

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中小學生農村教育知識文庫

能源



能源

地球的宝贵财富——能源

构成客观世界的三大要素是物质、能量和信息，人类社会的发展史就是这三大要素不断发展变革的历史。能量作为物质的重要属性，是一切物质运动的动力。能量的来源称“能源”，从人类社会的发展角度看，能量或拥有能量的能源是保证人类社会向前发展的根本动力。

人类最早利用火作为能源，我国古代燧人氏的钻木取火标志着人类社会步入了一个新的文明史。正如恩格斯所说：“摩擦生火第一次使人支配了一种自然力，从而最终把人同动物界分开。”在此之后的漫长人类历史上，从钻木取火到原子能的利用，人类一直在为开发利用能源而不懈努力。一种新的能源被开发和利用，一次次的能源革新促进了人类社会生产力的新发展。同时把人类征服和改造自然的能力提高到一个新水平。能源的发展成了社会生产力发展的重要标志。

随着人类社会历史的向前推进，能源的开发水平的不断提高，能源的利用亦得到不断的深化和拓展。最初是以柴草作燃料，同时利用少量的水力、风力，这个以柴草为主要能源的时期延续了很长很长的时间。虽然，我们的祖先在几千年前就知道了用煤和石油作燃料，但直到18世纪人类发明了蒸汽机后，能源的利用技术才产生了一个飞跃——煤炭取代柴草成了能源舞台的“主角”，亦使人们在这种大自然赋予的宝贵财富中创造出了许许多多前所未有的物质财富。至今，包括我国在内的许多发展中国家仍以煤炭为主要能源。当然，煤炭的全面开发利用并没有使一些发达国家得到动力上的满足，它们凭着自身发达的生产力水平进入到石油时代以及综合新能源时代。自此能源渗透人类生产生活的每一个角落，似人体之血液滋养着社会肌体的生存发展。

但是，当人们还沉浸在大量获取大自然慷慨馈赠的喜悦时，人类又把自己带入了一种尴尬的境地，人们万没有想到历史发展到20世纪中叶，现实的危机像突如其来的风暴，使人们陷入困惑。人们一方面感觉到自己已离不开能源，离开了能源，社会就会丧失生命力，就会死亡；另一方面更惊恐地发现，人类正兴奋开发的能源在一天天减少和枯竭。有数据为证：若把目前的各种能源合在一起，地球上的能源总量约为一万亿吨石油当量。按当今的世界能源消耗水平，最多再过140年，所有能源就会全部用光。更何况人类对能源的需求欲望在一天天地膨胀。人类为自己发出了一个个警示的信号：全世界的煤矿将在二百多年后被全部掏空！石油、天然气将在30~50年内被消耗殆尽……人类赖以何物继续生存下去？另外，地球村民们在惊呼自己的能源“储蓄”在逐日被噬食的同时，也痛心地发现生活的家园失去了往日的绿色，头顶的天空没有了昔日的湛蓝，开发利用化石能源而导致的环境污染已成为危及人类生存的社会现实。

危机已是客观地存在。值得庆幸的是，面对能源短缺和环境危机的双重压力，人类并没有因此而悲观失望。人们正努力采取积极的行动为自己的生存和发展节省并寻找动力。特别是近几十年来，世界各国都十分重视能源的合理有效开发利用及能源科学技术的研究，并已取得了丰硕的成果。一方面，核能、海洋能、氢能等一系列新型能源正被广泛地开发利用；另一方面，作为“第五能源”的节能已被人们广泛重视，能源利用效率逐日提高。一种良性的可持续的能源发展态势正在形成。

我国作为一个拥有丰富能量资源和有着悠久发展历史的发展中国家，在能源的开发利用上也已取得了较大的发展。能源已成为我国国民经济健康稳步发展的动力源泉。同时，我们也面临着同样的能源危机。开源和节流同样是发展我国能源事业的重大课题。我国政府和人民已清醒地认识到这一现实。我国政府在 1997 年 5 月《中国的能源政策》中明确提出：“能源资源是宝贵的财富，必须十分珍惜。……在开发和利用能源的时候，必须兴利除弊，保护环境和生态平衡，实行可持续发展战略。我们不仅要考虑当代人对能源的利用，而且要把一个可持续利用能源的条件留给子孙后代。”

因此，站在跨世纪的门槛上，人类在清醒认识能源现状与危机的同时。完全有理由相信人类社会生存发展的动力永恒，新世纪的时代列车将会跑得更快！

能源家族

从字面上来看，“能源”即能量的来源。能量作为物质的重要属性，是一切物质运动的动力。因此，作为能量来源的能源是人类物质社会的必需要素。从钻木取火的原始社会到发达高效的现代社会，人类无时无刻离开过能源。

从科学意义上讲，凡是能够提供某种形式能量的物质或物质的运动，统称为能源。例如阳光、风、流水、潮汐、木材、煤炭、石油等，它们或能直接产生能量，或可在一定条件下转化为能量。这些都是大自然赋予人类的宝贵能源，并分别以光能、热能、电能、机械能等不同的形态服务于人类。

由于地球的能源家族十分庞大，种类丰富，形态各异且发展迅速，我们有必要从不同的角度对能源加以分类。

如果从科学的角度进行综合分析，大致可从以下几个方面进行分类：

按能源取得的方式划分，可分为一次能源和二次能源。

一次能源是指在自然界中现存的能源，也就是从自然界直接取得，不改变其基本形态的能源。如煤炭、石油、天然气、水力、核燃料、太阳能、生物质能、海洋能、风能、地热能等。

二次能源是一次能源经过加工，转换成另一种形态的能源或能源产品。例如电力、蒸汽、煤气、沼气、焦炭及各种石油品等。一次能源无论经过转换几次所得到的另一种能源，都称作二次能源。如燃烧煤的热电厂，煤炭燃烧时先将水变成蒸汽能，蒸汽再去推动汽轮机变成机械能，汽轮机带动发电机转换成电能，其转换了三次，但不能称为三次能源，仍把它叫做二次能源。这两类能源是以有没有经过人为加工转为形态相区别的，因此，一次能源又叫天然能源，二次能源又叫人工能源。

按能源是否能够再生，可分成再生能源和不可再生能源。

“再生”是再生产和再出现的意思。再生能源就是能够循环使用，不断得到补充的一次能源，如水能、太阳能、风能、海洋能、地热能等。从资源角度来说，它们是取之不尽，用之不竭的，是解决人类未来能源的重要源泉，但由于技术水平的限制，目前的利用率还不高。

不可再生能源，是指经过开发使用之后不能重复再生的自然能源，又叫做不可更新能源或消耗性能源。如煤炭、石油、天然气、油页岩、核燃料等，这些能源埋藏于地壳中，一旦被人类开发取用之后，其储量会逐渐减少，无

法再生。当前，不可再生能源在世界能源生产和消费中占有极大的比重。

根据能源在当代生活中的利用状况和地位，可分为常规能源和新能源。

常规能源是指开发利用的技术条件比较成熟并已被广泛使用的能源。如煤炭、石油、天然气等。这些能源在现今世界能源结构中占绝大比重。

目前尚未被大规模利用，正在积极研究，有待推广的能源称为新能源。如太阳能、海洋能、地热能、核聚变能等等。

常规能源和新能源是相对而言的，因时因地而异。现在的常规能源过去曾是新能源，今天的新能源将来可能成为常规能源。以核裂变能为例，50年代初，一些发达国家开始把它用来生产电力和动力使用时，被认为是一种新能源；而步入原子时代的今天，不少国家已把核裂变能列入常规能源；但在我国等多数发展中国家又尚属新能源。

这种分类方法更能让我们科学、全面地认识和分析能源的过去、现在和未来，便于人们对能源问题及其开发研究有系统认识。本书将以此方法分别对常规能源和新能源作较详细的分析。

从能源的形成和来源分类，可把能源分成三类：第一类是能量来自地球以外的天体，其中绝大部分是直接或间接来自太阳的能源；第二类是能量来自地球内部的能源；第三类是能量来自地球与其他天体的相互作用所产生的能源。

第一类能源主要是指来自太阳的能量，这一能源除直接的太阳辐射之外，还包括许许多多的能源。如煤炭、石油、天然气、油页岩等可燃矿产。是古代生物沉积在地下经过物理化学作用演变而成的，实际上也是间接来自太阳辐射能。水能、风能、雷电能和海洋能中的海水热能、海流能、波浪能从某种意义上讲也都是太阳辐射能转化的结果；绿色植物提供的生物质能也是太阳光下光合作用的结果。可以这么说，在自然界中，绝大多数能源所蕴藏的能量都来自太阳。此外，此类能源还包括宇宙射线、流星或其他星际物质带进地球的能量，但这些能量与太阳辐射能相比微不足道，至少在现阶段很难应用于实际。

第二类能源是来自地球内部的能量，主要有地热能和核燃料。它们是能源的重要组成部分。火山爆发和地震也是地球内部能量的一种释放，但在现阶段它只会给人类带来灾难，而难以用来为人类服务。

第三类能源是由于地球和其他天体相互作用而产生的能量，如潮汐能。它主要是由于地球和月亮以及太阳之间引力作用而引起的。

此外，能源的分类还有多种依据和方法。如根据其使用情况可划分为燃料能源和非燃料能源；根据其储存和输送的性质可划分为含能体能源和过程性能源；根据其污染程度可划分为清洁能源和非清洁能源等等，在此不再赘述。

能源的利用

能源作为人类社会生产与生活中不可缺少的动力，其开发利用亦不是亘古至今一成不变的，随着社会生产力的不断发展，人类对能源的利用深度和广度在不断发展和扩大。

在人类发展史上，从茹毛饮血的原始时代到当今瞬息万变的高科技原子时代，人类已经历了四个利用能源的阶段：柴草时期、煤炭时期、石油时期

和多元化新能源时期。

柴草时期

在原始社会，人类在发现和学会使用火以前，主要是依靠储存在食物中的化学能取得能量。火的发现和钻木取火的利用是人类利用能源的真正开始。亦使人类在征服自然界、促进自身发展方面发生了重大飞跃。特别是在增强原始人类体质及制造铁器、陶器等生产和生活用品方面起了重大作用。在从原始社会直到 18 世纪的漫长的历史年代，草木作为取火燃料一直是最主要的能源。虽然当时已有畜力、风力、水力等“新能源”的发现和利用，但还是小规模。人们把这个漫长的能源发展的历史阶段称为柴草时期或木柴时期。这个阶段人类可利用的能源种类贫乏，所用能源的方法也是原始落后的，生产力发展水平亦很低。

煤炭时期

随着生产的发展、人口的增长，人们需要的木材越来越多，木材资源日益紧张，特别是许多缺乏森林资源的地区，为此，人们开始努力去发现和使用各种矿物能源。首先是储量丰富的煤炭，特别是 18 世纪中叶随着蒸汽机的普遍使用，煤炭逐步代替柴草，成为主要的能源。这一变化过程被称为第一次能源变革。1860 年，煤炭在世界能源总消费量中所占的比重只有 24%，到 20 世纪初已增加到 94%，人类进入了能源利用的第二个阶段，即以煤为主要能源的煤炭时期。

石油时期

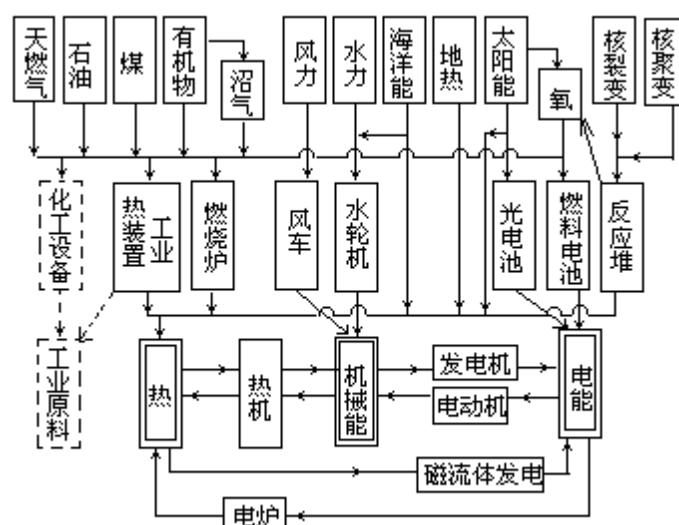
石油的发现虽然比煤炭还早，但真正的工业化开采和应用则晚于煤炭。比起煤来，石油的发热值更高，每公斤可达 10000 千卡以上（每公斤煤的发热值在 4000~7000 千卡），且石油比煤更便于运输和使用，环境污染也轻于煤。因此，从 20 世纪 50 年代开始，在一些国家，许多传统的烧煤设备和工厂改为使用石油和天然气。加上这一时期汽车、飞机及石油化学工业的剧增，使石油和天然气的消费量在 50 年代末超过了煤炭，这就是第二次能源变革，并使能源利用进入了石油时期。

多元化新能源时期

随着社会突飞猛进的发展，能源需求量亦成倍增加。世界上的常规能源——煤、油、气将逐渐枯竭和告急。能源污染日趋严重，能源问题成为世界性的危机和挑战。人类开始并被迫深入地研究能源问题和能源开发，以实现第三次能源变革——即以石油为主要能源逐步向多元化能源结构过渡，开始了对核能、太阳能、海洋能、生物质能等的开发与利用。并从社会、经济、环境等多角度全方位研究开发，增强能源的可持续性，这一变革在相当多的国家和地区已取得了进展和成功。能源开发的这一时期还刚刚起步，将持续今后较长的时期，今后亦将有更多的新能源被人类所认识、开发和利用。

当然，世界各地人们利用能源的过程并不是统一的，存在着地域和时间的差异，能源时期的划分也并不是绝对的，而是交叉出现的。例如，在石油时期，世界各国的能源状况也极不平衡，有些发展中国家仍以煤炭为主要能源，有些经济不发达地区还广泛使用草类和木柴。从现阶段我国各地的能源利用现状来看，煤炭和石油是我国工农业生产的重要能源，至 1955 年煤炭和石油分别占我国能源总量的 75.5% 和 16.7%。但在我国沿海地区，由于经济发达、能源短缺，已开始开发和利用核能、太阳能、风能和潮汐能等新能源。在贫穷落后的山区农村还在使用草类、木柴、畜力等为主要能源。

人类为了生产和生活的需要，随时都在进行能量的转换和传递，人类利用能源的过程，就是能量转换和传递的过程。



上图表示的是目前各种主要能源的转换和利用状况，最上一排表示各种能源。天然气、石油、煤、有机物及由有机物产生的沼气、从水中产生的氢等，除一部分（虚线表示）作为化工原料使用外，绝大部分都在各种燃烧装置（如锅炉、内燃机等）中通过燃烧，把化学能转化为热能。核能则经过反应堆转换为热能。此外还可以从地热、太阳能等直接得到热能。热能除了可以被直接使用外，还可以通过热机转化为机械能，水力可以通过水轮机、风力可通过风力装置转化为机械能。

使用光电或燃料电池，可直接从太阳能或化学能得到电能。但由于经济上的原因，目前绝大部分电能都是通过机械能转化而来的。通过电动机或电炉等装置，电可以很方便地转化为机械能或热能。

人类在生产和生活过程中用量最大的能是热能、机械能和电能。我们可以按照需要把自然界中存在的能源转化为各种形式的能。目前绝大多数能源是转化为热或动力直接利用，或者通过动力机械转化为机械能或电能使用，所以在能量转换过程中，各种燃烧设备和热电设备是最重要的环节。

在任何一种能源的转换和传递过程中，都会损失一部分能量，“永动机”是根本不可能有的。同时，能量的转化和守恒定律告诉我们，能量绝不会凭空产生，也不会凭空消失，它只能从一种形式转化为另一种形式，或者从一个物体传递到另一个物体。所以，这种能量的损耗，实际上不过是转换成没有被人们利用的另一种形式的能量。因此，人们必须不断采用先进的科学技术和加强经营管理的方法，把损耗降低到最低限度，提高能量转换和传递过程中的经济效益，更好地开发和利用各种形式的能源。

能源与国民经济

能源与人类的关系非常密切，既是同人们生活密切相关的重要资源，也是实现国民经济现代化的物质基础，能源的替代和变革是人类社会不断发展进步的标志。每一次变革的结果，都必然促进人类社会产生质的飞跃。尤其是对工业的发展起到直接的作用，列宁曾说过：“煤是工业的粮食。石油是工业的血液。”能源为工业发展提供了原动力，这正是它对国民经济发展的重要性所在。

能源是一个国家或地区总发展战略的核心组成部分。一个国家或地区拥有能源的数量和分布以及开发利用能源的水平和程度都直接决定了这个国家或地区的国民经济发展水平及可持续发展能力。

长期以来，能源一直是促进或制约各国、各地区经济发展的主要因素。由于丰富的能源资源拥有量和综合大力开发的能力，促成了一些国家和地区经济的高速发展，亦由于“石油危机”而导致一些国家和地区经济危机。改革开放以来我国经济的持续稳定发展也得益于有丰富稳定的能源保障。

世界各国经济发展的历史表明，能源消费与国民经济之间存在着明显的关系。

一般，在同一时期中，能源消费量增长较快的国家，其国民经济的发展速度也比较快，反之，能源消费量增长较慢的国家，其国民经济发展速度也比较慢。例如，1965~1980年期间，日本是资本主义发达国家中能源消费增长速度最快的国家，增加了129%；同期，西欧和英国，能源消费量几乎没有什么增长。再看看这两个国家这一时期的国民经济增长情况，日本名列世界主要资本主义国家之首，平均年增长9.7%，而英国年平均增长1.8%。

尽管能源消费量的增长速度和整个国民经济增长速度发生相应的变化，但二者并不是等速的。通常，人们都用能源弹性系数（或称能源增长系数）来表示在同一时期这两种速度之间的关系。

$$\text{能源弹性系数} = \frac{\text{能源消费量的年平均增长率}(\%) }{\text{国民生产总值的年平均增长率}(\%) }$$

从这个系数来看，能源弹性系数越小越好，也就是说，人们希望每年国民生产总值多增长些，而消费的能源少增长些，但是能源弹性系数的大小有一定的客观规律性，是不能随意选取的。它一方面受各种技术和经济条件的制约，另一方面又受产业结构、能源利用效率、国民经济能源消费的比例等因素的影响。利用能源弹性系数，可以对一个国家或地区过去的能源消费与经济增长之间的关系进行分析，从中找出规律，并可利用它对今后较长时期内的能源需要量进行预测。

一般，一个国家在工业化的初期阶段，由于能耗少的农业生产比重逐渐下降，能耗大的工业生产比重逐步上升。因此，能源消费量每年平均增长速度都比国民经济的每年平均增长速度要快些，一般是能源弹性系数大于1。

例如美国1880~1920年期间是农业为主转向工业化的时期，由于钢铁工业和制造业的迅速发展，能源消费量剧增，40年间能源消费量年平均增长5.6%，而国民生产总值年均增长3.4%，能源消费增长系数为1.65。我国的能源弹性系数也大于1，这是因为耗能较大的工业在国民经济中的比重明显增大，能耗更高的重工业在工业的比重也有所增长，加上能源利用效率和科学

技术水平还较低的缘故。

随着经济的发展和能源利用科学技术的进步，能源利用日益合理，能源利用效率不断提高，加上国民经济结构的改善和产品质量的提高，到工业成熟以后，能源弹性系数就会逐步下降，系数都小于 1。

例如，美国近 50 年来，能源消费量的增长速度平均每年为 2.5%，而国民经济生产总值和增长速度为平均每年 3.3%。其能源弹性系数为 0.76。另外，世界上其他一些发达资本主义国家随着工业化的深入，其能源弹性系数也都小于 1。

同时，一个国家或地区的国民经济部门结构和生产部门结构是影响能源消费系数的因素之一。在国民经济的各部门中，有的能源消耗较多，有的则较少。一般来说，工业与农业相比，工业消耗能源多；重工业与轻工业相比，重工业消耗能源多，重工业中的有色金属冶炼部门消耗能源多等等。

能源利用效率也是影响能源弹性系数的一个重要因素，能源不仅从生产地区运达消费地区过程中会有所损耗，并且在利用过程中也不能全部发挥效益。一般，能源利用效率越高，能源消费系数越小，反之，能源利用效率越低，能源消费系数越大。

能源与国民经济之间的这种“弹性”关系，决定了我们在开发利用能源为国民经济发展服务的时候，一方面要适应国民经济发展的需要，广泛地挖掘和利用能源以提供社会发展的动力；另一方面，又要在利用“开源”的同时，全面“节流”，通过调整地区产业结构和改进技术设备等手段，努力提高能源使用效率，以最少的能源促进国民经济的最快发展。

现代社会能源主角——常规能源

常规能源是指在目前的利用条件和科学水平下，已被广泛利用的能源。常规能源种类的划定与各国各地区的技术发展水平密切相关，各国各地区划分常规能源种类有较大区别。这里，我们根据我国目前能源利用现状及在能源总量中所占比例，把煤炭、石油、天然气、薪柴等列为常规能源来介绍一下。

煤海探根

人类知道使用煤炭已有 2000 多年的历史，但真正了解煤炭的成因却还只是近 20 年来的事。

欧洲人在相当长的时间内并没有使用煤炭。当著名旅行家马可·波罗来到中国，看到有人把煤炭当作燃料时，感到十分吃惊。他在《东方见闻录》中写道：“契丹（指中国）全境中，有一种墨石，采自山中，如同脉络，燃烧与薪无异……”可见，我国是最早发现和使用煤炭的国家之一。

现在，人们完全可以科学地解释地下煤炭的形成原因和过程了。

煤主要是由有机残体和少量无机质堆积在湖盆、海湾、浅海等低凹地方，经过复杂的生物化学和物理化学转化过程而形成的固体矿物。人们在显微镜下发现煤中含有植物细胞和孢子、药粉以及各种植物化石，这些都是古代植物堆积演变成煤的佐证。

但是，在自然界里不是有了植物就一定能成煤，只有当植物与气候条件、

地理环境和地壳运动配合得比较理想时，才能发生成煤作用，形成煤层。在漫长的地球历史中，曾经有过几个气候潮湿、植物茂盛的时期，适合煤的形成。湿润多雨的气候有利于沼泽的形成和植物的繁衍，特别是在当时的海滨或沼泽地带，曾经生长过高大的鳞木目、松柏木、科达树目、苏铁目等树类和巨大的羊齿植物。沼泽是植物持续繁衍和堆积的最好的地理环境，它可以发育在滨海平原，也可以出现在内陆湖泊的滨岸或低洼地区，大量植物一旦死亡倒入水中，立即被水体覆盖，使植物遗体与空气隔绝而不致完全氧化分离，如果泥炭沼泽的底盘又处于不断下沉的构造条件下，经过复杂漫长的成煤过程，植物就可以演变成煤，有的还可以形成正式的煤田。

由植物转变成煤的过程，大体可以分为泥炭化、煤化和变质三个阶段。

泥炭化阶段，就是植物被细菌所腐烂分解的过程。当植物一层层堆积在水下而被泥沙覆盖起来的时候，与空气中的氧气相隔绝，在嫌气细菌的作用下，使植物残骸腐烂分解形成了质地疏松的泥炭。这种植物被细菌分解的作用称为菌解作用，泥炭化阶段，也即生物化学作用的阶段，通过这一作用。用碳、氢、氧等元素组成的植物遗体中，氢氧的成分逐渐分解减少，而碳的成分明显富集，从而把植物遗体变成了泥炭。

煤化阶段，就是泥炭逐渐变成褐煤的过程。当泥炭被沉积物完全覆盖后，形成封闭的环境，菌解作用逐渐停止，在上覆沉积物的压力下，泥炭逐渐失去水分，并压缩和胶结。挥发成分相对减少，碳的含量进一步增加，泥炭逐渐转化成褐煤这种作用，称为煤化作用或煤的成岩作用。

变质阶段，就是褐煤经过变质形成煤及无烟煤的过程，如果褐煤埋藏在地下较深的地方，在化学成分上，水分和挥发成分进一步减少，炭的含量相对增加；在物理性质上，结构更加严密，比重逐渐加大，产生粘结性，出现了光泽，这样，质地疏松的褐煤变成黑色的烟煤，进一步可以变成质地坚硬的无烟煤岩。

煤炭分类

煤炭的分类方法很多，但由于标准不同，分类方法也有许多差别。

按照生成煤炭的原始物质，可以分成腐殖煤、腐泥煤和残留煤。腐殖煤是由高等植物经成煤作用形成的，地球上的大部分煤炭都属于这一类。腐泥煤是由海藻之类的低等植物的残骸生成的。残留煤是由不易被细菌分解的植物生成的，常残留有植物，像腊煤和一些烛煤等。按照煤炭外表形态，可以分为矿煤、煤煤、亮煤和暗煤。矿煤，很像木炭，黑色，有清晰的纤维构造，质地软弱，灰分高。煤煤，有光泽，外表上看不出纤维构造，灰分不高，炼焦性很好。亮煤，是一种半闪光性的煤炭，纤维构造不大明显，灰分较低。暗煤，无光泽，坚硬，有颗粒状构造，灰分较大，炼焦性较差。

按照煤炭的形成阶段和炭化程度，可分为泥炭、褐煤、烟煤和无烟煤。泥炭即泥煤，由于埋藏在地下只有 200 万年左右，是煤炭中最年轻的一种。泥炭和褐煤含有较多的水分，使用价值比较低。烟煤和无烟煤的含碳量比较高，使用价值也比较高。这种分类方法兼顾了煤的特征和品质，在工业应用上有一定意义。

随着科学技术的发展，煤炭的用途越来越广，除了用作燃料直接燃烧和作为蒸汽的动力能源外，还作为炼焦、制造可燃气体和化学工业的原料。

18 世纪中叶以后，随着蒸汽机的广泛应用，煤炭消费量日渐增加，逐渐成为世界上的主要能源。到 20 世纪初，煤炭跨进了它的另一个黄金时代。此后，在半个多世纪内，煤炭一直是世界能源的主要成员，为社会生产的发展和人民生活的改善做出了重要贡献。从 20 世纪 50 年代以后，由于石油和天然气的兴起，煤炭所占比重有所下降，但近十几年来煤炭在世界能源消费中的比重又有回升，有可能重居世界能源的主要地位。因此，能源专家把煤炭称为“通向世界未来的桥梁”。并预言，最迟在 21 世纪初，煤炭的第二个黄金时代就会到来。

近十几年来，能源科学家也正积极地研究煤炭的转化和综合利用，主要包括原煤洗选、坑口发电、气化、液化以及转化为化工产品等。

早在 50 年代初，一些发达国家就发展了煤岩洗选加工工艺。到 80 年代初，各国洗选加工后的商品煤已达 85%，并对各种工业用煤的质量，包括水分、灰分、硫分、粘结性、发热量等，制订了严格的标准，对合理利用煤炭资源，提高热能利用效率，减少运输量，改善环境卫生，都有明显的效益。

在全世界的煤炭消费中，发电用煤增加迅速，炼焦用煤比较稳定，而工业、交通用煤等明显减少。把煤转化成电，特别是兴建大型坑口电站，是提高能源利用效率和减少长途运输的有效措施。

把煤进行气化、液化，加工成与石油、天然气相似的液体能源，日益受到各国的重视。据测算，1 吨商品煤通过气化变成煤气，供应民用，可顶 1.9 吨煤烧，热效率提高近一倍。如果我国城市普遍采用煤气，可使城市居民用煤量节约 40%~60%，每年节省煤上千万吨，环境状况也可大为改观。

我国消费结构历来以煤炭为主，未经历过石油时代。本世纪 50 年代，煤炭在能源消费构成中一直占 90% 以上；60 年代至 80 年代初，随着石油资源的开发利用，煤炭比重有所下降，1980 年，我国原煤产量仅占能源生产总量的 69.4%；近十几年来又有所回升，1995 年，原煤产量占全国能源生产总量的 75.5%；未来一段相当长时期内，我国能源结构中煤仍将占绝大比重。

我国煤炭资源与国内石油、天然气、水力等一次能源相比占有绝对的优势，约占全国一次能源的 90%，煤炭探明储量约有 7000 多亿吨，仅次于原苏联、美国，为世界第三大储煤国。若把埋藏深度在 2000 米以内的预测储量计算在内，我国煤炭总储量达 5 万亿吨之巨。

我国煤炭具有既广泛又集中的分布特点。所谓广泛，指分布面积而言，全国包括台湾在内的 30 个省、自治区、直辖市，除上海以外都有不同数量的煤炭资源，全国 60% 以上的县均产煤。所谓集中，是指数量的分布在地区之间极不平衡，北多南少，西多东少。尤其以南方和北方之间的差异最为显著。华北占有全国探明储量的 2/3，而长江以南的 8 省只有 2% 的探明储量分布。我国主要煤田有山西、皖鲁苏、豫中豫西、内蒙古东部、鄂尔多斯南北、川滇黔、贺兰山、天山南北、沈阳周围、河北平原和黑龙江东部等。山西是探明储量最多的一个省份，达 2000 亿吨以上。

我国煤炭资源的品种非常齐全，从低变质程度的褐煤到高变质程度的无烟煤都有贮存。但各煤种数量相差很大，分布也不均衡。若把煤炭品种分为炼焦煤和非炼焦煤两大类，前者包括焦煤、肥煤、气煤和瘦煤；后者包括无烟煤、褐煤和烟煤中的贫煤、不粘结煤等。我国炼焦煤少，非炼焦煤多；气煤、不粘结煤、无烟煤、褐煤资源多，而肥煤、焦煤数量少。炼焦煤占我国煤探明储量的 35%，其中华北地区就拥有全国 60% 的炼焦资源。褐煤是本世

纪我国计划要大量开采的能源资源，我国褐煤的 80% 储量在华北地区。

煤炭工业是支持我国经济发展和保障人民生活的基础产业，我国现在 70% 以上的能源来自煤炭。改革开放以来，煤炭工业得到快速发展，国民经济由“以煤定产”转变到煤炭“以销定产”。1996 年我国原煤产量 13.8 亿吨，是世界第一产煤大国。这除了得益于我国经济与科技发展之外，也得益于执行一条适合中国国情的煤炭工业的方针，就是发挥中央和地方两个积极性，实行大中小并举。现在中央和地方煤矿的产量，比例大体上是四六开，地方占大头，发挥地方中小煤矿的劳动力和地缘优势，同时又要注重国有大中型煤矿是煤炭工业的主力军作用。

今后我国煤炭工业将继续得到发展，根据预测，“九五”期间煤炭年平均增长速度为 2.3%，到 2000 年总产量达到 14.5 亿吨，其中出口 5000 万吨。由于技术的进步，煤炭使用上的节约，其他类型能源的替代，以及环境保护的要求，煤炭在一次能源中的比重将有所下降。煤炭增长的弹性系数，即煤炭增长与国内生产总值增长的比例，将由现在的 0.38 下降到 0.32，这无疑是一个巨大的进步。

油气溯源

石油天然气是在一定地质时期内由低等生物沉积在浅海和湖泊中，在缺氧条件下逐渐变成有机质，并转化为油、气。又由于复杂的地质作用而产生大大小小的贮油构造，使油、气得以富集起来而形成油、气藏。

人类很早就发现和使用石油。早在汉朝（公元 100 年前后），我国人民就已经开始利用石油来烧饭、点灯；瑞士 18 世纪才发明了煤油灯，19 世纪末开始广泛采用。

至于石油和天然气的成因，已有许多假说和学说。目前大多数学者较统一的观点为有机生成说，即承认石油和天然气是有机物质在适当的环境条件下演变而来的，生成石油的有机物包括陆生和水生的生物，其中以繁殖最大的浮游生物为主。这些生物死亡以后，在比较平静的条件下，同泥沙及其他矿物质一起，在低洼的浅海、海湾或深湖中沉积下来，首先形成有机淤泥，这种有机淤泥不断被新的沉积物所覆盖，形成了与空气隔绝的还原环境。这样，经过一定的地质时期，低洼地区不断下降，上面的覆盖物不断加厚，有机淤泥承受的压力和温度也不断加大，在嫌气细菌、温度、压力、放射性元素等因素的综合作用下，经过几百万年或更长的地质时期，不断发生化学变化，逐渐成了石油和天然气。这其中，充足的有机物质来源和适宜的还原环境，是生成油、气的有利条件；有充分的有机质沉积是生成油的物质基础，此外，具有良好的生油层、储油层及其底层和盖层，以及优越的圈闭构造，是形成一个较大规模油气藏不可缺少的条件。

石油和天然气是一种高效能的优质能源，二者往往在同一矿藏（油气藏）中相伴而生，开采出来的石油（原油）大多需经加工后使用，天然气与煤一样，一般不经加工即可当作燃烧使用。石油和天然气都有较好的可燃料性和较高的发热量。石油的发热量比煤约高 1~1.5 倍。此外，石油又因其易开采、便运输、烟尘少等特点被人们称为“工业的血液”。

石油和天然气也是重要的化学工业原料。特别是近 20 多年来，世界石油化学工业发展很快，仅以石油中经过加工制成的产品就达 5000 种以上，石油

和天然气的化工利用，生产合成纤维、合成橡胶、塑料、炸药、化肥等，是油气资源最充分和最合理的一种利用途径。

在国际上，石油一般分为原油和石油产品两大类。石油产品从用途可分为能源和非能源石油产品两类：能源石油产品包括液化石油、航空用汽油、普通汽油、煤油等；非能源石油产品包括石脑油、石油溶剂、粗石蜡、润滑油、沥青和各种石油化工产品等。这些石油家庭的“第二代”都是原油经过炼油厂的提炼而得到的，是由于它们各自不同的特点而具有不同的用途。

全世界石油天然气资源十分丰富，从世界主要的储油区域来看，更有明显的集中分布的特点。大陆沿海地带和大陆边缘浅海地带，约占世界石油探明储量的 $\frac{2}{3}$ ，目前世界主要的储油区域有：中东波斯湾沿海和海底，为世界第一大储油区；非洲撒哈拉地区，几内亚湾沿岸和大陆架；拉丁美洲北部；伏尔加——乌拉尔地带，美国墨西哥湾沿岸和大陆架；中国东部沿岸和大陆架海底；西欧北海大陆架；东南亚印度尼西亚沿海地区和大陆架区域。世界油气的开采除了有地域特点，也有一个历史过程，第二次世界大战以前，欧洲、北美石油探明储量约占全世界的 $\frac{4}{5}$ 以上。到 50~60 年代的“石油大发现”时代，由于石油消费量的激增和勘探技术的提高，世界石油探明储量迅速增长，70 年代比 50 年代猛增了 6 倍。亚洲、非洲、拉丁美洲成为石油分布的重要区域，其中波斯湾沿岸地区竟富集了世界石油探明储量的 $\frac{3}{5}$ 。进入 70 年代以后，由于能源危机的刺激，世界石油开采利用规模之大，范围之广，技术之先进都达到前所未有的深入程度。

石油，这种廉价的能源，随着工业的发展，越来越成为现代化工业的重要支柱，它为工业、农业生产和国防建设提供了所需要的一半以上能源。因此，工业国家甚至把石油视为工业生存的血液，自然它也就成了人们竞相争夺的重要战略资源。而且石油价格一有较大波动，整个西方经济就会产生巨大的震荡，70 年代以来发生的几次大的石油危机就证明了这一点。瑞士一所高等技术学校经济研究所估计，如果石油价格发生剧烈的波动，整个“经济合作和发展组织”范围国家的经济增长幅度就将下降一半。

这正表明：石油已成为各国政治、经济的命脉；也是引起军事冲突的重要因素之一，1990~1991 年初的海湾危机和战争的爆发就是明证。据世界观察研究所调查，波斯湾地区石油资源在 1989 年时已占全球探明储量的 66%，按目前的开采速度，大多数海湾国家的石油至少可开采 100 年；而欧洲、北美和前苏联的石油仅可开采不足 20 年。据估计，今后世界石油消费量的 $\frac{2}{3}$ 将依靠海湾地区供应。但是，由于长期以来海湾地区政治上的不稳定，将难以保证石油的稳定供应。

正因为世界石油资源处于一方面需求量不断增大，另一方面地下储量极为有限而供应又不稳定的双重压力下，迫使人们不得不另寻佳途。一个重要指向就是海洋和地壳深层。国外一位地质学家曾说过，世界石油资源总数的一半蕴藏在海底及地壳之下尚未被发现。近几年来专家们估计海底石油储量在 2500 亿吨以上，按目前的消耗量计算将够人类使用 270 年。事实上，世界许多国家已经朝着这个方向进军。现已有 50 多个沿海国家从海洋中获取石油，1988 年时年产原油就已达 7.6 亿吨，占世界石油总产量的 28%。以往的贫油国——英国和挪威，在 60 年代至 70 年代的 10 年间，在北海海域发现并开采石油，1988 年产量已达 1.1 亿吨左右，一下子成了石油输出国。

石油这种宝贵的非再生能源，已成为各国竭力追逐的重要战略目标。一

方面要探寻新的石油储藏，开发新油田；一方面还要尽可能地科学合理利用，厉行节约。石油当燃料烧掉，也实在可惜。随着现代科学技术的发展，将石油进行深加工后，即可作为重要原料。当今各国大多数把石油和化工生产联系在一起，往往叫“石油化工厂”，就是用石油作原料为纺织业、化工业提供多种宝贵原料，而且在经济上将大为增值。例如制成塑料，其价值可提高 5 倍；制成合成纤维，可提高 10 倍；制成医药、农药、试剂等，则可提高 100 倍。因此，从战略上看，从经济上看，对石油这种能源都要节约。

我国是世界上最早发现和利用石油、天然气的国家，也是世界上油气资源较丰富的国家之一。但是由于长期的封建制度束缚和帝国主义的侵略压榨，我国石油工业发展缓慢。我国现代石油工业从 1904 年的台湾苗栗县油田采油开始，到 1949 年的 45 年间，原油产量只有 63 万吨，与此同时，从国外进口的原油与油品却高达 2880 万吨。形成了国内用油极端依靠“洋油”的情况。近 40 年来，石油工业有了突飞猛进的发展。经过多年的勘探、开发和建设，我国已从“贫油”国跃为世界石油资源丰富的国家之一。

我国地域面积广阔，有良好的成油的地质地貌条件，受板块运动的影响，褶皱带与沉陷带相间排列。无论是陆上还是在浅海大陆架，都具有油气蕴藏的良好地质构造条件和成油的良好地理环境。我国经过广泛的地质普查，发现了 300 多个可供勘探石油的沉积盆地，陆上沉积岩总面积 450 多万平方公里，邻近的海域内还有 120 多万平方公里的沉积岩地区，沉积岩总体面积达 2200 万平方公里，这些构成了我国油、气资源雄厚的地质基础。

我国大陆拥有众多的陆相盆地，其中一万平方公里以上的有近 40 个，10 万平方公里以上的有近 10 个，这些盆地由于发育时间长，沉陷特别深，沉积厚度大而具有优越的成油环境。特别是近海盆地，生油的母质来源更加丰富，形成了较大的陆相油气藏。在我国沿海广阔的大陆架上，现已发现 10 多个大型沉积盆地，其中最大的有渤海盆地、南黄海盆地、东海盆地、南海珠江口盆地、北部湾盆地，莺歌海盆地等。经勘探证实，都具有良好的含油、气远景，有的已喷出工业性油气流。现在，我国探明的石油储量，已具有供年产 1 亿吨的石油的资源储备。据估计，从已探明的石油资源来看，我国石油的可采储量 180 亿吨，按目前的开采水平，可持续开采 130 多年。所以，我国油气资源的潜力是很大的。

我国的石油和天然气工业基础薄弱。1996 年我国原油产量达到 1.58 亿吨，天然气产量达到 201 亿立方米。但与高速度发展的社会经济还有较大的差距。现在我国已成为石油进口国，估计在“九五”期间，进口数量将进一步增加。解决油气供应不足的问题，首先要立足于开发利用自己的油气资源。根据我国已探明的石油、天然气资源状况和油田生产布局，石油工业应坚持“稳定东部，发展西部”的方针。在继续深入开发东部大中型油田，保持稳定产量的同时，向西部盆地油田进军，这不仅是未来我国石油生产的希望所在，也将给西部欠发达地区和少数民族地区带来新的发展机遇。

我国天然气开发程度比较低，生产规模比较小，油气产量之比远远低于世界平均水平。经过几年的努力，现已在陆上基本形成重庆、陕甘宁和新疆三个新气区，累计已探明天然气储量 21.3 亿立方米，具备了加快发展的基础。要坚持油气并举的方针，加大对开发天然气的投入，搞好天然气的勘探、开发和加工利用，促进天然气工业的发展。

水能——可再生的洁净能源

水，是自然界中最宝贵的资源之一。水能，是大自然赋予人类的珍贵的能源之一。奔腾的江河，高耸的水坝，宽广的水库，稠密的电网，既显示了水能资源的丰富，也展现了人类开发利用水能资源的巨大成就。

水能是当今社会应用的唯一一种可再生的常规能源，地球上水的循环为水能提供了必要的物质和能量的保障。

地球上成千上万条川流不息的江河为人类提供了丰富的水力资源。江河水能的形成有其基本的条件，主要是流量和落差。河流的流量越大，落差越大，则蕴藏的水能资源就越丰富。

有文字记载，利用水力作为能源使用已有 2000 多年历史。但长期以来，水利事业发展较慢，一般也仅能用水力带动简单的机械，用作农业灌溉和手工作坊的动力；直到 19 世纪后期，第二次技术革命的到来，发电机和输电技术的发展，为水力资源的利用开辟了广阔的途径。

人们开发江河的水能主要用于发电，称为水电，它是通过水轮机把水流的势能转化为机械能，再带动发电机输出电能。水力发电除了是一种比较干净的发电方式外，还有一系列的其他优点：水能站运行费用低，设备不易发生故障；水力发电成本低，投资回收快；许多水电工程除了发电外，还兼有防洪、灌溉、城市供水等多种功能。同时，水力发电是一种灵活的能源供应系统，既可连续运转，也可以把能量储存起来。

水力是清洁的可再生能源，应该大力开发以节省矿物燃料。但是和世界能源需要量相比，水力资源仍很有限，并且相当大的一部分水力资源都在远离工业中心的交通不便之处，水电站和输电线路的建设都将消耗大量的资金。因而水力不可能取代煤和石油的地位，在将来总的能源构成中也不可能占重要地位。

据统计，地球上水能资源总的蕴藏量约为 50 亿千瓦，相应年发电量为 44.3 万亿度，但是，技术上可能开发的水电装机容量为 22.6 亿千瓦，年发电量 19.4 万亿度。所以，全世界的水能资源既是丰富的，又是有限的。

世界水能资源的地理分布是不均匀的。一般来说，在降水丰富、地形崎岖的地区，水能资源蕴藏量较大；而降水较少，地势平坦的地区，水能资源则较贫乏。根据降水量的多少，世界上水能资源较丰富的地区，主要分布在三个地带：其一是亚非拉的赤道地带；其二是东亚和南亚的山麓迎风地带；其三是中纬度的大陆西岸地带。

世界上的水能资源，各大洲也是不平衡的，按目前可能开发的资源估算，以亚洲最多，约占世界的 36%，其次是非洲、拉丁美洲和北美洲，以大洋洲最少，仅占世界的 2%。按人口平均占有的水能资源，则以大洋洲最多，欧洲最少。以国家来看，中国、俄罗斯、美国、加拿大、巴西和扎伊尔，合计约占世界水能资源的半数以上。其中，我国是世界上水能资源最多的国家。

世界各国开发利用水利发电站程度亦不一样，多集中在加拿大、美国、俄罗斯、巴西等，约占世界水力发电的 1/2。水力资源 60% 集中在发展中国家，开发较迟。近些年，巴西、中国、印度、墨西哥等水电发展迅速。世界装机容量在 300 万千瓦以上的大型电站分布在巴西的马拉那河、委内瑞拉的卡罗尼河、美国的哥伦比亚河、俄罗斯的安加拉—叶尼塞河、加拿大圣劳伦斯河等 12 座。世界水电向大中型、梯级开发综合利用方向发展，从接近用电

中心向边远地区布局的趋势发展。

目前，全世界水电装机总容量约 4 亿千瓦，仅占可利用资源的 18%。发达国家水能资源利用比较充分，其中西欧国家一般已开发了 70%—90%，美国为 44%，俄罗斯约 20%。发展中国家水能利用率比较低，潜力很大，例如非洲的扎伊尔水能蕴藏量达 1 亿千瓦，而水能利用率尚不到 1%。

我国地域辽阔，河流密布，径流量大，而且山区较多，地形高差又大，水力资源极为丰富，是世界上地表水资源最丰富的国家之一。也是世界上水能蕴藏量最大的国家，据普查统计，我国水能资源蕴藏总量约为 6.8 亿千瓦，其理论上的发电量可达 5.9 万亿度/年。

水能资源蕴藏量取决于河流的落差和径流量。我国地势由西南部的青藏高原向东逐步下降，而降水量则由东南向西北逐步减少，西部地区河流落差大，南部地区径流丰富。因此，我国水能资源的地理分布，以西南地区最多，华北地区最少。

由于经济和技术上的种种条件限制，水能资源理论蕴藏量不可能全部利用。在现代技术上可能开发，且经济上又比较合算的那部分水能资源，叫做能开发的水能资源。我国可开发的水能资源约为 3.78 亿千瓦，每年可发电 1.9 万亿度。我国可开发的水能资源，主要分布在西南、中南、西北地区，合计约占全国的 90% 以上。其中仅西南地区就占全国的 2/3。从水能在常规能源的资源结构中所占的比重上分析，我国南方各大地区和西北地区居重要地位。各地区水能占各种常规能源资源的比重是：西南区占 72.2%，中南区占 51.2%，西北区占 35%，华东区占 24%，东北区占 14%，华北区占 1%。

从水系上看，我国可开发的水能资源约一半以上隶属于长江水系，其中又主要分布在金沙江和宜宾至宜昌长江干流的上游及这些河段的较大支流上。西藏水系和西南国际水系可开发的水能蕴藏量仅次于长江水系，约占全国的 26.3%。全国其余 20.3% 的可开发水能则分布在各个水系，即黄河水系占 6.1%，珠江水系占 5.8%，东南水系占 2.9%，北方内陆和新疆水系占 2.8%，东北水系占 2.3%，海、滦河水系占 0.3%，淮河水系占 0.1%。

与水能资源西多东少的分布特点正相反，我国的用电负荷则具有东重西轻的特点。如我国水能最丰富的西南地区，已建和在建的水电站装机容量仅占可开发水能的 1.8%，位居全国之末；而华东和东北两个地区可能开发的水能资源十分有限，仅占全国的 3.6% 和 2%，但开发利用程度超过 20%，处于国内领先地位，达到世界平均水平。

1949 年后的几十年时间里，我国的水资源开发和水能利用得到了较快的发展。水电在全国能源生产总量中的比重逐年提高，1952 年为 2.0%，1975 年增长到 4.4%，1995 年提高到 6%。水电站的建设更是日新月异，建成了如葛洲坝、刘家峡、乌江渡、丹江口等 25 万千瓦江上的大型水电站近 30 座。举世瞩目的三峡工程亦正在紧张的建设当中。这是一座具有防洪、发电、航运、养殖、供水等巨大综合利用效益的特大型水利工程，总库容量 393 亿立方米，电站装机 26 台，总容量 1768 万千瓦，年发电量为 840 亿千瓦小时。同时，我国已建成中型水电站一万多座，小型水电站近十万座。全国城乡用电量的 1/4 要靠水电提供。其中湖北、广东、浙江、福建、四川、湖南、广西、云南、贵州等省区的水电装机比例占 50% 以上。同时，我们必须看到，虽然我国的水电得到快速的发展，但我国水能开发利用率还是很低，全国已开发利用的水能只约占全部水能的 6% 左右，尚未开发利用的占绝大部分，

因此，我国水能开发利用的潜力很大。

薪柴——绿色能源

自从远古时代人类学会钻木取火以来，薪柴就作为人类最基本的能源而存在。在能源发展史上，薪柴在一个漫长的历史时期一直作为人类社会最主要的能源而被人类所利用。时至今日，世界各国的能源格局发生了重大变革，煤炭、石油、天然气以及核等能源得到了大力开发利用，但薪柴作为传统能源并没有因此而退出历史舞台。特别是包括中国在内的广大发展中国家，农村山区仍以薪柴作为重要的生产生活用能。薪柴在这些国家的总能源消耗中仍占相当比重。因此，在这里我们仍将薪柴作为常规能源来介绍。

薪柴作为具有悠久的利用历史的生活用能，它包括多种类型，一般来说可以分成以下几类：从薪炭材中采伐的树木；通过对用材林、防护林、经济林以及灌木林、“四旁”林的修枝、抚育、间伐等提供的薪柴；树木成熟后进行采伐时的剩余物，以及木材加工后的剩余物。由此可知，森林多，树木多，薪柴也多。

尽管在以薪柴为主要能源的时期，标志着很低的生产力水平，但时至今日，世界上每年仍有大约 15,66 亿立方米树木被烧掉(占总采伐量的 59%)。

第三世界国家农村中，95%的家庭是用薪柴作燃料的。以薪柴提供的能源约占世界能源的 5.4%。薪柴是石油、煤炭、天然气之后的第四种主要能源。

森林作为能源，与其他能源相比有其独特之处。由于森林的多用性，发展薪柴材可以获得许多经济上、生态上的好处：

首先可以解决农村燃料问题。发展薪柴林能为农村提供大量烧柴，从而将原来作燃料用的秸秆和牲畜粪便还田。调节土壤的理、化性质，增加土壤有机质，增进肥力，促进粮食增产。树林长起来了，还可以增加农村工、副业原料，发展副业，增加收入。

可以维护和改善生态环境。森林是整个生态系统中重要的一环。森林是绿色植物，在经光合作用把太阳能转化为生物能并储存起来的过程中吸收二氧化碳，放出氧气，因而保持了空气中氧气含量的稳定，净化了大气。所以，扩大薪柴林面积，不仅是解决农村能源的重要方面，还具有超过能源本身价值的多种社会效益。

可以维护水土资源。土地是人类赖以生存的基础。土壤的形成是非常缓慢的过程，几个世纪才能形成一层薄薄的表土。一旦泥土流失，岩石裸露，则寸草不生，很难恢复。扩大森林覆盖率；可以增强蓄水保土能力，防止水土流失，调节气候。

是发展水电的重要保障。在当今矿物燃料即将枯竭的世界上，水力发电可保持长期、稳定的供应。与煤炭、石油和核能相比还有保护环境的优越性。加快开发丰富的水力资源将是我国长远的战略目标，而森林则是维护江河生命、延长水库寿命、发展水电的重要保障。

我国地域广阔，人口众多，燃料供应紧张，发展薪柴林是解决我国农村能源问题的重要组成部分。我国约有 17000 多万户农民，假如每户每天烧掉 10 公斤植物燃料，每年农村就要消费 62000 多万吨。据计算，每年全国农作物的秸秆约 4.58 亿吨，虽然其中约有 1/2 到 2/3 作为农民的生活燃料，但仅

农民生活用能一项，按最低限度计算，仍短缺 22% 左右。每年约有一半的农户缺 3~4 个月的燃料，有的竟缺达半年之久。

我国农村人口多，植物燃料需求量大，而直接燃烧的有效利用率又很低，造成能源的极大消费。据估算，我国农村年消费的植物燃料，按热值计至少相当于 7000 万吨标准煤。

由于燃烧秸秆等植物燃料，肥料中的有机氮大量损失。有人估算，我国每年从植物燃料中散失掉的这一部分有机氮的总量，约相当于用 500 万吨标准煤生产出来的硫酸。

我国的薪炭林有 300 多万公顷，薪柴年产量约 2800 万吨，加上用材林、防护林、疏林、灌木林、四旁树木等提供的薪柴，每年薪柴年供应量约 9000 万吨，而实际消耗超过可供量的一倍多，需要 19000 万吨。目前，我国是世界上利用薪柴生活燃料消费量最大的国家。

为了弥补薪柴供应量的不足，许多农民只好砍伐树木或铲除草皮充当燃料，致使柴山后退，森林减少，水土流失，气候变坏，农业生态失去平衡和自然地理环境造成恶性循环。

大力发展薪柴林

我国气候适宜，日照条件好，土地资源丰富，发展薪柴林有着广阔的前景。目前，我国宜林荒山荒地面积共有 11.6 亿亩，用其中的 25% 即将近 3 亿亩来发展薪柴林是完全必要和可行的。如在 10 年内种完，按每亩产量 400 公斤计，即可取得薪柴 1200 亿公斤，可解决 2 亿农民的烧柴问题。如再加上用材林、防护林等树种中的薪柴部分，至少有 2000 亿公斤，加上现有薪柴资源将近 3000 亿公斤，即可解决 5 亿农民的烧柴问题。

大力发展薪柴林，是充分利用生物质能源和解决农村能源短缺的重要措施。由于长期忽视培训育薪柴林，目前薪柴林资源还不到整个森林资源的 3%。我国森林覆盖率只有 12.7%，宜林荒地超过 0.6 亿公顷，在发展林业中应大力发展薪柴林。

我国 2/3 以上的地区日照在 2,200 小时以上，丰富的光热资源，为有效地发挥绿色植物光合作用潜力、最大限度地增加森林生物产量、增加生物质能创造了有利的条件。

营造薪柴林，应根据各地不同的气候、土质和树种特性来选择适合于当地生长、萌芽力强、可平茬更新、生长迅速、产柴量多、易燃耐烧、火力旺盛的树种。例如，东北地区的杨、桦、柞，西北地区的沙柳、沙棘、沙枣、柠条、酸刺、梭梭，华北和中原地区的刺槐、柴穗槐、怪柳、杨树，南方的松、栎、桉、相思树、木麻黄、合欢树等。这些树种一般营造 3~5 年即可受益，人均有一二亩薪柴林，就能满足全年的烧柴需要。另外，一般来说，对萌生力强的树种，可采用齐地面平茬办法更新，有些树可在 2~3 米高处加以截头，使其另发枝条，增产薪柴。

我国素有“七山二水一分田”之称，在我国辽阔的疆土上至今还约有 12 亿亩宜林的荒山、荒地，年复一年地在那里荒芜着，蕴藏着相当大的林业生产潜力。林木不同于其他农作物，它可以生长在贫瘠的土地上，能利用少量的营养元素生产出多量木材。据估算，在水、热条件较好的地方，每公顷森林每年可固定的太阳能转换的生物值相当于 4~5 吨粗质石油的热量。

另外，薪柴林作为一种绿色植被，也具有防风固沙、保持水土、保护农田和草场、改善生态平衡等方面的效益。刺槐、紫穗槐、沙枣、柠条等树种的树叶，是营养丰富的饲料，又是含氮量较高的绿肥。

预计到本世纪末期，我国薪柴林的发展规模，将能满足全国农村 1/3 生活燃料之需。

缓解农村能源的供需矛盾是一项长期而艰巨的任务。我国农村面积很大，各地区的自然、社会经济条件不同，必须根据当地的具体情况，采取最有效的措施。例如，推广省柴灶，就是当前节约生物质能源的最迅速、最现实和最有效的措施之一。

动力永恒的希望——新能源

核能

二战末期，美国在日本的广岛和长崎至今为止首次也是最后使用了原子弹，它虽然加快了二战的结束进程，但却给日本人民带来了深重的灾难，同时也揭开了人类使用核能的新纪元。经过几番周折，核能技术在困惑中不断发展并得到国际公认，核能的开发利用是本世纪科技发展的重大成果，是解决人类能源危机的最有希望的手段之一，未来世界也将是核能取代石油。因而核能的发展将势不可挡。

目前，人类取得核能的最主要途径有两个，即利用重原子核分裂反应的核裂变和利用轻原子核聚变反应的核聚变。

核裂变：核能工业应用特别是核电应用，至今为止能够实用化的核电反应堆，本质上都是“核裂变反应堆”或叫“热中子反应堆”。

当用一个热中子去轰击铀、钚、钍等重金属元素的原子核时，原子核就会分裂成两个新的原子核，同时释放出能量，这就是核裂变。在一个原子核裂变的同时，又能放出两三个快中子，快中子可以通过慢化剂减速为热中子，如果其中有一个热中子又轰击其他的铀原子核，使之发生裂变，这种连续裂变反应就称为链式分裂反应。由于裂变反应速度很快，每秒种可以产生 1000 代的中子，所以，很短时间就可以使大量的铀原子核连续分裂，而巨大的原子能也就源源不断地释放出来了。

核聚变：核聚变的基本原理是把两种较轻的原子核——氢元素的同位素氘和氚聚集在一起，在超高温或超高压等特定条件下聚合成一种较重的原子核，在聚变中释放巨大的能量，这就是“核聚变反应”。因为这种反应是在极高温下才能进行，所以也称为“热核反应”。一个氘和一个氚作用后生成一个中子和一个氦，同时产生很大的能量。由于热核反应中突然释放的巨大能量是很难控制的，因此，核聚变能量的和平利用，实现受控热核反应，使聚变能平稳、持续地释放，这是目前科学上的一个重大课题。

核能发电就是将核裂变或核聚变产生的能量转变为电能，它是当代经济、安全可靠的优质二次能源，与其他发电方式相比具有独特的优点。

燃料能量高度集中：1 千克铀 235 全部裂变放出的热能，相当于 2500 ~ 2700 吨标准煤或 200 吨石油的热量。在现阶段的实际应用中，1 千克天然铀可代替 20 ~ 40 吨煤，因而大大节省燃料的运输量和储存量。一座 100 万千瓦的核电站每年只需要 30 吨核燃料，只要一节火车皮就能拉走。而相同容量的

火电站，每年要烧掉 200 万吨标准煤，要用 100 列 40 节车皮的列车运输，同时还要运走 40 万吨灰渣。因而，建设核电站可大大减少运输量。

经济性比较好：核电站的造价比火电厂要高得多，但核燃料价格稳定，费用便宜，核电厂的发电成本比火电站便宜三分之一左右。目前，核电站的单机容量越来越大，发电效率越来越高，从而使发电成本不断降低。美国 90 年代初期核电装机容量已达一亿千瓦，每天可节省一百桶石油，价值一千五百万美元，在经济和缓解能源危机上均有重要意义。

对环境污染较小：燃烧煤炭或石油等有机燃料的火电厂向大气排放大量烟灰，严重污染环境。一座 60 万千瓦的火电厂，每天烧煤 5000 吨，要向大气排放 100 多吨二氧化碳、一氧化碳、氧化氮等有害烟气和煤灰，此外还放出大量致癌性很强的物质。而核电站的放射性废液的排放量很少，仅为火电厂放射性物质排放量的 1/3。

燃料储藏量极为丰富：随着人口激增和经济发展。全球能源需求量越来越大，而地球上的煤炭、石油、天然气等有机燃料储藏量有限。但核燃料储藏量十分丰富。核聚变的基本燃料氘和氚更可以说是取之不尽，如氘的地球储量可达 10^{13} 亿吨。

实现综合利用：核电站不仅可以发电和供热，同时还能生产核燃料和各种放射性同位素，可广泛应用于工业生产过程中的测量、分析、催化；农业上的辐射育种、食品储存、防治虫害；医学上的诊断、治疗以及作示踪原子、同位素电池等等。

二战结束后，核能迅速转向和平利用，世界各国相继建立了核反应堆电站。在世界能源结构中，核能是最“年轻”的新型能源，但却是发展最迅速的一种能源。经过近 40 年的发展，核能特别是核电已达到技术上成熟、经济上便宜、运行上安全可靠的工业广泛推广阶段。

据统计，进入 90 年代，世界上有 31 个国家和地区已建成 426 座和正在建造 96 座核电站，共计 552 座。1991 年底，全世界运行中的核电站净装机容量为 32661.1 万千瓦，1990 年核能总发电量 1901.2 亿千瓦小时。1970 年全世界核电还只占世界总发电量的 1.5%，而到 1990 年已猛增到 17%。据预测，到 21 世纪中期，将有 58 个国家和地区建造核电站，核电站总数将达到 1000 座，装机容量将达 8 亿千瓦，占世界总发电量的 35% 左右。

目前，核发电量超过本国总发电量 10% 的国家和地区主要有：法国、美国、德国、日本、加拿大、西班牙、比利时、韩国、中国台湾省、瑞士、芬兰、捷克、保加利亚、匈牙利、阿根廷、瑞典、英国、前苏联等。其中核电站最多和装机容量最大的是美国，分别是 111 座和 9975.7 万千瓦；其次是法国，分别是 56 座和 5687.3 万千瓦；第三是前苏联，分别为 46 座和 3423.0 万千瓦；日本居第四位，分别是 42 座和 3204.4 万千瓦。从发展速度看，最快的是法国和日本，特别是法国，其年增长率为 34%，它在 1980~1985 年间一下子建造了 10 座功率为 100 万千瓦左右的核电站。

目前世界各国发展的核能都是利用核裂变来获得的。核聚变的研究处在实验室阶段，转入规模使用还有一段距离。然而核聚变作为一种干净、安全、取之不尽的 21 世纪的新能源，必将成为人类解决能源问题的主要途径，各国科学家和核技术专家们为之作出的努力和艰辛的探索，是具有深远的历史性和战略意义的。

发展核能源，安全因素至关重要。人们特别担心发展核能可能造成的危

害，主要包括核武器扩散的风险问题、核废料处理问题和安全问题，这也是核能发展中的最有争议的原因之一。

核能源为人们所认识始于二战末期，美国在日本广岛和长崎爆炸的原子弹，造成 20 余万人丧生的悲剧。因而人们对核电站有恐惧心理。其实，核电站的设计和使用材料、燃料等都于原子弹完全不同，其工作方式和介质也不一样，不可能发生核爆炸。原子弹使用的是近 100% 的高浓度铀 235，是一种不可控的链式裂变反应装置，引爆后，巨大的核能是在极短的时间内释放出来，又无法带走，就发生了不可控的核爆炸。而核电站所用的反应堆是一个由 2% ~ 4% 的低浓度铀裂变物质燃料的可控制的裂变反应装置，使能量缓慢释放，并及时被冷却水带走。同时，核电站具有自稳定特性，即使核能意外地释放太快，堆芯温度上升太高时，链式反应会自行减弱，乃至停止，不会发生爆炸。目前各国采用最多的反应堆是一种技术成熟，安全性高的堆型。1986 年 4 月 26 日，前苏联切尔诺贝利核电站发生了至今为止最严重的事故，反应堆失控过热造成火灾，但并没有发生核爆炸。

人们还担心，核电站向周围环境排放放射性物质，会不会危及居民的安全？无疑核电站是要向周围环境排放一些放射性物质，但其种类、数量和排放方式，都是受到严格控制的。据专家测量，核电站周围居民每年接受到的照射量只有 0.3 毫雷姆。仅相当进行一次 X 光胸透的辐射剂量，按数量计算，可以说是微乎其微。而每人每年受到的天然辐射量约为 100 毫雷姆，火电站附近的居民因烟尘中的放射性元素而每年接受的辐射量为近 5 毫雷姆，常年看彩电的人每年约接受 1 毫雷姆，带夜光表的人每年约接受 1 毫雷姆，均比核电站大。国际放射防护组织提出的允许辐射量为每人每年 500 毫雷姆。由此可见，正常运行的核电站，对人无任何危害。

关于核燃料的运输、储存、后处理和最终放射性废料的处理，许多国家多年的经验证明，安全是有保障的。目前世界各国对固体放射性废弃物一般都作封闭深埋处理。将核废料（废液、固体废弃物等）运用特殊的方法固化后，装入硅酸盐玻璃容器内，外面用金属桶密封，放入地质结构较稳定的旧矿井或人工开挖的深井中，避免与地下水接触。这样，放射性物质不易外泄，不会对人类产生有害的影响。另外，许多国家还在积极研究最终高效处置核废料的新方法。可以预见，随着高科技成果不断向核电事业渗透，核电站的安全性将会进一步提高。

当然，核能的利用，目前仍然是在两个领域里同时发展着。即一方面在大力开发核能的和平利用，建立核能发电和其他工业应用、医学应用和农业应用，并已取得长足的进步；同时，另一方面，也在制造大规模杀伤武器——原子弹、氢弹、中子弹上大肆应用，致使人类至今仍处于核恐怖之中。虽然《核不扩散条约》已在大部分拥有核武器的国家生效，但核威胁仍然存在。世界热爱和平的人们一直在呼吁禁止核武器，直到彻底销毁核武器，为子孙后代留下一个安宁的生存环境。

太阳能

人类直接利用太阳能，在遥远的古代就已经开始了。至今为止，人类所使用的各种能源，如太阳能、风能、水能、潮汐能、生物能等，都直接或间接来自太阳。而目前广泛使用的矿物燃料（如煤、石油、天然气等）从根本

上说也是远古储存下来的太阳能。现在所说的太阳能，一般地认为是将太阳辐射能通过收集器和转换系统变为人们可以直接利用的能源。这是科学技术进步的表现，同时也是人们在探求新能源上的重大成果。

太阳是一个巨大、久远、无尽的能源源泉。太阳是一个直径约 139 万公里的炽热气体星球，表面温度大约 6000 度，内部温度估计为 800 ~ 4000 万度，压力可达 2×10^{11} 个大气压。在这样的高温高压下，太阳内部不停地进行着氢变为氦的热核反应，就像一座不断进行核聚变的反应堆，向外释放出巨大的能量。尽管太阳射向地球的能量只占辐射总能量的 22 万亿分之一，但每年地球所能接收的太阳能至少为 60 亿亿千瓦小时，这相当于 75 万亿吨标准煤的能量，相当于地球上一年内利用各种能源产生的总能量的几万倍。在地球表面所接收的太阳能中，被植物吸收的仅占 0.015%，被人们利用作为燃料和食物的仅占 0.002%。可见利用太阳能的潜力是相当大的，开发利用太阳能能为人类服务大有可为。

太阳能是一种极为丰富的能源，勿须运输，又不会污染环境。另外，它不受任何人的控制和垄断。这些优点都是常规能源所无法比拟的。太阳能也有其不足之处，如它的能量密度低，实际利用时需要很大的太阳能收集设备，占地面积大，投资很大；太阳辐射的强度受气候、季节、纬度、海拔等因素的影响，造成太阳能白天供应不十分稳定，夜间收集不到，因而需要配备储能设备，这些因素都制约了太阳能利用的发展。

本世纪以来，由于新材料技术、电子技术的迅猛发展，给太阳能的利用创造了有利条件，使其得到相当大的发展。从能源利用的长远观点看，除了煤、石油、天然气及核能以外，在 21 世纪的能源结构中，太阳能必将占据重要的一席之地，成为人类最向往和最理想的新能源之一。

太阳能的利用一般分光热能转换和光电转换两大类，前者为太阳能的热利用，如太阳灶、太阳能热水器和太阳能发电等；后者利用“光电效应”原理将太阳能直接转换成电能，如太阳能电池。用太阳能发电，可以说是太阳能利用中最有发展前途的一种技术。

近年来太阳能热利用发展很快，已经制成各式各样的热器，用于取暖、干燥、蒸馏、洗浴、烹调、灌溉、发电等，在工业、农业以及家庭生活等各方面得到广泛的应用。太阳能热利用设备按其结构，可分为聚光式和非聚光式两大类。

非聚光式太阳能热利用设备，一般利用“热箱原理”或称“温室效应”，将太阳能转换成热能。

当太阳光投射到玻璃后，大部分进入箱内，涂黑的内表面吸收太阳辐射能而将其转换成热能，而玻璃又能阻挡箱内热能的散失，其他箱壁又是隔热的，使箱内温度不断升高。由于这种设备不能提高辐射强度，热量也会有所损失，因而箱内能达到的温度不太高，通常在 200℃ 以下。

由于太阳能的能量密度较低，要想获得高温，一般采用能提高入射太阳光的能量密度的聚光式太阳能热利用设备。这类设备常由三大主要部件组成：聚光器、吸收器和跟踪系统。太阳光经过聚光器到吸收器上转变为热能，被吸收器吸收后传给内部的集热介质（如水），提高其温度，再加以利用。由于太阳的位置会随时间而变化，为了有效地聚光，聚光器必须由跟踪系统随时间调整其相对于太阳的位置，以获得较佳的聚光效果。下表简要介绍几种常见的直接利用太阳热能的设备。

表 1 几种非聚光式太阳能热利用设备

太阳能设备名称	原理、结构简介	性能、用途
太阳能温室	温室向南、东、西、北三面可采用厚土墙隔热	冬天温室内可达 30℃ 以上，用于种植蔬菜、早春育秧等
太阳能热水器	集热板外表面涂黑，管内通水，利用水升温后密度变小向上运动，而形成自然循环	可将水加热到 50℃ 以上，用于浴室和洗衣房
太阳能干燥器	空气在“热箱”中被加热升温，其相对湿度降低，进入干燥室可对物品进行干燥	用于干燥粮食、干果、蔬菜、茶叶、药材、木材等
太阳能蒸馏器	箱内受热水温度升高而蒸发，蒸汽上升与温度较低的上表面玻璃接触，被冷却凝结成水，顺倾斜玻璃内表面流下，注入另一冷凝水收集槽	用于蒸馏矿水或咸水等
太阳房 (被动式)*	表面涂黑的蓄热墙与玻璃窗之间形成“热箱”，其中空气被加热向上流。冬季热气经上风口进入室内采暖，室内底层较冷空气由下风口自动吸入“热箱”形成循环。夏季，闭上风口，打开排风孔及室内北面小窗“热箱”中热气流从排风孔排出室外，同时北小窗凉气被抽吸进室内降温	适合房间冬季取暖（可维持 10℃ 以上）、夏季降温

*被动式太阳房是指不借助任何其他机械动力，而让太阳热自然引入室内作取暖或引出室外创造通风条件作降温的房屋。

表 2 几种聚光式太阳能热利用设备

太阳能设备名称	原理、结构简介	性能、用途
太阳灶	聚光器：抛物面反射镜 吸收器：锅底 跟踪系统：手动跟踪	焦斑温度为 40 ~ 800 °C，功率为 0.5 ~ 1 千瓦，用
太阳能锅炉 (及热发电)	在地面上布置一个周心圆的多反射镜列阵，按照不同倾角将太阳光汇聚到塔顶蒸汽锅炉(吸热器)	产生蒸汽可驱动热机，或蒸汽推动汽轮机发电(热发电)
太阳炉	在远离抛物面镜的山坡上，设有台阶，每台阶上装有大量平面反射镜，将阳光反射到抛物镜面上，经聚焦后集中在焦斑处	焦斑温度达 3000 °C 以上，可熔炼高纯难熔金属

热发电：通常所说的太阳能电站，指的是太阳能热电站，这是因为这种发电站先将太阳光转变成热能，然后再通过机械装置将之转变为电能。一般来说，太阳能电站多采用塔式，即在地面上设置许多聚光镜，从不同角度和方向把太阳光聚集起来，集中反射到一个高塔顶部的专用锅炉上，使锅炉里的水受热变成高压蒸汽，用来推动汽轮机，再由汽轮机带动发电机发电。除了塔式太阳能电站外，还有太阳池发电、太阳能汽流电站等，均为利用太阳热能进行发电的装置。

光伏发电：通过特殊的光电器件（主要是太阳能电池）将太阳光直接转化为电能，称为太阳能光伏发电。太阳电池是当前太阳能光电利用的最基本方式，技术成熟，应用广泛，发展迅速，前景广阔。

用于制造太阳能电池的半导体材料已发现十几种，但迄今技术上成熟，可付诸应用的要算硅太阳能电池。根据材料不同可分为结晶太阳电池和非结晶太阳电池两种。光电转化效率是衡量太阳能电池的重要指标，其理论极限值为 28% 左右。目前一般的太阳能电池可把入射到表面的太阳光的 10% 转换成电能，最大的可达到 20% 左右。由于太阳能电池制造工艺很精细，要求很严格，原材料价格较昂贵，因而成本较高。目前普及太阳能电池的关键是大幅度降低成本，同时不断提高光电转换效率。而这正是各国科学家不断进行太阳能电池研究的主攻方向。

世界上第一台实用型的硅太阳能电池是 1954 年在美国的贝尔实验室诞生的。随后，1958 年就被用作“先锋 1 号”人造卫星的电源上了天。太阳能电池为航天事业发展提供了一种重要的能源动力。我国从 1958 年开始太阳能电池的研制工作，1971 年，我国发射的科学实验卫星上装有 20 多块单晶硅太阳能电池组合板，这套太阳能电池装置不断向卫星舱内的银锌蓄电池充电，在空间运行了 8 年，性能良好。世界上 90% 的卫星使用太阳电池。太阳电池除应用于空间技术外，在地面上可作为小功率特殊电源使用，如无人管理灯塔和海上浮标灯，无线电中继站，山地气象观测站，以及在没有电或少电的山区、农村中作为照明电源。

随着全球能源供应的日益紧张和科学技术的不断进步，太阳能作为一种现实可行的辅助能源，已被人们普遍关注，对太阳能利用的研究工作越来越广泛，越来越深入。

目前，光热转换和热利用技术已有重大进展。新型的集热器、采光材料不断出现，太阳能的转换效率不断提高，应用范围也不断扩大。太阳能热利用在工农业生产和人类生活中逐渐发挥作用。特别是热能发电，自试验成功后，发展很快。如美国，到 1994 年，仅在加利福尼亚就建造了商用太阳能发电站 11 座，总装机容量已达 35 万千瓦。此外，日本、法国、以色列、意大利、西班牙、中国等国家都建有试验性或实用性的太阳能发电站。90 年代，全球大型太阳能发电站已有几十座，并且，多个国家正在投巨资建造或拟建太阳能发电站，如英国、法国等。

太阳能电池除应用于人造卫星外，其应用范围正在日益扩大。世界上第一架完全利用太阳能电池作动力的飞机“太阳挑战者号”已经试飞成功，在它的尾翼和水平翼表面上，装置了 16000 个太阳能电池，产生的电力推动螺旋桨，使飞机飞行。日本、美国、德国、墨西哥等国家均试制成功以太阳能为动力的小汽车。美国甚至有一个大胆的想法，建立一个巨大的空间太阳能电站。其方案是在地球的同步轨道上安置两个 5.92×4.93 平方千米的太阳能电池列阵，它永远对着太阳，产生的电能转换成微波，再通过巨大的列阵天线送发到地球，地面站再将收到的微波转换成直流电，有效输出可达 500 万千瓦。此外，太阳能电池还应用于微波通讯、交通信号灯、电视差转、钟表、计算器等许多领域。

太阳能利用从理论上讲非常经济，可以满足任何形式的工业加工用热需要。但是从目前的工艺水平来看，效率还很低，而且在太阳能利用的设备中，一些材料还不够理想，成本太高，无法和常规能源竞争。因此，在太阳能利用研究方面，还需作出很大的努力。但我们可以相信，通过世界各国科技工作者的共同努力，太阳能必将在人类的生活、生产中发挥越来越大的作用。

海洋能

地球表面积约为 5.1 亿平方公里，其中陆地面积为 1.4 亿平方公里，占总面积的 29%，海洋面积达 3.61 亿平方公里，占总面积的 71%。在浩瀚的海洋里，蕴藏着极为丰富的自然资源和巨大的可再生能源，海洋的能源除矿物能源外还有以位能、热能、动能、化学能等形式出现的“海洋能”，据专家估计，海洋能源约占世界能源总量的 70% 以上。

海洋能是蕴藏于海水中的再生能源，包括潮汐能、波浪能、海流能、温差能、盐差能以及海上太阳能和风能等自然资源。海洋能开发技术就是指将海洋能转换成电能的技术。海水受到海面上风的吹动和日照的辐射以及冷却条件的不平衡，造成了不同海域温度不同，含盐量各异。这些差异，产生了各种各样的能量，这些能量作为海洋能源可以转化为电能而加以利用。比如，海洋热能的利用一般是用热力循环方式把海水温差能转化为机械能，再用机械能发电；海水潮汐、海流、波浪等能源属于机械能，将其转变为发电机的动力能直接发电；盐差能则属于化学能，通过化学方式转变为电能。

海洋能的储量，按粗略的估计，全世界的潮汐能约为 27 亿千瓦，波浪能约为 25 亿千瓦，海流能约为 50 亿千瓦，温差能约为 20 亿千瓦，盐差能约为 26 亿千瓦。此外，海面上的太阳能蕴藏量约为 80 亿千瓦，风能约为 10 ~ 100 亿千瓦。这样巨额的海洋能源含量如能充分开发利用，将是何等巨大的能源

库。

目前，世界各国有关海洋能源的研究和利用还处于初始阶段，因而海洋能属于有待开发利用的新能源行列。其中，对于潮汐能的开发技术比较成熟，已进入技术经济评价和工程规划阶段；波浪能的利用处于试验研究阶段；海洋热能的利用正在进行工程性研究；海流和盐度差能的利用，仅处于原理研究阶段。

我国海洋能资源非常丰富，而且开发利用的前景广阔。全国大陆海岸线长达 18000 多公里；还有 6000 多个岛屿，其海岸线长约 14000 多公里；整个海域达 490 万平方公里。其地处低纬度的南海，海域达 360 万平方公里。入海的河流淡水量约为 2.3 万亿立方米/年。如果将我国的海洋能资源转换为有用的动力值，至少可达 1.5 亿千瓦，相当于我国目前电力总装机容量的两倍多。在海洋能的开发利用方面，当前我国还仅仅处于起步阶段，一些沿海地区先后研制成了各种试验性的发电装置，并建成了试验性的潮汐电站等，为今后进一步开发利用海洋能源打下了初步基础。

全世界海洋能的总储量，约为全球每年耗量的几百倍甚至几千倍。这种海洋能是取之不尽，用之不竭的新能源，在不远的将来，海洋能在造福人类方面，将发挥巨大而重要的作用。

潮汐现象是海水在一定时间内作有规律的涨落运动，是由于月亮、太阳对地球上海水的吸引力和地球的自转而引起海水周期性、有节奏的垂直涨落现象。海水白天涨落叫“潮”，晚上涨落叫“汐”，合称为“潮汐”。

海洋的潮汐中蕴藏着巨大的能量。在涨潮的过程中，汹涌而来的海水具有很大的动能，随着海水水位的升高，就把大量的海水的动能转化为势能；在落潮的过程中，海水又奔腾而去，水位逐渐降低，大量的热能又转化为动能。海水在涨落潮运动中所包含的大量动能和势能，称为潮汐能。

海水潮汐能的大小随潮差而变，潮差越大，潮汐能也越大。潮汐涨落形成的水位差，即相邻高潮潮位与低潮潮位的高度差，称为潮差。通常，海洋中的潮差比较小，一般仅几十厘米，多者只有 1 米左右。而喇叭状海岸或河口的地区，潮差就比较大。例如：加拿大芬地湾、法国的塞纳河口、中国的钱塘江口、英国的泰晤士河口、巴西的亚马逊河口、印度和孟加拉国的恒河口等，都是世界上潮差较大的地区。其中，芬地湾的潮差最高达 18 米。是世界上潮差最大的地方。如果在 1 平方公里的海面上，潮差为 5 米时，其潮汐能发电的最大功率为 5500 千瓦；而潮差为 10 米时，最大发电功率可达 32000 千瓦。据初步统计，全世界海洋蕴藏的潮汐能约有 27 亿千瓦，每年的发电量可达 33480 万亿度。所以，人们将潮汐能称为“蓝色的油田”。

人们早在 15 世纪到 18 世纪就逐步认识了潮汐能。并安装了一些装置进行动力利用。到了 20 世纪 50 年代，人们才开始重视起来，逐步开发了潮汐发电的利用技术。

潮汐发电的工作原理和一般的水力发电原理是相近的。它采取把靠海的河口或海湾用一条大坝与大海分开，形成天然水库，发电机组安装在拦海大坝里，利用潮汐涨落的位差能来推动水力涡轮发电机组发电。它的特点是涨潮和落潮过程中水流方向相反，双向推动水力涡轮转动，且水流速度也有变化。这一点虽给潮汐发电带来技术上的一些特殊困难，但可通过调节控制水库流量和用电气线路转变的方法得到解决。而它的优点也在于不受洪水，枯水的水文因素影响，功率反而比较稳定。

目前，潮汐发电站依其布置形式不同可分为以下三种：

单库单向电站：一般在连接海湾的河口修建水坝使河口内形成水库。在涨潮时使海水进入水库；落潮时则让海水通过大坝里的涡轮电机向海湾泄水，从而发电。这种电站修建容易，但不能连续发电。

单库双向电站：这种电站也只用一个水库，但使用的水轮机既可顺转，也可以倒转，并配有可正反转的发电机。所以，它在正反向运行时都能发电。涨潮时，反向发电；落潮时，正向发电。在海潮的一次涨落过程中可以发电两次。这是 20 世纪 60 年代开发的一种新型潮汐发电技术，极大地提高了潮汐能的利用率。

双库单向电站：它有两个水库：一个高水库，一个低水库，水轮发电机安装在两水库之间，作单向运行。高水库在涨潮时进水，低水库在落潮时放水。两个水库始终保持不同水位，使水流不断由高水库流向低水库，水轮机组可以不停地运转，做到全日发电。

世界潮汐能的开发利用已初见成效。全球潮汐能发电储量约有 2000 亿度，而目前实际用来发电的只有 6 亿度左右。据联合国预测，到 2000 年，全世界的潮汐发电站年发电量可达 300~600 亿度。目前，有多个国家已经或即将修建潮汐发电站。1966 年，法国的朗斯河口建成了世界上第一座现代化潮汐电站，它的总装机容量达 24 万千瓦，年发电量 5 亿度。美国在库克海和阿拉斯加州，以及缅因州和加拿大苏格兰海岸之间的丰迪海岸，与加拿大联合修建大型潮汐电站。英国已在塞汶河口投资 2000 万英镑修建了潮汐电站，设计发电量为 720 万千瓦。英国能源部认为，利用英国的潮汐动力，足可满足英国电力消耗的 1/5。前苏联于 1968 年就在巴伦支海的基斯洛伊建成一座装机容量为 800 千瓦的潮汐电站，后来又于 1989 年决定加速装机容量为 4 万千瓦的克尔斯卡雅潮汐电站的建设，同时还决定在白海和白令海峡着手修建潮汐电站，还开展了 800 万千瓦和 1500 万千瓦电能的论证工作。1974 年，韩国在大同江下游的台城川建成一座装机容量为 250 千瓦的小型潮汐电站。印度于 1991 年完成了第一座潮汐能工厂的选址工作，计划在古吉拉特海岸修建一座 90 万千瓦的潮汐电站。

我国潮汐能的蕴藏量是非常丰富的，至少约有 1.9 亿多千瓦，占世界总蕴藏量的 15% 左右，可供开发的年发电量达 800 多亿度。其中，渤海 3000 万千瓦，黄海 5500 万千瓦，东海 7400 万千瓦，南海 4000 万千瓦。钱塘江的潮汐能约在 700 万千瓦以上，著名的钱塘江大潮，潮差高达 9 米，如用来发电，发电能力几乎等于三门峡水电站的 50%。从 1958 年至今，我国已建成数十座中、小型潮汐发电站，遍布滨海的广东、广西、福建、浙江、上海、江苏、山东、河北、辽宁等省市。1980 年设计建造的浙江温岭江厦潮汐电站，其装机总容量为 3000 千瓦，是我国第一座双向潮汐电站，平均每天可发电 15/小时。1975 年，我国在浙江省乐清湾的第埭岛上，修建了世界上当时唯一的一座海岛潮汐电站，解决了海岛居民的生产生活用电。

波浪能是以动能形态出现的海洋能之一。汹涌澎湃的海浪蕴藏着极大的能量。据计算，在每一平方公里的海面上，运动着的海浪大约蕴藏着 30 万千瓦的能量，如此推算，全球波浪能功率超过 700 亿千瓦，其中可开发利用的约为 20~30 亿千瓦。波浪中蕴藏的巨大能源，使得各国都十分重视利用这种能源作为发电的动力。早在 1955 年，就发明了第一台波浪力发电机，以后各国先后提出几百种不同方案的科学设想，并设计了多种波浪力发电实验装

置。1964 年，日本制成了世界上第一个海浪发电装置——航标灯，开创了人类利用海浪发电的新纪元。

利用海浪发电，既不消耗任何燃料和资源，又不产生任何污染，投资少，见效快，因此引起各国的关注，一致认为合理开发利用波浪能具有重大的实用价值。这种不占用任何土地，只要有海浪就能发电的方法，特别适合于那些无法架设电线的沿海小岛以及航标灯，浮标等的电源使用。

目前，利用海浪发电的方法大致有三种。利用海浪的上下运动所产生空气流或水流，使气（水）轮机转动，从而带动发电机发电。利用海浪装置的前后摆动或转动产生空气流或水流，使气（水）轮机转动，从而带动发电机发电。将低压大波浪变为小体积的高压水，然后把水引入高位水池积蓄起来，使它形成一个水头，再来冲动水轮发电机发电。

海浪发电装置按使用安装的位置不同，分为“海洋式波浪发电装置”和“海岸式波浪发电装置”两类。海洋式波浪发电装置最多的是漂浮在海面上的浮标式波浪发电装置，它利用波浪起伏产生的气流冲击涡轮机发电。海岸式波浪发电装置的涡轮发电机组安装在岸上，利用波力压缩空气，以强大的气动力推动涡轮机工作。

据统计，全世界约有近万座小型波浪发电装置在运行，主要用于航标灯、浮标等；也有些国家已开始向中、大型波浪发电装置发展。

1980 年，日本与国际能源机构合作研制了“海明”号波浪发电船，总装机容量 1250 千瓦，年发电能力 180 万度，很大程度上解决了日本众多岛屿居民的能源问题。日本还于 1988 年开始在酒井港建造一座 20 万千瓦的波力发电装置，用海底电缆向陆地供电。英国把波浪发电的研究放在新能源开发的首位，甚至把它称为“第三能源”。90 年代初在苏格兰的艾莱岛上建成一座发电能力为 75 千瓦的海浪发电站。爱丁堡大学正在研制 5 万千瓦的海浪发电装置，而且还将在海岸以外的海面上建造波浪能发电站。挪威于 1984 年 5 月开始建造在拜耳根的两座波力发电站，装机容量分别为 350 和 500 千瓦。后来，又开始建造 1 万千瓦的波浪电站，还于 1988 年与印尼签订协议，在巴厘岛建造 1500 千瓦级波力电站。丹麦、印度、加拿大、澳大利亚等国家均已建成波浪能电站并投入运营。

我国海岸线长达 2 万余公里，蕴藏着大量波浪能动力资源，据估计有 1.5 亿千瓦以上，可开发利用的约为 3000 ~ 4000 万千瓦；如把外海的波浪加在一起，将有 7000 万千瓦。从 70 年代以来，我国也研制成功了一批小型浮标式波力发电实验装置，功率为 1 千瓦的电力。今后将继续开发这种海洋能源。

经过长期观测计算，科学家发现到达水面的太阳辐射能，大约有 60% 透射到一米的水深处，有 18% 可以到达海面以下 10 米深处，少量的太阳辐射能甚至可以透射到水下 100 米的深处。海水温度随水深而变化，一般深海区大致可以分为三层：第一层是从海面到深度约 60 米左右的地方，称为表层，该层海水一方面吸收着太阳的辐射能，一方面受到风浪的影响使海水互相混合，海水温度变化较小，约在 25 ~ 27℃；第二层水深 60 ~ 300 米，海水温度随着深度加深急剧递减，温度变化较大，称为主要变温层；第三层深度在 300 米以下，海水因为受到从极地流来的冷水的影响，温度降低到 4℃左右。表层海水和深层海水之间存在着 20℃以上的温差，是巨大的能量来源。

据测算，全球热带海洋的水温只要下降 1℃，就能释放出 1200 亿千瓦的能量，实际上，海洋的温差能居于海洋里各种能源之首。

海水温差发电装置的结构由两部分组成。一部分是构成发电循环的设备，如蒸发器、冷凝器、汽轮发电机、循环泵和辅助设备等；另一部分是海洋结构物，如海洋结构物主体、冷水取水设备、温水取水设备和电站定位设备等。海水温差发电一般是用氨或氟利昂等低沸点物质作为介质、吸收表层海水的热量而在蒸发器中蒸发成气体，出来推动汽轮发电机。做完功后的气体进入冷凝器，由深层海水冷凝，然后再由循环泵将介质送至蒸发器用表层海水使其蒸发，推动汽轮发电机发电。

从世界各国研究的情况看，海水温差发电在技术上完全可行，主要的问题是费用太大。此外，会受台风等不利自然条件的影响，平台、锚系等方面还有技术问题待解决。

利用海水温差发电，必须选择温差在 20℃ 以上的海域。古巴、巴西、安哥拉、印尼和我国南部沿海等低纬度海域，是利用海水温差发电的理想场所。据估计，仅北纬 20 度至南纬 20 度之间的海域，海水温差能大约可以发电 26 亿千瓦。我国海域可利用的海水温差能达 1.2 亿千瓦。

所谓海流是指大范围的海水朝着一定的方向作有规律的流动的现象，包括水平运动和垂直运动。海流能就是海水的这种运动中蕴藏的动能，估计有 56 亿千瓦之巨。主要集中在大洋的西部边界，在那里有强大的海流系统，如黑潮暖流、北大西洋暖流等。

产生海流的原因主要有两个：一个是方向不变的信风，另一个是海水的温度和盐度的不同；另外，由于来自极地的海水温度很低，使之流向低纬的大洋深处，这也是产生海流的原因。

海水流动会产生巨大的能量。以黑潮暖流为例，其平均流速为 1 米/秒，以宽度 30 公里，深度 300 米计算，平均输出功率达 1000 万千瓦。因此，利用海流发电已引起科学家的兴趣，有些国家正开始进行研究。海流发电是依靠海流的动力使水轮机旋转，然后再变换成高速，带动发电机发电。目前，海流发电站多是浮在海面上的。如一种叫做“花环式”的海流发电站，是用一串螺旋桨组成的，它的两端固定在浮筒上，浮筒里装有发电机。由于海流流速小，故发电能力较小，一般用于灯塔或灯船提供电力。美国设计了一种驳船式海流发电站，其发电能力比花环式发电站大得多。在船舷两侧装着巨大的水轮，在海流推动下不断转动，进而带动发电机发电，其发电能力可达 5 万千瓦。70 年代末期，国外研制了一种设计新颖的伞式海流发电站，这种电站也建在船上。将 50 个降落伞串在一根绳子上来积聚海流能量，转动的伞带动船上的轮子，连接着轮子的发电机就跟着转动而发出电。对于这种装置，美国能源部作了一个估计，如在佛罗里达海湾的海流中放置这种电站，其发电能力可达 1000 万千瓦。日本的一个研究小组还在研究使海流通过磁场而发电的新技术，研究人员设想把一种超导磁体放入黑潮海流中来获得电力。

盐差能是以化学能形态出现的一种海洋能。在江河入海口，海水和淡水混合使含盐浓度较高的海水以较大的渗透压力向淡水扩散，而淡水也在向海水扩散，不过渗透压力较小，这种渗透压力差所产生的能量应是海水盐差能。据估计，世界各河口区的盐差能约有 3000 亿千瓦，可能利用的大约有 26 亿千瓦。

如何利用如此丰富的海水盐差能呢？人们设想了利用化学中浓差电池的原理，以电化学的方法把盐差能转换成电能。另外，还有一种方法是利用海水和淡水之间的盐度差产生的渗透压力直接推动水轮发电机发电。不过这些

方法还处于实验研究阶段，没有一个国家取得成熟的技术。

总之。从宏观上看，海洋能是一种富饶而诱人的新型能源，在现代高新技术的不断进步推动下，海洋能的开发利用必将出现一个崭新的局面。为了迎接 21 世纪的到来，一些有识之士都在积极准备，努力发展海洋能源新技术，在解决常规能源危机中，使海洋作出更大的贡献，造福于人类的子孙后代。

其他新能源

地热能

地球内部蕴藏着巨大的能量。人们把来自地球内部的热能叫做地热能。地球通过火山爆发和温泉等途径，将它内部的内能源源不断地输送到地面。目前，除温泉外，人们对地热能的大规模开发利用还处于初始阶段，所以说地热还属于一种新能源。

从地表向地球内部深入，温度逐渐上升。地壳的平均温升为 $20 \sim 30$ / 千米，大陆地壳底部的温度为 $500 \sim 1000$ ，地球中心的温度约 6000 。据估算，在 10 千米的地壳外层内的储热量为 12.6×10^{26} 焦耳，相当于世界上煤炭的经济可开采储量所含热量的 7 万多倍。可见，地热能是相当巨大的。

根据地下热能储存的不同形式，地热能可分为水热资源（包括地热蒸汽和地热水）、地压资源、干热岩和熔岩四类。地热水指以水为主的对流水热系统，包括热水和湿蒸汽，这类地热能世界上分布较广。蒸汽型地热能指以过热蒸汽为主的对流水热系统，含有少量气体或水。地压资源指在高压下由深层提取可溶性甲烷。干热岩指地下广泛存在的没有水或含有少量蒸汽的热岩石。熔岩型地热能就是岩浆，其温度高达 $650 \sim 1200$ 。开采时需要在火山地区打几千米深的钻孔，目前尚没有利用。

地热发电的原理与火力发电大致相同。由于地热发电不消耗燃料，因而不需要庞大的燃料运输、存储设备，设备系统远比火力发电简单；地热发电后排出的热水只是降低一些温度，仍然可以用于取暖、洗浴、医疗、化工等；地热电站不会排出污染环境的烟气和灰土。这些是地热发电的突出优点。然而，地热电站的分布、规模和发电成本受地质条件的影响很大，为了广泛地利用地热资源，地热发电正从蒸汽型向热水型发展。此外，利用干热岩发电也已进入实际应用阶段。

对于地热能的开发利用，如果从 1904 年意大利建成世界上第一座地热发电站算起，已 90 多年的历史了。但是，只有近二三十年来地热能的开发利用才逐渐引起世界各国的普遍注意和重视。

据统计，目前世界上已有 120 多个国家和地区发现和打出地热泉与地热井 7600 多处。地热能的利用，当前主要有采暖、发电、育种、温室、栽培、洗浴等方面。70 年代初估计全世界可作为发电用的地热能约有 6000 万千瓦，主要分布在意大利、美国、新西兰、墨西哥、冰岛和前苏联等国家。由于钻井技术的不断进步，深层地热的开发将成为现实，地热发电容量将远超过此数。目前，许多国家都建成了不同规模的地热电站，总计约有 150 座左右，装机总容量超过 600 万千瓦。

我国具有丰富的地热资源，已发现的地热点有 2500 多处，天然地面热泉就有 2000 处以上。地热利用在我国具有广阔的前景。地热发电装机总容量已

约有 1 万千瓦。目前最大的是西藏的羊八井湿蒸气地热电站，地热井口温度平均为 140℃，第一期工程装机容量 1000 千瓦于 1979 年 9 月建成投产，以后又有 4 台 3000 千瓦机组陆续投入运行。我国地热能的开发利用还处于初级阶段，估计到 2000 年，地热的利用将相当于 6000 万吨标准煤，地热发电机组容量将发展到万千瓦级的水平。干热岩和地压地热资源的基础研究工作即将列入科技规划。

风 能

风能是太阳能的一种转换形式，地球接受到的太阳辐射能约有 2% 转化为风能。据估计，全球的风能总量有 2.74 万亿千瓦，其中可利用的约为 200 亿千瓦。这是一个巨大的潜在能源宝库，是一种取之不尽，尚未得到大力开发利用的新能源。

人类利用风能的历史悠久，中国、埃及和荷兰是世界上最早普遍利用风能的国家。19 世纪末，人们开始研究风能发电。1891 年，丹麦建造了世界上第一座试验性的风能发电站。到了 20 世纪初，一些欧洲国家如荷兰、法国等，纷纷开展风能发电的研究。二战期间，开始使用小型螺旋桨式风能发电。70 年代中期以来，由于能源供应紧张，加之石油、煤炭对环境的污染日益严重，所以很多国家对风能发电的研究重视起来，而且近年来还广泛开展了风能在海水淡化、航运、提水、供暖、制冷等方面的研究，使风能的利用范围得到了进一步扩大。

目前，世界各国对风能的利用，主要是以风能作动力和发电两种形式。以风能作动力就是利用风轮来直接带动各种机械系统的装置。如带动水泵提水。风力提水装置结构简单，易于维护、操纵。目前在世界各国运行的风能利用机械约有 50% 以上用于风力提水。澳大利亚的许多牧场，都设有风力提水机。很多风力资源丰富的国家，还利用风力发动机铡草、磨面和加工饲料等。

风力发电的原理比较简单，是利用风轮带动发电机来发电的。根据风轮机的布置形式，风力机可分为水平轴式和立轴式两类。水平轴风力机的旋转轴与迎面的风流平行。如荷兰风车就是早期使用的这种机型。桨叶式风力机是目前普遍使用的一种。垂直轴（立轴）风力机的旋转轴垂直于地面，它不需要像水平轴风力机那样随风向改变转子的方向，设计、制造、安装、运行都比水平风力机简单和方便，很有发展前途。

风能由于能量密度小，风速和风向不停变化等原因，风力发电机的单机容量均较小，大多数是几十至几百千瓦。大型的风力发电站是在一个风场设置几十台或几百台 10 ~ 100 千瓦级的风力发电机组成的风力发电机群，也称风力田。其优点是技术较成熟，建设周期短，经济效益较好。美国最具商业价值的是加利福尼亚州的三大风力田，1989 年装有风力发电机 17000 余台，装机容量达 150 万千瓦。英国在北海沿岸建立了 20 个风力田，共装 50 千瓦风力发电机 512 台，计划增至 2200 台，预计到 2000 年装机容量达 100 万千瓦。荷兰、意大利、德国等也都建立了自己的风力田。此外，澳大利亚、丹麦、美国等分散的农场和住户合用中小型风力发电站提供电源，发展也很迅速。

我国地域辽阔，蕴藏着非常丰富的风能资源。据计算，全国风能资源总

量约每年 16 亿千瓦，其中可开发约为每年 1.6 亿千瓦。我国东南沿海岛屿以及西北牧区、西南山区严重缺电，但风能资源较大，有着发展风力发电的优良条件。因此，在我国因地制宜地开发利用风能，不仅可以扩大能源，而且有助于解决边远地区用电需要，有着现实的重要意义。

生物质能

生物质能是指太阳能通过光合作用以生物的形态储存的能量，也即绿色植物所固定的太阳能。据估计，全球陆地绿色植物固定的太阳能，约占到达地表太阳能的 4%~5%，为 400 亿千瓦；而水下植物所利用的太阳能，比陆地植物要多若干倍。全球生物每年产生的总能量是当今世界每年能源消耗量的 10~20 倍。当然，并不是所有的生物质都作为能源资源利用，目前真正利用的只是其中很小一部分，包括林产品下脚料、薪柴、农作物秸秆和皮壳、水生作物以及作为沼气资源的人畜粪便和城市生活、生产过程的一些废弃物等。

目前生物质能资源通常作为农村生活用能源，在农村家庭炉灶中直接燃用。这方面存在着两个问题：一是可作为能源的生物质能资源未能充分利用；二是利用率极低，一般家用炉灶的热效率均低于 20%。大量的能源资源未能有效利用。因此，积极开发研制实用高效的生物质能转化、利用装置，是提高生物质能利用率的必然途径。

现在使用的转化技术主要是生物质厌氧消化生产沼气；生物质发酵制取酒精；生物质热分解气化等。

生物质能转换成沼气是利用各种有机物在一定温度、湿度、酸碱度和隔绝空气的条件下，经过微生物发酵分解作用，产生一种可燃混合气体，其主要成分为甲烷和二氧化碳。由于这种气体最先在沼泽中发现，故称为沼气。

沼气的成分随发酵原料的配比、成分、发酵温度等因素而变化。其一般组成及含量为甲烷 50%~70%、氢 0.5%~2%、二氧化碳 25%~40%、一氧化碳 0.5%~1%，此外，还含有少量氮气、氧气、氨及硫化氢等。沼气发酵的原料极为丰富，包括农作物秸秆、人畜粪便、树叶杂草、水生生物质、城镇生活垃圾、污水，及屠宰场、造纸厂、糖厂、酒厂、食品厂、酿造厂、皮革厂等工厂排放的废水、废物等。

沼气是一种高热值燃气，具有较高的使用价值。作为生活用燃气，沼气是一种理想的农村家庭燃料，不仅方便、干净，还可节约大量生产原料。同时，它还可用作机械的动力能源和工业生产上的化工原料。大力发展沼气、对于我国广大农村的现代化建设有着十分重要的作用和现实意义。

生物质转化为酒精是将生物质转化为液体燃料——酒精。是研究历史较长、应用范围较广且最受人们关注的生物质能量转换应用技术，在能源的开发与利用方面极有前途。

生物质生产酒精的工艺主要有两类，一类为热解法，另一类为水解法或发酵法。热解法的基本原理、工艺系统及操作运行条件等都与石油精炼的催化裂化过程相似，目前应用不多。水解法的关键工艺之一是将大分子的纤维素转化为酵母可以利用的小分子葡萄糖。根据将纤维素降解为葡萄糖的方法又可分为酸法水解和酶法水解。目前酸法水解应用较多，且工艺已比较成熟。

目前，国外在应用技术的开发研究和生物质生产酒精的产量及利用方面

都已达到较高水平。美国、巴西、法国、日本、新西兰、菲律宾等国都投入技术力量对木材、甘蔗、玉米、稻草、高粱杆及城市垃圾等生产酒精的技术进行了广泛的研究，并取得了显著成果。其中，巴西是发展燃料酒精工业最快的国家。1981 年，巴西生产酒精 12 亿加仑，绝大部分用于汽车燃料，约占该国汽车燃料的 50%。

其他转化技术

干馏煤气：将生物质在隔绝空气的条件下加热使其分解并析出气态物质的过程称为干馏。最终产物是干馏煤气、半焦和焦油。干馏煤气的主要成分是一氧化碳、二氧化碳、甲烷、氢、氮和乙炔等，为高热值气体，可作为商品燃气广泛用于日常生活及工业生产。

酯化燃料：对各种植物油进行酯化处理，改变其化学组成和结构，以改善其燃烧特性。乌桕油、桐子油、桉树油等野生植物都可以作为酯化燃料的原料。这种工艺尚处于实验阶段。

固体燃料：将生物质粉碎成一定细度后在一定的压力、温度和湿度条件下挤压成型，增加了比重和热值。用作化工原料，工业或家庭燃料等。

氢能

在众多的新能源中，氢能将会成为 21 世纪最理想的能源。这是因为，氢气重量轻，热值高，储运方便，不污染环境，更重要的是氢的分布很广，主要存在于水中，而燃烧后唯一的产物也是水。如果能用合适的方法从水中制取氢，那么，氢将是一种取之不尽，用之不竭的能源。

氢属二次能源，提取时要消耗能量。因此，要大量利用氢能源，就要求有先进的耗能低、成本低、能大量生产氢的方法。现在世界上氢的年产量约为 3600 万吨，其中绝大部分是从石油、煤炭和天然气制取的，这就得消耗本来就很紧张的矿物燃料；而 4% 的氢是用电解水的方法制取的，但耗电太多，很不合算。所以现有的制氢方法只能维持目前航天、电子、冶金、炼油、化工等少数方面的需要。为使氢能得到更为广泛的应用，人们正在积极研究新的制氢方法。

太阳能制氢：这是本世纪 70 年代发展起来的方法，个体实施技术有多种。如利用太阳热能、直接热分解或热化学水解水制氢，太阳能电解水制氢，太阳能光化学分解水制氢，太阳能光电化学电池分解水制氢等。但这些方法制氢，均需以低成本、大规模使用太阳能为前提。在目前太阳能利用技术还不是很普遍的条件下，用它来制氢还存在很多困难。另外，太阳能制氢还涉及催化剂的使用、电极材料的选择等问题。

生物学制氢：人们利用在光合作用下可以释放氢的微生物，通过氢化酶诱发电子，把水里的氢离子结合起来，生成氢气。另外，许多低等生物在新陈代谢的过程中也可放出氢气。美国、日本、前苏联等国家都已取得了一些研究成果。

原子能制氢：利用核反应堆中的放射性能量分解水来制造氢气或者建造电解水制氢的专用核电站。

另外还有许多种制氢技术，绝大部分仍处于理论研究和实验室阶段，距

离大规模工业实用化，还有相当大的距离。开发氢能还存在一个难题，这就是氢气的贮存。目前，氢的储运主要采取：一是气态储存和运输；二是高压低温的液态罐装储运；三是用金属或合金材料的氢化物贮氢。

虽然，氢的制取和储存方面都还存在较大的难题，然而，由于氢能的特殊优点，在航天、航空、汽车等领域利用，显示出它的独特优势，并为今后的大规模使用展示了广阔前景。

首先，在航天方面，氢可谓是最理想的航天动力燃料。氢质量轻而能量密度很高。既可满足航天飞机、运载火箭的基本燃料需求，又减轻燃料自重，增加有效载荷。1960年，液氢首次成为太空火箭燃料，70年代美国发射的“阿波罗”登月飞船使用的起飞燃料也是液态氢。目前氢几乎已成为所有航天飞行器的主要动力燃料。

氢作为气体燃料，在汽车应用方面成效显著。1976年5月，美国研制出一种以氢气作燃料的汽车。之后，日本、德国、英国等国均已研制成功以氢为动力的汽车。用氢作汽车的燃料，不仅干净、在低温下容易起动，而且对发动机腐蚀作用小，可延长发动机的使用寿命，简化现有汽车构造。

另外，使用氢、氧燃料电池还可以把氢能直接转化成电能，使氢能的利用更为方便。目前，这种燃料电池已在宇宙飞船和潜水艇上得到应用。能源危机与出路能源问题，至少应该包括以下两个方面：一是因能源（主要是常规能源）短缺而形成的能源供应问题；二是因大量使用化石燃料而引发的环境问题。本世纪70年代爆发的世界性石油危机使人们开始认识到世界能源供应的问题；而从50年代以来持续困扰人类社会发展的环境问题，使人们开始认识到现行能源结构与环境破坏之间的内在联系。要真正解决能源问题，除了想方设法解决能源供应问题之外，还必须同时注意环境的保护。这两者都是人类社会在保持持续发展中必须同时关注的问题。

能源危机与出路

能源问题，至少应该包括以下两个方面：一是因能源（主要是常规能源）短缺而形成的能源供应问题；二是因大量使用化石燃料而引发的环境问题。本世纪70年代爆发的世界性石油危机使人们开始认识到世界能源供应的问题；而从50年代以来持续困扰人类社会发展的环境问题，使人们开始认识到现行能源结构与环境破坏之间的内在联系。要真正解决能源问题，除了想方设法解决能源供应问题之外，还必须同时注意环境的保护。这两者都是人类社会在保持持续发展中必须同时关注的问题。

能源结构与危机

人类使用能源有着悠久的历史，有过多次变革。自18世纪以来，能源结构就发生了三次大的变革。

第一次能源结构的大变革，是在18世纪资本主义产业革命后发生的。产业革命以蒸汽机的发明和纺织机的推广应用为标志，导致世界第一次技术革命，使世界生产力得到飞速的发展，同时也改变了以薪柴为主的传统的能源结构。煤炭这种不可再生的初级能源成为工业的主要能源。煤炭在能源结构中所占比重逐步上升：19世纪70年代为24%，到20世纪初就急剧地猛增到

45%。因此，这个时期被称为“煤炭时期”。这期间，煤炭被大量开采和使用，促进了资本主义社会工业的高速发展。出现了机器和大工业生产。同时，以煤烟型污染为主的环境问题开始逐渐显现。

第二次能源结构大变革是在 20 世纪初开始的。19 世纪末期发展起来的电力、钢铁工业和铁路技术，迅速风靡欧洲和美国，同时带动了汽车和内燃机技术的推广发展，煤炭作为主要能源已越来越不适应需要，而开始用石油逐渐取代煤炭的地位。石油迅速登上了能源舞台，并得到了急速发展。特别是二战以后，全球石油消费急剧上升，在世界能源结构中，到 1965 年时，石油已成为主要能源，70 年代逐步上升到约占总能源的 50% 左右。这就是被称为世界能源的“石油时期”。石油的大量使用，不仅使石油工业迅速发展，同时带动了科学技术的飞快进步。新技术革命促成了一大批高技术群体的涌现，引发了以石油为主要能源的石油争夺战，并日益激烈复杂。应该肯定，石油和天然气的使用创造了人类历史上空前灿烂的物质文明。然而，环境污染问题同时也越来越严重，成为制约人类社会发展的反作用力。

第三次能源结构大变革是从 20 世纪 70 年代开始的。自 1973 年开始，国际上接连出现两次石油大危机，这使世人认识到，石油是一种蕴藏量极其有限的宝贵能源，必须一方面设法提高利用率，尽量节省这种能源；另一方面也必须采用新的方法寻求新替代能源。在其他相关高技术群体（例如微电子技术、计算机技术、遥感遥测技术、新材料技术、核技术、航天技术等）的支持下，开始了新型能源开发应用的新时期。能源结构逐步过渡到开发应用太阳能、原子能、地热能和潮汐能等多种综合新能源结构上来。目前的能源结构类型，还是处于能源替代的过渡时期，能源结构由较单一的石油、煤炭等不可再生能源为主向可再生新型能源与常规能源并存的多样化结构过渡。

当代已被人类广泛利用，在生产和生活中起着重要作用的能源，主要有五类，即煤炭、石油、天然气、水和核裂变能等。目前世界能源消耗几乎全靠这五大能源来供应。电力只是上述这些能源转化生出来的“二次能源”。

随着现代工业、农业和国家科技事业的快速发展，各国对能源的消耗量显著增加，年增长率达 5%~6%。就是说 10 多年就要翻一番。近 100 年内，世界动力消耗的燃料增加了 20 倍，尤其近 30 年来，消耗指数直线上升。60 年代初，全球能源消耗量每年平均约为 40 亿吨煤当量；70 年代初已达 80 亿吨。进入 80 年代后，消耗量增长更为迅速，1980 年至 1989 年间增长了 17.8%，达到 103.3 亿吨煤当量。预计到 21 世纪初世界能源需求量将达 200 亿吨。那时，全世界的能源消耗量将比现在增长 2~3 倍。加之世界的能源资源分布极不平衡，必然导致能源危机的不断发生。

世界能源的消耗结构在近 20 年中发生了很大变化。虽然，目前各种新型能源在不断开发利用，但在五大能源中，主要依靠石油、天然气和煤三大能源，其他能源消耗比重还很低，不足以根本改变原有的以石油、天然气消耗为主体的结构类型。据统计，从第二次世界大战结束以来的 50 余年中，引起国际石油市场重大变动的事件就近 10 次，平均每 5~6 年发生一次。从 1973 年发生第一次石油价格危机到 1989 年间，煤炭消耗量由 28.3% 上升到 31.1%；天然气由 18.1% 上升到 23.1%；水力由 5.4% 上升到 6.4%；而核能由 0.6% 上升到 2.3%；唯有石油有所下降，由 47.4% 降至 37%。由此可见，石油、天然气占世界能源消耗总量的 60% 左右，煤占 30% 左右，其他约占 10% 左右。

据国际能源资料统计和专家们预言，在五大能源中，适合于经济开采的石油和天然气资源只能再开采 30 年，最多 50 年内将耗尽。另据一些地质学的推测，全球石油资源总数的一半蕴藏在海底及地壳之下尚未发现。近年来专家估计海底石油储量约在 2500 亿吨以上，但按目前的消耗量计算，即使都开采出来，也仅够人类使用 270 年。煤炭是两千多年来的传统能源，它是由陆上森林掩埋在地下经长期变化而成的。因此，它的储量基本上不会增加，只会减少，煤炭同石油、天然气相比，虽储量大，消耗少，但总储量也仅够开采 300 年。铀矿资源已探明量和附加储量将在 2030 年以前开采完，即使包括推测储量在内，在大力发展核能的情况下，到 2060 年前全部铀矿资源也将用完。水力是较为理想的自然资源，但是，在工业国家，通过传统工艺发掘的水资源已开发了 3/4 左右，而利用水力发电建站投资大、周期长，且受地理条件限制。因此，能源危机即在眼前了。

正当人类加速扩大能源需求的同时，能源的可供应量和持续时间即日显危机，一场全面的能源危机摆在了人们面前。能源，已成为制约一个国家经济、科技、军事发展的制约产业，往往严重阻滞其他行业的发展，它迫使人们必须尽早采取紧急措施，在节约能源消耗的同时，积极开发新能源，以使人类渡过目前面临的能源危机。

能源与环境

现行能源体系严重威胁着生态环境。由于 20 世纪以来，世界能源结构主要是以燃烧化石燃料为主，其排放的大量有害物质，使大气环境受到严重污染，并危害着人类自身的身体健康。

据地球大气物理专家们测定，近几十年来，地球大气的化学成分已有很大的变化：空气中的二氧化碳（CO₂）成分增加了 25%，氮氧化物（NO_x）提高了 19%，甲烷 CCH₄ 增加了 100%。由于工业生产大量使用氯氟烃（CFC₃）合成化学制品或制冷，使大气中饱含这种成分，不仅破坏了臭氧层，而且是促使大气变暖的因素。据专家分析表明，由于温室气体在大气中含量快速增长，地球变暖的速度比上个世纪要快 10~50 倍。1988 年全球平均气温是近百年来最热的一年。

全球气候变暖和酸雨剧增，都与能源的利用相关，尤其是大量燃烧化石燃料，影响更甚。目前，世界能源的消费，主要是依靠石油、煤炭和天然气等化石燃料，约占总消耗量的 75%。而燃烧化石燃料必将造成大气中二氧化碳等温室气体含量不断增加，而且每年以 3% 的速度增长着。根据国际气象权威机构预测，到 2030 年时，大气中二氧化碳的含量将增加一倍，从而使地球的平均表面气温升高 1.5~4.5℃。若果真如此，人类社会将面临很多灾难。

扭转全球气温上升这一趋势，使世界逐步摆脱对化石燃料的巨大依赖，既是摆脱常规能源危机的重要步骤，又是稳定全球气温、改善生态环境的重要措施。

臭氧层的破坏与保护也是一个与能源有关的问题

1984 年，英国科学界首次向外发布在南极上空发现臭氧空洞的新闻。

1985 年，美国的气象卫星也观测到了这个“天洞”。之后，全世界的科学家们一直关注着臭氧层的变化情况。各个国家有关臭氧空洞的报道频频出现在新闻媒介上。现在，除了南极上空存在臭氧空洞外，北极和地中海上空也都形成了新的臭氧空洞。臭氧空洞的存在，说明了人类生存的地球上已发生了突然增强的大气变化，并将对人类生存产生深远的影响。

在距地表 10~50 公里高空的平流层存在一层薄薄的臭氧层，其浓度较低，最高浓度也不过 10ppm（百万分之 10）。它的数量虽然不多，但对陆地和海洋生物的作用都很大。在太阳辐射中，存在大量对人类和地球上动、植物有危害的紫外线。而臭氧刚好能吸收它。由于臭氧层的存在，它几乎吸收了来自太阳的紫外线总量的 99%。这层薄薄的臭氧层形成了一道保护性的自然屏障，科学家们称之为“人类的核保护伞”。

臭氧层的变化对地球生物物质的影响是十分深远的。臭氧的减少必将导致紫外线辐射的增强，这将对人体抗病能力产生抵消作用，从而诱发多种疾病。医学专家认为，大气层中的臭氧每减少 1%，辐射到地表的紫外线就会增加 2%，这将造成基础细胞癌变率增加 4%；白内障患者增加 0.2%~0.6%；皮肤癌发病率增加 4% 左右。臭氧减少，对陆生植物，特别是对农作物产生的有害影响，将使农业大幅度减产。如水稻、大豆等农作物在超剂量紫外线辐射后，将会明显减产，最大减产幅度可达 25%。紫外线还对水里的动、植物造成严重损害，超剂量的紫外线还可改变淡水和海洋浮游生物的种群组成、海洋生物的食物链构成，从而引起生态群落结构发生演变，甚至可能造成生物灭绝等等。

关于造成臭氧层破坏的原因，在国际上说法不一。但较一致认为氯氟烃、溴化烃和氮氧化物等是破坏臭氧的主要物质，其中以氯氟烃类物质的破坏性最大。氯氟烃类物质主要用于制造制冷剂、发泡剂、洗净剂和推动剂等，广泛应用于工业生产和家庭生活。氮氧化物主要来自燃料燃烧以及农用化肥。这些物质进入大气经过化学反应消耗臭氧，从而引起臭氧减少，臭氧空洞的出现。另外，核试验也是影响臭氧层的因素。

要保护臭氧层，目前的有效方法就是要限制和减少以上有害物质的排放。1987 年在加拿大蒙特利尔召开了有关保护臭氧层的国际会议，会议签订的《蒙特利尔议定书》明文规定限制氯氟烃类物质的生产量和消耗量。现在已有多个国家生产不含氟里昂的冰箱，我国称之为“绿色冰箱”。此外，改变能源结构以减少氮氧化物的排放；控制使用化肥；禁止核试验等均是保护臭氧层免遭进一步破坏的有效措施。

酸雨通常是指 pH 值小于 5.6 的酸性降水，其中致酸的主要物质是二氧化硫和氮氧化物。它们进入大气后，在水凝结过程中溶解于水形成硫酸和硝酸，进而随同雨雪降落地面形成酸雨。

酸雨在 20 世纪 30 年代始发于北欧，目前已发展到整个欧洲；北美地区也大量出现酸雨，东南亚、南亚地区亦先后出现了严重的酸雨问题。近些年来，我国的酸雨污染日益严重，特别是西南地区尤为严重。

酸雨的发生与二氧化硫和氮氧化物的大量排放有直接关系。在没有新型能源代替之前，目前还只能继续燃烧大量含碳化石燃料，这样就要继续排放这些有害物质。当前，欧洲每年排放硫 3000 万吨、氮 600 万吨，而且今后 20 年内将增加 20%~30%。发展中国家由于工业发展，常规能源使用量持续上升。有害物质排放量将继续大幅度增长，从而必将导致酸雨问题日趋严重。

酸雨的发生，给人类生存带来严重危害。一是破坏陆地生态平衡，造成森林大面积死亡。意大利北部地区已有 9000 公顷森林因酸雨而死亡；瑞典也有 25% 的树木死亡，14% 正在危急之中；酸雨已使欧洲数百种树木绝种；酸雨还会造成大片农作物减产，甚至完全绝收。二是污染水体，严重影响水生物、植物的生长。瑞典 9 万多个湖泊中，有 2 万多个受酸雨损害，其中 4 万个鱼类已经绝迹；挪威南部 80% 的湖泊、溪水受害，1 万 3 千多平方公里的湖面鱼类绝迹。三是造成土壤肥力下降，植物枯死。酸雨使土壤中的营养元素如钙、钾等酸化淋失，破坏土壤微生物生活环境，严重影响农作物和其他植物的生长。四是酸雨腐蚀金属、油漆、皮革、纺织品和含碳酸钙的建筑材料，造成大量房屋、桥梁、铁路、输电线路、城市雕塑以及室外文物的损坏。

酸雨问题已成为涉及全球的环境问题。在目前的技术和经济条件下，主要可通过以下措施来扼制或减轻酸雨的危害：一是限制和减少二氧化硫和氮氧化物的排放量；二是改进燃料燃烧技术，对污染源进行消酸和脱硫处理；三是加强环境绿化，大量种植耐酸的抗污染树种，用以吸收和消除大气中的二氧化硫和氮氧化物；四是积极开发低污染或无污染的新能源，逐步改变能源结构，可以说这是最重要、最彻底的治理措施。

全球变暖，亦是能源利用方面所造成的后果之一

科学家们通过分析近几百年来气候变化史发现，全球气温正在逐步升高，特别是近一百年来，全球变暖的趋势更为明显。19 世纪末，全球平均气温为 14.5℃，目前已达 15℃。若按目前趋势发展，到 2040 年，地球平均温度可能上升到 17~18℃，到 21 世纪末将达 22~23℃。地球变暖将给人类带来灾难性的危机。

关于全球变暖的原因，众说纷纭。但与能源的大量利用有关的原因至少可归为两个方面。

一是大气中二氧化碳等温室气体含量不断增加。而二氧化碳浓度的增加主要是大量燃烧煤炭、石油等含碳化石燃料造成的。1750 年，大气中二氧化碳的浓度 280ppm，1958 年已上升到 315ppm，1984 年已达 343ppm，1990 年达 360ppm，按此速度增加，到 2040 年，大气中二氧化碳浓度可比目前增加 50%~60%，预计到 21 世纪末，其浓度将达 600ppm，比 1750 年多 2 倍多。与此同时，能源消耗大幅度增加。1950 年时，全球消费燃料折合标准煤为 26.6 亿吨，到 1978 年就上升到 93 亿吨，1989 年达 114.47 亿吨，平均每年增加 2%，预计到 21 世纪即可达 200 亿吨。

二是人为热量的排放。目前，能源的利用率较低，平均只有 30%~40%，大量的能源燃烧后产生的热量以各种方式排放到环境中，使环境温度升高。

全球气温的升高，会给全人类的生存和发展带来难以估量的灾难，其危害主要表现在以下几个方面：一是海平面会大幅度上升。全球气温上升，以致使世界沿海平原上的城市和农田被水淹没。如果全球气温升高 25℃，海平面将比现在高 5~7 米，那么将会有相当一大批国家被海水吞没。海面上升还会加剧风暴、海潮及洪水的威胁，也会导致沿海地区土壤盐碱化。二是全球农业生产将产生重大变化。全球变暖使地表温度发生变化，已经适于粮食作物的地域，由于土壤、温度、湿度的变化而可能消失。农作物结构将发生重大改变。地球上的一些地方（如北美洲）将会因气温升高变得干旱。这些变

化，必将影响农业生产，使粮食大幅度减产。三是全球气温将发生冷暖不均，全球变暖，将直接影响气候变化的因子发生重要变化，雨、雪、风、云、海洋流等将改变原有规律。其结果将会使全球冬季变短，气温升高，夏季变长，湿度减小，沿海地区更潮湿，而大陆内地会更加干燥。很明显，这将使人类生活环境变得更加恶劣。

全球变暖是十分有害的自然变化现象，最终可能使地球完全毁掉。在现阶段，要阻止或延缓这种现象的发生，最重要的是变更能源结构，极力减少使用有污染的化石燃料；其次改进燃烧技术，提高能源利用率，努力减少热量的排放。

能源开发利用带来的其他环境问题也很多。

如煤炭的开采造成的环境污染。开采煤炭会造成地表沉陷，破坏地面的工程设施，大量占用和破坏耕地，影响生态平衡。采煤和煤炭洗选过程中均要产生大量废水，它们污染地表水和地下水，淤塞河道，影响农田生产。在矿井生产系统和选煤厂破碎、筛选、转载及储运过程中，还产生大量的煤尘。这些煤尘不仅影响矿工及周围居民的身体健康，污染大气，而且也损失燃料。

再如石油污染。目前石油污染最主要表现在对海水的污染。每年直接或间接进入海洋中的石油和石油产品总量约达 1 亿吨，占世界石油产量的 3%。海洋所受到的严重石油污染，阻碍海水的正常蒸发，影响气候，危及海水中的水生物，也会污染海滩。

开发水利资源对环境生态也会产生影响

水力是一种比较清洁的能源，但是在开发水力资源时也有一些环境问题。近几十年来，世界各国的水电工程规模不断扩大，由此带来的对环境生态的影响也越来越明显，这种影响往往相当复杂，既有对人类有害的影响，也或多或少地有对人类有益的影响。其中有害的影响包括由于工程建设而造成的水质污染，森林植被毁坏以及工程建成后对江河入海口生态环境的影响、对人体健康的影响等等。有益的影响诸如调节库区温差、有利于发展渔业及为一些陆生植物提供有利生长条件等。

节流与开源

面对传统的常规能源危机日益逼近，天然资源条件更加恶化，深受天然资源限制的能源将会枯竭衰退。与此同时，随着科学技术的进步，社会经济的发展。对能源的需求不断扩大，供需矛盾迅速趋向激烈而尖锐。加之常规能源的大量消费对全球环境的严重危害愈发加深。在这种种矛盾的形势下，必将迫使这个对人类发展至关重要的自然动力领域发生一场新的“能源革命”，使能源的供需构成发生彻底的变革，以适应跨世纪的社会经济发展，得以沿着健康道路迈着巨大的步伐继续前进。

节约使用能源、提高能源危机的根本途径，除了“开源”，“节流”亦是同等重要的一个方面。美国能源专家 D·约金在他的《能源未来》一书中讲到“有一种能源不产生放射性废料，也不涉及石油美元问题，而且没有什么污染。这种能源还能提供普通能源所不能提供的能量。然而，不幸的是，它并没有受到应有的重视”。目前，节约能源成为世界各国关心和研究的重

大课题，甚至有人把节能称为世界的“第五大能源”，与煤、油气、水能、核能并列。我国亦在 1997 年的《中国的能源改革》中提出“能源开发与节约能源并重，把节约放在优先地位”的重要方针。节约能源做出成效，不仅可以缓解当前能源紧张的局面，而且可以促进国民经济的技术改变和设备的更新换代，改变不合理的产业结构和产品结构，提高能源管理水平，带动国民经济各部门不断向前发展。节能的过程，实质上就是一个生产和生活逐步现代化的过程。

节能虽以能源开发为前提，但它与开发相比有许多优点：它不需要从自然界去开发能源，是一种保护资源的“开发”；它不需要大规模的场地与设施的建设，是一种节省投资的“开发”；它不会产生和增加污染，是一种“绿色能源”；另外，节能还有周期短，参与面广等特点。

提高能源效率是解决能源问题的首要途径，而要提高效率，就必须在技术攻关上找出路。随着能源需求的增加，能源价格不断上涨，以及人类的环境意识不断增强，迫使许多国家都把励行节能、提高能源效率作为解决能源危机的重要手段，并作为政府的一项能源发展的基本政策之一。一些国家在能源投资中都把节能和提高能源效率摆在优先位置，予以投资相助，并已取得明显效果。

1990 年，欧洲环境署发表了一篇研究报告指出，工业发达国家在能源投资中把提高能源效率摆在首位，就可使欧洲所需能源减少 30%，而不会对经济发生影响。世界展望学会的丹尼斯·海斯也认为，从长远来看，美国在不影响生活水平的前提下，节约 50% 的能源是可能的。日本学者认为，到 2000 年时，日本可以节省能源 24.5%。“世界资源研究所”和“国际环境与发展研究所”联合发表一份报告说，每生产 1 美元的国民生产总值，法国耗费的能源最少，为 87194 焦耳；中国最多，达 433944 焦耳。许多专家还指出，节能和提高能源效率也是解决全球变暖和其他环境问题的最好途径。“世界观察研究所”的研究也表明，若全世界的能源效率每年能提高 3%，到 2010 年时世界燃烧化石燃料的碳排放量为 60 亿吨，可以保持与当前大体相同的水平，并预言在今后 20 年内，没有任何一种方法能像提高能源利用率那样大幅度减少二氧化碳的排放量。

据专家预测，从 70 年代世界第一次石油危机以来，近 20 年中，“经济合作与发展组织”成员国把能源效率提高了 25%，就相当于每年减少价值 2500 亿美元的能源消耗。同期，美国的经济增长了 40% 以上，而能源总消耗量只增加了 5%，相当于每年节约能源费用 1600 亿美元。欧共体国家在 1980～1989 年间国民生产总值增长了 21.6%，而能源的总消费量只增加了 5%，这也是由于采取了一系列节能措施和采用能源新技术的结果，从而节约了大量能源费用。

经过近 20 年的节能效果显著、渡过能源危机有望的实践，各国都尝到了提高能源利用率的甜头，许多国家都在能源发展战略中把提高能源利用率列为重要项目，期望获得好成绩。欧共体国家 1990 年提出“节能 5 年计划”，中心是要提高欧共体国家能源利用率。该项计划目标是使欧共体国家减少能源消费 12%，同时将二氧化碳的排放量减少 15%。法国于 1990 年初也提出了“节能 10 年计划”，要求到 2000 年的 10 年中节约 2600～3400 万吨石油当量的能源消费。前苏联政府在 1990 年时也计划要把节能问题列为 90 年代能源政策的最优先位置，通过节能要使其能源消费总量减少 30%。日本政府

在推动节能工作上一直处于领先地位，采取许多措施，开发许多节能新技术，并取得较好成果。近年来，日本政府多次召集有关部门负责人会议，商讨节能对策，把节能作为国家能源政策的重要项目之一。

开展技术攻关，减少能耗，要首先抓住耗能大户，采取重点突破。工业发达国家中重工业部门消耗的能源占全国能源总消耗量的 40%以上，对这些部门采取加速推广各种节能新工艺、新设备和新材料；改造能耗大的用电设备和动力设备；减少和充分利用生产过程中大量余热，采取热电转供、余热发电、燃气—蒸气联合循环发电系统等技术措施。对交通运输、家用电器和生活用电，也采取限制措施和鼓励有效利用能源等措施。

另外，积极开发热效率高的“磁流体发电技术”，美、前苏联、日、德等国也都努力研究多种燃料的磁流体发电技术，力争 2000 年进入实用。

总的来说，随着高技术群体的不断发展，世界产业结构的及时调整，技术攻关和工艺改进取得成就，能耗降低，能源使用效率提高，进入 21 世纪时的能源形势定会改观。

在 1989 年召开的第十四届国际能源大会上，专家们对全球能源的前景进行了深入分析。普遍认为，在今后 20 年里，世界能源的消费结构将会发生重大变化，供需关系的构成将出现新格局，能源消费量的绝对值将继续增长，但增长速度在变慢。据统计，1960 年到 1985 年间全球能源消费增长了 125%。从 1986 年到目前，并预测跨入新世纪的 2020 年间全球能源消费量将只增长 50%~75%。石油消费的绝对数量可能会继续有所增长，但在能源消费中的比例将会明显变化；天然气的消费会大量增加；核能也会有所增长；煤炭仍将占一定的比例。另据欧共体预测，世界初级能源需求量将由 1987 年的 81.88 亿吨石油当量上升到 1990 年的 89.38 亿吨石油当量。其中煤炭的消费，尽管它是造成环境恶化的“罪魁祸首”，但短期内仍不可能完全抛弃不用，仍将占能源总数的 26%左右；石油的消费仍将居高不下，到 2000 年时石油所占份额为 33.5%；天然气的消费比重将增加，形势看好。由于燃烧过程中，每单位热量天然气所产生的二氧化碳比燃煤少 75%，且总储量也较为丰富，因而许多国家将把发电用燃料逐步转向用天然气，据预测，到 2000 年时在世界能源总消费量中将占 22.7%；水力发电和薪柴等再生能源资源的增长速度将变慢，只是有限度地增长。对于核能的发展仍有两种不同看法：有的认为到 2020 年时核动力能源将由占能源总数的 12%下降到 7%~8%；但绝大多数认为，从总体上看，核电事业在 90 年代将有较大的发展，核能不但消费量绝对值将大幅度增加，且在总能源中所占比例也会增长。据国际原子能机构预测，世界核电能力将由 1989 年的 31.827 万兆瓦增长到 2000 年的 44.4~48.5 万兆瓦，所占比例也将由 1989 年的 16.7%上升到 2000 年的 17%~18%，预计到 2030 年时所占比例将上升到 23%。关于太阳能、核能、风能、地热能、潮汐能等新能源的发展速度和所占比例，也有不同看法，有的预测到 2020 年时新能源占总能源比例仅为 3%左右，同样，绝大多数人根据现实发展情况分析则认为必将有大幅度增长，肯定要超过 10%以上。

这些对于新型能源增长速度和所占比例的不同预测，充分反映了对能源技术革命水平认识的不确定性，也反映了对再生能源的作用和对其发展的可能性，对核聚变、太阳能、地热能等技术方面取得突破的预测，对石油、天然气等化石燃料供应的稳定性的程度，对提高能源利用率和大量节能技术的发展水平，以及从保护环境角度出发对能源消费提出的种种限制等多重因素

的估价和认识分歧。但凡事都是仁者见仁，智者见智，各有所得，各有所悟，对能源问题的认识和将采取的措施也是一样，各国都将根据各自的能源分布结构、生产、储量、消费情况等因素，确定自己的能源发展战略，调整自己的能源政策，使能源供需构成和消费模式产生更大的变革，“高耗能型”的产业结构将全面转向“节能型”、“智能型”和“高增殖型”的产业结构。

积极拓展能源市场，增强经济效益。能源产业的开发，必须依靠资金的支撑。虽然现在不能说要“以能养能”，但把能源开发的成果迅速转化为生产力，转化为商品，从而“捞回本钱”以扩大再生产，这也是能源产业发展的必由之路。要使新能源的开发形成技术经济效益型的开发，形成研制、开发、生产、利用一条龙的运行机制，使能源高技术迅速走向产业化、商品化、国际化的道路。1991年12月，美国能源部沃特金斯曾痛心疾首地表示，美国许多高技术工业化领域，学术机构的基础研究工作和应用开发脱节，使不少领域的产品为外国公司占领了市场。因此，美国能源和商业部正在制订一项工业开发计划，加速美国工业研究成果向商业市场的转化和应用。前不久，美国能源部就美国三大汽车厂商在开发制造电动汽车蓄电池方面签订了2.6亿美元的合同，以保证新型电池的行销。

许多国家对能源发展采取优惠政策，诸如减免利税，原材料价格优惠，对发展新能源、调整能源结构的项目给予优惠政策保证等，以提高新能源的投资效果。

新能源产品要尽快实现标准化、系列化、通用化、保证产品质量，便于维修，物美价廉，以扩展市场，拓宽销路。

在发展各种能源的过程中，要注意新能源产品尽快向商品化、产业化过渡。商品化和产业化是新能源发展获得生机的必要条件，只有这样才能获得效益，才能为再开发提供资金。

世界许多国家发展能源都已十分重视这一问题，今后必将更加重视，才能促进能源的大发展。

在能源危机和环境恶化的两重巨大压力下，迫使全世界的能源必须来一场大规模的技术革命，其重点内容和主攻方向就是要由以石油为骨干、以煤炭为基础的能源体系逐步向资源丰富的核能、水能、太阳能、风能、地热能、海洋能、生物质能等新型综合能源体系过渡，争取从根本上解决能源危机和环境危机。

发展各种新能源，既有技术问题，也有经济问题，科学技术需要得到经济后盾的支撑才能进步。各国根据自身的情况，特别是自然条件（优势资源、技术基础、地缘因素等）和经济承受力的程度，从能源开发的长远利益出发，把技术与经济结合起来一并考虑确实需要开发的重点新能源项目。

核能是当今世界各国瞩目的项目，有条件的（包括技术条件和经济条件）都要积极开发。这是跨世纪的重点能源之首，尽管由于发生了苏联切尔诺贝利核电站事故，一些公众有所抵制，但发展核电是大势所趋，不可逆转。截至1990年4月，已有30多个国家和地区的426座核电站（堆）在运行，还有96座（堆）在建设中。除了极少数的国家（如波兰政府）提出要停建唯一的一座核电站以外，许多国家都在发展中。

太阳能也是各国关注的能源重点项目。美国原先很重视，并已取得很大成果，但近两年由于政治、经济原因，进展开始有所减缓，但仍然在继续发展中，并搞出了新产品。日本则在太阳能应用上下了大功夫，不仅要搞地面

上的太阳能发电、太阳能汽车、太阳能自行车，还搞了太阳能飞机，甚至要发展向人类提供永久能源的宇宙太阳能电站。德国也在研制小型高级太阳能发电站。

丹麦是最早利用风能的国家。美国在风力发电领域起步较晚，但发展很快，目前已是世界上装机容量最多的国家，到 1990 年时已接近 200 万千瓦，每年还新增容量约 20 万千瓦。墨西哥、英国、荷兰、西班牙、阿根廷等国风力发电机不断涌现，并越来越多，这些国家决心把风电的成本进一步降低，以此与火电相竞争。

地热能资源的利用范围已由供热沐浴迅速扩展到应用于发电技术。美国在利用地热能研究方面一直处于领先地位。英国也在积极发展。日本是一个多火山国家，地热资源丰富，日本的“阳光计划”对地热能源的开发寄予厚望，计划于 1995 年前开始 1 万千瓦的发电设备进行试运转，日本地热高温热水发电将是日本地热利用的主要形式。

欧洲历来很重视海洋能资源的开发利用，在发展波浪能、潮汐能、温差能等各种海洋能方面一直走在世界前列。英、法等国积极开发，并在 90 年代大力发展。我国将扩大波浪能发电的试验范围，为下世纪初开展大型潮汐能电站工作进一步做好预研准备。

其他替代能源如氢能、甲醇、生物质能，大部分国家都处于起步阶段，本世纪末将使基础研究进入正轨，争取下世纪初能逐步登上能源舞台。

有史以来，人类为寻觅赖以生存的能源，千辛万苦，历经艰险，获得了丰硕的果实，大大推动了社会经济生活的发展。但是，人类的发展是无止境的，“推陈出新”是事物发展的普遍规律，一切事物概莫能外。人类经济发展的动力也是一样，开展新型能源无疑已成为当今世界能源发展的大势所趋，这也是人类生存发展的必由之路。

