·资　料·

世界能源形势及其对钢铁工业的影响*

Horst Michael Aichinger,　Gerd W. Hoffmann,　karl Pittel

目　　标

由于钢铁工业的发展越来越强烈地受世界能源形势的影响，因此，应当分析和指出当前能予见的能源市场状况到本世纪末如何影响世界范围的钢铁生产。

前　　言

“最初是掠夺，普罗米修斯的掠夺。他给人类带来了维持生存的能源，但也带来了特有的危险。”这段引语恰当地描绘了能源在维持生存和威胁生存这两种作用之间目前的紧张状况。经过了很长时间，人们对生命攸关的能源问题才给予广泛的重视并着手解决它。虽然很多国家本国的能源资源不足，但长期以来广为流传的观点是：充足的能源供应似乎是不成问题的事情。1973年底发生的创伤性的事件才打破了这种幻想。

一次能源的世界经济状况

世界石油状况

石油涨价。图 1 中所示的自 1973 年底以来石油价格上涨的几个阶段，表明世界市场上能源危机的状况。其起点是由于1973年底以色列和埃及—叙利亚之间的“Jom—Kippur”战争而引起的第一次石油危机。当时由于阿拉伯产油国的抵制输出而使西方工业国家出现石油短缺的局面。结果每桶油价上涨了 8 美元，即上涨了约 400 %。

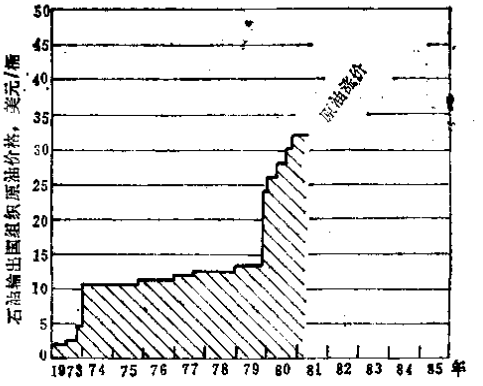

图 1　原油按官方合同价格的涨价情况

随着1978年底由于伊朗革命而引起的第二次石油危机的到来，尽管其他石油输出国组织国家提高石油产量使 1979/80 年未出现象73—74年那样的石油短缺现象，然而油价仍然暴涨，比第一次涨价高了1倍。

由于 1980 年 9 月底伊拉克和伊朗之间爆发的冲突，开始了一轮无休止的继续涨价。由于霍姆兹海峡可能被截断，还可能加剧这种涨价。这可能使每年的石油输出减少 9 亿吨，几乎减少世界石油需用量的三分之一。除存在此种危险外，当前

---

*德国钢铁协会能源经济和热工技术委员会第758号报告，1981 年 6 月 8 日在里约热内卢 ILAFA 能源会议上作了报告。

石油价格的猛涨给世界经济带来了巨大的和至今尚不能解决的困难。这种价格冲击对于所有石油消费国家的经济增长和支付平衡所造成的后果还不能完全看清。与此同时，油价上涨还要直接或间接地或迟或早影响别的工业能源，因此油价起到了主导价格的作用。

油价的飞涨无疑是由于战争和政治冲突而引起的。另一方面，七十年代初期消耗的石油比新发现的要多，面对石油用量还将年年继续增加、需用量无限高的背景，对于可供开采的石油将要耗尽，引起了世界的关注。

石油储藏的地理位置。1980年世界石油储藏量为873亿吨，相当于1256亿吨标准煤。其中西欧32亿吨，非洲77.6亿吨，近东492.4亿吨，东方集团国家95.4亿吨，中国27亿吨，远东和澳大利亚26.6亿吨，北美45亿吨，中南美77亿吨。世界现有石油储量中几乎有75%（650亿吨）分布在近东、非洲和中南美，即分布在所谓的发展中国家。这些国家当然要试图以尽可能高的价格销售他们的最显赫的和常常是唯一的石油及天然气财富。

为了长期地尽量利用原料储备，石油生产国的供应战略已改变了短期内极度开采的状况。所以对过去所作的关于将来世界石油最大供应量的予测必须大大削减，达到几乎不超过现在世界石油开采量的水平。

由于能源需要量的进一步增长而产生的能源供应量的危险有可能在短期内由于政治干扰而加剧。

开采量和需要量。在考察了石油储藏的地理位置及其有限的供应能力之后，看看主要消费国家的石油需要量和开采量，对于了解世界石油形势是有启发的（见图2）。

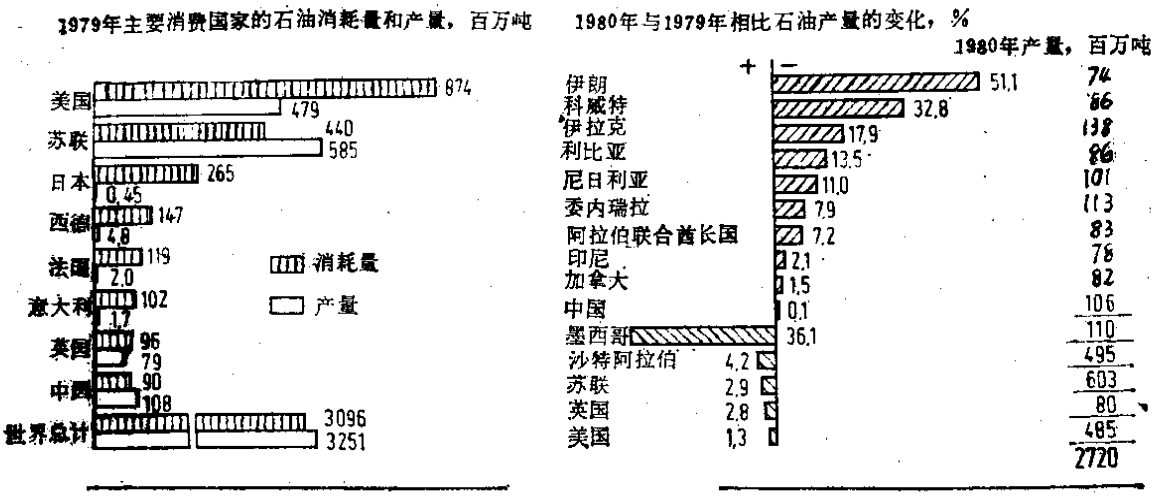

图2 世界石油生产和消耗状况

例如，除了苏联和沙特阿拉伯以外的主要石油生产国之一的美国，由于其巨大的需用量，1979年尚需进口约4亿吨石油。北美有45亿吨储量，满足美国自用，其利用时间仅仅还有10年。这样，美国未来石油需用量的增长将会成为世界能源市场的一个关键问题。

苏联除本国需要外，可供出口的石油量为1.45亿吨。按现在已知的储量，东方集团国家石油的使用年限也只有15年。由

此可以予计，东方集团国家在不远的时间内也得进口石油。

日本、西德、法国和意大利这四个国家本国石油产量不值一提，而英国和中国的石油消耗和开采基本保持平衡。

1980年世界石油产量约为30.6亿吨，较之1979年的32.5亿吨降低了5.8%。对比之下，从1978年到1979年石油产量还增加了约5%。1980年最重要的产油地区的产量，近东为9.56亿吨（-12.4%），东方集团国家为6.25亿吨（+2.8%），北美为5.67亿吨（+0.9%）。一方面由于有意地削减生产，另一方面由于技术和战争原因造成的减产，石油输出国组织内部的石油产量共减少约12%，这使石油输出国组织在世界石油产量中的比例从1979年的47.8%下降到1980年的43.7%。

世界天然气状况

天然气储藏的地理位置。1980年世界天然气储量为72.9万亿米^3，相当于868亿吨标准煤。其地区分布为：西欧3.83万亿米^3，非洲5.96万亿米^3，近东20.96万亿米^3，东方集团国家25.78万亿米^3，中国7000亿米^3，远东和澳大利亚3660亿米^3，北美7.92万亿米^3，中南美4.09万亿米^3。图4指出1979年所列国家的天然气开采量和世界各地区的天然气消耗量。亦如石油一样，按现在的观点经济上可开采的大约73万亿米^{3}天然气，其中三分之二以上都分布在石油输出国组织成员国和苏联。西方主要消费国美国和西欧的天然气储量目前却只占世界储量的11%和5%。

约18亿吨标准煤的天然气消耗量大约占世界总能耗的1/5。近十年内，天然气消耗量所占的比例变化不大。因此，1979年天然气用量排在石油（占2/5以上）和煤(占3/10)之后，居第三位。最大的天然气开采和消费国家是美国和东方集团国家，它们分别占世界消耗量的45%和30%左右。西欧的天然气用量约占15%，居第三位。

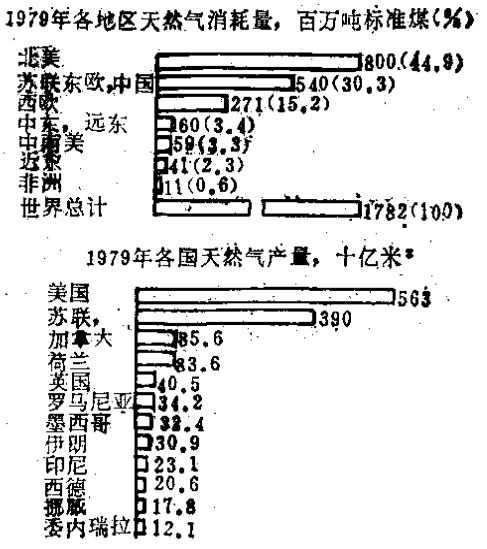

图4　1979年世界各地的天然气产量和消耗量

国际贸易的气态和液态天然气及石油气目前只占世界天然气产量的12%。如果考虑到现在还有占总产量15%的天然气被放空，那么便会认识到在这方面还存在着多大的贸易潜力。

世界范围内液化天然气和液化石油气的贸易和运输量总计约相当于8600万吨标准煤，这对满足现在世界天然气的需要已成为一种重要的补充和稳定因素。近五年内液化天然气的贸易量已从1975年的一千万吨标准煤增加到1979年的五千多万吨，将近增加5倍。

在这十年内必须大大扩大国际天然气贸易，以满足天然气的需求，特别是满足西欧、美国和日本的需求。

世界煤炭状况

煤是炼钢生产最重要的能源。与石油和天然气的情况相反，工业国家除日本外都拥有巨大的煤炭资源。没有石油和天然气的大多数发展中国家，都有自己的煤炭

资源，但目前只有少数一些国家进行开采利用。最大的煤炭储量分布在北半球。仅北美、西欧、东欧、苏联和中国就储藏有约6000亿吨标准煤，占世界储量的87%。南半球国家探明的煤炭储量较少，这不仅表明了一定的地质特点，而且也是勘探工作还不发达的反映。按照现在的水平，全世界在技术上和经济上有开采价值的6860亿吨煤中，约20%可以露天开采，80%要地下开采。

1980年世界煤炭储量为6860亿吨标准煤，其地区分布为：西欧910亿吨，东欧460亿吨，苏联1650亿吨，中国990亿吨，亚洲其余地区170亿吨，澳大利亚360亿吨，非洲330亿吨，加拿大150亿吨，美国1800亿吨，中南美40亿吨。

1979年世界采煤量约28亿吨，美国、中国、苏联占世界开采量的2/3以上，其次是波兰、英国、印度和西德，占世界产量的20%（见图5）。这些国家也是最大的煤炭消费国。

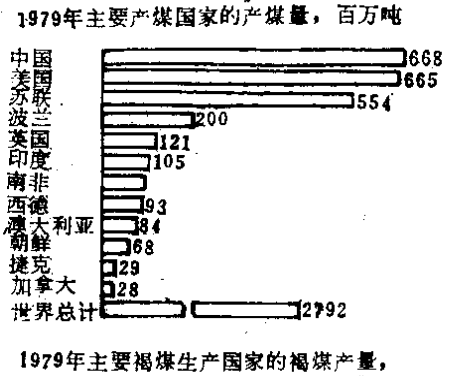

图 5 1979 年世界各国的采煤量

从1970年到1979年，世界煤炭开采量每年约增加2.8%，中国、美国、苏联和波兰增长最多。欧洲共同体从60年代以来采煤量不断下降，相反，从1975年起美国的采煤量却显著增加。从1970年到1979年，世界褐煤产量每年约增加2%，79年达到9.4亿吨，约相当于2.6亿吨标准煤。经互会国家和西德目前拥有巨大的褐煤开采能力。德意志民主共和国在这方面具有优势地位，占世界褐煤产量的27%。在产煤国家里，褐煤是一个重要的能源政治因素，因为褐煤在保证供应和价格有利方面，符合能源政治的目标。

图6表示1979年与1973年相比，世界硬煤贸易量的变化以及1979年的主要煤炭出口国家。在1979年的2.63亿吨对外贸易额中，有8700万吨属于欧洲共同体、经互会、美国/加拿大等经济集团的内部贸易。就全世界煤炭产量约28亿吨而言，世界煤炭贸易额（不包括集团内部贸易）约大于6%。相比之下，世界石油贸易量总计约占开采量的55%。世界煤炭贸易量这样少，首先应归诸于煤炭在价格上至今尚不能与石油竞争。在贸易的煤炭中，焦煤占2/3，发电厂用煤占1/3。

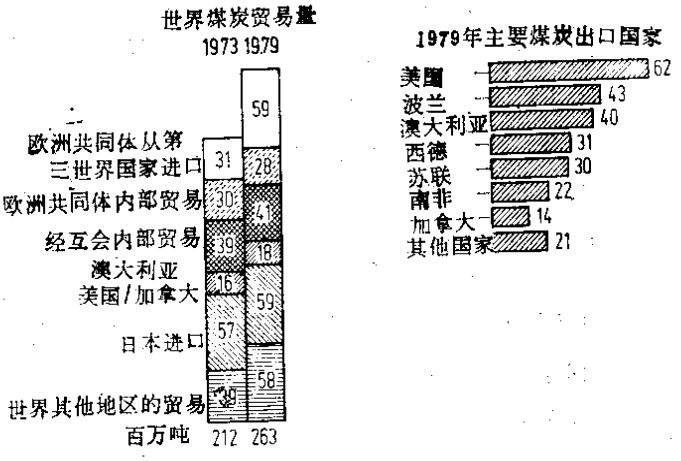

图 6 1979 年与 1973 年相比，世界煤炭贸易量分配的变化以及 1979 年的主要煤炭出口国家

总储量、资源和使用年限

根据对矿物燃料石油、天然气和煤炭的储藏量、开采量、消耗量的分布和贸易情况所进行的讨论，可用表1概括地列出世界能源的储量、需用量和可利用年限（假定现有储量和消耗量保持不变）。

世界能源的储量、消耗量和可利用年限　　表 1

一次能源	地质上可能的储量		目前经济上和技术上可利用的储量		1979年世界能源消耗量		可利用年限	
							地质储量	目前的经济储量
	十亿吨标准煤	%	十亿吨标准煤	%	十亿吨标准煤	%	年	年
石　油	2124	16.8	126	14.0	4.4	48.9	483	29
天然气	280	2.2	87	9.6	1.8	20.0	156	48
煤	10241	81.0	686	76.4	2.8	31.1	3660	245
矿物燃料总计	12645	100.0	899	100.0	9.0	100.0	1405	100
铀（千吨）	5050		2600	—	40	—	125 • 7500 ••	65• 3900••

注：• 轻水反应堆。　　•• 增殖反应堆。

到此为止，我们所谈到的能源储量是指表中第二栏所提到的“目前从经济和技术观点看可利用的”常规能源储量。根据所列出的时间，这些类型的能源由于它们在近期和中期内是可利用的，因而被人们所选择。除了估计的常规能源储量以外，还有一些非常规类型的能源储量。例如从油页岩和沥青砂中提取的油、煤层中的甲烷和深海采油区的碳氢化合物。此外，还提出了推测的和可能的能源储量。经济和技术上可利用的能源储量在地质学储量（即资源）中所占的比例，取决于技术的发展、能源价格和一次能源转换方法的技术经济水平。

如果就经济和技术上可利用的能源储量而言，则根据储量和需用量而求出的可利用年限为：石油29年，天然气48年，煤245年。

在讨论中多次提到的能源储量的利用年限这个量，是一个纯粹统计的概念，它终究只是表现了一种短暂的情况。正如历史的回顾所指出：到六十年代末期，得到证实的世界石油储藏量增加了。世界石油储量的增加，除了勘探工作之外，还有一个由于对石油的种类和质量有更好的了解，以及由于采用高产的采油法可以达到更高的利用率而带来的对已经发现的油田重新进行评价的问题。这种情况也适用于其他矿物燃料。因此，现在地质学上可能存在的能源储量中，有一部分在将来将作为经济和技术上可以利用的能源储备而加以利用。

然而，石油和天然气只能在几十年内对能源供应作出重要贡献，而且这两种能源应当作为原料使用。而煤的使用年限有几百年。

核能的地位

西方世界核燃料铀的保有储量目前总计为260万吨，每公斤铀的开采成本达130美元。用轻水反应堆时，在每年消耗40000吨铀的情况下，这些储量只够用65年。在保有储量中，仅北美和萨哈拉

南部非洲就占了60%以上。世界其余铀矿主要分布在澳大利亚。

铀的保有储量和目前的消耗量表明：在保证铀的开采达到必需的增长率并限制在轻水反应堆上使用的情况下，铀的供应状况在下个世纪初就可能趋于紧张。根据目前铀的消耗水平，下一代反应装置采用增殖反应堆就可使铀储量的使用年限延长60倍，达到3900年。

图8指出有关工业国家核发电厂的运转和建设情况。全世界目前有233个核发电厂投产，其功率约为133百万千瓦。美国是拥有最大的核能生产能力的国家。如果谈到以核能作为一定比例的一次能源使用，则主要是法国有这种雄心勃勃的计划。尽早地克服一些工业国家连续不断的核能危机，对于发展中国家将来发展核能也将具有决定性的作用。

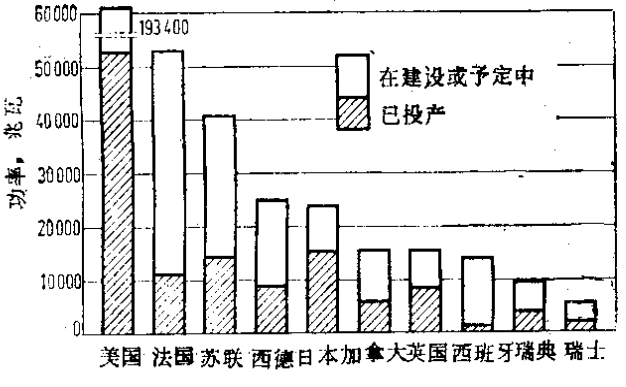

图8 到八十年代中期各国核能的生产和扩建情况

对世界能源的需求及满足需求的展望

尽管作了一切节能的努力以及由于增加了再生能源，使进一步增高的世界能源需用量的增长有所减弱，但是到2000年事情的发展会是怎样的呢？图9列出到2000年的世界能源的需用量及其供应状况。

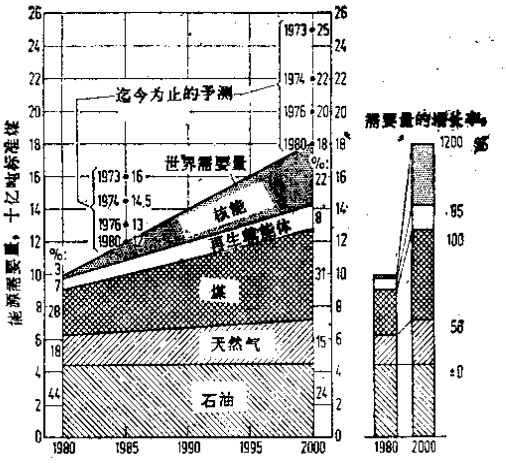

图9 到2000年的世界能源需求及其供应

现在的能源消耗量为100亿吨标准煤/年，其中石油占44%，天然气占18%，煤占28%，再生能源（如水力、木柴和其他生物能源）占7%，核能占3%左右。

图9示出到2000年石油需用量的绝对增加量为零。天然气需用量可能增加50%。煤对未来世界的能源供应很可能作出决定性的贡献，到2000年煤的开采量有可能翻一番。再生能源的用量也可能几乎要增加1倍，不过它在20年内对能源供应不会起决定性的作用。相反，核能有可能起决定性的作用，因为只有核能才能补偿能源需求和矿物能源及再生能源供应量之间的差额。1980年，石油和天然气满足了能源需用量的62%，而2000年它们的比例将会降低到40%左右。煤炭将作为主要能源，占能源需用量的30%，核能和再生能源可能将满足其余的30%。

从现在的观点求出的2000年世界能源实际需用量为180亿吨标准煤，与将来各地区的人口状况的关系见图10。

1980年世界人口为43亿。其中北美占6.3%，欧洲占16.7%，世界其余地区占77%。能源消耗情况却相反，北美占世界总能耗的33.8%，欧洲占37.4%，世界其

余地区占28.8%。每人每年的单位消耗量为：北美12.5吨标准煤/年·人，欧洲5.2吨/年·人，世界其余地区只有0.9吨/年·人。

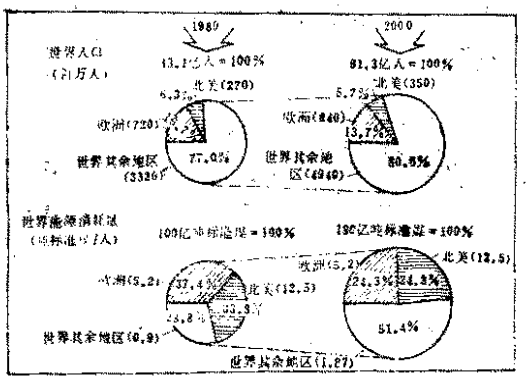

图 10　1980年和2000年的世界人口和能源需用量

予计2000年世界人口将增加到61亿左右。假定欧洲和北美每人每年的单位耗能量保持现有水平不变，如果世界能源需用量从现在的100亿吨标准煤提高到2000年的180亿吨，那么可求出世界其余地区的单位耗能量为1.87吨标准煤/年·人，即比现有水平提高1倍。为了保障世界其余地区的人类的最起码的生活，以及为了使南—北之间的紧张关系不再进一步加剧，这个单位耗能量水平是绝对必要的。

以上分析清楚地指出了全世界未来能源需求的范围，并产生了一种正向我们逼近的、围绕能源进行分配斗争的印象。美国对此具有特别的意义。为了使2000年世界煤炭的用量翻一番，首先在美国必须把它的绝对采煤量提高3—4倍，以便使世界煤炭产量相对地从20%提高到25%。然而，为了大量出口煤炭，美国必须大量使用核能，以满足本国的能源需求。

世界能源形势的结论。根据上面描述的世界能源形势，可以概括地说，可供使用的总能源储量是充足的，但可以予见到石油和天然气的供应量即将终结。通过节约能源和改变能源结构，能够确保未来的能源供应。许多国家已经采取措施并开始进行发展工作，旨在减少其能源供应对石油进口的依赖性。为了确保能源的需求，首先是工业国家除了采取节能措施外，还必须大力开发本国的能源；必须减少进口矿物能源方面的风险；必须越来越多地利用地质学上更好的核燃料。

能源形势对钢铁工业的影响

炼钢和能源

如果说有保障并且价格合算的能源对我们的现代文明是必不可少的，那么这也同样适用于钢铁生产。所有大工业国家的发展都是跟它们的钢铁工业的发展紧密相关的。

下述事实清楚地说明能源因素在钢铁生产中的世界性意义：1979年世界原钢产量7.47亿吨，消耗的能源约占世界总能耗的7%。因此，钢铁工业成为工业部门中最大的能源用户。世界原钢的平均能耗从1950年的约1.62吨标准煤/吨钢降低到近年来的0.89吨标准煤/吨钢，即便是在能量价格较低和增产的年代仍显示出节能的意义。可观的能源用量及与此相依附的能源费用在生产成本中很高的比例，向来使钢铁工业必须对能源经济状况和未来给予高度注意。各种炼钢方法和进一步的加工方法的发展，过去和现在都是与能提供的和可利用的能源类型、能源供应量及其可靠性、价格是否有利、是否节省等紧密相关的。

第一次石油危机使那些依靠进口能源的产钢国家得出结论，在予计实际要涨价的情况下，为了确保将来的能源需要，通过各种节约和替换的方法来适应能源经济的结构乃是不可避免的。第二次石油危机的影响加强了这种推断。这对钢铁工业也是

起决定作用的关键问题，根据将来能源的需要，要求研究更合理地使用能源的各种可能性。

世界原钢状况

世界各地区和国家集团的原钢产量和消耗量是我们考察的出发点。1979年世界原钢产量为7.47亿吨，其中西欧为1.74亿吨，东方集团国家为2.094亿吨（其中苏联为1.491亿吨），近东290万吨，中国3440万吨，日本1.117亿吨，亚洲其他国家为2970万吨，非洲为1050万吨，澳大利亚和大洋洲为830万吨，北美1.394亿吨，中南美2750万吨。原钢消费量的分布为：西欧1.453亿吨，东方集团国家2.116亿吨（其中苏联1.52亿吨），近东1510万吨，中国4430万吨，日本7230万吨，亚洲其他国家4060万吨，澳大利亚和大洋洲760万吨，北美1.564亿吨，中南美3360万吨。图12列出1979年各国原钢产量。

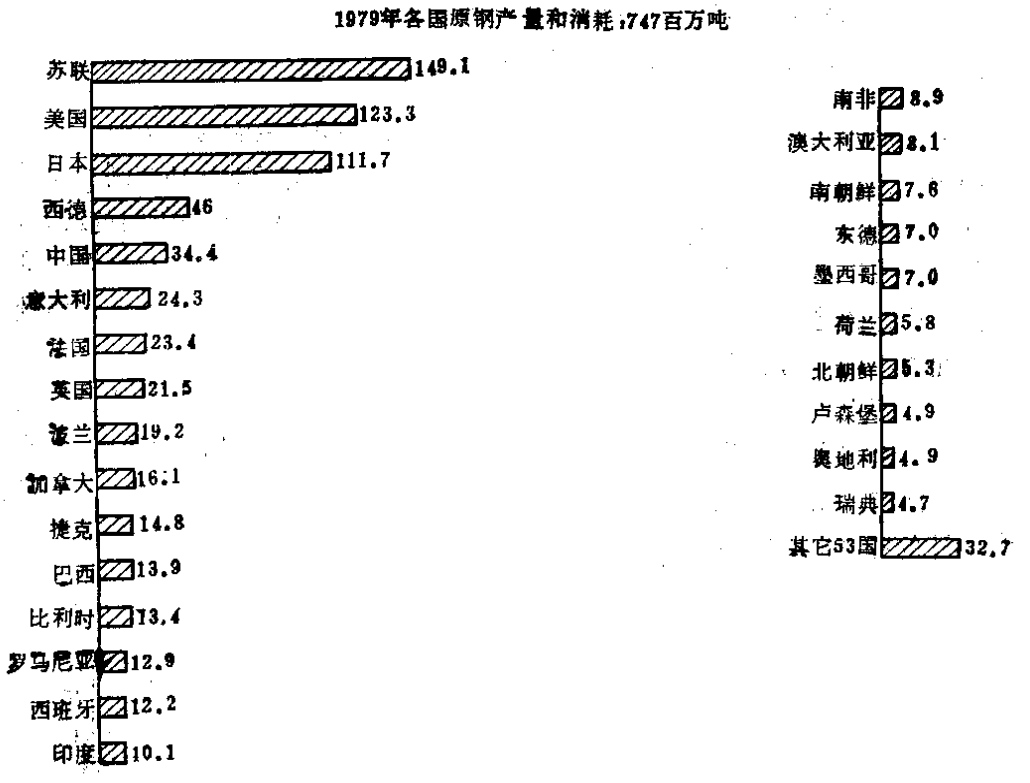

图 12 1979 年各国的原钢产量

根据国际钢铁协会目前的估计，1980年世界原钢产量为7.17亿吨，比1979年减少3000万吨，或降低4%。钢产量下降基本上是在经济合作与发展组织的工业国，而与此同时，中南美、亚洲、非洲和中东的发展中国家的钢产量还有所增加。

世界原钢需要量的前景

据估计，各个国家集团到2000年的钢产量的年平均增长率将明显低于1967年到1979年这一时期的增长率。图13指出这一时期各个地区和国家的原钢产量迄今为止的增长情况以及2000年的估计产量。

为此，对各个国家集团作如下的假定：

——欧洲共同体和日本这样的高度发展国家，再也不能指望象前些年那样大量的

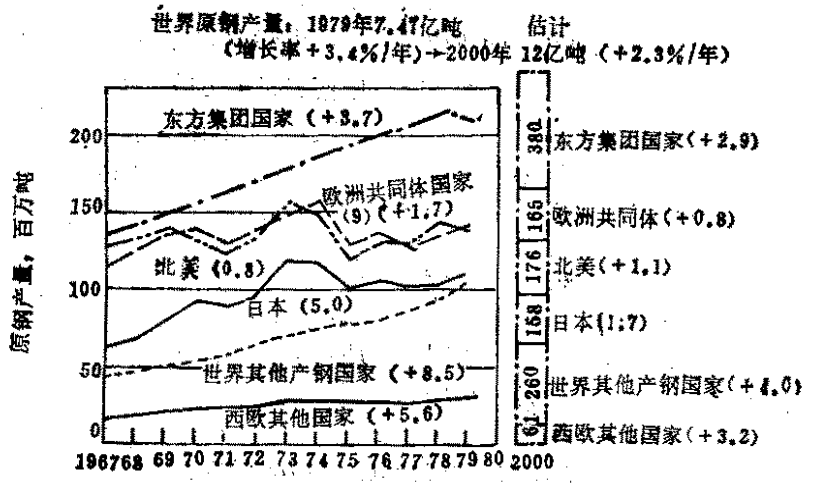

图 13　1967 到1979 年以及 2000 年各个国家集团的原钢产量

出口，从而在相当大的程度上限于国内原钢需求的增长。

—对欧洲其他国家和发展中国家来说，增长率降低的原因在于需要巨额的资金，或许还缺乏受过培养的专业人员。

—在北美，大量的进口越来越多地被本国产品所代替。

—东方集团国家，由于需要资金，也将放慢迄今达到的增长速度。

从估计的各个地区的增长率可得出2000年的原钢产量约为12亿吨，即世界钢产量的年平均增长率从1967到1979年间的3.4%下降到1979到2000年间的2.3%。

2000年各种炼钢方法在原钢产量中的比例分配如何，对将来的能源需要量也有决定意义。

在图14中，根据转炉、平炉和电炉法在上述时期内的比例的发展情况，求出了2000年各种炼钢方法在原钢产量中估计的比例。

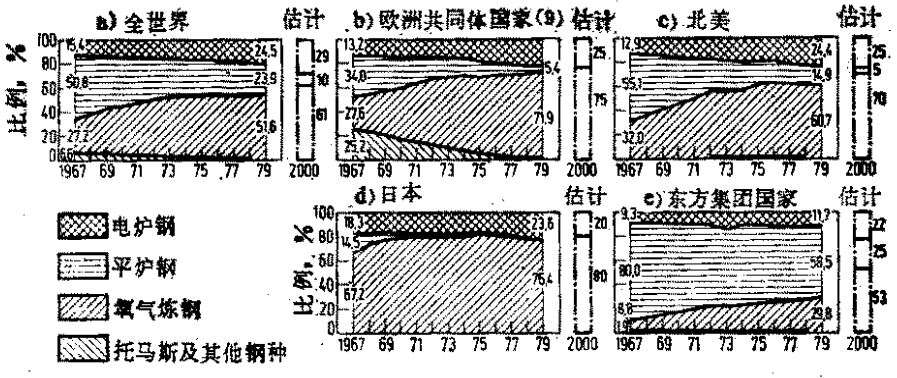

图 14　1967 年到 1979 年以及2000年各种炼钢方法在原钢产量中所占的比例

如果附带把图14中未包括进去的欧洲共同体以外的其他欧洲国家以及世界上其他产钢国家考虑进去，那么在2000年的世界原钢总产量中，转炉钢将占61%，平炉钢占10%，电炉钢占29%。

连铸生产的发展

将来连铸生产的发展对原钢和轧材成品的年增长率之间的差别有决定性的影

响。图15给出1972年到1979年期间各个国家集团的连铸生产在原钢产量中所占的比例，1979年世界连铸生产在原钢产量中所占的比例已达到23%。

为了求得2000年连铸钢的产量，假定1979年到2000年期间增加的原钢产量几乎全部用连铸设备浇铸。

对目前已有的原钢生产能力和备用能力而言，到2000年，连铸在原钢产量中的比例将从23%提高到65～70%。这样，2000年的连铸产量当为9.5亿吨，而连铸钢在世界原钢产量中的比例将达到80%左右。

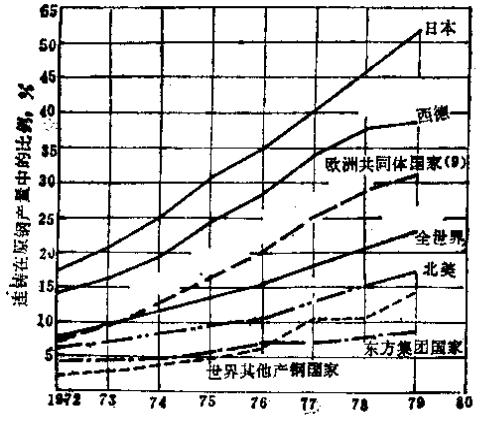

图 15 1972 年到 1979 年原钢生产中连铸比的增长

直接还原装置的生产能力

随着电炉炼钢的迅速增长，提出了充足供应原料的问题。在连铸生产发展的同时，工厂本身的返回废钢减少，必须依靠外购废钢来补偿。传统的产钢国家（特殊情况除外）不会发生废钢补给的困难。但发展中国家的情形却不同。鉴于发展中国家迄今对钢的需求以及废钢贸易组织尚不完善，因此，电炉炼钢的增长，便不能从国内废钢来源满足需要。为了不花钱进口废钢，就需要增加海绵铁的用量。表2列出世界上正在生产的和处于建设或计划阶段的直接还原装置的生产能力的地区分布情况。因为这里援引的直接还原生产能力还不足以满足2000年对海绵铁的需求，因此还必须另行扩大直接还原的生产能力。图16所示为世界直接还原生产能力增长的估计。

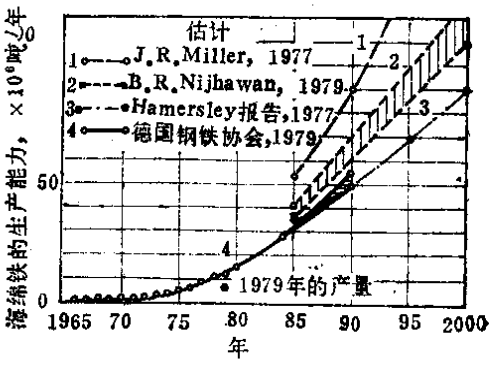

图 16 世界直接还原生产能力增长的估计

世界直接还原生产能力的地区分布 表 2

地区分布（1981年2月的情况）	生产能力，百万吨	
	已投产或准备投产	正在建设或处于设计阶段
中南美	8.9	5.1
北美	2.6	0.2
亚洲/大洋洲	2.5	1.5
西欧	2.2	0.2
东方集团国家	—	1.7
近东/非洲	1.4	5.8
世界总计	17.6	14.5

由于世界市场上能源和原料的发展，直接还原装置将来主要是建在那些不需要进口能源和没有焦煤的国家。这样，2000年用直接还原—电弧炉法生产的原钢的比例应占8%左右。

未来的发展趋势

世界一次能源的储量，石油有75%分布在南半球的发展中国家，天然气有75%也分布在这些国家和苏联。而煤炭储藏却相反，87%的煤集中在几乎所有的工业国所在的北半球。因此，在传统的工业国家里，用焦炭冶金方法（高炉—转炉）生产原钢将保持其优势地位，而且只是在那些拥有相当的焦煤储量或通过长期合同和长期合作能够确保焦煤供应的地区，才具有扩建能力。

用直接还原—电炉炼钢工艺流程所增加的原钢产量将集中在天然气和石油储藏得天独厚的国家。

焦炭冶金方法的能源结构，很明显只能使用固体燃料，如煤、焦煤、焦炭和焦粉。通过自己生产焦炭或与冶金厂外面的炼焦厂联合，以及通过减少高炉使用液体燃料和热风炉使用高热值煤气，能够使其他全部燃料供应由联合产品焦炉煤气和高炉煤气来满足。这样，在使用固体燃料的基础上，可以达到“冶金工厂能源自给自足”的目标。

电炉炼钢的发展将取决于价格便宜的电能的供应情况。为此，决定性的步骤是进一步发展核能和未来的新式反应堆。

与焦炭冶金相反，各种直接还原法最初差不多只使用液态和气态能源。特别已经发展了直接使用煤的各种直接还原法，这些方法与回转窑一样，将具有重要意义。

直接还原使用这些能源在工艺上也具有其优越性，而对于只使用固态能源的焦炭冶金工艺，则需要在工艺技术上进一步发展，在投资结构上加以改变。

从世界能源市场的变化中必然得出这一结论。这也是一个保证焦炭冶金能得到价格可以接受的能源供应的有利机会。钢铁工业战线的工程师和其他专家们的任务，除了节约能源的工作以外，就是利用这种机会。

为使钢铁工业适应变化了的世界能源形势，各个国家的钢铁企业已依据其本国的能源储备和相应的进口政策作出不同的决定。就希腊语“普罗米修斯”一词的意义而言，意味着必须事先准备好能源，以便确保钢铁材料和钢铁工业未来的发展。

结　语

考察了全球的、地区的和有关国家的一次矿物能源的开采量、需要量和贸易情况，并考察了技术上和经济上可利用的世界能源资源的地理位置以及两次石油危机的影响。

尽管作了一切节能的努力，尽管不断提高的世界能源需要量的增长有所减弱，但世界能源需要量增长的估计以及2000年世界各地区的人口形势表明：只有及时地大大提高煤的开采量和在工业国家扩建适合需要的核能，才能保证充足的能源供应。在通观世界能源市场发展情况的背景下，提出2000年估计的世界原钢产量和世界各个地区用不同的炼钢方法来达到这些产量的情况，以供讨论。

译注：为了节省篇幅，译文中对原文的某些图表作了适当的简化和改造，并作了必要的文字说明。

摘译自西德《Stahl und Eisen》，1981，Nr.13/14，S.181～193。

何其松译　　郑秀云校