第十四卷第三期 物 探 与 化 探 Vol. 14, No. 3
1990年6月 GEOPHYSICAL & GEOCHEMICAL EXPLORATION Jun., 1990

井中激电在金矿床上应用的地质效果

陈 有 太
（江西地矿局赣西北地质队）

摘 要

本文是长江中下游铁铜成矿带中洋鸡山硫化物型金矿床上井中激电成果之一。通过在矿区初勘阶段中激发极化测井，不仅为地面激电异常解释提供了客观真实的物性参数（η、ρ）依据，合理地评价了地面激电异常，而且在岩矿心采取率不高或空段，发现了漏编的矿层，正确指导补斜。特别是地一井方式方位测量，发现了孔旁盲矿（极化体），所推断引起异常的盲矿体相对钻孔的空间位置，大致深度和产状均与钻探结果相符。在矿区矿床勘探中发挥了良好作用，取得了较为理想的效果。

井中激电是近几年发展并推广应用的井下地球物理勘探方法，也是井下与地面相结合的一种物探方法。不仅配合地质勘探，而且用于矿床普查和地面物化探异常评价等地质工作的各个阶段，是目前金属矿特别是硫化物型金属矿床普查找矿的重要物探方法之一。

一、矿床地质、地球物理特征

矿区位于长江中下游铁铜成矿带大冶—九江成矿亚带的东南端，九（江）—瑞（昌）铜矿田中部。命名为洋鸡山金矿，距瑞昌县城东约2km。其地质构造部位处在扬子准地台下扬子钱塘台坳、瑞（昌）—彭（泽）陷褶束之次级背斜南翼。地表为大片第四系覆盖，仅出露志留系和零星分布的泥盆系五通组浅海相碎屑岩。经工程揭露，尚有被掩盖的石灰系中统黄龙组—三迭系浅海相碳酸盐岩和第三系红色砂砾岩。与成矿关系最为密切的是泥盆系五通组、石灰系黄龙组地层、和沿走向断层贯入于志留系上统—三迭系中统地层中浅成—超浅成的石英闪长玢岩和含砾石英闪长玢岩。

矿床规模：金、银达中型，铜、铅、锌、硫居小型。金银与铜、铅、锌、黄铁矿紧密共生，构成复式矿床。矿石类型以块状硫化物和含砾石英闪长玢岩金矿石为主，主要是块状、角砾状和浸染状。矿体主要产于离地表150m以上的岩体中，泥盆系五通组与石灰系黄龙组层间假整合面和黄龙灰岩层间破碎带上。业已探明，是一个品位高、埋藏浅，以金为主的多金属硫化物型矿床。现已提供给地方开采，发挥了较好的经济效益。

金在地壳中属微量元素，尽管富集成矿，就其本身而言，其激发极化效应在目前野外条件下是难以观测得到的，主要是通过其与铜、铅、锌和黄铁矿紧密共生，构成宏观上金属电子导电体，具备了激发极化的充分而必要的条件而显示其明显的激发极化效应。1:10000地面普查发现并圈定了激电异常，异常中心偏离接触带而落在志留系砂岩地层中，中心视极化率

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

激电最大值为12%，为该区开展井中激电工作提供了良好前提，下面就几个方面略作介绍。

二、成果介绍

1．评价地面激电异常，发现打漏矿层，正确指导补斜

激发极化测井是井中激电系列工作首先要做的带有基础性的工作。我们根据装置所测得的ρ_s和η_s曲线，结合岩心编录，统计归纳，矿区主要岩矿石的ρ和η参数值见表1，为地面电法资料解释提供了客观真实的物性资料。

表1　矿区主要岩矿电性参数

岩矿石名称	η 平均质%	ρ平均值（Ω·m）	备　注
志留系矿化砂岩	37.0	110.0	
矿化灰岩	18.0	1200.0	
矿化石英闪长玢岩	14.0	135.0	
矿　体	25.0	8.0	

由表1所知，就激发极化特性而言，矿化砂岩极化率最高，金属硫化物金矿体属中高极化率，矿化灰岩和石英闪长玢岩为中低极化率。在导电性能上，灰岩属高组，砂岩和火成岩为中低阻，矿体是唯一的良导体。总之，矿化砂岩是最高极化地质体，矿体是中高极化特性的良导体。上述物性资料的提供，不但能合理解释地面激电异常中心为什么偏离接触带而落在志留系地层中，和当初在验证异常时，从激电异常中心布孔而未见工业矿体的原由，而且为矿区勘探钻孔合理布置提供了资料依据。同时，通过激发极化测井发现了打漏矿层。

例一　ZK113孔位于地面激电异常区域外的浮土覆盖区（见图1）。钻探施工结果只见到矿化，未发现有矿体。激发极化测井η_s曲线发现有两段高极化率层，异常峰值（η_s）分别达38%和53%，相应孔深在178m和213m左右。视电阻率仅几十欧姆·米，属低阻高极化特性地质体反映。异常半值宽度为2～3m，正好处在含砾石英闪长玢岩顶板、高阻石英系黄龙灰岩接触面上，和黄龙灰岩、石英闪长玢岩与五通石英砂岩的假整合面上（见图2）。

根据区内岩浆岩和黄龙灰岩、五通石英砂岩层位与成矿关系密切；特别是当石英闪长玢岩和含砾石英闪长玢岩侵入到上述地层时，成矿更为有利的规律，结合成果中高η_s低ρ_s曲线配套特征分析，高极化率低电阻率异常既不为呈高阻中低极化率的黄龙灰岩和五通石英砂岩的反映，更不会是属中低极化率中低电阻率的石英闪长玢岩的反映，应该是金属硫化物富集成矿体所引起。从金属因素$\left(\frac{\eta_s}{\rho_s}\right)$参数曲线就反映得更为清楚。通过分析和与有关地质技术人员研究协商，查核岩心进行补斜，结果在179.5～181.52m孔深见到工业矿体。其中213m孔深高极化率层虽然因补斜钻具落入老孔而未取得满意的结果，但是，就综合因素和类比角度考虑，推断矿体的依据无疑是充分的。

例二　ZK81孔位于地面激电异常西端6%～8%异常范围，钻探施工结果，分别在27.82～

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

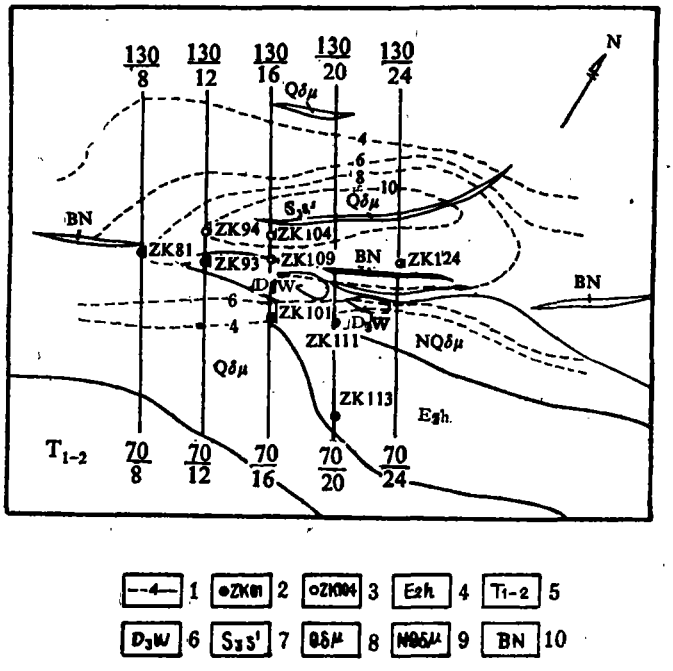


图 1 综合平面图

1—η_s等值线（%）；2—见矿孔及编号；3—未见矿孔及编号；4—第三系砂砾岩；5—三迭系中下统灰岩；6—泥盆系石英砂岩；7—志留系上统纱帽组下段石英细砂岩；8—石英闪长玢岩；9—含砾石英闪长玢岩；10—破碎角砾岩

36.11m，48.34～66.54m和276.04～782.66m孔深见到工业矿体。激发极化测井η_s曲线显示五段不同值的高极化率异常，为了叙述之便，自上而下编为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ。其中Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅴ以高极化率低电阻率为配套特征，Ⅳ为高极化率中低电阻率对应（见图3）。结合岩心编录，Ⅰ、Ⅱ和Ⅴ异常与见矿孔深相当，为已知矿体反映，Ⅲ（66～78m）和Ⅳ（97～167m）异常分别对应矿化的石英闪长玢岩和志留系砂岩。从资料分析，其Ⅲ异常同上部（Ⅱ）矿异常η_s和ρ_s曲线形态极为相似，极值相当，显然同中低极化率较高电阻率的矿化石英闪长玢岩是相矛盾的，石英闪长玢岩不足以引起$\eta_{s\max}=33\%$、$\rho_s<50\Omega\cdot m$的异常。Ⅳ异常宽度大（70m），极化率高（$\eta_{s\max}=46\%$），对应的ρ_s约100Ω·m左右。就物性资料分析，矿化砂岩特征比较明显，从极化率异常尚难排除矿体引起的可能性。针对上述两类异常，虽然有依据对异常性质作定论，但还不很充分。为此，我们进行了参数变换，计算了视金属因素$\left(\frac{\eta_s}{\rho_s}\right)$参数（见图3）。从视金属因素参数曲线看，矿体与矿化的不同规律就显示得更明显了。Ⅳ号异常与所有矿化段（不管岩性如何和极化率高低）几乎是靠近零值的直线，起伏甚微。Ⅲ号异常（η_s）参数同Ⅰ、Ⅱ、Ⅴ号矿异常同为高值，虽然强度不同，就异常这个概念上是完全一致的。推断Ⅲ号异常为矿异常，Ⅳ号异常为矿化异常。由此表明并结合前述，视金属因素参数对矿和矿化的分辨力更佳，且有强化矿异常而制约矿化异常的效用。

2．发现孔旁盲矿并确定其相对钻孔空间位置及产状

地—井工作方式方位测量是发挥井中激电优越性的极其重要的工作方式，在发现孔旁极化体并确定其空间位置有独到之处。

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

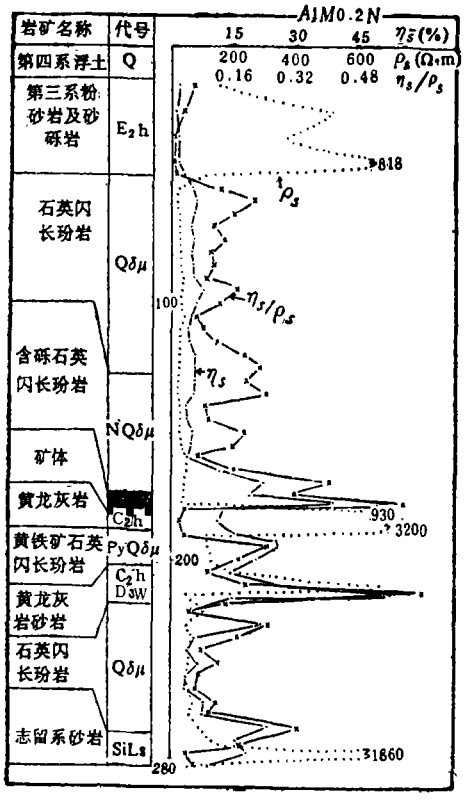


图 2　ZK113激发极化测井(η_s、ρ_s)曲线

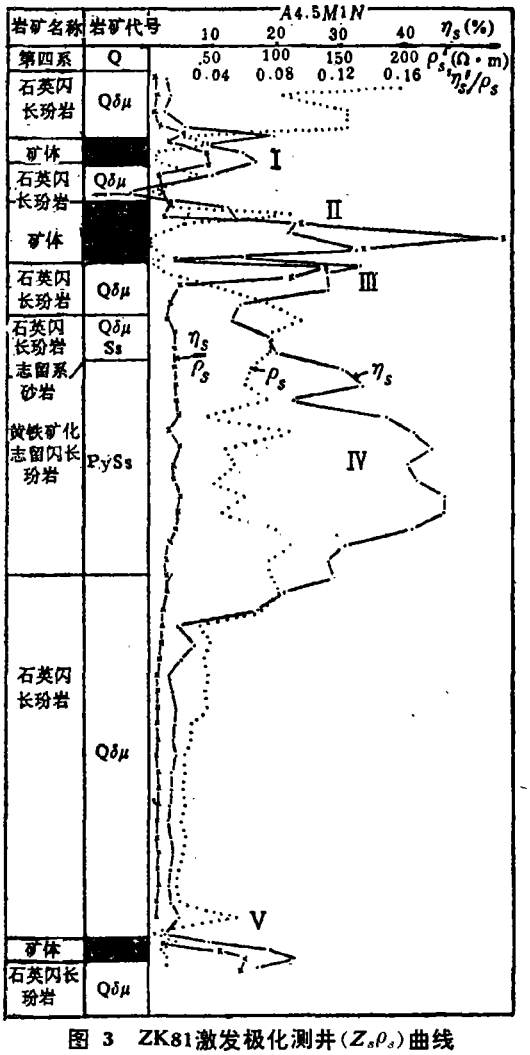


图 3　ZK81激发极化测井($Z_s\rho_s$)曲线

例一　ZK109孔位于地面激电异常中心稍偏南的岩体接触带上，钻孔施工所见，主要是硫化物矿化砂岩，未见工业矿体。激发极化测井结果曲线分为两段：上部为高阻低极化率曲线组合特征，40m孔深以下为稳定低阻高极化率曲线对应，ρ_s约100Ω·m，$\eta_{s\max}=40\%$，是矿化砂岩反映。地—井方式方位测量供电极A在井口($r=0$)所测η_s曲线为“S”型背景场，$\eta_{s\max}=24\%$。方位测量结果（见图4），不同方位测得的η_s曲线基本上属两种类型。供电极A_1、A_3、A_4所在方位观测的η_s曲线除因近地表影响浅部曲线有所畸变外，形态特征与$r=0$反映背景场的曲线类同，未反映出有孔旁极化体存在。唯独供电极A_2所在方位观测的η_s曲线与众不同，出现两段大大超过激发极化测井特别是$r=0$的η_s曲线高极化率正异常，与其他方位η_s曲线形成明显对照。正异常峰值对应深度分别为55m和90m孔深。不同方位观测的η_s曲线上述特征表明，ZK109孔供电极A_1、A_3、A_4所在方位不存在孔旁高极化率体，只是反映该钻孔所穿过的矿化砂岩在该三个方位具有一定分布范围。而A_2方位η_s异常峰值相应的孔深处存在有高极化率金属硫化物盲矿，且离孔壁较近。推断的结果，被位于该孔之南相距27m的另

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

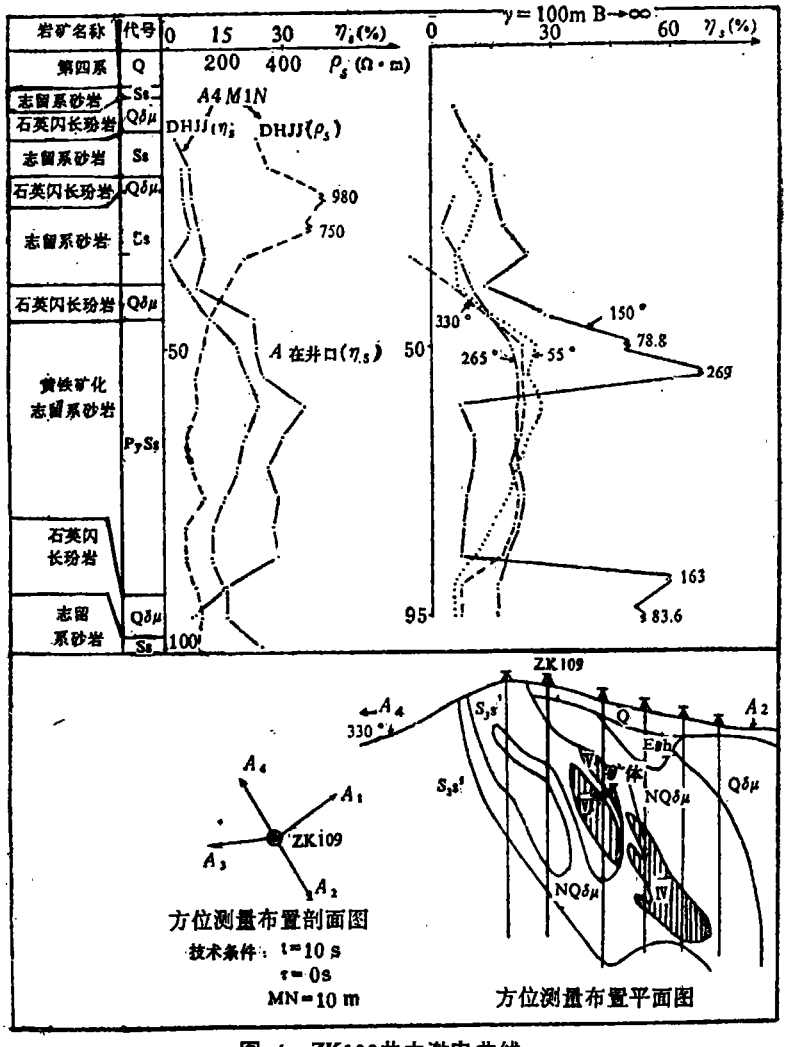


图 4 ZK109井中激电曲线

一孔施工结果相应深度见矿而得到证实。

例二 ZK94孔位于地面激电异常西端10%范围，经钻孔施工，几乎都为石英闪长玢岩。激发极化测井η_s和ρ_s都显示平直稳定的曲线，η_s在8%左右，ρ_s值在110Ω·m上下（见图5）。根据物性资料，无疑与石英闪长玢岩矿化较弱相吻合。地—井工作方式方位测量供电极A在井口（$r=0$）观测，η_s曲线变化不大，值约15%，略高于激发极化测井η_s曲线值，反映了背景场略高的特征，表明孔壁周围一定范围矿化情况要比孔内岩心所见矿化好。地—井方式方位测量结果就不同了，供电极A_1、A_4所在方位观测的η_s曲线，显示上负下正的"S"型反方位曲线特征，且负极值大于正极值。供电极A_2所在方位观测的η_s曲线显示反"S"型正方位曲线特征，正极值达60%，对应孔深约35m左右。正、反方位η_s曲线基本上呈互为镜象关系，正负极值深度大致相当。

根据上述正、反方位η_s曲线异常特征，充分表明，ZK94孔供电极A_2所在方位（150°）存在有向南倾斜（离井倾斜）的高极化率金属硫化物矿体，且接近该孔趋于尖灭。该极化矿体

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

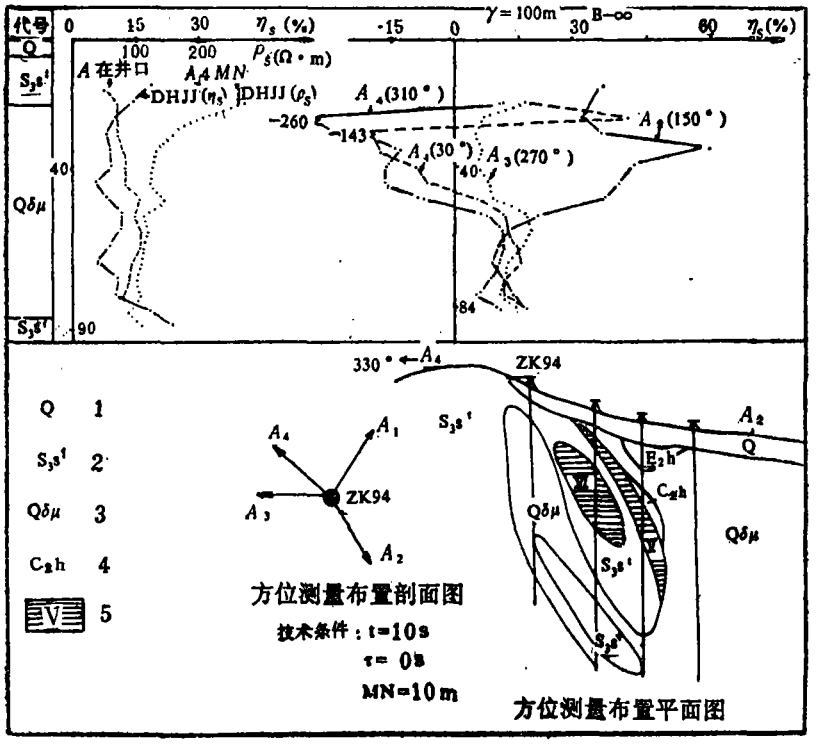


图 5　ZK94孔井中激电曲线图

1—第四系浮土；2—志留系石英细砂岩；3—石英闪长玢岩；4—黄龙灰岩；5—矿体及编号

顶端埋深约在30～35m左右。这种推断由该孔之南东方向与之相距25m的另一孔施工结果完全证实，矿体的产状和矿头埋深也基本相符（图 5），其效果是较为理想的。

三、结　论

通过前面分析，笔者认为，井中激电是整个物探工作特别是金属物探工作的重要组成部份，能充分利用钻孔提供的有利条件，发挥物探工作长处，补充地面工作之不足，为地质普查找矿提供地面工作目前尚无法提供的有关三度空间信息。

1．与钻探密切配合，获取客观真实物性资料，强化异常，评价地面物化探异常特别是激电异常等方面为目前其他物探方法所不及。而且对于发现岩心采取率低而漏编的矿层和孔旁盲矿（极化）体、并确定其相对钻孔的空间位置，了解其产状方面都将会取得较为理想效果。

2．视极化率 η_s 的高低不一定都与矿化强弱（或金属硫化物含量高低）严格服从正相关关系。也就是说，矿体极化率不一定高于矿化，矿化地质体不一定极化率就低于矿体。因此，在激电工作中特别是地面激电普查时，不能单纯把激电异常的高低当作找矿条件优劣的唯一指标。在验证地面激电异常时，不能只凭验证高激电异常的结果不理想而对异常性质作定性的简单结论，更不能一孔之见，而重要的是具体情况具体分析。在一定条件下，采用视

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

金属因素参数$\left(\frac{\eta_s}{\rho_s}\right)$以强化矿异常压抑矿化异常将达到更佳的地质效果。

3．在异常查证和矿区勘探时，特别要注意浮土覆盖下无地面激电异常区所施工的钻孔的井中激电工作，以发现新的找矿线索并扩大找矿远景。

本文仅是一个矿区井中激电工作成果总结，加之笔者水平，难免有不当之处，请批评指正。

参 考 文 献

〔1〕 蔡柏林、黄智辉、谷守民编著：1983年，井中激发极化法，地质出版社。

〔2〕 傅良魁、李金铭主编：电法勘探教程，1980年，地质出版社。

THE APPLICATION OF BOREHOLE INDUCED POLARIZATION TO A GOLD DEPOSIT

Chen Youtai

(Northwest Jiangxi Geological Party, Bureau of Geology and Mineral Resources of Jiangxi Province)

Abstract

This paper presents one of the borehole IP results gained in the Yangjishan sulfide type gold deposit on the Middle and Lower Yangtze iron-copper metallogenic belt. The IP logging performed at the preliminary exploration stage of the ore district not only provided objective and authentic parameters of physical properties(η,ρ)for the interpretation of ground IP anomalies which resulted in the rational appraisal of ground IP anomalies, but also discovered ore beds which had escaped compilation, thus correctly guiding supplementary oblique drilling. The surface-borehole azimuth survey, in particular, detected a blind orebody(polarized body)near the borehole, and the spatial location, approximate depth and attitude of the inferred blind orebody arousing the anomaly are in agreement with the results of drilling. The bore hole induced polarization played a satisfactory role in the exploration of the ore district and led us to gain ideal results.

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