。至少在 6500 年以前，生活在今天伊拉克沼泽地中的人们就懂得用沥青来粘接砖瓦建造防水的房屋以抵抗洪水泛滥。不久人们知道可以用沥青将水罐密封或将打破的陶罐粘接起来等很多事情。到巴比伦时代，整个中东地区都在大量地进行这种“黑金”的贸易活动，而且实际上所有城市都是用沥青建造的。

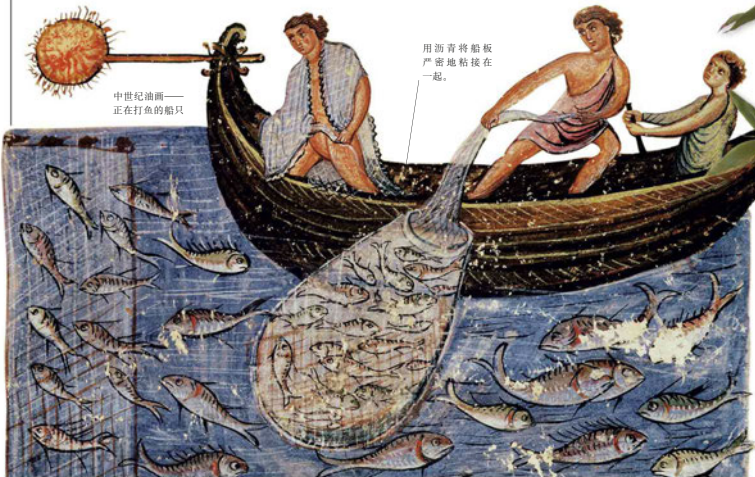
最早的石油钻井

并不是古代的所有石油都是在地上被发现的。2000 多年前在四川，中国人开始钻井。采用安装了铁头的竹竿钻取地下的盐。他们需要从这些盐水中提取出盐份来腌制和保存食物。当钻井到很深的地方时，发现抽出的不仅是盐水还有石油和天然气。不知道当时中国人是否使用过石油。而天然气则被用来在盛满盐水的火盆下面燃烧使水份蒸发后得到盐份。



中世纪油画——正在打鱼的船只

用沥青将船板严密地粘接在一起。



竹子

防止泄漏

大约在 6000 年以前，在今天伊拉克沼泽地带的 Ubaid 人就知道沥青的性能对于制造防水的船只是多么的理想。他们将沥青涂在芦苇船的里面和外面进行密封防止漏水。这种技术最终被全世界各地木船的制造者所采用。直到现代的金属和玻璃纤维船壳出现之前，被叫做捻缝的这种造船方法一直在被使用。远洋航船上的水手常常被叫做“沥青人”，就是因为他们经常进行捻缝工作，衣服上粘满了沥青。

巴比伦沥青

在古巴比伦时代，大多数的高大建筑都是依靠沥青建立起来的。对于尼布甲尼撒二世国王（统治时期公元前604-562年）来说，沥青被看作是世界上最重要的建筑材料。使用沥青修建浴室和给砖墙砌缝等各种密封防漏的建筑方法在他的王国中是一项十分引人注目的技术成就。其中最为著名的莫过于在修建空中花园时沥青所起到的至关重要的作用了。一排排用鲜花和绿树装饰的屋顶花园，需要沥青为植物制作防水密封的台座。并且还要修建输水管道向上给花园浇水。



古建筑物上的波斯射手雕像，公元前510
箭囊

超出箭筒的弯弓

将蘸了石油的布条绑在箭头上

燃烧的火箭
一开始，人们只是对沥青的粘韧性和附着力强感兴趣而将它作为粘接剂和防水材料使用。由于沥青是在城市 Hit 或 id（在现在的伊拉克）被发现的，所以被称为 iddu。而当时有一种更为稀薄的沥青，名叫“naft”（这使我们联想起现代英文单词 naphthalene 萘），naft 燃烧起来非常迅速而无法使用。到公元前6世纪，波斯人发现可以把“naft”作为一种致命的武器在战斗中使用。波斯的弓箭手将蘸了沥青的箭头点燃后射向敌人。再后来到了公元6世纪，拜占庭海军进一步发展了这种作战方式。他们使用叫做“希腊火”的致命燃烧弹。这种燃烧弹是将沥青同硫磺和生石灰混合制成的。



黑色木乃伊

在埃及，人去世以后会被制作成木乃伊进行保存。制作木乃伊的方法是将尸体浸泡在配制的一种化学制剂中如盐、蜂蜡、树脂和沥青。木乃伊的英文单词“mummy”可能是来源于阿拉伯语的单词“mumya”，因为在波斯的“mumya”山上就发现有沥青存在。直到最近有学者依然确信从没有用沥青制作过木乃伊，而仅仅是因为木乃伊一旦暴露在空气中就会变黑才被叫做这个名字。现在，化学分析显示在埃及的木乃伊中确实使用过沥青。但这只是在“托勒密时代”晚期（公元前323-30年）出现的情况。木乃伊被从死海船运到埃及，因为在那里它会漂在水面上而被发现。



被制作成木乃伊的头颅



迦太基围城



迦太基大火

沥青极易容易燃烧。但沥青又是极强的粘接剂并且具有良好的防水性能。所以在古代城市，比如迦太基这样的城市，沥青被广泛地作为城市建筑的屋面材料使用。坐落在北非海岸，就是在突尼斯所在的位置上，迦太基在它的鼎盛时期是如此强大的国家以至于能够与罗马相抗衡。在伟大统帅汉尼拔的带领下，迦太基人占领了意大利。公元前146年，罗马人收复失地并且向迦太基发起进攻。当罗马人放火时，迦太基城建筑屋顶上的沥青帮助大火迅速蔓延并且彻底地毁灭了这座城市。



迦太基的银币

热烈的欢迎

在中世纪的战争中，当进攻的敌人企图从城堡或防御工事的墙壁上爬时，防守者会采用一种著名的方法去退进攻者，就是把滚烫的石油向他们浇下去。已知第一次使用滚油战术是在公元67年犹太人为保卫竺德帕塔城（Jotapata City）抵御罗马人的战斗中。后来在中世纪，就用这种方法来抗击进攻城堡的侵略者。不过这种战术并不会经常采用，毕竟把油当作武器使用，即便是植物油或动物油，也是很贵的。

用于照明的石油

千百万年以来，在漫漫长夜中唯一的光亮，除了星星和月亮以外，只有来自于树枝燃烧时闪烁的火光。大约在 70000 年以前，史前的人们发现石油燃烧时会发出明亮而又平稳的火焰。将石头掏空后，把蘸满石油的苔藓或植物纤维填入其中，然后将苔藓点燃。这样，当时的人们就制造出了第一盏油灯。后来人们发现，只要点燃一根浸泡在油砾中的纤维“灯芯”，油灯燃烧的时间会更长并且更明亮。点灯使用的灯油可以是动物的脂肪、蜂蜡，或者是从橄榄或芝麻中提取的植物油。有些时候采用的是真正的石油。这些石油是从地面上上的小池塘中发现的。直到维多利亚时代的蒸汽发明之前，油灯一直作为主要的照明工具被保持下来。

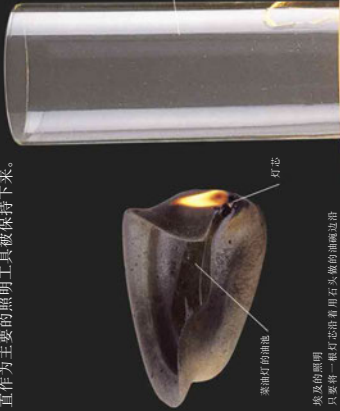


煤油灯夫人

到 1890 年代，作为灯油的煤油交易已经转变为一种更为广泛的产业。煤油制造商努力地将他们的产品塑造成一个理想的形象。法国腊森林 (Saxoline) 公司委托艺术家米歇尔·勒梅特 (Julius Chéret, 1836-1920) 设计了一组当时非常著名的广告招贴画。这些广告生动地表现出了充满魅力的巴黎妇女是如何向勒梅特腊森林公司的煤油灯制造商。该公司还宣传他们生产的燃料是如何地清洁、无味儿和受宠。

煤油灯

在丈夫 阿甘迪 (Aimé Argand, 1750-1803) 发明油灯几十年后的 70 年内，煤油是主要的灯油燃料。到了 19 世纪中期，随着一种更加便宜且更清洁的煤油成为主要的燃料从石油中提取出来后，这种情况发生了变化。1860 年以后，煤油成为大多数油灯所使用的燃料，虽然与丈夫 阿甘迪的油灯类似。煤油灯在灯芯下面的底部用一个塞油的容器代替了单独的灯皿。通过调节灯芯从油池中伸出来的长度来控制油灯火焰的大小。



装油灯的油池

灯芯

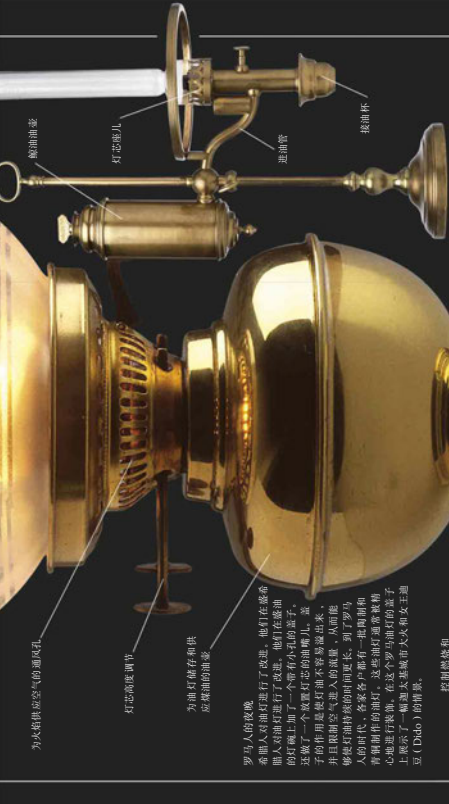
埃及的照明

只要将一根灯芯沿着用石灰做的油砾边缘放在灯罩里面，一盏简单的油灯就制成了。由于只能使用手工雕刻才能够取出这样的石砾，这种油灯在当叫就比较稀少。后来，人们学会了用粘土大量地烧制陶碗。陶器不及，又进一步发展了油灯的设计。经过程视碗的形状形成一个可以在其中放置灯芯的狭窄的灯筒儿。这就是 2000 年以前在埃及发明的灯灯。

玻璃灯罩使发出的光线更加柔和与均匀



玻璃烟筒



罗马人的夜碗

希腊人对油灯进行了改进，他们在盛油那人的灯碗上加了一个带有小孔的盖子，还做了一个放置灯芯的油嘴儿。盖子的作用是使灯油不容易溢出来，并且阻碍空气进入的速度，从而使得煤油持续燃烧的时间更长。到了罗马人的时代，各家各户都有一只陶制和青铜制作的油灯。这些油灯通常被精心地进行装饰，在这个罗马细工的墓主迪索（Dido）的一幅迦太基城市大火和女王迪



阿甘迪油灯

在1780年代，瑞士物理学家艾采·阿甘迪（Aimé Argand，1750-1803）发明了一种照明灯具制作的新技术。这一项目从希腊时代以来最有名的科技先驱，他掌握的一个技术是将一个圆形的灯芯放置在油灯的中间，并将一个圆筒放在灯芯的上面以改善空气的流通从而提高了油灯照明的性能。这样的油灯比普通的烛台明亮十倍的并且非常干燥。阿甘迪油灯迅速取代了所有的其他的油灯，他使欧洲生活发生了革命性的变化，有史以来第一次让室内真正照明亮了起来。



捕鲸

为了获取鲸油，人类已经有2000年的捕鲸历史，但直到18世纪欧洲人和亚洲人才意识到鲸油的帮助，特别是抹香鲸在更大的脂肪中还包含着做点灯用的燃料使用。这种脂肪在燃烧时比列克文更清，成为灯油燃料以后，市场上对鲸油的追求甚为狂热地迅速上升起来，通过赫曼·佛尔维尔（Heerman Melville）在1851年所著的“莫比狄斯”（Moby Dick）一书中的描述，人们知道在东北美洲的新英格兰海岸就形成了大量捕杀鲸鱼的著名产业中心。

燃烧的火炬
在好莱坞电影中，中世纪城堡内墙上安装着用做装饰上柜台的支架，夜晚支架上点燃的火炬将城堡照亮，这些火炬只不过就是一捆捆晒干的松香或树脂的树枝。松香或树脂会使火炬燃烧得更加明亮，实际上，只有在有一些特殊的场合上才会使用这些火炬，比如在高尔夫（Golf）一书中描述所不的火炬舞会。而在古希腊及那裡的油灯，或采用简单的灯芯草燃烧动物脂肪制成的蜡烛。



进入石油时代

一千多年以来，中东地区的人们一直通过采用一种叫蒸馏器的小型长颈瓶进行蒸馏的方法从石油中提取点灯所需的煤油。而真正的现代石油时代是在1853年开始的，一个名叫伊格纳西·卢卡希维茨（Ignacy Lukasiewicz, 1822-82）的波兰化学家发现了可以大规模加工处理石油的产业化生产方式。到1856年，他在波兰的尤拉丝则维斯（Ulaszowice）建立起了世界上第一个原油精炼加工厂。而早在1846年，加拿大人阿布尔罕·基斯尼（Abraham Gesner, 1791-1864）就一直在致力于从煤炭中提取煤油的工作。但最终发现还是从石油中提炼煤油更为有效和便宜。在北美和欧洲，煤油迅速地取代了一直以来作为油灯主要燃料价格却很贵的鲸油。市场对煤油持续上涨的需求，特别是在美国，导致了为寻找和争夺石油资源新的竞争。



黑色的城市

1847年，在里海旁边的巴库，既现在的阿塞拜疆，打出了世界上的第一口油井。随着市场上对石油需求的上升，巴库不久就繁荣发达了起来。数以百计的油井深入到周围巨大的地下油层中去抽取石油。到1860年，以黑色城市著称的巴库始终保持世界石油生产90%的产量。在这幅由赫伯特·瑞兰德（Herbert Rudland）绘制的油画中反映的是1960年巴库的景象。现在巴库依然是主要的石油中心。

油泉，安大略，1862



桶边的石油

1858年，詹姆斯·威廉姆斯（James Williams 1818-90）发现位于加拿大安大略拉姆通县内的油性黑色沼泽地是出产制造煤油的石油源泉。他在地上挖了一个洞，结果发现不断向上冒出的石油可以一桶又一桶地捞下去却总也捞不完。这就是美洲的第一口油井。这个地方后来就被称作“油泉”。在几年之内，到处都能看到收点在这片土地上的简单“钻塔”——用于安装钻井设备的井架。



斯尼卡石油公司的股票证券



埃德温L.扎克

在电动机驱动下，一对曲柄带动另一端的步行梁升起和降下。

油泵千斤顶

美国佬上了石油

纽约的律师乔治·比斯尔（George Bissell）确信只要在地面上钻井就可以将地底下的液体石油抽上来。他成立了斯尼卡石油公司（Seneca Oil Company）并雇佣埃德温（Edwin），一名退休的铁路调度员，到宾夕法尼亚州的泰特斯威尔（Titusville）去开发石油。在当地，水井里的井水经常会受到石油污染。1859年8月28日，埃德温手下的人把井打到70英尺（21米）就钻探到了石油。从而打出了美国的第一口油井。



赛格纳尔山油田 (Signal Hill oil field) 油田, 加利福尼亚

在横梁的一端安装了一个在美国被喻为马头的弧线形箭头。

“磕头驴”目前仍然是常见的油田景象。

石油森林

最初, 搜寻石油的行动对所有的人都是不受限制的。以至于成千上万的个人甘冒风险都试图去碰碰运气发石油财。由于每一个勘探者都声称有权分享被捕获的战利品, 在储藏石油矿藏的油田上, 不久就布满了油井和象高塔一样的井架。

磕头驴

在早期, 石油主要来源于浅层下的岩层中。数不清的油井在进行钻探掘进。通常的情况是一开始石油还能够依靠自身的压力从井口自己喷涌出来。一旦相当数量的石油喷出之后, 油井内的压力不断下降, 剩下的石油只能用抽油机抽出来。典型的抽油机由于在抽油时驱动臂一直在缓慢地上下摆动, 所以它有个外名叫“磕头驴”。当抽油机向下磕头时, 抽油的柱塞下落进入油井内。再抬起头时, 柱塞就将石油抽到地面上来了。

驱动梁带动着柱塞在油井通道中上升和下降



大火

早期石油工业的先驱者承担着巨大的危险, 这些危险夺走了许多石油工人的生命。在他们所面临的各种危险当中, 火灾也许是最大的威胁。炼油厂爆炸、储油罐着火; 油井井口随时都有可能突然燃起冲天火焰。一旦喷油井着火, 扑救工作非常困难。因为地下的石油不断地为火焰供应燃料。这是在1902年拍摄的照片, 美国路易斯安那州的基尼斯喷油井起火时的景象。



斯宾德尔通钻井

大多数早期油井都处在浅层的浅层, 石油产量不高。到1901年, 当美国德克萨斯州的斯宾德尔通 (Spindletop) 的钻井工人把井深钻到1000英尺 (300米) 的时候, 他们被头夹着石油的泥浆象喷泉一样从井口中喷射出来的景象惊呆了。这就是德克萨斯第一口依靠地下天然自身压力向上喷射石油的喷油井。在这样的压力下, 油井能够喷出大量的石油。采用现代的堵井系统可以防治失去控制的石油喷发出来。

石油中心, 宾夕法尼亚, 1873



新兴的城镇

随着越来越多的油田开采和石油采掘, 随之而来的是需要新建大量城镇以供应不断壮大的采油工人大军居住。这些仓促修建起来的石油城镇是简陋的, 摇摇欲坠的样子似乎随时都会被抛弃。到处丢弃的黑色石油垃圾散发着令人厌恶的味道。用于油井爆破的劣质甘油被随意堆放, 因此导致爆炸事故时有发生。



蒸汽汽车，1854

蒸汽汽车

同今天大多数汽车不同，早期汽车不是使用内燃机，而是蒸汽发动机。这台制造于1854年的汽车以煤作为燃料将水转化为蒸汽。后来的蒸汽汽车改烧汽油或煤油，从而大大地提高了效率。尽管如此要产生出足够的蒸汽使汽车发动起来还是需要30分钟的时间。而驾驶内燃机汽车，特别是到1903年当电启动汽车发明之后，司机可以即刻使汽车启动。

给她加油

在20世纪20年代，由于越来越多的美国人开始了在汽车轮子上的生活，沿着道路两旁和整个国家范围内到处都布满了加油站。这些加油站就是为了给饥渴的汽车没完没了地供应燃料。当时汽车油箱的容量比较小，不能够走完两个加油站之间的距离。随之而来，在每个村庄、邻里和小城镇都有了加油站。每一个加油站都配有某个石油公司自己风格独特的油漆。这些20年代的加油站现在已经成为美国汽车时代珍贵遗产的一部分。

在每个加油的油泵上面都有一个明亮的顶灯，这在夜晚很容易被识别出来。



时来运转的石油

如果同燃油发动机汽车出现后对美国石油工业的转变和发展所生产的推动作用相比较，之前那些与石油相关的任何产品都显得微不足道了。换句话说，汽车的出现使美国的石油工业产生了划时代的改变。1900年，在美国的道路上只有8000辆汽车。到1908年，汽车数量达到了125000辆——这一数字猛增到810万辆的时间是在1920年。而到1930年行驶在美国的汽车数量已经是2670万。在这些单调数字的背后是对燃料的需求。汽车的燃料就是从石油中提炼出来的汽油。随后不久，一些富于投机心理、被叫做“野猫”的勘探者遍布整个美国到处寻找可能潜藏的石油线索。其中多数人的美梦破灭了。而那些碰到喷油井的幸运儿得以发财致富。在加利福尼亚、奥克拉荷马，特别是德克萨斯的石油产业刺激了巨大的经济增长，使得美国不久就成为了世界上最富有的国家。由于汽车制造商和石油公司的繁荣兴旺，石油永远地改变了美国。

在生产过程中提前将车轮安装好，这样汽车底盘就可以轻易地沿着流水线前进了。

T型车的关键结构就是结实的钢板底盘。



T-时代

美国人亨利福特的梦想是制造“一种便宜的大众化汽车，一种让每一个工薪阶层的人都能够买得起的汽车”。最终，福特的T型车成为第一代大批量生产的汽车。投产于1908年T型车当时就取得了成功。在5年之内，T型车生产出了25万辆。这个数字是美国汽车总数的50%。到1925年，T型车依然占据着美国全部汽车总量中的一半数量。但此时的实际数字已经达到了1500万辆。T型车创造了第一个石油消费的大高潮。

当装配中汽车在流水生产线上向前行走时，可以只用几秒钟时间就将挡泥板用螺栓简单地固定住。



大批量生产

在20世纪早期，汽车只是有钱人的玩具。每一辆汽车都是由技术工人手工制作出来的，所以十分昂贵。大批量生产线的发明改变了这一切。在大批量生产中，汽车不再是由一个人制作出来的产品。在工厂的生产流水线上，一大队工人分别将众多的零部件进行装配，组装成汽车。这样的生产方法使生产效率提高，产品价格下降。大批量生产使汽车变成了能够供所有美国人在日常生活中使用的交通工具。



格尔墨石油公司 (Gilmore company) 是由一个洛杉矶养牛场的农民建立起来的。当时他正在为给牛饮水泵井时就撞上了石油。

旧油泵现在是在爱好者的收藏品。经常为几千英镑就能出手。

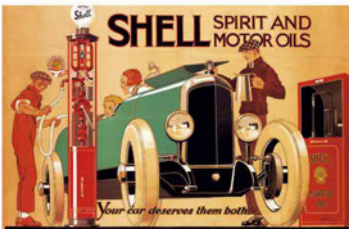
在面板上显示出销售的价格

下面的数字记录燃油加注的流量

从地下储油罐中输送燃料的配送油管

扩大销售

从表面上看,石油黑色粘稠的样子并不讨人喜欢。所以石油公司总是想方设法为他们的产品树立一个有吸引力的形象来最大程度地扩大销售量。采用明亮的色彩和在显著的位置,以及雇用一些当时最好的年轻演员的形象制作看起来令人惊奇的广告宣传画。这就是一幅壳牌石油公司从1926年就在使用的广告招贴画。目前这种牌子的石油还随处可见。



缺乏真品时,一些妇女甚至将颜料涂在自己的腿上模仿尼龙的颜色。

假尼龙 1940年代

尼龙

在20世纪30年代,许多石油公司都在寻找对汽油提取后的剩余物质进行利用的方法。1935年,杜邦财团的华莱士卡罗瑟斯化学公司 (Wallace Carothers of the DuPont™ chemical company) 用石油生产出一种弹性好、强度高被称为尼龙的人造纤维。从1939年起,长筒尼龙袜一上市即刻就对年轻女性产生了强大的诱惑力。在第二次世界大战 (1939-1945) 这一困难时期,由于尼龙供应短缺,一些妇女在腿上涂假色假装尼龙袜。

长筒尼龙袜

咆哮的石油

石油公司之间为了竞争新的业务。每个公司都力图创造一个唯一只属于自己的商标形象。这些形象经常与石油毫无关系。在这个吉尔摩公司 (the Gilmore company) 1930年的油泵上,把汽油同咆哮的狮子联系在一起就是一个典型的例子。这样的商标形象在今天算不了什么。但在20世纪20年代却是很新鲜的事情。

描写家庭生活理想形象的广告画



塔珀制品广告 1950年代

最初的塑料

许多现在我们所熟悉的塑料都是在石油的兴盛时期产生的。当时的科学家们发现他们能够用石油制造出各种塑料,如PVC和聚乙烯。二战之后,世界经济重新开始繁荣起来。大量各种各样便宜的塑料制品被引进到家庭的日常生活中来。其中最为著名的就是塔珀塑料制品贮藏箱。它是在1946年由杜邦的化学家伊尔塔珀 (Earl Tupper) 制造出来的。

石油是什么？



沥青

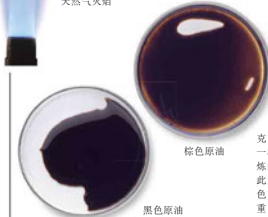
粘稠的物质

在一些地方，从地下渗透到地面上的石油同空气接触之后，其中易挥发的成份很快就被逃逸掉了。剩下的就是这样像淤泥一样的黑色软块儿。如果像粘稠的泥浆，就叫焦油。如果像胶皮糖，就叫沥青。通常这种形式的石油也被称为柏油。

天然气

在石油中包含了一些易挥发的化合物。这些化合物很容易就蒸发气化成天然气。几乎每一个石油储层构造中都含有足够多这种化合物并产生一些天然气。在实际当中可能一些油矿中所储藏的全部都是这种能够气化成天然气的化合物。

天然气火焰



棕色原油

黑色原油

石油和天然气统称为“原油”。英文中原油这个词“Petroleum”在拉丁语中的含义就是“岩石中的油”。

典型的原油是深色、油性的液体。但原油也可能是固体或气体。从地下直接抽出来的，如果是深色粘稠的液体，就叫原油；如果是清澄易挥发的液体，就叫液化石油气。固体的石油叫沥青，半固体的叫焦油。天然气既可以同石油混合在一起开采出来也可以单独存在。石油完全是在自然条件作用下生成的，其中大部分石油是由生物体遗骸分解后形成。石油实际上是复杂化学物质的混合物。不同类别的化学产品可以在炼油厂或化工厂里被分离开来。分离出来的这些化学产品被广泛地用于制作不同的东西。

原油

原油通常是粘稠、油性的液体，而形成原油的各种混合物会有很大区别，从而原油的颜色也就各有不同：如黑色、绿色、红色和褐色。来自苏丹的原油乌黑发亮，而北海的石油是深褐色的。美国犹他洲的石油是琥珀色，在德克萨斯州一些地方石油的颜色同稻草一样。“甜”油是指含硫量很少容易提炼的石油。“酸”油含有更多的硫，因此加工处理起来更麻烦些。原油的颜色在很大的程度上受密度（特别是比重）的影响。

石油混合物

石油的成分主要是氢元素（占比重的14%）和碳元素（占比重84%）。这些元素在石油中以化合物的形式出现，叫做碳氢化合物。碳氢化合物主要有三种类型，分别是链烷烃、芳香烃和环烷烃。右图给出了这三种物质在沙特重油中的大致比例。其中链烷烃的含量比许多其他原油含量高。



轻油漂浮在水上

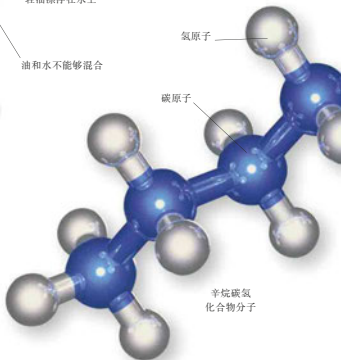
油和水不能够混合

轻油和重油

稀薄易挥发的石油（容易挥发的原油）叫做“轻油”。粘稠的石油（凝滞的原油）称为“重油”。大部分石油都会漂浮在水面上。但一些重油确实可以沉在水底下。这里的水是指新鲜的水，而不是密度大的海水。

碳氢化合物

原油中的碳氢化合物既有环型分子，又有链型分子。链烷烃，包括甲烷和辛烷都具有像链子一样的分子。而芳香烃，比如苯就是环型分子。环烷烃是重环碳氢化合物。石油中还含有少量的非氢化合物，叫做NSOS其中的化学成分是氮、硫和氧。





牛产生的气体

组成石油成分之一的甲烷，是大自然中所富含的一种碳氢化合物。这种简单分子的碳氢化合物仅由一个碳原子与四个氢原子构成。在海底的有机物中滞留了大量的甲烷。由于肠胃胀气，世界上的牲畜同样能够产生大量甲烷气体。在动物消化系统中由细菌分解食物而产生甲烷。



每一组由一个碳原子和两个氢原子组成

甘蔗富含糖分，可以为驱体提供即时的能量



水稻是很好的淀粉来源

这个链型分子叫辛烷，它是由八个碳氢组合体组成的。

裂解石油

原油中的每一种碳氢化合物都具有不同的性质。为了更有效地利用这些性质，原油被精炼加工分离成各自不同种类的碳氢化合物。分离的依据基本是按照密度和粘性的不同来区分。沥青的密度最高，粘性最大。汽油则正好相反。

身体中的碳氢化合物

在人体中有许多天然的碳氢化合物。其中之一就是胆固醇，血液中的这种油性物质帮助建造血管壁。在人体中另一个至关重要的碳氢化合物是类固醇荷尔蒙，例如黄体酮和丙酸睾酮。这些物质对繁衍生殖的作用是非常重要的。

如果在父母体内没有碳氢化合物荷尔蒙就不可能怀孕生孩子。



植物碳氢化合物

碳氢化合物还存在于许多天然植物油和动物的脂肪中。各种植物和花的气味是由一种叫做精油的碳氢化合物产生的。香料的制造者经常采用加热、蒸馏和压榨植物的方法从中提取这种制造香水的精油。一种叫做萜烯的精油被作为天然的食品调味品添加剂。在驱虫剂中就含有令飞蛾讨厌的萜烯，这是一种萜烯的衍生物。



薰衣草

薰衣草的味道来自于各种萜

碳水化合物

人们经常容易混淆碳氢化合物与碳水化合物之间的区别。碳氢化合物的分子结构是以碳原子和氢原子为基础形成的。而在碳水化合物化合物的结构中除了有碳原子和氢原子之外，还加入了氧原子。氧的加入使分子结构更加复杂从而产生了巨大的变化。碳水化合物是生命体存在的基本物质。比如淀粉和糖既是植物也是动物的基本能量来源。淀粉释放能量的速度比糖慢的多。



石油是从那里来的

科学家们曾经认为石油主要是由存在于地下深层岩石中的矿物之间发生化学反应生成的。现在，大多数科学家确信仅有一小部分石油是这样产生的。他们认为世界上的大部分石油是由有机生物的遗骸经过漫长的转化时间形成的。做出这种判断的理论依据就是无数海洋微生物的遗体，例如有孔虫、特别是浮游生物，在海底积累形成厚厚的淤积层。这样的淤积层又逐渐被堆积在它们上面的堆积物更深层埋藏下去。这些生物遗体经过数百万年的转化，先是在细菌的作用之下，然后在地球内部的高温和压力作用下，就变成了液体石油。这些石油慢慢地渗透穿过岩层、聚集在一种能够积聚石油的地质构造中。这种构造被称为暗色岩。今天，通过油井钻探和采掘再将聚集在那里的石油开采出来。

淡蓝绿色的斑块就是繁茂茂密的浮游植物群落



繁茂的海洋

石油的形成大致上是依赖于通常大量生长在大陆附近浅海水域中的浮游生物。这些花一样的东西可以生成大量厚厚的象植物一样的水生浮游生物。如上图所示，甚至在卫星图像上都能够清楚地看到这一现象。图中显示的是法国比斯坎海湾 (Bay of Biscay, France)。春天是这些浮游植物大量繁衍的最佳时间。此时寒冷的、富含营养的深层海水大量涌发浮游植物生长大爆发。

放大后看到的硅藻

硅藻有玻璃一样的硅制外壳

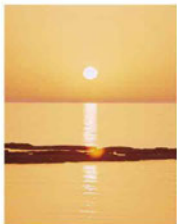
各种各样形状的硅藻外壳，通常都具有复杂而又美丽的结构

浓厚的浮游生物

在海洋和湖泊中富含大量漂浮在水面上的浮游生物。虽然它们微小的个体用肉眼很难看到，但是数量众多的浮游生物死亡后的遗体在海底形成一层厚厚的地毡。浮游生物的种类主要有两种，水生浮游植物和水生浮游动物。前者可以利用阳光自己制造食物。后者则以前者为食，或者相互捕食。硅藻是数量最多的水生浮游植物。

能源集中

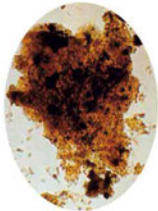
石油中承载着能量，它将碳氢化合物分子链接储存在一起。究其本源，所有这些能量都来自于太阳。在很久以前，水面上的浮游植物群落，一种微小的生物，利用从阳光中获得的能量将简单的化学物质经过光合作用转变成食物。随着这些浮游植物死去的遗体变成石油以后，聚集的能量被进一步地集中起来。





在英格兰的苏塞克斯 (Sussex, England) 含有有孔虫化石的白垩悬崖

在显微镜下带有许多小孔的有孔虫外壳



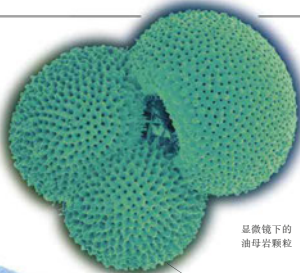
半程阶段

当被埋藏的海洋微生物残骸中仅有一小部分转变成了石油，而其他大部分还处在转变进程的第一阶段时，这样的状态就是油母岩质。这是在沉积岩中发现的棕黑色固体（这种岩石是由其他岩石和生物的碎屑形成的）。要将油母岩质转变成石油，必须在压力之下加热到 60°C 以上。



甲壳

被称为“有孔虫”的微小单细胞生物大量地遍布在全世界的海洋当中。同硅藻一样，它们是生成石油最基本的原材料。有孔虫在自己周围分泌生成叫做介甲的外壳。在白垩岩中就富含已经成为化石的有孔虫甲壳。在地质纪年中的每一代和每一岩层中似乎都包含属于自己特定的有孔虫化石。所以，石油勘探人员在进行钻探时总要通过寻找有孔虫来判断岩石的历史。

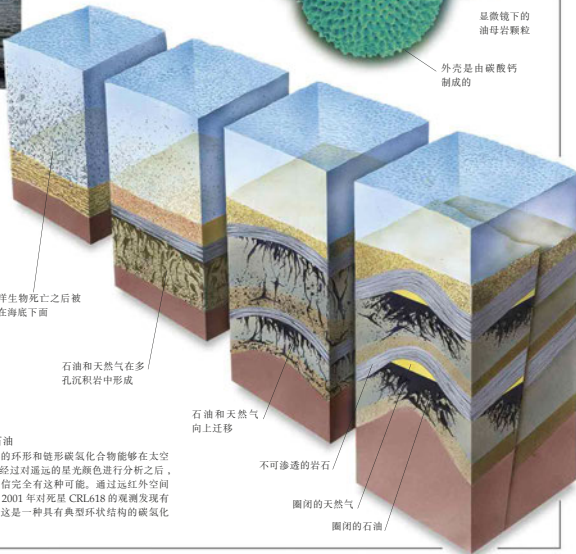


显微镜下的油母岩颗粒

外壳是由碳酸钙制成的

石油是怎样形成的

被掩埋的海洋生物首先在细菌的作用下腐烂分解成为油母岩质和沥青这样的物质。随着油母岩质和沥青被进一步埋下去，深度介于 1000 至 6000 米（3300 至 10000 英尺）之间，在高温和高压的“烹饪加工”作用下，油母岩质和沥青就被转变成成为石油泡和天然气。这些石油泡就像海绵里的水一样分布贯通在多孔的岩石当中。经过数百万年以后，其中一些会从岩石中渗透出来当它们遇到无法穿透的岩层时就会在暗色岩中积累起来。



海洋生物死亡之后被埋藏在海底下面

石油和天然气在多孔沉积岩中形成

石油和天然气向上迁移

不可渗透的岩石

圈闭的天然气

圈闭的石油

太空中的石油

像石油这样的环状和链状碳氢化合物能够在太空中形成吗？经过对遥远的星光颜色进行分析之后，天文学家相信完全有可能。通过远红外空间观测卫星在 2001 年对恒星 CRL18 的观测发现有苯的存在。这是一种具有典型环状结构的碳氢化合物分子。



鬼火幽灵

当有机物腐败分解时会释放出一种气体(现在叫生物气)。这是甲烷和磷化氢的混合气体。从沼泽地中冒出来的生物气泡忽明忽灭地燃烧很自然地孕育出了那个关于“鬼火” Will-O'-The-Wisp 的寓言传说。如图中所示,传说中的幽灵和恶魔利用鬼火引诱过路的行人步入歧途厄运。

提取与加工

如下图所示,天然气是在工厂中进行提炼加工的。重量如此轻的天然气不需要外力抽取自己就会从气井中冒出来。在被输入管道里运走之前,必须将其中所含的杂质和不利元素去除掉。硫和二氧化碳含量很高的“酸气”有很强的腐蚀性和危险性,所以需要酸气进行专门的加工处理。经过处理后的天然气是无味的。为了便于察觉,将一种叫做硫醇的物质添加到天然气中能够产生某种味道,这样当发生泄露时就容易被检测出来。

天然的燃气

数千年以前,在希腊、波斯和印度一些地方的人们都发现了一种从地下冒出来非常易于燃烧的可燃气体。不久以后,这种天然的燃气火焰就自然地与神话传说和宗教迷信紧密地联系在一起。天然气(对天然燃气的简称)由多种气体混合而成,其中的主要成分是甲烷,这是最小和最轻的碳氢化合物。同石油一样,天然气也是由海洋微生物的遗体在地下转化形成的。它经常同原油一同从油井中被开采出来;也可能开采出来的只有天然气和液化石油气;或者,只有天然气自己从“气井”中冒出来。以前,天然气在很长一段时间一直没有用处。20世纪初期,还被当做废物的天然气在井口就被白白地烧掉。现在,作为一种有用的燃料,天然气为世界提供超过四分之一的能源。

一条典型的 LNG (液化天然气) 油轮装载超过 4 千万加仑 (1.5 亿升) 的 LNG, 它包含了相当于 240 亿加仑 (910 亿升) 气体形态的能量。



靠近俄罗斯西西伯利亚的努伊伊瓦戎葛 (Novy Urengoy, western Siberia, Russia) 气田的提炼加工厂。

各个处理加工厂将天然气中的杂质和无用的物质清除掉。



在俄罗斯正在检查天然气管道的工人

管线输气

从地下开采出来的天然气用输气管线进行输送。大多数的输送管道都是由碳素钢制造的管道部件组装而成的。由于管道中天然气的压力非常大,因而组成管道的每一部分都要经过严酷苛刻的压力耐受试验。对天然气加压不仅可以使其体积缩小 600 倍以上,压力还能够提供使天然气在管道中运动的“推力”。



街道革命

在19世纪的早期,引进到伦敦街区的瓦斯灯(汽灯)标志着一场关于道路照明的革命开始了。不久之后,全世界各地城市中几乎完全黑暗的大街小巷也明亮了起来。虽然在1816年天然气就已经用于街道照明,但在19世纪大多数路灯使用的燃料还是从煤炭中转化出来的煤气。20世纪初期开始,电灯取代了之前用于街道照明的汽灯。



每到夜晚瓦斯灯都必须由人工点燃。

运送天然气的巨轮

并不是所有的天然气都是通过燃气管线输送到目的地的。特别是当这个目的地是在跨过海洋的对岸时,经过液化处理过的天然气,简称LNG(Liquid Natural Gas),由配备了专用储罐的巨大轮船运载漂洋过海。将天然气冷却到零下160°C它就变成了液体。液态的体积缩小到只有气态天然气的600分之一。



经过强化处理后的重型油轮以液态的形式装载压缩后的天然气。

单个油罐储藏的能量是够让全美国所有的供电量维持五分钟。

加工处理后的天然气经过加压泵送到传输管内



都市燃气

在18世纪的中期,大多数城镇都有属于他们自己的用煤炭制造煤气的工厂,这种煤气也被叫做“都市燃气”。燃气储存在金属制成的巨大储气罐中。因而在城近郊区这样巨大的金属容器就成为常见的景象。除了用于照明之外,都市燃气还有许多其他的用途,比如做饭和取暖。从20世纪中期以后,随着大气田不断发现和输气管线的建设,天然气的应用越来越广泛,而都市燃气逐渐地退出了历史舞台。同来自于煤炭的煤气相比,天然气更加便宜和安全。

当内部储存的天然气水平下降时,计量天然气的装置就会沉入到地下

丙烷燃烧时的蓝色火焰

天然气洞穴

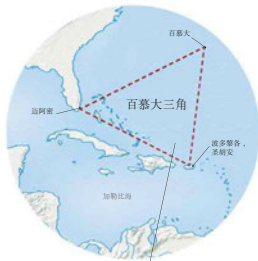
由于天然气体积庞大且易于燃烧无法将其储存在储罐中。经过处理后的天然气由输气管线输送到目的地之后,被储藏在地下准备使用。像这个意大利的旧盐矿就是储存天然气的仓库之一。其他地下的储存场所还包括含水层构造和已经枯竭的天然气储层。加工后的天然气被泵送到管线中用于配送。



天然气的副产品

在加工处理过程中,将一些燃气从天然气中去除掉,比如乙烷、丙烷、丁烷和异丁烷。被去除的这些气体大多数都被分别出售。比如销售的小罐装丙烷和丁烷燃气就可以方便地在野营炊事时使用。在一些气井中还含有氦气,它最主要的用途就是给气球充气。氦气还在某些行业设备中当作冷却剂使用。这些设备有原子能反应堆和人体扫描仪。

非常规天然气



在百慕大三角地区周围发现有密集的天然水合物存在。这一地区曾经发生过很多轮船沉没事件。但是为什么在那里会有这么多船只沉没却始终是一个迷一样的神话。

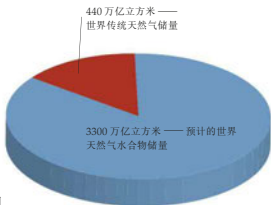
甲烷水合物

甲烷水合物是在甲烷分子周围形成一层冰笼结构。它是在低温和高压环境下形成的。在海底沉积物和北极永久冻土中就有甲烷水合物发现。看起来像冰一样的甲烷水合物，可以在水的冰点以上存在，用火柴可以点燃。一些人相信现存的甲烷水合物足够提供几百年甚至几千年使用的能源。只要有百分之一的甲烷水合物资源得以经济有效地回收利用，就能够使美国民用天然气的资源增加一倍以上。

煤炭气化

通过将煤炭的组织结构分裂成基本的化学成分，煤炭气化将固态煤炭转化为可以燃烧的燃气。经过提纯处理之后，这些气体，包括一氧化碳、二氧化碳、氢气、甲烷和氮气可以当做燃料使用，或者作为能源产品的原材料。气化处理在未来有可能成为汽车所使用的清洁能源氢的最好生产方法之一。它还能提供有效的收益。用烧煤产生的热量可以烧水再产生供驱动蒸汽发电机的蒸汽。第一台商用“煤煤气”动力发电厂目前正在运行当中。许多专家认为在未来几十年气化过程将成为清洁能源技术的核心。

在各种化石类能源中，天然气是最为清洁的一种。因此使天然气成为最受欢迎的发电燃料。需求量的迅速上升，使天然气的生产者既要提高现有的生产能力，又要寻找新的燃气资源，尽全力保障供给。将来，越来越多的天然气会通过采用非常规途径获得。而在现在，同传统的天然气生产相比较，提取非常规天然气的难度还很大、成本也更高。与此同时，非常规钻井却可以比传统钻井在更长的生产时期内保障供应。不论是非常规的还是传统的天然气在本质上都是相同的东西。用途也是相同的，如发电、烧饭、运输以及制造工业和家用各种产品。为了对整个地球上的非常规天然气的预计储藏量提供一个更加准确可靠的估算并进行开采和生产，各项新兴的工艺技术在持续不断地向前展开。依靠工艺技术进步或生产过程革新，今天的非常规或许就是明天的常规。



来源：美国地质勘探世界石油评估协会 2000

位于佛罗里达的塔米帕 (Tampa, Florida) 的这座煤炭气化动力工厂利用煤炭生成清洁的燃气。通过工艺处理至少有 95% 的硫从煤气中被去除掉。





页岩燃气

页岩燃气是储存在以页岩为主的岩石，一种细颗粒沉积岩中的天然气。这些天然气通常都是在两个相互联系的大型厚页岩沉积层之间的一薄层页岩区域发现的。这些天然气可能以自由气体的形式储藏在岩石的空隙或自然断裂处，或者就吸附在有机材料中。含有页岩燃气的岩石渗透性很低，使得其中的燃气难于释放出来。第一个商业页岩气井在 1820 年代末在纽约开采。今天在美国的五大盆地 阿帕拉契、密植根、伊利诺斯、佛特伍德和圣祝尔的超过 28000 个页岩燃气井中每年生产出将近 3800 亿立方英尺的天然气。



深层燃气

深层燃气就是存在于地下贮藏中的天然气，其指定深度是 15000 英尺或者更深。大多数的深层燃气位于海底的矿藏之中。所以钻井的延伸距离就超过 15000 英尺，并且钻具还必须经过数百或数千英尺的海水。

煤床甲烷

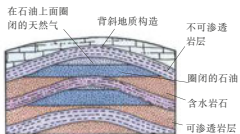
煤床甲烷 (CBM) 就是在地下煤炭的缝隙中发现的甲烷。接近于液态的甲烷排列在煤炭的孔隙中并在水压的作用下滞留其中。当水被抽走压力释放之后，分离出来的甲烷可以用管道单独排放出来。对 CBM 进行恢复转换的成本可以很低，但是进行水处理会涉及到环境问题。煤床甲烷一般会在煤炭开采时释放出来，这对矿工所在的工作环境形成很大危险。过去，甲烷被有意地排放到大气中去。而现在，可以用天然气管道进行回收。在圣胡安盆地南部给美国印第安部落其他人居住的 700000 英亩保留居住地就坐落在世界上最丰富的煤床甲烷沉积层上面。它目前大约控制着美国天然气供应量的 1% 份额，并且成为其他资源部落的一个模式。



压力构造区域

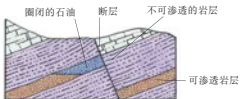
压力构造区域就是在地下某一深度处于非常高压之下沉积的天然气。沙石和淤泥构成的岩层位于地表以下 15000 到 25000 英尺，或在陆地之下或在海底之下。压力构造区域的形成过程是沉积的粘土层迅速密集地聚集在像沙石这样的多孔、有吸附性的材料上面。快速挤压粘土的高压将水分和天然气挤到更多层的沉积层中。目前，商业性的开采技术还不成熟。只进行了一些勘探性的挖掘工作。

圈闭储油构造



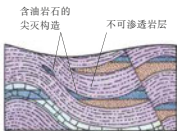
背斜圈闭构造

石油通常会积聚在一种叫做背斜的地质构造下面。这种构造的形成是由于地壳运动使岩层向上弯曲成为拱形。如果在弯曲的岩层中有一层是由不能透水的岩石形成的，在它下面的石油就会渗透出来并聚集在那里。世界上的许多石油都是在这样的背斜圈闭构造中发现的。



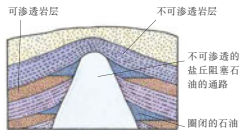
断层圈闭构造

通常，岩石的层面构造会发生断裂并在断裂之后岩层出现相对位移错动。这种情况称为断层结构。断层结构能够以各种各样的方式形成储油的地质构造。其中最常见的是当岩层发生断裂后，不透水的岩层与透水的岩层之间产生错位错移。并且在透水岩层中含有能够迁移出来的石油。



尖灭圈闭构造

背斜构造、断层构造和盐丘构造都是由于岩层的结构位置发生改变后形成的。因此也被称为结构型圈闭构造。而其他各种地质型的圈闭构造则是由于岩层自己内部发生变化而形成的。最常见的地质型圈闭构造就是挤压圈闭构造。挤压圈闭构造通常是由陈旧的溪流河床所形成的。在那里，形似透镜的可渗透沙层区域在不易渗透的页岩和粉砂岩之间形成了圈闭地质构造。



盐丘圈闭构造

当地下深层有大量的盐分形成时，在高温和高压的作用下，盐分向上膨胀成为圆丘。上升的圆丘用力将覆盖在上面的岩层分开。在这一过程中，盐丘就有可能将可渗透岩层切断，从而阻塞了石油迁移的途径。因此就形成了一个圈闭储油构造。

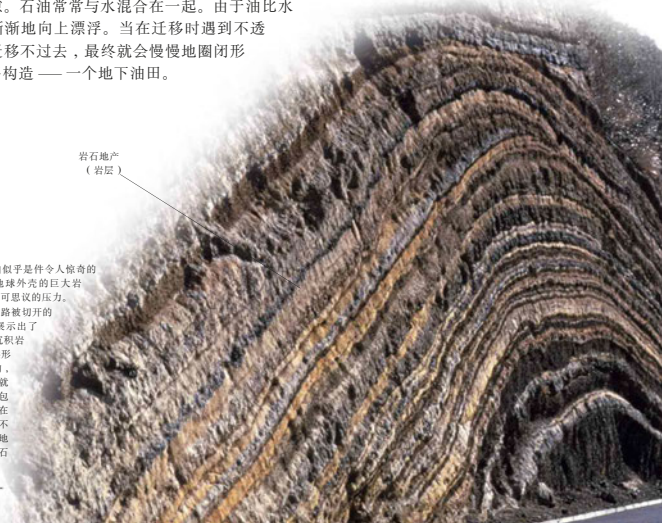
当石油公司在寻找石油时，他们就是在寻找能够储藏石油的圈闭地质构造。在地下许多地方，当石油从周围的岩石中渗透出来之后就会在那里聚集起来。液态的石油在“源岩”中形成之后不久，就开始了缓慢的渗透，也叫迁移。富含固态有机物质的页岩又叫油母岩，是一种最为常见能够生成石油的源岩。在地下深层的高温 and 高压作用下，油母岩转变生成成为石油。由于源岩再一次地被向下深埋，石油和天然气可能就像海绵中的水一样从可渗透的岩石中迁移出来。在这种可渗透的岩石中带有许许多多能够让液体渗透过去的微小缝隙。石油常常与水混合在一起。由于油比水轻，石油就渐渐地向上漂浮。当在迁移时遇到不透水的岩石而迁移不过去，最终就会慢慢地圈闭形成储油的岩层构造——一个地下油田。

岩石地产
(岩层)

岩石弯曲

坚固的岩石能够弯曲似乎是件令人惊奇的事情。但是，组成地球外壳的巨大岩石板块可以产生出不可思议的压力。

如图所示，为铺平道路被切开的岩石断面就清晰地展示出了一幅沉积在海底的沉积岩剖面图。戏剧性的拱形结构，也叫背斜结构，压强拱起来的岩层就像巨大而干硬的面包壳一样被生硬地挤在一起，在全世界数不清的这种背斜拱形地质构造形成了圈闭石油的储藏地。





俯视的景象

经常能够在地质地图或卫星照片上看到背斜构造的地形，长长的椭圆形圆丘。这是一张揭示了在伊朗西南部扎格罗斯山脉（Zagros Mountains）群山中一系列椭圆背斜圆丘的卫星照片。每一个圆丘形成一个逐渐缩小的微型山脉。从上面看下去就像半个巨大的甜瓜。这些圆丘将成为地质勘探者寻找石油矿藏的首要目标。而事实上，扎格罗斯山脉的确是世界上最早和最高的油田之一。

背斜圆丘

背斜构造
(向上弯曲的拱形)

含有有机物质的
深色岩石中可能
有石油形成

储集岩

只有当源岩中产生的石油迁移到多孔和多缝隙的岩石中并且聚集在一起才有开采的可能。能够聚集石油的岩石叫储集岩。大多数的储集岩，例如砂岩、小范围的石灰岩和白云石都具有相当粗大的颗粒度。砂岩的颗粒松散地挤在一起。石油就可以从岩石颗粒的缝隙中渗透出来。



砂岩



白云石



豆岩石灰石



威廉·史密斯
(1769 - 1839)

1815年，史密斯详细描绘的英格兰和威尔士的地质图

暗色岩

石油会持续地透过可渗透岩石进行迁移，直到迁移的路径被不可渗透岩石所阻塞。由于不可渗透岩石中的孔隙太小或缝隙过窄或不连续，造成地下石油或地下水无法通过。当不可渗透的岩石将石油封闭起来形成圈闭构造时，这样的岩层就被叫做暗色岩。暗色岩的作用就像油库上面的盖子一样。最常见的暗色岩就是页岩。



页岩

紧密地挤在一起的
特细颗粒

用特定的颜色将每一种
类型的岩石显示出来



史密斯岩层

关于岩层结构概念的建立对于寻找石油具有至关重要的作用。最先提出这一概念的是威廉·史密斯。作为英国的运河工程师，他制出了第一张地质图。由于史密斯经常要勘探运河的航道，他注意到不同的岩层中包含着特定的化石，如果一些并不在一起的岩层中含有相同的化石，那么它们就一定来自于相同的年代。这使他能够穿越地形追寻到各种岩层。并且知道岩层是如何折弯和断裂。



固体石油

现在世界上应用的大多数石油都是从地下岩层结构中提取出来的黑色、液体的原油。然而，目前所使用的石油形式只占地下油藏储量的一小部分。更多数量庞大的固体石油在地下以油砂和油页岩的形式存在。在每一粒泥沙颗粒的外面都裹着一层粘稠的沥青，油砂（曾经叫作沥青砂）就是这样的地下泥沙沉积岩层。油页岩又叫油母岩质，是经过加压蒸馏处理之后能够转变成石油的有机材料。要从油砂和油页岩中提取石油需要对其进行高温加热才能分离出其中的石油。许多专家确信当现在的原油储藏开始下降时，油页岩和油砂就可能成为我们主要的石油来源之一。

污秽的沙子

油砂看上去就像黑色粘稠的泥土。在每一粒沙子上都覆盖着一层油滑的沥青水膜。在冬天，水结成冰，沙子变的像水泥地一样坚硬。到了夏天，水融化后又变成了胶胶一样的东西。



阿瑟巴斯卡油砂

在世界很多地方都有油砂发现。世界最大的油砂矿藏位于加拿大的阿尔伯特和委内瑞拉。这两个地方的油砂矿藏储量大约占世界总储量的三分之一。由于阿瑟巴斯卡的油砂矿（约占阿尔伯特整个油砂储量的10%）是仅有的一个距离地表面非常接近而具有商业开采价值的油砂矿，所以，目前只有阿尔伯特进行了一定规模数量的实际油砂开采。

提取技术

如果油砂就在地表下面，可以挖一个露天的大矿坑进行采掘。用大型载重卡车先将大块儿的油砂运送到破碎机中进行粉碎。将粉碎后的油砂与热水混合成为泥浆。然后通过管道再将这些泥浆输送到分离处理加工厂。在那里，通过精炼处理将石油从泥浆中分离出来。如果油砂在地下埋藏的深度太深而难于露天采掘，石油公司会采用向地下喷射蒸汽的方法只把石油抽取出来。蒸汽使沥青融化并且帮助它从岩石中分离出来。然后用水泵将其抽到地面上来再送到工厂进行处理。还有一种方法是向岩层中喷射氧气将沥青点燃使其融化。目前的这些开采技术都还是只是在试验阶段。

这些世界上最大的卡车，每一辆可以载重 400 吨。

每一辆卡车装载的 400 吨沥青砂相当于 200 桶原油。





剑齿虎的头骨化石

粘稠的结局

空洞的焦油矿井，准确地说是沥青矿井。在那里稀稠的沥青不断地从地下渗透出来形成一个粘稠的黑色池塘。这是在焦油矿井中被发掘出来史前非常著名的剑齿虎（长着两颊令人恐怖的大牙的老虎）和它的猎物猛犸象的完整化石。例如著名的加利福尼亚的拉伯瑞矿井。当时的情形似乎是这样的，猛犸象不慎陷入了粘稠的焦油池塘里，而剑齿虎为了捕获猎物，随后也跟随一起被困在了这个黑色的陷阱之中。

剑齿虎有时被称为“长着剑一样牙齿的老虎”，它用一对像剑一样的牙齿撕裂猎物的肉体。



数只剑齿虎攻击一只被困在沥青池塘内的猛犸象



沥青湖，特立尼达

背斜倾入

特立尼达的沥青湖是一个巨大的天然沥青湖，被认为有250英尺（75米）深。科学家确信这个沥青湖正处在两大岩石板块断层结合处的上面，沥青就是通过这一结合处的裂缝从地下深层冒出来的。在1595年，英国探险家沃尔特·罗利爵士在他前往加勒比的旅途中专程来到这里，并使用这里的沥青为返程回国的船进行了防水密封处理。



沃尔特·罗利爵士（1552-1618）

柏油路

在2500年前古代的巴比伦时期，就已经使用沥青铺设既光滑又防水的道路表面。现代采用沥青作为铺设道路表面的材料始于19世纪早期。当时的筑路工人用加热的煤焦油或沥青做粘结剂与砾石混合后铺路。用这种材料铺的道路就叫做柏油碎石路或者柏油路。而对柏油中碎石尺寸大小进行等级划分的方法是由一个叫约翰·伦敦·麦卡丹（John London Mcadam, 1756-1836）的苏格兰道路工程师制定的，所以这种铺路材料的英文名称 tarmacadam 或者 tarmac 就是以他的名字来命名的。

苏格兰石油

现代的石油工业开始于1848年的苏格兰·詹姆斯·扬（James Young, 1811-1883）发现了用小池内里渗出来的石油制造点灯煤油的方法。在不了解这种能够渗出石油的小池内很少见。所以他随后转而去开发在苏格兰低地发现的石油页岩。在1851年，他在爱丁堡附近的巴夫茨特建立了世界上的第一个对石油进行蒸馏处理的石油精炼加工厂。



由于在岩石孔隙中的甘罗根，石油页岩转变成了黑色



泥灰岩，石油页岩的一种

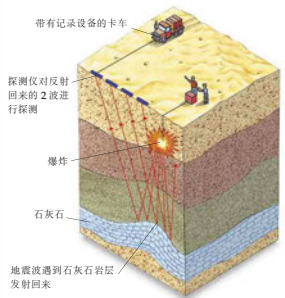
油页岩

虽然有大量的石油页岩矿藏存在，其中科

罗拉多就是著名的矿藏产地，石油却很难从中被提取。岩石中的石油必须经过融化渗出，然后再通过一个集中加热蒸馏提纯的过程后才能转变成石油。可行的生产方法是先将矿石开采出来，然后在地面上对岩石进行蒸馏提纯处理。但是这样的做法成本很高。采矿工程师们考虑将来在可能的技术条件下，将电加热器插入到地下岩石之中，把其中的石油加热溶解出来。



石油是怎样发现的



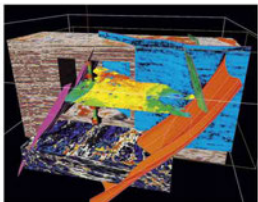
石油震动

地震探测法是将强大的震动波，或地震波，从一个爆炸发生器或声音发生器向地下发送。探测仪将地下深层岩石表面反射回来的地震波形记录下来。不同类型的岩石所反射回来的地震波形是不一样的。从而，探测仪能够根据反射波的模型建立起详细的岩石结构图片。

在从前，除了那些从地下渗透出来能够看的见的石油被经过它的人发现之外，寻找石油完全是凭猜测、碰运气的事情。现代的石油勘探者采用他们所掌握的地质学知识和方法判断在哪些地方可能存在石油。例如，他们发现石油有可能聚积在沉积岩盆地这样的地质构造中。沉积岩盆地构造在全世界大约有600处左右。石油的勘探工作也大都集中在这些地方。到现在，约有其中的160处盆地已经生产出石油。有240处没有获得任何结果。在沉积岩盆地寻找石油一般是首先对暴露在地表面的岩石进行检查，发现可能的岩层。或者对卫星雷达图象进行阅读分析。一旦目标区域确定，勘探者就会采用复杂的技术设备进行各项地球物理数据的探测以获取地下存在石油的细微线索。这些线索包括由于石油的存在而对地球磁场和重力场的改变。

海底搜索

地震探测法同样可以用于寻找海底下面的石油。探测船拖着由电缆连接着的声音探测器，也叫水下地震检波器。以前，产生震动的方法是通过达纳炸药爆炸引发的。由于这种方法会杀死很多海洋生物而被停止使用。现在采用释放压缩空气泡来引发震动。随着气泡的膨胀以及随后浮出水面的收缩制造声波。



岩石构造的计算机模型

计算机建模

最复杂的地震探测设备采用众多的探头在一个特定的区域内对深层的地质结构进行勘探。将收集到的探测数据输入到计算机中，根据这些数据信息计算机建立一个地下岩石构成的详细3-D模型。生成这样的一个3-D模型的成本是很高的，但是在错误的地点钻一口油井更是会浪费掉数百万美元。



震击车

用小型的定量炸药或者采用特制的卡车对大地施加震动，在地面上进行地震探测。这些称作震击器的卡车具有一个能够产生巨大震力的液压垫。以每秒5到80次的频率对大地发出震动波。这种能够发出清晰响应的强烈震动波穿透到地下深处。反射到地面的震波由叫做地声探测器的探测设备所接收。



用于调节弹簧
张力的螺钉

在重力计里面是悬
挂在弹簧上的重物



在屏幕中显示出由于
重力差异引起的弹簧
拉力的细微变化

利用重力

不同密度的岩石对重力加速度会产生细微的影响。通过悬挂在弹簧上的重物，检测重力的仪器能够在地球表面上将这种微小的差别检测出来。检测精度可以达到千万分之一数量级的变化水平。对重力的变化差异进行分析之后，可以将地下诸如盐丘和岩石密度的特性信息揭示出来。从而帮助地质学家建立起一个岩石结构层面的完整图像。



磁性探索

通常，对储油构造进行磁性探索需要使用这样一架飞机。利用在飞机上配备的磁力探测仪对地下磁场的强度变化进行探测。可能存在石油的沉积岩磁性通常要比火山岩磁性小得多，因为后者富含像铁和镍这样的磁性金属。

打井的钻具开始，
或“开挖”一个新油井



试验性钻井

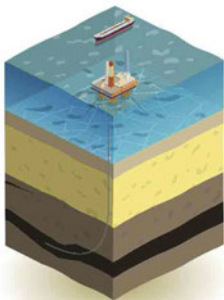
从前，寻找石油的狩猎者们只能凭借他们的预感来确定哪里可能有石油。随后就在这个地方打一口“野猫”油井进行钻探。如今，通过地质勘探所得到的结果显示有必要在某个地方进行实际钻探以最终确定是否存在石油之后，才会开掘一口试验性油井。即便如此，发现具有商业开采价值的油田或气田的几率也不会超过所开掘试验油井数量的五分之一。

钻探砂样

钻井是最终确定某个地方是否存在油田或气田，以及准确地确定石油品质的唯一方法。一旦试验钻井开始掘进之后，勘探人员使用采样设备提取岩层砂样。砂样提取到地面之后就被送到实验室进行详细的物理和化学分析。



先进技术



水平钻探

在垂直钻井的基础上，现代的钻井技术可以通过一口直井打出多枝长达数英里的水平井。从一个井位开掘出多枝油井可以减少钻井所需的占地面积，从而将对环境的损害降低到最小程度。在阿拉斯加，开掘相同钻井数量所需要的占地面积，已经从1977年的65英亩土地下降到今天的9英亩。在海上，可以从一座钻井平台上打出多口油井。另外，水平钻进很适合于薄层储油的地质构造。水平钻进的井筒能够有效地增加与储油层面的接触面积，因此能够最大限度地提高可开采储量和单个油井的产量，从而进一步减少了所需油井的数量。

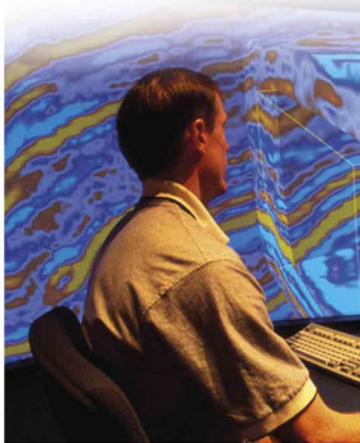
钻进精度

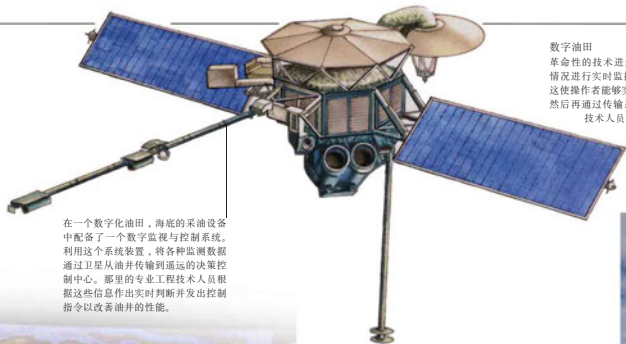
现在在一个工作平台上可以打出多口钻井，并且钻探的精度之高令人难以想象。一个工程师可以坐在休斯顿的电控操作室里控制一台在非洲海面平台上的钻头让其进入到平均尺寸像卧室那样大的空间里。工艺技术的进步不仅极大地提高了钻井的成功率，并且还意味着只需钻打更少量的油井就可以生产出同等数量、甚至更多数量的石油。由此而节约的成本是巨大的，因为打错一口井将会造成高达上亿美元或更多的浪费。

除了军工行业以外，能源产业是属于那些最大限度地利用计算机技术与数据分析技术的行业之一。地质勘探学家需要通过大量的数据对地球表面以下数英里深的地质构造情况进行分析与破解。勘探工程师能够钻透超过5英里厚的高温高压岩层到达的极度深层以下的能源所在地进行开采。采油工程师通过数英里长的油管将地下的原油抽到地面上来，然后还是在极端的条件下，又经过数英里长的管道将原油输送到炼油厂。到达炼油厂后，高粘度和高含硫量的原油经过炼制就变成了各种有用的石油产品。通过采用很多的先进技术，如探测卫星、全球定位系统、遥感装置、以及3D和4D地震检测技术，可以依靠和利用少量的探井数量就能够准确地获得油藏所在的地质位置和其他重要的数据信息。采用这些高科技手段能够取代传统的依靠打探井的找油方法，从而减小了对自然环境的损害，并且也降低了石油开发的成本。如果要问石油是在那里被发现的，答案就是，在计算机里。

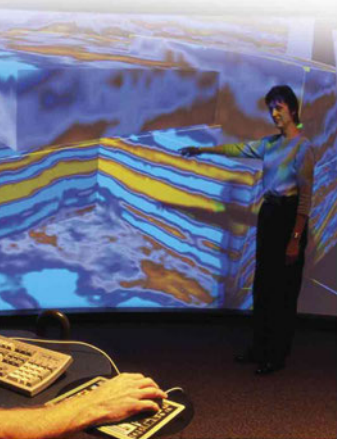
得到更多

具有讽刺意味的是，大多数应当发现的石油都已经被找到了。在通常的情况下，石油公司所开采出来的石油只占他们已经勘探到的石油储量的三分之一。剩下的三分之二没有被开采的原因一是采掘难度太大，二是生产成本太高。就此可以想象，如何开发利用这么多的剩余石油资源为采油技术的进步提供了巨大的发展机会。现在的4-D地震检测已经加入了时间坐标。为某个储油的地质构造在一定时间段内一遍又一遍地拍摄快像，这样就可以将生产过程中那里所发生的变化情况用图像显示出来。像4-D地震探测这样的新技术将有助于对地下的情况了解更多，从而提高石油的储备和产量。





在一个数字化油田，海底的采油设备中配备了一个数字监视与控制系統。利用这个系統裝置，將各種監測數據通過衛星從油井傳輸到遙遠的決策控制中心。那里的專業工程技術人員根據這些信息作出實時判斷並發出控制指令以改善油井的性能。



纳米技术

纳米技术是通过改造和控制分子的结构来创造和改变物质的性能。如制造高强度的超轻物质，或者进一步提高材料的导电和导热能力。纳米技术的许多成果都在能源工业上得到应用。一种采用纳米级微粒与极细粉末混合的先进流体技术正在研发之中。采用这种技术可以显著地改善打井钻进的速度。当碳化硅粉末的尺寸达到纳米数量级时，这种陶瓷粉末就会成为具有超硬硬度的材料而被应用到需要更高硬度、更加耐腐和持久的硬度材料的钻探设备之中。将来，在生产中可采用纳米数量级的传感器对地下深层矿藏的性质进行探测。石油产业目前已经将纳米级催化剂应用到了石油精炼的工艺当中。目前，科技人员正在研制具有单一的催化能力的纳米颗粒，它能够将混杂的油性岩层既实用又高效地转变成高度精炼的石油。

进入 3D 空间

由一群地质学家和地球地理学家，会同油田、生产和钻井工程师们及其他一些业务人员一起组成的工作团队，正沉浸在一个共享的 3-D 视觉空间环境里。随着鼠标的点击，他们可以対一大块的地质构造进行巡察。可以抓住一块岩石，将焦距拉近対其中的情况进行仔细的研究。最后，在那个巨大的弯曲由一排高端计算机和图形软件支持的电视屏幕中的旅行结束了。如此超级的视觉体验，足以让任何一位沉迷于视频游戏的网迷心生嫉妒。无线与卫星数据技术扩展了全球合作与磋商的能力，允许一部分人坐在办公室里，而另一部分人在钻井平台上共同了解得到的数据信息，并且对复杂的技术问题共同进行研究和处理。

数字油田

革命性的技术进步就是不仅在钻井而且在生产过程中都可以对油井内正在运行的情况进行实时监控。智能钻井系统在接近钻头处的钻具上安装传感器和测量装置。这使操作者能够实时观测到井下的情况。观测数据源源不断地回送到钻井平台上来，然后再通过传输系统将数据信息发送到设在世界某地的中心办公室。在办公室里，技术人员依据获得的检测数据实时地对钻井进程进行修改。安装在钻具上的传感装置必须非常牢固结实能够承受钻井过程中产生的震动和其他的极端情况。与此相类似，采用智能生产的油井同样能够不断地对生产过程实时地远距离进行监测、模拟、控制和调整。



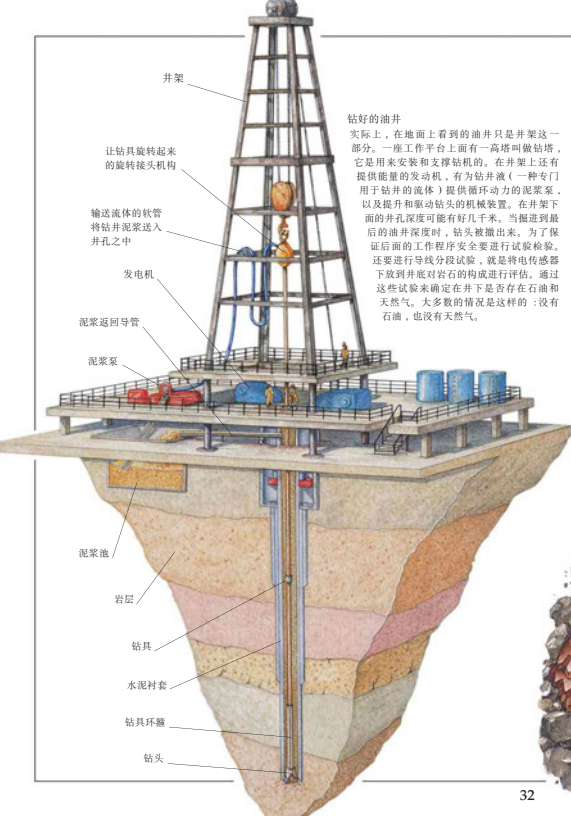
在火星上钻井

许多在石油和天然气工业中采用的先进工艺技术在其他许多领域包括空间探索在内的高科技工程中也得到了应用。NASA 正在将石油钻井技术应用到火星考察这样的空间项目上。最近由 NASA 运作的 5 个独立项目中就使用了专门为无人行星空间探测而设计的钻井机械。这些钻机由人工智能控制。按照设计要求，在类似于想象中的火星极地区域表面的冰层和永久冻土上进行钻探操作。

开采石油

钻好的油井

实际上，在地面上看到的油井只是井架这一部分。一座工作平台上面有一高塔叫做钻塔，它是用来安装和支撑钻机的。在井架上还有提供能量的发动机，有为钻井液（一种专门用于钻井的流体）提供循环动力的泥浆泵，以及提升和驱动钻头的机械装置。在井架下面的井孔深度可能有好几千米。当钻进到最后的油井深度时，钻头就撤出来。为了保证后面的工作程序安全要进行试验检验。还要进行导线分段试验，就是将电传感器下放到井底对岩石的构成进行评估。通过这些试验来确定在井下是否存在石油和天然气。大多数的情况是这样的：没有石油，也没有天然气。



采油的第一步就是选择一个合适的井位。开始打井之前，石油公司必须确认已经取得法律允许的开采权。并且要对钻井掘进时产生的机械冲击与震动对环境造成的不良影响进行评估，判定是否超出了地方法规所允许的环保限值。要完成以上这些工作可能需要花费几年时间。接下来开始打井。详细制订的工作程序也会发生变化。但基本的设想是首先将油井掘进到刚好接近油层顶部以上的位置，然后在新打出的井筒中插入用钢和混凝土制作的套管以提高井壁的硬度，并在油井底部的衬套上打出一些小孔，使石油可以从这些小孔中进入。下一步工作是在井口上安装一个专门设计和组装的安全控制阀。这个安全阀常被叫做“圣诞树”。最后，可以向井中加入酸或高压盐分将最后一层岩石打穿。石油就开始流入油井之中。





红色阿德埃尔

保罗尼尔“红色”阿德埃尔 (Paul Neal “Red” Adair, 1915-2004) 因与油井大火奋力搏斗的英勇行为而闻名于世。在 1962 年，德克萨斯最著名的英勇事迹就是扑灭撒哈拉沙漠中的大火。在约翰维恩 (John Wayne) 的电影“地狱斗士 (Hellfighters)”中回放了这次的英雄行为 (1968)。当 1991 年海湾战争中科威特油井引起大火时，当时已经 77 岁具有丰富灭火经验的老战士瑞德·阿德埃尔又被召唤回来扑灭大火。

钻具与钻井液

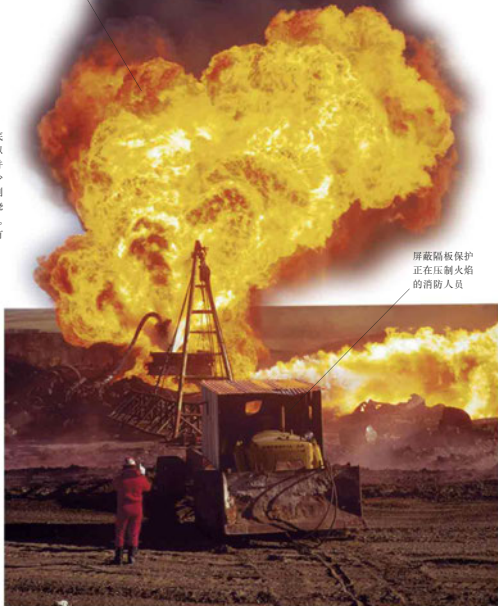
将数千米的坚固岩石钻透是一项严肃的工作。同手摇钻不同，在一个钻井的井架上并没有一根单独的钻杆，而是一根由几百节连接起来的长“钻具”。随着油井的掘进进度越来越深，钻具被一节一节地接起来。钻井需要的泥浆被连续地泵入到钻头周围以减小摩擦力。泥浆还能够对钻头进行冷却和清洗，并且将“切削”（钻削下来的岩石碎片）带回到来地面上。



喷火的源泉

当油井下高压储油层冲破井底时，其爆裂喷发出来的能量足以将井架摧毁。采用改进后的钻井技术像这样的爆喷现象已经极少发生了。如果爆喷发生时遇到火种，大火就会极其猛烈地燃烧起来，并且灭火工作极为困难。所幸的是，全世界现在每年仅有少量的爆喷火灾发生。

压力下的石油和天然气为火提供燃料



屏蔽隔板保护正在压制火场的消防人员

深海钻井

有时巨大的储油构造会在海底以下的深层岩层中被发现。为了把石油提取出来，远离海岸的大型海上钻井平台为打井提供了一个工作基地。在这个工作平台上，钻井设备深入到底下的岩石中进行掘进采油工作。在钻井平台上经过处理之后，石油通过输油管线输送到海岸上去。或者储存在漂浮的单独储藏设施中等待大型油轮到来。远离海岸的石油井架都是一些庞然大物。许多海上井架一般都有数百根几百米长从水面到海底的支腿，比如在墨西哥湾的佩特罗尼亚斯钻井平台（the Petronius Platform）就是世界上最高的浮动支撑结构，从海底以上的垂直高度大约2000英尺（610米）。井架必须具有极其牢固可靠的强度才能够承受突如其来其来的暴风与飘忽不定的巨浪袭击。



严重的维护工作

在石油井架的结构上存在或发生的任何缺陷和故障，比如零件的松动或者由于腐蚀造成强度下降，都有可能造成灾难性的事故发生。井架工程师必须要24小时保持警戒状态，对于任何有问题的迹象要反复检查。现在飓风过后，他们正在从平台上放下下来检查，在井架支腿上是不会有裂缝。



冰山牵引

一些重要的矿藏在纽芬兰海岸边的“冰山小道”被发现。在那里冬天风暴的时蔬可以接近100英里并掀起90英尺（30米）高的大浪，前所未见的大雾能使能见度减低为零。石油平台既不能够移动，即使能够移动也需要大量的时间。所以冰山对石油平台的影响是巨大的。如果预计冰山会对开采石油的作业产生影响，将原置一条动力强大的拖船牵引改变冰山前进的方向，少量的改变就将可确保冰山能够安全地从钻井平台旁边经过。

井架是一个钢制的高塔，它可使钻井垂直地从井口中提起米并储存在钻架中

钻井的“钻杆”是由33英尺（10米）长的钢管制成的，钻头就安装在钻杆的顶端上。

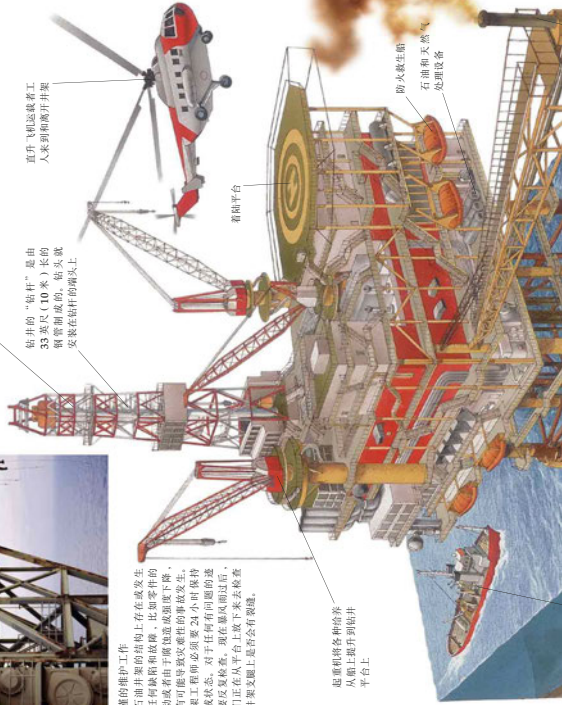
直升飞机运载着工人来到和离开井架

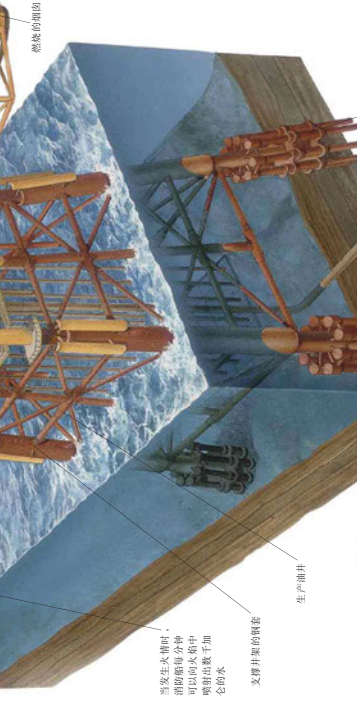
石油平台

石油和天然气处理设施

防火救生船

起重机构各种保养从船上提升到钻井平台上





当发生水锤时，
消防阀每秒钟
可以射出水
吨的水

支撑井架的钢管

生产油井



坚固的钻井工人

坚固的钻井工人这个称号本身就包含了一种坚韧的含义在里面，钻井工人包括在井区工作的一般工人和在井架工作有一定技术的井架工。在英语词汇中，“井架工”是坚强和有韧性的同义词。井架工的任务是，如图所示，为钻井的钻杆一节一节地添加钢管以及对钻井设备进行维修。

多口钻井

为了尽可能提高效率和增加石油产量，可以在一座平台下面同时打出许多口油井，多达30套的打井钻具像树杈一样分别向不同的方向延伸出去。其中的一些钻具在延伸入海底岩层较远之前需要预先穿过较软公里远的距离。在每一套钻具的底面都安装了一个对海底岩石进行磨削的掘进的钻头，由于这种钻头是由三个啮合的啮合做的圆锥形轮形的切削刃组成的，所以它被称为三棱滚轮。快速旋转的圆锥形刃具通过回岩石施加向下的钻都能压力来掘进。

随着锥形钻
头的底切切
削进入岩石



组架平台

任组架上井架的核心是桩平台，也就是那个在海面上看到的桁架结构。许多人桩平台不上分是地地工作，有的对井架进行维护，有的进行钻井作业。如果仅仅为了勘探需要，井架可能是平移动式的，这是一种用钢缆固定在海底的漂浮水架结构，或者是一个带有可以伸展及支撑的自升式钻井井架。当要进行全面的开采生产时，就需要一个更加永久性的井架结构。建造井架的方法是在海岸上先部分地将井架结构制造完成，然后将它一件一件运送到指定的目的地并在组架之前用钢桩或混凝土桩牢固地固定在海底。

通向储油层深处和
油轮平台的管线

打入海底的
支撑柱

海底维修

在每一个海上井架上都有长期地配备一支经过专业训练随时待命的潜水员队伍。不仅是在安装井架的工作过程中，还有对井架在水下的结构、管路、电缆的维修，以及进行必要的维修都离不开潜水员的工作。在极深深度下，潜水员要穿上专门的加厚潜水服以防止水下极大的压力将身体压扁。



深水技术

第一个一眼望不到岸边的海上油井是 1947 年在 15 英尺（4.5 米）深的水下开采的。整整 30 年前，各项深水勘探作业的水下深度达到 500 英尺（152 米）。今天所说的深水油井是指水深达到 5000 英尺（1524 米）的深度。而在进行超级深水勘探时，曾经到达过 10000 英尺（3048 米）的水下深度。一个比较大型的新建采油或采气浮动作业工作平台，可能需要耗费几十亿美元和 3 年时间才能完成。今天大多数的勘探工作都是在临界、深水和超深水的范围内进行的。在对这些深水和超深水资源的开发工作进程中所遇到的，包括那些已经被克服了的和目前还没有克服的困难和挑战，其难度和惊险程度与人类在太空探索中所遇到的难题相比较而言，有过之而无不及。

水下工程

在水下生产石油和天然气的深水工作平台，其实与其他钻井平台一样，安装着各种必需的加工设备。利用这些设备对从油井中提取出来的石油、天然气、水和其他固态物质进行分离处理。深水平台还是在石油与天然气被输送到精炼厂或天然气加工工厂之前对其进行清洁处理的地方。试想一下，如果要在水下对如此大结构的建筑安装大量的小型炼油设备，那么整个建设、运输与安装的费用将是昂贵的。其中多数生产深水石油和天然气的设备都安放在海底，在长达 20 年以上的寿命跨度期间在海底的这些设备要长期承受海水的侵蚀和巨大的压力。因此，保障设备安全可靠运行是最基本的要求。而且，在如此环境下设备维护工作的成本和难度都非常高。依靠新技术，可以直接在海底对石油、天然气和水蒸气进行分离处理。这就可以省去了对加工工作平台的需要，所有海底进行的工艺加工过程都能够通过设在海岸上的技术设施进行实时地监测与控制。将海底生产出来的各种流体产品输送到岸上去需要提供广泛完备的管线网络和海底动力提升泵。在到达海岸之前，石油和天然气还需要用动力泵输送数英里远的行程。

水下机器人

从 16 世纪中期出现的潜水头盔直到今天的水下机器人，人类在水底下的工作能力已经发生了难以置信的进化。“遥控车”（ROVs）可以对海底系统进行维修和安装作业。这些水下装置类似于在太空探索中使用的漫游车。在不远处的钻井平台上或在舱内的操作人员对海底 ROVs 进行遥控。通过一条像脐带一样的缆绳与 ROVs 连接，向它提供能源。发布指令和控制信号，同时 ROVs 将自身的状态信息与感应信息数据反馈给上面的控制者。不同的 ROVs 体积大小可能差别很大，从只携带一台 TV 机的摄像小车到装有几只灵巧的机械手、摄像头、各种机械工具和其他设备的复杂工作系统。遥控车通常可以在水下自由地活动，但也有一些被安装在轨道上。



甲板上面什么都有

在海上开发与生产的核心区域，有数千名男女性工作者工作和生活在那里。他们的工作通常每隔一周或两周从海上到陆地轮换一次。乘坐直升飞机工作人员在陆地和海上往返飞行。在海上工作期间，这些专业人员的工作一般 12 个小时一换班。他们工作在钻井的井架上、或者在监控室里、或者在实验室里，或者对生产中的油井进行操作控制。在许多海上工作平台上都设有高规格的宾馆服务设施，包括图书馆、运动器材、电影院、医疗设施、等许多其他的娱乐与健身项目。至少在北海钻井平台上就有一个专门对大量在平台上驻足的 migratory 鸟进行分类和研究的英国鸟类观察协会的分会机构。在墨西哥湾的一些海上工作者对一种在迁移季节有规律的到访者，君王蝴蝶的迁移习性进行研究。

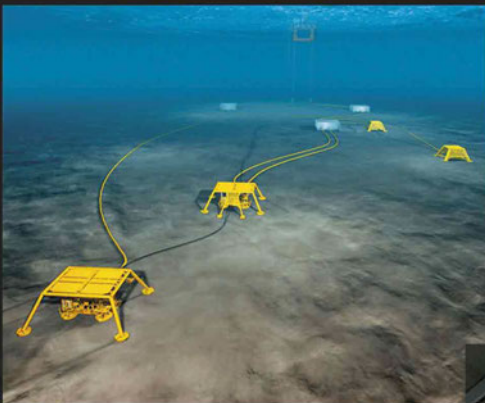


浮动生产船

从深水下面将石油运送到市场上去依然是个挑战。除了输送管线以外，在深水下使用的浮动生产船、储存船和卸载船（简称为 FPSOs）可以胜任常规工作平台无法承担的工作。FPSOs 各自都像一条巨大的油轮，但是这些油轮与传统的工作平台一样配备了各种加工处理设备。各个庞大的船舱可以储藏石油直到定期往返的航班油轮到达后将这些产品装载走。

发现新品种

与石油和天然气工业紧密地相关一个关键角色，“利用现有工业技术开发科学与环境的遥控车之家”（AERPENT）的项目工程将其目标对准高端的遥控车技术以及世界的科学团体更加密切的合作。到目前为止，已经确认的新品种有 20 多个，并且已经观测到新的海洋品种存在的证据。



世界上最大的圣诞树

作为挪威最复杂和昂贵的近海开采工程，正在开发之中的欧曼兰哲（Ormen Lange）油田，确切地应当叫天然气，没有采用任何工作平台。24 座海底钻井中的天然气将通过输气管线直接被泵送到设在挪威西海岸上的加工厂。随后生产出来的天然气将通过近 750 英里长的海底出口输送管线，这是世界上最长的输送管线，传输到英格兰的东海岸。所有的安装设备都将设置在深度从 2500 到 3400 英尺（762 到 1035 米）的海底。在欧曼兰哲油田总共设有 14 个水下圣诞树，这种最初被叫作十字树、X 树，或 XT 的石油工业圣诞树，就是设置在油井或气井端口上的模量装置。其中包含各种试验阀和伺服阀，还有安全关断系统和一排监控装置。65 吨的重量是通常其他海上设备所使用圣诞树的两倍。在未来 40 年内，从欧曼兰哲油田生产出来的天然气将能够满足英国需求量的 20%。



向更深前进

深水石油勘探是从在大洋表面上进行地震探测的船队开始的。这些小船利用长长的电缆通过海水发射能量脉冲。这些能量脉冲遇到海底的岩石就会以不同的速率反射回来。对记录下来的反射回波进行分析和研究，地球物理学家就可以得到一幅海底下面的岩石构造图。采用地震探测法只能够识别岩石的构造确认碳氢化合物可能聚集在那里，并不能够发现石油和天然气。经过对地震法探测结果分析以后，确认那里是石油和天然气潜在的地质构造。为了确定锁定的目标构造中到底存在石油与否，开始进行勘探钻井采掘。使用新型的钻井船和半潜式钻井平台，钻井工人可以在比普通设置在海面上的钻井平台深的多的水下进行工作。这些钻井船采用动态定位技术通过连续地全球卫星定位始终将船只保持在正确的位置上。



管道输油

在石油工业的早期，开采出来的石油就是靠人力用木桶从油井运走。不久，石油公司发现最有效的方法是采用油泵通过管道输送石油。现在，在全世界的陆地上和海底下布满了巨大的石油管线输送网，仅在美国就有大约 190000 英里（305000 公里）的输油管线。从汽油到喷气发动机燃料，输油管线能够传输一系列不同的石油产品。有时在同一管道中不同批次的石油产品被特制的柱塞隔离开。在所有输油管道中最大的就是干线管道，它将原油从采油现场输送到炼油厂或港口。一些干线管道的直径达到 48 英寸（122 厘米），长度超过 1000 英里（1600 公里）。输油干线将通过支线管道从各个单一油井汇集输送过来的石油集中到一起。



气凝胶是非常出色的绝缘材料，只需薄薄的一层就足以阻隔火焰的热量传递而防止火柴被点燃。

保持温度

如果石油温度太低，就会变得很粘稠难于通过管道进行传输。因此，在世界上许多的寒冷地区和在海底下的输油管线都要采用“气凝胶”进行隔热保温。被应用于制造气凝胶的像海绵一样的碳硅胶冻是世界上最新轻的材料，气凝胶中 99% 的成分是空气，就是这些空气使气凝胶成为著名的拥有良好隔热性能的绝缘体。



与石油管线有关的政治

欧洲国家试图打通里海油田通道以保障他们的石油资源供给，所以他们就为修建从巴库经过 第比利斯到塞平（BTC）的输油管线建设提供后备援助。这条从里海的阿塞拜疆到地中海的土耳其途径佐治亚的输油管线全长 1104 英里（1776 千米）。这是佐治亚、阿塞拜疆与土耳其的领导人在输油管线竣工仪式上亮相。

聪明的猪—管道探测器

在每一条管线通道内，都配置了一些被叫做猪的柱塞。这些柱塞在输油管线内同石油一起旅行，它们的作用或者是将每一批批次不同的石油产品分隔开，或者对可能存在的问题进行检查。由于早期模式的柱塞在管道中移动时会发出像猪一般的尖叫声，因此得到了猪这个名字。一只“聪明”的猪就是一个带有一排精密复杂传感器的机器人检测单元。在石油的推动下，聪明的猪在通行经过数百英里的行程中

对每一平方英寸的管道进行检测，将各种缺陷，比如腐蚀检查出来。



管线构造

一条输油管线是由数万截钢管连接而成的，其中的每一节钢管接头都必须经过专业人员的可靠焊接以防止发生泄露。整个管线的修建过程通常是比较快的，因为所有的连接件都已经预先制作完成。但是制定输油管线的行走路线和与沿途相关居民人等达成管线铺设协议却可能需要花费几年时间。



输油管线和当地居民

铺设的输油管线会经过一些贫穷与环境敏感的地区。如图所示，在印度尼西亚的苏门答腊，当地的贫苦百姓并没有因为居住在传输富裕生活的石油管线旁边而沾到什么光，相反，他们自己的日常生活却由于这些输油管线，尤其是当管线运行时可能发生的泄露事故，而被破坏了。这种管线的“行为艺术”还可能导致危险局面发生。

这个警卫正在对沙特阿拉伯地区的输油管线进行防卫



恐怖威胁

通过管线输送石油供给的致命之处在于他有可能成为恐怖袭击的目标。尤其是许多输油管线要经过一些政局不稳定的区域，比如中东的某些地区。为了防备这一威胁，在一些地方的输油管线旁边由武装人员持枪地进行守卫工作。



地震危险

由于强烈地震可以使输油管线出现爆裂或折断的情况，科学家们始终不停地对石油管路沿线地区发生大地震的迹象进行监测。这条在加利福尼亚帕克菲尔德的油管在地震时发生了弯曲变形。它刚好坐落在著名的圣安德列亚斯断层上，两个地壳板块之间产生了相对滑移。



海洋上的石油

大约 3500 条油轮在世界各大海洋中夜以继日地来来回回运送石油。通常情况下，油轮输送的都是原油，虽然有时也有加工提炼后的石油产品。原油输送需要经过专门处理——比如原油必须加热到 250°F (120°C) 以上才能装船。通过油轮运送的石油数量极其庞大。每一天，3 千万桶左右的石油处在旅途航行之中。这是整个美国一天消耗石油数量的 1.5 倍。是英国的 15 倍。为了形象地理解如此巨大的液体容量，可以想象一下 2000 个奥林匹克比赛用的游泳池满满地加入黑色石油的情景。现代双体油轮的设计和航海导航系统确保这些石油能够安全地跨越海洋，但偶尔会有事故发生造成石油溢流到海里。与所输送的数量相比，泄露出去的石油虽然仅仅是很小的一部分，但结果可能是破坏性的。

第一次船运

追述至 1861 年，美国帆船伊里孔贝茨·沃兹瓦 (Elizabeth Watts) 从宾夕法尼亚运载 240 桶石油到英格兰。将如此易燃的物质装在水桶中用木船装运是一项危险的业务。后来在 1884 年，英国造船人订做了装载石油钢罐的钢制汽船格鲁考夫 (Glückauf) (右图)。这是第一艘现代油轮。



超级油轮

超级油轮是最大的油轮。它也是目前为止世界上最大的轮船，空载标准重量超过 33 万吨，能够运送数百万桶石油，价值数亿美元。令人惊异的是，操作这些庞然大物的自动化程度是如此之高，全体船员只需要 30 几个人就够了。体积巨大的超级油轮需要经过 6 英里 (10 公里) 之后才能够停下来。转一个弯需要 2.5 英里 (4 公里)。在石油业务中，超级油轮叫做超大原油运载工具 (ULCCs)，而大型原油运载工具 (VLCCs) 没有它那么大，但是其重量依然超过了 22 万吨。



海洋中的庞然大物

超级油轮是个巨大的容器。相比之下，最大的远洋航班航船都显得相形见绌。一些超级油轮甚至比躺倒下来的帝国大厦还要长。其中最长的克诺克·尼维斯 (Knock Nevis) (也曾经叫做扎赫·威肯 (Jahre Viking))。长度达到 1503 英尺 5 英寸 (458.4 米)。这是在海洋中出现过的最大船只。克诺克·尼维斯的空载重量是 600500 吨 (544763 公吨)，满载货物后的重量达到 910084 吨 (825614 公吨)。

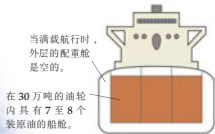
油轮上为数不多的船员几乎都在尾部的舱房内生活和工作。

为了降低船体被撞漏时流失石油的数量，船体内部被分割为几个独立的油罐

体积庞大的石油货物装载在水线以下保持良好的稳定性

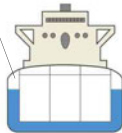
双倍安全

法律规定，所有新制造的大型油轮都要采用双层船壳设计。外层船壳里面还有第二层船壳提供附加的安全保障以防止当轮船损坏时发生石油泄露。当油轮空载时，还可以在两层船壳之间 10 英尺 (2-3 米) 的间隙之间加水以增加重量 (和稳定性)。



满载航行

当空载航行时，在配重舱内注入 10 万吨海水作为压舱配重。



天然的渗漏

虽然我们以为石油的泄露都是由油轮引起的，实际上，来自于自然环境的渗漏分布每年超过四百万桶，占全部泄露量的 47%。海洋运输承担世界范围石油泄露量的 33% 的责任，其中的 3% 渗入到北美的水域中。城市民用和工业废物占到世界海洋范围石油渗入量的 12%，其中 22% 渗入到北美的海水中。



卸油

油轮靠岸后就要开始卸油，由多节管臂装接起来长长的输油管能够伸展到油轮上所需要的每个位置。在计算机控制之下，输油管能够准确地与油轮甲板上输出石油的多口接头对接。船上所有储油罐中的石油，经过阀门和管路，都被连接到多口接头上。通过专用的深井货舱泵将石油抽出来。



埃克森·瓦尔德兹

1989 年在靠近阿拉斯加发生的埃克森·瓦尔德兹油轮 (the tanker Exxon Valdez) 石油泄露事件是历史上受关注度最为广泛和调查力度最为深入的环境灾难之一。油轮撞上了暗礁，大约有 1 千 1 百万加仑 (4 千 2 百万升) 石油泄露出来。石油沿着海岸线向外扩散出去 1180 英里 (1900 公里) 远。这次事故已经过去 20 年，但是受到伤害的一些动物物种至今仍然没有恢复过来。在 1991 年，埃克森同意在 10 年内赔偿 9 亿美元用于恢复由事故造成的资源破坏。为了防止类似埃克森瓦尔德兹油轮的事故再次发生，人们在过去几年做了大量的工作。同 1989 年的情况相比，企业和政府现在对突发事件的反应能力已经得到了显著的提高。

石油精炼

当温度达到 68°F (20°C) 时，只有四种碳氢化合物留存下来，甲烷和乙烷用来制造各种化学产品。瓶装后的丙烷和丁烷用于便携式燃气炉和点灯的燃料。



汽油在 70-106°F (20-70°C) 温度下冷凝，主要用于汽车燃料



煤油冷凝在 320-480°F (160-250°C)，用于飞机燃油、加热燃料和照明，还作为油漆溶剂



将加热至 750°F (400°C) 的高温原油混合气体输入到蒸馏管中

分馏处理

分馏处理的过程包括将原油加热直到它转变成石油蒸汽。然后将热蒸汽输送到蒸馏器中，在这个圆筒型的高塔内部的不同高度上都有一些水平托盘将其分隔成许多层。进入蒸馏塔之后，原油蒸汽中最重的那一部分快速冷却，凝固成液体后流到塔的底层。中等重量的蒸汽部分向上飘升到蒸馏塔的中间位置，冷凝后的液体被储存在中层的托盘内。最轻的部分，包括石油在内，一直上升到塔顶后才会凝固成液体。



在 160-320°F (70-160°C) 之间凝结的石脑油，被添入到塑料、化学产品和汽车燃料中。



在 480-660°F (250-350°C) 之间凝结的燃气油用来制造柴油和中心加热燃油



各种燃气通过在托盘上被叫做气帽的开口向上升起

一旦进入到蒸馏塔中，最重的碳氢化合物便凝结下来

为了转变成有用的产品形式，原油被送到石油精炼厂进行提炼加工。在精炼厂原油被分离成各种不同的成分。这些不同成分的半成品可以用来生产成品油、喷气发动机燃料，以及中心加热使用的燃油等几百种其他产品。对石油进行精炼的过程包括“分馏”处理与“破碎”加工两部分的组合。利用各种石油成分的密度不同和沸点不同通过物理方法进行区分，分馏处理将石油分离成不同的部分“碎片”，例如轻油和重油。而破碎加工是采用加热和加压的方法将又重又长的链型碳氢化合物分子破碎成更短更轻的小分子，即将分馏以后石油的各个部分碎片进一步劈开成为像汽油这样的产品。

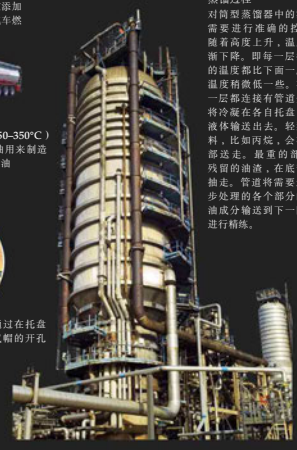
蒸馏过程

对筒型蒸馏器中的温度需要进行准确的控制。随着高度上升，温度逐渐下降，即每一层托盘的温度都比下面一层的温度稍低一些。在每一层都连接有管道分别将冷凝在各自托盘中的液体输送出去。轻型燃料，比如丙烷，会在顶部送走。最重的部分，残留的油渣，在底部被抽走。管道将需要进一步处理的各个部分的石油成分输送到下一阶段进行精炼。



石油储存

当通过输油管道或者船运从油田运过来的原油到达之后，就被储存在巨大的储油罐中等待加工。石油的数量通常是用“桶”来计算的，一桶等于 42 加仑 (159 升)。一个标准的大型石油精炼厂可以保存大约一千二百万桶原油，足以供应全美每天石油消耗量的四分之一。



深度炼油设备

早期的石油提炼只能利用原油中的一小部分，大概只有一桶原油的四分之一能够转变成汽油，现在有超过一半的原油可以被转化成汽油，并且其余的大部分也能够被制造成其他产品。深度炼油能够将先前废弃的残余物转变成更轻质的产品，例如柴油。最终到提炼加工结束，残留下来的焦炭—纯粹的碳的残留物将被当作固体燃料出售。

复杂的精炼

一个典型的炼油厂，比如像座落在沙特阿拉伯朱伯尔的这个炼油厂，庞大而复杂的管网和油罐充满了占地面积相当于几百个足球场那么大的范围。在下图最左面的管道蒸馏器是最大的高塔。各种大型的炼油设施以及 1000 至 2000 人的雇员，一年 365 天不间断的运转和工作。所有工作人员几乎都在控制室内从事规定的工作。在户外，除了重型机械低沉的嗡嗡声之外，炼油厂的环境出奇的安静。



裂化过程

蒸馏后的部分石油“碎片”从蒸馏塔中浮出来准备投入使用。其他部分必须送入图中所示形状像子弹一样的裂化设备中去。一些汽油从蒸馏塔中被分馏出来的同时，大部分石油的大型碎片还在裂化器中进行名为“引导裂解”的处理过程。在这一处理过程中进行集中加热（大约 $1,000^{\circ}\text{F}/538^{\circ}\text{C}$ ）和添加催化剂（引导剂）粉末。催化剂能够加速将碳氢化合物劈裂开的化学反应速度。



能源与运输



使用范围

20世纪20年代,石油燃烧器的引进使室内的取暖方式发生了一次变革。从前,取暖都是使用烧燃煤或木柴的火炉,随时需要保持注意暴露在外的烟斗和火苗可能引起的污染甚至火灾。上图所示的燃油灶具可以用来做饭和取暖,并且还能够提供热水。

石油是世界上的顶级能源。生产出来的石油超过80%被用来为世界范围的运输供应能量。石油以燃烧的形式释放能量,因此只能使用一次。石油燃料的一小部分用于为房间供暖。许多石油燃料的燃烧能量用于生产水蒸汽使汽轮机旋转并发电。但是大部分石油是以汽油、柴油、船用燃油和航空燃油的形式作为运载工具的燃料最终被发动机消耗掉。为了使这些汽车、卡车、火车、轮船和飞机能够持续运行,每一天需要消耗掉三千万桶石油。

Reva G-Wiz
电动车



G-Wiz的最高时速可以达到
40英里(64km/h)



一桶石油可以生产出
什么?

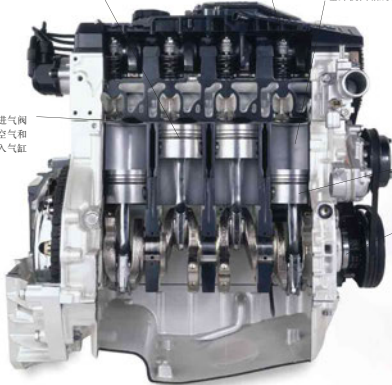
- 润滑油 0.9%
- 其他精炼产品 1.5%
- 沥青和铺路柏油 1.7%
- 精炼液化天然气 2.8%
- 剩余的燃油 3.3%
- 市场销售的焦炭 5.0%
- 蒸馏燃气 5.4%
- 飞机发动机燃料 12.3%
- 蒸馏燃料油 15.3%
- 汽油 51.4%

资料来源：
加利福尼亚能源协会

内部燃烧

大多数的汽车都是采用内燃发动机提供动力驱动的。内燃机的名字来源于汽油在它的内部燃烧。雾化的汽油被输送到每个发动机的汽缸中,然后被上升的活塞挤压,或者叫压缩;被挤压的油气温度上升,直到被带电的火花塞点燃;气化的汽油迅速地燃烧和膨胀,推动活塞返回向下运动;随着每个活塞的下降,驱动一根曲轴旋转,曲轴又通过一些传动轴和齿轮将运动传递给车轮使它们转起来。

2. 活塞向上提升压缩汽缸中的燃油
3. 火花塞将燃油点燃,燃烧的燃油转化成高温气体
4. 高温气体膨胀,用力向下推动活塞并使曲轴旋转



1. 燃料进气阀开启,空气和燃油进入汽缸

二合一发动机

为了减少燃料的使用和污染,汽车制造商引进了一种既有汽油发动机又有电动机的“混合型”汽车。发动机使汽车启动并为蓄电池充电。然后由蓄电池驱动的电动机接替发动机的工作。有一些汽车完全是由蓄电池驱动的。如在这里所示的 Reva G-Wiz 汽车,可以用插头/插座连接在家里进行充电。

处于不同时间相位的汽缸点火使曲轴保持连续运转

各个皮带驱动风扇和水泵使发动机冷却





石油形成的生活方式

有了石油提供燃料的汽车，不断向外蔓延的郊区城市化这种前所未有的城市扩展方式才成为可以接受的发展形式。宽敞的房间和开间的院落，不便之处就是商店购物和工作地点如此遥远，如果没有汽车很难在那里生活。

多数郊区都没有
公共交通工具



比赛用油

通过改变各种不同碳氢化合物的含量比例，并在其中添加一些附加的成分，石油公司可以配制出适合于不同发动机使用的燃料。比赛规则规定，一级方程式赛车使用的燃料应当与生产用车燃料相同。而实际中使用的是高挥发类型高性能的燃料。同日常燃料相比，赛车使用的燃料相当不经济，并且对发动机的损害非常大。

典型的 F1 赛车每一加仑燃料只能行使 2 英里（每升 0.4 公里），所以在比赛过程中必须要停车加油

燃料储存在机翼下面的油箱中



重负荷牵引

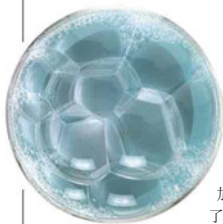
大多数行驶的汽车用汽油作燃料。而卡车和巴士的燃料大都使用更为粘稠的柴油。柴油发动机不需要点火器。通过活塞强烈压缩汽缸中的空气，被压缩空气温度上升到当柴油被喷进气缸时能够即刻被点燃。柴油比汽油机耗费的油量小，并且更便宜。但因为需要承受额外更大的压缩力，在机械结构上要求柴油发动机更结实，所以机器的尺寸和重量就更大。这使得柴油机的速度不能像汽油机那样提高更多。因此柴油机很少用于汽车。

航空燃料

道路车辆所消耗掉的石油燃料大约占交通运输消耗石油总量的四分之三。但是飞机燃油消耗的比例一直在上升。一架大型航班从华盛顿特区飞往旧金山的一次航程能够烧掉超过 20000 加仑（77000 升）的航空燃油。喷气发动机燃油与普通汽油稍有不同的是它具有更高的“闪点”（点火温度）。这一特性使喷气发动机燃油在运输中比普通汽油更加安全。



源于石油的产品



保持清洁

大多数清洁剂的制造原料都是来自石油化工产品。由于油质与水质的相互排斥性，仅用水不能将物体表面的油污去掉。清洁剂能够起到清除污渍的作用，是因为它本身含有一种叫做表面活性剂的化学物质。这种化学物质既可以与水结合同时也可以与油结合在一起。表面活性剂能够与物体上的污物缠在一起，然后再一同与物体分离开。所以在进行清洗时就可以将物体洗干净了。

石油在唇膏中起到润滑剂的作用

唇膏



眼线笔

看上去挺好

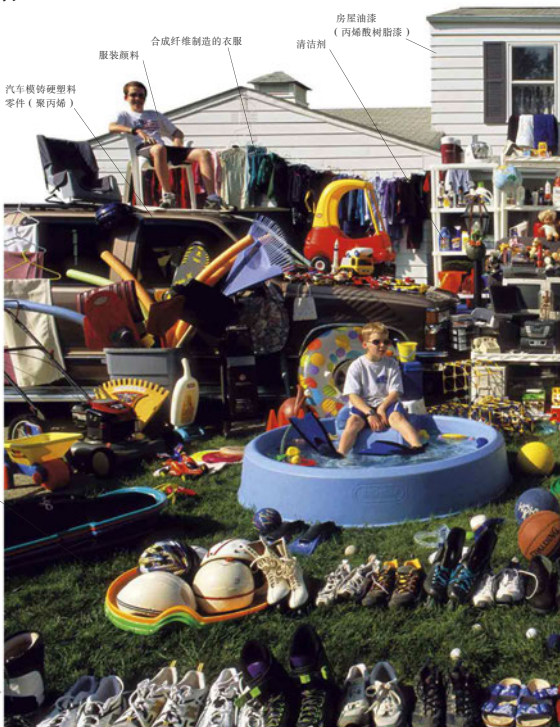
口红、眼线笔、睫毛膏、皮肤保湿霜和染发焗油膏只是众多在石化产品基础上制造出来的化妆品中的一部分。比如多数洗浴液使用从石油中提取出的蜡质胶冻作为其主要成分。如果在某些商品中罕见地不包含化工产品，厂商就会在他们的广告文字中指出“不含石油”。

石油不仅是能量的来源，它还是一种著名的原材料。石油中丰富的各种碳氢化合物经过加工处理后能够转变成有用的东西。这些东西就叫石油化工产品。加工处理后的碳氢化合物完全发生了改变，从各种石油化工产品的外观来看，完全想象不出它们的祖先会是石油。来自于石化产品的材料和物品的种类之多、品种之广达到了令人惊奇的程度。从塑料到香水和床单。我们使用许多由石油产品制造的人造物品替代天然物品，例如用人造橡胶替代天然橡胶，用清洁剂替代肥皂。并且石油还给我们提供了完全崭新的，唯一的材料，比如尼龙。

青草在用石化产品制造的化肥的帮助下生长

与石油一起生活

为了展示一下究竟在多大程度上我们的生活与石油的用途有关，这个美国家庭按照要求将房间里所有与石油产品有关的东西全都搬到外面院子里来了。事实上，他们几乎将房间搬空，因为几乎找不到完全与石油没有关系的物品。除了数不清的塑料制品之外，浴室中的药品、厨房里的清洁材料、合成纤维做的衣服、化妆品、胶水、衣服的染料、鞋，还有其它很多。



收音机、电视机和计算机注模成型的塑料外壳（聚苯乙烯）

泡沫坐垫（聚氨基甲酸酯）(PVC 和 HDPE)

耐久的各种玩具

塑料安全窗 (PVC)

食品储藏箱 (聚乙烯)

重量很轻的眼镜片 (聚碳酸酯)

防碎容器 (聚碳酸酯)

热水瓶 (合成橡胶)



多彩的蜡烛

制作蜡烛的材料可以是蜂蜡或其他的天然蜡质材料。而多数廉价的蜡烛是用石蜡制造的。为了去除异味生产出无味的蜡烛，石油需要用粘土进行过滤，并经过硫酸处理。然后加入各种颜色，使制作的蜡烛更加丰富多彩。石蜡还可以用来进行抛光，制造蜡笔等许多其他产品。

石蜡制作的蜡烛



感觉更好

很久以前，石油就被认为具有某种药用功能。在中世纪，用石油治疗皮肤病。现在，一些非常重要的药品来源就是石油。比如类固醇和止痛的阿司匹林。这两种药都是碳氢化合物。

阿司匹林



天然羊毛

合成聚丙烯纤维

穿衣带帽

将碳氢化合物的分子链接在一起可以制造出各种各样的人造纤维，比如，尼龙、涤纶、或氨纶。每一种人造纤维都有其特殊的性能。从这张显微照片中可以看出丙纶纤维（红色）与羊毛纤维（米色）相对比时的样子。丙纶纤维干燥的速度比羊毛快。这是因为丙纶纤维没有像羊毛那样的能够让水份粘附的粗糙表面。



阅读石油

当你阅读这本书和浏览图片时，你就正在注视着石油。因为印刷所使用的油墨就是将微小的彩色微粒（颜料）溶解在一种叫溶剂的特殊液体中。这种溶剂就是从原油中蒸馏出来像煤油一样的液体。

塑料与聚合物

在分子链上的每一个乙烯单
体都有两个氢原子（白色）
和两个碳原子（黑色）

制造聚合物

聚合物是由许多单
体小分子构成的长链
分子。例如，聚乙烯就是由
50000个乙烯碳氢化合物的单体分子组成的长链型
分子。通过聚合反应，科学家们将乙烯的单体分子链接起来。
在世界范围内，每年生产出来超过6千万吨的聚乙烯材料。

聚乙烯聚合物



18世纪用乌
龟壳制作的
鼻烟盒

天然聚合物

过去，人们采用天然聚合物，比如，用虫胶和乌龟壳来制造纽扣、把手、梳子和盒子。制造一个这样的乌龟壳盒子，要将龟壳加热后碳化，然后倒在模子里面冷却后凝固成型。

在现代的世界中，塑料发挥着不可思议的重要作用。在我们房间里，从食物保鲜盒到电视遥控器，塑料在许多不同地方以不同形式出现。塑料的基本特性是通过采用加热成型方法几乎可以将其转变成所需要的任何形状。具有这种性能是因为塑料是用叫做聚合物的超长链型的分子材料制造出来的。某些塑料聚合物完全是天然的，比如，角质物和琥珀。但今天我们使用的聚合物几乎都是人工制造的。并且其中大多数都来源于石油和天然气。科学家们能够利用石油中的碳氢化合物制造出各种各样、层出不穷的新型聚合物。它们不仅有塑料，还有人造纤维和其他材料。

酚醛塑料
电话



早期的塑料

最初的一半合成塑料叫帕克森（Parkesine）是由亚历山大帕克斯（Alexander Parkes 1813-90）是在1861年制造出来的。它是通过刈萘萘咯，一种从棉花中发现的天然聚合物，进行改造制成。1907年，当利奥巴克兰（Leo Baekeland, 1863-1944）发现可以采用化学反应的方法制造新的聚合物时，就标志着现代的塑料时代开始了。采用在高温和高压之下使苯酚和甲醛发生化学反应的方法，他创造性地制造出了具有革命性意义的聚合物产品——酚醛塑料（电木）。从飞机的螺旋桨到珠宝和门的把手，酚醛塑料有许多用途。但是，其中最佳的成功就在于用酚醛塑料制作电气设备的外壳，因为它是出色的电绝缘材料。



聚乙烯

既坚硬又柔软的聚乙烯是在现有的所有塑料材料当中用途最广、品种最多的塑料之一。1933年首次由ICI公司制造出来，它也是最古老的塑料之一。大多数的苏打塑料瓶子都是由聚乙烯制作的。



高密度聚乙烯

聚乙烯的种类有很多，高密度聚乙烯（HDPE）就是其中的一种。HDPE硬度高、密度大，经常用来制作各种各样的玩具，塑料杯子，各种清洁剂的瓶子和垃圾桶。



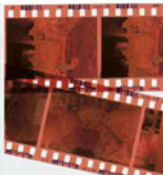
低密度聚乙烯

在低密度聚乙烯（LDPE）中，各种聚合物只是松散地聚在一起，是一种非常轻和柔软的塑料。LDPE保鲜膜广泛地用来包裹面包和厨房中的食品。



聚氯乙烯

聚氯乙烯（PVC），一种最硬的塑料，被用来制作下水管道和窗框。当PVC被增塑剂软化处理之后，就可以用来制造塑料鞋、洗发液瓶子、医用的布袋等很多用途。



聚苯乙烯

一种能够承受各种溶剂和酸蚀作用的粗糙又结实的材料。聚丙烯塑料经常被用来制作盛放医疗和工业用化学品的容器。摄影胶片也是用聚丙烯制作的，因为它不会在冲洗照片时受到化学药品的损害。



聚苯乙烯

铸模成型的聚苯乙烯可以制作像CD盒子这样的物品。充入微小气泡之后，聚苯乙烯变成了可以用来包装鸡蛋的轻便泡沫材料。这种泡沫还被用来制造一次性的咖啡杯子，因为它又是很好的隔热材料。



阿蜡梅迪纤维

Kevlar® 防弹背心

强韧的威胁

在 1961 年，杜邦的化学家斯蒂芬尼 (Stephanie Kwolek, b. 1923) 发现如何从碳氢化合物等液体化学物质中抽出牢固纤维的方法。作为最终的制作结果，阿蜡梅迪纤维 (aramid fibers) 的强度牢固惊人，用这种纤维织出的材料既轻便地可以制成衣服穿，又非常牢固足以抵挡子弹。



碳动力

在塑料中嵌入碳纤维，就能够使其转变成一种令人难以置信的既轻便又强韧的材料，叫做碳纤维强化塑料 (CFRP 或 CRP)。由于将塑料与碳化合在一起，CRP 被描述成复合材料。这是一种将高强度和轻便结合在一起的理想材料。比如使用在这只网球拍框架上的材料。

聚碳酸酯

不易破碎并且能够承受超高温，聚碳酸酯材料在加工制造业变得越来越受欢迎和日渐普及。DVD 和 MP3 的外壳、电灯的灯罩和太阳镜的镜片都是典型的聚碳酸酯制品。

普通塑料

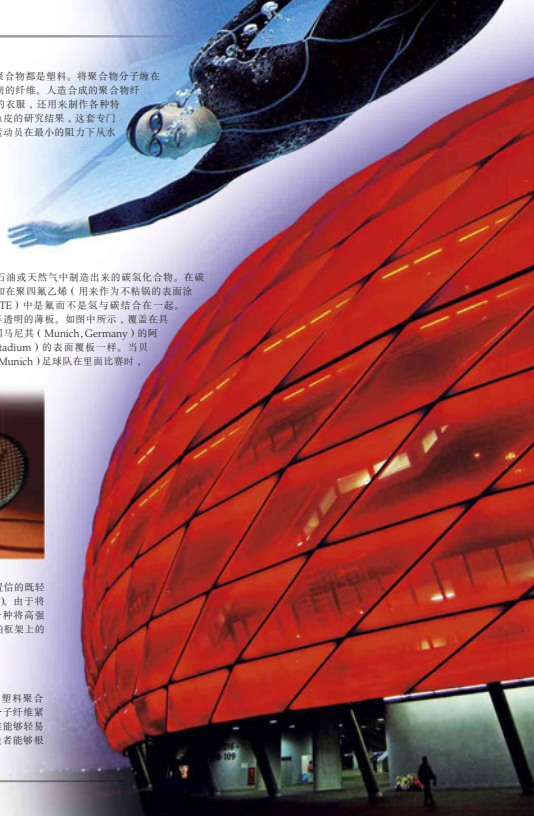
碳氢化合物能够以不同的方式链接起来从而形成数百种不同类型的塑料聚合物，其中的每一种都具有自己特定的性能。比如，当成股的聚合物分子纤维紧密地缠在一起时，这样的塑料就像聚碳酸酯一样坚硬。而当分子纤维能够轻易地相互滑移时，就是聚乙烯那样的柔软塑料。所以，塑料制品的制造者能够根据产品的预期用途有选择地生产出具有某种性能的塑料。

快速纤维

并不是所有碳氢化合物的聚合物都是塑料。将聚合物分子缠在一起能够织出既轻便又强韧的纤维。人造合成的聚合物纤维不仅用来制作各种日常的衣服，还用来制作各种特殊的运动服装。基于对鲨鱼皮的研究结果，这套专门设计的鲨鱼装泳装能够让运动员在最小的阻力下从水中滑过。

足球泡泡

塑料聚合物不一定是从石油或天然气中制造出来的碳氢化合物。在碳氢化合物的聚合物中，比如在聚四氟乙烯 (用来作为不粘锅的表面涂层) 和乙烷四氟乙烯 (ETFE) 中是氟而不是氢与碳结合在一起。可以将 ETFE 制成强韧的半透明的薄板。如图中所示，覆盖在具有未来派艺术特色的德国慕尼黑 (Munich, Germany) 的阿里昂体育场 (Allianz Stadium) 的表面覆板一样。当贝儿纳马尼共 (the Bayern Munich) 足球队在里面比赛时，体育馆就发红光。



全球石油

石油可以使一些人成为富翁；石油可以为许多公司带来高额利润；石油还可以，把一个国家从贫穷变为富有。从19世纪早期开始进入石油时代以来，那些石油贵族的命运改变几乎就是一夜之间完成的事情。在巴库有哈德基·塔赫耶夫（Hadjj Taghiyev, 1823–1924）。在美国，第一个石油百万富翁是宾夕法尼亚州提多维尔（Titusville, Pennsylvania）的乔纳森·怀特森（Jonathan Watson, 1819–1994）。

就是在那里，艾德温·L. 扎克打出了美国的第一口油井（见12页）。跟随其后的是由约翰·D·洛克菲勒（John D. Rockefeller, 1839–1937）和爱德华·哈克内斯（Edward Harkness, 1874–1940）开创的石油王朝。以及后来德克萨斯的那些个百万富翁们，比如，哈罗蒂森·亨特（Haroldson Hunt, 1889–1974）和吉恩·保罗·盖特（Jean Paul Getty, 1892–1976）。

他们中的每一个人都被认为是当时世界上最富有的人。到20世纪后期，许多阿拉伯的酋长以他们的石油财富著称于世。而现在又轮到了俄罗斯。



第一个石油巨人

刚开始，标准石油公司（Standard Oil）只是俄亥俄州克里福兰（Cleveland）的一个小型炼油公司。但是它不久就迅速发展成第一大石油公司并奇迹般的为洛克菲勒和哈克内斯创造了巨大的财富。在20世纪20年代和30年代，通过伊索（Esso）标志标准石油公司在所有发达国家里名声鹊起。图中新泽西州的这个加油站就是为人熟知的一种景象。现在它的名字叫埃克森美孚（Exxonmobile），是最大的自主投资巨型石油公司。

石油带来的繁荣

石油带来的财富已经使许多像沙特阿拉伯、阿联酋，以及其他波斯湾沿岸国发生了转变。半个世纪之前，在这些没有什么资源的辽阔国土上只有同他们数千年前祖先一样过着简单生活的沙漠游牧民族。现在这些国家的经济正在繁荣兴旺起来。像阿联酋的迪拜市这样著名的现代都市，以其热情好客和丰富的文化遗产而闻名于世。

埃米尔大楼是
世界上最高的
建筑之一



谁是老大？

在全球财富 500 强名单中沃尔玛 (Wal-Mart) 作为最大的财团取代了埃克森美孚的首富地位。埃克森美孚是投资者最多和收益最高的石油公司，但它并不是世界上最大的石油公司。规模最大的石油公司是沙特阿拉米克，它拥有 2600 亿桶的石油和天然气储量。对比 230 亿桶储量 埃克森美孚排名第 12 位。实际上，世界上十大石油和天然气公司都是国有股份或国有控股公司，叫做国家石油公司 (NOCs)。

世界上 10 个最大的石油和天然气公司

1. 沙特阿拉米克 (Saudi Aramco 沙特阿拉伯)
2. 伊朗国家石油公司 (National Iranian Oil Co. 伊朗)
3. 卢克石油公司 (Gazprom 俄罗斯——部分国有)
4. 卡塔尔石油 (Qatar Petroleum 卡塔尔)
5. 科威特石油公司 (Kuwait Petroleum Co. 科威特)
6. 委内瑞拉石油 (Petroleos de Venezuela 委内瑞拉)
7. 阿德努克 (Adnoc 阿联酋)
8. 尼日利亚国家石油公司 (Nigerian National Petroleum Co. 尼日利亚)
9. 苏纳特拉奇 (Sonatrach 阿尔及利亚)
10. 利比亚 NOC (Libya NOC 利比亚)



切尔西球员，米歇尔·巴拉克 (Michael Ballack)



石油连接世界

在 2007 年，每个月世界航空航线就提供了接近 240 万次的计划航班。其中，西欧与中东之间的国际航线增加的最多。飞机制造商正在研发供飞机使用的生物燃料。但是，其中的难题在于生物燃料中集聚的能量不如化石燃料那样高。另一个问题是航空燃料在飞机飞行在低温环境下仍然能够维持状态，而等量的生物燃料在低温下会比汽油更快地固化。

从石油生产中产生的
废气被烧掉或点燃



资源祸根

“资源祸根”的意思是指“自然资源丰富国家的经济增长比自然资源匮乏的国家经济增长缓慢”这样一个看似矛盾和错误的现象。政府不能保持每个人都从石油带来的财富中得到收益。例如，在油藏资源丰富的尼日利亚，尼日河三角洲当地贫穷的尤索依人借用天然气火焰的热量来烤木薯。这样的做法对健康是很不利的。尼日利亚和其他国家正在努力降低这样的燃烧火焰，但是缺乏可支配的能源是世界上的穷人所面临的问题。各个世界组织机构报告指出：由于穷人们缺乏像电能这样的清洁能源，他们不得不面对火焰和硝烟，从而危害到他们的健康。

太阳能电池



走向绿色

如果与生态环境联系在一起，作为燃料的石油形象就会黯然失色。石油生产企业为了减小对环境的损害已经做了很多改进工作，并且正在为发展可供选择的替代能源提供主要的投资。比如 BP，不仅占有很大一部分太阳能资源的市场份额，它还是未来世界上最大的太阳能计划中的一员。在这个规划中包括为菲律宾的偏远乡村提供太阳能。

俄罗斯的新富翁们

在 1990 年代前苏联解体时，许多国有石油和天然气公司纷纷被出售。精明的俄罗斯投资者罗曼·阿布拉莫维奇 (Roman Abramovich) (左)，凭借他的财富买下了伦敦切尔西足球队，因而声名鹊起，该俱乐部也大获成功。

bp

在 2000 年，BP 将它的
标志更改为花型标志





海军的燃料

1908年在伊朗发现石油之后，石油巨人BP的前身，英格兰-波斯石油公司成立了。这是第一个在中东开采石油的大型石油公司。在第一次世界大战中（1914-1918），英格兰波斯生产的石油在战争中对英国起到了至关重要的作用。作为当时海军部第一部长的丘吉尔坚持要将英国海军的舰船从烧煤改装成以石油做为燃料，这标志着现代石油时代的开始。大多数其他国家的海军都是在战争以后不久后才进行这种“煤改油”转换的。因此世界各国海军就成为早期使用石油燃料的最大的用户。

石油和权力

石油在现代生活方式中处在重要的核心位置，许多国家之间爆发战争的根源也是基于对石油利益的争端引发的。在当今世界，

石油对一个国家的繁荣昌盛起着至关重要的主导作用。从各种交通运输网络到各项工业生产的建设发展都离不开作为能源燃料的石油。而在保卫国家安全的军事力量中的许多武器装备如果离开了石油就无法使用。所以石油的意义甚至可以决定一个国家能否生存下去。因此，在20世纪许多国家与地区围绕石油而发生冲突和争端就不足为奇了。时至今日，石油依然在许多国际对抗中起着关键的作用。庞大的石油储量使中东地区各国，比如伊朗和伊拉克，始终作为全球新闻的焦点和世界持续关注的对象。当前，俄罗斯、委内瑞拉、尼日利亚和其他国家对石油储量的开采正在导致世界石油政治的更加复杂化。



石油危机

1973年，由叙利亚和埃及挑起的以色列与阿拉伯世界之间的武装冲突爆发了。结果，OPEC中止了对包括美国和许多欧洲国家在内的所有以色列支持者的石油出口。因此而导致那些长期依赖中东石油的西方国家出现严重的石油短缺，导致汽车排队长等待加油的情况。美国的加油站给汽车司机发放双号牌隔天销售汽油。



汽油

石油战火

在过去20年，海湾地区局势动荡不安，数次发生的战争都是围绕着石油引起的。当伊拉克总统萨达姆侯赛因指挥部队在1990年入侵科威特时，他声称科威特已经划入了伊拉克的版图。以美国为首的多国部队介入到战争中去解放科威特，其中的部分原因也在于为了保卫石油供应来源的安全。撤退中的伊拉克人将科威特的油井全部点燃起火。



亚摩尼酋长以他机敏的谈判技能而著名

石油领导

20世纪60年代，包括中东国家在内的主要石油生产国成立了代表他们利益的石油输出国组织（Organization of Petroleum Exporting Countries），简称OPEC。沙特阿拉伯的亚摩尼酋长（1930-）担任了25年的OPEC领导人。在此期间，最为人所熟知的是在1973年的石油危机中他所发挥的作用，他说服OPEC将石油的价格达到原先的四倍。



摩西的倒台

穆罕默德摩萨德（Mohammed Mossadegh, 1882-1967）是受民众拥护。通过民众选举从1951到1953年当政的伊朗首相。当他将英国控制的英格兰——伊朗（前波斯）石油公司的财产归为国有之后，就在英美两国支持下的军事政变中被剥夺了权力。



现代阿联酋

由于在30多年以前发现了石油，阿拉伯联合酋长国(UAE)从一个处在沙漠地区的小公国长大成为了一个具有高标准生活水平的现代化国家。作为贸易和旅游中心，迪拜的繁荣景象展现在它的超级购物市场的步行商业街和在绿松石海洋上的奢侈名胜地。这里每年都吸引来自于各地的七百万旅游者。迪拜的国民经济增长率甚至超过了目前世界上经济增长速度最快的中国。

在1991年由伊拉克点燃的科威特石油大火燃烧了七个月，损耗掉了10亿桶石油。

中国渴望石油

能源燃料驱动经济发展，中国对石油和其他资源的迫切需求严重地影响着他的对外政策和其他国家的关系。对中国而言，实际的石油需求量要比已经证实的石油储量要大得多。因此，中国热衷于同哈萨克斯坦、俄罗斯、委内瑞拉、苏丹、西非、伊朗、沙特阿拉伯以及加拿大一起进行开采和生产。最近中国石油需求的32%来自于进口，并且预计到2010年这一需求将增加一倍。

石油和第二次世界大战

在二次世界大战中，战争双方的每一位领导人都清楚地知道汽油就是维持军队生命的血液。早在战前，专家们从根本上就否定了希特勒关于他可以从总体上占领世界的观念，因为在德国本土几乎没有提供汽油的来源。但是，希特勒已经组建了一个大型的工业合成企业利用德国丰富的煤炭资源来制作人造汽油。作为战争中的一种战略物资，同盟国的军事力量对德国合成燃料工业进行了一次轰炸作战，从根本上使德国的战争攻势陷于瘫痪。缺乏石油也同样使日本的战争机器放慢了速度。



在迪拜沿着扎黑德酋长的摩天大楼

一架德国1930年的
 Junkers 52 飞机

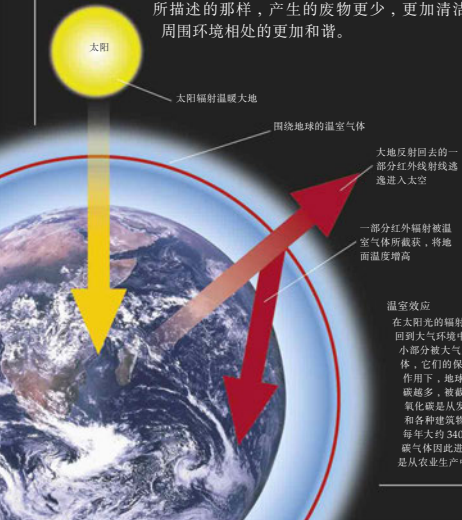
国家石油公司的兴起

国家石油公司(NOC)就是由政府所有对国家的石油与天然气资源进行运作与经营的公司。在沙特阿拉伯、伊朗、科威特、阿联酋和委内瑞拉正在进行运作的最大石油企业都是国家石油公司。而在挪威、马来西亚、印度和墨西哥也有运行中的国家石油公司。目前，各国NOC控制着世界上四分之三的石油资源。各个国家的NOC作为支持金融经济和体现国家威望的组织机构，已经成为在自己的所有权范围内功能多元、能力巨大和收益丰厚的实体企业。例如，委内瑞拉希望对本国资源行使更多的控制权方就已经意味着各国际石油公司在这个国家的作用已经缩小。



石油与环境

目前以及在未来若干年内,世界仍将石油和天然气作为它的主要能量来源。由人类活动引起的大气二氧化碳(CO₂)含量增加所导致的全球变暖现象正在受到越来越多的关注。对气候变化的各种关注可能对碳排放产生制约,由此引发对能源生产以及个人和企业公司对能源消费方式的改变。在过去50年里,石油工业的实际生产模式已经发生了很大的变化,考虑到对自然环境的关注与保护,已经规定和采用了许多严格控制措施和工艺技术革新项目。从1990年开始,美国的石油与天然气工业已经投资1480亿美元用于对环境状况的改善。这相当于在美国不论男人、妇女和儿童每个人都得到504美元的环境保护投资。其结果如下文“缩小的脚印”(指被侵扰的地表面积)所描述的那样,产生的废物更少,更加清洁和安全的运行操作,以及与周围环境相处的更加和谐。



植物灌溉

在加利福尼亚,同石油和天然气一起带到地面上来的地下水被用来种植阿月洋子和其他食品作物。在怀俄明,利用来自于煤炭矿床甲烷生产的地下水进行试验性地将灌溉小麦和其他农作物。清除水中污染物的新技术被采用后,在石油和天然气生产中产生的地下水水质得到显著的改善,并可以安全地用于地面排放、喷灌或其他有益用途。



飓风安全

2005年,当飓风卡特里娜(Hurricanes Katrina and Rita)袭击墨西哥湾之前,所有正在进行生产的钻井平台为了工人安全立即停止生产,人员全部撤离。结果既没有发生伤亡事故也没有造成重大的海上溢流。在墨西哥湾的钻井平台有4000多个,其中超过97%都经受住了这次破纪录的暴风雨的考验而继续生存了下来。从1988年后设计建造的海上设施都要能够承受得起“百年一遇的暴风雨”,这就表明能够抵抗任何达到5类的气象事件。

缩小脚印——减小占地面积

在过去30年里,采油生产施工在地面上留下的痕迹(被侵占的地表面积)已经被极大地缩减下来了。钻井平台尺寸减小到原来的80%。如果采用今天的开采技术,阿拉斯加的普鲁多霍湾油田(Prudhoe Bay oil field in Alaska)的占地面积将会有只占现有面积的新三分之一。地震探测和遥感,包括卫星与航空勘察等新技术的采用,大幅度地提高了采油和采气钻井的成功率。几乎不会再出现既对环境造成侵扰和破坏又打不出任何东西来的干井漏。先进的定向钻井技术允许从5英里以外的井架上向一个垂直室大小的地下目标采油钻进。因此也使在一个井架位置上开挖多个油井成为可能。

温室效应

在太阳光的辐射照耀下,大地保持着温暖。反过来,大地又将阳光中的红外射线反射回到大气环境中去。这些被反射回来的红外线大部分又回到太空去了,只有其中一小部分被大气层中的某些气体截留下来。这些气体包括二氧化碳、水蒸气和甲烷气体。它们的保温作用就像在温室上安装的玻璃一样。在大气层的这种“温室效应”作用下,地球保持足够地温暖维持着各种生命能够存活下去。其中所包含的二氧化碳越多,被截留下来的红外线就越多,从而整个世界就变得越来越温暖。过多的二氧化碳是从发电厂燃烧的化石燃料,其中主要是煤炭中排放出来的。还有汽车尾气和各种建筑物排放的气体。森林砍伐是造成环境中二氧化碳增加的第二个主要原因。每年大约3400万英亩被烧毁或砍伐掉的森林树木,使得排放出来的25%的二氧化碳气体因此进入到大气环境中。甲烷,作为排位第二重要的温室效应气体,主要是从农业生产中产生的,比如稻田和牛群的肠胃胀气,以及来自于化石燃料生产。



全球范围的变革

在2005年，虽然美国是使用能源和排放二氧化碳最多的国家，但是，正在增建的涉及二氧化碳的规划建筑项目大多数都是来自于发展中国家。减少二氧化碳排放将是一件需要在全世界范围共同行动几十年的事情。在这些行动中包括提高能源利用效率和降低需求，加大对非碳可替代能源的利用（例如，风能、太阳能、潮汐能、地热），改用像乙醇这样的可更新燃料，以及将排放的碳捕获与储存的方法。

储碳

煤可以转换成清洁燃烧的燃气，产生的二氧化碳可以被收集并注入到地下深层开采后空矿的油田和气田之中极大地减少煤炭对空气的污染。燃煤是能源生产中产生二氧化碳排放的最大来源。石油和天然气工业有责任对作为最大储碳预留所的油田和气田地质构造负责。而且在某些情况下二氧化碳可以用来从现有的储层中获得更多的石油。

降低排放

从1970年代开始，燃烧更加清洁的汽油和效率更高的发动机已经使车辆的尾气排放降低了41%。其中没有考虑实际新增的司机数量和车辆行程所增加的里程距离。

33辆今天制造的汽车的排放量与一辆1960年代生产的汽车排放量相等

超低硫内燃机

超低硫柴油内燃机（ULSD）燃料是一种更加清洁燃烧的柴油燃料，采用清洁技术的内燃发动机和车辆使用这种燃料之后显著地改善了空气质量。到2030年现行的载重车队被完全取代之后，每年减少的排放量相当于由今天的卡车和大客车所产生的90%以上的排放污染。

从井架到鸟礁

当石油全部开采完毕之后，必须将油井不留痕迹地封堵在地下使得难于辨认在这里曾经开凿过油井。可以将使用过后的钻井平台运走进行循环再利用或其它适当处理，也可以将它保留在原处作为人造的鸟礁进行有益的利用。当一个石油井架被撤销后半年到一年内，各种各样的甲壳动物、珊瑚、海绵、蛤蚧以及海洋生物都会繁衍覆盖在上面。在缺少自然礁石的地区，比如墨西哥和泰国的海湾，人造鸟礁扩大了有价值鱼类的栖息地。在墨西哥湾已经有超过120座钻井平台被转换成了人造的鸟礁以增加海洋鱼类的栖息地和改造成休闲垂钓的地方。



看不见的道路

在北极，一些公司修建冰路和冰制的钻井平台进行操作。春天到来，冰做的建筑物全部融化，不会留下任何曾经存在过的痕迹。



需求与消费

目前，全世界每一天大约需要消费 8600 万桶石油 —— 相当于每秒 4 万加仑。对能源的需要就像经济和人口膨胀一样，特别是在发展中国家，持续地向上攀升。预计到 2030 年生活在发展中国家的人口数量将会超过世界总人口的 80%。与此同时，美国与欧洲的石油和天然气生产正在逐年下降。从而使这一油、气资源进一步地集中在发展中国家。国际能源机构为了应对能源需求的增长，计划在未来 25 年内要求 20 万亿美元的投资，这相当于现在每一个人 3000 美元。其中超过半数用于发电和配电投资。目前面临的挑战是如何经济地生产出丰富大量的清洁能源来维持这个世界的运转。



海上井架从海底深层的矿藏中抽取石油

各国的石油储量(2006)

世界上的一些大石油油田都在沙特阿拉伯，其中格哈沃油田 (Ghawar field 是世界最大的油田。测量面积超过 174 英里 X 19 英里 (280km X 30km)。巨大的格哈沃油田生产超过世界产量 6% 石油。其余大多数的石油也集中在中东地区。加拿大的石油储量几乎同沙特阿拉伯一样大，但是，其中大多是以难于提取的油砂形式存在的。

沙特阿拉伯
12.9%



俄罗斯
12.1%



新石油资源

随着世界范围内对能源需求的增长，在既要保护好自然环境又要保持世界经济增长的前提下，开创性的问题就是如何取得充足的、经济有效的和可靠的能量来源。美国地质勘探估计最终可开发的常规石油储量，包括液化天然气在内，为 3.3 兆桶以上。截止目前已经消费掉其中不到三分之一的储量，未生产的石油储量大约还有 2.4 兆桶。此外，还存在大约 7 兆桶尚未开采的大量“非常规”石油，这是有待于技术进步以后才能够获取的能源。



美国每一天
2050 万桶



美国
7.9%

最大的天然气生产者

从二次世界大战之后，作为化石能源的天然气生产的增长幅度最大。到1950年，天然气占全球能源产量的10%，目前已接近23%。俄罗斯、美国和加拿大合计生产出世界天然气产量的46%。



伊朗
5.5%



中国
4.7%



墨西哥
4.6%



加拿大
3.8%



委内瑞拉
3.8%



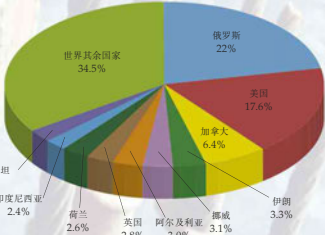
科威特
3.5%



阿拉伯
3.4%

顶级石油生产国

仅仅依靠沙特阿拉伯。俄罗斯和美国这三个国家的油泵抽出的石油就占世界石油总产量的三分之一。作为世界上最大的独立石油生产国，每天超过1000万桶石油从沙特阿拉伯的地下油层中开采出来。



中国
6.5%

日本
5.4%

德国和俄罗斯
各有 2.6%

加拿大和印度
各有 2.3%

巴西
2.2 million

顶级石油消费国

全世界每年消费的石油可以装满一个长宽高边长各为一英里（1.6km）的游泳池。美国每一天的石油消耗超过2000万桶，占世界消费总量的四分之一。同中国这个最接近的竞争者相比较，前者的石油消费量是后者的三倍以上。在石油消费中的大部分是作为各种汽车和卡车燃料使用的。中国的能源消费正在提速。尽管汽车数量从2000年到2004年增加了一倍，同美国的平均两个人一辆车相比较，中国人均汽车拥有量仍然只达到了40个人一辆汽车。设想一下中国市场的发展潜力和对汽车需求可能的额外增幅以及对燃油需求的增长就会令人激动。国际能源机构预计到2030年发展中国家的能源消费将达到世界总量的60%。

俄罗斯的天然气巨头

部分产权为俄罗斯政府所有的俄罗斯天然气工业股份公司（Gazprom）是目前世界上最大的天然气生产公司，它为世界天然气供应提供20%的来源。Gazprom公司控制着俄罗斯60%的天然气资源，并且为俄罗斯的GDP提供8%的保障。欧盟大约四分之一的天然气供给依赖Gazprom公司提供。依靠这个市场Gazprom公司在生产和运输两方面进行新的大规模投资。



石油移动世界

所有绕着地球行走由发动机驱动的各种车辆，飞机、舰船和机车，实质上都是由石油产品提供动力的。总体上，从石油中转换的各种产品，如发动机汽油、飞机燃油、柴油燃料和加热的原油，在世界范围内为民用、企事业单位和制造业行业提供了将近40%的消费能源。相比之下，天然气和煤炭所提供的能量各自不到世界能源需求的25%。



拯救石油

在过去的一个多世纪，全世界对石油的消费需求始终没有停止过。据估算在未来四分之一世纪里能源需求将会提升 60%。为满足不断增加的需求能量，在大力倡导采用可再生能源和先进技术的同时，石油、天然气和煤炭依然继续作为首要的能量来源。另外，还要考虑气候变化。所有这些都提示我们对于能源消费应当注意节约、避免浪费，提高目前可支配能源的利用效率。充分发掘单位能源产品的有效利用率就是最经济有效和最丰富环保的新型能源。采取明智的能源选择，每一个人都能够伸出援手帮助我们的星球。



符合空气动力学的外形降低了快速行驶所消耗的能量

乘坐火车

我们可以乘坐火车、公交车和公共汽车而不开小车去旅行。如果这样，每人每英里行程所使用的能量将比私家轿车节省两三倍。不足 5% 的人乘坐公共交通工具出行去工作。研究显示，只要有 10% 的美国人稳定地使用公共交通出行，整个国家温室气体的排放将减少 25% 以上。

运动出行，以步当车最为环保又健身的出行方式就是步行或骑自行车。许多乡镇和城市已经自发地建立了供自行车通行更加舒适而安全的小巷和通道。在英国几乎一半的人赞同使用一辆汽车或者搭车从而便于他们步行或骑车进行短途旅行。



驱动自行车的人体力既可再生又环保无污染。

待命状态的能耗

待命状态的能耗是指每天 24 小时都处于带电状态下，即处在关机状态时的电器所消耗的能量。电视机、VCRs 和 DVD 设备、计算机、打印机、音响设备和微波炉。当不在使用时，直接从墙上拔掉电器设备的插座减少能源消耗。当你没有使用计算机时确保随时关机。



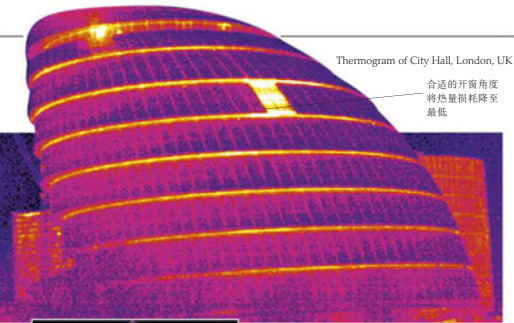
大多数的蔬菜可以在当地生长



当地生产的蔬菜都比较新鲜，避免了冷藏储存的能量消耗

就近购物

食品商店里售卖的都是从千里之外货运过来的商品。与其驱车到超级市场购买远道而来的食物，不如我们就在附近的售货店，特别是在农贸市场购买那些直接来自于附近农村的产品。



大量的热量通过
窗户逃逸出去。

只有厚墙能够
将热量损耗降
低到最低

减少热损耗

依据对热表面的情况记录，红外热成像技术可以将建筑物表面的散热情况清晰地揭示出来。如左图所示，这所老房子通过窗子和屋顶（白色和黄色的区域）损失了大部分的热量。因此采用抗风雪的窗户和隔热的屋顶将热量散发的通道堵住是十分重要的。现在许多新式建筑风格吸收了节能技术。伦敦城市大厅的结构、设计和非常规的外形使得整个建筑获得了一个冷却的外表。它所使用的能量只是同样尺寸常规建筑的75%。

削减能耗

在家里我们可以通过减少各种电器的能耗来节省能源。将取暖温控器的温度降低一度就可以节约大量的能源。关掉不使用的照明灯、切断电视机和计算机的电源，而不要让其保持在待机状态。由于只有普通灯泡能耗的80%，安装节能的荧光灯管可以节省更多电能。



废物再循环利用

使用再生材料几乎总是要比采用原始材料制作的产品更能够节省能源。比如，用回收的废铝制造新的饮料罐所消耗的能量只相当于用原铝生产饮料罐的95%。通常，塑料的再循环利用需要消耗更多的能量。但由于塑料本身就是来自于石油制造的，所以回收利用废旧塑料制品依然可以节约石油。

多种适用植物，比如景天八宝就是理想的绿色屋顶植物，因为它们能够适应干旱还不需要多少土壤。

绿色屋顶

使像景天八宝和各种茅草这样的植物生长在屋顶上面，越来越多的房屋在未来都有可能拥有这样的“绿色”。不仅是在农村，而且在城市也是一样。比如芝加哥，现在超过250个办公街区采用了绿色屋顶，而且每一个新建的公共建筑都要采用绿色屋顶。因为由植物覆盖的绿色屋顶不仅引人注目，而且提供非常有效的隔离作用。夏天可以隔热冬天能够保温，这就意味着减少了中央供暖和空调所消耗的能量。



石油的替代品

鉴于全世界对能源需求的持续增长和二氧化碳排放对气候的影响，严峻的现实鼓励与督促着人们去寻找不同的方法驱动运输车辆。汽油的单位体积能量密度含量是非常高的，并且在常温和常压下易于搬运和处理。同各种替代品相比较，尤其是作为交通运输的燃料而言，汽油是非常难以比拟和替代的。几乎所有运作中主要的汽车制造商都在开发和研制使用石油替代燃料的汽车，但大多数还仍处在试验阶段。一些可选择的替代燃料在环保方面并没有怎么提高效益，而

所有替代燃料面临的难点在于如何变得经济可行。能够达到商业化生产、广泛应用于道路上汽车长阵的燃料开发新技术可能还需要二十多年时间才能够实现。改进车辆的燃油效率是降低交通油耗的一个办法，其中的两个例子就是采用前轮驱动和改进喷嘴技术。生物能量密度，作为将农作物和天然植物转化为能源的衡量指标，在选择交通运输燃料时的作用正在显现出来。



野生动物的风险

如果更多的土地被耕种生长用于制造生物燃料的庄稼，野生动物将会面临很大的危险。集中耕作与种植已经使在地面上筑巢的鸟类，包括麻雀（上图），难于寻找合适的筑巢场所，并且，杀虫剂的使用更增加了它们找到足够的害虫去喂养幼鸟的难度。



来自于垃圾的燃料

每天，大量的垃圾被送到垃圾填埋场的大坑中进行填埋处理。细菌分解垃圾中的材料如食物和纸张，并释放出60%成分为甲烷的燃气。科学家正在试图找到收集这些甲烷的方法并用它来作为燃料。

来自于植物中的燃料

用植物生产的生物燃料是可再生燃料，因为被消耗掉的植物燃料能够通过种植更多的植物去补偿。可以将玉米和甘蔗中的糖份和淀粉转化成乙醇，或者将大豆、甜菜籽、亚麻籽和其他植物油转化成生物燃料。甲醇可以用木质材料和农业废弃物制造出来。在美国，如果所有土地种植的玉米都被用来生产甲醇，将近25%的汽油消费可以被甲醇替代。而生物燃料仅仅比传统的燃料稍微清洁一些。



玉米中含有能够转化成乙醇的碳水化合物



油菜籽

豆子生长在豆荚里面

大豆



甲醇中的氮

采用氮燃料驱动的汽车存在的一个问题就是目前没有几家供气站适合供应氮气。所以只有当氮气站广泛分布以后，氮气驱动的汽车才能够避免只能在其他燃料站添加燃料。戴姆勒-克莱斯勒生产的 Nekar 5 型轿车可以使用甲醇作为它的氮气来源。这样就可以在传统的供气站加燃料了。



戴姆勒克莱斯勒试验车型 Nekar 5



从吸管中将甲醇燃料滴入电池

甲醇电话

使用电池供电的电话必须经常隔几个小时就给电池充电。而科学家正在开发使用甲醇作为燃料可以自己发电再充电的小型燃料电池。目前，多数甲醇都是由天然气制造而来，因为这比用植物作物作为燃料制造甲醇更加经济。因此，使用甲醇燃料并未改变我们对化石燃料的依赖。

宝马 H2R

水和阳光

有一天，汽车可能会用氢气做为驱动燃料，或者使用燃料电池；或者，就像宝马（BMW）试验车型 H2R 那样，改造后的传统内燃机以氢气而不是汽油作为燃料。氢燃料汽车不会产生有害的废气。作为汽车燃料可以采用利用太阳能把水分解成氢气和氧气的方法制作出来。从而，这样的汽车仅仅依靠水和阳光就能够有效地运转出行了一——这是任何其他所有能源都无可比拟的最好的可再生能源。



家庭精炼

像这样的简单家庭单元就可以将植物油转换成所谓生物柴油的燃油燃料。这种生物柴油燃烧时比常规柴油稍微清洁一些。在热带国家，生物柴油可以供普通柴油发动机汽车直接使用。而在比较寒冷的气候里，就需要在其中混合加入常规柴油。

厨房能量

汽车的发动机经过改造之后可以燃烧植物油。通过植物压榨能够获得初始植物油（也叫 SVO），或者采用烹饪后废弃的植物油（也叫 WVO）。可是餐饮行业不可能产生足够的 WVO 去替代对汽油的消费需求。如果使用生物燃料，则需要大量的额外土地去种植能够生产 SVO 的庄稼。



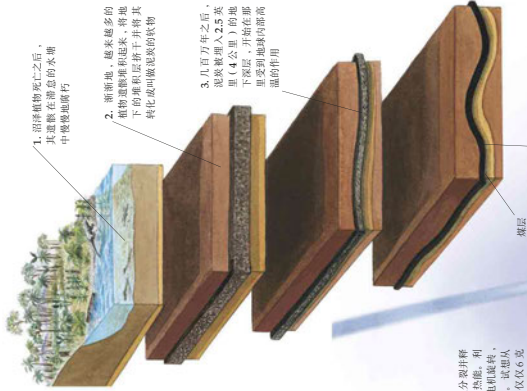
在转换器里，向被压榨的植物油中掺入碱液

将生物柴油从转换器的底部抽出



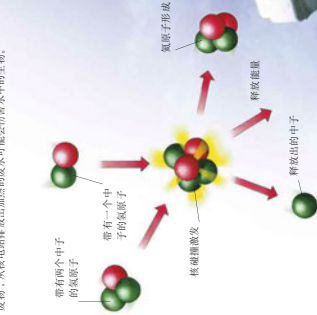
发电的燃料

全世界大约40%的初级能源被用来发电，发展中国家和地区对电力能源的需求正在加速上升。发电厂采用各种各样的燃料生产电能，其中煤炭的用量最大。因为在燃烧时比煤炭更加清洁，天然气作为发电厂的应用燃料越来越被受到重视。目前世界电能的20%来自于天然气。水力发电提供的电能比例为16%，原子能发电大约为15%。基本功能作为交通运输燃料的石油，它产生的电能仅占7%左右。所有其它能源，包括地热、太阳能、风能、焚烧可再生的物品和垃圾所产生的能量，占全世界发电量的2%。



核能

核能是从原子核中释放出来的不可再生能源。发生核裂变时，原子核发生分裂并释放热能。分裂的原子核的碎片再撞击其他原子，又发生裂变，产生出更多的热能。利用核能发电的核反应堆将水加热，用生成的水蒸气推动涡轮机带动发电机运转，从而将核能转化成电能。燃料材料经过诊断和治疗的包封储存在厚的纸筒，纸筒从膜上堆砌的尘土质量，或者测量一下燃料棒微束时混入的空气流量，仅仅依靠（1/3盎司）核燃料就能将产生的能量与一吨煤炭的能量相等。核能不会产生二氧化碳这种主要的温室气体，以及二氧化碳或氟化氢。但是，它生产危险的放射性废物，从核电站释放出加热的废水可能会污染水中的生物。



煤炭

煤炭是由大量被掩埋在前森林底部死亡的植物遗体，经过数百万年在水泥地层下面圈形成的。因此煤炭是不可再生的能源。在高温与压力的作用之下，植物遗体转变成了今天我们所说的煤炭。在每一个大陆，包括南极大陆在内，都有煤炭被发现。世界范围内，煤炭的储量超过一万亿吨。按照现在的消费水平这一储量足够维持使用大约180年。煤炭可以直接用来发电和供热，但大多数煤炭被送到发电厂用来发电。通过采用先进的工艺技术，燃煤发电厂已经显著地降低了实际温室气体气体的排放。



创造工作机会的天地

在世界范围内，有超过一百万人受雇于石油行业。在这一行业中的工作生涯为员工提供了光明的职业机会。就业范围从油田体力劳动者到具有专业技能的操作者，从维修技师到专业的工程、科学和管理岗位上的人员。在各个岗位上都会提供富于激情和挑战性的工作。油田勘探人员和钻井工人从一个地方到另一个地方频繁地移动。油井操作和天然气加工工人通常很长时间就在一个地方工作。行政、管理和一般工作人员通常工作在办公室。地质学家、工程师、以及各部门经理可以灵活地将他们的工作时间根据需要安排在办公室或工作现场，尤其是在勘探工作进行时期。



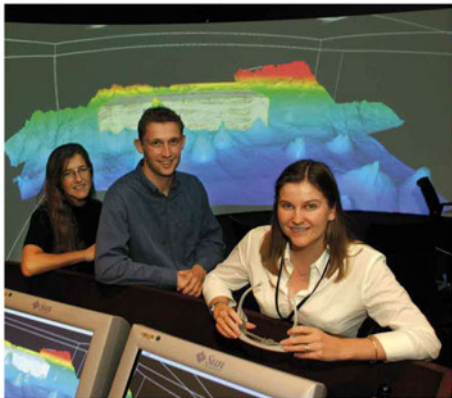
技术专家

地球物理学家——地球物理学家利用重力、磁、电和地震的方法研究地球。一些人持续地研究地球的特征将时间都在户外度过。另一些人则在室内用计算机进行数学建模计算。地球物理学家在每一门学科尤其重点是在数学、地理和物理学方面都需要具有坚实的知识背景。大多数地球物理学家的工作要求有大学本科学历。

石油开采土地经纪人——在北美地区这是一项具有代表性的工作。在其他国家，这项工作也越来越多地发展起来。土地经纪人要从土地所有者那里得到允许并各个政府机构部门取得钻井开采的适当许可证。他们负责对石油、天然气和土地表面利益的获取和销售进行谈判磋商、起草或管理各项协议，以及对土地管理的各项活动进行监督。大多数石油土地经纪人的位置需要具有石油土地管理学士学位。而一个法学评判的博士学位是非常适合这项工作的。

地质学家——地质学家研究地球的历史、发展进程和组织结构。他们可以在几天到数周时间进行绘图、测量、采集和收集地质样本。随后在实验室里，他们对采集的样本进行试验检验，分析样本的成分和进化过程。地质学家利用功能强大的计算机创建和完善二维和三维地球地质模型并能够为选择钻井的位置提出建议。一名地质学家要应用到化学、物理、生物和数学的知识。只要具有学士学位就可以从事初级地质学家的工作。但硕士或博士学位将可以提供更多就业和发展的机会。

石油工程师——石油工程师的专业划分涉及石油勘探、采掘和生产的各个环节。石油工程师探索寻找石油和天然气矿藏资源，并且要开发安全和有效的方法将这些资源提取到地面上来。许多石油工程师长途跋涉或生活在其他国家，足迹遍及沙漠、高海拔湖泊、山地和寒冷区域去发现尚未开发的能源。而另一些人则工作在办公室，对油田工程师提供的报告和建议进行分析然后向工程的决策者建议是否继续进行。石油工程师必须持有在工程或地质学方面的本科学历，而且大多数工程师会将他们的教育资历继续到研究生学历。





“大换班”

由于社会需求上升，石油和天然气行业现在需要很多工人，并且在未来几年对人力的需求会更高。在1980年代，石油行业衰退导致没有增加多少新雇员，随之在地质学科专业学习的学生人数直线下降。现在石油工业正在复苏和日趋繁荣，而转行、退休的工人使员工总数中存在很大的工作缺口。员工整体的平均年龄大约49岁，未来10年内需要有人替代他们的工作。这就意味着在石油和天然气行业就业的员工具有快速提升的大量机会。



薪水

与其它所有行业相比，石油和天然气行业在各个层次上提供的平均工薪水平都是最高的。石油行业对于体力工作和刚入行的初级工作的报酬相对最高。在专业和技术岗位上工作受过职业教育的工人和技术学校的毕业生通常挣钱最多。钻井工的工资随经验和技能的差异而变动，一般是每日完成定额工资加生活津贴。由于更加极端的工作条件，受雇于海上工作的雇员通常比在陆地油田的员工收入高。

环境与安全专家

环境科学和保护技师——
这些技师通过实验室和油田试验进行环境监测和污染源调查。他们搜集气体、土壤、水和其他材料的试验样品，并完成委托的整改工作

健康与安全工程师——
健康与安全工程师的职责是应用所掌握的有关工业加工、机械学、化学、心理学和工业健康与安全法律的知识提高工作场所或产品的安全性。



工作要求

在石油产业能够取得成功的典型工作者往往是那些在工作团队中遵守规则、谨慎细心、善于听从指导和工作良好的员工。刚进入行业的人员可能具有各种各样受教育的背景。石油行业开始进行最普通的工作，比如油田工或钻井工，通常不需要什么前期的培训和经验，但确实需要从从业者能够承受的起体能检验这一关。基本技能的学习通常都是通过工作实践进行的。提升的机会总是留给那些最具有工作技能和实践经验的油田员工。由于海上工作的临界风险性，即使是刚入门的初级水平，海上平台的工作人员通常也比陆地上的员工经验丰富的多。专业方面的工作，例如地质学家、地球物理学家、石油工程师，要求至少是学士学位，但许多公司更喜欢硕士学位，甚至可能要求博士学位。目前，石油公司正在积极地寻找具有硕士学位的人。

减少天然气火焰

原油和天然气共存于地表之下，钻探采掘将二者一起从地下提取到地面上来。由于存储天然气的成本很高并建设处理天然气的基础设施和输送管线，因此许多价值宝贵的天然气被点燃烧掉了。仅在非洲，每年随火焰燃烧掉的天然气就达400亿立方米，足够供应整个大陆电力需求的一半。为了降低燃烧的火焰，在世界银行支持下由各石油公司和各天然气生产国联盟建立了一个“全球天然气火焰减排合作组织”(The Global Gas Flaring Reduction Partnership)。该集团组织已经为其成员起草了非强制性的燃烧与通风标准，这些成员都致力于帮助天然气生产国更快地达到降低天然气火焰的目标。此外，集团组织还从事在火焰燃烧地点附近将天然气和液化石油气应用于当地社区团体的工作。为了降低天然气火焰还有更多的工作需要完成，合作组织机构目前已经得到扩充去继续进行这些工作。



为当地区域发展提供帮助

当克努克·菲利浦斯(Conoco Phillips)在距委内瑞拉海岸不远的敏感区域帕瑞厄海湾(Gulf of Paria)发现石油储藏时，在当地社区团体内关于石油开采会对捕鱼业、候鸟迁徙和当地经济造成影响的担心与关注的呼声不断。克努克·菲利浦斯向他们保证当地环境会受到保护并且地方社区还将得到返还补偿。公司对当地渔民进行保护地方捕捞资源的教育，向妇女传授有益的贸易技能，进行关于健康和良好工作方式的培训，改善和提高可饮用水质量。公司的区域发展计划还包括雇用当地工人，贡献增长的经济收入，并且会同环境保护组织保护生物多样性。

拯救社会

我们做任何事情都需要能量资源。健康与舒适的生活需要热能；照明与器具的运行需要电能；各种车辆的行驶都需要提供动力的能源。开发和利用可持续发展的能源意味着采取一种对环境对社会负责任的态度（不仅对现在而且对将来子孙后代的祥和与生活负责的态度），采用经济和安全的方法生产能源。石油和天然气公司经常在经济欠发达地区和环境敏感区域开展工作，并且他们的工作有可能对东道主国家的经济造成巨大影响。作为社会责任的全驱者，公司与施工地点当地雇员及其家庭、地方社区部门乃至全社会共同努力改善他们的工作质量。这样的行为既有利于企业也有利于区域发展。在这里例举的几个合作关系与工程项目的例子仅仅反应了一小部分石油天然气行业所进行的为服务于社会而建立与维护的共同利益关系。



把铅去除掉

在许多发展中国家，由于城市化发展进程和机动车使用数量增加导致空气质量大幅度地恶化。虽然铅能够生成有毒化合物并会增加降低空气质量物质的排放量，但是许多汽车仍然持续地使用含铅汽油。因此，包括东非石油工业组织在内的80多个国际组织共同在全球范围内分段逐步地淘汰含铅汽油并采用更加清洁的汽车技术。通过设立清洁燃料和车辆合作组织(The Partnership for Clean Fuels and Vehicles)，这些国际组织开展了一项教育运动和法规落实措施。并因此已经成功地在撒哈拉南部非洲地区逐步淘汰了含铅汽油，在2006年初，该地区停止了所有含铅汽油的生产和进口，并对100%的人口供应无铅汽油。在其他发展中国家，比如冈比亚和泰国，清洁燃料和车辆合作组织正在继续为实现他们的目标而努力。



拯救老虎

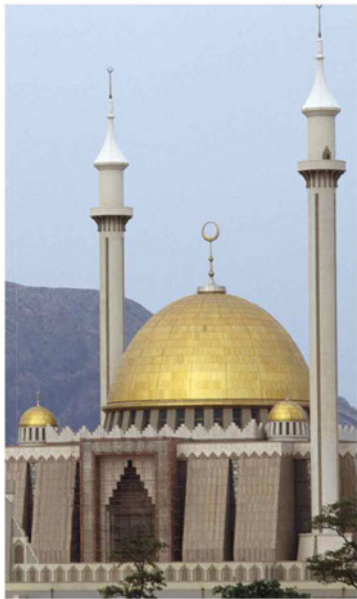
在不到 100 年内,从西伯利亚到苏门答腊,足迹曾遍布亚洲的野生虎数量从接近 10 万只缩减至不足 5000 只。1987 年,任何老虎种群的贩运和交易都被禁止。然而,栖息地消失、偷猎和虎皮非法贸易依然严重地威胁着这种动物继续存活下去。早在 1900 年,埃克森美孚就采用老虎的形象作为其产品标志。1995 年,公司成立拯救老虎基金会支持对世界遗传野生虎的保护。通过推动资源保护教育、进行反偷猎规划、恢复和保护栖息地和限制人类野外活动等措施,埃克森美孚与地方团体正在通力合作以恢复老虎种群数量。



中止母婴传播艾滋病

(HIV/AIDS)

据估计在刚果人民共和国有一百万人口忍受着 HIV/AIDS (艾滋病) 的折磨,其中半数以上是妇女。作为一名在刚果的经营者,伊尼想要防止疾病蔓延,保护他的雇员和所辖区域内的社区。伊尼将重点放在防止母婴传播上。他为地方医院投资并提供装备,完善对怀孕母亲进行 HIV/AIDS 的诊断设施,同各个家庭进行协商,对感染疾病的新生儿进行医治处理。结果,在刚果艾滋病患者的死亡率出人意料地下降了,伊尼的拯救计划也成为了其他国家效仿的模式。



巴基斯坦妇女的工作技能

在巴基斯坦南部尚未工业化的地区,许多家庭的基不收入依然来源于农业产品的生产。不稳定的气候和不完善的灌溉系统导致了农业收入的不可靠性。为了保障和补贴家用,男人在就近的城市寻找当日的临时工作,妇女制作一些手工艺品在市场上售卖。然而,缺少必需的技能培训,很难充分施展她们对这项贸易活动的的能力。BHP 职业培训中心 (BHP Billiton's Sartiyoon Silai Karhai Markaz Vocational Training Center) 向妇女教授刺绣、缝纫和裁剪技能,并鼓励她们在经济上独立。现在,已经有数百人参加了中心的培训学习,甚至许多妇女已经在当地村镇开设了服装和美容商店。



在尼日利亚培训伊斯兰教法官

尼日利亚改革政治体系的势头导致许多北部州省实施伊斯兰教法律并任命宗教领袖做法官。虽然他们对伊斯兰教义和古兰经非常精通,但是许多法官从没有接受过正规的法律教育和缺乏应用人权决议的知识。斯塔特尔 (Statoil), 一个位于挪威的综合石油与天然气公司,为尼日利亚法律保护与救助工程 (LEDAP) 提供财政支持。这个工程允许集团组织为这个国家 20% 的法官进行人权培训和研修学习。

石油大事时间表

数千年来，石油具有多种用途。尤其是在中东地区，石油被应用于生活的各个方面，从点灯照明到屋顶防水再到造船防漏。而全球石油时代的到来实际上是在大约150年前开始的。1857年第一盏煤油灯的引进是这一时代到来的转折点。更重要的是，于1862年发明的内燃发动机。这一发明导致了汽车的出现和繁荣发展。今天，石油不仅是世界经济的支柱，还是影响世界政治的重要因素。

埃及人用来放水乃伊的箱子



公元前 4500

在今天的伊拉克地区，人们使用在自然环境中渗透出来的沥青为他们的房子进行防水处理。

公元前 4000

在中东地区，在制造船只时使用沥青防止漏水，这种被称为捻缝的造船方法一直持续使用到1900年。

公元前 600

尼布甲尼撒二世国王使用含有沥青的砖瓦建造巴比伦空中花园，采用沥青粘接的管道为花园浇花供水。

公元前 500

波斯弓箭手将蘸过沥青的弓箭转变成火箭。

公元前 450

古希腊历史学家希罗多德（Herodotus）对在巴比伦附近被巴比伦人高度评价的沥青池塘进行了描述。

公元前 300

索罗亚斯德教的教徒们在像阿塞拜疆的这些地方修建火庙，并采用地下的天然气为寺庙中长期的火焰供给燃料。

公元前 200

古埃及人有时使用沥青将去世的死者制成木乃伊。



在阿塞拜疆的索罗亚斯德教火庙

公元前 001

中国人钻并采盐时抽出了石油和天然气，他们用燃烧天然气将盐水熬干。

公元 67

犹太人在保卫圣殿塔的战斗中使用滚开的热油阻止罗马人的进攻。

公元 100

罗马历史学家普鲁塔克（Plutarch）对从基尔库克（今天的伊拉克）周边地面上冒出来的石油泡进行了描述，这是有关液体石油最早的历史记录之一。

公元 500

拜占庭的船艇使用沥青同硫磺和生石灰混合制成了“希腊火”炸弹。

公元 1264

威尼斯商人和冒险家马可波罗根据在巴库（今天的阿塞拜疆）附近的所见所闻，对大量地收集石油用于医药和照明的现象进行了记录。

公元 1500

在波兰的科采斯诺（Krosno Poland），人们用从喀尔巴阡山脉渗透出来的石油作为街灯燃料。

公元 1780 年

瑞士物理学家艾末·阿甘迪制作发明的鲸油灯取代了其它所有类型的油灯。

公元 1800

塔麦卡丹按照与沥青进行混合的砾石尺寸的大小进行划分等级，并第一次将其应用于敷设高等级的柏油路面。

公元 1870

在英国伦敦出现了世界上第一盏用煤气为燃料的实用道路照明灯。

公元 1816

美国的巴尔提摩尔出现了煤气工业。

公元 1821

在纽约福尔多巴尼亚第一次出现商业化的天然气供应，通过中空的原木燃气被输送到用户家中。

公元 1846

加拿大人阿布尔罕·基尼尼从煤炭中提取油。

公元 1847

在阿塞拜疆的巴库，世界上第一口油井开始采掘。

公元 1849

阿布尔罕·基尼尼发现了如何从原油中提炼煤油的方法。

公元 1851

在加拿大，查理·尼尔蒙、垂普和其他人一同成立了北美第一个石油公司——国际采矿与制造公司。该公司从安大略省的沥青矿床中抽取沥青。

公元 1851 年

苏格兰化学家詹姆斯·扬在苏格兰爱丁堡附近的巴茨盖特建立了世界上的第一个从透巴尼特岩石（rock torbanite 一种典型的页岩）中提取石油的石油精炼加工厂。

公元 1853

处理石油的产业化生产方式，从而推动了煤油灯的进步。这一进步使家庭照明技术产生了影响此后几百年的革命性变化。



Kerosene lamp

公元 1856

波兰化学家伊格纳兹·卢卡希维茨在波兰的尤拉兹则维斯建立了世界上第一个原油精炼加工厂。

公元 1857

美国人本切尔德茨申请了一项清洁燃油油灯的设计专利。这种油灯使用煤油做燃料而取代了价格更高的鲸油。几年之内，煤油灯就将鲸油灯赶出了市场。

公元 1858

北美洲第一口油井在加拿大安大略拉姆通县内被发现。

公元 1859

在宾夕法尼亚州的泰特斯威尔，埃德温·扎克打出了美国的第一口油井。

公元 1860

加拿大石油公司成为世界上第一个控制生产、精炼和市场的综合石油公司。

公元 1861

美国装载石油的帆船伊里扎贝茨沃兹兹号从宾夕法尼亚航行到英格兰。这是有记载的第一次海运石油。

公元 1862 年

法国人奥利弗斯·本尤（Alphonse Beau de Rochas）取得了四冲程内燃发动机的专利。这种烧石油的发动机将为 20 世纪的大多数汽车提供动力。



J.D. 洛克菲勒

公元 1865

俄罗斯工程师伊凡诺夫（Ivanitsky）发明了从油井中提取石油的深水泵，并在阿塞拜疆油田通过测试。

公元 1870

J.D 洛克菲勒成立标准石油公司（俄亥俄），后来更名为伊索，就是现在的埃克森美孚。

公元 1872 年

J.D 洛克菲勒占领了超过 25% 的美国石油市场，到 1877 年它控制了大约 90% 的美国石油精炼加工产业。

公元 1878

委内瑞拉的第一口油井在马拉卡巴湖建成。

公元 1879

美国人托马斯·爱迪生发明电灯。

公元 1885

在德国，工程师兼企业家古特立博戴姆发明了第一台新型燃气发动机。该发动机采用垂直向上的气缸和用化油器进给汽油。

公元 1885

德国工程师卡尔·本茨发明世界上第一辆商业销售的燃油发动机汽车。

公元 1885

荷兰皇家石油公司在苏门答腊发现了石油。

公元 1901

美国第一口深油井和喷油井在德克萨斯的斯本德托普被发现，因此直接引发了德克萨斯石油产业的繁荣兴旺。

公元 1905

在油及俄罗斯帝国反对沙皇尼古拉斯二世统治的动乱中，巴库油田着火。

公元 1907

英国的壳牌石油公司与荷兰皇家公司合并成立荷兰皇家壳牌石油公司。

公元 1908

由于采用大批量生产的形式，使普通百姓也能够买得起汽车。汽车拥有量迅速上升并使汽油需求暴涨。



福特 T 型车

公元 1908

在波斯（今天的伊拉克）发现石油，导致在 1909 年安哥拉-波斯石油公司成立——这就是现代石油巨头 BP 的前身。

公元 1910

在墨西哥海湾沿岸的塔蒂佩佩发现了第一个石油矿藏。

公元 1914-1918

在第一次世界大战期间，英国人控制了波斯人向舰船和飞机的石油供应，这是德国人被打败的一个关键的因素。

公元 1927

斯伦贝谢（Schlumberger）公司在法国Merkwiller-Pechelbrunn 油田记录下第一次电阻率测井作业的日志。

公元 1932

在巴林岛发现石油。

公元 1935

从石油材料中制造的第一种人造合成纤维，尼龙被发明

公元 1935

在石油精炼中，第一次采用催化裂化处理技术。这种方法通过集中加热和使用催化剂将碳氢化合物的重分子劈开。

公元 1938

在科威特和沙特阿拉伯的主要石油储藏被发现。

公元 1939-1945

第二次世界大战期间，能够对石油的来源进行控制，尤其是对巴库和中东地区的控制，是同盟国取得胜利的关键性原因。

公元 1947

位于路易斯安那州东南部墨西哥湾 14 英尺深的海域，使用“移动式”海上钻井平台钻出第一口商业性近海油井。

公元 1948

世界最大的液体油田在沙特阿拉伯的格哈瓦被发现，其储藏量大约为 800 亿桶石油。

公元 1951

安格鲁波斯（现在的伊朗）石油公司被伊朗政府国有化。在美英两国的支持下伊朗国王沙领导了一次军事政变复辟了王权。

公元 1960

由沙特阿拉伯、委内瑞拉、科威特、伊朗和伊拉克发起，石油输出国组织（Organization of Petroleum Exporting Countries）OPEC 成立。

70 年时间表继续



横跨阿拉斯加的石油管线



公元 1967

加拿大阿尔博塔油砂的石油商业化生产投入运行，这是世界上最大的石油矿藏。

公元 1968

在阿拉斯加北部的普如德尔海湾发现石油，这成为北美地区的主要石油资源。

公元 1969

在北海发现石油和天然气，其储量可以使像英国这样的国家得到 25 年的能源收益。

公元 1969

在北海发现石油和天然气，可以使像英国这样的国家得到 25 年的能源收益。

公元 1971

中东地区的 OPEC 成员国开始以石油财产国有化的形式恢复其对资源的控制。

公元 1973

OPEC 组织将石油价格上涨到原价的四倍，由埃及和叙利亚带头发起停止向支持以色列对阿拉伯国家进行武力战争的西方国家供应石油。因此而导致西方国家严重的石油短缺。



埃克森维尔德兹油轮石油泄露之后进行清理

公元 1975

在北海的油田井架开始投入生产。

公元 1975

为了回应 1973 年的石油危机，美国建立战略石油储备 (SPR) 以确保在盐丘的石油紧急供应。到 2005 年，美国此项储备的石油将达到 6.58 亿桶。

公元 1977

横跨阿拉斯加的石油管线完成。

公元 1979

在宾夕法尼亚的哈瑞斯伯格三英里岛上的核电站发生事故，造成一些放射性材料释放出来。

公元 1979-1981

美国石油价格从 13 美元一桶上升到 34 美元一桶。

公元 1989

埃克森维尔德兹油轮在阿拉斯加，南普林斯威廉郡触礁搁浅。油轮中的石油泄漏到阿拉斯加沿岸地区，造成了当地生态环境的大灾难。

公元 1991

在海湾战争中科威特油田被点燃。

公元 1995

联合国决议允许以“石油换食品”的贸易形式部分恢复伊拉克出口石油。

公元 1996

卡塔尔开放世界第一个主要的液化天然气 (LNG) 出口设施。

公元 2002

从巴库到地中海的 BTU 输送管线建设开工。

公元 2003

美国参议院拒绝了一项允许在阿拉斯加北部北极国家野生动物保护区 (ANWR) 进行石油勘探的提案。

公元 2003

从 1980 年起，在马里兰州美国第一个处理液化天然气的柯文派特配送设施建成，这将是美国最大的液化天然气再汽化设施。

公元 2004

美国石油进口创造了每天 1130 万桶的记录。

在 2005 年收到飓风卡春娜袭击，洪水过后的美国石油设施。

公元 2004

北海石油和天然气的生产开始衰退。

公元 2005

飓风卡春娜袭击海湾沿岸，引起美国石油工业的混乱。

公元 2006

俄罗斯停止向乌克兰供应天然气，直到乌克兰同意支付上涨的高额价格。

公元 2006

由于阿拉斯加输油管腐蚀，BP 部分关闭了薄雾东海湾油田。

公元 2006

在墨西哥湾发现的杰沃采克 2 号深水油田被认为是从发现薄雾东海湾油田之后在美国最大的发现。

公元 2007

国际能源机构公布到 2007 年中国将取代美国成为世界上最大的二氧化碳排放国。印度将在 2015 年位居第三。

公元 2008

在全球经济危机戏剧性地油价跌落之前，石油价格达到创纪录的 147 美元一桶。



博物馆之旅

许多介绍自然科学发展历史的博物馆对在本书中所讲述的题目内容都会给出非常出色的展示和说明,包括能源和化石燃料的形成过程、交通运输等等。如果你有幸刚好居住在一个专题博物馆附近,比如,美国宾夕法尼亚提多维尔的扎克·威尔博物馆,在桑塔珀拉的加利福尼亚石油博物馆,或在英国雷瑟特的国家天然气博物馆。



一个海上井架的博物馆模型

发现更多

本书对世界上这个最大和最复杂的行业做了一次发现和品评。但是你的发现之旅未必就到此结束。你可以对周围的岩石进行探索了解有关的石油地质学并掌握如何鉴别沉积岩。你还可以通过参观博物馆了解与石油有关的历史、科学和工艺技术。相关的能源网址可以更多地告诉你如何进行明智的能源选择。

参观和专题旅游

你们学校可以安排学生到炼油厂或石油码头,或者到一个加油站进行参观。大型石油公司的教育部门能够给出到哪里去参观更合适的建议。但是,石油设施通常都座落在偏远地区,并且在那里所进行的加工处理过程可能不会对参观的学生开放,所以,实地旅游可能是最好的选择。见右侧有用的网站地址链接。

帮助理解精炼过程的全景和详细视图

一个石油精炼厂的实地旅游



在循环利用的废弃材料

在循环利用可以缩减我们对能量的消费



有用的网址

- 所有能源和 E&P 行业信息：
<http://www.energy4me.org>, 由石油工程师协会提供
- 全世界石油天然气博物馆名单：
http://www.energy4me.org/sources/oilgas/petroleum_museums.htm
- 船长海上平台实际参观：
<http://resources.schoolscience.co.uk/SPE/index.html>
- 一个孩子参观海上石油井架：
<http://www.mms.gov/mmskids/explore/explore.htm>
- 能源区域, 由英国能源研究院提供
<http://www.energyzone.net/>
- 美国地质研究院学生读物：
<http://www.earthsciweek.org/forstudents/index.html>
- 能量的事实、游戏和活动, 链接：
www.eia.doe.gov/kids/index.html
- 美国能源部包括煤炭、石油和天然气化石燃料网址：
<http://www.fossil.energy.gov/education/index.html>
- 石油精炼理解指南：
<http://www.howstuffworks.com/oil-refining.htm>
- 面对学生壳牌能源矿藏：
http://www.shell.us/views/energy_minds.html
- 地质基础, 石油的形成和发现：
www.priweb.org/ed/pgws/index.html
- 燃料电池, 来源史密斯索尼安研究院 (The Smithsonian Institute)：
<http://americanhistory.si.edu/fuelcells/basics.htm>
- 来源于美国原子能研究院的原子能介绍：
www.nei.org/scienceclub/index.html
- 拯救能源中的孩子同盟会：
www.ase.org/section/_audience/consumers/kids
- 对“循环、减降和再利用”问题的多重链接：
<http://42explore.com/recycle.htm>
- 美国国家环境健康科学研究所关于重复利用和降低浪费
www.niehs.nih.gov/kids/recycle.htm

Index

ABC

Abramovich, Roman, 51
Abu, Paul Neal, 33
advertising 15, 60
aerogel, 38
Alaska, 30, 39, 41, 70
allemans, 16
alkenes, 16
Anglo-Persian (Iranian)
Oil Company, 52, 69
antidotes, 24–25
Arab sheikhs, 50–51, 52
aram fibers, 49
Argand, Aimé, 10–11, 68
aromatics, 16, 70
asphalt, 16, 27, 68
Babylonian bitumens, 9, 27, 68
Bakelite, 48
Baku, 12
Baku-Thilisi-Ceyhan (BTC)
pipeline, 38, 70
barrels, 42
beauty products, 46
benzene, 19
biofuels, 51, 60–61
biogas, 20, 17
Bissell, George, 12
bitumens, 8, 9, 16, 17, 19,
26, 68
blowouts, 33, 70
Bodino, Virginia, 14
bores, 29, 32

BP 51
butane, 21
candles, 47
carbohydrates, 17, 60
carbon dioxide, 54–55, 70
carbon fiber-reinforced
plastics, 49
careers, 64–65, 71
Carothers, Wallace, 15
cars, 14–15, 44–45, 51, 55,
60, 61, 66, 69
Carthage, 9
caulking, boats, 8
Chérif, Jules, 10–11
China, 8, 53, 57
cholesterol, 17
Christmas trees, 32, 37
coal, 22–23, 55, 62
coal gas, 21, 22, 68
The Star, 27
coke, 43
condensate, 16, 20
consumption of oil, 6,
52–53, 56–57
cracking, 42–43, 69
crude oil, 6, 12, 16, 42–43,
68, 69

DE

degenerates, 46
Diesel, Rudolf, 45, 61
diesel, 45, 61, 65
disvers, offshore oil rigs,
35

Drake, Edwin L., 12, 69
drilling, 8, 12, 30–33, 36–37
drugs, 47
earthquakes, 39
Egyptian mummies, 9
electricity, 48–49, 50, 62–63
energy, 18, 44–45,
58–59, 60–63
engines, 44–45, 70
environmental concerns,
51, 54–55
essential oils, 17
ethanol, 48–49, 70
Erson Valdez, 41, 70
ExxonMobil, 50–51, 67

FG

farming, 7, 60
fauns, 24, 39
fires, oil wells, 13, 33
flaring, 66
flexicokers, 43
forams, 19
Ford, Henry, 14
formation of oil, 18–19
fossil fuels, 22, 54
fractional distillation, 42
fuel cells, 61
fuels, 16–17, 20–21
gas, 45, 51, 65
gas, 45, 51, 65
gasometers, 21
gas stations, 14–15, 50

Geneser, Abraham, 12
Getty, Jean Paul, 50
global warming, 54
gravity meters, 29
greenhouse effect, 54
gushers, oil wells, 13, 69

HIJK

Harkness, Edward, 50
HDPE, 48
helium, 21
homes, energy-saving, 59
human body, 17, 58
Hunt, Haroldson, 50
hydric crabs, 16–17
hydroelectric power, 63
hydrogen cells, 61
isobutane, 21
jet fuel, 45
kerogen, 19, 24
kerosene, 12, 10–11, 14,
27, 42, 68, 69
Kuwait, 52, 53, 70

magnetic surveys, 29
Magns, drilling, 31
mass-production, 14, 69
materials made from oil,
46–49
McAdam, John Loudon, 27
methane, 17, 28–29, 60–61,
Mossadegh, Mohammed,
52
mummies, 9
museums, 69, 71
nanotechnology, 31
Naphtalene, 46, 42
natural gas, 16, 20–23, 57,
70
Nigeria, 51, 67
nodding donkeys, 13
nuclear power, 62
nylon stockings, 15

OP

octane, 16–17
oil crisis (1973), 52, 70
oil fields, 12, 27
oil rigs, 32–37, 54–55, 71
oil sands, 26
oil seeps, 27
oil shales, 26
oil spills, 41
oil terminals, 41
oil wells, 12, 13, 29, 32–33
OPEC, 52, 67
paraffin wax, 47
Parks, Alexander, 48

Parkinson, 48
peat, 62
petrochemicals, 46–47, 64
petroleum, 16, 46–47, 64
photostyrenation, 18
polyamers, 48–49, 71
phytoplankton, 63
pipelines, 38
pipe stills, 42
pipelines, 20, 38–39,
70
pitch, 16
Pit Lake, Trinidad, 27
plankton, 18
plastics, 17, 54, 60
plants, 15, 48–49, 71
politics of oil, 52–53
polycarbonates, 49
polyethylene, 48
polymers, 48–49, 71
polypropylene, 48
polystyrene, 48
power plants, 44, 62–63
production, 56–57
propane, 21, 71
PVC, 48

RS

racing fuels, 45
Raleigh, Sir Walter, 27
rare earths, 50, 71
refineries, 12–13, 42–43,
61, 69, 71
reserves of oil, 56–58

resource usage, 51
roads, 27, 55
Rockefeller, John D., 50, 69
rocks, 19, 21, 24–25, 29,
32
roughnecks, 35, 65
roustabouts, 35, 65
Russia, 50–53, 69, 70
saving oil, 58–59
seismic surveys, 28, 30, 37
ships, 40–41, 68, 69
Smith, William, 25
social responsibility,
66–67
solar power, 51, 62, 63
sour gas, 20
sour oils, 16
steam cars, 14
steroid hormones, 17
street lamps, 21
substitutes for oil, 60–63
supermarkets, 6, 58
superunkers, 40
sweet oil, 16

WXYZ

warfare, 8–9, 52–53
waterproof, 63
Watson, Jonathan, 50
websites for information,
71
whale oil, 10–11
wildcat wells, 14, 29
wildcaters, 14
Williams, James, 12
"will-o'-the-wisp", 20
wind turbines, 45
Winton, Sam, 52
Yamahi, Sheikh, 52
Young, James, 27

Acknowledgments

Dorling Kindersley would like to thank Karen Whitehouse for editorial work, Dawn Bates for proofreading, Hank Dale & Heather Miller for the index, Chris Brown, David Edwards, Richard East, Eilken, Santa Clara, Joanne Little, Susan S. Lewis, Steve Sellard, & Robert Stead for help with design, David Bell, Kathy Fyfe, North Canada, Ross Herring, Joanne Little, & Sue Nicholson for the wall chart, Margaret Barnes for authorization on the original map, & Margaret Munn (NY), Kelly D. Munn for technical assistance, composition units, Katherine Linn for image manipulation.

The publisher would also like to thank the following for their kind permission to reproduce their photographs:

Key: a=above; b=below; bottom; c=center; f=left; right; t=top

1 Dorling Kindersley. Judith Miller/Anastart Art (6).
2 Dorling Kindersley. National History (6).
3 Dorling Kindersley. National History (6).
4 Dorling Kindersley. National History (6).
5 Dorling Kindersley. National History (6).
6 Getty Images. National History (6).
7 Getty Images. National History (6).
8 Getty Images. National History (6).
9 Getty Images. National History (6).
10 Getty Images. National History (6).
11 Getty Images. National History (6).
12 Getty Images. National History (6).
13 Getty Images. National History (6).
14 Getty Images. National History (6).
15 Getty Images. National History (6).
16 Getty Images. National History (6).
17 Getty Images. National History (6).
18 Getty Images. National History (6).
19 Getty Images. National History (6).
20 Getty Images. National History (6).
21 Getty Images. National History (6).
22 Getty Images. National History (6).
23 Getty Images. National History (6).
24 Getty Images. National History (6).
25 Getty Images. National History (6).
26 Getty Images. National History (6).
27 Getty Images. National History (6).
28 Getty Images. National History (6).
29 Getty Images. National History (6).
30 Getty Images. National History (6).
31 Getty Images. National History (6).
32 Getty Images. National History (6).
33 Getty Images. National History (6).
34 Getty Images. National History (6).
35 Getty Images. National History (6).
36 Getty Images. National History (6).
37 Getty Images. National History (6).
38 Getty Images. National History (6).
39 Getty Images. National History (6).
40 Getty Images. National History (6).
41 Getty Images. National History (6).
42 Getty Images. National History (6).
43 Getty Images. National History (6).
44 Getty Images. National History (6).
45 Getty Images. National History (6).
46 Getty Images. National History (6).
47 Getty Images. National History (6).
48 Getty Images. National History (6).
49 Getty Images. National History (6).
50 Getty Images. National History (6).
51 Getty Images. National History (6).
52 Getty Images. National History (6).
53 Getty Images. National History (6).
54 Getty Images. National History (6).
55 Getty Images. National History (6).
56 Getty Images. National History (6).
57 Getty Images. National History (6).
58 Getty Images. National History (6).
59 Getty Images. National History (6).
60 Getty Images. National History (6).
61 Getty Images. National History (6).
62 Getty Images. National History (6).
63 Getty Images. National History (6).
64 Getty Images. National History (6).
65 Getty Images. National History (6).
66 Getty Images. National History (6).
67 Getty Images. National History (6).
68 Getty Images. National History (6).
69 Getty Images. National History (6).
70 Getty Images. National History (6).
71 Getty Images. National History (6).

Kindersley. The Science Museum, London (6).
Mary Evans Picture Library. The 11 Alamy Images. Lifeboat Museum and Arch Photo Library (6).
North West Photo Archive (6).
Dorling Kindersley. The Royal Canadian Mounted Police (6).
Judith Miller/Anastart Art (6).
12 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
13 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
14 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
15 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
16 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
17 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
18 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
19 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
20 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
21 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
22 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
23 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
24 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
25 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
26 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
27 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
28 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
29 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
30 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
31 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
32 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
33 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
34 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
35 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
36 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
37 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
38 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
39 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
40 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
41 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
42 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
43 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
44 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
45 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
46 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
47 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
48 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
49 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
50 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
51 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
52 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
53 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
54 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
55 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
56 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
57 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
58 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
59 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
60 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
61 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
62 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
63 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
64 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
65 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
66 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
67 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
68 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
69 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
70 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
71 Alamy Images. Getty Images. National History (6).

Ltd. (www.worldwideimages.com).
24–25 Specialist Stock. Viller & Hodge (6).
26 Dorling Kindersley. National History Museum, London (Chatterbox).
27 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
28 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
29 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
30 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
31 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
32 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
33 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
34 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
35 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
36 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
37 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
38 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
39 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
40 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
41 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
42 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
43 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
44 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
45 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
46 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
47 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
48 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
49 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
50 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
51 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
52 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
53 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
54 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
55 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
56 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
57 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
58 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
59 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
60 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
61 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
62 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
63 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
64 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
65 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
66 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
67 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
68 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
69 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
70 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
71 Alamy Images. Getty Images. National History (6).

Images. Roger Bamford (6).
Corbis. Karen Kamzinski (6).
Getty Images. Shutterbank (6).
Dorling Kindersley. Peter James Kenworthy (6).
Science Photo Library. Bill Rippon (6).
43 Alamy Images. AGO/ASA/USA, Inc. (6).
61 Getty Images. Corbis. Kenworthy/Namathi (6).
44 Corbis. Matthias Kulka (6).
60 Alamy Images. AGO/ASA/USA, Inc. (6).
61 Getty Images. Corbis. Kenworthy/Namathi (6).
62 Getty Images. Corbis. Kenworthy/Namathi (6).
63 Getty Images. Corbis. Kenworthy/Namathi (6).
64 Getty Images. Corbis. Kenworthy/Namathi (6).
65 Getty Images. Corbis. Kenworthy/Namathi (6).
66 Getty Images. Corbis. Kenworthy/Namathi (6).
67 Getty Images. Corbis. Kenworthy/Namathi (6).
68 Getty Images. Corbis. Kenworthy/Namathi (6).
69 Getty Images. Corbis. Kenworthy/Namathi (6).
70 Getty Images. Corbis. Kenworthy/Namathi (6).
71 Getty Images. Corbis. Kenworthy/Namathi (6).

Photography (6).
Magnum Power Inc. (www.magnum.com).
Chris Radwin (6).
8 Alamy Images. Richard Cook (6).
Andie Jerry (6).
59 Alamy Images. J.C. Wray Photography (6).
Science Photo Library. Tony McCann (6).
Albert Paaska (6).
60 Alamy Images. David E. Huxton/PhotoLibrary (6).
Specialist Stock. Science Photo Library. Boettling (6).
60 Alamy Images. Getty Images. National History (6).
61 Getty Images. Engineering (6).
Dianic Art (6).
61 Getty Images. Visuals Unlimited. Tomasz (6).
62 Getty Images. Visuals Unlimited. Tomasz (6).
63 Corbis. Otto Rieger (6).
Paul A. Soudan (6).
64 Photographic Services. Shell International Ltd. (6).
Woodside Energy Ltd. (www.woodside.com.au).
65 Getty Images. Peter A. Soudan (6).
66 Getty Images. Peter A. Soudan (6).
67 Getty Images. Peter A. Soudan (6).
68 Getty Images. Peter A. Soudan (6).
69 Getty Images. Peter A. Soudan (6).
70 Getty Images. Peter A. Soudan (6).
71 Getty Images. Peter A. Soudan (6).

Apple Computer, Inc., registered in the US and other countries. (© Apple).
© 1997 Apple Computer, Inc. All rights reserved.
Dorling Kindersley. Peter Griffiths & David Durkin - Mediamodels (6).

All other images © Dorling Kindersley.
For further information see www.dkimages.com