

# 四川布途金子铅锌矿地质特征及找矿前景

王勇军<sup>1</sup>, 吴兴宇<sup>2</sup>, 张 虎<sup>1</sup>, 黄 鑫<sup>1</sup>, 卢嘉陵<sup>3</sup>, 朱学才<sup>3</sup>, 任延鹏<sup>3</sup>

(1. 山东省煤田地质局 规划勘察研究院, 山东 泰安 271000; 2. 山东省煤田地质局 物探队, 山东 泰安 271000;

3. 四川省地质矿产勘查开发局 物探队, 四川 成都 610000)

**摘 要:**布途金子铅锌矿位于川滇黔铅锌成矿域内, 矿区地层为一套碳酸盐岩沉积建造, 矿体赋存于灯影组上段地层中, 受地层岩性及构造控制。I 和 II 号铅锌矿体目前尚未控制最大延深, 全部为氧化矿石。通过对数千米探矿坑道施工, 将研究区与国内及世界典型 MVT 铅锌矿床对比, 认为布途金子铅锌矿床属 MVT 铅锌矿亚类; 通过与周边矿床对比, 指出矿床深部极有可能存在大而富的原生硫化矿, 有望成为一中型铅锌矿床。

**关键词:**密西西比河谷型; 铅锌矿; 地质特征; 找矿前景; 布途金子

中图分类号: P618.4

文献标志码: A

文章编号: 1672-3767(2012)02-0018-07

## Geological Characteristics and Prospect for Exploration of Butujinzi Lead-Zinc Ore Deposit in Sichuan

WANG Yongjun<sup>1</sup>, WU Xingyu<sup>2</sup>, ZHANG Hu<sup>1</sup>, HUANG Xin<sup>1</sup>,

LU Jialing<sup>3</sup>, ZHU Xuecai<sup>3</sup>, REN Yanpeng<sup>3</sup>

(1. Research Institute of Planning and Exploration, Shandong Bureau of Coal Geology, Taian, Shandong 271000, China;

2. Geophysical Survey Team, Shandong Bureau of Coal Geology, Taian, Shandong 271000, China;

3. Geophysical Prospecting Team, Sichuan Bureau of Geological Exploration and Exploitation of Mineral Resources, Chengdu, Sichuan 610000, China)

**Abstract:** Butujinzi lead-zinc ore deposit is situated in the metallogenic area extending across Sichuan-Yunnan-Guizhou provinces. Strata in the mining area are a series of carbonatite sediment formations. The ore bodies occurred within the upper members of Dengying Formation and are controlled by both formation lithology and structure. At present, the maximum dip extension of I and II lead-zinc ore bodies have not been controlled. The ore bodies are all oxide ones. By constructing the exploratory trenches for several kilometers, concluding of the exploration and comparing with classic lead-zinc deposit at home and abroad, we argue that this deposit belongs to a subclass of MVT lead-zinc ore deposit. Through comparing with the surrounding deposits, the paper indicates that the large and high-grade sulphide ores probably exist in the deep of the deposit, expecting to be a medium lead-zinc ore deposit.

**Key words:** Mississippi valley type; lead-zinc deposit; geological characteristics; prospects looking for minerals; Butujinzi

布途金子铅锌矿床位于川滇黔铅锌成矿域<sup>[1]</sup>。该成矿域内数十个铅锌矿床(如川南地区的天宝山、大梁子、小石房大型矿床,滇东北地区的矿山厂、麒麟厂、茂租、会泽大型矿床等)有一个共同的特点,即以碳酸盐岩为容矿岩石,尤以震旦系灯影组上段的白云岩、灰质白云岩为主(图 1)。对此类铅锌矿床的研究始于 20 世纪 60 年代,最初认为该类矿床是岩浆热液成因的<sup>[2]</sup>,80 年代以后,各种矿床成因模式纷纷建立,对该类矿床的成因有多种提法,如典型的沉积成因<sup>[3]</sup>、沉积改造成因<sup>[4-6]</sup>、沉积—改造—叠加成因<sup>[7]</sup>、构造成因<sup>[8]</sup>、沉积—改造—后成成因<sup>[9]</sup>、与峨眉运动密切相关<sup>[10]</sup>及密西西比河谷型铅锌矿床<sup>[11-15]</sup>等。另外,关于云南会泽

收稿日期: 2011-10-04

作者简介: 王勇军(1981—),男,山东枣庄人,工程师,主要从事固体矿产勘查方面的研究。E-mail: woshio21001@163.com

铅锌矿床,有些学者提出它为“深源流体贯入—蒸发岩层萃取—构造控制”的后生矿床<sup>[16]</sup>;还有的从峨眉山地幔柱考虑出发,提出“均一化成矿流体贯入”的成矿模式<sup>[17]</sup>。

尽管对于铅锌矿的成因仍有不同的认识,但对于矿床为后成矿床的观点趋于一致。在总结前人认识和本次研究的基础上,认为本矿床与密西西比河谷型(Mississippi valley type, MVT)铅锌矿床基本一致,又有所不同,可归为密西西比河谷型矿床亚类。

本文通过对二十余条探槽及数千米探矿坑道的施工和编录、系统的样品采集和分析,全面地了解了布途金子铅锌矿区的区域成矿背景、矿区地质特征、矿体分布特征及矿石特征等,初步确定了该矿床的成因类型;通过与周边已知矿床的对比及综合分析,预测本矿床深部存在更大规模的矿体,为下一步勘查工作的进行提供了理论依据。

## 1 矿床地质特征

### 1.1 地层

区内出露的地层主要为寒武系下统筇竹寺组和震旦系上统灯影组(图2)。由老至新依次为:

#### 1) 震旦系(Z)

矿区出露震旦系上统灯影组( $Z_b d$ )地层,按岩性特征分为三段:灯影组上段( $Z_b d^3$ )、灯影组中段( $Z_b d^2$ )和灯影组下段( $Z_b d^1$ )。

灯影组上段( $Z_b d^3$ ):按岩性特征分为上亚段和下亚段。

上亚段( $Z_b d^{3-2}$ ):浅灰、灰—深灰色中至厚层状微—细晶白云岩、灰质白云岩。顶部有一层厚约2 m的灰至深灰色中厚层状含白云质粉晶灰岩;底部为厚约1 m左右的硅质白云岩。厚度为40~200 m,平均150 m。为主要含矿层位。

下亚段( $Z_b d^{3-1}$ ):灰—灰白色厚层状微晶白云岩、灰质白云岩,具硅质条带和燧石结核,夹薄层状硅质岩。厚度为160~200 m,平均180 m。

灯影组中段( $Z_b d^2$ ):区内仅东部出露,灰—灰白色厚层微晶白云岩,含稀疏硅质条带,厚度大于100 m。

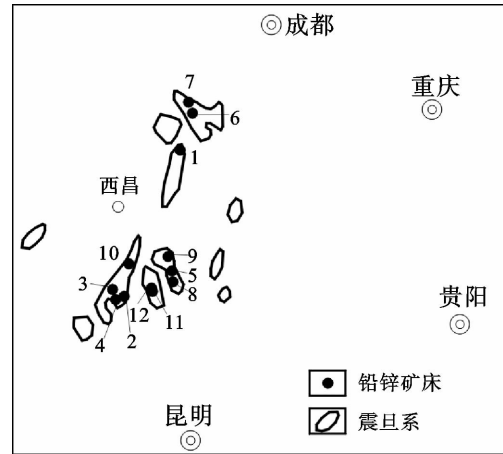
灯影组下段( $Z_b d^1$ ):灰白色巨厚层条纹状或葡萄状显微晶质白云岩、细晶白云岩和致密块状白云岩。区内出露不全,仅见于东南角。

#### 2) 寒武系(Є)

筇竹寺组( $Є_1 q$ ):顶部为黄灰色中至薄层泥灰岩及钙质粘土岩;上部为灰、灰白色中至厚层中粒岩屑砂岩;中部为灰、灰黑色砂质页岩夹石英粉砂岩;下部为灰、灰黑色中厚层纹层状含钙质石英粉砂岩夹页岩及石英粉砂岩,微含磷;底部见一层厚0.1~0.2 m的风化壳,厚度约250 m,与下伏震旦系上统灯影组地层呈假整合接触。

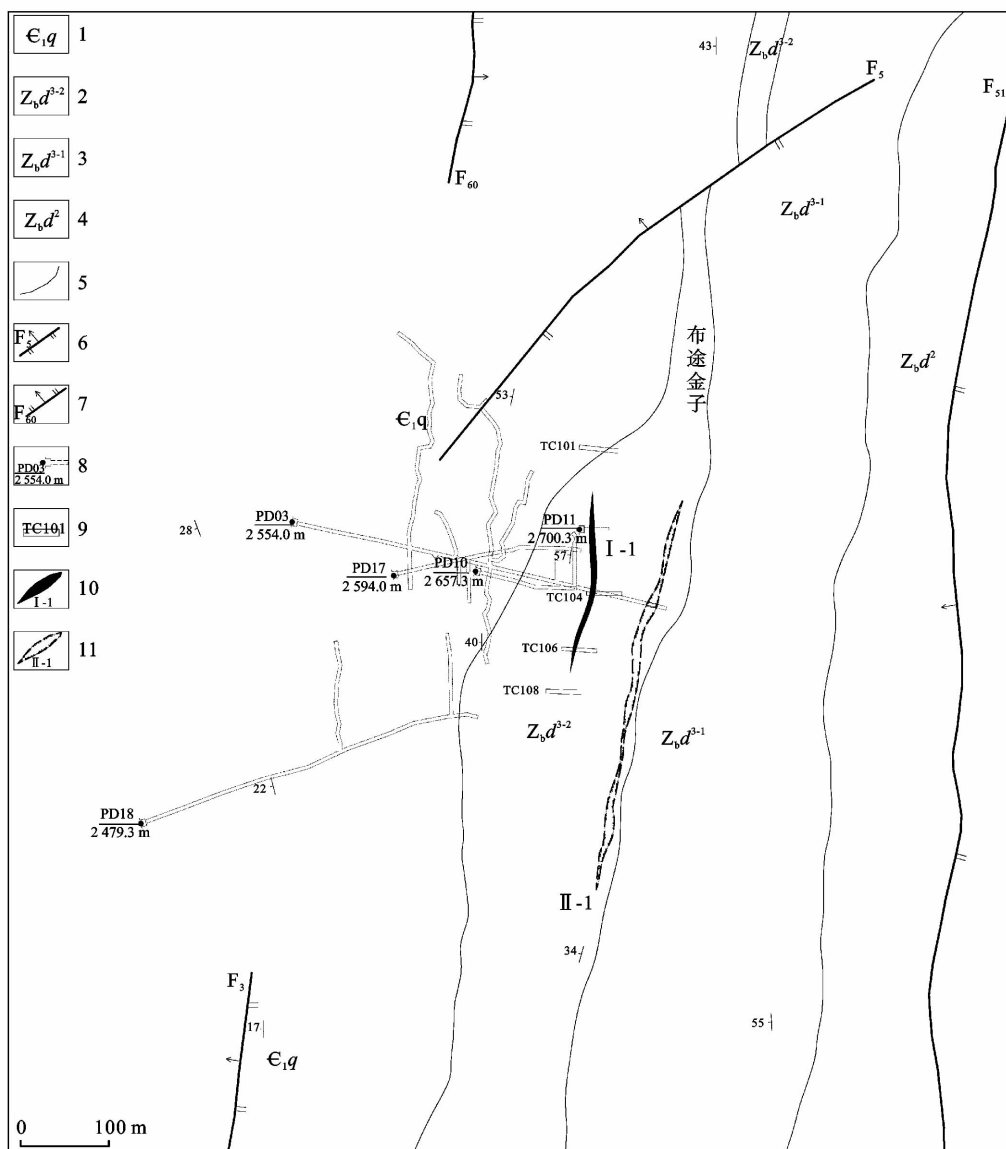
### 1.2 构造

区内构造发育,成矿受南北向展布的次级小断层控制,各级断层的多期活动产生的热能对原生沉积岩层中金属元素的迁移与富集起决定作用,同时南北向展布的褶皱形成过程中产生的层间滑脱带提供了理想的贮藏地,断层和褶皱复合作用是重要的成矿及控矿因素。



- 1—甘洛赤普(大型);2—会东大梁子(大型);3—会理天宝山(大型);
- 4—会东发窝(大型);5—金阳底舒(中型);6—汉源唐家(中型);
- 7—汉源团宝山(中型);8—宁南银厂沟(中型);9—雷波罗布坪(中型);
- 10—布拖乌依(中型);11—布拖小洞子(中型);12—布拖布途金子(小型)

图1 川南震旦系及其中的代表性铅锌矿床图<sup>[18]</sup>  
Fig. 1 Sinian system in southern Sichuan and its typical lead-zinc ore<sup>[18]</sup>



1—寒武系笄竹寺组;2—震旦系灯影组上段上亚段;3—震旦系灯影组上段下亚段;4—震旦系灯影组中段;5—地层界线;6—逆断层及编号;  
7—正断层及编号;8—坑口位置及编号;9—探槽位置及编号;10—出露地表铅锌矿体及编号;11—隐伏铅锌矿体顶部位置及编号

图 2 布途金子铅锌矿床平面地质图

Fig. 2 Planimetric geological map of Butujinzi lead-zinc ore deposit

### 1) 褶皱

矿区主要由由寒武系及震旦系地层组成的单斜构造,处于四开—交际河背斜中段转折部位西翼,次级挠曲比较发育。褶皱轴部呈南北向展布,倾向  $255^{\circ}\sim 285^{\circ}$ ,倾角  $15^{\circ}\sim 55^{\circ}$ ,局部地段倾角达  $55^{\circ}\sim 65^{\circ}$ ,总体分布趋势:由东向西倾角由  $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$  逐渐减小为  $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ,即由布途金子村所在的南北向山梁往西倾角逐渐减小。

### 2) 断裂

矿区断裂较发育,以南北向为主,属成矿前断裂构造;以北东-南西向断裂次之,属成矿后构造。

#### ① 南北向断裂

该组断裂是四开—交际河断裂带的一部分,矿区内仅发育  $F_{51}$ 、 $F_{60}$ 、 $F_3$  三条断层。

$F_{51}$  断层是矿区内规模最大的断裂构造,为西倾的高角度逆断层,主要分布于震旦系上统灯影组中段 ( $Z_b d^2$ ) 地层中。近南北走向,长 1 200 m,断层面倾角为  $60^{\circ}\sim 65^{\circ}$ 。

$F_{60}$  位于矿区北部,为东倾的正断层,呈近南北向展布,长 200 m。

F<sub>3</sub>位于矿区南部,为西倾的低角度逆断层,可能向南继续延伸至矿区以外。

### ②北东向断裂

断层 F<sub>5</sub>分布于布途金子北西部,长 660 m,展布方向为北东—南西,为倾向北西的逆断层。灯影组上段上亚段被错断,断距为 40~80 m。

## 1.3 矿体特征

矿床位于南北走向的四开—交际河背斜中段转折部位西翼,主矿体有两条,分别为 I 号矿体和 II 号矿体。矿体主要特征如表 1 所示。

表 1 矿体主要特征一览表

Tab. 1 A summary of the principal features of ore bodies

矿体 编号	矿体形态	产状/(°)		矿体规模			见矿工 程数/个	是否出 露地表
		倾向/倾角	长度 /m	最小~最大/平均				
				厚度/m	Pb/wt%	Zn/wt%		
I	似层状、透	265~275/40~59	141	1.06~1.94/1.40	0.56~6.48/2.99	1.01~3.68/2.41	11	是
II	镜状	270~275/42~59	399	1.00~2.57/1.40	0.28~12.12/3.25	1.06~7.58/3.03	6	否

两矿体均受地层层位及层间断裂控制,近南北走向,呈似层状、透镜状分布于震旦系灯影组上段上亚段的白云岩、灰质白云岩中,产状与围岩基本一致,与围岩呈渐变过渡关系。厚度较小,仅略高于最小可采厚度。

I 号矿体出露于地表,分布于 03—08 号线之间,赋存标高 2 556~2 712 m,最大延深 156 m,地表可见粗晶方铅矿,地表铅矿石单样品位一般大于深部,最高可达 10.28%;

II 号矿体为隐伏矿体,分布于 03—20 号线之间,赋存标高 2 437~2 665 m,最大延深 228 m。其所处层位低于 I 号矿体,两矿体间距较为稳定,一般在 50~100 m。

同一矿体中铅、锌两种主元素含量之间大致表现为正相关关系,铅略高于锌。

## 1.4 矿石特征

为铅锌氧化矿石,呈粉状、松散团块状,较破碎,颜色多为土黄色、黄灰色、灰色、棕灰色、棕红色等。矿物组成较简单,金属矿物主要有铅矾、异极矿、菱锌矿、白铅矿,次为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、褐铁矿、蓝铜矿,脉石矿物主要有石英、白云石、方解石、天青石及粘土矿物。

矿石结构为交代结构、不等粒它形晶粒结构、鳞片状结构、自形一半自形粒状结构、它形细粒状集合体及细小团粒状结构。

矿石构造为土状构造、星散浸染构造、脉状穿插构造、角砾状构造、蜂窝状构造、条带状构造及斑点状构造。

近围岩主要由白云岩、灰质白云岩组成,具强烈的硅化、黄铁矿化、重晶石化、绢云母化、白云母和水云母化。其中硅化、黄铁矿化与矿化关系最为密切。

## 2 成因类型与找矿前景探讨

### 2.1 成矿流体特征

张长青等<sup>[14]</sup>对包括布途金子在内的川滇黔成矿域内铅锌矿成矿流体的总体特征进行了初步研究,认为成矿域内铅锌成矿流体以中低温为主,矿床的形成温度为 90~240 °C,矿床主成矿阶段的形成温度比较低,并且十分接近,大多为 140~190 °C,中等盐度,属于典型的低温、中等盐度矿床。因此,张长青等<sup>[14]</sup>认为川滇黔成矿域内的成矿流体具有 MVT 特征。

通过对布途金子铅锌矿区地质特征,特别是矿石矿物、脉石矿物、围岩蚀变特征等的研究,认为该矿床属低温、中等盐度矿床,具有 MVT 成矿流体的特征。

### 2.2 铅同位素地球化学

张长青等<sup>[14]</sup>对川滇黔地区铅锌矿床中铅同位素特征进行研究后发现:川滇黔地区的铅锌矿区,铅同位素的变化范围很大,与密西西比河谷型铅锌矿床的铅同位素特征相类似。沈冰<sup>[19]</sup>发现上震旦统灯影组的铅

锌矿最大模式年龄为 1 373 Ma,最低为 200 Ma,同一层位中年龄值相差 1 100 Ma;同一层位同一矿区的铅锌矿,其模式年龄差别亦很大。这表明:老含矿地层中有新铅,新含矿地层中有老铅,这与成矿过程中加入外来铀、钍、铅体系有关,因而呈现了异常铅的特点,亦反映后期构造变动对成矿的改造。因此认为,川滇黔铅锌矿床的形成,经历了沉积和改造的复杂过程。

本次研究未能对区内的铅同位素进行分析,但从矿体不同部位矿物生长顺序的复杂关系可以推断,该矿床中铅元素必定经历了复杂的沉积和改造过程,这与 MVT 铅锌矿床具有相类似的特征。

### 2.3 成因类型

表 2 从区域构造背景、矿区地质特征、蚀变特征、矿化特征、矿石特征等方面将本矿床与该类型的中国典型矿床(天宝山铅锌矿)、世界典型矿床进行了对比,认为应属 MVT 铅锌矿床亚类。

表 2 布途金子矿床与典型 MVT 矿床对比表

Tab. 2 Comparison of Butujinzi ore deposit and typical MVT lead-zinc ore deposit

地质特征	布途金子铅锌矿	小洞子铅锌矿	天宝山铅锌矿	世界典型 MVT 铅锌矿
矿床规模	小型	中型	大型	具有群聚性,串珠状分布,单个为中小型,矿区可达大型
大地构造背景	扬子准地台西缘	扬子准地台西缘	曲江—仁化构造盆地边缘	位于造山带内侧 600 km 内的前陆盆地边缘
地层岩性	震旦系灯影组上段上亚段白云岩、灰质白云岩	震旦系上统灯影组上段白云岩	震旦系灯影组中段上部白云岩	台地碳酸盐岩,主要是白云岩
构造	四开—交际河背斜中段转折部位西翼	交际河背斜南倾伏端东翼近轴部,四开—交际河断裂带之南部	天宝山 EW 向短轴向斜轴部	溶蚀坍塌角砾岩、断层和裂隙、相变过渡位置、白云石化生物礁相、膨胀断层带及相关的构造角砾岩、基底高地的尖灭带
与岩浆岩关系	无岩浆活动痕迹	未见有岩浆岩出露	否	否
矿体形态	似层状、透镜状	层状和似层状	脉状	形态各异,一般为层控,可能成层状;局部可能呈现裂隙或断层充填
矿物组成及矿石品位	铅矾、异极矿、菱锌矿、白铅矿,次为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、褐铁矿、蓝铜矿品位:铅约 3.1%,锌约 2.7%	主要有方铅矿、闪锌矿;地表偶见有铅矾、水锌矿、异极矿、褐铁矿等。品位:Pb 平均 2.95%;Zn 平均 1.73%	闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、黄铁矿、毒砂、重晶石品位:铅 0.81%,锌 9.84%	普遍见闪锌矿+方铅矿+铁硫化物
矿石类型	氧化矿石	原生硫化铅锌矿石为主,地表附近为氧化矿石	硫化矿为主	硫化矿
矿石组构	交代结构、不等粒它形晶粒结构、鳞片状结构,土状构造、星散浸染构造、脉状穿插构造、角砾状构造	主要有它形晶结构、交代结构、包含结构、半自形-自形结构、片晶状结构;条纹-条带状构造、浸染状构造、细脉状构造、斑块状构造、角砾状构造		条带状、浸染状、胶状和树枝状、交代结构,溶蚀坍塌角砾岩构造、断层角砾和沉积角砾、雪顶构造韵律构造
脉石矿物	石英、白云石、方解石、天青石及粘土矿物	白云石、方解石、黄铁矿、石英、绢云母	石英、方解石、白云石、沥青	常见白云石、方解石,重晶石很少或无,萤石极少
矿化蚀变	硅化、黄铁矿化、重晶石化、绢云母化、白云母及水云母化	发育岩石的碎裂岩化、碳酸盐化、硅化、黄铁矿化,重晶石化	白云岩化、硅化、绢云母化、碳酸岩化、局部黄铁矿化及绿泥石化	普遍为碳酸盐岩围岩溶解,热液碳酸盐化,有机质化;少数还有硅化;极少地区还有粘土化、云母化、长石化
资料来源	文献[20]	文献[21]	文献[11]	文献[22-23]

由表 2 可见,布途金子铅锌矿与国内典型的 MVT 铅锌矿——天宝山铅锌矿及世界典型 MVT 铅锌矿均可大致类比,说明其成因机制类似。同时本矿床与世界典型 MVT 铅锌矿床又有以下不同之处有:

1) 矿石矿物组合不同:典型 MVT 铅锌矿矿物组合主要为闪锌矿+方铅矿+铁硫化物;本矿床则为铅矾、异极矿、菱锌矿、白铅矿为主,次为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、褐铁矿、蓝铜矿。

2) 矿石类型不同:典型 MVT 铅锌矿基本为硫化矿;本矿床目前发现的全部为氧化矿石。

3)脉石矿物组合不同:世界典型 MVT 铅锌矿基本未见石英,本矿床以石英最为常见。

4)围岩蚀变类型不同:典型 MVT 铅锌矿床中硅化现象较少,基本无重晶石化;而硅化是本矿床最为常见、也最为重要的蚀变类型,重晶石化也较为常见。

主要特征与典型 MVT 铅锌矿床存在相似性,但又有一定的差别,可归为 MVT 铅锌矿床的亚类<sup>[24]</sup>。这些矿床包括高温碳酸盐岩交代型铅锌矿床(可含铁或银),赋存于盐丘顶部的铅锌矿床、碳酸盐岩赋矿的氟钡(萤石、重晶石)矿床和爱尔兰型铅锌矿床等。

因此,布途金子铅锌矿床可归为 MVT 铅锌矿床的亚类,即含重晶石的 MVT 矿床。

## 2.4 找矿前景探讨

目前的勘查成果表明,布途金子铅锌矿已发现并大致评价了两条矿体,矿体连续性不好,厚度不大,矿石类型均为氧化矿石,品位较低,大致查明 Pb+Zn 金属量约 4 万 t。上述种种条件限制了该矿床的开发,矿区急需扩大规模,寻找新的、高品位的资源量。因此,在综合论述矿床特征的基础上,探讨其下一步找矿前景。

灯影组地层是本矿床乃至川滇黔成矿域重要的铅锌含矿地层,是最重要的找矿层位。但并非所有灯影组地层均含矿。在本矿床及周边范围内,仅灯影组上段是主要含矿层位。

该矿床与布拖小洞子中型铅锌矿床相距直线距离约 5.5 km,两矿床在成矿地质背景、矿区地层分布、构造体系、矿体特征、蚀变类型等方面具有众多的一致性(表 2)。

小洞子铅锌矿床目前控制标高为 968~1 394 m,延深最大 423 m,其上部见少量氧化矿、下部全部为原生硫化矿;布途金子矿床目前主要控制了 2 437 m 标高以上的矿体,最大延深仅 228 m,且全部为氧化矿;值得一提的是,布途金子矿区内地表铅矿石的品位普遍高于矿床平均品位,并且发育粗晶方铅矿,极其类似于典型 MVT 铅锌矿床中的“雪顶”构造<sup>[25]</sup>。

通过上述对比、讨论,暗示了布途金子矿床的深部极有可能存在大而富的原生矿体。因此,布途金子矿床具备巨大的找矿前景,下一步主要找矿方向应为矿体深部,层位为震旦系灯影组上段,构造部位仍为四开—交际河背斜中段转折部位西翼。

## 3 结论

总结了布途金子铅锌矿床的地质特征,通过与周边正在开发的小洞子铅锌矿和已研究得极为透彻的天宝山铅锌矿及世界典型 MVT 铅锌矿进行对比,认为布途金子铅锌矿床可归为 MVT 铅锌矿床的亚类。同时,对该矿床的下一步找矿方向进行了探讨,初步认为其深部极有可能存在原生硫化铅锌矿,找矿前景巨大。

**致谢:**本文主要根据四川省地质矿产勘查开发局物探队编制的《四川省布拖县包谷坪乡布途金子铅锌矿详查报告》项目成果撰写而成,谨向参与该项目工作的所有人员表示感谢!

## 参考文献:

- [1]朱裕生. 中国主要成矿区(带)成矿地质特征及矿床成矿谱系[M]. 北京:地质出版社,2007.
- [2]谢家荣. 中国矿床学总论[M]. 北京:学术期刊出版社,1963.
- [3]张位及. 试论滇东北 Pb-Zn 矿床的沉积成因和成矿规律[J]. 地质与勘探,1984(7):11-16.  
ZHANG Weiji. Study on sedimentogenesis and mineralization rules of Pb-Zn ore deposits in the northeast of Yunnan province[J]. Geology and Prospecting,1984(7):11-16.
- [4]廖文. 滇东、滇西 Pb-Zn 金属区 S、Sb 同位素组成特征与成矿模式探讨[J]. 地质与勘探,1984(1):1-6.  
LIAO Wen. Characteristics of S、Pb isotopic composition and discussion on genesis of the Pb-Zn metallic deposit in eastern and western Yunnan[J]. Geology and Prospecting,1984(1):1-6.
- [5]陈士杰. 黔西、滇东北铅锌矿床的沉积成因探讨[J]. 贵州地质,1986,8(3):41-48.  
CHEN Shijie. Research on the genesis of lead-zinc ore-deposit in western Guizhou and northeastern Yunnan[J]. Geology of Guizhou,1986,8(3):41-48.
- [6]赵准. 滇东、滇东北地区铅锌矿床的成矿模式[J]. 云南地质,1995,14(4):350-354.  
ZHAO Zhun. Genesis modeling of lead-zinc ore deposit in eastern and northeastern Yunnan[J]. Yunnan Geology,1995,14(4):350-354.
- [7]陈进. 麒麟厂铅锌硫化物矿床成因及成矿模式探讨[J]. 有色金属矿床与勘探,1993,2(2):85-89.

- CHEN Jin. Discussion on genesis of Pb-Zn sulfide ores from Qilinchang deposit[J]. Geological Exploration for Non-ferrous Metals, 1993, 2(2): 85-89.
- [8] 刘文周, 徐新煌. 论川滇黔铅锌成矿带矿床与构造的关系[J]. 成都理工学院学报, 1996, 23(1): 71-77.  
LIU Wenzhou, XU Xinhuang. On the relationship between the deposits and tectonics of the Sichuan-Yunnan-Guizhou Pb-Zn mineralization belt[J]. Chengdu Institute of Technology, 1996, 23(1): 71-77.
- [9] 柳贺昌, 林文达. 滇东北铅锌银矿床规律研究[M]. 昆明: 云南大学出版社, 1999.
- [10] 管士平, 李忠雄. 康滇地轴东缘岩石与铅锌矿稀土元素地球化学研究[J]. 地质地球化学, 1999, 27(3): 5-16.  
GUAN Shiping, LI Zhongxiong. REE geochemistry of rocks and lead-zinc ores at the eastern margin of Kangdian axis[J]. Geology-Geochemistry, 1999, 27(3): 5-16.
- [11] 王小春. 天宝山铅锌矿床成因分析[J]. 成都地质学院学报, 1992, 19(3): 10-20.  
WANG Xiaochun. Genesis analysis of the Tianbaoshan Pb-Zn deposit[J]. Journal of Chengdu University of Technology, 1992, 19(3): 10-20.
- [12] 王炎臻, 李朝阳, 李泽琴, 等. 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[J]. 地质地球化学, 2001, 29(2): 41-45.  
WANG Jiangzhen, LI Chaoyang, LI Zeqin, et al. The geological setting, characters and origin of Mississippi Valley-Type Pb-Zn deposit in Sichuan and Yunnan Province[J]. Geology-Geochemistry, 2001, 29(2): 41-45.
- [13] 王炎臻, 李朝阳, 李泽琴, 等. 川、滇、黔交界地区密西西比河谷型铅锌矿床与美国同类矿床的对比[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2002, 21(2): 127-132.  
WANG Jiangzhen, LI Chaoyang, LI Zeqin, et al. The comparison of Mississippi Valley-Type lead-zinc deposits in southwest of China and in midcontinent of Unites States[J]. Bulletin of Minerology Petrology and Geochemistry, 2002, 21(2): 127-132.
- [14] 张长青, 毛景文, 吴锁平, 等. 川滇黔地区 MVT 铅锌矿床分布、特征及成因[J]. 矿床地质, 2005, 24(3): 336-348.  
ZHANG Changqing, MAO Jingwen, WU Suoping, et al. Distribution, characteristics and genesis of Mississippi Valley-Type lead-zinc deposits in Sichuan-Yunnan-Guizhou area[J]. Mineral Deposits, 2005, 24(3): 336-348.
- [15] 金中国. 黔西北地区铅锌矿控矿因素、成矿规律与找矿预测[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2008.
- [16] 韩润生, 刘丛强, 黄智龙, 等. 论云南会泽富铅锌矿床成矿模式[J]. 矿物学报, 2001, 21(4): 674-680.  
HAN Runsheng, LIU Congqiang, HUANG Zhilong, et al. Genesis modeling of Huize lead-zinc ore deposit in Yunnan[J]. Acta Mineralogica Sinica, 2001, 21(4): 674-680.
- [17] 黄智龙, 陈进, 刘丛强, 等. 峨眉山玄武岩与铅锌矿床成矿关系初探: 以云南会泽铅锌矿床为例[J]. 矿物学报, 2001, 21(4): 681-688.  
HUANG Zhilong, CHEN Jin, LIU Congqiang, et al. A preliminary discussion in the genetic relationship between Emeishan basalts and Pb-Zn deposits: As exemplified by the Huize Pb-Zn deposit, Yunnan province[J]. Acta Mineralogica Sinica, 2001, 21(4): 681-688.
- [18] 齐文, 侯满堂, 王根宝. 上扬子地台震旦系铅锌矿床类型及找矿方向[J]. 地球科学与环境学报, 2006, 28(2): 30-36.  
QI Wen, HOU Mantang, WANG Genbao. Sinian system Pb-Zn deposit types and prospecting direction of upper Yangtze platform[J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2006, 28(2): 30-36.
- [19] 沈冰. 川滇黔层控型铅锌矿成矿特征[J]. 云南地质, 2004, 23(2): 207-211.  
SHEN Bing. The metallogenetic characteristics of stratabound Pb-Zn deposit in Chuan-Dian-Qian[J]. Yunnan Geology, 2004, 23(2): 207-211.
- [20] 四川省地质矿产勘查开发局物探队. 四川省布拖县包谷坪乡布途金子铅锌矿详查报告[R]. 成都: 四川省地质矿产勘查开发局物探队, 2009.
- [21] 四川省地质矿产勘查开发局化探队. 四川省布拖县小洞子铅锌矿、萤石矿资源储量核实报告[R]. 成都: 四川省地质矿产勘查开发局物探队, 2009.
- [22] LEACH D L, SANGSTER D F. Mississippi Valley-type lead-zinc deposits[J]. Geological Association of Canada Special Paper, 1993, 40: 289-314.
- [23] LEACH D L, SANGSTER D F, KELEY K D, et al. Sediment-hosted lead-zinc deposit: A global perspective[J]. Economic Geology 100th Anniversary Volume, 2005: 561-607.
- [24] 刘英超, 侯增谦, 杨竹森, 等. 密西西比河谷型 (MVT) 铅锌矿床: 认识与进展[J]. 矿床地质, 2008, 27(2): 253-264.  
LIU Yingchao, HOU Zengqian, YANG Zhusen, et al. Some insights and advances in study of Mississippi Valley-type (MVT) lead-zinc deposits[J]. Mineral Deposits, 2008, 27(2): 253-264.
- [25] 中国地质调查局发展研究中心. 国内外铅锌矿床成矿理论与找矿方法[M]. 北京: 中国地质, 2004.