

西藏羌塘-三江区金属矿床成矿系列研究

罗梅¹⁾, 潘凤雏²⁾, 李巨初¹⁾, 徐志忠³⁾, 邓午忠⁴⁾, 李关清⁵⁾, 刘丽君⁶⁾

1) 成都理工大学, 成都, 610059; 2) 西藏自治区地质调查院, 拉萨, 850001;

3) 西藏地勘局第五地质大队, 青海格尔木, 816000; 4) 西藏地勘局第六地质大队, 拉萨, 851400;

5) 西藏地勘局区域地质调查大队, 拉萨, 851400; 6) 中国地质大学, 北京, 100083

内容提要:本文依据近年西藏自治区矿产资源大调查的资料与西藏自治区矿产资源潜力评价研究获得的系统、详细的矿产资源资料, 系统总结了西藏自治区金属矿床成矿系列及矿床成矿谱系, 重点论述了喀喇昆仑(羌塘)-三江成矿省(含西金乌兰-金沙江成矿带、北羌塘-昌都成矿带及喀喇昆仑-他念他翁成矿带)的矿产地质特征及成矿分布规律与成矿系列。羌塘-三江成矿区除喀喇昆仑-他念他翁成矿带(Ⅲ-37)的多龙、美多及当曲等矿床分布在南羌塘与他念他翁地区外, 其他主要矿床都分布在藏东三江地区。羌南地区主要有与燕山中晚期岩浆作用有关(如多龙铜矿)矿床成矿系列、与新生代流体-改造有关(如美多锑矿)矿床成矿系列和与燕山中晚期层控热液-改造有关(如当曲铁矿)矿床成矿系列。喜马拉雅期在藏东三江地区的成矿事件是非常重要的金属矿床成矿事件。造山带产生大规模走滑-伸展、推覆-剪切及其伴生的富钾碱性斑岩(岩浆热液)、弧后前陆盆地两侧推覆形成的盆地流体系统(以热液对流系统为特征), 构成了玉龙铜矿为代表的 Cu-Mo-Ag 成矿系列和拉诺玛铅矿为代表的 Pb-Zn-Sb 成矿系列, 及美多锑矿为代表的 Sb-Ag 成矿系列。

关键词: 西藏自治区; 喀喇昆仑-三江成矿省; 金属矿床; 成矿分布规律; 矿床成矿系列

依据近年西藏自治区矿产资源大调查的资料与西藏自治区矿产资源潜力评价研究获得的系统、详细的矿产资源资料, 编写西藏金属矿床成矿系列与成矿谱系研究论文。鉴于西藏地域较广且区域构造复杂, 金属矿床种类较多, 系列研究择西藏自治区最主要的优势矿种(铜、铅锌、金银、锑、钼、铁、铬等), 全区分喀喇昆仑-三江(Ⅱ-9)、大冈底斯(Ⅱ-10)、大喜马拉雅(Ⅱ-11)共三个区进行论述, 以求较系统全面反映西藏主要优势金属矿产全貌和整体成矿规律(图1)。

由图1可看出, 西藏喀喇昆仑-三江成矿省(Ⅱ-9)位于西藏自治区北部和东部, 包括喀喇昆仑、羌塘及其东南三江地区, 区内以出露晚古生代—三叠纪蛇绿混杂岩、三叠纪—侏罗纪陆棚碎屑岩-碳酸盐岩为特征。喀喇昆仑-三江成矿省(Ⅱ-9)含西金乌兰-金沙江成矿带(Ⅲ-33)、北羌塘-昌都成矿带(Ⅲ-36)、喀喇昆仑-他念他翁成矿带(Ⅲ-37)三个成矿带, 本文分别从矿床分布特征、成矿作用特征、成矿系列划

分及其特征等方面对各成矿带金属矿床的成矿分布规律进行系统论述。

1 西金乌兰-金沙江成矿带

西金乌兰-金沙江成矿带(Ⅲ-33)是喀喇昆仑-三江成矿省最北边的成矿带(位处金沙江结合带), 北以郭扎错-羊湖-西金乌兰断裂及卡松渡-波罗-布虚断裂大致为界, 南以拜惹布错-雪环湖-乌兰乌拉断裂及字嘎寺-德钦断裂大致为界, 面积约 4.28×10^4 km²。该成矿带在全国成矿区划称金沙江 Fe、Cu、Pb、Zn 成矿带, 以发育晚古生代—三叠纪蛇绿混杂岩为其主要特征, 其上被上三叠统角度不整合覆盖, 自西向东可分为西金乌兰混杂岩群和金沙江混杂岩群。

1.1 矿床分布特征

西金乌兰-金沙江成矿带(Ⅲ-33)矿床的空间分布, 主要在西藏自治区东部三江地区的苟鲁山克措-江达成矿亚带(Ⅳ-5), 进一步划分为: 加多岭-丁钦

注: 本文为西藏自治区矿产资源潜力评价项目(编号 1212010813025, 1212010881631 和 1212011121023) 和中国地质大调查“我国重要矿产和区域成矿规律研究”项目(编号 1212010633903) 及“中国矿产地质与区域成矿规律综合研究(中国矿产地质志)”项目(编号 1212011220369) 资助的成果。

收稿日期: 2014-10-14; 改回日期: 2014-11-10; 责任编辑: 周健。

作者简介: 罗梅, 男, 1948年生。教授, 研究方向: 矿床学及矿产资源勘查与开发。Email: luom180@126.com。

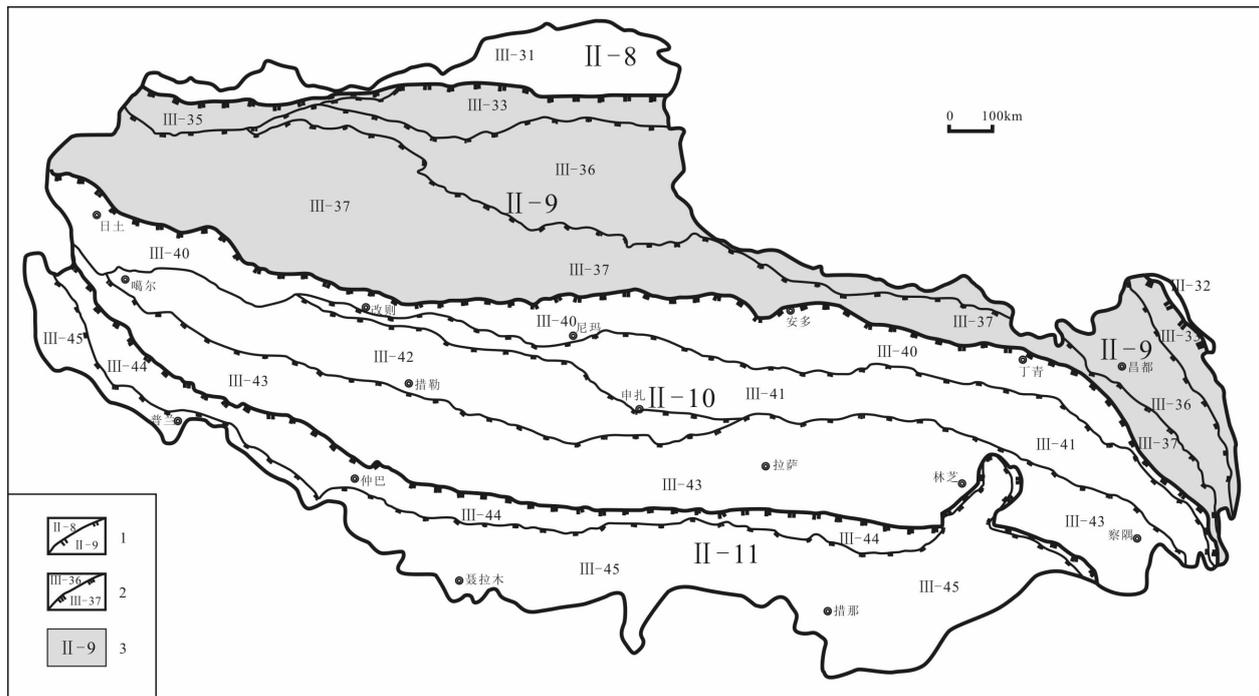


图 1 西藏自治区成矿区带划分及喀喇昆仑-三江成矿省(II-9)分布图

Fig. 1 Metallogenic district of Tibet autonomous region division and Karakorum-Sanjiang metallogenic province (II-9) distribution

1—二级成矿区编号及分界线;2—三级成矿带编号及分界线;3—研究区范围;II-8—巴颜喀拉-松潘成矿省;II-9—喀喇昆仑-三江成矿省;II-10—大冈底斯成矿省;II-11—大喜马拉雅成矿省;III-31—南巴颜喀拉-雅江成矿带;III-32—玉树-义敦乡成矿带;III-33—西金乌兰-金沙江成矿带;III-35—乔尔天山-阿克萨依(甜水海)成矿带;III-36—北羌塘-昌都(-普洱)成矿带;III-37—喀喇昆仑-他念他翁成矿带;III-40—班公湖-怒江成矿带;III-41—北冈底斯成矿带;III-42—中冈底斯成矿带;III-43—南冈底斯-念青唐古拉成矿带;III-44—雅鲁藏布成矿带;III-45—大喜马拉雅成矿带

1—The secondary metallogenic district's number and the dividing line;2—the third level metallogenic belt's number and the dividing line;3—the scope of the study area;II-8—Bayankala-Songpan metallogenic province;II-9—Karakorum-Sanjiang metallogenic province;II-10—Great Gangdese metallogenic province;II-11—Great Himalayan metallogenic province;III-31—South Bayankala-Yajiang metallogenic belt;III-32—Yushu-Yudun metallogenic belt;III-33—Xijirulan-Jinsha river metallogenic belt;III-35—Joel Tianshan-Al-Aqsa (sweet sea) metallogenic belt;III-36—North Qiangtang-chamdo (-Pu'er) metallogenic belt;III-37—Karakorum-Tanitawen metallogenic belt;III-42—Middle Gangdese metallogenic province;III-43—South Gangdese-Nyainqentanglha metallogenic belt;III-44—Yarlungzangbo metallogenic belt;III-45—Great Himalayan metallogenic belt

弄-仁达(V-6)和颠达-江达普-查冲玛(V-7)二个五级成矿远景区,主要有铅锌矿、铁矿和铜矿,此外有玢岩型磷矿(图 2)。

(1)加多岭-丁钦弄-仁达成矿远景区(V-6):分布的矿床主要有丁钦弄铅锌矿、加多岭铁矿、仁达铜金矿、给拉-马龙铜矿、加多岭磷矿等。

(2)颠达-江达普-查冲玛成矿远景区(V-7):分布的矿床主要有颠达铅锌银矿、江达普铁铜矿、查冲玛铜矿、阿中铜铅锌矿、交普贡铁矿等。

本区矿床的分布有两个特点:一是靠近成矿带的东北、南西断裂带附近分布;二是在加多岭铁矿的集中区及江普达铁铜矿的集中区分布。它们在大地构造位置上位于金沙江结合带,矿床(点)在靠近金

沙江缝合带(西侧)分布,成矿可能与金沙江洋板块的拼合及板块向西的俯冲作用引起的岩浆活动与成矿作用有关。

三江地区(成矿带)矿床的成矿时间:铁(磷)矿成矿时代为印支晚期;铅锌银矿成矿时代为喜马拉雅期(50~30 Ma),与金沙江洋板块的拼合及板块向西的俯冲作用引起的岩浆活动相一致。

1.2 成矿系列及其成矿作用特征

西金乌兰-金沙江成矿带(III-33)矿床成矿系列,可划分为荷鲁山克措-江达与玢岩及中酸性岩浆作用有关的 Fe-Cu-Au-Pb-Zn 矿床成矿系列,进一步分为丁青弄-加多岭地区与玢岩有关的 Fe(P)矿床成矿亚系列、丁钦弄-加多岭地区与中酸性岩浆作

用有关的 Pb-Zn-Cu-Ag 成矿亚系列、查冲玛-颠达地区与中酸性火山热液作用有关的 Pb-Zn-Ag 矿床成矿亚系列。各成矿系列基本特征列入表 1, 下面简要论述各成矿系列(矿床式)的成矿作用特征。

1.2.1 江达地区与印支晚期玢岩岩浆作用有关的 Fe-Cu-P 矿床成矿系列(xzMz₁)

丁钦弄-加多岭地区与玢岩有关的铁(磷)矿床成矿亚系列(xzMz₁₋₁)

加多岭式 Fe(P) 矿(xzMz₁₋₁)

加多岭铁(磷)矿为大型玢岩型矿床, 位于江达县

城北部约 30 km, 区域构造岩浆岩带属喀喇昆仑-横断山构造岩浆省的大金沙江构造岩浆岩带的西金乌兰-金沙江亚带, IV 级构造单元属苟鲁山克措-江达段。

加多岭矿床赋矿地层为上三叠统洞卡组(T₃dk)中酸性火山岩建造, 火山活动受断裂带控制, 形成沉降型中心式火山机构。成矿有利的超浅成石英闪长玢岩($\delta_{0\mu}T_3$), 沿背斜轴部侵入洞卡组中下部火山岩系中。外接触带具角岩化、硅化。玢岩体自身蚀变较强烈, 如绿泥石化、钠化、碳酸盐化。玢岩体内可见构造角砾岩带, 对成矿十分有利。

表 1 西金乌兰-金沙江成矿带(Ⅲ-33)矿床成矿系列特征简表

Table 1 Metallogenic series of the Xijir Ulan-Jinsha River metallogenic belt (Ⅲ-33)

成矿带	矿床成矿系列		矿床式(矿种)	矿床类型	围岩	成矿时代	实例
	系列	亚系列					
西金乌兰-金沙江成矿带(Ⅲ-33) xz 西金乌兰-金沙江成矿系列组(Ⅲ-33)	xzCz ₁ 江达地区与喜马拉雅期中酸性岩浆作用有关的 Fe-Cu-Au-Pb-Zn 矿床成矿系列	xzCz ₁₋₁ 丁钦弄-加多岭地区与中酸性岩浆作用有关的 Pb-Zn-Cu-Ag 成矿亚系列	丁钦弄式 PbZnAg	矽卡岩型	上三叠统(T ₃ dk)大理岩、黑云母二长花岗岩	喜马拉雅期 32~33 Ma; 21~15 Ma	丁钦弄、仁达、江达普、阿中
		xzCz ₁₋₂ 查冲玛-颠达地区与中酸性火山热液作用有关的 Pb-Zn-Ag 矿床成矿亚系列	颠达式 PbZnAg	热液型	上三叠统(T ₃)碳酸盐岩、中酸性火山岩	喜马拉雅期 (50~30 Ma)	颠达、查冲玛
	xzMz ₁ 江达地区与印支晚期玢岩岩浆作用有关的 Fe-Cu-P 矿床成矿系列	xzMz ₁₋₁ 丁钦弄-加多岭地区与玢岩有关的 Fe-(P) 矿床成矿亚系列	加多岭式 Fe(P)	玢岩型	上三叠统(T ₃ dk)中酸性火山岩建造	印支晚期 214 Ma	加多岭

洞卡组火山岩与石英闪长玢岩有成因联系, 加多岭石英闪长玢岩中出现的隐爆角砾岩应为火山通道产物, 即石英闪长玢岩实际是火山喷发末期或稍后的潜火山岩。洞卡组火山岩形成于晚三叠世卡尼期(时间约 217 Ma), 而石英闪长玢岩形成年龄为 214 Ma, 表明石英闪长玢岩稍晚于洞卡组火山岩形成。石英闪长玢岩和洞卡组火山岩, 岩石化学、稀土元素、地球化学特征相似, 说明两者的岩浆具有同源性, 石英闪长玢岩应为洞卡组火山岩喷发旋回同一岩浆演化的产物。矿石自然类型为磁铁矿石、磷灰石赤铁矿磁铁矿石。矿石矿物为磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿、黄铁矿, 脉石矿物为石英、方解石、重晶石、阳起石等。铁磷矿床的近矿围岩蚀变主要为绿泥石化、绿帘石、磷灰石化, 磷灰石化愈强烈则铁磷矿化愈明显。

依据上述地质矿产特征, 初步认为加多岭铁(磷)矿床是中基性到酸性陆相火山喷发为主, 伴随浅成或超浅成侵入活动而形成的玢岩型铁(磷)矿。

1.2.2 江达地区与喜马拉雅期中酸性岩浆作用有关的 Fe-Cu-Au-Pb-Zn 矿床成矿系列(xzCz₁)

丁钦弄-加多岭地区与中酸性岩浆作用有关的 Pb-Zn-Cu-Ag 成矿亚系列(xzCz₁₋₁)

丁钦弄式 PbZnAg 矿(xzCz₁₋₁)

丁钦弄铅锌银矿为大型矽卡岩型矿床, 位于江达县城北约 50 km, 区域构造岩浆岩带属喀喇昆仑-横断山构造岩浆省的大金沙江构造岩浆岩带的西金乌兰-金沙江亚带, IV 级构造单元属苟鲁山克措-江达段。

丁钦弄矿床赋矿地层为上三叠统洞卡组(T₃dk)大理岩与中酸性火山岩, 酸性侵入岩体主成为燕山期黑云母二长花岗岩(Ar/Ar 模式年龄 157.41±1.2 Ma, 坪年龄 112.7±5.48 Ma)。丁钦弄矿床具多期成矿特征, 后期的岩浆热液成矿作用时间应为渐新世(为主)—中新世, 成矿年代为 32~33 Ma, 21~15 Ma(唐菊兴等 2003)。

丁钦弄矽卡岩型铅锌银矿床的矿体分布在酸性

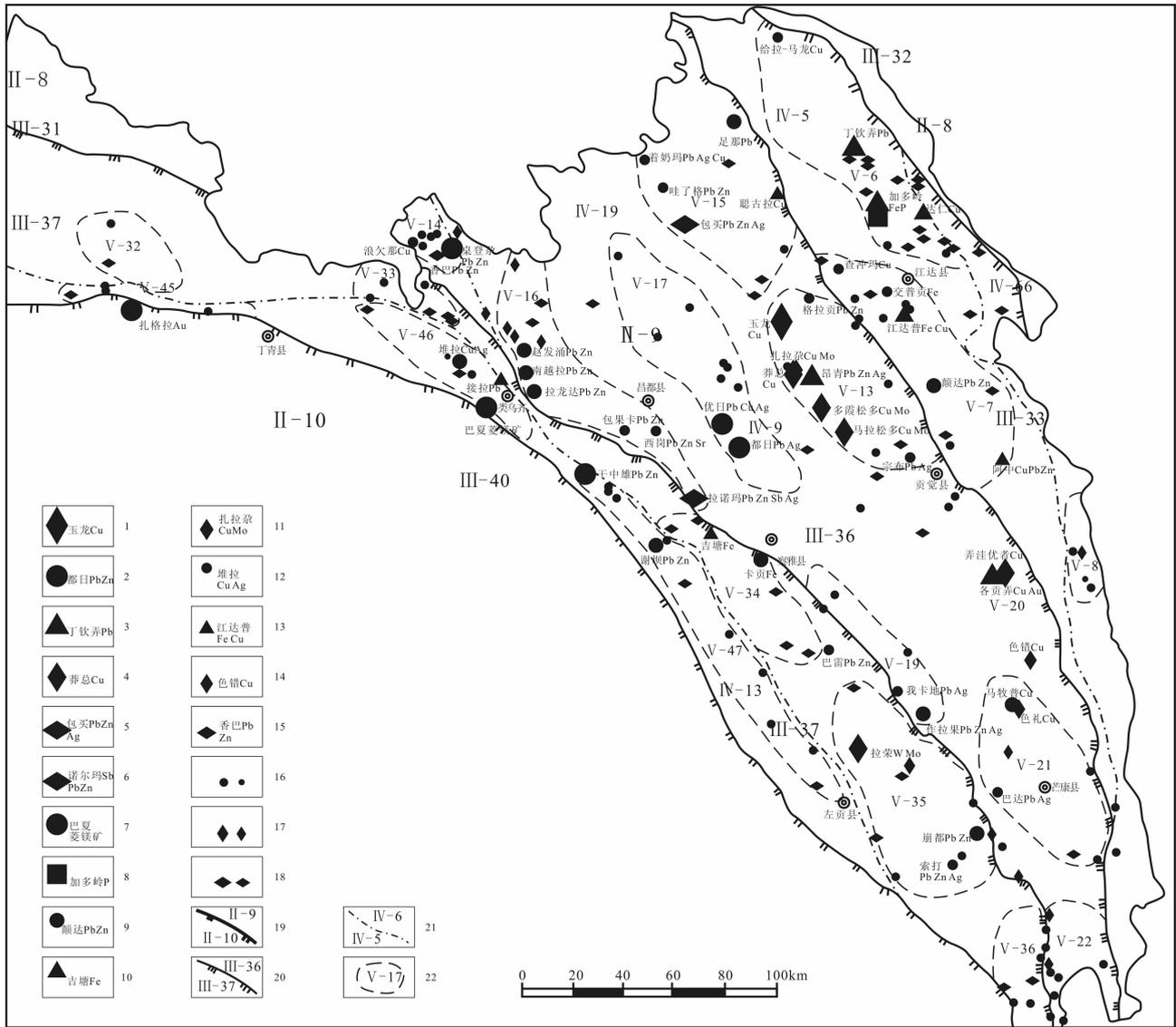


图 2 西藏喀喇昆仑-三江成矿区(II-9)三江段矿产分布图

Fig. 2 Mineral distribution in Sanjiang section of Tibet Karakorum-Sanjiang metallogenic zone (II-9)

1—超大型斑岩型矿床(玉龙铜矿);2—大型热液型矿床(都日铅锌矿);3—大型矽卡岩型矿床(丁青弄铅矿);4—大型斑岩型矿床(莽总铜矿);5—大型层控流体热液矿床(包买铅锌银多金属矿);6—大型碳酸岩型(MVT)矿床(诺尔玛锑铅锌多金属矿);7—大型热液型菱镁矿;8—大型玢岩型磷矿;9—中型热液型矿床(颠达铅锌矿);10—中型矽卡岩型矿床(吉塘铁矿);11—中型斑岩型矿床(扎拉杂铜钼矿);12—小型热液型矿床(堆拉铜银矿);13—小型矽卡岩型矿床(江达普铁铜矿);14—小型斑岩型矿床(色错铜矿);15—小型层控流体热液矿床(香巴铅锌矿);16—热液(含矽卡岩)型矿点、矿化点(未列矿名称);17—斑岩型矿点、矿化点(未列矿名称);18—层控流体热液矿点、矿化点(未列矿名称);19—二级成矿区编号及分界线;20—三级成矿带编号及分界线;21—四级成矿区编号及分界线;22—五级成矿远景区编号及范围

1—Super-large porphyry type deposit(Yulong copper deposit);2—large hydrothermal type deposit(Duri Pb-Zn deposit);3—large skarn type deposit(Dingqingnong lead deposit);4—large porphyry type deposit(Mangzong copper deposit);5—large stratabound-hydrothermal reformed deposit(Baomai Pb-Zn-Ag polymetallic deposit);6—large carbonatite type (MVT) doposite (Norma Pb-Zn polymetallic deposit); 7—large hydrothermal type magnesitedeposit;8—large porphyrite type phosphate deposit;9—medium hydrothermal type deposit(Dianda Pb-Zn deposit); 10—medium skarn type deposit(Jitang iron deposit);11—medium porphyry type deposit(Zalagar copper-molybdenum deposit);12—miniature hydrothermal type deposit(Duila Cu-Ag deposit);13—miniature skarn type deposit(Jiangpuda Fe-Cu deposit);14—miniature porphyry type deposit(Secuo copper deposit);15—miniature stratabound-hydrothermal reformed deposit(Xiangba Pb-Zn deposit);16—hydrothermal type (bearing skarn)ore occurrences and mineralized points(not list the deposits'names);17—porphyry type occurrences and mineralized points(not list the deposits'names);18—strataboundfluid hydrothermal type ore occurrences and mineralized points(not list the deposits'names);19—the secondary metallogenic district's number and the dividing line;20—the third level metallogenicbelt's number and the dividing line;21—the fourth level metallogenicarea's number and the dividing line;22—the number and scope of the fifth level metallogenic prospect

侵入岩体与洞卡组大理岩或火山岩(安山岩或安山玢岩)的接触部位,矿床的主要控矿构造为丁得背斜,各矿(化)体均与该背斜构造有关。矿体的顶板为粗晶大理岩,对成矿起着良好的屏蔽作用,矿(化)体底板为酸性侵入岩体,为成矿提供了热源、物源;因酸性侵入岩的侵入,导致上覆灰岩隆起形成丁得背斜,同时形成一系列的层间破碎带,为成矿提供了有利空间。

丁钦弄矿床成矿作用过程可能是,在酸性岩浆侵入时热量大量散发,导致灰岩大量重结晶(形成大理岩)和发生交代作用产生矽卡岩化,在重结晶和矽卡岩化交代过程中伴随着成矿元素的活化迁移,同时在岩浆逐渐冷却、分异过程中也形成了大量的挥发性组分和成矿元素,在层间破碎带内汇聚并形成矿(化)体,因酸性岩浆的多期次侵入,成矿元素经多次叠加形成了富矿体。

查冲玛-颠达地区与中酸性火山热液作用有关的Pb-Zn-Ag矿床成矿亚系列(xzCz₁₋₂)

颠达式PbZnAg矿(xzCz₁₋₂)

颠达铅锌银矿为中型热液型矿床,位于江达县城东南约42 km,区域构造岩浆岩带属喀喇昆仑-横断山构造岩浆省的大金沙江构造岩浆岩带的西金乌兰-金沙江亚带,Ⅳ级构造单元属苟鲁山克措-江达段。

颠达矿床赋矿围岩主要为上三叠统洞卡组(T₃dk)中酸性火山喷出岩系和上三叠统波里拉组(T₃b)滨浅海相含生物碎屑碳酸盐岩建造。洞卡组(T₃dk)中酸火山喷出岩系岩性主要为英安岩、凝灰岩和火山角砾岩;波里拉组(T₃b)岩性主要为灰岩、泥灰岩、角砾状灰岩、粉砂岩等。矿区发育有中基侵入岩,主要为辉石闪长岩,与成矿关系不密切,形成时代为中侏罗世。

颠达铅锌银矿(化)体主要产于上述地层火山岩系及碳酸盐岩建造的不整合接触带及其附近,成矿受地层及断裂控制作用明显。如矿体呈似层状、脉状沿断层接触带分布,产于波里拉组(T₃b)中厚层状泥晶灰岩中,长约303 m,厚度0.43~15.34 m,平均厚度6.32 m。矿床的矿石矿物主要为方铅矿、闪锌矿、辉银矿、黄铜矿等。脉石矿物主要为方解石、石英、白云石、重晶石等。矿石具中细粒不等粒状结构,粗—细粒不等粒状结构,细脉浸染状构造和致密块状构造。

颠达中型矿床以锌为主,从矿石矿物组成及矿石结构构造看,矿床的形成与矿区的中酸性火山喷

出岩关系不明显。此中低温热液矿床的形成可能主要受区域动力引起的流体热液影响,即矿床形成与青藏高原碰撞作用所导致的含矿流体大规模活动有关,推测其形成时代在50~30 Ma。

2 北羌塘-昌都(普洱)成矿带

北羌塘-昌都(普洱)成矿带(Ⅲ-36)主要为羌塘-三江复合板片,北以拜惹布错-雪环湖-乌兰乌拉断裂和字嘎寺-德钦断裂为界,南大致以七泉山-玛依岗日-奇崆山-双湖断裂和北澜沧江断裂带为界,面积约 11.42×10^4 km²,呈不规则条带状展布。该成矿带含两个四级成矿亚带:北羌塘成矿亚带(Ⅳ-8)和昌都成矿亚带(Ⅳ-9)。该成矿带被普遍认为是印支—燕山期的造山带,以发育三叠纪—侏罗纪陆棚碎屑岩-碳酸盐岩为特征,是组成北羌塘-昌都地块的主体。下面从矿床分布特征、矿床成矿系列及成矿作用特征几方面进行论述。

2.1 矿床分布特征

北羌塘-昌都(普洱)成矿带(Ⅲ-36)的矿床,分布于北羌塘成矿亚带(Ⅳ-8)和昌都成矿亚带(Ⅳ-9),特征如下。

(1)北羌塘成矿亚带(Ⅳ-8)分布的矿床有:当雄铁矿及丁青县东北部地区(见图2)的卓登尕铅锌矿、浪欠那铜矿和香巴铅锌矿等。

(2)昌都成矿亚带(Ⅳ-9)是本区成矿的主要地带,矿床类型和规模都较齐全。矿床分布的特点是,矿床分布总体靠近三级成矿带的分界线(区域大断裂带)(见图2),分为近南北向展布的东、西两条带:①西带从北至南主要分布有赵发涌、南越拉和拉龙达三个中型铅锌矿、包果卡铅锌矿、西岗铅锌锑矿、拉诺玛铅锌锑银矿及芒康县西北部地区的我卡地铅银矿、作拉果铅锌银矿、巴达铅银矿等;②东带从北至南主要分布有足那铅矿、包买铅锌银矿、超大型玉龙斑岩型铜矿和莽总、多霞松多、马拉松多三个大型斑岩型铜矿,还有昂青铅锌银矿和扎拉尕铜钼矿和贡觉县南部地区的弄洼优者铜矿、各贡弄铜金矿、色错铜矿、马牧普铜矿、色礼铜矿等。

其次,在上述两条带之间分布有优日和都日两个大型热液型铅(铜)银矿。

本区矿床分布的最大特点是靠近北羌塘-昌都(普洱)成矿带三江段的东、西断裂带附近分布,且相对集中分布于南越拉矿床南北及玉龙矿床南北地区。它们在大地构造位置上位于金沙江结合带核心部位,其成矿可能与金沙江洋板块的拼合及板块向

西的俯冲作用引起的岩浆活动与成矿作用有关。

2.2 成矿系列及其成矿作用特征

北羌塘-昌都(普洱)成矿带(Ⅲ-36)的矿床成矿系列,可分为北羌塘层控热液(流体)有关 Fe-Pb-Zn-Sb 矿床成矿系列、昌都地区与始新世后期富碱斑岩有关的 Cu-Mo-Au-Ag-Pb-Zn 成矿系列、昌都地区与喜马拉雅期流体热液(改造)作用有关的 Pb-Zn-Sb-Ag 成矿系列。各成矿系列可进一步划分成矿亚系列。各矿床成矿系列基本特征列入表 2,下面简要论述各成矿系列(矿床式)的成矿作用特征。

2.2.1 北羌塘与燕山晚期层控热液(改造)有关的 Fe-Pb-Zn-Sb 矿床成矿系列(xzMz₂)

当曲地区与层控热液(改造)有关的铁矿床成矿亚系列(xzMz₂₋₁)

当曲式 Fe 矿(xzMz₂₋₁)

当曲铁矿为超大型层控热液(水)改造型矿床,矿床位于安多县城北东约 90 km,区域构造岩浆岩带属喀喇昆仑-横断山构造岩浆省的羌塘-三江构造岩浆岩带的北羌塘-昌都亚带,Ⅳ级构造单元属北羌塘段。

当曲铁矿赋存地层为中侏罗世雁石坪群的雀莫错组(J₂q),地层沉积环境为海陆过渡的三角洲相-潮坪相-碳酸盐岩相,含矿岩层性为灰岩、泥质粉砂岩、泥页岩及石膏层,见有灰岩与菱铁矿呈相变关系。含矿岩层具黄铁矿化、硅化等。铁矿体总体受层位控制,具有典型的层控矿床特征。

区内构造以东西向和北东向为主,形成时间早,为控盆控岩构造,后期复活;近东西向褶皱(苟炮曲向斜)控制赋矿地层的分布,苟炮曲向斜两翼及核部主要由雀莫错组组成,矿体均沿向斜的南北两翼展布。侵入岩主要为黑云母斜长花岗岩、黑云母花岗岩和花岗斑岩,主要分布在巴依陇巴和局日玛等地,呈岩基、岩株或岩脉产出,空间上为东西向带状。区内花岗斑岩侵入体的同位素年龄(Rb-Sr 法)为 132 Ma,即侵入体引起岩浆热液(流体)成矿活动相当于早白垩世(燕山晚期)。

当曲超大型铁矿(Fe 储量 5.94×10^8 t,平均品位 38.36%)的成因,据现有资料研究认为属层控热液(水)改造型菱铁矿床(西藏地质五队,2005)。当曲铁矿的矿体围岩蚀变明显,普遍具黄铁矿化、硅化等蚀变,并有镜铁矿脉体穿插,显示经受了后期地下水热液活动改造的特点。综合成矿地质环境条件认为,当曲铁矿床于中侏罗世在潮坪-泻湖相环境中形成铁的初始富集层基础上,经受了后期地下水热液活动改造,应属于层控热液(水)改造型铁矿。

2.2.2 昌都地区与始新世后期富碱斑岩有关的 Cu-Mo-Au-Ag-Zn 矿床成矿系列(xzCz₂)

玉龙地区与斑岩有关的 Cu-Mo-Au-Ag-Zn 矿床成矿亚系列(xzCz₂₋₁)

玉龙式 CuMo 矿(xzCz₂₋₁)

玉龙铜钼矿为超大型斑岩型矿床,位于江达县城西约 50 km(位于昌都县城东约 62 km),区域构

表 2 北羌塘-昌都(-普洱)成矿带(Ⅲ-36)矿床成矿系列特征简表

Table 2 Metallogenic series of North Qiangtang-Changdu (-Pu'er) metallogenic belt (Ⅲ-36)

成矿带	矿床成矿系列		矿床式(矿种)	矿床类型	围岩	成矿时代	实例
	系列	亚系列					
北羌塘-昌都(-普洱)成矿带(Ⅲ-36) xz 北羌塘-昌都(-普洱)成矿系列组(Ⅲ-36)	xzCz ₂ 昌都地区与始新世后期富碱斑岩有关的 Cu-Mo-Au-Ag-Zn 成矿系列	xzCz ₂₋₁ 玉龙地区与斑岩有关的 Cu-Mo-Au-Ag-Zn 矿床成矿亚系列	玉龙式 CuMoAu	斑岩型	上三叠统(T ₃) 陆源碎屑岩、碱性花岗斑岩	喜马拉雅期 41.6±1.4 Ma (Re-Os)	玉龙、莽总、多霞松多、马拉松多、扎拉尕
	xzCz ₃ 昌都地区与喜马拉雅期流体热液(改造)有关的 Pb-Zn-Sb-Cu-Ag 成矿系列	xzCz ₃₋₁ 拉诺玛地区与流体热液(改造)作用有关的 Pb-Zn-Sb-Ag 成矿亚系列	拉诺玛 PbZnSbAg	流体热液(改造)型	上三叠统波里拉组(T _{3b}) 碳酸盐岩	喜马拉雅期 50~30 Ma	拉诺玛、包买、香巴
		xzCz ₃₋₂ 都日地区与流体热液(改造)作用有关的 Pb-Zn-Cu-Ag 成矿亚系列	都日式 PbAg	流体热液(改造)型	上二叠统妥坝组(P ₂ t)凝灰岩与下二叠统交嘎组(P _{1j})灰岩	喜马拉雅期 50~30 Ma	都日、优日、赵发涌、南越拉、拉龙达
xzMz ₂ 北羌塘与燕山晚期层控热液(改造)有关的 Fe-Pb-Zn-Sb 矿床成矿系列	xzMz ₂₋₁ 当曲地区与层控热液(改造)有关的 Fe 矿床成矿亚系列	当曲式 Fe	层控热液(改造)型	碎屑沉积(J ₂)、斜长花岗岩(燕山晚期)	燕山晚期 132 Ma (Rb-Sr 法)	当曲	

造岩浆岩带属喀喇昆仑-横断山构造岩浆省的羌塘-三江构造岩浆岩带的北羌塘-昌都亚带,Ⅳ级构造单元属昌都段。

玉龙铜矿床(含矿斑岩体)的直接围岩由上三叠统甲丕拉组(T_3j)、波里拉组(T_3b)和阿堵拉组(T_3a)组成,为一套钙碱性系列安山岩-英安岩-流纹岩建造和海陆交互喷发沉积建造,对矿床形成有重要的控制作用。玉龙铜矿带出现多期次岩浆活动,其中与成矿有关的岩浆岩主要为浅成、超浅成的中酸性侵入岩,它们呈带状沿 NNW-SSE 区域构造线走向成群分布。斑岩侵入体的岩性以二长花岗斑岩、石英二长斑岩和花岗闪长斑岩为主,此外,还发现更小的岩体呈脉状、透镜状产出,岩性为石英钠长斑岩、石英二长斑岩、花岗闪长斑岩和长英岩。它们是同源异相之产物,含矿斑岩体形成较早,其侵入演化顺序为:二长花岗斑岩→花岗斑岩→石英二长斑岩→钠长斑岩→长英岩。其成岩年龄为 40.0~57.9 Ma,属喜马拉雅早期。

区内构造主要有褶皱、断裂、裂隙、角砾岩带和层间破碎带等,层间破碎带为区内的主要控矿构造。玉龙斑岩体位于恒星错-甘龙拉背斜的倾伏端,因此岩浆结晶分异出的含矿流体为斑岩铜矿周边的似层状铜矿体的形成提供了丰富的物质来源;另一方面在背斜形成时,在两岩层的接触部位发生层间滑动,形成层间破碎带,为玉龙铜矿Ⅱ、Ⅴ号似层状矿体提供了容矿空间,为岩浆期后热液和后期氧化铜矿的次生富集提供了良好的运移通道,为斑岩体围岩中的似层状矿体的形成和富集创造了良好的构造条件。

玉龙铜矿的成矿年代学研究表明,含矿的二长花岗斑岩体的成岩时代为始新世(锆石 U-Pb 年龄 40.9 Ma),斑岩矿石的成矿时代(辉钼矿 Re-Os 年龄 40~41 Ma),二者年龄数据十分接近。更多的玉龙斑岩成矿带矿床形成年龄在 35~41 Ma 间,获得辉钼矿 Re-Os 年龄值为 35.6~35.8 Ma,41.6±1.4 Ma,40.1±1.8 Ma。上述研究表明玉龙铜矿带成矿作用发生在在印-亚陆-陆碰撞的晚碰撞转换时期,与这个时期大型走滑、推覆及富碱质埃达克岩浆活动密切相关。玉龙铜矿床的成矿作用以浅成中酸性岩浆热液充填-交代成矿作用为主。混合热流体中的岩浆热液及成矿物质从地下深处带来,此外依靠天水与混合热流体在循环运移过程中,通过淋滤作用可从沿途的岩矿石中摄取而来。

玉龙铜矿在本成矿带具有代表性,因此作为一

个矿床式。玉龙式斑岩铜矿的实例还有:马拉松多、多霞送多、莽总、扎拉尕等一批大、中型斑岩型矿床和矿点。

2.2.3 昌都地区与喜马拉雅期流体热液(改造)有关的 Pb-Zn-Sb-Cu-Ag 成矿系列(xzCz₃)

拉诺玛地区与流体热液(改造)作用有关的 Pb-Zn-Sb-Ag 成矿亚系列(xzCz₃₋₁)

拉诺玛式 PbZnSbAg 矿(xzCz₃₋₁)

拉诺玛铅锌锑银矿为大型流体热液(改造)型矿床,位于昌都县城南东约 42 km,区域构造岩浆岩带属喀喇昆仑-横断山构造岩浆省的羌塘-三江构造岩浆岩带的北羌塘-昌都亚带,Ⅳ级构造单元属昌都段。拉诺玛矿床在区域构造位置上亦可归属于昌都-兰坪双向弧后前陆盆地的昌都凹陷带(西侧),位于俄洛桥断裂带的东南端。

拉诺玛矿床的赋矿围岩为上三叠统波里拉组(T_3b),岩性主要为细晶灰岩、白云质灰岩及角砾状灰岩。拉诺玛矿床的矿体主要分布在角砾状灰岩中,矿体顶、底板围岩主要为细晶灰岩、白云质灰岩,矿体展布严格受碳酸盐岩建造控制。

拉诺玛矿床的断裂构造,主要为俄洛桥断裂,该断裂带南东自吉塘-拉诺玛起,北西至勃罗雄-俄洛桥一带,呈北西向贯穿全区,延长近 65 km、宽 70~150m,倾向南西,倾角 60°~65°。该断裂带由糜棱岩和构造角砾岩组成,性质为压扭性逆冲断层,其生成时期主要为印支期,燕山期再次活动,是区内主干断裂构造。F₁ 断裂构造发育于矿区中西部甲丕组上段(T_3j^2)地层与波里拉组(T_3b)地层之间,是矿区的主要断裂,也是俄洛桥断裂的分支断裂。断裂总体西倾,倾角为 45°~60°,在矿区北部充填紫红色断层角砾岩,碎裂灰岩及菱铁矿矿化体,在矿区南部充填紫红色断层泥及石膏。F₁ 断裂性质为逆断层,是区内主要的导矿构造。F₂ 断裂发育于矿区东部,位于波里拉组(T_3b)与夺盖拉组下段(T_3d^1)地层之间,纵贯矿区,是矿区内的另一条主要断裂,性质为逆断层,是区内重要的配矿构造。

拉诺玛矿床矿体的分布在矿区北部(阿堵拉组向斜的东翼),矿体呈似层状产出,总体向西倾伏,整体倾角为 40°~50°,赋矿岩性为三叠统波里拉组(T_3b)砾状灰岩、碎裂灰岩;在矿区东南部,F₁和 F₂ 断裂之间矿体走向上呈条带状分布,总体向东倾伏,倾伏角为 60°~70°,赋矿岩性为三叠统波里拉组(T_3b)砾状灰岩、碎裂灰岩。

拉诺玛矿床铅、锌、锑、银元素同体共生,组分复

杂。金属矿物主要为硫锑铅矿、闪锌矿、铅矾、方铅矿、铅锑银矿、硫锑铅矿、黄铁矿等,次要矿物为褐铁矿、锑华、红锑铁矿、菱锌矿、水锌矿、白铅矿、雌黄、毒砂、辰矿等 10 余种。脉石矿物以方解石为主,次有石膏、重晶石、石英、铁白云石等^①。

矿床矿石矿物的硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 主要集中在 0 值附近(变化于 -5% ~ 3% 之间),呈明显的塔式分布,表明成矿流体中的硫主要为深部来源。热液方解石碳氧同位素显示其中的碳主要为海相碳酸盐岩的溶解,部分可能为深部构造岩浆活动热液来源,该特征与兰坪、沱沱河、囊谦盆地铅锌矿一致。流体包裹体液相成分显示,流体包裹体气相成分以 CO_2 为主,成矿流体与盆地含盐建造卤水有一定成因关联(陶琰等,2011)。

矿相分析及流体包裹体均一温度的测定发现,拉诺玛铅锌多金属矿床不仅只有低温矿化、还有相对较高温度的成矿热液活动;成矿热液活动有硅化现象,成矿热液石英中流体包裹体有较高的均一温度 $200\sim 350^\circ\text{C}$,同时,大量出现低温的雌黄-方解石组合,成矿热液方解石流体包裹体均一温度 $140\sim 200^\circ\text{C}$,一个闪锌矿中流体包裹体均一温度 220°C 。成矿流体盐度较低(一般为 $2\%\sim 10\%$),该特征也与兰坪盆地等同一构造带上产出的铅锌矿相似。整体上显示了中低温、低盐度成矿特征。

大型拉诺玛矿床中的锑矿达大型,其他矿种 Pb、Zn、Ag 储量都为中型。根据矿床的矿物成分、矿物组合及矿石结构构造特征及大地构造环境等,认为本矿床为受断裂控制和盆地流体活动有关的碳酸盐岩层控热液脉型铅锌矿床。其成矿作用过程可能是,在青藏高原碰撞造山的总体构造背景下,由于构造作用的侧向挤压导致昌都前陆盆地内的沉积地层大量脱水,并淋滤出大量金属和矿化剂元素,从而形成含矿流体。当这种含矿流体通过逆冲断裂的疏导而进入上三叠统波里拉组的构造破碎带后,便沉淀出成矿金属形成铅锌锑银矿床。

根据矿床的形成与青藏高原碰撞作用所导致的含矿流体大规模活动有关,推测其形成于时代为 $50\sim 30\text{ Ma}$ 年。

都日地区与流体热液(改造)作用有关的 PbZnCuAg 成矿亚系列(xzCz₃₋₂)

都日式 PbAg 矿(xzCz₃₋₂)

都日 PbAg 矿为大型流体热液(改造)型矿床,位于昌都县城南东约 40 km,区域构造岩浆岩带属喀喇昆仑-横断山构造岩浆省的羌塘-三江构造岩浆

岩带的北羌塘-昌都亚带,Ⅳ级构造单元属昌都段。都日铅银矿在大地构造位置上亦可归属昌都-兰坪双向弧后前陆盆地的昌都凹陷带,位于三江褶皱带北段,妥坝复式背斜中部的南西翼。

都日矿床的赋矿围岩为上二叠统妥坝组(P_3t)火山凝灰岩与下二叠统交嘎组(P_2j)灰岩。都日矿床的矿体分布受地层、构造的双重控制,即矿体产于上二叠统妥坝组(P_3t)火山凝灰岩与下二叠统交嘎组(P_2j)灰岩接触带,受地层岩性和断裂带及节理裂隙控制。铅锌主矿体多呈细脉状、透镜体状、长条带状赋存在中二叠统交嘎组(P_2j)灰岩构造裂隙中,说明构造裂隙带为主要导矿、容矿空间,控制了矿体空间展布。

都日矿床矿区内的褶皱构造主要为妥坝次级背斜,即都日-孔日子背斜,轴线走向 NNW,表现为不对称褶皱,轴面倾向 NE,核部出露为中二叠统交嘎组(P_2j)结晶灰岩,两翼依次出露妥坝组(P_3t)火山凝灰岩和甲丕拉组(T_3j)砂岩。矿体产于背斜构造两翼的中二叠统交嘎组(P_2j)结晶灰岩与上二叠统妥坝组(P_3t)火山凝灰岩层间滑脱部位及转折端,大部分矿体产于灰岩一侧。在矿化强烈地段的中二叠统交嘎组(P_2j)灰岩中构造裂隙及节理发育,在节理带硅化较强,一般被重晶石、方铅矿细脉充填。说明构造裂隙及节理带为主要导矿、容矿空间,控制了矿体空间展布。

初步分析认为都日矿床为产于碳酸盐岩地层的流体热液改造型铅银矿。成矿作用过程可能是,在青藏高原碰撞造山的总体构造背景制约下,由于深部构造作用的侧向挤压导致昌都前陆盆地内的沉积地层大量脱水,并淋滤出大量金属和矿化剂元素,从而形成含矿流体。当这种含矿流体通过区域逆冲断裂的疏导而进入以交嘎组和妥坝组为核部的背斜构造的转折端以及层间滑脱部位后,由于物理化学条件的改变,便沉淀出成矿金属,而形成铅银矿床。根据矿床的形成与青藏高原碰撞作用所导致的含矿流体大规模活动有关,推测其形成于 $50\sim 30\text{ Ma}$ 。

3 喀喇昆仑-他念他翁成矿带

喀喇昆仑-他念他翁成矿带(Ⅲ-37),包括羌塘、三江复合板片,北以空喀山口-龙木错断裂及七泉山-玛依岗日-奇崆山-双湖断裂及东南段北以澜沧江为界;南以班公湖-兹格塘错(安多)-碧土断裂为界,面积约为 $21.38\times 10^4\text{ km}^2$ 。该成矿带含 4 个成矿亚

带,其中只有他念他翁成矿亚带(IV-11)和羌南-左贡成矿亚带(IV-13)成矿较好。该成矿带南部发育特提斯大洋板块俯冲消减产生的一套构造增生地质体,全区大面积分布晚古生代和中生代地层,新生代地层相对局限。为了系统全面阐明该带地质矿产特征及成矿分布规律与成矿系列,下面从矿床分布特征、矿床成矿系列及成矿作用特征、区域成矿构造背景几方面进行论述。

3.1 矿床分布特征

喀喇昆仑-他念他翁成矿带(III-37)矿床的分布,可按他念他翁成矿亚带(IV-11)、羌南-左贡成矿亚带(IV-13)两个四级成矿亚带进行描述。

(1)他念他翁成矿亚带(IV-11)分布的矿床主要有:安多县北部地区的美多锑矿、尕尔巴阔尔锑矿、尕尔西姜锑矿、阿尕陇巴锑矿、扎那锑矿、杜日山锑矿(图3),及东南段(丁青县以东,见图2)察雅县西南部地区的吉塘铁矿、卡贡铁矿、巴雷铅锌矿、拉荣钨钼矿、崩都铅锌矿、索打铅锌银矿等。

(2)羌南-左贡成矿亚带(IV-13)分布的矿床主

要有:多不杂铜金矿、波隆铜金矿、青草山铜矿、弗野铁矿(图3),及东南段(丁青县以东,见图2)的赛北弄锡矿、堆拉铜银磷矿、接拉铅矿、巴夏菱镁矿、干中雄铅锌矿、谢坝铅锌矿等。

上述矿床分布的特点是,主要相对集中分布于本成矿带西部日土-改则一线北部的多龙地区,及成矿带东部安多县北部的那底岗日-美多地区,以及类乌齐县的西部与东南部地区。该区矿床在大地构造位置上位于班公湖-怒江缝合带以北,并靠近班公湖-怒江洋板块向北的俯冲作用引起的岩浆活动与成矿作用有关。

3.2 矿床成矿系列及成矿作用特征

喀喇昆仑-他念他翁成矿带(III-37)矿床成矿系列,可划分为他念他翁与新生代流体作用有关的Sb-Ag-Cu-Pb-Zn-Fe矿床成矿系列、羌南与燕山中晚期岩浆作用有关Cu-Au-Pb-Zn-Fe-Ni矿床成矿系列、类乌齐-左贡与燕山中晚期岩浆作用有关Cu-Pb-Zn-W-Sn-Mo矿床成矿系列;各成矿系列进一步

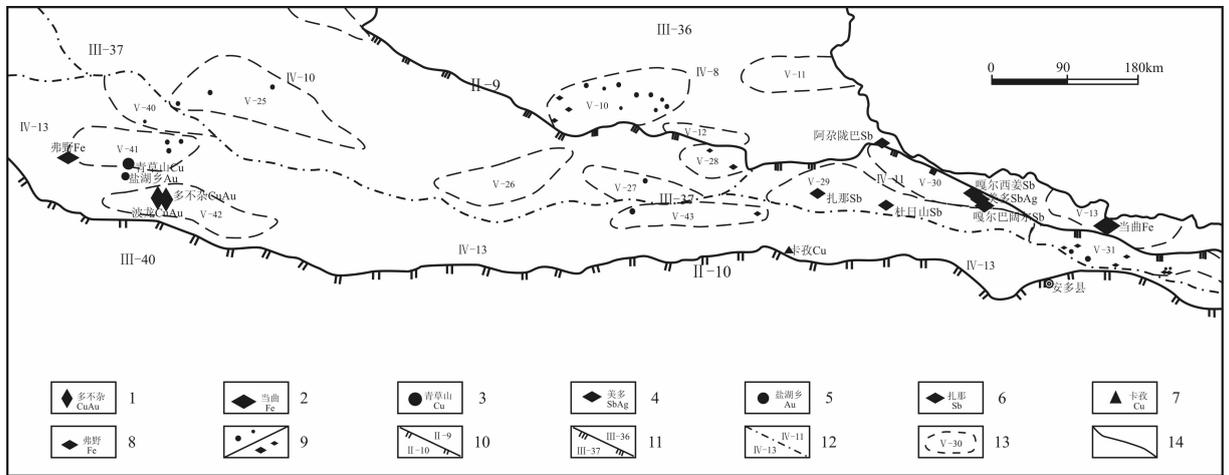


图3 西藏喀喇昆仑(羌塘)-三江成矿区(II-9)中西部金属矿产分布图

Fig. 3 Midwest metal mineral distribution of Tibet Karakoram (Qiangtang) -Sanjiang metallogenic province (II-9)

- 1—超大型斑岩型矿床(多不杂铜金矿);2—超大型层控热水改造型矿床(当曲铁矿);3—大型热液型矿床(青草山铜矿);4—大型层控热水改造型矿床(美多锑银矿);5—中型热液型矿床(盐湖乡金矿);6—中型层控热水改造型矿床(扎那锑矿);7—小型矽卡岩型矿床(卡孜铜矿);8—小型层控热水改造型矿床(弗野铁矿);9—热液型/层控热水改造型矿点矿化点(未列矿名称);10—二级成矿区编号及分界线;11—三级成矿带编号及分界线;12—四级成矿区编号及分界线;13—五级成矿远景区编号及范围;14—省、自治区分界线
- 1—Super large porphyry type deposit(Dobzha Cu-Au deposit);2—super large stratabound-hydrothermal reformed deposit(Dangqv iron deposit);3—large hydrothermal type deposit (Qingcaoshan copper deposit);4—large stratabound-hydrothermal reformed deposit (MeiduoSb-Ag deposit);5—medium hydrothermal type deposit(Salt lake golden deposit);6—medium stratabound-hydrothermal reformed deposit(Zhana antimony deposit);7—miniature skarn type deposit(Kazi copper deposit);8—miniature stratabound-hydrothermal reformed deposit(Fuyue iron deposit);9—hydrothermal type/stratabound-hydrothermal reformed deposit (not list the deposits' names);10—the secondary metallogenic district's number and the dividing line;11—the third level metallogenic belt's number and the dividing line;12—the fourth level metallogenic area's number and the dividing line;13—the number and scope of the fifth level metallogenic prospect;14—the boundary line of province and autonomy region

再划分若干矿床成矿亚系列。从矿床成矿作用的发展演化过程看,成矿作用从早到晚可划分为燕山旋回、喜马拉雅旋回两个成矿阶段。喀喇昆仑-他念他翁成矿带(Ⅲ-37)的矿床成矿系列基本特征列入表 3,下面简要论述各矿床成矿系列(矿床式)的成矿作用特征。

3.2.1 羌南与燕山中晚期岩浆作用有关 Cu-Au-Pb-Zn-Fe-Ni 矿床成矿系列(xzMz₃)

多龙地区与燕山中晚期岩浆作用有关 Cu-Au-Pb-Zn 矿床成矿亚系列(xzMz₃₋₁)

多龙式 Cu Au 矿(xzMz₃₋₁)

多龙铜金矿亦称多不杂斑岩铜矿,与其西南侧相距约 5 km 处的波龙铜金矿都为超大型斑岩型矿床。多龙 CuAu 矿位于改则县城北西约 110 km,区域构造岩浆岩带属喀喇昆仑-横断山构造岩浆省的羌塘-三江构造岩浆岩带的羌南-左贡亚带,Ⅳ级构造单元属日干配错-色哇段。

多龙矿区内出露的地层有中侏罗统雁石坪群、下白垩统美日切组和新近系康托组。中侏罗统雁石坪群(J₂ys)岩性主要为长石石英砂岩、粉砂质板岩、安山岩、英安岩、玄武质安山岩,是矿床的主要赋矿

围岩。

多龙矿床的含矿斑岩体为花岗闪长斑岩,由东、西二个小斑岩岩株组成,称为 I 号和 II 号斑岩体。含矿斑岩全岩矿化,目前已控制 Cu 资源量约 390.20×10⁴ t,Cu 平均品位 0.52%,Au 资源量约 50 t,Au 平均品位 0.45×10⁻⁶。矿石类型为典型的斑岩型,矿石构造以细脉浸染状构造为主,其次为角砾状、脉状构造。矿石矿物主要为黄铜矿、黄铁矿、磁铁矿、斑铜矿、辉钼矿。多不杂矿床的蚀变类型和分带特征与典型斑岩铜矿的特征基本一致。自岩体中心向外,可划分出三个主要的蚀变带,依次为:钾硅化+绢英岩化带,绢英岩化带,黄铁矿化-角岩化带。

多龙矿床的流体包裹体研究表明,石英包裹体类型众多,且以大量发育含子矿物多相包裹体为突出特征(余宏全等,2006);成矿以高温、高盐度流体为主,其均一温度>450℃,盐度 NaCleq 为 28%~83%(平均达 59%),流体组分主要属 H₂·NaCl₂·KCl₂·FeCl₂ 体系,表明多不杂矿床为与浅成斑岩体侵入有关的高温岩浆热液型斑岩铜金矿床。

关于成矿的时代及矿床成因,多不杂矿区东、西

表 3 喀喇昆仑-他念他翁成矿带(Ⅲ-37)矿床成矿系列特征简表

Table 3 Metallogenic series of Karakorum-Tiantaweng metallogenic belt (Ⅲ -37)

成矿带 (系列组)	矿床成矿系列		矿床式 (矿种)	矿床类型	围岩	成矿时代	实例
	系列	亚系列					
喀喇昆仑-他念他翁成矿带(Ⅲ-37) xz 喀喇昆仑-他念他翁 Cu-Pb-Zn-Sb-AuFe-Ni 非金属矿床成矿系列组(Ⅲ-37)	xzCz ₄ 他念他翁与新生代流体热液(改造)作用有关的 Sb-Ag-Cu-Pb-Zn 矿床成矿系列	xzCz ₄₋₁ 美多地区与新生代流体热液(改造)有关的 Sb-Ag-Pb 矿床成矿亚系列	美多式 Sb	流体热液(改造)型	上三叠统土门格拉克群(T ₃ tm)碳酸盐岩、含煤碎屑岩	喜马拉雅期 20.2±1.8 Ma (Rb-Sr)	美多、尔尔西姜、扎那、杜日山、嘎尔巴阔尔
	xzMz ₄ 类乌齐-左贡与燕山中晚期岩浆作用有关的 Cu-Pb-Zn-W-Sn-Mo 矿床成矿系列	xzMz ₄₋₁ 类乌齐地区与燕山中晚期岩浆作用有关的 W-Sn-Mo 矿床成矿亚系列	赛北弄式 Sn	热液型	上三叠统阿堵拉组(T ₃ a)碎屑岩、二长花岗岩	燕山晚期—喜马拉雅早期	赛北弄
		xzMz ₄₋₂ 拉荣地区与燕山中晚期岩浆作用有关的 W-Mo 矿床成矿亚系列	拉荣式 WMo	斑岩型	下石炭统卡贡群(C ₁ kg)板岩变质砂岩夹结晶灰岩、二长花岗斑岩	燕山晚期—喜马拉雅早期 34.6 Ma (K-Ar)	拉荣
	xzMz ₃ 羌南与燕山中晚期岩浆作用有关 Cu-Au-Pb-Zn-Fe-Ni 矿床成矿系列	xzMz ₃₋₁ 多龙地区与燕山中晚期岩浆作用有关 Cu-Au-Pb-Zn 矿床成矿亚系列	多龙式 Cu Au	斑岩型	中侏罗统雁石坪群(J ₂ ys)碎屑岩、花岗闪长斑岩	燕山中晚期 116~122 Ma (Re-Os)	多不杂、波龙、拿若
xzMz ₃₋₂ 弗野地区与燕山中晚期岩浆作用有关 Fe-Pb-Zn 矿床成矿亚系列		弗野式 Fe	玢岩型	中二叠统吞龙共巴组(P ₂ t)、龙格组(P ₂ l)灰岩夹碎屑岩,花岗闪长玢岩	燕山晚期 107.0 Ma (K-Ar)	弗野、梅花山、材玛、嘎拉	

岩体内辉钼矿的模式年龄非常一致,且这2个含矿斑岩体的岩石学和成矿特征高度相似,可认为这2处斑岩体的侵位和铜钼矿化是同一时期发生的,波龙矿床辉钼矿的等时线年龄 Re-Os 为 119.4 ± 1.3 Ma(祝向平,2011)。该数据与多不杂矿区成矿花岗岩闪长斑岩体内锆石的 SHRIMP U-Pb 年龄 120.9 ± 2.4 Ma(余宏全等,2009)吻合得很好,说明该矿床形成于早白垩世。

依据上述特征确定多龙 CuAu 矿床为本区的一个斑岩型铜金矿床式。距多龙矿床西南侧约 5 km 的波龙超大型斑岩型铜金矿床成矿年龄为 119.4 ± 1.3 Ma,与多龙矿床成矿年龄基本一致(李金祥等,2008、曲晓明等,2006)。此外,还发现拿若等斑岩矿床(点)组成多龙矿集区,矿集区矿床(点)均沿北东向断层分布,且成矿均与矿区内多期侵位的花岗闪长斑岩体密切相关,表明北东向左行逆断层为多龙矿集区主要控矿断层。

波龙矿床的辉钼矿中 Re 的含量较高,变化于 $279 \times 10^{-6} \sim 3066 \times 10^{-6}$ 之间,与多不杂矿床($397 \times 10^{-6} \sim 3013 \times 10^{-6}$)相似,说明多不杂和波龙斑岩铜金矿床的成矿物质主要为地幔来源。多不杂矿床和波龙矿床的主要成矿元素为 Cu 和 Au,钼含量相对较低,辉钼矿中 Re 的含量相对较高,与世界上其他以铜为主要成矿元素的斑岩矿床类似(Stein et al., 1997; Berzina et al., 2005)。

伴随班公湖-怒江洋板块侏罗纪向北俯冲,在南羌塘陆块南缘增生所形成的楔形增生体上有大量中酸性斑岩体侵位,并同时形成了多个斑岩型矿床,班公湖-怒江缝合带的北侧多龙矿集区是羌塘陆块南缘增生楔的重要组成部分,波龙和多龙铜金矿床即为在此大陆增生楔基础上发育的斑岩铜金矿床(李光明等,2011)。

产于岛弧环境的斑岩铜矿在矿集区内常成群发育(Sillitoe, 2010),有别于后碰撞环境相对孤立产出的斑岩铜矿(Richards, 2009)。多龙矿集区内目前经勘探确定的超大型斑岩铜矿有多不杂斑岩铜金矿和波龙斑岩铜金矿,具有一致的成矿年龄,可能表明多不杂矿床和波龙矿床受控于相同的构造-岩浆-成矿作用,同时也暗示多龙矿集区仍有寻找其他大型斑岩铜矿的潜力。

弗野地区与燕山期岩浆作用有关 FePb Zn 矿床成矿亚系列($xzMz_{3-2}$)

弗野式 Fe 矿($xzMz_{3-2}$)

弗野铁矿为小型玢岩型铁矿床,位于日土县城

东约 180 km,区域构造岩浆岩带属喀喇昆仑-横断山构造岩浆省的羌塘-三江构造岩浆岩带的羌南-左贡亚带,IV 级构造单元属羌多段。

弗野铁矿区赋矿地层主要为二叠系中统吞龙共巴组(P_2t)、龙格组(P_2l)。吞龙共巴组岩性为厚块状灰岩夹灰黄色砂岩、灰色页岩、灰黑色泥灰岩;龙格组岩性以厚块状灰岩为主。

弗野铁区内断裂构造以近东西向、北东东向为主,控制着区内花岗闪长玢岩及石英闪长玢岩等超浅成侵入岩的侵位,与之伴生的接触带构造、层间破碎带是成矿有利部位。野马沟复式背斜是区内控矿构造,复式背斜穿过矿区中部,宽 5~8 km,核部地层为吞龙共巴组,轴迹呈北东东向延伸,枢纽呈波状,总体水平,轴面直立,轴面劈理发育,叠加北东或北北东向宽缓褶皱。受北东向断裂构造影响,赋矿玢岩岩体形态复杂。

弗野铁矿区岩浆岩为晚白垩世侵入的石英二长闪长岩、英云闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩、黑云花岗岩,岩浆活动具多期性特征。区内与铁矿化密切的是超浅成侵入的花岗闪长玢岩、辉石石英闪长玢岩、闪长玢岩、石英闪长玢岩。岩体呈近东西向带状分布,以岩基或岩株状产出,出露面积约 12 km^2 。赋矿玢岩的岩石化学特征:里特曼指数为 0.465~2.32(岩石属钙碱性系列),铝饱和指数为 1.13~1.41(属铝过饱和系列),岩石分异指数为 57.5~68.2(岩浆分异度较好)。从稀土元素含量等可以看出, δEu 值 0.09~0.24(为 Eu 严重亏损),球粒陨石标准化图式中为锯齿状向右倾的 V 字型,显示岩石形成于板块碰撞前(冯国胜,2007)。本区花岗质岩石为 I 型花岗岩或同熔型花岗岩,表明物质来源于过渡型地壳或壳幔混熔。

弗野铁矿主要矿化类型为磁铁矿化,次为铜矿化,金-银矿化。①铁矿体产于闪长玢岩与大理岩接触的外接触带及大理岩中。经研究已圈出三个铁矿体,分南、北接触带。矿石呈致密块状,矿体边界清晰,矿石矿化均匀。拣块取样矿石品位为 TFe 55.2%~66.98%。脉石矿物有绿泥石、石英、水镁石、绢云母、方解石。②铜矿化位于岩体与大理岩接触处,见 $0.4\text{m} \times 5\text{m}$ 的透镜状含铜矿石。矿石矿物主要为黄铜矿、闪锌矿、磁黄铁矿、赤铁矿、孔雀石。脉石矿物主要有石榴子石、绿帘石、方解石、石英、阳起石、透辉石等。刻槽取样化学分析结果为 Cu 0.84%、Au 1.276×10^{-6} 、Ag 10.8×10^{-6} 。③金-银矿化见于矿区西部,见三条矿(化)体,矿体出露宽均

约 4 m。外接触带蚀变矿物主要为石榴子石、透辉石、符山石、阳起石。拣块取样分析结果: TFe 25.4%、Au 7.68×10^{-6} 、Ag 55.5×10^{-6} 。

从弗野赋矿玢岩体(花岗闪长玢岩)中获得的全岩 K-Ar 法同位素年龄值为 107 Ma, 说明其为燕山晚期侵入活动的产物。该时期成矿作用与多不杂斑岩铜矿(Re-Os 法, 118.0 ± 1.5 Ma)成矿作用类似。总之, 弗野玢岩铁矿控矿因素主要有地层、构造、岩浆岩, 铁矿成因属玢岩型。该铁矿是伴随班公湖-怒江洋板块向北俯冲, 在南羌塘陆块南缘所形成的岛弧产生中性斑岩体侵位, 并同时形成了玢岩型铁矿床。该铁矿的发现为在班公湖-怒江结合带北侧寻找富铁矿提供了线索。

与加多岭式铁矿相比, 同样都是玢岩型铁矿, 成矿都与次火山作用的中酸性超浅成侵入体石英闪长玢岩有关。但不同的是, 加多岭玢岩型铁矿产出的赋矿围岩为是晚三叠世, 为一套中酸性火山岩建造, 且受控于沉降型中心式火山机构, 玢岩体中可见构造角砾岩对成矿十分有利; 此外, 玢岩与火山岩有成因联系(玢岩是火山喷发末期或稍后的潜火山岩), 化学成分上同源, 成矿时间是 214 Ma; 矿床不仅是大型铁矿, 还是大型磷矿。而弗野玢岩型铁矿产于二叠系中统的灰岩、泥灰岩及页岩中; 断裂构造控制玢岩体分布, 铁矿产于接触带构造及层间破碎带中; 赋矿玢岩除石英闪长玢岩外, 还有花岗闪长玢岩, 成矿时间是 107 Ma; 矿床规模为小型, 除铁矿外, 还有 Cu、Au、Ag 矿化; 矿床成因与班-怒洋板块向北俯冲产生的中酸性斑岩体侵位有关。

弗野玢岩型铁矿在本区具代表性, 因此确定为一个矿床式。弗野式玢岩铁矿的实例还有: 梅花山铁矿、材玛铁矿、嘎拉磁铁矿等。

弗野铁矿、梅花山铁矿和材玛铁多金属矿均处于班公湖-怒江结合带北侧的南羌塘地区; 尼雄铁矿位于班公湖-怒江结合带南侧隆格尔-工布江达断隆带, 尼雄磁铁矿富铁资源量估算超亿吨。从成矿岩体来看均为燕山晚期(白垩纪)中酸性侵入岩, 如弗野铁矿玢岩全岩 K-Ar 年龄值为 107 Ma、梅花山铁矿岩基中获黑云母单矿物 K-Ar 年龄值 123.7 Ma、材玛铁矿黑云花岗闪长岩与黑云二长花岗岩 Rb-Sr 年龄值 138.3 ± 6.9 Ma; 尼雄铁矿黑云花岗闪长岩 K-Ar 年龄值 114 Ma。班公湖-怒江缝合带两侧广泛分布的与铬铁矿有成矿专属性的蛇绿岩体有不少是早白垩世形成的, 如日土柴朱日枕状细碧质玄武岩全岩 K-Ar 年龄值 102.5 ± 2.9 Ma, 有些蛇绿岩

中发现了铬铁矿, 如扎普铬铁矿点、热帮错铬铁矿点等。因此, 可认为燕山晚期(白垩纪)是西藏南羌塘-北冈底斯地区重要的富铁矿成矿期, 即在班公湖-怒江结合带南北两侧存在富铁矿带。

3.2.2 类乌齐-左贡与燕山晚期岩浆作用有关的 Cu-Pb-Zn-W-Sn-Mo 矿床成矿系列(xzMz₄)

类乌齐地区与燕山晚期岩浆作用有关的 W-Sn-Mo 矿床成矿亚系列(xzMz₄₋₁)

赛北弄式 WSn 矿(xzMz₄₋₁)

赛北弄钨锡矿为小型热液型矿床, 位于昌都地区类乌齐县城北西约 23 km, 区域构造岩浆岩带属喀喇昆仑-横断山构造岩浆省的羌塘-三江构造岩浆岩带的羌南-左贡亚带, IV 级构造单元为巴青-左贡段。

赛北弄矿床的赋矿地层为上三叠统阿堵拉组赛北弄岩性段(T₃a^s), 划分为上部砂岩夹板岩和下部板岩夹砂岩两个岩性段, 出露厚度大于 568 m。岩性主要为粉砂质板岩、长石石英砂岩, 见少量长英质细砂岩、粉砂岩, 局部偶见碳质页岩。矿化主要赋存于第二亚段顶部的厚层长石石英砂岩中。

矿区内构造可分出两期: 第一期为矿前构造, 主要为轴向呈 290°~110°的宽缓背斜及其低序次断裂裂隙。该背斜属长毛岭-左贡大复向斜中的一个次级背斜。第二期构造为主成矿期后构造, 由一系列轴向 NNW-SN 的褶皱与低序次断裂、裂隙组成。

赛北弄矿区的岩浆活动主要为燕山晚期侵入岩, 分为两类: 一类为隐伏的含锡花岗岩; 另一类为浅成侵入的二长花岗岩($\eta\gamma K_1$), 与锡矿化关系密切, 以岩墙及岩床形式产出。

赛北弄矿床矿体呈透镜体状, 由一系列平行分布的矿脉组成。单矿脉为细脉状、网脉状, 宽 1~30 cm, 长 1~3 m, 延伸 3~5 m, 以陡倾角(>80°)产出, 少数倾角 50°左右。当矿脉产出频率达到一定程度的地段才构成工业矿体。主矿体长约 275 m, 矿体形态不规则, 具分支、复合、膨大、收缩现象。

赛北弄锡矿床的成矿热液主要来自下部隐伏的中酸性二长花岗岩岩浆期后热液, 但在中偏晚阶段成矿流体中有部分大气降水的加入。锡矿床的成矿作用划分为: 高温气成热液(425~340℃), 中温热液(330~280℃), 低温热液(220~125℃)、超低温热液(125~100℃)四个成矿阶段, 高温气成热液为主要成矿阶段, 形成石英-电气石-锡石型钨锡矿床。

赛北弄锡矿床的金属矿物主要为锡石, 另有少量黄铁矿、菱铁矿、磁铁矿、褐铁矿等; 非金属矿物主

要为石英、电气石,其次为少量的长石、方解石、绿泥石、绿帘石等。矿石矿物主要为自形一半自形粒状结构、他形粒状结构,其次为交代溶蚀结构。矿石主要具细脉-细网脉构造、角砾状构造,细脉侵染状构造。其次有少量浸染状构造及晶洞(晶簇)状构造。

赛北弄锡矿床是充填为主的脉状矿床。矿体的硅化蚀变作用较强,锡矿化与硅化成正相关关系,与硫化物成负相关关系,同时矿脉中从内向外,锡矿化强度呈正相上升,锡矿化带的外部边界,也是矿体的外部边界,是赛北弄锡矿床独有的成矿特征。浅部矿床中以 Pb-Zn-Sn 为主,深部矿床中以 Cu 为主。矿床类型为与花岗斑岩有关的小型中高温热液型锡矿床,成矿时代为晚白垩世—古新世。

拉荣地区与燕山晚期岩浆作用有关的 W-Mo 矿床成矿亚系列(xzMz₄₋₂)

拉荣式 WMo 矿(xzMz₄₋₂)

拉荣钨钼矿为大型斑岩型矿床,位于品左贡县城北约 20 km,区域构造岩浆岩带属喀喇昆仑-横断山构造岩浆省的羌塘-三江构造岩浆岩带的羌南-左贡亚带,Ⅳ级构造单元为巴青-左贡段。

拉荣矿床出露地层主要有下石炭统卡贡群(C₁kg),分上、下两岩组;下岩组岩性主要为灰色板岩,变质砂岩夹结晶灰岩,大理岩;上岩组岩性主要为灰色结晶灰岩、大理岩、板岩夹变质砂岩。其次上三叠统东达村组(T₃ddc),岩性为砂砾岩、砂岩、黏土岩夹生物碎屑灰岩、泥晶灰岩等。

拉荣矿床矿区内断裂构造主要有 NW 向和近 SN 向两组,以 NW 向断裂规模较大,其延长纵贯整个矿区,控制了区内各种岩脉的展布。近 SN 向的断裂规模较小,长为 1 km 左右,主要表现为层间构造破碎带,并沿破碎带有钨钼矿化。

拉荣矿床矿区东部分布二长花岗岩岩基,其主体形成在晚三叠世,为印支期花岗岩。矿区内还发育各种小型的浅成侵入体或岩脉,主要有二长花岗斑岩、花岗斑岩脉、钾长花岗岩脉。钨矿化主要产于侵位于卡贡群下岩组(C₁kg¹)的二长花岗斑岩中。

拉荣矿床已控制三个矿体:Ⅰ号矿体产于二长花岗斑岩中,W(Mo)矿化与斑岩体分布范围一致,为斑岩型 MoW 矿石;Ⅱ、Ⅲ号矿体产在外接触带围岩卡贡群下岩组的层间破碎带中的矿体,为矽卡岩型 MoW 矿石、变质砂岩型 MoW 矿石、碎裂岩型 MoW 矿石。矿石类型主要为斑岩型 MoW 矿石,其次为矽卡岩型 MoW 矿石等。

金属矿物主要有白钨矿、辉钼矿、黄铜矿和黄铁

矿,在黄铁绢云岩中尚见有辉铋矿和毒砂。在矽卡岩型矿石内偶见少量锡石等。

矿区内近矿围岩蚀变主要有:硅化、黄铁绢英岩化,其次为矽卡岩化、碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化及高岭土化等。

大型拉荣钨钼矿床的矿床成因,在二长花岗斑岩体内的矿体主要为斑岩型(占总储量的 98%);在外接触带围岩卡贡群下岩组层间破碎带中的矿体(化),兼有矽卡岩型、变质砂岩型或碎裂岩型。二长花岗斑岩体具有成矿母岩及含矿围岩的双重性质,钨钼矿的形成是该期岩浆活动的同期产物。初步认为该矿床的成因类型是与二长花岗斑岩有关的高温热液型矿床(斑岩型矿床)。

拉荣矿床的成矿时代没有矿石的直接测年资料。据现有资料认为岩体形成时代为燕山期,在区域上二长花岗斑岩大多为始新世—渐新世(K-Ar 同位素年龄值为 34.6 Ma),因此将该矿床的形成时代定为燕山晚—喜马拉雅早期。

3.2.3 他念他翁与新生代流体热液(改造)有关的 Sb-Ag-Cu-Pb-Zn-Fe 矿床成矿系列(xzCz₄)

美多式 Sb 矿(xzCz₄₋₁)

美多锑矿为大型流体热液(改造)型矿床,位于安多县城西北约 130 km,区域构造岩浆岩带属喀喇昆仑-横断山构造岩浆省的羌塘-三江构造岩浆岩带的藏滇他念他翁亚带,Ⅳ级构造单元属藏东他念他翁段。

美多锑矿带出露地层有上三叠统土门格拉群、中侏罗统雁石坪群、白垩系、新近系和第四系。赋矿地层为土门格拉群(T₃tm),由下部碳酸盐岩组和上部含煤碎屑岩组两部分组成,二者之间夹一层硅质岩。下部碳酸盐岩组分布于矿区中部美多背斜核部,岩性为生物碎屑灰岩,结晶灰岩夹泥质粉砂岩,厚度大于 900 m;上部含煤碎屑岩组分布于矿区的 SW 和 NE,与下伏硅质岩组为断层接触。硅质岩为美多锑矿床的赋矿岩石,即除少量锑矿脉赋存于碳酸盐岩中外,矿体大多产于硅质岩内。

美多矿带内酸性火山岩较为发育,多沿断裂带呈不连续的串珠状分布,岩石类型主要有流纹质凝灰岩、流纹质凝灰角砾岩和英安岩等。这些火山岩的区域展布主要呈夹层分布于上三叠统土门格拉群含煤碎屑岩组中,有的构成美多锑矿带的赋矿围岩。

美多矿区构造较为简单,NWW-SEE 向宽缓的复式褶皱及走向和横向断裂构成区域主干构造格架。褶皱构造主要有美多背斜和纳扎江木东向斜。断裂构造主要发育 NW 向两条断层(F₁和 F₂),倾向

南,倾角约 65°。沿断裂构造带发育断层泥、断层角砾岩和劈理化带。

关于成矿的时代及矿床成因,在美多锑矿床采得锑矿脉石英中流体包裹体,用 Rb-Sr 法测得锑矿脉等时线年龄为 20.2 ± 1.8 Ma(相关系数 r 为 0.99209)。此年龄值与锑矿脉产于喜马拉雅期 NE-NNE 向张性断裂的地质特征吻合。硫、铅、钨、钼同位素研究表明,成矿流体主要为大气降水,成矿物质除由围岩地层提供外,地幔物质参入成矿明显(闫升好,2004)。成矿年龄为 20 Ma,正处在青藏高原新生代大陆碰撞造山带形成演化的后碰撞构造阶段,本区成矿作用在时间和空间上与藏北大规模钾质中性熔岩所对应的构造热事件(30~10 Ma)相耦合,因此,美多锑矿床为喜马拉雅期与后碰撞构造阶段岩浆期后热液及流体有关的锑矿床。

美多大型锑矿床在本区具代表性,据此特征确定美多锑矿床为本区的一个矿床式。美多式锑矿的实例还有:尕尔西姜、尕尔巴阔尔、扎那、杜日山和阿尕陇巴等多个大、中型锑矿床,及索日和纳扎江木小型锑矿床等。

4 喀喇昆仑(羌塘)-三江成矿省(Ⅱ-9)区域成矿地质环境(模式)

喀喇昆仑(羌塘)-三江成矿省(Ⅱ-9)含西金乌兰-金沙江成矿带(Ⅲ-33)、北羌塘-昌都成矿带(Ⅲ-36)、喀喇昆仑-他念他翁成矿带(Ⅲ-37)三个成矿带,除喀喇昆仑-他念他翁成矿带(Ⅲ-37)的多龙、美多、当曲等矿床分布在南羌塘和他念他翁地区外,主要都分布在藏东三江地区。下面着重阐述藏东三江

地区的区域成矿地质构造环境(模式)。

藏东三江地区的地质构造演化,新生代从古近纪初期开始的印度大陆与欧亚大陆强烈碰撞挤压,并导致青藏高原的持续隆升,本区地壳构造过程中的垂向加积增厚时期,最终导致青藏高原现代地壳结构的形成。金沙江带闭合后,羌塘-三江复合板片最终拼贴于华夏复合古陆南缘。

喜马拉雅期在藏东三江地区陆内造山成矿事件是三江造山带最重要的金属成矿事件。印-欧板块陆-陆碰撞引起的三江板内造山带,产生大规模走滑-伸展-推覆-剪切及其伴生的富钾碱性斑岩岩浆岩、弧后前陆盆地(晚三叠世-白垩纪)两侧推覆形成的盆地流体系统、以及伸展环境热液对流系统为特征,其成矿作用与斑岩和盆地流体活动密切相关的岩浆-热液-地质流体成矿,构成玉龙为代表的 Cu-Mo-Ag 成矿系列和拉诺玛为代表的 Pb-Zn-Sb 成矿系列(图 4),及美多为代表的 Sb-Ag 成矿系列等。其中 Cu、Mo、Sb 成矿强度大。

5 结论

(1)喀喇昆仑(羌塘)-三江成矿省(Ⅱ-9)的金属矿产,主要分布在南羌塘-他念他翁地区和藏东三江地区,特别是藏东三江地区。南羌塘地区矿床(如多龙铜金矿)的成矿作用与班公湖-怒江洋板块向北俯冲作用有关;他念他翁地区的矿床(如美多锑矿等)的成矿作用与新生代大陆碰撞造山带形成演化的岩浆-构造热液-地质流体有关;藏东三江地区的矿床(如玉龙铜钼金矿、拉诺玛铅锌锑矿等)的成矿作用与喜马拉雅期印-欧板块陆-陆碰撞引起的斑岩和盆

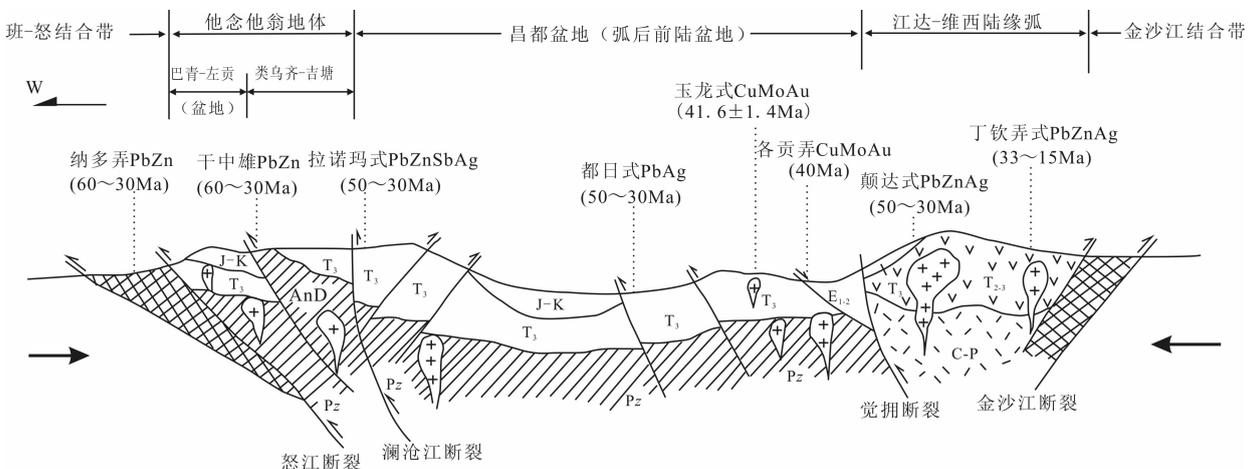


图 4 西藏喀喇昆仑-三江成矿区(Ⅱ-9)三江段区域构造背景示意图

Fig. 4 Sketch map of regional tectonic background of Sanjiang section of Tibet Karakorum-Sanjiang metallogenic province (Ⅱ-9)

地流体活动有关。

(2)金属矿床的成矿时代,除少数矿床形成于印支晚期(如加多岭铁磷矿)和燕山期(主要在南羌塘-他念他翁地区,如多龙铜金矿、美多锑矿和当曲铁矿)外,主要形成于喜马拉雅期(主要在藏东三江地区)。

(3)金属矿床的矿床成因类型主要为岩浆-热液型(包括斑岩型、矽卡岩型和岩浆期后热液型)和流体热液(改造)或层控热液(改造)型,极少数为中性次火山岩型(玢岩型)。

(4)藏东三江地区陆内造山构造环境 Cu-Mo-Au-Pb-Zn-Sb 成矿系列具分带性,分带整体与区域构造线方向一致,成矿地质环境具有由东向北西时空演化轨迹:即从昌都东部 Cu-Au-Mo(玉龙式、各贡弄式)→昌都盆地 Pb-Zn-Ag-Sb(都日式、拉诺玛式)→Sb-Au(美多式)成矿系列的区域分带;成矿温度由高温到中低温到低温,成矿元素从 Cu-Mo-Au→Pb-Zn(Sb)→Sb-Au-Hg,成矿时代 50~40 Ma(玉龙式)→50~30 Ma(拉诺玛式)→20 Ma(美多式)。即从妥坝-芒康断裂和觉拥-德钦断裂(金沙江断裂系)控制岩浆有关成矿到澜沧江断裂带控制的岩浆-构造-流体成矿。这可能与印度-欧亚板块陆-陆碰撞所引起的陆内走滑从东向西发展的地质构造演化有关。

(5)印支晚期—燕山早期与岩浆-热液作用的 Cu-Fe-Pb-Zn 等成矿系列,发育在藏东三江地区东部的江达-维西地块上,包括加多岭式 Cu-Fe 矿、仁达式 Cu 矿、丁钦弄式 Pb-Zn 矿、颠达式 Pb-Zn 矿等。以矽卡岩型铜、铅锌矿床为主,也见有玢岩型铜铁磷矿床和铜多金属矿化。重要成矿时代在印支晚期—燕山早期,但喜马拉雅期热液活动改造富集明显,矿化具有多期多阶段富集的特点。

致谢:在论文编写过程中,自始至终得到西藏自治区国土资源厅、西藏自治区地质矿产勘查开发局、地质调查院、成都理工大学等单位领导各方面的支持和帮助,特别是多吉院士、李金高总工、周详高工、龚灏副校长、郑明华教授、罗怀松高工、钟康惠教授及中国地质科学院矿产资源研究所陈毓川院士、王登红研究员和中国地质调查局成都矿床研究所李光明研究员等同志对我们在工作 and 专业技术方面的支持、指导和帮助;特别要说明的是周详高工对论文中区域成矿模式图编制的指导、修改和王登红研究员在论文编写过程中的多次悉心指导及论文编辑出版

方面给予的帮助。在此对上述领导及相关人员表示衷心的感谢。

注 释

① 冯德新,胡先才,肖福琦,等. 2006. 西藏昌都地区拉诺玛铅锌多金属矿评价报告(中国地质调查局地质调查项目). 西藏自治区地质调查院.

参 考 文 献

- 冯国胜,陈振华,廖六根,等. 2007. 西藏日土地区弗野玢岩铁矿的地质特征及找矿意义. 地质通报, 26(8): 1042~1047.
- 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-矿化特征及氧化成矿流体初步研究. 矿床地质, 25(增刊): 411~414.
- 李金祥,秦克章,李光明,等. 2008. 班公湖带多不杂富金斑岩铜矿床斑岩-火山岩的地球化学特征与时代: 对成矿构造背景的制约. 岩石学报, 24(3): 531~543.
- 闫升好,余金杰,赵以辛,徐志忠,王安建,滕荣丽. 2004. 藏北美多锑矿带地质地球化学特征及其地球动力学背景探讨. 地球学报, 25(5): 541~548.
- 曲晓明,辛洪波. 2006. 藏西班公湖斑岩铜矿带的形成时代与成矿构造环境. 地质通报, 25(7): 792~799.
- 余宏全,李进文,丰成友,等. 2006. 西藏多不杂斑岩铜矿床高温高盐度流体包裹体及其成因意义. 地质学报, 80(9): 1434~1447.
- 余宏全,李进文,马东方,李光明,张德全,丰成友,屈文俊,潘桂棠. 2009. 西藏多不杂斑岩铜矿床铀矿 Re-Os 和锆石 U-Pb SHRIMP 测年及地质意义. 矿床地质, 28(6): 737~746.
- 陶琰,毕献武,辛忠雷,朱飞霖,廖名扬,李玉帮. 2011. 西藏昌都地区拉诺玛铅锌多金属矿床地质地球化学特征及成因分析. 矿床地质, 30(4): 599~617.
- 唐菊兴. 2003. 西藏玉龙斑岩铜(铅)矿成矿作用与矿床定位预测研究. 成都: 成都理工大学博士论文.
- 祝向平,陈华安,马东方,黄翰宵,李光明,李玉彬,李玉昌. 2011. 西藏波龙斑岩铜金矿床的 Re-Os 同位素年龄及其地质意义. 岩石学报, 27(7): 2159~2614.
- Berzina A N, Sotnikova V I, Economou-Eliopoulos M, Eliopoulos D G. 2005. Distribution of rhenium in molybdenite from porphyry Cu-Mo and Mo-Cu deposits of Russia (Siberia) and Mongolia. Ore Geology Reviews, 26: 91~113.
- Richards J P. 2009. Postsubduction porphyry Cu-Au and epithermal Au deposits: Products of remelting of subduction-modified lithosphere. Geology, 37: 247~250.
- Sillitoe R H. 2010. Porphyry copper systems. Economic Geology, 105: 3~41.
- Stein H J, Markey R J, Morgan J W, Du A D, Sun Y. 1997. Highly precise and accurate Re-Os ages for molybdenite from East Quling molybdenite belt, Shaanxi Province China. Economic Geology, 92: 827~835.

Metallogenic Series Study of Ore Deposits in the Tibet Qiangtang-Sanjiang District

LUO Mei¹⁾, PANG Fengchu²⁾, LI Juchu¹⁾, XU Zhizhong³⁾,
DEN Wuzhong⁴⁾, LI Guanqing⁵⁾, LIU Lijun⁶⁾

1) *Chengdu University of Technology, Chengdu, 610059*; 2) *Tibet Autonomous Region Geological Survey Institute, Lhasa, 850001*; 3) *Tibet Geological Prospecting Bureau of Geology Fifth Team, Golmud, Qinghai, 816000*; 4) *Tibet Geological Prospecting Bureau of Geology Sixth Team, Lhasa, 851400*; 5) *Tibet Geological Prospecting Bureau of Regional Geological Survey Team, Lhasa, 851400*; 6) *China University of Geosciences, Beijing, 100083*

Abstract

Information based on extensive investigation of mineral resources in recent years, the Tibet autonomous region and the Tibet autonomous regional mineral resources potential evaluation research on the system, detailed mineral resources information, the system summary writing Tibet metal metallogenic series of ore deposits and metallogenic spectrum (four papers). This paper discusses the Karakoram (qiangtang)-jinshanjiang metallogenic provinces (including Xijingulam-jinshajiang metallogenic belt, North qiangtang-changdu metallogenic belt and the Karakoram-tanietaweng metallogenic belt) of mineral geological characteristics and distribution regularity of mineralization and metallogenic series. Qiangtang-jiangshajiang metallogenic province in addition to the Karakoram-tanietaweng metallogenic belt (Ⅲ-37) DuolonCu, MeiduoSb and Danqu Fe deposits when the song deposit distribution in southern Qiangtang and Tanietaweng region, other major ore deposits are distributed in Cangdu jinshanjiang area. Qiang south region are mainly related to middle-late yanshan movement in the magmatism, such as more DuolonCu deposit metallogenic series, related to Cenozoic fluid-transformation, such as MeiduoSb deposit metallogenic series and related to yanshan period stratabound hydrothermal-transformation, such as DanquFe deposits when the song deposit metallogenic series. Himalayan period in Cangdu-jinshajiang region mineralization is one of the most important metal deposit metallogenic events. Orogenic belt have large-scale strike-slip stretching, nappe shear and its associated rich potassium alkaline porphyry (magmatic hydrothermal), arc first on both sides of the foreland basin formed nappe basin fluid system (characterized by hydrothermal convection system), constitutes the YulongCu deposit represented by CuMoAg metallogenic series and the Norma Pb deposit represented PbZnSb metallogenic series of ore deposits, and MeiduoSb deposit as representative's SbAg metallogenic series of ore deposits.

Key words: Tibet autonomous region; Karakorum-sanjiang metallogenic province; polymetallic deposit; metallogenic regularities of distribution; metallogenic series of ore deposits