地物化综合找矿方法的一次成功尝试
——贵州银厂坡银铅锌矿床深部矿体综合找矿预测及验证

廖震文[1,2]

(1.中国地质大学研究生院,武汉 430074; 2.中国地质调查局成都地质调查中心,成都 610082)

[摘 要]通过调查发现,银厂坡矿区浅表为一小型银铅锌氧化矿床,但基本已被采空。为解决诸如"银厂坡氧化矿床深部找矿潜力如何、是否存在原生盲矿体、有多大规模的原生矿、是什么类型矿化、原生盲矿体具体部位在哪里、以什么形态位态产出、用什么方法技术手段加以确定"等矿区大比例尺找矿问题,尝试了在地质预测基础上,运用物探、化探等综合方法,进行深部盲矿体定位定量预测。经过 3年的工作,最终在矿层露头线以下 660～700m深度上发现了富银铅锌原生矿体,成功地证实了找矿预测结果。

[关键词]地物化 综合方法 银铅锌 深部矿体 银厂坡 贵州

[中图分类号]P622 [文献标识码]A [文章编号]0495 - 5331(2006)01 - 0059 - 05

银厂坡为一民采历史较长的老铅锌矿区,与近年来有重大找矿突破的云南会泽大型 -特大型铅锌矿床相邻,矿山厂、麒麟厂、银厂坡同属一个矿田,即矿山厂矿田(图 1)。20世纪 50～80年代,由有色地勘单位开展了系统的地质勘查工作,证实银厂坡浅部(矿层露头线以下垂深 250m)为一小型铅锌氧化矿床;90年代末的银矿找矿工作,更进一步确认了银厂坡浅部为一中型的独立银矿床(银品位大于 150 $\times 10^{-6}$),并对其矿床特征、控矿因素、找矿标志及找矿潜力作了调查和分析。鉴于银厂坡浅表氧化矿体已开采殆尽,从 2000年起,在大调查项目及民营资金的支持下,安排对银厂坡中深部原生矿体进行定位定量综合找矿预测工作,至 2003年坑道工程揭露到矿体为止,整个预测工作历时 3年。

预测工作是在地质调查及分析基础上,运用中段原生晕测量、大深度物探测量及深部工程验证等手段开展的。

1 矿区地质背景及矿床特征简述

银厂坡银铅锌矿床所处大地构造位置为扬子准地台黔北台隆六盘水断陷普安旋扭变形区北西部,属扬子准地台西南缘构造活动相对较强的前陆冲断褶皱带。区内出露地层由老到新有上元古界震旦系,古生界寒武系、泥盆系、石炭系、二叠系,中生界三叠系、侏罗系等地层。奥陶系及志留系地层缺失。岩浆岩主要为峨眉山玄武岩。

矿体赋存于石炭系上统黄龙组(C_2hn)上部,F_4断层上盘破碎蚀变体的中等铁锰质蚀变带中。矿化蚀变带地表延伸 3520m,从北向南依次划分为卧龙硐、白羊硐、黄龙硐、宏发硐等 4个矿段。矿体倾向与地层基本一致,长轴方向 100°～130°,呈透镜状、似层状产出,浅表倾角为 40°～50°,向深部变陡,并向南东侧伏,平面投影呈左行雁行排列(图 1)。铅锌矿体多呈脉状、似筒状、囊状、扁柱状、网脉状及似层状等。矿体围岩为条带状泥晶灰岩,但其顶板非常接近梁山组碎屑岩,地表垂直距离一般 0～20m,这种地层岩性组合可能对该矿床的热液成矿作用起到一定的屏蔽作用。

地质调查表明,4个矿段均有银铅锌氧化矿体的存在,其中宏发硐矿段是主矿体所在,2125m以上分布有一大二小 3个矿体,主矿体估算 E级储量已达 20万 t以上,实际开采约 5万 t,矿体呈板条状,走向长一般 50～100m,已知倾向长大于 300m,厚 2～3m左右,最大可达 20余 m,矿石品位极高(35%～40%),主要呈致密块状。矿体倾向 110°,向 120～130°方向侧伏,侧伏方向是其最大延伸方向。

[收稿日期]2004 - 11 - 30; [修订日期]2005 - 01 - 17; [责任编辑]余大良。

[基金项目]国土资源大调查项目:贵州威宁 - 赫章地区银铅锌矿评价项目(编号:200010200143)和贵州黔西北地区铜铅锌矿评价项目(编号:200310200036)联合资助。

[第一作者简介]廖震文(1970年 -),男,1990年毕业于原长春地质学院,获学士学位,在读博士生,高级工程师,现主要从事矿产普查与勘探工作。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

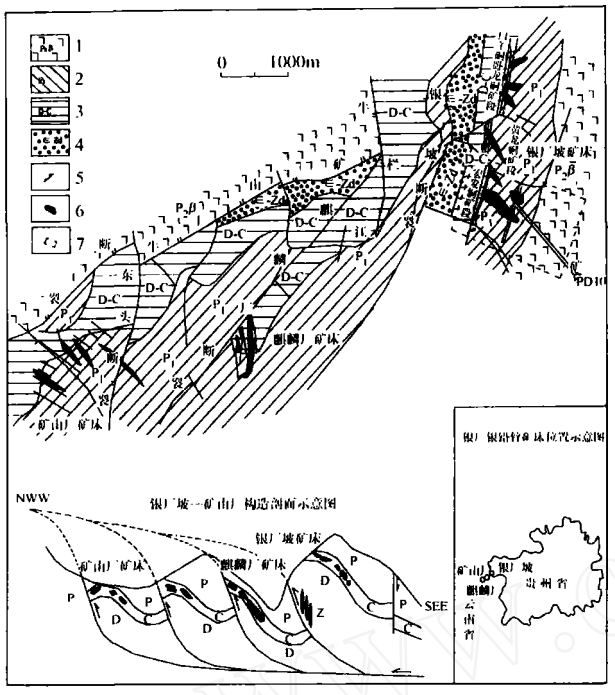


图 1 银厂坡 -矿山厂矿田地质平面及构造剖面图

1—上二叠统玄武岩; 2—下二叠统灰岩; 3—泥盆系 -石炭系碳酸盐岩; 4—震旦系灯影组灰岩 -寒武系碎屑岩; 5—张扭性断裂; 6—银铅锌矿体; 7—预测工作地段

2 区域成矿远景分析[1,2]

通过对区域地质背景分析、区域矿床特征对比,对银厂坡银铅锌矿床沿延深方向上的成矿远景做出初步判断,归纳出下面 3点结论。

1) 银厂坡银铅锌矿床位于小江、弥勒 -师宗、紫云 -桂都三条深大断裂所挟持的“Pb - Zn - Ag - Au”成矿域内,在综合地球物理场中处于我国第二条重力梯度带——龙门山重力梯度带上,属幔隆与幔坳的变化区。构造活动相对较强,形成前陆冲断褶皱带,并呈现了从陆块至造山带大地构造的过渡性质,其区域成矿地质条件较为有利。1∶20万化探扫面成果表明,银厂坡矿床为银、铅一级异常区,银异常强度为全省最高,因此,在本区进行银铅锌找矿具有较好的前景。

2) 通过对矿山厂、麒麟厂、银厂坡的矿床地质特征进行对比,从赋矿层位、构造到矿石质量均极其相近,加以共同的成矿背景,推测它们是在同一次成矿作用中沿不同的逆冲构造所形成的顺层虚脱空间充填交代而形成的。矿山厂铅锌矿床、麒麟厂铅锌矿床的矿体地表露头标高与银厂坡银铅锌矿床基本相同,均在 2400m左右。前二者氧化带的最低海拔为 1800m左右,在 1400m的标高上仍产出有富厚的原生铅锌矿体。而目前银厂坡矿床控制最低标高仅 2100m,且全在氧化带内。因此,在 3个矿床具有充分可对比性前提下,银厂坡银铅锌矿床沿延深方向上有着极大的找矿潜力,在 1400～2100m标高范围内极有可能发现规模较大的银铅锌矿体。

3) 资源量估计:与银厂坡毗邻的麒麟厂勘探结果表明,氧化矿延伸标高为 2482～1996m,混合矿标高 1996～1811m,垂高 671m,原生硫化矿延伸标高从 1811～1200m (未完),垂高 611m,硫化矿变为氧化矿其体积平均收缩了约 4倍、Pb + Zn品位降低了 1.5倍、体重降低了 2倍,以金属量衡量即硫化矿中之铅锌为氧化矿之 4 ×1.5 ×2 = 12倍。氧化作用造成相对贫薄小的氧化矿和富厚的硫化矿[5]。反观银厂坡,目前控制标高仅为 2400～2100m,垂高 300m,全在氧化带内,已采金属量近 5万 t,若其氧化带深度如麒麟厂,则 300m之下尚有 300多 m的氧化带,其蕴藏金属量当在 5万 t左右,共计氧化矿约 10万 t,则 1800m以下的硫化矿至少有 120万 t (氧化矿的 12倍)。若以矿山厂对比,则亦可达 100万 t以上。考虑目前的控制及研究程度,在银厂坡深部寻找 50万 t铅锌金属量应是可靠的。

3 矿区构造找矿分析[3]

通过矿区大比例尺构造测量,总结出构造控矿的 3点结论如下:

1) 小江深断裂带为深源成矿流体形成提供了有利的成矿地质背景,NNE向大规模逆冲断裂为含矿流体的贯入提供了通道及可能的构造热—成矿热源,上石炭统黄龙组中 NE向层间张扭性断裂为矿质提供了储存空间,与之配套的 NW、SW向剪切——左行扭性构造——次级箱状背斜控制了矿体的形态和分布,同时顶板的梁山组细碎屑岩层为其屏蔽构造。

2) 构造控矿及热液成矿特征均十分显著。矿体分布于黄龙组粗晶白云岩与硅化白云质灰岩过渡带的张扭性层间断裂带中,似乎表明矿体受地层控制。究其根本原因,主要是由于石炭系中、上部岩石的力学性质较上、下部岩石弱,易沿层理和岩性分界面形成滑脱断裂构造,因此控矿构造的形成选择了有利岩性,从而形成了与地层产状近于一致的控矿构造。

3) 容矿层岩层挠曲、层间剥离、层间滑动带组成主要容矿空间。矿体呈左行雁列式分布 (图 1),显示出主矿体向 SW侧伏的特点。这一特征已得到了理论和实践的证明。矿区内矿床、矿体呈现大致等间距分布的特点,出现了强弱构造—矿化带的分

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

带现象,这是构造控矿的必然结果。

4　原生晕特征及找矿分析[4]

充分利用宏发硐矿段 PD8(2335m)、PD7(2275m)、PD6(2215m)、PD9(2125m)4个中段由一些采场或老硐相互串通、矿体的产出位置和形态较清楚的条件,开展了中段原生晕测量,对岩石化学样品分析了 8个元素,其中 Ag-As-Sb一般为该类型矿床的前晕指示元素,Mo-Sn-W为尾晕指示元素。测量结果表明:Ag、As在宏发硐矿段的 4个中段中仍有较大的异常范围和较高的浓度,而尾部元素 Mo、Sn、W几乎没有异常显示。主成矿元素(Pb、Zn、Ag、Cu)异常中、内带与矿体高度吻合,可作为矿体存在与否、存在位置、数量的标志,在最深部之 2125m中段(PD9)内反映了两个异常组合(图 2),异常范围及强度北大南小,通过对南部小异常延深方向上进行坑道验证,已证实了较富的氧化矿体的存在,因此,预测其靠北的异常可能暗示着一个较大矿体的存在,尤其值得重视。

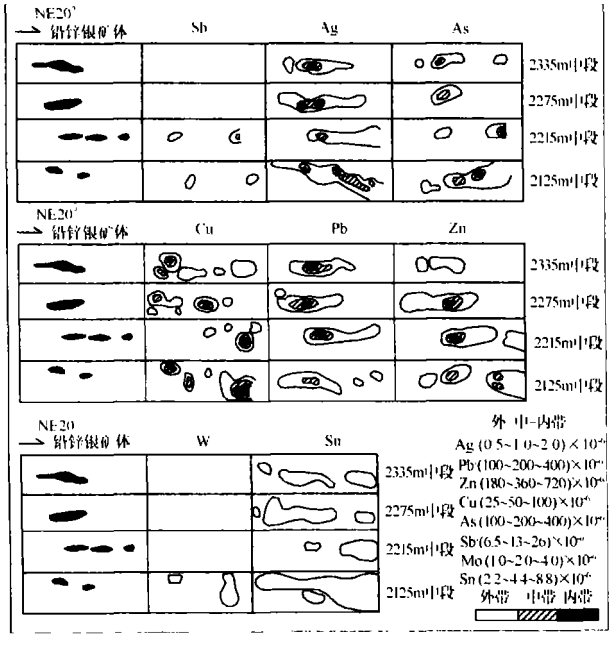


图 2　银厂坡银铅锌矿床宏发硐矿段中段原生晕分布图

银厂坡矿床在 2125m标高之上存在着较强的前缘指示元素异常,仅为矿体的前缘部分,2125m标高之下才是真正具规模的矿体赋存部位,2125m之下中深部仍是寻找原生矿的很好靶区。

5　物探测量结果及找矿分析

上述原生晕测量结果表明,矿体并未尖灭,向深部延伸的可能性极大,2125m中段(最底层中段)上存在一大一小两个头晕异常,较小一个已证实为矿致异常,较大一个位于靠北部,预示着在 2125m以下可能存在一个规模较大的异常源。

5.1　物性特征

测区内所采集的 6个地层不同岩性的标本,表明该区的低阻体主要是硫化的铅锌矿石,其视电阻率小于 100Ω·m,而视极化率大于 30%。其余的各种岩(矿)石都比硫化的铅锌矿石高出近 10倍以上。因此投入物探有较好的物性前提,投入对探测低阻体较灵敏的 TEM是可行的。

5.2　工作方法及参数选择

根据银厂坡银铅锌矿床为良导块状硫化物矿床,选用了“瞬变电磁法(Transient Electromagnetic Methods)简称 TEM”,按 400m×50m网度开展面积性工作。据该区地球物理及已知矿体平面展布特征,共设计剖面 4条,依次为 T04、T05、T06、T08,剖面方位为 29°方位角,点距 50m。采用 200m×200m重叠回线装置,供电电流 15～18A,供电时间或频率选择均经试验后确定。观测记录电流归一化二次电位感应值(V2)记录道数为 20道。

5.3　测量结果

该区 TEM异常的主要是呈现出两个异常带的特征(图 3),根据所处的位置将其分为 I和 II号异常带。

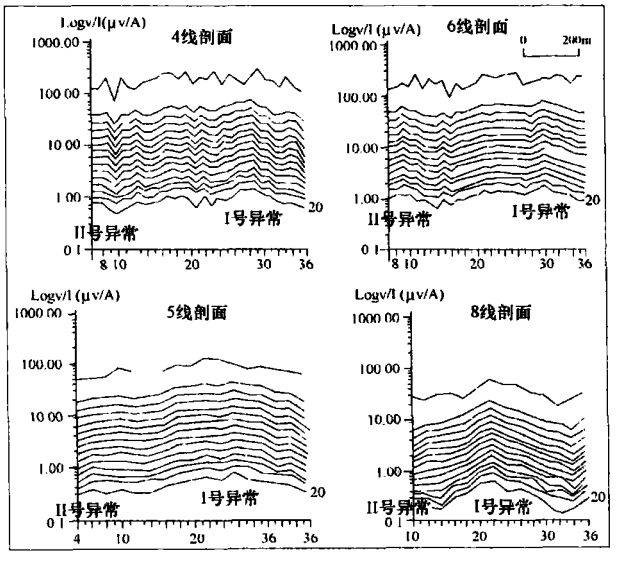


图 3　银厂坡银铅锌矿床宏发硐矿段
4、5、6、8线剖面瞬变电磁(TEM)测量结果图

I号异常带:4线的 24-32号点,5线的 18-32号点,6线的 17-33号点,8线的 18-28号点。从以上异常点的分布看,该异常带平均宽 600m,沿走向长 800m,异常表现出在两端 4线、8线范围小、

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

强度弱,而两线之间的 5、6线范围大,强度大,平面异常分布呈现出一个透镜体的形态,即中间的 5、6线膨胀,向西端 4线、东端 8线收缩的特征。从异常的整体走向看,从 4-8线,异常走向明显向南东移,似乎和麒麟厂一样有向南东侧伏的规律。

Ⅱ号异常带:异常分布于 4线 7-10号点,5线的 6-10号点,6线的 8-11号点,而 8线已没有与之对应的异常。该异常平均宽 150m,沿走向长 400m,异常主要反映在 6线较明显,而在 4、5线反映都不是很明显,Ⅱ号异常带表现为二次电位值弱,规模小、梯度变化不明显,从强度、规模来看,该异常都远远小于 Ⅰ号异常带,该异常可能与所处位置的几条断层有关系。

5.4 综合解释及结论

物探异常的解释主要使用实测的多测道电流归一化二次电位曲线图,采用计算机转换的视电阻率与深度图,结合地质成矿规律及矿床特征,借鉴会泽铅锌矿的一些成功经验进行综合解释。

Ⅰ号异常带:平均宽近 600m,沿走向长 800m,走向南东 130°左右。从多测道二次曲线图上看,异常曲线明显的表现出宽大和平缓的特征,异常最宽在 6线,近 800m,异常值最大也是在 5、6线,其末期 20道二次电位达 0.76μV/A左右。两端的 4、5线平均宽只有 500m,异常带形态类似一个透镜体。从综合剖面图看该异常带最低视电阻率 120Ω·m,以 140Ω·m作为视电阻率异常下限,并将 140Ω·m以下等值线根据所计算的视深度,将其投影到所对应的地质剖面上,低阻体的中心埋深在 4、5线大致 500～600m,6、8线 600～700m,进一步结合地质规律进行深度校正。

Ⅱ号异常带:该异常带只分布于 4、5、6线,异常宽 200m,沿走向长 400m。其异常主要集中于 6线的 8-11号点,其余两线反映较弱。从所划分的 140Ω·m低阻异常下限看,只有在 6线出现,并且无最低的 120Ω·m。

综上所述,将物探工作所获的两个异常特征,结合矿区的成矿规律,将规模大、强度强、梯度变化明显的 Ⅰ号异常带列为一级异常带,为找矿有望的异常带。

6 综合预测结果

1) 银厂坡矿床现有氧化矿体深部极具块状金属硫化物原生矿体的找矿前景。

2) 银厂坡矿床宏发硐矿段是矿床主矿体所在,确定为找矿首选矿段。

3) 通过地质、构造测量,可能存在的盲矿体位于已发现氧化矿体的延深部位,呈板条状向南东 120°～130°侧伏,倾角 50°～70°,按氧化金属量/原生金属量 =1/10的规律,定量预测其盲矿体金属量在 50万 t以上,矿石为铅银类型。

4) 中段原生晕测量表明,现有氧化矿体将继续向深部延伸,并显示了两个盲矿体的近矿异常,其中靠北面的 Ⅰ号异常规模较大,Ⅱ号异常已证明为矿致异常。

5) 瞬变电磁(TEM)测量在地质构造预测部位上发现了产状、规模与预测一致的物探异常,其中靠北 Ⅰ号物探异常规模最大,在较浅的 4#剖面上呈现两个次级峰值,与原生晕测量所获 Ⅰ、Ⅱ号异常高度吻合,其中靠南的一个次级峰值(化探 Ⅱ号异常部位)已证明为矿体所致,因此 Ⅰ号物探异常推测为矿致异常,其平均宽近 600m,沿走向长 800m,中心埋深在 4、5线大致 500～600m,6、8线 600～700m,异常带走向南东 130°左右,初步估算其金属量可达 50万 t以上。Ⅱ号物探异常位于矿段尾端,异常弱,且地表有较厚煤层出露,推测为非矿致异常。

6) 综上,物探与化探测量所获异常,从形态、产状、埋深上,均与地质、构造所预测的潜在矿体特征高度吻合,其中,Ⅰ号物探异常范围、规模已定,是本次盲矿体定位定量预测的首选部位,建议开展深部工程验证(图 4)。

7 工程验证情况

自 2002年始对上述综合找矿预测结果开展了深部盲矿体的坑道验证。

7.1 坑道设计

设计水平坑道 PD10,设计标高 1730m,上距 Ⅰ矿体最深工程(2100m)380m,设计主坑道长 1800m,主坑道方位为 314°,预计主坑道揭穿含矿层位置为 1675～1760m(图 4),设计沿脉坑道长 1000m,方位为 205°～25°,南北各长 500m。

7.2 坑道施工结果

至 2003年 10月,PD10施工完成 1750m,于 1710m进入含矿层,1718m处见块状铅锌矿体,矿体厚度大于 2m,铅品位 46.62%,锌品位 2.96%,银品位 501.5×10^{-6},矿石以铅银矿为主,块状构造,有氧化残留结构构造(图 4);2004年 3月～5月,沿 25°方向施工沿脉坑道(YM1)77m追索矿体,于 65m处取样,矿体厚度 2.2m,铅品位 62.87%,锌品位 2.96%,银品位 736×10^{-6},矿石以铅银矿为主,块状构造,有氧化残留结构构造。2004年 10月,在

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

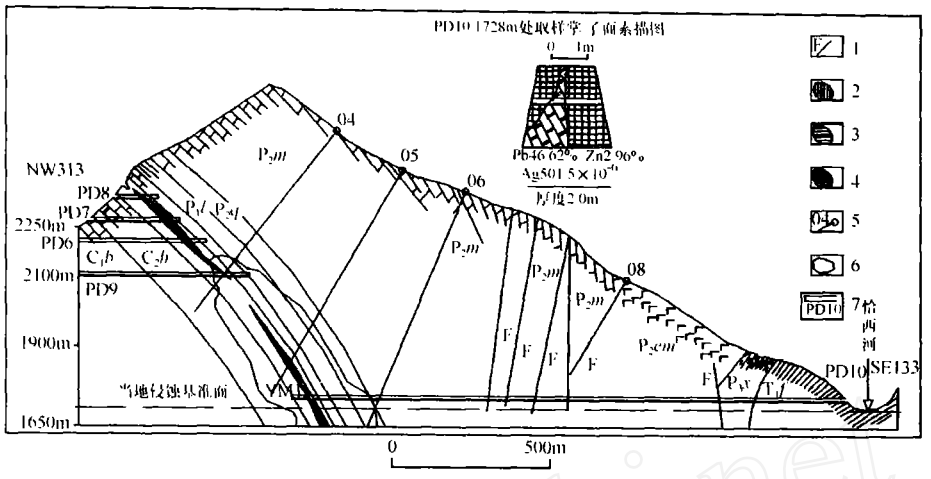


图 4　银厂坡银铅锌矿物质床 PD10施工剖面图

$T_1 f$—下三叠统飞仙关组砂岩; $P_3 x$—上二叠统宣威组含煤岩系; $P_2 em$—峨眉山玄武岩; $P_2 m$—中二叠统茅口组灰岩; $P_2 q$—中二叠统栖霞组灰岩; $P_1 l$—下二叠统梁山组含煤砂岩; $C_2 h$—上石炭统黄龙组灰岩; $C_1 b$—下石炭统摆佐组白云岩; 1—断层; 2—已采空氧化矿体; 3—预测及已验证氧化矿体; 4—原生矿体; 5—物探测量点及控制范围; 6—物探异常范围; 7—水平坑道及编号

PD10主坑道施工斜井至 1690m标高时,到达当地侵蚀基准面 (图 4),就发现了原生矿体,矿体总厚度达 14m,其中品位达 20%的富矿体厚度为 5m,呈逐渐增厚的趋势, Pb + Zn最高品位可达 63%,一般在 30%左右,矿石呈块状结构,含大量黄铁矿,证实了原生富矿体的存在。以目前控制矿体走向长度及垂深 (77m ×420m),结合浅表工程所控制品位厚度,初步可估算铅锌资源量 47万 t,银资源量 118t。

在野外工作的贵州省地矿局 103地质大队温官国、冉雪松、袁良军、周明平等 4位工程师、云南有色地勘局物化探院的同事们付出了艰辛的劳动;贵州省浙仁公司总经理胡斌为物化探工作及工程验证提供了风险勘查投入;成文过程中得到赵鹏大院士、胡光道教授的指导,在此一并表示感谢。

[参考文献]

[1] 胡耀国,李朝阳,廖震文,等. 贵州银厂坡银矿床银矿物特征及其赋存状态 [J]. 矿物学报, 2000, 20(2): 150～159.

[2] 廖震文. 贵州银厂坡银铅锌矿床成矿远景初析 [J]. 贵州地质, 2000, 17(3).

[3] 廖震文,邓小万. 银厂坡铅锌银矿床地质构造特征及找矿模式初探 [J]. 贵州地质, 2002, 19(3).

[4] 廖震文,冉雪松. 银厂坡铅锌银矿床原生晕测量及找矿分析 [J]. 贵州地质, 2003, 20(4).

[5] 孙志伟. 会泽麒麟厂铅锌矿床隐伏矿体的发现及其预测的基础与方法 [J]. 云南地质. 1998, 17(2).

[6] 曾鼎权. 黔西北地区铅锌矿的产出特征及其找矿前景 [J]. 贵州地质科技情报, 1983, (2): 35～49

[7] 陈　进,韩润生. 云南会泽铅锌矿床地质特征及其找矿方法模式 [J]. 地质地球化学, 2001.

[8] 柳贺昌. 峨眉山玄武岩与铅锌成矿 [J]. 地质与勘探, 1995, 31(4): 1～6.

[9] 陈启良. 滇东北渔户树组富铅锌矿成矿地质特征及找矿标志 [J]. 地质与勘探, 2002, 38(1): 22～26.

A SUCCESSFUL EXPLORATION ATTEMPT BY SYNTHETIC GEOLOGICAL - GEOPHYSICAL - GEOCHEMICAL METHOD

LIAO Zhen - wen[1,2]

(1. *Graduate School, China University of Geosciences, Wuhan* 430074;
2. *Chengdu Center, China Geology Survey, Chengdu* 610082)

Abstract: Small scale Ag - Pb - Zn oxidation ores at shallow of Yinchangpo deposit have been basically mined out. In order to solve prospecting problem of deep ore bodies, synthetically geological - geophysical - geochemical methods are used to forecast mineralization type, scale and position of deep blind ore bodies. After three years works, the primary rich ore bodies have been found at 660～700 meter depth below surface, proving that the predicting result is correct.

Key words: synthetic geological - geophysical - geochemical method, deep Ag - Pb - Zn ore body, Yinchangpo, Guizhou

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net