

# 辽宁凤城四棵杨树银铅锌矿地质特征及找矿认识

魏 军<sup>1,2</sup>, 王恩德<sup>1</sup>, 杨德江<sup>2</sup>, 祁建誉<sup>2</sup>, 孙国强<sup>3</sup>, 兰奎元<sup>3</sup>

(1 东北大学资源与土木工程学院, 辽宁 沈阳 110004; 2 辽宁省有色地质局, 辽宁 沈阳 110013;

3 辽宁省有色地质局一〇三队, 辽宁 丹东 118008)

青城子铅锌金银矿田的找矿及科研工作, 先后经历了“岩株成矿论”(单一岩浆岩期后热液成矿论)、“层控理论”、“多来源、多阶段、多成因”成矿理论3个阶段。在近20年来, 青城子矿田的找矿有了重大突破。在矿田东部先后发现了白云金矿、桃源金矿、林家金矿、高家堡子银矿、小佟家堡子金矿、杨树金矿、湾地沟金矿、林家三道沟金矿等。找矿矿种由铅锌发展到金、银, 找矿领域不断扩大, 矿田面积由180 km<sup>2</sup>扩展到400 km<sup>2</sup>, 找矿的深度也不断延深。

四棵杨树银铅锌矿位于青城子矿田东部, 与高家堡子银矿、小佟家堡子金矿、杨树金矿、湾地沟金矿、罗圈背金矿同处于高家堡子-小佟家堡子金银铅锌矿带。高家堡子-小佟家堡子矿带, 受辽河群盖县组黑云母片岩与大石桥组大理岩接触带附近的多条层间断裂带控制, 规模较大、连续性好。目前该矿带已探获(122b+332+333)类别资源/储量金属量31吨, 银金属量1250 t, 铅+锌金属量15万吨。

四棵杨树区位于矿带的西端, 东与高家堡子银矿相邻, 南与榛子沟铅锌矿相接, 是银多金属找矿的有利部位。矿床成因属于沉积-变质-热液改造型矿床, 是典型的层控型隐伏矿床。1991~1992年在四棵杨树区长1500 m、宽300 m范围内, 施工5个钻孔进行深部钻探验证, 有4个孔见到了银铅锌矿体。通过与高家堡子银多金属矿床对比, 认为含矿层间断裂带延伸到了本区, 区内有较大的找矿空间, 有必要进一步开展找矿工作。2007年、2008年按160 m×160 m网度共布设11条勘查线24个钻孔进行控制, 在区内发现了8条隐伏似层状银铅锌矿体, 经对I、I-1、II、III号4条主要矿体进行资源量初步估算, 探获(333+334<sub>1</sub>)类别金属量银99804 kg, 平均品位215.85×10<sup>-6</sup>; (铅+锌)50900 t; 平均品位: 铅3.41%, 锌2.02%; 伴生银15014 kg, 平均品位31.60×10<sup>-6</sup>; 伴生金494 kg, 平均品位0.53×10<sup>-6</sup>。通过本次工作, 进一步证明了在高家堡子-小佟家堡子矿带东西长5 km的范围内, 矿种的分布具有水平分带性, 由西向东依次为铅锌(银)-银(铅锌、金)-金(银)。

## 1 区域成矿地质背景

青城子矿田位于华北地台北缘辽东裂谷中段, 大石桥-草河口断拗与营口-宽甸断隆的衔接地带。属于一套火山喷发的优地槽陆间裂谷沉积建造。矿田内出露地层为辽河群浪子山组、大石桥组和盖县组, 各组形成于不同的裂谷环境并赋存与之相关的矿床。浪子山组形成于裂谷初始扩张期, 发育火山喷发和陆源碎屑沉积建造。由透闪变粒岩、斜长角闪岩、浅粒岩、黑云片岩、条带状大理岩互层带组成。其顶部是榛子沟式铅锌矿床的主要赋矿层位。大石桥组形成于裂谷扩张期的海进沉积环境, 在矿田西部, 当时处于海盆边缘, 发育形成厚层状复理石碳酸盐建造。这套海相沉积地层自下而上可划分为3个岩段, 其中第三岩段由间歇性火山喷发成因的角岩与条带状大理岩互层带组成, 是南山式铅锌矿床的主要赋矿层位。在矿田东部, 当时处于浅海潮坪环境, 发育形成由大理岩和片岩互层的薄层复理石碳酸盐建造, 其层位相当于矿田西部的第三岩段, 本岩段有5个岩性层, 其中第四、五层发育形成于裂谷收缩初期, 表现为由初期火山喷发转为晚期的宁静的热泉喷流, 此种地质环境下形成的硅质岩和透闪变粒岩是青城子矿田铅锌、金银层控型矿床发育产出的特定赋矿层位。盖县组形成于裂谷收缩期, 分布在矿田北部和东部, 属于一套由海退系列的粘土质-半粘土质岩石组成的沉积建造。岩性以黑云片岩和二云片岩为主, 夹砂线石片岩、黑云变粒岩、透闪变粒岩及大理岩。其底部是林家三道沟式金矿床的主要赋矿层位。

区域地质构造复杂。早期近东西向平缓开阔褶皱构成的线型构造带是矿田的基本构造格架, 隶属于草河口复向斜和虎皮峪复背斜低序次范畴, 由北向南主要有新岭背斜、四棵杨树向斜和榛子沟倾没背斜和南山向斜。中期受由北东东往南西西推覆作用的影响, 东西向褶皱局部地段构造线方向发生急剧扭曲, 形成一系列弧形倒转褶皱。

矿田内断裂构造主要有3种类型: ① 韧性推覆构造作用形成的层间滑脱断裂, 呈北北西—近南北走向, 倾向北东东—北, 倾角一般为18~30°, 矿田内似层状矿体主要受此控制; ② 北西向断裂主要为尖山子-罗圈背断裂、北砬子-朱家堡子断裂; ③ 北东向断裂为朱家堡子-罗圈背断裂、石家西沟-罗家堡子断裂。北西向、北东向断裂可能为同生断裂, 后期又有脆性断裂的叠加, 其对矿床及矿体的空间产出位置均有控制作用。

区域岩浆活动极其强烈, 几乎整个矿田被花岗岩体所包围, 构成了青城子岩浆岩田。主要为辽河期、印支期岩浆侵入活动。辽河期大顶子黑云斜长花岗岩, 出露于矿田东部, 呈岩株状产出, 成矿作用不明显, 仅使地层发生明显的弯曲及倒转, 形成良好的储矿空间。印支期侵入岩体, 在矿田南部有双顶沟似斑状二长花岗岩、北部有新岭似斑状二长花岗岩、西部有姚家沟花岗斑岩。岩体呈岩基-岩株状产出, 规模大小不一。印支期岩体与成矿关系密切, 一是提供了部分成矿物质, 二是促使围岩中成矿物质活化转移, 在圈闭构造空间充填或交代定位成矿。

## 2 矿床地质特征

### 2.1 容矿地层岩性特征

四棵杨树银铅锌矿位于四棵杨树向斜的南翼,容矿地层主要为辽河群大石桥组三段和盖县组组成。

银铅锌矿体赋存于辽河群盖县组下部以及大石桥组三段第四层、第五层,受层间滑动断裂带控制。矿体呈平行的似层状和扁豆状产出,与地层产状大致相同。辽河群大石桥组三段和盖县组的岩性及其容矿特征如下:

辽河群大石桥组三段一层( $PtLd_3^1$ ),主要由白云石大理岩、金云母条带白云石大理岩夹云母片岩、薄层变粒岩组成。大地矿区的铅锌矿体赋存于该岩层。

大石桥组三段二层( $PtLd_3^2$ ),岩性为二云片岩、砂线云母片岩夹薄层浅粒岩、变粒岩、透辉透闪变粒岩等。

大石桥组三段三层( $PtLd_3^3$ ),以块状透闪白云石大理岩及条带状白云石大理岩为主夹浅粒岩薄层。该岩层发育小规模铅锌矿体。

大石桥组三段四层( $PtLd_3^4$ ),由石榴云母片岩、砂线云母片岩、云母片岩、斜长变粒岩及大理岩扁豆体组成。III号铅锌银矿体赋存于该岩层。

大石桥组三段五层( $PtLd_3^5$ ),由黑色大理岩组成,夹薄层透闪片岩、变粒岩、方柱石大理岩、白云石大理岩、云母片岩。I号银铅锌矿体赋存于该岩层上部及其与盖县组接触部,I号下平、I-1号银铅锌矿体赋存于该岩层中部。

盖县组( $PtLg$ ),出露范围较大,占全区的70%左右,呈东西向展布,由二云片岩、千枚岩、变质砂岩、薄层大理岩组成。VIII号、VII号、IV号矿体赋存于该岩层下部。

## 2.2 矿体地质特征

矿区发现8条矿体,严格受地层控制,矿体产状与地层产状大致相同,矿带延长1000m,延深600m,厚度0.50~3.80m。其中I号、I-1号、II号、III号矿体为规模较大的主矿体,I下平、VIII号、VII号、IV号为小规模矿体。

I号矿体:矿体赋存于辽河群大石桥组三段五层白云石大理岩与盖县组片岩层的接触带附近,矿体总体沿层产出,较连续,在接触带中矿体呈尖灭再现形式,单条矿体延长80~420m,延深80~260m,穿厚0.50~3.80m。品位铅最高32.1%,锌最高15.3%,金最高 $7.24 \times 10^{-6}$ ,银最高 $1000 \times 10^{-6}$ ;平均品位铅5.78%,锌1.91%,银 $197.97 \times 10^{-6}$ ,金 $0.97 \times 10^{-6}$ 。西段由9133孔、I-1孔、9-1孔、17-1孔控制,东段由49-1孔、49-2孔、33-1孔、33-2孔、41-1孔、41-2孔、7922孔控制。

I号下平矿体:单体延长50m,延深50~200m,穿厚0.75~1.30m,分析品位铅最高5.44%,锌最高3.22%,金最高 $2.62 \times 10^{-6}$ ,银最高 $599 \times 10^{-6}$ 。西段由9133孔、I-1孔控制,东段由49-1孔控制。

I-1号矿体:矿体赋存于辽河群大石桥组三段五层中部白云石大理岩与砂线石变粒岩互层带中的层间断裂中,控制延长50m,延深50m,穿厚1.0m,分析品位铅5.1%,锌1.81%,金 $0.05 \times 10^{-6}$ ,银 $489 \times 10^{-6}$ ,金 $0.05 \times 10^{-6}$ 。西段由I-1孔、9133孔控制。

II号矿体:矿体赋存于辽河群大石桥组三段五层白云石大理岩与三段四层石榴石片岩的接触部层间断裂中,矿体呈尖灭再现断续产出,矿体较为连续,延长80~680m,延深50~200m,穿厚0.60~3.80m,分析品位铅0.58%~3.30%,锌1.14%~6.68%,银 $12.1 \times 10^{-6}$ ~ $115 \times 10^{-6}$ ;平均品位铅1.17%,锌3.59%,银 $43.18 \times 10^{-6}$ ,金 $0.17 \times 10^{-6}$ 。西段由9133孔控制,东段由49-1孔、49-2孔、57-1孔、65-1孔、57-4孔、25-2孔、41-3孔控制。

III号矿体:矿体赋存于辽河群大石桥组三段四层石榴石片岩层所夹的薄层大理岩中,其特征是大理岩明显碎裂及硅化,构造带发育稳定,矿体呈尖灭再现断续产出,矿体较为连续,延长200m,延深200m,穿厚0.80~1.30m,分析品位铅0.51%~5.04%,锌1.41%~17.15%,银最高 $48.7 \times 10^{-6}$ ;平均品位铅1.15%,锌3.31%,银 $20.78 \times 10^{-6}$ ,金 $0.22 \times 10^{-6}$ 。由49-1孔、49-2孔、57-1孔、7922孔控制。

IV号矿体:矿体赋存于辽河群盖县组片岩层下部,单条矿体延长50m,延深50m,穿厚0.60~1.30m,分析品位铅最高4.85%,锌最高5.94%,银最高 $170.0 \times 10^{-6}$ 。西段由I-1孔、9-1孔、14-2孔控制,东段由49-2孔、65-2孔控制。此矿体的发现表明在辽河群盖县组片岩中也存在铅锌矿化。

该区矿石类型单一,矿石中的金属矿物有黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁铁矿、褐铁矿等。非金属矿物以白云石为主,其次方解石、石英、绢云母等。矿石的金属矿物(主要指黄铁矿、方铅矿、闪锌矿)呈团块状、细脉状,稠密浸染或稀疏浸染分布于脉石矿物中。矿石结构主要有自形粒状、自形-半自形粒状,他形不规则粒状等。构造主要为团块状、浸染状、细脉状等。

围岩蚀变主要为硅化、碳酸盐化、黄铁矿化和石墨化。

## 3 找矿认识

(1) 控矿规律 四棵杨树区所处的高家堡子-小佟家堡子金银铅锌矿带中的矿床以及南临的榛子沟铅锌矿,都为层控型隐伏矿床。矿床的形成受古沉积环境、地层建造、岩浆侵入、构造活动等多因素的影响。矿床的控矿因素主要为“层位+层间断裂构造”双因素控矿。不同的容矿层位赋存不同类型的矿床,如浪子山组顶部赋存榛子沟式铅锌矿,在大石桥组三段赋存南山式铅锌矿床,大石桥组三段四层、五层赋存高家堡子-小佟家堡子式金银矿,大石桥组三段四层、五层和盖县组结合部位赋存四棵杨树银铅锌矿,在盖县组下部赋存林家三道沟式金矿,这些层控型矿床构成了辽河群典型的成矿系列。

层间断裂构造对矿体具有控矿作用,如榛子沟铅锌矿体产于两组褶皱叠加后北东向褶皱倾没端附近;高家堡子银矿床和小佟家堡子金矿床均产于褶皱叠加部位且有区域深大断裂通过的地段,东西向褶皱与北东向褶皱叠加部位通常控制着金银矿床的空间定位,北西向深大断裂及其派生的次级层间断裂、裂隙和层间滑脱面,控制着金银矿体的产出部位、形态、规模和产状;四棵杨树区北东向和北西向断裂叠加在早期东西向断裂上,对矿床定位起到控制作用;林家三道沟金矿段空间分布位置受尖山子断裂控制,金矿体受其派生的次级层间断裂构造及层间滑脱构造控制。

(2) 找矿方向 ① 根据青城子矿田铅锌、金银矿体的空间分布规律,有必要对已发现的矿体进行加密控制,以期发现厚大富矿体。② 根据本次研究,四棵杨树矿区处于四棵杨树向斜的南翼,而其轴部和北翼是找矿的空白区。因此,应在四棵杨树的北部继续开展深部找矿工作,争取有新突破。③ 四棵杨树区南部与榛子沟铅锌矿相连,根据本次研究及找矿工作实践,在深部浪子山组顶部榛子沟式铅锌矿和大石桥组南山式铅锌矿仍然具备层控型矿床构造条件和找矿空间。