

西藏冈底斯成矿带中铅锌矿床的成矿特征

张遵遵¹, 李泽琴², 王奖臻², 胡涛³, 侯春秋⁴

(1. 武汉地质调查中心, 武汉 430205; 2. 成都理工大学, 成都 610059;

3. 西藏地勘局地质六队, 拉萨 851400; 4. 成都地质调查中心, 成都 610082)

摘要: 西藏冈底斯成矿带是位于雅鲁藏布江结合带与班公湖—怒江结合带之间的世界级巨型铜多金属成矿带。冈底斯成矿带中铅锌矿床主要有夕卡岩型(接触交代夕卡岩型和层控夕卡岩型)和充填热液脉型2类, 矿床的形成与岩浆活动关系密切, 成矿时代分为中生代燕山晚期((157.41±1.20) Ma)、新生代喜山早期(65~40 Ma)和喜山晚期(25~10 Ma)等3期。其中, 喜山早期为夕卡岩型铅锌矿床最重要的成矿期, 喜山晚期为充填热液脉型铅锌矿床的主成矿期。赋矿地层主要为晚古生代石炭—二叠系, 其次为中生代侏罗系—白垩系。矿床具有呈EW向带状、SN向串状分布的特征, 在局部构造单元内矿床呈丛聚性分布规律。重要的地质事件控制着矿床的形成, 是2期或多期地质事件联合作用的结果。层控夕卡岩型铅锌矿是冈底斯成矿带的重要矿化类型之一, 往往由热水沉积作用、多期构造改造及岩浆热液活动相互叠加富集而成。

关键词: 铅锌矿床; 成矿特征; 冈底斯成矿带; 西藏自治区

中图分类号: P613; P618.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2013)01-0034-07

1 成矿地质背景

西藏冈底斯成矿带是位于雅鲁藏布江结合带与班公湖—怒江结合带之间, 与雅江结合带形成、演化密切相关的近EW向、长达2 000 km的世界级巨型铜多金属成矿带^[1-2]。该成矿带主要经历了活动大陆边缘演化阶段(C—P), 多岛弧盆系统演化阶段(T—K), 印亚大陆主碰撞阶段(65~41 Ma)、晚碰撞阶段(40~24 Ma)、后碰撞伸展(23~9 Ma)及高原快速隆升(8 Ma以来)等构造演化^[3-6]。冈底斯带活动大陆边缘演化阶段, 在石炭纪—早二叠世沉积了含陆内双峰式火山岩的碎屑岩地层, 中二叠世沉积了含岛弧双峰式火山岩的碳酸盐岩地层, 火山岩较发育^[7-9]; 在以后的俯冲、碰撞以及碰撞过程中的拉张阶段, 发育各种大型构造并伴随强烈的岩浆侵

入活动, 形成了一系列EW向展布的逆冲断裂体系及SN向的正断层系统, 形成的隆格尔—念青唐古拉火山岩浆弧带与南侧的冈底斯—下察隅火山岩浆弧带共同构成了青藏高原南部冈底斯中新代巨型岩浆岩带, 侵入岩形成时代以白垩纪为主, 其次是古近纪、新近纪^[10]。

2 矿床类型及特征

近几年, 在西藏冈底斯地区开展的地质调查评价及研究工作中, 发现了一批铅锌多金属矿床(点), 显示了冈底斯成矿带优越的成矿地质条件。根据冈底斯成矿带铅锌多金属矿床的地质特征, 总结出该区铅锌矿床主要有夕卡岩型、充填热液脉型2类, 其中夕卡岩型可分为接触交代夕卡岩型和层控夕卡岩型2个亚类(表1)。夕卡岩型铅锌矿床是西藏冈底斯巨型

收稿日期: 2012-02-19; **责任编辑:** 赵庆

基金项目: 中国地质调查局综合研究项目(编号:1212010881631)资助。

作者简介: 张遵遵(1984—), 男, 硕士, 从事地质矿产调查及研究工作。通信地址: 武汉市东湖高新技术开发区光谷大道69号, 武汉地质调查中心; 邮政编码: 430205; E-mail: hnzunzun@163.com

通信作者: 李泽琴, 女, 教授。E-mail: LZQ@cdut.edu.cn

表 1 西藏冈底斯成矿带重要铅锌矿床的地质特征

Table 1 Geological characteristics of important Pb-Zn deposits in Gangdise metallogenic belt, Tibet

序号	矿床	矿床类型	构造岩浆带	成矿时代	岩浆活动及时代	控矿构造	含矿岩系	大地构造单元	矿床规模
1	当雄县拉屋	层控夕卡岩型	念青唐古拉弧背断隆构造岩浆亚带Ⅲ-3-5	燕山晚期 (109±1.3) Ma	燕山晚期白云母二长花岗岩 S 型	NW 向拉屋断裂	来姑组, 含陆内双峰式火山岩的碎屑岩夹碳酸盐岩	VII-5 拉达克—冈底斯弧盆系; VII-5-5 隆格尔—工布江达复合岛弧 (P, T, K); VII-5-5-1 旁多—门巴断隆带 (C—P)	大型
2	工布江达县亚贵拉			燕山期 126~130 Ma	燕山期石英斑岩、黑云母花岗岩	EW 向断裂	来姑组, 含陆内双峰式火山岩的碎屑岩夹碳酸盐岩		大型
3	工布江达县洞中松多			喜山期	喜山期 (E ₂) 始新世岩浆作用	EW 向断裂	洛巴堆组, 碳酸盐岩夹凝灰质细碎屑岩建造		中型
4	林周县勒青拉			喜山期 (44.5±1.0) Ma	喜山期 (E ₂) 花岗闪长斑岩、钾长花岗岩	EW 向断裂	洛巴堆组、蒙拉组碳酸盐岩建造		中型
5	谢通门县则学			喜山期	喜山期 (E ₂) 花岗岩	NW 向断裂	拉嘎组变质粉砂岩、粉砂质板岩; 下拉组大理岩、灰岩夹白云岩		中型
6	嘉黎县蒙亚啊	接触交代夕卡岩型	拉达克—冈底斯山一下察隅—墨脱构造岩浆亚带Ⅲ-3-6	喜山期 (13.9±0.27) Ma	喜山期 (N ₁) 花岗斑岩	EW 向断裂	来姑组, 含陆内双峰式火山岩的碎屑岩夹碳酸盐岩; 洛巴堆组, 碳酸盐岩夹凝灰质细碎屑岩建造	VII-5 拉达克—冈底斯弧盆系; VII-5-6 拉达克—南冈底斯—下察隅岩浆弧 (J ₃ —K ₁ , K ₂ —E); VII-5-6-3 拉萨弧背盆地	大型
7	南木林县浦桑果			喜山期	喜山期 (E ₂) 花岗闪长岩	EW 向断裂	塔克那组大理岩、灰岩		大型
8	林周县新嘎果			喜山期	喜山期 (E ₃) 石英闪长岩、花岗闪长岩、花岗斑岩	NW 向断裂, SN 向断裂破碎带	塔克那组灰岩		中型
9	那曲县尤卡朗	充填热液脉型	班戈—扎西则构造岩浆亚带Ⅲ-3-2	燕山期?	燕山晚期中酸性侵入岩	纳木错—嘉黎断裂带及 NE 向次级断裂	拉贡塘组, 含矿岩性为滨浅海相复理石建造	VII-5 拉达克—冈底斯弧盆系; VII-5-2 昂龙冈日—班戈—腾冲岩浆弧带 (K)	大型
10	工布江达县日乌多		念青唐古拉弧背断隆构造岩浆亚带Ⅲ-3-5	喜山期?	?	SN 向构造破碎带	前二叠系松多岩群马布库岩组石英岩、石英片岩	VII-5 拉达克—冈底斯弧盆系; VII-5-5 隆格尔—工布江达复合岛弧 (P, T, K); VII-5-5-2 错告—德玛拉变质杂岩 (C—P)	中型
11	昂仁县查个勒			喜山期	喜山期花岗岩、花岗闪长斑岩	NE 向断裂	岩体与中二叠统下拉组接触带角岩	VII-5 拉达克—冈底斯弧盆系; VII-5-5 隆格尔—工布江达复合岛弧 (P, T, K); VII-5-5-1 旁多—门巴断隆带 (C—P)	中型
12	申扎县下尼弄巴			喜山晚期	?	NE 向断裂, NW 向断裂破碎带	新近系乌郁群二段安山岩		中型

成矿带中的主要矿床类型,多位于斑岩成矿带的北侧。其中,念青唐古拉地区夕卡岩型铅锌多金属矿床的成因有较大争议,主要有 3 种观点:①喷流沉积成因^[11-14];②岩浆热液交代成因^[15-23];③热水沉积—叠加改造成因^[24-28]。本文认为,念青唐古拉地区的蒙亚啊、拉屋、亚贵拉等铅锌多金属矿床是在热水沉积的基础上,经过后期构造改造、岩浆热液顺层交代

等作用而形成,与传统的夕卡岩型铅锌矿床有所不同,故把这类矿床定为层控夕卡岩型矿床。

2.1 夕卡岩型

(1)接触交代夕卡岩型铅锌矿床。位于拉达克—南冈底斯—下察隅岩浆弧的浦桑果和新嘎果矿床为典型代表,其中浦桑果铅锌多金属矿床规模较大,矿石品位较富,成矿元素较多,已达到大型以上规

模^[29]。接触交代夕卡岩型铅锌矿床主要分布在中酸性侵入体与碳酸盐岩地层的外接触带,是伴随着含矿岩浆热液与碳酸盐岩围岩的交代作用形成的,形成温度较高。矿体一般呈不规则状、脉状、扁豆状、囊状等,产状变化较大,产状特征受接触面构造类型的控制明显。浦桑果、新嘎果铅锌矿床的形成机制主要与主碰撞期的岩浆作用密切相关,对成矿有利的地层为下白垩统塔克那组,其岩性主要为碳酸盐岩。始新世花岗闪长岩的侵入作用是浦桑果铅锌多金属矿的成矿要素;渐新世花岗闪长岩、二长花岗岩、花岗斑岩的侵入作用为新嘎果铅锌矿床的成矿要素。

(2)层控夕卡岩型铅锌矿床。以蒙亚啊、亚贵拉、拉屋、勒青拉、洞中松多铅锌(多金属)矿床为代表,矿床规模较大,矿石品位较富,是西藏地区铅锌矿床重要的工业类型,与传统的接触交代夕卡岩型矿床有较大差异。该类矿床受地层控制明显,夕卡岩及矿体多呈层状、似层状和地层整合产出,多数赋存在地层沉积间断面、不同地层界面和不同岩性组合的相变面中及其上下部,并且地层为该类型铅锌矿的形成提供了较多的成矿物质^[27-28,30-32]。矿床的成矿温度较低,通常为中低温矿床,在矿区范围内有时找不到相关的侵入岩体。矿石硫、铅同位素组成有较大的变化范围。本区石炭-二叠系地层沉积成岩时成矿元素得到了初步富集,为蒙亚啊、亚贵拉等层控夕卡岩型铅锌矿的形成奠定了物质基础。

2.2 充填热液脉型

充填热液脉型铅锌矿床主要是由各种以岩浆热液为主的流体,在不同规模构造的控制下,不断富集、迁移成矿元素,在有利的地层和构造空间沉淀而成。该类矿床以尤卡朗、日乌多、查个勒、下尼弄巴矿床为代表。尤卡朗铅银矿床产于中上侏罗统拉贡塘组受岩浆热变质的砂泥质岩中,矿体的产出和分布受到 NNE 向断裂构造的控制,尤其是多期活动的节理造成局部矿化富集^[33];日乌多铅锌矿床矿体赋存于前二叠系松多岩群马布库岩组石英岩、石英片岩断层破碎带内,控矿地层为前二叠系松多岩群马布库岩组石英岩、石英片岩,矿体受近 SN 向张性构造破碎带控制,推测该矿床与后碰撞伸展阶段岩浆活动有关;查个勒铅锌矿床矿体产于岩体与中二叠统下拉组接触带角岩及其附近构造破碎带内,赋矿岩石主要为角岩,主要控矿构造为 NE 向、近 EW 向断裂,鼻状褶皱构造的隆起部位,控矿岩体为喜山期花岗斑岩;下尼弄巴铅锌矿床产于新近系乌郁群

第二段火山岩中,受 NE 向及 NW 向断裂破碎带的控制,矿床的形成可能与喜山晚期后碰撞伸展阶段的岩浆作用有关。

3 成矿规律

3.1 时间分布规律

冈底斯带铅锌矿床的形成多与岩浆活动关系密切,在成矿时代上受岩浆活动的控制。侵入岩形成的时代以白垩纪为主,其次是古近纪、新近纪。铅锌矿床的成矿时代主要有 3 期:中生代燕山晚期((157.41 ± 1.20) Ma),新生代喜山早期(65~40 Ma)和喜山晚期(25~10 Ma)。其中,喜山早期为冈底斯带夕卡岩型铅锌矿床最重要的成矿期,其次为燕山晚期;喜山晚期为充填热液脉型铅锌矿床(如查个勒铅锌多金属矿、下尼弄巴铅锌矿、日乌多铅锌矿)的主成矿期,其次为燕山晚期和喜山早期。

3.2 空间分布规律

从大地构造位置来看,冈底斯成矿带以 NE 向念青唐古拉巨型走滑断裂为界,东西两侧成矿构造环境及矿床类型有明显差别:以东多发育层控夕卡岩型铅锌矿化,西段以热液脉型铅锌矿化为主。目前所发现的矿床、矿点集中分布于隆格尔—工布江达复合岛弧中东段。从矿床的产出位置可以看出,冈底斯成矿带铅锌矿床具有呈 EW 向带状、SN 向串状的分布特征,与构造单元的展布方向一致,在局部构造单元内矿床往往集中分布,表现为丛聚性分布规律。冈底斯成矿带铅锌矿床的 EW 向带状分布规律较为明显,西藏铅锌矿潜力评价项目组根据铅锌多金属矿成矿规律、大地构造及岩浆演化特征等,把冈底斯成矿带由北向南划分为班戈—洛隆成矿亚带、拉果错—申扎—嘉黎成矿亚带、朗久—塔诺错—纳木错成矿亚带、念青唐古拉成矿亚带、南冈底斯成矿亚带等。矿床的丛聚性分布是指矿床在平面的分布上,在一定的范围内集中出现,构成矿集区或矿化集中区。在亚贵拉一带分布有亚贵拉铅锌矿、洞中松多—洞中拉铅锌多金属矿、日翁铅锌矿、比拉铜锌矿等 10 多个矿床(点),构成亚贵拉矿集区;在扎雪一带分布有蒙亚啊铅锌矿、龙马拉铅锌矿、玛雄郎铅锌矿、得中铅锌矿、巴嘎拉东铅矿、体加弄巴铅锌矿、那茶淌北锌矿等多个矿床(点),构成扎雪矿集区;在则学一带分布有则学铅锌矿、纳如松多铅锌矿、斯弄多铅锌矿、宗荣曲铅锌矿、索波棍铅锌矿、百

马斯铅矿等多个矿床(点),构成则学—纳如松多矿集区。

冈底斯成矿带构造线总体呈近 EW 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,在碰撞后的拉张阶段,发育 SN 向张性断裂,为含矿热液的汇聚成矿创造了良好的条件。成矿带内铅锌等矿床在空间分布上呈 EW 向带状、SN 向串状及丛聚性分布的特征,是构造控制作用的表现。

3.3 地层及岩性控矿规律

西藏冈底斯成矿带铅锌矿床的产出多受地层及岩性控制,主要赋矿地层为晚古生代石炭—二叠系,其次为中生代侏罗系—白垩系(表 1)。石炭—二叠系以念青唐古拉走滑断裂为界,以西主要为上石炭统一二叠统拉嘎组、中二叠统下拉组;以东主要为上石炭统一二叠统来姑组、中二叠统洛巴堆组和上二叠统蒙拉组,冈底斯成矿带中的铅锌矿床大多产在这套地层中。在纳木错—嘉黎断裂带以北广泛分布侏罗系,据付少英等研究^[34],尤卡朗矿区出露的中上侏罗统拉贡塘组中 Pb, Ag, Zn 等主成矿元素及指示元素为区域背景值的几倍至十几倍,而中上侏罗统拉贡塘组为盆地—斜坡相碎屑岩建造,在其沉积阶段受控于具有生长断层性质的纳木措—嘉黎断裂,伴随该断裂的多期次活动,很可能自深部带来了丰富的铅锌等成矿物质,因此使得该套沉积岩相对富含铅锌,并产出较多的矿床(点)。

夕卡岩型铅锌多金属矿主要受灰岩(大理岩)与黑色岩系的层间构造及其地球化学障的控制,主要的含矿岩系组合是灰岩(大理岩)+黑色板岩、凝灰岩和砂板岩^[23]。围岩岩性对铅锌矿床的类型有一定的控制作用。在不同期次的中酸性岩浆作用下,当围岩为含钙镁质的灰岩、大理岩等碳酸盐岩建造时,容易形成夕卡岩型或层控夕卡岩型铅锌矿化;当围岩为砂岩、变质砂岩、石英片岩等富含硅质类岩石时,容易形成充填热液脉型铅锌矿床。

4 成矿作用及成矿模式

4.1 重要地质事件与铅锌矿床成矿响应

西藏地区大地构造演化经历的重大地质历史事件可划分为两段式:印度板块俯冲至消减事件和接踵而至的青藏高原陆—陆碰撞事件。其中与铅锌矿床成矿作用有关的重要地质事件总结如下:

(1)晚古生代印度板块活动大陆边缘双峰式火山作用为层控夕卡岩型铅锌矿床提供了丰富的成矿物质,使之成为西藏最重要的矿床类型。

(2)中生代燕山期印度板块俯冲形成冈底斯多岛弧盆系,其强烈的岩浆作用为层控夕卡岩型铅锌矿床提供了第一期铅锌矿成矿热液运移富集的条件,如亚贵拉、拉屋矿床;期间在多次活动的纳木措—嘉黎断裂影响下,形成以尤卡朗为代表的与浊积岩有关的热液脉型铅锌矿床。

(3)喜山期陆—陆碰撞事件三段式中,主碰撞事件对西藏铅锌矿床的成矿影响重大:其一,为层控热液铅锌矿床提供了第二期成矿响应的动因,这次事件的响应作用遍及整个冈底斯成矿带,从则学—勒青拉—洞中松多—亚贵拉都有成矿作用的富集;其二,也为本区接触交代夕卡岩型铅锌矿床的主成矿期。

(4)后碰撞伸展事件主要为充填热液脉型铅锌矿床提供了成矿流体活动的动力条件。

4.2 层控夕卡岩型铅锌矿成矿模式

关于铅锌矿床的成因多年来一直是争论的热点。普遍认为,铅锌矿床的成矿作用较为复杂且具长期性,在铅锌矿床的形成中地层起到了较为重要的作用。本文根据冈底斯带多个铅锌矿床的研究,认为层控夕卡岩型铅锌矿是该区重要的矿化类型之一,其形成得益于冈底斯地区特殊的构造演化及地质特征,成矿机制表现为多期成矿。首期成矿发生在晚石炭世—早二叠世的海底沉积期间,表现为海底火山喷发及同生断裂活动形成海底含矿热液并参与沉积成岩、成矿作用,形成各类热水沉积岩或本区的初始矿源层或矿层^[11-12,14,24]。如,亚贵拉矿区的同生角砾状硅质岩、钠长石岩、层状夕卡岩等,矿石中保留了同生沉积组构,矿体中见有似层状、块状磁黄铁矿—黄铁矿矿石以及硫化物含量达 90% 以上等特征,显示矿床具有热水喷流成矿的特点;在蒙亚啊矿区 Pb-14 矿体存在疑似热水沉积形成的硅质岩并含有塑性变形的磁黄铁矿^[28];另外,拉屋矿床矿石的磁黄铁矿 Re-Os 同位素年龄为 $(309 \pm 31) \text{ Ma}$ ^[13],证明了喷流沉积成矿作用的存在。根据勘探成果,目前在冈底斯成矿带还未发现典型喷流沉积型铅锌矿床,但该区在活动大陆边缘演化阶段沉积成岩作用形成的初始矿源层,为后期的铅锌矿化提供了较多的成矿物质,拉屋、蒙亚啊、亚贵拉、洞中拉等铅锌矿床的地球化学特征也证实了这一点。总之,该区层控夕卡岩型铅锌矿的成矿作用具有特殊性,是由

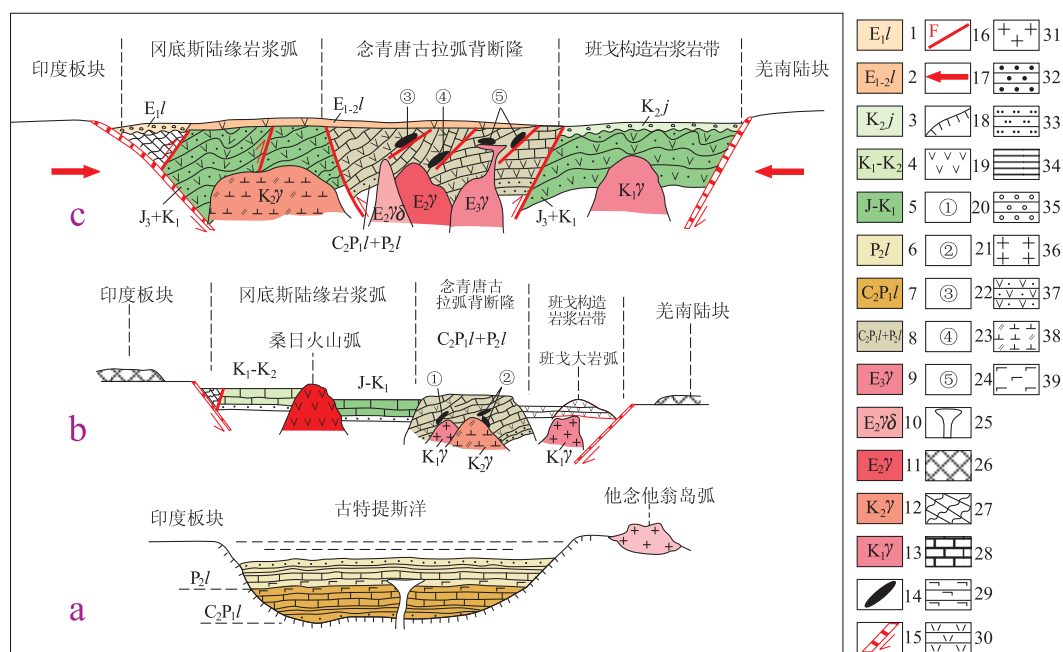


图1 西藏冈底斯成矿带层控夕卡岩型铅锌矿成矿模型

Fig. 1 The metallogenic model of strata bound skarn lead-zinc deposits in Gangdise metallogenic belt, Tibet

a. 矿质初步富集期; b. 早期成矿期(K); c. 晚期成矿期(E-N)

1. 古新统柳曲组; 2. 始新-古新统林子宗组火山岩; 3. 白垩系上统竟柱山组; 4. 白垩系沉积岩; 5. 侏罗-下白垩统沉积岩; 6. 中二叠统洛巴堆组; 7. 上石炭-下二叠统来姑组; 8. 来姑组与洛巴堆组含矿火山及沉积建造; 9. 渐新世花岗岩; 10. 始新世花岗闪长岩; 11. 始新世花岗岩; 12. 晚白垩世花岗岩; 13. 早白垩世花岗岩; 14. 铅锌矿体; 15. 俯冲带及方向; 16. 断层; 17. 构造应力场方向; 18. 陆壳基底; 19. 火山岩; 20. 亚桂拉铅锌矿床; 21. 拉屋铅锌矿床; 22. 洞中松多铅锌矿床; 23. 勒青拉铅锌矿床; 24. 蒙亚阿铅锌矿床; 25. 热点及火山结构; 26. 陆块; 27. 混杂堆积岩石; 28. 碳酸盐岩建造; 29. 基性火山岩; 30. 中酸性火山岩; 31. 岛弧侵入岩; 32. 砂岩; 33. 粉砂岩; 34. 页岩; 35. 砾岩; 36. 花岗岩; 37. 上侏罗-下白垩统火山岩及沉积岩建造; 38. 二长花岗岩; 39. 基性火山岩

热水沉积作用、多期构造改造及岩浆热液活动相互叠加富集而成,对于不同的矿床,不同阶段的构造演化对其形成的作用各有不同。层控夕卡岩型铅锌矿成矿模型见图1。

5 结论

(1)西藏冈底斯成矿带铅锌矿床类型主要为夕卡岩型和充填热液脉型,其中夕卡岩型又可分为接触交代夕卡岩型和层控夕卡岩型2个亚类。

(2)冈底斯带铅锌矿床的形成与岩浆活动关系密切,其成矿时代主要集中于3个时期:中生代燕山晚期(157.41 ± 1.20 Ma),新生代的喜山早期($65 \sim 40$ Ma)和喜山晚期($25 \sim 10$ Ma)。其中,喜山

早期为冈底斯带夕卡岩型铅锌矿床最重要的成矿期,喜山晚期为充填热液脉型铅锌矿床的主成矿期。赋矿地层主要为上古生界石炭-二叠系,其次为中生界侏罗系-白垩系。矿床具有EW向呈带状、SN向呈串状的分布特征,与构造单元的展布方向一致,在局部构造单元内矿床往往集中分布,表现为丛聚性分布规律。

(3)层控夕卡岩型铅锌矿是本区的重要矿化类型之一,其形成得益于冈底斯地区特殊的构造演化及地质特征,往往是两期或多期地质事件联合作用的结果。

致谢:本文得到西藏地矿局刘肇模等专家以及西藏地质调查院潘凤雏总工、苟金高级工程师等人的指导和帮助,还参考了较多的矿区地质勘查成果,在此一并表示感谢!

参考文献:

- [1] 王方国,李光明,林方成. 西藏冈底斯地区夕卡岩型矿床资源潜力初析[J]. 地质通报,2005,24(4):378-385.
- [2] 赵涵,肖渊甫,程超杰,等. 西藏冈底斯成矿带新生代铜多金属矿成矿系列及成矿作用[J]. 矿物学报,2011,31(S1):435-436.
- [3] 潘桂棠,王立全,尹福光,等. 从多岛弧盆系研究实践看板块构造登陆的魅力[J]. 地质通报,2004,23(9):933-939.
- [4] 潘桂棠,莫宣学,侯增谦,等. 冈底斯造山带的时空结构及演化[J]. 岩石学报,2006,22(3):521-533.
- [5] 侯增谦,莫宣学,杨志明,等. 青藏高原碰撞造山带成矿作用:构造背景、时空分布和主要类型[J]. 中国地质,2006(33):348-359.
- [6] 侯增谦,王二七,莫宣学,等. 青藏高原碰撞造山与成矿作用[M]. 北京:地质出版社,2008:346-350.
- [7] 耿全如,王立全,潘桂棠,等. 西藏冈底斯带石炭纪陆缘裂陷作用:火山岩和地层学证据[J]. 地质学报,2007,81(9):1259-1274.
- [8] 耿全如,王立全,潘桂棠,等. 西藏冈底斯带洛巴堆组火山岩地球化学及构造意义[J]. 岩石学报,2007,23(11):2699-2712.
- [9] 王立全,潘桂棠,朱弟成,等. 西藏冈底斯带石炭纪一二叠纪岛弧造山作用:火山岩和地球化学证据[J]. 地质通报,2008,27(9):1509-1535.
- [10] 西藏自治区地质矿产局. 西藏自治区区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1993.
- [11] 张旺生,曹新志,燕长海,等. 西藏念青唐古拉地区铜铅锌多金属矿床热水沉积岩特征与成矿关系[J]. 地质科技情报,2009,28(1):87-92.
- [12] 连永牢,曹新志,燕长海,等. 西藏当雄县拉屋铜铅锌多金属矿床喷流沉积成因[J]. 吉林大学学报:地球科学版,2010,40(5):1041-1047.
- [13] 崔玉斌,赵元艺,屈文俊,等. 西藏当雄地区拉屋矿床磁黄铁矿 Re-Os 同位素测年和成矿物质来源示踪[J]. 地质通报,2011,30(8):1283-1293.
- [14] 连永牢,曹新志,燕长海,等. 西藏念青唐古拉地区铅锌银矿床成矿系列及找矿前景[J]. 贵州大学学报:自然科学版,2011,28(2):31-37.
- [15] 杜欣,刘俊涛,王亚平. 西藏拉屋铜铅锌多金属矿床地质特征和成因分析[J]. 矿产与地质,2004,18(5):410-414,449.
- [16] 郝军,喻亨祥,谢洪顺. 西藏当雄县拉屋铜铅锌矿成矿规律浅析[J]. 中国科技信息,2007(11):20-23.
- [17] 刘延勇. 西藏拉屋多金属矿床的成矿元素分带规律[J]. 中山大学学报:自然科学版,2008,47(6):66-70.
- [18] 高一鸣,陈毓川,唐菊兴,等. 西藏工布江达县亚贵拉铅锌铜多金属矿床石英斑岩锆石 SHRIMP 定年及其地质意义[J]. 地质学报,2009,83(10):1436-1444.
- [19] 张林奎,范文玉,高大发. 西藏林周县勒青拉铅锌多金属矿床地质特征及成因[J]. 地质与勘探,2008,44(5):10-17.
- [20] 程顺波,庞迎春,曹亮. 西藏蒙亚啊夕卡岩铅锌矿床的成因探讨[J]. 华南地质与矿产,2008,10(1):50-56.
- [21] 李光明,刘波,屈文俊,等. 西藏冈底斯成矿带的斑岩-夕卡岩成矿系统:来自斑岩矿床和夕卡岩型铜多金属矿床的 Re-Os 同位素年龄证据[J]. 大地构造与成矿,2005,29(4):482-488.
- [22] 余宏全,丰成友,张德全,等. 西藏冈底斯中东段夕卡岩铜-铅-锌多金属矿床特征及成矿远景分析[J]. 矿床地质,2005,24(5):508-520.
- [23] 唐菊兴,陈毓川,多吉,等. 西藏冈底斯成矿带东段主要矿床类型、成矿规律和找矿评价[J]. 矿物学报,2009(S1):476-478.
- [24] 杜欣,燕长海,陈俊魁,等. 西藏亚贵拉铅锌多金属矿床的地质特征[J]. 地质调查与研究,2010,33(4):257-266.
- [25] 张哨波,高明,岳国利,等. 西藏亚贵拉铅锌矿床地质特征及成因浅析[J]. 矿产与地质,2009,23(4):297-301.
- [26] 何国朝,赵延朋,原恩慧,等. 西藏拉屋铜铅矿床成因探讨[J]. 矿产与地质,2009,23(2):147-152.
- [27] 连永牢,曹新志,燕长海,等. 西藏工布江达县亚贵拉铅锌矿床地质特征及成因分析[J]. 地质与勘探,2009,45(5):570-577.
- [28] 张遵遵. 西藏蒙亚啊夕卡岩型铅锌矿床地质地球化学特征研究及成矿物质来源探讨[D]. 成都:成都理工大学,2011.
- [29] 李小亮,李泽琴,张成江,等. 西藏浦桑果铅锌矿床成因探讨[J]. 云南地质,2011,30(1):122-126.
- [30] 张科. 西藏勒青拉铅锌矿床稀土元素地球化学特征[J]. 地质与勘探,2006,42(6):26-32.
- [31] 刘婷婷,何政伟,唐菊兴,等. 西藏洞中拉铅锌矿床稀土元素地球化学特征[J]. 物探化探计算技术,2011,33(6):655-663.
- [32] 刘婷婷,唐菊兴,刘鸿飞,等. 西藏墨竹工卡县洞中拉铅锌矿床 S、Pb 同位素组成及成矿物质来源[J]. 现代地质,2011,25(5):869-878.
- [33] 冯志兴,吕新彪,王涛. 西藏尤卡朗铅银矿床成矿作用初步研究[J]. 矿床地质,2011,30(3):469-476.
- [34] 付少英,靳拥护,张哨波,等. 西藏那曲县尤卡朗铅银矿床地质特征及成因分析[J]. 矿产与地质,2008,22(5):412-418.

Characteristics of lead-zinc deposits in Gangdise metallogenic belt, Tibet, China

ZHANG Zunzun¹, LI Zeqin², WANG Jiangzhen², HU Tao³, HOU Chunqiu⁴

(1. Wuhan Center of Geological Survey, Wuhan 430205, China;

2. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

3. Geological Team 6, Xizang Geosurvey Bureau, Lasa 851400, China;

4. Chengdu Center of Geological Survey, Chengdu 610082, China)

Abstract: The Pb-Zn deposits located in Gangdise metallogenic belt can be classified into the skarn type (contact metasomatism skarn type and strata bound skarn type) and the hydrothermal vein type. Late Yanshan period of Mesozoic (157.41 ± 1.20 Ma), Early Himalayan period (65-40 Ma) and Late Himalayan period (25~10 Ma) of Cenozoic are the main metallogenic epochs. The skarn type of Pb-Zn deposits are mainly formed in the Early Himalayan period, the hydrothermal vein type in Late Himalayan period. Late Palaeozoic Carboniferous-Permian system is the main ore-bearing strata then the strata of Mesozoic Jurassic-Cretaceous system. The deposits occur in EW belt and SN string and cluster in local geological structural unit. Formation of the Pb-Zn deposits is controlled by important geological events and is the product of combination of two or more of these geological events. The strata bound skarn lead-zinc deposit is one of the main mineralization in Gangdise metallogenic belt and is formed by inter-superimposition of tectonic reworkings and magmatic-hydrothermal activities on the hot-water sedimentary mineralization.

Key Words: Pb-Zn deposit; metallogenic characteristics; Gangdise metallogenic belt; Tibet