



世界 能源

2020

年前发展预测

马宝珊 译

黑龙江科学技术出版社

内 容 简 介

本书对2020年前的世界能源发展进行了预测。重点分析了石油、煤炭、天然气、水力能及核能的开发现状,并展示了发展远景,同时也论述了新能源(太阳能、地热能、风能、波浪能、潮汐能)的开发问题。

本书还阐述了节能问题及能源试验研究装置问题。对2020年前能源需求水平做了充分估计,并论述了燃料—能源方面的科研和试验工作。

本书对从事能源开发工作的科技人员和大专院校相应专业的学生,以及国家计划部门、外贸部门工作人员均有裨益。

责任编辑:李月茹

封面设计:雷川

世 界 能 源

——2020年前发展预测

M. H. 什达尔诺夫 编

马宝璋 译

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区分部街28号)

黑龙江新华印刷厂附属厂印刷·黑龙江省新华书店发行

开本787×1092毫米1/32·印张82/8·字数149千

1982年12月第一版·1982年12月第一次印刷

印数:1—5,000

书号:13217·051

定价:0.70元

译者的话

世界能源会议是非政府国际组织之一。加入该会的有 30 个国家。世界能源会议的宗旨在于总结和推广能源生产、输送、转换及利用方面的世界经验。该会自 1924 年成立以来，已举行过十一届会议。

最近几年，特别是由于震惊先进资本主义国家的燃料—能源危机，西方经济学家和政府的注意力，在很大程度上都被吸引到世界燃料—能源经济在中期和远期的发展预测上来了。这点在世界能源会议的活动中，也有所反映。

1978 年，隶属于世界能源会议的能源经济委员会出版了本委员会的总结报告——“世界能源：2020 年前发展预测”（英文版与法文版）。其中包括通常的和特殊的世界石油资源发展分析，本世纪和下世纪前 20 年能源需求水平的估计和燃料—能源方面的科研和试验设计工作的述评，以及可以节能的途径方面的一系列建议。

本书译自苏联“能源”出版社 1980 年出版的“МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА — ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ДО 2020г.”

书中的若干论点不尽完全正确，请读者批判地吸收。尽管如此，本书毕竟说明了世界燃料—能源经济及个别资源的发

展远景，了解能源开发现状及新能源及高效能技术在工业和其他经济领域中的作用。本书对从事能源开发工作的科技人员和大专院校相应专业的师生，以及国家计划部门、外贸部门工作人员均有裨益。

由于译者水平有限，译文中如有不妥甚至错误之处，敬请读者批评指正。

俄文版前言

近几十年，广大世界舆论界，对能源及其发展远景问题，明显地表现出日益浓厚的兴趣。无疑，其推动力就是1973—1974年的“能源危机”。那时，世界市场的石油价格几乎涨了四倍。此后，大多数工业发达的资本主义国家，对70年代后半期世界政治、经济所发生的急剧变化，陷于既无技术准备，又无思想准备的状态之中。实际上，世界能源形势的尖锐化早就存在，这首先是由于世界人口迅速增长和动力的过于发展而对周围环境和生态系统产生的不良影响所造成的。其次，某些广告对刺激能源兴趣也起了不少作用。这些广告由于其“恐怖”情绪而在西方闻名。这种情绪往往是由散布大量消息的机关鼓动起来的，其中最有名的首推“罗马俱乐部”的第一个报告。

虽然后来大多数人忧郁地预言人类社会由于能源和其他物质资源耗尽或环境污染而在最近即将毁灭还缺乏足够的科学根据，但毕竟是“从瓶子里放出了魔鬼”^{*}，所以人们至今仍忧心人类的命运，并对能源的发展道路饶有兴趣。

-
- * 阿拉伯民间故事，说从前有一个渔翁打上来一个装有魔鬼的瓶子，打开瓶子盖后，放出了魔鬼伤人。——译注

这一切促使各国及世界组织都慎重地、全面地研究世界经济和能源的长期发展远景。大概最有兴趣的是“罗马俱乐部”最近的若干报告 (M. Mesarovic, E. Pestel, "Mankind at the Turning point", New York, 1974r.), 以美国教授 B. 列昂奇叶夫为首的联合国专家组的报告 ("世界能源的未来" M; 国际关系, 1979 年) 和在 K·维尔逊教授领导下, 对资本主义国家的能源发展远景的集体研究 ("Energy: Global Prospects 1985~2000", Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1977r.). 世界能源会议隶属的能源经济委员会的工作, 对解决这个问题作出了巨大的贡献, 其工作成果是列入本书的 2020 年前世界能源发展预测。

许多研究工作仍在继续进行着。其中应指出的是, 各国学者 (其中包括苏联学者) 在国际实用系统分析学会进行的集体研究的综合成果, 他们在这个学会筹备好了有关 2030 年前的综合专题学术报告 "有限世界的能量"。报告所涉及的是 2030 年前这一时期。在苏联也进行着世界能源长期发展远景的研究工作。

尽管对能源与经济发展远景的处理方法和出发点以及最终目的不同, 尽管许多前提假设不同 (有时有明显的不足), 但所有这些工作都使得近几年在预测世界和若干主要地区的经济和全部物质文明的发展远景工作方面发生了根本性的变化。首先, 认清了世界上未开采资源的极限储量是有限的, 正在开采的资源的利用规模是有限的, 因此不能让主要指标 (其中包括地球上的人口数目) 的指数增长无限地继续下

去，而要以一个逐渐减缓增长速度的时期，以逐步走向某种实际上恒定的水平。

如上述，首先明确了增长极限的有限性，促使西方许多专家预言最近的将来在许多方面（人口、能源、原料资源、食物、水和环境等）发生毁灭性的危机。但更仔细分析世界的未来发展问题表明，事实上分布资源的总储量比过去认为的多得多，现发现许多指标的增长速度已呈现减缓的固定趋向（特别是人口）。

另一方面，整个世界经济体系显示出能在很大程度上适应变化着的形势，这本身便可防止在上述方面发生毁灭性的危机（但也花出了限定消耗并相应的减缓增长速度的代价）。这时，减低数量上的增长速度并同时加速科技进步（有助于充分地经济地利用资源）速度，可或多或少地延缓完全耗尽未开发资源的期限，从而赢得了较多的时间去寻求代用品，以替换那些可能在最近的将来导致能源枯竭的因素。这就开辟了一条逐步过渡到发展经济的新条件的途径，从而避免经济危机。但是，为此必须制定世界发展的最佳策略，并有计划地、系统地去执行。世界正处在由现行的技术基础过渡到崭新的、在原则上不同的技术基础上，满足人类需要的过渡时期。

特别是动力这个例子是很明显的，发生动力危机比其他部门要早。分析动力表明，除了通常可耗尽的能源（正在消耗着的有机燃料），还有实际上是无限的非耗尽能源（太阳辐射能、地热能等），以及虽然在原理上是可耗尽的，而实际上无论预测前景多么远都是无限的能源——原子能（应用

反应堆)或地热。此外,可耗尽的有限矿物燃料资源面临的形势是:能量需求增长速度减慢,而以足够长远的远景大力发展原子能。虽然应用矿物燃料最便宜,但开采与运输却很昂贵。

因此,现在的形势已不同于70年代初许多学者所想象的那样暗淡无光——在最近必须减少地球上的人口以提高生活水平,而是转为解决合理发展经济的策略问题,转为选择一种能保证合理地平衡发展的道路。虽然发展速度减慢了一些,但在遥远的未来,会达到超过现在很多倍的水平。后者对大多数发展中的国家特别重要。这些国家的人口占世界人口的很大一部分,而对世界能源需求却不多。这些国家不能达到可以接受的生活条件,不增加很多倍按人平均的能量需求,就能满足迫切的要求。今天,在发达的国家,每人对能量的需求平均为0.6吨标准燃料,而许多国家甚至少于0.2吨标准燃料/人。

但应明确指出的是,虽然能源恐慌在不久的将来还不至于威胁到人类,但廉价的能源时代已经结束了,那时,由于石油、天然气价格较便宜(投资不大,实际上对任何用户都适用),能量用户迅速增长。为满足日益增长的能源需求,不得不用难以得到的那种石油(较深的极地大陆架、粘性石油、沥青等)和天然气(遥远的地区、深度很大、不寻常的压力等),以及巨额投资的原子能。从发展远景上来看,可能还要利用热核能。

看来,所有这一切可能导致50~60年内,在世界能量平衡的结构上,发生根本变化。这个时期的基本图景是:

能量需求继续增长，同时，对一次能源的需求规模到下个世纪末可能大致稳定在高于现在的水平上；

部分能源技术直线上升，这些基于实际上不可耗尽能源的技术，在二十一世纪后半期，将成为动力的基础；

开发新能源和掌握新的能量转换技术，及能量运输和利用的费用将提高，同时，提高了在掌握新技术和生产个别种类的装备时的国际合作的作用和意义；

形成全球的或国际间的供能系统，与目前占优势的国家供能系统不同。

能量生产进一步集中化，能量运输规模和费用将有提高；

能量利用效率提高，电能在世界能量平衡中的比例提高。

因此，应指出，人类已进入所谓“过渡期”，在这个时期，人类从依靠有机矿物燃料作动力，过渡到应用实际上耗不尽的基本能源——原子能，还可能是热核能、太阳辐射能、地热等等。很难预言这个过渡期将继续多久，看来，能量需求的增长和生产及转化能量的新技术的发展，按周知的规模，可进行到可见到的任意长的时期。但可以期待，从下世纪后半期开始，世界人口将重新稳定下来，继之是使能量完全满足人们的需要。对今天发达的国家来说，人口稳定和减缓按人平均的能量需求的增长速度到来得还要早。过渡期结束前，主要的能量资源和生产能量的方法，将保证可能用较大的投资得到实际上无限的能量。

1979年前发表的文章中，特别重要的是1977年世界能

源会议所属的经济委员会拟定的世界能源发展预测，在此提请本书读者注意。且不谈本书的许多优点，仅就所讨论的问题，谈两个观点。

首先，产生了这样一个问题：当不能用较短时期的预测来证明其正确时，能否对40~50年或再长一点时间进行预测呢？这里应看到，对较长时期进行预测的主要目的是在某些给定条件（确定了行将到来的时期，发展经济的内部与外部条件）下，研究世界及其主要地区能源经济的基本比例关系的变化趋势，还在于明确发展经济可能遇到的困难，以便现在提前采取措施克服。因此，在作类似的研究时，重要的不是得到精确的（单值的）结果，而是采取综合（系统地）处理方法，弄清影响这个结果的因素，拟定调整这些因素的措施，以期在以后得到最佳结果。

另一方面，为选择最佳的发展速度，为切实应用新的动力技术，保证过渡到应用实际上耗不尽的能源，必须分析长期的发展远景。问题在于，过渡到应用新技术的最佳速度取决于较便宜的有机燃料的储量。因此，若将现在对天然燃料（首先是石油和天然气）储量及其开采费用的估计与动力技术生产动力的费用作一对比，则可以期待，在较长的时期内（在所有情况下都不小于50年），有机矿物燃料，在世界动力平衡中，还将起很大的作用，矿物燃料被排挤掉的过程可能延续相当长的时期。这也决定了必须研究50~100年以后的情况。

也不应忘记，目前全世界能量资源的总需要量为80亿吨以上的标准燃料，这意味着要有功率巨大的开采设备、运

输和加工设备。生产系统的惯性很大。将这些系统的结构作较大的改动，甚至在充分应用新技术的最佳速度下，也要几十年。

所有这些情况都使长期研究能源发展显得合理。这样可以选择各个预测时期最佳的发展策略，加速现在的计划，确保长期转变的实现。

本书采用40年的预测时期，远不能充分研究发展的基本趋势，因为到了2020年“过渡”时期远没结束，可耗尽能量资源贫化的影响，还不能在世界显露出来。到二十一世纪末，很可能或多或少地实现应用实际上耗不尽的能源的过渡，但对如此长的时期——二十一世纪末进行预测是很复杂的。如果在本书采用的40年预测中，一系列问题不清楚，并因此必须讨论世界及其主要地区的动力发展的必择其一的纲要，那么在讨论更长时期的发展远景时，不确定性还会增加。但是，讨论长期发展远景（有许多方案）确实可以预言可能的发展方向，并且必须相应地深入讨论那些2020年前还不能在全世界出现的某种变化（例如，地球气候）产生的结果。因此，现在已经清楚，本书所作的40年预测，不仅应对若干章节加以完善，而且应补充更长时期的预测。

第二点是在最节省的费用下，选择一种经济上合理的发展能源方向，从而保证在下一世纪过渡到应用实际上是耗不尽的能量资源。在现代条件下，世界各地目前由原子能电站（在最低限度的基本负荷条件下）获取热量的成本已经比燃烧笨重的液体燃料低。应期待这种形势将保持到最近的将来，以后随着石油价格的提高，二者的差价甚至还要增加。

最近几年建设原子能电站投资的激烈增长已超过建设有机燃料电站成本的增长速度，原子能电站建设投资增长受到原子动力安全性的严格限制，也受到时间因素（延期建设、掌握新技术、敷设建设者基地等等）的限制。应期待将来主要依靠设备标准化来降低典型原子能电站（价格不变）的成本。

与石油不同，煤的价格主要是由运输费用决定的，而石油用户处的石油价格与用户所在地关系不大，特别是对低热劣质煤和陆路长途运输，更是如此（海运煤炭要便宜的多）。因此，煤炭只对那些远离应用中心和海港的地区，以及开采费用低廉并有大规模扩大生产前途的地区（例如，中西伯利亚有一卡斯克——阿气矿区，蕴藏着大量廉价的褐煤）才是便宜的。很可望在世界其他地区，煤炭工业足够发展后，煤的价格会显著降低，其价格也会比石油价格稳定得多。

应指出，虽然本书对煤炭在世界及其主要地区未来的能量平衡中的作用给予了充分的注意，但许多问题仍不明确。这部分地区是由于缺乏有关资源的规模，特别是缺少有关经济上可行的可采资源的充分资料，但在一定程度上说，也与本书的处理方法有关。特别是作者并未想把现有的煤炭资源按某种方式划分区域，使各用户所在地的开采价及运输价格均相同。总之，在现代条件下，经济上可开采的资源规模本身仍不明确，还有争论。根据这些数据，还不能预测由现代条件过渡到将来条件时，这些资源如何变化。总而言之，预测煤炭生产，特别是由个别国家出口，还是要讨论的。

用户所在地的天然气价格，在很大程度上取决于用户所

在地。在陆地上，用大口径管道输送天然气比铁路运输优质煤稍便宜些，很可能接近管道输送矿浆的价格，而海运干沼气，由于液化费用很高，冷藏箱的价格也很贵，所以比海运煤炭昂贵得多。如果在离使用中心很远的地方开采天然气，并需海运到很远的地方（如印度尼西亚的天然气输送到加利福尼亚）或管路干线需敷设5~6千公里（例如秋明的天然气运送到德国和意大利），当用户（特别是小用户）已与大型天然气网相联，并照例准备花甚至比优质液体燃料还要多一点的钱买天然气，那么可以实现的天然气价格（在交货地）仍然是较低的。因此，在广泛应用天然气的同时，苏联在天然气产区，组织大规模生产更便于运输的产品（氨气、甲醇等）是现实可能的。看来，远离大规模使用中心，蕴藏着大量天然气资源的发达国家（伊朗、伊拉克、科威特、沙特阿拉伯），情况也颇类似。

资源在世界各地分布不均匀，以及对难于运输的资源的需等等问题，本书都不作较详细讨论，不能充分估计其后果。

将来（二十一世纪开始），由于天然液体燃料变得很昂贵，同时电站和其他大型用户的用煤量增加，所以必须在远离应用中心的廉价煤炭大型开采区，组织大规模的由煤炭生产合成燃料。

本书未能充分讨论这个问题。这很可能是由于燃料合成问题，特别是煤的液化问题，只在1978~1979年（亦即实际上本报告的工作已经结束以后）才引起广泛的注意。这似乎也可解释一些地区（例如美国）煤炭的作用较之最近的预

测有所降低的事实。

重要的问题是能否过渡到使用原子能或满足不同领域中的用户（习惯于用液体和气体燃料）所需要的煤。这个问题要看各国的条件，本书未能充分讨论。因此，适当地谈某些主要情况。首先，应针对热力设备发达的若干国家以及集中供热问题，讨论向新的一次能源过渡问题。

在现代和未来的条件下，在世界主要地区（特殊廉价的不需煤炭运输的地区除外），建设基本负荷新电站时，必须以应用核燃料为目标。这个原则也适用于建设以中低档热供应用户的热电中心，这时希望建成原子能热电中心的形式，即同时生产热和电。对电力负荷曲线的半尖峰部分，适于应用大型燃煤机组。液体燃料和天然气仅适于应用在出现尖峰负荷，而这时电力系统又没有充分的水利资源（水电站或蓄水水电站）时。这时为复盖尖峰负荷，空气蓄能燃气轮机是很有发展前途的，应用空气蓄能可使涡轮和压气机的总和功率减少到若干分之一，并可在夜间负荷跌落时，用廉价的电能代替涡轮的大部分燃料。当电力系统中水电站所占比例不多、机动功率也较少时，会产生原子能电站基本负荷不足的困难。在这种情况下，必须采取一切可能的措施（包括应用负荷调节器），竭力阻止原子能电站装机容量利用系数的下降，因这是不希望发生的。只有在遥远的将来，那时原子能电站的比例在水电不太多的电力系统中显著增加时，才需建设原子能电站装备，以便用于负荷曲线的变化部分。这种原子能电站装置，能把反应堆中产生的热量蓄存起来。

在现行电站中，取代液体燃料，是一个更困难的问题

(仅美国气体重油总功率就占 1.5 亿千瓦)，在可出口天然气的国家（例如苏联），最近的课题很可能是这种机组全部改换应用天然气，以解放液体燃料，出口液态燃料比出口天然气更合适，因便于运输。今后应寻找出这种电站改为用煤的可能性。应把不宜用煤的机组逐渐改为负担负荷曲线的半高峰或高峰区，然后改为动力储备。

还有一个更复杂的问题，是对工业和公共居民区的水量或中等热量用户，用原子能或煤炭代替气体燃料。希望把新建设的工业和农业性企业联合成足够大的公司，以实现原子能热电站的经济供电；同时，正如燃用有机燃料的热电站在以往的供热实践中所表明的那样，原子反应堆只应负担基本热负荷部分，而尖峰负荷与动力储备可用燃用有机燃料的廉价热力发电机保证。这种热力发电机只负担很小一部分年需热量。当必须在稠密居民区装设供热中心时，可应用很少发生漏洩放射性物质的（事故可能性极小）低压锅炉。

苏联和其它国家正在广泛测定这种供热方案。而在其他许多国家，特别是美国，还很少见集中供热并同时生产热、电。其不易发展既有资本主义私有性方面的原因，又有居住分散性的原因，大部分居民住在一家一户的住房里。

当生活用燃料与集中生产的热量差价很大，集中供热仍不经济时，看来，采用热泵供应热电会得到广泛应用。当冬天有不太冷的冷水作为热源（在水库附近的用户或有来自某种生产或生活排水的热水时），这种系统在经济上是能奏效的。在必须由周围空气中吸热时，热泵的效率会显著降低。在这种情况下，宜部分应用热泵进行加热，加热规模根据理

有设备夏季调节（冷却）的需要确定。在寒冷地区，这种装备还应补充有机燃料的尖峰锅炉或夜间蓄热的电热设备。

当然，在供热系统采用把液体和气体燃料换为原子能和煤炭的措施的规模与国家的气候条件特别是分散居住十分有关。这方面美国是个特殊的例子；在美国，大部居民住在分散的一家一户住房内，集中供热实际上是不可能的。而苏联主要的居住建筑，大多数都是多户的楼房，目前大多数居住点正在实行热电站的区域性供热系统。

应指出，这种分散居住的差别，还会在减少液体燃料运费问题上产生很大差异。在美国，很大一部分发动机燃料消耗在往返于由家到工作岗位的日班列车上。减少这种消耗的唯一办法看来是减少轻型汽车每公里的燃料消耗量。但是，按运输费用计算，将来每一乘客一公里的燃料消耗仍然是很高的，因上班时汽车的乘客很少。

在苏联，大量的客运网（在很大程度上已电气化）把居住地与工业中心、事物及商业街道联系起来。甚至会有这种情况，利用液体燃料公共汽车时，每一乘客一公里的费用会比乘个人汽车上班便宜好几倍；以后，公共汽车路线大部分将用无轨电车或地下铁路代替。当然，由于石油涨价，苏联仍要解决代换由天然石油制得的汽车燃料问题，但是这种燃料在国家燃料——动力平衡中的比例仍是很小的，这预示着国内问题不至尖锐。

在其他国家，是否能把液体和气体燃料换为煤和原子能可能不同，但看来，大多数发达国家，到本世纪末，特别是下世纪的前四分之一时期，液体燃料和天然气在能量平衡中

的百分数就会缩小。

但是，由于发展煤炭工业和煤炭运输（在煤炭储量集中在几个大陆国家的条件下）¹的困难，以及根据环境保护条件而限制其使用，所以不能指望煤炭担负起提高世界集中供能的重担。特别是需煤量的过多增长是气候发生显著变化的原因，这是很危险的。无论如何，尚未对确定气候的复杂系统进行充分地研究，很难保证在不用核能而煤炭的需量却急剧增长的情况下，地球气候仍然不变。

另一个经常提到的对核能的选择——优先应用非耗尽热源（特别是太阳辐射能），在现代技术水平下及在可见到的未来发展中，显然不能认为是经济上可接受的。当然，在少云地区和纬度不太高的地区（主要是热带和亚热带）应用太阳能可部分地保证生活用热和集中用户的小规模生产用热。在所选择的是液体燃料或电热时，满足一部分低温热的需要，甚至在温带气候条件下，也是有效的。

以潮汐能电站或风能电站形式间接应用太阳能，在将来显然不能占世界能量需求的较高百分比。为建设应用海洋热能的电站，需解决制造廉价的换热表面的困难问题，这种表面要耐腐蚀，以防止生成水斑。而主要的还是估计把大量冷水弄到海面上来给海洋生态学带来的影响。

对发展中国家，主要是应用厩肥和其他生物残渣，以便同时获得优质肥料和生物气体。在发达的国家，大型农庄（养牛场、养猪场、育肥站、养鸡场）的生物残渣，以及城

1 89%以上的世界未来的煤炭资源集中在苏联、美国和中国。