2006 年 12 月
27 卷 6 期: 595-602

地 球 学 报
ACTA GEOSCIENTICA SINICA

Dec , 2006
27(6) : 595-602

甘肃代家庄铅锌矿的地质特征与找矿意义

祝新友[1)] 汪东波[2)] 卫冶国[3)] 邱小平[2)] 王瑞廷[4)]

1) 北京矿产地质研究所,北京 100012; 2) 中国地质科学院地质研究所,北京 100037;
3) 甘肃有色地质勘查局 106 地质队,甘肃兰州 730000; 4) 西北有色地质勘查局,陕西西安 710000

摘 要 位于甘肃宕昌县的代家庄矿床曾被认为是西成矿田铅锌找矿的重大进展,矿床产于秦岭西成盆地西北端泥盆系浅海相的富含生物化石的细碎屑岩—灰岩中。矿体不规则受 NW 向断裂的控制,呈角砾状分布于下部碎屑岩与上部厚层灰岩界面附近灰岩一侧。矿石的矿物共生组合为闪锌矿 + 方铅矿 + 少量黄铁矿 + 少量白铁矿 + 方解石,不含石英。硫化物发育大量的胶状、球粒状、草霉状微晶结构,部分显现出微生物化石结构特点。对代家庄与西成主要类型铅锌矿床地质地球化学特征的对比发现,二者在容矿围岩沉积环境、矿石形态、结构构造以及同位素地球化学等多方面存在明显的差异,代家庄矿床成因属于碳酸盐岩容矿的低温热液矿床,不同于西成矿田的主要 SEDEX 类型。主要控矿因素为灰岩—碎屑界面附近、NW 向断裂等。

关键词 甘肃 铅锌矿床 密西西比河谷型 硫同位素地球化学

Geological Characteristics of the Daijiazhuang Lead-Zinc Deposit in West Qinling, Gansu Province and Their Exploration Significance

ZHU Xinyou[1)] WANG Dongbo[2)] WEI Zhiguo[3)] QIU Xiaoping[2)] WANG Ruiting[4)]

1) *Beijing Istitute of Geology and Mineral Resources, Beijing* 100012; 2) *Institute of Geology, CAGS, Beijing* 100037;
3) *Gansu Geological Bureau of CNNC, No.* 106 *Team, Lanzhou, Gansu* 730000; 4) *Northwest Geological Bureau of CNNC, Xi'an, Shaanxi* 710000

Abstract The Daijiazhuang lead-zinc deposit with Pb + Zn metal reserves over 300 thousand tones, is located in Dangchang of Gansu Province and occurs in fine debris and carbonate rocks within northwestern Xihe-Chenxian Devonian basin, one of the important lead-zinc producers in China. Ore bodies irregular in form are controlled by NW-trending faults along or near the interface between upper thick limestone and lower sandstone, with most of them hosted by limestone intercalated with breccias. Sulfide ore bodies are mainly composed of galena, sphalerite, calcite and minor amounts of pyrite and marcasite, with no quartz. The sulfide minerals in the deposit are fine-grained and concentrically-banded in form and exhibits a colloform, framboidal, and, subordinately, micro-fossil textures. Geological and geochemical studies show that differences exist between the Daijiazhuang deposit and the SEDEX lead-zinc deposits of Xihe-Chenxian area in sedimentary environment, ore rocks, sulfide structure, and sulfur and lead isotope geochemistry. The Daijiazhuang deposit is an epithermal deposit hosted by carbonate rocks, similar to MVT lead-zinc deposits.

Key words Gangsu lead-zinc deposit MVT sulfur isotope

西成是我国重要的铅锌矿产地,至上世纪 90 年代初,在泥盆系碳酸盐岩—碎屑岩中相继发现和勘探了几个规模巨大的 SEDEX 型铅锌矿床,包括厂坝—李家沟、毕家山、邓家山、尖崖沟、洛坝等,并总结出"秦岭型"铅锌矿的成矿—勘查模型(王集磊等, 1996)。其后近十年间,西成铅锌矿找矿沉寂下来,近几年,在西成泥盆系盆地西部的碳酸盐岩夹碎屑岩中,发现代家庄铅锌矿,被认为是近年来西成盆地

本文由中国地质调查局科研项目(编号: G1999043200)资助。
改回日期: 2006-09-27; 责任编辑: 刘志强。
第一作者简介: 祝新友,男,1965 年生,教授级高级工程师,主要从事固体金属矿产地质研究工作;通讯地址:100012,北京安外北苑地质研究所;E-mail: zhuxinyou @tom.com。

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

铅锌矿找矿的重大突破(孙矿生等,2004)。该矿床成因仍存在较大争议,多被认为是西成铅锌矿田的一部分,类型与西成 SEDEX 型矿床相同(牛洪斌等,2004;孙矿生等,2005)。这种认识已对代家庄及其周围地区铅锌矿找矿勘查的深入产生了重大影响。通过对矿床地质、地球化学的研究,以及与西成地区主要 SEDEX 型矿床的成矿环境与成矿地质特征的对比,发现该矿床该矿床明显不同于西成主要类型铅锌矿床的特点,属于碳酸盐岩容矿的低温热液矿床,在这一地区存在不同于西成盆地的另一类铅锌矿化集中区。

1 代家庄铅锌矿床地质地球化学特征

1.1 区域地质

代家庄铅锌矿床位于甘肃省宕昌县代家庄乡,产于一套厚层的泥盆系碳酸盐岩——碎屑岩沉积中,传统上认为该区属西成泥盆纪沉积盆地的西端(图1)。南侧距宕昌—礼县—清河艳东西向超壳断

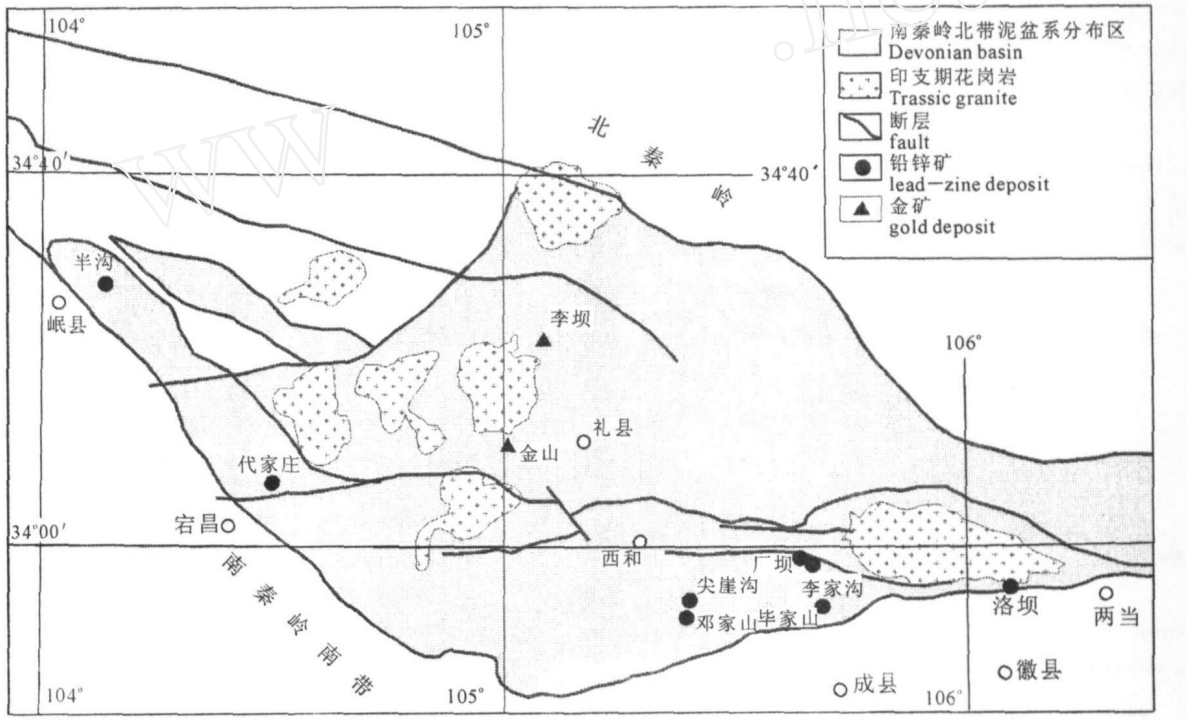


图 1 西秦岭西成—礼岷泥盆纪盆地及主要矿床铅锌矿、金矿

Fgi. 1 Xihe-Chenxian lead-zinc belt, showing locations of the major deposits and the key geologic elements of the region.

裂(梁德超,1999)约 4 km,断裂南侧分布有泥盆系鱼池坝组(Dy)与诸葛寺组(Dzh),前者以中细碎屑岩为主夹灰岩,后者为中厚层状灰岩为主夹碎屑岩。东距著名的"五朵金花"花岗岩体约 10 km,沿着这些岩体分布有大量的印支期形成的金矿床(奚小双等,2002),如李坝(冯建忠等,2003)、金山等。矿区范围内无岩浆岩侵入,容矿地层中也未发现有火山岩或火山碎屑岩,泥盆纪地层基本未遭受后期变质改造。

1.2 矿床地质

矿区出露地层为中上泥盆统龙鳞桥组、七固组和东沟组,呈北西向展布(图 2),铅锌矿化主要分布于龙鳞桥组与东沟组等多个地层单元中。其中龙鳞桥组大部以浅绿色粉砂岩、泥灰岩夹薄层生物碎屑灰岩为主,在其第三岩性段为厚 200 余米的中厚层状微晶灰岩,富含生物化石。东沟组下部为厚层为岩,上部为泥质、粉砂质岩夹薄层生物碎屑灰岩。经济意义的铅锌矿化主要分布于龙鳞桥组第二段泥质粉砂岩、薄层生物碎屑灰岩与第三段中厚层状的灰岩界面附近上部的厚层灰岩中,即 I 号矿带。矿体主要受控于 NW 向断裂破碎带,其中常发育有不同规模的角砾岩。

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

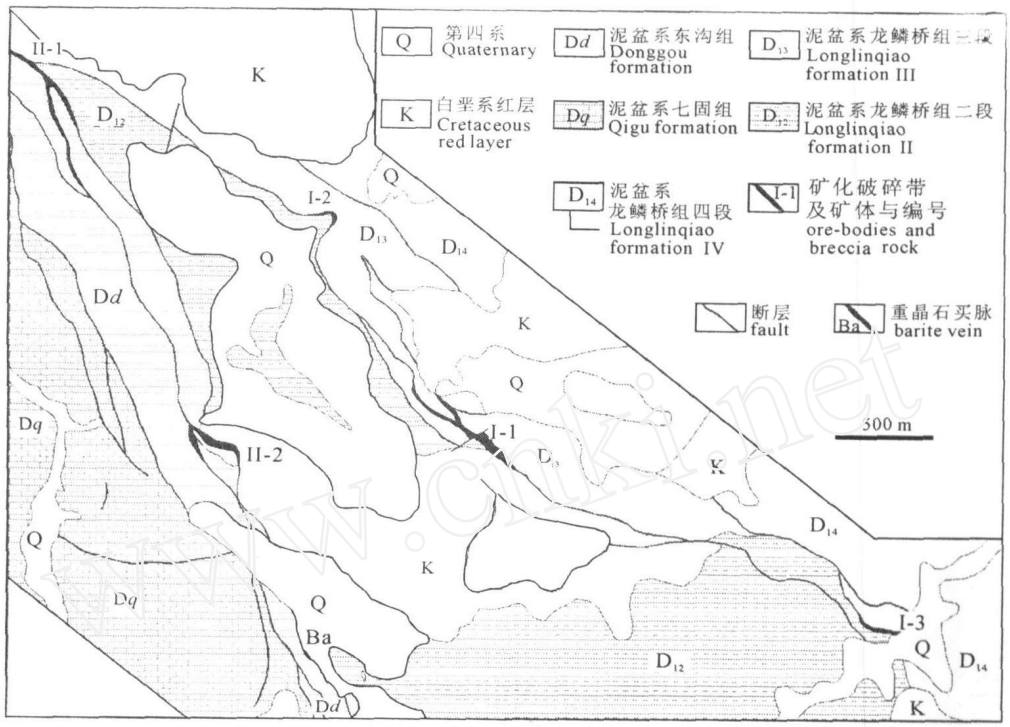


图 2　代家庄铅锌矿床地质简图

Fig. 2　Geological sketch map of the Daijiazhuang lead-zinc deposit

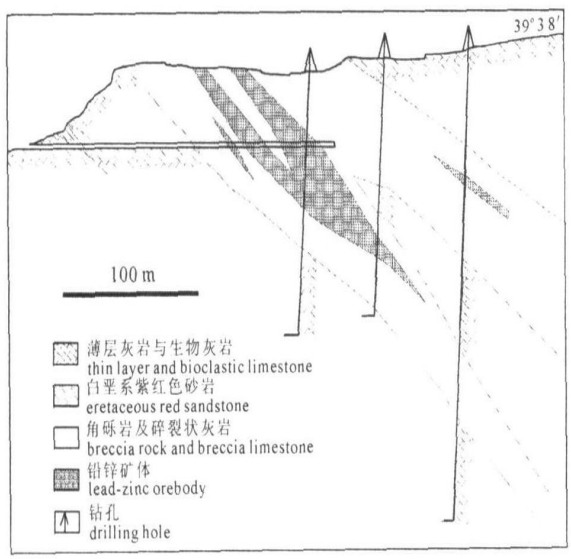


图 3　代家庄矿床 I 矿带 5 线地质剖面简图

Fig. 3　Geological section of the Daijiazhuang lead-zinc deposit

矿体形态极不规则,主要呈透镜状、鸡窝状分布,与地层呈明显的穿切关系(图 3)。单个矿体规模较小,最大的 II号矿体长控制长 800 m,延深 200 m,平均厚 13 m,最大超过 30 m。矿体是角砾岩的一部分,其边界多由品位圈定。矿体遭受强烈的氧化作用,氧化带深度达 100 m,氧化矿体中出现大量的菱锌矿、铅锌矿、异极矿等,形成富厚的氧化矿体,此与西成矿田主要类型铅锌矿床差异明显。

矿石以块状、角砾状构造为主,角砾以围岩成分为主,硫化物可呈角砾,也出现于胶结物中,在部分地段见有富含铅锌的断裂泥,Pb + Zn > 30 %。胶结物成分复杂,包括热液方解石,也包括硫化物及细碎裂的断层泥。

硫化物矿石中矿物颗粒度细小,一般在 0.1 mm 以下,发育有大量的胶状结构,保存完整,胶体以闪锌矿为主,也包括方铅矿、黄铁矿,很多胶环状结构由闪锌矿、方铅矿与黄铁矿共同构成,部分环带成分中伴随有不同矿物相间的变化(图 4(a))。相当多的闪锌矿胶体呈不规则球状(图 4(b)),其中发育有极其复杂的多层环带,由不同成分的无色透明—深黑色闪锌矿为主构成(图 4(c)),在胶体中心通常见有方铅矿(图 4(d))。部分胶状结构闪锌矿呈较完整的园球状颗粒(图 4(e)),粒径 0.05～0.1

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

mm,主要分布于方铅矿中,球状颗粒内部发育有一些复杂和相似的结构,类似一些微古生物化石(图 4(f)),有关鉴定工作目前正在开展中。草霞状结构较少,多由黄铁矿构成,分布于闪锌矿中,少量见有由闪锌矿构成,分布于方铅矿中。晶粒状硫化物较少,主要是呈细粒状的黄铁矿,常见其与白铁矿相伴,被白铁矿交代。

硫化矿石的矿物共生组分简单,闪锌矿、方铅矿占硫化物总量的 90 %以上,含有少量的黄铁矿、白铁矿,局部含少量黄铜矿。脉石矿物为方解石,基本不含有石英。

1.3 地球化学特征

前人对西成铅锌矿床开展了较为系统的硫、铅同位素的研究(王集磊等,1996),为比较代家庄铅锌矿与西成地区主要类型铅锌矿地球化学特征,我们系统测定了部分矿床的硫、铅同位素以及流体包裹体均一温度。发现代家庄与西成主要类型铅锌矿床间存在较明显的差异。表 1 为硫同位素测定结果,除代家庄外,小峪河为石英脉状热液充填型铅锌矿,其余矿床为 SEDEX 型矿床(后经变质或改造重新定位)。

硫同位素:代家庄矿床硫化物硫同位素$\delta^{34}S$分

表 1 西成地区铅锌矿床硫化物硫同位素分析结果

Table 1 Xicheng Pb-Zn-bed regional sulfide sulfur isotopic analysis of the results

原样号	位置	岩性	矿物名	$\delta^{34}S_{V\text{-}CDT}$/ ‰
TXC-33	代家庄	细粒致密块状方铅矿矿石	方铅矿	4.9
TXC-100	代家庄	细粒致密块状方铅矿闪锌矿矿石	方铅矿	23.8
TXC-101	代家庄	细粒致密块状闪锌矿矿石	闪锌矿	26.8
TXC-103	代家庄	细粒致密块状闪锌矿黄铁矿矿石	黄铁矿	-16.7
TXC-04	厂坝	条带状锌矿石	闪锌矿	20.2
TXC-05	厂坝	胶状闪锌矿矿石	黄铁矿	21.2
TXC-05	厂坝	胶状闪锌矿矿石	闪锌矿	19.1
TXC-62	厂坝	条带状铅锌矿石	闪锌矿	20.8
TXC-20	李家沟	含闪锌矿黄铁矿矿石	黄铁矿	21.3
TXC-20	李家沟	含闪锌矿黄铁矿矿石	闪锌矿	21.7
TXC-14	向阳山	方铅矿石英脉	方铅矿	22.9
TXC-29	毕家山	方铅矿闪锌矿矿石	闪锌矿	26.9
TXC-29	毕家山	方铅矿闪锌矿矿石	方铅矿	24.7
TXC-32	邓家山	含矿石英脉(硅质岩)	闪锌矿	19.8
TXC-99	小峪河	方铅矿矿石	闪锌矿	16.7
TXC-99	小峪河	方铅矿矿石	方铅矿	15.9

注:测试单位,中国地质科学院矿床地质研究所。

布范围为 - 16.71 ‰～26.8 ‰,其中,强烈富重硫的 TXC-100、TXC-101 样品之方铅矿为细粒结晶状,共生黄铁矿结晶粒状与白铁矿共生,闪锌矿以胶状为主;富轻硫的样品(TXC-103)黄铁矿呈胶状。不同硫化物间$\delta^{34}S$值间背离硫同位素分馏规律,显示硫同位素分馏的总体不平衡状态。

铅同位素:不同类型铅锌矿石硫化物的铅同位素组成相似,变化较小,且在西成矿田铅锌矿床的铅同位素变化范围之内(表 2)。西成矿田铅锌矿硫化物$^{206}Pb/^{204}Pb$约 17.9133～18.1112,$^{207}Pb/^{204}Pb$约 15.5463～15.6575,$^{208}Pb/^{204}Pb$约 37.9192～38.3260。不过,与西成大多数铅锌矿床相比,就单个矿床面言,代家庄矿床铅同位素变化范围仍然是最大的,并且相对富含放射性成因铅。其中,$^{207}Pb/^{204}Pb$、$^{208}Pb/^{204}Pb$值明显较大多数矿床偏大。

流体包裹体:由于代家庄矿床成矿期矿物粒度细小,流体包裹体的测试极其困难,仅在部分方解石中发现有少量的极其细小的流体包裹体,个体直径一般 < 5 μm,气液比都在 10 %以下,一般 2 %～5 %,属液相包裹体,未能获得成矿温度。这种流体包裹体特点与西成地区沉积变质型(北带)以及沉积改造型(南带)的铅锌矿床均有明显的差异,在这些 SEDEX 型矿床中,喷流沉积或后期改造形成的石英中的流体包裹体个体均较大,尤其是南带的铅锌矿床,如毕家山、洛坝、邓家山等矿床中,流体包裹体气液比一般在 5 %～20 %,常见一些以富含 CO_2 的气液包裹体,气液比在 40 %～60 %。

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

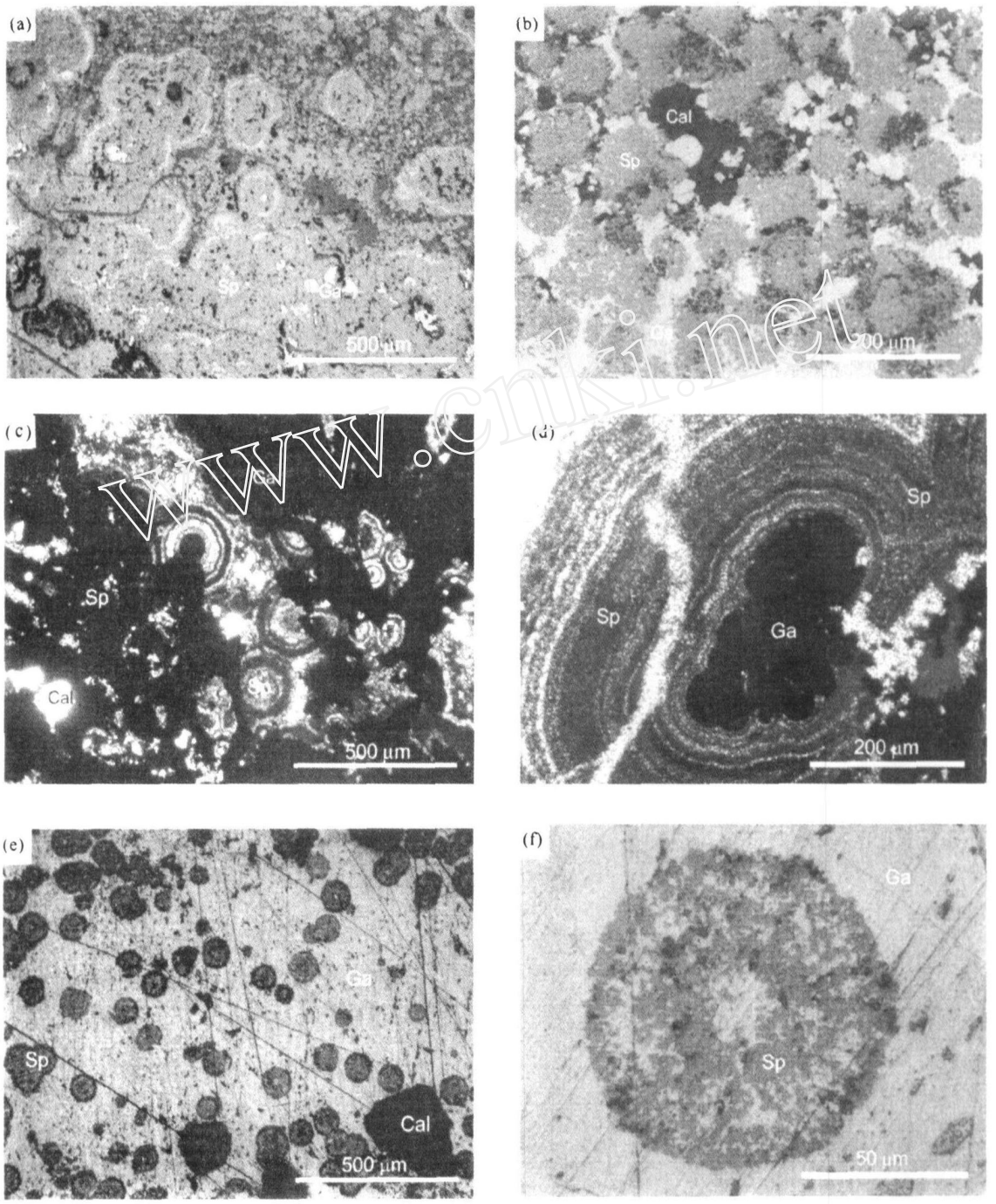


图 4　代家庄铅锌矿床主要矿石结构

Fig. 4　Photomicrograph of ore texture in Daijiazhuang

A —黄铁矿胶状结构,反射光;B —胶状结构,闪锌矿为主,含有黄铁矿胶环,反射光;C —胶状闪锌矿,闪锌矿发育清晰的环带,透射光;D —闪锌矿的胶环,核心部位为方铅矿,透射光;E —球状闪锌矿分布于方铅矿中,反射光;F —球状闪锌矿的内部结构,透射光;Sp —闪锌矿;Py —黄铁矿;Ga —方铅矿;Cal —方解石

A —colloidal, banded sphalerite and pyrite; B —colloidal, ball, fine-grained sphalerite and galena; C —colloidal, banded sphalerite and galena; d —ball, fine-grained sphalerite, galena in the core, irregularly veinlet is calcite; e —ball sphalerite in fine-grained galena matrix; f —the inner structure of ball sphalerite; Sp —sphalerite; Py —pyrite; Ga —galena; Gal —calcite

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

表 2 甘肃代家庄矿床铅同位素分析结果

Table 2 Daijiazhuang Pb isotopic analysis of the results, Gansu

样号	矿床	矿石	矿物	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$
TXC-98	小峪河	粗晶铅锌矿石	Sp	18.060	15.543	38.053
TXC-99	小峪河	方铅矿矿石	Ga	17.987	15.565	38.040
TXC-100		细粒致密块	Ga	17.952	15.561	38.000
TXC-101	代家庄	状锌矿石,含方	Sp	18.043	15.646	38.259
TXC-103		铅矿	Py	18.036	15.605	38.155
TXC-33		细粒方铅矿石		17.9921 ±43	15.5769 ±22	38.0307

注:测试单位,核工业北京地质研究院。

2 与西成矿田 SEDEX 型铅锌矿床的比较

西成矿田 SEDEX 铅锌矿床分北带沉积变质型和南带沉积改造型,前者以厂坝—李家沟为代表,含矿岩系以黑云母石英片岩为主,矿体的直接围岩为条带状大理岩,整合产出,矿体中保留有大量的条纹条带状结构构造;后者以毕家山、邓家山、尖崖沟等矿床为代表,层状铅锌矿体位于西汉水组(D_2x)下部的结晶灰岩与上部绢云千枚岩间,因后期的强烈改造,矿石表现出强烈的热液重新定位特点。

对比代家庄与西成矿田主要类型 SEDEX 矿床,二者间地质地球化学特征存在着明显的差异:

2.1 容矿地层

代家庄地区容矿泥盆系不一套浅海相细碎屑岩与少量碳酸盐岩沉积,富含生物化石,层位稳定,基本未遭受强烈的变质变形,地层中缺乏喷流沉积岩。

而位于宕昌—礼县超壳断裂南侧的西成盆地赋矿的西汉水组中,下部为富含化石的台型碳酸盐岩沉积,上部为厚层的浊积岩沉积—泥质千枚岩,且遭受了较强烈的变质变形改造,另外,赋矿层位中广泛分布有硅质岩、钠长岩等热水沉积岩,尤其是在铅锌矿体及其附近岩石中。

2.2 含矿层位特点

铅锌矿化赋存于多个层位中,与其说受层位控制,还不如说是受岩性层的控制。SEDEX 型矿化集中区内铅锌矿化往往只分布于一个层位或很少的一些层位中,西成、狼山矿集区均如此,国外一些著名的 SEDEX 矿集区也如此,如 Mount Isa、Sullivan 等也如此。近年的研究也认为西成南、北两个矿带含矿层位具有一致性,矿体均分布于下部的碳酸盐岩与上部的泥质细碎屑岩间。

2.3 矿体地地质特征

西成 SEDEX 矿床铅锌矿体呈层状,整合产出,断裂多起破坏作用。代家庄矿床矿体则呈不规则状的后生特点。

2.4 矿物组合与结构构造的差异

代家庄矿床硫化矿石的矿物组合以方铅矿、闪锌矿为主,少量黄铁矿、白铁矿、方解石,缺失石英,矿石以角砾状为主,其微细结构中发育有大量的低温特征的结构,如胶状、草莓状,某些还具有一些生物特征。而 SEDEX 型矿床中往往出现大量的黄铁矿,石英则是必不可少的,条纹条带状结构普遍。

2.5 硫同位素

代家庄矿床 S 同位素特点明显不同于西成的 SEDEX 矿床。前者硫同位素分馏强烈,$\delta^{34}S$ 为 -16.71‰～26.8‰,极差 43.51‰;后者硫化物 $\delta^{34}S$ = 17.4‰～26.9‰,且单个矿床分布范围更小并有塔式分布的规律,即便这些层状铅锌矿床围岩中浸染状的黄铁矿 $\delta^{34}S$ 为 -5‰～13‰。

3 矿床成因的讨论与地质意义

3.1 代家庄矿床的成因

代家庄矿床地质地球化学特征不同于西成 SEDEX 类型,相比之下,更加相似于碳酸盐岩容矿的低温热液矿床,可大体与密西西比河谷型铅锌矿(MVT)类比。这类矿床主要分布于北美 Missouri 地区等地,在我国川滇黔地区(周朝宪等,1997;王奖臻等,2001)、西昆仑地区(祝新友等,1998)、湖南花桓(刘文均等,2000)、辽宁柴河(芮宗瑶等,1991)等也有分布。矿床构造控矿、矿化多层位分布,其矿物组合以及反映低温特点的结构构造等特点,是碳酸盐岩容矿的低温热液铅锌矿床所特有的(Mavrogenes et al.,1992),在新疆西昆仑地区、北美 Missouri 地区等地均广泛发育,它并非沉积环境下形成,而是低温热液作用的产物。

MVT 矿床硫同位素往往有双峰特点,在西昆仑塔木—卡兰古矿带,硫化物 $\delta^{34}S$ 值为-39.2‰～+

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

14 ‰,其中富轻硫端元主要与具生物结构特点的硫化物有关,而富重硫部分为良好结晶的硫化物(祝新友等,1998)。代家庄矿床中,硫化物之硫同位素 $\delta^{34}S$ 分布范围大,相对具有良好结晶的硫化物富重硫,而胶状黄铁矿强烈富轻硫。矿石中的硫可以来自地层硫酸盐的生物或热化学还原,通常在低温条件下,生物细菌的还原作用形成的硫化物的 $\delta^{34}S$ 值可以比原来的硫酸盐低 40 ‰(Ohmoto,1986),而热化学分馏相对较小甚至无分馏(Jones et al.,1996)。代家庄硫同位素的特点反映出成矿过程中生物的大量参与,同时也存在两种不同硫源混合成矿的可能。代家庄矿床铅同位素组成组成较均一,与西成大多数铅锌矿床相比略富含有放射性成因,但与典型 MVT 矿床极端富含放射性成因铅的特点不同。目前已经发现很多的 MVT 矿床铅同位素组成均匀的特点,如 Pine Point(Cumming et al.,1990)、西昆仑(祝新友等,1998)等地。

无硫型(铅)锌矿床近来得到较多的关注,这类矿床绝大部分为表生,主要产于碳酸盐岩分布区,深部常见 MVT 铅锌矿(化),而富黄铁矿的 SEDEX 或 VMS 矿床地表则基本不出现经济意义的无硫型铅锌矿(Hitzman et al.,2003)。代家庄矿床氧化矿体深达 100 m,主要由菱锌矿、异极矿、白铅矿组成的氧化矿石 Pb + Zn 品位在 30 %以上,除此之外,在我国黔西北—滇东北、西昆仑之乌拉根等碳酸盐岩容矿的低温热液铅锌矿床分布区均发育规模较大的氧化型锌矿床,而包括西成地区的众多 SEDEX 型和 VMS 型铅锌矿区,氧化型锌矿规模均较小。

典型 MVT 矿床中往往存在较大规模的白云岩化(Gregg,1985),尤其在矿体下盘层位中,在矿区较大范围内均存在广泛的白云石(岩)化。但在代家庄矿床中,白云石化较弱,且仅局部出现。

代家庄矿床铅锌矿化的一部分已影响到白垩纪红层,不仅矿体逆冲至红色砂砾岩之上,在部分地段的红色砂砾岩中还存在铅锌矿化,反映中生代后,至少还存在一定程度的铅锌矿化作用,或者说代家庄矿床成矿时代可能较晚。这与滇东北、西昆仑地区 MVT 铅锌矿床成矿时代认定为燕山期—喜山期也是对应的(王奖臻等,2001)。

3.2　矿床成因对代家庄地区铅锌矿找矿勘查的指导意义

西成铅锌矿床分布于西成盆地东部,西汉水以西未发现层状铅锌矿,且在好梯—白河一带存在数十处石英脉状铜矿化,也反映出西成矿田并未向西延入代家庄地区。矿床成因类型不同于西成矿田,其控矿条件与找矿标志也不同,因此,在代家庄地区存在一个不同于西成矿带(矿集区)的新的铅锌矿化集中区,矿化分布于中上泥盆统浅海相地层中,受碳酸盐岩与其下伏的碎屑岩以及断裂构造联合控制,各种重砂异常、化探异常以及物探异常均是重要的找矿标志。代家庄矿床正是依靠区域化探工作发现的(牛洪斌等,2004),矿区发育大片的重砂异常和强的激电(IP)异常。

但由于对矿床成因与控矿规律的认识不清,代家庄的国家资源补偿费项目在 2004 年中止,代家庄矿床找矿工作暂停。

碳酸盐岩容矿的低温热液铅锌矿床(MVT)常具有成群成带分布的特点,在代家庄外围中上泥盆统分布地区,还存在大量白铅矿、铅矾重砂异常,Pb、Zn 化探异常以及物探异常还待深入解剖,2004 年,在对庞家一带的重砂异常检查过程中,在灰岩中发现存在有褐铁矿矿化。代家庄矿床深部虽然铅锌矿体形态和成矿规律复杂,但如果重视构造、灰岩—碎屑岩岩性界面以及角砾岩的分布等地质因素,结合物探工作,仍然具有较大的找矿潜力。

4　结论

代家庄矿床成矿地质特点明显不同于西成 SEDEX 型铅锌矿床,其成因为碳酸盐岩容矿的低温热液矿床,产于中上泥盆统浅海相地层中,矿体形态不规则状产于碳酸盐岩与碎屑岩界面附近。代家庄地区存在一个独立于西成铅锌矿田的新的铅锌矿化集中区,在代家庄矿床深部以及外围地区仍具有较大的铅锌矿找矿潜力。

参考文献

冯建忠,汪东波,王学明,邵世才,林国芳,史建军. 2003. 甘肃礼县李坝大型金矿床成矿地质特征及成因. 矿床地质,22(3):257～264.

牛洪斌,张新虎,金治鹏,徐家乐. 2004. 区域化探找矿新案例—甘肃代家庄铅锌矿的发现. 物探与化探,28(3):242～248.

梁德超. 1999. 黄渚关—榆树坝断裂的新认识. 物探与化探,23(6):448～453.

刘文均,郑荣才. 2000. 花垣铅锌矿床成矿流体特征及动态. 矿床地质,19(2):173～181.

芮宗瑶,李宁,王龙生. 1991. 关门山铅锌矿床—盆地热卤水成矿及铅同位素打靶. 北京:地质出版社,126～128.

孙矿生,彭德启. 2004. 甘肃省铅锌矿成矿系列及控矿因素. 甘肃地

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

质学报, 13(1): 1～9.

孙矿生, 彭德启. 2005. 甘肃省铅锌矿成矿类型及找矿方向. 地质与勘探, 41(2): 22～27.

王集磊, 何伯墀, 李健中. 1996. 中国秦岭型铅锌矿床. 北京: 地质出版社, 264.

王奖臻,李朝阳,李泽琴, 刘家军. 2001. 川滇地区密西西比河谷型铅锌矿床成矿地质背景及成因探讨. 地质地球化学,29(2): 41～45.

奚小双, 张曾荣. 2002. 西秦岭礼岷金矿田构造压影域控矿模式. 中南工业大学学报, 33(3): 221～225.

周朝宪,魏春生,叶造军. 1997. 密西西比河谷型铅锌矿床. 地质地球化学, 25(1): 65～75.

祝新友,汪东波,王书来. 1998. 新疆阿克陶县塔木—卡兰古铅锌矿带矿床地质及硫同位素特征. 矿床地质, 18(3): 204～214.

References

Cumming G L, Kyle J R, Sangster D F. 1990. Pine Point; a case history of lead isotope homogeneity in a mississippi valley-type district. Economic Geology. 85(1): 133～144.

Feng J Z, Wang D B, Wang X M, Shao S C, Lin G F, Shi J J. 2003. Geology and Metallogenesis of Liba Large-size Gold Deposit in Lixian, Gansu Province. Mineral deposits, 22(3): 257～264(in Chinese with English abstract).

Gregg J M. 1985. Regional epigenetic dolomitization in the Bonneterre Dolomite (Canbrian), southeastern Missouri. Geology, 13(2): 503～506.

Hitzman M W, Reynolds N A, Sangster D F, et al.. 2003. Classification, genesis, and exploration guides for nonsulfide zinc deposits. In: Sangster D F (ed.). Nonsulfide zinc deposits; a new look. Economic Geology, 98(4): 685～714(in Chinese with English abstract).

Jones H D, Kesler S E, Furman F C, and Kyle J R. 1996. Sulfur isotope geochemistry of southern Appalachian Mississippi valley-type deposits: Economic Geology, 91(1): 355～367.

Liang D C. 1999. New understanding of Huangzhugan-Yushuba fault. Geophysical and Geochemical Exploration, 23(6): 448～453(in Chinese with English abstract).

Liu W J, Zheng R C. 2000. Characteristics and movement of ore-forming fluid in the Huayuan lead-zinc deposit. Mineral deposits, 19(2): 173～181(in Chinese with English abstract).

Mavrogenes J A, Hagni R D. 1992. Mineralogy, Paragenesis, and mineral zoning of the West Fork mine, Viburnum trend, Southeast Missouri. economic geology, 89(1): 113～124.

Niu H B, Zhang X H, Jin X P, Xu J L. 2004. A new case of regional geochemical prospecting: the discovery of the Daijiazhuang lead-zinc deposit in Gansu province. Geophysical and geochemical exploration, 28(3): 242～248(in Chinese with English abstract).

Ohmoto H. 1986. Stable isotope geochemistry of ore deposits, in Valley J W, Taylor H P, O'neil J R, ed. Stable isotopes in high temperature geological processes. Review in mineralogy 16. Mineralogical society of America, 491～559.

Rei Z Y, Li N, Wang L S. 1991. The study of the basin brain and lead isotope of the Guanmenshan lead-zinc deposit. Beijing: Geology Press, 126～128(in Chinese with English abstract).

Sun K S, Peng D Q. 2004. Lead-zinc metallogenic types and ore control factor in Gansu provinces. Acta geologica Gansu, 13(1): 1～9(in Chinese with English abstract).

Sun K S, Peng D Q. 2005. lead-zinc metallogenic types and ore prospecting direction in Gansu province. Geology and prospecting, 41(2): 22～27(in Chinese with English abstract).

Wang J L, He B C, Li J Z. 1996. Qingling-type lead-zinc deposits. Beijing: geologic press, 164. (in Chinese with English abstract).

Wang J Z, Li C Y, Li Z Q, Liu J J. 2001. The geological setting, characters and origin of Mississippi valley-type Pb-Zn deposits in Sichuan and Yunnan province. Geology-Geochemistry, 29(2): 41～45(in Chinese with English abstract).

Xi X S, Zhang Z R. 2002. Ore control model of structural press shadow domains at Limin gold ore area in western Qinling. J. Cent. South Univ. Technol., 33(3): 221～225(in Chinese with English abstract).

Zhou C X, Wei C S, Ye Z J. 1997. The Mississippi valley type lead-zinc deposits. Geology Geochemistry, 25(1):65～75(in Chinese with English abstract).

Zhu X Y, Wang D B, Wang S L. 1998. Geology and sulfur geochemistry of Tamu-Kalangu lead-zinc deposits, Akto, Xinjing. Mineral deposita, 18(3): 204～214(in Chinese with English abstract).

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