文章编号: 1006-544X (2009) 02-0242-05

广西老堡铅锌矿褶皱形成机制及其控矿规律

李文杰1,2、梁金城2、陆小平3、蒙龙华3

(1. 西南科技大学 环境与资源学院,四川 绵阳 621010; 2. 桂林理工大学 资源与环境工程系,广西 桂林 541004; 3. 广西地勘局 271 地质队, 广西 桂林 541000)

摘 要:老堡铅锌矿床主要赋存在陡山沱组白云岩或老堡组硅质岩中,顺层产出,受地层与褶皱的双 重控制。矿区主干褶皱为一复式向斜,由2个次级向斜和1个次级背斜组成。从构造几何学、运动学 角度、运用现代测试技术、对矿区的小构造、显微构造和组构进行构造分析后揭示、老堡褶皱构造的 形成机制是以弯滑作用为主、兼具弯流作用的纵弯褶皱作用的产物。铅锌矿体主要赋存在褶皱的转折 端虚脱部位及两翼滑移量较大的层间滑动破碎带中。

关键词: 铅锌矿床; 褶皱机制; 岩组分析; 构造控矿; 老堡; 广西

中图分类号: P613: P618.42

文献标志码: A

矿区地质概况

老堡铅锌矿区位于广西三江县老堡乡境内, 扬子地台的南缘正向穹褶带上的桂北台隆九万大 山穹褶带东缘,三江-融安深大断裂西侧[1-3]。 矿区出露地层简单, 由老到新有南华系上统黎家 坡组 (Nh,l) 砂岩, 震旦系下统陡山沱组 (Z,d)白云岩, 震旦系上统老堡组(Z,l) 硅质岩, 寒武 系清溪组 (ϵq) 板岩夹变质砂岩, 寒武系边溪组 (ϵb) 纹层状变质板岩和第四系 (Q) 残坡积物 等,其中陡山沱组白云岩为主要赋矿层位,其次 是老堡组硅质岩。矿区褶皱构造为一复式向斜 (图1), 而断裂构造主要以一系列多期活动的北 北东向逆断层为主,规模较大的断裂主要是和里 - 培秀及泗里口逆断层 (F₁), 位于矿区西北侧的 桂塘冲一带, 断层呈 20°~35°方向展布, 倾向北 西, 倾角 50°~70°, 长度大于 5.5 km, 宽度大于 10 m, 沿断层带岩层次级断裂较发育, 岩石破碎。 区内未见火成岩出露。

该矿床的矿石矿物组分较简单, 主要金属矿 物有闪锌矿、方铅矿、黄铁矿等: 脉石矿物主要 为白云石、方解石、石英、绢云母等。

褶皱形成机制

2.1 褶皱构造的几何学特征

老堡铅锌矿与复式向斜有着密切的关系。老 堡复式向斜是本区主干构造, 总体呈 20°~25°走 向, 长 70 km, 宽 6~8 km, 长宽比约为10:1左 右,介于中常一紧密褶皱之间。向斜核部为寒武 系清溪组,两翼则为震旦系,地层倾角一般为45° ~60°, 其中南东翼较陡, 地层出露较窄; 北西翼 较缓, 地层出露较宽。褶皱轴面倾向南东, 枢纽 向北东倾伏。复向斜由2个Ⅱ级向斜和1个Ⅱ级 背斜组成, 自西往东分别是神佑冲向斜、石门岭 背斜和石门向斜。

神佑冲向斜: 在矿区的西部, 25°~30°方向 延伸, 在矿区内长约5 km, 宽约5 km; 向斜槽部 出露的最新地层为寒武系清溪组板岩夹变质砂岩。

石门岭背斜:位于矿区的中部,沿30°方向延 伸,从矿区的最南端一直延伸到洋洞一带,长约 12 km, 宽约 6 km。背斜核部出露的最老地层为南 华系上统黎家坡组砂岩。

石门向斜:位于矿区的东部,延伸方向为20° ~25°, 向南延伸出矿区, 长约12 km, 宽约4 km。

收稿日期: 2009-01-06

基金项目:广西区国土资源厅地质勘查专项资助项目(桂国土资函「2003〕519;桂地矿科「2004〕04) 作者简介: 李文杰 (1974—), 男, 硕士, 讲师, 主要从事构造与成矿研究, E-mail: lwjyan03@163.com。

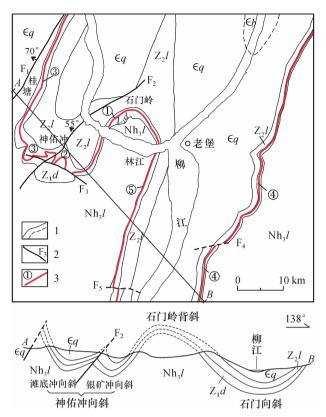


图 1 老堡铅锌矿区地质简图

Fig. 1 Generalized geological map in Laobao Pb – Zn deposit $\in b$ —寒武系边溪组纹层状变质板岩; $\in q$ —寒武系清溪组板岩夹变质砂岩; \mathbf{Z}_l —震旦系上统老堡组硅质岩; \mathbf{Z}_l d—震旦系下统陡山沱组白云岩; \mathbf{Nh}_l —南华系上统黎家坡组砂岩;1—实、推测地质界线;2—实、推测断层及编号;3—铅锌矿体及编号

向斜槽部出露的最新地层为寒武系边溪组纹层状变质板岩。

这些Ⅱ级向斜和背斜又由更次一级(Ⅲ级)的背、向斜组成,例如:神佑冲向斜就是由2个Ⅲ级向斜和1个Ⅲ级背斜构成。

褶皱的几何形态研究表明:按里卡德(M. J. Rickard)^[4]的分类,老堡复式向斜为斜歪倾伏褶皱;按范海斯(C. R. Van Hise)的分类为相似褶皱;按兰姆赛(J. G. Ramsay)的褶皱分类为Ⅱ类。

2.2 褶皱构造的运动学分析

为揭示老堡复向斜的运动学特征及其形成机制^[5-7],对白云石进行了组构分析,具体方法是:自复向斜的西翼到东翼,在陡山沱组白云岩中系统采集定向标本,于室内切制成水平定向薄片,在桂林理工大学(原桂林工学院)地质工程中心的高级显微镜实验室进行白云石光轴的统计测量,

每个样品约统计 150 粒白云石光轴,利用汤经武、杨学敏的岩组分析软件进行计算机处理^[8],其结果分别投影到施氏网上成图。

在图 2、3 上可以看到白云石光轴主要呈裂开 式环带或小圆环带,在环带中还有点极密现象, 呈现白云石典型的优选组构,但在不同构造部位

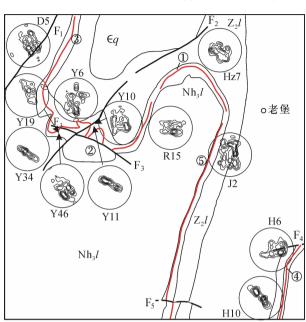


图 2 老堡铅锌矿区白云岩水平岩组图

Fig. 2 Horizonal petrofabric diagram of dolomite in Laobao Pb – Zn deposit

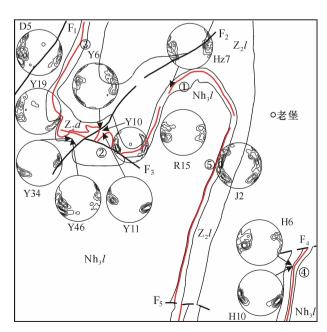


图 3 老堡铅锌矿区白云岩垂直岩组图

Fig. 3 Vertical petrofabric diagram of dolomite in $\label{eq:Labba} \mbox{Laobao Pb} - \mbox{Zn deposit}$

上其组构图形特征不同。在褶皱翼部以裂开式环 带加多个点极密为主,环带轴平行层理,显示岩 层平行层面平移滑动,而点极密与枢纽大角度相 交,说明在翼部也发生了指向枢纽的物质塑性流 动;在褶皱转折端部位以极密形式(点极密或对 极密)为主,或呈弱裂开式环带,环带轴平行枢 纽,而且常见一最大点极密,该点极密指向枢纽。 根据 Francis J. Turner 等人的研究,这个最大点极 密反映一种 a 轴的优选方位,说明物质沿褶皱枢 纽也发生过塑性流动。

老堡矿区内与褶皱构造相关的小构造和变形显微构造现象也十分丰富,小构造以从属小褶皱和 劈理构造最为常见和典型,与老堡复向斜构造的 形成与演化十分协调。

从属小褶皱构造主要发育于主体褶皱的转折端附近,表现为 M 型褶皱,多出现在相对较厚塑性层中的薄刚性层内;如在褶皱翼部,则主要表现为与层间滑动协调的不对称 S 型或 Z 型褶皱。

劈理构造有连续板劈理和不连续褶劈理两种。 前者是区域变质作用的产物,并可看到原生成层沉 积的黄铁矿沿劈理方向形成压力影构造;后者则 是改造了原有的板劈理而形成,褶劈面平行小褶皱 的轴面,与层间滑动有关。

变形显微构造现象也显示了构造活动多期性的特征^[9],从韧性一脆韧性环境下同构造变形白云石晶粒的定向排列、白云石的 f 次生机械双晶、层间滑动带上构造岩的 S - C 组构,到脆性环境的层间破碎的角砾岩化等等,这也为成矿提供了十分有利的构造条件。

综合矿区小构造、微构造几何学、运动学分析和白云石光轴组构分析的成果,可以初步推断: 老堡复向斜是由于受北西-南东向的挤压,在弯滑作用和弯流作用共同作用形成的纵弯褶皱,弯滑作用引起两翼层间滑动及层间破碎带的产生、转折端的虚脱;而弯流作用则造成物质的塑性流动和褶皱转折端处物质的增厚。

3 褶皱构造控矿规律及定位预测

3.1 褶皱构造控矿规律

老堡矿区褶皱为倾伏斜歪复向斜,具有纵弯 弯滑、弯流两种褶皱作用特征,其中弯滑作用在 转折端中相对刚性的白云岩形成虚脱空间,而在

翼部形成层间破碎带及层间滑动带;弯流作用则产生物质的塑性流动,使早期有用成矿组分由翼部向枢纽集中,但弯滑作用对本区的成矿具有更为重要的意义。老堡铅锌矿区的褶皱构造的特征不但控制着矿体的尖灭再现或尖灭侧现的分布规律,而且也控制着矿体的规模、形态、产状及厚度等,甚至还与矿体的品位有一定关系。

老堡铅锌矿区褶皱构造的转折端与翼部滑移量较大处,往往为富矿形成和产出的部位,尤其是向斜转折端和褶皱的陡倾翼最为有利。如位于银矿冲的 ML2 与 ML4 民窿,正处在银矿冲向斜的转折端虚脱部位破碎的白云岩层中;而 ML1 与 M1 民窿则处于银矿冲向斜的东翼,这里的滑移量较大,白云岩较为破碎,也利于成矿。

图 4 与图 5 是褶皱构造与铅锌品位及样品数量分形分析图,图 4 中褶皱各个部位的品位与样品数量分形特征表明,褶皱中的 Pb、Zn 品位 D 值都为 2 个,石门岭背斜转折端低品位区间较窄,高品位区间较宽,品位变化较大,容易形成富矿包,但是规模可能不会很大;而石门向斜西翼低品位区间较宽,高品位区间相应缩短,品位差异

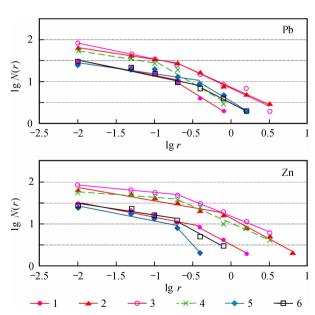


图 4 老堡矿区褶皱不同部位 Pb、Zn 的平面分形解析

Fig. 4 Plane fractal analysis of Pb – Zn at different parts of folds in Laobao deposit

1—银矿冲向斜西翼; 2—银矿冲向斜转折端; 3—银矿冲向斜东翼; 4—石门岭背斜转折端; 5—石门向斜西翼; 6—石门向斜东翼

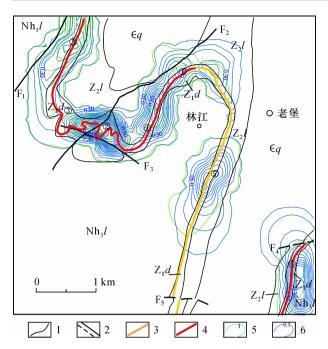


图 5 老堡矿区铅锌品位面积分形等值线

Fig. 5 Isogram of Pb – Zn grade-area fractal in Laobao deposit 1—地质界线; 2—实、推测断层及编号; 3—含铅锌矿层; 4—铅锌矿体; 5—闪锌矿品位面积分形等值线; 6—方铅矿品位面积分形等值线

较小,出现富矿包的机会较小,但是一旦形成,则规模可能较大。D值大小受容矿构造因素影响较大,向斜转折端处的矿化程度比较均匀,出现富矿包的机会较小,但是一旦形成,则规模可能较大,这一特征表明构造是控制矿质聚散的主导因素[10-11]。

从图 5 可以看出,方铅矿、闪锌矿均在褶皱的转折端与翼部的滑脱部位富集定位。分形分析结果也与区域物化探及矿区1:1万土壤测量资料成果吻合,铅、锌异常区域分布与老堡复式向斜几何形态基本一致,异常带受地层、岩相、构造控制明显。

因此,可以得出以下控矿规律:褶皱的几何 形态与运动学特征控制着矿体的形态、规模及产 出部位,褶皱作用形成的层间断裂和层间破碎带 是主要的控矿、储矿构造。

3.2 矿体定位预测

老堡铅锌矿床的主要赋存在较破碎的陡山沱 组白云岩及老堡组硅质岩层中,顺层产出,受地 层与褶皱的双重控制。储矿空间主要由褶皱作用 所控制,由于弯滑作用可在褶皱的转折端产生虚 脱,在翼部形成层间滑动带,成为有利的储矿空 间,这就是矿体主要赋存在褶皱的转折端虚脱部位或滑移量较大的翼部的原因。特别是当较破碎的白云岩层位顶部为一不透水的碳质板岩或含碳砂质板岩时,则起到了屏蔽层的作用,阻挡成矿流体向上运移,使成矿流体在白云岩层中富集成矿。

4 结 论

对老堡铅锌矿褶皱形成机制及控矿规律进行 初步研究之后,得出以下几点初步结论:

- (1) 老堡铅锌矿区为一个复式向斜构造,矿 床主要赋存在陡山沱组白云岩或老堡组硅质岩中, 顺层产出,受岩层与褶皱的双重控制。
- (2)通过对矿区显观小构造、变形显微构造和白云石的光轴组构分析,老堡复式向斜的形成机制是以弯滑作用为主、兼具弯流作用特征的纵弯褶皱作用的产物。
- (3)储矿构造主要受褶皱作用控制,有利的储矿空间有两种:一是褶皱的转折端及其附近的虚脱部位;二是两翼滑移量较大、岩石较为破碎的层间滑动带或层间破碎带中,其中又以陡倾翼有利。
- (4) 依据区域资料与矿区综合找矿预测的研究,建议在矿区内应加大对银矿冲向斜深部的找矿工作力度,而石门向斜转折端和矿区外围北西侧的大滩矿点也应列为找矿远景地段。

参考文献:

- [1] 广西壮族自治区地质矿产局. 桂北地区成矿预测研究报告[R]. 南宁:广西地质矿产局, 1994: 2-10.
- [2] 广西地质勘查总院第一勘查院. 广西三江县老堡铅锌矿 预查报告 [R]. 桂林: 广西地质勘查总院第一勘查院, 2004: 3-6.
- [3] 广西地勘局 271 地质队. 广西三江县老堡铅锌矿普查工作总结 [R]. 桂林: 广西地勘局 271 地质队, 2005: 3 7
- [4] 兰姆塞 J G, 胡伯 M I. 现代构造地质学方法 (第二卷) [M]. 徐树桐, 译. 北京; 地质出版社, 1991; 18-30.
- [5] 索书田. 构造解析 (上册) [M]. 武汉: 武汉地质学院 区地教研室, 1985; 15-23.
- [6] 特纳 F J, 韦斯 L E. 变质构造岩的构造分析 [M]. 周金 城, 张绍宋, 宋鸿林, 译. 北京: 地质出版社, 1978: 44-52.
- [7] 董成斌. 湖北省郧县红岩背地区剪切褶皱构造解析 [J].

成都理工学院学报, 1996, 23 (S1): 88-95.

- [8] 汤经武,杨学敏. 构造定量解析的探索与应用 [J]. 成都理工学院学报,1998,25 (S):156-159.
- [9] 陈国达. 成矿构造研究法 [M]. 北京: 地质出版社, 1985: 58-76.
- [10] 吴淦国. 构造控矿的若干规律 [J]. 矿床地质, 1994, 13 (S); 62-63.
- [11] 汪劲草. 成矿构造系列的类型划分与应用研究 [D]. 长沙: 中南大学, 2001: 40-51.

Formation Mechanism and Ore-Controlling Rules of the Folds in Laobao Pb – Zn Deposit, Guangxi

LI Wen-jie^{1,2}, LIANG Jin-cheng², LU Xiao-ping³, MENG Long-hua³

(1. Mineral Resources and Environment College, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China; 2. Department of Resources and Environmental Engineering, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China; 3. Team 271, Guangxi Geological Prospecting Bureau, Guilin 541000, China)

Abstract: Laobao Pb – Zn deposit mainly beds in the dolomite of the Doushantuo Group and in the silicalite of the Laobao Group, and is controlled both by strata and folds. The main fold in the mining area is a compound syncline, composed of two sub synclines and one sub anticline. Based on the tectonic, geometric and movement features, the analysis on the small structures and micro-structures and fabrics reveals that the formation mechanism of Laobao folding structure is the result of the longitudinal flexural folding, featuring by flexure-slide and flecure-flow folds. The Pb – Zn ore mainly exists in the decollement zones around the diversion areas and in the interformational gliding fracture zone in both wings within the fold.

Key words: Pb - Zn deposit; folding mechanism; petrofabric analysis ore-controlling; Laobao; Guangxi