

某铅锌矿床地质特征及深部找矿预测^{*}

杜坚¹, 吴文堂²

(1. 西北有色地质勘查局, 陕西 西安 710054; 2. 西北有色地质勘查局 717 总队, 陕西 宝鸡 721012)

摘要: 铅锌矿是陕西较有远景并具特色的优势矿种, 通过对凤太矿田中某铅锌矿床地质特征、背斜控矿、富集规律、找矿标志等控矿因素的总结, 结合深部探矿工程和地球物理、地球化学工作取得的进展及成果, 系统分析 960 m 标高以下深部矿体的层控与时空、古地理与构造控矿、倾伏规律、岩相和围岩蚀变标志等规律, 认为其西延深部具较大的找矿潜力, 为下一步的勘查工作指明了方向。

关键词: 铅锌矿; 地质特征; 深部预测

中图分类号: P612 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0076(2015)04-0012-05

DOI: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2015.04.003

Geological Characteristics and Deep Prospecting Prediction of a Lead-zinc Ore Deposit

DU Jian¹, WU Wentang²

(1. Northwest Nonferrous Geological Prospecting Bureau, Xi'an 710054, Shaanxi, China; 2. Northwest Nonferrous Geological Exploration Bureau of the 717 Corps, Baoji 721012, Shaanxi, China)

Abstract: Lead-zinc mine is a promising and dominant mineral in Shaanxi Province. On the basis of ore controlling factors, such as geological characteristics, ore controlling anticline, enrichment regularity and prospecting marks of lead-zinc deposit in Fengtai ore field, the stratabound and space-time, palaeogeography and tectonic ore control, plunging law, lithofacies and rock alteration marks of the deep ore body under the elevation of 960 m were analyzed systematically combined with the obtained achievements of engineering practice of deep exploration, geophysical and geochemical exploration. The results showed that the west deep part has great potential for prospecting, and the direction of exploration work in next stage was pointed out.

Key words: lead-zinc mine; geological characteristics; deep prediction

据统计, 陕西共发现以铅锌为主矿种的产地 80 余处, 探明资源量数百万吨^[1], 主要赋存地层除二叠系、古近系、新近系、第四系地层中没有产出外, 其它各时代地层均有, 其中泥盆系分布最多, 其次是志留系和震旦系。南秦岭成矿带之凤(县)太(白)矿田铅锌矿床就是其较典型代表, 凤太矿田西起凤县、东到太白南部二郎坝, 南自留坝江口, 北至太白上白

云, 东西长 90 km, 南北宽 10~30 km, 面积约 2 000 km², 分布有大型铅锌矿床 3 处, 中型铅锌矿床 3 处, 小型铅锌矿床多处, 是我国西部重要的铅锌基地。本矿床位于凤太矿田西南部, 铅硐山复式背斜的西延, 与甘肃的西(和)成(县)铅锌矿属同一成矿带, 在成矿区划上位于秦岭泥盆系层控多金属成矿带中部, 属海水喷流沉积形成的层控改造型矿床。该矿

* 收稿日期: 2015-06-09

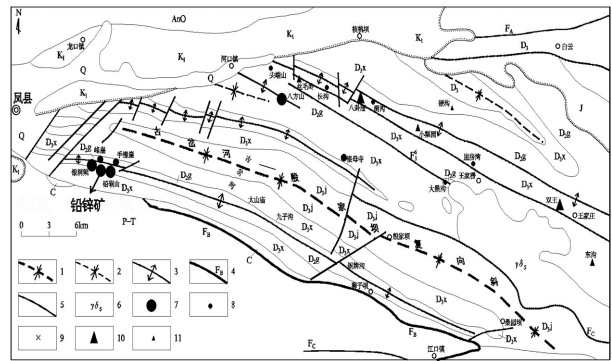
作者简介: 杜坚(1961-), 男, 陕西西安人, 高级工程师, 主要从事地质矿业技术管理工作。

田以往查明的资源,经多年开采,现大部分已面临枯竭,向深部寻找隐伏和半隐伏的盲矿体成为矿产勘查的趋势。

1 区域地质背景

该矿床位于秦岭地槽系北缘礼县-柞水冒地槽中段,广泛出露泥盆系地层,自下而上划分为中泥盆统古道岭组、上泥盆统星红铺组及九里坪组,出露面积占85%,属秦岭板块中带泥盆系之风县-镇安小区,周围局部出露石炭系、二叠系及白垩系地层。

区内总的构造形态为倒贴金-古岔河I级大型复式向斜,呈NWW-SEE向纵贯全区,由12个II级褶皱、42个III级褶皱组成,次级褶皱延展方向与区域主体褶皱相同。位于I级褶皱北翼的II级背斜,北翼倒转、南翼正常,轴面倾向南;位于I级褶皱南翼的II级背斜特征则相反。次级背斜核部多由中泥盆统古道岭组灰岩组成,向斜核部多由上泥盆统九里坪组及星红铺组地层组成。



1- 复向斜轴线;2- 次级向斜轴线;3- 背斜轴线;4- 控制矿田深大断裂;5- 断层;6- 燕山期花岗岩;7- 大型铅锌矿;8- 小型铅锌矿床;9- 小型铜矿床;10- 大型金矿床;11- 小型金矿床及金矿点;Q- 第四系;K₁- 下白垩统东河群;J- 侏罗系;P-T- 二叠至三叠系;C- 石炭系;D_{3j}- 上泥盆统九里坪组;D_{3x}- 上泥盆统星红铺组;D_{2g}- 中泥盆统古道岭组;AnO- 前奥陶系

图1 区域地质简图

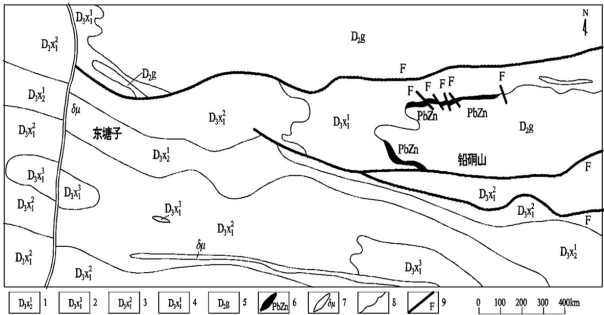
区内断裂构造发育,凤州-靖口关与高坡-狮子坝两大断裂均为长期活动的区域性基底断裂,前者呈EW向展布,为矿田北界,沿此断裂有超基性-中性火山岩、侵入岩及岩脉分布,并有中生界-新生界砂砾岩组成的断陷盆地,后者呈NW~SE向延伸,沿断裂有断层角砾岩、糜棱岩及中酸性岩体分布。两大断裂限制了泥盆系地层的分布,次一级断裂为NWW~EW向的压性冲断层,该断裂从南向北有13条,多倾向北,倾角60°~85°,规模较大。更次

一级断裂为NE~NEE向、NW~NNW向、SN~NNE向压扭及张扭性断层,数量较多,但规模较小,常破坏褶皱,错断地层和矿体。

2 矿区地质特征

2.1 地层

矿区内出露一套中、上泥盆统的区域浅变质碳酸盐岩和泥质碎屑岩,分别是中泥盆统古道岭组(D_{2g})、上泥盆统星红铺组第一岩性段(D_{3x1})及第二岩性段(D_{3x2})的地层,在其上部覆有第四系残、坡积物,其中与成矿关系密切的是中泥盆统古道岭组顶部的薄-中厚层含炭生物微晶灰岩和上泥盆统星红铺组第一岩性段下部的铁白云质钙质绢云母千枚岩。地层由老到新分述如下。



1- 星红铺组第二岩性段下层;2- 星红铺组第一岩性段上层;3- 星红铺组第一岩性段中层;4- 星红铺组第一岩性段下层;5- 古道岭组;6- 铅锌矿体;7- 闪长玢岩脉;8- 地质界线;9- 断层;I、II- 1- 铅锌矿体编号

图2 矿床地质简图

2.1.1 中泥盆统古道岭组(D_{2g})

为矿区主要含矿层位,顶部赋存铅锌矿体。该层出露不全,与上覆岩层呈整合接触,局部为断层接触,出露厚度>160 m,分布于矿区北部及东北部,近东西向展布,主要岩性为含炭生物微晶灰岩、含生物屑微晶灰岩及结晶灰岩,生物化石主要为珊瑚、层孔虫,少量腕足类,含量15%~20%,个别达30%。

2.1.2 上泥盆统星红铺组(D_{3x})

分为两个岩性段。第一岩性段底部为主要含矿层位,矿体就产于本层底部与古道岭组顶部含炭生物微晶灰岩界面附近,该段出露齐全,近东西向呈带状分布于矿区北部及南部,与上、下地层均呈整合接触,出露厚度105~194 m。主要岩性为铁白云质绢云母千枚岩、铁白云质钙质绢云母千枚岩、铁白云质

粉砂质千枚岩,在顶部夹少量含绿泥铁白云质粉砂质千枚岩。岩石自上而下,钙质逐渐减少,粉砂质逐渐增多,且多见不规则状石英、方解石脉或团块。

第二岩性段出露于矿区的中部及南侧边缘,与下伏地层呈整合接触,出露厚度 >75 m,主要岩性为绿泥绢云母千枚岩、绿泥粉砂质千枚岩及少量含绿泥石英粉砂岩,底部夹有少量铁白云质绢云母千枚岩,局部发育有不规则状石英脉或团块。

2.2 构造

矿区构造形态简单,格架清楚,位于矿区中部的铅硐山-东塘子复式背斜,控制着矿床的空间分布和规模,为主要的控矿构造,且向北西西倾伏,核部地层由东向西依次出露古道岭组(D_2g)含炭生物灰岩、星红铺组第一岩性段(D_3x_1)铁白云质绢云母千枚岩。在背斜转折端部位,由南、北两枝次级背斜和中间的次级向斜构成向西倾伏的“M”型复式背斜,北翼正常,南翼东段倒转或直立,西段趋于正常,总体为一轴面近于直立,在北枝背斜的南翼赋存 I 号矿体,在南枝背斜的南翼及鞍部赋存 II 号主矿体。

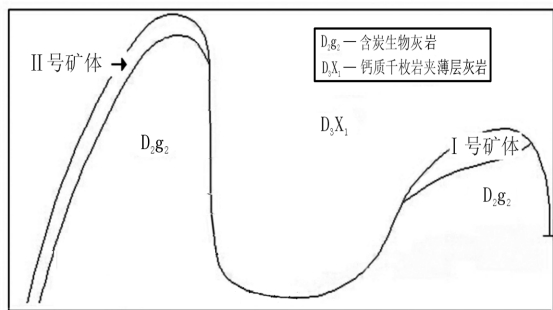


图3 矿体赋存位置示意图

区内断裂构造主要有走向、斜向两类断层。走向断层(F_1)有三条,分别在矿区北侧、中部及南侧。 F_1^1 分布于矿区南侧,近东西向展布,向东延过矿区,向西延过 68 线,在 64 线东部斜切地层,在 64 线以西走向与地层基本一致; F_1^2 发育于矿区中部,铅硐山-东塘子复式背斜南翼,呈波状弯曲,破碎带宽 $0.05 \sim 3$ m,为一压扭性断层,该断层斜切地层,破坏了星红铺组地层的连续性和褶皱构造的完整性; F_1^3 分布于矿区北侧,铅硐山-东塘子复式背斜北翼,向西逐步覆于背斜上部,是区内规模最大的逆掩断层,断距大于 500 m。

NNE 向斜断层(F_2)在矿区西部 80 线附近横贯

全区,倾向东,倾角 $62^\circ \sim 86^\circ$,为左行平移断层,水平断距 $20 \pm$ m,破坏了褶皱构造及走向断层。

2.3 岩浆岩

区内无大规模的岩浆活动,仅见两条闪长玢岩脉,走向长 $2\,000 \sim 3\,000$ m,严格受断层控制。一条充填于 F_1^1 断层内,走向 100° ,倾向北,倾角 82° ;另一条充填于 F_2^2 断层中,走向 $190^\circ \sim 200^\circ$,倾向东,倾角 $62^\circ \sim 86^\circ$,根据其特征判定为印支-燕山期产物,与成矿无关。

2.4 变质作用及蚀变

区内总体为浅变质沉积岩地区,泥质岩石有不同程度的绢母化、绿泥石化。围岩蚀变不发育,蚀变程度弱,蚀变带较窄,主要有硅化、铁碳酸盐化、黄铁矿化等,其中硅化和矿化关系密切,分布较广,表现最强烈,发育在矿带内及近矿两侧围岩中。

3 矿床地质特征

3.1 含矿建造

矿区为热水沉积改造型的含铅锌多金属-硅质岩、硅化灰岩及铁碳酸盐岩建造。

3.2 矿体特征

矿床由两个矿体组成,均赋存在中泥盆统古道岭组顶部含炭生物灰岩与上泥盆统星红铺组底部铁白云质钙质千枚岩界面,呈似层状产出,严格受地层层位、岩性和背斜构造控制,矿体连续性较好,总体走向 290° ,且完全处于隐伏状态。

I 号矿体位于北枝背斜南翼及鞍部,从东部铅硐山延伸过来,形态受矿体所处的背斜位置影响,呈扁豆状、透镜状、似层状,产状与围岩产状基本一致,南翼矿体走向 295° ,倾向西南,上部较缓,下部较陡甚至直立,总体倾角 72° ,单工程水平厚度 $12.5 \sim 20.5$ m,单工程品位 $Pb\ 0.6\% \sim 402\%$, $Zn\ 4.19\% \sim 9.99\%$ 。960 m 标高以上矿体长约 100 m (67 ~ 70 线),上盘为含炭钙质千枚岩夹薄层灰岩,下盘为含炭生物灰岩。

II 号矿体位于南枝背斜的南翼及鞍部,产状与围岩产状一致,呈透镜状、板状或似层状,总体走向为 285° ,矿体南翼南倾,局部直立,倾角 $65^\circ \sim 85^\circ$;矿体北翼北倾,相对较缓,倾角 $45^\circ \sim 60^\circ$;鞍部矿体西倾,倾角 23° 。960 m 标高以上控制矿体长 590 m

(64~74线),连续性较好,平均厚度5.29 m,且在次级背斜近鞍部及南翼上部较厚,向深部变薄以至尖灭,Pb平均品位1.47%,Zn平均品位4.03%。上盘为含炭钙质千枚岩夹薄层灰岩,下盘为含炭生物灰岩,容矿岩石主要为硅化铁白云岩、铁白云质硅质岩、硅化灰岩和硅化千枚岩,含矿岩石的幅度与含矿带的宽度一致,且与工业矿体呈渐变关系。

3.3 矿石特征

金属矿物主要有闪锌矿、方铅矿、黄铁矿,次为黄铜矿、菱铁矿、黝铜矿、软锰矿、赤铁矿等,还有少量毒砂、硫锑铅矿。非金属矿物主要有方解石、铁白云石、白云石、石英,还有少量伊利石、绢云母、石墨、绿泥石、蒙脱石、有机碳等。

伴生有益元素为Au和Ag;Au平均含量为0.23 g/t,主要赋存于毒砂和部分黄铁矿中,品位低、规律性差,难以回收利用。Ag平均含量为19.49 g/t,主要富集于方铅矿、闪锌矿中,具有工业回收利用价值。

矿石自然类型为浸染状硫化铅锌矿石、条带状硫化铅锌矿石、块状硫化铅锌矿石及脉状硫化铅锌矿石等。

4 成矿规律和深部找矿分析

4.1 成矿控制因素和成矿规律

笔者试图在全面收集前人资料的基础上,探讨矿床的主要控矿因素和富集规律,加深对该类型矿床成矿模式及勘查模式的认识。

4.1.1 层控与时控

矿体产于中泥盆世晚期与晚泥盆世早期的一套沉积浅变质碎屑岩地层内,含矿岩层是一套硅质岩、铁碳酸盐岩等热水喷流作用形成的喷流岩,上泥盆世星红铺组下段铁白云质千枚岩与中泥盆世古道岭组上段生物灰岩接触带控制着矿体的产出位置和分布,层位稳定,矿体产状与地层产状一致,主要呈层状、似层状、扁豆状等,基本顺层产出,厚度和品位变化不大,为较典型的层控矿床。

4.1.2 古地理环境

沉积盆地是大陆构造中最突出的两大基本构造单元之一,也是金属矿产聚集、形成、演化的空间,而晚古生代是秦岭板块构造演化的关键时期,凤太矿

田铅锌矿体受晚古生代凤太拉分断陷盆地控制,其内部发育有一系列的同生断裂,将凤太盆地分割成一系列北东向隆起和三、四级次级盆地,这些同生断裂不仅对盆地内的岩性、岩相有影响,而且是形成海底喷流的重要通道,其两侧是海底喷流形成沉积型和沉积改造型铅锌矿的有利部位。本矿床受铅硐山-双石铺三级复合断陷盆地的控制,其物质组成为热水沉积岩相体及其在时间-空间-成因上与热水沉积作用有机相关的深水-半深水环境形成的浊积岩、深水碳酸盐岩、生物礁灰岩及含炭岩系,具显著的热水成岩成矿作用。由于工业矿体的形成均与贯穿热水活动层的同沉积断裂构造和相对稳定滞留的局限盆地密切相关,而盆地为含矿热液运移和矿体的形成提供了就位空间。

4.1.3 后期改造

印支运动使本区发生强烈的构造变形,形成紧闭褶皱且局部倒转,并伴有高角度的逆冲断裂,同时伴随较强烈的岩浆运动,在紧闭的NWW向背斜构造和在基底隆起构造基础上发展的NE向隆起带的共同作用下,早期含矿层的成矿元素再次活化,在构造应力驱动下运移到背斜鞍部扩容区,同时在旁侧裂隙中赋存次要的脉状矿体,铅硐山-东塘子复式背斜之次级背斜构造直接控制着I、II号矿体的空间位置、规模、形态和产状。

4.1.4 空间展布

凤太铅锌矿体在空间展布上往往有成带性、成群性和明显的同向性,经常是一区多带、一带多矿、一矿多体、一面多点和平行排列,且矿石中既有沉积特征(如层纹状、条带状构造),同时也有后期改造特征(如交代结构、穿插结构和细脉浸染状构造等)。

4.2 深部找矿方向

通过近几年矿山开拓和生产探矿所揭示的矿体赋存规律,结合相邻矿山深部地质资料,分析总结了其成矿地质条件,探讨矿床西延深部的找矿潜力,确定下一步重点找矿方向。

(1)秦岭成矿带位于秦祁昆中央山系东段,南北纵跨华北、秦岭、扬子3个地块和商-丹、勉-略2条断裂带,凤太矿田位于其中部,该铅锌矿床位于凤太矿田的西南,其凤太热水盆地为一晚古生代拉分断陷盆地,发育一套含硅质喷流岩和钠长喷流岩

的浊积碎屑沉积建造,东北侧可能存在一个消失的古隆起,它曾是凤太盆地晚古生代重要的剥蚀源区之一,为矿床形成提供了丰富的物质来源。

(2)电磁测深在西北部发现有高阻隆起,推测是生物灰岩地层,为北枝背斜的核部;褶皱顶部附近的南翼阻率相对较低,且变化平缓,推测为较好的含矿空间;另外通过钻孔电阻和激化率测试,均显示异常向西延伸。

(3)激电异常是通过矿床东部 ZK6001 孔井中激电、地面观测获得,其北侧次级异常形态特征为:电位曲线平缓、幅度值一般为极大值 1/2 左右;梯度曲线为负值平台,与电位曲线对应,值大多在 10 ~ 20 mV/I。该平台异常有一定宽度,宽约 50 ~ 100 m,北端有一明显的负“峰”值异常,反映矿体向西延伸至 74 线以西范围。

(4)倾伏规律:960 m 标高以下深部探矿工程验证,次级背斜西延矿体连续性较好,倾伏角由 110 m 标高的 23°,变为 860 m 标高的 17°,反映矿体向西逐渐有抬高的趋势。

(5)岩相标志:铁白云质硅质岩、硅质铁白云岩是赋矿岩石。由碳酸盐岩相沉积向泥质碎屑岩相沉积的过渡相,是本区铅锌成矿的特定相位。

(6)围岩蚀变标志:含矿层硫化物之氧化物铁帽(一般呈黄褐色)和硅化、铁碳酸盐化是铅锌成矿的直接标志,硅质岩是主要的容矿岩石,黄铁矿或黄铜矿的出现预示了铅锌矿体的边缘部位。

(7)南枝次级背斜 74 线以西及深部是目前 II 号矿体的主要找矿方向,另外北枝次级背斜延伸部位和次级向斜槽部也是重要的找矿地段。

5 建议

(1)在采矿区范围 960 m 标高以下,根据开采

所揭露的矿体资料,选择构造和岩性的有利地段,做为首先验证的靶位,采用井中物探、坑内钻等方法,查明 I、II 号矿体的延伸分布情况,特别注意矿体的空间展布特点。

(2)对埋藏较深、钻探施工难度大的矿体,鉴于矿体的连续性较好,控制程度不宜过高,有些问题可留在矿山开拓中解决较为合适。

(3)尽量利用坑内钻手段,既节约勘查成本又节省勘查时间,误差小,勘查效果好。

(4)加强对控矿构造要素和成矿富集规律的研究,特别是对北枝次级背斜倾伏角的研究,提高预测的准确性。

(5)强化对矿床西部断裂构造的关注和其对矿体的影响和破坏。

参考文献:

- [1] 齐文,侯满堂. 陕西铅锌矿类型及找矿方向[J]. 陕西地质, 2005(2): 1-20.
- [2] 卢纪英,李作华,张复新,等. 秦岭板块金矿床[M]. 西安:陕西科学技术出版社, 2000: 34-58.
- [3] 贾润幸,隗合明,郭健. 秦岭凤太矿田金属成矿系列初探[J]. 西北地质科学, 1999(2): 45-53.
- [4] 曾令高,张均,胡鹏,等. 陕西凤太矿集区铅锌矿的矿体定位规律研究[J]. 地质找矿论丛, 2011(3): 1-7.
- [5] 翟义存. 陕西凤太铅锌矿田矿体分布特征及隐伏矿体找矿分析[J]. 矿产勘查, 2011(5): 241-244.
- [6] 张选固,刘萍. 陕西凤太地区深部铅锌矿找矿工作进展及未来找矿方向[J]. 陕西地质, 2011(1): 35-41.
- [7] 朱传讯,郑培寅,何大鹏,等. 凤太矿田沉积-改造型铅锌矿成矿规律及找矿方向[J]. 地球科技, 2013(9-10): 66-69.