

金顶铅锌矿床穹隆构造成因 及其相关问题探讨*

燕守勋 李朝阳 周朝宪

(中国科学院地球化学研究所矿床地球化学开放研究实验室, 贵阳)

杨 海 陈式房

(云南地矿局第三地质大队, 大理)

提 要: 依据大量地质事实, 本文论述了滇西兰坪盆地古新世自东向西的滑覆, 始新世末期自西向东的推覆, 首次提出了金顶穹隆构造成生于两期背斜的横跨式叠加的观点, 并论述了穹隆构造的控矿作用。

主题词: 滑覆 推覆 穹隆构造 叠加褶皱 超大型矿床

金顶矿床是我国最大的铅锌矿床, 也是典型的超大型矿床。它赋存在横断山中段、兰坪盆地北端、金顶穹隆构造中(图1)。对该穹隆构造目前有成矿前构造^①和成矿后构造^②^[1]的不同认识, 对其成因则无几探究。本文提出, 它是成矿后构造, 控制矿床形成并保存, 成生于两期背斜的“横跨式”叠加。下面围绕穹隆构造成因, 对相关问题依次探讨。

1 盆地演化

兰坪盆地是造就金顶矿床的场所, 该盆地是昌都—兰坪—思茅盆地的中段, 作为横断山式年轻造山带^[2]的一部分, 它们均经历了中三叠世至始新世的伸展裂陷和始新世末期喜山 I 幕褶皱造山作用。伸展裂陷作用发生在滇西古特提斯大洋聚合碰撞后形成的早三叠世古隆起背景上。在中三叠世, 沿两侧古特提斯大洋聚合带裂陷为海槽, 海槽中喷发拉斑玄武岩—碱性玄武岩系列火山岩, 其中, 澜沧江南段诺利期茫汇河组为标志大陆裂谷性质的“双峰式”火山岩^③; 中部由隆起渐沉降为陆表海; 侏罗纪经历海侵—海退旋回, 形成了上、下统红层和中统杂色层; 白垩纪时海水退至南部勐腊、江城一带, 形成了那里的海湾相, 并向北依次发育滨海平原、冲积平原相及两侧的洪、冲积相^[4], 各阶段有相带空间迁移; 古新世—始新世早—中期, 裂陷局限在盆地中部^[5], 沿近南北向断裂裂陷, 在南部形成了镇源、整懂、勐

* 博士后点基金与中国科学院矿床地球化学开放研究实验室联合资助课题中间成果
燕守勋, 男, 1961 年生, 博士后, 从事伸展构造及其与资源矿产的关系研究。邮政编码: 550002
1993-2-16 收到稿, 1993-5-4 修改回

① 云南第三地质大队, 1984, 云南兰坪县金顶铅锌矿详查勘探地质报告书及地质图(1:2000)

② 王京彬, 1991, 陆相热水沉积矿床初步研究。博士后研究论文之一, 第 2~38 页

③ 莫宣学、路凤香, 1990, 三江地区重要火山岩系及有关成矿作用(科研报告)

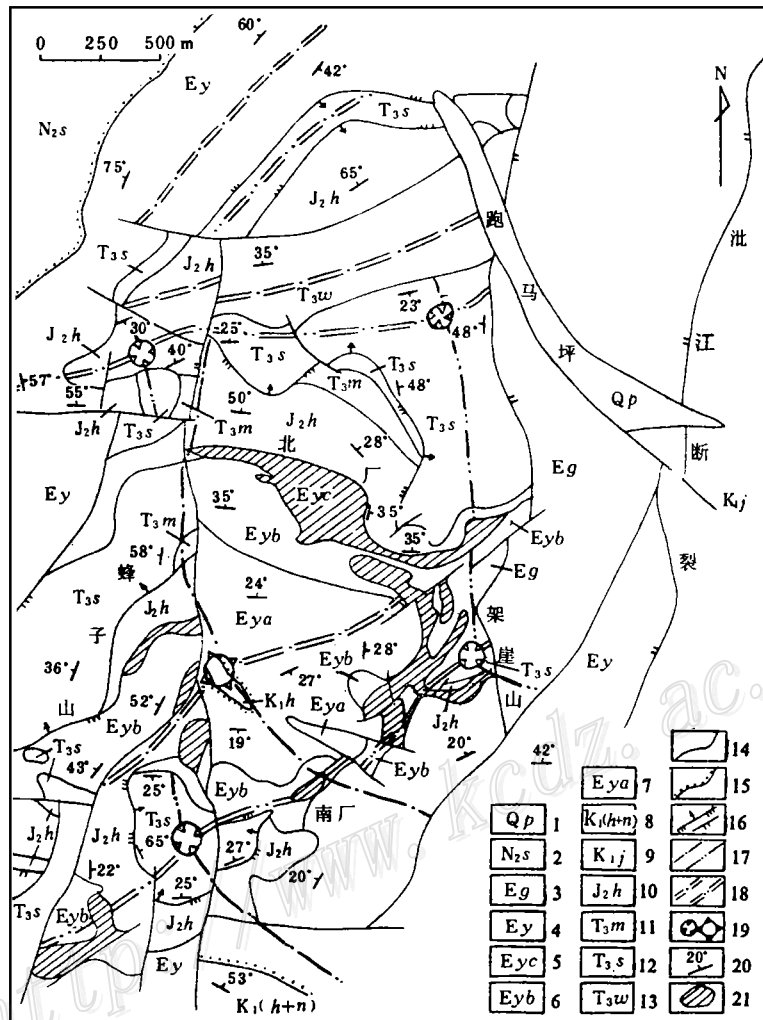


图1 金顶穹隆构造地质图

(据云南第三地质大队 1984 年勘探地质报告改编)

1—更新统; 2—上新统三营组; 3—始新统果郎组; 4~7—分别为古新统云龙组及其上、中、下段; 8~9—分别为下白垩统虎头寺组、南新组 and 景星组; 10—中侏罗统花开佐组; 11~13—分别为上三叠统麦初箐组、三合洞组和歪古村组; 14—地质界线; 15—不整合界线; 16—断层; 17—第一期背斜轴迹(单点)和向斜轴迹(双点); 18—第二期背斜轴迹(单点)和向斜轴迹(双点); 19—盆地和穹隆; 20—地层产状; 21—铅锌矿体

Fig. 1. Geological map of the Jinding dome structure.

1—Pleistocene; 2—Pliocene Sanying Formation; 3—Eocene Guolang Formation; 4~7—Paleocene Yunlong Formation and its upper, middle and lower members respectively; 8~9—Lower Cretaceous Hutousi Formation, Nanxin Formation and Jingxing Formation respectively; 10—Middle Jurassic Huakaizuo Formation; 11~13—Upper Triassic Maichuqing Formation, Sanhedong Formation and Waigucun Formation respectively; 14—Geological boundary; 15—Unconformity; 16—Fault; 17—1st stage anticlinal axial trace (Upper) and synclinal axial trace (lower); 18—2nd stage anticlinal axial trace (upper) and synclinal axial trace (lower); 19—Basin and dome; 20—Attitude of strata; 21—Lead-zinc orebody.

野井等沉积盆地,北部形成了兰坪-云龙盆地,金顶矿床即居其北端,沿东侧维西-乔后断裂陷形成近南北向盆地。这些盆地中沉积形成了云龙组(勐野井组)红色含盐系和下一中始新统果郎组红色碎屑岩,并发生了区域性滑覆,形成了滑混堆积。伸展裂陷期共形成了厚达2万余米的红层建造,地层间不存在明显角度不整合,以整合及平行不整合相接触,表明其间地壳以升降运动为主,不存在明显的褶皱运动。强烈的褶皱运动发生在始新世末,本次运动席卷整个滇西,使红层强烈褶皱,兰坪-思茅盆地结束演化。本次造山运动后,又发育了渐新世小型山间盆地,沉积形成了磨拉石建造;渐新世末期,红河断裂带等左行走滑^[6],形成了多个小型拉分盆地,其中沉积了上第三系褐煤建造;第四纪以来地壳强烈隆起,发育冰期及间冰期沉积,造就现代地貌轮廓。

在盆地的上述演化历史中,古新世的区域滑覆及始新世末期的推覆是与普遍发育于滇西的铅、锌、铜等多金属矿化密切相关的两次重大地质事件。

2 古新世区域性滑覆事件

沿兰坪-云龙古新世盆地东侧,南至白基阻山,北至河西,在长达80余公里,宽达20余公里的范围内,均发现以上三叠统三合洞组灰岩为主,少量上三叠统麦初箐组、歪古村组、挖鲁扒组和中侏罗统花开佐组、上白垩统景星组的外来体,叠置在白垩系和古新统之上。对其曾有推覆体^①和推覆-滑覆体^[1]的不同称谓。本文认为,它们不是推覆体,而是滑覆体。主要理由如下:①滑覆体发生在古新世,证据是滑覆体多落入古新世盆地内,与盐湖相红层混杂堆积,又往往被与云龙组连续沉积的、作为盆地收缩期形成的下一中始新统果郎组掩盖。例如,金顶矿区跑马坪矿段,滑入古新世盆地中的三合洞组灰岩大岩块,其上,又连续沉积了厚约300m的云龙组末期石膏层及始新统果郎组^[1]。正如前述,自中三叠世至始新世末期,兰坪盆地没有发生明显的褶皱运动,以升降运动为主,不存在推覆发生的动力条件;②滑覆体来自于东侧,即自东向西滑动,证据是:A.发育三合洞组碳酸盐岩建造的云龙开阔台地相带,处在德钦-兰坪-永平一线以东,以西为沉积磨拉石砂砾岩-河湖相细碎屑岩的兰坪-墨江开阔台地/河湖相带(图2)^②,这从根本上规定三合洞组灰岩不可能来自西侧;B.乔后盐矿中,多见古新统中有来自于东侧点苍山上的大理岩滑块;C.前期研究表明,滑覆体根带在东侧石钟山-苍山地区;中带在兰坪-云龙盆地东侧;兰坪-云龙盆地内为前缘带。后将述及,喜山I幕推覆运动自西向东,与滑覆运动方向恰相反。因而,这些外来体,都是形成在大陆拉伸体制下的滑覆体。

滑动经历了早期滑塌,晚期滑覆的演化历史,金顶矿区容矿岩系是典型代表。

金顶矿区容矿岩系是由原地盐湖相、滑塌-冲积相及外来滑覆体组成的混杂堆积。原地盐湖相为云龙组下段(Eya)含膏盐紫色泥质粉砂岩,厚约300m;滑塌-冲积相包括云龙组中段(Eyb)角砾岩相带和上段(Eyc)河口砂坝相^[1]。角砾岩相自北东向南西,岩性、岩相、厚度递变,北东部北厂矿段东部、架崖山矿段、跑马坪矿段发育无分选、无磨圆的大岩块、角砾岩混杂堆积;向南西岩块减少,以砂泥质岩夹角砾岩透镜体或薄层砂泥质与角砾

① 云南第三地质大队,1990,兰坪幅、马登幅区域地质调查报告(1:5万),219~225

② 王祖关主编,1991,云南岩相古地理图集及说明书(1:300万),第130~201页(打印稿)

岩互层为主, 层理渐清晰; 再向外围, 过渡为水平层理发育的湖相红色砂岩。岩层厚度也由北东部的 320 m 变为南部的 150 m。但相变规律自北东向南西, 反映出沉积时自北东向南西滑塌、冲积的特点。

上段河口砂坝相石英砂岩、含角砾石英砂岩, 与中段渐变过渡, 表现为 Eyc 下部发育层理清晰的细角砾岩, 向上变为砂岩。本层厚达 20~60 m。

外来系统由花开佐组杂色砂岩、粉砂岩 (600 m), 上三叠统麦初箐组泥岩、页岩 (140m), 三合洞组灰岩 (230m), 歪古村组紫红色泥岩、粉砂岩 (180m) 组成。其以残存的倒转褶皱的面貌覆盖在云龙组之上。

矿化发生在滑混堆积的各个部分中, 云龙组上段 (Eya) 中有 13 个小矿体 (架崖山), 花开佐组中有 9 个小矿体 (架崖山)。主要工业矿体都发育在云龙组中、下段 (Eyb、Eyc) 中, 而且, 具有极高的矿化度, 在不到 10 km² 范围内, 聚集了逾千万吨铅、锌金属量, 伴生石膏、天青石、黄铁矿、银、铊等, 也分别达到大型矿床规模。在与外围小型矿点如河西、兔子山等对比后, 我们认识到, 尽管金顶矿床与矿点之间存在着矿物组合上的相似性, 但是成矿条件相差甚大。要形成金顶式超大型矿床, 应具备类似于油气田的生、储、盖组合条件。金顶矿床具有完好的储、盖条件: 云龙组上段泥质粉砂岩和花开佐组泥岩都是十分理想的不透水层, 为聚矿隔挡层; 云龙组中段角砾岩和下段砂岩都是含钙质极高的良好透水层, 固结程度差, 十分有利于矿液的流动、充填和沉淀。那些小矿点都不具备完好的储、盖组合条件, 矿体往往发育在外来体与原地系统的界面上。

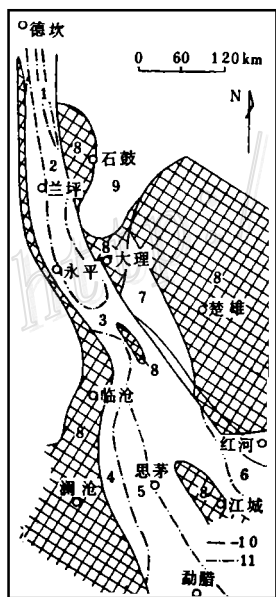


图 2 兰坪-思茅盆地晚三叠世卡尼期相带分布略图

(据王祖关, 1991)

1—德钦—维西凹陷台地相; 2—云龙开阔台地; 3—兰坪—墨江开阔台地相 (河流相); 4—云县小定西—景洪滨海陆屑滩相; 5—震东—勐腊凹陷台地相; 6—绿春潮坪相; 7—凹陷台地相; 8—隆起; 9—丽江—三江口沉积区; 10—断裂; 11—相带边界

Fig. 2. Schematic map showing distribution of Late Triassic Carnian sedimentary facies belts in Lanping-Simaao basin.

1—Deqin-Weixi depressed platform facies; 2—Yunlong open platform; 3—Lanping-Mojiang open platform facies (fluvial facies); 4—Xixidingxi (Yunxian County)-Jinghong littoral terrigenous detritus facies; 5—Zhendong-Mengla depressed platform facies; 6—Luchun tidal flat facies; 7—Depressed platform facies; 8—Uplift; 9—Lijiang-Sanjiangkou sedimentary province; 10—Fault; 11—Boundary of facies belt.

3 喜山 I 幕自西向东的推覆

对于喜山 I 幕推覆运动方向, 有东西对冲和自西向东推覆的不同认识。前者除依据前述白基阻山—河西的外来体外, 还依据景东—南华一带发育的倾向北东的逆断层及倒转褶皱^[7]。

本文认为,构造形迹的倒向是运动方向的辅助判据,因为在断坡处,因应力集中可形成反冲构造;平行层理的缩短作用,可使前冲与反冲构造同等发育^[8]。“弓箭法则”则是运动方向的确切判据^[8]。运用这一法则判别,并强调排除印支期构造形迹的干扰,以盆地内中生代红层中的推覆构造形迹为判别标志,结果得出自西向东推覆的结论:整个三江地区的构造形迹呈一十分明显的向北东凸出的弧形^[2],指示自南西向北东的推覆。这与强大的喜山 I 幕构造运动,起因于印度板块沿印度河—雅鲁藏布江缝合带与欧亚板块的碰撞作用这一客观事实相吻合。兰坪盆地从属于三江整体的构造格局,也发育了十分醒目的向东凸出的弧形构造^①。在澜沧江以东,南自白洋场,经河西—金顶,北至维西,弧形构造三分性明显:南段白洋场—金顶,构造线走向 NNE;金顶—河西为中段,这里恰处弧顶,构造线向东凸出;河西—维西为北段,构造线走向 NNW。卷入变形的地层为中生代红层,构造线主要为线状展布的褶皱及逆断层,也有正断层。金顶矿床、河西矿床等正处在弧顶部位,这部位应力集中,破裂发育,是推覆期再次矿化发生的有利位置,因而,小型铅、锌、铜矿化点十分发育。这一弧形控矿构造,确切指示着喜山 I 幕自西向东的推覆运动。

沿着这一弧形构造带,我们展开了为期三个月的野外实地调查,发现这一带的逆断层及倒转褶皱均以西倾为主,反冲构造不发育(图 3)。这也表明,河西—白基阻山的外来体,不是反冲推覆的产物。褶皱构造以开阔褶皱为主,西翼多陡,30°~65°;东翼多缓,15°~45°,也证明力源来自于西部。倒转褶皱见于玉龙山西侧以及雪邦山—圆顶山一带。例如,雪邦山—凤岩山倒转向斜,轴向 25°,两翼均向西倾,倾角 55°。在金顶矿区,本次褶皱为近南北向的开阔背、向斜构造,两翼倾角为 20°~58°(图 1)。

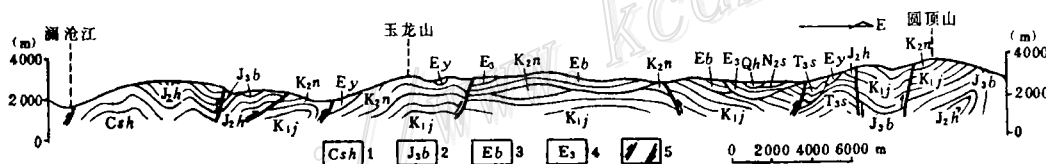


图 3 兰坪盆地澜沧江—圆顶山剖面示意图

(据 1:20 万兰坪幅, 1974 和 1:5 万兰坪幅, 1990 地质图编制)

1—石炭系石登群(上三叠统崔依比组?); 2—上侏罗统坝注路组; 3—始新统宝相寺组; 4—渐新统(?); 砾岩; 5—断层, 其它符号同图 1

Fig. 3. Schematic geological section of Lancangjiang-Yuandingshan in Lanping basin.

1—Carboniferous Shideng Group (Upper Triassic Cuiyibi Formation?); 2—Upper Jurassic Bazhulu Formation; 3—Eocene Baoliangsi Formation; 4—Oligocene(?) conglomerate; 5—Fault. Other symbols as for Fig. 1.

4 北东东向褶皱对近南北向褶皱的叠加作用

上新世末期,红河断层、哀牢山断层等右行走滑^[6],相伴北东东向挤压,从而形成了上新世三营组卷入的北东东向开阔褶皱构造。尽管这期构造形变强度较弱,但在图面上仍可恢复本

① 云南地矿局, 1974, 兰坪幅区域地质调查报告 (1:20 万); 1984, 维西幅区域地质调查报告 (1:20 万)

期褶皱轴迹(图1):在金顶矿区峰子山上,可直接观察发育在三合洞组灰岩之上的北东向断坡褶皱及断坪向斜;在剑川县马登乡石花坪石膏矿附近也多见发育在花开佐组和三合洞组之间的东西向逆断层及其中的褶皱构造;剑川乔后盐矿区也很发育。据逆冲构造结构面倒向初步判别,它们都是上新世末期自南向北推覆的产物。

北东东向褶皱,叠加在早期形成的近南北向褶皱之上,为轴迹近直交的“横跨式”叠加^[10],形成的金顶矿区四个盆地围绕中部一个穹隆的叠加构造格局(图1),这个穹隆即为金顶穹隆。显然其主要保持了强变形期的特点,因此,轴向近南北,长大于6 km。顶部地层较平缓,两翼较陡,往深处延伸更陡。穹隆核部出露下白垩统虎头寺组,外围为外来系统——其多保存在叠加盆地中,或沿向斜轴部分布。两者间为云龙组。

叠加褶皱不仅在区域性地质图件上多见,而且在金顶矿区西坡公路上,可直接见到北东向开阔圆筒状褶皱叠加在近南北向褶皱之上的现象。

5 穹隆构造的控矿作用

穹隆构造形成在上新世末期,恰是滇西进入高原隆起运动阶段。两相结合控制了矿床形成后的保存状况。

首先,穹隆构造与高原剥蚀作用,不仅造就了矿区尖顶—浑圆状中山地貌,也决定了矿体剥蚀程度的差异。穹隆核部剥蚀强度最大,已使下白垩统虎头寺组露出地表矿体呈不规则环状穹隆核部分布。在北厂矿段,矿体EW走向,向北倾斜;在架崖山矿段,矿体近SN走向,向东倾斜。矿区东高西低,使地下水在外来系统(上隔水层)与云龙组上段(Eya)(下隔水层)的阻挡下,沿云龙组中、下段(Eyb、Eyc)透水层自东向西流动,从而使架崖山矿段、北厂矿段东部矿体剥蚀殆尽,西部北厂矿段、峰子山矿段等剥蚀强度小得多。

再则,穹隆构造与高原隆升结合,使矿体易于发现并适于露天开采。由于表生作用,形成了矿体氧化分带,垂向上可划出四个亚带^[9]。矿石中,碳酸盐被大量淋失,使铅锌等次生富集,形成了规模巨大的氧化—次生富集带,地表有壮观的铁帽。这使矿体易于发现并适于露天开采,金顶矿区一半以上矿石可露天开采。

最后,如果金顶矿床保存在向斜叠加形成的盆地构造中,就不易被发现,因此应当注意研究开拓叠加盆地或背、向斜叠加形成的鞍型构造中金顶式超大型矿床找矿远景的可能性。

6 结 语

本文结论如下:

(1) 自东向西的区域性滑覆事件是兰坪盆地古新世重大地质事件之一,滑覆的区域动力可能也是发育巨厚红层的兰坪盆地内铅、锌、铜等多金属热液矿化的动力;高孔隙度、低固结度、高钙质的滑塌——冲积物和具有盖层作用的滑覆体的“储、盖”组合条件,是形成金顶式超大型矿床的重要因素。

(2) 喜山I幕自西向东的推覆运动,可能是含多金属的热液再次矿化的又一动力。本次运动形成的弧形构造顶端、背斜核部、逆断层带等,都是矿化发生的良好部位。

(3) 上新世末期自南向北的推覆作用所形成的构造形迹对始新世末期自西向东推覆形成的构造形迹的叠加作用, 形成了叠加构造格局。金顶穹隆构造恰是这两期背斜相叠加的产物。其主要控制了矿床形成后的保存状况, 与高原隆升一起, 使矿体遭受强烈剥蚀, 易于发现并适于露天开采。

(4) 今后, 应注意研究叠加盆地或鞍型构造中找寻金顶式超大型矿床的可能性。

衷心感谢裘愉卓研究员, 范承钧、罗君烈和彭兴阶总工程师, 沙绍礼、沈秋伟工程师在工作中所给予的热忱帮助。

参 考 文 献

- 1 覃功炯, 朱上庆. 金顶铅锌矿床成因模式及找矿预测. 云南地质, 1991, 10 (2): 145~190
- 2 陈炳蔚, 李永森, 曲景川等. 三江地区主要大地构造问题及其与成矿的关系. 北京: 地质出版社, 1991. 6~12、47~91
- 3 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1990. 222~255
- 4 云南地质矿产局, 成都地质矿产研究所, 成都地质学院. 云南思茅盐矿地质. 北京: 地质出版社, 1987. 42~83
- 5 尹汉辉, 范蔚若, 林炯等. 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. 大地构造与成矿学, 1990, 14 (2): 113~124
- 6 钟大赉, P Tapponnier, 吴海威等. 大型走滑断层—碰撞后陆内变形的重要形式. 科学通报, 1989, (7): 526~529
- 7 钟嘉猷. 滇西地区构造变形特征. 地质科学, 1992, (增刊): 50~59
- 8 N B 伍德华, S E 博耶, J 萨普. 平衡地质剖面. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991. 44~56
- 9 王强, 倪宗仁, 蒋胥贤. 兰坪金顶铅锌矿的氧化带特征. 云南地质, 1983, 2 (1): 65~73
- 10 Ramsay J G. Folding and fracturing of rocks. Mc Graw-Hill, New York. 1967.

A PRELIMINARY STUDY ON THE GENESIS OF THE DOME STRUCTURE IN THE JINDING LEAD-ZINC DEPOSIT WITH A DISCUSSION ON SOME RELATED PROBLEMS

Yan Shouxun, Li Chaoyang and Zhou Chaoxian

(Open Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry,
Academia Sinica, Guiyang 550002)

Yang Hai, Chen Shifang

(No. 3 Geological Party, Yunnan Bureau of Geology and Mineral Resources, Dali 671000)

Key words: gliding nappe, thrusting nappe, dome structure, superimposed fold, supergiant lead-zinc deposit

Abstract

The formation of gliding nappes some 80km in length and 20km in width was one of the important geological events that took place in Lanping basin in Paleocene. At the end of Eocene, a great red bed fold system was formed by thrusting from west to east, which covered the whole western Yunnan. Both

(下转接第185页 to be continued on p.185)

3.2 识别速度快

训练好的神经网络在进行模式识别时仅需作少量的加法和乘法，因此识别速度快。

有鉴于此，可以预料，随着人工神经网络理论的进一步发展，可望开辟地质体识别的新途径。

THE APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK TO THE PROGNOSIS OF POLYMETALLIC DEPOSITS

Cai Yudong, Yang Bin and Shun Hong

(Shanghai Institute of Metallurgy, Academia Sinica, Shanghai 200050)

Key words: prognoses of polymetallic deposit, self-organizing artificial neural network, T. Kohonen model

Abstract

The T. Kohonen model, one of the typical artificial neural network, was applied to the prognosis of 44 gossans in southeastern Hubei, with the rate of success reaching 100%. The results show that the neural network approach is quite satisfactory and hence might serve as an effective technique for prognosis of polymetallic deposits.

(上接第154页 Continued from p. 154)

gliding and thrusting served as driving forces for such mineralizations as copper, lead, and zinc in the red bed. The combination of the ore-hosting high-porosity olistostrome-alluvium capping bed with the nonpermeable allochthon constituted an important factor for the formation of Jinding type supergiant lead-zinc deposits. The normal faults formed at the stretching stage, the anticlines formed at the napping stage, the top parts of the arc structures convex eastward, and the reversed faults are all positions favorable for mineralization. The superimposed structures were formed by superimposition of the Pliocene structures thrusting from south to north upon the Eocene thrusting ones, and the Jinding dome was formed by cross superimposition of anticlines of these two stages.

The preservation of the ore deposits has been mainly conditioned by both the Jinding dome and the plateau uplifting. In future, attention should be paid to the possibility of seeking for Jinding type supergiant deposits in the superimposed basin and the saddle structure.