

第十屆世界能源會議論文選

世界動力

上海科學技術文獻出版社

世 界 动 力

第十届世界能源会议论文选

〔苏〕 K·Д·拉夫列年科 编

上海科学技术文献出版社

世界动力
第十届世界能源会议论文选
〔苏〕K·Д·拉夫列年科 编

上海科学技术文献出版社出版
(上海高安路六弄一号)
新华书店上海发行所发行
宜兴南漕印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 7.25 字数 177,000
1982年10月第1版 1982年10月第1次印刷
印数: 1—2,400
书号: 15192·222 定价: 0.92 元

《科技新书目》34-209

前 言

第十届世界能源会议于1977年9月19日至23日在土耳其伊斯坦布尔举行。会议研究的主题是“燃料-动力资源的保障和它们的合理应用”问题。参加会议的代表有三千余人。

一些专家和国际组织向会议提交了大约一百五十篇科学技术报告。分六个组对这些报告进行了讨论。一些最有权威的专家在“圆桌”会议上研究了燃料-动力业的现状和远景发展方面的一些迫切问题。

在原文集内收进了一些较有意义的国外学者的报告，其内容包括世界和某些地区有关煤、石油、天然气、核燃料和水力等资源的供应问题，以及象太阳能、地热、风力等非传统能源的资源保障问题。在一些报告中，叙述了有关提高生产效率和燃料换算方面的最新趋势；2020年前世界上对各种能源的需求量；工业、运输、住宅-市政工程、商业方面节约燃料的幅度等。一些报告还涉及合成燃料、氢气的生产与应用等问题。

原文集共二十三篇，我们选用了十三篇。全书由庄永茂同志担任审核。

编 者

一九八一年十二月

目 录

世界煤资源的估计及其将来(1985~2020年)可能

开采的规模.....	W.Peters 等 (1)
世界石油资源.....	В. М. Трошина (11)
世界天然气资源.....	В. М. Трошина (19)
1975~2000年核能在世界能源供应中的地位.....	M. F. Duret 等 (30)
水力资源.....	L. Armstrong (41)
非传统能源.....	P. L. Auer 等 (50)
煤的氢化、气化及氢能的发展前景.....	W. Peters 等 (59)
综合生产热电的原子能发电站.....	P. Almquist 等 (66)
日本核动力现状.....	В. Д. Андреева (75)
从节能和安全的观点来看标准化的优越性.....	H. H. Frewer 等 (83)
欧洲经济共同体关于能源合理利用与节约的规划.....	M. Allion 等 (89)
美国工业的节能.....	C. Netschert (95)
瑞典工业的节能.....	Holmström 等 (103)

世界煤资源的估计及其将来(1985~2020年)可能开采的规模

W. Peters 等

基 本 状 况

受世界能源会议节能委员会的委托,本文研究的目的是评价煤在将来的能源供给方面可能作出的贡献。文中着重估计了煤的总蕴藏量及其将来可能开采的规模。同时探讨了妨碍煤开采量增加的一些因素。其基本结论如下:

现在世界上煤的地质资源估计超过10万亿吨标准燃料,而已探明的,从技术、经济上考虑现在能够开采的煤的储量约为6,400亿吨。

根据产煤国现在的发展计划和有关当前煤的探明储量的估计资料,如能及时地采取必要的措施,在2020年世界上煤的开采量可望达到87亿吨标准燃料,即比现在世界上煤的开采量(27亿吨)增加三倍以上。为了达到这样的水平,在1975~2020年期间,要求煤开采量的年平均增长率约为2.6%(在1960~1975年期间为2.6%,在1950~1975年期间为2.2%)。

要达到这样的开采水平,应该克服实质上能阻碍世界上某些地区发展煤开采的一系列困难。主要的困难是:招募足够数量的熟练矿工和工程师;建造适用的底层结构和建立相应的运输系统;必须解决煤的开采和使用阶段的各种生态学问题。此外,由于目前其他能源的价格较低,世界上很多地区煤的潜在销售市场还不大。就是说,要考虑到这样的事实,即建造新矿井和露天矿,制造必要

的底层结构和建立煤的运输系统等都需要花费很多的时间;因此,一部分潜在的生产者对发展煤的开采仍缺乏兴趣。

大多数的主要产煤国打算大幅度地提高煤的开采能力,以充分满足本国的需求量。尽管在某些情况下,上述的一些困难可能使煤的开采量比预定的有所减少,然而可以预料,在主要产煤国仍将有足够的供应。但是,到现在为止,大多数国家在预测今后煤的开采规模的时候,基本上仅考虑它们本国的远景需要。一些国家虽然能够开采大量的煤,但目前似乎还未表明扩大煤的开采和建立为扩大煤的出口所需的相应运输系统的意图。按照现在的计划和有关将来煤出口量的估计,煤的平均出口额约为其开采量的7~9%。对满足煤进口国的需求和广泛发展煤的国际贸易来说,煤的出口部分无疑是太小了。因此,现在所做的努力不足以保障煤在世界范围内必要的供应。

世界上拥有丰富的煤资源,均匀地分布在各个地区。可以预料,除已知的煤的地质资源和已探明储量外,还存在相当大的“潜力限度以外的潜力”。因此,煤可以大大地改善今后的能源供应问题。当石油和天然气的开采量减少,或发展核能遇到困难时,它可以减少能源供求之间出现不协调的危险。一系列的事态可能有碍于及时地和合适地应用煤的潜力。但是,同时应该明确地了解这些障

碍在采取相应的措施后能够得到克服。看来现在的主要问题是,由于其它能源还有足够的数量和其价格较低,煤的潜在销售市场目前还不够发达。这使一部分潜在的生产者不愿意对发展煤炭工业进行投资。考虑到广泛发展煤的开采和应用所需的周期很长(这包括在能源政策方面作出决定、投资、矿井和露天矿的建设,运输系统的建立等),没有理由简单地认为,将来的市场对煤可能更为有利。为了最大可能地将煤的潜力变为现实,甚至在目前就必须采取相应的措施。因此,政府和用煤户都极需作出相应的决定。这些决定应该有助于与煤的潜在用户签定长期的合同。这就使潜在的生产者能采取及时的措施来发展煤的开采,从而免遭不必要的损失。

近年来,世界上的各种组织所进行的有

关全球范围内能源供应趋势的研究认为,10~15年后,全世界将感到石油和天然气的不足。鉴于这种情况,其它燃料的应用将增加,在可预见的将来,能代替石油和天然气的仅有能源是资源丰富的核能源和煤。

现在世界上二次能源需求的基本部分是建立在使用碳氢化合物基础上的,因此,世界上将来的动力业也将与生产净化的燃料有关。由于原子能只能用于发电,而煤却是一种不可缺少的原料,它既可生产各种类型的能源——从电力到气体和液体燃料,还可作为化学工业的原料。

煤除了上述优点外,也有其不足之处,即煤的开采不但需要高水平的技术装备,而且,在去除开采的煤中所含有的矿物质时,需要运用较复杂的工艺。

研究的任务

煤的保障供应首先取决于这种燃料现有的资源。考虑到上面提及的有关开采煤的技术困难和煤的质量特性,“现有资源”的术语需要有确切的含意。因此,本研究不仅是估计煤的世界资源和工业储量,而且要对将来煤的可能供应量作出分析。

研究由两个基本阶段组成:详情地分析有关的文献资料,以作出有关世界上煤的地质资源、探明储量和将来可能开采规模的结论;在研究文献资料的同时,通过广泛的查

询,并与主要产煤国的代表进行个人接触,根据对所提出的问题进行答复,以得到对估计煤的地质资源和探明储量有特别意义的、最新的和可比拟的数据。在这项工作中发现,大部分国家还不能够肯定地说出本国煤炭工业在2000年内发展的前景。尽管这样,仍认为对2020年前进行这样的估计是可能的(主要依据文献资料)。从这些研究的结果中可看出将来煤的供应状况的重要趋势。

世界上煤的地质资源和已探明储量的估计

在本文研究的范围内作了以下假设:所谓地质资源,仅指将来可能对人类具有经济意义的资源;而探明储量,一般是指在当前所具备的技术、经济条件下能够开采的那些储量。

因此,矿床的最大埋藏深度限于以下范围:石煤的地质资源——2公里,褐煤——

1.5公里;石煤的探明储量——1.5公里,褐煤——0.6公里。

对于固体燃料的探明可开采储量来说,其最薄的矿层厚度一般是:石煤——0.6米以上,褐煤——2.0米以上。然而,在一些国家内与上述数字偏差较大。由于自然的因素,在褐煤和石煤之间划定界限是有困难的。

表1 各大洲、各国煤的地质资源和探明储量 (单位: 十亿吨标准燃料)

洲、国家和地区	地质资源	探明储量	洲、国家和地区	地质资源	探明储量
全世界	7727/2399	490/144	法 国	2/0.042	0.4/0.01
美 洲	1311/1409	127/71	德意志民主共和国	0.2/9	0.1/8
阿根廷	—/0.4	—/0.1	希 腊	—/0.9	—/0.4
巴 西	4/6	3/6	匈牙利	0.7/3	0.2/0.7
加拿大	96/19	9/0.7	荷 兰	3/—	1/—
智 利	2/2	0.04/0.1	波 兰	121/3	21/1
哥伦比亚	8/0.7	0.4/0.05	罗马尼亚	0.6/1	0.05/0.4
墨西哥	5/—	0.9/—	西班牙	2/0.5	0.3/0.2
秘 鲁	4/—	0.1/—	英 国	164/—	45/—
美 国	1190/1360	113/64	南斯拉夫	0.1/11	0.03/8
委内瑞拉	2/—	1/—	其 它	0.3/0.1	0.06/0.04
其 它	0.1/0.01	—/—	澳洲和大洋洲	214/49	18/9
非 洲	173/0.2	34/0.09	澳大利亚	214/48	18/9
莫三鼻给	0.4/—	0.08/—	新西兰	0.1/0.7	0.04/0.1
尼日利亚	—/0.2	—/0.1	其 它	—/—	—/—
博茨瓦纳	100/—	4/—	亚 洲	5494/887	219/30
阿拉伯联合酋长国	58/—	27/—	孟加拉国	2/—	0.5/—
罗得西亚	7/—	0.8/—	中 国	1425/13	99/—
斯瓦齐兰	5/—	2/—	印 度	56/1	33/0.4
赞比亚	0.2/—	0.005/—	印 尼	0.6/3	0.08/1
其 它	2/0.01	1/—	伊 朗	0.4/—	0.2/—
欧 洲	535/5	95/34	日 本	9/0.06	1/0.01
比利时	0.3/—	0.1/—	朝鲜人民民主共和国	2/—	0.3/0.2
保加利亚	0.03/3	0.02/2	南朝鲜	0.9/—	0.4/—
捷 克	12/6	2/2	土耳其	1/2	0.1/0.6
德意志联邦共和国	230/16	24/10	其它国家	4000/867	85/27

注: 分子——石煤, 分母——褐煤。

为了便于研究, 把它们之间的界限规定在相对干燥的无灰物质 23.76 兆焦耳/公斤(相当于 5700 大卡/公斤)的水平。同时, 也考虑到有些产煤国将煤一般分成烟煤、无烟煤、低烟煤和褐煤。因为多数国家不可能按热值将它们的煤资源和工业储量进行分类, 人们将对

照联合国统计中所使用的换算系数把所得到的数据换算成标准燃料。

表 1 列举了各大洲和各个国家煤的地质资源和已探明储量的数据。表 2 仅系各大洲的数据。石煤和褐煤总的地质资源为 101,260 亿吨标准燃料。探明可开采的储量为 6,370

表2 各大洲煤的地质资源和探明储量
(单位: 十亿吨标准燃料)

洲 名	地 质 资 源	探明可开采的储量
全世界	10126(100) 7728(76)/2399(24)	637(100) 493(77)/144(23)
其中: 非洲	173(2)/0.2(0)	34(7)/0.1(0)
美洲	1311(17)/1409(59)	127(26)/71(49)
亚洲	5494(71)/887(37)	219(44)/30(21)
澳洲	214(3)/49(2)	18(4)/9(7)
欧洲	535(7)/5(2)	95(19)/34(23)

注: 分子——石煤, 分母——褐煤, 括号内——用百分比表示的数据。

表3 煤的地质资源和探明储量的比较数据

世界能源会议 的 数 据	地 质 资 源	探明可开采 的 储 量	探明储量占 资源的比例, %
1974年	10754/8603	591/473	5.5
1976年	11505/9045	713/560	6.2
1977年	—/10126	—/637	6.3

注: 分子——十亿吨, 分母——十亿吨标准燃料。

亿吨。因此, 煤的储量约占其总的地质资源6.3%。

报告中引用的估计数字, 与1974年和1976年世界能源会议在《动力资源的评述》中发表的数据有所不同(表3)。

可以看到, 无论是煤的地质资源, 还是其探明储量, 均有增长的趋势。自1976年至今煤的地质资源的增加量(约1万亿吨^①标准燃料)是相当大的。煤的地质资源和已探明可开采的储量大约按同一比例增加。估计量之所以增加的原因之一显然是, 由于一些国家在1973~1974年重新估计了煤的地质资源, 特别是其探明储量。在另一些国家, 如英国、阿拉伯联合酋长国和博茨瓦纳, 煤的探明可开采储量有了很大的增加。

一些科学家认为, 个别国家提供的有关煤资源的数据, 其中有些矿层厚度如此之薄、

埋藏得如此之深, 以至于从经济上考虑实际上没有开发的可能。但是应该指出, 一些国家加强了普查-勘探工作, 并在估计它们的资源和储量时现在采用了更严格的标准。实际上所递交的全部资料, 都附有有关技术上能够实现开采的矿层厚度和矿床埋藏深度的说明。而有些国家提供的有关资源的数据, 较单个矿床的资源之和要少得多。因此, 表3所示的数据, 即10万亿吨标准燃料, 是介于这些资源的实际数量和将来对人类能够具有经济意义的数值之间。

鉴于世界上有些地区煤的普查工作还未全面展开, 这些数据可能是偏低的。这可从近几年在煤的地质资源和已探明储量不断增加的趋势中反映出来。

目前, 被认为经济上值得开采的已探明的储量是很低的。在地质资源中约占6%。事实表明, 在估计已探明储量的水平时曾采用了严格的标准。一些国家, 如美国, 所报道的煤的储量数据, 是指埋藏得较浅、煤层很厚的矿床的储量。在很多情况下, 如美国, 实际上估计能开采的资源仅为地下资源的50%。看来这一数值也是偏低的。该数值对用房柱式采煤法开发的那些矿床大体上是适用的; 而对用全面回采法开发的矿床, 其采出率可能要高得多。

从而可以作出这样的结论: 可开采的煤的探明储量有进一步大幅度增加的潜力。只要石油和天然气的价格稍有提高, 就完全有可能促使煤的探明储量有明显的增长。因此, 一般性地探讨了煤炭工业方面科学技术进展的前景, 为提高机械化和自动化水平的采煤技术和开采较深煤层的新方法, 如水力采煤, 使采出系数能大大提高, 以能使部分地质资源转变为已探明储量的范畴。这就有赖于其它的一系列经济指标。如果煤的地下气化过程(研究这项技术已经几十年)的效率和经济

^① 原文误为10亿吨标准燃料。——译者注

性得以提高时,用微生物将煤有效地转换成气态或液态产物(但是现在很多专家怀疑这项技术实现的可能性)成为可能时,还将有一部分地质资源能够转变成探明储量的范畴。

煤的地质资源和探明储量的主要部分集中在北半球,其中包括苏联,美国,中国和一些欧洲国家。

苏联、美国和中国拥有世界上石煤地质资源的85%,褐煤地质资源的94%,石煤探明可开采储量的60%,和褐煤探明可开采储量的64%。

在南半球,煤的地质资源和探明储量均较少。现在这里仅有三个国家的蕴藏量较大,即澳大利亚、阿拉伯联合酋长国和博茨瓦纳。这些国家煤的地质资源占全世界的5%,

而其探明可开采的储量占全世界的9%。

煤分布的不均匀性可能与南半球国家的面积小和其普查-勘探工作至今尚未全面展开是有联系的。但是从另一方面来看,有些地区所具备的地质条件在相当大的程度上排除了拥有大型煤矿的可能。虽然如此,应该考虑到随着地质普查和勘探工作的广泛开展,必将导致新资源的发现和已探明储量的增加。例如,从博茨瓦纳获知,这个国家煤的最高储量达1万亿吨。由于目前对此还不甚清楚,故在报告中没有运用这一数据。在印度尼西亚和澳大利亚进一步的普查和勘探工作,也完全有可能取得成效,从而证实上述假设。

煤 开 采 的 发 展 前 景

煤的地质资源和已探明储量的研究表明,在很多国家中拥有一些大型的、有工业价值的煤矿。因此,工业储量的进一步增加还有相当大的潜力。由此可见,煤的储量是可以满足今后长时期内对其迅速增长的需求的。但是,这些储量只有当它们能及时地和以足够的数量进入能源市场的情况下,才能成为具有保障的供应地。至于各个地区煤供应的充分与否,首先最关心的是各个国家预计的开采数量。如果涉及世界范围内煤供应的充分与否,则最重要的指标自然是各个国家预计的出口数量。

这些计划的实现和煤矿开发的及时性,是与克服各种困难相联系的。这些困难发生在采煤的开发阶段和煤的开采、使用的过程中。鉴于这种情况,应仔细地分析矿床所具备的条件,底层结构,煤的贸易和将来的出口计划,生态平衡,煤的质量,煤的加工过程,具有的劳动力和资本以及当地煤的供应。

上述的分析纲要要被运用于共占世界上煤的探明可开采储量92%的澳大利亚、加拿

大、德意志联邦共和国、英国、印度、日本、中国、波兰、阿拉伯联合酋长国、美国和苏联。

除了上述国家外,还分析了欧洲的其余国家和南美洲国家。

世界上将来煤开采量的估计数据列于表4。图1表示主要产煤国将来煤开采的趋势。一些国家至今仍不能提出自己在2000年煤开采量的估计数字,而只有三个国家能够提出2020年煤开采量的数据。在大多数的情况下,数据取自文献资料;而在其它情况下,数据是根据煤的已探明储量和在不久的将来其开采的发展趋势用外推法获得的。于是得到了以下煤开采量的估计数据:1985年——38;2000年——56;2020年——87亿吨标准燃料。

所得到的各国煤开采的规模,特别在2000年和2020年,应该看作是从现在开始采取一系列措施后才能够达到的最高数量。所以,全世界的汇总数据应该看作是从现在开始采取一系列措施后估计能够达到的极限。

这种保守的估计是由于将来煤的开采和

表4 各个国家将来煤的开采量的估计

国 家	煤的开采量,百万吨*				年平均增长速度, %			
	1975年	1985年	2000年	2020年	1975~1985年	1985~2000年	2000~2020年	1975~2020年
澳大利亚	69	130	200	300	6.5	2.9	2.0	3.3
加 拿 大	23	35	115	200	4.3	8.2	6.1	4.9
中 国	349	725	1200	1800	7.6	3.4	2.0	3.7
德意志联邦共和国	126	129	145	155	0.1	0.8	0.3	0.5
印 度	73	135	235	500	6.3	3.8	3.8	4.4
日 本	19	20	20	20	0.1	—	—	—
波 兰	181	200	270	290	1.0	2.0	0.4	1.0
阿拉伯联合酋长国	6.9	119	233	300	5.6	4.6	1.3	3.3
英 国	129	137	173	173	0.6	1.6	—	0.6
美 国	581	842	1340	2400	3.8	3.1	2.9	3.2
阿 根 廷	0.7	1.3	6	8	6.3	10.7	1.4	5.5
比 利 时	7.0	7.0	7	7	—	—	—	—
博茨瓦纳	—	5.5	11	16	—	4.7	1.9	—
巴 西	2.5	7.5	15	40	11.6	11.6	5.0	6.4
保加利亚	13.6	18.7	30	35	3.2	3.2	1.4	2.1
智 利	1.5	2	6	8	2.9	7.6	1.4	3.8
哥伦比亚	3.6	8	15	25	8.3	4.3	2.6	4.4
捷 克	80.0	93	100	110	1.5	0.5	0.5	0.7
法 国	23.4	14	14	14	-5.0	—	—	-1.1
德意志民主共和国	74.6	80	90	100	0.7	0.7	0.5	0.6
希 腊	6.0	9.2	18	20	4.4	4.6	0.5	2.7
匈 牙 利	14.0	24	24	25	5.5	—	0.2	1.3
印度尼西亚	0.3	2	13	18	25.9	10.3	1.6	9.5
墨 西 哥	7.1	20	42	45	10.9	5.1	0.3	4.2
朝鲜人民民主共和国	34.0	36	40	50	0.6	0.7	1.1	0.8
罗马尼亚	13.0	25	35	40	6.7	2.3	0.7	2.5
南 朝 鲜	18.0	24	20	20	2.9	-1.2	—	0.2
西 班 牙	12.3	16.3	23	25	2.8	2.3	0.4	1.6
土 耳 其	13.0	24	30	35	6.3	1.5	0.8	2.2
委内瑞拉	0.2	5.5	6	10	39.3	0.6	2.6	9.1
南斯拉夫	18.1	25	40	45	3.3	3.2	0.6	2.9
全 世 界	2597	3798	5650	8689	3.9	2.6	2.2	2.7

* 标准燃料。

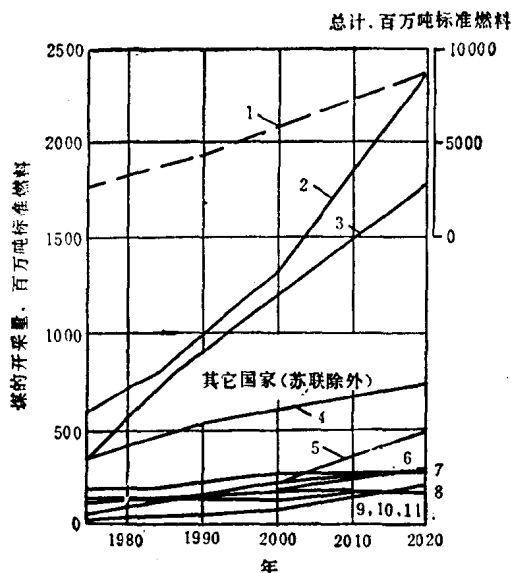


图1 各个产煤国煤开采量的变化趋势

1——总的；2——美国；3——中国；4——其它国家（苏联除外）；5——印度；6——阿拉伯联合酋长国；7——澳大利亚；8——波兰；9——加拿大；10——德意志联邦共和国；11——英国

随后的消费会遇到一系列困难的缘故（这些困难在将来某个时候表现为这样或那样的形式，虽然目前还不可能用数量来表示，一般认为它有一定的概率）。这项研究的结果概括地列在下面。

大多数产煤国加强了新矿床的勘探和开发工作。在一些产煤国，煤开采量的大幅度增加仅依靠把主要的开采中心移到煤炭工业欠发达的地区来达到的。例如在美国，预料煤的开采将从其东部移至拥有大型煤矿床的中西部和西部地区。

用上述方法大幅度增加煤的开采量，其困难在于其所需的周期很长。在现在的条件下，建造新的矿井，并完全发挥它的生产能力，需要5至15年。除此，在一系列国家尚需建立或扩大相应的底层结构和运输系统；有时也需要建造煤加工的企业。

在有些地区实现有关扩大煤的开采和使用的措施，不仅需要很多时间，而且需要巨额投资。但是经验证明，只有在可接受的期

限内存在抵偿初始投资的前景时，才能使这些措施具有需要的规模。提不出煤在各地的需求普遍开始迅速增长的确切时间，这就迫使人们谨慎地实行能源工业的远景计划。在石油和天然气市场入不敷出的时候能够动员投资基金，但由于大幅度增加煤的开采量所需的时间很长，那时再去投资可能为时已晚。这些因素从而可能成为及时开发煤资源的严重障碍。为了使能源工业在扩大煤的开采和发展运输系统方面及时地得到足够的鼓励和财政方面的支持，应该考虑在不久的将来在能源政策方面是否需要采取补充的措施。

任何显著地扩大煤的开采，要求具有受过训练的熟练人员。根据现有的情报，一些国家要实现这项要求面临严重的困难。特别在不得不重新采用地下开采方法和把开采中心移到从前几乎未进行工业化的、人口密度低的地区的一些国家时，问题更为复杂。

在实行环境保护措施的一些地区，越来越注意到在完成露天开采后重新组织耕耘土地。至于用户，则必须考虑现行的市场结构和希望越来越方便的倾向，以决定那些容易使用的燃料（主要是电力，以及气态和液态的碳氢化合物）在将来的需求。至于将来，则应该符合生态方面的要求。一系列国家正在积极从事这方面的研究和改进。在电力和热能的生产方面，煤在沸腾层的燃烧方法引起了特别的兴趣，因为它用较简单的方法能大大减少二氧化硫和氧化氮的逸出。这种方法同样适用于含硫量高、灰分多的煤。如果这项研究能顺利完成，则必将扩大建造煤加工装置的基地和提高煤的使用效率。

现在简要地谈一谈有关焦炭的生产问题。在这方面，由于成功地解决了行之有效的环境保护问题的连续炼焦法，过去认为不适合炼焦的煤也被应用了，从而增加了炼焦煤的供应。

在煤的气化和氢化方面，也正在研究旨在解决环境污染问题的方法。这些方法既不

是陈旧工艺的改进,也不是完全的新工艺。这些方法能否及时地研究成功,除了其它的因素外,同用于这方面的基金多少有关。

最近几十年来大气中二氧化碳的含量有所增加,是否真正是由燃烧过程引起的,对此现在还没有一致的观点,因为更多的二氧化碳来自自然界。至于有关大气中二氧化碳含量的增加对气候有否影响,目前也不能够得出任何确切的答复。

个别国家预计的煤的开采规模,对满足各自本国的需要是足够的。但是要得到有关将来煤的供应问题的明确概念,只有分析了全球的情况后才能得出。世界上煤的供应状况关键取决于主要产煤国是否打算出口煤和以多大的规模出口煤,这方面具有头等的意义。有关研究的结果列在下面。

现在世界上煤的年贸易量(几乎除去烟煤)大约为2亿吨标准燃料。其中,从海上运输煤约1亿吨。按热值计算,这仅相当于世

界上石油贸易的大约5%。

表5附有计划的或估计的煤出口量的数据。为了便于比较,该表也列举了煤的开采量数据。煤的出口量占其开采量的份额,列在表5中,也示于图2。很多国家还不能够提出2020年前本国煤的出口量数据。所以,一方面利用文献资料上的数据,另一方面根据各自现实情况进行外推。在分析的基础上提出了煤的出口量数据(单位为百万吨标准燃料):1975年——199(占总开采量的7.7%),1985年——308(8.1%),2000年——520(9.2%),2020年——660(7.7%)。

因此,2000年煤的出口量占其开采量的份额(按热值计算)比现在的石油和天然气的出口份额百分之二十五低得多。

看来,这一结果表明主要产煤国现在确定煤的开采仍以满足各自国内的需要为目标,在这样的情况下煤的国际贸易量在出口量占开采量的份额比较低的基础上未必能够

表5 主要产煤国煤的开采量和出口量数据,百万吨*

国 家	1975年			1985年			2000年			2020年		
	开采量	出口量	出口的 份额, %	开采量	出口量	出口的 份额, %	开采量	出口量	出口的 份额, %	开采量	出口量	出口的 份额, %
澳大利亚	69	29	42	130	60	47	200	100	50	300	120	40
加 拿 大	23	12	52	35	15	43	115	40	35	200	65	32
中 国	349	3	1	725	7	1	1200	30	2	1800	50	3
德意志联邦共和国	126	23	18	129	25	19	145	30	21	155	30	19
印 度	73	—	—	135	7	6	235	13	7	500	32	6
日 本	19	—	—	20	—	—	22	—	—	20	—	—
波 兰	181	39	21	200	50	25	270	50	18	290	50	17
阿拉伯联合酋长国	69	3	4	119	23	19	233	55	24	300	60	20
英 国	129	2	2	137	10	7	173	8	5	173	8	5
美 国	581	60	10	842	68	8	1340	90	7	2400	145	6
其 它**	364	4	1	475	6	1	619	34	6	751	46	6
所有国家**	1983	173	8.7	2947	271	9.2	4550	470	10.3	6339	606	8.8

* 标准燃料。

** 不包括苏联。

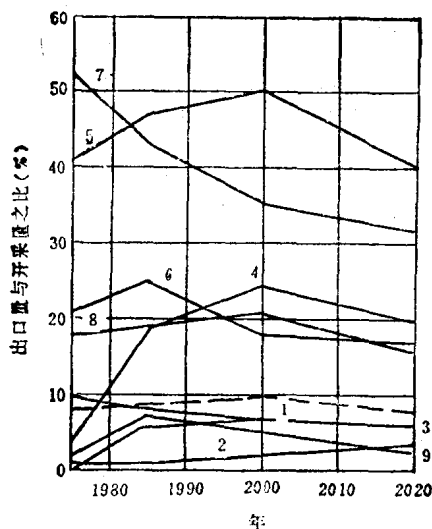


图2 各别产煤国煤的出口量与开采量之间的比值的变化的

1——美国；2——中国；3——印度；4——阿拉伯联合酋长国；5——澳大利亚；6——波兰；7——加拿大；8——德意志联邦共和国；9——英国

扩大。在图3中，列举了2020年前世界上煤的开采量和出口量变化的相对趋势。

必须强调，这些结果是以现有的情报为

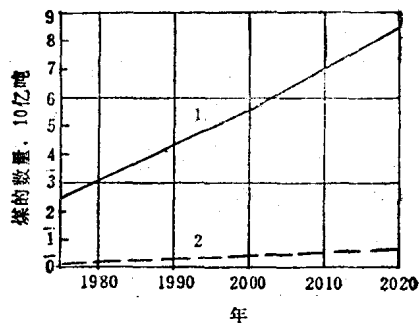


图3 世界上煤的开采量与出口量的变化(相对计算)

1——煤的开采量；2——煤的出口量。

基础的。该情报已将正在采取的和计划采取的措施考虑在内。能源市场状况的重大改变，其结果可能是提高煤的国际价格，这自然能鼓励扩大煤的开采和增加煤的出口。虽然如此，由于大幅度地增加煤的开采量需要很长的期限，未必能够消除不久的将来完全可能出现的供求之间不协调的现象。为达此目的，应该在煤的不足真正来临之前开始实行必要的准备措施。

2020年前煤开采量发展趋势的经济-统计学估计和煤的探明储量的关系

除了本研究的结果外，应当运用实验的经济-统计学分析，以估计将来煤的开采规模和探明储量之间的关系。有关结果示于图4。从该图中可见，约为6,000亿吨标准燃料的煤的已探明储量，允许其开采量能增加到1985和2000年预计达到的水平，但不允许达到2020年预计的水平。这就是说，在目前认为有工业价值的储量与本报告中预计的2020年开采量87亿吨标准燃料之间存在不相适应的情况。它表明在通常情况下，这一开采水平是不可能达到的。只有当煤的已探明储量不小于12,000亿吨时，这样的开采水平才能够达到。由于煤有巨大的潜在储量和市场上能

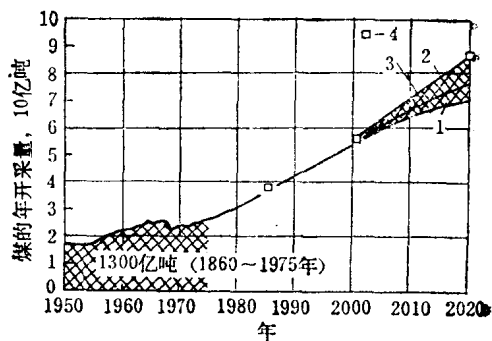


图4 煤开采量的变化与探明储量的水平的关系

1——煤的储量6,000亿吨标准燃料；2——煤的储量8,000亿吨标准燃料；3——煤的储量12,000亿吨标准燃料；4——开采量(根据本报告的数据)

源的价格预料会提高，将来煤的已探明储量为现在的 6,000 亿吨的两倍是很可能的。因此，从储量上来看对 2020 年煤的开采量作上述估计也是有一定根据的。在 2020 年以后的很长时间内，扩大煤的应用可能成为生活中的现实。所以，煤在保障将来能源的供应方面具有重要的意义。

考虑到煤的地质资源和探明储量的潜在

规模，可以认为满足对煤的需求大体上是可能的。但是这些储量能否及时地得到开发还值得怀疑。其原因在于目前在发展煤的开采方面所作的努力，对满足预测的需求来说是不够的。因此，加强这方面的努力，包括能源政策方面新的决策，乃是十分必要的。

陈绍康 译

吴寿其 校

世界石油资源

В. М. Трошина

由于较难估计世界上石油的极限资源及其将来最大的年开采规模，在1976~1977年曾进行了《特尔斐》式的讯问，以便从世界上各方面专家（石油公司的、社会组织的以及某些专家）那里得到为进行这种估计所需要的必要数据。类似这样的讯问还是第一次进行。讯问涉及传统的和非传统的石油资源。

从得到的数据中可以作出以下重要的结论：

世界上传统石油的极限资源估计为2,500~3,000亿吨；

确认不断地进行海洋钻探的必要性（因为世界石油资源的45%在海域）；

在1985~1990年前这一期间，石油钻探的费用将有相当大的增加（两倍以上）。

但是，在开发已被发现的油田方面所增加的费用将少得多；

岩层采油率将从1977年的25%提高到2000年的40%；

最令人不安的是，石油储藏量的年增长速度将减缓，而且2000年的储量很可能与1977年石油的总消费量（30亿吨）相等。

从本报告引用的有关石油的最大可能开采量的一些图中，我们提出两个图供从事这一问题的专家们认真地研究。我们认为，它们给出了将来最大可能年开采量的可靠数据（1990年在40~50亿吨范围内）。

到本世纪末，可能开始应用2000~3000亿吨非传统石油资源，但是高昂的开采费用将限制它在某些特定方面（运输、化学）的应用。到二十一世纪初，非传统的石油资源将是提供石油的主要来源。研究“非传统”石油开采工艺方面的强有力措施，能够提前将它纳入燃料-动力平衡表，并能把每吨的价格降低到110美元左右。

为了保证开采的石油能够达到所需要的数量，必须具备很多条件：给石油开采公司以财政帮助；签订在发展中国家勘探和开发油田的国际协定，以便使这些地区的石油不会遗置不用；在完善勘探和开采工艺方面给予帮助。由于各种原因，预期的最高开采水平很可能达不到或延缓达到。

前言

1974年7月，在美国底特律市创立的世界能源会议能源经济委员会，把揭示2020年前这一期间初级能源的供求结构作为自己的任务。其中包括在最权威的专家们的意见基础上确定石油的极限资源，尽可能地编制石油最大年开采量的图表，列举有关非传统

石油代替传统石油的各种可能性，估计它们的储量与开发的可能性等任务。

传统石油——这是采用传统的工艺，以可接受的费用钻探和开采的石油（与冷凝物在一起）。这实际上是指从陆地和水深在200米以内的海域的油田中开采的石油。

钻探和开发非传统石油所需要运用的工艺还未完全研究成功,而且开采这种石油是否合算现在不十分清楚或论证的根据不足。1990年前,这种石油肯定不可能有较大的数量。属于非传统的石油是,从深水海域和北极地带的油田中开采的石油和大部分重石油;应用提高油层产能的第二级和第三级方法所开采的石油、沥青岩、油页岩以及从煤中得到的合成液体燃料。

传统石油的资源 and 储量

虽然美国和加拿大采用的分类方法非常有效,在本报告中仍采用通用的石油分类系统,它仅包括可开采储量和资源:

可靠的储量——在现有的市场条件下采用现代工艺能够开采的探明储量。这是指在已经建成的或现在正在建设的油田中的石油;

可能的储量——在具有更完善的工艺和经济的条件下才能够开采的那部分探明储量,也包括不大的孤立油田;

可能的资源——可能具有的,但尚需钻探的资源。

估计极限可开采储量的困难之一,是缺乏有关将来岩层采油率的可靠数据(现在为25~30%)。这一指标与油田的特点和用于开采的投资规模有关。后者本身又与经济条件有关。其它的原因是难以确定还未探明的石油资源的可能规模,这些资源往往处在现在很少了解的地区。

虽然在1973年四次提高石油的价格,由于一系列的原因其可靠储量并没有增加。其主要原因是按高价销售石油的大部分进款并未用于新储量的勘探方面。石油输出国组织的成员国将额外的进款基本上用于其它目的,而未用于石油的钻探方面。在工业发达的国家,由公司支配的那部分所增加的利润,由于通货膨胀的存在而基本上被耗费掉了。至

为了估计传统石油可开采储量的极限和试图编制其最大可能开采量的图表,作者在世界能源会议总秘书处的积极支持下进行了《特尔斐》式的社会讯问,并从石油公司、社会组织、谘询公司中很多国际上公认的专家那里,以及从某些专家那里收到了大约30份答复。这次讯问是在1976年9月至1977年4月进行的。

于在提高油层产能率的研究和措施方面的投资总额,要想知道其效果还为时过早。

《特尔斐》式的讯问。为了制定世界石油资源方面的长期政策,可能是第一次运用《特尔斐》式的研究方法(根据古希腊城著名预言者的名字特尔斐命名的)来确定一些推测的但很重要的数据:传统资源的最大可开采数量及其产地;将来的钻探和开发费用;将来的生产费用;储量的分布结构(在陆地或海域);将来可能的油层产能率;探明储量的年增长速度;新油田在将来总储量中的比重以及现有油田储量的重新估计。用通常的方法研究这些重要问题,不仅需要很长的过程,而且所得结果的价值反而比直接向世界上第一流专家讯问的要小。

上面指出的所有问题均与将来有关。用计算或现有趋势的外推方法都难以回答这些问题。它们需要知识、经验和理智的综合。例如,拿石油的极限资源这个问题来说,为了确定没有勘查过或很少勘查过的地区的石油资源,地质学家通常运用复杂的类推方法和概率来计算,而由于各自知识和直观方面的原因他们对这些问题不是总能阐明清楚,他们根据熟知地区的经验,将来研究区域内推测的冲积岩规模和所具有的不完整的地质学知识进行工作。这样一些问题很适合用《特尔斐》式的讯问来进行研究,在其过程中每一位