

西藏斑岩铜矿的前景展望

芮宗瑶¹ 陆 彦² 李光明³ 王龙生¹ 王义天¹

(1.中国地质科学院矿产资源研究所,北京 100037;2.西藏地质矿产局,西藏 拉萨 850000;
3.成都地质矿产研究所,四川 成都 610082)

提要:世界斑岩铜矿主要产于中生代—新生代环太平洋带、古特提斯带和古生代中亚—蒙古带,因为上述 3 带为聚合板块集中分布地区。中国西藏集中了金沙江聚合带、雅鲁藏布江聚合带和怒江—班公错聚合带,为世界上聚合板块最发育地区之一,具有较长的大洋板块俯冲和陆—陆碰撞的造山历史,构造—花岗质岩浆十分发育,其中深源高侵位的花岗质斑岩分布广泛,对于形成斑岩铜矿和其他相关矿床十分有利,为找矿评价斑岩铜(金)矿很有前景的地区。笔者借鉴世界和中国评价斑岩铜矿的经验,同时收集了西藏近年来找寻评价斑岩铜矿有关的地质资料,对西藏斑岩铜矿的前景进行了展望。

关键词:斑岩铜矿;玉龙铜带;冈底斯铜带;班公错铜带

中图分类号:P618.41 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2003)03-0302-07

西藏采铜的历史很早,据传布达拉宫和大昭寺等寺庙的绿色彩绘,就取自厅宫等斑岩铜矿氧化带的孔雀石。“玉龙”二字是藏语的译音,“玉”来自汉语,指玉石,这里指的是孔雀石;“龙”是“山沟”,“玉龙”则指“孔雀石沟”。据传清朝末年,驻藏大臣赵尔丰曾帅部在玉龙采铜^[1]。玉龙铜矿是 1966 年由西藏一大队根据群众报矿的线索发现,1967 年正式立项作地质评价工作,当时将玉龙定为以铜铁为主的夕卡岩型多金属矿,直到 1972 年才认识到是斑岩型铜(钼)矿。1971~1975 年相继发现莽总、扎那杂、多霞松多和马拉松多等斑岩铜矿。1972~1983 年玉龙矿带形成藏东找寻评价斑岩铜矿高潮。1980 年,芮宗瑶、黄崇轲和张洪涛等曾到冈底斯矿带的厅宫调查斑岩铜矿。当时对冈底斯矿带的认识在中国斑岩铜(钼)矿床一书中已有反映^[2]。中国地质调查局执行地质大调查以来,西藏地质工作也得到经费支持。

特别是青藏铁路修建后,中国地质调查局实施“一江两河”计划后,对冈底斯矿带的投资加强了,该矿带已初步发现了一系列很有前景的斑岩型铜(金)矿,如驱龙、甲马、拉抗俄、南木、冲江、厅宫和洞嘎等,冈底斯斑岩铜带的前景初露端倪^[2~4]。

1 地质背景

世界铜矿无论储量还是产量,一半来自斑岩铜矿。中国斑岩铜矿储量占 42.19%,夕卡岩铜矿占 22.42%,二者共占 64.61%。它们均受花岗质岩浆—热液控制,在西方国家有时将夕卡岩型矿床归于斑岩型矿床。由此可见,斑岩铜矿在中国铜矿中具有举足轻重的地位。据张华等^[5]预测,到 2010 年,中国铜的需求量将达到 200 万 t,其中矿山产铜 60 万 t,废杂铜回收 35 万 t,铜的供应将严重短缺。为此寻找新的铜矿资源,一直是中国经济要保持持续发展的

收稿日期:2002-11-20;改回日期:2003-03-30

基金项目:国土资源部地质大调查项目(199910200246)资助。

作者简介:芮宗瑶,男,1935 年生,研究员,长期从事金属矿床及矿床地球化学研究;E-mail:ruizy@sina.com。

战略目标。

世界斑岩铜矿主要产于中—新生代环太平洋带、古特提斯带和古生代中亚—蒙古带,因为上述3带是聚合板块集中分布地区。中国西藏正是中新生代聚合板块最集中的地区。在西藏境内,分布着金沙江聚合带、怒江—班公错聚合带和雅鲁藏布江聚合带,上述3带反映了古特提斯洋盆和新特提斯洋盆闭合的历史以及印度大陆与欧亚大陆相碰撞的历史。由于大洋壳物质不断加入到大陆壳中,则引起大陆壳增生,增生的大陆壳不断向南和西南迁移。从时间顺序上,依次为金沙江聚合(印支期)、怒江—班公错聚合(燕山期)和雅鲁藏布江聚合(120~50Ma)^[6]。大洋壳物质加入到大陆壳的过程引发不同层次的岩石圈部分熔融。这里以花岗质岩石为例,如果部分熔融岩浆类似于地幔特征,则称之为“M”型;如果部分熔融岩浆不仅类似于地幔特征,而且部分熔融发生的时间为造山期后,且以碱性为特色,称之为“A”型;如果部分熔融岩浆反映了壳幔混合特征,则称之为“I”型;如果部分熔融岩浆反映了中下地壳特征,则称之为“S”型。在造山带中这些花岗质岩浆有时会全部展现,有时则出现部分。与斑岩铜矿有关的花岗质岩石在地球化学上属于前3类,即“I”型、“A”型和“M”型。

在玉龙矿带NE方向出露元古宙结晶基底^[6]。矿田内下奥陶统浅变质远海相碎屑岩和不纯的碳酸盐岩、中上泥盆统和石炭—二叠系碳酸盐岩组成复背斜轴部。三叠系为斑岩铜矿的直接围岩,并组成复背斜翼部。下三叠统不整合于石炭—二叠系之上,在马拉松多矿区为一套中酸性火山岩和火山碎屑岩,称之为色杂组,马拉松多斑岩岩体侵位其中。上三叠统从玉龙到马拉松多一带由下而上分为4个岩性组:甲丕拉组杂色砂砾岩和泥岩,王卡组灰岩,阿堵拉组和夺盖拉组黑色砂页岩和煤层,其中后二者构成斑岩侵位的良好盖层。玉龙斑岩体侵位于甲丕拉杂色岩层与王卡组灰岩之间,斑岩岩浆的挥发相引起王卡组灰岩的夕卡岩化和甲丕拉砂岩广泛的钾质角岩化和青磐岩化。

玉龙矿带在印度洋扩张的影响下,印度大陆壳继续向北推移,导致三江地区走滑拉张(50~30 Ma)和花岗质岩浆—热液活动。因此,玉龙矿带是这种大构造背景的集中体现。

冈底斯斑岩铜(钼、金)矿带呈东西向展布,已发现的

矿床(矿化)东至墨竹工卡,西至谢通门,长约400 km。实际上,冈底斯花岗质岩浆—热液带东西长1000 km。据周详等^[7]的研究,其构造演化可划分4个阶段:

(1) 冈瓦纳大陆北缘前陆阶段:在念青唐古拉主脊见各种片岩、片麻岩及少量角闪岩和大理岩,U-Pb同位素年龄为1250 Ma,在察隅古琴附近见一套片岩整合于含化石的下奥陶统之下,证明冈底斯带的结晶基底为前震旦系或前奥陶系。盖层为奥陶—二叠系,在申扎地区基本为连续的浅海相碎屑岩—碳酸盐岩,显示陆相台地沉积。石炭—二叠系夹冰碛沉积。

(2) 离散陆缘阶段:在冈瓦纳大陆北缘可能在晚二叠世—早三叠世产生离散。在念青唐古拉复背斜南缘见上二叠—下三叠统类复理石建造假整合于石炭—二叠系之上,可能属离散早期的陆缘盆地沉积。在达孜附近中上三叠统则出现巨厚的中基性火山岩—火山碎屑岩沉积,代表陆缘裂谷盆地已初步形成。

(3) 聚合初期的活动大陆岛弧阶段:在那曲中上侏罗统为厚达数千米碎屑岩—碳酸盐岩建造,局部有钙碱性火山岩夹层。西段狮泉河附近下中侏罗统类复理石建造与早古生代地层不整合;到白垩纪,泽当以北的桑日群为数千米厚的钙碱性火山岩和火山碎屑岩,以墨竹工卡盆地较为典型,其中局部含煤系,表明盆地局部出现闭塞。

(4) 聚合造山阶段:形成两条聚合带及造山带,一条为怒江—班公错聚合带及其前缘(羌南微陆块和昌都微陆块),以甲岗和班戈等大型花岗岩体为代表,时代为137~60 Ma,属于燕山晚期^[7],岩性介于“I”型花岗岩与“S”型花岗岩之间,可能具有退化弧的性质^[7]。另一条为雅鲁藏布江聚合带及其前缘(冈底斯—念青唐古拉微陆块),以规模巨大的冈底斯花岗质侵入岩带为代表,同位素年龄变化于130~20 Ma,属于燕山晚期—喜马拉雅期产物。花岗质侵入体可以分为早期、中期和晚期:早期为规模不大的闪长岩等,见于岩体南缘;中期为主侵入相,为石英闪长岩—石英二长岩—花岗闪长岩—花岗岩组合;晚期为花岗岩和二长花岗岩等,除叠加于岩基边缘外,更多呈单独岩体产出。冈底斯矿带的斑岩明显为晚期产物。据金城伟等^[8]和马鸿文^[9]研究,主侵入期的⁸⁷Sr/⁸⁶Sr初始值为0.7047~0.7057,说明新特提斯洋壳或上地幔部分熔融是很明显的,可能少量混合了下地壳物质。古新统一始新统的火山岩为安山岩—英安岩—流纹岩组合,也反映火山弧的性质。

2 含矿斑岩特征

西藏含矿斑岩特征可以概括为4点:

(1) 具有高的氧逸度。Burnham^[10]认为I型岩浆的 f_{O_2} 变化于 10^{-14} ~ 10^{-8} ;斑岩Cu-Au矿化的 f_{O_2} 变化于 10^{-24} ~ 10^{-11} 。玉龙斑岩岩浆-热液系统由于 f_{O_2} 较高,出现一系列高 f_{O_2} 的矿物。如黑云母以富镁黑云母和金云母为特征。由于 Fe^{2+} 在黑云母三八面体晶格中不稳定,要被 Mg^{2+} 代替;游离出来的 Fe^{2+} 被氧化,形成磁铁矿和赤铁矿。这样造成玉龙矿带的斑岩副矿物富磁铁矿,矿石富镜铁矿。由于受较高的 f_{O_2} 控制,玉龙矿带和冈底斯矿带成矿热液系统含有大量的 SO_2 和 H_2S ,而还原物质如 H_2 、 CO 和 CH_4 很少。 SO_2 发生水解,形成大量石膏;同时引起 H_2S 增高,形成黄铁矿、黄铜矿和斑铜矿等金属矿物。

(2) 锶初始值低。世界上许多超大型斑岩铜矿的初始锶变化于0.703~0.707之间,反映斑岩岩浆主要属于洋壳(或地幔)部分熔融的产物^[11]。随着下地壳结晶基底混合,斑岩的初始锶逐渐增大,达到0.708~0.710。斑岩的初始锶值超过0.708以后,矿石中Sn、W含量逐渐增大^[12,12]。玉龙和冈底斯矿带的锶初始值变化于0.704~0.707之间, $\epsilon_{Nd(t)}$ 变化于+9~-6; $\epsilon_{Sr(t)}$ 变化于-20~+40;REE值变化于 60×10^{-6} ~ 220×10^{-6} ,LREE变化于 63×10^{-6} ~ 210×10^{-6} ,HREE变化于 3×10^{-6} ~ 20×10^{-6} ,轻、重稀土分馏明显,(La/Yb)_n变化于5~130,Yb< 2×10^{-6} ,Y< 25×10^{-6} 。

(3) 斑岩铜(金)矿石的硫同位素值接近陨石硫,反映硫来自深部。氢氧同位素值反映出明显的演化关系:早期为岩浆水,中期为岩浆水与天水的混合,晚期以天水为主。

(4) 玉龙和冈底斯矿带的斑岩都具有高挥发相和强烈的热液交代特征。说明这些斑岩岩浆在中间岩浆房曾有较长时间的停留,在析出斑晶的同时,引发残余岩浆的挥发相达到过饱和,导致岩浆二次沸腾。独立挥发相主要集中于斑岩体的顶部,除加大残余岩浆的体积,增大机械能以及导致斑岩顶部和邻近围岩网状破裂外,还导致与已冷凝的斑岩和围岩的强烈交代,产生钾硅酸盐化、夕卡岩化、青磐岩化、石英绢云母化(似千枚岩化)、中度和深度泥化等。这些可以通过流体包裹体研究得到证实:气体包裹体、多相包裹体和气液包裹体共存,证明流体沸腾面的存在。驱龙矿石中含萤石1%~15%,证明挥发相中含

大量HF。玉龙和冈底斯矿带的斑岩在地球化学上显示:流体活性强的大离子不相容元素如Rb、Sr等高度富集,而流体活动性弱的高场强元素如Nb、Ta等明显亏损。

玉龙和冈底斯矿带铜(金)斑岩上述特征在地球化学上与埃达克岩十分类似^[13,14]。故张旗等^[13]和曲晓明等^[14]主张将铜(金)斑岩的源岩归为埃达克岩(adakite)。又由于玉龙和冈底斯矿带的铜(金)斑岩富钾质(K_2O ^[15]=2.97%~8.56%, K_2O/Na_2O =1.22~32.93)和岩浆侵位滞后俯冲造山作用,故张玉泉等^[15]和曲晓明等^[13]认为岩浆源岩为钾玄岩(shoshonite)。

3 西藏斑岩铜矿

3.1 玉龙矿带

玉龙斑岩铜矿带系指从夏日多到芒康的280 km长范围。在玉龙到马拉松多大约60 km做了较详细的地质普查评价工作;色礼、色错、吉错、遵喜和马牧普大约40 km也做了一些地质工作,但未进行钻探工作。由马拉松多到色礼大约100多千米为高山区,通行条件差,未做地质工作。玉龙矿带向北西延伸进入青海省境内有纳日贡玛斑岩铜矿;向南东延伸到云南,有红山、雪鸡坪、马厂箐和金平等斑岩铜矿。纵贯云南省南北,都有不同程度的斑岩铜矿矿化出现。迄今为止,保存最好的还是从玉龙到马拉松多。

玉龙到马拉松多矿化带标高大约海拔4700~4000 m。其中马拉松多斑岩体侵位于下三叠统色杂火山岩中,剥蚀深度最浅,矿化几乎全部在斑岩体中,侵位深度仅0.5~1 km,富气相包裹体(气液比98%~60%)可以证明这一点。玉龙斑岩体侵位于上三叠统甲丕拉砂页岩与王卡灰岩之间,大约1/3矿化产于围岩中(夕卡岩中矿体和角岩中矿体),2/3矿化产于斑岩中,斑岩侵位和矿化深度大约2~3 km,流体包裹体包括气相包裹体、多相包裹体和气液包裹体共存。

玉龙矿带含矿斑岩的侵位时间变化于52~35 Ma。其中马鸿文^[9]测得玉龙斑岩Rb-Sr全岩—单矿物等时线年龄为(52.0±0.2)Ma,⁸⁷Sr/⁸⁶Sr初始值为0.70663;玉龙二长花岗斑岩⁴⁰Ar/³⁹Ar年龄为(52.84±1.68)Ma;马拉松多的昂克弄正长花岗斑岩锆石U-Pb等时线年龄为40.9 Ma。芮宗瑶^[16]测得玉龙二长花岗斑岩和正长花岗斑岩的Rb-Sr等时线年龄为(44.5±

2.5)Ma, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值为 $0.706\,38\pm 0.000\,33$ 。梁华英^①测得玉龙矿带斑岩锆石一系列 U-Pb 年龄值;其中玉龙为 $(40.9\pm 0.1)\text{Ma}$,扎那尕为 $(38.5\pm 0.2)\text{Ma}$,莽总为 $(37.6\pm 0.2)\text{Ma}$,多霞松多为 $(37.5\pm 0.2)\text{Ma}$,馬拉松多为 $(37.1\pm 0.2)\text{Ma}$;馬厂箐为 $(35.0\pm 0.2)\text{Ma}$ 。斑岩型矿化和蚀变可能为 36~33 Ma 左右。芮宗瑶采得馬拉松多的辉钼矿,由杜安道测试,得到馬拉松多辉钼矿的 Os-Re 的平均年龄为 $(35.9\pm 0.5)\text{Ma}$ (表 1)。

表 1 馬拉松多辉钼矿 Os-Re 年龄
Table 1 Os-Re ages of molybdenite from the Malasongduo porphyry copper deposit

编 号	含量/ 10^{-6}			模式年龄/Ma
	Re	^{187}Re	^{186}Os	
M7—397	231.7	145.0	85.6	36.0
M16—184.7	231.1	144.7	84.1	35.4
M16—184	251.8	157.6	93.8	36.3

注:国家地质测试中心杜安道分析测试。

玉龙矿带斑岩的岩石化学成分从北到南由高钾碱性系列变成高钾碱性系列。夏日多以北以花岗闪长斑岩为主;夏日多、恒星错、玉龙、扎那尕和莽总以二长花岗斑岩为主;多霞松多到馬拉松多为以碱长花岗斑岩和正长花岗斑岩为主;色错以南到云南境内的馬厂箐和金平等以正长斑岩为主。岩体小 ($<1\text{ km}^2$) 而复式 (多次侵位)。推测由北而南岩浆分熔面移向大陆一侧。斑岩岩浆在中间岩浆房有过较长时间的停留,它们在析出斑晶 (40%~70%的斑晶) 的同时,残余岩浆变得挥发相过饱和,引起岩浆二次沸腾。

玉龙矿带除玉龙矿石较富外,其他矿床均较贫。玉龙初步探明 650 万 t 铜,品位 0.94%;扎那尕 32 万 t 铜,品位 0.32%;莽总 67 万 t 铜,品位 0.43%;多霞松多 89 万 t 铜,品位 0.36%;馬拉松多 101 万 t 铜,品位 0.36%。

玉龙铜矿至少 1/3 矿量被剥蚀,推测玉龙在被剥蚀前为一个上千万 t 的巨型斑岩型和夕卡岩型复合矿床。大于 1.0%品位主要分布于海拔 4 700~4 400 m,大约近 400 万 t 铜,适于露天开采 (图 1),其中接触

带夕卡岩型矿大部分已次生富集,形成粘土、孔雀石和辉铜矿等混合矿石。1995~1996 年在玉龙 II 号矿体北段补充勘探,求得铜储量 52 万 t,品位 3.00%。其中氧化富铜 35 万 t,品位为 5.399%。

玉龙矿带大约有铜储量 1 千万 t,随着中国交通状况的改善,玉龙矿带向西北和南东还有扩展潜力 (图 2)。

3.2 冈底斯矿带

冈底斯矿带目前发现的矿床 (矿化) 东从甲马西到洞嘎,大约东西长 400 km,南北宽近 50 km,受冈底斯花岗质岩浆弧的一系列南北向拉张断裂控制。矿带可能由若干个矿田构成,其中有甲马—驱龙矿田、拉杭俄矿田、南木矿田、冲江—厅宫矿田和洞嘎矿田等。

冈底斯矿带东到波密以西,西到嘎尔新村,东西延展 1 000 km,都有中生代花岗质岩浆—构造活动,都存在找寻斑岩铜矿的地质条件。

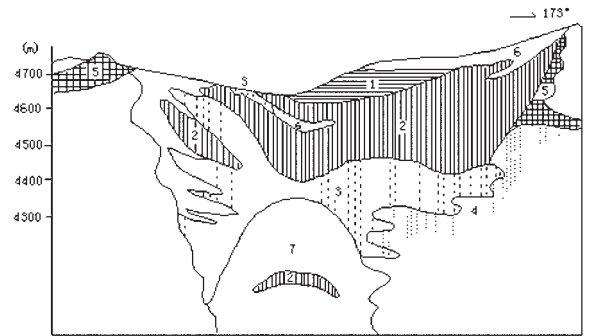


图 1 玉龙斑岩铜矿矿化分带剖面图 (据相善清原图绘制)

- 1—斑岩中高品位铜矿化;2—斑岩中中品位铜矿化;
- 3—斑岩中低品位铜矿化;4—黑云母角岩中低品位铜矿化;
- 5—夕卡岩型和次生富集带中高品位铜矿化;6—无矿地带;
- 7—无矿斑岩核

Fig. 1 Geological section showing mineralization zoning in the Yulong porphyry copper deposit

- 1—High-grade copper mineralization in porphyries; 2—Medium-grade copper mineralization in porphyries; 3—Medium- to low-grade copper mineralization in porphyries; 4—Medium- to low-grade copper mineralization in biotite hornfels; 5—Medium- to high-grade copper mineralization in skarns and secondary enrichment zones;
- 6—Barren district; 7—Barren porphyry nucleus

① 国家自然科学基金委员会简报,2002.

斯坦的赛恩达克 (Saindak) 斑岩铜矿都是很有名的。特别是萨尔切什梅斑岩铜矿矿石达 10 亿 t, 铜储量 904 万 t, 品位 1.13%。

最近西藏地矿局在该矿带的多不杂斑岩体打了 1 个孔, 见矿 200 m 以上, 矿石极可能富金, 因为原先是一个金矿区。如果果真如此, 那么就是说中国斑岩铜金矿床则有了零的突破 (图 2)。

4 讨 论

(1) 从斑岩铜矿成矿地质条件分析, 西藏斑岩铜矿前景看好, 因世界斑岩铜矿产于环太平洋、古特提斯和古亚洲聚合板块的活动大陆边缘, 西藏为世界聚合板块最发育的地带, 是古特提斯大洋和新特提斯大洋闭合地区之一。洋壳中的大量 Cu、Au 和 Mo 等矿质, 为深熔花岗质岩浆-热液提供了成矿的地质前提。

(2) 从地球化学条件分析, 西藏斑岩铜矿前景也看好, 因玉龙和冈底斯矿带斑岩初始 $\epsilon_{\text{Nb}}^{\text{t}}$ 为 0.704 7~0.706 63^[8,9], 贫 Y 和 Yb, REE 模式右倾, 亏损高场强元素 Nb、Ta 等, 富集大离子不相容元素 Rb、Sr、Ba 等。这些特征集中说明成矿物质主要起源于洋壳或上地幔, 只受到少量下地壳物质的混合。

(3) 从斑岩特征分析, 西藏斑岩铜矿前景更看好, 原因是浅成-超浅成斑岩, 富挥发相, 气相和多相包裹体发育, 花岗质岩浆二次沸腾明显, 具有很好的成矿潜力。

(4) 冈底斯矿带西段和班公错矿带的斑岩明显富金, 例如洞嘎和多不杂矿床, 原先都是金矿床, 因此西藏很有可能找寻到斑岩铜金矿床。古岛弧条件、中性斑岩、钾玄质源岩及其富磁铁矿和赤铁矿等对于找寻评价斑岩铜金矿床都是有利的。

参考文献(References):

[1] 唐仁鲤, 罗怀松, 等. 西藏玉龙斑岩铜 (钼) 矿带地质[M]. 北京: 地质出版社, 1990. 1~320.
Tang Renli, Luo Huaisong, et al. The Geology of Yulong Porphyry Copper (Molybdenum) Ore Belt, Tibet [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1990. 1~320 (in Chinese with English summary).
[2] 芮宗瑶, 黄崇軻, 齐国明, 等. 中国斑岩铜(钼)矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1984, 1~350.
Rui Zongyao, Huang Chongke, Qi Guoming, et al. Porphyry copper (Molybdenum) Deposits of China [M]. Beijing: Geological publishing House, 1984. 1~350 (in Chinese).
[3] 曲晓明, 侯增谦, 黄卫. 冈底斯斑岩铜矿 (化) 带: 西藏第二条“玉

龙”铜矿带[J]. 矿床地质, 2001, 20 (4): 355~366.
Qu Xiaoming, Hou Zengqian, Huang Wei, et al. Is Gangdese porphyry copper belt the second “Yulong” copper belt[J]. Mineral Deposits, 2001, 20 (4): 355~366 (in Chinese with English abstract).
[4] 曲晓明, 侯增谦, 李佑国. 冈底斯碰撞造山带发现含矿艾达克岩[J]. 矿床地质, 2002, 21(增刊): 214~218.
Qu Xiaoming, Hou Zengqian, Li Yougou, et al., Ore-bearing adakites found in the Gangdese collision-orogenic belt [J]. Mineral Deposits, 2002, 21 (Supp.): 214~218 (in China).
[5] 戴自希. 铜矿[A]. 见: 中国地质矿产信息研究院编著. 国外矿产资源[C]. 北京: 地震出版社, 1996. 127~134.
Dai Zixi. Copper ore [A]. In: Chinese Information Academy of Geological Mineral Resources (ed.). Foreign Mineral Resources [C]. Beijing: Seismological Press, 1996. 127~134 (in Chinese).
[6] 西藏自治区地质矿产局. 西藏自治区区域地质志[A]. 北京: 地质出版社, 1993. 1~707.
Bureau of Geology and Mineral Resources of Xizang Autonomous Region. Regional Geology of Tibet Autonomous Region [A]. Beijing: Geological Publishing House, 1993. 1~707 (in Chinese with English summary).
[7] 周详, 曹佑功, 朱明玉, 等. 西藏板块—建造图 (1:150000). 北京: 地质出版社, 1984. 1~158.
Zhou Xiang, Cao Youngong, Zhu Mingyu, et al. Plate Tectonic-Lithofacies map of Tibet, China (1:1500000) [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1984. 1~158 (in Chinese with English abstract).
[8] 金成伟, 周云生. 喜马拉雅和冈底斯弧形山系中的岩浆岩带及其成因模式[J]. 地质科学, 1978, (4):297~312.
Jin Chengwei, Zhou Yunsheng. Igneous rock belts in the Himalayas and the Gandes arc and their genetic model [J]. Scientia Geologica Sinica, 1978, (4):97~312 (in Chinese with English abstract).
[9] 马鸿文. 西藏玉龙斑岩铜矿带花岗岩类与成矿[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1990. 1~158.
Ma Hongwen. Petrology and Mineralization of Granites in Yulong Porphyry Copper Belt, Tibet [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1990. 1~58 (in Chinese with English abstract).
[10] Burnham C W, Ohmoto H. Late-stage processes of felsic magmatism[J]. In: Ishihara S and Takenouch S (eds.). Granitic Magmatism and Related Mineralization. Mining Geology Special Issue, 1980, 8:1~11.
[11] Defant M J, Drummond M S. Derivation of some modern arc magmas by melting of young subduction lithospheres [J]. Nature, 1990, 347:662~663.
[12] 芮宗瑶. 西北、华北、东北斑岩铜矿床研究 [A]. 见: 涂光炽等著. 中国超大型矿床(1)[C]. 北京: 科学出版社, 2000. 397~425.
Rui Zongyao. Study of Northwestern, North China, Northeast porphyry copper deposits[A]. In: Tu Guangzhi et al (eds.). Super-large Type Mineral Deposits of China, (1) [C]. Beijing: Science Press, 2000. 397~425 (in Chinese).
[13] 张旗, 王焰, 刘伟, 等. 埃达克岩的特征及其意义 [J]. 地质通报,

2002, 21 (7):431~435.

Zhang Qi, Wang yan, Liu wei, et al. Adakite:Its characteristics and implications [J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21 (7):431~435 (in Chinese with English abstract).

[14] Oyazun R, Marquez A, Lillo J, et al. Giant versus small porphyry copper deposits of Cenozoic age in northern Chile;adakitic versus normal calc-alkaline magmatism [J]. Mineralium Depoista. 2001, 36:794~798.

[15] 张玉泉, 谢应雯, 梁华英, 等. 藏东玉龙铜矿带含矿斑岩及成岩系列. 地球化学, 1998, 27(7):236~243.

Zhang yuquan, Xie Yingwen, Liang Huangying, et al. Petrogenetic series and ore-bearing porphyries of the Yulong Copper ore belt in Eastern Tibet [J]. Geochimica, 27 (3):236~243. (in Chinese with English abstract).

[16] 芮宗瑶, 李光明, 王龙生, 等. 西藏斑岩铜矿 [J]. 西藏地质, 2002, 21 (2):3~12,

Rui Zongyao, Li Guangming, Wang longsheng, et al. Porphyry Copper deposits in Tibet [J]. Tibet Geology, 2002, 21 (2):3~12 (in Chinese with English abstract).

[17] Harrasion T M, Copeland P, Kidd W S F, et al. Raiting Tibet [J]. Science, 1992, 288:1663~1670.

Looking forward to the prospects of porphyry copper deposits in Tibet

RUI Zong-yao¹, LU Yan², LI Guang-ming³, WANG Long-sheng¹, WANG Yi-tian¹

- (1.Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;
2. Tibet Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lhasa 850000, Tibet, China;
3.Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China)

Abstract:Porphyry copper deposits in the world are confined mainly to the Mesozoic–Cenozoic circum–Pacific belt and Paleo–Tethys belt and Paleozoic Central Asia–Mongolian belt, where convergent plates are developed. Tibet is one of the best developed regions of convergent plates in the world, in which the Jinshajiang, Yarlung Zangbo and Nujiang–Bangong Co suture zones lie. These suture zones have a long history of oceanic plate subduction and continent–continent collision with well–developed tectonomagmatic activity marked by widespread plutonic and high–level granite–porphyry, which is favorable to the formation of porphyry copper (–gold) deposits and other related deposits. By referring to the experiences in assessment of porphyry copper deposits at home and abroad in recent years, this paper looks forward to the prospects of porphyry copper deposits in Tibet.

Key words:porphyry copper deposit;Yulong copper belt; Gangdise copper belt;Bangong Co copper belt