

甘肃白银厂矿区及外围区域 地质背景、成矿系列及找矿潜力

张洪培¹, 刘继顺¹, 方维萱², 马光¹

(1. 中南大学地学与环境工程学院, 长沙 410083; 2. 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学开放研究实验室, 贵阳 550002)

[摘要] 白银厂矿区及外围是北祁连铜多金属成矿带的主要地段。新元古代以来的大陆裂谷作用—活动陆缘的洋壳俯冲、弧后扩张—陆—陆碰撞造山作用, 及其所导致的强烈多期次的火山活动、岩浆侵入及变质作用, 为本区提供了优越的成矿条件。区内既有与岛弧海相酸性火山作用有关的白银厂黑矿型 Cu—Pb—Zn—Au—Ag 成矿系列, 又有与弧后扩张脊蛇绿岩套和基性火山岩有关的塞浦露斯型 Cu—Zn(Co) 系列; 与大陆裂陷火山作用有关的喷流沉积型 Fe—Cu—Zn—Pb 系列以及陆内造山早期与韧—脆性剪切作用有关的 Au—Pb 系列和与酸性岩浆作用有关的 Au—Cu 系列等。石青洞—白银厂火山岩带是本区最有找矿潜力、也是快速实现找矿突破的首选区带; 朵家滩—白银南—青城皋兰群变质火山岩带, 是值得探索的大型喷流沉积型 Fe—Cu—Zn—Pb 矿床远景区; 老虎山—银洞沟—崛吴山火山岩带的塞浦露斯型 Cu—Zn(Co) 矿床具有扩大资源量和进一步发现矿床的前景; 韧—脆性剪切带型 Au 矿床及与酸性侵入体有关的岩浆期后热液型 Au—Cu 矿床是两个具有重要意义的找矿新方向。

[关键词] 白银厂 地质背景 成矿系列 找矿潜力

[中图分类号] P612; P618.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2004)05-0021-06

区域成矿学是当前矿床学研究中一个备受关注的领域^[1,2]。北祁连是我国重要的铜多金属成矿带^[3,4], 白银矿区及外围位于北祁连东段, 范围是西起甘肃永登, 东至靖远, 南到榆中县青城, 北达景泰, 面积约 20 000 km² 的区域(图 1)。研究区可划分出 3 条成矿(亚)带, 南带为产于新元古代变质基性火山—沉积岩中的朵家滩—白银南—青城 Fe、Cu、Pb、Zn 以及 Au 成矿带; 中带为产于寒武纪细碧角斑岩系中的白银厂—石青洞 Cu、Pb、Zn、Au 及 Ag 成矿带; 北带为产于奥陶纪蛇绿岩组合中的老虎山—银洞沟 Cu、Zn(Co) 成矿带。前人对白银厂矿区外围的工作相对薄弱, 限制了找矿领域的拓宽。本文试以当前区域成矿理论为指导, 以整个白银矿区及外围为研究对象, 通过成矿地质背景、成矿作用及演化、成矿规律的研究, 划分成矿系列, 分析探讨进一步找矿的潜力与方向。

1 区域地质背景

1.1 大地构造背景

许多学者认为北祁连造山带是以元古宙古中国

大陆(边缘)裂谷作用为起点发展起来的^[5~8]。北祁连自元古宙至志留纪经历了大陆(边缘)拉张裂陷、裂解、洋盆形成、扩张、俯冲消减直至洋盆闭合完整的裂谷发展史^[8]。泥盆纪, 南(中祁连陆块)、北(华北大板块)陆块碰撞造山。中生代转化为陆内浅层断(拗)陷—逆掩叠覆—隆升造山体制^[9]。

1.2 区域地质格局

1.2.1 区域火山岩地层

新元古代—奥陶纪(图 1)由南至北分布的裂谷—岛弧—弧后扩张脊火山岩带。

1) 南部朵家滩—白银南—青城新元古代陆缘裂陷基性火山—沉积岩。下部为千枚岩、变砂岩、黑云母片岩、含石榴石黑云石英片岩; 中部为黑云石英片岩、石英岩夹大理岩、细碧岩、石英角斑岩, 含小型多金属矿点; 上部黑云石英片岩、绢云方解片岩夹变质砂岩。原岩主要为钙、泥质碎屑岩类和基性火山岩, 夹少量酸性火山岩, 形成年龄 840 ~ 574.2 Ma^[10], 为晚元古代时期, 成岩环境为大陆拉张作用初期的裂陷槽。“皋兰群”变质火山岩可与祁连造山带东部的陈家庙变质火山岩、西部的镜铁山

[收稿日期] 2003-07-05; **[修订日期]** 2003-11-24; **[责任编辑]** 曲丽莉。

[基金项目] 国家重点基础研究发展规划项目(编号: 2001CB409805)和国家自然科学基金资助项目(编号: 40072032)资助。

[第一作者简介] 张洪培(1963年—), 男, 1985年毕业于中南矿冶学院, 获学士学位, 在读博士生, 高级工程师, 现主要从事矿产勘查和区域成矿学研究工作。

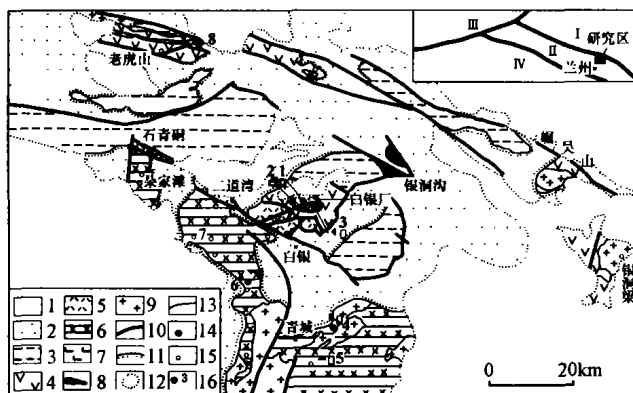


图1 白银厂矿区及外围地质与矿床分布略图

1—第四系; 2—泥盆系—第三系陆相沉积岩; 3—志留系海相复理石建造; 4—奥陶纪蛇绿岩套及上覆基性火山沉积岩系; 5—寒武纪—奥陶纪细碧角斑岩系; 6—新元古代皋兰群变质火山沉积岩; 7—中酸性—酸性侵入岩; 8—中基性侵入岩; 9—基性侵入岩; 10—断层; 11—不整合线; 12—第四系界线; 13—地质界限; 14—矿床; 15—矿点; 16—矿床(点)编号: 1—折腰山; 2—火焰山; 3—小铁山; 4—黄崖口; 5—铁背沟; 6—棺材涝池; 7—新铅洞; 8—猪嘴哑巴

群^[11]对比。

2) 中部石青碛—白银厂寒武纪—奥陶纪岛弧火山岩。岩石组合为细碧岩(钾细碧岩)、细碧玢岩—角斑岩—石英角斑岩(钾石英角斑岩), 岩浆作用分异连续完善, 基性、中基性、中性、酸性火山岩发育齐全, 成岩时代范围可能为寒武纪—奥陶纪。火山岩的岩石地球化学分析显示出岛弧火山岩特征^[12, 13], 是“岛弧向成熟岛弧转化过程形成的产物”^[14]。

3) 北部老虎山—银洞沟—崛吴山奥陶纪弧后盆地火山岩。由蛇绿岩套及其上覆基性火山沉积岩系组成。蛇绿岩套由方辉橄榄岩—纯橄岩(蛇纹石化)、床状辉长岩、枕状熔岩、含铁锰硅质岩组成。枕状熔岩 Sm—Nd 同位素等时线年龄 $453.56 \sim 468.87\text{Ma}$ ^[15], Cu—Zn(Co) 矿床产于其内。上覆岩石类型主要有细碧岩、细碧玢岩及泥岩和浊积岩等。蛇绿岩形成于弧后扩张脊环境, 上覆岩系形成与扩张脊之外, 整体属弧后盆地环境^[16]。

在 3 条火山岩带之间及周围呈块体分布有早志留世残余海盆的海相复理石建造, 岩石类型主要有砂岩、粉砂岩、千枚岩。

1.2.2 岩浆岩

区内出露 23 个中性—酸性侵入体, 侵位于晚元古代—奥陶纪的 3 条火山岩带内。岩石类型主要有花岗岩、斜长花岗岩、花岗闪长岩、石英闪长岩等, 主要呈岩株、岩墙和岩基产出。本区中酸—酸性岩浆

活动主要发生在陆内造山早期, 黑石山黑云母斜长花岗岩年龄为 $388.5 \sim 399.6\text{Ma}$ ^[10]。

基性—超基性侵入体 14 个, 岩石类型有辉绿岩、辉长岩、蛇纹石化橄榄岩, 它们与火山作用有关, 形成于前陆内造山期。

1.2.3 区域断块构造格局

受加里东运动影响, 区内产生 NWW—NW、NE、NEE 向三组断裂, 其中 NWW—NW 具有长期活动的特点, 是控制区域地质体分布的主要构造因素。断裂性质主要为压扭性、逆冲推覆。早期断裂主要属压扭性, 使火山岩地层发生片理化区域透入性构造及 NWW—NW 向右行平移韧性剪切带和脆性断裂^[17]; 晚期发展为逆冲推覆构造, 产生 NWW—NW、NE、NEE 向三组断裂。上述断裂的切割及中生代以来的差异升降运动的影响, 最终造成区域断块构造格局^[6]。

2 成矿系列特征

本区已发现 63 处铜、铅、锌、金、银矿床(点), 其中大型矿床 2 处, 中型矿床 1 处, 小型矿床 11 处, 其余为矿点。此外, 还有 30 处铁锰矿床(点)。它们主要分布在南、中、北 3 条古火山岩带及加里东期酸性侵入体中, 与区域火山作用、岩浆作用及构造作用密切相关。本文根据成矿时代、空间分布、矿床成因及组合等特征将本区矿床划分为 5 个系列(表 1)。

2.1 朵家滩—白银南—青城皋兰群变质火山—沉积岩地层中的喷流沉积型 Fe—Cu—Zn—Pb 成矿系列

新元古代, 古中国大陆地幔物质主动上涌使北祁连陆壳减薄产生裂隙, 沿裂点出现火山活动, 形成了以基性为主、酸性为次的火山岩及陆缘碎屑沉积岩。在北祁连东段张家川同时代变质基性火山岩^[4]中有陈家庙 Cu—Fe 矿床; 西段镜铁山浅海相碳质、钙质板岩沉积岩中有 Fe—Cu 矿床产出, 它们都属喷流沉积型。但本区新元古代火山活动更强、分异明显, 成矿作用不仅发生在基性火山岩中, 在酸性火山岩中也有出现。基性火山岩沉积岩中为 Cu—Zn 型和 Fe—Cu 型; 酸性火山沉积岩中为 Zn—Pb 型。

猩猩湾 Fe—Cu 矿点, 磁铁矿、磁黄铁矿、黄铁矿及黄铜矿以条带状、浸染状产于变质基性火山岩中, 周围分布许多铁矿化点; 棺材涝池与铁背沟 Cu—Zn 矿点相似, 矿化产于变质基性火山岩中, 矿石矿物为黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、磁黄铁矿。矿石呈

表1 白银矿区及外围成矿系列特征简表

时代	区域构造作用	成矿系列	矿床组合的 地球化学类型	矿床成因类型	实例
新元古代	大陆裂陷	①与基性(酸性)火山活动有关的 Fe - Cu - Zn - Pb	Fe - Cu Cu - Zn Zn - Pb	层控喷流沉积	猩猩湾 棺材涝池,铁背沟 黄崖口
寒武纪—奥陶纪	活动陆缘岛弧裂谷	②与海相火山作用有关的(VHMS) Cu - Pb - Zn - Au - Ag	Cu(Zn) Zn - Pb - Cu - Au - Ag Pb - Zn - Cu - Ag	喷流沉积黑矿型	折腰山 小铁山 石青碛
奥陶纪	弧后盆地扩张	③与海相火山作用有关的 Cu - Zn(Co)	Cu - Zn(Co) Zn - Cu	喷流沉积塞浦露斯型	猪嘴哑巴 银洞沟
早泥盆纪	陆内挤压岩浆—构造	④与酸性侵入体有关的 Au - Cu	Au Au - Cu	岩浆期后热液型 斑岩型	郝泉沟 银洞梁
	陆内挤压构造	⑤韧—脆性剪切带中的 Au - Pb - Zn	Au Pb - Zn	韧—脆性剪切带型 低温热液脉型	朵家滩 新铅洞

块状、条带状、浸染状及角砾状构造,他形粒状、交代残余结构。近矿蚀变主要为绿泥石化、硅化和碳酸盐化;Zn - Pb 型矿床以黄崖口为代表,矿体似层状整合产于黑云母石英片岩中的酸性凝灰岩中。矿石主要为块状、浸染状、细脉条带状构造,它形粒状、骸晶胶结状、溶蚀结构等。矿石矿物主要为闪锌矿、方铅矿、黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿、白铁矿、毒砂、黝铜矿等。近矿蚀变主要为绢云母化、叶腊石化。

2.2 石青碛—白银厂细碧角斑岩系中的 VHMS 黑矿型成矿系列

新元古代—寒武纪北祁连陆壳进一步拉张裂陷、裂解,洋盆形成。奥陶纪洋盆扩张,发生了洋壳向华北古陆的俯冲作用,石青碛—白银一带最早产生岛弧型火山作用,火山活动强烈,形成基性—中性—酸性完整的细碧角斑岩系,并在酸性火山活动末期发生了本区最重要的海底喷流沉积成矿事件。

矿化产于细碧岩—角斑岩—石英角斑岩组合的酸性端元石英角斑岩类中。直接含矿围岩为火山碎屑岩石英角斑凝灰岩,其内常见沉积岩夹层。矿床由块状、(细脉)浸染状、网脉状矿体组成。块状硫化物矿体一般呈透镜状、层状整合产于石英角斑凝灰岩的顶部,上覆基性火山岩或正常沉积岩层。(细脉)浸染状矿体产于石英角斑凝灰岩中。矿石主要矿物有黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿,次要矿物有黝铜矿—砷黝铜矿、斑铜矿。矿石构造主要有块状构造、浸染状、网脉状及条带状构造,次为角砾状、揉皱、晶族斑点构造等。矿石结构主要为它形粒状、交代、碎裂结构,次为自形—半自形粒状、固熔体乳浊、(变)胶状结构等。围岩蚀变发育,主要蚀变矿物为绿泥石、绢云母、石英、(含)铁碳酸盐、重晶石,构成绿泥石化居中、绢云母化居外的分带结构,硅化、铁碳酸盐化则相对均匀地分布在蚀变体中。

矿化与火山构造关系密切,随着与火山口(中心)距离的加大,出现折腰山 Cu(Zn)—小铁山 Zn - Pb - Cu - Au - Ag—石青碛^[19] Zn - Pb - Cu - Ag 的矿床系列。大中型的矿床(折腰山、火焰山和小铁山)明显出现了由上部及边部一下部的(石膏、重晶石)—Pb Zn 矿体—Cu 矿体—(黄铁矿化石英岩)的黑矿型矿床的分带特征。

2.3 老虎山—银洞沟—岷吴山蛇绿岩套的上覆火山岩中的带塞浦露斯型 VMS 成矿系列

奥陶纪洋壳向华北古陆的俯冲,由于板块俯冲摩擦产生岩浆作用和诱导出的地幔物质上涌,岩浆的底辟使弧后地区发生裂陷作用,在老虎山—银洞沟—岷吴山一带弧后扩张脊^[19],形成基性火山岩及蛇绿岩套。在蛇绿岩套的上覆细碧岩中形成塞浦露斯型 Cu - Zn(Co)矿床系列。

猪嘴哑巴 Cu - Zn(Co)矿床,矿体产于蛇绿岩组合的似角砾状细碧岩中(塞浦露斯铜矿围岩是角砾基性熔岩)。矿体主要为块状硫化物矿体,呈透镜状,产状与地层基本一致。矿石矿物成分简单,主要有黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿。矿石 Cu 品位较高而且富含 Co, Cu 平均 2.06%、Zn 平均 3.71%, Co 平均 0.114%。矿石以块状构造为主,次为浸染状、条带状,有自形—半自形粒状结构、它形粒状结构、交代溶蚀结构、固熔体分离结构等。

银洞沟 Zn - Cu 矿床,矿体围岩为含角砾(集块)细碧岩、细碧凝灰质千枚岩、硅质岩等,与猪嘴哑巴相比,含较多的基性火山碎屑岩。矿床主要为似层状块状硫化物矿体构成。矿石矿物主要有黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿,次为斑铜矿、辉铜矿,少量黝铜矿、方铅矿、菱铁矿、磁铁矿。有益金属组分以 Zn 为主(约 70%), Cu 约占 30%, 伴生 Ag、Co 等。矿石主要为致密块状、似条带状、破碎角砾状、浸染状构

造,粒状、胶状、乳滴状、交代残余等结构。

2.4 与酸性侵入体有关的岩浆热液型 Au - Cu 成矿系列

早泥盆纪,南(中祁连陆块)、北(华北大陆板块)陆块碰撞造山作用早期,岩浆活动十分强烈,形成了大量的呈岩基、岩株及岩墙产出的中性—酸性侵入体。在本区出露的 19 个酸性侵入体中,9 个具 Cu - Au 或 Au 矿化^[20]。

郝泉沟含金二云母斜长花岗岩侵位于白银矿区南部的细碧角斑岩中,岩体为一不规则小岩株,矿床由含金多金属硫化物石英脉、含金黄铁石英脉、含金构造蚀变岩和蚀变花岗岩组成^[21]。金矿物主要为自然金,多呈裂隙金、晶隙金的方式嵌布于金属硫化物中,形态为树枝状、乳滴状,粒度较粗(多 > 70 μm)。矿石结构以交代结构为主。矿石构造简单,主要为块状构造。矿体围岩蚀变发育,主要为白云母化和黄铁矿化,次为绢云母化、碳酸盐化和绿泥石化。

银洞梁含铜金斜长花岗岩则侵位于北部奥陶纪弧后盆地火山岩带的东端,岩体为一岩株,其内常见花岗闪长岩、钠长岩脉等贯入。主要矿石矿物为孔雀石、蓝铜矿、辉铜矿、自然金、黑铜矿、赤铁矿、针铁矿、自然铜、黝铜矿等。矿体及附近围岩蚀变发育,主要有钠长石化、钾长石化、碳酸盐化、绿泥石化、绿帘石化、赤铁矿化、白云母化,蚀变矿物组合与常见的斑岩铜金矿基本一致。矿石矿物呈细脉状、薄膜状、稠密浸染状分布于岩体的蚀变带中。矿石平均含 Cu 1.02%、Au 1.8×10^{-6} 。

2.5 本区南部新铅洞—曾家庄韧—脆性剪切带 Au - Pb 成矿系列

本区加里东期陆—陆碰撞作用后的挤压作用产生了一系列右行韧性平移剪切带^[13],其中本区南部皋兰群变质火山岩中韧—脆性剪切带最发育。新铅洞—曾家庄韧—脆性剪切带呈 NW—NWW 向延伸,有多条近于平行的断层组成^[22],是一条长期活动的构造带,早期形成了强片理化带及糜棱岩化带,晚期形成了碎裂岩带。其内已发现曾家庄、驴耳山、朵家滩、红柳沟、新铅洞等 Au、Pb 等多处矿(化)点。朵家滩 Au 矿点、新铅洞 Pb 矿点最有代表性。

朵家滩 Au 矿化受韧—脆性剪切带控制,韧—脆性剪切带由强应变片理化带、糜棱岩化带、石英脉体充填的裂隙、脆性断裂组成。矿体主要由宽 10~100 cm、长 5~50 m 的石英脉群、断裂构造岩及蚀变体构成。矿石含少量黄铁矿、方铅矿等硫化物,一般含金 0.20×10^{-6}

$\sim 4.86 \times 10^{-6}$,最高可达 40.60×10^{-6} ^[20]。

新铅洞 Pb 矿化受由 10 余条 NW~NWW 向断裂组成的(脆性剪切)断裂带的控制。矿床由 15 条矿体组成,单矿体长 20~100 m、厚 0.4~2.5 m、延深 20~120 m。矿体由含铅石英脉、石英片岩碎裂岩及次糜棱岩构成,呈豆荚状或透镜状,膨胀、狭缩现象常见。矿石矿物主要为方铅矿、铁闪锌矿,偶见黄铁矿,以充填、胶结碎裂岩或稀疏细脉—稠密浸染状的方式产出。

3 找矿潜力分析

上述区域地质背景的分析说明本区成矿地质条件优越;5 个成矿系列及众多的矿床(点),显示本区存在多期次、广泛而强烈的成矿作用。结合近年来本区找矿工作的进展进一步分析,本文认为石青洞—白银厂火山岩带是本区最有找矿潜力、也是快速实现找矿突破的首选区带;永登—白银南—青城皋兰群变质火山岩带成矿条件有利,工作程度很低,是值得探索的大型喷流沉积型 Fe - Cu - Zn - Pb 矿床远景区;韧—脆性剪切带 Au 矿床及与酸性侵入体有关的岩浆期后热液型 Au - Cu 矿床是两个具有重要意义的找矿新方向;老虎山—银洞沟—岷吴山火山岩带的塞浦露斯型 Cu - Zn(Co)矿床具有扩大资源量和进一步发现矿床的前景。

3.1 石青洞—白银厂火山岩带找矿远景区

石青洞—白银厂火山岩带由于中生代以来的断块作用实际只出露白银厂、黑石山、二道湾、石青洞 4 个块体(图 1),它们面积总和占整个火山岩带不足 15%,其他断陷或隆起相对较低的部位存在隐伏含矿火山岩。这些地区隐伏矿床的找矿潜力是不可低估的。白银厂矿区东北 5 km 处的米心掌—大洞沟—黑石山沟即是这样的隐伏古火山穹隆、隐伏矿床预测区^[23]。

白银厂矿区深部及周边有很大的找矿潜力。白银厂有折腰山、小铁山两个大型黑矿型矿床^[12,25]。黑矿型矿床具有由上而下:层状 PbZn 矿体(黑矿)—含 Cu 黄铁矿(黄矿)—黄铁矿化石英岩(硅矿)的分带规律。但由于白银厂矿床经历了变质改造作用,矿体明显产生了变形和变位。小铁山矿床由于构造作用发生了约 90°的翻转变位,上部的层状 PbZn 矿体(黑矿)及其下的含铜黄铁矿由水平变为近直立,所以现在看到由南—北:层状 PbZn 矿体—含 Cu 黄铁矿(黄矿)的明显的水平分带,而由上而下基本没有元素及结构构造的变化。矿体在水

平走向上延长 1000 m, 根据矿体变位的认识, 矿体在垂向延伸也可达 1000 m。1996 年, 白银公司地质队在小铁山矿床西段深部预测区(原控制部位 300 m 以下) 钻孔验证取得重大突破, 证明矿体垂向延伸已超过 800 m, 见 17.7 m (斜厚) 的块状 Cu、Zn、Pb、Au、Ag 矿体, 提交 D 级金属储量 (Cu + Pb + Zn) 29.58 万 t、Au 4t、Ag 210t^①。矿床变形变位的研究进展改变了已知矿床深部找矿前景有限的认识。折腰山矿床下盘深部也有厚 6 m、Cu 平均品位 2.23% 的隐伏矿体的重要发现^[24]。

根据成矿系列的研究, 白银厂矿区及外围有 Cu (Zn) 型—Zn—Pb—Cu—Au—Ag—Pb—Zn—Cu—Ag 型成矿元素组合系列, 它们分别产于大型古火山喷口、火山口斜坡部位及古火山沉积洼地。在白银厂矿区西部只发现产于大型古火山喷口的折腰山、火焰山 Cu (Zn) 型矿床; 矿区东部只发现产于火山喷口斜坡的小铁山、四个圈和铜厂沟 Zn—Pb—Cu 型矿床。研究证明, 矿区西部的火焰山东部和东部的铜厂沟—拉牌沟分别是 Zn—Pb—Cu—Au—Ag 型、Cu (Zn) 型十分有利的缺位矿床预测区^[25]。其中铜厂沟—拉牌沟位于小铁山矿床北侧, 是一主火山喷口和若干个次级火山喷口组成的大—中型火山喷口, 具有寻找折腰山 Cu (Zn) 型矿床的有利火山构造条件, 在预测区内出露一大规模矿化蚀变带, 其剥蚀较浅^[26], 已发现 7 个大功率充电测量矿致异常体, 预测 Cu 多金属资源量 80~90 万 t^[27], 白银矿区“仍有将近一倍(约 250 万 t 铜多金属)的矿量的找矿潜力”^②的估计是可信的。

在黑石山、二道湾和石青砬地区, 黑石山古火山穹隆具备白银厂矿床相似的基本成矿条件, 研究表明, 横湾沟大型古火山喷口、石照子—白石台子古火山沉积洼地分别是折腰山 Cu (Zn) 型、石青砬 Pb—Zn—Cu—Ag 型矿床预测区, 两区预测 Cu 多金属科研储量 15 万 t^③。

石青砬矿床产于古火山穹隆间的沉积洼地部位, 其南侧古火山中心部位有火山喷口型 Cu (Zn) 矿床成矿的可能。

3.2 永登—白银南—青城皋兰群变质火山岩—沉积岩带找矿远景区

该火山—沉积岩带分布广、出露面积大。北祁连东、西同时代的镜铁山和陈家庙已发现大中型铁铜矿床。该带已有黄崖口、铁背沟、棺材涝池等 Fe—Cu—Zn—Pb 系列矿点; 在东段大峡一带的基性火山岩中发现有广泛的孔雀石化; 在猩猩湾一带围岩

蚀变强、面积大、有大量铁帽分布, 充分说明该火山—沉积岩带成矿活动强烈, 有形成大型喷流沉积型 Fe—Cu—Zn—Pb 矿床的可能。

3.3 皋兰群变质火山岩—沉积岩带中的新铅洞—曾家庄韧—脆性剪切带 Au 矿找矿远景区

变质火山岩中与韧性剪切作用有关的 Au 矿床是近年来北祁连找金的重大发现^[18, 28], 北祁连已知的 3 个大型金矿均属此类。自北祁连西端的鹰嘴山, 经走廊南山、冷龙岭到白银地区的米家山(位于北部火山岩带) 都有发现。而新铅洞—曾家庄韧—脆性剪切带已发现断断续续的此类型金矿点、金矿化; 说明这是一个有前景的潜在金成矿带, 是今后值得重视的找矿新方向。

3.4 老虎山—银洞沟—崛吴山火山岩带找矿远景区

该带与蛇绿岩伴生的热水沉积燧石岩发育, 显示有很强的海底喷流沉积成矿活动, 迄今探明的矿床的规模与其极不对应^[4]。事实上, 除发现的几个塞浦路斯型 Cu—Zn (Co) 矿床外, 还存在上黄麻沟铁帽区、红沟蚀变带、半截沟 Cu 矿化带、卫昌沟铜矿点、松山水蚀变带^[29]、黑沟 Cu 矿化点、大泉沟蚀变带等多处矿(化)点、蚀变带, 遍布整个火山岩带, 但这些地区的工作程度一般都很薄弱。因此, 老虎山—银洞沟—崛吴山火山岩带可成为本区实现找矿突破、扩大资源量的重要选区之一。

4 结语

北祁连是我国重要的铜多金属成矿带, 白银厂及外围又是其主要成矿地段, 也是最有找矿前景的区段之一^[12, 30]。区内成矿系列为: 与岛弧—裂谷海相酸性火山作用有关的白银厂黑矿型 Cu—Pb—Zn—Au—Ag 成矿系列; 与弧后扩张脊蛇绿岩套的基性火山岩有关的塞浦路斯型 Cu—Zn (Co) 系列; 与大陆裂陷火山作用有关的喷流沉积型 Fe—Cu—Zn—Pb 系列以及陆内造山早期与韧—脆性剪切作用有关的 Au—Pb 系列和与酸性岩浆作用有关的 Au—Cu 系列。

白银厂矿区深部及附近仍是本区最有找矿远景的地段。今后对火山—沉积岩及矿体变形、变位和

- ① 白银有色金属公司. 甘肃白银厂铜矿深部及外围的矿床定位预测研究(国家 96—914—03—03—3 专题研究报告), 2000.
- ② 李公时. 应用齐波夫分布率对白银厂铜矿潜在储量的估计. 见: 中国金属学会等. 白银找矿前景(讨论论文集), 1982.
- ③ 白银公司地质队. 白银矿区外围黑石山北部矿床体定位预测研究(科研报告), 2000.

变质改造深入研究及矿床(体)定位预测的新技术、新方法研究应是实现找矿突破的关键所在。白银厂矿区外围矿化类型多、分布范围广、找矿潜力可观,但工作程度低,只要系统深入研究各类矿床的成矿规律、确定成矿预测区,并大力加强勘查工作,必将会有可观的找矿前景。

[参考文献]

- [1] 翟裕生. 中国区域成矿学若干问题探讨[J]. 矿床地质, 1999, 18(4): 323 ~ 332.
- [2] 祁思敬. 区域成矿学研究现状与发展趋势[J]. 西安工程学院学报, 1999, 21(1): 44 ~ 48.
- [3] 宋叔和. 祁连山地槽褶皱系的地质构造演化与区域成矿的探讨[J]. 中国地质科学院矿床地质研究所刊, 1990, 第1号, 1 ~ 12.
- [4] 孙海田, 郭介人, 李锦平. 北祁连金属成矿省时-空格局、演化及成矿作用[J]. 地质学报, 1997, 71(2): 170 ~ 179.
- [5] 张文佑. 断块构造导论[M]. 北京: 石油工业出版社, 1984, 105 ~ 190.
- [6] 边千韬. 白银厂矿床地质构造及成矿模式[M]. 北京: 地震出版社 1989, 1 ~ 30.
- [7] 冯益民. 祁连山造山带研究概况—历史、现状及展望[J]. 地球科学进展, 12(4): 1997, 307 ~ 314.
- [8] 夏林圻, 夏祖春, 任有祥, 等. 北祁连古海底火山作用与成矿[J]. 地球学报, 1999, 20(3): 259 ~ 264.
- [9] 赵生贵. 1996. 祁连山造山带特征及其构造演化[J]. 甘肃地质学报, 5(1): 16 ~ 29.
- [10] 尹 观, 张树法, 范良明, 等. 甘肃白银金属硫化物矿床及其矿区主要地质事件的同位素地质年代学研究[J]. 地质地球化学, 1998, (1): 6 ~ 14.
- [11] 薛春纪, 姬金生, 张连昌, 等. 北祁连镜铁山海底喷流沉积铁铜矿床[J]. 矿床地质, 1997, 16(1): 21 ~ 29.
- [12] 郭介人, 任秉琛, 黄玉春, 等. 西北海相火山岩地区块状硫化物矿床[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1994, 199 ~ 258.
- [13] 王 焰, 刘 良, 张洪培, 等. 白银矿区火山岩构造环境的地球化学证据[J]. 自然科学进展, 2001, 11(7): 715 ~ 720.
- [14] 郭原生, 黄金荣, 解宪丽, 等. 白银厂矿区早中寒武世火山岩地球

化学及成因分析[J]. 岩石学报, 2000, 16(3): 337 ~ 344.

- [15] 夏林圻, 夏祖春, 徐学义. 北祁连山构造—火山岩浆演化动力学[J]. 西北地质科学, 1995, 16(1): 1 ~ 28.
- [16] 张 旗, 王月明, 钱 青, 等. 甘肃景泰县老虎山地区蛇绿岩及其上覆岩系中枕状熔岩的地球化学特征[J]. 岩石学报, 1997, 13(1): 92 ~ 99.
- [17] 张建新, 许志琴, 李海兵. 北祁连造山带东段白银地区的构造单元划分及韧性变形[J]. 高校地质学报, 1996, 2(2): 146 ~ 154.
- [18] 张新虎, 苟国朝, 展积宝. 北祁连地区主要金属成矿系列及区域成矿作用[J]. 地球科学进展, 1997, 12(4): 331 ~ 339.
- [19] 郭介人, 于蒲生, 贾群子. 海相火山—沉积建造区铜、多金属成矿系列及铁—铜矿床的勘查前景[J]. 地质与勘探, 2000, 36(6): 15 ~ 19.
- [20] 梁萧梅. 白银地区金矿类型及分布[J]. 金属矿山, 2001, 297(2): 50 ~ 53.
- [21] 张照志, 王志远. 甘肃白银郝泉沟金矿控矿构造研究[J]. 黄金地质, 2002, 8(1): 6 ~ 10.
- [22] 王光宁. 甘肃白银地区金矿成矿规律及找矿方向[J]. 黄金科学技术, 2000, 8(3): 24 ~ 27.
- [23] 赵生贵. 白银火山穹隆构造特征及隐伏矿预测[J]. 甘肃地质学报, 1998, 7(2): 63 ~ 71.
- [24] 王海臣. 深部铜矿主矿体下盘的探矿研究[J]. 世界采矿快报, 2000, 16(5): 137 ~ 139.
- [25] 彭礼贵, 任有祥, 李智佩, 等. 甘肃白银厂铜多金属矿床成矿模式[M]. 北京: 地质出版社 1995, 178 ~ 197.
- [26] 史长义, 张金华. 大中型铜矿区域地球化学异常预测评价研究[J]. 地质与勘探, 34(6): 24 ~ 28.
- [27] 李向民, 彭礼贵, 贺 庆, 等. 甘肃白银矿区东部矿床成矿与找矿模式[M]. 北京: 地质出版社, 2000, 96 ~ 135.
- [28] 吴茂炳, 毛景文, 杨建民, 等. 北祁连寒山韧性剪切带的变形作用及其与金矿化的关系[J]. 地质与勘探, 1999, 35(4): 12 ~ 14.
- [29] 王玉往, 姜福芝, 王明生, 等. 甘肃白银地区北部火山岩带的地质特征及含矿性[J]. 地球化学, 1995, 24(增刊): 55 ~ 65.
- [30] 任有祥, 彭礼贵, 郭介人, 等. 北祁连块状硫化物矿床成矿模式与找矿预测[A]. 夏林圻, 夏祖春, 任有祥, 等. 祁连山及邻区火山作用与成矿[C]. 北京: 地质出版社, 1998, 59 ~ 110.

GEOLOGICAL SETTING, METALLOGENIC SERIES AND PROSPECTING POTENTIALITY IN THE BAIYINCHANG MINE AND OUTSKIRTS, GANSU PROVINCE

ZHANG Hong - pei¹, LIU Ji - shun¹, FANG Wei - xuan², MA Guang¹

(1. College of Geology and Environment, Central South University, Changsha 410083;

2. Open Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002)

Abstract: Baiyinchang mine and its outskirts are important area of the northern Qilian metallogenic belt, Gansu province. A series of tectonic processes, including continental rifting, active marginal oceanic crust subduction, back - arc basin extension, and continent - continent collision from early Palaeozoic to early Devonian, resulted in intense, poly - phase volcanic eruptions and magma intrusions, and provided excellent metallogenic factors. 63 Cu, Pb, Zn, Au, Ag and Fe deposits or occurrences in the area have been found, which can be divided into Fe - Cu - Pb - Zn series, Cu - Pb - Zn - Au - Ag series, Cu - Zn (Co) series, Au - Pb series and Au - Cu series. Shiqingdong - Baiyinchang volcanic rock belt is the most favorable prospecting area. There is a potential to find the new Cyprus - type deposits or to increase the mineral reserve in Laohushan - Yindonggou - Quwushan. Au deposits occurring in ductile - brittle shear zone and Au - Cu deposits associated with acid intrusions are all the significant new prospecting directions.

Key words: Baiyinchang, geological setting, metallogenic series, prospecting potentiality