云南蒙自白牛厂银多金属矿床若干地质问题探讨

刘继顺[1]，张洪培[1, 2]，方维萱[3]，郭 军[1, 2]，章霞林[2]
(1. 中南大学地学与环境工程学院，长沙 410083；2. 蒙自矿冶有限责任公司，云南蒙自 661100；
3. 有色金属矿产地质调查中心，北京 100814)

[摘要] 白牛厂大型、超大型银多金属矿床是滇东南锡多金属成矿带的重要组成部分，燕山晚期花岗岩是其主要控矿因素。花岗岩浆上侵过程中，使得上部沉积岩地层隆起，形成以寒武系地层为核的矿区短轴背斜构造；岩浆上隆作用还使矿区沉积岩层浅部产生一系列高角度阶梯状正断层，这些断层又进一步在下步收敛发育成一条规模较大的低角度剥离断层（F_3）。已有工程揭示花岗质岩浆与寒武系碳酸盐、泥砂质岩石发生了较强的接触交代作用，并在接触带附近产生矽卡岩型铜锡多金属矿（化）；在外带 F_3 断层内形成银多金属矿体。主矿体（V_1），实为一个较大的似层状矿体（白羊矿段上部）和若干个较小的扁豆状矿体（白羊矿段下部和穿心洞、对门山、阿尾矿段）构成的一个群体。白牛厂隐伏岩体接触带锡（铜）矿有良好的找矿前景；矿区西部茅山硐具备似层状锑矿和与热液作用有关脉状锑矿的形成条件。

[关键词] 白牛厂；银多金属；花岗岩；花岗斑岩；短轴背斜；剥离断层；锡
[中图分类号] P61 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2005)增刊-0238-07

1 前言

白牛厂银多金属矿区探明银资源量达超大型规模，共生铅、锌、锡储量均达大型规模。其西约 90 km 有个旧超大型锡多金属矿，东约 80 km 有马关都龙锡超大型锡多金属矿，以三者为主构成了滇东南锡多金属成矿带。个旧锡石硫化物矿床闻名国内外，发现早，研究程度高，属典型的接触交代型矿床[1]。相比之下，都龙、白牛厂虽也有较长的勘查历史，但找矿的真正突破是在 20 世纪 80 年代初，研究工作相对薄弱，程度较低。对于白牛厂矿床来说，其成因就有“岩浆热液矿床”[2~4]、“以岩浆热液为主的多阶段多来源复成矿床”*、“典型的海底喷流沉积块状硫化物矿床”[5~7]、海底喷流沉积和岩浆热液叠加观点[8]、叠生矿床[9]等多种观点，颇有争议。这主要与矿床与花岗岩的关系、矿床与地层和岩石的关系、控矿构造的形成机制、矿体变化规律等诸多地质问题的认识分歧有关。研究这些地质问题，对于白牛厂超大型矿床的成矿理论认识深化很有必要，对于进一步找矿、扩大资源前景也有重要的指导意义。

2 矿床概况

矿区位于华南褶皱系西延部分—滇东南台褶带的薄竹山拱褶北西部的白牛厂北东向短轴背斜北东倾伏端。

区内主要出露中、下寒武统及下泥盆统地层，为一套碎屑岩-碳酸盐建造，赋矿层位为中寒武统田蓬组顶部及中上部，岩性为互层的中厚层白云岩、中厚层粉砂岩、泥质粉砂岩。

矿区构造以北西向褶皱和断裂为主，北东向及南北向断裂、褶皱穿插其间（图 1）。主要断裂有北西向的 F_1，F_2，F_3，F_6，F_7，F_8 等，多属于左型平移正断层。其中 F_3 是矿区主要控矿及容矿构造。

区内岩浆岩以燕山晚期酸性侵入岩为主，也有少量海西期基性侵入岩分布。酸性岩以隐伏花岗岩为主，主要为黑云母二长花岗岩和黑云母钾长石花岗岩。另见许多花岗斑岩脉、二长岩脉。环绕隐伏

[收稿日期] 2005-07-10；修回日期 2005-07-25
[基金项目] 云南省省院省校科技合作资助项目（YX2004-6）
[作者简介] 刘继顺（1957-），男，中南大学教授，博士生导师，主要从事矿产勘查和区域成矿学研究
* 云南省蒙自县白牛厂矿区白羊矿段银多金属矿详查地质报告，地质二大队，1990

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

花岗岩体发育接触变质作用，向外大致分为云英岩化、矽卡岩化、硅化、泥化-碳酸盐化4个带。矿区基性岩脉为辉绿岩、辉绿玢岩，地表呈串珠状成群分布，走向NE—NNE向。白牛厂矿床由70余个矿体组成，其中V_1矿体呈似层状，“走向NW—SE长约4 900 m，倾斜延伸最大约2 200 m，厚度0.38~ 23.62 m，储量占整个矿床98%以上”。矿石矿物成分复杂，主要金属矿物有黄铁矿、白铁矿、磁黄铁矿、铁闪锌矿、闪锌矿、方铅矿、毒砂和硫锑铅矿、锡石，主要银矿物有银黝铜矿、黝锑银矿、深红银矿和辉锑银矿。主成矿元素为锌、铅、银、锡，伴生铜、硫、锑、砷、镓、铟、镉等。矿石主要有浸染状构造、稠密浸染状构造、块状构造、脉状构造、压碎条带状构造、粒状结构、交代结构、胶状结构、碎裂结构、揉皱结构等。

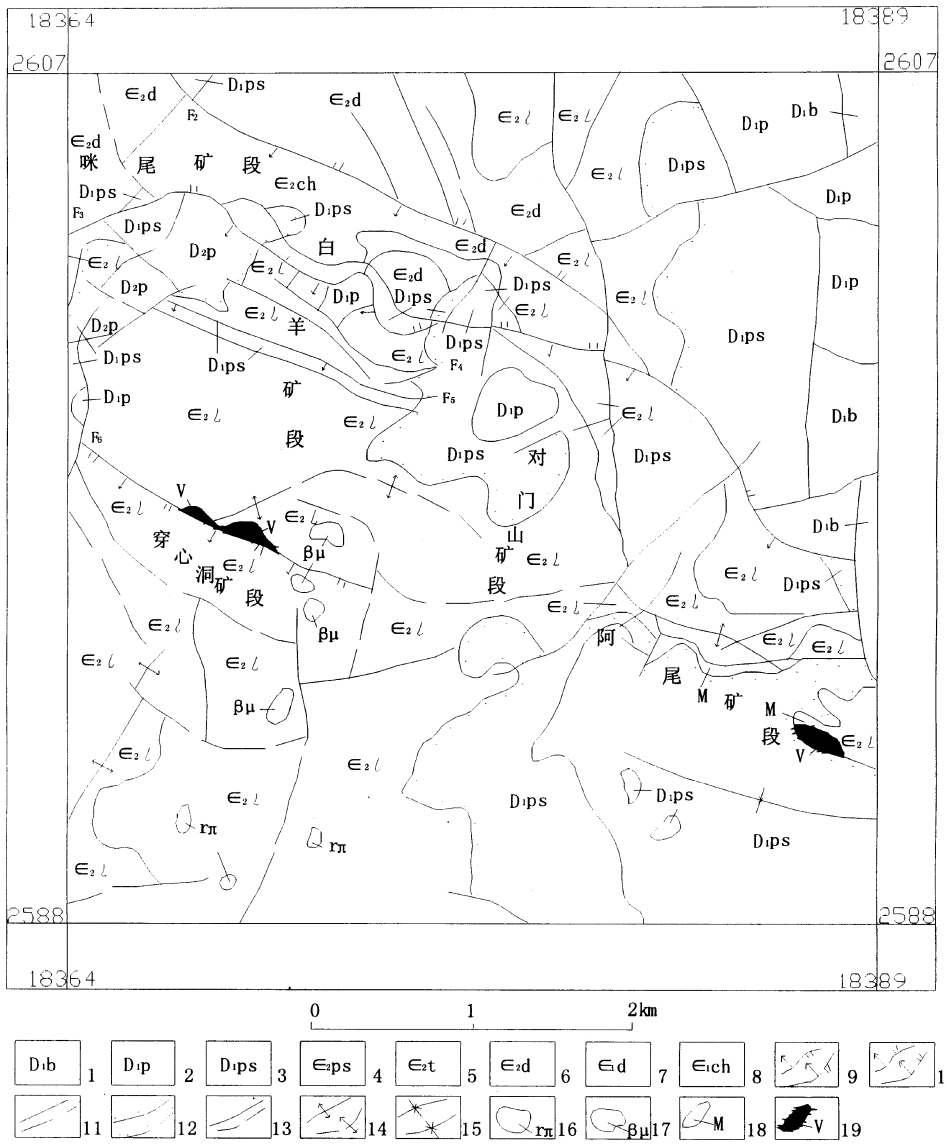


图1　白牛厂矿区地质简图

Fig. 1　Geologic map for Bainiuchang mine area

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

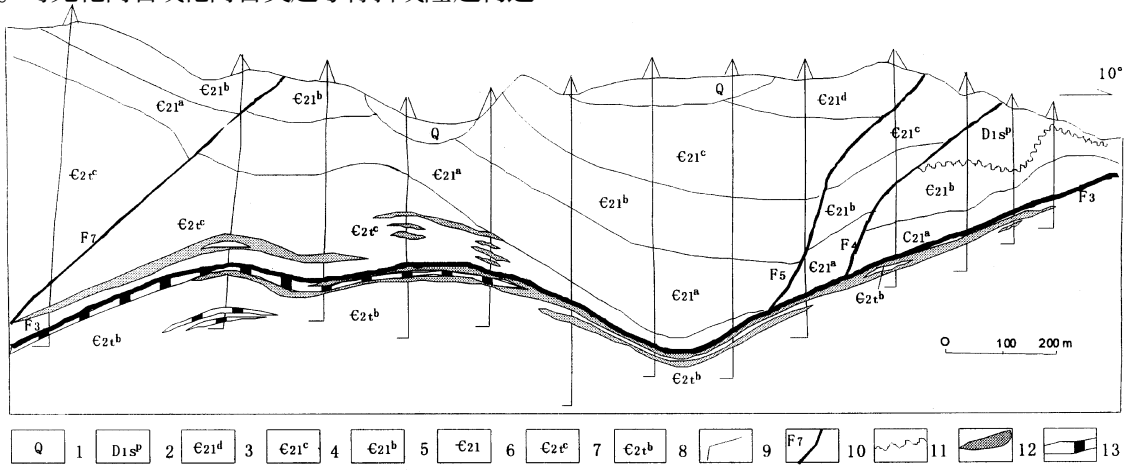
3 白牛厂复式褶皱构造的成因机制

白牛厂矿区由北向南，有牛作底穹隆破背斜、元宝山向斜、穿心洞背斜三者构成了白牛厂 NWW 向复式背斜，由于其枢纽中部近水平、以 20~ 40°的倾角向两端倾伏，因此整体呈一轴向 NWW 的短轴背斜（穹隆）构造。

区域（白牛厂—薄竹山）上，主构造线呈 NE 向，白牛厂褶皱的轴向与其不协调，两者存在近乎 80°交角。前人对此未作解释。白牛厂穹隆构造是由于燕山晚期酸性岩浆沿 NWW—NW 向侵位造成上覆地层隆起而成，并叠加在印支期形成的 NE 褶皱构造之上。主要依据：**a**. NWW 向构造切穿 NE 向构造，说明形成时间较晚。**b**. 白牛厂褶皱构造走向与薄竹山出露的花岗岩走向一致。**c**. 从区域构造分析，薄竹山花岗岩体居于薄竹山 NW 向背斜（穹隆）构造核部。沿薄竹山 NW 向背斜（穹隆）构造向 NW 延伸 7 km 就出现了白牛厂背斜，根据白牛厂—薄竹山 1∶50 000 重力测量结果，薄竹山花岗岩体隐伏呈 NW 向延伸至白牛厂及以西地区，推测的侵位突起有五色冲、白牛厂的大尖坡和乌鸦山、颇者等地。白牛厂短轴背斜东部（阿尾）深部已见到了隐伏花岗岩，大尖坡、乌鸦山、五色冲、颇者等是重力推测的花岗岩突起区。已知的花岗岩体埋藏标高1 271~ 1 394 m。颇者一带为白牛厂短轴背斜西部倾伏端，存在次级背斜。五色冲恰好是位于 NE 向老寨大黑山向斜和下扯皮向斜之间的隆起部位。可见花岗岩或花岗岩突起与背斜或隆起构造在空间上存在对应关系。在滇东南个旧[10]马关都龙矿区以及东部大厂锡矿区也普遍存在这样的对应关系。**d**. 本区花岗岩上部岩脉发育，岩性为花岗斑岩脉、二长岩脉，地表南部见于鱼塘、豺狗坡一带；北部见于元宝山以北；深部主要见于穿心洞—对门山一带，厚度度数 10 cm 至 10 m 多，走向长数 10 m 至 800 m。岩脉侵位高的部位恰好是白牛厂复式背斜的凸起部位。**e**. 本区岩浆与围岩接触交代作用明显，说明花岗岩石主动侵位的。薄竹山背斜，是由岩浆沿 NW 向侵位的“顶托和底劈作用形成的”[9]。白牛厂 NW 向短轴背斜与薄竹山 NW 向背斜（穹隆）构造一样，属于北西西向花岗岩侵位在白牛厂上隆而成，叠加在了 NE 向区域构造之上。因此，其形成的时代与花岗岩侵位时代相当。这种由岩浆上隆作用形成的穹隆构造是一种重要的褶皱成因类型[11]；个旧五指山复式背斜也是花岗岩浆侵入形成的[12]。

4 白牛厂主控矿构造——F_3 断层问题

F_3 断层控制了白牛厂矿田的主矿体（V_1 矿体）的产出。它沿马路脚凹塘—白羊沟—刀冲坡一带展布，长达 4 km，沿着 1 号主矿体的顶部或附近产出。断层走向北西—南东，倾向南南西，倾斜延深大于 2 000 m，产状 200°~ 230°∠9°~ 37°，在走向、倾向上均呈舒缓波状（图 2）。F_3 断层特征复杂，以往对其性质及形成机制未作深入研究。笔者认为 F_3 断层是一条低角度剥离断层。



1. 第四系；2. 下泥盆统坡松组；3. 中寒武统龙哈组第一段；4. 中寒武统龙哈组第二段；5. 中寒武统龙哈组第三段；6. 中寒武统龙哈组第四段；7. 中寒武统田蓬组第三段；8. 中寒武统田蓬组第二段；9. 地层界线；10. 断层及编号；11. 不整合；12. 银铅锌矿体；13. 铜矿体

图 2 白牛厂矿床 74 勘探线剖面图

Fig. 2 Profile of the prospecting line 74 of Bainiuchang deposit

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

剥离断层由脆性剪切变形形成的高角度正断层，向深部呈犁形而变缓，最后可联合成一个较大规模的低角度正断层，称为剥离断层[13]。它具有地层缺失，断层上、下盘岩石邻断层区具糜棱岩化或构造片岩化、上部角砾岩发育等特征。F_3 断层特征符合剥离断层特征。

1) F_3 断层表现为一剪切破碎带，从上下盘关系看，属正断层性质，产状平缓倾角 20°左右，长 4 km、延伸超过 2 km，规模大。

2) 上盘地层以脆性变形为特征，发育有 F_4，F_5，F_6，F_7 等高角度的阶梯状次级正断层。向下收缩于缓倾斜的 F_3 断层。

3) 断裂破碎带宽 2.0~ 50 m，断层带内部构造强弱显分带现象，上部为角砾岩化岩石- 角砾岩，中上部为角砾岩、断层泥混合带，中下部为断层泥含少量角砾并夹构造透镜体，下部脆性断裂不发育，仅表现为一剪切带。下盘地层为以塑性变形为主，多见构造片岩带。

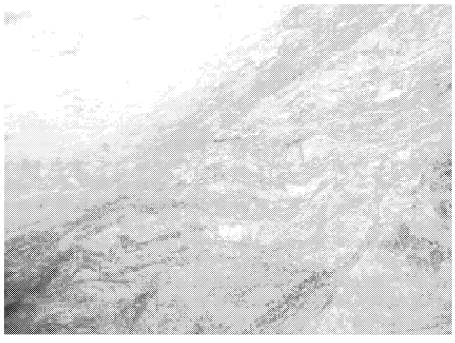


图 **3**　穿心洞矿段 **F_3** 断层内的剪切构造

Fig. 3　Shear structure in fault F_3 of chuanxindong segment

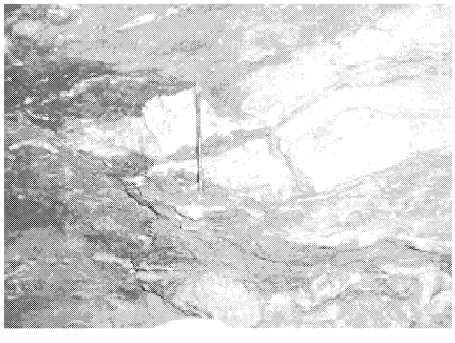


图 **4**　白羊矿段 **1700** 中段 **F_3** 断层内的构造透镜体

Fig. 4　Structural lenticular body in fault F_3 of the 1700 mid-segment of Baiyang segment

F_3 断层为一舒缓波状，其抬高部位也是岩脉侵位高的部位。F_3 断层可能的形成机制是岩浆底劈上隆过程中，使盖层中层间或非能干层产生变形破裂，由于岩浆上推力及侧向外推力的持续作用，使层间变形破裂带逐渐形成一条剪切破碎带，岩浆不断上隆使上盘岩层沿剪切带向外向下滑移，剪切破碎带逐渐发展成一条低角度剥离断层。

5　矿床与岩浆岩关系问题

关于层控、断（即断层）控与岩（即岩浆岩）控问题的争论由来已久。20 世纪 90 年代以前，勘查单位主要持断控和岩控观点，研究者也普遍认为锡、银、铅、锌多金属矿床属与燕山期花岗岩有密切联系的“岩浆热液矿床”[2, 3]。80 年代末以来，研究者开始怀疑岩浆热液成因，并提出了海底喷流沉积和岩浆热液叠加观点[8]。一些研究者更是认为燕山期酸性岩浆活动对于成矿几乎没有什么作用，矿床属于“典型的海底喷流沉积块状硫化物矿床”[5, 6]。矿床与花岗岩之间关系的认识从一个极端走到了另一极端。矿床与花岗岩之间关系究竟如何？由于矿床与花岗岩之间关系的研究不仅具有重要的理论意义，对于指导进一步找矿至关紧要，值得对这一问题深入探讨。笔者认为白牛厂矿床与花岗岩有密切的成因关系，花岗岩是主要控矿因素。

1) 如上所述，矿区穹隆构造和控矿 F_3 断层形成动力学机制是燕山晚期的花岗岩浆侵入活动。

2) 阿尾 ZK130- 11 孔、ZK126- 10 孔、ZK126- 14 孔分别在 1 394 m，1 345 m，在 1 271m 标高见到了花岗岩体，围绕隐伏花岗岩存在强烈的接触变质带，主要为角岩化和大理岩化、矽卡岩化，岩体内部存在较强的银多金属矿化；在外接触带形成了以锡锌银为主的多金属矿化，构成数个工业矿体。

3) 白牛厂矿区花岗斑岩脉、二长岩脉成矿元素 Cu，Pb，Zn，Sn 等高度富集，是维氏值的几倍至数十倍，很可能是成矿物质的重要来源。

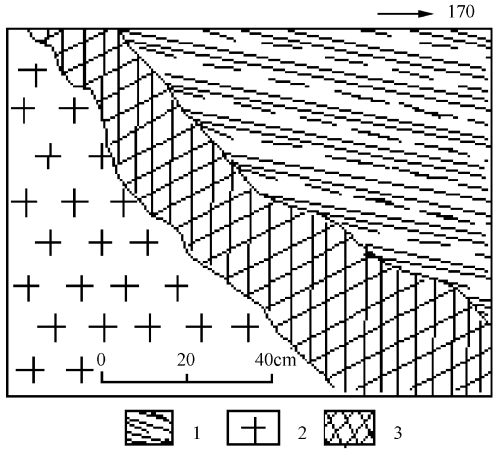
4) 白牛厂矿区分布大量的花岗斑岩脉，有白羊矿段北部、对门山—穿心洞矿段北部* 和矿区南部的鱼塘- 豺狗坡三个隆起集中区。其中白羊矿段北部岩脉出露长超过 1 000 m、宽 10 m 左右，具有明显的蚀变特征；对门山—穿心洞矿段北部的花岗斑岩脉周边

* 云南省蒙自县白牛厂矿区白羊矿段详查地质报告，云南省地质矿产局第二地质大队，1994

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

由近到远存在矽卡岩化带—强硅化带—硅化大理岩化带—大理岩化带，即接触交代作用，岩体内、接触带、围岩出现强烈的脉状、浸染状、块状 Sn, Pb, Zn, Cu 等多金属矿化（图 5）。花岗斑岩内脉状矿化样品取样分析，Sn 品位高达 7.83%，Pb 2.62%，Zn 0.68%，Ag 228 g/t（穿心洞 4 号斜井 1750 出口）；鱼塘-豺狗坡花岗斑岩呈三个小岩株出露，有较强的黄铁矿化，并呈现爆破角砾岩特征。

5) 岩脉规模大或热蚀变规模大处也常常是厚大富矿体部位，如对门山 ZK102-41 孔、穿心洞 ZK79-34 孔等厚大富矿体部位。



1. 浸染状矿化硅化泥质粉砂岩；2. 脉状、浸染状矿化花岗斑岩；3. 块状银铅锌锡多金属矿体

图 5 对门山矿段 1780-4 穿花岗斑岩接触带的块状矿体

Fig. 5 Bulk ore body in the 1780-4 granite contact zone in Duimenshan segment

近年来，关于白牛厂矿床成因问题，许多研究者倾向于喷流沉积观点。这种观点主要依据：本区工程见矿率高，主矿体呈层状，在多数地段与地层产状一致；黄铁矿的成因矿物学特征大多表现为沉积成因；含矿岩性以“热水沉积岩硅质岩为主”。但随着开采深度加大，主矿体具有明显的穿层性，含矿岩性并非以硅质岩为主，主要为泥质粉砂岩、灰岩、白云岩等。所谓的硅质岩，更像是硅化产物。有的硅质岩属钾长硅质岩，显然不能将其当作喷流岩，因为喷流岩一般只有钠长硅质岩，而钾长石要么是沉积物碎屑，要么是与花岗质岩浆活动有关的蚀变产物。更为关键的是缺乏层纹状硅质岩、层纹状铅锌矿石的证据。而矿区内磁黄铁矿的大量出现绝非喷流沉积所能解释的。而矿石本身结构构造主要为交代充填结构，脉状、网脉状、浸染状构造等，显示矿床更具热液特征。

勘查资料的分析及与开采资料对比，有理由相信：岩控观点可能更为合理，而断控则是岩控的表现，白牛厂矿田的形成主要是与燕山期花岗质岩浆侵入活动有关。花岗质岩浆的侵位不仅可形成有利的成矿构造空间，也可带来部分成矿物质，还可以提供含矿流体运移的热驱动力。白牛厂矿田自深部到浅部、自侵位中心到外围出现锡铜→铅锌银→银→锑的矿化分带现象就不难理解了。

6 V_1矿体及银多金属矿体产出规律

6.1 V_1矿体

地质报告圈定的 V_1 矿体为似层状，走向长 4.84 km，倾斜延伸最长超过 2.5 km，平均厚度仅 5 m 左右。规模如此之巨、厚度如此之小，实在难以想像。生产探矿表明，V_1 矿体在上部（白羊矿段勘探区 1 700 m 标高以上）连续完整，呈似层状，以下则品位、厚度变化增大，并沿走向尖灭再现，沿倾向不连续；向下至穿心洞矿段、对门山矿段，矿体已成为数个断续出现的扁豆体构成。V_1 矿体在对门山 ZK102-41 孔见矿厚度达 22.96 m，平均品位：Ag 193.39 g/t，Sn 0.40%，Pb 6.19%，Zn 7.36%，是 V_1 矿体已知的最厚大、也是最富部位，但沿矿体总体走向延伸却不到 80 m；穿心洞 ZK79-34 孔见 V_1 矿体厚度 7.79 m，Ag 288.39 g/t，Sn 0.31%，Pb 4.20%，Zn 4.55%，也是 V_1 矿体最厚大、最富部位之一，但在走向上延伸不过百余米。普查资料以 V_1 矿体呈似层状的认识出发，按第Ⅱ勘探类型连接矿体，在这些部位带来了严重偏差。事实上，ZK102-41 孔和 ZK79-34 孔等所见矿体，已与白羊矿段 V_1 矿体，但不属一个矿体，只不过同处一个矿带，人为的连成一体而已。地质报告圈定的 V_1 矿体，实为一个较大的似层状矿体和若干个较小的扁豆状矿体构成的一个群体。

6.2 银多金属矿富厚矿体

前人较少注意白牛厂矿田银多金属矿富厚矿体的产出规律，多认为矿体的品位变化系数和厚度变化系数较小，原因是将本区作为第二勘探类型网度太稀所致，另一方面是受白羊矿段的影响所致。

从对门山、穿心硐和阿尾矿段的情况来看，矿体的厚度和品位变化是很大的，铅锌品位可从<1% 急变为 10% 以上，个别达 20%。典型的富矿体

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

为对门山 ZK102－41 孔所见，矿体的走向与主矿体（1 号矿体）的走向不同，两者有 60°的交角。前人在普查对门山矿段时，于 ZK102－41 孔见厚大富矿体，后在其西侧加密两孔却未见到富厚矿体。开采证实，本矿体严格受两条 NW340°走向、倾角近 80°的断层控制，宽 20 m，长 150 m，延深 70 m，呈上宽下窄、向东南侧伏的透镜体。

笔者经实地调查认为，这种上宽下窄两侧迅速尖灭的透镜状富矿可能为主矿体（1 号矿体）的分枝矿体，亦即受主断裂 F_3 的侧羽裂隙控制，故其产状较主矿带陡，走向上与主矿带有一定的夹角。如果这种观点是正确的话，这类富矿还会出现，并可能有等距离再现规律。值得对其深入研究。

7　以锡为主的多金属矿找矿问题

从白牛厂半个世纪的勘查史可知：本区以寻找锡多金属矿化开始，而以寻找银铅锌矿化结束，几经周折，屡上屡下，终未突破，留下了些许遗憾和无奈。期间虽发现了隐伏花岗岩体和含锡细脉，由于信心不足而作罢。

通过资料研究与分析，白牛厂仍具有较好的找锡（铜）前景，依据如下：

1）锡成矿背景极为有利。岩浆活动是控制中国锡矿床分布的重要因素。中国各锡矿成矿带主要锡矿床皆分布于改造型花岗岩带，许多大、中型锡矿床大都产在燕山晚期阶段的重熔再生岩浆作用形成的小岩株、岩枝（群）内外接触带（《中国矿床》一书中中国锡矿床的作者李希贵）。本区所处的的右江锡矿成矿带，是我国重要的锡多金属成矿带之一，已发现我国 2 个最大的锡矿床——云南个旧锡矿和广西大厂锡矿，矿床皆产于的燕山晚期黑云母花岗岩接触带和围岩的容矿构造中。本区隐伏着与个旧同时代的花岗岩－燕山晚期黑云母二长岩体，岩石地球化学性质与个旧含锡花岗岩相近，岩体的围岩为以碳酸盐为主的沉积岩。因此，本区具有锡多金属矿床的基本成矿条件和成矿背景。

2）白牛厂矿区已存在锡（多金属）矿（化）。阿尾矿段 112 线至 138 线长达 1 200 m 的范围内，有 12 个钻孔钻遇隐伏花岗岩体或接触变质带，见透闪石透灰石矽卡岩、大理岩、角岩，目前所发现的接触带的矿化均为细脉状矿化，有多个独立的锡矿脉；穿心洞 1917 平硐之 3 号斜井见厚度 2.5 m、平均品位 5.5% 锡矿体。

3）如从都龙和个旧矿田的成矿系列特征看，锡、银、铅、锌等成矿元素存在典型的空间分带，锡矿体一般分布于岩体接触带附近，厚大锡矿体往往赋存在岩体顶面下凹部位和岩体超覆部位的矽卡岩中；而银、铅、锌矿体多分布于外带的沉积岩底层之中，称之为“外带型银铅多金属矿床”[14]。而目前白牛厂矿区仅发现“外带型”银多金属矿床，3 个孔揭露到岩体，仅是冰山一角，白牛厂深部隐伏的大面积的岩体顶部构造极有可能提供良好的锡矿成矿条件。

8　锑矿找矿问题

茅山硐锑矿点位于白牛厂矿田西部，紧临咪尾矿段。该矿点受南北向断层与东西向向斜控制，产于下泥盆统坡脚组砂岩内的硅化灰岩夹层中，呈脉状、透镜状产出。

该矿点开采历史较长，但目前发现的矿体规模很小，被认为是“鸡窝矿”，无多大价值。

通过资料分析及现场调查，笔者认为本区可能具有寻找似层状层控锑矿及脉状锑矿的找矿前景。依据如下：

1）华南泥盆纪碳酸盐岩地层是层状层控锑矿最重要的容矿层位，产有超大型的湖南锡矿山锑矿、广西大厂锡锑多金属矿、云南木利锑矿。主要容矿岩石为硅化（硅质）白云岩、藻礁灰岩、白云岩、硅质岩。构造控矿型式多为背斜加一刀（即在背斜的轴部附近发育一条陡倾纵断层）。层状富矿往往产在背斜轴部（马鞍状）和切轴断裂附近，脉状矿体产于富矿周围的切层小裂隙及其他裂隙中。这一矿体分布规律可为本区探矿所借鉴。

2）滇东南成矿区已发现 84 处锑矿床（点），其中大型 1 处（木利），中型 3 处（革夺、小锡板和玉皇寨），小型 9 处。赋矿层位主要为下泥盆统坡脚组（木利和革夺，似层状矿化），次为下泥盆统翠峰山组（小锡板、金竹冲，均为网脉状矿化），再次为中三叠统板纳组（赛鸭、新庄柯脉状矿化）。因此，从滇东南锑矿化层位来看，容矿层位主要为下泥盆统，且以坡脚组最为重要。茅山硐地区发育有下泥盆统（包括坡脚组）的上叠向斜，有可能找到木利式似层状锑矿化。

3）前人认为茅山硐锑矿化产于南北向断裂破

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

碎带中*，容矿岩石为砂岩。笔者认为，茅山硐锑矿化产于东西向向斜与南北向断裂的交汇处，容矿岩石为中粗粒砂岩中的硅质灰岩（含生物屑）夹层，厚约 10 m。锑矿化呈脉状、透镜状产于南北向断裂的次级裂隙中。矿脉厚数厘米到 2 m 不等，长约 10 m 以上。矿石构造有块状、网脉状、角砾状。从容矿岩性来看，与木利锑矿极为相似，而非前人认为的碎裂化砂岩。

4) 茅山硐地区存在 3 组褶皱构造：东西向向斜（泥盆纪地层）、北北东向背斜（从区域地层展布规律分析）、北西向背斜（白牛厂短轴背斜西延倾没端），三者的轴部交于（2 597.900，1 8371.900）坐标点附近。这三组褶皱形成的先后次序为：北东东向背斜最早，次为东西向向斜，而以北西向白牛厂背斜最晚。这 3 组褶皱的交汇部位中心点向外 500 m 至1 000 m范围当会形成有利的断裂构造，从而为热液活动创造条件。

5) 紧临茅山硐锑矿点的阿尾矿段西北部，地质二大队在 1989 年实施了 ZK7008 孔，孔深 276.73 m，从龙哈组中开孔，于断层上盘龙哈组白云岩内见两层锑矿，分别厚 1.79 m 和 1.88 m，含锑 1.08% 和 1.46%。从化探异常来看，茅山硐、芦差冲到阿尾西北部有 2 km^2 的锑异常，预示着本区具有良好的找锑条件。

6) 从成矿作用来看，一方面本区含有硅质生物屑灰岩、白云岩夹层，如果在褶皱轴部这类夹层厚度变大的话，就有可能形成木利式厚大似层状矿体；另一方面，从岩浆成矿作用来看，远离侵入岩体有利于形成低温锑矿化，本区正是处于深部隐伏岩体热力影响范围的外带，若容矿条件合适，则有可能形成较大规模的脉状锑矿。

综上所述，茅山硐具备形成似层状锑矿和与热液作用有关脉状锑矿的条件，值得开展以锑矿为主的矿产勘查工作。

参考文献

[1] 袁见齐，朱上庆，翟裕生. 矿床学[M]. 北京：地质出版社，1985. 104~155

[2] 江鑫培. 蒙自白牛厂银-多金属矿矿床特征和成矿作用探讨[J]. 云南地质，1990，9(4)：291~307

[3] 杨世瑜. 滇东南锡矿带矿床类型及其组合特征[J]. 矿床地质，1990，9(1)：37~48

[4] 官容生. 滇东南构造岩浆带花岗岩体的含矿性探讨[J]. 矿物岩石，1991，11(1)：92~101

[5] 李纯洁，史洪岳. 云南省蒙自县白牛厂银多金属矿床成矿机制探讨[A]. 第五届全国矿床会议论文集[C]. 北京：地质出版社，1994. 247~249

[6] 周建平，徐克勤，华仁民，赵懿英. 滇东南锡多金属矿床成因商榷[J]. 云南地质，1997，16(4)：309~349

[7] 陈学明，邓 军，白金刚，沈崇辉. 云南白牛厂矿区古生代沉积盆地的成矿流体系统[J]. 现代地质，2000，5(2)：173~178

[8] 陈学明，林 宗，谢富昌. 云南白牛厂超大型银多金属矿床叠加成矿的地质地球化学特征[J]. 地质科学，1998，33(1)：115~123

[9] 高子英. 蒙自白牛厂银多金属矿床的成矿作用[M]. 昆明：云南科技出版社，1998. 94~96

[10] 张 欢，高振敏，马德云，陶 琰. 云南个旧锡矿成因研究综述[J]. 地质地球化学，2003，31(3)：70~75

[11] 王幼明，段嘉瑞，周崇智. 香花岭岩浆底劈伸展构造及其控矿研究[J]. 矿产与地质，1994，8(总40)：88~92

[12] 郑庆鳌，杨涤生. 个旧锡多金属矿成矿演化与成矿模式[J]. 有色金属矿产与勘查，1997，6(2)：82~87

[13] 翟裕生，林心多. 矿田构造学[M]. 北京：地质出版社，1993

[14] 薛步高. 含锡花岗岩外带的银多金属矿床地质特征[J]. 矿产与地质，1995，9(总50)：499~503

Problems Pertaining to Bainiuchang Silver, Polymetallic Deposit in Mengzi Country, Yunan, China

Liu Jishun[1], Zhang Hongpei[1,2], Fang Weixuan[3], Guojun[1,2], Zhang Xialin[2]

(1. *Coll. of Geology and Environ, Central South University, Changsha* 410083, *China;*
2. *Mengzi Minning And Metallurgy Co. Ltd., Mengzi, Yunan* 661100, *China;*
3. *China Non-Ferrous Metals Resource Geological Survey, Beijing* 100814, *China*)

(下转第 251 页)

* 云南省蒙自县白牛厂矿区白羊矿段银多金属矿详查报告，地质二大队，1990

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

了台阶表面岩石移动初速和炸药单耗及炮孔延米装药量之间的关系。所得结论对指导生产具有重要意义。

参考文献

[1] 栾龙发. 海州露天煤矿穿爆参数优化研究[D]. 1988

[2] 王文龙. 岩石破碎原理与技术[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1980

[3] Chiappeta R F. The use of high speed method picture photography in blast evaluation and design[A]. 9th Conference on Explosives and Blasting Teck[C]. 1983

[4] Chung S. Apllication of high speed photography to rock blasting at Canndian industries, a review[A]. Canadian Rock Mechanics Symposium Vol. 2[C]. 1975

The Rock Moving Regularity in Deep Hole Bench Explosion

Luan Longfa, Miao Yangang

(Kunming University of Technology, Kunming 650093, China)

[Abstract] The process of the deep hole bench explosion is measured with the high-speed photographic method. The problem on the experiment synchronism is resolved. The explosion process has been expressed. The moving regularity of bench surface rock is approached through analysis photograph. The obtained results are important to researching the mechanism of the bench explosion and calculating the condition of the explosion splash.

[Key words] high speed photography; bench explosion; moving regularity

(上接第 244 页)

[Abstract] Bainiuchang deposit is one of three super-large polymetallic deposits in southeastern Yunnan. The mineralization is mainly connected with the lateYenshan period granitic intrusions including concealed granitic stocks and granite-porphyry veins. The bainiuchang short axis anticline and the fault F_3 is made by the uplift of the granitic magma. F_3 what major orebodies filled into is a gentle detachment fault. Contact metamorphism between granitic magma and sedimentary rocks, such as carbonate rocks and clastic rocks, occurred strongly in or near the contact area where skarn-type copper, tin and polymetallic ore bodies were formed in the same stage. Nevertheless silver, polymetallic ore bodies formed by the mineragenetic fluid filling into F_3 and other faults, fissures are located at sedimentary rocks far from the granite. The mayor orebody V_1 is a group of orebodies in fact. It is composed of a bigger stratoid orebody located in upper Baiyang and many small hyacinth bean-shaped orebodies located in in lower Baiyang, Chuanxindong, Duimenshan and Awei. Skarn-type copper, tin ore bodies are chief exploration aims in future.

[Key words] Bainiuchang; silver polymetallic; granite; granite-porphyry; short axis anticline; detachment fault; tin

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net