

文章编号: 0258-7106 (2014) 03-0511-10

中国西部铜矿资源勘查开发现状和潜力 及接替区选区*

叶锦华¹, 梅燕雄², 董颖³, 易继宁¹, 方捷⁴, 柯君君⁴, 张顺昌⁴, 布嘎次仁⁵

(1 中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037; 2 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037;
3 中国地质环境监测院, 北京 100081; 4 中国地质大学, 北京 100083; 5 西藏地质调查院, 西藏 拉萨 850001)

摘要 新世纪以来, 中国西部地区的重要成矿区(带)内探明了一批大、中型铜矿床, 致其铜矿资源储量和产能大幅度增长, 已形成了东西并驾齐驱的铜矿勘查开发格局。文章简要介绍了新世纪以来西部地区探明的主要大型铜矿床的地质特征。通过综合评价, 优选出 14 个西部铜矿资源接替区, 即在未来的 5 至 10 年间可实现规模开发的中观尺度的资源接替基地。预期到“十三五”末, 通过加大勘查开发力度, 西部铜矿接替区的铜产能和资源储量都将显著增加。西部铜矿接替区大多地处高山深谷区或荒漠戈壁区, 开发基础条件落后, 生态环境脆弱, 应加快其基础设施的建设, 同时, 应做好铜矿资源开发的环境影响评价与规划。

关键词 地质学 铜矿资源 勘查开发 矿床地质特征 资源接替区 潜力分析 西部地区

中图分类号: P618.41

文献标志码: A

Study of exploration and development potential of copper deposits and selection of main copper resources succeeding areas in western China

YE JinHua¹, MEI YanXiong², DONG Ying³, YI JiNing¹, FANG Jie⁴, KE JunJun⁴,
ZHANG ShunChang⁴ and BUGA CiRen⁵

(1 Development and Research Center, CGS, Beijing 100037, China; 2 Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China; 3 Chinese Academy of Geological Environment Monitoring, Beijing 100081, China; 4 China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 5 Tibet Geological Survey, Lhasa 850001, Tibet, China)

Abstract

Since the beginning of the 21st century, a number of large and medium-sized copper deposits have been proved in some important metallogenic belts, and the copper resources and reserves as well as production capacities have been increasing remarkably in western China. The copper exploration and development of western China have kept pace with or even exceeded the exploration and development speed of central and eastern China. This paper briefly describes the geological characteristics of the major large copper deposits proven since the beginning of the new century in western China. From multiple sector assessment, 14 main copper resources succeeding areas, or intermediate-scale resource succeeding bases were selected, in which large-scale copper resources development can be implemented in the next 5~10 years. It is expected that the copper production capacity and copper resources reserves will substantially increase by the end of the 13th Five-Year-Plan through en-

* 本文得到中国地质调查局地质调查工作项目“西部资源接替区选区评价”(编号: 1212010535808)和“重要矿产资源战略接续区综合评价”项目(编号: 1212011220877)的联合资助

第一作者简介 叶锦华, 男, 1959 年生, 研究员, 主要从事区域成矿研究与地质工作规划及战略研究。Email: yejh2000@163.com

收稿日期 2013-06-13; 改回日期 2014-02-17。许德煊编辑。

hancing exploration and development in these western main copper resources succeeding areas. However, most western China's copper resources succeeding areas are located in high relief mountainous areas or Gobi desert areas, the basic conditions for development are rather backward, and the ecological environments of these areas are very fragile. The development of infrastructure should be accelerated and the environmental impact assessment planning should be prepared before the large-scale development of copper resources.

Key words: geology, copper resources, exploration and development, geological characteristics of deposit, resources succeeding areas, potential analysis, western China

铜是中国重要的短缺矿产,近年来随着需求量不断攀升,对外依存度居高不下。国务院《关于加强地质工作的决定》和国家《找矿突破战略行动纲要》明确铜为加强勘查的重要矿产。新世纪以来,通过地质大调查和后续勘查,中国在西部地区陆续评价了一批大、中型铜矿床,初步形成了一批铜的资源后备基地,西部地区的铜矿资源储量及产能已赶上并超过了东部地区。西部地区铜矿资源勘查开发的潜力很大,因此,加强其铜矿接替选区研究和勘查开发规划,对保障我国铜矿资源的有效供给、进一步实现西部地区铜矿资源的战略接替以及形成我国铜矿勘查开发的新格局具有重要意义。

1 西部地区铜矿资源勘查开发总体现状

自 1999 年国土资源部开展新一轮地质大调查及 2000 年国家开始实施西部大开发以来,中国西部地区矿产资源勘查开发得到了很大的发展,发现并评价了一批重要矿种的大、中型矿床,探明了一大批资源储量,建起了一批大、中型规模的矿山。

就铜矿资源来看,新世纪以来,中国西部地区先后探明了西藏驱龙、甲玛(扩大资源储量规模)、雄村、厅宫、帮浦,云南普朗、羊拉,新疆土屋、延东等一批大型、超大型铜及铜多金属矿床,还有多不杂、波龙、朱诺、冲江、包古图、蒙西、萨热克等具大型、超大型前景的铜矿床正在勘查和评价,使西部地区的铜资源储量大幅度增长(国土资源部信息中心,1999; 2011a)(图 1)。

与此同时,西部地区的铜矿开发步入了快速发展的轨道,一批新的开发接替基地正在形成。新疆阿舍勒铜矿床、云南大红山铜矿床建成了规模矿山;内蒙古狼山和乌鲁格吐山、青海鄂拉山-阿尼玛卿山、西藏甲玛等铜矿基地的一期开发工程业已完成,二期工程相继开始规划建设,新疆土屋铜矿床和西藏玉龙铜矿床亦开始建设。

根据国土资源部全国矿产资源储量库的数据,从 1999 年底到 2011 年底,全国铜矿资源储量(保有,下同)从 $5363.73 \times 10^4 \text{ t}$ 增加到 $8612.10 \times 10^4 \text{ t}$,增长了 60.6%;而西部地区的铜矿资源储量则从 $2470.20 \times 10^4 \text{ t}$ 增加到 $4805.33 \times 10^4 \text{ t}$,增长了 94.5%。

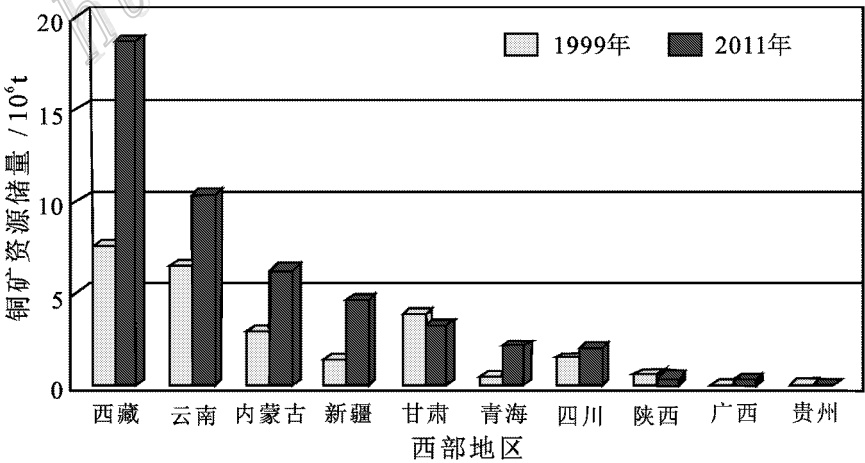


图 1 截止 1999 年和 2011 年中国西部地区铜矿资源储量示意图

Fig. 1 Sketch map showing copper resources of western China in 1999 and 2011

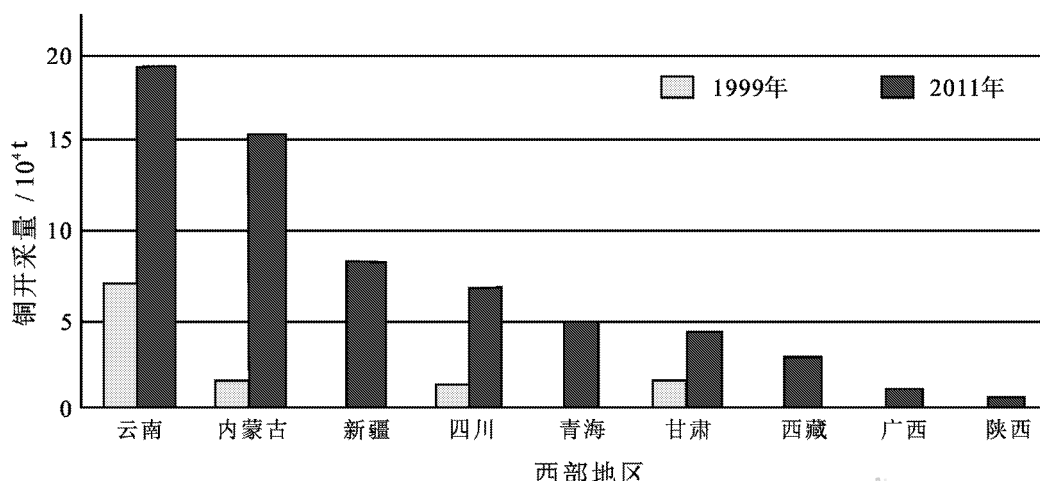


图2 截止1999年和2011年中国西部地区矿山铜开采量示意图

Fig. 2 Sketch map showing copper mining quantities of western China in 1999 and 2011

西部地区的铜矿资源储量占全国的比重从1999年的46.1%上升到2011年的55.8%，12年间增长了近10个百分点。因此，中国西部地区的铜矿资源储量已超过了东部地区，初步形成了新的资源分布格局。

据有关统计资料(中国有色金属工业协会, 2000; 2012), 从1999年到2011年, 全国采出的矿山铜的含铜金属量从 43.77×10^4 t增加到 123.38×10^4 t, 同时, 西部地区的矿山铜金属采出量从 10.79×10^4 t增加到 62.40×10^4 t(图2), 其矿山铜采出量占全国的比重从1999年的24.7%增长到2011年的50.6%, 12年间增长了近26个百分点。西部大开发以来, 中国铜矿开发已形成了东、西并驾齐驱的新格局。

2 新世纪以来西部地区新探明大型铜矿床简要地质特征

新世纪以来, 在西部地区发现并探明了一批大型铜矿床, 主要位于冈底斯成矿带(西藏)、班公湖-怒江成矿带的北段(西藏)、三江成矿带的南段(云南)和东天山成矿带(新疆)。

2.1 冈底斯成矿带

驱龙超大型铜(银、钼)矿床 位于西藏墨竹工卡县西南约20 km的甲玛乡。矿区内出露的地层主要为中侏罗统叶巴组, 其岩性以中-酸性火山岩夹灰岩为主。含矿斑岩主要为二长花岗斑岩、黑云母二长花岗岩。蚀变类型主要是钾化、硅化、绢云母化、高岭土化(张金树等, 2009; 刘玉琳等, 2007), 铜矿化

主要与黄铁绢英岩化有关(高顺宝等, 2006)。矿体长1825 m, 最宽1225 m, 厚300~500 m, 最大厚度为527.8 m。大多数钻孔的控制标高为4600~4700 m。矿石平均品位: $w(\text{Cu})$ 0.50%, $w(\text{Mo})$ 0.032%, $w(\text{Ag})$ 3.8×10^{-6} 。截止2011年底(下同), 探明资源储量: 上表铜 571.6×10^4 t, 伴生钼 45.5×10^4 t, 伴生银5340 t, 伴生金28 t(国土资源部, 2011)。该矿床目前尚未进行开发。

甲玛铜多金属矿床 位于西藏墨竹工卡县甲玛乡和斯布乡境内。矿区内出露多底沟组灰岩、大理岩和下白垩统林布宗组碳质板岩、绢云母板岩、角岩等。在上世纪末, 区内探明的铜资源储量仅为 51×10^4 t, 当时认为其属于单一的矽卡岩型矿床。中国地质科学院矿产资源研究所研究团队对该矿区进行了新一轮的勘查评价, 提出了该矿床为斑岩-角岩-矽卡岩复合型矿床(唐菊兴等, 2010; 2011)。通过近年的勘查, 其资源储量大幅增长。目前, 其铜保有资源储量为 230.6×10^4 t, 银(伴生)、铅、锌、钼等保有资源储量分别超过4500 t、 20×10^4 t、 55×10^4 t、 15×10^4 t。矿石平均品位: $w(\text{Cu})$ 1.16%, $w(\text{Pb})$ 3.48%, $w(\text{Zn})$ 1.04%。预期其深部和外围仍有潜力。

厅宫铜矿床 位于西藏尼木县城西北20 km处。黄铜矿呈浸染状、细脉状、星点状和少量团块状产于二长花岗斑岩体中。发育典型的斑岩铜矿蚀变分带(徐德章, 2006)。矿化体的整体形态为变形的钟状。其中, Cu-I矿体控制长度为1160 m, 宽260~500 m, 出露标高4300~4500 m; Cu-II矿体长700 m, 宽40~100 m, 出露标高4300~4400 m。矿体垂

向上分带明显,依次发育褐铁矿化带→氧化淋滤带→混合铜矿体→原生铜矿体(杨志明等,2005)。其保有资源储量为 137.4×10^4 t,品位为 0.46%;其中,氧化矿为 23.7×10^4 t。目前,该矿区仅小规模露采近地表的氧化矿。

雄村铜金矿床 位于西藏谢通门县城南东约 30 km 处,属于容马乡辖区,海拔为 4200~5050 m。该矿床位于印度河-雅鲁藏布江缝合带的北侧,区内花岗岩类发育。矿区内自南东向北西分布有 I、II 和 III 号矿体,主要赋存于中-晚侏罗世含眼球状石英斑晶的角闪石英闪长玢岩体及其接触带附近的蚀变英安质-安山质凝灰岩中。矿体形态平面上呈大透镜状,剖面上呈似层-层状。其中, I 号矿体单个钻孔的见矿厚度最厚为 474.5 m,可划分为次生氧化物富集型和硫化矿型 2 个矿层。II 号矿体见矿厚度为 200~500 m。矿区内已上表的资源储量为 87.9×10^4 t。按含铜 0.15% 为边界品位圈定,已查明资源量: I 号矿体,铜 104.3×10^4 t,伴生金 144.2 t; II 号矿体(纽通门),铜 139.2×10^4 t,伴生金 82.4 t。矿床品位: $w(\text{Cu})$ 0.40%~0.83%, $w(\text{Au})$ $(0.22 \sim 3.95) \times 10^{-6}$ 。围岩蚀变强烈、分带明显,以斑岩体为中心依次出现强硅化带、黑云母-绢云母-红柱石-硅化带、黄铁矿-绢云母-石英化带,为斑岩型铜金矿床(张万平等,2009;曲晓明等,2007;徐文艺等,2006)。该矿床目前尚未开发。

冲江铜矿床 位于西藏尼木县北西方向麻江乡与帕古乡交界的冈底斯山脉和念青唐古拉山脉的接合部位。含矿岩石主要为始新世斑状黑云母二长花岗岩。铜矿化主要与钾硅化蚀变有关(郑有业等,2004;孔牧等,2007)。矿化范围长约 1.3 km,宽约 1 km,形态呈椭圆状。金属硫化物为黄铜矿、黄铁矿、辉钼矿、黝铜矿、斑铜矿、闪锌矿、方铅矿等。已圈定出 5 个矿体,初步评价铜资源量已达大型,平均品位 $w(\text{Cu})$ 0.67%。

朱诺铜矿床 位于西藏昂仁县亚模乡境内,距日喀则市约 300 km。矿区内出露 3 个斑岩体, I 号花岗岩斑岩体含矿,呈岩株状,长轴为 1600 m,短轴长 700 m,面积约 1.12 km^2 。矿体位于该斑岩体及其外接触带的斑状角闪二长花岗岩、黑云母二长花岗岩中。初步控制铜资源量 107×10^4 t,平均品位 $w(\text{Cu})$ 0.83%,伴生银。该矿床具有典型的带状围岩蚀变,为斑岩型铜矿床(郑有业等,2006)。

2.2 班公湖-怒江成矿带

多龙铜矿田 位于西藏改则县西北约 80 km 处,班公湖-怒江缝合带北侧的铁格山岩浆弧内。区域上分布有若干早白垩世闪长玢岩体、花岗闪长斑岩体,侵位于中侏罗统雁石坪群。该矿田以多不杂铜矿床为中心,东西长约 30 km,南北宽约 10 km,包含多不杂、波龙、色那、拿顿、拿若、尕尔勤和铁格龙 7 个矿床。含铜斑岩体及其围岩蚀变强烈、分带明显,各种细脉、细网脉特别发育,由含矿斑岩体中心向外,蚀变可划分出钾硅化带、中级泥化带、青磐岩化带,局部地段可见绢云母-石英细脉(李光明等,2006)。矿化为细脉-浸染状,含矿斑岩全岩矿化,矿体产于斑岩体及外接触带内。矿石矿物主要为黄铜矿、斑铜矿,黄铁矿很少。其中,多不杂铜矿床东西长 1800 m,南北宽 100~400 m,矿体产于岩体及外接触带,最大延深 425 m,平均品位 $w(\text{Cu})$ 0.94%,伴生 $w(\text{Au})$ 0.12×10^{-6} ,初步控制资源储量 $(333 + 334) \times 10^4$ t 以上。波龙铜矿床东西长 800 m,宽 600 m,控制延伸 450 m,平均品位 $w(\text{Cu})$ 0.3%~0.8%,初步控制资源储量 180×10^4 t。该矿田初步控制资源量 铜 400×10^4 t 以上,金 100 t 以上,远景资源量 铜 500×10^4 t 以上。其中,探明次生富集带中的氧化矿 铜资源量 80×10^4 t。

2.3 三江成矿带

普朗铜矿床 位于云南香格里拉县城东北 72 km 处,矿区海拔 3900~4000 m。该矿床产于普朗复式斑岩体内,在岩体中心形成由细脉浸染状矿石组成的筒状矿体,岩体边部产出脉状矿体(范玉华等,2006)。在该矿区已圈定出工业矿体 6 个,其中,主矿体 KT1 的控制长度大于 1600 m,宽 120~600 m,厚 17~700.3 m; $w(\text{Cu})$ 平均为 0.44%。已探明资源储量 铜 247×10^4 t,伴生金 132.6 t。

羊拉铜矿床 位于云南德钦县北偏东 60 km 的羊拉乡境内。该矿床划分为里农、路农、江边等 7 个矿段,其中,里农矿段的主矿体长 170~1980 m,厚 0.87~35.02 m, $w(\text{Cu})$ 平均为 0.64%~1.04%。已累计探明铜资源储量 77.7×10^4 t。该矿床是一个大型复合叠加矿床,经历了海西期海底火山喷流-沉积成矿作用、印支期-燕山早期矽卡岩叠加成矿作用,以及燕山晚期岩浆-构造热液复合叠加成矿作用(胡光龙,2008)。

纳日贡玛铜钼矿床 位于青海杂多县西北 85 km 处金沙江缝合带与澜沧江断裂带之间的羌塘地

体的东北缘。矿区内,以喜马拉雅期为主的花岗岩呈岩株状侵入到中-下二叠统杂岩组玄武岩中(白云等,2007; 南征兵等,2007; 鲁海峰等,2006)。含矿黑云母花岗斑岩体面积约 0.96 km^2 。矿体赋存于硅化、绢云母化、高岭土化斑岩及与围岩的接触带内,呈带状、厚板状、不规则状。矿化呈细脉浸染状,主要金属矿物为辉钼矿、黄铜矿和黄铁矿。目前,已发现铜、钼及铜钼矿体 22 条,主矿体长 1300 m,宽 836 m,厚 1~382.5 m。该矿床于上世纪发现并进行了初步评价,2010 年完成了详查。已探明资源储量:铜 $44.2 \times 10^4 \text{ t}$, $w(\text{Cu}) > 0.31\%$, 钼 $20 \times 10^4 \text{ t}$ 以上, $w(\text{Mo}) > 0.079\%$ 。

2.4 天山成矿带

土屋-延东铜矿田 位于新疆哈密市西南 120 km 处。区内出露大量海西期花岗岩类,呈岩株、岩枝或岩脉状,其中,斜长花岗斑岩和闪长玢岩是主要的容矿岩石(任秉琛等,2002)。矿床类型属于斑岩型。土屋铜矿床,矿体地表长 1445 m,平均宽 61 m;其中的 I-1、I-2 号矿体和深部 II 号矿体的平均 $w(\text{Cu}) > 0.5\%$,伴生金。矿体埋深浅,适宜露采;金属矿物以黄铜矿、黄铁矿为主,有少量斑铜矿、铜蓝和辉钼矿,易选。截止到 2011 年底,该矿田已探明铜资源储量 $462 \times 10^4 \text{ t}$,其中 332 级别以上为 $104.5 \times 10^4 \text{ t}$, $w(\text{Cu}) > 0.5\%$ 的有 $63.5 \times 10^4 \text{ t}$ 。

萨热克铜矿床 位于新疆乌恰县乌鲁克恰提乡北东 30 km 处。该矿床产于上侏罗统陆相紫红色砾岩层中,受层间断裂系统的控制(李志丹等,2011)。矿区内产有少量辉绿岩脉,矿体及两侧发育广泛的褪色蚀变,主要金属矿物为辉铜矿,有少量黄铁矿、黄铜矿、蓝铜矿等。这些矿物主要分布在由方解石等脉石矿物组成的胶结物中,部分呈浸染状分布于碎裂的砾石裂隙中。矿床类型属于后生低温热液型,其成矿作用与区域性的盆地卤水作用有关(祝新友等,2011)。矿体呈似层状-层状,长 200~1000 m,厚 1~9 m,平均 4~5 m, $w(\text{Cu}) 0.4\% \sim 0.93\%$,伴生 $w(\text{Ag}) 11.5 \times 10^{-6}$,已探明铜资源储量 $53.8 \times 10^4 \text{ t}$,伴生银 668 t。

2.5 准噶尔周缘地区

蒙古铜矿床 位于新疆伊吾县淖毛湖镇北东 60 km 处,东准噶尔谢米斯台-野马泉-琼河坝古生代陆缘弧的东段。晚志留世—早泥盆世花岗斑岩(屈迅等,2010)岩枝侵位于奥陶系荒草坡群的凝灰岩、凝灰质砂岩中。花岗斑岩内有弱的浸染状、细脉状的

黄铁矿、黄铜矿化,而且,斑岩的上盘发育铜矿体、下盘则发育钼矿体。矿区内的矿化类型多样,有黄铁矿化、黄铜矿化、辉钼矿化、磁铁矿化、孔雀石化。矿化蚀变在地表具有一定的分带特征,即内带为绢英岩化带,中带为泥化带,外带为青磐岩化带。面状浸染状蚀变矿化主要发育于闪长玢岩及花岗斑岩中,脉状矿化则发育于不同类型的岩石中。在地表基岩区的花岗斑岩体内,共圈出铜矿体 3 个、铜矿化体 9 个。矿体呈脉状,长 80~90 m,最长达 490 m,厚 1~2 m。已探明铜资源储量 $40.6 \times 10^4 \text{ t}$, $w(\text{Cu})$ 平均为 0.60%。

包古图铜矿床 位于新疆托里县庙尔沟乡境内,东距克拉玛依市约 35 km。矿区内发育海西中-晚期花岗岩,侵入于石炭系凝灰质火山岩-火山碎屑岩、火山碎屑沉积岩及安山岩中。含矿岩体以石英闪长岩、花岗闪长斑岩为主,次为花岗闪长岩、花岗斑岩等。岩石蚀变强烈,自岩体中心向外,形成钾长石和粒状石英核-钾化带-绢英岩化带-青磐岩化带。金属矿物主要为黄铜矿、辉钼矿、黄铁矿、闪锌矿及毒砂等。矿石呈细粒浸染状和细脉浸染状,矿化均匀,属典型的斑岩型铜矿床。其中, V 号岩体的地表出露面积约 0.84 km^2 ,探明资源储量 $64.7 \times 10^4 \text{ t}$, $w(\text{Cu})$ 为 0.3%~0.4%,伴生 $w(\text{Au})$ 为 $(0.2 \sim 0.3) \times 10^{-6}$ (张锐等,2010; 张连昌等,2006; 宋会侠等,2007)。

3 西部地区铜矿资源接替区选区研究

3.1 西部资源接替区的内涵

西部矿产资源接替区,简称西部资源接替区,是中国西部地区重要矿产的集中分布区,是目前尚未开发或开发规模不大、通过加强勘查与开发规划可在未来 5 至 10 年间实现规模开发的中观尺度的资源接替基地,面积一般为 $n \times 10^3 \text{ km}^2$,工作程度较低的地区一般也不大于 $2 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。其特点是资源禀赋好、勘查开发潜力大,可以在不久的将来承接东部资源开发基地的战略接替。根据资源探明程度,可划分为 A 类接替区和 B 类接替区。前者,探明资源储量丰富、可在近期(3 至 5 年)进行规模开发;后者,经初步评价显示出未探明资源潜力丰富、并在近期可取得重大突破,可于 8 至 10 年内进行开发的后备区。

西部资源接替区除了资源禀赋好之外,还须满足以下条件:① 主要资源开发在经济技术上可行(经过经济技术条件预评价证实有经济效益或可达

到边界效益)；② 区内矿产资源开发对环境影响不大或消除开发对环境的负面影响在技术上成熟可行(通过环境影响战略评价)。因此,从资源潜力禀赋、经济技术开发条件及开发对环境的影响等多重视角,开展西部资源接替区选区的分析研究,对推进西部大开发战略、加快西部特色优势资源的开发、形成重要矿产资源西部接替基地及实现资源开发的战略接替具有重要意义。

3.2 西部铜矿接替区选区

西部铜矿资源接替区是指以铜为主的西部矿产资源接替区。

(1) 铜矿接替区选区标准

根据 A、B 类接替区的含义,对西部铜矿接替区选区的资源储量,参考如下标准分类：

A 类接替区 ① 查明多于 2 个大型以上规模铜矿床或 1 个超大型铜矿床；② 查明 1 个大型铜矿床和 2 个以上中型铜矿床,或中型铜矿床密集分布区,区内查明铜资源储量总量为大型铜矿床规模下限的 2 倍以上(100×10^4 t 以上)；③ 接替区的铜资源开发预期总规模对全国和所在省区市有一定影响,可实现一定程度的资源开发利用接替(如未来的产能可达全国总产量的 2% 以上)。

B 类接替区 ① 具有 1 个经预查为超大型远景

规模矿床,或 2 个经预查为大型及以上远景规模矿床,查明+预测资源量(334_1 级别及以上,下同)为大型下限的 3 倍以上(150×10^4 t 以上)；② 具有 1 个经预查为大型远景规模矿床和若干中型远景规模矿床,或中型远景规模矿床的密集分布区,区内查明+预测资源总量为大型铜矿下限的 3 倍(150×10^4 t)以上。

(2) 铜矿接替区选区结果

根据选区原则,优选出西部 A 类铜矿接替区 10 个,B 类接替区 4 个。A 类区位于西藏、内蒙古、新疆、青海、云南和四川；B 类区位于新疆、西藏和青海境内(图 3 和表 1)。

3.3 若干铜矿接替区资源勘查开发现状分析

各铜矿接替区的面积、保有资源储量、预测资源量及截止 2011 年产能等见表 1。其中,内蒙古炭窑口-霍格乞、乌鲁格吐山,青海赛什塘-德尔尼和四川会理-会东等 A 类接替区的铜矿资源储量大多是上世纪探明的,近年来已形成了一定的开发规模(尚有大幅扩大产能的空间)。因此,本文仅对几个尚未形成开发规模的重要 A 类铜矿接替区作一简介。

(1) 新疆哈密市土屋-黄山

该接替区位于哈密市东南部地区,属东天山成矿带的东部。上世纪末以来,该区东部先后发现和评价了一系列铜镍矿床,在西部发现并评价了土屋-

表 1 中国西部地区铜矿资源接替区资源勘查开发现状与潜力预测

Table 1 Exploration and development status and potential of western China's main copper resources succeeding-areas

铜矿接替区名称		接替区类别	面积/km ²	大、中型铜矿/个	保有资源储量/10 ⁴ t	预测资源量/10 ⁴ t*	产能/10 ⁴ t/a	2020 年预期新增/10 ⁴ t	
								产能	资源储量
新疆	哈密土屋-黄山铜(镍)	A	8200	6	铜 510.2； 镍 50 以上	铜 459； 镍 100	镍 1.5； 铜 0.5	5	30
青海	赛什塘-德尔尼铜(钴)	A	8400	4	113.5	298	2.8	1.2	30
西藏	墨竹工卡-工布江达铜	A	9300	4	823	1500	1	15	100
西藏	尼木-曲水铜(金)	A	7800	3	137.4	1700	—	5	200
西藏	昂仁-谢通门铜(金)	A	8900	3	铜 237.8； 金 218 t	铜 250； 金 200 t	—	6	100
西藏	江达-芒康铜(铅锌钼)	A	7100	5	铜 1022.7； 铅 250； 钼 100	1331	—	10	100
云南	德钦羊拉-香格里拉普朗铜(金)	A	5400	4	铜 380.4； 金 140 t	1954	2	12	150
四川	会理-会东铜(钴)	A	8600	5	92.6	230	1.5	1.5	20
内蒙古	乌努格吐山铜(钼)	A	9200	1	254	170	4	4	50
内蒙古	炭窑口-甲生盘铜(铅锌)	A	5500	3	铜 159.4； 铅 800	333	2	2	50
新疆	伊吾县淖毛湖地区(铜铁金)	B	4700	1	42	264	—	0.5	60
新疆	托里县包古图地区(铜、金)	B	2500	1	63.7	139	—	0.5	40
青海	杂多纳日贡玛-玉树赵卡隆(铜钼铅锌)	B	7400	3	64.7	898	—	—	50
西藏	革吉-改则(铜金钼)	B	6800	3	390	1387	—	—	300
合计(铜)			99800	46	4371.9	10913	13.8	62.7	1280

* 预测资源量根据全国矿产资源潜力评价项目成果统计,王全明提供。

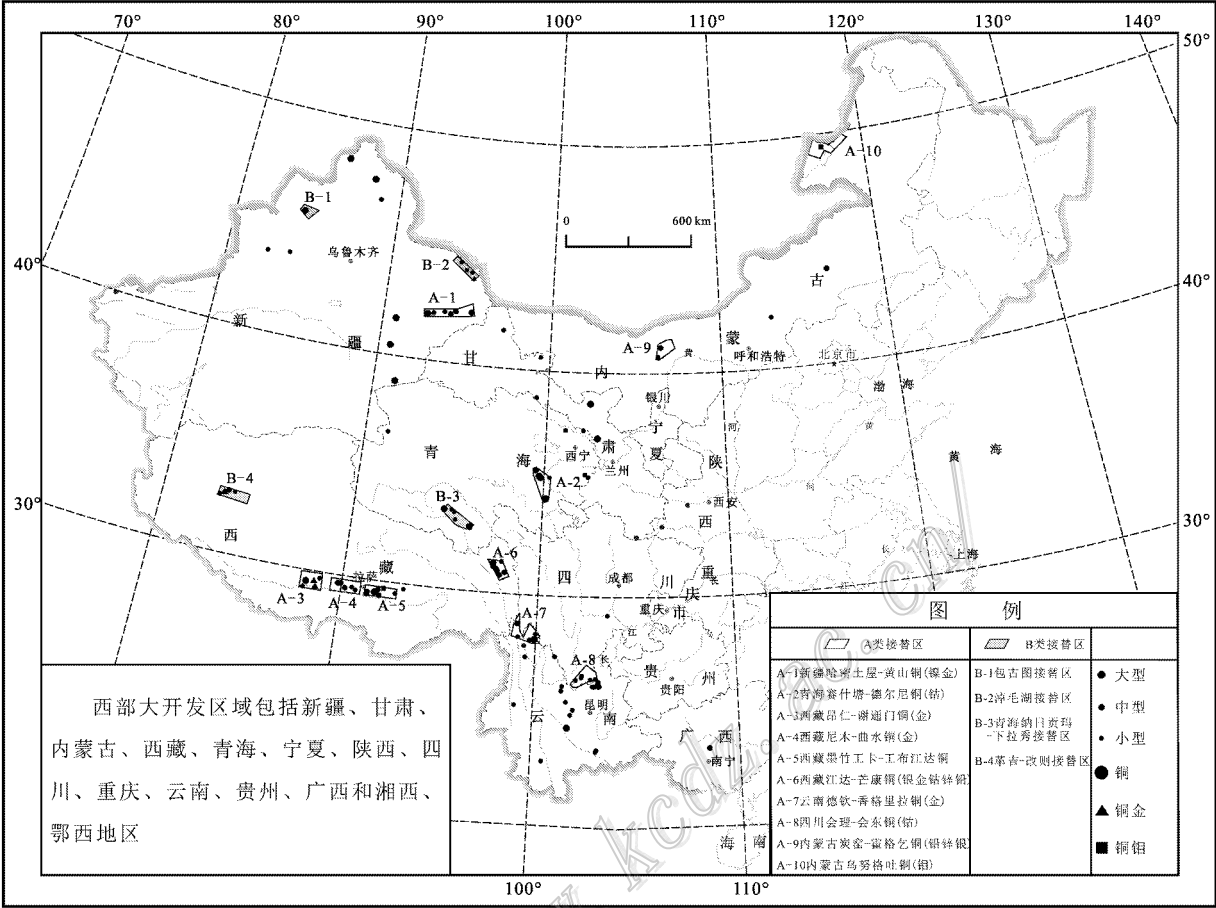


图 3 中国西部地区铜矿床及接替区分布图

Fig. 3 Distribution of copper deposits and resources succeeding areas in western China

延东超大型铜矿田。区内有土屋、延东大型铜矿床，黄山-黄山东、镜儿泉、图拉尔根等大-中型铜镍矿床。累计查明资源储量(333 及以上，下同)： 510.6×10^4 t，另有镍 60×10^4 t 以上，铁矿石 3×10^8 t 以上。根据新一轮潜力评价结果，该区的预测资源量：铜 459×10^4 t，镍 100×10^4 t 以上。

铜镍矿床位于接替区的东部，为赋存于基性-超基性岩体内的铜镍硫化物型。黄山-黄山东铜镍矿田，主要矿体的埋深为 300~500 m，30 号、31 号矿体呈陡倾的单斜板状体，分别长 700 m 和 350 m，厚 5~52 m，延深 466~1253 m， $w(\text{Cu})$ 分别平均为 0.31%、0.29%， $w(\text{Ni})$ 均为 0.48%；累计查明资源储量：铜 40.3×10^4 t，共生镍 60×10^4 t 以上，易采易选。图拉尔根地区的铜镍矿床赋存于 3 个镁铁质-超镁铁质杂岩体中，矿体埋深 0~400 m，品位高， $w(\text{Ni})$ 0.68%， $w(\text{Cu})$ 0.35%；累计查明资源储量：铜 5.6×10^4 t，镍 10×10^4 t；预测铜 28.6×10^4 t，镍

40×10^4 t 以上。

目前，土屋铜矿床首期日处理矿石 5000 t 的采选项目已于 2013 年正式投产；黄山-黄山东铜镍矿区 80×10^4 t/a 的采选工程已建成投产；图拉尔根铜镍矿区 60×10^4 t/a 的采选工程已建成投产。

(2) 西藏墨竹工卡县驱龙-工布江达县吹败子

该接替区的主体位于墨竹工卡县，包括达孜县、工布江达县部分地区及桑日县、乃东县和扎囊县的北部部分地区(图 4)，处于冈底斯斑岩铜矿带的东段。区内燕山晚期-喜马拉雅晚期火山岩和中-酸性侵入岩浆活动强烈，铜多金属矿化多与板块碰撞期和后碰撞伸展阶段的中-酸性侵入岩及浅成斑岩体有关，具有典型斑岩矿床的面型蚀变(刘严松，2011)。含矿斑岩常呈岩株状侵入于侏罗系—白垩系火山-沉积岩系中，具有成带分布、成群出现的特点。区内已发现了驱龙、甲玛、帮浦、拉抗俄、汤不拉、克鲁、得明顶、劣布、冲木达等铜多金属矿产

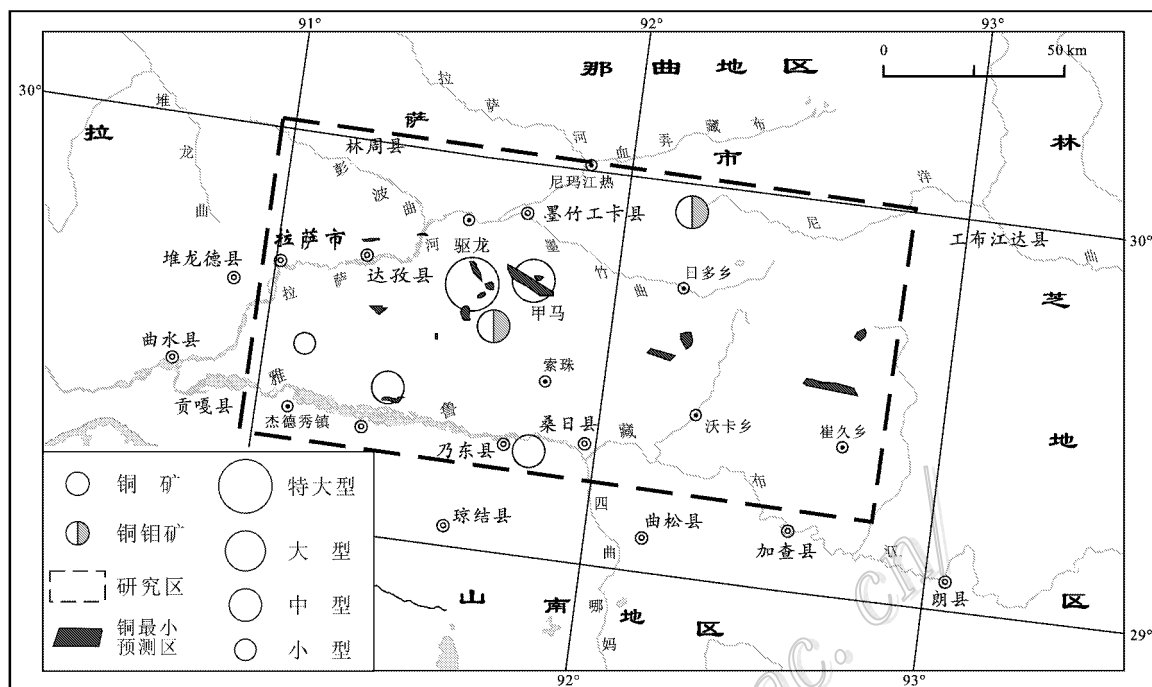


图 4 墨竹工卡-工布江达铜矿接替区铜矿床与资源预测区分布图

Fig. 4 Distribution of copper deposits and resource prognostic targets of Maizhokunggar-Gongbo 'gvamda succeeding area

地 20 多处,其中,驱龙、甲玛、帮浦等矿床已完成详查,部分矿段已完成勘探。累计探明资源储量:铜 827×10^4 t,保有资源储量 823×10^4 t;伴生钼 50×10^4 t,伴生金、银分别为 100 t 和 10 000 t 以上。

目前,该接替区内仅甲玛铜矿床进行了一期开发,形成产能 10 000 t;二期工程在 2012 年启动,将于“十二五”末投产运行。工程完工后,甲玛矿床年处理矿石将达到 1260×10^4 t,铜精矿年产能将由现在的 10 000 t 提升至 80 000 t,另有伴生金 1.1 t。驱龙铜矿床规划于“十二五”末至“十三五”进行开发。根据新一轮矿产潜力评价结果,该接替区内分布有最小预测区十多处,预测铜资源量为 1500×10^4 t。

(3) 西藏尼木-曲水

该接替区地处尼木县和曲水县境内,位于冈底斯铜(钼)多金属成矿带的中部偏东。区内已发现并评价了冲江、厅宫、白容等大型或具大型远景的斑岩铜矿床以及达布等若干中、小型铜钼矿床。累计探明铜资源储量:上表 137.4×10^4 t,待上表 66.5×10^4 t,保有资源储量 200×10^4 t 以上。正在勘查的几个大、中型矿床合计初步探明铜金属资源量有望突破 500×10^4 t。根据新一轮潜力评价结果,该接替区内铜矿勘查潜力很大,预测铜资源量达 1400×10^4 t 以

上,主要分布在冲江、白容、厅宫、达布等矿区。

目前,该接替区内仅局部开采地表氧化矿,尚未进行规模开发。2012 年,厅宫铜矿区的采矿扩建工程及 5000 t 电解铜建设项目已开工。

(4) 西藏昂仁县朱诺-谢通门县雄村

该接替区位于昂仁县、谢通门县、南木林县一线。区内已完成雄村(包括谢通门和纽通门)铜金矿床的勘探,初步评价了朱诺铜矿、吉如铜矿、洞嘎铜矿及恰功铁矿等诸多矿床。累计探明铜资源储量:上表 87.9×10^4 t,待上表 155.6×10^4 t;保有铜资源储量 243.5×10^4 t,金 226 t,预测铜资源量 250×10^4 t 以上。

雄村铜金矿床和朱诺铜矿床预期可在“十三五”进行规模开发。

(5) 西藏江达-芒康

该接替区位于江达县至芒康县一带,包括察雅县、昌都县、贡觉县部分地域,地处三江成矿带。区内喜马拉雅期大小不等的酸性岩株成群成带产出,构成了玉龙-海通花岗斑岩带,属壳幔混合的钾玄岩系列花岗岩(张玉泉等,1998)。含矿岩体或含矿层主要位于上三叠统甲丕拉组、波里拉组和阿堵拉组。上世纪 80 年代,该区内从北至南探明了玉龙(详查,部分完成勘探)、马拉松多(详查)、多夏松多(详查)、

莽总(普查)等4个大型矿床,已查明各类大型矿床9处。查明资源储量(上表):铜 1022.7×10^4 t,伴生钼 100×10^4 t,铅锌 250×10^4 t,铁矿石 1.2×10^8 t,银 3181 t。区内的玉龙南、恒星错、扎那尔、马拉松多、多夏松多、莽总南等地仍有很大的找矿潜力。根据新一轮潜力评价结果,该区的预测铜资源量为 1300×10^4 t 以上。

玉龙铜矿床(唐仁鲤等,1995 芮宗瑶等,1984)位于江达县青泥洞乡。矿体埋深浅,易采易选。已探明铜金属资源量 640.3×10^4 t,其中,氧化矿 274×10^4 t;伴生钼 15×10^4 t,钴 6046 t,银 3181 t,金 28 t。 $w(\text{Cu})$ 为 0.99%~2.9%。马拉松多铜矿床的探明铜资源储量为 150.8×10^4 t, $w(\text{Cu})$ 平均为 0.36%。

目前,玉龙铜矿区的一期 3×10^4 t/a 精铜矿的项目已基本建成,但由于种种原因而未按期投产。

(6) 云南德钦羊拉-香格里拉普朗

该接替区位于滇西北迪庆藏族自治州西北部和东部地区,行政区划属迪庆州香格里拉县格咱乡、落吉乡、三坝乡及德钦县羊拉乡所辖。区内已发现和评价了大型铜矿床2个(普朗铜矿床和羊拉铜多金属矿床),中型铜矿2个(雪鸡坪斑岩型铜钼矿床和红山铜多金属矿床)。区内矿床类型众多,包括斑岩型、矽卡岩型、喷流-沉积(改造)型、热液脉型等(胡光龙等,2008 林仕良,2004),其中,斑岩型矿床的找矿前景较好。累计探明铜资源储量:上表 323.8×10^4 t,待上表 66.5×10^4 t,保有资源储量 380.4×10^4 t,伴生金 140 t 以上。根据新一轮潜力评价结果,该区的铜矿潜力很大,预测铜资源量为 1954×10^4 t。

“十一五”期间,年产 2×10^4 t 铜的羊拉铜矿床的一期开发工程已建成,正在启动年产 3×10^4 t 的二期开发工程。普朗铜矿床则尚在开发前期论证中。

4 西部地区铜矿资源勘查开发潜力分析与对策建议

虽然我国铜矿资源勘查开发已实现了东西并驾齐驱的格局,但占我国国土面积 71% 的西部地区仍有很大的铜矿勘查开发潜力。

4.1 勘查潜力分析

根据全国潜力评价成果,截止 2011 年底,1000 m 以浅的铜预测资源量 全国为 $27\,398 \times 10^4$ t,西部十二省(区市)为 $22\,006 \times 10^4$ t,西部地区铜矿预测资源量占全国的 80.3%。其中,本次研究优选出的 14 个西

部铜矿接替区的面积为 9.98×10^4 km²,仅占西部十二省(区市)总面积的 1.45%,但其预测铜资源量 ($10\,913 \times 10^4$ t) 则约占西部铜矿预测资源量的 50%,占全国预测铜资源总量的 40%。因此,西部地区,特别是本次优选出的西部铜矿接替区,在未来实现铜矿资源找矿与勘查突破中的潜力很大。其中,墨竹工卡-工布江达、尼木-曲水、昂仁-谢通门、炭窑口-甲生盘及革吉-改则等 5 个接替区已全部列入全国第一、二批整装勘查区,德钦羊拉-香格里拉普朗、杂多纳日贡玛-玉树赵卡隆及哈密土屋-黄山等 3 个接替区的部分区域也列入了全国第一、二批整装勘查区。通过加大勘查力度,预期在“十二五”和“十三五”期间,这些接替区可新增铜资源储量 1200×10^4 t 以上。

另一方面,西部地区已查明的铜矿床,目前的工作程度较低。根据全国储量数据库的数据,西部地区的铜矿资源储量占据剩余资源储量的比例仅为 23.2%,比全国低 8.5%。通过进一步勘查提高储量级别,可以增加高级别的经济可采资源储量。

4.2 开发潜力分析

据统计,至 2011 年底,在全国可规划利用的铜矿资源储量中,西部地区的可规划利用的铜矿查明资源储量占 59.1% (国土资源部信息中心,2011b),说明西部地区仍有一批已探明但尚未开发的铜矿床。随着国家西部大开发战略的进一步实施,“十二五”以后,西部地区承载的铜等重要矿产资源开发的接替步伐加快,其主要铜矿接替区在“十二五”后期和“十三五”期间,矿山铜的产能、资源储量将大幅增长。

根据目前西部地区已探明的主要铜矿床的开发规划,结合矿床的资源禀赋、开发经济技术条件和环境影响评价等因素,对西部地区主要铜矿接替区的铜矿产能进行了预测(表 1),预期这些铜矿接替区到“十三五”末,将增加铜矿产能 60×10^4 t 以上。

4.3 加快西部地区铜矿资源勘查开发的对策建议

西部铜矿接替区大多地处高山深谷区或荒漠戈壁区,地理环境特点各异,一般来说,植被生长缓慢、多处于大江大河的上游、生态环境脆弱。因此,应做好铜矿资源开发的环境影响评价与规划,制定出严格措施。在矿产开发时要尽量减少对自然环境的扰动,预防地质灾害,保护水资源和植被,防止三废污染,确实保持西部接替区的自然生态环境。

西部铜矿接替区的资源禀赋较好,但是,西南地

区的主要接替区面临交通、能源等条件的制约,而新疆铜矿接替区则普遍面临水源不足的制约。因此,为推动铜矿资源的规模开发,应加快改善接替区的交通、能源等基础设施的建设。

参考文献/References

- 白云,唐菊兴,郭文铂,李葆华,董树义. 2007. 纳日贡玛铜(钼)矿床地质特征及成矿作用初探[J]. 矿业快报,23(4):75-78.
- 范玉华,李文昌. 2006. 云南普朗斑岩铜矿床地质特征[J]. 中国地质,33(2):352-362.
- 高顺宝,郑有业. 2006. 西藏驱龙超大型斑岩铜矿床成矿作用的地球化学控制[J]. 地质科技情报,25(2):41-46.
- 国土资源部. 2011. 全国矿产资源储量库[DB].
- 国土资源部信息中心. 1999. 全国矿产资源储量表[R].
- 国土资源部信息中心. 2011a. 全国矿产资源储量表[R].
- 国土资源部信息中心. 2011b. 全国矿产资源年报[R].
- 胡光龙,姜华,蒋靖,胡登攀,牛春林. 2008. 云南德钦羊拉铜矿床控矿因素及找矿远景[J]. 金属矿山,(12):87-89.
- 孔牧,刘华忠,杨少平. 2007. 西藏冲江铜矿床及其外围找矿前景地球化学评价[J]. 地质与勘探,43(6):7-11.
- 郎兴海,陈毓川,唐菊兴,李志军,邓起,黄勇,陈渊,张丽. 2010. 西藏谢通门县雄村斑岩型铜金矿床成因讨论——来自元素的空间分布特征的证据[J]. 地质论评,56(3):384-402.
- 李光明,李金祥,秦克章,张天平,肖波. 2006. 西藏多不杂超大型富金斑岩铜矿的蚀变-矿化特征及高氧化成矿流体初步研究[J]. 矿床地质,25(增刊):411-414.
- 李志丹,薛春纪,辛江,王思程,贾志业,石海岗,董新丰,邵行来. 2011. 新疆乌恰县萨热克铜矿床地质特征及硫、铅同位素地球化学[J]. 现代地质,25(4):720-729.
- 林仕良. 2004. 云南德钦羊拉铜矿床构造特征[J]. 云南地质,24(3):48-51.
- 刘严松. 2011. 冈底斯成矿带尼木-墨竹工卡地区斑岩铜矿成矿规律研究(博士论文)[D]. 导师:何政伟. 成都:成都理工大学. 123页.
- 刘玉琳,刘鸿飞,郭丽爽,唐嘉锋,郭国林,章卫星. 2007. 驱龙斑岩铜矿床含矿岩体特征[J]. 矿物学报,(21):153-154.
- 鲁海峰,薛万文,王贵仁. 2006. 纳日贡玛铜钼矿床地质特征及成因类型探讨[J]. 青海国土经略,(3):37-40.
- 南征兵,唐菊兴,李葆华. 2007. 青海纳日贡玛斑岩铜(钼)矿地质地球化学特征及成因探讨[J]. 新疆地质,25(2):199-203.
- 屈迅,徐兴旺,梁广林,屈文俊,杜世俊,姜能,吴惠平,张永,肖鸿,董连慧. 2010. 蒙西斑岩型铜钼矿地质地球化学特征及其对东准噶尔琼河坝岩浆岛弧构造属性的制约[J]. 岩石学报,25(4):765-776.
- 曲晓明,辛洪波,徐文艺. 2007. 西藏雄村特大型铜金矿床容矿火山岩的成因及其对成矿的贡献[J]. 地质学报,81(7):964-971.
- 任秉琛,杨兴科,李文明,李有柱,郭介人. 2002. 东天山土屋特大型斑岩铜矿成矿地质特征与矿床对比[J]. 西北地质,35:67-75.
- 芮宗瑶,黄崇轲,齐国明,徐珏,张洪涛. 1984. 中国斑岩铜(钼)矿床[M]. 北京:地质出版社.
- 宋会侠,刘玉琳,屈文俊,宋彪,张锐,成勇. 2007. 新疆包古图斑岩铜矿矿床地质特征[J]. 岩石学报,23(8):1981-1988.
- 唐菊兴,王登红,汪雄武,钟康惠,应立娟,郑文宝,黎枫信,郭娜,秦志鹏,姚晓峰,李磊,王友,唐晓倩. 2010. 西藏甲玛铜多金属矿床地质特征及其矿床模型[J]. 地球学报,31(4):495-506.
- 唐菊兴,邓世林,郑文宝,应立娟,汪雄武,钟康惠,秦志鹏,丁枫,黎枫信,唐晓倩,钟裕峰,彭惠娟. 2011. 西藏墨竹工卡县甲玛铜多金属矿床勘查模型[J]. 矿床地质,30(2):179-196.
- 唐仁鲤,罗怀松,李荫清. 1995. 西藏玉龙斑岩铜(钼)矿带地质[M]. 北京:地质出版社.
- 徐德章. 2006. 西藏尼木县厅官、白容铜矿区矿床地质的几个问题[J]. 地质找矿论丛,21(增刊):15-19.
- 徐文艺,曲晓明,侯增谦,杨竹森,潘凤雏,崔艳合,陈伟十,杨丹,连玉. 2006. 西藏雄村大型铜金矿床的特征、成因和动力学背景[J]. 地质学报,80(9):1392-1407.
- 杨志明,谢玉玲,李光明,徐九华,李葆华. 2005. 西藏冈底斯斑岩铜矿带厅官铜矿床流体包裹体研究[J]. 矿床地质,24(6):584-594.
- 张金树,多吉,何政伟,唐菊兴. 2009. 西藏驱龙斑岩型铜(钼)矿床矿化特征及远景预测[J]. 世界地质,28(4):460-466.
- 张连昌,万博,焦学军,张锐. 2006. 西准包古图含铜斑岩的埃达克岩特征及其地质意义[J]. 中国地质,33(3):626-631.
- 张锐,许发军,赵杰,张云孝,佟更生. 2010. 西准包古图呼的合铜矿地质特征、成因及成矿规律研究[J]. 新疆地质,28(4):385-392.
- 张万平,莫宣学,朱弟成,袁四化,王立全. 2009. 西藏冈底斯带南部雄村铜金矿成因探讨——来自锆石 U-Pb 年龄的证据[J]. 岩石矿物学杂志,28(3):235-242.
- 张玉泉,谢应雯,梁华英,邱华宁,李献华,钟孙霖. 1998. 藏东玉龙铜矿带含矿斑岩及成岩系列[J]. 地球化学,(3):236-243.
- 郑有业,高顺宝,程力军,李国梁,冯南平,樊子琿,张华平,郭建慈,张刚阳. 2004. 西藏冲江大型斑岩铜(钼金)矿床的发现及意义[J]. 地球科学,29(3):333-339.
- 郑有业,高顺宝,张大全,樊子琿,张刚阳,马国桃. 2006. 西藏朱诺斑岩铜矿床发现的重大意义及启示[J]. 地学前缘,13(4):233-239.
- 中国有色金属工业协会. 2000. 1999年有色金属工业统计资料汇编[R].
- 中国有色金属工业协会. 2012. 2011年有色金属工业统计资料汇编[R].
- 祝新友,王京彬,王玉杰,刘增仁,方同辉,王艳莉. 2011. 新疆萨热克铜矿——与盆地卤水作用有关的大型矿床[J]. 矿产勘查,2(1):28-35.