

墨江金矿矿体分布规律、控矿因素及深部找矿方向探讨

李光明, 刘铁兵, 邹为雷, 曾庆栋, 张连昌

(中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029)

[摘 要] 根据对墨江金矿成矿基本地质特征和成矿规律的综合研究, 阐述了矿体分布与定位规律, 查明了含矿岩系—断裂构造—褶皱系—岩体构造对矿体生成、演化与就位的制约, 建立了成矿预测模型, 指出了该矿山深部的找矿方向。

[关键词] 矿体分布规律 控矿因素 找矿方向 墨江金矿

[中图分类号] P618.51 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2001)01-0055-05

墨江金厂金矿目前是云南省最大的金矿。自 80 年代以来, 全国多家科研单位在该区开展了科研工作, 对金厂金矿的控矿规律^[1,5,8,15]、矿床成因^[3,6,11,14,18,20]、成因矿物学^[2,4,16,19]和控矿构造^[7,13]、矿床地质及矿床地球化学^[9,12,17,22]方面做了较为系统的工作, 但较少涉及成矿预测, 只有少数研究者对墨江金厂金矿的深部及外围的成矿预测方面进行了研究^[21]。本文侧重于对该矿床的矿体分布规律、矿体定位因素、定位规律进行探索, 建立矿体定位预测模型, 进而对其深部找矿方向进行探讨。

1 矿区地质

云南墨江金厂金矿地处哀牢山构造带内, 该构造带位于扬子板块与三江褶皱系之间。哀牢山构造带北西—南东向延伸, 其北西段收敛, 向南东呈帚状撒开。呈 NW-SE 走向的、近于平行分布的红河、哀牢山和九甲—墨江 3 条断裂带构成其基本构造格局。3 条深大断裂带把哀牢山构造带分为两个亚带: 深变质带和浅变质岩带。现已发现的金矿床主要产于哀牢山浅变质岩带中(图 1a)。

金厂金矿位于哀牢山构造带九甲—安定大断裂的东侧浅变质岩系。矿区出露地层为古生界哀牢山浅变质岩系、上三叠统红层及第四系残坡积物。浅变质岩系中的硅质岩 Sm-Nd 等时线年龄为 $(359 \pm 21)\text{Ma}$ 、Rb-Sr 等时线年龄为 $(358.02 \pm 0.3)\text{Ma}$, 属于上泥盆统, 分为 3 个岩性段, 自下而上分别为烂山段、四十八两山段及马乎洞段, 其中烂山段中下部的硅质岩为主要的矿化围岩, 上部为深灰色薄—中厚层状变余泥质粉砂岩, 中下部以深灰色黄铁矿化硅质岩为主, 系蛇绿岩套的组成部分, 形成于半深海

环境; 四十八两山段主要为灰黑色薄层状微晶灰岩和灰黑板岩夹变余粉砂岩, 马乎洞段主要为紫灰色叶片状钙质板岩、灰黑板岩夹变余粉砂岩, 各岩性段间为整合接触, 并因构造作用而构成倒转的单斜构造, 并逆冲推覆于三叠系地层之上(图 1b)。

矿区内岩浆岩主要为金厂超基性岩体, 为长 16 km、宽 1.3 km~2 km 的岩墙, 平面上呈南北向反“S”形展布, 多被断裂切割为规模不等的透镜体, 岩性主要有斜辉橄榄岩、斜辉辉橄岩。岩体与围岩无热接触变质作用, 岩体本身存在强烈的蚀变作用, 表现为强烈的蛇纹石化、滑石化、菱镁矿化及石棉化等。据岩体地质地球化学研究表明^[19], 金厂岩体在整个哀牢山蛇绿岩序列中相当于中下部的变质橄榄岩和蛇绿混杂堆积岩, 时代属于早海西期^[23], 相当于哀牢山古特提斯小洋盆扩张早期裂谷阶段的产物^[10]。其次为辉绿岩、煌斑岩、花岗斑岩类等, 花岗斑岩脉为燕山早期产物, 而煌斑岩属喜山期^[19]。这些脉岩主要沿 NWW 向的断裂分布, 与围岩有热接触蚀变现象。

矿区构造以断裂构造为主, 其次为褶皱构造。九甲—安定断裂为矿区的主干断裂, 总体走向为 NNW—SSE, 倾向 NEE, 倾角 $50^\circ \sim 80^\circ$, 平面上呈反“S”形, 次级断裂为近 EW 向、NNW 向和 NNE 向, 其中产出含金石英脉。褶皱构造有金厂倒转背斜和烂山背斜。

矿区呈北西—南东向展布, 长约 3.2 km, 宽约 500 m, 从北至南依次分为四十八两山、老金牛、烂山、滴水坎和猫鼻梁子 5 个矿段。金厂金矿的矿体主要赋存于金厂超基性岩体以西的浅变质岩系中, 围岩蚀变强烈, 主要有硅化、黄铁矿化、铬水云母化等, 矿石类型以石英脉型(Ⅰ型)和含金石英细脉及硅质岩的混合型(Ⅱ型)为主, 其次有含金滑石型、次

[收稿日期] 2000-11-20; [修定日期] 2000-12-01; [责任编辑] 曲丽莉。

[基金项目] 受云南省省院科技合作项目(YK98008-3)资助。

中科院贵阳地化所. 墨江金矿深部及外围成矿预测的地质地球化学研究总结报告, 2000。

生淋滤型、伴生型等,现已查明 158 个金矿体,其中含金石英脉型矿体 75 个,混合型矿体 83 个。含金石英脉成群出现、雁行排列,长数十米—数百米,混

合型矿体多呈似层状、透镜状,矿石中的硫化物以黄铁矿化为主。金以自然金和银金矿产出。

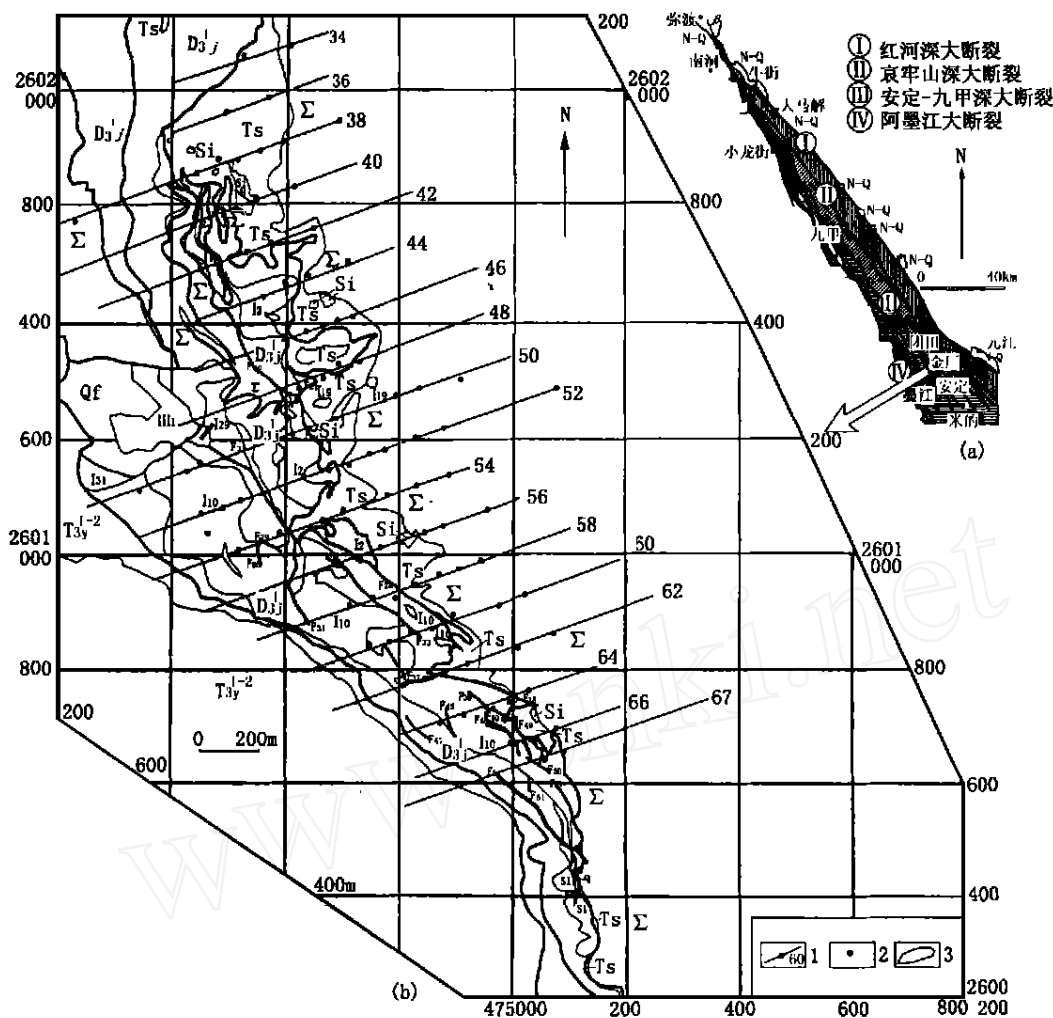


图 1 墨江金矿区区域地质(a)与矿区地质(b)简图
(据武警黄金十三支队 1982 年资料简化)

Qf—人工废渣堆;T_{3y}¹⁻²—上三叠统一碗水组下段中部;T_{3y}¹⁻¹—上三叠统一碗水组下段下部;D_{3j}²—上泥盆统金厂组烂山段;
D_{3j}¹—上泥盆统金厂组四十八两山段;Σ—超基性岩;β₁—基性岩脉;χ—煌斑岩;γ₁—花岗斑岩脉;Ts—滑石片岩;Si—硅质岩;
F₅₄—断层; 10—矿体类型及编号;1—勘探线号;2—已施工钻孔;3—已探明矿体

2 矿体分布规律

2.1 矿体在平面上的分布特征

从四十八两山矿段到平坡矿段,矿体在平面上呈右行排列,与区域上超基性岩的展布、矿区内 NW 向断裂的排列样式相一致;矿体在平面上的整体走向表现为猫鼻梁子矿段基本为东西向;平坡矿段矿体在南部整体近南北,而北部为近 310°;烂山矿段 10 矿体走向 305°,沿走向上膨缩现象非常明显,并由 5 个较厚大的矿体呈串珠状产出,沿走向大约相距 50m 出现一次膨缩,膨大部位从南东到北西分别长 270 m、220 m、110 m、190 m;老金牛矿段的矿体走

向 336°,同样相距 50 m 出现一次膨缩,膨大部位从南东到北西分别为 160 m、70 m、95 m(图 1b);四十八两山矿段矿体走向 325°,并在平面上表现为分枝复合;在平面上 型矿体只在四十八两山矿段出露,而其他矿段中的 型矿体均为隐伏矿体;在烂山背斜核部主要产出 型矿体,而 型矿体均分布于两翼,并且在背斜核部产出的矿体较厚大,其储量占矿区的 60%以上。

2.2 矿体在垂向上的分布特征

含金石英脉型(型)金矿体主营分布于四十八两山矿段和猫鼻梁子矿段,另外在老金牛—平坡矿段的深部出现,而 型矿体主要分布于烂山背斜的

核部及其两侧的老金牛和平坡矿段;猫鼻梁子矿段的石英脉矿体群呈走向近 EW 向、呈雁行排列(图 2),矿体整体向 NNE 方向侧伏,四十八两山矿段的石英脉矿体在剖面上也呈雁行式排列(图 3),在地

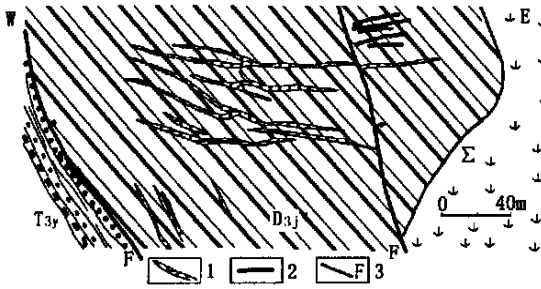


图 2 猫鼻梁子矿段含金石英脉分布
(据武警黄金十三支队 1982 年资料简化)

T_{3y}—三叠系;D_{3j}—上泥盆统金厂组;Σ—超基性岩;1—石英脉;2—石英细脉;3—断层

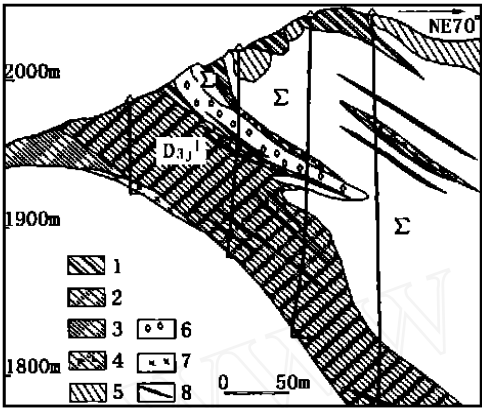


图 3 四十八两山矿段 39 线剖面图
(据武警黄金十三支队 1982 年资料简化)

D_{3j}¹- 上泥盆统金厂组;Σ- 超基性岩;1- 硅质岩;2- 硅化板岩;3- 绿泥片岩;4- 铬盆云母黄铁矿化板岩;5- 滑石片岩;6- 菱镁岩;7- 基性岩脉;8- 石英脉矿体

表只出露 1、2 矿体,而其他矿体均为隐伏矿体,该矿段的矿体向 NW 向侧伏,侧伏角约 60°;在 39 - 62 线间,总体上是近地表或浅部为 型矿体, 型矿体产于深部。在 型和 型矿体之间一般均有一个无矿间隔,从 60 m~225 m 不等,平均约 150 m,有时该转换带上出现镍矿体; 型矿体主要产于硅质岩、变余粉砂岩中,金矿体一般为穿层产出,特别是矿体的膨大部位,而整体上矿体的产状受含矿岩系产状的制约; 型矿体中,石英脉的产状与矿体产出呈斜交关系,即脉体在矿体中呈雁行式排列,但脉带长轴方向与矿体走向是一致的; 型金矿体的金品位富集部位由所夹石英脉位置、分布、形态的制约,由于富金石英脉近东西向组发育,所以金矿体中的富集带也多呈近东西向,少数呈北西或北东向;金矿体分布于超基性岩体的围岩中,多数分布于外接触

带 200 m~400 m 的范围内;矿体产于岩体、岩舌所夹持围岩部位时,矿体较富,出现的矿体数较多,矿体较厚大,而且矿体中的石英脉所占比例可达 60 %,靠近岩体时石英脉数为 30 %~60 %,而远离岩体时所占比例小于 5 % ;墨江金矿区所探明的矿体,无论在平面上或是在剖面上均表现为矿体厚度虽较大,但沿走向延伸均较小的特点。

3 矿化分带性

墨江金厂金矿具有明显的矿化分带性,具体表现为,在地表部分矿化为浸染状,矿石主要为硅质岩的浸染状矿化间夹石英细脉状矿化,往深部为硅质岩中的石英网脉状矿化,以上构成墨江金矿的混合型矿石。而在深部,矿化主要表现为石英脉,如猫鼻梁子矿段、烂山矿段深部(图 4)。

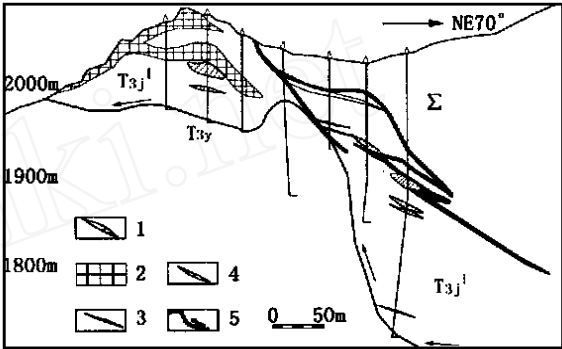


图 4 墨江金矿 58 线剖面图
(据武警黄金十三支队 1982 年资料简化)

T_{3y}- 三叠系地层;D_{3j}¹- 上泥盆统金厂组;Σ- 超基性岩;1 - 花岗岩;2- 混合型矿体;3- 石英脉型矿体;4- 镍矿体;5- 逆冲断层

4 矿体定位的控制因素

查明矿体定位的控制因素是成矿预测的关键,通过我们的工作,认为以下几点是墨江金矿矿体成生、演化、最后定位的制约因素。

4.1 金厂组硅质岩、碳质砂板岩及其片理化带

墨江金矿的矿体基本产于金厂组烂山段的硅质岩及碳质砂板岩中,硅质岩为热水沉积产物^[22],基本上表现为碎裂岩化、角砾岩化和透镜化,而碳质砂板岩在矿区的北部,即四十八两山矿段,片理化强烈,构成片理化带,而且从北到南,碳质含量减少,硅质成分增多。因此,在矿区的南部,碎裂岩化比较明显,而北部主要表现为片理化带。矿区北部的片理化带控制了四十八两山矿段含金石英脉的产出,而

武警黄金 00533 部队. 云南墨江金矿详细勘探报告,1982。

矿区南部碎裂岩化的硅质岩中主要赋存细脉、网脉状与浸染状(型)矿体和穿层石英脉矿体。

4.2 断裂构造及其控矿序列

1) 九甲—安定断裂 九甲—安定断裂为区域性的深大断裂,呈北西—南东向延伸,断裂的东侧浅变质岩系,而西侧为上三叠统,该断裂内超基性岩呈右阶式雁行展布。断裂活动早期表现为左行走滑特征,而后期具右行及逆冲推覆特征,且具多期、多阶段活动的特点。为该区的一级控岩控矿构造。

2) 北西向构造组 该断裂组直接控制着岩浆活动和矿床的形成,具有多期活动的特点。系九甲—安定断裂的派生断裂构造,该组断裂均发育于金厂逆冲推覆构造的上盘,未见穿切于三叠系地层中。早期表现为张性特征,使硅质岩及砂板岩碎裂化;晚期表现为压扭性特征。该期断裂控制了矿体的基本展布方式。

3) 近东西向构造组 该组断裂走向近东西向,断面多北倾,少数南倾,倾角 $50^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。该组断裂密集区,含金石英脉带发育;在东西向断裂与北西向断裂的交汇处即是型矿体的富矿带部位,该组断裂控制了矿区的富矿带展布。

4) 金厂逆冲推覆构造 金厂逆冲推覆构造走向北北西向,总体与区域构造线相一致。该构造对区内矿体的最后定位起到了决定性的作用。

该断裂将金厂组、超基性岩体推覆于三叠系红层之上,局部使超基性岩体以“冷侵位”的形式挤入红层之中。断层走向呈波状弯曲,断面倾向北东东,倾角多为 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$,局部可达 80° 。该断裂的持续发展,使矿区内发育近南北向的褶皱和断裂组(其中充填晚期无金石英脉),从而使红层以构造窗的形式出露于烂山—老金牛附近,该断层的断坪部位控制着区内的主要金矿体,而断坡部位有镍矿体的产出(图4)。该逆冲推覆构造的发生使早期的北西向断裂复活,并表现出压扭性的特征,其中发育断层泥、构造透镜体,并表现为破坏矿体的特点。总之,区内断裂构造复杂,是多期、多阶段发展的产物。

4.3 褶皱构造系

1) 金厂同斜破背斜 金厂同斜破背斜轴线走向 $330^{\circ}\sim 340^{\circ}$,其东翼倾向北东,倾角 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$,西翼地层倒转,倾向北东,倾角 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。该背斜核部由金厂超基性岩体及金厂组地层组成。背斜西翼的烂山段为矿区主要的含矿系,而在背斜东翼的相应层位也应是重要的潜在成矿层位。

2) 烂山背斜 烂山背斜轴近东西向,向金厂岩体方向倾伏,倾伏方向为 $100^{\circ}\sim 35^{\circ}$,两翼倾角为 $55^{\circ}\sim 65^{\circ}$,向西被金厂逆冲断裂所切。倾没端及北翼有石英脉充填。烂山背斜主要控制了矿区内矿体的总体分布。在背斜轴部主要为I型矿体,矿体厚大,品位低;而在两翼及深部为石英脉型矿体。

4.4 金厂岩体构造

金厂岩体沿九甲—安定深大断裂分布,平面上呈反“S”形展布,岩体与围岩呈不规则状接触,平面上接触界线弯曲多变,并见有多条岩枝侵位于浅变质岩系中,在剖面上则呈舌状、岩枝状插入金厂组中,形成嵌入体。岩体经长期侵蚀,盖层被剥蚀,局部可见残留顶垂体。

金矿区主要产于岩体反“S”形转折膨大部位,而且在岩枝与岩体所挟持的部位则控制了厚大矿体的产出,如烂山及老金牛矿段,在这些部位,单位面积内所产出的矿体较多。综上所述,墨江金厂金矿的形成和最后定位受地层、构造、岩体三大要素的制约。

5 找矿方向探讨

5.1 成矿过程和成矿模型

金厂金矿是多期、多阶段成矿作用的产物。其成矿过程为海西期,洋盆裂解,洋中脊喷涌超基性岩,与之配套形成热水硅质岩和顺层的石英脉,其中产出贫金矿体,随后在聚敛的构造背景下金厂超基性岩体构造侵位于上覆浅变质岩系中,海西晚期—燕山期,深部含矿流体沿超基性岩体侵位过程中形成的裂隙系统向上迁移和沉淀,对早期的含金硅质岩叠加、改造,使硅从硅质岩中析出形成富金石英脉及混合型矿体,而喜山期形成晚期的贫金石英脉系统^[9]。在此过程中形成的硅质岩系、断裂系、褶皱系和岩体构造等控制了矿区内矿体的空间展布和定位以及矿化分带、金镍矿体的共生与分离。根据矿体在平、剖面上的分布规律、矿化分带、矿体就位的制约因素可以建立用于该矿床的成矿模型(图5)。

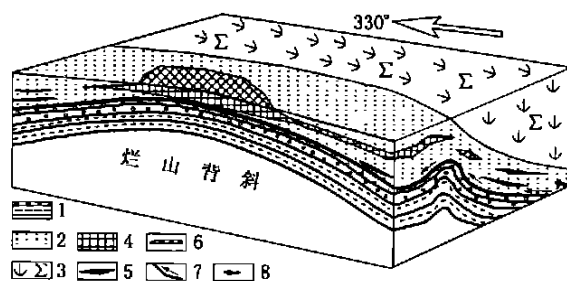


图5 墨江金矿成矿模型示意图

1—三叠系地层;2—烂山段;3—超基性岩;4—混合型矿体;5—石英脉型矿体;6—镍矿体;7—逆冲断层;8—流体流动方向

5.2 深部找矿方向探讨

通过以上分析,认为在墨江金矿深部仍有较大的找矿潜力,主要是在烂山背斜的两翼,即34~48线间和53~67线间的深部。

34~48线位于烂山背斜的北东翼、金厂岩体呈反“S”形从北西向向北东向的转折部位,出露地层为金厂组的烂山段和四十八两山段。该区段有两个超基性岩枝“侵入”于烂山段和四十八两山段中,并向北一直延伸过元宝山及三棵桩山口,而烂山段中的

硅质岩在该段中均有出露。该区段在 48 ~ 40 线间浅部主要为 型矿体,而深部有 型矿体的产出,39 ~ 32 线间为 型矿体的产出区间,为 型和 型矿体的转换带,其中岩枝构造发育。

53 ~ 67 线位于烂山背斜的南西翼,金厂逆冲推覆构造所形成的断坡和断坪在该区段较为发育,而该断层的断坪部位控制着烂山和平坡矿段主要金矿体的产出,在以往的勘探工作中大部分只进行了上部断坪部分的勘探,而深部的断坪部分的矿体只有零星钻孔的控制。该区段浅部主要产出 型矿体,而只在部分勘探线的深部出现 型矿体。

总之,上述两区段成矿地质条件较好、矿化较强,深部的找矿潜力较大,因此认为是矿山增储、今后进一步勘探的有利地段。

6 结论

根据上述对矿体在平、剖面上的分布、矿体就位、的控制因素等方面的综合分析,得出如下几点初步认识:

1) 矿体在平面上呈右行排列,沿走向上膨缩现象非常明显,剖面上,在烂山背斜核部主要产出 型矿体,而 型矿体均分布于两翼,并且在背斜核部产出的矿体较厚大。在 39 ~ 62 线间,总体上是近地表或浅部为 型矿体, 型矿体产于深部。在 型和 型矿体之间一般均有一个无矿间隔,平均约 150 m。

2) 具有明显的矿化分带性:地表部分矿石主要为硅质岩的浸染状矿化间夹石英细脉状矿化,中部为硅质岩中的石英网脉状矿化,深部矿化主要表现为石英脉。

3) 硅质岩系、断裂系、褶皱系和岩体构造是控制矿区内矿体的空间展布和定位、以及矿化分带的主要因素。

4) 在墨江金矿深部主要是在烂山背斜的两翼仍有较大的找矿潜力。

[参考文献]

- [1] 叶同庆,胡云中,杨岳清.三江地区区域地球化学背景和金银铅锌成矿作用[M].北京:地质出版社,1992.
- [2] 帅德全.墨江金矿的金属矿物生物组构及其成矿意义[J].云南地质,1988.
- [3] 田农,杨岳清.哀牢山北段蛇绿岩中构造蚀变岩型金矿床特征[J].贵金属地质,1993(4).
- [4] 刘星.哀牢山金矿带中黄铁矿的标型特征[J].岩石矿物学杂志,1997,VOL16 增刊.
- [5] 刘星,陈龙春.墨江金矿的矿化空间分布规律[J].云南地质,1992,11(1).
- [6] 李元.墨江金矿床的成矿物质来源探讨[J].云南地质,1992(2).
- [7] 李元.墨江金矿床地质构造控矿特征[J].云南地质,1992(4).
- [8] 李永森,陈炳蔚.怒江、澜沧江、金沙江地区构造与成矿作用[J].矿床地质,1991(4).
- [9] 毕献武,胡瑞忠,何明友.哀牢山金矿带的成矿时代及其成矿机制探讨[J].地质地球化学,1996(1).
- [10] 张旗,张魁武,李达周,等.云南新平县双沟蛇绿岩的初步研究[J].岩石学报,1988(4).
- [11] 张海涛,杨家瑞,薛道政.超基性岩蚀变热液型金矿床——云南金厂矿床成因探讨[J].云南地质,1984(4).
- [12] 张志兰,张树发,等.云南墨江金矿的同位素地质特征及成因探讨[J].成都地质学院学报,1987(4).
- [13] 俞广钧.金厂金矿床成矿控矿特征及其控矿规律[J].地质与勘探,1985(3).
- [14] 俞广钧,谢如勇.墨江金厂金矿床的地质特征及其成因[J].地质与勘探,1986(4).
- [15] 俞广钧.哀牢山金矿带原生金矿床的类型及控矿条件[J].地质与勘探,1990(5).
- [16] 俞广钧.哀牢山金矿带原生金矿床矿物标型特征及找矿矿物学标志[J].地质与勘探,1992(5).
- [17] 蒋志.金厂金镍矿床形成的地球化学过程[J].地质与勘探,1984(1).
- [18] 李定谋,曹志敏,等.哀牢山蛇绿混杂岩带金矿床[M].北京:地质出版社,1998.
- [19] 刘文龙,陈锦荣,陈光远,等.云南省墨江金厂超基性岩金矿地质[M].北京:地震出版社,1999.
- [20] 刘秉光,陆德复,蔡新平,等.滇川西部金矿床研究[M].北京:海洋出版社,1999.
- [21] 蔡新平,徐兴旺,张宝林,等.滇西墨江金厂金矿床时空四维结构模型[J].矿床地质,1999,18(1).
- [22] 应汉龙,蔡新平,刘秉光.云南墨江金矿床含金硅质岩的地球化学特征和成因[J].地球化学,1999,28(4).
- [23] 简平,汪啸风,何龙清,等.云南新平县双沟蛇绿岩 U - Pb 年代学初步研究[J].岩石学报,1998,14(2).

DISTRIBUTION PATTERN OF ORE - BODIES, ORE - CONTROLLING FACTORS AND PROSPECTING POTENTIALITY IN THE DEPTH OF THE MOJIANG GOLD DEPOSIT, YUNNAN PROVINCE

LI Guang - ming, LIU Tie - bing, ZOU Wei - lei, ZENG Qing - dong, ZHANG Lian - chang

Abstract: The distribution of ore - bodies and controlling factors of formation, evolution and location of ore - bodies of the Mojiang gold deposit, namely siliceous rock, fault system, fold system, massif structure, have been ascertained based on integrated study of general geological characteristics and metallogenic regularities. And the built metallogenic prognosing model indicates prospecting potentiality in the depth of the gold deposit.

Key words: distribution of ore - bodies, orebodies - controlled factors, prospecting potentiality, the Mojiang gold deposit

本期作者简介



沈远超(1943 年 -),男,研究员(博士生导师),岩石学及矿床学专业,主要从事成矿岩石学、矿床学及金矿成矿预测工作,现为中国科学院知识创新工程黄金项目首席科学家。



李光明(1964 年 -),男,博士,助研,1986 年毕业于成都地质学院地勘系,1996 年毕业于莫斯科地质勘探学院矿床学专业,获博士学位,现就职于中国科学院地质与地球物理研究所,主要从事矿床学及成矿预测方面的工作。



张连昌(1959 年 -),男,博士,副教授,1983 年毕业于西安地质学院地质系,并于 1988 年获矿床专业硕士学位,1999 年获中国地质大学地球化学专业博士学位,现在中国科学院地质与地球物理研究所博士后流动站工作,主要从事地球化学和矿床地质学的研究。



李厚民(1962 年 -),男,1983 年毕业于西北大学地质系,1989 年毕业于西安地质学院(现西安工程学院),获硕士学位,现为西安工程学院地球科学系副教授,中国科学院地质与地球物理研究所在读博士,主要从事矿床学的教学及科研工作。



刘铁兵(1950 年 -),男,1981 年获中国科技大学硕士学位,1988 年获美国辛辛那提大学博士学位,现为中国科学院地质与地球物理研究所副研究员,矿床学专业,主要从事金矿成矿预测工作。



张启锐(1939 年 -),男,研究员,1964 年毕业于北京大学,1968 年研究生毕业于中国科学院,专业为地层学、数学地质,目前从事金矿地质及震旦系冰川地层研究工作。



邹为雷(1971 年 -),男,1995 年毕业于长春科技大学地球科学系,1998 年获长春科技大学矿床地质学硕士学位,现为中国科学院地质与地球物理研究所博士生,主要从事岩浆岩石学及金矿成矿预测研究。



石昆法(1939 年 -),男,现任中国科学院地球物理研究所研究员,研究方向为浅层地球物理,研究专业为电法勘探。



杨金中(1970 年 -),男,1994 年毕业于长春地质学院地质系,1997 年在长春科技大学获矿床学硕士学位,现为中国科学院地质与地球物理研究所博士研究生,主要从事大地构造与成矿、矿体定位预测等方面的研究工作。



荆林海(1971 年 -),男,1994 年 7 月毕业于山东矿业学院地质系,1997 年 7 月在中国科学院遥感应用研究所获地图学与遥感专业硕士学位,现攻读博士学位,主要从事遥感图像处理及遥感地质应用研究。



曾庆栋(1964 年 -),男,1986 年毕业于长春地质学院地质系,1989 年、1997 年在长春地质学院先后获得构造地质学硕士学位、矿床学博士学位,1997 - 1999 年中国科学院地质研究所博士后,现为中国科学院地质与地球物理研究所助理研究员,主要从事金矿成矿预测工作。

通讯地址:北京德外祁家豁子

中国科学院地质与地球物理研究所

邮政编码:100029