

西藏首例独立钼矿——冈底斯沙让大型斑岩钼矿的发现及其意义

秦克章¹ 李光明¹ 赵俊兴¹ 李金祥¹

薛国强¹ 严 刚² 栗登奎² 肖 波 陈 雷¹ 范 新¹

(1.中国科学院地质与地球物理研究所,中国科学院矿产资源研究重点实验室,北京 100029;

2.西藏自治区地勘局第六地质大队,西藏 堆龙德庆县 851400)

摘要:近年来西藏冈底斯斑岩成矿带找矿取得了一系列重大突破,迄今冈底斯带上的斑岩—矽卡岩铜钼矿床蚀变及矿化年龄主要集中在 30~12 Ma,形成于印度与亚洲大陆晚碰撞伸展环境或陆内后碰撞造山挤压向伸展走滑转换的过渡环境,但是与碰撞背景有关的独立斑岩钼矿还未见报道。笔者通过对沙让钼矿的多次考察和钻孔岩心的系统观察编录,主成矿岩体为花岗斑岩,强烈蚀变地段可达 9 km²。根据矿床的含矿斑岩(花岗斑岩)、热液蚀变类型及分带、脉系与矿化特征,认为沙让钼矿应归为独立的斑岩钼矿,产于碰撞环境的主碰撞阶段(55 Ma)。并基于与同类矿床蚀变矿化范围、强度的对比和 TEM、激电探测,矿化延伸可达 800 m 深度,成矿条件优越,具有很大的找矿潜力。沙让独立斑岩型钼矿类型的确立将进一步丰富冈底斯这一巨型斑岩成矿带的成矿谱系,具有重要的区域找矿意义和研究价值。

关键词:沙让;斑岩钼矿;热液蚀变;物探异常;远景分析;冈底斯;成矿意义

中图分类号:P618.65 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2008)06-1101-12

近 10 年来,特别是国土资源大调查工作开展以来,西藏冈底斯斑岩成矿带找矿取得重大突破,先后新发现及评价了驱龙、冲江、厅宫、明则、朱诺、得明顶等一系列大型—超大型斑岩铜钼矿床和甲马为代表的特大型矽卡岩—斑岩复合型铜铅锌矿床(图 1),形成东西长近 1000 km,南北宽 100 km 的冈底斯斑岩铜钼矿带,受到国内外地质界的广泛关注。在冈底斯主带,中新世及渐新世的二长花岗斑岩、花岗闪长斑岩、石英闪长玢岩、黑云母二长花岗岩、花岗闪长岩等呈岩株、岩脉或复式杂岩体侵位于冈底斯白垩纪—古近纪岩基中,斑岩蚀变及矿化年龄主要集中在 18~12 Ma^[1-8];在冈底斯东段南缘的山南地区则主要集中于 30~23 Ma^[9]。明显不同于世界主要斑岩铜矿带经典的活动大陆边缘与岛弧消减带挤压环境,也不同于陆内古板块边缘环境^[3,10],被认为其形成于印度与亚洲大陆后碰撞伸展环境^[3,10]或陆内后碰撞造山向伸

展走滑转换的过渡环境^[11]。虽然在冈底斯西段发现了南木林县的吉如铜钼矿产于碰撞背景^[12],但是与碰撞背景有关的独立斑岩钼矿还未见报道。笔者通过对沙让钼矿的多次考察和 3 个多月的野外地质调查和钻孔岩心的观察编录,根据矿床的一系列特征,认为沙让钼矿应归为独立的斑岩型钼矿。沙让独立斑岩型钼矿类型的确立将进一步丰富冈底斯这一巨型斑岩成矿带的成矿谱系,并且对于区域寻找该类矿床提供了范例,因此具有重要的区域找矿意义和研究价值。

1 以往工作概况与沙让钼矿的发现过程

沙让斑岩钼矿区位于工布江达县城 NW299°直距约 62 km 处(图 1),面积 8.91 km²。矿区距川藏公路约 40 km,其间有乡村公路和简易公路相通。矿区

收稿日期:2008-10-20;改回日期:2008-12-09

基金项目:国家自然科学基金项目(40772066)、十一五科技支撑计划冈底斯成矿课题(2006BA01A04)、青藏 973 斑岩铜矿课题(2002CB412605)和西藏锦华矿业开发有限公司资助。

作者简介:秦克章,男,1964 年生,研究员,从事造山带成矿作用研究;E-mail:kzq@mail.iggcas.ac.cn。

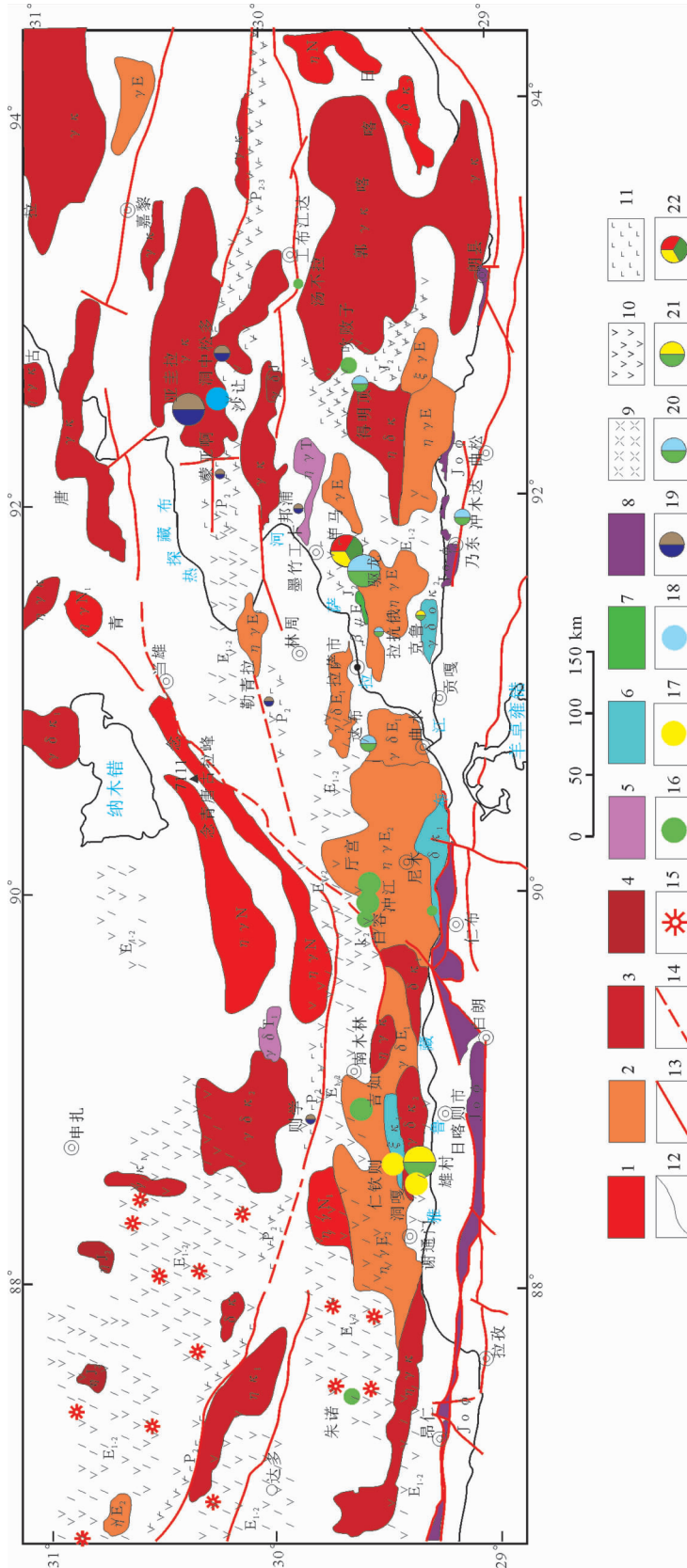


图 1 西藏冈底斯带火山-侵入岩展布与铜铅多金属矿床分布图

1—新近纪酸性-中酸性侵入岩;2—古近纪酸性-中酸性侵入岩;3—侏罗纪酸性-中酸性侵入岩;4—三叠纪酸性-中酸性侵入岩;5—中酸性侵入岩;6—蛇绿岩;7—基性火山岩;8—中酸性火山岩;9—基性火山岩;10—中酸性火山岩;11—基性火山岩;12—地质界线;13—实测断层;14—推测断层;15—火山口(机构);16—铜矿床;17—金矿床;18—钨矿床;19—铅锌矿床;20—铜钨矿床;21—铜金矿床;22—多金属矿床

Fig.1 Distribution map of intrusive and volcanic rocks and major copper, molybdenum and Copper-lead-zinc deposits in Gangdise belt,southern Tibet
 1—Neogene acid-intermediate intrusion;2—Paleogene acid-intermediate intrusion;3—Cretaceous acid-intermediate intrusion;4—Jurassic acid-intermediate intrusion;
 5—Triassic acid-intermediate intrusion;6—Intermediate intrusion;7—Basic intrusion;8—Ophiolite;9—Volcanic rock;10—Intermediate volcanic rock;11—Basic volcanic rock;
 12—Geological boundary;13—observed fault;14—Inferred fault;15—Cauldron;16—Copper deposit;17—Gold deposit;18—Molybdenum deposit;19—Lead-zinc deposit;
 20—Copper-molybdenum deposit;21—Copper-gold deposit;22—poly-metallic deposit

至拉萨市公路约 260 km,交通较方便。

矿区位于冈底斯山脉东段北麓,雅鲁藏布江支流尼洋河中上游地区。区内地势西高东低、山峦林立、沟壑纵横,最低海拔 4800 m,最高海拔 5432 m,相对高差达 632 m,属深切切割高山区。

20 世纪 70 年代以来,先后有地质勘查、科研单位对该区进行了不同程度地质矿产工作,以往地质工作及取得主要成果如下:

(1)1974—1979 年西藏地矿局区调队进行了 1:100 万拉萨幅区域地质调查工作,并编写了区域地质调查报告。

(2)1987—1989 年西藏物探队开展了 1:50 万那曲幅区域地球化学调查工作,并编制了说明书和大量的地球化学图件。该次化探工作发现了沙让钼异常,并对其进行了三级异常查证。

据 1:50 万那曲幅区域地球化学(水系沉积物测量)成果反映,矿区位于林周一门巴—金达 Cd、Mo、Bi、Zn、W、Ag、Pb、Sn 多金属成矿区的东侧,该成矿远景区分布有 8 处乙类综合异常,分别为金达、门巴、帮达、巴贡刚果、那补共卓、错麦、基龙多、色日荣异常。矿区位于金达异常带内,具有良好的成矿地质背景和找矿前景。

金达异常以 Cd、Mo、Bi、Zn 元素为主,伴生有 W、Ag、Pb、Sn、Cu 等元素异常,异常面积约 189 km²,异常平面形态示规则,呈近东西向展布,异常强度高,规模大,具二、三级浓度分带,各元素异常套合好,浓度中心明显,推测为中酸性侵入体有关的矿化体所致。

(3)2004 年西藏区调队对矿区开展了钼矿预查工作。该次工作发现了 2 条钼矿化异常带,提供了进一步工作靶区。

(4)2005 年 6 月—2006 年 7 月,西藏区调队对该区开展普查工作,主要工作内容有 1:5000 地形地质草测、1:1000 地质化探综合剖面测量、槽探、平硐和钻探工程施工、相关样品的采集测试等,提交了普查报告。该次工作发现了 3 个钼矿体和 6 条钼矿化体,对其中的 3 个钼矿体估算了资源量(3135.70 t, 0.23%);并且认为钼矿(化)体是赋存于斜长花岗斑岩(实为花岗斑岩)中的总体呈近东西走向的脉状矿,矿床成因类型为产于斜长花岗斑岩体的构造破

碎带中的岩浆热液脉状辉钼矿床。主要成果有:

①发现了 3 个钼矿体和 6 条钼矿化体,对其中的 3 个钼矿体估算了资源量。获得了(333+334)钼矿石量 136.56 万 t,(333+334)钼金属量 3135.70 t。矿床钼矿平均品位 0.23%。其中(333)矿石量 45.46 万 t,钼金属资源量 920.6 t,平均品位 0.203%。

②钼矿(化)体均赋存于斜长花岗斑岩(实为花岗斑岩)中,为中等倾斜矿体、矿体与围岩界线多呈渐变关系。总体呈近东西走向脉状产出,矿化岩石为斜长花岗斑岩,矿化受斜长花岗斑岩体控制明显,多呈细脉及星点状浸染体产出。Mo 含量 0.060%~0.13%,伴生有益组分为 Re。

③矿床成因为产于斜长花岗斑岩体的构造破碎带中的岩浆热液脉状辉钼矿床。

对前期地质资料的认识:沙让钼矿区总体地质工作程度较低,矿区坡积物覆盖较严重。前期工作重点是对构造破碎带控制的热液脉型富矿的圈定,忽视了对矿化斑岩体总体资源评价,因此很难对该区钼矿潜力作出判断,势必影响该区域整体找矿思路。

(5)2007 年,西藏锦华矿业开发有限公司取得矿权,邀请中国科学院地质与地球物理研究所秦克章研究员、李光明副研究员和研究生李金祥、肖波、赵俊兴于 7—8 月,对西藏工布江布县沙让钼矿床进行了实地考察,并对第一个钻孔(孔深 160 m)的岩心进行了细致观察。根据现场考察和已有资料的分析鉴别,对钼矿床的特征、蚀变样式、矿化富集规律进行了分析对比,将矿床成因类型确定为斑岩型,且剥蚀程度甚低,初步预测该斑岩钼矿的资源潜力达到大型以上。在此基础上提交了“西藏工布江达县沙让钼矿考察报告”^①,并提出了下步勘查工作建议,受到西藏锦华矿业开发有限公司及其合作伙伴香港嘉里集团的高度重视。8 月中旬在成都召开沙让钼矿勘查方案专家论证会,秦克章、黄卫、唐菊兴等参加论证会。公司委托四川冶金地勘局 606 队进行普查工作。与此同时,委托中国科学院地质与地球物理研究所秦克章、李光明研究组开展矿区找矿评价综合研究工作,薛国强研究组开展全矿区瞬变电磁(TEM)和激电扫面,物探扫面发现厚大低阻、良导体,延深可达 700 m 以下。当年施工 2 个钻孔,深度达 600 m,见到多条矿体和矿化体。

① 秦克章,李光明.西藏工布江达县沙让钼矿考察报告.中国科学院地质与地球物理研究所,2007.

(6)2008年,基于前期工作,西藏锦华矿业开发有限公司邀请中国科学院地质与地球物理研究所秦克章研究员、李光明副研究员作为勘查技术顾问,制定详查方案,委托西藏地矿局六大队作为勘查单位开展4~9线间的详查工作,今年施工19个钻孔合计约9300m。中国科学院地质与地球物理研究所研究组自始至终在野外现场开展综合研究和勘查监理工作,其间博士后李金祥、研究生赵俊兴等在沙让矿区工作长达3个多月(8—11月),三方通力合作促进了勘查工作的顺利进行。已完成的19个钻孔,孔深为490~530m,孔孔见矿,且向深部蚀变增强、矿化变强,矿体连续性变好。从而初步揭开了沙让大型铜矿的面纱。

2 矿区地质特征

从区域地质上看,沙让矿区地处雅鲁藏布江缝合

带北侧的冈底斯东段火山-岩浆岩弧成矿带上,位于拉萨地体南缘冈底斯斑岩铜矿带的东端北缘。区域上出露地层较复杂,属于拉萨—察隅地层分区,出露二叠纪至第四纪的地层。区内岩浆岩广泛分布,主要为白垩纪的侵入岩和喷出岩。北东—南西向断裂构造发育,变质作用强烈,有色金属异常与矿产丰富。著名的亚圭拉特大型铅锌银矿床即位于其紧邻北侧。

2.1 矿区地质

矿区出露地层主要为二叠纪蒙拉组的一套浅变质硅质碎屑岩夹碳酸盐岩和第四纪的冲积物、冲洪积物与冰碛堆积物(图2)。二叠纪蒙拉组(P_2m),主要分布于矿区西部,与白垩纪闪长岩呈侵入接触,与白垩纪花岗岩为断层接触。分布面积大且厚,厚达千余米,地层倾向北、倾角 $18\sim 21^\circ$ 。其主要岩性为一套灰、米黄色和紫色砂岩及白云岩、底部砾岩,自下而上由粗变细的韵律清楚,属退积性的海侵序列。矿区

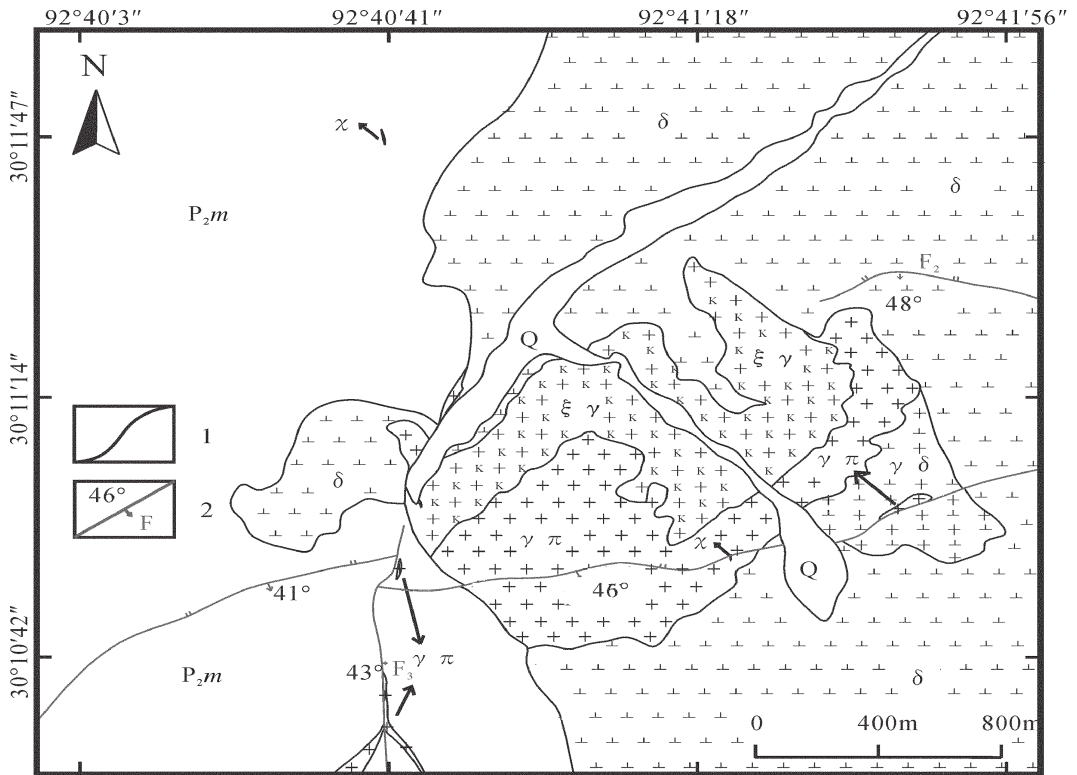


图2 西藏工布江达县沙让斑岩型钼矿地质图

1—地质界线;2—实测断层;Q—第四系; P_2m —上二叠统蒙拉组; δ —闪长岩; $\gamma \delta$ —花岗闪长岩;
 $\gamma \pi$ —(似斑状)钾长花岗岩; $\xi \gamma$ —花岗斑岩;x—煌斑岩

Fig.2 Geological map of Sharang porphyry molybdenum deposit, Gongbujiangda County, Southern Tibet
 1—Geological boundary;2—fault;Q—Quaternary; P_2m —Upper Permian Mengla Formation; δ —Diorite;
 $\gamma \delta$ —Granodiorite; $\gamma \pi$ —(Quasi-porphyritic) Moyite; $\xi \gamma$ —Granite porphyry;x—Lamprophyre

构造主要表现为线性断裂构造,主体表现为发育东西向的深大断裂与由此派生出的北西向、北东向、近南北向次级断裂,具有明显的控岩、控矿作用。矿区发育二期断裂构造,早期断裂呈近东西向近平行展布,在区内出露有 2 条(F_1 、 F_2),露头表现为破碎带。带宽几米,带中岩石以碎裂岩为主,局部可见构造透视镜体和断层泥。断层性质以南倾逆断层为主。断层中主要蚀变见高岭土化、褐铁矿化、黄铁矿化、局部见粘土化。晚期断裂呈近南北向展布,在区内出露有 1 条(F_3),露头表现为断层角砾岩,带宽几米,断层性质为西倾正断层,断层中主要蚀变见有褐铁矿化、黄铁矿化、粘土化,另外充填有晚期的石英闪长玢岩。

区内岩浆岩活动强烈、复杂,早期侵入的主要为石英闪长岩、花岗岩,主期侵入的花岗斑岩、石英斑岩呈小岩株、岩脉形式产于早期形成的石英闪长岩、花岗岩和蒙拉组地层中,晚期还有小规模钾长花岗细晶岩、石英闪长玢岩侵入,构成了一个复杂的岩浆成矿体系。

2.2 岩浆活动与斑岩钼矿的关系

矿区岩浆岩活动强烈、频繁、侵入岩极为发育(图 2),闪长岩、石英闪长岩、花岗岩侵入时代据区调资料推测为白垩纪。笔者经野外地质调查和钻孔岩心观察,发现沙让矿区产于一个复式杂岩体中,其岩石类型主要有早期石英闪长岩、花岗闪长岩(似斑状)钾长花岗岩,主期石英斑岩、次花岗斑岩、花岗斑岩,以及后期侵入的闪长玢岩、石英闪长玢岩、钾长花岗细晶岩脉等,可见小规模石英闪长玢岩脉切穿蚀变矿化带等,岩浆活动历史复杂。花岗斑岩侵入于角闪闪长岩中,呈岩株状,宽 500~600 m,长约 1500 m,北东东-南西西向展布。相应地,在各种斑岩中均发育类型多样的含矿细脉,钻孔中见细网脉,并且在这些含矿的斑岩中大部分含有辉钼矿,其中花岗斑岩是矿区主要的成矿斑岩。矿区岩相复杂,多期次侵入,岩浆-热液演化充分,有利于成矿。

2.3 围岩蚀变特征

2.3.1 围岩蚀变类型及其分布

矿区热液蚀变表现为面型(图 3),热液蚀变范围甚大,整体蚀变范围长 6 km,宽 2.5~3 km,其中热液蚀变均匀,其较强烈的地段长 4.5 km,宽 2 km,面积达 9 km²,而含矿斑岩体总面积不小于 0.75 km²。

围岩蚀变较为发育,分布广泛,常见的有硅化、伊利石化、绢云母化、黄铁矿化、褐铁矿化、高岭土

化、迪开石化及绿帘石化等,矿化花岗斑岩深部还可见黑云母化,而硅化、绢云母化、黄铁矿化与矿化关系密切,与成矿相关性显著。

矿区地表岩石主要发生褐铁矿化和粘土化两种蚀变。在矿区西南侧发现绢云母-黄铁矿化的转石,但具体位置还未能准确确定。目前钻孔控制的岩石绝大多数都在粘土化-弱硅化带中,底部有少量的弱钾化-硅化蚀变。

花岗斑岩中主要发生弱钾化-硅化,部分钾长石斑晶有次生加大现象及基质中部分矿物被钾长石交代;硅化,基质中的长石矿物被石英次生交代;强粘土化;高岭土化和伊利石-水白云母化,主要是长石斑晶被伊利石等粘土矿物交代。闪长岩中的蚀变主要为绿泥石化-绿帘石化-弱硅化,角闪石、黑云母等铁镁矿物蚀变成绿泥石和绿帘石,部分长石有轻微硅化现象。花岗岩中的蚀变主要为硅化-弱粘土化。玢岩的蚀变主要为粘土化,长石斑晶和基质发生高岭土化和伊利石-水白云母化;绿帘石化,部分角闪石蚀变成绿帘石;弱硅化,石英闪长玢岩中部分长石斑晶被石英次生交代,并有伊利石、水白云母的蚀变边。

在钻孔中观察发现,部分岩心出现了粘土化和硅化相互交替的现象,可能系多期热液活动的产物。

2.3.2 蚀变分带

蚀变具明显分带性,在横向上由矿体中心向其两侧围岩体表现为:硅化绢云母化黄铁矿化带-硅化泥化带-泥化带-青磐岩化带。

地表至浅部可初步划分出青磐岩化带、硅化泥化带和硅化绢云母化带,推测深部存在强硅化绢云母化带和钾化带。通过岩心和地表观察,花岗斑岩 5260 m 以下至 4900 m 主体为硅化-泥化-绢云母化带,见高岭土化、迪开石化、伊利石化、黄铁矿化、硅化强,局部形成石英脉,岩石节理裂隙发育,钼矿化增强,形成细脉、网脉状及大脉富矿体。围岩闪长岩中见有绿帘石化、绿泥石化、黄铁化等,岩石节理裂隙发育,普遍黄铁矿化。

2.4 矿化及脉系特征

2.4.1 矿化特征

在沙让钼矿区矿化受花岗斑岩体控制明显,整个花岗斑岩体达到了全岩矿化的程度,矿区内与辉钼矿化直接相关的岩石是花岗斑岩,尤其是细粒的花岗斑岩与石英斑岩(花岗斑岩的超浅成相)。但由

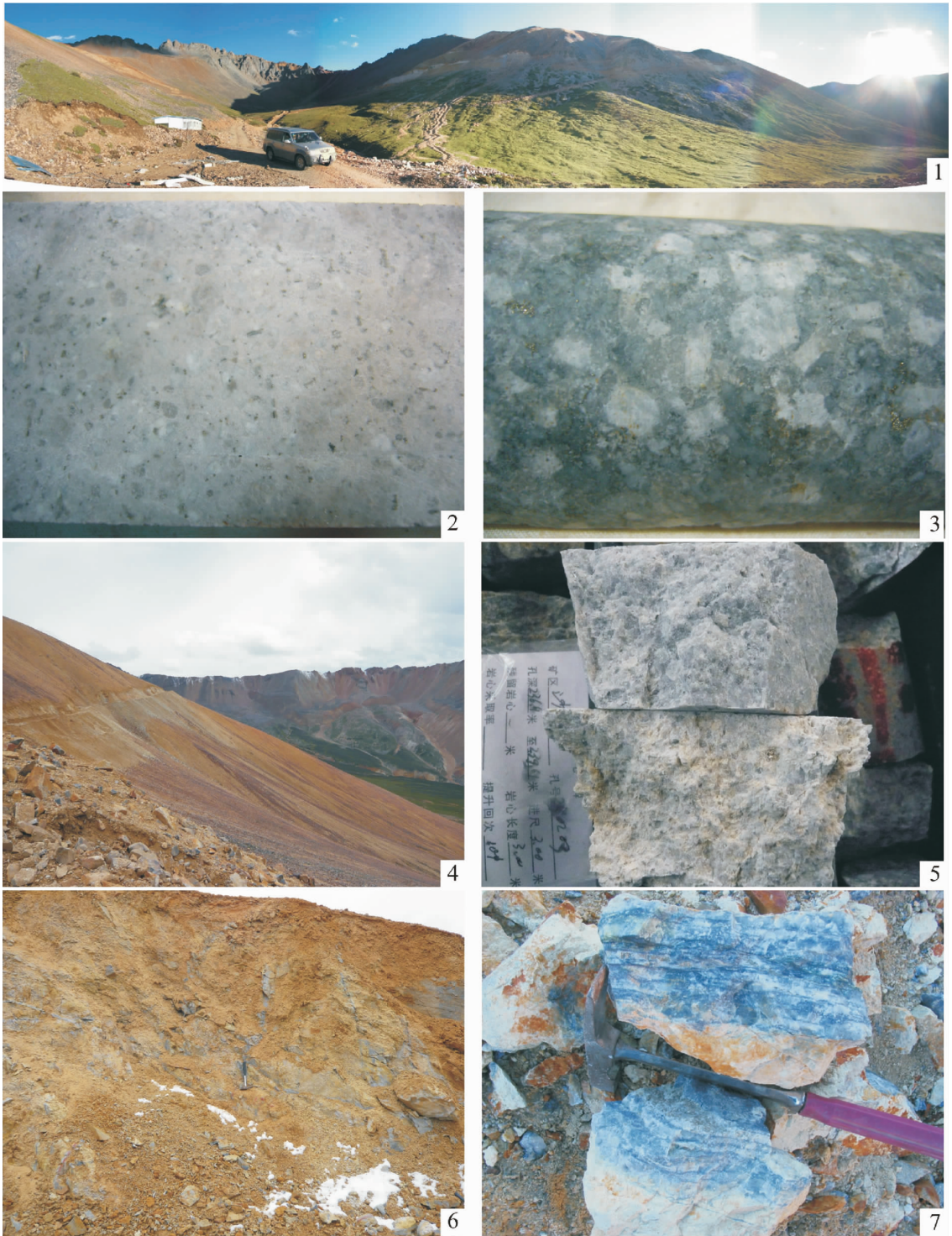


图3 沙让斑岩钼矿区蚀变矿化照片

1—沙让矿区东部全景图;2—细粒花岗斑岩;3—粗粒花岗斑岩;4—矿区西部地表呈现“火烧皮”现象,主要为褐铁矿化,镜头朝向S;
5—矿区两种主要的蚀变类型:上为硅化蚀变,下部为粘土化蚀变;6—ZK0205平台上的露头,
露头的花岗斑岩呈现出网脉状辉钼矿化;7—密集的脉状辉钼矿体

Fig.3 Photos showing the porphyries, alteration, oxidation and mineralization in Sangrang Mo district

1-The full view of the eastern part in the Sharang porphyry molybdenum district;2-Fine grain porphyry;3-Coarse grain porphyry;
4-The ilmenite oxidation zone;5-The two main types of alteration:silicification (upper) and clay alteration (lower);6-Stockwork
mineralization near the ZK0205 location;7-Dense vein molybdenite orebodies at the surface

于热液活动范围较大,使得其他类型的岩石中也沿裂隙面发生细脉状的矿化现象,如闪长岩中的辉钼矿细脉。

矿区钼品位变化极大,Mo 含量一般为 0.01%~0.86%;晚期矿化斑岩局部受构造改造形成热液充填石英脉型网脉状和大脉状富矿体,单样最高品位可达 9.53%,总体呈近东西向产出,与围岩呈渐变关系或界线清楚,节理裂隙发育。矿石的结构构造为矿石具半自形—自形粒状结构,交代结构,浸染、细脉—薄膜状构造、致密块状构造、粗脉状构造和碎裂状构造。金属矿物主要为辉钼矿、黄铁矿,含少量钛铁矿,少见黄铜矿等。脉石矿物主要为长石、石英及绢云母,含量 95%以上。成矿斑岩体为花岗斑岩,似斑状花岗岩的矿化并不好。

总体上,矿区的矿化强度大且较均匀,浸染状及细脉状矿化面状体(部分矿体品位在 0.06%~0.31%)中还穿插有晚期含辉钼矿石英脉富矿体(脉状矿体品位在 1.0%~9.0%),矿化强度高。在钻孔中,见到多层矿体,已明显表现出浸染状及细脉状矿化从浅部向深部矿化加强、品位增高的趋势。

2.4.2 脉系特征

类似于破裂裂隙十分发育的驱龙超大型斑岩铜钼矿床^[9],沙让斑岩钼矿的含矿斑岩及其围岩的破裂裂隙也很发育,相应地其中的细脉、细网脉发育(图 3-6,图 7),识别出的主要脉系有石英—石膏—辉钼矿脉、石英—辉钼矿脉和石英—黄铁矿—辉钼矿脉,分布较为广泛。有时脉中见条带状构造,主要是辉钼矿和石英呈条带状分布,在伊利石—水白云母化—弱硅化的花岗斑岩中较常见。网脉状的辉钼矿化在在地表粘土化的细粒花岗斑岩中均可发现。

通过详细的野外工作观察和钻孔岩心编录,观察到的脉体有如下几种:

①无矿化的脉系有:石英脉;石英—石膏脉;石膏脉;钾长石—石英脉;钾长石脉;黑云母—石膏脉;萤石脉;绿泥石脉;

②具辉钼矿化的脉系:石英—辉钼矿脉;石英—黄铁矿—辉钼矿脉;石英—石膏—黄铁矿—辉钼矿脉;辉钼矿细脉;黄铁矿脉;辉钼矿—石英脉;石膏—黄铁矿脉;石膏—辉钼矿脉;绿泥石—辉钼矿脉。

另外,有很多脉体周围有热液蚀变晕。晕的宽度不同,蚀变成的矿物也不同,但大多数蚀变成石英,少量在弱钾化带中蚀变成钾长石。

2.4.3 热液角砾岩

矿区还发育有热液角砾岩和隐爆角砾岩,其中的角砾为粘土化、硅化的花岗斑岩。少量的角砾有磨圆,可拼合,总体呈不规则棱角状,粒径为 1~15 cm。基质为岩浆质的物质,有少量的硅质胶结物。该角砾岩中的黄铁矿化和辉钼矿化要比上段的明显。而下部这种隐爆角砾岩的基质中大多数是含有细粒的星点状和浸染状的辉钼矿。

2.4.4 表生特征

地表可见钼华矿物,呈淡黄色,由于地表部分地区有覆盖,在所揭示的露头中均有发现。钼华在本矿区属于地表特征性的找矿标志。

3 矿化类型的确定与找矿潜力分析

3.1 矿化类型的确定

通过现场观察主要探槽工程、平硐、矿化露头和钻孔岩矿心,结合已有资料归纳出钼矿床地质特征,笔者的初步研究揭示沙让钼矿床具有如下特征:

(1)矿区内多期次侵位的各类岩石构成一个复式岩体,该矿区内岩浆活动相当复杂,多期侵位的各类岩石构成一个复式岩体。根据其穿插关系,可初步判断矿区所见的花岗斑岩(及其浅部相变产物细粒石英斑岩、次石英斑岩)应为主成矿期产物,细粒石英斑岩、花岗斑岩侵位于石英闪长岩、钾长花岗岩中,最后云斜煌斑岩侵入于上述岩石中;整个花岗斑岩体几乎达到了全岩矿化的程度,局部富集形成矿体;矿化明显受花岗斑岩体控制,矿体与围岩界线呈渐变关系;而含矿斑岩体从几处露头和钻孔揭露来分析,它们应该相连,已知斑岩体总面积大于 0.7 km²。

(2)矿区的一个显著特点就是其热液蚀变规模宏大,长达 5 km,宽达 3 km,面积约 16 km²。蚀变具明显分带性,自内向外为硅化绢云母化带—硅化泥化带—泥化带—青磐岩化带,与斑岩型铜钼矿床蚀变分带相似。只是中高温的硅化钾化带尚未出露,推测在深部应该出现主含矿带。花岗斑岩体节理裂隙发育,热液充填成矿作用明显,形成脉状、网脉状和大脉矿体。蚀变垂直分带明显,各种细脉十分发育。

(3)矿化规模较大,成矿为单钼,矿石具浸染状、细脉、网脉、薄膜状构造,致密块状构造、碎裂状构造,该矿床以出现大量的浸染状、细脉状硬石膏及少量萤石金红石、磷灰石为特征,表明沙让斑岩钼矿床形成于高氧逸度环境。

(4) 蚀变范围比金堆城超大型钼矿(蚀变范围达 8~9 km², 斑岩体面积 0.6 km²) 要大, 但目前沙让矿区揭露出的斑岩体面积要略大一些, 后者构成含钼 70 万 t 的世界级巨型钼矿(现年产钼 13000 t)。上述对比表明, 沙让矿区具有形成特大型斑岩钼矿床的迹象和条件。

(5) 斑岩铜钼矿床类型确定的 3 个充分必要条件: 含矿斑岩、特定的蚀变分带与细脉浸染状矿化^[14-16], 本区已具备。据此初步认为沙让钼矿床为斑岩型矿床, 多期次岩浆侵位分异演化热液成矿, 热液叠加富集特征明显。矿体中与围岩渐变过渡的细脉浸染状矿石可能与斑岩体同期, 脉状、小脉、中脉状富矿体则为后期热液叠加的结果。

(6) 矿区剥蚀程度很浅, 潜力很大。浅部斑岩粒度很细且斑晶少, 表现为伊利石-迪开石-中等硅化-弱绢云母化中低温蚀变, 矿化以中脉-小脉状石英脉矿化为特征。斑岩含矿的主带(硅化绢云母化带、钾化带等中高温蚀变带)尚未出露。表现为斑岩矿化上部带的特征, 钻孔中已明显表现出向深部硅化绢云母化增强与钼品位增高的趋势, 主矿体还在中下部(地表 200 m 以下)。地表已有见矿比高 250~

350 m, 从热液蚀变和小脉展布情况来判断, 密集细脉浸染状及网脉状矿化还在深部, 相应地, 矿体垂直延伸可能相当大(大于 600 m)。

3.2 物探异常显示矿化体延伸很大

激发极化法对矿化体反映比较明显, 极化率数值的变化范围为 0~12%, 结合瞬变电磁资料, 把极化率小于 2% 的测点地段认为不含矿或者弱蚀变体, 把极化率大于 2% 的测点地段定性认为属于矿化异常带。

根据地球物理测量结果, 测区内共发现矿化异常区两个。一号异常区的规模比较大, 东西方向横穿测区, 长度约 3000 m, 最大宽度约为 2190 m, 最小宽度约为 140 m。该区内的异常体厚度最大约 590 m, 最小约 120 m, 异常体平均长度约为 1900 m, 平均宽度约为 1800 m, 所以, 该区内的地下异常体在地面的投影面积约为 3.42 km²。该区内的地下异常体的海拔最高为 5220 m, 最低为 4440 m(图 4)。该矿化异常体普遍反映良好的深度范围主体为: 海拔 4700~5000 m。二号异常区规模较小, 分布于测区的西北角一带, 长度约 1100 m, 最大宽度约为 660 m, 最小宽度约为 160 m。该区异常体厚度最大约 640

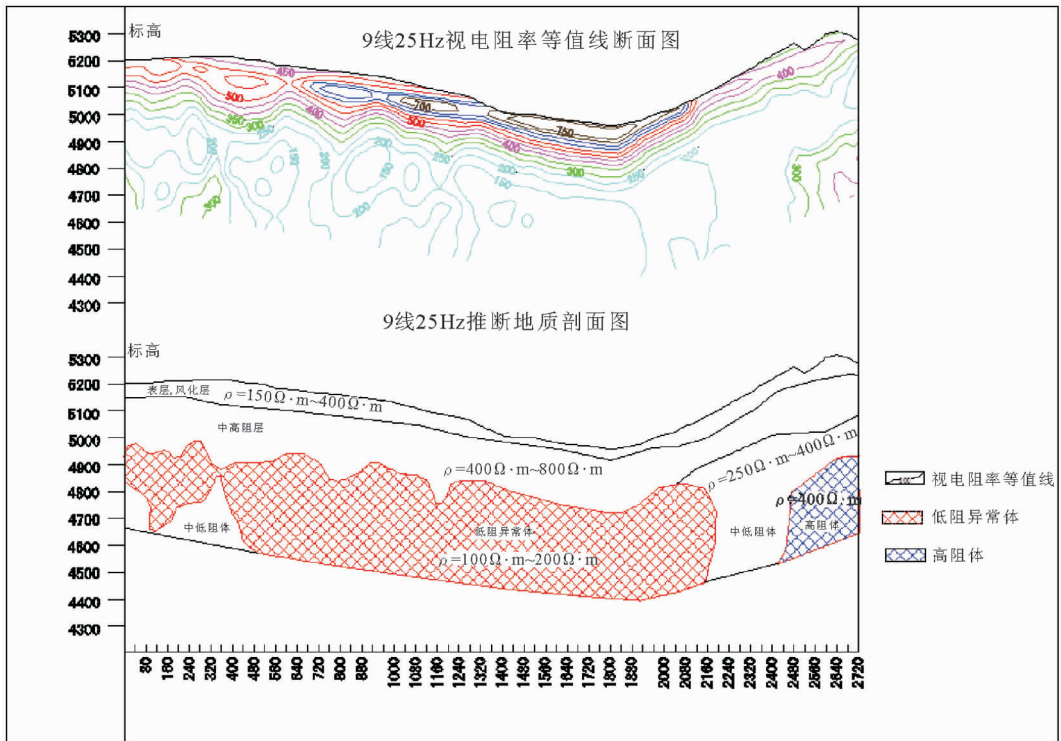


图 4 沙让钼矿区 12-9 线综合物探剖面图

Fig.4 No.12-9 line comprehensive geophysical profile of Sharang Mo district

m, 最小约 210 m, 该异常体的平均长度约为 1100 m, 平均宽度约为 320 m, 因而该区内的地下异常体在地面的投影面积约为 0.352 km²。地下异常体的海拔最高为 5200 m, 最低为 4680 m。两个异常区的面积总和为 3.77 km², 但由于地形复杂, 矿区坡积物覆盖较严重, 给施工造成困难, 使得在深度方面的数据信息存在一定的误差。

3.3 找矿标志

(1) 矿区钼矿直接找矿标志有矿化露头、辉钼矿转石、钼华。

(2) 矿区钼矿间接找矿标志主要有花岗斑岩体(脉)、“火烧皮”。

(3) 岩石/土壤测量中的钼异常。

(4) 各方向断裂破碎(蚀变)带、裂隙构造、硅化蚀变岩、石英脉、带状展布的黄(褐)铁矿化带、伊利石化-高岭土化。

(5) 地球物理勘探中的高激化、低阻、良导体。

4 讨论

4.1 区域成矿学意义

印度—亚洲大陆碰撞的起始时间是国际地学界争论的热点, 至今尚无一致的认识, 从主张晚白垩世(约 70 Ma)到主张始新世/渐新世之交(约 34 Ma)等各种观点都有。大量证据表明印度—亚洲大陆起始碰撞时间在西藏不晚于 65 Ma, 莫宣学等^[17-20]认为冈底斯广泛分布的林子宗群火山岩底部年龄代表了印—亚大陆碰撞的开始时间, 为 65 Ma 左右。完成碰撞的时间为 40~45 Ma。在碰撞期 50 Ma 发生了岩浆底侵与岩浆混合作用, 有一次大规模地幔镁铁质岩浆底侵事件^[2,3,18]。吴福元等^[21]新近研究表明主碰撞期为 55 Ma 左右, 成岩成矿很可能与大规模岩浆底侵形成的加厚的新生的下地壳部分熔融产生了含矿斑岩岩浆有关^[5,11,22]。

冈底斯西段的吉如铜钼矿区主体含矿岩体—黑云母二长花岗岩的侵位(锆石 48.68±0.49 Ma)和矿化时间(辉钼矿 Re-Os 同位素年龄 49.2±1.7Ma^[12]), 接近于代表印度—欧亚大陆碰撞峰期的冈底斯同碰撞花岗岩类曲水岩体的年龄(52.1~49.3 Ma)^[19], 落于印度—亚洲大陆主碰撞期时限之内(65~41 Ma)^[2], 不同于冈底斯铜矿带形成于陆内后碰撞造山向伸展走滑转换的过渡环境的驱龙、冲江、朱诺等矿床(成岩成矿年龄集中 17~12 Ma)。具有不同于冈底斯铜

矿带其他斑岩型铜矿床的成矿环境和成矿过程。

值得关注的是, 王立全等^[23]在林周盆地附近发现锆石 U-Pb 年龄为 58.7 Ma 蚀变花岗斑岩体^[23]。林周盆地古新世花岗斑岩是在 65 Ma 开始的印度—亚洲大陆碰撞早期阶段, 由于地壳缩短的加压升温引起“岛弧带”地壳岩石部分熔融作用的产物, 并在一定程度上带有弧火山岩的岩石地球化学特征与构造环境的“烙印”, 既与林子宗群典中组火山岩有异, 又与冈底斯中新世花岗斑岩明显不同, 也意味着有可能存在与碰撞期相关的斑岩体成矿。

沙让斑岩钼矿床的含矿斑岩为多期次侵位的复式杂岩体, 侵入时代相近, 笔者初步测得的含矿斑岩锆石 U-Pb 年龄为 53±1 Ma, 矿化明显受花岗斑岩体控制; 蚀变范围大, 矿体剥蚀程度浅, 表现为斑岩矿化上部带特征, 钻孔中明显表现出向深部硅化绢云母化增强与钼品位增高的趋势, 推测在深部可能出现主矿带。因此从目前的勘查程度看, 该矿床可达大型乃至超大型规模。

富金斑岩型铜矿床形成似乎对斑岩体的岩性有选择性, 多偏中性或碱性且分异程度较差。Blevin^[24]研究表明, 富金斑岩型铜矿床与氧化性高、分异演化较差花岗质岩浆(闪长质玢岩等)有关; 而斑岩型 Mo 矿床主要与氧化性较低、高度演化的花岗质岩浆(花岗质的斑岩等)有关; 斑岩型 Sn 矿床主要与高度分异演化、还原性的花岗质岩浆(流纹英安质斑岩)有关。而斑岩型铜钼矿床则具有前两者的过渡特点。

秦岭钼矿带黄龙铺碳酸岩脉钼(铅)矿床等时线 Re-Os 年龄为 221 Ma^[33], 此外还有桃园、垣头和华阳川碳酸岩脉铅—稀土—钼—铀矿床, 与大别山超高压变质带年龄 212~238 Ma 基本一致, 反映扬子陆块与华北陆块强烈碰撞, 成矿物质上地幔来源; 金堆城钼矿成矿年龄 132 Ma, 代表下地壳部分熔融与成矿时期。

综合国内外的研究认识, 斑岩钼矿的形成背景有 5 种^[23-31]: ①大陆裂谷或伸展环境; ②与走滑断裂有关的伸展; ③陆相破火山口; ④大陆碰撞环境的晚期阶段; ⑤地幔柱。现普遍认为: 富 Au 斑岩 Cu 矿床通常发育在岛弧的背景下, 而斑岩型 Cu-Mo 矿床似乎与大陆边缘的岩浆弧关系更密切, 斑岩型钼矿则产于地壳厚度较大的造山带。它们之间的区别是否就是由于岩浆的性质、俯冲带之上或碰撞带的岩石圈地幔不同、地壳厚度与性质的不同、构造背景的

不同和岩浆上升过程中分异程度不同和地壳混染程度的差别等因素造成的?

沙让斑岩铜矿床矿化类型的确认,证实西藏冈底斯斑岩成矿带不仅存在与后碰撞伸展环境相关的斑岩型铜钼矿床(30~13 Ma)。而且存在与碰撞环境相关的斑岩型钼矿床(53 Ma±);这一发现将极大地丰富找矿视野与拓展找矿方向,揭开寻找古近纪与碰撞环境相关的斑岩型钼矿床的序幕不仅对追溯印—亚大陆碰撞的起始时间、应力变化与深部岩浆过程具有重要意义,而且对指导冈底斯斑岩成矿带的成矿区划、勘查工作部署与进一步找矿突破也具有重要的现实意义。

4.2 区域找矿意义

西藏冈底斯斑岩铜钼矿集中区因其产于陆—陆(弧)碰撞期及碰撞晚期、成矿时代新、规模巨大而在中国斑岩铜钼矿中独具特色,但由于对相关矿床的大规模勘查和系统研究尚刚刚开始,研究程度相对较低,仍有很多问题困扰我们对碰撞造山成矿的深入理解。沙让斑岩钼矿的发现,是西藏近年来重要找矿进展之一。因为若在某处铜钼矿“处女地”首先发现的是大型矿床,还可能由此导出该区成为该类型铜钼矿的重要成矿区带,将相继找到一连串的大、中、小型矿床。通过对沙让钼矿这一西藏斑岩钼矿的解剖,将有助于回答冈底斯斑岩钼矿床的独特性,以及碰撞造山背景下大规模成矿为什么会发生?为什么会在那里发生?从而建立标志回答如何预测大规模成矿的有利地段这一重大应用科学问题,将提高对具有中国特色的碰撞背景斑岩钼矿认识程度,并有助于预测和发现矿化带。建立碰撞造山环境斑岩钼矿含矿斑岩体岩相、地球化学评价标志,对促进区域同类型矿床的勘查具有重要的实际意义。

致谢:西藏锦华矿业开发有限责任公司对我们野外工作给予大力协助与支持,西藏地质矿产勘查开发局多吉院士、黄卫、李金高、潘凤雏、张华平、程立军、张金树等高级工程师、中国地质科学院矿产资源研究所唐菊兴教授关注该项目并给予支持,在此一并致谢!

参考文献(References):

[1] 芮宗瑶,侯增谦,曲晓明,等.冈底斯斑岩铜矿成矿时代及青藏高原隆升[J].矿床地质,2003,22(30):217-225.
Rui Zongyao, Hou Zengqian, Qu Xiaoming, et al. Metallogenic Epoch of Gangdese Porphyry Copper Belt and Uplift of Qinghai-

Tibet Plateau [J]. Mineral Deposits, 2003, 22 (30):217-225 (in Chinese with English abstract).

[2] 侯增谦,杨竹森,徐文艺,等.青藏高原碰撞造山带:I.主碰撞造山成矿作用[J].矿床地质,2006,25(4):337-358.
Hou Zengqian, Yang Zhusen, Xu Wenyi, et al. Metallogenesis in Tibetan collisional orogenic belt; I. Mineralization in main collisional orogenic setting [J]. Mineral Deposits, 2006, 25(4):337-358(in Chinese with English abstract).

[3] 侯增谦,曲晓明,杨竹森,等.青藏高原碰撞造山带:III.后碰撞伸展成矿作用[J].矿床地质,2006,25(6):629-651.
Hou Zengqian, Qu Xiaoming, Yang Zhusen, et al. Metallogenesis in Tibetan collisional orogenic belt; III. Mineralization in post-collisional extension setting [J]. Mineral Deposits, 2006b 25(4):629-651(in Chinese with English abstract).

[4] 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,2004,22(2):165-170
Li Guangming, Rui Zongyao. Diagenetic and mineralization ages for the porphyry copper deposits in the Gangdese metallogenic belt, southern Xizang [J]. Geotectonica Et Metallogenia, 2004, 22(2):165-170(in Chinese with English abstract).

[5] Hou Z Q, Gao Y F, Qu X M, et al. Origin of adakitic intrusives generated during mid-Miocene East-west extension in southern Tibet [J]. Earth and Planetary Science Letters, 2004, 220:139-155.

[6] Qu Xiaoming, Hou Zengqian, Li Youguo. Melt components from a subducted slab in late orogenic ore-bearing porphyries in the Gangdese copper belt, southern Tibetan plateau [J]. Lithos, 2004, 74:131-148.

[7] 郑有业,张刚阳,许荣科,等.西藏冈底斯朱诺斑岩铜钼矿床成岩成矿时代约束[J].科学通报,2007,52(21):2542-2548.
Zhen Youye, Zhang Gnayang, Xu Rongke, et al. Diagenetic and mineralization ages of the Zhunuo porphyry copper deposit in Tibet [J]. Chinese Science Bulletin 2007, 52(21):2542-2548(in Chinese).

[8] 李金祥,秦克章,李光明,等.冈底斯中段尼木斑岩铜钼矿的 K-Ar、⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄:对岩浆-热液系统演化和成矿构造背景的制约[J].岩石学报,2007,23(5):953-966.
Li Jinxiang, Qin Kezhang, Li Guangming, et al. K-Ar and Ar-Ar ages of Nimu porphyry copper field in Central Gangdese: constrain on magmatic-hydrothermal evolution and ore-forming setting [J]. Acta Petrologica Sinica, 2007, 23(5):953-966(in Chinese with English abstract).

[9] Li Guangming, Qin Kezhang, Ding Kuishou, et al. Geology, Mineralogy Ar-Ar age and Mineral Assemblage of Eocene Skarn Cu-Au Mo deposits in the Southeastern Gangdese Arc, Southern Tibet: Implications for Deep Exploration [J]. Resource Geology, 2006, 56: 315-336.

[10] Mo X X, Dong G C, Zhao Z D, et al. Timing of magma mixing in the Gangdese magmatic belt during the India-Asian collision: Zircon SHRIMP U-Pb dating [J]. Acta Geologica Sinica, 2005, 79 (1):66-76.

[11] Qin K Z, Tosdal R, Li G M, et al. Formation of the Miocene porphyry Cu (Mo-Au) deposits in the Gangdese arc, southern

- Tibet, in a transitional tectonic setting [C]//Zhao C S, Guo B J (eds.) Mineral Deposit Research: Meeting the Global Challenge. China Land Publishing House, 2005, 3:44-47.
- [12] 张刚阳, 郑有业, 龚福志, 等. 西藏吉如: 与陆陆碰撞过程相关的斑岩铜矿成岩成矿时代约束[J]. 岩石学报, 2008, 24(3):473-479. Zhang Gangyang, Zheng Youye, Gong Fuzhi, et al. Geochronologic constraints on magmatic intrusions and mineralization of the Jiru porphyry copper deposit, Tibet, associated with continent - continent collisional process [J]. Acta Petrologica Sinica, 2008, 24 (3):473-479(in Chinese with English abstract).
- [13] 肖波, 李光明, 秦克章, 等. 冈底斯驱龙斑岩铜钼矿床的岩浆侵位中心和矿化中心: 破裂裂隙和矿化强度证据 [J]. 矿床地质, 2008, 27(2):200-208. Xiao Bo, Li Guangming, Qin Kezhang, et al. Magmatic intrusion center and mineralization center of Qulong porphyry Cu - Mo deposit in Tibet: Evidence from fissure-veinlets and mineralization intensity [J]. Mineral Deposits, 2008, 27 (2):200-208 (in Chinese with English abstract).
- [14] 秦克章. 试论大型-超大型铜矿床的主要控制因素[J]. 地质探索, 1993, (8):39-45. Qin Kezhang. On the major ore-controlling factors over large - superlarge copper deposits[J]. Exploration of Geosciences. 1993, 8; 39-45(in Chinese with English abstract).
- [15] 王之田, 秦克章, 张守林. 大型铜矿地质与找矿[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1994:162. Wang Zhitian, Qin Kezhang, Zhang Shoulin. Geology and Exploration of Large Copper Deposits [M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 1994:162(in Chinese).
- [16] David R, Peter, John L. Giant porphyry deposits: characteristics, distribution, and tectonic controls [J]. Economic Geology, 2005, 100:801-818.
- [17] Yin A, Harrison T M. Geologic evolution of the Himalayan-Tibet [J]. Orogen Annu Rev Earth Planet Sci, 2000, 28:211-280.
- [18] 莫宣学, 赵志丹, 邓晋福, 等. 印度-亚洲大陆主碰撞过程与火山作用响应[J]. 地质前缘, 2003, 10:135-148. Mo Xuanxue, Zhao Zhidan, Deng Jinfu, et al. Response of volcanism to the India-Asia collision [J]. Earth Science Frontiers, 2003, 10:135-148(in Chinese with English abstract).
- [19] Dong G C, Mo X X, Zhao Z D, et al. Magma mixing of mantle and crust source during India -Eurasian continental collision: Evidences from Gangdise magma belt [J]. Acta Petrologica Sinica, 2006, 22 (4): 835-844.
- [20] 莫宣学, 赵志丹, 周肃, 等. 印度-亚洲大陆碰撞的时限 [J]. 地质通报, 2007, 26(10):1240-1244. Mo Xuanxue, Zhao Zhidan, Zhou Su, et al. On the timing of India -Asia continental collision [J]. Geological Bulletin of China, 2007, 26(10):1240-1244(in Chinese with English abstract).
- [21] 吴福元, 黄宝春, 叶凯, 等. 青藏高原造山带的垮塌与高原隆升 [J]. 岩石学报, 2008, 24(1):1-30. Wu Fuyuan, Huang Baochun, Ye Kai, et al. Collapsed Himalaya - Tibetan orogen and the rising Tibetan Plateau [J]. Acta Petrologica Sinica, 2008. 24(1):1-30(in Chinese with English abstract).
- [22] 王立全, 朱弟成, 耿全如, 等. 西藏冈底斯带林周盆地与碰撞过程相关花岗斑岩的形成时代及其意义 [J]. 科学通报, 2006, 51 (16):1920-1928. Wang Liqun, Zhi Dicheng, Geng Quanruo, et al. Ages of granitic porphyry associated with collision process in Linzhou Basin of Gangdise belt, Tibet and its significance [J]. Chinese Science Bulletin, 2006, 51(16):1920-1928(in Chinese).
- [23] 曲晓明, 侯增谦, 莫宣学, 等. 冈底斯斑岩铜矿与南部青藏高原隆升之关系-来自含矿斑岩中多阶段锆石的证据 [J]. 矿床地质, 2006, 25(4): 388-400. Qu Xiaoming, Hou Zengqian, Mo Xuanxue, et al. Relationship between Gangdise porphyry copper deposits and uplifting of southern Tibet plateau: Evidence from multistage zircon of ore - bearing porphyries [J]. Mineral Deposits, 2006, 25 (4):388-400(in Chinese with English abstract).
- [24] Ishihara S. Granitoid series and mineralization in the Circum - Pacific Phanerozoic granitic belts [J]. Resource Geology, 1998, 48: 219-224.
- [25] 秦克章, 汪东波, 王之田, 等. 中国东部铜矿床类型、成矿环境、成矿集中区与成矿系统[J]. 矿床地质, 1999, 18(4):359-371. Qin Kezhang, Wang Dongbo, Wang Zhitian, et al. Types, geological background, metallogenic provinces and ore - forming systematics of major copper deposits in eastern China [J]. Mineral Deposits, 1999, 18(4):359-371(In Chinese with English abstract).
- [26] Chen Yanjing, Li Chao, Zhang Jing, et al. Sr and O isotopic characteristics of porphyries in the Qinling molybdenum deposit belt and their implication to genetic mechanism and type [J]. Science in China(Ser.D), 2000, 43(Supp.1):82-94.
- [27] 毛景文, 张作衡, 余金杰, 等. 华北及邻区中生代大规模成矿的地球动力学背景: 从金属矿床年龄精测得到启示 [J]. 中国科学(D辑), 2003, 33(4):289-299. Mao Jingwen, Zhang Zuoheng, Yu Jinjie, et al. Geodynamic settings of Mesozoic large-scale mineralization in North China and adjacent areas -- Implication from the highly precise and accurate ages of metal deposits [J]. Science in China (Ser.D), 2003, 33(4): 289-299(in Chinese).
- [28] Tosdal R M, Richards J P. Magmatic and structural controls on the development of porphyry Cu - Mo - Au deposits [J]. Society of Economic Geologists Reviews, 2001, 14:157-181.
- [29] Lipman P W. Evolution of silicic magma in the upper crust: the mid-Tertiary Latir volcanic field and its cogenetic granitic batholith, northern New Mexico, U.S.A.: Transactions of the Royal Society of Edinburgh[J]. Earth Sciences, 1988, 79:265-288.
- [30] Carten R B, White W H, Stein H J. High-grade, granite-related molybdenum systems: classification and origin [C]//Kirkham R V, Sinclair W D, Thorpe R I. (eds.). Mineral Deposit Modeling: Geological Association of Canada, 1993, Special Paper 40:521-554.
- [31] Me Cutcheon S R, Anderson H E, Robinson P T. Stratigraphy

- and eruptive history of the Late Devonian Mount Pleasant caldera complex, Canadian Appalachians [J]. *Geological Magazine*, 1997, 134:17-36.
- [32] Blevin P L. Redox and Compositional Parameters for Interpreting the Granitoid Metallogeny of Eastern Australia: Implication for gold-rich ore systems[J]. *Resource Geology*, 2004, 54(3):241-252.
- [33] 李永峰, 毛景文, 胡华斌, 等. 东秦岭钼矿类型、特征、成矿时代及其地球动力学背景[J]. *矿床地质*, 2005, 24(3):291-303.
- Li Yongfeng, Mao Jingwen, Hu Huabin, et al. *Geology, distribution, types and tectonic settings of Mesozoic molybdenum deposits in East Qinling area* [J]. *Mineral Deposits*, 2005, 24(3): 291-303(in Chinese with English abstract).

Discovery of sharang large-scale porphyry molybdenum deposit, the first Single Mo deposit in Tibet and its significance

QIN Ke-zhang¹, LI Guang-ming¹, ZHAO Jun-xing¹, LI Jin-xiang¹, XUE Guo-qiang¹,
YAN Gang², SU Deng-kui², XIAO Bo¹, CHEN Lei¹, FAN Xin¹

(1. *Key Laboratory of Mineral Resources, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China;*
2. *No.6 Geological Team, Xizang Bureau of Geology and Mineral Resources, Duilongdeqing 851400, Tibet, China*)

Abstract: Recently, series of major breakthroughs for porphyry copper exploration have been made in the Gangdese Metallogenic belt in Tibet. Alteration and mineralization ages of the Gangdese porphyry-skarn Cu(Mo) deposits concentrate in the range of 30~12 Ma, formed in the extension environment of late stage of collision between India and the Asian continents or the transitional environment from the post-collisional compression setting to strike-slip extension. However, the independent porphyry molybdenum deposit associated with the collisional setting has not been reported so far. This paper studies the ore-bearing porphyries, the types and horizontal and vertical zonation of hydrothermal alteration, the characteristics of hydrothermal vein system and mineralization, according to the systematic fieldwork and the mapping work of the drilling holes. The granitic porphyry is the ore-forming intrusion with intensive alteration of 9 km² in area. It concludes that, Sharang porphyry molybdenum is single porphyry molybdenum without any other important accompanying metal resources and it has been formed in the main collisional setting around 55 Ma. This study compares the scale of alteration and the intensity of mineralization with the same type of molybdenum deposits. Based on the comparisons and the results of TEM and induced electrical survey, the Sharang porphyry molybdenum deposit has rather large vertical extension to 800 m in the depth and shows excellent metallogenic conditions and great potential for further exploration. The establishment of the Sharang single porphyry molybdenum deposit will enrich the metallogenic pedigree of the giant Gangdese porphyry metallogenic belt. This discovery has a great significance for regional research and prospecting.

Key words: Sharang porphyry Mo deposit; hydrothermal alteration; geophysical anomaly; prospect analysis; Gangdese ore belt; metallogenic implication

About the first author: QIN Ke-zhang, male, born in 1964, Senior researcher, engages in the study of metallogeny of orogenic belts; E-mail: kzq@mail.iggcas.ac.cn.