·矿产资源·

西藏冈底斯地区矽卡岩型矿床资源潜力初析

王方国[1],李光明[1],林方成[1,2]
WANG Fangguo[1], LI Guangming[1], LIN Fangcheng[1,2]

1. 中国地质调查局成都地质矿产研究所,四川 成都 610082;
2. 成都理工大学,四川 成都 610059
1. *Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources*, *Chengdu* 610082, *Sichuan*, *China*;
2. *Geoscience College*, *Chengdu University of Technology*, *Chengdu* 610059, *Sichuan*, *China*

摘要:近年来,随着地质调查工作的进展,在位于雅鲁藏布结合带与班公湖-怒江结合带之间的冈底斯构造-岩浆带内,新发现了一批矽卡岩型铁、铜、金、铅锌矿床,构成规模宏大的矽卡岩型成矿带。矽卡岩型矿床的含矿地层岩石为石炭系—二叠系、侏罗系和白垩系的灰岩、白云质灰岩和砂岩;有关的侵入岩主要是燕山期—喜马拉雅期的花岗岩、花岗闪长岩及其浅成相侵入体,多数为小—中型的岩株,一般具斑状结构。冈底斯成矿带的矽卡岩型矿床与长江中下游的铁铜金矽卡岩型矿床在许多方面可以相比较。冈底斯地区具有巨大的找矿潜力,有望成为中国新的富铜富铁资源基地。

关键词:冈底斯;铁、铜、金、铅、锌;矽卡岩型矿床;资源潜力
中图分类号:P618.4 **文献标识码**:A **文章编号**:1671-2552(2005)04-0378-08

Wang F G, Li G M, Lin F C. Ore potential of skarn-type ore deposits in the Gangdise metallogenic belt, Tibet. *Geological Bulletin of China*, 2005, 24(4): 378-385

Abstract: In recent years, with the progress in geologic investigation a number of skarn-type Fe-Cu-Pb-Zn deposits have been discovered in the Gangdise tectonomagmatic belt between the Yarlung Zangbo juncture and the Bangong Co-Nujiang juncture. They form a gigantic skarn-type metallogenic belt. The country rocks of the deposits are Carboniferous-Permian, Jurassic and Cretaceous limestone, dolomitic limestone and sandstone, and related intrusive rocks are Yanshanian-Himalayan granite and granodiorite and their hypabyssal equivalents. The intrusions commonly occur as small and medium-sized stocks and usually have a porphyritic texture. The skarn deposits in the Gangdise metallogenic belt are comparable to Fe-Cu-Au skarn deposits in the middle and lower Yangtze Valley metallogenic belt in many aspects. The Gangdise area has great ore potential and shows promise as a new Fe-Cu-Pb-Zn resource base of China in the near future.

Key words: Fe-Cu-Au-Pb-Zn; skarn ore deposits; ore potential; Gangdise

西藏冈底斯成矿带是中国寻找斑岩铜矿的首选地区[1]。随着地质调查工作的深入开展,冈底斯斑岩铜矿成矿带的前景越来越明朗。目前勘查工作表明,已经控制的铜资源量超过800×10^4t。有专家认为铜金属资源远景不会低于1500×10^4t[2]。冈底斯地区可望成为世界著名的巨型斑岩铜矿成矿带,被誉为"中国的安第斯"。不仅如此,笔者的研究认为,冈底斯地区也是一个资源潜力巨大的矽卡岩型铁铜金铅锌多金属成矿带。本文在简要介绍冈底斯成矿带近年来新发现的一些重要的矽卡岩型矿床的基础上,通过与著名的长江中下游地区矽卡岩型矿床的对比研究,分析和预测冈底斯地区矽卡岩型矿床巨大的找矿潜力,强调在加强冈底斯地区斑岩铜矿勘查的同时,也应重视矽卡岩型富铜富铁矿的勘查工作。

1 冈底斯地区矽卡岩型矿床成矿背景

1.1 区域构造环境

冈底斯复合岛弧位于班公湖-怒江结合带与雅鲁藏布江

收稿日期:2004-10-06;修订日期:2005-03-15
地调项目:中国地质调查局《雅鲁藏布江成矿区重大找矿疑难问题研究》项目(编号:200310200008)部分成果。
作者简介:王方国(1952-),男,教授级高级工程师,从事区域地质研究及矿产勘查工作。E-mail:cdwfangguo@cgs.gov.cn

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

结合带之间,是特提斯构造域大规模的岩石圈水平构造运动过程中,古老的边缘海弧盆地萎缩消减、弧后前陆盆地转换和大陆边缘增生过程最复杂的地区之一[3]。该复合岛弧可进一步细分为班戈燕山期岩浆弧带、措勤晚中生代弧后盆地、工布江达断隆带、冈底斯晚燕山—喜马拉雅期岩浆弧带、日喀则弧前盆地5个次级构造单元[4](图1)。本文研究的冈底斯地区属于冈底斯复合岛弧南部的冈底斯晚燕山—喜马拉雅期岩浆弧带中段,其南邻日喀则弧前盆地和雅鲁藏布江弧-陆碰撞结合带,北接工布江达断隆带,西起措勤尼雄,东至工布江达吹败子,东西长度超过800 km。

区内构造线总体呈近东西向,以发育线性复式褶皱和压扭性逆断裂为主要特征,同时发育有紧密倒转褶皱和推覆构造。东部由中生代地层组成的墨竹工卡复式向斜构成近东西向的构造格架。沿断裂带有花岗岩体分布,并与已发现的斑岩型、矽卡岩型矿床成矿关系密切。西部谢通门—南木林县一带,除东西向主干断裂外,还发育一系列北东、北西和南北向断裂带,为区内铁铜金多金属成矿提供了有利条件,为区内铁铜金多金属成矿的重要控矿构造。

研究区在遥感信息上广泛发育线性构造,按其方向可分为NWW向、NE向、EW向和近SN向4组,线性构造的交叉部位、线环构造的交叉部位及其边部等是成矿的有利部位,矿化(蚀变)信息异常明显,并与已知矿床(点)吻合,如甲马、驱龙、冲江、尼雄、拉屋、新嘎果等矿床(点)均产于这些部位,显示出巨大的找矿潜力。

1.2　区域地球化学背景

根据地球化学景观和元素的分布、组合特征,区内Cu、Mo、Au、Pb、Zn、Ag等成矿元素的地球化学异常总体呈近东西向带状分布,局部叠加有北东和北西向的次级异常,异常的面积大,衬度高,元素套合好,异常组合复杂。自雅鲁藏布江缝合带往北地球化学异常分带性明显,依次表现为Cu、Au异常,Cu、Mo、Pb、Zn、Ag异常,Ag、Pb、Zn异常和Fe、Cu、Pb、Zn异常的空间分带性,与该区克鲁-冲木达火山岩型Cu、Au成矿带,冈底斯南Cu、Fe、Pb、Zn矿带,林周-工布江达和青都-则学Fe、Zn、Pb成矿带的展布基本一致。特别是冲江、厅宫、驱龙、吹败子等铜矿均位于套合良好的Cu、Mo、Au异常内,显示出区域地球化学场对本区成矿的控制作用。

1.3　含矿地层

冈底斯地区与铁-铜-金矽卡岩有关的围岩是石炭系、二叠系、侏罗系和白垩系的灰岩、大理岩、灰质白云岩、白云岩和砂岩(表1)。控矿地层和铁铜金矽卡岩的围岩在带上的不同地段不完全相同。以念青唐古拉走滑断裂为界,以西分布有下拉组(P_2x)的浅灰、灰色生物碎屑微晶灰岩,敌布错组(P_3d)的砂岩、粉砂岩和泥灰岩,麻木下组(J_3m)的灰岩和粉砂岩,竟柱山组(K_2j)砂泥岩夹灰岩;以东有念青唐古拉群(AnPz)的变质岩和大理岩,旁多群(Cpn)条带状大理岩或与

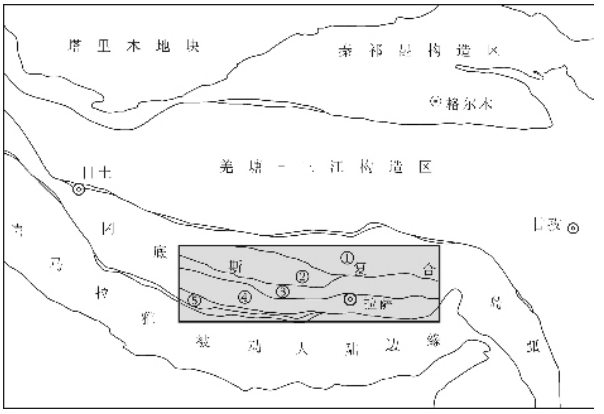


图1　冈底斯地区构造位置示意图
(据参考文献[4]资料简化)

Fig.1　Diagrammatic map showing the tectonic location of the Gangdise area

①班戈燕山期岩浆弧带;②措勤晚中生代弧后盆地;③工布江达断隆带;④冈底斯晚燕山—喜马拉雅期火山-岩浆弧;⑤日喀则弧前盆地

砂质板岩组成的互层,洛巴堆组(P_2lb)的灰岩夹白云岩、局部砂砾岩夹火山岩,蒙拉组(P_3m)的硅质碎屑岩夹灰岩,列龙沟组(P_3l)薄层灰岩和白云岩,桑巴组(J_1s)细晶灰岩,多底沟组($J_{2-3}d$)的灰色结晶灰岩、大理岩、板岩夹砂岩、火山岩,楚木龙组(K_1ch)、塔克拉组(K_1t)的灰岩、泥灰岩,比马组(K_1b)的砂板岩、大理岩。

1.4　岩浆岩

区内岩浆岩极为发育,主要形成于燕山晚期至喜马拉雅期。侵入岩多呈带状分布的岩基产出。燕山期岩浆岩以中酸性岩为主,喜马拉雅期岩浆岩以酸性岩为主,岩石类型主要为黑云母花岗岩、钾长花岗岩、二长花岗岩,并有一系列斑岩体产出,岩性主要为二长花岗斑岩和花岗闪长斑岩,少数为石英二长斑岩和花岗斑岩,侵入地层的最新层位为上白垩统—古近系,侵入的时代为燕山晚期—喜马拉雅期(127~17 Ma)[5]。岩体的稀土元素总量变化很大,介于51.76×10^{-6}~462.14×10^{-6}之间[6],轻、重稀土元素分馏明显,$(La/Yb)_n$变化于16.12~29.46之间,缺少明显的负Eu异常,稀土元素曲线为平滑的右倾型❶。稀土元素的特征表明岩浆的来源较深,形成深度应大于40 km。侵入岩的$^{87}Sr/^{86}Sr$初始比值范围为0.7047~0.7066[7],岩体的成因类型多属Ⅰ型。

火山岩以喜马拉雅期的为主,岩性为一套中酸性的火山熔岩及火山碎屑岩,具岩浆弧活动大陆边缘火山岩的特征,为区内铜多金属矿床的形成提供了物质基础。

冈底斯岩带的花岗岩类对铜、金、铁成矿十分有利,主要表现在:花岗岩类岩石主要为中等分异的中酸性岩,属高钾钙碱性-I型磁铁矿系列,含大量幔源组分,具深源较浅成侵

❶ 李光明.雅鲁藏布江成矿带综合研究成果介绍.2004.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表1 冈底斯矽卡岩型矿床含矿地层岩性

Table 1 Lithology of the country rocks of skarn type ore deposits in Gangdise

地区	地 层	地层代号	岩 性	矿 床 实 例
念青唐古拉走滑断裂以西地区	竟柱山组	K_3j	砂泥岩夹灰岩	
	麻木下组	J_3m	灰岩、粉砂岩	恰功铁矿
	敌布错组	P_3d	砂岩、粉砂岩与泥灰岩	尼雄铁矿
	下拉组	P_2x	浅灰、灰色生物碎屑微晶灰岩	尼雄铁矿、日阿铜多金属矿
念青唐古拉走滑断裂以东地区	比马组	K_1b	砂板岩、大理岩	克鲁铜金矿、冲木达铜矿
	塔克拉组	K_1t	灰岩、泥灰岩	新嘎果铅锌矿
	楚木龙组	K_1ch	灰岩、泥灰岩	甲龙铁矿
	多底沟组	$J_{2-3}d$	灰色结晶灰岩、大理岩、板岩夹砂岩、火山岩	甲马铜多金属矿 知不拉(驱龙南)铜多金属矿
	桑巴组	J_1s	细晶灰岩	
	列龙沟组	P_3l	薄层灰岩及白云岩	拉屋铜铅锌多金属矿
	蒙拉组	P_3m	硅质碎屑岩夹灰岩	勒青拉铅锌矿
	洛巴堆组	P_2lb	灰岩夹白云岩，局部砂砾岩夹火山岩	
	旁多群	Cpn	条带状大理岩或与砂质板岩组成互层	拉屋铜铅锌多金属矿
	念青唐古拉群	AnPz	变质岩和大理岩	

位特征，与含金、铜、铁花岗岩类的岩石地球化学特征相似，具有金、铜、铁成矿的物源条件和一定程度的矿质聚集条件；其次，花岗岩类岩浆在氧化还原电位、挥发性组分的含量、碱质含量等方面也有利于金、铜矿的形成。

知不拉、甲马等矿区的矽卡岩铜矿床的S同位素变化范围狭窄，$\delta^{34}S$介于−3.91‰~2.1‰之间，以−1.5‰~1.5‰之间最集中，变化范围极小，与陨石硫接近，显示出成矿硫质为深部岩浆来源。但较附近斑岩铜矿的$\delta^{34}S$值略为偏低，可能在矽卡岩成矿过程中有少部分地层硫的加入[7]。

2 冈底斯矽卡岩型矿床的分布

研究区属于冈底斯复合岛弧地带，燕山晚期—喜马拉雅期岩浆弧带中段。目前已经发现了一批矽卡岩型矿床，从西到东包括措勤尼雄矽卡岩型磁铁矿、日阿矽卡岩型铜矿、恰功矽卡岩型铁矿、甲马矽卡岩型铜铅锌多金属矿、知不拉矽卡岩型铜矿、克鲁矽卡岩型铜金矿、冲木达矽卡岩型铜矿、当雄矽卡岩型铅锌矿、拉屋矽卡岩型铜铅锌多金属矿、勒青拉矽卡岩型铅锌矿等(图2)。在已发现的矿床中，具有一定的空

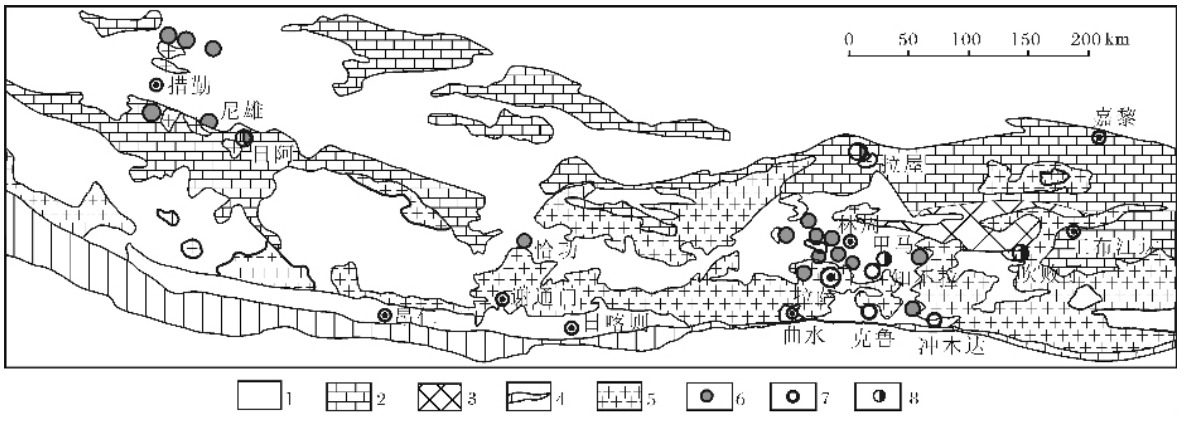


图2 冈底斯地区矽卡岩型矿床(点)分布示意图

Fig.2 Distribution of skarn-type ore deposits (occurrences) in the Gangdise area

1—中新生界；2—上古生界；3—中新元古界；4—雅鲁藏布结合带；5—燕山-喜马拉雅期中酸性侵入岩；6—矽卡岩型铁矿；7—矽卡岩型铜金矿；8—矽卡岩型多金属矿

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

间分带格局,其中,磁铁矿主要分布于成矿带的西段;成矿带的东段从雅鲁藏布江向北,依次出现矽卡岩型铜金矿—矽卡岩型铁矿—矽卡岩型铅锌矿。

3 成矿时代

区内已发现的矽卡岩型矿床(点)分布于燕山晚期至喜马拉雅期中酸性岩体内及其与含钙地层的接触带附近,因此,本区成矿时代主要集中于燕山晚期和喜马拉雅期。

与尼雄铁矿有关的侵入岩的K-Ar法年龄为114~106 Ma[8],在与拉屋铜多金属矿有关的白云母二长花岗岩中获得K-Ar全岩年龄为109 Ma±1.3 Ma[7],表明燕山晚期是一个重要的成矿期。

冲江和甲马矿床是喜马拉雅期成矿的典型代表[7]。表2列出了新近获得的一些年龄数据。这些数据表明:冲江铜矿单颗粒锆石的离子探针(SHRIMP)同位素年龄分别为(14.54±0.65)~(15.68±0.52)Ma,是含矿岩石中锆石的结晶年龄,可代表斑岩岩石的成岩年龄;冲江铜矿床中全岩K-Ar法同位素年龄为12.20 Ma±1.60 Ma,代表了岩体矿化蚀变发生的年龄;冲江和甲马矿床中辉钼矿Re-Os法同位素年龄介于(13.88±0.21)~(15.18±0.98)Ma之间,可代表成矿年龄。对于驱龙铜矿来讲,成岩年龄为17.58 Ma±0.74 Ma,蚀变年龄为15.77 Ma±0.45 Ma,成矿年龄为15.99 Ma±0.32 Ma。同时也表明,冈底斯地区的矽卡岩型矿床和斑岩型矿床的成岩、成矿年龄总体来讲较为接近,斑岩铜矿和矽卡岩铜矿可能属于同一成矿系统。

4 矽卡岩型矿床实例

4.1 尼雄矽卡岩型铁矿

尼雄铁矿位于措勤县城东南约80 km的尼雄一带。

矿区地处隆格尔-工布江达断隆带西段。矿区出露地层为二叠系敌布错组海相碎屑岩、大理岩和下拉组碳酸盐岩。铁、铜矿体产出于岩体与地层接触带的矽卡岩及其附近。

侵入岩为燕山期(K_1)岩浆弧的一部分。岩性为黑云花岗闪长岩、黑云二长花岗岩和黑云母花岗岩。岩体平面形态呈不规则的椭圆形、圆形,受NWW向断裂控制,呈串珠状分布。主要蚀变有角岩化、矽卡岩化、大理岩化。矽卡岩矿物有石榴子石、透辉石、绿帘石、绿泥石、黄铁矿等。

磁铁矿体产于接触带的矽卡岩中,经江西省地质调查院的初查工作❶,已圈定矿体17个。矿体呈层状、似层状和透镜状产出。其中2号矿体长度为5500 m,矿体平均厚度16.9 m;总体呈北西、北西西向,倾向北北东、北东,倾角50°~65°,TFe平均含量61.2%,密度4.75 t/m^3,初步估算磁铁矿石资源量(334_1)9000×10^{4}t。预测矿区磁铁矿总的资源量1.7×10^{8}t。

4.2 恰功矽卡岩型铁矿

恰功铁矿位于谢通门县青都乡,南距谢通门县约65 km。

矿区出露上白垩统设兴组(K_2s)酸性火山凝灰岩夹钙质泥岩和塔克拉组(K_1t)薄—中层状泥晶灰岩夹钙质泥岩、晶屑凝灰岩。侵入岩为喜马拉雅期二长花岗岩和花岗斑岩。

富铁矿化产于设兴组酸性火山凝灰岩夹钙质泥岩和灰岩地层中,与矽卡岩化关系密切,主要的富铁矿体呈囊状产于层状石榴子石矽卡岩中。矿石矿物为磁铁矿,另有少量孔雀石,脉石矿物主要为石英、钙铝榴石、透辉石。

矿石品位TFe41.72%~67.5%之间,平均55%,S、P含量很低。地面磁测圈定6个富铁矿体,其中Ⅰ号矿体规模最大,宽度100~300 m,延伸长度约800 m。根据恰功航磁异常面积达40 km^2、矿区外围尚有较多的富铁矿转石、磁测延拓矿体在深

表2 冈底斯矽卡岩型矿床成岩成矿同位素年龄

Table 2 Isotope ages for rock and ore formation of skarn type ore deposits in Gangdise

产　地	测试对象	分析方法	年龄值/Ma	资料来源
冲江铜矿	锆石	SHRIMP	15.68±0.52 (成岩年龄)	[9]
冲江铜矿	锆石	SHRIMP	14.54±0.65 (成岩年龄)	[9]
冲江铜矿	辉钼矿	Re-Os	13.88±0.21 (成矿年龄)	[9]
冲江铜矿	二长花岗斑岩全岩	K-Ar	12.20±1.60 (蚀变年龄)	[7]
驱龙铜矿	锆石	SHRIMP	17.58±0.74 (成岩年龄)	[7]
驱龙铜矿	钾长石	K-Ar	15.77±0.45 (蚀变年龄)	[7]
知不拉铜多金属矿	辉钼矿	Re-Os	15.99±0.32 (成矿年龄)	①
甲马铜多金属矿	辉钼矿	Re-Os	15.18±0.98 (成矿年龄)	①

注:①李光明,等.西藏甲马和知不拉铜多金属矿Re-Os同位素年龄与冈底斯喜马拉雅期斑岩-矽卡岩成矿系统(待刊).

❶ 江西省地质调查院.措麦区幅1:25万区域地质调查报告.2002.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

部可能连成一个大矿体等信息，矿区具大型矿床的找矿前景，估算矿石资源量为5000×10⁴t。

4.3 日阿矽卡岩型铜多金属矿

日阿矽卡岩型铜多金属矿位于昂仁县城西北280 km处。

矿区出露地层为中二叠世下拉组灰岩。侵入岩为燕山期(K_1)的似斑状黑云二长花岗岩。岩体平面形态呈不规则的椭圆形、圆形，受NWW向断裂控制，呈串珠状分布。

铜多金属矿体赋存在岩体的外接触带矽卡岩中，顶板为矽卡岩，底板为蚀变细粒黑云母花岗岩。主要蚀变有角岩化、矽卡岩化、大理岩化，矽卡岩矿物有石榴子石、透辉石、绿帘石、绿泥石、黄铁矿等。铜矿体的形态随容矿、储矿构造的部位不同而异，变化较大，一般呈似层状、不规则透镜状、脉状。

通过江西省地质调查院初步的调查❶，圈定出5个矽卡岩型铜矿体。其中，21号矿体控制宽6 m，长625 m，Cu品位0.3%~3.1%，平均1.37%；26号矿体控制宽12 m，长达1125 m，Cu品位0.24%~6.68%，平均1.13%。初步估算铜资源量(334_1)大于30×10⁴t。

4.4 甲马矽卡岩型铜多金属矿

矿床位于墨竹工卡县西南的甲马乡，距拉萨约80 km。

该矿床位于冈底斯复合岛弧东段，矿区出露地层为中上侏罗统多底沟组($J_{2-3}d$)灰岩和下白垩统林布宗组(J_3-K_1)板岩。矿区外围出露有晚白垩世黑云花岗闪长岩。

矿体主要赋存于灰岩与板岩断层带的矽卡岩内。主要的矽卡岩矿物有石榴子石、透辉石、硅灰石、符山石等[10]。对Ⅰ号似层状矿体的初步评价表明，矿体长约4200 m，平均厚度12.60 m。矿石有用组分以Cu、Pb为主，并伴生Zn、Mo、Au、Ag。赋矿岩石以块状矽卡岩为主，其次为层纹状、条带状矽卡岩。经过西藏第六地质队详查❷，其铜+铅的$332+333+334_1$资源量为109×10⁴t，其中铜52.56×10⁴t，铅56.35×10⁴t。

4.5 知不拉矽卡岩型铜矿

该矿床位于墨竹工卡县西南的甲马乡，距拉萨84 km，北距驱龙斑岩铜矿3 km。

区内出露地层为中侏罗统叶巴组中酸性熔岩及火山碎屑岩夹碳酸盐岩、砂岩及砂板岩，下白垩统塔克拉组一段(K_1t^1)砂质灰岩、泥质灰岩夹板岩、流纹岩，塔克拉组二段(K_1t^2)绢云石英片岩、板岩、粉砂岩、灰岩。矿区内出露喜马拉雅期黑云母花岗斑岩。

矿体产于接触带的石榴子石透辉石矽卡岩中。已发现矽卡岩铜多金属矿(化)体5个，主矿体长大于500 m，宽10~33.2 m，平均品位Cu1.27%，Zn6.66%，Au0.21×10⁻⁶。

4.6 克鲁矽卡岩型铜金矿

克鲁矽卡岩型铜金矿位于山南泽当镇西65 km。

矿区出露地层为桑日群比马组火山-沉积岩系及安山质、英安质火山岩和碳酸盐岩。出露燕山晚期黑云母花岗岩。石榴子石矽卡岩、透闪石矽卡岩与铜矿化密切相关。经地表工程揭露，已发现3个矿体。矿体长度350~1400 m，厚度5.00~14.00 m，品位Cu1.00%~16.00%，Au2.40×10⁻⁶~3.00×10⁻⁶。

4.7 冲木达矽卡岩型铜矿

冲木达铜矿区位于山南地区泽当镇东5 km处。

在构造上冲木达铜矿位于南冈底斯火山-岩浆带南缘，近东西向的断裂构造发育。区域广泛分布上侏罗统—下白垩统桑日群比马组的火山-沉积岩系。该套火山-沉积岩系主要由安山岩、英安岩、安山质火山沉积岩、火山角砾岩和层纹状灰岩、灰质角砾岩及少量砂板岩构成。侵入岩主要为燕山晚期—喜马拉雅早期中粗粒少斑黑云角闪石英二长花岗岩、中粗粒巨斑状黑云母角闪二长花岗岩、角闪石花岗闪长岩等。

冲木达铜矿床赋存于第二火山-沉积旋回中的“层纹—条带状矽卡岩”中，矿体呈层状—似层状产出，总体倾向北北西，倾角25°~40°，产状与地层基本一致。经检查矿区见4层矿体，矿体地表出露厚度约80 m，延伸长度大于100 m。不同含矿层的岩石为条纹条带状石榴子石矽卡岩、含透辉石矽卡岩、含石榴子石透辉石矽卡岩、含石榴子石透辉石透闪石矽卡岩。这些含矿层均具有层纹—条带状构造的特征。主要金属矿物为辉铜矿、黄铜矿等。矿石平均品位Cu3%~7%。

4.8 拉屋矽卡岩型铜铅锌多金属矿

拉屋矽卡岩型铜铅锌多金属矿位于当雄县城以东28 km处。矿区大地构造位置属于冈底斯复合火山-岩浆弧之东段，位于那木错-嘉黎断裂带以南约20 km，矿区构造主要有北西向的拉屋断裂和日音拿背斜，二者均为控矿构造。

矿区出露地层为石炭系旁多群、上二叠统列龙沟组和下侏罗统桑巴组。旁多群中上部为条带状大理岩或与砂质板岩组成的互层，列龙沟组为薄层灰岩及白云岩，桑巴组为细晶灰岩。

矿区发育燕山晚期白云母二长花岗岩，呈不规则岩株状侵入于旁多群之中，或呈岩脉状产于拉屋断裂带中。白云二长花岗岩的K-Ar全岩年龄为109 Ma±1.3 Ma，属燕山晚期。在岩体的外接触带形成矽卡岩和铜铅锌多金属矿化。矽卡岩矿物有钙铁榴石、透辉石、纤闪石、绿帘石、方解石、石英。矽卡岩型矿化大多位于岩体外接触带0~2 km范围内，热液型矿化位于岩体外接触带1~4 km范围内。河南省地质调查院对区内新发现的5个矿体用槽探、坑探、钻探工程进行了系统控制。

Ⅴ号铜锌矿体产于矿区东部南矽卡岩带中，分为2层，均呈层状或似层状。控制长1000 m左右，Ⅴ-1矿体工程控制厚5.58~34.16 m，平均11.67 m；Ⅴ-2矿体工程控制厚5.70~9.66 m，平均8.05 m。Ⅴ-1矿体工程平均品位Zn1.90%~24.85%，伴生

❶ 江西省地质调查院.措麦区幅1:25万区域地质调查报告.2002.

❷ 西藏自治区第六地质队.甲马铜铅锌多金属矿区祥查报告.2000.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Cu0.09%~1.02%;Ⅴ-2矿体工程平均品位Zn4.75%~7.80%,伴生Cu0.16%~0.52%。

Ⅲ号铜矿体赋存于拉屋断裂带内,呈似层状产出,产状与断裂带一致。倾向20°~40°,倾角39°~78°。控制矿体长4900 m,矿体真厚度3.64~16.94 m,平均厚度7.82 m。工程平均品位Cu0.31%~3.02%,矿体平均品位1.03%。

4.9　其他矿床

在拉萨地区的夺底、奇马琴柯和林周的甲龙、勒青拉东部等地都发现多处矽卡岩型致密块状磁铁矿或铅锌矿,在克鲁-冲木达成矿带亦有多吉扎、结巴、那布等矽卡岩型铜金矿床,在此不一一列举。

5　矽卡岩型矿床资源潜力分析

5.1　矽卡岩型铜矿是世界重要的铜矿类型之一

美国地质调查所的Donald A.Singer(1986)以世界范围内1030处铜矿床按11个亚类进行了铜矿吨位-品位模型概要统计(表3)。

11个亚类矿床中的平均矿石吨位,以斑岩铜矿最大(144.2 Mt),吨位较大的有斑岩铜-金矿(101 Mt)、与矽卡岩相伴的斑岩铜矿(81.30 Mt)、沉积岩容矿铜矿(21.93 Mt);纯橄榄岩镍铜矿平均规模较大(28.2 Mt),但Cu仅0.038%,属于伴生组分;辉长岩类铜镍矿型、黑矿型、塞浦路斯型矿石规模较小(1.27~2 Mt);矽卡岩型(0.558 Mt)、别子型规模最小。

镁铁-超镁铁岩镍铜型矿床有关的亚类铜品位均较低(0.28%~0.482%);斑岩型有关亚类铜品位大都较低(0.42%~0.54%),只有与矽卡岩有关的斑岩铜矿才富一些(0.98%);沉积岩容矿铜矿(2.15%)、海相火山岩容矿有关亚类铜矿(1.26%~2.15%)较富;矽卡岩型铜矿矿石最富(2.685%)。

可见,矽卡岩型铜矿床具有规模较小但品位最富的特点。与矽卡岩相伴的斑岩铜矿的规模大,在斑岩铜矿-矽卡岩型铜矿伴生的矿床系列中,矽卡岩铜矿往往作为先期开采的对象。

5.2　中国的矽卡岩型矿床

中国在世界上是一个矽卡岩矿床非常发育的国家。铜、金、铁矽卡岩型矿床是主要的矿床类型之一[11]。矽卡岩型铜矿床的资源量占全国所有铜资源量大约30%,矽卡岩型金矿床的资源量占全国金资源量大约20%,矽卡岩型铁矿床的资源量占全国铁资源量的11%❶。在中国的中东部地区有大量的矽卡岩型矿床分布,例如,长江中下游地区是中国重要的矽卡岩矿床成矿带,该成矿带内共发现了200多处铜-金和铁矿床,共有31×10^8t铁矿,12.6 Mt铜和超过600 t金。在20世纪60—80年代,长江中下游地区的矽卡岩矿床对中国的冶金和有色工业做出了非常重要的贡献。

5.3　冈底斯地区与长江中下游地区矽卡岩型矿床对比

冈底斯地区在大地构造背景、围岩地层、侵入岩特征、矽卡岩特征、典型矿床等方面与长江中下游地区具有可比性(表4)。

5.4　资源潜力分析

综上所述,冈底斯成矿带和长江中下游成矿带是可以相媲美的一对巨型的矽卡岩型铁铜金多金属成矿带。2个地区都广泛出露碳酸盐岩地层和中酸性侵入岩,形成非常特征的矽卡岩及其有关的矿产。冈底斯地区位于全球特提斯成矿域东段,矽卡岩矿床与斑岩型矿床往往相伴产出,其意义就显得格外重要。冈底斯地区成矿的优越性有可能比长江中下游

表3　主要亚类型铜矿的吨位-品位模型

Table 3　Tonnage-grade model of main subtypes of copper deposit

矿床亚类型	平均规模 (Mt)	标准差 (Mt)	矿床数 (个)	铜品位 (%)	镍品位 (%)	金品位 (10^{-6})
纯橄榄岩铜镍矿	28.20	5.84	22	0.038	0.999	
辉长岩类铜镍矿	2.00	5.01	32	0.482	0.763	2.600
矽卡岩铜矿	0.558	8.92	64	2.685		21.430
与矽卡岩相伴斑岩铜矿	81.30	2.97	18	0.98		0.330
斑岩铜矿	144.20	4.86	208	0.538		0.124
斑岩型铜金矿	101.00	2.98	40	0.505		0.382
斑岩型铜钼矿	500.00	2.71	16	0.419		0.012
塞浦路斯块状硫化物矿床	1.27	7.52	49	1.60		0.908
别子型块状硫化物矿床	0.21	9.33	44	1.46		0.340
黑矿型块状硫化物矿床	1.50	1.07	432	1.26		0.780
沉积岩容矿铜矿	21.93	8.29	57	2.146		

❶ 赵一鸣.长江中下游地区的Cu-Au(Fe)矽卡岩矿床.学术讲座,北京,2002.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表4 冈底斯地区与长江中下游地区矽卡岩型矿床产出特征对比简表

Table 4 Summary of comparison between the characteristics of skarn-type deposits in the Gangdise area and the middle and lower Yangtze Valley area

	长 江 中 下 游 地 区	西 藏 冈 底 斯 地 区
大地构造背景	矿化带位于扬子地台北缘和中朝地台南部。长江深大断裂经历了长期而复杂的演化过程。在浅部通常伴有树枝状的裂隙系统，为侵入体的侵位和富矿流体的运移提供了有利条件	位于雅鲁藏布江结合带以北，冈底斯复合岛弧的南部。以发育线性复式褶皱和压扭性逆断裂为主要特征，同时发育有紧密倒转褶皱及推覆构造。随着青藏高原的隆升，浅部断裂系统十分发育，有利于岩体的侵入
围岩地层	有三叠系、石炭系—二叠系，或中下寒武统地台型的灰岩、白云质灰岩、白云岩和砂岩	主要有二叠系、侏罗系—白垩系的灰岩、白云质灰岩和念青唐古拉的大理岩
侵入岩	主要是石英闪长岩、石英二长闪长岩、花岗闪长岩和石英二长岩及它们的浅成相。侵入体主要以小到中等规模的岩株产出，一般具有斑状结构。具有较高的Fe_2O_3/FeO比值(0.56～3.59)	岩石类型以黑云母花岗岩、钾长花岗岩、二长花岗岩为主，并有一系列斑岩体侵位，主要为二长花岗斑岩和花岗闪长斑岩，少数为石英二长斑岩和花岗斑岩
侵入岩年龄	燕山期(180～143 Ma)侵入岩	燕山晚期—喜马拉雅期(90～14 Ma)侵入岩，侵入最新层位为上白垩统—古近系
侵入岩Sr同位素及稀土元素配分模式	深成岩的$^{87}Sr/^{86}Sr$初始比值范围为0.7046～0.7087。其REE配分形式为LREE富集，平滑向右倾斜。这些都意味着岩浆的物质来源主要来自上地幔，可能包含有下地壳的成分。岩体属于I型	深成岩的$^{87}Sr/^{86}Sr$初始比值范围为0.7047～0.7066。轻稀土元素富集，稀土曲线为平滑的右倾型，缺少明显的负Eu异常，显示岩浆的来源较深。岩体属I型
主要矿物	透辉石、石榴子石、透闪石、硅灰石、绿帘石、方柱石、金云母、镁橄榄石、斜硅镁石、粒硅镁石等	石榴子石、透辉石、透闪石、绿帘石
典型矿床规模及矿石品位	铁山：铁矿1630×10^4 t，46.3%；铜68×10^4 t，0.6%；金22.67 t，0.2×10^{-6} 铜禄山：铁矿5500×10^4 t，39.96%；铜111×10^4 t，1.61% 金70 t，1.15×10^{-6} 新桥：铁矿2490×10^4 t，46%；铜50×10^4 t，0.77%；金11.2 t，4.7×10^{-6} 三浦：铁矿11200×10^4 t，47%；铜14×10^4 t，0.87%；金大于20 t，2.98×10^{-6}	尼雄：铁矿17000×10^4 t，平均TFe 61.2% 恰功：铁矿5000×10^4 t，平均TFe 55% 日阿：铜30×10^4 t，平均品位1.13%～1.37% 甲马：铜铅109×10^4 t，平均Cu 1.16%、Pb 3.48%、Zn 1.04%、Mo 0.024%、Au 0.5×10^{-6}、Ag 20.67×10^{-6} 知不拉：铜1.74%～2.28%，最高达20% 克鲁：铜1.00%～16.00%，金2.40×10^{-6}～3.00×10^{-6} 冲木达：平均铜 3%～7%
资源量潜力及规模	在长约300 km的矽卡岩成矿带上分布有200多处铁铜金矿床，累计有31×10^8 t铁矿，12.6 Mt铜和超过600 t金	矿化区域延伸800km，已发现矽卡岩型矿床矿化点数十处，值得检查航磁异常几十处，前景待查
工作程度	勘查工作程度极高，从新中国成立初期到现在一直都有若干地质队伍从事找矿和勘查工作	勘查工作程度极低，由于交通不便，铁矿的勘查工作一度终止，目前地质调查正在开展部分地段的调查评价

地区还要好一些。

矽卡岩型的矿产，矿石品位富是普遍规律。尼雄磁铁矿TFe为61.20%~64.92%；恰功铁矿TFe55%；日阿铜矿Cu0.30%~3.10%；克鲁铜金矿Cu1.00%~16.00%，Au高达2.40×10^{-6}~3.00×10^{-6}。这些矿床的品位明显高于长江中下游地区的矿床。中国的铁、铜、金矿床中贫矿不少，富矿却不多。国家把寻找和勘查富铜富铁资源作为重要的资源政策，因此，冈底斯地区的富铁和富铜资源值得引起重视。

冈底斯成矿带大多数矿床的规模目前尚不明朗，这与冈底斯乃至青藏高原地区的工作程度极低有关。冈底斯成矿带铁矿及其他贱金属矿产的找矿工作尚未引起足够的重视。尼雄磁铁矿是地质调查新发现的矿床之一，具有大型矿床远景，但包括该矿床在内的诸多矿床、矿点仅在地表露头或浅部做了少量工作，深部矿基本未得到控制。根据成矿地质条件和目前发现的找矿线索，预测冈底斯地区矽卡岩型的资源潜力为：富铁矿20×10^8t、铜1200×10^4t；铅锌1000×10^4t、金300 t。有望在21世纪为中国西部大开发和中国冶金工业、有色金属工业做出重要的贡献。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1997—2001年，中国在5年间进口铁矿石32450×10⁴t,平均每年进口6490×10⁴t[12]。如果在冈底斯地区找出20×10⁸t的富铁矿,将改变中国每年进口大量铁矿石的状况。

6 结　语

冈底斯地区的成矿条件优越,矿产资源丰富,优势矿种有铜、富铁、铅锌、锑、金、铬等。青藏铁路是西部大开发战略实施过程中的重点工程，随着青藏铁路建设进程的加快,青藏铁路沿线的矿产资源评价工作的形势就显得格外紧迫。众所周知,由于斑岩铜矿具有大矿量低品位的特点,开采后其矿石只能就地处理,对铁路的依赖程度远没有富铁矿高。中国目前需求的大量富铁矿都是远涉重洋,再通过铁路或公路中转才到达钢铁厂的。因此,在青藏铁路伸达的冈底斯地区,在注重勘查斑岩型矿产的同时,应加强矽卡岩型矿产的勘查工作。勘查和开发冈底斯地区的矽卡岩矿产,特别是富铁矿富铜矿资源,不仅对西部钢铁工业和有色金属工业的发展意义重大,而且对于提高青藏铁路的运力、充分发挥青藏铁路的经济效益也将具有积极作用。

本文的形成受到芮宗瑶、赵一鸣研究员学术思想的启迪。文中引用了江西省地质调查院、河南省地质调查院、西藏自治区地质调查院等单位近年来的地质调查成果资料。杨家瑞、李定谋、杜德勋等同志提供了许多实际材料。在此一并表示感谢。

参考文献:

[1]张洪涛,陈仁义,韩芳林,等.重新认识中国斑岩铜矿的成矿地质条件[J].矿床地质,2004,23(2):150-163.
[2]王全海,王保生,李金高,等.西藏冈底斯岛弧及其铜多金属矿带的基本特征与远景评估[J].地质通报,2002,21(1):35-40.
[3]潘桂棠,陈智梁,李兴振,等.东特提斯多弧-盆系统演化模式[J].岩相古地理,1996,16(2):52-65.
[4]潘桂棠,丁俊.青藏高原及邻区地质图(1:150万)[M].成都:成都地图出版社,2004.13-47.
[5]刘振声,王洁民.青藏高原南部花岗岩地质地球化学[M].成都:四川科技出版社,1994.1-133.
[6]卢书炜,张良,任建德,等.青藏高原冈底斯岩浆弧的分带性及其地质意义[J].地质通报,2004,23(9-10):1023-1032.
[7]李光明,芮宗瑶.西藏冈底斯成矿带斑岩铜矿的成岩成矿年龄[J].大地构造与成矿学,2004,28(2):165-170.
[8]谢国刚,邹爱建,袁建芽,等.邦多区幅、措麦区幅地质调查新成果及主要进展[J].地质通报,2004,23(5-6):498-505.
[9]芮宗瑶,李光明,张立生,等.西藏斑岩铜矿对重大地质事件的响应[J].地学前缘,2004,11(1):145-151.
[10]杜光树,姚鹏,潘凤雏,等.喷流成因夕卡岩与成矿[M].成都:四川科学技术出版社,1998.90.
[11]赵一鸣,林文蔚,毕承恩,等.中国含金夕卡岩矿床的分布和主要地质特征[J].矿床地质,1997,16(3):193-203.
[12]马建明,金属矿产——铁[A].见:国土资源部信息中心编.世界矿产资源年评2001—2002[C].北京:地质出版社,2003.74-80.

《地质通报》第 24 卷第 5 期要目预告

青藏铁路沿线构造活动性评价和工程稳定性区划 …… 吴珍汉等
湘南郴州地区骑田岭花岗岩锆石SHRIMP定年及其地质意义 …… 李金冬等
湘东南茶陵地区锡田岩体锆石SHRIMP定年及其地质意义 …… 马铁球等
哀牢山-金沙江碱性岩带南段云南金平八一村钾质碱性花岗岩锆石SHRIMP U-Pb年龄 …… 林清茶等
内蒙古中部苏尼特左旗富钾花岗岩锆石SHRIMP U-Pb年龄 …… 石玉若等
甘肃文县秧田坝岩组的重新厘定及其地质意义 …… 苏春乾等
新疆伊犁尼勒克县阿克托别克地区化石新发现及其地质意义 …… 凌联海等
中国主要金属矿产勘查程度对比 …… 王全明等
典型矿集区成矿地质事件研究和填图方法初探 …… 吕古贤等
山东省胶东地区焦家式金矿床中含金石英大脉流体包裹体的特征 …… 张海泉
新疆天山黑色岩系型矿床的地质特征及找矿方向 …… 杨富全等
城市钻孔数据地下三维地质建模软件的实现 …… 李亦纲等
用人工神经网络进行空间不完备数据的插补 …… 何凯涛等
层次分析法(AHP)在三江平原地质环境质量评价中的应用 …… 杨　澍等

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net