

甘肃掉石沟铅锌矿矿床特征及找矿思路

王方成, 刘伯崇, 蔡晓菊

(甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院, 酒泉 735009)

[摘 要] 掉石沟铅锌矿是敦煌地块南缘代表性的叠加改造层控夕卡岩型矿床。矿床赋存于敦煌岩群第二岩组第二岩段的大理岩、石榴石透辉石夕卡岩及石墨斜长变粒岩、蚀变碎裂岩中, 矿石类型主要有夕卡岩型、蚀变碎裂岩型、石英脉型、石墨斜长变粒岩型, 有用组分主要为 Pb、Zn。铁锰帽及石墨斜长变粒岩是矿床的直接找矿标志, 铅族重砂异常及化探异常是间接的找矿标志。准确把握矿床的找矿标志是寻找该类矿床有效途径, 目前已在掉石沟外围发现多处铅锌矿点, 说明在掉石沟铅锌矿区及外围地区具有良好的找矿前景, 进而提出了进一步找矿的新思路。

[关键词] 甘肃 掉石沟铅锌矿 矿床特征 找矿思路

[中图分类号] P618.4 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2010)05-0836-08

Wang Fang-cheng, Liu Bo-chong, Cai Xiao-ju. Deposit characteristics and ore-search ideas of the Diaoshiigou lead-zinc deposit in Gansu Province[J]. Geology and Exploration, 2010, 46(5): 0836-0843.

掉石沟铅锌矿是敦煌地块南缘铁铅锌成矿带的重要矿床, 矿床赋存于太古代-古元古代敦煌岩群中, 在掉石沟-红柳峡一带该岩群赋存于不同层位的斜长角闪岩中, 获得了 3488~2936Ma 的 Sm-Nd 等时线年龄^①(任秉琛等, 2001)。大理岩及石墨斜长变粒岩中,

铅锌矿与石墨矿共(伴)生, 并伴生有铁和银。矿床紧邻于阿尔金走滑断裂的北侧, 可归入柴达木成矿区之阿尔金成矿带(张信等, 2008)。该矿床是由甘肃省地矿局酒泉地质矿产调查队发现并评价的一层控型中型铅锌矿床^②, 目前随着矿产资源勘查新技术、新方法的不断推广与应用(谢学锦等, 1998; 丁汝福等, 1999;

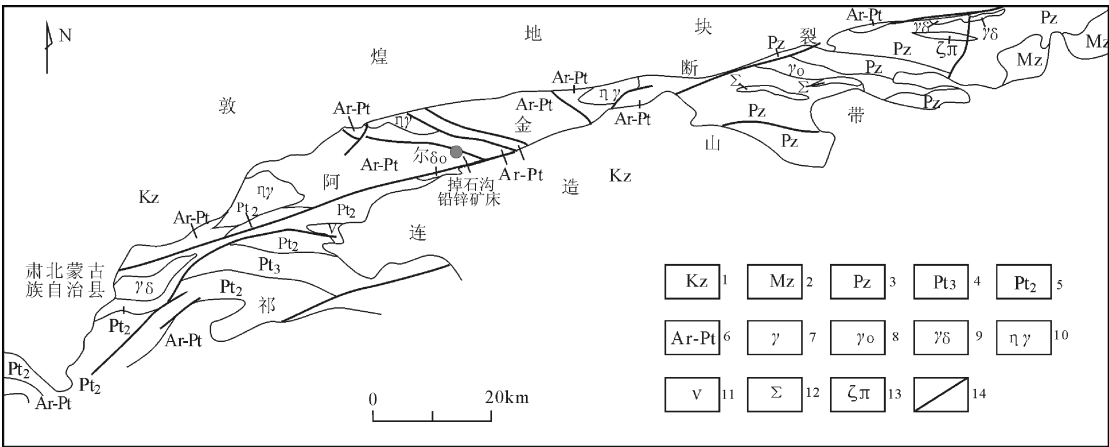


图1 肃北-昌马地质略图(据丁启福, 2002)

Fig. 1 Geological sketch of the Changma area in northern Gansu province (after Ding, 2002)

1-新生界; 2-中生界; 3-古生界; 4-上元古界; 5-中元古界; 6-太古代-元古界; 7-花岗岩; 8-斜长花岗岩;
9-花岗闪长岩; 10-二长花岗岩; 11-辉长岩; 12-超基性岩; 13-英安斑岩; 14-断裂

1-Cenozoic; 2-Mesozoic; 3-Paleozoic; 4-Upper Proterozoic; 5-Middle Proterozoic; 6-Archaeozoic-Proterozoic; 7-granite; 8-plagioclase granite; 9-granodiorite; 10-adamellite; 11-gabbro; 12-ultrabasic rock; 13-dacite porphyry; 14-fracture

[收稿日期] 2009-11-19; [修订日期] 2010-08-04; [责任编辑] 郑杰。

[第一作者简介] 王方成(1965年-), 男, 高级工程师, 主要从事区域地质矿产调查、矿产勘查评价与研究工作, Email: wfc64@163.com。

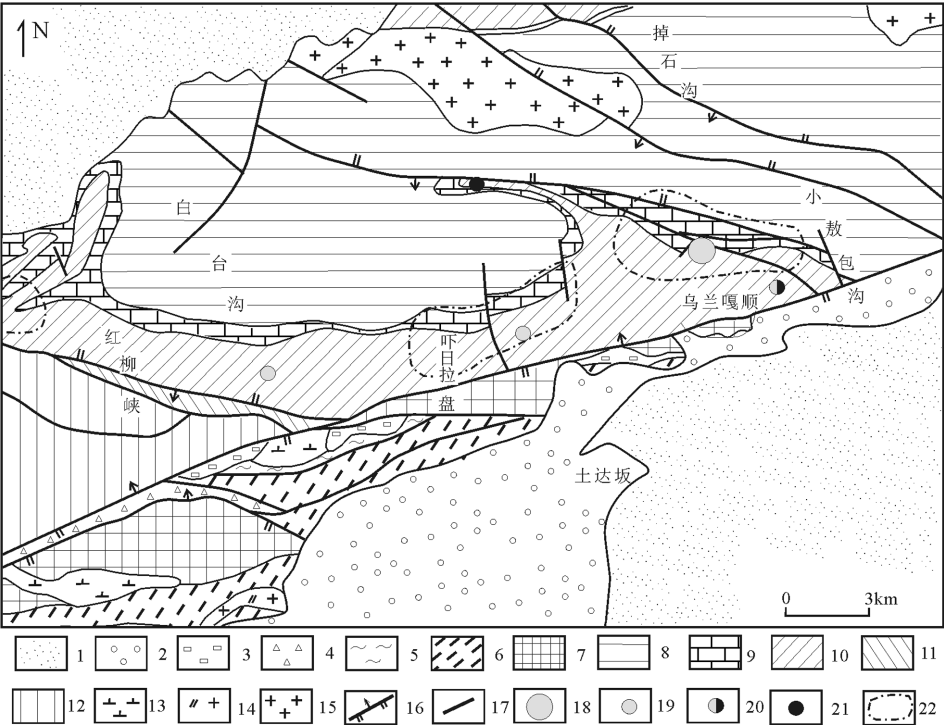


图 2 掉石沟一带区域地质矿产图(据王方成等,1992)

Fig.2 Map showing regional geology and mineral resources in the Diaoshigou area (after Wang, 1992)

1-第四纪冲积砾石层;2-新近纪疏勒河组砖红色泥质砂岩;3-白垩纪新民堡群灰绿色花岗质砾岩;4-二叠纪红紫色-灰绿色砾岩、杂砂岩;5-石炭纪羊虎沟组白云质大理岩、变砂岩、石英岩;6-长城纪朱龙关群第二岩组上岩段大理岩、石英岩、变砂岩、板岩;7-长城纪朱龙关群第二岩组下岩段变安山岩、变英安岩;8-太古代-古元古代敦煌岩群第三岩组黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、斜长角闪片岩;9-太古代-古元古代敦煌岩群第二岩组第三岩段含石墨透闪石化白云质大理岩;10-太古代-古元古代敦煌岩群第二岩组第二岩段二云石英片岩、黑云斜长片麻岩、含石墨透闪石化大理岩、石墨斜长变粒岩;11-太古代-古元古代敦煌岩群第二岩组第一岩段黑云斜长片麻岩;12-太古代-古元古代敦煌岩群第一岩组条带状混合岩;13-早古生代花岗岩闪长岩;14-早古生代二长花岗岩;15-元古代二长花岗岩;16-逆断层;17-性质不明的断层;18-石沟铅锌矿床;19-铅锌矿点;20-铁铅矿点;21-铁矿点;22-化探综合异常

1-alluvial-diluvial gravel layer of Quaternary;2-brick red sandy mudstone of Shulehe Formation of Neogene;3-celadon granitic conglomerate of Xinminpu Group of Cretaceous;4-mauve-celadon conglomerate and greywacke of Permian;5-dolomitic marble, meta-sandstone and quartzite of Yanghugou Formation of Carboniferous;6-marble, quartzite, meta-sandstone and slate of the upper section of the second Formation of Zhulongguan Group of Changchengian;7-meta-andesite and meta-dacite of the lower section of the second Formation of Zhulongguan Group of Changchengian;8-biotite-plagioclase gneiss, hornblende-plagioclase gneiss and plagioghornblende schist of the third Formation of Dunhuang Group of Palaeoproterozoic;9-graphite-bearing tremolitization dolomitic marble of the third section of the second Formation of Dunhuang Group of Palaeoproterozoic;10-two-mica-quartz schist, biotite-plagioclase gneiss, graphite-bearing tremolitization marble and graphite-plagioclase leptynite of the second section of the second Formation of Dunhuang Group of Palaeoproterozoic;11-biotite-plagioclase gneiss of the first section of the second Formation of Dunhuang Group of Palaeoproterozoic;12-banded migmatite of the first Formation of Dunhuang Group of Palaeoproterozoic;13-Early Paleozoic granodiorite;14-Early Paleozoic adamellite;15-Proterozoic adamellite;16-thrust fault;17-nature of the unknown fault;18-Diaoshigou Pb-Zn depos it;19-Pb-Zn ore occurrence;20-Fe-Pb deposit;21-Fe deposit;22-geochemical composite anomalies

吴其斌等,1999;白大名等,2002;金中国等,2002;史大年等,2004;姜永兰等,2005;肖骑彬等,2005;徐明才等,2005;沈远超等,2007;申萍等,2007;周圣华等,2007),针对掉石沟铅锌矿的成矿地质条件,优选出适合于该矿的勘查理论与技术,有望进一步扩大矿床的规模。

1 区域地质及矿床地质概况

掉石沟铅锌矿床位于紧邻祁连造山带的敦煌地块南缘,阿尔金走滑断裂从矿区南侧通过(图 1)。敦煌岩群碎屑岩夹碳酸盐岩建造组合,是好不拉-石包城地区层控型铅锌铁矿的主要赋矿层位^②(见图 2)。

矿区位于红柳峡复式向形构造北翼靠近转折端的部位,出露地层为敦煌岩群第二岩组第二岩段、第三岩段及第三岩组。其中第二岩组第二岩段分布最广,也是铅锌矿的主要赋矿层位,岩性主要为黑云斜长片麻岩、大理岩、石墨斜长变粒岩夹石英岩、石榴石斜长角闪片岩等,矿体主要赋存于 F3 与 F7 断裂夹持的石榴石透辉石夕卡岩及石墨斜长变粒岩、蚀变碎裂岩中。石榴石透辉石夕卡岩与石墨斜长变粒岩互层或夹于其中产出,呈透镜状、似层状,具有层控夕

卡岩(常印佛等,1983)的特征,低品位的锌矿体与石墨矿相伴生,反映出地层对成矿的控制作用(图 3)。

断裂构造主要为北西西向、北东向、北西向及近南北向四组,其中北西西向断裂(F3 和 F7)是主要的控矿断裂。其它诸组断裂皆为成矿后断裂,部分断裂对矿体有截切破坏作用。

矿区岩浆岩不甚发育,主要为斜长花岗伟晶岩脉、石英脉、石英闪长玢岩脉。斜长花岗伟晶岩脉对矿体和夕卡岩均有穿切破坏和捕获现象。

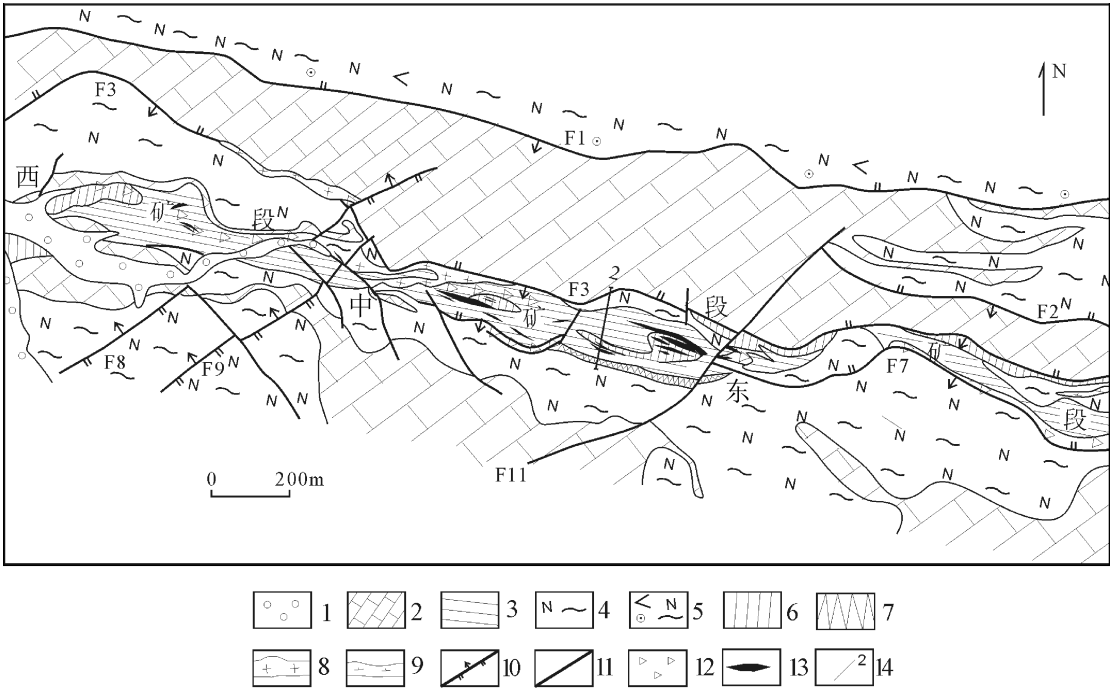


图 3 掉石沟铅锌矿区地质简图(据张松林等,1991)

Fig. 3 Geological sketch of the Diaoshigou Pb-Zn deposit (after Zhang et al., 1991)

1-第四系坡积洪积层;2-大理岩;3-黑云斜长变粒岩;4-黑云斜长片麻岩;5-黑云斜长片麻岩夹石榴石斜长角闪片岩;6-石榴石透辉石夕卡岩;7-斜长石英岩;8-斜长花岗伟晶岩脉;9-闪长岩脉;10-逆断层;11-性质不明的断层;12-破碎带;13-铅锌矿体;14-勘探线及编号

1-Quaternary slope wash-diluvial layer;2-marble;3-biotite-plagioclase leptynite;4-biotite-plagioclase gneiss;5-biotite-plagioclase gneiss with garnet-amphibolite;6-garnet-diopside skarn;7-plagioclase quartzite;8-plagioclase granitic pegmatite dike;9-diorite dike;10-thrust fault;11-nature of the unknown fault;12-fractured zone;13-Pb-Zn orebody;14-exploration line and number

2 矿床特征

矿区矿化带呈东西向展布,长约 4km,宽 10m ~ 200m,自西向东可划为三个矿段,共发现铅锌矿体 43 个,其中西矿段 7 个,中矿段 36 个,东矿段未发现工业矿体,仅见零星铅锌矿化体。主矿体为中矿段 10、17、22 号三个矿体,呈似层状产出,经工程验证深部有盲矿体存在。

2.1 主矿体特征

10、17、22 号三个主矿体赋存于太古代-古元古

代敦煌岩群第二岩组第二岩段石榴石透辉石夕卡岩、石墨斜长变粒岩中,在倾向上呈斜列式叠覆状分布(图 4),顶底板多为石墨斜长变粒岩(即石墨矿体赋矿层),少数为石榴石透辉石夕卡岩,产状 205° ∠ 50° ~ 60°,矿体在走向和倾向方向上均具膨大收缩特征。矿体沿走向延伸 100m ~ 600m,在倾向方向上延深 105m ~ 165m;矿体厚度 2.80m ~ 22m;矿体平均品位 Pb: 0.56 × 10⁻² ~ 2.19 × 10⁻², Zn 0.85 × 10⁻² ~ 2.45 × 10⁻²,品位 Zn/(Pb+Zn) = 0.725。

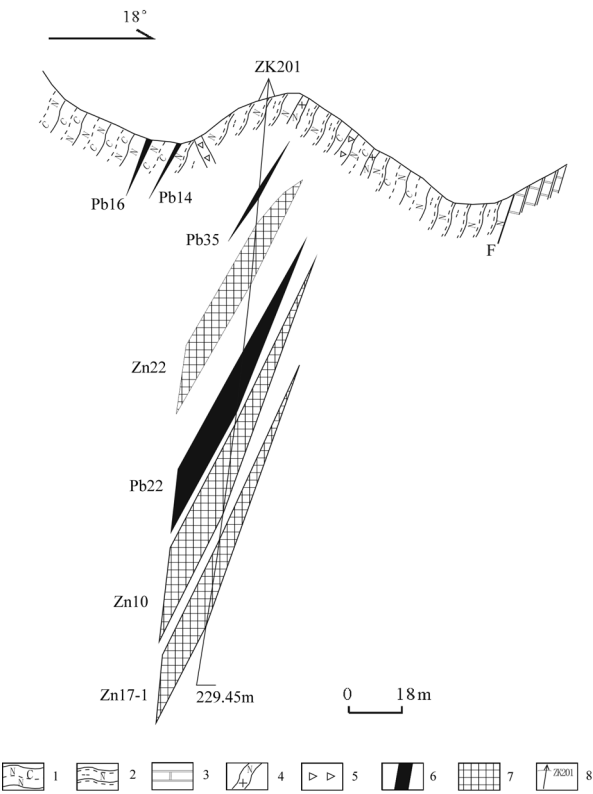


图 4 掉石沟铅锌矿 2 勘探线剖面图(据赵厚恩等,1994)

Fig.4 Profile along exploration line No.2 of the Diaoshigou Pb-Zn deposit(after Zhao *et al.* ,1994)

1-石墨斜长变粒岩;2-黑云斜长片麻岩;3-大理岩;4-斜长花岗伟晶岩脉;5-断层破碎带;6-铅矿体;7-锌矿体 8-钻孔
1-graphite-plagioclase leptynite;2-biotite-plagioclase gneiss;3-marble;4-plagioclase granitite pegmatite dike; 5-fault zone;6-lead body;7-zinc body;8-drilling

2.2.1 矿石结构构造

矿石结构主要为它形粒状结构、半自形粒状结构、半自形-自形粒状结构、交代结构、交代残余结构,地表混合矿石可见指印状、格状结构。矿石构造主要是稀疏星散浸染状构造,中等星散状构造,地表混合型矿石可见网状、蜂窝状构造。

2.2.2 矿石成分

矿石矿物成分较为简单,矿石矿物主要有方铅矿、闪锌矿、磁铁矿、磁黄铁矿、黄铁矿,在地表混合型矿石中尚见少量软锰矿、硬锰矿、菱锰矿、菱铁矿、白铅矿、菱锌矿、褐铁矿、褐锰矿等。脉石矿物主要有透辉石、透闪石、石榴石、方解石、白云石、石英、斜长石、橄榄石等。矿石中主要有益组分为 Pb、Zn,伴生有益组分为 Ag。Pb 含量介于 $0.2\times10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-2}$ 之间,个别高达 25.93×10^{-2} ,主要来自方铅矿;Zn 含量介于 $0.3\times10^{-2} \sim 2.0\times10^{-2}$ 之间,个别高达

23.20×10^{-2} ,主要来自于闪锌矿;伴生 Ag 含量介于 $2\times10^{-6} \sim 34\times10^{-6}$,个别高达 118×10^{-6} ,方铅矿为伴生 Ag 的主要载体,方铅矿单矿物分析 Ag 含量为 $172\times10^{-6} \sim 232\times10^{-6}$ 。

2.2.3 矿石类型

依据矿区矿体含矿母岩特征,矿区内矿石自然类型可分为夕卡岩型、蚀变碎裂岩型、石英脉型、石墨斜长变粒岩型四个类型。按氧化程度划分为混合矿石和硫化矿石两种类型,根据主要有益元素的种类可分为铅矿石、锌矿石和铅锌矿石三种类型。石墨斜长变粒岩型矿石类型的存在说明最初的矿体是由沉积作用形成的。

2.2.4 围岩蚀变

矿区围岩蚀变较强,主要有夕卡岩化、黄铁矿化、硅化,次为碳酸盐化和绢云母化,其中夕卡岩化、黄铁矿化和硅化与矿化关系密切。夕卡岩化在矿化带内呈断续的带状分布,长大于 3.2km,宽数米-数十米,以石榴石透辉石夕卡岩为主,部分地段尚见透辉石夕卡岩、石榴石夕卡岩、石榴石锰橄榄石夕卡岩。黄铁矿化主要分布于矿区矿化带内,地表呈土状、皮壳状或结核状产出的黄钾铁矾,属矿区重要的围岩蚀变,也是寻找铅锌矿的直接标志。硅化广泛而零星分布于矿化带及其上下盘围岩中,以呈细脉、网状细脉、团块囊状石英的出现为标志。

3 地球化学异常特征

1:5 万化探扫面成果显示,掉石沟铅锌矿区及东延地段存在面积约 7.5km^2 的化探异常,异常元素组合为 Pb、Zn、Mn、Mo、As、Sb、Ag、Sn、Bi,并以 Pb、Zn、Mn 为主,异常浓集中心明显,发育多级浓度分带,浓集中心的位置与地磁异常、铅族重砂异常及掉石沟铅锌矿床地表出露的范围相互吻合。主成矿元素 Pb、Zn 及其异常组份在矿区出现高度富集,与敦煌岩群第二岩组相应岩性的区域含量相比,Pb 元素富集 2.8~27.1 倍,Zn 元素富集 2.0~4.5 倍,其中含石墨大理岩与石墨斜长变粒岩的 Pb、Zn 富集程度最大、含量最高。

从矿区 31 个样品 13 个元素的 R 型聚类分析谱系图(图 5)可以看出,在 $\gamma_{0.01} = 0.456$ 的信度内,出现两个明显的元素组合系列,即 Zn、Mn、Mo、Zr、Bi、Ba、Sn 系列和 Cu、Pb、Ag、As、Sb 系列。前者反映了原岩沉积建造特点和夕卡岩化等后期变质改造的元素组合特征,后者则反映了多期次以 Pb、Ag 为主的叠加型矿化热液作用的元素组合特征。

表 1 掉石沟铅锌矿区铅同位素硫同位素分析结果表

Table 1 Analysis result of lead isotope and sulfur isotope for the Diaoshigou Pb–Zn mining area

样品编号	分析对象	铅同位素比值			μ 值	ν 值	Th/U	模式年龄 (Ma)	δ ³⁴ S(‰)
		²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb					
1TW1	方铅矿	15.831	15.325	35.766	9.476	0.068	3.987	1689.74	-1.37
1TW2	方铅矿	15.905	15.434	36.115	9.714	0.070	4.166	1735.26	-2.55
1TW3	方铅矿	15.846	15.350	35.839	9.532	0.069	4.025	1701.71	1.84
1TW4	黄铁矿	15.840	15.516	36.362	9.957	0.072	4.378	1848.30	-11.41

注:样品测试单位:宜昌地质矿产研究所;完成时间:1996。

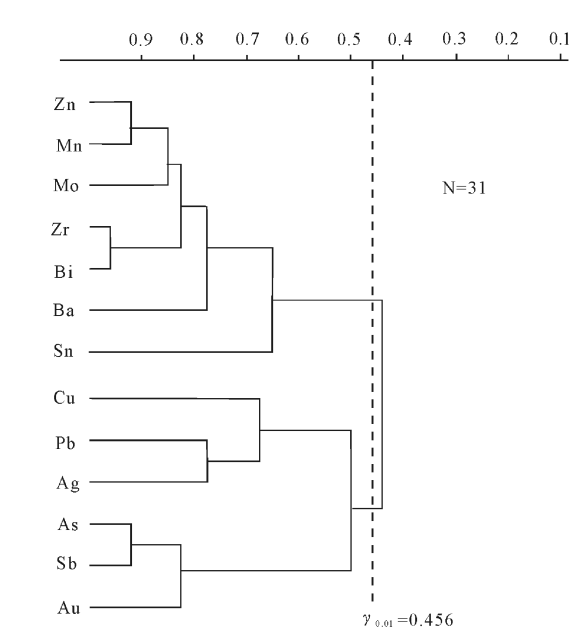


图 5 掉石沟铅锌矿区微量元素聚类分析谱系图(据赵厚恩等,1994)

Fig. 5 Dendrogram of trace elements cluster-analysis of the Diaoshigou Pb–Zn deposit (after Zhao et al., 1994)

4 同位素特征及成矿温度

矿区共采集同位素样品四个,其中 1TW1 – 1TW3 采自铅锌矿体,1TW4 采自近矿围岩石墨斜长变粒岩。样品经过加工粉碎后,挑选出方铅矿或黄铁矿的单矿物,对单矿物进行 Pb 或 S 同位素分析,样品的分析由宜昌地质矿产研究所完成。

4.1 铅同位素特征

铅同位素样品分析结果显示(见表 1),矿区 Pb 同位素组成较稳定,变化范围较小(小于 1%),ν 值在 0.068 ~ 0.072(接近标准值 0.067),Th/U 比值在 3.987 ~ 4.387,说明矿石铅为正常普通铅。矿石中²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb 为 15.831 ~ 15.905,平均 15.859;²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb 为 15.325 ~ 15.516,平均 15.370;

²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb 为 35.766 ~ 36.115,平均 35.907;μ 值为 9.476 ~ 9.957,平均 9.574,大于 9.5,在铅同位素图解上,投影点基本落在上地壳线附近,且分布较为集中(图 6)。表明与成矿有关的物质来自地壳。近矿围岩²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb 为 15.840,²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb 为 15.516,²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb 为 36.362,与矿石铅同位素组成基本平衡,显示与矿石具同源特征。矿石中铅的模式年龄为 1689.74 Ma ~ 1735.26Ma,属早长城世,为成矿年龄。近矿围岩的模式年龄为 1848.3Ma,显示黄铁矿形成早于方铅矿,说明成矿物质来源于围岩。

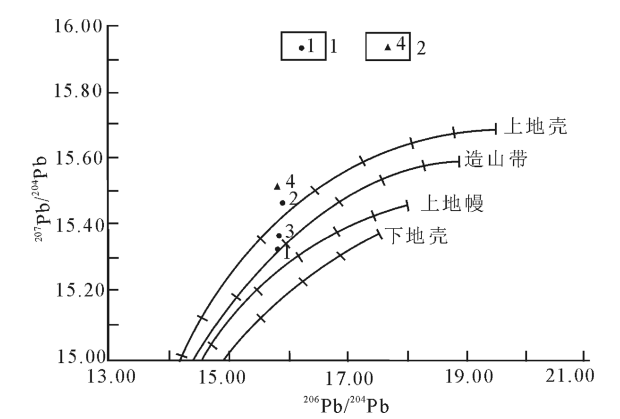


图 6 掉石沟铅锌矿区铅同位素图解

Fig. 6 Lead isotope diagram for the Diaoshigou Pb–Zn deposit

1-方铅矿同位素样点及样号;2-黄铁矿同位素样点及样号

1-galena isotope sample point and sample number;
2-pyrite isotope sample point and sample number

4.2 硫同位素特征

硫同位素分析结果(表 1)表明,矿石与近矿围岩硫同位素差别较大,没有达到平衡。矿石中方铅矿的 δ³⁴S 为 -2.55 ~ 1.84‰,平均 -0.69‰,变化范围窄,显示成矿物质的主要组分硫来源单一,并具幔源硫的特征,其可能与围岩地层敦煌岩群中的基性火山岩有关。近矿围岩石墨斜长变粒岩中黄铁矿之

$\delta^{34}\text{S}$ 值为 -11.41% ,显示有大气降水参与的信息。

4.3 成矿温度

对矿区中主要矿石类型中的方铅矿、闪锌矿及石墨斜长变粒岩中的黄铁矿采集了包体测温样,用爆裂法测定其形成温度,7 个包裹体测温样结果(表 2)显示,矿石中方铅矿形成温度在 $294^{\circ}\text{C} \sim 382^{\circ}\text{C}$ 之间,属于中高温。

表 2 包体测温结果表
Table 2 Thermometry result of inclusions

样品编号	起爆温度(℃)	矿物名称	矿石类型
1kw-1	375	方铅矿	中粒浸染状铅锌矿石
1kw-2	365	方铅矿	细粒浸染状铅锌矿石
1kw-3	316	方铅矿	粗粒块状铅锌矿石
1kw-4	294	黄铁矿	近矿围岩(石墨斜长变粒岩)
1kw-5	298	闪锌矿	块状铅锌矿石
1kw-6	382	方铅矿	块状铅锌矿石
1kw-7	336	闪锌矿	闪锌矿块状黄铁矿矿石

注:样品测试单位:宜昌地质矿产研究所,完成时间:1996。

5 成矿机理分析

太古宙-古元古代,矿区构造活动频繁,形式上以水平和垂直运动为主,壳体结构基本以原始的小板块(袁建平等,2003)为特征。此间,在敦煌地块南缘好不拉-石包城一带沉积形成了一套海相中基性火山岩-碎屑岩-富镁碳酸盐建造,岩性主要为白云岩、白云质灰岩、泥岩、粉砂岩、英安质凝灰岩及安山质凝灰岩。由于地幔温度较高,且存在温度差异,形成相对较强的地幔对流,地幔物质对流的结果必将产生对上覆岩石圈的上拱力,致使上覆地壳变薄以至产生破裂,幔源物质顺裂隙上涌形成海底火山作用,岩浆在上升的过程中熔融壳源物质捕获有用组分,喷发形成母岩层。海水下渗,在一定的深度形成高温热液,高温热液在热力和重力的作用下循环上升,并在上升的过程中选择性萃取母岩层中的成矿有用元素,随着温度压力及 PH 值、EH 值的变化,使铁铅锌等有用元素以硫化物形式沉淀,形成富含有机质及铁铅锌等成矿元素的矿源层。大致从 17 亿年前开始,处于区域变质场中的敦煌岩群地层,随着上覆岩层厚度的增加及埋深的加大,地层所承受静压力逐步增加,致使岩石从矿物成分和结构构造等方面均发生了变质-变形-重结晶作用,从而形成了片麻岩、透辉石大理岩、斜长角闪岩、石墨斜长变粒岩、石英岩、变质夕卡岩等各种变质岩石,石墨矿

体即是此时变质重结晶的产物。受强烈的变形变质作用、岩石深融作用和岩浆活动的改造和影响,岩层多被强烈置换形成平行化构造面理和十分复杂的复式褶皱构造。随着区域变质作用的不断深化岩石发生重熔、变质分异形成长英质岩等脉岩,局部产生岩浆热液;在岩浆热液与变质热液的共同作用下,变质岩石中的成矿元素被活化带出并沿构造薄弱地带上升,高温含矿热液与变质夕卡岩化碳酸盐岩接触形成夕卡岩型矿体,在石墨斜长变粒岩及变质夕卡岩化碳酸盐岩脆性断裂带中形成蚀变碎裂岩型矿体及石英脉型矿体。

综合上述,掉石沟铅锌矿成因类型属受变质沉积叠加改造层控夕卡岩型矿床(沈其韩,2007)。

6 找矿标志及找矿思路

6.1 找矿标志

(1) 铁锰帽标志:矿化带(夕卡岩化带)中由于有大量含铁锰矿物,经氧化在地表形成黑褐色铁锰帽,以及地表出现黄钾铁矾的断裂破碎带,为铅锌矿体的直接找矿标志。

(2) 岩性标志:矿区铅锌矿共(伴)生石墨矿体,石墨矿体多为铅锌矿的顶底板,石墨矿的赋矿岩石石墨斜长变粒岩亦是矿区铅锌矿体的直接找矿标志。

(3) 异常标志:重砂铅族异常以及 Pb、Zn、Mn、Mo、As、Sb、Ag、Sn、Bi 等元素的综合化探异常是间接的找矿标志。

6.2 找矿思路

2002 年~2008 年间,甘肃省地矿局第四地质矿产勘查院的地质技术人员在充分把握掉石沟铅锌矿找矿标志的基础上,运用构造分析方法从寻找标志层入手,辅以化探扫面、高精度磁测等手段,于掉石沟铅锌矿外围红柳峡复向构造南北两翼及转折端的赋矿层位-沿走向展布长达 30km 的敦煌岩群二岩组二岩段地层中,先后发现了土达坂铅锌矿、白台沟铅锌矿、吓日哈德铅锌矿、小敖包沟铁铅矿等诸多铅锌铁矿点。这些矿点矿化元素为铁铅锌银,均产于石墨斜长变粒岩夹夕卡岩化大理岩中,矿化规模走向延伸 1600m~5000m 不等,出露宽度 2m~40m,矿化特征与掉石沟铅锌矿几乎完全相同。各矿点陆续发现后,先后动用了槽探以及少量硐探和钻探工程,对矿体进行地表控制和深部验证,但由于敦煌岩群变形复杂矿体赋存规律不清、缺乏有效的找矿思路以及投入不足和勘查深度有限等原因,均没有取

得实质性的突破。

笔者认为,在走向上敦煌岩群二岩组二岩段赋矿层位中已经发现了多处矿化,断续达数十公里,地表最长的矿体走向延伸可达 800 余米,和掉石沟铅锌矿床类比,推测在倾向上也应具有一定延深或存在盲矿体。更重要的是掉石沟铅锌矿勘查程度只达到普查,勘查深度最深也只有 200 余米,在掉石沟铅锌矿区仍具有很大的找矿潜力。因此,利用有效的找矿思路和方法在掉石沟矿区及其外围进行深部找矿,应具有一定的现实意义。

1994 年,赵恩厚等^③在对掉石沟铅锌矿床的异常组分特征研究时,利用经验函数表达式对该矿床部分有利成矿地段进行了盲矿体见矿深度预测,结果显示中矿段组分分带序列发育较好,矿体剥蚀程度不大,深部预测有很大的找矿前景,在已施工钻探的 0 线和 2 线预测有不同深度的盲矿体存在。笔者认为掉石沟铅锌矿区首先在 0 线和 2 线施工钻探进行验证,根据验证情况逐步增加工作量,将勘查深度增加到 500m~800m,寻找盲矿体和扩大主矿体深部延伸,扩大矿体规模和数量。第二,在对掉石沟铅锌矿进行钻探验证的同时,对该矿床从研究构造尤其是变形构造入手,查明矿体空间赋存状态和规律,不断加深对勘查区地质特征的认识,建立矿区找矿模型。第三,将掉石沟及其外围作为一个整体,也就是说把红柳峡复向形构造铁铅锌含矿层位及控矿构造作为统一研究对象,将掉石沟找矿模型和方法应用于外围各铅锌矿点。鉴于掉石沟层控硫化物矿体具有低阻、高极化和弱磁异常的特征,建议在采用地球化学方法勘探的同时,选择典型剖面利用 EH4 电磁测深、高精度磁测和 V8 复电阻率测量(董平等,2009),或双频激电法(武伟等,2009)进行深部探测,对地下各种岩层和矿化岩石进行圈定,将所有数据和地质综合解释相结合,确定矿化热液系统和矿体的空间位置,以指导深部隐伏矿体的勘查工作。

[注释]

- ① 甘肃省地质矿产局. 1993. 1:5 万红柳峡幅(J-46-11-D) 区域地质调查说明书
- ② 张松林. 1991. 甘肃省肃北蒙古族自治县掉石沟铅锌矿普查报告. 甘肃省地矿局酒泉地质矿产调查队
- ③ 赵恩厚,白祖三. 1994. 甘肃省北祁连山西段铜铅锌金矿成矿区划研究. 甘肃省地矿局酒泉地质矿产调查队

[References]

Bai Da-ming, Nie Feng-jun, Jiang Si-hong. 2002. Feasibility of applying VLF-EM method to exploration and evaluation of vein deposit: Exemplified by exploration of gold, lead-zinc (silver) and fluorite deposit [J]. Mineral Deposits, 21(4): 408-413 (in Chinese with Eng-

lish abstract)

Chang Yin-fo, Liu Xue-gui. 1983. On strata-bound skarn deposits [J]. Mineral Deposits, 2(1): 11-20 (in Chinese with English abstract)

Dong Ping, Wang Chong, Sun Bin, Wu Yong-jing, Shi Huo-sheng, Wang Qi. 2009. The application of geophysical prospecting methods in the deep and peripheral area of Chengmenshan copper deposit [J]. Geology and Prospecting, 45(6): 748-755 (in Chinese with English abstract)

Ding Ru-fu. 1999. Advance on new geochemical exploring technology for prospecting buried deposit [J]. Geology and Prospecting, 35(2): 30-34 (in Chinese with English abstract)

Jiang Yong-lan, Fu Zhan-rong, Sun Jia-shu, Tang Yong-zhang. 2005. Application of very low frequency electromagnetism method in indirectly ore exploration in the Chaihulanzi gold deposit [J]. Geology and Prospecting, 41(1): 77-79 (in Chinese with English abstract)

Jin Zhong-guo, Zou Lin, Zhao Jian-wen. 2002. Application of transient electromagnetic methods to prospecting Maomaochang Pb-Zn ore district in western Guizhou [J]. Geology and Prospecting, 38(6): 48-50 (in Chinese with English abstract)

Ren Bing-chen, He Shi-ping, Yao Wen-guang, Fu Li-pu. 2001. Rb-Sr isotopes age of Niuquanzi ophiolite and its tectonic significance in Beishan district, Gansu [J]. North western geology, (2): 21-27 (in Chinese with English abstract)

Shi Da-nian, Lu Qing-tian, Xu Ming-cai, Zhao Jin-hua. 2004. Omographic study of shallow structures in Tongling metallogenic province [J]. Mineral Deposits, 23(3): 383-389 (in Chinese with English abstract)

Shen Ping, Shen Yuan-chao, Liu Tie-bin, Li Guang-ming, Qin Ke-zhang, Zen Qing-dong. 2007. Application of stratagem EH4 system to prediction of hidden ore bodies [J]. Mineral Deposits, 26(1): 70-78 (in Chinese with English abstract)

Shen Qi-han. 2007. Discussion on genetic classification of metamorphic deposits [J]. Geological Journal of China Universities, 13(3): 371-382 (in Chinese with English abstract)

Shen Yuan-chao, Shen Ping, Liu Tie-bin, Li Guang-ming, Zou Wei-lei, Wan Ke-chu, Wu Yan-sheng. 2007. Geophysical prospecting and prognosis in the Jingerquan Cu-Ni deposit, Eastern Tianshan Mountains [J]. Geology and Prospecting, 43(2): 62-67 (in Chinese with English abstract)

Wu Qi-bin, Wang Jun-hen, Cai Lin-pei. 1999. New method on prospecting of concealed orebodies [J]. Geology and Prospecting, 35(6): 44-47 (in Chinese with English abstract)

Wu Wei, Zhang Bao-lin, Liang Guang-he, Li Zhi-yuan, Shen Xiao-li, Qi Min. 2009. Application of dual-frequency IP method in metal ore prediction in two types of typical overburden area in Western China [J]. Geology and Prospecting, 45(6): 669-675 (in Chinese with English abstract)

Xiao Qi-bin, Cai Xin-ping, Xu Xing-wang, Liang Guang-he, Zhang Bao-lin, Wang Jie, Qin Ke-zhang, Peng Xiao-ming, Hui Wei-dong, San Jin-zhu, Kang Feng, Zhang Wen. 2005. Application of shallow seismic technology and magnetotellurics to location prognosis of concealed metallic deposit: case study of Tulaergen Cu-Ni Mining area,

Hami,Xinjian[J]. Mineral Deposits, 24(6):676-683 (in Chinese with English abstract)

Xie Xue-jin. 1998. Tactical and strategic deep penetration geochemical surveys[J]. Earth Science Frontiers (China University of Geosciences, Beijing), 5(1-2):171-183 (in Chinese with English abstract)

Xu Ming-cai, Gao Jing-hua, Rong Li-xin, Chai Ming-tao, Lu Qing-tian, Shi Da-nian. 2005. Combining exploration technique of the ground seismic tomography and high-resolution seismic method[J]. Geology and Prospecting, 41(4):83-87 (in Chinese with English abstract)

Yuan Jian-ping, Ni Zhi-yao, Bi Hua. 2003. Research progress of palaeo-plate tectonics in the early geological history[J]. Mineral Petrol, 23(1):46-50 (in Chinese with English abstract)

Zhang Xin, Zhang Han-cheng, Zhang Bao-chen. 2008. Ponderation of mineral resources exploration in the Western China-a case study from Hinghai Province[J]. Geology and Prospecting, 44(5):37-41 (in Chinese with English abstract)

Zhou Sheng-hua, Yan Yun-fei, Li Yan-jun. 2007. Application and efficiency of geophysical and geochemical exploration methods in present ore prospecting[J]. Geology and Prospecting, 43(6):58-62 (in Chinese with English abstract)

[附中文参考文献]

白大名, 聂风军, 江思宏. 2002. 甚低频电磁法对脉状矿体勘查评价的意义-以金、铅锌(银)和萤石矿为例[J]. 矿床地质, 21(4):408-413

常印佛, 刘学圭. 1983. 关于层控式夕卡岩型矿床[J]. 矿床地质, 2(1):11-20

董平, 王冲, 孙斌, 吴咏敬, 石火生, 王琪. 2009. 城门山铜矿外围深部找矿物探方法研究[J]. 地质与勘探, 45(6):748-755

丁汝福. 1999. 国内外寻找隐伏矿化探新方法研究进展[J]. 地质与勘探, 35(2):30-34

姜永兰, 付占荣, 孙家枢, 唐永章. 2005. 甚低频电磁法在柴胡栏子金矿间接找矿中的应用[J]. 地质与勘探, 41(1):77-79

金中国, 邹林, 赵俭文. 2002. 瞬变地磁法在黔西北猫猫厂铅锌矿区

找矿中的应用[J]. 地质与勘探, 38(6):48-50

任秉琛, 何世平, 姚文光, 傅力浦. 2001. 甘肃北山牛圈子蛇绿岩-锑同位素年龄及大地构造意义[J]. 西北地质, (2):21-27

史大年, 吕庆田, 徐明才, 赵金花. 2004. 铜陵矿集区地壳浅表结构的地震层析研究[J]. 矿床地质, 23(3):383-389

申萍, 沈远超, 刘铁兵, 李光明, 秦克章, 曾庆栋. 2007. EH4 连续电导率成像仪在隐伏矿体定位预测中的应用[J]. 矿床地质, 26(1):70-78

沈其韩. 2007. 变质矿床成因分类的讨论[J]. 高校地质学报, 13(3):371-382

沈远超, 申萍, 刘铁兵, 李光明, 邹为雷, 万克初, 吴艳生. 2007. 东天山景儿泉铜镍矿床成矿预测及 EH4 地球物理测量依据[J]. 地质与勘探, 43(2):62-67

吴其斌, 王君恒, 崔霖沛. 1999. 勘查隐伏金属矿的新方法[J]. 地质与勘探, 35(6):44-47

武炜, 张保林, 梁光河, 李志远, 沈晓丽, 祁民. 2009. 双频激电法在我国西部典型覆盖区金属矿体预测中的应用[J]. 地质与勘探, 45(6):669-675

肖骑彬, 蔡新平, 徐兴旺, 梁光河, 张宝林, 王杰, 秦克章, 彭晓明, 惠卫东, 三金柱, 康峰, 张文. 2005. 浅层地震与 MT 联合技术在隐伏金属矿床定位预测中的应用-以新疆哈密图拉尔根铜镍矿区为例[J]. 矿床地质, 24(6):676-683

谢学锦. 1998. 战术性与战略性的深穿透地球化学方法[J]. 地学前缘, 5(1-2):171-183

徐明才, 高景华, 荣立新, 柴铭涛, 吕庆田, 史大年. 2005. 地面地震层析成像和高分辨率地震联合勘探技术[J]. 地质与勘探, 41(4):83-87

袁建平, 倪志耀, 毕华. 2003. 地史早期古板块构造研究进展[J]. 矿物岩石, 23(1):46-50

张信, 张汉成, 张宝琛. 2008. 对青海省矿产资源勘查的思考[J]. 地质与勘探, 44(5):37-41

周圣华, 鄢云飞, 李艳军. 2007. 矿产勘查中的物化探技术应用与地质效果[J]. 地质与勘探, 43(6):58-62

Deposit Characteristics and Ore-Search Ideas of the Diaoshigou Lead-Zinc Deposit in Gansu Province

WANG Fang-cheng, LIU Bo-chong, CAI Xiao-ju
(No. 4 Geology and Exploration Team, Gansu Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Jiuquan 735000)

Abstract: The Diaoshigou lead-zinc deposit is a typical skarn deposit controlled by superposition and reformed strata in the southern margin of the Dunhuang block. It occurs in the marble, garnet-diopside skarn, graphite plagiogranulite, and altered cataclastic rock of the second section, second group of the Dunhuang rock-group. The ore types include skarn, altered chipped rock, quartz vein, and graphite plagiogranulite types, with useful compositions of Pb and Zn. Iron and manganese caps and graphite plagiogranulite are the direct indicators, and lead clan placer anomalies and geochemical anomalies are indirect markers for ore search. Grasping the ore prospecting markers is an effective way for search of these deposits. Lots of lead-zinc ore-points have been found in the Diaoshigou area and its surroundings, showing a good prospect. And some new ideas for further survey in this region are proposed in this paper.

Key words: Gansu, Diaoshigou lead-zinc deposit, deposit characteristic, prospecting ideas