

TP-1

C 20010033

冶金矿山科学技术的回顾与展望

牛京考 王运敏 刘伯华 主编



煤炭工业出版社



前 言

矿产资源是人类社会赖以发展的基础,人们生活水平和社会生产力的提高和发展,都得以于新的性能更优越的矿物开采利用为人类提供了效能更高的工艺和燃料。矿产资源的利用推动了人类历史的进步。

国民经济和人民生活水平与矿产资源消费有着密切的关系。矿产资源的消费强度和特征取决于一个国家所处的工业化阶段和社会发展水平。根据矿产资源消费生命周期理论,即矿产资源消费强度在工业化初期(人均 GDP 小于 1000 美元),快速增长,在工业化全面发展时期(人均 GDP 1000 ~ 2000 美元)增长到峰值,在后工业化时期(人均 GDP 大于 2000 美元)呈下降趋势。我国目前处于工业化初期的后发展阶段,近几年还要以**开发矿产资源为基础,提供高性能、低污染的燃料生产品**。从矿产资源类型划分来看,即传统类型(主要有 Fe、Cu、Zn、Sn、煤)是工业化初期的主要矿产资源,而现代类型(主要有 Al、Mn、Cr、Ni、V、石油、天然气等)和新兴类型(主要有 Co、Re、Ti、U、Ge、Pt)分别是进入工业化成熟期及技术较发达阶段和经济结构多样化及技术发达阶段应用的矿产资源。我国是发展中国家,处于工业化初期阶段向工业化全面发展阶段的过渡时期,应用技术正在赶超世界先进水平,我国在未来 50 年后达到中等发达国家水平,对矿产资源尤其是作为传统矿种的铁矿的依赖强度将持续相当长一个时期。

建国 50 年来,我国钢铁工业得到了迅速发展,钢产量由 1949 年的 15 万 t 增长到 1999 年的 1.237 亿 t,占世界钢产量比例 15%,从 1996 年首次突破 1 亿 t 后,连续四年位居世界第一。目前已有宝钢、鞍钢、首钢、武钢进入世界钢产量前 30 位的企业,我国正在从世界钢铁大国向钢铁强国迈进。伴随着钢铁工业的崛起和兴盛,作为其基础原材料的铁矿石,为我国钢铁工业不同时期的工业革命和经济振兴作出了巨大贡献。铁矿产量从 1949 年的 59 万 t,发展到 1999 年的 2.4689 亿 t,这些不但满足了钢铁工业的原料供给,而且带动了地区经济的发展和社会的进步。钢铁工业的发展壮大靠的是利用国内外两种资源,从“一五”时期进口 23.2 万 t 铁矿石发展到 1999 年进口 5527.4 万 t,已累计进口 5 亿 t。现在每年约支付 15 亿美元。尤其是改革开放 20 年来,进口矿石来源已从照顾性友好邻邦国家发展为体现综合效果的市场竞争性,矿源扩大到 20 多个国家,国内进口铁矿企业遍及 26 个省、市、自治区,其中沿海、沿江企业占 50%,宝钢、武钢、首钢、马钢进口量占 1999 年总进口量的 50.77%。

进口铁矿石可以起到配矿提质、减少消耗、降低成本的作用。但进口铁矿石受国际市场波动与控制、海江运输船只与编队、港口码头吞吐能和等外在因素强烈的影响,在某个时期具有的不确定因素会制约钢铁工业的发展,导致经济发展的停滞和萎缩。所以,我国钢铁工业发展利用资源的基本思路,应是坚持利用国内外两种资源;以国产矿为主,是持续利用、安全供给的有效资源,开发利用国产矿,不单是一个有效供给资源和经济的问题,而且有利于扩大就业和社会稳定;以进口矿为辅,是国产矿有益的补充和原料结构的优化,适宜于沿江沿海钢铁企业原料供给。铁矿的供给必须建立在国内矿产资源的有效开发和合理利用的基础上。

我国铁矿资源储量大,其特点是分布相对集中,表现在鞍本、冀密、攀西地区储量占全国总储量的 47%,贫矿多,平均品位 30% 左右的铁矿占全国总储量的 97%,且矿体短、陡、深,矿物组成贫、杂、细,开采条件差,分选难度大,导致消耗大、成本高。在 1995 年后,铁矿产量徘徊不前,尤其是重点矿山产量锐减,1995 ~ 1998 年重点露天矿生产成本上升 14.53%。一方面是投入不足,设备没有及时更新,扩、改建和技术改造滞后,而资源税高,直接影响到矿山的效益,加重了矿山的负担。另一方面是随着不断采深,开采与选别条件越来越复杂,技术问题越来越突出,制约着矿山的生产发展。技术的突破和创新发展是解决矿山现实问题的根本出路。

为把我国冶金矿山技术的发展进行全面总结,推动科技进步,展望 21 世纪冶金矿山技术的发展方向,我国从露天采矿、地下开采、选矿技术、矿山设备等矿山各工序,由我国各个专业研究领域的专家和部分企业技

术负责人分别撰写,包含专题综述、专业技术进步和企业技术进步等内容,对各个专业技术研究领域和部分企业的技术发展全面进行了回顾与展望,组织编辑出版了《冶金矿山科学技术的回顾与展望》一书。本书内容丰富,涉及面广,基本反映了我国冶金矿山科学技术的演变过程和最新研究成果,相信对广大矿山工作者都会有所收益,具有积极的指导作用和参考价值。

参加本书编审工作的有编者雷平喜、黄礼富、周曲波、马华麟、石海林、黄承鸿等同志,表示感谢。

由于编者水平有限,书中可能会有不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

二 000 年十二月十六日

《内蒙古自治区志·煤炭工业志》

编纂委员会

主	任	委	员	高守尧					
副	主	任	委	员	臧海民	李长玉	曹安雅	刘 锦	潘缉尧
					特格喜	齐尚贤	宋瀚峰	张喜武	郎成伟
委			员		何福林	何青海	辛守存	李其远	张俊卿
					张海旺	文乾惠	康广武	李怀国	刘登山
					孟来发	王 旭	王利民	王占勇	杨映壁
					郭金立	曲来运	李培干	王永波	边崇元
					郝存义	李文龙	刁瑞成	周宝昌	赵二厚
					蔚小平	宋德新	张孝先		
顾			问	王孟樵	吴 彩	许庆方	李彦文	康振文	
				胡人同	周耐柏				
秘		书	长	曹安雅					
副		秘	书	长	赵二厚	蔚小平			
主			编	刘永泽	刘志詹				

《内蒙古自治区志·煤炭工业志》

编纂人员

总 纂	刘永泽				
编委会办公室主任	赵二厚				
编委会办公室副主任	蔚小平	张孝先			
编委会办公室成员	王志强	王 玺	王柏华	王宝殿	白广福
	孙雅玲	吕文君	刘欣生	陈世成	陈庭龙
	李 文	张福仲	张茹琴	张文智	张基宏
	沙 文	何 正	赵忠义	赵小波	郝茂荣
	徐利有	侯建平	龚厚武		

目 录

·专题综述·

回眸 50 年 展望新世纪

——黑色冶金矿山科学技术回顾与展望	牛京考	1
利用国外铁矿资源发展我国钢铁工业的基本状况及今后发展预测	邹 健 王义达 刘廷吉 焦玉书	7
我国露天矿开采 50 年的回顾与展望	蔡鸿起 胡福祥	26
我国黑色冶金矿山的选矿技术进步	张泾生 余永富 麦笑宇	38

·专业综述·

地下矿山设计的技术进展与前景	李鼎权	46
世纪之交露天矿设计工作的发展	刘廷吉 焦玉书 韩景茂 王洪俊 张延忠 王 敏	60
我国矿山边坡研究的基本情况与展望	卢世宗	70
大型深凹露天矿“汽车—铁路”联合运输的转载	张之铎	78
我国矿用爆破器材科学技术发展的 50 年	陈积松	89
我国露天矿用设备的发展与展望	冯仕海	100
我国采矿系统工程的技术进展	云庆夏 陈永锋	108
我国地下矿山采矿方法的技术发展现状及展望	郭金峰	112
冶金矿山岩石力学与岩石工程进展及展望	颜荣贵	119
我国矿山井巷掘进与支护技术状况与展望	朱绳武 章臣平	128
矿山通风防尘理论与技术发展概要	王英敏	136
我国地下矿用设备的发展与展望	毛星蕴 姜立新	147
无底柱分段崩落法放矿方式的研究	刘兴国 张志贵	155
包头白云鄂博矿石选矿回收铁、稀土矿物的工艺流程演变发展和技术进步	余永富	166
我国铁矿石选矿工艺技术的进步	樊绍良	171
中国锰矿选矿的回顾与展望	潘其经	180
我国锰矿选矿技术进步与生产工艺	张永来	189
我国弱磁选设备的现状及发展方向	吴芬明 巫竹盛 圣 洪	204
我国强磁设备从无到有的 50 年	李明德	208
我国电选设备发展现状及前景	林德福	222
建国 50 年来我国在选矿粉碎技术领域的辉煌成就	陈炳辰	228
我国选矿过滤技术的进展	罗 倩	266
矿浆管道输送技术的发展与展望	吴湘福	272
我国尾矿库的安全状况与发展成就	项宏海 马元林 段蔚平 周玉新	283
尾矿建材大有可为	袁怀雨 倪 文	297

·企业科技进步·

技术进步与创新

——上海梅山矿业发展的不竭动力·····	刘伯华	305
酒钢镜铁山矿采矿技术发展状况及下世纪初科技发展目标·····	李本禄	312
我国锰矿石深加工现状与问题·····	谭柱中	320
30 年发展 科技铸辉煌		
——记攀钢矿业公司科技攻关历程·····	谢琪春	322
攀钢选钛在崛起·····	孟长春 汪云华	328
握紧科技进步的杠杆·····	马建国	344
科技进步推动矿山采矿生产的发展·····	岳润芳	354
现代化特大型露天铁矿		
——鞍矿公司齐大山铁矿·····	王汝杰	362
科技进步是企业发展的保证		
——太钢矿业公司峨口、尖山新技术的运用 ·····	张晋生	341
我国锰矿山的开采现状与建议·····	周柳霞	364

回眸 50 年 展望新世纪

——黑色冶金矿山科学技术回顾与展望

牛京考

(国家冶金工业局)

建国 50 年来,随着国家整个经济的调整、复兴,钢铁工业也得到了快速发展。1949 年建国时,年产钢仅 15.8 万 t,居世界第 26 位,到 1998 年钢产量达 1.237 亿 t,居世界第 1 位。建国后 50 年共产钢 17 亿 t,是旧中国 50 年的 223 倍。尤其是改革开放后的 20 年,年均增长 6.62%,1996~1999 年连续 4 年钢产量突破 1 亿 t,有力地支持了国民经济的持续发展。

在我国经济建设和钢铁工业的发展进程中,作为钢铁工业的基础原材料——黑色冶金矿山作出了巨大贡献。铁矿石产量从 1949 年的 59 万 t,发展到 1999 年的 2.468 9 亿 t(见图 1),位居世界第一位,增长近 418 倍,建国以来共提供了 40 多亿吨铁矿石,矿山科技进步发挥了重要的作用。冶金矿山坚持贯彻科技是第一生产力的方针,坚持科学技术工作面向经济建设,在充分调研国内外现状和发展趋势的基础上,紧密结合我国的国情和各矿山生产建设的实际需求,组织科研、设计、高校、生产企业联合攻关,大力开展矿山科学实验,在基础理论、应用实践等方面获得了一大批重大科技成果,形成了具有自主知识产权的专有技术和装备。这些成果在矿山全面推广应用,取得了显著的社会、经济、环境效益。同时,组建了中央直属的专业科研院所、高校和设计单位,重点企业和部分省、市也相继成立了科研机构;培养造就了一批专业配套齐全、理论实际结合、攻克技术难关的专业技术队伍;逐步形成初具规模、比较完整的矿山行业科研体系,为推动矿山科学技术进步提供了组织人才保证和强有力的技术支持。

1 矿山科技进步的成就

回顾建国以来钢铁工业 50 年的历程,冶金矿山企业由小到大,矿石产量逐步提高,科研实力得到加强,人才队伍不断壮大,一批又一批矿山科技成果迅速转化为生产力,对大幅度增长钢铁工业产量、改善品种质量、降低能耗、控制污染乃至提高市场竞争力作出了重要贡献。

1.1 矿山开采工艺技术不断发展

露天开采以其成本低、劳动生产率高、易实现大规模开采而得到优先发展。1998 年大型矿山中露天矿产量占到 85.6%,石灰石、菱镁矿和部分锰矿也都是露天开采。

50 年代,矿山处于建设初期,大多采用的是单一铁路运输开拓、全境界开采,剥采比小,一般小于 1 t/t,露头矿多,易采。60 年代,露天矿剥采比增加,矿坑加深,随着 15、25、30、60 t 的汽车自行研制成功,发展了汽车开拓运输。70 年代开始了露天矿边坡研究与治理,黑色露天矿大多进行了边坡研究,并和澳大利亚、加拿大、美国等国家进行了学术交流和合作研究;通过多年研究,形成了我国独有的矿山边坡系统研究模式,可为矿山寻求合理边坡角、强化边坡治理提供智能决策依据。80 年代应用的陡帮开采工艺和 90 年代发展的高台阶开采工艺与分期开采为矿山在市场经济条件下注入了新的活力。陡帮开采在本钢南芬铁矿的应用表明,工作帮坡角可从原来的 $8^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 提高到 20° ;白云鄂博铁矿试验结果,可将原设计剥采比由 2.5 t/t 降为 1.7~2.0 t/t。这项技术突破了我国几十年缓帮开采设计与生产的束缚,是当时传统工艺的重大革新,具有划时代的意义。在南芬、齐

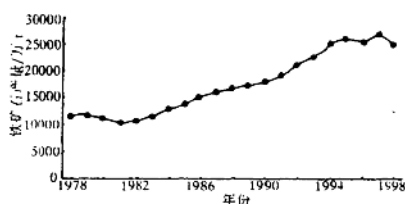


图 1 1978~1998 年铁矿石产量

大山、朱家包包、兰尖等矿实施的高台阶开采工艺表明:可减少剥岩量,提高设备效率。以南芬铁矿 18 m 台阶生产试验为例,较 12 m 台阶可提高延米爆破量 18.7%,降低炸药单耗 19.85%,提高采装效率 10.84%,提高运输效率 4.41%,降低开采成本 5.43%,总体边坡角提高 1.74°。

分期开采分别进行了矿床模型软件的开发研究和矿床模型建立露天矿开采境界及分期开采开拓运输系统优化设计及软件,露天矿生产能力确定及采剥计划编制软件和分期开采技术经济评价研究,并在大冶、南芬、海南、大孤山铁矿予以实施。结果表明:分期开采比全境界开采减少基建剥离量 20%~30%,减少前期生产剥采比 21%~45%,降低前期采矿成本 13.8%~28.9%,可实现稳产和增产过渡。

“七五”和“八五”攻关期间,开展了露天矿联合运输的工业试验,汽车-胶带联合运输已在石人沟铁矿、东鞍山铁矿、大孤山铁矿用于生产;在齐大山铁矿、水厂铁矿、南芬铁矿的技术改造与扩建中都设计采用了汽车-胶带联合运输工艺;汽车-铁路联合运输工艺已在南山、大冶、包头、朱家包包等铁矿中应用,大大提高了矿山运输能力。

地下矿开采工艺由初期的浅孔留矿法发展到 60 年代的无底柱分段崩落法,以及后来部分应用的自然崩落法。目前全国地下铁矿产量占 26%,而无底柱分段崩落法开采的产量又占地下开采的 80%。先后对大庙、梅山、漓渚、程潮、金山店、符山、玉石洼、小官庄、镜铁山、西石门铁矿的技术攻关,极大地完善了地下采矿方法。梅山铁矿年产量达到 250 万 t,西石门铁矿年产量达 190 万 t,小官庄铁矿达 140 万 t,玉石洼铁矿达 40 万 t,都创历史最好水平,并达到或接近设计能力。锰矿采矿方法自 80 年代以来,围绕提高矿石回收率和控制采场地压开展技术攻关,先后在遵义、斗南、鹤庆、湘潭、桃江锰矿进行了房柱法、充填法采矿方法试验研究,矿石回收率由原来的 50%~60%提高到 80%~90%,其中鹤庆锰矿采用人工柱锚杆房柱法回采缓倾斜矿体,回收率由 53%提高到 92.74%,年效益 250 万元。70 年代马万水工程队采用风钻、蟹爪式装载机和梭式矿车等设备创造了独头巷道月进尺 1403.6 m 的记录,尔后发展了砂浆、喷锚、钢纤维喷射混凝土等复合支护技术和岩石位移监测技术。

1.2 矿山设备水平显著提高

我国露天矿山设备水平在 80 年代得到了巨大发展,从建国初期的钢丝绳冲击钻、0.54~4 m³ 电铲、5~27 t 汽车、粘重 60~80 t 的电机车,发展到目前已拥有 1 000 万 t 级大型露天矿成套设备和定点生产厂家,包括孔径 250~380 mm 的牙轮钻机,孔径 150~200 mm 潜孔钻机、SQ100j 型高压潜孔钻机、YL-10 型工程岩体勘探钻机,8 m³、12 m³ 电铲,108 t、154 t 电动轮汽车,粘重 150 t 电机车和载重 100 t 翻斗车,带宽 1~1.4 m 胶带输送机,载重 7~12 t 装药车(粒状铵油、乳化、浆状和液体炸药),2 000~3 000 kg/m 液压碎石机,47 t 振动式遥控压路机,以及炮孔填塞机、平路机、推土机和多功能洒水车、轮胎拆装车、润滑车等设备。经过近 10 年的攻关,研制出 31 种不同型号规格的单体设备,达到国外同类产品先进水平,改变了我国露天矿长期依赖进口的被动局面,发展壮大了民族机械工业。在牙轮钻机工作参数自动调节、装药数控技术、电动轮汽车恒功率励磁系统、液压碎石机液压控制系统和液垫撞击系统基础理论等方面有创新和提高。

这些设备已在本钢南芬、首钢水厂、鞍钢东鞍山、包钢白云鄂博铁矿、德兴铜矿、铜录山铜矿、金堆城钼矿等矿山以及机场、公路、水电站等建设工程中推广应用 100 余台(套),节约外汇 1 亿多美元,而且部分设备和备件还远销美国、澳大利亚、喀麦隆等国家,不仅矿山设备基本立足国内,顶替进口,提高了市场竞争力,而且取得了显著的经济效益。

地下矿山设备,在 50 年代,首先引进了小型风钻、装岩机等,通过消化移植,实现了国产化。60 年代,从瑞典引进了风动装岩机、采矿台车、装药器等,通过消化移植,实现了国产化。70 年代以来,又进行平巷与竖井掘进机械化研制,先后试制成功 YZ-70、90 上回转中深孔凿岩机、CNJ-3 型掘进台车、CTE14-2 型采矿台车、YG-80 型液压凿岩机、CGJ-2 型液压凿岩台车、蟹爪和立爪式装载机,4 m³、6 m³、8 m³ 梭式矿车等,竖井掘进设备有 0.35 m³ 靠壁式液压抓岩机,HD 型多机伞形凿岩吊架和自动翻矸吊筒,以及钻进 500 mm、1 000 mm、1 500 mm、2 000 mm 直径的天井钻机和孔径 165 mm 高压潜孔钻机等。地下采矿设备方面研制成功 2 m³、3 m³、4 m³ 柴油铲运机,双机采矿台车,井下装药车,混凝土喷射车,双台板振动放矿机等。80 年代又发展了 0.76 m³、1.5 m³ 电动铲运机和喷射混凝土机组。

选矿装备技术,已由建国初期的单一的小型电磁选机发展到大型永磁磁选机、永磁磁滑轮、永磁脱水槽和永磁过滤器、新型振动细筛等;80年代又研制成功磁团聚重选设备,在首钢大石河、水厂选矿厂与工艺改造配合,应用效果很显著,达到了国际水平。为了处理难选贫赤铁矿和贫锰矿,研制成功的Shp-1000、2000、3200型湿式强磁选机已在全国推广;研制成功的双立环和平环湿式强磁选机、高梯度磁选机、磁性衬板、橡胶衬板已用于铁矿、有色和建材矿山;研制成功的CS-1、2型电磁感应辊强磁选机、CRIMM型稀土永磁辊式磁选机,用于处理粗、中粒贫锰矿,获得了良好的经济效益;研制成功的电选机,已用于选钛作业。此外,还研制成功大型浮选机、大型离心选矿机和螺旋溜槽,以及配套的破碎、磨矿、筛分、分级、过滤和局部自动化控制设备等。

“九五”攻关期间,研制成功高效系列选矿设备。如GM1000 mm×400 mm、GM850 mm×300 mm、GM600 mm×200 mm型矿石高压辊磨机,利用静压粉碎原理,使矿石受损破坏,可提高后续磨机生产能力35%~50%,降低球耗40%以上,处理能力可达80~110 t/h,为实施“多碎少磨”节能工序提供了高效的技术和设备。已在酒钢黑鹰山铁矿、唐钢棒磨山铁矿、山东招远夏甸金矿、马钢姑山铁矿等推广应用,不仅适用于硬岩难磨矿石,而且适用于各种金属矿、金矿及水泥生熟料和电厂煤炭物料的粉碎。大型盘式真空过滤器已形成了120 m²以下的系列产品,比筒式真空内滤式过滤器过滤系数提高30%~50%,精矿水分降低1.5~2个百分点,吨矿脱水成本降低3~5元,1台可替代筒式过滤器2~4台,而且对后续工艺将产生直接的经济效益,填补了我国金属矿山脱水设备的一项空白,已在酒钢选厂、承钢黑山铁矿和双塔山选厂、梅山铁矿选厂、安庆铜矿、武钢矿业公司、漓渚铁矿等推广应用,是矿山选厂更新换代产品,同时适用于化工、建材、环保等行业。新型低场强脉动磁选机,采用循环运转屏蔽板形成永磁脉动磁场,使筒表面磁势间隙能有效排除脉石和贫连生体。在大孤山铁矿选厂优化工艺流程工业试验结果表明:选厂总回收率提高2个百分点以上,入筛品位比原流程提高4.79个百分点,并已在唐钢唐沟铁矿、棒磨山铁矿、山东韩旺选厂以及南京吉山铁矿等矿应用。弱磁性矿物抛尾设备及工艺已在云南斗南、广西大新锰矿等推广应用30多台套,并且已完成酒钢粉矿半工业试验和马钢姑山铁矿的工业生产试验。

1.3 选矿工艺技术取得重大突破

我国矿产资源储量大,但贫矿多,铁矿95%、锰矿90%均为贫矿,必须经过选别富集才能满足冶炼要求;而且共、伴生矿所占比例较大,约占41%;有害杂质含量高,矿物组成复杂,嵌布粒度细。“贫、杂、细”的矿产资源特点,决定了中国特有的难选矿石这一世界性难题需要新技术、新设备不断解决。

磁铁矿选矿技术已具有世界先进水平,由建国初期的单一弱磁选机和电磁选机选别单一磁铁矿,发展到60年代的水磁筒式磁选机再到70年代磁选厂的永磁化。同时推广应用了细筛再磨工艺,这一磁选厂重大突破技术在全国推广后,使铁精矿品位由原设计的60%左右提高到66%以上,最高可达68%,具有世界先进水平。太钢峨口铁矿碳酸铁回收取得重大进展,通过实验室小试、连选扩大试验,采用细筛-强磁-浮选工艺流程,获得碳酸铁品位35.38%(烧后TFe52.15%),含SiO₂3.9%,碱比3.03,作业回收率48.55%,使选厂回收率提高19.21%;应用后可增产碳酸铁50万t/a,减少尾矿排放量,延长矿山服务年限。

贫赤铁矿选矿技术取得了较大突破。从单一鞍式焙烧竖炉发展为浮选、强磁选、重选以及联合流程,尤其是“六五”、“七五”国家科技攻关后,1989年全国重点选矿厂红矿精矿品位首次突破60%。其中,齐大山铁矿石采用“弱磁-强磁-弱酸性正浮选”、“阶段磨矿、重-磁-浮选”联合流程和“弱磁-强磁阳离子反浮、阴离子反浮、酸性正浮选”等进行了工业试验。对东鞍山铁矿石进行了“阶段磨矿、弱磁-强磁-浮选”联合流程工业试验,原矿含铁31.68%,获得含铁63.27%、回收率76.06%的精矿。“七五”攻关期间,又对齐大山新建调车台选厂进行了新工艺攻关,采用“连续磨矿、弱磁-强磁-阴离子反浮选”联合流程工业试验,原矿含铁28.97%,获含铁65.33%、收率80.72%的铁精矿,这是我国贫赤铁矿选矿技术的突破。酒钢桦树沟、司家营、海南、白马铁矿等连选试验、半工业试验、工业试验均取得较好效果。同时还配套研制出了新型高效药剂和相关设备。

攀枝花矿综合利用取得了重大成就。通过粗碎机改造、中碎前增加预先筛分、中细碎交叉输送,提高了设备效率和作业率。对磨机给矿、传动装置及钢球和衬板的材质进行了改造,提高了球磨机作业率,更新了磁选设备,工艺流程更为紧凑。但随着矿山不断采深,选厂技术经济指标呈下降趋势,为此,“九五”攻关采用螺旋分级溢流粒度放粗-粗粒磁选抛尾-粗精矿筛分的组合分级工艺流程,铁精矿品位提高0.32个百分点。

点,回收率提高0.95个百分点,组合分级效率为72.41%,球磨机台时处理量提高14.46%,增加了生产能力,每个系列年效益257万元。选钛生产工艺经过80年代3次大规模生产技术攻关和调试,采用重选-强磁选-浮选-电选流程,钛回收率提高10个百分点,选钛厂从年产5万t扩大到10万t钛精矿。随着深部开采,磁选尾矿中(选钛原矿)-0.047mm微细粒级的含量高达35%。“八五”、“九五”期间,采用强磁-浮选工艺流程和关键的浮选药剂,钛精矿品位可达49%,微细粒级钛回收率可达30%以上,可使选钛厂每年多产钛精矿3~5万t。

包头矿选矿从50年代末开始围绕中贫氧化铁矿石回收铁和稀土的选矿工艺进行研究,先后有原矿混合浮选-泡沫重选稀土精矿-反浮选选赤铁矿-弱磁选磁铁矿、浮选-精选稀土精矿-浮选铁尾矿及弱磁选铁矿,随着60年代湿式强磁选机研制应用,70年代后有弱磁选-浮选-永磁强磁选流程、磁化焙烧磁选-浮选流程、混合浮选-选择性絮凝工艺先后应用。1987年进行了弱磁-强磁-浮选工业分流试验,1993年以来先后改造了一、三、四、七系列,获得铁精矿品位60%~62%,铁回收率68%~80%,含氟0.74%,含磷<0.15%,稀土精矿品位50%~60%,稀土次精矿品位0%~35%,稀土总收率18%的良好指标,获冶金部1992年特等奖和全国十大科技成就奖、1993年国家科技进步二等奖。

矿石入选品位优化研究,综合考虑与入选品位有关的地质、采矿、选矿等技术参数与动态联系,进行整体优化,对歪头山、梅山等7个矿山进行了典型试验研究,结果符合矿山实际,可提高生产能力;还考虑了采、选、冶生产能力以及其他技术经济条件,并与矿山开采计划相结合,求出空间和时间意义上均为动态的最优品位的方法和利用遗传算法原理,搜索出边界品位、最小工业品位、入选品位和精矿品位的最优组合方法,并编制了通用软件和数据库系统。

高磷、高铁锰选矿是当前国际上选矿难题之一。随着破碎、选矿设备的推陈出新,各种联合流程广泛用于锰选矿厂,如1983年湘潭锰矿强磁选车间、贵州遵义锰矿的强磁-浮选流程、1987年广西大新锰矿CS-2型强磁选配套技术、广西平乐锰矿的移动式强磁选厂、木圭松软锰矿的自磨破碎洗选工艺。特别是“七五”攻关对花垣高磷锰矿采用强磁富锰-黑磁矿法降磷工艺,得到品位40.15%~43.24%、P/Mn为0.035%~0.036的一级锰精矿和品位36.26%、P/Mn为0.003的二级锰精矿,锰综合回收率82.71%~86.91%;对遵义高铁锰矿富锰降铁连选扩大试验,得到一级、二级、三级锰精矿品位率分别为21%、60%和19%;锰综合回收率达76.35%,可减少进口锰矿1万t以上,有着明显的经济效益。

1.4 矿山安全与环保得到明显改善

爆破安全方面,重点研制成功并推广塑料导爆管、抗杂电雷管、高精度毫秒雷管以及等间隔高精度电子延期雷管和铵油炸药、浆状炸药、乳化炸药和新2号岩石粉状铵梯炸药等,已在全国推广应用,大大改善了爆破作业安全条件,减少了爆破事故。特别是1982年开始研制、1986年7月设计定型、1987年6月生产定型的新2号岩石铵梯炸药,解决了国内外岩石粉状铵梯炸药在使用中吸潮结块的技术难题,TNT含量由11%降到5%~7%,达到降低成本、改善劳动环境条件的目的,技术上有重大突破,是工业炸药的革新。该产品已纳入国家生产计划,目前已推广到20余个省、市约100多个炸药厂,覆盖面达80%以上。更重要的是于60年代末研究、1980年3月设计定型的无起爆炸药工业雷管,1984年在云南东川矿务局建成世界上第一条年产300万发的无起爆药雷管生产线,1987年生产定型,可生产非电延期雷管的毫秒、半秒和秒延期3个系列产品,具有良好的抗杂电、静电、射频电和抗冲击、抗振动特点,使雷管在生产、运输、贮存和使用过程中更为安全,特别是免去生产起爆药而造成的环境污染和职业中毒,社会效益显著。此专有技术1984年转让给瑞典诺贝尔公司,瑞方于1988年投资600万美元开始建一条年产2500万发的全自动化生产线,1992年4月8日建成投产。同时通过诺贝尔公司代理在33个国家申请了专利,并在美国、西班牙、澳大利亚、前苏联等23个国家和地区获得了专利权。

先进的爆破技术和爆破器材得到了推广应用。大区微差爆破技术、大孔距小抵抗线爆破技术、非电微差起爆技术、邻近边帮的预裂爆破技术、间隔装药技术、孔底起爆等技术的应用,有效地改善了爆破质量,降低了综合成本。

在污染防治方面,重点研究推广了地下矿山多级机站通风工艺和设备。地下矿山以崩落采矿法为主,采

场通风的特点是独头巷道通风。地下矿山通风能耗约占矿井总能耗的 1/3, 传统的大型主要通风机风量不能按需分配, 漏风率高, 风机效率低, 能耗大。国外象瑞典基律纳等矿山普遍应用多级机站通风, 它可按需分配风量, 高效低耗。在我国配有自行研制的 K、DK 系列矿用节能风机, 能收到更理想的效果, 节电率达 10% ~ 30%, 提高了通风效率, 降低了通风电耗。据不完全统计, 近 10 年来, 已推广风机 5 000 余台, 节电 3.5 亿 kW·h, 约 1.225 亿元。我国非煤行业井下矿年产量约为 2 亿 t, 吨矿通风电耗约为 5 kW·h, 这项节能新技术和新设备具有广阔的推广应用前景。同时研究了井下柴油铲运机污染防治技术, 研究推广了净化与催化技术。

“八五”期间, 我国还对露天矿路面防尘技术和露天矿单体设备防护进行了攻关研究。对于露天矿汽车运输路面综合防尘技术, 系统开发研究了湿润型、粘结树脂型、乳化聚合物型、乳化油型等抑尘剂, 原材料来源广泛, 价格低廉, 一次喷洒可减少路面扬尘量 90% 和料场降尘量 90% 以上, 其持续有效期分别可达 20 d 和 60 d, 效果优于洒水, 成本降低 20%, 且对环境无污染; 已先后应用于大冶铁矿、德兴铜矿、兰尖铁矿、齐大山铁矿、天津钢管公司的路面和料场抑尘工程, 广泛应用于各类工矿、建筑工地等无组织排放抑尘工程, 有显著的社会、经济、环境效益; 还对露天采场设备钻机、电铲、电机车司机室内的空气质量和钻凿、铲装及转运站作业综合防尘技术进行攻关研究, 同时进行了大气污染分布规律及评价研究, 分别在大冶、南山铁矿实施, 改善了空气质量, 降低了污染程度, 并提出了露天矿污染评价方法和体系。

尾矿资源综合利用方面也取得了长足进展。大多数矿山都开展了尾矿综合利用, 收到了良好效果。如首钢水厂、大石河选厂 90 年代初回收率只有 74.5%, 农民在尾矿坝上建了回收厂, 资源大量流失, 影响库坝安全, 严重污染环境。从 1995 年开始, 水厂铁矿选厂对尾矿再选, 总收率提高 5.14%, 尾矿品位从 8.96% 降到 7.26%, 每年可多收 20 万 t、品位 67.5% 的高品位精矿, 净效益 4 100 余万元。大石河选厂由于深部开采, 原矿品位波动, 同时与秘鲁高硫矿粉和群采可选性差的连生体矿入选, 必须细磨, 导致金属大量流失, 尾矿品位年均达 9.05%。经过对原生产工艺的改造, 采用闭路循环、复选, 尾矿品位下降 1.73 个百分点, 收率提高 3.25 个百分点, 减少了生产费用, 节电效果明显, 试验期间获效益 1 000 余万元。梅山铁矿正向“无尾矿山”目标发展, 对含铁 19% 的细粒尾矿通过强磁细碎—细筛—浮选工艺, 得到含铁 > 45%、含硫 < 0.5%, 含磷 < 0.2% 的铁精矿, 然后用尾矿试制各种建材或充填塌陷区。

2 新世纪矿山科技进步展望

随着我国经济的腾飞和技术创新工程的实施, 钢铁工业正在从大国向强国迈进, 对铁矿石的供给将更为紧迫, 对矿山科技进步提出了更高的要求。预计 21 世纪初期产钢 1.1 ~ 1.5 亿 t, 需铁矿石 3.5 ~ 4 亿 t。除积极利用部分国外优质资源外, 铁矿石的供给还必须立足国内。在质量和数量上要正确处理好进口矿石和国产矿石比例的关系, 重点矿山和地方群采矿的关系, 新建、改扩建矿山和生产矿山的关系, 作好钢铁原料生产建设规划。黑色冶金矿山新世纪要有一个较大的发展, 除国家多渠道投资外, 唯有依靠科技进步和加强经营管理才是最有效途径, 以达到降低成本、提高国内外竞争能力, 有力地支持国民经济发展, 实现第三步战略目标, 在 21 世纪中叶达到中等发达国家水平。

矿山科技进步的基本思路应是: 以国家可持续发展为宗旨, 以节约、保护、合理开发资源为目标, 以最大限度地满足钢铁工业发展对矿石需求为任务, 重视基础理论研究, 突出技术创新, 开发先进、适用、高效、低耗、无污染的新技术和新装备, 加强现有矿山的技术改造, 推广应用成熟技术和产品, 加速新建一批矿山, 使我国矿山产量、质量和技术经济指标能有一个显著提高。

2.1 增加科研投入

实践证明保证矿山投入是促进矿山科技进步的动力和条件, 符合客观规律: 1958 ~ 1960 年, 矿山建设投资占钢铁工业建设总投资的 12.7%。“七五”期间只占 4.5%, 导致采剥失调, 产量锐减。而在 1963 ~ 1965 和“四五”期间, 分别占 20% 和 27.2%, 新建、改建了矿山, 增加了生产能力。历史证明, 矿山投资必须保证在 25% 左右, 矿山企业根据技改需求也必须有相应的投入, 确保矿山先行, 才能使钢铁工业健康有序地发展, 否则将又重蹈历史上矿山失调的覆辙。

2.2 开发研制新技术、新工艺和新装备

(1) 铁矿石品位综合优化。重点包括地质品位、边界品位、采出品位、入选品位、精矿品位的动态优化,针对不同矿山,优化出高、低不同的精矿品位,充分利用矿产资源,提供优质精料。

(2) 露天矿运输系统优化。确定不同的单体运输或组合方式,包括最佳转载位置、方式和陡坡铁路工艺,以提高运输效率,降低运输成本。

(3) 露天矿开采工艺技术要在境界设计、开采方式、爆破优化、边坡角选择与综合治理等方面有新的突破,为矿山增产做出新的贡献。

(4) 强化露天转地下开采研究。目前已有大冶、南山、石人沟、大新、庐沾等矿山面临着这样的问题,要研究充分回收矿产资源的联合采矿方法、露天和地下地应力的相互影响关系和最佳隔离厚度等稳产过渡技术和措施。

(5) 重视地下矿的放矿和空区处理,降低贫化率,提高矿石品位,确保矿山安全生产。

(6) 提高入选品位和发展预选抛尾技术。选矿能耗占整个矿山的60%以上,而破磨能耗又占选矿能耗50%以上。据统计分析,减少围岩混入率5%~8%,磨矿能耗可降低8%~10%,重点是完善现有磁铁矿预选技术和设备,开发应用混合矿和弱磁性矿物预选技术和设备。

(7) 研制高效、节能新工艺、新技术和新装备,优化组合选别工艺,以提高回收率和精矿品位。

(8) 坚持资源开发和环境保护相结合,发展清洁生产,保持生态平衡。在设计、研究工艺流程、装备效应时,应把改善环境、节约资源放在首位。改善作业场所环境,有效利用资源,复垦植被,保护环境。

2.3 推广应用成熟先进技术和设备

如露天矿转载技术、边坡角优化、低贫化放矿、大结构参数的无底柱分段崩落法、地下矿多级机站通风及设备、盘式真空过滤机、高压辊磨机、高浓度输送技术、尾矿再选工艺和综合利用等,这些技术和设备业已在矿山、选厂等工程中应用,实际检验证明是成熟、可行和实用的,可提高生产能力,有显著的社会、环境 and 经济效益。

回首50年,我国黑色冶金矿山科学技术成就巨大;展望新世纪,必将会有新的发展和辉煌的明天。21世纪冶金矿山面临的机遇和挑战并存,国家经济的发展需要充足的高质量矿石支撑,也为矿山企业提供了广阔的市场,同时受进口矿石的冲击和群采矿石的竞争,市场竞争激烈,必须立足国内矿石资源,适当进口优质富矿,依靠技术进步,加速矿山开发建设,挖掘现有矿山潜力,做到有效开发矿产资源,改善生态环境,节能降耗,增产增效,提高资源综合利用水平。我们有理由相信,通过全国冶金矿山工作者的共同努力,艰苦奋斗,锐意进取,科技创新,协调发展,必将迎来一个绚丽多彩的黑色冶金矿山科学春天,使钢铁工业能够保持快速、健康、有序的发展。

利用国外铁矿资源发展我国钢铁工业的 基本状况及今后发展预测

邹 健 王义达 刘廷吉 焦玉书
(国家冶金工业局) (鞍钢矿业公司) (鞍山冶金设计研究院)

1 我国铁矿资源储量及资源潜力

1.1 我国铁矿资源现状

1.1.1 铁矿石储量

1993 年底,我国铁矿石储量为 A+B+C+D 级 487.29 亿 t(未包括台湾),其中 C 级以上 232.16 亿 t,平均含铁 32.67%左右,共有 1 879 处矿产地。

截至 1997 年底,我国铁矿石储量 A+B+C+D 级为 462.32 亿 t(未包括台湾省),其中 C 级以上储量 220.31 亿 t,共有 1 831 处矿产地,见表 1。

1997 年底与 1993 年底相比,矿区数基本相近,储量减少 25 亿 t,铁矿储量总的走势呈负增长趋势。

我国铁矿分布广泛,储量相对集中,富矿少,贫矿多,多金属矿较多;已开采的露天矿多,未开采的多为坑内矿;可供利用的储量约占总量的 53%,暂不能利用储量约占 47%。

1.1.1.1 铁矿分布

我国铁矿资源主要分布在辽宁鞍山地区、四川攀西地区、河北冀东地区、山西太古岚地区及安徽宁芜—庐枞地区,其中辽宁储量为 118 亿 t、四川为 66 亿 t、河北 63 亿 t,这 3 个省铁矿储量之和占总储量的 51.08%,其它主要分布在山西、安徽、湖北、云南、山东、内蒙、河南等省区。以上这 10 个省区地质储量都在 10 亿 t 以上,地质储量共占 399.91 亿 t,其中工业储量为 193.34 亿 t。

1.1.1.2 铁矿工业类型

我国已探明的铁矿绝大多数为需选的贫铁矿,占总储量的 97.5%,入炉富矿占总储量的 2.5%。需选贫矿中,磁铁矿占贫矿总量的 48.8%,钒钛磁铁矿占 20.8%,赤铁矿占 20.8%,混合矿(磁赤、磁菱、赤菱铁矿的共生矿)占 3.5%,菱铁矿占 3.7%,褐铁矿占 2.4%。

1.1.1.3 铁矿石伴生有益组分

铁矿石伴生有益组分的组成,与矿床成因类型有关。我国岩浆岩型、接触交代型、热液迭加改造矿床较多,所以矿石中伴(共)生有益组分较多,如攀西地区钒钛磁铁矿中的钒、铬、镍等,白云鄂博铁矿中的稀土、铈、钼等,广东大顶及内蒙黄岗铁矿中的锡、锌,辽宁翁泉沟铁矿的硼,莱芜铁矿中含有铜、钴、金、银等,在开采利用中均可综合回收有益组分。

1.1.1.4 铁矿成因类型

我国已探明的铁矿床中,沉积变质矿床的储量居首位,占全国总储量的 59.0%,主要分布在辽宁、四川、河北、山西等地,其储量之和约为 285 亿 t;其次为岩浆岩型,占 12%,分布在攀西地区;沉积型与接触交代型各占 9%;火山岩型占 5%;风化淋滤型等约占 6%。

1.1.2 铁矿石资源生产利用现状

根据铁矿床赋存特点、开采技术经济条件等,可将铁矿地质储量分为:已被利用储量、可供选择利用储量、暂难被利用储量、分散小矿体储量。

表1 截至1997年底全国各省区地质储量

/亿t

地区	矿区数	总 量			其中:富矿								
		A+B+C	D	合计	炼钢用矿石			炼铁用矿石			小 计		
					A+B+C	D	合计	A+B+C	D	合计	A+B+C	D	合计
全 国	1 831	220.31	242.01	462.32	1.12	0.63	1.75	4.49	5.40	9.89	5.61	6.03	11.64
北京	47	3.87	6.32	10.19									
河北	194	33.09	28.75	61.84	0.02		0.02	0.12	0.12	0.24	0.14	0.12	0.26
山西	99	13.78	20.46	34.24				0.02	0.08	0.10	0.02	0.08	0.10
内蒙古	72	10.68	9.36	20.04					0.07	0.07		0.07	0.07
辽宁	70	57.95	53.12	111.07	0.22	0.27	0.49	0.11	0.25	0.36	0.33	0.52	0.85
吉林	62	1.55	3.01	4.56				0.03	0.03	0.06	0.03	0.03	0.06
黑龙江	45	0.78	1.78	2.56				0.07	0.18	0.25	0.07	0.18	0.25
上海	1		0.02	0.02									
江苏	21	2.85	0.77	3.62									
浙江	22	0.15	0.50	0.65									
安徽	93	12.83	16.88	29.71	0.05	0.04	0.09	0.04	0.19	0.23	0.09	0.23	0.32
福建	71	4.02	2.56	6.58				0.06	0.10	0.16	0.06	0.10	0.16
江西	47	3.29	2.91	6.20				0.18	0.12	0.30	0.18	0.12	0.30
山东	76	7.53	10.78	18.31	0.53	0.16	0.69	0.68	0.70	1.38	1.21	0.86	2.07
河南	66	4.81	5.67	10.48		0.01	0.01					0.01	0.01
湖北	124	4.68	10.73	15.41	0.06	0.01	0.07	0.36	0.28	0.64	0.42	0.29	0.71
湖南	98	4.17	4.65	8.82				0.04	0.03	0.07	0.04	0.03	0.07
广东	94	1.96	3.73	5.69		0.01	0.01	0.08	0.15	0.23	0.08	0.16	0.24
广西	53	0.03	1.10	2.03				0.03	0.01	0.04	0.03	0.01	0.04
海南	6	1.25	1.31	2.56				0.25	0.16	0.41			
重庆	1	0.21	0.12	0.33	0.20	0.06	0.26				0.45	0.22	0.67
四川	88	32.52	20.33	52.85	0.03	0.01	0.04	0.31	0.16	0.47	0.34	0.17	0.51
贵州	110	1.40	3.13	4.53				0.05	0.05	0.10	0.05	0.05	0.10
云南	88	4.62	17.13	21.75				1.56	1.58	3.14	1.56	1.58	3.14
西藏	10	0.13	3.10	3.23				0.08	0.18	0.26	0.08	0.18	0.26
陕西	25	4.25	1.55	5.80									
甘肃	62	4.54	5.39	9.93		0.04	0.04		0.05	0.05		0.09	0.09
青海	22	0.32	1.93	2.25				0.04	0.34	0.38	0.04	0.34	0.38
宁夏	4	0.01		0.01									
新疆	60	2.14	4.92	7.06	0.01	0.02	0.03	0.38	0.57	0.95	0.39	0.59	0.98

1.1.2.1 已被利用的储量

已被利用的储量为133.77亿t,占全国总储量的27.68%,其中工业储量为86.74亿t,占工业总储量的36.02%,分布于全国100座矿山,包括国有重点矿山、地方国有骨干矿山。其中露天矿57座,坑内矿43座。在已被利用的储量中以磁铁矿(约100亿t)为主。

(1) 国有重点矿山。国有重点矿山共55个矿区,占有地质储量为117.67亿t(占全国总量的24.34%),工业储量76.74亿t,含铁平均33.53%,其中露天矿33座、坑内矿22座,矿山建成能力15 000万t,1997年生产铁矿石10 510万t,“九五”期间将消失能力约1 500万t。

(2) 地方国有骨干矿山。现有地方国有骨干矿山40座,占用地质储量12.66亿t,工业储量8.84亿t,含铁平均37.48%,其中露天矿19座、坑内矿21座,矿山已建成能力2 023万t,1997年生产矿石676万t。

1.1.2.2 可供选择利用的资源

可供选择利用的矿山(包括部分地方国有、集体已生产的中小矿山)共计93处。其勘探程度为:详勘57处、初勘16处、普查评价20处,占有储量122.3亿t。其中工业储量72.81亿t,平均含铁31.96%,磁铁矿103亿t,赤铁矿19.2亿t;可露天开采的69座,储量101.7亿t;坑内开采的24座,储量20.65亿t。

可供选择利用的资源主要分布在四川、辽宁、河北,其次为山西、内蒙、安徽等,其中详勘或初勘的矿区有73个,可作为规划之用。

1.1.2.3 暂难利用的资源

该类共有矿点 170 处,地质储量 172.1 亿 t,占全国总储量的 35.6%,其中工业储量 63 亿 t。

上述资源受不利因素影响,近期难于开发利用,随着科学技术的发展、交通条件的改善、开采技术条件的改变及特殊需要采用的技术措施的应用,这些资源中的一些矿区将逐步得到开采利用。如山东的谷家台、邯邢的北洛河已进行开发;河南的赵寨庄、王道行等大水矿床采用特殊的技术措施,也有开发利用的可能性。

1.1.2.4 分散中小矿及暂不能利用资源

分散的小矿点共 1 130 处,地质储量 59.28 亿 t,占总储量的 12%,其中磁铁矿占 63%、赤铁矿占 37%。这些资源的特点为分散、小而多、含铁品位较高,估计可利用的地质储量约 10 亿 t,适于地方小型矿山或乡镇个体开采。

1.2 我国铁矿资源潜力

我国铁矿勘查程度较高,全国已知成矿带均已作过 1/20 万区测,其中大部分区(带)还完成了 1/5 万~1/10 万区域地质填图、航磁及找矿工作,并于 60 年代和 70 年代还先后 2 次进行过以找富矿为重点的铁矿会战。

80 年代中期,地质科研部门对我国铁矿资源进行过预测,将全国划分为 17 个预测区。其中 11 个分布在东经 105°线以东地区,有希望的航磁异常区 754 处,预测资源量 311.5 亿 t,估计多为分布在已知矿带的深部和边部的隐伏矿或盲矿体,值得注意的是辽西地区,地勘工程程度低,找浅部还有希望。东经 105°线以西地区包括 6 个预测区,有希望的航磁异常区共 327 处,预测资源量 288.4 亿 t。这些地区大部分找矿研究工作程度较低,尚有发现新区的前景。

综上所述,应当说我国铁矿资源格局已基本清楚,资源总量与储量之比大致为 2:1,今后不会有更大变化,即使有新区发现,其利用条件也不会比现有储量好,目前探明的铁矿储量可以作为规划建设的依据。

2 世界铁矿资源

2.1 世界铁矿石储量

世界铁矿石储量丰富,据美国矿山局 1996 年公布,世界铁矿石储量为 1 510 亿 t,储量基础为 2 320 亿 t,相当于铁金属储量 830 亿 t,储量基础 1 240 亿 t,见表 2。

表 2 1996 年世界铁矿石储量和储量基础

国 家	铁矿石/亿 t			铁金属/亿 t		
	储 量	储量基础	储量占世界百分比 /%	储 量	储量基础	储量占世界百分比 /%
利比里亚	9	16	0.6	5	8	0.6
俄罗斯	343	420	22.7	127	156	15.3
澳大利亚	180	322	11.9	100	180	12
乌克兰	218	270	14.4	80	100	9.6
加拿大	120	260	7.9	46	100	5.5
美国	160	250	10.6	35	35	4.2
巴西	110	170	7.3	65	100	7.8
印度	54	120	3.6	33	63	4
南非	40	93	2.6	25	59	3.0
中国	90	90	6	35	35	4.2
瑞典	30	46	2	16	24	1.9
毛里塔尼亚	4	7	0.3	2	3	0.2
其它国家	150	253	9.9	258	353	31.1
世界总计	1 510	2 320	100	830	1 240	100

又据“Skills Mining Review”1998 年 6 月 6 日和“Mining Engineering”杂志 1998 年 8 月公布的尚未经美国地质调查所确认的数据,世界铁矿石储量(原矿公吨数)为 1 400 亿 t,见表 3。

2.2 世界铁矿产资源分布特点和矿床成因

世界铁矿产资源分布的特点是:南半球国家富铁矿床多,如巴西、澳大利亚、南非等国;北半球国家贫铁矿床多,如独联体、美国、加拿大、中国等国。

表3 世界铁矿石储量表

/Mt

国 家	储量	国 家	储量	国 家	储量	国 家	储量
1 中国	25 000	8 委内瑞拉	5 300	15 刚果	1 000	22 土耳其	200
2 乌克兰	22 430	9 瑞典	3 460	16 白俄罗斯	865	23 墨西哥	180
3 俄罗斯	19 815	10 印度	2 700	17 秘鲁	700	24 尼日利亚	110
4 澳大利亚	17 400	11 波兰	2 200	18 南非	630	25 沙特阿拉伯	85
5 美国	10 000	12 加拿大	1 700	19 毛里塔尼亚	500	26 新西兰	80
6 哈萨克斯坦	8 300	13 阿富汗	1 700	20 埃及	480	27 其它	5 000
7 巴西	7 600	14 伊朗	1 000	21 智利	240	合计	140 000

按储量分布,独联体铁矿储量居世界之首,澳大利亚、巴西、加拿大、美国、印度和南非几个主要国家的储量约占世界总储量的84%。

世界铁矿床按成因特点一般分为岩浆型矿床、砂卡岩型矿床、火山岩型矿床、沉积型矿床和沉积-变质型矿床5类,其中以沉积-变质型矿床即条带状硅铁建造(BIF)最重要。在世界铁矿产资源中,沉积-变质型铁矿床的资源约占总储量的80%多,而与其有关的富铁矿储量约占世界富铁矿总量的70%。此种类型矿床主要分布在俄罗斯、澳大利亚、巴西、乌克兰、加拿大、印度和美国等国,在南非、几内亚、委内瑞拉、中国也分布很广。火山岩型矿床也较重要,该类型矿床储量约占世界总储量的10%。

俄罗斯、乌克兰等独联体国家铁矿石储量居世界第一位,矿区集中在欧洲部分。

库尔斯克磁力异常区与乌克兰邻近,有储量426亿t。据称1983年前苏联在此矿区靠别尔哥罗德市又发现一个含铁品位在60%以上、储量130亿t的磁铁矿床,此区已有列别金采选公司、米哈依洛夫采选公司和斯托依连采选公司开发此区铁矿床,都是世界著名的大型矿山企业。

乌克兰的克里沃罗格矿区,储量极其丰富,近200亿t。过去的年代,前苏联年产原矿5.38亿t、商品矿2.4亿t,居世界之冠,前苏联产量的一半来自克里沃罗格矿区,此区有英古列茨采选公司、南部采选公司、北部采选公司、中部采选公司以及新克里沃罗格采选公司,除露天开采外,坑内开采也很著名。

澳大利亚铁矿主要赋存在西澳洲皮尔巴拉地区,地质学界称为哈默斯利盆地,据称TFe50%以上的储量有370亿t。西澳洲铁矿产资源的发现,不能不提到西澳洲的一个牧羊人Hancock先生。1952年11月16日他与夫人乘Auster单引擎飞机穿过哈默斯利地区,突遇龙卷风,险些失事,后低飞脱险,飞机低飞观察到高60m陡壁的赤色矿物,后来采样送美国化验而发现为富赤铁矿,按澳大利亚法律,Hancock为矿区发现人,直到现在政府仍允许他收取F.O.B价2.5%作为矿区发现人费用。Hancock先生已过世,但Hancock公司还在西澳洲开展活动。

在西澳洲,BHP矿产公司、哈默斯利铁矿公司、罗伯河矿业公司和戈斯沃斯公司都是著名的大型铁矿企业。

巴西得天独厚地享有天然资源,有亚马逊流域的原始森林,有铁四角地区和卡拉加斯地区的富铁矿产资源。

在铁四角地区,据地质人员称储量有400亿t。居世界第一位的VCRD公司年产量超1亿t,在铁四角地区VCRD产量为5200~5500万t,其它大型铁矿公司还有MBR联合矿业公司、弗尔特科公司(FERTECO)、萨米特里公司(SAMITRI)、萨马尔库公司(SAMARCO)、伊塔米纳斯公司(ITAMINAS)。

卡拉加斯地区铁矿发现于1967年7月,储量180亿t。卡拉加斯铁矿的发现也富于戏剧性,本来地质专家乘直升飞机到亚马逊河流域卡拉加斯地区是去寻找锰矿。卡拉加斯是一片原始森林,飞机难以降落,后发现了一片无树木的山顶,没想到在此发现了巨大的富铁矿床。后来似乎形成了一条经验,卡拉加斯地区无树木的平地或山顶已成为富铁矿形成的标志。卡拉加斯铁矿1985年投产,现已成为世界著名的年产4000万