

个旧矿区老矿山地质找矿新进展^①

童 祥

(昆明理工大学, 云南 昆明 650093)

摘 要:近年来,个旧锡矿地质找矿越来越受到重视,在基础成矿理论研究方面初步确立了“三大成矿系列”,在勘查手段方面新引进了瞬变电磁法(TEM)、可控源音频大地电磁法(CSAMT)、自然源高频大地电磁测深(EH4 仪器)、高精度磁测量法等物探方法以及烃气测量、能谱测量等地球化学方法,在老资料应用、构造地球化学的应用等方面亦有新的进展。

关键词:老矿山;二轮找矿;综述;成矿理论;地球物理;地球化学;个旧锡矿

中图分类号:P618.44 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-5663(2003)增刊-0276-05

个旧锡矿是一个以锡为主的超大型多金属矿集区,蕴藏丰富的锡、铜、铅、银等多种有色金属、稀有金属矿产。由于近现代的大规模开采,个旧矿区探明的资源储量严重消耗,目前已有 14 座较大规模的矿山因资源枯竭而关闭,仍在生产的 5 座大型矿山中,4 座属于资源严重危机的矿山,矿业形势十分严峻,对个旧地区的经济和社会造成巨大的影响。寻找新的接替资源造成了个旧矿业生存与发展必须解决的首要问题。

90 年代中后期开始,云锡公司在十分困难的情况下斥巨资开展老矿山二轮地质找矿,每年投入地质找矿勘探与地质研究费用达 2000 万元,与专业地勘队伍、科研院校(所)合作,开展成矿理论、深部矿床定位预测、综合信息成矿预测等研究,引进先进的物化探手段,进行大范围、大深度的地质探测,在成矿理论研究、老资料利用、隐伏矿床(体)定位预测等方面取得一些新的进展,筛选出了一批具有极高找矿远景的靶区。

1 成矿理论研究

1.1 矿区地质概况

矿区位于云南山字型构造、青藏歹字型构造、南岭 EW 向及川滇 SN 向构造的复合部位,处于欧亚板块、印度板块俯冲碰撞相接的部位,属于欧亚板块中

的华夏古板块之中国东南微板块西南缘右江陆缘盆地中的南盘江断褶束之西南隅,处在环球两个巨型锡矿带,即特提斯巨型锡矿带和环太平洋巨型锡矿带的交汇点。矿区经历了多次构造运动,形成当今地质构造格局和超大型锡多金属矿床的综合因素:(1)前华力西期形成的构造层、吕梁构造层(哀牢山群、瑶山群和大红山群)、扬子构造层(昆阳群)以及加里东构造层的锡、铅丰度值高出克拉克值 2~3 倍,构成成矿基础;(2)印支早中期海槽急剧沉降,沉积了一套巨厚的以碳酸盐岩为主的地层,同时多次发生海底火山喷溢,不仅带来大量铜成矿物质,形成一定规模的块状硫化物铜矿床,而且其后的海底热水活动从基底带来大量的锡成矿物质,造成地层中锡的高背景值,甚至在某些层位可能就已经形成了“层间锡矿床”;(3)燕山期构造岩浆活动与成矿作用最终形成举世闻名的超大型个旧锡矿床;(4)喜山期以来的构造运动使地壳进一步抬升,大部分的层间矿体和部分花岗岩接触带矿体遭受氧化而变为松散的土状氧化矿,地表形成了规模巨大的砂锡矿床,古溶洞内也形成了一定规模的洞穴沉积砂矿和地下河滨砂矿。

个旧矿区西区受 NNE 向贾沙复向斜控制,过去地质工作程度较浅,除牛屎坡大型砂矿床、陡岩大一中型锡铅矿床外,其它地段尚未发现较大的矿床,但近年来的工作表明西区也有很好的找矿前景。东区分布矿区一级褶皱——NE 向五指山复背斜,其上横跨

^① 收稿日期:2003-09-15 作者简介:童 祥(1966—),男,昆明理工大学,工程硕士生,地质高级工程师,主要从事地质找矿研究工作。。

东区五大矿田,即马拉格矿田、松树脚矿田、高松矿田、老厂矿田(含双竹矿田)、卡房矿田(图1)。

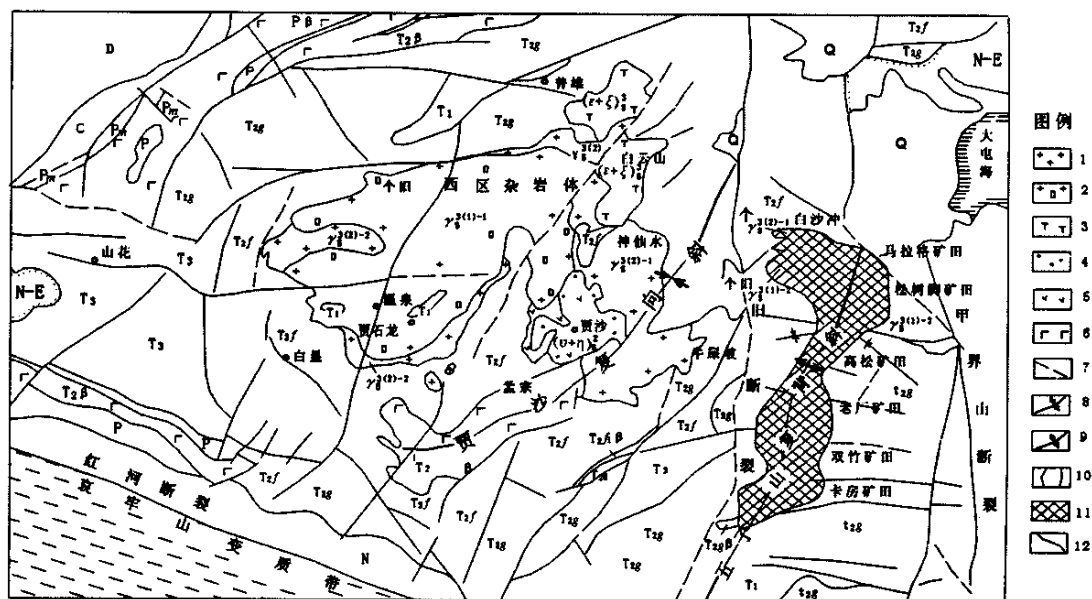


图 1 个旧矿区地质简图

Q—第四系腐植土 N—E—第三系砂砾石层 T_3 —上三叠统泥页岩、砂岩夹砾岩及煤层 $T_2\beta$ —印支期火山岩系 T_2f —中三叠统
法郎组泥质碎屑岩、泥质灰岩 T_2g —中三叠统个旧组灰岩 T_1 —下三叠统砂页岩及泥质灰岩 P_m —二叠系茅口组灰岩 $P\beta$ —华力
西期火山岩系 C—石炭系灰岩 D—泥盆系灰岩为主砂页岩 $(\epsilon+\xi)_5^3$ —燕山晚期碱性岩 $\gamma_5^{(2)-2}$ —燕山晚期中细粒花岗岩
 $\gamma_5^{(2)-1}$ —燕山晚期中粗粒花岗岩 $\gamma_5^{(1)-2}$ —燕山晚期少斑状花岗岩 $\gamma_5^{(1)-1}$ —燕山晚期斑状花岗岩 $(\nu+\eta)_5^2$ —燕山早期或印支晚期
辉长岩—二长岩 1—中粒、中粗粒花岗岩 2—斑状花岗岩 3—霞石正长碱性岩 4—辉长—二长岩 5—变辉长岩 6—基性火山
岩、变辉绿岩 7—断层 8—复式向斜 9—复式背斜 10—隐伏花岗岩脊 11—超大型锡多金属集中矿化区 12.地质界线

矿区内中三叠统个旧组(T_2g)碳酸盐岩广泛出露,是矿区的最主要容矿地层,下三叠统和上三叠统碎屑岩、上二叠统含煤碎屑岩仅零星分布。矿区边部及外围分布有华力西旋回火山岩及火山岩系地层。印支旋回火山岩主要有三期:(1)中三叠世安尼期火山岩,呈 NE 向分布于麒麟山—老厂—卡房—田心一带,产于个旧组底部 T_{2g1}^1 地层中,为斑状、杏仁状橄榄玄武岩,大多遭受强烈热液蚀变;(2)中三叠世早拉丁期火山岩,分布于水塘寨—保和—木花果一带,为变玄武岩以及角闪石化变余玄武质凝灰岩;(3)中三叠世拉丁晚期—诺利克期火山岩,主要分布在贾沙向斜轴部林河村—尼得—德胜冲一带,为碳酸盐岩、泥质碎屑岩、玄武熔岩、凝灰岩构成的火山岩系。

矿区侵入岩主要有基性侵入岩(贾沙岩体,辉长—二长岩)、碱性侵入岩(白云山岩体,碱性正长岩和霞石正长岩)、花岗岩。个旧花岗岩属燕山中—晚期壳源重熔型花岗岩,富硅、富碱、铝过饱和,锡含量高于正常花岗岩。西区花岗岩出露面积约 300km²,东区花岗岩大部隐伏于地下数十米至一千多米,分布面积约

150km².

1.2 三大成矿系列

由于个旧矿区花岗岩分布广、作用强烈,长期以来对花岗岩及花岗岩成矿作用的研究非常重视,并形成以花岗岩成矿理论为基础的花岗岩成矿模式和勘探模式,总结出“岩控、层控、构控和金属分带”的矿床产出特征和规律。随着地质找矿实践的深入和成矿理论的发展,特大型矿床多因复成理论在个旧矿区得到重视,特别是近两年来,经过省院省校项目联合攻关,已经初步确定出个旧矿区至少存在三个大的成矿系列,即印支期海底基性火山—沉积矿床系列、印支期海底沉积—喷流矿床系列、燕山期花岗岩叠加改造矿床系列。

1.2.1 海底基性火山—沉积矿床系列

印支期(240Ma~230Ma)个旧处于拉张裂谷构造环境。早三叠世地壳的张裂作用,沿个旧—开远—泸西—黔西南的兴仁—线形成了一条沉降和补偿作用十分发育的断拉谷(aulacogen),这条NE展布的断拉谷自个旧以南转向南东。至中三叠世沿断拉谷活

动加剧,沉积厚度加大,并引发强烈的基性火山活动。此次海底基性火山—沉积成矿作用形成的矿床以块状硫化物铜矿床、铜锡矿床及块状硫化物铜金矿床最为特征,主要产于 $T_2g_1^1$ 基性火山岩系中。矿体呈似层状、透镜状与围岩整合产出,致密块状、纹层条带状构造,胶状、自形、半自形结构,主要金属矿物有磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿、白钨矿、自然金以及锡石等。围岩蚀变主要有硅化、阳起石化、金云母化、透辉石、绿泥石化、绿帘石化等。如竹叶山 13—2—3#、卡房 13—2#、1—9#(图 2)、金光坡金铜矿床等。

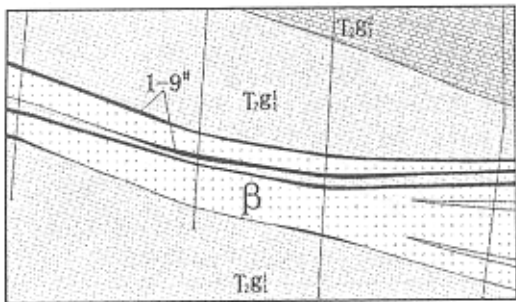


图 2 卡房 1—9# 矿体剖面图

$T_2g_1^1$ —中三叠统个旧组灰岩 $T_2g_1^1$ —中三叠统个旧组
基性火山岩 β —印支期玄武岩

1.2.2 海底沉积—喷流矿床系列

印支期(230Ma~220Ma)拉张裂谷构造环境中海底喷流热水沉积作用形成该矿床系列,以块状硫化物锡铅矿床、块状硫化物锡铜矿床及含锡白云岩矿床为特征,矿体产于 $T_2g_1^5$ 、 $T_2g_1^6$ 的灰岩、白云岩、玄武质凝灰岩及硅质碳酸盐岩中,距下伏花岗岩体 600m。矿体呈似层状、透镜状与围岩整合产出,块状、纹层一条带状构造,胶状、结核状、草莓状结构,主要金属矿物有磁黄铁矿、黄铁矿、锡石、方铅矿、铁闪锌矿等。围岩蚀变主要为硅化、铁锰碳酸盐岩化等。如松树脚芦塘坝 10 号矿群等。

1.2.3 花岗岩叠加改造矿床系列

燕山晚期(115Ma~60Ma)挤压构造环境中花岗岩气液叠加改造成矿作用形成该矿床系列,以电气石细脉带矿床、断裂带硫化物矿床、矽卡岩硫化物矿床为特征,产于花岗岩接触带、断裂破碎带、花岗岩上部裂隙带中。

三大成矿系列的确立,打破了花岗岩成矿一元论,较好地解释了不少难于用原有的“花岗岩模式”解释的地质事实,大大地丰富矿床成因模式,勘查模型(找矿标志和预测准则)亦有新的改变,找矿思路明显拓宽,找矿空间和找矿远景必将会有明显扩大。

万方数据

2 老资料利用

个旧矿区长期的地质研究工作以及地质勘探、矿山生产建设,积累了浩如烟海的资料,特别是化探、物探资料,十分丰富。为充分利用这些宝贵资料,昆明理工大学与云锡公司共同开发了个旧锡矿地质数据库,运用最新的数据处理方法和手段对物化探数据进行处理。对个旧矿区原始化探数据(10 个元素)在计算机中进行了二次平滑,以 $100m \times 50m$ 的网格新生成了 104931 个数据,然后在此基础上又以 $200m \times 100m$ 的网格进行了平滑,新生成了 32992 个数据;对 $170km^2$ 电测深资料(共计 258 个电测深点)进行了重新处理,主要圈定低阻带。在此基础上进行综合信息成矿预测,重新圈定出 8 个异常区。

3 物化探勘查手段

云锡公司在地表应用了瞬变电磁法(TEM)、可控源音频大地电磁法(CSAMT)、自然源高频大地电磁测深(EH4 仪器)、高精度磁测量法等物探方法及构造地球化学、地层岩石地球化学、土壤地球化学、烃气测量、能谱测量等地球化学方法;在坑内试验应用了视电阻率法、充电法、激发极化法等多种方法。

3.1 瞬变电磁法(TEM)的应用与效果

2000 年云锡公司开始引进瞬变电磁法,2001 年度、2002 年度进行了大面积勘查。

在试验剖面上证实该方法对个旧矿区层间氧化矿和接触带硫化矿均有反映之后,通过进一步的试验工作,发现 TEM 用 $200m \times 200m$ 的重叠回线装置能很好地反映地下的已知矿体。在此基础上,以 $200m \times 200m$ 、 $200m \times 100m$ 重叠回线装置分别在 G 测区、T 测区、A 测区、D 测区实施勘查,完成面积 $7.9km^2$ 、剖面 16 条(约 40km),圈出低阻异常 6 个(图 3)。在 Dqns 断裂附近的 I 号 TEM 异常区内,坑内验证已发现多个矿点,Ⅵ号 TEM 低阻异常区也与坑内已知矿体基本对应,Ⅴ号异常区规模大,异常幅值高,而且延伸较长,目前正筹集资金准备验证。除平面上圈定低阻异常带外,经过反演,在电性剖面上可大致估计低阻异常的高程范围以及断层的延伸,从而对地质剖面进行修改。初步的验证可以说明,在个旧矿区,用瞬变电磁法来寻找一定深度地质构造及层间矿体是有

效的。TEM 在个旧矿区的应用也存在不少困难,地形影响是其中最难以克服的。虽然所选择的几个测区地形已经是比较平坦的,但仍有不少地方地形坡度在 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 以上, $200\text{m}\times 200\text{m}$ 的重叠回线根本无法置于近似水平状态,影响探测有效深度,产生物探异常畸变,对深部地质体的定位误差也特别大。

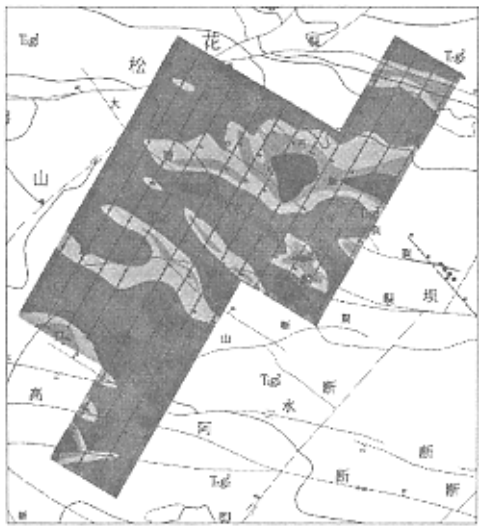


图 3 TEM 异常平面图

3.2 高频大地电磁测深(EH4)的应用与效果

高频大地电磁测深法是利用宇宙中的太阳风、雷电等入射到地球上的天然电磁场信号作为激发场源,满足平面波条件,故不受场源阴影效应。通过巷道及钻探工程验证,在 T4、T6 线没有发现能引起异常的地质体,在 T8 线低阻异常所对应的部位则发现有一定规模的含铁白云岩和小矿体。在高频大地电磁测深法 T10 线低阻异常所对应的部位找到了中等规模的矿体,最厚达到 7m。总的来说,高频大地电磁测深电阻率二维反演剖面所反映的层状结构比较清晰,电性层大致反映出地层岩性差异和地层产状,对断层和深部花岗岩也有反映,其仪器规模小,利用自然场源,比较适宜于个旧矿区地形切割大、地质体大多近于水平、人文干扰大的地区进行深部地质填图。

3.3 构造地球化学的应用与效果

构造地球化学(Tectogeochemistry)勘查技术方法是 70 年代以来隐伏矿床找矿勘查新技术新方法的重大进展,能够进行大深度的矿体的成矿物质组成的直接定量评价。国内外众多实例证实,成晕元素在断裂构造中的运移能力和速度比在块状围岩中快得多(有人认为达 $10^{13}\sim 10^{17}$ 倍),深部隐伏矿体在地表的块状围岩中引起的异常非常弱,难于识别,而在断裂

构造却能引起较强的异常,容易识别。在成矿期,各种构造裂隙成为含矿流体运移的良好通道和矿质沉淀的有利部位,指示元素往地表较强烈地迁移,在构造岩中留下包含着丰富的成矿信息的“痕迹”。在成矿后,隐伏矿床的物质成分也在不断运动和变化,成晕元素以离子的形式赋存于薄膜水、裂隙水中,在各种力量的作用下沿断裂构造向地表迁移,在构造岩中同样留下找矿信息。因此,理论上不管何种成因的矿床,只要有断裂构造通过,就有可能用构造地球化学勘查方法找到。308 队应用此方法在个旧矿区进行隐伏矿床找矿实践,成功预测并找到大箐东深部隐伏层间氧化锡矿床,证实此方法对寻找个旧矿区巨厚水平覆盖层下的隐伏矿床有效。

由于全部采用计算机进行数据处理和计算机制图,工作效率得以大幅度提高,构造地球化学勘查方法得以大面积应用,成为近年来个旧矿区老矿山找矿工作中应用最广泛的基本勘查方法。除对原始数据进行通常的数理统计分析、确定异常下限、聚类分析、因子分析、趋势分析之外,对矿异常与非矿异常、矿异常的头晕、尾晕、上部晕、下部晕的判别也进行了研究,建立地球化学找矿标志。对每条或每组断裂进行成矿元素变异性分析,以此判别该断裂是否有成矿作用或是否切割矿体。按单元素或元素组合含量进行平面各向异性 Kringing 法网格化,绘制成矿元素含量等值线图,结合对断裂构造和其他成矿地质条件的研究分析作出成矿预测,再结合物探工作,最后作出矿床定位预测(图 4)。

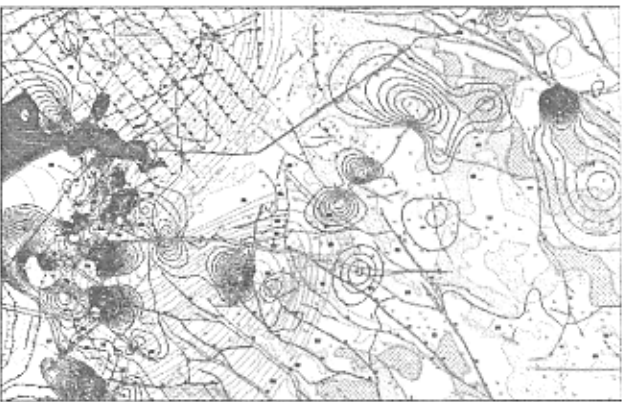


图 4 D 区 X 元素含量等值线图

3.4 能谱测量地球化学方法的应用与效果

一般同花岗岩有关的矿化热液活动中有 U、Th 热液活动,花岗岩尤其是晚期相花岗岩在各类岩石中有最高的 U、Th 含量,U、Th 在晚期相富集并可进入

流体相中,成为矿化热液活动重要的元素组成,灰岩地层一般本底 U、Th 含量很低,热液活动造成的差异性变化叠加易于在低的本底上表现出来,因此,以探测样本 U、Th、K 放射性强度为手段的能谱测量有可能显示与花岗岩有关的成矿热液活动。

个旧矿区高松矿田 U、Th 在构造岩、构造旁侧基岩、近矿围岩及土壤中的含量表明,放射性元素 U、Th 为成矿热液活动中的活泼元素,元素在近矿围岩和构造岩中的含量显著高于地表基岩,特别是 U 有较好的近程矿化指示性,U 在近矿围岩中含量最高(相对基岩及构造岩),Th 在构造岩中含量高于近矿围岩,表现出远程指示意义,这一现象同元素的地球化学行为相一致。因此,地表基岩测量中,代表 U、Th 的能谱强度值能够在一定程度上反映矿化热液活动的强度,而 U/Th 比值越高则体现近矿蚀变性越强,可以作为衡量异常有效性的一种参考依据。

能谱测量测点按照 200m×200m 等间距的正方形网格布置,每个测点用便携式数字化四道伽玛能谱仪(GAD-6,Scintrex Limited)分别对基岩和土壤进行测量。根据能谱测量结果,结合 U 道及 U/Th 比值异常,以高 U 道异常和高 U/Th 比值作为矿化热液活动中心,则出现东南角基岩能谱异常中心和北西方向上土壤能谱异常中心。这一差异可能反映热液活动中心(源)与成矿作用中心的偏离,故可确定本区矿化热液活动中心和矿化活动中心(如图 5)。从各异常分布的走势上来看,显现出异常自东南角向北西方向发散的趋势,此趋势正好反映本区成矿热液活动流体运移方向。

4 结束语

经过近几年的工作,个旧矿区老矿山地质找矿在成矿理论研究、老资料利用、隐伏矿床(体)定位预测

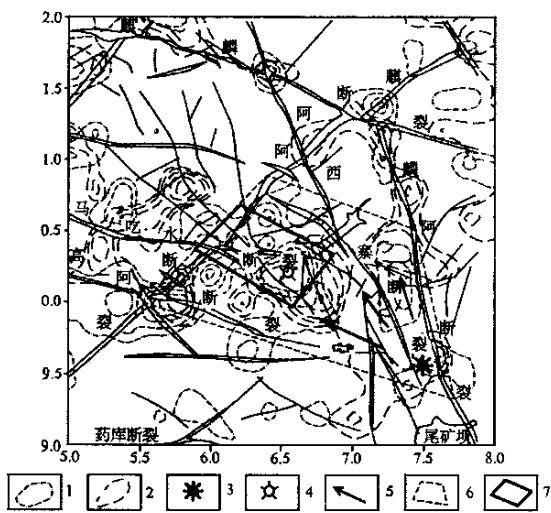


图 5 A 测区能谱异常靶区

- 1—基岩 U 相对异常分布 2—土壤 U 相对异常分布 3—推测局
域热液活动中心 4—推测局域矿化作用中心 5—推测局域
热液活动方向 6—主要能谱异常区 7—重点异常靶区

等方面取得一些新的进展,在瞬变电磁法(TEM)、高频大地电磁测深(EH4)、构造地球化学、能谱测量地球化学等勘查方法的应用方面也取得一些经验,同时也暴露出不少问题。勘查经费严重不足,影响矿区外围及深部地质找矿勘查的深入进行,虽然云锡公司每年投入 2000 多万进行地质找矿,但只能解决矿山当期问题,对外围及深部地质找矿就力不从心了。专业勘探队伍和矿山由于体制的变革,目前都在发挥各自的劣势,专业化分工协作的优势则难以得到发挥。这些问题,显然不是矿山自己能够解决的,希望能引起各方面的重视。

参考文献:

- [1] 庄永秋,王任重,杨树培,尹金明. 云南个旧锡铜多金属矿床[M]. 地震出版社,1996.
[2] 冶金工业部西南冶金地质勘探公司. 个旧锡矿地质[M]. 冶金工业出版社,1984.

PROGRESSES OF PROSPECTING IN OLD GEJIU MINING AREAS

DONG Xiang

(Kunming University of Science and Technology, Kunming Yunnan 650093 China)