

文章编号: 1000-4734(2020)04-0518-05

纳雍枝铅锌矿床——贵州第一个大型铅锌矿床的发现和探明过程

王兵¹, 朱尤青¹, 林贵生^{2*}, 韦晨³, 陈兴龙², 许辉⁴, 李坤⁵, 吴才进⁵

(1. 贵州省有色金属和核工业地质勘查局一总队, 贵州 贵阳 551400; 2. 贵州省有色金属和核工业地质勘查局, 贵州 贵阳 550005; 3. 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550081; 4. 云南罗平锌电股份有限公司, 云南罗平 655800; 5. 贵州省地质矿产勘查开发局一〇四地质大队, 贵州 都匀 558000)

摘要: 纳雍枝铅锌矿床, 位于贵州省中部普定县与织金县交界的五指山背斜南东翼, 由北东向南西设置玉合、芦茅林、金坡和砂岩共4个矿权, 2012—2015年4个矿权通过评审备案Pb+Zn资源量分别为35.29万t、37.79万t、44.49万t和53.29万t, 总计170.86万t, 是贵州省境内发现的第一个大型铅锌矿床, 改写了贵州省没有大型铅锌矿床的历史。矿床从发现矿化线索到探明大体经历了3个阶段: 第一, 地表调查, 发现矿化线索; 第二, 地质测量、面上矿点调查、工程验证发现断裂型小矿体; 第三, 转变找矿思路, 探明了全隐伏、产出稳定、规模大的层控铅锌矿体。本文在总结纳雍枝大型铅锌矿床成矿背景和地质特征基础上, 详细介绍了该矿床的发现过程、总结了找矿过程中的经验教训。

关键词: 五指山背斜; 纳雍枝大型铅锌矿床; 发现过程; 中国贵州

中图分类号: P618.4; P621

文献标识码: A

doi: 10.16461/j.cnki.1000-4734.2020.40.030

第一作者: 王兵, 男, 1983年生, 高级工程师, 主要从事矿产勘查研究. E-mail: wanbean@126.com

The Nayongzhi Pb-Zn deposit: Discovery and exploration processes of the first large-scale Pb-Zn deposit in Guizhou Province, China

WANG Bing¹, ZHU You-qing¹, LIN Gui-sheng^{2*}, WEI Chen³, CHEN Xing-long²,
XU Hui⁴, LI Kun⁵, WU Cai-jin⁵

(1. 1st General Team, Non-Ferrous Metals and Nuclear Industry Geological Exploration Bureau of Guizhou, Guiyang 551400, China; 2. Non-Ferrous Metals and Nuclear Industry Geological Exploration Bureau of Guizhou, Guiyang 550005, China; 3. State Key Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550081, China; 4. Yunnan Luoping Zinc & Electricity Co., Ltd., Luoping 655800, China; 5. 104 Geological Team, Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Guizhou Province, Duyun 558000, China)

Abstract: The Nayongzhi Pb-Zn deposit, located at the southeastern Wuzhishan anticline in the junction between the Puding and Zhijin counties in the central Guizhou, are composed of the Yuhe, Lumaolin, Jinpo, and Shayan 4 exploration licenses from northeast to southwest, with proved contained Pb+Zn metal reserves of 35.29×10^4 tons, 377.9×10^4 tons, 44.49×10^4 tons, and 53.29×10^4 tons, respectively, and the total Pb+Zn resource of 170.86×10^4 tons for the deposit in 2015. It is the first discovered large sized Pb-Zn deposit in Guizhou Province. Its discovery has changed the mineral exploration history of no large sized Pb-Zn deposit discovered in Guizhou Province. This study concludes the ore-forming background and geologic feature of Nayongzhi Pb-Zn deposit, introduces The discovery and exploration process of the Pb-Zn deposit can be divided to three parts and summarizes the experience of the process. The exploration process from the discovery of

收稿日期: 2020-06-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(编号: U1812402)

* 通讯作者, E-mail: 984201670@qq.com

Pb-Zn mineralization clues to the proved contained Pb-Zn metal reserves of the Nayongzhi deposit has lasted three periods. The exploration work of the first period was mainly focused on the surface survey to discover the mineralization clues. The exploration work of the second period includes geologic survey, investigation of mineral occurrences in area and the engineering verification for discovering small fault-hosted orebodies. The exploration work of the third period was focused on the exploration of totally concealed, stably occurred, large-scaled, stratabound Pb-Zn orebodies after the change of exploration ideas. Based on the summary of metallogenic background and geological characteristics of the Nayongzhi large scaled Pb-Zn deposit, in this paper, we have introduced the discovery process of the deposit and summarized the experiences and lessons in the process of exploration of the deposit.

Keywords: The Wuzhishan anticline; the Nayongzhi large Pb-Zn deposit; the discovery process; Guizhou, China

贵州喀斯特地区大地构造位置位于特提斯—喜马拉雅与滨太平洋两大全球巨型构造域结合部位, 成矿条件优越^[1-2]。区内广泛分布的碳酸盐岩型铅锌矿床(点)集中于2个成矿区, 即黔西北铅锌成矿区和黔东南铅锌成矿区^[2-3], 前者是位于扬子地块西南缘的川滇黔接壤铅锌矿集区的重要组成部分, 其中许多矿床(点)地质、地球化学特征可与矿集区内的会泽、毛坪、茂租、天宝山、大梁子等大型-超大型矿床对比^[4], 显示巨大的找矿潜力; 后者是位于扬子地块东南缘的鄂西—湘西—黔东铅锌成矿带的重要组成部分, 其中许多矿床(点)地质、地球化学特征可与鄂西—湘西—黔东铅锌成矿带内的花垣矿田李梅、鱼塘、大脑坡等大型-超大型矿床对比^[5], 同样显示巨大的找矿潜力。但是, 贵州铅锌矿长期“只见星星, 不见月亮”, 探明的除几个中型矿床外, 大部分为小型矿床和矿点, 没有大型-超大型矿床^[6-7], 这与本区具有巨大的找矿潜力极不吻合。2015年, 在贵州省中部普定县与织金县交界的五指山背斜南东翼探明纳雍枝铅锌矿床, 通过评审备案 Pb+Zn 资源量 170.86 万 t^[8-11], 是贵州省境内发现的第一个大型铅锌矿床, 改写了贵州省没有大型铅锌矿床的历史。本文在总结纳雍枝大型铅锌矿床成矿背景和地质特征基础上, 详细介绍了该矿床的发现和探明过程、总结了找矿过程中的经验教训, 以期对五指山地区以及区域同类型铅锌矿床找矿有借鉴作用。

1 区域地质背景

纳雍枝铅锌矿床所在的五指山背斜位于川滇黔接壤铅锌矿集区东侧, 以北西向紫云—娅都断裂为界, 南西侧为威宁北西向构造变形区, 北东侧为贵阳复杂构造变形区, 主体构造呈北东向。五指山背斜位于贵阳复杂构造变形区西段, 轴向北东 40°~50°, 轴面倾向北西, 长约 22 km, 宽约 1~7 km。背斜核部主要出露寒武系地层, 被北东向 F₇ 断层破坏; 北西翼主要由石炭系—二叠系地层组成, 被北东向 F₂、F₄ 断层及次级断层所破坏, 南东翼主要由寒武系地层组成, 被北东向 F₁ 断层破坏断失, 形态不完整。背斜内纳雍枝大型铅锌矿床外, 从北东至南西还分布有杜家桥、屯背后、新麦、夏补冲、喻家坝和那润等铅锌矿床和矿点^[12-13], 其中杜家桥矿床产于震旦系上统灯影组 (Z₂dy) 白云岩中^[14], 其余矿床(点)的赋矿围均为寒武系第 2 统清虚洞组 (C₂q) 白云岩和泥质白云岩^[12-13, 15-16]。

2 矿床地质特征

纳雍枝大型铅锌矿床由北东向南西设置玉合、芦茅林、金坡和砂岩共 4 个矿权, 2012~2015 年 4 个矿仅通过评审备案 Pb+Zn 资源量分别为 35.29 万 t^[8]、37.79 万 t^[9]、44.49 万 t^[10]和 53.29 万 t^[11], 总计 170.86 万 t, 达大型规模。展布在五指山背斜中段南东翼, 北西以 F₇ 断层为限, 南东以 F₁ 断层为限, 北东以 F₄₀ 断层为界, 南西以 F₁₉ 断层为界。主断层均为北东向, 次级断层主要发育北西向、北东向、近南北向, 将矿床切割为若干矿段, 从北东至南西依次为屯背后矿段、夏木矿段、长田矿段、芦茅塘矿段、田家寨矿段。屯背后矿段为 F₇、F₅₃、F₄₀ 断层所围限的夹块; 夏木矿段为 F₁、F₇、F₅₃、F₁₋₂、F₁₁ 断层所围限的夹块; 长田矿段为 F₁、F₆、F₁₁ 断层所围限的夹块; 芦茅塘矿段为 F₇、F₆、F₂₄ 断层所围限的夹块; 田家寨矿段为 F₁、F₂、F₇、F₁₉、F₂₄ 断层所围限的夹块。

矿区出露地层及岩性主要为寒武系第二统金顶山组 (C_{2j}) 泥质粉砂岩、清虚洞组 (C_{2q}) 白云岩、石炭系下统祥摆组 (C_{1x}) 铝土质黏土岩、大埔组 (C_{1d}) 白云岩。地层均倾向南东, 屯背后矿段地层倾角较大, 倾角 $54^{\circ}\sim 75^{\circ}$; 其余矿段地层倾角均较缓, 倾角在 $10^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 之间。

探明的铅锌矿矿体主要呈层状、似层状、大透镜体状产于五指山背斜南东翼层间破碎带或虚脱空间与清虚洞组白云岩耦合部位, 亦可见呈透镜体状产于北西向断层破碎带与清虚洞组白云岩耦合部位的“断控型”铅锌矿。“层控型”铅锌矿大致顺层产出, 一般可见 9 个矿层, 每个矿层产矿体多个。矿床以 Zn 为主, 局部共伴生 Pb、Ag、Ge。该矿床的主矿体为位于夏木矿段的 V-1 矿体, 长 2447 m, 宽 166~706 m, 厚度 0.70~27.5 m, 平均厚度 6.32 m, Zn 品位 1.13%~22.3%, 平均 3.50%。主矿体累计探获 Pb+Zn 资源量 (111b+122b+333) 76.12 万 t, 占纳雍枝铅锌矿床保有资源储量的 44.55%。

矿石成分相对简单, 矿石矿物主要为闪锌矿、方铅矿, 其次含少量菱锌矿、白铅矿; 脉石矿物含量较高的是白云石和方解石, 次为石英和石墨。矿石结构类型以结晶粒状结构、交代结构和压碎角砾状结构为主, 矿石构造类型以浸染状、脉状、条带状、角砾状、块状为主。含矿岩石以瘤状白云岩、颗粒白云岩、砂屑白云岩、含藻白云岩为主。常见的围岩蚀变有白云石化、黄铁矿化、硅化、方解石化, 其中白云石化、黄铁矿化与矿化关系密切。

矿石自然类型主要为原生硫化矿石, 极少有氧化矿石和混合矿石; 矿石工业类型为碳酸盐岩型; 近年来的研究表明^[17-20], 矿床成因类型为密西西比河谷型 (Mississippi Valley-type, MVT) 铅锌矿床。

3 发现和探明过程

五指山地区开采铅锌矿历史悠久, 老硐分布较多, 其地名也颇具特色, 如“银厂坡, 金坡”, 民间有“头在五指山, 尾在沙加河 (那润一带), 谁能拾得宝, 金银用马驮”之说。纳雍枝铅锌矿床从早期发现到探明大致可分为 3 个阶段: 第 1 阶段从 20 世纪 50 年代中期至 1970 年, 主要进行地表调查, 认为找矿潜力不大; 第 2 阶段从 20 世纪 80 年代中期至 2007 年, 主要进行地质测量、面上矿点调查、少量工程验证, 发现断裂型小矿体; 第 3 阶段从 2007—2015 年, 转变找矿思路, 系统工程验证, 发现了全隐伏、产出稳定、规模大的层控型大型矿床。

3.1 第一阶段

上世纪 50 年代中期至 1970 年, 原贵州省地质局黔西北队、108 地质大队在黔西北地区开展地质找矿、1:20 万安顺幅区域地质调查工作中, 先后发现了杜家桥、观音山、喻家坝、那润、夏木、渔塘大坡、冷坝、坡顶、马鞍山、易家坝等铅锌矿点, 并开展了不同程度评价, 为后续找矿工作奠定了基础。

3.2 第二阶段

从 20 世纪 80 年代中期开始, 受当时“有水快流”指导思想影响, 掀起了一股全民开矿浪潮。80 年代中后期, 先后有多家地勘单位在五指山地区开展铅锌矿调查工作, 未见明显成果, 90 年代初开始, 五指山地区开矿进入火热状态, 在不知铅锌产在何处的情况下, 出现大量民采坑道, 导致大部分民采坑道一无所获, 少部分沿断层破碎带掘进的坑道, 遇到了前文所述“断控型”铅锌矿。“断控型”铅锌矿的发现刺激了多家矿业公司到五指山地区圈矿权。1995 年, 砂岩村田家寨 F_{26} 断层破碎带发现的铅锌矿建设为普定县诚达洋露铅锌矿。2002 年, 某公司在诚达洋露铅锌矿东侧申办了砂岩铅锌矿权。到 2005 年, 纳雍枝铅锌矿床上形成了诚达洋露、砂岩、夏木、金坡、芦茅林、玉合共计六个面积均较小的铅锌矿权。

2002 年, 贵州省地质矿产勘查开发局 104 地质大队对五指山地区进行了面上矿点调查。2003—2007 年, 贵州省地质调查院和 104 队对五指山地区进行了调查评价, 预测了那润、易家坝等找矿靶区。

3.3 第三阶段

2005年, 普定县政府对五指山地区小规模矿山企业进行整合。2007年, 普定县政府引进了厦门泛华集团有限公司, 并在贵州成立了贵州泛华矿业有限公司, 在政府协调支持下, 获得了玉合、芦茅林、金坡、砂岩、落水岩、鑫诚等铅锌矿权。

2007~2008年, 由于办理采矿权的需要, 贵州泛华委托多家地勘单位对其所拥有的6个矿业权各自进行了资源储量核实, 均以现状坑道及坑内钻为控矿工程提交了资源储量核实报告。期间贵州省有色地质勘查局一总队参与了钻探施工, 针对早期施工的见矿效果不理想部分钻孔, 结合成矿地质条件进行了认真分析研究, 提出了优先在靠近 F_7 及 F_{11} 断层区域部署风险钻孔探寻隐伏矿体建议, 并获得企业采信。布设ZK501钻孔见铅锌矿6段, 每段见矿厚度1~2m不等, 段与段之间最大间距达40m, 赋矿围岩虽有破碎但也不是断层角砾岩特征。ZK501钻孔钻遇的可能不是“断控型”铅锌矿, 而是产于碳酸盐岩中的“层控型”铅锌矿。一总队将相关疑问与贵州泛华技术负责人沟通后, 引起了贵州泛华管理层的注意。后来得知, 104队亦向贵州泛华进行了同样的认知沟通。为了验证这一想法, 贵州泛华接受了一总队、104队的建议, 一边开展面上电法物探测量, 一边按500m间距部署稀疏钻探工程进行验证。

至2009年, 104队为了加强位于五指山背斜另一翼的自有矿权的勘查力度以及实施五指山地区铅锌矿整装勘查工作, 结束了与贵州泛华的合作。贵州泛华委托一总队继续开展探矿工作。一总队对以往基础地质资料、钻孔资料、物探成果资料进行了深入研究, 并与环扬子地台的其他铅锌矿进行了类比, 认为该区铅锌矿为MVT型层控铅锌矿, 彻底将以往寻找断控型铅锌矿的找矿思路转换为寻找层控型铅锌矿, 并建立了“构造+地层”的控矿模式, 并运用该模式进行找矿预测, 优选找矿靶区。对优选靶区, 采用钻探工程探矿; 对已发现矿体, 仍然采用钻探工程按100m×100m网度进行系统控制。至2012年和2014年, 完成砂岩、金坡、芦茅林等3个矿权的资源储量核实及勘探工作, 共计施工钻孔240个, 总进尺62764.31m, 累计提交Pb+Zn资源量135.57万t^[8-10]。至2015年, 完成了由104队牵头、一总队及贵州泛华参与的五指山地区铅锌矿整装勘查工作, 玉合矿权在评审通过的整装勘查报告中提交Pb+Zn资源量35.29万t^[11]。至此, 纳雍枝铅锌矿床经评审备案累计保有Pb+Zn资源量170.86万t, 成为贵州省境内的第一个大型铅锌矿床, 改写了贵州省没有大型铅锌矿床的历史。

4 找矿经验

纳雍枝大型铅锌矿床从早期发现矿化线索到最终探明, 前后经历了约60年的时间, 主要经验教训如下:

1) 1960年在五指山地区进行矿点检查以及1965-1970年进行区调时, 均在五指山地区发现了矿化, 但当时对该矿的评价为“规模小、价值不大”, 但后来找矿实践证明该矿规模大、价值也大, 说明被前人否定的矿化点仍然可能具有很大的找矿潜力。

2) 全民开矿时期, 没有进行勘查就进行开挖, 绝大多数都失败了, 说明开矿应相信科学, 先勘查后开挖可有效降低风险, 减少损失。

3) 通过钻孔细节观察, 产生疑问, 然后采用物探、钻探验证, 转换找矿思路, 最终取得找矿成功。说明要获得找矿成功, 需多到野外对大量矿化信息等细节进行深入观察, 打破思维局限, 大胆假设, 小心求证。

4) 对基础地质、钻探、物探成果等多元信息进行综合分析研究, 与环扬子地台其他铅锌矿床进行类比, 以及采用物探、钻探等手段取得找矿成功, 说明合适的找矿方法和手段很重要。

5) 本次找矿工作, 施工钻孔总进尺超过60000m, 耗费资金约4000万元, 离不开贵州泛华矿业有限公司雄厚的财力支撑, 说明资本是找矿成功的重要保障。

参 考 文 献:

- [1] Hu R Z, Fu S L, Huang Y, et al. The giant South China Mesozoic low-temperature metallogenic domain: Reviews and a new geodynamic model[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2017, 137: 9-34.
- [2] Zhou J X, Xiang Z Z, Zhou M F, et al. The giant Upper Yangtze Pb-Zn province in SW China: Reviews, new advances and a new genetic model[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2018, 154: 280-315.
- [3] 叶霖, 胡宇思, 杨松平, 等. 黔东成矿带铅锌成矿作用刍议[J]. *矿物学报*, 2018, 38(6): 709-715.
- [4] 黄智龙, 周家喜, 金中国, 等. 川滇黔相邻铅锌矿集区典型矿床成矿作用[M]//胡瑞忠, 毛景文, 华仁民, 等. 华南陆块陆内成矿作用. 北京: 科学出版社, 2014: 400-473.
- [5] 段其发. 湘西-鄂西地区震旦系-寒武系层控铅锌成矿规律研究[D]. 武汉: 中国地质大学(武汉), 2014.
- [6] 王华云, 梁福琼, 曾鼎权, 等. 贵州铅锌矿地质[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1996.
- [7] 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.
- [8] 贵州省有色金属和核工业地质勘查局地质矿产勘查院. 贵州省普定县德荣矿业有限公司金坡铅锌矿资源储量核实及勘探地质报告[R]. 贵阳: 贵州省有色金属和核工业地质勘查局, 2012.
- [9] 贵州省有色金属和核工业地质勘查局地质矿产勘查院. 贵州省普定县向荣矿业有限公司芦茅林铅锌矿资源储量核实及勘探地质报告[R]. 2012.
- [10] 贵州省有色金属和核工业地质勘查局一总队. 贵州省普定县鸡场坡乡砂岩铅锌矿资源储量核实及勘探地质报告[R]. 2014.
- [11] 贵州省土地矿产资源储备局. 贵州省五指山地区铅锌矿整装勘查报告[R]. 2015.
- [12] 王兵, 金中国, 邓明国. 贵州五指山铅锌矿地质特征、控矿因素及成矿模式研究[J]. *矿产与地质*, 2018, 32(1): 74-78.
- [13] 陈国勇, 王亮, 范玉梅, 郑伟. 贵州五指山铅锌矿田深部找矿远景分析[J]. *地质与勘探*, 2015, 51(5): 859-869.
- [14] 谭华, 王国荣, 兰安平. 贵州省织金县杜家桥铅锌矿床地质特征及成矿规律浅析[J]. *贵州地质*, 2012, 29(3): 169-172+239.
- [15] 邹建波, 肖凯, 李坤. 贵州五指山地区铅锌矿床地质特征及其控矿因素[J]. *贵州地质*, 2009, 26(2): 101-105+121.
- [16] 金中国, 周家喜, 郑明泓, 等. 贵州普定五指山地区铅锌矿床成矿模式[J]. *矿床地质*, 2017, 36(5): 1169-1184.
- [17] 金中国, 周家喜, 黄智龙, 等. 贵州普定纳雍枝铅锌矿床成因: S 和原位 Pb 同位素证据[J]. *岩石学报*, 2016, 32(11): 3441-3455.
- [18] 陈伟, 孔志岗, 刘凤祥, 王学武, 邓明国, 赵剑星, 刘阳, 张兴华. 贵州纳雍枝铅锌矿床地质、地球化学及矿床成因[J]. *地质学报*, 2017, 91(6): 1269-1284.
- [19] Wei C, Huang Z L, Yan Z F, et al. Trace element contents in sphalerite from the Nayongzhi Zn-Pb deposit, Northwestern Guizhou, China: Insights into incorporation mechanisms, metallogenic temperature and ore genesis [J]. *Minerals*, 2018, 8: 490. doi:10.3390/min8110490.
- [20] Zhou J X, Wang X C, Wilde S A, et al. New insights into the metallogeny of MVT Pb-Zn deposits: A case study from the Nayongzhi in South China, using field data, fluid compositions, and in situ S-Pb isotopes [J]. *American Mineralogist*, 2018, 103: 91-108.