

文章编号: 1009-6248 (2003) 02-0077-06

白银厂式块状硫化物矿床找矿突破的反思

李向民^{1,2}, 彭礼贵², 任有祥²

(1. 西北大学地质系, 陕西 西安 710069; 2. 西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054)

摘 要: 通过对白银矿田找矿勘探和再找矿历史的研究, 分析不同时期的找矿思路, 对以往找矿成功经验和失败的教训进行总结和反思, 不仅有助于丰富地质找矿理论, 也对当前条件下进行再找矿具有重要意义。尤其是近年来, 在“海底火山机构-热卤水循环动力学”学术思想指导下, 在白银矿田小铁山矿床西段 (11-14 线) 深部和折腰山矿床深部发现新的富铜矿体, 显示已有工业矿床, 深部及其周边地段具有广阔的找矿前景, 为进一步找矿提供了依据。

关键词: 白银矿田; 再找矿; 突破与反思

中图分类号: P61 **文献标识码:** A

1 概况

北祁连山是我国及世界上最重要的块状硫化物矿床成矿省之一, 其东段甘肃省境内的白银矿田是这个成矿省中一颗璀璨的明珠, 自 20 世纪 50 年代中期成功勘探以来, 在矿床地质学上闻名于世, 为我国国民经济建设作出了重要贡献。然而经过几十年的开发利用铜矿资源已濒临枯竭, 沦为危机矿山。缓解突出的资源供求矛盾, 进行老矿山的再找矿, 打破找矿上长期无建树的僵局是历史赋予当代地质工作者的光荣使命。因此, 研究其找矿勘探历史, 分析不同时期的找矿思路, 对以往找矿成败进行反思不仅可以丰富地质找矿理论, 而且是当前条件下进行找矿的基础。

50 年代初期, 以宋叔和院士为首的 641 地质队将白银矿田类比为“西班牙里奥廷托式黄铁矿型矿床”^[1], 实现找矿思路上的飞跃和突破, 在白银矿田找矿上获得了巨大成功, 获大型工业矿床两个、中型一个、小型一个, 提交了国家经济建设急需的铜

多金属资源, 并载入史册。其后的四十多年再找矿经历了艰难历程, 根据其任务性质和指导思想以及投入的人力、物力可分为 3 个阶段。

(1) 1963~1982 年, 这一时期除对折腰山、火焰山、小铁山、铜厂沟等矿床进行补充勘探外, 还同时开展了围岩蚀变、有利含矿岩性等找矿; 投入了大量的钻探、山地工程和物化探测量工作; 其他地质、科研、教学等单位也进行了大量研究工作, 编写发表了不少报告和论文, 提高了矿田的研究程度。但在 18 年的找矿过程中, 根据围岩蚀变找矿在四个圈地段获得了 3 万多吨铜多金属储量外, 其余未获结果。

(2) 1983~1990 年, 在白银矿田找矿处于“前进无路、后退无据”(康永孚, 1982) 的局势下, 于 1982 年由甘肃省金属学会、地质学会主持召开了“白银地区找矿前景学术讨论会”, 提出了“找矿方案”, 由有色三队、地质、科研、教学等单位进行的新一轮再找矿, 同时还有澳大利亚、欧共体组织进行了物探测量, 投入了相当的钻探工程, 然而其找

收稿日期: 2003-04-09; 修回日期: 2003-03-13

基金项目: 本文得到国家“九五”科技攻关专题 (编号: 96-914-03-03-3-1) 的资助

作者简介: 李向民 (1964-), 男, 副研究员, 1986 年毕业于长春科技大学, 学士学位, 长期从事火山岩与矿床研究。

康永孚, 1982, 白银地区找矿前景学术讨论会会议闭幕词。

矿仍无实质进展,正如有色三队(1990年)评估“在矿田40 km²范围内,400 m以上,即1 500 m标高以上,前人的找矿工作不会遗漏具规模的矿床,进一步找矿难以继续进行”;使白银矿田二次再找矿步入了悲观无望的困难境地。

(3) 1991~1997年,由西安地质矿产研究所主持,白银有色金属公司地质队协作,其他有关科研院校参加的国家“八五”科技攻关课题,以“海底火山机构-热卤水循环动力学”学术思想为指导,抛弃了“火山-沉积岩系层位控矿”说,提出了白银矿田深部找矿目标定位预测意见,经钻探验证,发现了新的富铜工业矿体,在找矿上取得重大突破,打开了白银矿田再找矿的新局面。

2 讨论

白银矿田几十年的找矿和再找矿历程,有成功也有失败,研究这些成功的经验与失败教训,对于今后的找矿无疑是有益的。

2.1 符合实际的找矿思路是找矿成功的关键

找矿思路是矿床地质研究者在一定研究阶段,对某一特定矿床采用的研究思路而获得的矿床形成的主要控制因素和特点的认识在应用于找矿时的概括反映。因此,找矿思路和找矿的成败密切相关,不同的找矿思路就会有不同的找矿结果,这已为国内外同类矿床的成功找勘经验所证实。本矿田找矿实践再次得到证实。如日本黑矿矿床的找矿研究,每隔约3年时间,就孕育一种新的学说,每一种新的学说都导致一个新的矿床的发现(约5~6年)(李文达,1985);白银矿田在20世纪50年代初之所以找矿成功,首先是有宋叔和院士把白银矿田“铁矿确认为铁帽”,把该类矿床类比为“西班牙里奥廷托式黄铁矿型矿床”,重点抓住铁帽和蚀变作用这两个重要的找矿标志,首次实现了在本地区找寻铜多金属矿床找矿思路的飞跃和突破,一举获得了找矿的重大成功,这是找矿思路变化在找矿中取得巨大成功的典型范例。

自50年代找勘成功之后几十年的再找矿,虽然投入了大量的人力和物力,历经几代人的努力,在找矿上却无大的建树,也未取得成功。究其原因,主要是找矿思路陈旧所致。考察这些年的找矿思路,占统治地位的是“火山-沉积岩系层位控矿”说,即所

谓的“ π ”控矿。尽管在这期间不少研究者也注意火山机构与成矿的关系(西北冶金地质勘探公司地质研究所,1980,胡冰,1982,严济南等,1982,白银有色金属公司矿山处,1982,李瑾煊等,1982,万冠儒,1982,陈文森,1982,张之进,1983),但具体到找矿上却仍未摆脱火山-沉积岩系控矿的束缚,反映到控矿构造上仍是单斜、倒转背斜、短轴背斜等等,这种找矿思路的停滞不前是找矿未见成效的主要原因。

近年来,白银矿田深部找矿取得了突破性进展,其最重要的原因就是找矿思路的更新,首先抛弃了“火山-沉积岩系控矿”的找矿思路,在“海底火山机构-热卤水循环动力学”学术思想指导下,研究认为矿床生成于具双峰式特点的海相细碧角斑岩系中^[2],直接赋存于该岩系下部的长英质火山岩-石英角斑质岩石内,其成岩成矿环境为早、中寒武世大陆裂谷;通过以火山岩相序为特点的野外填图和卫星照片解译,恢复古火山机构(图1),其古火山机构是一个具东西两个喷发中心、两个中心喷发口和若干个大体排列有序的古火山机构组成的独立的古火山穹窿构造,建立了白银矿田古火山机构格架;重点研究了火山机构与成矿的关系,认为已知工业矿床空间产出与古火山穹窿中古火山喷口的关系十分密切,根据其产出位置,将已知工业矿床分为火山喷口型和火山喷口斜坡型矿床,前者以折腰山矿床为代表,后者以小铁山矿床为实例,矿床及其矿体受火山喷口构造及其继承性成岩断裂系统控制;查明白银矿田是海底热液对流循环成矿作用的产物,形成以蚀变岩筒为代表的找矿标志;建立了白银矿田成矿和找矿模式;在成矿模式和找矿模式的指导下,提出了新区缺位矿床和已知矿床深部找矿目标定位预测区,取得了白银矿田找矿理论上的重要进展。新近在北祁连西段清水沟—白柳沟矿田发现的具有良好找矿前景的杂大坂矿床亦是这种找矿思路的重要成果。

2.2 找矿的突破性进展

近年来白银矿田找矿进展系指国家“八五”科技攻关专题研究中所提4个找矿预测区之一的“小铁山矿床11-14线深部找富铜矿预测靶区”^[3],该预测区被相继进行的钻探工程证实,在深部存在大规模的富铜工业矿体,可获较大数量的铜多金属储量;这些找矿成果使白银矿田再找矿显示出新的希望。

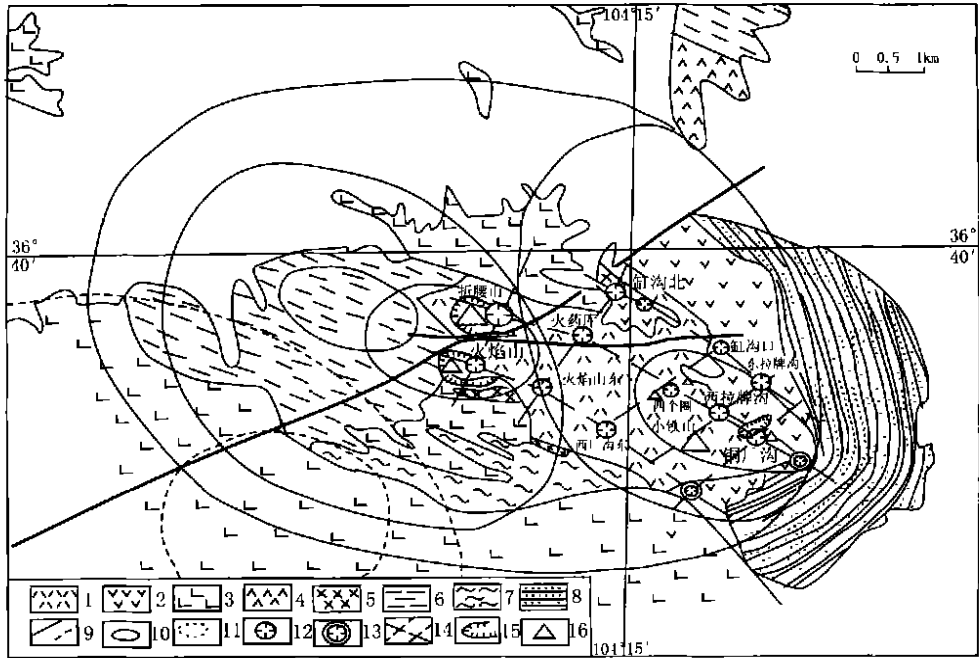


图 1 白银矿田古火山机构格架图

Fig. 1 Diagram showing paleovolcanic apparatus framework of Baiyin orefield

1. 酸性火山岩; 2. 中性火山岩; 3. 基性火山岩; 4. 粗面岩类; 5. 辉绿岩类; 6. 千枚岩类; 7. 钙质绿泥石片岩; 8. 碎屑岩类; 9. 推测及实测断层; 10. 环型构造 (白银); 11. 环型构造 (黑石山); 12. 古火山喷口; 13. 前人厘定古火山喷口; 14. 推测成岩断裂系统; 15. 采坑边界; 16. 已知工业矿床

1996 年由白银公司地质队设计施工的 13 线 BZK₂ 孔 (图 2), 孔深 925.98 m, 于 722.1~925.98 m 全为矿体和矿化体, 控制含矿带厚度 195.9 m, 共有矿体 11 个, 总斜厚 39.73 m。其中, 于 748.2~765.9 m, 斜厚 17.7 m, 平均品位为 Cu 2.08%、Pb 5.58%、Zn 9.69%, S 35.32%、Au 4.77 (10⁻⁶)、Ag 120.34 (10⁻⁶), 为一富含金银的富铜多金属矿体, 尚有独立金银矿体 5 个, 其斜厚 23 m, 主矿体斜厚 13.5 m, 平均品位 Au 6.2 (10⁻⁶)、Ag 130.39 (10⁻⁶)。1998 年, 在 14 线施工的 BZK₁ 孔孔深 872.7 m, 于 717.03 m 见含矿带, 至终孔 872.7 m, 控制矿带宽 155.67 m, 见矿体 3 个, 斜厚 (宽度) 15.35 m, 主矿体斜厚度 9.47 m, 平均品位是 Cu 1.68%、Pb 9.80%、Zn 13.74%、Au 4.17 (10⁻⁶)、Ag 148.88 (10⁻⁶), 亦为富含金银富铜多金属矿体。

中加合资的甘肃矿业有限公司也瞄准小铁山矿床 11-14 线深部找富铜矿体预测靶区, 由科银公司在小铁山矿床 13 线六中段 (1544 m) 巷道中施工了 3 个钻孔 (图 2), 以控制 13 线 BZK₂ 孔矿带之上矿

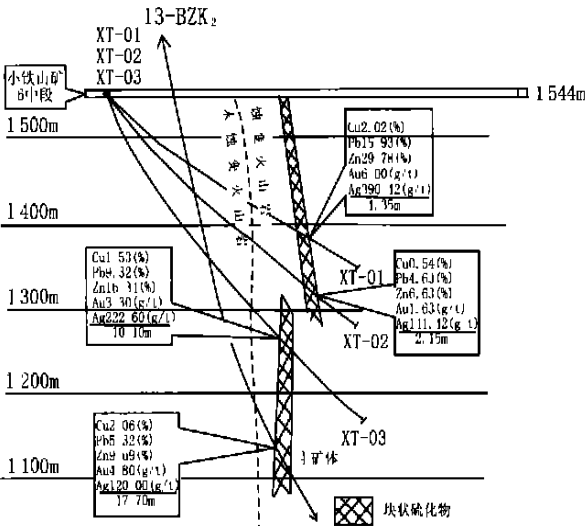


图 2 小铁山矿床 13 线深部剖面图
(据科银公司 1999 年资料)

Fig. 2 The deep section showing Xiaotieshan deposit at 13th prospecting line (After Keyin Co., 1999)

体分布, 所见主矿体 (1 260 m 标高) 斜厚 10.1 m, 平均品位 Cu 1.53%、Pb 9.32%、Zn 16.34%、Au 3.3×10^{-6} 、Ag 222.6×10^{-6} , 同样富含金银, 属富铜多金属矿体^[4]。

该预测区经几年的钻探勘查, 充分证实该预测区的良好找矿前景, 仅 13 线 BZK2 孔见矿其潜在经济价值就达 40 亿元 (白银公司地质队 1997), 实现了白银矿田深部找矿的重大突破, 为矿田深部找寻隐伏矿床 (体) 提供了依据和指导, 使找矿步入一个新的阶段。

2.3 方法技术是找矿成功的有效保障

地球物理、地球化学探矿和钻探工程在当今人类找矿中占有越来越重要的地位, 尤其是地表和浅部矿愈来愈少, 人们面对的是找寻深部隐伏矿的形势下, 合理有效的物化探方法技术和高质量的钻探工程对找矿就更为重要。

2.3.1 合理的物化方法组合是找矿成功的重要因素

白银矿田从 50 年代找勘工作起就投入了物探找矿工作, 四十多年来投入了电法、磁法、重力、地震和化探等 5 大类 22 种方法技术, 几乎包含了当时和现今可投入找寻金属矿产的所有方法和技术, 其覆盖面积是矿田 (包括外围) 面积的几倍, 获得许多物化探异常, 投入了大量的钻探验证, 除国家“八五”科技攻关课题投入的物化探工作有效外, 其余均未取得找矿效果。

单一的方法技术是找矿失败的原因之一。不同的地质体对某种物探方法可以具有相同物理性能, 即物探方法具多解性, 如电法的低电阻, 铜多金属矿体具低电阻, 碳质千枚岩也具低电阻, 甚至充水的断裂破碎带亦可引起低电阻, 因此, 选用单一的物探方法进行找矿就易造成失败, 这在白银矿田深部找矿中就时有发生。如折-火西“三角地带”发现的瞬变电磁异常 (TEM), 布置两个钻孔, 证明均为铁锰质千枚岩引起; 在东长沟发现的可控源音频

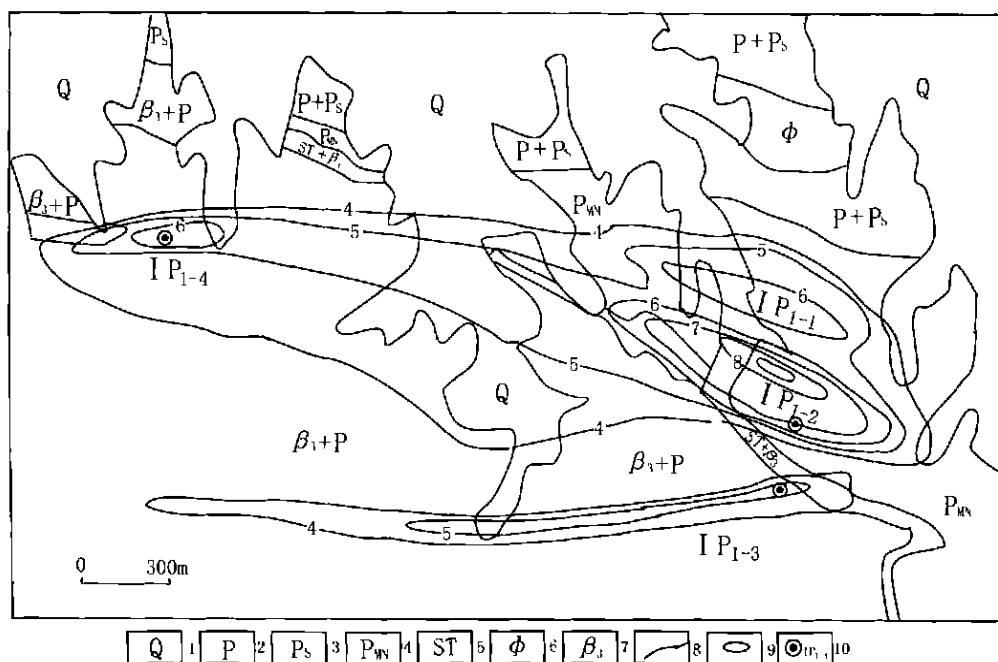


图 3 放马沟地段大功率激电异常及验证钻孔平面图

(据冶金物探 104 队, 1977)

Fig. 3 The plan showing distribution of induced polarization potential anomalies and testing holes in Fangnagou district (After 104 team, 1977)

1. 第四系黄土; 2. 千枚岩; 3. 硅质千枚岩; 4. 铁锰质千枚岩; 5. 硅质岩; 6. 细碧玢岩;
7. 细碧质凝灰岩; 8. 实测地质界线; 9. 激电异常; 10. 钻孔

大地电磁测深异常, 经钻探验证也同样落空, 充分说明方法单一在找矿中易造成失败。

物探与地质脱节是找矿失败又一原因。地质与物化探紧密结合是物探找矿成功的关键, 这已为国内外无数的找矿实践所证实, 只有两者紧密的结合起来, 才能充分发挥物化探在找矿中的作用。白银矿田的物化探找矿工作, 其未能与地质紧密结合是造成物化探几十年找矿失败的重要原因, 例如, 1977年冶金物化探大队 104 队在矿田的阴沟谷峡- 左家沟地段, 用大功率时间域激电仪面积测量 (约 50 km^2), 在放马沟发现一大型激电异常, 长 $3\,000 \text{ m}$ 、平均宽 $1\,200 \text{ m}$, 极化率 $\eta_{\text{max}} = 9.2\%$ (图 3)。整个异常又可分为 4 个局部异常, 经 4 个钻孔验证全部落空, 原因是由地表及深部铁锰质千枚岩引起, 并非矿致异常; 到 1983 年冶金物探大队 202 队, 又在折- 火西三角地带发现瞬变电磁异常 (TEM), 布置两钻验证, 同样落空, 原因还是铁锰质千枚岩作祟。其实, 铁锰质千枚岩对电法, 像瞬变电磁法的干扰, 早在 70 年代中期, 甘肃区调队在其报告中 (甘肃地质局, 1977) 曾有明确表述, 但在其后的物探找矿中接二连三的犯同样错误, 这是物化探找矿不结合地质的最典型实例, 后人应引以为戒。

2.3.2 钻探质量是深部找矿的保证

作为深部找矿直接手段的钻探工程, 其施工质量的好坏关系到找矿的成败, 尤其是 500 m 以上的深孔, 质量不高对找矿的影响很大, 尤其是方位角偏离过大就根本打不到矿体, 如作为小铁山矿床补勘时唯一控制深部的 12- 30 孔, 深达 921.33 m , 但由于钻孔向东偏离 89 m , 打到 11 线附近, 仅见到几条小矿体, 没有打到主矿带, 影响了当时对矿床深部远景的正确评价; 1995 年白银有色金属公司地质队于 13 线施工 BZK₁ 孔 (图 4), 孔深 981.38 m , 是矿田目前最深孔, 由于钻孔向东偏离达到百米以上, 钻孔打过了 12 线, 未能见矿; 1996 年距上述 13- BZK₁ 孔北 45 m 处, 施工了 13- BZK₂ 孔, 这次施工采取了纠偏措施, 保证了钻孔质量, 结果获得了成功, 在深部见到上述的主矿带。因此, 深部找矿必须高度重视钻探质量, 只有高质量的钻探才能获得预期的找矿效果。

2.3.3 物探方法的合理配套使用对地质预测的验证

国家“八五”科技攻关研究以来, 充分注意了

物探方法技术的合理组合, 考虑到铜多金属矿体具低电阻、高密度 (在矿区是高的)、高极化等物理特征, 选择了可控源音频大地电磁测量 (CSAMT)、高精度重力、大极距激发极化法和地面化探原生晕测量, 利用多种方法相互印证, 获取综合异常。

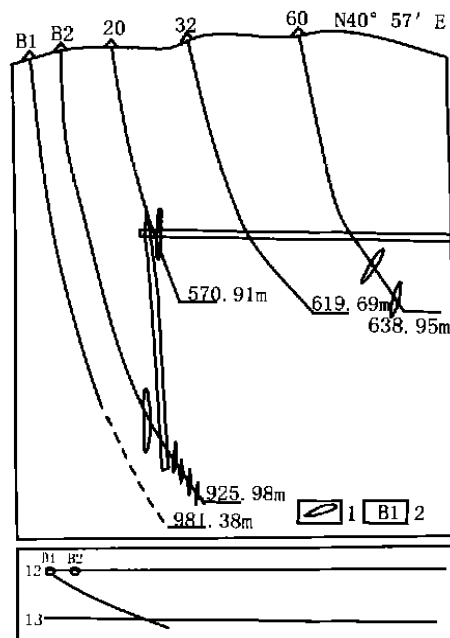


图 4 小铁山 13 线钻孔剖面

Fig. 4 Section showing the boreholes at 13th prospecting line of Xiaotieshan deposit
1. 矿体; 2. 钻孔编号

同时, 物化探人员密切结合, 对测量结果共同研究解释, 提出钻探验证意见书, 充分发挥了物化探在找矿中的作用, 达不到要求重新作, 物化探工作的布置完全纳入专题研究组的工作中, 获得了很好的找矿效果。

3 结论

综上所述, 白银矿田从最初的找勘成功到经历四十多年的二次找矿的艰难历程, 以及近年来白银矿田再找矿取得重大进展, 给人最大的启迪是: 必须有一个符合矿田实际的找矿思路, 这是找矿成败的关键; 选择合理有效的物化探方法技术组合; 高质量钻探工程是获得找矿成功的重要保证; 必须坚持地质、物化探紧密结合, 以地质为基础, 统一部

署, 充分发挥物化探先进方法、技术在找矿中的作用, 是找矿成功的重要因素。

参考文献:

- [1] 宋叔和. 祁连山一带黄铁矿型铜矿的特征与成矿规律 [J]. 地质学报, 1955, 35 (1) .
- [2] 夏林圻, 等. 祁连山及邻区火山作用与成矿 [M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [3] 彭礼贵, 任有祥, 等. 甘肃省白银厂铜多金属矿床成矿模式 [M]. 北京: 地质出版社, 1995.
- [4] 李向民, 彭礼贵, 等. 甘肃白银矿田东部矿床成矿和找矿模式 [M]. 北京: 地质出版社, 2000.

On ore-search breakthrough for Baiyinchang type massive sulfide deposit

L I Xiang-min^{1,2}, PEN G Li-gui², REN You-xiang²

(1. *Geology department, Northwest University, Xi'an 710054, China;*

2. *Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054, China*)

Abstract By studying the history of prospecting and ore re hunting in Baiyin ore field and analysing the ore-search thinking at different periods, some successful experiences and failing lessons during the ore-hunting practice are summed up. Thus is not only enriched the geology and ore-hunting theory, but also layed a foundation for ore re hunting at present conditions. Especially, under the guidance of academic thought "Submarine volcanic apparatus- hot brine circulation dynamics" in recent years, new Cu-riched ore bodies have been discovered in the deep of the west segment of Xiaotieshan deposit, and in the deep of Zheyao shan deposit, indicating that there is broad ore-hunting prospect in the deep of economic deposit existed and its surroundings. The basis for ore re hunting is provided by renewal the ore hunting thinking.

Key words: Baiyin ore field; ore re hunting; breakthrough and introspection