

党员干部科学素养丛书

能源科技

《党员干部科学素养丛书》编委会 编
胡迎新 许 英 编著

党建读物出版社
中国科学技术出版社

党员干部科学素养丛书



能源科技

执行主编 黄明哲 段伟文
编 著 胡迎新 许 英

党建读物出版社
中国科学技术出版社

TK01
H2

图书在版编目(CIP)数据

能源科技/《党员干部科学素养丛书》编委会编著.
北京:党建读物出版社:中国科学技术出版社,2004
(党员干部科学素养丛书)
ISBN 7-80098-655-1

I.能... II.党... III.能源—干部教育—学习参考
资料 IV.TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 086632 号

责任编辑:肖叶 叶子 封面设计:少华

党建读物出版社
中国科学技术出版社 出版发行

(北京市海淀区万寿路西街甲7号 邮编:100036 电话:010-68219430
北京市海淀区中关村南大街16号 邮编:100081 电话:010-62103210)

新华书店经销 河北省保定市印刷厂印刷

850毫米×1168毫米 32开本 印张:7.25 字数:175千字
2004年8月第1版 2004年8月第1次印刷
印数:1—3000

ISBN 7-80098-655-1 / D·530

定价:15.00元

本社版图书如有印装错误可随时退换(电话:010-68278452)

总序

走近科学 拥抱时代

周光召*

我们所处的时代，经济全球化的态势愈益显著，科技创新越来越成为推动社会进步与文明演替的首要力量。党的十六大提出了全面建设小康社会的奋斗目标；十六届三中全会进一步强调，以科学发展观推进社会主义现代化建设，坚持以人为本，树立全面、协调、可持续的发展观，促进经济、社会和人的全面发展。建设小康社会，首先必须发展先进生产力、培育先进文化，其基础是充分依靠科技进步与科技创新。坚持科学发展观，要做到“六个注重”：注重先进生产力的培育和提高；注重以人为本的全面发展；注重人与自然的和谐；注重“人口、资源、环境、发展”四位一体的总协调；注重三大文明的整体推进；注重人民生活质量的持续提高。而不论是小康社会蓝图的实现还是科学发展观的确立，都必须以提高全民素质特别是科技素养为出发点和归宿，在全社会努力营造崇尚科学的氛围，矢志不移地坚持科教兴国战略、人才强国战略，大力推进决策的科学化和民主化，进而形成科学、文明、健康的生活方式，建立全民学习、终身学习的学习型社会，促进人的全面发展。

科学素养是全民素质的主要构成要素，更是广大党员干部必须具备的基本素质。科学精神、科学知识、科学思想和科学方法，作为认识世界和改造世界的重要工具，影响着人们的世界观、人生观和价值观，其成果构造了人类文明进步的基石，其精粹凝

* 周光召同志系中国科学技术协会主席。

聚着人类文化的宝贵财富。当前，国家正在编制《国家中长期科学和技术发展规划》，以确立未来15年我国科技发展战略、目标、任务和政策。同时，正在启动实施的《全民科学素质行动计划》（《2049计划》），提出了力争在2049年中华人民共和国成立100周年时，实现人人具备科学素质的目标。广大党员干部应该在这一世纪性的战略行动中充分发挥模范带头作用。在全面建设小康社会的伟大历程中，广大党员干部不仅要了解科学知识，还要了解科学思想、科学方法和科学精神；既要了解科技创新对人类文明进步的巨大推动作用，也要明白滥用科技对人类带来的不良影响，坚决反对那些惟利是图、利用科技做对人类造成危害的事情，努力规避由短视行为和主观意志所导致的各种危机和失误。

提高党员干部的科学素养，首先需要不断地学习和宣传。学习宣传的方式可以是多种多样的，其中，组织出版有针对性的科普教育著作是一种影响面宽、作用深远的方式。《党员干部科学素养丛书》是一套很有特色的科学普及读本。它针对目前国家建设和社会发展中涉及较多的科学技术领域，针对广大党员干部的需要，主要从科学技术应用的角度，用通俗易懂的文笔来介绍高新科技的新进展，深入浅出地阐发由此带来的新知识、新方法、新思想、新精神。“科学技术如何转化为先进生产力、如何体现为先进文化、如何影响科学发展观”，是这套丛书的主题。这不仅能为党员干部所接受，也一定能为广大群众喜闻乐见。科学技术需要不断的创新，普及科学技术知识的方式也在创新，丛书在这方面的努力是值得称道的。如果这种以提升广大党员干部科学素养为目标的科普工作能够落到实处，并持之以恒，将会对提高全民族的科学素养起到不可低估的推进作用。

让我们走近科学，拥抱以人为本、全面发展的新时代！

——2004年5月



目 录

一、新世纪呼唤新能源	(1)
1. 能源的几个基本问题	(1)
2. 能源史话	(4)
3. 未来选择新能源	(6)
二、人类的能源之母——太阳能	(9)
1. 神奇无比的太阳能	(9)
2. 引人注目的太阳能发电	(21)
3. 光热应用硕果累累	(41)
4. 方兴未艾的阳光事业	(53)
三、插翅飞翔的能源——风能	(62)
1. 风的力量	(62)
2. 蓬勃兴起的风力发电	(70)
3. 忙碌的风力	(81)
四、大海的馈赠——海洋能	(88)
1. 来自蓝色油田的新动力	(88)
2. 日月之子——潮汐能	(97)
3. 太阳之子——波浪能	(102)
4. 神秘环流——海流能	(107)
5. 新兴动力——温差能和盐差能	(111)
五、原子世界的崛起——核能	(117)
1. 原子时代的来临	(117)
2. 核裂变——人间的能源之王	(125)
3. 核聚变——天空的人造太阳	(140)





六、地球深处的能源宝库——地热能	(147)
1. 地球怀抱中的能源	(147)
2. 地热发电潜力无穷	(156)
3. 走近地热直接应用	(166)
七、新世纪的绿色能源——生物质能	(172)
1. 生物质能简介	(172)
2. 化腐朽为神奇的生物质能	(179)
3. 生物质能俯拾皆是	(190)
八、从水中取出的能源——氢能	(198)
1. 水中取火话氢能	(198)
2. 氢从哪里来	(204)
3. 氢的储存和运输	(211)
4. 氢能应用初露锋芒	(217)
结束语 能源、经济、科技三位一体	(226)



一、新世纪呼唤新能源

1. 能源的几个基本问题

所谓能源，是指能够提供能量和做功的自然资源，简称为含有能量的资源。《大英百科全书》对能源的解释是：能源是一个包括所有燃料、流水、阳光和风的术语，人类采用适当的转换手段，给人类自己提供所需要的能量。从这两种概念表述中，我们可以得出：能源是人类取得能量的来源，是维持人类生存的物质基础，是促进人类物质文明发展的动力之源。事实上，从人类懂得利用火开始，人类社会的一切活动就与能源联系在一起。从衣、食、住、行到文化娱乐，从工农业生产到国防建设，从科技进步到经济发展，都要直接或间接地消耗能源。能源，与人类文明的发展密不可分。

那么，能量又是什么呢？一般对能量的解释是“度量物质运动的一种物理量”。世界上所有的物质，从宇宙天体到分子、原子，从高山、大海到森林、游鱼，无一不在不断地运动和变化之中，而能量就是使物质发生运动和变化的原因。换言之，所有物质之所以能够发生运动和变化，就是因为有能量在起作用。如果没有能量的供给，无论是无生命的机器，还是有生命的人类和一切生物——动物、植物和微生物，都将无法维持自身的生存和发展，整个地球将变成一个荒凉、死寂的世界。





因为物质运动形式的多样性，所以能量的表现形式也就丰富多彩。我们知道，能量可以分为六大类：机械能、热能、电能、化学能、电磁能和原子能。机械能是与位置相关的势能和与运动有关的动能；热能是与原子及分子振动和运动有关的分子运动能；电能是与电子的流动和积累有关的能量；化学能是储存在物质内部并可经由化学反应释放出来的能量；电磁能是和电磁辐射相关联的能量；原子能是粒子相互作用而释放的能量。

这六种形式的能量之间是可以相互转换的，并通过转换更好地为人类服务。如锅炉将石油或煤炭里的化学能转换成热能，蒸汽机把热能转换成机械能，发电机把机械能转换成电能，电灯又把电能转换成电磁辐射……能量间的相互转换，使人类能够充分利用各种自然能源。

能量来源于能源，美丽的大自然赋予了人类储量丰富、形式多样的能源。经过人类不断地开发利用，能源家族已形成了一道绚丽多彩的风景线。

根据各种能源的特点和合理利用的要求，可以从不同的角度对能源进行分类，从而更清楚地认识能源家族的各位成员。

从能源原有形态是否改变的角度，可把能源分为自然界现存的一次能源和由一次能源加工转换而成的二次能源。一次能源指的是以现存的形式存在于自然界中的能源，如煤炭、石油、天然气、地热、核燃料、风力等。二次能源指的是由一次能源直接或间接转换成的其他种类和形式的人工能源，如电能、氢能、汽油、煤气、火药、酒精等。

从能源是否能循环再生的角度，可将能源分为可再生能源和不可再生能源。可再生能源一般是指不会随人类的开发利用而日益减少的能源，通常包括水力、潮汐、太阳辐射、风力、地下热水、沼气等，它们可以取之不尽、用之不竭。





不可再生能源指的是随人类的开发利用会减少甚至枯竭的能源，最为典型的的就是石油、天然气和煤炭。

从能源利用状况的角度，可以分为已被广泛利用的常规能源和有待科技进步才能广泛利用的新能源。那些已经广泛利用的能源叫常规能源，如煤炭、石油、天然气、水力等，其中前三种都是由远古化石演变而成的燃料，是人类目前的主要能源。新能源指的是人类在高新科技的基础上新近才开发利用的能源，包括太阳能、海洋能、风能、地热能、核能、生物质能和氢能。它们大都是天然的、可再生的，是未来能源的重点开发领域。

从环境保护的角度，可以将能源分为清洁能源和非清洁能源，人们也将清洁能源称为绿色能源。“绿色能源”有两层含义：一是利用现代技术开发干净、无污染的新能源，如太阳能、风能、地热能等；二是化害为利，将发展能源同改善环境相结合，充分利用城市垃圾、淤泥等废物中所蕴藏的能源。煤炭、石油等利用时能给环境带来污染的能源就是非清洁能源。

从能源的形式和来源的角度，可将能源分为来自太阳的能源、来自地球内部的能源、来自核反应堆的能源和来自地球与其他天体（如月亮、太阳）间引力的能源等四种。来自太阳的有直接太阳辐射能和由其转化而来的生物质能、风能、波浪能、温差能等；来自地球内部的有地热能等，包括火山、温泉、地热蒸气等；来自核反应的有蕴藏在物质结构内部、原子核运动状态发生变化相互作用所释放出的巨大能量，包括核裂变能和核聚变能；来自地球与天体间引力的有潮汐能。

对于任何一种具体的能源，都可以因为分类角度不同而兼属各种类别。如地热能，既是新能源，又是可再生能源；既是清洁能源，又是一次能源；并且还是来自地球内部的能源。





2. 能源史话

人类对能源的开发利用，经历了一个漫长的历史过程。人类历史上每一次能源科技的进步、能源利用范围的扩大，都带来了生产技术和生活方式上的重大变革，把社会生产推进到一个新水平，把人类文明推进到一个新高度。

火是人类最早能够支配的一种自然力。我国燧人氏“钻木取火”的传说、西方普罗米修斯“盗取火种”的神话，都反映了人类征服自然、利用自然的美好愿望。但这毕竟是神话传说，其实，是人类自己在劳动实践中取得了神奇的火种。

据史前考古判断，早在几十万年甚至上百万年前，人类就学会了用火。火的利用是人类技术发展史上的第一个飞跃，对人类社会的发展有着特殊的意义。有了火，人才得以照明、取暖和熟食猎取的野兽、鱼虾；有了火，人才学会烧制陶器、冶炼铜铁、制造工具。火，是人类改变地球面貌的强有力的手段，是人类征服自然的第一步。

人类自从学会了用火，就开始大量地用木柴、杂草、秸秆等作燃料。事实上，人类开发利用能源的历史，正是从学会用火开始的。但是，在漫长的人类历史中，人类只限于对风力、水力、畜力和木柴等天然资源的直接利用，并且以薪柴为主要燃料的能源时代，持续了很长时间，直到近代。

早在西周时期，我们的祖先就发现了煤炭，并开采用作燃料。然而，煤炭的大规模开采却是18世纪中叶以后的事情，那是因为蒸汽机的问世加速了产业革命的进程，大规模的炼铁、纺织、机械工业需要大量的能源。蒸汽机的发明和广泛应用，以及煤炭的大规模开发利用，成为能源科技发展史上的一个里程碑。



20 世纪初期，历史上的第一次能源转换完成，煤炭取代薪柴成为能源舞台上的主角。1920 年，煤炭在世界一次能源消费结构中所占比例从 1860 年的 24% 上升到 62%。在当时世界所使用的能源中，煤炭占据了绝对优势，这是世界能源科技史上的一个突破。从此，世界进入了“煤炭时代”。

蒸汽机之后出现了内燃机。内燃机使用柴油、汽油等液体作为燃料。其高效率的做功和便捷的机型受到了工业世界的推崇，特别是在飞机、汽车、轮船、火车等交通运输部门的应用更是势如破竹。

20 世纪以来，随着钻井技术的进步和内燃机的广泛应用，石油和天然气工业获得了长足的发展，在能源消费结构中的比重不断增加。伴随着“工业文明”的发展，石油首次于 1965 年在世界能源消费结构中超过煤炭，成为能源王国的新霸主，世界进入了“石油时代”。

1979 年，世界能源消费结构的比例是：石油占 54%，天然气和煤炭各占 18%，油、气之和高达 72%。石油取代煤炭，完成了历史上的第二次能源转换。但是，众所周知，地球上石油等化石能源的储量毕竟是有限的，它们的大量开采和消费，使全球的能源供应日益短缺。世界能源向石油等化石能源以外的能源物质转换已势在必行。

现在，世界范围的信息技术、航天技术、生物技术、新材料技术、海洋技术等高科技领域中，掀起了新的全球技术革命的浪潮，并以惊人的速度得到了迅猛发展。这预示着世界能源正面临着一个新的转折点——历史上的第三次能源转换——从以石油为主的常规能源转向以高科技为基础的新能源，即从以化石能源为基础的能源系统转向以核能、太阳能、海洋能、地热能等为基础的能源系统。完成这种转换，可能需要几十年甚至上百年的时间。在这个过渡时期，我们一方面要积极开发利用新能源，另一方面还要继续发展比较





洁净、使用方便的石油和天然气，大力开发研究煤炭利用的新技术，进一步提高能源利用率，减轻对环境的污染。

总之，从火的利用到蒸汽机的诞生，从石油应用的普及到新能源的开发利用，能源科技获得了巨大的进步。人类历史经历了薪柴时代、煤炭时代和石油时代三个重要的能源时期，相应的世界能源利用发生了三次大的转换——第一次是煤炭取代薪柴成为主要能源；第二次是石油取代煤炭而居主导地位；第三次是目前出现的常规能源向新能源的转换，这一转换的完成还需相当长的时间。

3. 未来选择新能源

如今，在各类新闻报道、资讯评论、名人采访中，时常出现“能源短缺”、“能源危机”的话题。甚至不少能源专家预言，世界常规能源在不久的将来即会枯竭。能源危机的爆发是不可避免的，这绝非危言耸听。

到目前为止，人类开发利用的能源，主要还是煤炭、石油、天然气这三种化石能源。这种状况估计在 21 世纪的前半期不会有太大的变化，三种化石能源在整个世界能源消费结构中仍将居于主导地位。只是石油的比重将有所下降；随着洁净煤技术的推广，煤炭液化、气化技术的开发，储量大的煤炭可能取而代之，重新恢复在能源舞台上的重要地位；天然气因对环境影响小，将日益受到各国的重视。

大自然的确赋予了我们丰富的化石能源。2000 年，第 16 届世界石油大会估计世界石油可采资源量为 4582 亿吨，天然气为 436 万亿立方米，同期世界煤炭探明储量为 9842 亿吨。但储量再多，也是有限的，它们不仅是不可再生的，而且也是不可能全部开采出来的。

这方面以石油资源最为突出，1973 年的中东战争触发



的第一次世界石油危机，就是历史明证。按照目前的水平开采下去，石油资源估计只能维持四五十年，大约 2040 年前后就会用完。天然气的情况稍好一些，加上附加储量，可以用到 2060 年左右。煤炭的前景比较乐观，但也只能保持平稳供应 200 来年。

另外，目前以化石能源为主体的能源结构，造成了日益严重的全球性环境污染。每年排放的数以亿吨计的二氧化硫和氮氧化物、几十亿吨的二氧化碳中，大部分是燃烧煤炭和汽油、柴油等所致。

以煤炭为例，尽管它被人们称为“黑色的金子”，但它的能源利用效率低、发热能力小、污染环境极其严重。煤炭在燃烧过程中会产生大量的烟尘及二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等有毒有害气体，污染环境，损害人体健康，甚至造成气候变暖、天降酸雨等一系列威胁人类生存的严重后果。

更为重要的是全球兴起的新技术革命，促成了新兴工业的蓬勃发展，它们终将形成新的生产体系，这种新的生产体系要求采用与其发展相适应的能源。这种能源应该是可再生的，或者是储量极为丰富的；应该是既清洁又安全，使用过程中不会污染环境，不会破坏生态平衡，对人类的生存发展不会构成有害威胁的；应该是既可大规模开发，集中供应，又可作小型、分散的使用，还应该具备很高的能量密度和燃烧值，便于储运和使用的。满足这一系列条件的能源只有新能源——太阳能、海洋能、核能、风能、地热能、生物质能和氢能，它们是世界新技术革命的动力，是未来社会能源系统的基础。

正是因为煤炭、石油、天然气等化石能源储量的限制，全球日益高涨的环保呼声和高新科技的发展应用，才促使世界能源开始经历第三次大转换，即从以石油、天然气等为主





的常规能源转向以太阳能、核能等为主的新能源。在未来的以可再生能源为基础的持续发展能源系统中，核能将在满足未来世界长期能源需求方面起到举足轻重的作用。核电的发展将从目前的热中子裂变反应堆发电过渡到快中子增殖反应堆发电，进而发展到核聚变发电。核聚变能被认为是解决未来能源危机的最佳选择，它是一种比裂变能更巨大、更安全、更清洁的能源，被称为人间不灭的“天火”。核聚变的燃料氘主要蕴藏在浩瀚的海洋中，全世界海水中总共含氘约 20 多万亿吨，足够全人类用上亿年！目前，核能开发已成为世界各国 21 世纪能源战略的发展重点。尽管由于受苏联切尔诺贝利核电站事故的影响，一些公众和舆论对核能有所抵制，但发展核电仍是大势所趋。

除核能外，太阳能、风能、地热能、海洋能等新能源也将在 21 世纪的能源舞台上大显身手。辽阔的海洋蕴藏着极为丰富的可再生能源，永不停息的波浪、潮汐、海流等都将向人们贡献巨大的能量；地热能的利用范围已从沐浴、供热迅速扩展到发电技术上，宏伟的“地热计划”使人们对地热的开发寄予了厚望；最洁净的太阳能为人们输送出源源不绝的动力；传奇般的风能又将演绎一段幽远的风车神话……

新能源，既是未来的必然选择，也是新世纪的殷切呼唤。



二、人类的能源之母——太阳能

1. 神奇无比的太阳能

太阳的无尽恩赐

在茫茫的宇宙中，太阳不过是一颗极其普通的恒星。然而，太阳这个炽热的气体球，却蕴藏着无穷无尽的巨大能量——太阳能。地球上除了地热能、核能等能源外，几乎所有的其他能源都直接或间接来源于太阳能。诗人将太阳称为“地球的母亲”，科学家却将太阳能比喻为人类的“能源之母”。可以说，没有太阳和太阳能，就没有人类的一切。

据研究表明，太阳的直径约为 139 万千米，这是迄今为止最为精确的数值。据此推算，太阳的体积大约是 141×10^{16} 立方千米，相当于地球体积的 130 万倍；太阳的质量大约是 2×10^{27} 吨，相当于地球质量的 33 万多倍。正是由于太阳有如此巨大的质量，太阳系的九大行星都被它的吸引力吸引着，围绕着它运转。

金焰四射的太阳充满着活力。太阳的表面是一片烈焰翻腾的火海，温度在 6000 摄氏度左右；内部有极其强烈的对流运动，中心温度高达 1500 万 ~ 2000 万摄氏度。这无与伦比的高温，使太阳数十亿年来一直不知疲倦地向太空辐射着大量的光和热——大约每分钟输出 235×10^{26} 焦耳的能量。





太阳蕴藏的能量为什么会如此惊人呢？

原来，太阳内部在不停地进行着核聚变反应，太阳实际上就是一个巨大的核聚变反应堆。我们知道，太阳主要由最轻的氢元素构成，其中心部位存在着大量氢的同位素氘和氚。太阳内部的高温、高压环境，形成了一个巨大的核聚变反应堆，氘和氚不断地发生核聚变反应，不断地生成新元素氦，同时释放出大量的光和热。新生成的氦又移动到太阳的外层，进一步进行核聚变，又释放出光和热。太阳就这样一层一层地反复地发生核聚变，永不停息地释放出惊人的能量，这就是太阳含有巨大能量的奥秘所在。

太阳内部不断进行着的核聚变反应，犹如连续发生氢弹爆炸一样，产生巨大能量。仅仅 1 克氘和氚发生核聚变生成氦所产生的能量，就可以带动一台 40 马力的发动机连续运转 1 年。科学家们估算，整个太阳在短短 1 秒钟内所释放出来的能量，相当于在 1 秒钟内爆炸 900 亿颗百万吨级的氢弹所释放出来的能量。打个比方，这些能量足以把十多亿立方千米的冰融化成水。

太阳时刻都以辐射的方式向宇宙空间释放能量，其中只有 $1/(22 \times 10^8)$ 长途跋涉 1.5 亿千米来到我们的地球上。即便如此，地球每秒钟也能接收到 173 亿千瓦·时的能量，足以使大气保持温暖，风生云涌，电闪雷鸣，江河奔流，万物生长。的确，太阳能是我们居住的这个行星上可以获得的最主要最基本的能源，地球上几乎所有的生命活动和自然现象，都同太阳有关。太阳能既是地球上一切生命活动的依赖，也是我们人类社会物质财富的基本源泉。

古往今来，人们所利用的主要能源，大多是直接或间接地由太阳能转化而来，是太阳能的不同储存方式。不管是煤、石油、天然气等化石能源，还是风能、波浪能等新能源，莫不如此。