

文章编号:0258-7106(2005)05-0501-07

云南金顶矿床矿体三维模型的建立及其研究意义*

修群业^{1,4},王军²,高兰¹,曹殿华¹,王安建³,刘俊来²,范世家¹,王高尚¹

(1 中国地质科学院矿产资源研究所,北京 100037; 2 中国地质大学,北京 100083;

3 中国地质科学院,北京 100037; 4 核工业北京地质研究院,北京 100029)

摘要 利用澳大利亚 Surpac 公司的三维立体制作软件将“金顶铅锌矿详细勘探地质报告”中的 318 个钻孔、14 多万个数据和 49 张勘探线剖面图等资料,首次做出了可从任意角度观察的金顶矿床矿体三维空间实体模型。铅锌矿体展示了穹隆状分布特征,(硬)石膏、天青石矿体在空间上展现了残余盐丘的某些特点,为盐丘破坏、油气逃逸形成超大型铅锌矿的模式提供了佐证。文章初步讨论了砂岩型矿体和灰岩角砾岩型矿体的关系。

关键词 地质学;三维模型;矿床地质;矿体;金顶矿床;云南

中图分类号: P628

文献标识码: A

滇西北兰坪县的金顶矿床为中国最大的超大型铅锌矿床(图 1),其储量在世界上也名列前茅。除铅锌矿外,在矿区不到 10 km² 的范围内尚有大型的(硬)石膏矿床和天青石矿床,以及中型的硫铁矿床。自从 20 世纪 60 年代它被发现以来,引起了广大地质工作者的极大兴趣,先后进行了大量的工作,提出了沉积-改造层控型(白嘉芬等,1985)、后生层控型(覃功炯等,1991)、同生沉积-沉积改造-后期幔源叠加(张乾,1991;1993;张乾等,2002)、同生沉积-卤水改造(叶庆同等,1992)、热水喷溢沉积(罗君烈等,1994)、陆相喷流(王江海等,1998)、壳幔复合成矿(尹汉辉等,1990)、幔柱成矿(黄朋等,1999)等众多的成矿模式。虽然经过了多年的研究,在铅、碳、氢、氧、硫等同位素成分和来源(王京彬等,1991;Hu et al., 1998;赵兴元,1989;刘家军等,2000;薛春纪等,2002a;2002b)、成矿流体包裹体的成分和盐度(温春齐等,1995;Zhang et al., 2000;徐启东等,2003),以及区域构造特征、成矿的大地构造背景演化等方面取得了许多成果(高广立,1989;1991;吴淦国等,1989;燕守勋等,1994;Kyle et al., 2002;Xue et al., 2004),但是到目前为止,对铅锌矿体空间上的形态、产状、分布,砂岩型矿体与灰岩角砾岩型矿体之间、铅锌矿矿体与(硬)石膏矿体、天青石矿体之间的关系还缺乏精确和形象的表述,尤其是铅锌矿体和

(硬)石膏、天青石等盐类矿体的三维立体形态还没有直观地展示在人们面前。矿体的形态是在不同的物理、化学条件下,地质、构造等综合作用的结果,矿体的形态、产状是矿床成因、构造作用等最重要的体现。为揭开金顶矿体的这层神秘面纱,笔者利用“金顶铅锌矿详细勘探地质报告”中的 318 个钻孔数据、49 张勘探线剖面图以及部分野外实际观测资料,通过与澳大利亚 Surpac 公司中国分公司的合作,制作出了金顶矿床的铅锌矿、(硬)石膏矿和天青石矿矿体的三维实体模型,进而为探讨 3 类主要矿体在空间上的分布特征、各类矿体之间的叠置关系,研究矿床的成因提供了重要证据。

1 软件选取与矿体三维实体模型的制作

1.1 软件选取及其优点

在比较了几个能够制作三维实体的软件后,笔者选取了 Surpac Minex Group 的 Surpac5.0-J,它有如下几个优点:①数据的开放性,可以兼容 dbf、access、excel 和 oracle、SQL 等的数据库,给数据录入工作带来极大的方便;②图形格式的兼容性好,可直接调用 Autocad, Datamine, Mintec, Vulcan, Mapgis, Arcinfo, Mapinfo 的图形及属性;③建立矿

* 本研究由科技部 973 项目(编号:2002CB412607)资助

第一作者简介:修群业,男,1961 年生,副研究员,博士,从事前寒武纪地质及矿床地球化学研究工作。Email: tjxqunye@cgs.gov.cn。

收稿日期 2005-03-25;改回日期 2005-04-27。张绮玲编辑。

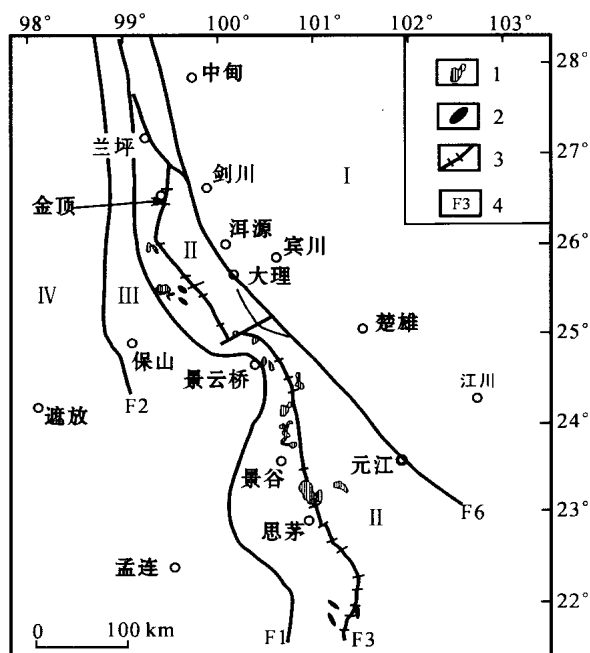


图1 兰坪盆地区域地质构造略图(据管焯等,2005)

1—花岗岩及碱性岩体;2—脉岩类;3—走滑断层;4—断裂带;
F1—澜沧江断裂带;F2—怒江断裂带;F3—中轴断裂带;F6—金沙江-哀牢山断裂带;I—扬子陆块;II—兰坪-思茅盆地;III—左贡-保山微陆块;IV—波密-腾冲微陆块

Fig.1 Regional geological-structural sketch map of Lanping basin(after Guan et al., 2005)

1—Granites and alkaline rocks; 2—Dyke; 3—Strike-slip fault; 4—Fault zones; F—Lancangjiang fault zone; F2—Nujiang fault zone; F3—The Central fault zone; F6—Jinshajiang-Ailaoshan fault zone; I—Yangtze landmass; II—Lanping-Simao basin; III—Zuogong-Baoshan micro-landmass; IV—Bomi-Tengchong micro-landmass

体实体模型工具的完备性,如在勘探线剖面之间可以添加曲线的控制线或控制点,所做实体模型更符合客观实际;④品位模型的丰富性,本软件所做实体模型可以以任意角度进行旋转、观察和按直线(或折线)切制矿体剖面图,对矿床成因研究和采矿设计非常有用;次级模块可变分级,还可以加入符合逻辑关系的约束条件来区分岩石和矿石。此外,它的另一大优点是易学、易懂。

1.2 数据处理

首先,把铅、锌和天青石含量等分析数据、钻孔口的坐标位置、钻孔所在的高程、测斜等14万多个数据进行数字化,输入3个独立的表格(如excel表),并进行校正;其次,利用Autocad或Mapinfo等把钻孔所在勘探线剖面的矿体形态矢量化;最后,把矿区地质地形图(本文为1:5000)数字化,确定好剖

面的坐标。需要指出的是,实体模型中的铅锌矿体是按照《中华人民共和国地质矿产部和冶金工业部铅锌矿勘探规范(1983)》圈定的,据边界品位和实地观测对原圈定矿体的形状略有改动;天青石和(硬)石膏矿体的圈定也依据了国家相应的规范。

矿体三维实体模型中,共使用勘探线剖面49条,钻孔318个,铅、锌、锑和(硬)石膏的化学分析等有关数据,因篇幅限制,不再详细列出。

1.3 矿体三维实体模型制作

本次建模把金顶矿床的矿体划分成3类4种。它们分别是:铅锌矿体(包含了硫铁矿矿体)、(硬)石膏矿体及天青石矿体三大类,其中,铅锌矿体又分作砂岩型与灰岩角砾岩型两种。

用Surpac5.0-J建立矿体实体模型的基本原则是:以各勘探线剖面为基准,分别将相邻剖面中同类型、相同容矿围岩和同编号的矿体连在一起。具体制作过程为:①先将各类数据导入Surpac5.0-J中,分别建立相应的数据库,把矿区地形图调入,并选好基线和边界,将各勘探线剖面准确定位;②将不同种类、不同编号的矿体分别赋予属性值;③将相邻剖面中属性、编号相同的矿体进行连接。当相邻同种矿体形状复杂、软件无法自动连接时,需加控制线及辅助点。当为独立矿体时,按地质上内插或外延的规则,使矿体向两端尖灭。④将各类矿体的实体模型以不同的颜色标识(背景还可以添加渲染色),并把矿区的地形资料、各钻孔的深度和测斜等数据调入,Surpac5.0-J即可自动合成。至此,矿体的实体建模工作即告完毕(图2)。

2 矿体三维模型地质意义及讨论

本文首次将金顶超大型铅锌矿的矿体用立体图示的方法表现出来,把地下数百米深度的矿体客观地展示在广大地质学家面前。这对解决矿床成因有重要的作用,从直观角度并联系野外实地观测可得出如下几点认识。

(1)从各个不同角度和剖面形态对三维实体模型进行观察可知,无论是(硬)石膏和天青石等盐类矿体,还是铅锌矿体(包括硫铁矿矿体),它们都呈一不完整(主要因断裂破坏或风化剥蚀)的穹隆状分布(见图2、图5)。该模型清晰地显示出各类矿体的空间关系,砂岩型矿体在上,为曲面状,分布广,似一蘑菇的顶盖(图2、图5);而灰岩角砾岩型矿体分布局

限,部分产于砂岩型矿体之下,多为不规则的脉状、透镜体状,构成蘑菇的根部(图 4);(硬)石膏和天青石矿体主要与灰岩角砾岩型矿体相伴产出,呈脉状、透镜体状,多分布于砂岩型矿体的下部。

(2) (硬)石膏和天青石等盐类矿体呈较完整的环形分布,矿体均分布于四周,环形的顶部已被破坏(图 3),可能因后期风化淋滤和剥蚀作用使顶部的盐类矿体消失,较深部位的盐类矿体得以保留而成。这一特征展示了其原始形态可能为一盐丘。鉴于该矿区大量沥青质的存在,对照滨里海地区的油气藏

形成规律与模式(Ul mishek , 2001) ,暗示着金顶矿床矿体的形成与盐丘破坏、油气逃逸作用有某种内在联系。

(3) 从图 4 可以明显地看出各类矿体在其下部的一定部位有一清楚的尾巴或根部,这也许就是矿液运移的通道位置,在剖面上也反映出相似的特征(图 5),通道的形状受近南北向断裂构造的控制。灰岩角砾岩型矿体远不如砂岩型矿体分布广,基本产于通道内,仅局部产在砂岩型矿体下面,两者紧密伴生。通道相中,主要是具有高渗透性的破碎的三合

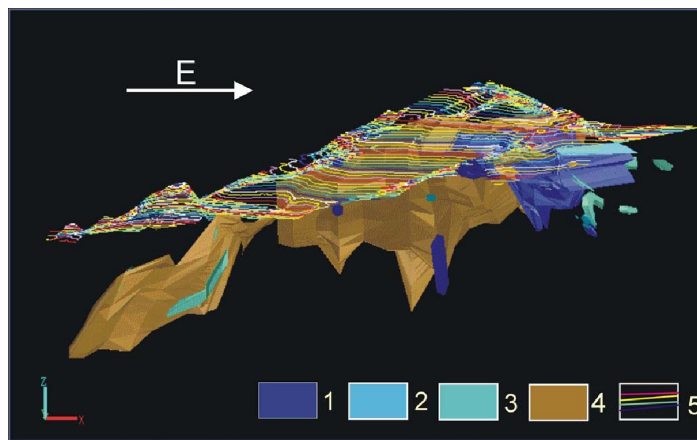


图 2 金顶矿体三维实体模型

1—灰岩角砾岩型铅锌矿体;2—天青石矿体;3—(硬)石膏矿体;4—砂岩型铅锌矿体;5—DTM 地形等高线

Fig.2 Three-dimensional model of orebodies in the Jinding deposit

1—Limestone breccia type lead zinc orebody; 2—Celestite orebody; 3—Gypsum/ anhydrite orebody; 4—Sandstone type orebody; 5—DTM topographic contour line

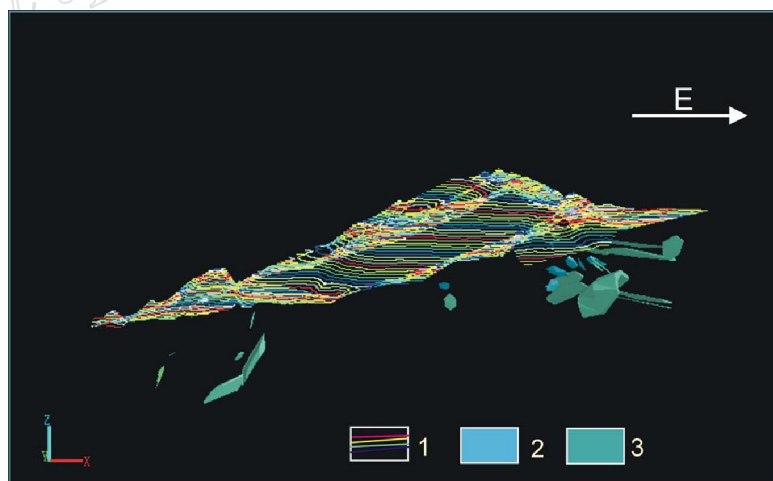


图 3 石膏和天青石矿体的空间分布

1—地形等高线;2—天青石矿体;3—(硬)石膏矿体

Fig.3 Spatial distribution of celestite and gypsum / anhydrite orebodies

1—Topographic contour line; 2—Celestite orebody; 3—Gypsum/ anhydrite orebody

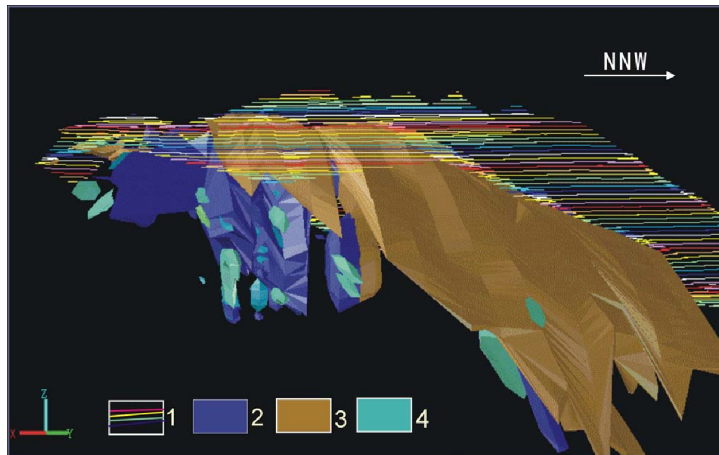


图4 金顶矿区砂岩型与灰岩角砾岩型矿体的关系图(矿体说明同图2)

Fig.4 Relationship between sandstone type and limestone breccia type orebodies in the Jinding deposit
1—Topographic contour line; 2—Limestone breccia type orebody; 3—Sandstone-type orebody; 4—Gypsum/anhydrite orebody

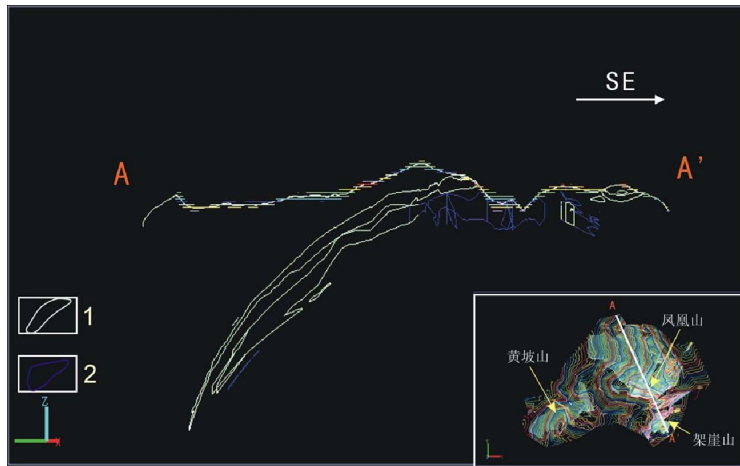


图5 剖面 A-A' 上呈穹窿状产生的砂岩型和灰岩型矿体

1—砂岩型矿体; 2—灰岩型矿体(右下角为剖面的位置)

Fig.5 Cross Section A-A' showing a dome of sandstone type and limestone type orebodies

1—Sandstone-type orebody; 2—Limestone type orebody (Lower right: location of the cross section)

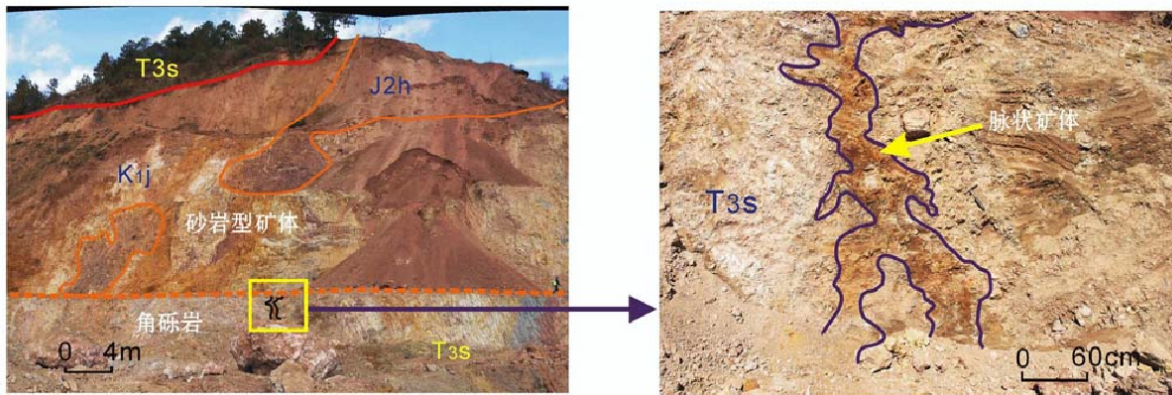


图6 通道相矿脉产状照片

T_{3s}—三合洞组灰岩; J_{2h}—花开左组紫红色砂岩; K_{1j}—景星组灰白色砂岩

Fig.6 Photos showing the outcrop of Pb-Zn veins and the relationship between sandstone type and limestone breccia type orebodies
T_{3s}—Limestone of Sanhedong Formation; J_{2h}—Reddish purple sandstone of Huakaizuo Formation; K_{1j}—Light gray sandstone of Jingxing Formation

洞组有机质灰岩,以及部分侵位角砾岩(高兰等, 2005a; 2005b)和灰岩岩块。这些暗示着它们之间与矿液渗滤、矿化富集作用有某种联系。

此外,本模型反映出的另一个问题是,矿体形成后,矿体局部遭受NW向正断层的破坏,使得矿体之间有相对滑动,但这并不影响穹隆的总体形态。这些断层的性质和构造意义,可能反映了本区新生代裂谷的情况。

(4) 野外实地观测证实了上述砂岩型矿体与灰岩角砾岩型矿体的成生关系。图6左边照片上部为砂岩型矿体,下部为含矿化脉体的灰岩角砾岩,两者之间为一不清晰的界面。通道相中灰岩角砾岩大小不等,直径一般15~70 cm,大的近20 m,棱角状。除矿化脉体外,富含沥青质、天青石脉,详见图6左边照片的下部。矿脉主要有红色和黄色两种,其成分为黄铁矿、赤铁矿、方铅矿、闪锌矿和碳酸盐类矿物。它们在灰岩角砾岩中总体呈陡倾斜的不规则脉状,脉宽多为5~30 cm(图6右),从下部的灰岩角砾岩中向上逐渐侵入到砂岩下部,形成上部的砂岩型矿体。

3 结 论

利用澳大利亚 Surpac 公司中国公司的 Surpac 5.0-J 三维制图软件,首次建立了金顶矿床矿体的三维模型。该实体模型显示出铅锌矿体的穹隆状分布和盐类矿体呈不完整盐丘状分布的特征。尽管在平面地质图中,铅锌矿体已有所显示(石膏和天青石矿体在当时的地表未出露),但矿体的三维模型比常规地质图中的矿体表达得更完整和生动,直观展示了砂岩型矿体和灰岩角砾岩型矿体的叠置关系,(硬)石膏、天青石矿体空间上展现了残余盐丘的某些特点。这些均暗示出金顶超大型铅锌矿床的形成与盐丘破坏、油气逃逸作用使成矿物质大量聚集等有某种天然的联系。如果这些认识得到证实,那么对金顶铅锌矿床成因的研究将产生重大影响。

致 谢 感谢澳大利亚 Surpac 公司中国分公司栾忠总经理、胡建明经理和赵立军工程师的通力合作。野外地质调查工作中,得到中国地质大学翟云峰硕士和金顶锌业公司秦兴耀高级工程师的大力支持;各类数据录入工作由刘红英、甄志宏完成,黄文辉对剖面图的数字化转换进行了大量工作,作者在

此一并表示衷心感谢。

References

- Bai J F, Wang C H and Na R X. 1985. Geological characteristics of the Jinding lead-zinc deposit in Yunnan with a special discussion on its genesis[J]. *Mineral Deposits*, 4(1): 1~9 (in Chinese with English abstract).
- Gao G L. 1989. Review of geological origin about Jinding lead-zinc ore deposit[J]. *Earth Science*, 14(5): 467~475 (in Chinese with English abstract).
- Gao G L. 1991. Formation and involved problems on anhydrite ore in Jinding lead-zinc ore area[J]. *Yunnan Geology*, 10(2): 191~206 (in Chinese with English abstract).
- Gao L, Wang A J, Liu J L, et al. 2005a. New progress in study of superlarge Jinding Pb-Zn deposit: Discovery of intrusive breccia and its geological implications[J]. *Mineral Deposits*, 24(4): 457~461 (in Chinese with English abstract).
- Gao L, Wang A J, Liu J L, et al. 2005b. Research on the Jinding giant deposit in Lanping County, north western Yunnan Province: Investigation of the petrology and stratigraphy in Jiayashan-Beichang ore block[J]. *Acta Geologica Sinica* (in Press).
- Guan Y, Wang A J, Cao D H, et al. 2005. Deep characteristics of the central fault zone and its significance in Lanping-Simaog Basin, western Yunnan Province[J]. *Acta Geologica Sinica* (in Press).
- Hu R Z, Turner G, Burnard P G, et al. 1998. Helium and argon isotopic geochemistry of Jinding superlarge Pb-Zn deposit[J]. *Science in China (Series D)*, 41(4): 442~448.
- Huang P, Tang J X and Gu X X. 1999. On the plume tectonics and metallogenesis-taking Lanping basin as an example[J]. *Yunnan Geology*, 18(4): 425~430 (in Chinese with English abstract).
- Kyle J R and Ning Li. 2002. Jinding: A giant Tertiary sandstone-hosted Zn-Pb deposit, Yunnan, China[J]. *Society of Economic Geologists*, (50): 9~16.
- Liu J J, Li C Y, Pan J Y, et al. 2000. Isotopic geochemistry of copper deposits in sandstone and shale of Lanping-Simaog basin, western Yunnan [J]. *Mineral Deposits*, 19(3): 223~234 (in Chinese with English abstract).
- Luo J L and Yang J Z. 1994. Evolution of Tethys, western Yunnan Province and its metallization of main deposits[M]. Beijing: Geol. Pub. House. 149~236 (in Chinese with English abstract).
- Qin G J and Zhu S Q. 1991. Genetic model and prospecting prediction of Jinding Lead-zinc ore deposit[J]. *Yunnan Geology*, 10(2): 115~190 (in Chinese with English abstract).
- Ulmishek G F. 2001. Petroleum geology resources of the North Caspian Basin, Kazakhstan and Russia[J]. *U.S. Geological Survey Bulletin* 2201-B, 1~25.
- Wang J B and Li C Y. 1991. REE geochemistry of Jinding superlarge Pb-Zn deposit[J]. *Geochimica*, 6(4): 359~365 (in Chinese with English abstract).

- Wang J H, Yan W, Chang X Y, et al. 1998. Continental hydrothermal sedimentation: A case study of the Yunnan area, China[M]. Beijing: Geol. Pub. House. 57 ~ 132 (in Chinese with English abstract).
- Wen C Q, Cai J M, Liu W Z, et al. 1995. Geochemical characteristics of the fluids in Jinding Pb-Zn deposit[J]. Minerals and Rocks, 15 (4): 78 ~ 84 (in Chinese with English abstract).
- Wu G G and Wu X D. 1989. A preliminary study on the tectonic evolution and the mineralization regularity of the Jinding lead-zinc deposit [J]. Earth Science, 14(5): 477 ~ 486 (in Chinese with English abstract).
- Xu Q D and Li J W. 2003. Migration of ore-forming fluids and its relation to zoning of mineralization in northern Lanping Cu-poly metallic area, Yunnan Province: Evidence from fluid inclusions and stable isotopes[J]. Mineral Deposits, 22(4): 366 ~ 376 (in Chinese with English abstract).
- Xue C J, Chen Y C, Yang J M, et al. 2002a. The CO₂-rich and hydrocarbon-bearing ore-forming fluid and their metallogenic role in the Lanping Pb-Zn-Ag-Cu orefield, northwestern Yunnan[J]. Acta Geologica Sinica, 76(2): 244 ~ 253 (in Chinese with English abstract).
- Xue C J, Chen Y C, Yang J M, et al. 2002b. Analysis of ore-forming background and tectonic system of Lanping basin, western Yunnan Province[J]. Mineral Deposits, 21(1): 36 ~ 44 (in Chinese with English abstract).
- Xue C J, Liu S W, Chen Y C, et al. 2004. Giant mineral deposits and their geodynamic setting in the Lanping Basin, Yunnan, China[J]. Acta Geologica Sinica, 78(2): 368 ~ 374.
- Yan S X, Li C Y, Zhou C X, et al. 1994. A preliminary study on the dome structure in the Jinding lead-zinc deposit with a discussion on some related problems[J]. Mineral Deposits, 13(2): 148 ~ 154 (in Chinese with English abstract).
- Ye Q T, Hu Y Z, Yang Y Q, et al. 1992. Regional geochemical background and gold, silver and lead-zinc mineralization in the Nujiang-Lancangjiang-Jinshajiang area[M]. Beijing: Geol. Pub. House. 160 ~ 279 (in Chinese with English abstract).
- Yin H H, Fan W M and Lin G. 1990. Deep processes and mantle-crust compound mineralization in the evolution of the Lanping-Simao Mesozoic-Cenozoic Diwa basin in western Yunnan, China[J]. Geotectonica et Metallogenia, 14(2): 113 ~ 124 (in Chinese).
- Zhang L S, Yu Q and Mou C L. 2000. Mantle source nature of ore fluids for the Jinding Pb-Zn deposit, Lanping, Yunnan[J]. Earth Science Frontiers, 7(Supp.): 419 ~ 420.
- Zhang Q. 1991. A study on genesis of Jinding Pb-Zn deposit in Yunnan Province[J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 6(2): 47 ~ 58 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Q. 1993. Pb isotopic composition of Jinding super-large Pb-Zn deposit in Yunnan Province and discussion on the source of lead[J]. Geology and Prospecting, 29(5): 21 ~ 28 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Q, Shao S X, Liu J J, et al. 2002. Lead isotopic composition and lead source of poly metallic deposits in the large ore-assembly district in the Lanping Basin[J]. Acta Mineralogica Sinica, 22(2): 147 ~ 154 (in Chinese with English abstract).
- Zhao X Y. 1989. Stable isotope geochemistry of the Jinding lead-zinc ore deposit, Yunnan[J]. Earth Science, 14(5): 495 ~ 502 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 白嘉芬, 王长怀, 纳荣仙. 1985. 云南金顶铅锌矿床地质特征及成因初探[J]. 矿床地质, 4(1): 1 ~ 9.
- 高广立. 1989. 论金顶铅锌矿床的地质问题[J]. 地球科学, 14(5): 467 ~ 475.
- 高广立. 1991. 金顶铅锌矿区硬石膏矿的形成及时代其所涉及的问题[J]. 云南地质, 10(2): 191 ~ 206.
- 高兰, 王安建, 刘俊来, 等. 2005a. 滇西北兰坪金顶超大型矿床研究新进展: 侵位角砾岩的发现及其地质意义[J]. 矿床地质, 24(4): 457 ~ 461.
- 高兰, 王安建, 刘俊来, 等. 2005b. 滇西北兰坪金顶超大型矿床研究: 架崖山-北厂矿段岩石地层观察[J]. 地质学报 (待刊).
- 管焯, 王安建, 曹殿华, 等. 2005. 滇西兰坪思茅盆地“中轴”断裂带的深部特征及其研究意义[J]. 地质学报 (待刊).
- 黄朋, 唐菊兴, 顾雪祥. 1999. 地幔柱构造与成矿作用-以兰坪盆地为例[J]. 云南地质, 18(4): 425 ~ 5430.
- 刘家军, 李朝阳, 潘家永, 等. 2000. 兰坪-思茅盆地砂页岩中铜矿床同位素地球化学[J]. 矿床地质, 19(3): 223 ~ 234.
- 罗君烈, 杨荆舟. 1994. 滇西特提斯的演化及主要金属矿床成矿作用[M]. 北京: 地质出版社. 149 ~ 236.
- 覃功炯, 朱上庆. 1991. 金顶铅锌矿床成因模式及找矿预测[J]. 云南地质, 10(2): 145 ~ 190.
- 王江海, 颜文, 常向阳, 等. 1998. 陆相热水沉积作用——以云南地区为例[M]. 北京: 地质出版社. 57 ~ 132.
- 王京彬, 李朝阳. 1991. 金顶超大型铅锌矿床 REE 地球化学研究[J]. 地球化学, 6(4): 359 ~ 365.
- 温春齐, 蔡建明, 刘文周, 等. 1995. 金顶铅锌矿床流体包裹体地球化学特征[J]. 矿物岩石, 15(4): 78 ~ 84.
- 吴淦国, 吴习东. 1989. 云南金顶铅锌矿床构造演化及矿化富集规律初探[J]. 地球科学, 14(5): 477 ~ 486.
- 徐启东, 李建威. 2003. 云南兰坪北部铜多金属矿化区成矿流体流动与矿化分带-流体包裹体和稳定同位素依据[J]. 矿床地质, 22(4): 365 ~ 376.
- 薛春纪, 陈毓川, 杨建民, 等. 2002a. 滇西北兰坪铅锌矿银铜矿田含烃富 CO₂ 成矿流体及其地质意义[J]. 地质学报, 76(2): 244 ~ 253.
- 薛春纪, 陈毓川, 杨建民, 等. 2002b. 滇西兰坪盆地构造体制和成矿背景分析[J]. 矿床地质, 21(1): 36 ~ 44.
- 燕守勋, 李朝阳, 周朝宪等. 1994. 金顶铅锌矿床穹隆构造成因及其相关问题探讨[J]. 矿床地质, 13(2): 148 ~ 154.
- 叶庆同, 胡云中, 杨岳清, 等. 1992. 三江地区区域地球化学背景和金银铅锌成矿作用[M]. 中华人民共和国地质矿产部地质专报 (四) 矿床与矿产 25 号. 北京: 地质出版社. 160 ~ 279.

- 尹汉辉, 范蔚茗, 林 舸. 1990. 云南兰坪-思茅地洼盆地演化的深部因素及幔-壳复合成矿作用[J]. 大地构造与成矿学, 4(2): 113 ~ 124.
- 张 乾. 1991. 云南金顶铅锌矿床成因研究[J]. 地质找矿论丛, 6(2): 47 ~ 58.
- 张 乾. 1993. 云南金顶超大型铅锌矿床的铅同位素组成及铅来源探讨[J]. 地质与勘探, 29(5): 21 ~ 28.
- 张 乾, 邵树勋, 刘家军, 等. 2002. 兰坪盆地大型矿集区多金属矿床的铅同位素组成及铅的来源[J]. 矿物学报, 22(2): 147 ~ 154.
- 赵兴元. 1989. 云南金顶铅锌矿床稳定同位素地球化学研究[J]. 地球科学, 14(5): 495 ~ 502.

Construction of a three-dimensional model for orebodies of Jinding deposit, Yunnan Province, and its significance in geological study

XIU Qun-ye^{1,4}, WANG Jun², GAO Lan¹, CAO Dian-hua¹, WANG An-jian³, LIU Jun-lai²,
FAN Shi-jia¹ and WANG Gao-shang¹

(1 Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 2 China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 3 Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;

4 Beijing Research Institute of Uranium Geology, Beijing 100029, China)

Abstract

Jinding deposit is located in the northern part of Lanping basin, western Yunnan Province. It has been studied for more than 20 years, and a lot of genetic models have been proposed, such as stratabound origin and mantle-crust compound mineralization. But there are not any models which can clearly illustrate spatial shapes of the orebodies. In order to build a three-dimensional model, the authors used more than 140000 data from 318 drill holes and geological sections along 49 exploration lines and employed Surpac software. The model can rotate at any angles and output any directional cross sections according to the purposes required. There are four types of orebodies in this model, i.e., gypsum/anhydrite, celestite, sandstone-type Pb-Zn ores and limestone breccia-type Pb-Zn ores. It displays clear spatial shapes of orebodies as well as their relationships. The sandstone-type lead-zinc orebodies occur as a mushroom-shaped dome, and are distributed in irregular layers at the top of the mushroom. The shapes of celestite and gypsum/anhydrite orebodies under the sandstone-type lead-zinc orebodies show certain characteristics related to a remnant salt dome. In addition, the limestone breccia-type orebodies occur as lenses and veins comprising the root of the mushroom, where they serve as the channels of metallogenic fluids. These phenomena offer some evidence for the genetic model of Jinding deposit, i.e., the mineralization of the Jinding giant zinc-lead deposit may be related to oil-gas escaping and salt dome splitting.

Key words: geology, three-dimensional model, mineral deposit, orebodies, Jinding deposit, Yunnan Province