

学生应知科技知识

人类与能源

一

郭一平 主编

目 录

一、能源是人类社会发展的柱石.....	1
二、能源的基本知识.....	6
（一）能源的分类.....	6
（二）形形色色的能源.....	7
三、现代社会面临的能源挑战.....	103
（一）世界能源形势的评估.....	104
（二）世界能源前景预测.....	111
（三）面临能源的挑战.....	114

一、能源是人类社会发展的柱石

翻开人类社会的发展史，可以发现能源与人类社会的进步结下了不解之缘。

火的利用，使人类结束了茹毛饮血的原始生活，火不但改造了人类自身，使人类头脑更聪明、体魄更强悍，而且推动了社会生产力的发展和社会结构的变革。

蒸汽机的发明和应用，是能源科技进步的又一里程碑，它引来了工业革命，人类结束了刀耕火种的时代，进入了工业化大生产时代，使生产力得到了很大发展。有人把欧洲发生的工业革命时代称之为蒸汽机时代。

进入 20 世纪，电子技术的应用，又使人类再一次大大解放了生产力，使得几千年来人们向往的神话般的奇迹开始出现。例如，被誉为“顺风耳”和“千里眼”的电视走进了千家万户，其他各式各样的家用电器也使人们的生活变得丰富多采，舒适方便。

核能的应用，使人类开发大自然的视野更为广阔，在科学家已经开始的开拓宇宙的新长征中，核能则为星际航行提供了巨大的动力源泉。有人已经开始设计和研究往返火星的核动力火箭，打算建设以核能为动力的月球基地。

能源是人类社会发展的柱石，因而对它的利用和研究，已受到人们的普遍关注。

那么，什么是能源呢？顾名思义，能源就是指能量的来源的意思。能量可以使物体做功，物质的存在和运动与能源是分不开的。

能源在宇宙间广为存在，它是生命起源和演化的必不可少的物质条件。

能源经常以光、热、电、磁等形式表现出它的威力；它可以是固体、液体、气体，也可以以电子、光子和基本粒子形式出现；它可以是无机物、有机物，无生命体、有生命体。

能源广布于天上、地表、地下。煤炭、石油、天然气、水能、太阳能、风能、潮汐能、波浪能、海洋热能、地热能、生物质能都是人们所熟悉的能源。

能源与人类生活休戚相关，人们的衣、食、住、行都离不开它。

如果没有必需的足够的能源，人类就会失去最起码的生存条件，地球上的生命就要终止。物质生活离不开能源，精神生活也不例外。人们看电影，听广播，看电视，需要电能；即使人们看的书籍、报刊，也都需要有能源来印制。而且，人们的生活越是向现代化方向发展，能源的消费也就越多。

我们打开科学技术发展史的画卷，就会发现科学技术的发展是一步一个台阶不断地向高峰前进的。有人在回顾 18 世纪以来科学技术发展史时，指出人类文明社会至今经历了三次产业革命，然而这些无不与能源的变革息息相关。

第一次产业革命第一次产业革命从 18 世纪开始。1769 年，英国发明家瓦特，经过了十几年艰苦钻研之后，对当时已出现的原始蒸汽机作了一系列的重大改进，提高了蒸汽机的热效率和工作可靠性，取得了带冷凝器的蒸汽机发明专利，使蒸汽机成为工业上可应用的发动机，并由此得到了广泛的应用。

蒸汽机的应用具有划时代的意义，它使人类从繁重体力劳动中解放出来，把旧的作坊手工业变成了大工业，是一次生产技术上的根本性变革。恩格斯高度评价了蒸汽机的发明和应用，指出：“蒸汽机是第一个真正国际性的发明，……”“自从蒸汽和新的工具机把旧的工场手工业变成大工业以后，在资产阶级领导下造成的生产力，就以前所未闻的速度和前所未闻的规模发展起来了。”

这种热能的转换形式促使大工业动力机械蒸汽机的诞生，之后，英国首先完成了以蒸汽推动纺织机械为先导的产业革命，而且迅速波及到矿山、机械、金属等工业部门，凡是有蒸汽机的地方都集中地建起了工厂，从此开创了蒸汽时代，是石器、陶器、新铜器时代无法比拟的新时代，社会生产力获得了巨大发展。这就是人们通常所称的第一次产业革命，这场革命从18世纪70年代开始，到19世纪40年代基本完成。美、法、俄、日、德等国，也相继实现了这场革命。

第二次产业革命对于科学技术的发展的第二次巨大推动，是电能的出现和应用。1866年，西门子发电机的问世，在科学技术发展史上具有像瓦特发明蒸汽机一样的划时代意义，导致垄断资本主义社会的到来。

西门子被誉为德国近代科学之父，在他身上集中了科学家、工程师和商人的共同特点。对于机械工程师考虑不成熟而需要改进的东西，西门子作为一个科学家，发展了有关理论，奠定了进一步发展的基础；对实验室里产生的新知识，西门子作为一个工程师把这种科学理论应用于实践，使之成为有血有肉的有实用价值的产品。另外，他作为一个商人，又积极地打开销路，把产品送往市场，寻找买主，获得利润，从而使科学研究不致于

发生经济障碍，形成一种良性循环，不断地向前发展。因此，当时西门子-哈尔斯克商会所出售的优良工业品，都是科学、技术和经济结合的产物。

跟随西门子的前进脚步，美国发明家爱迪生于 1879 年最先发明了钨丝电灯；1881 年开始兴建起工业规模的火力发电站，从此电能得到了大规模的利用。

19 世纪 80 年代开始，由于电能应用的迅速发展，一些工业比较发达的国家，出现了资本主义垄断企业。发电机、电动机、电车、电力起重机、有线电报机、电话、无线电话、电炉炼钢（包括炼铜、炼铝）、制氮工业、硝酸铵肥料工业等新兴工业及其产品都相继问世。

19 世纪末到 20 世纪初，电能的利用愈来愈广泛，规模越来越大，科学技术的发展进入了一个崭新的“电气时代”。20 世纪的科学技术沿着电气化的道路取得了卓越的成果。这就是所称的第二次产业革命。这场革命的结果是电气时代替代了蒸汽时代。

第三次产业革命第二次世界大战期间，交战国双方都把科学技术动员起来为战争服务。1939 年，德国科学家哈恩首先发现了铀的“核裂变”；1942 年 12 月，意大利科学家费米主持在美国芝加哥大学建成了世界上第一座核反应堆，实现了人类首先点燃和控制“核火”，揭开了原子时代的序幕。美国动员了 15 万人，耗费 20 亿美元巨资，在 1945 年 7 月 16 日，首次爆炸了世界上第一枚原子弹，核能从此一鸣惊人。

核能的问世与化学革命、冶金革命、电力革命等等相比，具有更大的划时代意义。这是因为人类找到了新的“火种”。“核火”的发现和应用，使人类生活和生产所需的能源从过去几乎全部来自太阳，变为从地球自身蕴

藏的核燃料（铀、钍等）中获取，而且人类看到了最终获得取之不尽的能源的希望之光。

由于核能的威力要比普通化学能大成百万倍，因此最早被华尔街的老板们用来制造杀伤力比普通炸弹大成千上万倍的原子弹、相继问世的氢弹、中子弹等新型核武器，使战争武器组成发生了根本变革，战略思想也发生了根本的改变，在棱角逐中，核潜艇、核军舰相继问世，成为强大的核威慑力量。战后，出现了世界上第一座核电站，而且如雨后春笋迅速发展起来，成为电力工业的新军，核供热、核能炼钢向人们展示了核能利用的美好前景。放射性同位素应用已经成为核工业中的轻工业。核能的利用揭开了第三次产业革命的序幕。

到了现代，随着电子计算机的诞生和发展，并广泛渗透到人类社会的各个领域，使这次产业革命进一步向纵深发展，因而获得了空间开发、合成材料的蓬勃兴起，以及机器人队伍的成长等等非凡的成就。随着第三次产业革命的步伐向前，人类进入了电子时代。

当代，出现了以激光技术、微电子学、微型电子计算机、光导纤维、新材料、生命科学、海洋开发和新能源发掘为标志的新的工业革命。有人预测，这次新的工业+革命将对人类社会的发展产生新的影响。

让我们沿着科学技术前进的脚印，总结能源科学技术发展的规律，更好地为我国实现“四化”，赶超世界科学技术先进水平服务。

二、能源的基本知识

（一）能源的分类

除人们比较熟悉的一些能源名称外，你是否还听到过一次能源、二次能源；常规能源、新能源；可再生能源、不可再生能源等称呼呢？其实这些都是从不同角度对能源进行的分类。

按能源的来源可分三类：第一类是来自地球以外的太阳能。它们除了太阳直接照射到地球的光和热外，常见的煤炭、石油、天然气，以及生物质能、水能、海洋热能和风能等，都间接地来自太阳。第二类是来自地球自身的能源，其中一种是地球内部蕴藏着的地热能，常见的地下蒸汽、温泉、火山爆发的能量都属于地热能。另一种是地球上存在的铀、钍、锂等核燃料所蕴有的核能。第三类是太阳和月亮等星球对大海的引潮力所产生的涨潮和落潮所拥有的巨大潮汐能。

按能否从自然界中得到补充，能源又分成可再生和不可再生两类。太阳辐射能、水能、生物质能、风能、潮汐能、海洋热能和波浪能等都是能不断地再生和得到补充的能源，所以被称为可再生能源。而煤炭、石油、天然气等化石燃料和铀、钍等核燃料，都是亿万年前遗留下来的，用掉一点就少一点，无法得到补充，总有一天会枯竭的，它们被称为不可再生能源。

根据利用能源的形态不同，又可将能源分成一次能源和二次能源两类。一次能源是指直接取自自然界、而

不改变它的形态的能源。例如，煤炭、石油、天然气、柴草、地热、风力、太阳辐射能等等都属一次能源范畴。二次能源是指一次能源经人为加工成另一种形态的能源。例如，电能、热水、蒸汽、煤气、焦炭以及各种石油制品（诸如汽油、煤油、柴油、重油等），还有生产中的余能和余热等也都属于二次能源范畴。

根据应用范围、技术成熟程度及经济与否，又将能源分成常规能源和新能源两类。煤炭、石油、天然气、水能和核能等都已得到大规模经济开发和利用，被称为常规能源；而太阳辐射能、地热能、风能、海洋热能、波浪能、潮汐能等，因它们都是开发研究中的能源，尚未得到经济开采利用，而被称为非常规能源，亦称为新能源。

（二）形形色色的能源

1. 通向来来能源的桥梁——煤炭

煤炭是能源世界的主将，它被誉为工业的食粮。煤因为浑身乌黑，所以古人称它为“乌金石”，煤的形成是大自然的造化。

我国劳动人民发现和利用煤炭比欧洲人早 1800 多年。古人刚发现煤炭时，不是用它来生火，而是以它当墨写字，据说“煤”字的读音就是“墨”字变来的。后来，有人看到它与木炭的形态很相像，就试着把它与木炭一同放进火里烧，果然，黑石头烧红了，而且比普通木炭烧得猛烈，烧得持久。从此，人们就挖掘煤炭来代替木炭生火。

地球上的化石燃料的地质总储量中，煤炭约占 80

%。目前,世界上已有 80 多个国家发现了煤炭资源。全世界煤炭地质总储量为 107500 亿吨标准煤,其中技术经济可采储量为 10391 亿吨。世界煤炭探明可采储量见表 2-1。90%的地质储量和 60%的技术经济可采储量集中在美国、前苏联、中国和澳

表 2-1 世界煤炭探明可采储量

(单位:亿吨)

洲·国别		煤种	烟煤和无烟煤	次烟煤	褐煤	合计
东 欧 及 前 苏 联	前苏联		1040.00	370.00	1000.00	2410.00
	波兰		296.00	-	116.00	412.00
	其他		25.67	32.92	273.90	332.49
	小计		1361.67	402.92	1369.90	3154.49
北 美	加拿大		45.90	12.87	26.27	66.23
	美国		1126.68	959.29	319.63	2405.61
	小计		1171.77	972.16	347.90	2491.84
亚 洲	中国		622.00	337.00	186.00	1145.00
	印度		606.48	-	19.00	625.48
	印尼		9.62	70.54	240.47	320.63
	日本		8.27	-	0.17	8.44
	朝鲜		3.00	3.00	-	6.00
	台湾省		1.00	-	-	1.00
	其他		4.26	8.68	9.17	22.11
小计		1254.63	419.22	454.81	2128.66	
西 欧	德国		239.19	-	561.50	800.69
	英国		33.00	-	5.00	38.00
	西班牙		6.50	4.00	2.00	14.50
	其他		12.64	2.56	100.85	116.05
	小计		293.33	6.56	569.35	969.24

洲·国别		煤种			合计
		烟煤和无烟煤	次烟煤	褐煤	
澳洲	澳大利亚	453.40	37.00	419.00	909.40
	新西兰	0.27	0.81	0.09	1.17
	其他	0.02	-		0.02
	小计	453.69	37.81	419.09	910.59
非洲	南非	553.33	-	-	553.33
	其他	54.78	12.63	0.04	67.45
	小计	608.11	12.63	0.04	620.78
中南美	哥伦比亚	42.40	2.99		45.39
	墨西哥	12.52	4.17	0.51	17.20
	委内瑞拉	4.17			4.17
	其他	9.91	36.39	1.24	47.54
	小计	69.00	43.55	1.75	114.30
中东	伊朗	1.93	-	-	1.93
	小计	1.93	-	-	1.93
	世界合计	5214.13	4894.86	3282.84	10391.83

资料来源：第 15 届世界能源会议《1992 年世界能源资源调查报告书》

大利亚等国。据世界煤炭研究会的预测，从 1977~2000 年，24 年内，按最高产量累计可达到 1030 亿吨。以现代开采和利用煤炭的速率计算，煤炭资源尚能使用几百年。

当前世界能源年消耗量中，煤炭仍占三分之一。世界能源发展史现正进入一个新时期，石油的黄金时代即将告终，大量增加煤炭的生产和利用已是当务之急。1982~1992 年世界煤炭消费量见表 2-2。

在各类能源中，今后 20 年内可大量增产和弥补石油不足的能源是煤炭，煤炭成了过渡到 21 世纪可再生能源和核能为主的未来能源的桥梁。预计到 2000 年，全世界

煤炭的总需要量将由 1977 年的 25 亿吨标准煤增加到 60~70 亿吨标准煤，当年的煤炭总量将达 68 亿吨标准煤。

但大规模开发和利用煤炭，将面临着一系列新问题。例如，露天开采会破坏土地，使矿井地面塌陷。矿井和选煤厂废水污染，煤矿石处理，烧煤产生大量二氧化碳会造成温室效应，影响气候等。另外，煤炭给运输也带来一些问题。

尽管如此，随着时间的推移，世界石油资源日趋短缺，

表 2-2 1982~1992 年世界煤炭消费

	单位：万吨油当量				
	1982	1990	1991	1992	1992 年占世界%
中国	32420	51610	50400	52710	24.4
美国	38310	48140	47300	47870	22.0
前苏联	33240	30790	27760	27070	12.5
印度	6360	10240	10610	11150	5.2
德国	14010	12960	11330	10210	4.7
日本	6200	7600	7900	7790	3.6
波兰	9090	7780	7760	7490	3.5
英国	6530	6370	6330	5920	2.7
非洲	7680	8050	7850	7900	3.7
世界总计	187830	223000	216450	216420	100.0

资料来源：英国石油公司世界能源统计评论，1993 年 6 月。

水电资源开发殆尽，以及环保技术的进步，现代经济对煤炭的需求仍将增加。据联合国欧经会预测，世界煤炭的需求和贸易，在今后 20 年中将呈逐渐上升趋势。

全球硬煤的消费量在 2000 年前每年平均增长 1.3%（每年增加 5000 万吨），从 2000 年至 2010 年每年平均增长 1%（每年增加 3000 万吨）。

世界八大产煤国（中国、美国、俄罗斯、乌克兰、德国、波兰、印度、澳大利亚），在今后的 20 年中仍将生产世界煤炭产量的 85%。

世界八大产煤国的煤炭出口量占全球煤炭出口量的 80%。

煤炭的国际能源战略地位日益增强的主要原因是，亚洲地区经济增长速度将比世界其他地区要高，经济增长在很大程度上依赖于能源供应的增加。迄今，煤在亚洲许多国家和地区的能源结构中仍占有很重要的地位，在未来的 5~8 年内，韩国、印尼、泰国、印度、中国和中国台湾省等，对煤的需求十分迫切。

在未来 100 年内，煤炭不可避免地仍将是一种主要能源。我们的任务是寻求更有效的、环境可接受的途径，使每吨煤发更多的电，减少污染物的排放总量。煤炭的综合利用是今后的发展方向，现在世界各国正在执行清洁煤技术计划，这将是造福人类的伟大举措。

2. 工业的“血液”——石油

石油混身是宝，是当今世界的主要能源，它在国民经济中占非常重要的地位。

首先，石油是优质的动力燃料的原料。汽车、内燃机车、飞机、轮船等现代交通工具都是用石油的产品——汽油、柴油作动力燃料的；新兴的超音速飞机、导弹、火箭，也都以石油提炼出来的高级燃料为动力的。

石油也是提炼优质润滑油的原料。一切转动的机械的“关节”中添加的润滑油都是石油制品。

石油还是重要的化工原料。石油化工厂利用石油产品可加工出 5000 多种重要的有机合成原料。常见的色泽美观、经久耐用的涤纶、尼纶、腈纶、丙纶等合成纤维；能与天然橡胶相比美的合成橡胶；苯胺染料、洗衣粉、糖精、人造皮革、化肥、炸药等等都是由石油产品加工而成的。

石油经过微生物发酵，还可以制成合成蛋白。它是利用一种爱吃石蜡的嚼蜡菌，放在石油中的嚼蜡菌吃食石蜡后，会以惊人的速度繁殖起来。嚼蜡菌自身含有丰富的蛋白质，每公斤菌体含有相当于 20 只鸡蛋所含的蛋白质。

如果将目前世界上年产 30 多亿吨石油中的石蜡（约占 10%）的一半制成蛋白质，一年就可制得 1.5 亿吨人造蛋白，这是十分可观的人造蛋白资源。现在，人们已经用嚼蜡菌体作为饲料。不久将来，它们会被用来制作味道鲜美、营养丰富的食品，送上餐桌。

石油浑身都是宝。就连炼油最后剩下的石油焦和沥青也都是宝贝。石油焦做炼钢炉里的电极，可以提高钢的产量；还可用它作为制造石墨的原料。沥青则可以制作油毡纸或铺路。

石油被人们誉为工业的“血液”，是名不虚传的。地球上蕴藏着丰富的石油，据估计它的蕴藏量为 1000 多亿吨，其中海洋里蕴藏着 700 多亿吨左右。

尽管人们认识石油的模样，但由于它埋藏在地下，要探寻它不是件容易的事，而我们的祖先早就总结了许多寻找石油的宝贵经验。

最简单的办法是通过追寻石油露出地面的蛛丝马迹，以找到它的藏身之地。例如，含石油的岩石受侵蚀

露出地面或油层产生断裂，石油沿裂缝流出地面，有时漂在水面形成五光十色的薄膜，这就是油苗，发现了它，可跟踪追击到地下，找到油田。

天然气往往与石油共生，因此通过发现池沼、河道或水坑里冒出的水泡，可判断天然气苗，从而找到石油。

石油开采

有时，在一些地方发现被石油浸过的疏松砂子，这就是油砂，找到了它就可顺藤摸瓜找到石油。

还有，地下深处的石油，沿着岩缝升到地表，轻成分挥发后，留下的成分聚集成沥青丘，找到了它也就有了找到石油的希望。

除这些简易的探油办法外，近代采用了先进的勘查技术，可以迅速而准确地找到石油。这些探查方法有：地球物理勘探法、地球化学勘探法、新型遥感勘探法等。特别是在人造地球卫星上安装了遥感器后，通过远距离摄影，以及电子计算机数据处理，可以进行大面积探寻石油。

人类发现和利用石油的历史，十分悠久。

我国的劳动人民早在 3000 多年前就开始利用石油，在古书《易经》里就有利用石油的记载。2000 多年前，我国开采石油作燃料和润滑剂，到 11 世纪，我国开凿了第一批油井，并炼制出粗石油产品——“猛火油”，还加工制取了其他石油制品（例如炭黑、石蜡、沥青等）。

我国北宋著名科学家沈括在他的名著《梦溪笔谈》中，首先使用了“石油”这个科学的名词，在此以前人们都把石油称作石蜡水、石漆等。沈括还提出了石油生存环境和发展前景的科学理论和预测。

目前，世界上对常规能源资源的储量是否有限，也

存在着不同的论点。甚至有的科学家认为石油和天然气储量并非是有限的，对石油是由有机物质形成的传统观念提出了严重的挑战。这部分科学家提出了无机生成石油理论。他们认为，碳氢化合物可在地幔深处产生，并沿裂缝周期性上升；不仅在沉积层内，而且在岩浆岩和多孔火山岩内积聚。为了证明无机成油理论，已经有科学家通过实验室模拟地幔深处条件，无机合成出了石油。另外，在绝无生命存在的空间星体上，也已发现类似于石油和可燃气的物质。这似乎在证明无机生成石油的理论并非是没有根据的。预计，无机生成石油理论在未来将是能源科技发展前沿的重要依据。如果这一理论得以验证，油、气资源则将不是像有人预测的那样在今后30~60年会枯竭，而是可为人类服务更长的时间。

另外，随着科学技术的进步，能源勘探技术日趋发达，使得人们对能源资源的勘探储量每年都有增加。

最近，美国在加利福尼亚湾海底盆地发现了“年龄”仅三四千年的“新鲜”石油，经科学家用先进的放射性碳-14测定法鉴定，证实其“年龄”为4240岁，其中最年轻的石油的“年龄”只有500岁。这些“新鲜”石油产于浅海盆地之下，周围的沉积物为半公里厚，虽然因不具备储油条件，没有开采价值，但它高效率的转化过程，为科学家研究石油生成提供了绝好的样本。

随着现代工业的发展，人类社会对能源质量的要求不断提高，石油在世界能源结构中，仍占有举足轻重的地位。特别在世界各国工业化进程中，石油作为优质能源得到优先开发。目前世界总能耗中石油占48%，到2000年仍将占40%。

世界上采油工业已有100多年历史，80年代以前，

世界石油产量不断上升，1979 年达到 32 亿吨的高峰。最近几年，世界石油产量有所下降。1982~1985 年的平均年产量约为 28 亿吨。1993 年世界石油产量达 29.81 亿吨，比 1992 年下降 0.6%。

1973 年以前，一些工业发达国家利用廉价石油，支撑着它们高速发展的经济。1973 年爆发了第一次世界性石油危机。石油大幅度涨价，这大大刺激了世界石油勘探和开采业的发展。1979 年发生了第二次世界性石油危机，石油再次发生世界性涨价。石油涨价促进了石油产量的增加。

1986 年开始，出现了世界性的石油价格大幅度下跌，这对石油勘探和开采业是很大的打击。首先是石油勘探业变得不景气，致使新发现的油气储量急剧下降。

目前，全世界油田共有 12500 个，其中超巨型和巨型油田仅占油田总数的 2.9%，但它们的储量之和则占世界总储量的 80%。

我国 1993 年原油产量居世界第五位。居世界前十位的国家依次是：沙特阿拉伯 39907 万吨；独联体 39220 万吨；美国 34480 万吨；伊朗 18200 万吨；中国 14477 万吨；墨西哥 13317 万吨；委内瑞拉 11659 万吨；挪威 11237 万吨；阿联酋 10946 万吨；尼日利亚 9479 万吨。

3. 干净的能源——天然气

天然气通常指天然气田、油田伴生气和煤田伴生气。早在 3000 多年以前，在我国古书《易经》中就有关于油气的记载。

我国古代把天然气称作“火井”。据晋朝《华阳国志》记载，早在秦汉时代，我国不仅已发现了天然气，而且开始发掘和利用天然气，如书中记载了在四川以天然气