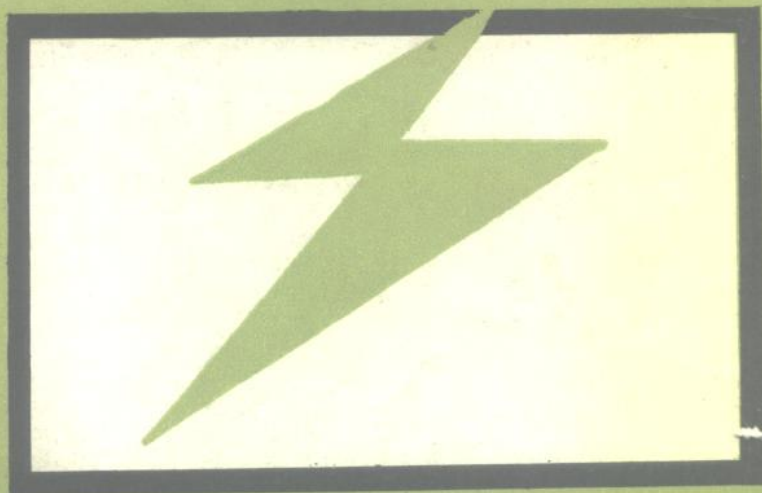
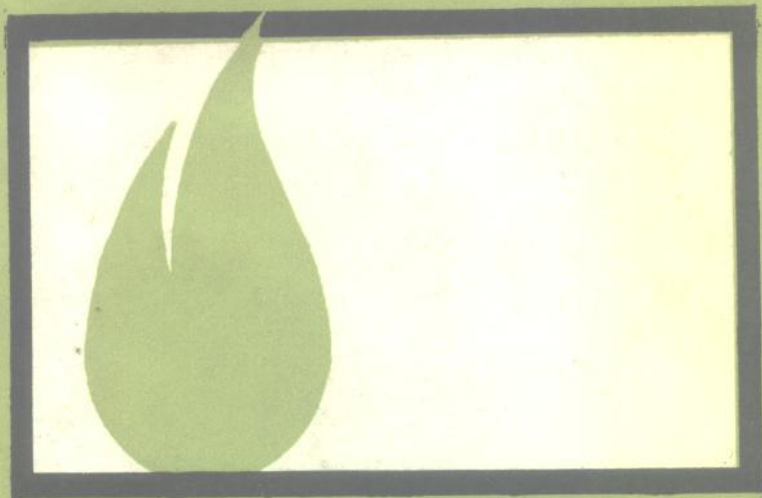


国外 能源

资料选编



1

科学技术文献出版社

14.2
=1

国外能源资料选编

中国科学技术情报研究所
《国外科技动态》编辑部编

310509 / 15

科学技术文献出版社

内 容 简 介

本书是根据国外最新发表的关于能源的资料编译而成的。介绍了当前传统能源（煤、石油、天然气、水力资源等）的利用情况和未来发展的方向。同时也阐述了新能源（核能、太阳能、地热能、生物能等）开发的现状与前景，以及一些国家的储能技术、节能措施和能源政策等等。可供有关能源开发、利用等部门的领导干部、科研工作者和有关人员参考。

国外能源资料选编

中国科学技术情报研究所

《国外科技动态》编辑部编

科学技术文献出版社出版

中国科学技术情报研究所印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本：787×1092¹/₁₆。印张：13.5 字数：339千字

1983年10月北京第一版第一次印刷

印数：1—5,120册

科技新书目：56—76

统一书号：15176·593 定价：1.40元

出版说明

能源是发展国民经济和提高人民生活的重要物质基础。提高能源的利用效率，加速能源工业的建设，是我国当前国民经济发展的主要方针之一。为此，我们搜集了国外最新发表的有关能源开发与利用方面的资料，编辑出版这本《国外能源资料选编》，供有关单位和人员参考。

《选编》的主要内容包括：各种传统能源（煤炭、石油、天然气、水力资源等）的利用现状与展望；各种新能源（核能、太阳能、地热能、生物能等）的开发现状与前景；一些国家的能源政策；储能技术和各种节能措施等。

目 录

罗马尼亚报刊谈当今世界的能源问题·····	(1)
世界未来的能源·····	(5)
世界经济发展与能源战略·····	(9)
论美国未来能源技术的抉择·····	(15)
美国八十年代与九十年代能源展望·····	(23)
苏联的能源目标·····	(30)
美国煤炭工业近况·····	(33)
美国阿巴拉契亚矿区的兴衰·····	(37)
苏联煤炭工业发展动向·····	(44)
苏联库兹巴斯煤炭基地·····	(47)
印度煤炭工业现状与发展·····	(51)
煤炭利用技术的研究·····	(55)
物理学家重视煤的研究·····	(58)
小型煤气化装置·····	(59)
苏联石油之谜·····	(67)
更有效地利用石油·····	(75)
美国合成燃料开发动向和问题·····	(78)
国外汽车酒精燃料的利用与研究动向·····	(84)
巴西解决能源不足的几项措施·····	(88)
新能源开发的探讨·····	(91)
代替能源及其潜力·····	(97)
世界核电站发展的现状和前景·····	(101)
美国科学家谈未来十年的太阳能·····	(108)
美国生物能的研究和发展简况·····	(110)
一种丰富的新能源——地热能·····	(113)
磁流体发电现状与前景·····	(118)
油页岩发电试验·····	(119)
二十五年来世界动力的发展·····	(120)
日本电力工业能源结构的演变及其发展趋势·····	(126)
苏联的电力工业·····	(130)
世界水力发电概况·····	(132)
苏联第十一个五年计划期间的水电建设·····	(134)
日本的小水电站·····	(138)
电能储存技术·····	(142)

储能系统的研究课题.....	(147)
略谈日本的节能政策.....	(153)
英国能源部推荐考虑的几种节能方案.....	(157)
捷克的能源政策与节能措施.....	(165)
工业发达资本主义国家节能的进展.....	(167)
日本节能技术开发领域的分析.....	(183)
美国双层薄壳太阳能住宅设计.....	(186)
苏联钢筋混凝土生产的节能措施.....	(191)
日本福井县纺织工业的节能措施.....	(194)
染色前工序的节能措施.....	(198)
电子技术在若干能源控制方面的应用.....	(201)
小资料	
2000年的世界能源需要量预测	(205)
世界煤储量(1980年)	(205)
世界石油储量	(206)
世界天然气储量	(207)
预计的世界核电站容量	(208)
发展中国家的核能远景	(209)
世界煤开采量——当前和将来	(209)

罗马尼亚报刊谈

当今世界的能源问题

世界能源的消耗，1950年为25亿吨（折合成煤当量），1974年为83亿吨，预计到2000年将达到260亿吨以上。与人类预期的能源需要相比，石油储量可满足人类25至38年的需要，天然气能满足30至55年的需要，煤炭约能满足50至200年的需要。石油主要产区是中东、西伯利亚、非洲，天然气的主要生产国是美国和苏联，煤炭的主要生产国是美国、中国、苏联和澳大利亚。

铀在推广当前这种核电站的情况下将能满足人类四分之一世纪的需要，使用快中子增殖反应堆则能满足人类数百年的需要。拥有铀矿资源的主要国家是美国、南非和澳大利亚。水力资源按照最乐观的估计，到2000年也只能满足人类需要的17%。

至于新能源，包括太阳能、风力、沼气、垃圾燃烧时释放的能量以及地热能等，虽然能够全部满足人类的能源需要，但还需要25至30年的时间，才能解决工艺问题以保证得到广泛应用。

第十一届世界能源会议对地球动力能源资源所作的估计如表1所示。

表1 世界动力能源资源储量（亿吨标准燃料）

	可靠数字	地质学所作估计	目前可供使用数字
石油	1270	3600	1270
天然气	790	2760	790
油页岩含油	500	7200	300
砂石中含油	500	3600	300
煤炭	20000	77280	493
褐煤	10000	23990	1440
总量	33060	118430	9030
铀矿	220万吨	400万吨（估计储量）	—

按现在的消费水平，从现在起，我们的世界还拥有至少够用400年的可靠储量和1200年的估计储量。即使消耗量再增加二倍，仍不需忧虑。

石油的状况较差些。因为目前每年石油的消耗量已超过三十亿吨，只要几十年的时间，石油的可靠储量就会被耗尽。因此，所说的能源危机不是整个动能资源的危机，而是石油危机，更确切地说是石油消耗和分配的危机。

石 油

目前，石油还是占统治地位的燃料，它具有一系列的优点，在有些部门中（化工，汽车运输，航空等）它是不可取代的。没有石油就没有酚类、苯、二甲苯，没有丙烯和苯乙烯，因此就没有塑料、合成纤维、染料、油漆等；没有汽油、煤油、柴油，航空工业和汽车工业

就存在不下去。

石油在勘探方面费用比其他燃料低，又便于运输，用途又这样广，价格在这几十年内已使其他燃料毫无竞争力，因此它在本世纪内已成为最受欢迎的燃料和原料。近几十年来是石油的全盛期。人类出于无知不加计算地、不考虑后果地大量消耗石油。1930年时世界每年的石油消耗量约为2.4亿吨，三十年以后世界石油消耗量增加了五倍，超过了10亿吨。

到了六十年代，世界石油的产量维持在当时需要的水平上，但是那时就有人预测，需要量只要每年增长7%，供需之间的平衡就会被打破，有人甚至还提出了出现这种现象的期限，大约将在二十年以后。然而这一预测并没有引起注意，工业发达国家继续大量浪费石油：约有30%用于住宅供暖，15%供给汽车，30%至40%用于生产电力。例如法国电力生产量的34%是依靠石油获得的。

近十年来的石油消耗量相当于过去整整一个世纪消耗量的两倍还多。这里得出的第一个合乎逻辑的结论是，石油短缺的主要原因之一是对它的不合理使用，是不考虑将来只顾眼前利益的人类浪费的结果。所造成的必然结果是一些大型油田枯竭。无论是油田开发速度，还是近几十年探明的储量，都远远不能补回浪费的部分，特别是不能满足正沿着文明道路前进的人类不断增长的需要。

1980年9月召开的第十一届世界能源会议估计，世界石油的可靠储量只有1270亿吨，只能满足人类25至38年的需要。另一个数字是石油的可能储量为3,600亿吨。大会主席认为，世界石油的年产量不大可能维持在30至35亿吨，因此世界将在公元2000年面临石油每年短缺5亿吨的情况，如不采取严格措施压缩消耗量，石油将在21世纪头几十年内全部用完。

但是还存在着另外的看法，认为石油储量要远远超过目前的估计，还不存在石油在短期内枯竭的危险。西德著名地质学家贝克曼教授提出了几点值得注意的论据，他认为地球拥有极为巨大的石油矿藏，在澳大利亚、西伯利亚、南美洲、非洲、中国等还有广大领土根本没有开发或只是在浅处进行开发。同时，近几十年来已在原来以为没有石油的地区以及在澳大利亚、阿拉斯加和北海找到了大型油田，这说明其他尚未开发的海洋也拥有大型油矿。他还认为，在统计储量时没有考虑到迄今为止所开采的矿藏还拥有大量的石油，因为使用现有的开采方式只能获得25—30%的矿藏，如果能把这个比例提高到50%，就可在统计的储量中再补充1650亿吨。此外，海底200米深处还可能储有400亿吨石油。

法国石油勘探研究所所长德佩里埃和美国专家格罗斯林也都支持上述的看法，他们认为发展中国家的石油钻探量只占世界钻探量的4%，而它们的领土占地球土地面积的50%以上。另一位美国专家，斯坦福研究院院长安德森在一次能源会议上说，公元2000年时世界石油消耗量不会超过储量的三分之一。

石油危机爆发后，各国都在努力减少石油消耗，近两年来已取得了一些成果，某些部门对石油的专门消耗减少了，但与时代的要求相距还甚远，特别是工业发达国家更是如此。

在解决石油危机方面应该提出的是，全世界都在回收原油方面取得了进展并正在尝试新的方法。原油的初次采收率约为20%，有时可提高到25—30%，也就是说矿藏中还留有大量的、占70%至75%的原油，到目前为止，石油开采的情况基本如此。有些矿井已采用二次回收工艺，有的已开始采用三次回收工艺，这样就可以赋予一些矿井以第二次生命，可以提高石油采收率而不用花费大量的投资。

对于在深海和条件困难地区（如北冰洋、南极、无人居住区、边远地区、沼泽地带等）进行的勘测和开发，已引起人们越来越大的注意并已取得了进展。由于在这些地区的勘测和

开发费用极为昂贵，目前还没有竞争能力，但完全有可能在今后几年内由于石油价格上涨而变得富有竞争性。

近十年来在阿拉斯加、几内亚湾、秘鲁、北海等处的大陆架发现了新的油田，从而使海洋采油得到了发展。目前从海洋开采的石油已占总开采量的四分之一。尽管这一比重已不小，但专家们认为还远未达到海洋提供的实际可能性。因为迄今为止所开展的勘察活动大多集中在陆地，尚未到达深海。有一种观点认为，在其他一些海洋的深处也可能有大量供开发的油矿。

天 然 气

直至第二次世界大战前，世界上仅有为数不多的国家使用天然气，使用量只有767亿米³，其中美国使用量为667亿米³。但是从1950年开始，随着世界范围内石油化工的崛起，天然气的消费量迅速增加，从1950年的1060亿米³增至1970年10,710亿米³，1978年更增至14,470亿米³。这个数量用热值计算，相当于12亿吨石油，占世界当年一次能源消费总量的18.6%。

天然气热值高，每米³为8000至9000大卡，易于开采，具有重大的经济意义，它既是一种优质燃料，又是石油化工的原料。

专家们估计，天然气的年消费量即使增长不多，到2000年时也会达到25,000亿立方米，2020年时达到34,000亿米³，从而使天然气资源将在30至55年内枯竭。另一个重要事实是，世界上绝大多数国家缺乏天然气，天然气资源只集中在十一个国家里，它们是：美国、苏联、伊朗、沙特阿拉伯、阿尔及利亚、加拿大、尼日利亚、科威特、委内瑞拉、荷兰、墨西哥。它们拥有世界天然气资源的90%。

因为世界上大多数国家没有这项资源，所以天然气的国际贸易发展很快，近二十年它的交易额已超过了煤炭。世界上输送天然气的主要方式是管道，同时液化气的海洋运输也得到了发展。液化气的海洋运输量年年增加。各国对进口天然气的兴趣还在增加，今后二十年内天然气的世界市场情况将是良好的。

煤 炭

人们在寻找石油的替代能源时，首先想到的就是煤炭。煤炭储量很丰富，但它曾被大量廉价的石油拉下宝座，近几十年来煤炭工业明显衰落，煤炭的采掘工业停滞不前。在1950年至1972年期间，生铁产量增加了2倍，钢和水泥增加了4倍，塑料和化肥分别增加了9倍和3倍，电力增加了4.5倍，但世界煤炭产量仅增加了28%，从18.17亿吨增加到23.28亿吨，到1973年又下降到20.72亿吨。在美国和一些欧洲国家，封闭了不少远未采完的煤矿。

在第十一次能源会议上，有人认为人类拥有的煤炭资源的估计储量为10万亿吨，可靠储量为3万亿吨，其中有6,000亿吨可以在现有的经济条件下开采。开采的深度为：露天矿不超过550米，深井不超过1,500米。

世界煤的年产量目前约为30亿吨，按消费量每年增加5%计算，煤的可靠储量能供人类使用二百年。煤炭完全可以长时期向人类提供能源，无论如何可以维持到出现大量新的能源的时期。

应当指出的是，在发展煤炭工业方面还有不少困难，其中不可忽略的是时间因素，一个矿要经过十至十五年才能达到最高生产量。许多矿藏处于交通不便、人烟稀少的地区，不利于开发利用。此外，还缺乏一些深井采矿的技术和需要大量的投资等。

在煤炭工业重新恢复和发展的过程中，已经出现和正在出现新的开采和加工工艺，包括煤的气化、液化和精炼。它可能将宣告一个新的化工时代——煤炭化工时代的出现，煤炭化工将在二十一世纪取代石油化工。

世界寄很大希望于煤炭的气化和液化，希望是好的，但还需要一定的时间才能实用化。世界能源机构的研究与发展委员会提出的报告说，用于生产合成燃料的气化煤，到1985年只有一个成员国可以做到有盈利，其他成员国则要等到1995至2005年才行。这件事促使世界各地更多地寻求对煤进行改造的新技术，以求使它的燃烧值更高，污染程度更低，安装脱硫设备，在农业中利用它的余热，使传统矿井实现机械化和自动化。

核 能

到1980年1月1日，全世界已建立了核电站233座，装机容量12万兆瓦，可满足人类电能需要的8%。到1985年时核电能预计可达29万至39万兆瓦，将能满足人类消耗需要的16%，相当于4亿吨石油的发电量。

虽然有一些人对用铀生产电能和热能表示了保留态度，但大多数人的看法是，越来越多的国家坚决建设新的核电站。例如法国除已投产的19座核电站之外，还在建设29座反应堆，预计到2000年时，法国将拥有装机容量为10万兆瓦的核电能生产能力。苏联正在执行一项大规模计划，建设联合生产电能、热能、核能锅炉的核电站网，建设带有凝气式透平的供热中心。加拿大和瑞典等还将建设一些小型的供城市用的原子能电站，这种小型核电站可为整幢楼房供暖，比传统的核电能成本低，又是充分安全的，甚至可以安装在楼房的地下室內。

支持发展核能用于发电的证据是比较充分的。首先是替代石油的必要性，石油短缺是一个越来越严重的现实，它使各国放慢了经济建设速度，有时甚至使发展停滞不前。从石油时代过渡到以其他能源为基础的时代已是眼前就需要解决的问题，另外各种预测都提请人们注意这一事实，即新的能源资源（包括太阳能、地热能、风能、沼气、氢气等）在二、三十年內都不可能占举足轻重的地位。在这种条件下，面对石油危机的唯一选择是通过发展煤炭和核能来满足需要。在今后十年中，“时间”的因素是首要因素，如果人类不想在将要发生的情况面前束手无策，就必须考虑用其他办法解决问题。

其次，利用核能在经济上也是有利的，目前核电能已比以石油为燃料的电能便宜，今后在传统能源的投资迅速增加的情况下，核能将会具有更大的竞争性。

第三，核能还具有一系列明显的优点：与污染空气的煤炭和石油不同，核能只有轻微的污染，而且这种污染是完全可以控制的；不会使土壤质量退化，对水的污染微不足道而且完全可加以控制。

科学家们还认为，除了发电以外，其他部门在利用核能方面也会有重大进展，如运输、热核聚变等，同时还将使核能直接转化为电能，省去目前这种热量转换的中间阶段。

核电站发生事故的危险性是很小的。与其他事故相比较，美国公民被汽车压死的危险性相当于核辐射危险性的七万五千倍，在全世界，公民受到核辐射的可能性与受陨星袭击的可能性大致相同。

核能技术和工艺已进入成熟、安全和可靠阶段，它在各国能源战略选择方面已拥有牢固的地位。仅在1980年投产的核电站就有1.5万兆瓦，1981年1月1日统计，已有43个国家254座装机容量总和为13.5526万兆瓦的电站在工作。与1970年相比，原子能电站的装机容量增长了三倍半，今后十年内核电站投产的能力又将比现在增加一点七倍。

核聚变是由二个以上的轻量原子聚合为一个较重的原子的过程。四个氢原子核通过聚变形成氦。氢弹实际上是氢的二个同位素（氘和氚）所发生的聚合。如果地球海洋中的氘（ 2×10^{17} 公斤）全部被开发的话，从中获得的能量够人类消耗十亿年。每一公斤氢转化为氦可产生相当于二万吨煤燃烧时产生的热量。因此，热核聚变的能量是无穷的。

促进核聚变的方式是使核子产生巨大速度，这种速度迫使他们聚合在一起。达到这种速度的方式是加热，所需温度要高达一亿五千万度，而地球上能产生和使用的温度只有约五百度，所以应该承认要促进产生热核聚变并不是轻而易举的事。

人类正在征服热核聚变，并已取得了卓越成就，专家们预计，到二十世纪末或下个世纪初人类就将能利用这种巨大的、取之不尽用之不竭的新能源。

能 源 污 染

能源污染是一个关系到整个人类的严重而复杂的问题，它触及到“地球的健康”、生态平衡、空气与水的洁净度、人们生活的质量、以及动植物进化等问题。

美国科学家曾进行了一项研究，结果表明在1972年一年内美国社会通过各种形式的能源消耗向空中排放了2.6亿吨污染物质，由二氧化碳、硫、氮的氧化物、铅、煤烟等组成的云雾笼罩了大半个美洲，这无疑给人的健康、城市、庄稼、湖泊造成极为不良的后果。

气象专家们指出，世界能源消耗的迅速增加，使大气中二氧化碳的含量增加了10—20%，如果继续增加势必会打破大气的温度平衡，使大气下层温度上升，同温层变冷，对地球产生最危险的影响。同时，高温还可能使两极的冰雪融化，造成海洋的水位升高。

日本和荷兰的科学家研究了电站废水对于水库中鱼类的有害影响，指出当动植物的幼体和浮游生物一旦吸入温度达32度的电站废水，它们之中的50—60%就会死亡。

大量情况表明，能源平衡是生态系统平衡的组成部分，人类的任何介入，无论是生产、运输还是能源的转化和消耗，都会对周围环境产生不良影响。

（文俊摘编自《自由罗马尼亚报》等）

世界未来的能源

在可展望的未来，世界能源的发展主要靠什么？苏联《星火》周刊记者带着这个问题访问了世界能源会议执委会名誉副主席、苏联科学院院士米·阿·斯蒂里科维奇。下面是他们的对话。

问：在不久前发生的能源危机之后，许多西方学者担心，人类将受到能源饥荒的威胁，能源资源将枯竭。某些人甚至说出了这种灾难到来的确切时间——2010年。

米哈依尔·阿道尔福维奇，您看，这种说法有多大的根据？

答：的确，近来出现很多预测，它们更多地象是一些幻想小说，而不是严肃的、科学的方案。我认为，这些预测者的主要错误在于，他们没有考虑到世界上近几十年来的形势变化有多么大。关于可展望的未来的文明发展的概念正在改变。目前已经清楚，本世纪五十、六十年代所出现的日益加快的生产发展和人口增长的速度，将不能长时间保持下去。目前，在一些发达的国家里，人口的自然增长率已降到零至1%之间。在非洲和亚洲，出生率也在不断下降。根据联合国的预测，到2000年，世界人口已不是象以前所说的100亿，也不是90亿或80亿，而只有65亿。可以预计，一百年之后，地球上人口将达到120亿到150亿，但是往后再进一步增长已不可能。

与此相应的是，物质福利消费的增长，首先是能源，将逐渐放慢。目前，我们正处在消费量飞速发展的时期，而在将来，大约在下一个世纪末，世界能源资源的消费实际上将稳定在一个水平上，虽然这个水平相当于目前的8—10倍。这里还应指出的是，能源资源的消费本身将更加节省，这不仅是因为运用更加完善的设备（例如，采用磁流体发电机、热泵及诸如此类的设备），而且还因为廉价能源时代已告结束。

目前我们已经进入昂贵能源时期。迄今为止，我们利用的是一切易于开发的东西。现在地球上廉价能源资源与年俱减。计算表明，廉价油田（而正是石油对世界动力技术具有极为重要的意义）很快将枯竭，人们将不得不开发小块油田和高粘滞油田，或者在海水下300—500米的大陆架去开发。自然，这种石油的价格就比较贵。

总的来看，目前还谈不到能源资源濒于枯竭的问题。仅仅有机燃料矿藏（石油，天然气，尤其是煤）就够我们用不止一百年。在可展望的未来，它们不会消耗殆尽。今天，我再重复一遍，最廉价的能源资源正在枯竭，因此问题在于应该如何更节省地利用这种或那种能源资源。这就要求仔细地制定发展世界动力的长期预测。

问：目前，人类每年要烧掉数十亿吨贵重的产品——石油、天然气和煤。结果，造成环境污染。后人将不得不收拾其恶果。请问，这种情况能长期持续下去吗？

答：电站烧有机燃料（石油、天然气和煤）还要持续很久，起码要到二十一世纪上半叶。不过，应该考虑到，现在在建造新的热电站时，已经装备了新型过滤器，用于净化废气中的灰尘。这些过滤器的效率可达99.5%。现在，水电站基本上建在山区，占用的土地很少。降低汽车尾气毒性的手段已广泛采用。当然，这一切并不便宜，不过，人类已经认识到污染环境的危险性。而且，应该说，今天污染的增长速度已在不断下降。例如，近十年产生灰尘的燃料消费在大大增加，而透进大气中的灰尘却明显地减少。

在最近的将来，将大大提高核能的比重。从目前已知的情况看，核电站是最“清洁”的。它放散给周围环境的有害物质大大低于煤和重油。

问：对于远不熟悉动力问题的人，“核电站”的概念常常和感到有放射性危险联系在一起，是这样吗？

答：这是由于对最简单的物质缺乏起码的认识造成的。核电站周围产生的放射水平，实际上和大自然的本底放射性并无区别，如果缺乏这种本底放射性，人也就不会成其为人了。须知，人类作为一种特殊的生物，是在不断的辐射——太阳能辐射（它并不能被大气层完全捕获）、地壳中辐射层的辐射中产生的，也就是在一定的辐射密度中产生的，这是人类生存的正常条件。

我可以满怀信心地说，核电站，这是现有电站中最安全的。

问：您说的这是在正常工作情况下。如果出了事故，例如，不久前在美国一个核电站出

现的情况，那将会怎样呢？

答：这是核能经受住的一个严峻的考验。出事结果，并没有给人和自然界带来任何危害。在事故尚未完全消除时和事故处理完毕之后，整个期间不间断的测试证明了这一点。住在最不利地区的人们，那里有核电站方向吹来的风，所受到的辐射密度的数量比长途飞行的人受到的还少。众所周知，在数千米高空中所受的宇宙辐射比地球表面高得多。

迄今为止，世界上已在运行的核电站并没有发生过一起与辐射有关的死亡事件。对于因核电站的偶然事故而造成的人员死亡事件的可能性，只相当于雷电所造成破坏的可能性的百分之一。这一点也适用于将来广泛发展核能的情况。

有时偶尔听说核电站会象原子弹那样发生爆炸。这种情况事实上是完全不可能的。核电站使用的低浓度燃料，无论是在空中，还是在地面，都不会爆炸。您可以把它扔进高炉中，用炸药引爆，或者加热到数千度的高温，反正都不会引起爆炸的连锁反应。

如果毕竟还是出事了呢？如果出事，周围环境会出现辐射。然而，产生强大的辐射的可能性很小，它甚至比从一付扑克牌中连续抽到四个大鬼的机会还要少。

在现代核电站中有一整套的防护系统：如果一处不灵，另一处马上起动。这个如果不好用，还有第三套在等着，如此等等。

问：核电站使用的核原料废物，可以产生辐射达数千年。今天尚未找到完全消除它们的办法。将来，当核电站的这些废物总量增加数倍后，等待我们的又将是什么？

答：第一，核电站的废物非常少。何况这些废物的90%是由放射时间不长的成分组成的。在贮藏室内保存三十年左右就足够了。此后它们的放射性就变得微不足道，甚至可以用它们来做餐具。

但是，余下的10%废物所保持的放射性时间相当长。需要将它们从整个废物中分离出来，当然，这一点并不容易，而且，要保存在干的矿洞和盐洞中，上面加上密封的盖子，也就是说，要放在不透水的地方。而且还要安装报警系统，以防发生意外（例如，数百万年水从来也没有流到那里，而现在突然流到了）。这时，废物应该挪到另外一个地方去，当然，这也会有一定的困难。

如果谁对这些预防性措施还感到不够时，那么在将来，当宇宙空间的运输费用变得便宜时，还可将这些废物运到外层空间，运到环绕太阳的轨道上去。

问：核电站，从实质上说，这仍是今天的动力。如今，科学家面前摆着另外一个需要大动脑筋的问题，这就是要掌握热核动力。在热核聚变的情况下氢的重同位素可成为能量的来源。而它的储量在海洋中实际上是取之不尽的。记得，在影片《一年中的九天》中有这样一句话：从一杯水中提取的能量可够全城人使用。这样看来，在热核聚变的帮助下，人类的能源问题不是可以一劳永逸地解决了吗？

答：如果都象电影中所说的那样简单，那当然好。是的，一杯普通水中含有大量的能，而问题在于，如何将它提取出来。目前我们还办不到这一点。现在世界上不少国家已建造了一些热核反应装置用来从事研究工作，但是这些设备目前吸收的能量比它制造出来的要多。困难在于，为了保持稳定的热核反应，需要创造和保持一千万度的等离子区的温度，为了取得这种反应，采用另外一条途径倒是可能的，这就是用激光对热核燃料丸进行强大的脉冲辐射，这样可得到一大批微量热核爆炸。

热核反应装置的制造者们所遇到的困难，要比他们在建造第一个核电站时所必须克服的困难多得难以计数。这就是为什么不能期望他们马到成功。我想，第一个工业装置将是混合

型的，是热核和原子核电站的混合体。它的热核部分将不生产能量，而只是将天然铀²³⁸转变为钚——核电站的燃料。这种装置将成为向纯热核动力过渡的阶段。而对于人类来说，这种动力原料储备，即使在可展望的未来在对能量的需求增加数倍的情况下都是够用的。

不过，我再重复一句，实现可控热核聚变这一点是很容易的，然而它毕竟会在地球上点燃一颗很小的星，须知正是聚变反应将推动这些星的出现。我想，在二十一世纪上半叶时建造一批“地上的星”将能成为现实。人类将从资源不受限制的两种发展动力的途径（核电站和热核装置）中选择任何一种。

问：电能 在能源消耗中所占的比重，总的看来在不断地增长。这种趋向可能还要保持到将来。使用电能有一个很大的困难，就是不能将它储存起来。生产多少，当时就要消耗多少。将来我们是否可找到一种办法将它积累和储存起来？

答：今天已经在很多国家有水力蓄能电站在运行。例如，在美国它的功率已占所有电站功率的3%左右，在日本占6%左右。这种电站的运行原则在某些人看来似乎是荒谬的，它们生产的能量要比自己消耗的能量还要少。夜里它要用泵将低水池中的水抽到高水池中，而白天让这些水从上落下，推动涡轮机发出电能。那么，为什么白白地倒来倒去呢？

问题在于，目前尖峰负荷问题极为尖锐。当能量消耗在一昼夜里的某一时候达到最大值时，我们在应付生产和分配能量时变得十分困难。这个问题在将来还要尖锐。蓄能电站在某种程度上负有解决这个问题的使命。我国第一座这种电站，目前正在扎戈尔斯克建设。我想，在山区建设这种电站更合适一些，那里落差较大，这样电能可能便宜一些。

将来还将广泛地采用另外一种蓄能的办法，这就是利用强大压力使空气压缩并贮藏起来，尖峰负荷时，则将它作为汽轮机燃料的氧化剂来使用。第一套这种装置已在西德建成，证明效果良好。

问：不久前，我到过土库曼。那里的科学家正在研究利用太阳能的方案。太阳能在将来有什么意义？

答：我认为，在最近数十年内它不会得到广泛的应用。太阳的辐射能主要可供生活在阳光充足的地区分散的消费者使用，例如，用于牧区，也就是保证分散在草原和沙丘的个人住宅的用水和能源，以及牲口饮水等诸如此类的需要。拉数十公里长的电线仅为一两个小房子照明，或者为数百个分散在四面八方的房子输送热量是很划不来的。这里，太阳能能帮助解决这个问题。

然而，很难指望，在将来，起码在最近一百年里，太阳能可以与强大的热电站和核电站相竞争。从原则上说，在最近数十年里，我们可以利用半导体光电元件建造强大的太阳能电站。然而，由于光电元件价格昂贵，造价将十分可观。可期望，这些元件将来能变得便宜一些，不过，那时建造这种电站的投资毕竟还是非常大的。

秋菊春桃，物各有时，在最近半个世纪，如采取把发展太阳能做为能源供应的主要来源的方针，必将造成惊人的浪费，并将使整个世界经济的发展速度变慢。然而，在将来，太阳能的意义将会大大增长，特别是赤道国家，那里一年四季天空晴朗，阳光充足。不过，就是在那里，太阳能也将不能满足全年能量的需求。为了保险起见，总应该有能量供应的备用来源以防万一，如果太阳“拒绝”工作或者天气太冷的话。

问：象风、海浪和潮汐、地热等能源，将来是否可得到运用？例如：在我国国土上的风的能量都用于工作，据估计相当于几十亿千瓦的电能。在西德已拟建造一个风车臂直径为100米的风力发电机。这将是世界上最强大的风力发电站。现已出现一种设想，借助气球把

设备提高到对流大气层中，那里一直不平静，大气流速如同台风。也有利用海洋中温差建造电站的大胆设想。对这些，您怎样看？

答：所有这些在某些人看来是“白得”的能源，其能量是非常分散的，从时间上来看是不稳定的。因此，如同太阳辐射能一样，开始要耗费大量投资，而且常常有大量使用上的消耗。结果，利用这些“白得”的能源，照例要比用煤或者原子能的大电站用钱还要多。

何况对运用这种能源的电站的生态效果研究的很不够。在某些情况下，例如，运用海水温差发电有可能产生在世界范围内改变地球气候的危险。

利用生物能，即农业生产的废物和大城市排出的污水，倒是很有成效的方法，它们可以被用来提取瓦斯。这在得到优质肥料和饲料用维生素添加剂的同时，还可以解决废物利用的问题。然而，利用这种能源只有在比利用传统能便宜的地方，如供应无法纳入大的能源系统的小的消费者。总的来说，利用这种能源未必能在世界能量供应中占重要的比重。

问：我们同您谈到了我们熟悉和了解的能源的前途。还可能发现一些今天完全不为我们所知的能量来源。比如说，真空不是空的，而是一种处于特殊状态的物质海洋。我们是否可能在某一个时候学会从这种物质中提取能量的某种方法？我们尚不清楚的宇宙力如何？或者物质与反物质的联合而产生的湮没能又将怎样？

答：这些，当然都是从幻想的领域中得来的，有的不知何时实现，有的大概未必能够实现。如果说到未认识的东西，或者还没有发现的东西，它们能比我们已知的东西有更大成效则很难预见。我相信，在任何情况下，人类任何时候也不会因缺乏能源而受难。

〔涂月摘译自苏联《Огонёк》1980年33期，孙文俊校〕

世界经济发展与能源战略

——苏联科学院主席团委员斯蒂里科维奇答记者问

近年来，在经济成长期预测方面发生了根本变化。

第一，很明显，非再生资源有限，而再生资源的利用也并非无止境的。因此，世界发展的主要材料指标（其中也包括人口）无节制地成指数增长的情况不会无限地继续下去。这样的增长速度迟早会进入逐渐衰减期和停滞在某种固定的水平上。

起初，对这一事实的认识促使未来预测学家预计：在近期内，将在全世界人类生活所有领域（如人口学、能源、原料资源、食物、水源等）发生严重危机。但是，进一步分析证明，事实上人类所拥有的资源总储量远远超过所估计的，而许多指标的增长速度（特别是地球人口的增长）现在已经出现下降的趋势。

第二，发现整个系统原是能够适应变化条件的，因而如果付出一定数量的费用和放慢增长速度，也可能避免发生严重危机，而加快科学技术的发展则将促进资源更全面的经济利用，推迟资源的枯竭期，争取更多的时间来取代那些有耗尽危险的资源。

这一点在能源方面表现得尤为突出，能源危机的出现将比其他领域更早。能源是经济主要组成部分之一，它在很大程度上决定了整个国民经济的发展水平。世界能源的发展速度（特别是在本世纪五十年代和六十年代）非常快。各种一次能源产量由五十年代的27亿吨标准燃料增加到1975年的90亿吨。

虽然能源需要量的增长异常迅速，但直到近几年，能源的发展一般来说并未遭到很大困难。能源的增产主要是靠增加便于用户使用的石油和天然气的开采。开发交通便利的大型矿藏并不需要大量投资。正是由于这种原因，使石油和天然气在目前世界能源产量中的比重超过60%，而1950年只占40%。

石油价格猛涨和环保要求的提高，促进了世界能源平衡结构的改变。首先必须估计能源需要的远景增长速度。

世界各国经验表明，当国家发展到一定水平，人口增长速度和每人的能源单耗的增加速度就会降低。同时必须指出，在许多领域中，一次能源的有效利用率，至今仍大大低于理论可能值。例如，先进的火电站效率目前仍不超过35—40%。

显然，重视天然能源的合理利用及提高技术设备的效率，可降低能源需要的增长速度。

在这种情况下，七十年代初的形势似乎是令人失望的，并且要求地球上的人口停止增长和提高他们的生活水平。而现在则变为选择保证经济平衡发展的途径问题。我认为，制定世界能源合理战略，是现代科学技术最重要任务之一。当然，广泛宣传这一任务也是需要和有益的。

问：米哈伊·阿道里弗维奇，在文章的开头你曾说过，地球上的文明社会能够避免经济发生严重危机，其中包括能源危机。但是需要付出的代价是放慢增长速度和花掉一定的费用。这是否意味着未来人类必须限制能源“食慾”？依你看，到本世纪末，能源“口粮”的情况如何呢？

答：必须说明，那种在近20到25年内出现的一次能源需要量的急速增长，在很大程度上是由于主要能源——石油和天然气价格低廉的缘故。在这种情况下，采取广泛科学技术措施提高天然能源的利用效果和改用节能工艺看来似乎不经济。但是，廉价能源时代结束了。也就是说，希望更合理地利用能源和适当放慢整个经济的发展速度，这完全是合乎情理的。

地球人口的总增加和社会经济的发展（特别是发展中国家）限制了减慢能源需要增长速度的各种因素所发挥的作用。因此，尽管增加的速度已降低，但能源需要的绝对量仍然是巨大的。根据某些预测，到本世纪末，能源需要量将达到约200亿吨标准燃料，到2100年，将达到600—800亿吨。能源需要增长的逐步减慢，到二十一世纪将使能源需要量实际停止在一个水平上（到那时人口增长也将趋于稳定）。通过提高能源变换系数和利用率，有可能保证经济发展所必需的能源供应的增长。

问：200亿吨标准燃料，这大致相当于我们需要量的2倍。那么就产生一个问题：用什么方法和靠哪些资源才能满足如此巨大的能源需要量？

答：这是一个非常复杂的问题。何况解决这个问题还必须考虑所受到的一系列限制。首先必须把燃料动力综合体对环境的不良影响限制到最低限度。其次是经济可用的非再生能源——主要是不太贵的燃料矿物和价格较高的铀，在过渡到非枯竭性能源以前不会耗竭。属于这一类能源有核燃料（在充分利用铀和钍的所有放射性元素的条件下），热核聚变能和太阳能。第三，在此极漫长的过渡时期，能源的经济指标必须是完全可接受的。也就是说，不仅要考虑各种能源开发的技术可能性，而且还要考虑（这一点更困难）如何使能源供应尽可能地便宜。

例如，石油在能源需要中的优点何在？首先，对于用户来说，石油的价格很少受其开采地理位置的限制。因为不论是大型油轮海上运输，还是大口径管道运输，运输费都非常便宜。例如管道运输时的运费只有天然气的1/8。因此，天然气对用户的价格在很大程度上决

定于气田的地理位置。但管道运输燃气，其运费同样也比铁路运输高热值煤便宜，大致接近于管道运输煤浆。但是，海上运输天然气，由于液化费用和液化燃气运输船造价高，因此其运费要比海上运输煤贵得多。

我说明这些是为了证明，为确定燃料动力综合体的合理结构，需要解决的不仅是科学技术问题，而且也包括经济问题。

问：石油和燃气不能长久作为世界燃料动力基础，现在这样一个事实是不会引起怀疑的，它们的储量虽然不少，但毕竟有限。显然，早晚必须用某种其他能源来取代它。但是用何种能源呢？是煤炭吗？煤炭能在你所说的过渡时期担负主要负荷吗？要知道，据估计煤炭的储量足够用100—150年。

答：正是由于这个原因，世界上许多国家又开始重视煤炭和发展煤炭工业。当然是在新的更先进的技术基础上发展煤炭工业。研究煤炭开采、运输和利用的先进方法。特别是用煤大规模生产液体燃料具有很大发展远景。当煤炭工业发展达到足够高的水平时，在世界许多地区，煤的价格将会稳定和低于石油价格。

众所周知，苏联有一些可以廉价开采的大煤田，如库兹涅茨克、耶基巴斯图兹和坎斯克-阿钦斯克等。这种情况对制定国家能源政策将起重要作用。在最近十年内，煤炭在国家能源中所占比重的增长必将大大超过石油和燃气。煤炭利用途径非常广泛。

由于在坎斯克-阿钦斯克煤田廉价煤储量丰富，但煤的热值低，因此最经济的利用是在当地直接发电。为了减少3000—4000公里长的输电线路投资，最好在煤田附近发展耗电量大的生产企业。最好用铁路或煤浆管道向苏联欧洲部分输送库兹涅茨克煤田的高热值煤，以便在欧洲部分储备燃料以满足高峰季节（冬季）的能源需要。

但是，也许不能指望煤炭能够承担世界不断增长的集中供电的主要负担，其原因有以下几点：

第一，世界主要煤田只集中在几个大陆国家，特别是世界85%的煤炭远景储量分布在苏联、美国和中国。在这种条件下，对于大多数国家来说，因煤的运费高，不宜发展承担基本负荷的烧煤发电站。

第二，环保要求对煤的应用提出限制，这也是值得引起重视的情况。在煤的燃烧过程中，会向大气排放硫和氮的氧化物、灰尘以及其他有害混合物。此外，空气中硫和氮的气态氧化物的浓度也增加了。空气中二氧化碳浓度提高到一定的限度是有利的，因为植物需要吸收二氧化碳促进自己的生长（用人工方法使温室内空气二氧化碳保持植物需要的最佳浓度，这个浓度大致相当于大气中的10倍）。但是煤炭消费的大幅度迅速增加，会引起气候的不利变化。这样的顾虑也并非毫无根据。

当然，照我看来，以为2000年前会发生这种情况那是杞人忧天。但是，另一方面，气候形成的机制是极为复杂的，而我们对其研究很不够，因而很难保证在大规模烧煤的情况下不会引起气候的改变。

问：现在对于利用“永久性”能源——太阳能、地热、风力和海浪的可能性寄予很大希望。例如，根据美国国家能源规划，到2000年，大约25%的能源需要将由太阳能供给。

答：我不相信在现有技术水平及其发展远景中，大量使用再生能源（特别是太阳能）是经济合理的，甚至也不认为在可预见的未来期间，利用这种能源是可能的。

当然，在热带天空晴朗的地区，太阳能能够部分满足生活和小规模生产中的能源需要。甚至在温带，应用太阳能也能有效地节省一定数量的液体燃料和电能。