

文章编号: 1009-6248(2005) 03-0048-06

矿床开发经济意义概略研究

——以北祁连山雪泉铜(锌)矿为例

宋忠宝, 李文渊, 栗亚芝, 谢春林, 郭周平, 王伟

(西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054)

摘要: 通过对国内外铜矿资源状况及市场供需的分析, 认为雪泉铜(锌)矿床勘查研究工作的开展, 将对北祁连乃至中国与塞浦路斯型富铜块状硫化物矿床的寻找和研究具有重要意义。全球已发现 200 多条蛇绿岩带, 但其中仅 50 多条发现了塞浦路斯型铜矿床。因此, 雪泉铜(锌)矿床的勘查研究具有重要的实际和学术意义。

关键词: 矿床开发; 经济意义; 研究; 雪泉铜(锌)矿床

中图分类号: P618.41 文献标识码: A

1 全球铜矿资源状况及市场供需分析

1.1 全球铜矿资源概况

世界的铜资源丰富, 计有陆地资源量 16 亿 t, 深海结核含铜有 7 亿 t, 总资源量为 23 亿 t, 其中储量基础 5.9 亿 t, 储量 3.1 亿 t。参见表 1。

世界的铜资源分布广泛, 遍及五大洲, 有 150 多个国家都有铜矿资源, 储量又相对集中。其中, 铜储量基础较多的国家有智利、美国、波兰、赞比亚、俄罗斯、扎伊尔、秘鲁、加拿大、澳大利亚、哈萨克斯坦、印度尼西亚、菲律宾和中国等, 尤其是智利和美国, 分别占世界储量基础的 23.7% 和 15.3%。智利、波兰和印度尼西亚, 由于近年大量的新发现或原有矿山储量的扩大, 储量基础增加较多, 1994 年比 1990 年分别增加了 200 万 t, 2 100 万 t 和 900 万 t, 尤其是波兰, 从居世界铜资源第 10 位, 一跃成为列居世界第 3 位的铜资源大国。

表 1 全球铜储量和储量基础

Tab. 1 Reserves and reserves foundation of global copper mines

国 家	储量 (万 t)	储量基础 (万 t)	占世界储量基 础的比例 (%)
智利	8 800	14 000	23.7
美国	4 500	9 000	15.3
波兰	2 000	3 600	6.1
赞比亚	1 200	3 400	5.8
俄罗斯	2 000	3 000	5.1
扎伊尔	1 000	3 000	5.1
秘鲁	700	2 500	4.3
加拿大	1 100	2 300	3.9
澳大利亚	700	2 100	3.6
哈萨克斯坦	1 400	2 000	3.4
印度尼西亚	1 100	1 700	2.9
菲律宾	700	1 100	1.9
中国	300	800	1.4
其他国家	5 500	10 000	16.7
世界总计	31 000	58 500	100

注: 资料来自 MINERAL COMMODITY SUMMARIES, 1994。

收稿日期: 2005-01-06; 修回日期: 2005-06-15

基金项目: 国土资源部资源补偿费项目“甘肃省肃南裕固族自治县雪泉铜(锌)矿普查”资助

作者简介: 宋忠宝(1963-), 男, 陕西澄城人, 副研究员, 主要从事岩石矿产及同位素地质年代学研究, 发表论文 30 余篇,

E-mail: xaszhongbao@cgs.gov.cn

世界铜矿储量以每年 5% 的递增率增加, 年增长的大小是随着矿产开采量而增长的。而开采生产增长率为 3.75%, 表明这期间铜金属储量的增长速度为开采量增长速度的 1.9 倍, 近年来, 不断发现一些新的大型铜矿床是世界铜储量大幅度增多的一个重要因素, 初步统计, 拥有 1 000 万 t 的金属储量以上的大型矿床至少有 25 处之多。

从储量基础看, 南美洲就占 58%, 非洲和欧洲分别占 14%, 亚洲和大洋州分别占 7%, 根据各种可以利用的矿产资源, 在现有的采矿技术条件下, 按目前的年消耗量估计, 再考虑到今后对铜金属资源需求量的增加, 以及由此而产生的资源短缺, 并影响到铜金属的短缺, 金属的涨价, 代用品的扩大和需求量的减少等因素, 推算出铜矿产资源的动态保证年限在 100 ~ 200 年。

世界上广阔的海域中还蕴藏着含铜结核 7 亿 t, 据太平洋深海结核代表性样品分析表明^①, 含铜量平均为 1%, 太平洋深海结核的分布和品位比大西洋的更稳定, 该类资源中, 最有价值的部分分布在太平洋内的坎基尔周围的中美洲沿海地带, 从废料中回收铜也是重要来源, 估计世界再生铜资源约有 1.5 亿 t, 可供本世纪末世界对铜需求的 1/7, 从全球范围看, 铜资源的保证程度是不成问题的。

1.2 世界铜矿床主要类型及特征分布

世界铜成矿类型多样, 按其地质-工业类型可分为: ①斑岩型; ②砂页岩型; ③铜镍硫化物型; ④黄铁矿型(即块状硫化物型); ⑤铜-铀-金; ⑥自然铜型; ⑦脉型; ⑧碳酸岩型; ⑨砂卡岩型。其中重要的是前 4 类, 它们占世界铜总储量的 96% 左右, 各主要产铜国的资源多集中在这 4 个类型中, 如, 智利、秘鲁、巴拿马、墨西哥、菲律宾、巴布亚新几内亚的铜矿床主要是斑岩型, 赞比亚、扎伊尔和波兰的铜矿床主要是砂页岩型, 美国的铜矿床主要是斑岩型和砂页岩型, 加拿大以斑岩型、铜镍硫化物型和黄铁矿型为主, 俄罗斯则是 4 种类型(斑岩型、砂页岩型、铜镍硫化物型和黄铁矿型)分布比较平均, 属于多类型的。因此, 这 4 大类型便成了世界上最重要的勘查和开采类型, 尤其是斑岩型和砂页岩型, 分别占世界总储量的 55% 和 29%, 已知的许多超大矿床多来自这两个类型, 据初步统计, 世界铜金属储量超过 500 万 t 的超

大型矿床有 60 多个左右。其中, 斑岩型 38 个, 占总数的 63%, 占超大型铜矿储量 64%, 砂页岩型 15 个占总数的 25%, 占超大型铜矿储量的 24%, 两者合计占世界超大型铜矿床个数和储量均为 88%, 参见表 2。

表 2 世界铜金属储量超过 500 万 t 的超大型铜矿

Tab.2 Super-copper deposits, more than 5 million tons reserves in the world

矿床类型	矿床储量数量(个)	所占比例(%)	铜(万 t)	所占比例(%)
斑岩型	38	63	47 920	64
砂页岩型	15	25	18 241	24
铜镍硫化物型	3	5	3 500	5
黄铁矿型	2	3	1 527	2
铜铀金型	1	2	3 200	4
自然铜型	1	2	700	1
总计	60	100	75 088	100

注: 资料来自《国外矿产资源》, 1996。

黄铁矿型铜矿, 即块状硫化物矿床, 是指与海底火山作用相联系的含大量黄铁矿和一定数量铜、铅、锌的矿床。它也是铜矿床主要工业类型之一, 当前占世界铜总储量的 8.8%, 占俄罗斯总储量的 21.2%。该类矿床特点是铜品位较富, 平均为 0.85% ~ 2.0% 左右, 有的高达 10% 以上, 加拿大 20 个矿床平均品位 2.18%, 塞浦路斯矿床多为 3.5% ~ 4.5%, 葡萄牙新发现的内维斯—科尔沃矿床有很大一部分铜品位达 8.665%, 土耳其东南埃尔加尼—马登地区铜品位高达 10.02%, 该矿床另一特点是伴有多种金属和非金属, 矿床中除铜外, 常见有铅、锌、金、银、铁、硫、重晶石和石膏, 此外还有少量硒、碲、铋、镉、钴、镍、砷、汞、铈和锡等, 矿床规模中至大型, 矿石量 10 ~ 1 000 万 t, 矿床容易开采, 经济价值大, 因而国外对此型矿床颇为重视。

目前世界上至少发现了 420 个这种类型的矿床, 加拿大、美国、俄罗斯、西班牙、葡萄牙、塞浦路斯、南非和日本等都是该类矿床的重要产地。

当然还应包括当前正在洋底形成的块状硫化物矿床, 这种现代矿床是 1978 年在北纬 21 附近的东太平洋脊上首次发现的, 虽然铜锌品位很高(铜 6%, 锌 29%), 但脊上发现了一个。

2 中国铜矿资源状况及市场供需分析

2.1 铜矿资源状况

建国以来,经几代地质工作者的艰辛耕耘,我国已发现的铜矿床与世界其他国家和地区类似,囊括了不同地质时期的各种类型,著名的代表性矿床有铜镍硫化物型(甘肃金川)、斑岩型(江西德兴铜矿、西藏江达玉龙)、矽卡岩型(湖北大冶铜录山)、黄铁矿型(甘肃白银厂、云南新平大红山、新疆哈巴河阿舍勒)和砂岩型(云南东川汤丹)。先后探明了一大批储量达100万t级以上的大型铜矿产地:20世纪50年代有山西垣曲铜矿峪、云南东川汤丹、甘肃白银厂;60年代有甘肃金川;70年代有江西德兴铜矿、富家坞、永平天排山、黑龙江嫩江多宝山、西藏江达玉龙;80年代有西藏察雅马拉松多、江西瑞昌武山、内蒙古新巴乐虎乌奴格士山、云南新平大红山;90年代有新疆哈巴河阿舍勒和福建上杭紫金山。其中,江西铜矿和西藏江达玉龙为探明储量达500万t以上的特大型矿产地。

我国目前已探明铜矿产地913处,累计探明铜储量7372.52万t(到1997年为止),目前我国的铜储量占同年世界储量基础的12.1%,居智利和美国之后,列世界第3位,改革开放18年来探明铜矿储量增加了1645.53万t,年均增长率为1.5%,我国铜矿总保有储量6273.63万t(1997),分布在30个省、市、自治区(未统计台湾),其中占全国保有储量多的省(区)有江西(20.4%),西藏(15.2%)和云南(11.2%),3省区合计46.8%,占全国保有储量较多的省区有甘肃、安徽、内蒙古、湖北和黑龙江,5省区合计为27.7%,以上8省区合计占74.5%,其余的25.5%散布在其他22个省区内,我国铜矿储量的地理分布相对零散。

在已探明的铜矿产地中有大型矿产地41处,保有储量3623.01万t,占总保有储量58.0%,中型矿产地110处,保有储量为1762.46万t,占总保有储量28.05%,小型矿产地762处,保有储量877.02万t,占总保有储量的14.0%,我国大型矿产地保有储量偏少,中小型矿产地保有储量偏多,不利于规模化开发利用。

我国铜矿石的平均品位为0.8%,品位大于1%的富铜矿共有保有储量2196.41万t,仅占总保有储量的35%,特别是大型斑岩型铜矿的矿石品位普

遍较低,一般为0.5%左右,它们的保有储量约占总保有储量的35%,与世界著名铜矿产出国相比,我国铜矿的矿石质量较差,是制约我国铜矿开发利用的内在因素之一。

我国已开发利用的铜矿产地431处,保有储量2196.41万t,仅占总保有储量的54.6%,可供近期设计利用和可供未来规划利用的矿产地282处,保有储量1787.50万t,占有保有储量的28.7%,暂难利用储量1050.24万t,占总保有储量16.7%,在可供近期设计开发利用的矿产地中,有大中型矿产地11处,保有储量620.04万t,仅占总保有储量的9.9%,我国铜矿后备储量严重不足。

2.2 铜矿资源类型

我国地域辽阔,铜矿类型相对比较齐全,其中最重要的有:斑岩型,矽卡岩型,砂页岩型(包括变质岩层状型和含铜砂页岩型),黄铁矿型和铜镍硫化物型,这5种类型的铜储量占全国铜矿总储量的90%以上。

中国铜矿资源从矿床规模、铜品位、矿床物质组成和开采条件看,具有以下特点。

(1) 矿床规模小。据全国矿产储量委员会1987年颁布的“矿床规模划分标准”,大型铜矿为铜金属储量>50万t,中型矿床10~50万t,小型矿床<10万t。按此标准,我国大型铜矿床仅占2.7%,中型矿床占8.9%,小型矿床达88.4%。储量>500万t的矿床只有江西德兴铜厂矿床(524万t)和西藏玉龙铜矿(650万t)。由于矿床储量规模先天不足,导致了开采规模偏小。目前已开采的329个铜矿区所生产的铜精矿含铜金属量为56万t,不及国外一个矿山的产量。

(2) 共伴生矿多,品位低。我国共伴生铜矿所占比例72.9%,单一矿仅占27%。铜矿储量的平均品位为0.87%,在大型矿床中,品位>1%的铜储量仅占13.2%。我国斑岩铜矿床的平均品位为0.55%,低于智利、秘鲁的1.0%~1.6%;我国砂页岩型铜矿床的平均品位0.5%~1%,低于刚果、赞比亚、波兰的2%~5%。

(3) 适合采用浸出-萃取-电积工艺的斑岩型铜矿少,降低生产成本的空间受到限制。

(4) 剩余储量中规模大、品位高的矿床多处于边远地区,外部建设条件差,在目前的金融、财税政策下,难以开发利用。

总体上,我国铜矿资源在数量和品位等方面均比较差,其国际竞争力低,铜资源特别是富铜资源不足,已是不争的事实。

2.3 铜矿资源保有储量及开发情况

我国地质勘探行业“七五”期间铜矿新增探明储量 310.7 万 t,“八五”期间铜矿新增探明储量 622.1 万 t,后者是前者的 2 倍。但近年来储量增长缓慢,需求量急剧增大。

我国铜矿资源的地理分布,以及资源自身的特点,给我国铜矿开发利用创造了许多有利条件。

(1) 我国铜矿分布形成五大明显的集中区:长江中下游,西藏昌都,川南—滇中,甘肃金川—白银,以及中条山地区,这 5 个地区,除西藏昌都地区外,都已成为我国铜的重要工业生产区。其中,近几年建设起来的长江中下游的德兴铜矿,其采矿能力已占全国总采选能力的 18%。

(2) 我国铜矿多为综合性矿床,伴生组分多,已探明的铜储量中,单一的铜矿床只占全国总储量的 5%,与铜矿伴生的金占我国伴生金储量的 78%,与铜矿伴生的银占我国伴生银总储量的 26%,与铜矿伴生的钴占全国估储量的一半,此外,还有大量的铂族金属、钼、铅、锌、硫等,这些伴生组分为我国铜矿的开发利用带来了巨大的经济效益。

(3) 从矿石类型看,我国的铜矿以硫化矿为主,已探明储量中,硫化矿 87%,氧化矿占 10%,混合矿只占 3%。

我国铜矿的开发利用,虽然有上述有利条件,但超大型的铜矿床少,矿石品位低,贫矿多,富矿少,一些铜矿床地处边远,高海拔,交通不便,影响了开发利用。

我国铜矿保有储量(A+B+C) 2 804 万 t,占世界储量基础(59 000 万 t) 4.75%,居世界第 7 位,但人均拥有量低于世界平均水平,属绝对数量尚占优势,相对数量明显不足的矿产,对经济发展的支撑能力较低,如果考虑到探明矿产储量的质量和开发利用技术经济因素,则我国铜矿资源的世界地位还将减弱。

世界上铜金属储量(包括已开采量)超过 500 万 t 的超大型铜矿初步统计约有 60 个,而我国仅有 2 个,占 3.33%,我国铜矿贫矿储量超过 50%,而富矿储量又不足 10%,开发利用条件中等,世界上铜储量基础较多的国家,如智利、美国、加拿大、赞比亚、

扎伊尔和秘鲁等,铜矿矿石平均品位为 0.8%,品位 1% 的富铜矿共有保有储量 2 196.4 万 t,仅占总保有储量的 35%,特别是大型斑岩型铜矿的矿石品位普遍较低,一般为 0.5% 左右,与世界著名铜矿产出国相比,我国铜矿的矿石质量较差。

2.4 铜矿资源供需情况分析

当前世界铜工业发展迅猛,许多发达国家广泛采用溶剂萃取—电积(SX-EW)法进行铜精矿和精炼铜的生产,成本大幅度降低,而我国这种技术的应用才刚刚起步,从开采条件统计,我国铜矿储量中 80.5% 以上只能坑采,从矿石组分看,共伴生矿多,综合组分矿多,可以一矿多用,一矿顶多矿,综合利用之后可以提高经济价值,但往往也加大了开发和选冶的难度,或增加开发成本,影响经济效益。

综上所述,矿产资源作为形成矿产品的物质生产要素,其在国际市场上的竞争力归根到底应当决定于其价格和成本的高低,而影响和制约矿产资源价格和成本的主要因素有两个:一个是矿产资源自身的质量(品位贫富等),另一个是其勘查和开发利用的内外条件(诸如交通位置,开采的难易,选矿的难易,冶炼性能等等),我国铜矿资源在世界范围内属竞争力不强的矿产。

世界上铜的来源,主要是斑岩型铜矿床、砂页岩型铜矿床、块状硫化物矿床和与基性-超基性岩有关的铜镍硫化物矿床等矿床类型。中国的情况类似,以斑岩型铜矿床、矽卡岩型铜矿床、砂页岩型铜矿床、块状硫化物铜多金属矿床和与基性-超基性岩有关的铜镍硫化物矿床为主,代表性的矿床有江西的德兴斑岩型铜矿、城门山铜矿、滇中的砂页岩型铜矿床、甘肃的白银厂块状硫化物铜多金属矿床和金川铜镍硫化物矿床等。已探明的斑岩型铜矿床储量约占全国总储量的 41%。矽卡岩型铜矿床储量约占全国总储量的 27%。砂页岩型铜矿床储量约占全国总储量的 11%。块状硫化物矿床和与基性-超基性岩有关的铜镍硫化物矿床等矿床储量约占全国总储量的 6.4%。火山-沉积型铜矿床储量约占全国总储量的 5.5%(中国地质矿产信息研究院,1992)。与其他国家相比,我国人均占有铜资源量属缺铜国家,铜资源量严重不足,近一半依靠进口。铜矿在我国是首列急缺矿产。据有关统计资料,2003 年铜矿石进口持续增长,达到 267 万 t,同比增长 29%,国内铜的消费中有 60% 以上需要进口铜精矿、废铜加工及进口

一部分铜材来满足需要。铜矿供需矛盾将进一步加剧,预测2020年我国铜的需求量为445万t,2004~2020年铜的累计需求量为7500万t左右,而可供储量为2785万t,缺口达4715万t。现有资源条件,预计2030年我国矿山铜产量仅60万t,只能保障13%,加上废铜产量77万t,国内铜金属资源的保障程度也仅提高到31%,缺口仍达308万t。

我国几十年的找铜实践,已探明块状硫化物铜多金属矿床多系与长英质火山岩有关的Cu-Pb-Zn型矿床,铜品位不高,与镁铁质、蛇绿岩质火山岩有关的富铜的含铜黄铁矿型矿床少见。因此,雪泉铜矿床的发现意义重大。

3 资源储量及开发经济技术条件评价

根据储量初步计算结果,进行有关数据计算:据国内矿业市场,目前铜金属的售价是:1.67万元/t(人民币);锌金属的售价是:1.16万元/t(人民币)。雪泉矿区北矿段 号沟富铜矿体按Cu资源量(333+334₁)约18.06万t,锌资源量(333+334₁)约0.7万t;南矿段 号沟Cu资源量(333+334₁)约3.32万t,锌资源量(333+334₁)约0.35万t;北矿段 号沟Cu资源量(333+334₁)约0.38万t,锌资源量(333+334₁)约0.56万t。雪泉铜矿若按铜21.76万t计算,潜在经济价值为36.3亿元人民币,按20%的利润率,利润达7.26亿元人民币。雪泉铜矿若按锌1.62万t计算,潜在经济价值为1.9亿元人民币,按20%的利润率,利润达0.4亿元人民币。可见经济价值巨大。目前 号沟富铜矿床已开采7年多,累计开采铜金属量仅约1万t。 号沟富铜矿床已开采两年多,累计开采铜金属量仅约1万t。 号沟富铜矿床仅开始开采,正规化开采后,加大开采速度,雪泉铜矿仍有较长的服务年限。

更为重要的是,雪泉矿区尚未全面评价,仍有较大的找矿空间。地方边探边采的过程中,采富弃贫(铜品位2%以下即认为是贫矿)的开采方式一方面对矿区的资源有所破坏,但也积累了重要的开发经济技术经验。矿区全面评价后,若铜、锌资源量有较大增长后,将为矿区的合理开发利用提供重要的工作基础。从目前评价该类型矿床的特点出发,该类矿床基本上还属一种单矿体规模有限,但矿体群集、矿石品位高,且易选易采的矿石类型,仍适合于中小型

规模的矿山企业进行开发利用。

北祁连中晚奥陶世弧后盆地的中西段火石峡—白泉门一带分布有60余处铜矿点、铜矿化点,雪泉是其中一个矿集区,雪泉矿区外围还有四个矿集区(错沟地区;长干河地区;大岔牧场地区;寺大隆地区),如果雪泉矿集区有所突破,将带动外围其他几个矿集区的找矿突破。

4 开发潜力分析

2002年我国铜产量163万t,约占全球产量的10.8%,仅次于智利,居世界第二位,但自产铜精矿含铜量只有56万t。“十五”期间我国在建的铜矿山,包括云南大红山II期,青海赛什塘铜矿、安徽冬瓜山铜矿、福建紫金山铜矿、新疆阿舍勒铜矿等项目正在或将陆续投产,共计可新增铜精矿含铜产能9.96万t/a,这一部分是有把握的。“十一五”(2006~2010年)期间在技术条件许可的情况下,可对广东大宝山铜钼矿、内蒙古霍各乞多金属矿进行扩建,增加铜精矿含铜产能约1.5万t,新建西藏玉龙铜矿和青海德尔尼铜矿(目前正在基建,预计到2006年底可正式投产),预计到2010年前可新增年产10~15万t铜精矿金属含量的生产能力。同时,根据对具体矿山及其2001年产量的分析估算,到2010年我国将消失铜精矿含铜产能约10万t。按比较有把握的在建项目对比,消失产能与增加的产能基本平衡。预计2010年国内铜精矿产量60~65万t(金属含量)。在较长的一段时期内维持我国年产60万t左右的铜精矿金属含量是可以做到的。

按生产1t铜金属含量消耗1.8t储量计算,依当前开采规模,即年产60万t铜精矿金属含量,则年消耗铜矿储量108万t,我国现有铜矿储量仅能保证开采17年,即使储量基础全部升级为储量,也仅能保证28年开采。

西安地矿所20余年来在北祁连山孜孜不倦的探索,其中一个重要的问题就是块状硫化物矿床,除了与陆壳环境有关的白银厂式的多金属矿床外,是否存在有较大工业价值与洋壳环境有关的塞浦路斯型重要工业价值的铜矿床?该问题的探索既有理论意义,又有重要的现实价值。

据国际铜业协会的统计^①,2000年全球铜消费量达到1520万t,其中中国达到250万t,占到全球

铜消费量的 17%, 目前中国已取代美国成为世界第一大铜消费国, 中国铜需求年增长速度高达 10% ~ 15%, 估计 2004 年中国铜市场可能将会出现约 30 万 t 的供给缺口。可见中国铜矿找矿任务的艰巨。另据报道中国铜城白银由于矿产资源枯竭, 铜城风采已不再^②。当年折腰山、火焰山两个露天矿年出矿量达 400 万 t 以上, 可谓“日进斗金”, 从 1956 年矿山开采到 20 世纪 80 年代中期相继闭坑, 两采场共贡献铜金属量 81.3 万 t, 但目前白银公司累计亏损已达 47 亿元, 资产负债率 160%。寻找新的矿山, 开辟新的矿区应是白银的出路之一。北祁连山塞浦路斯型富铜矿床的研究勘查, 极具现实意义和理论价值, 本项目的工作应该是一项这方面的努力。

5 意义

雪泉铜(锌)矿床勘查研究工作开展, 将对北祁连乃至中国与塞浦路斯型富铜块状硫化物矿床的寻找和研究具有重要意义。全球已发现 200 多条蛇绿岩带, 但其中仅 50 多条发现了塞浦路斯型铜矿床, 因此, 雪泉铜(锌)矿床的勘查研究具有重要的实际和学术意义。

参考文献:

- [1] 中国地质矿产信息研究院. 中国矿产[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 1992. 116-119.
- [2] 宋叔和. 黄铁矿型铜和多金属矿床——世界范围内一些主要矿带和类型的对比研究趋势[J]. 中国地质科学院矿床地质研究所所刊. 1982, (3).
- [3] 夏林圻, 夏祖春, 任有祥, 等. 祁连山及邻区火山作用与成矿[M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [4] 夏林圻, 夏祖春, 任有祥, 等. 北祁连构造-火山岩浆-成矿动力学[M]. 北京: 中国大地出版社, 2001.
- [5] 冯益民, 何世平. 祁连山大地构造与造山作用[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [6] 李文渊, 杨合群, 赵东宏, 等. 北祁连山发现塞浦路斯型富铜工业矿床[J]. 矿床地质, 1999, (3): 32.
- [7] 李文渊, 夏林圻, 夏祖春, 等. 北祁连山早古生代弧后盆地火山作用与成矿——以石居里沟富铜矿床为例[J]. 地质论评, 1999, 45(增刊).
- [8] 赵东宏, 杨合群, 宋忠宝, 等. 甘肃北祁连山错沟—寺大隆铜(锌)成矿带区域地质背景及找矿方向[J]. 地质与资源. 2003, 12(4): 215-220.
- [9] 赵东宏, 李文渊, 宋忠宝, 等. 甘肃省肃南县雪泉铜(锌)矿床找矿勘查思路探讨[J]. 西北地质, 2004, (2).
- [10] 杨合群, 宋忠宝, 王兴安, 等. 北祁连山中西段塞浦路斯型铜矿特征、成矿作用及找矿标志[J]. 西北地质, 2002, (4).

A research on economic significance of deposit exploitation in sum ——Taking Xuequan copper (zinc) deposit as an example

SONG Zhong-bao, LI Wen-yuan, LI Ya-zhi, XIE Chun-li,
GUO Zhou-ping, WANG Wei

(Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054, China)

Abstract: By analysing the situation of copper mine resource home and abroad as well as supply and demand of market, the paper considers that carrying on the research on exploring the Xuequan copper (zinc) deposit is of an important significance to searching and researching Cyprus-type Cu-rich massive sulfide deposits in North Qilian Mts. and ever in China. We have found out more than 2 hundred ophiolite belts, but there are Cyprus copper deposits only in 50 ophiolite belts. Thus, the research on Xuequan copper (zinc) deposit has important operation and academically significance.

Key words: deposit exploitation; economic significance; research; Xuequan copper(zinc) deposit

① <http://www.chinamining.com.cn/inpde>

② 国土资源报. 2003 年 12 月 15 日.