

# 地球物理测井在金矿勘探中的应用

周远田

(中国地质大学物探系)

地球物理测井是金矿找矿勘探中的重要方法之一。常用的测井方法有电阻率、自然电位、自然伽玛、自然伽玛能谱、激发极化、磁化率等，在国外应用较普遍，而国内近几年也有应用成功的例子。其测井资料，可以提供划分岩层岩性的依据；识别与金矿相伴生或共生的某些金属矿物；确定与金成矿有关的蚀变岩石类型和蚀变范围；确定找金矿的有利层位，追踪其分布等。

## 一、划分钻井地质剖面，判断岩性

金矿区含矿岩石和围岩岩性是复杂的。通过测井提供资料，可以划分地质剖面，识别岩性。图1是加拿大一口金矿勘探井的测井曲线，测井方法有自然伽玛测井TC、磁化率测井MS、电阻率测井RHO(图上为对数刻度)、激发极化测井IP和自然电位测井SP。该井钻穿的岩层有杂砂岩、石墨片岩、火山凝灰岩和碳酸盐岩。

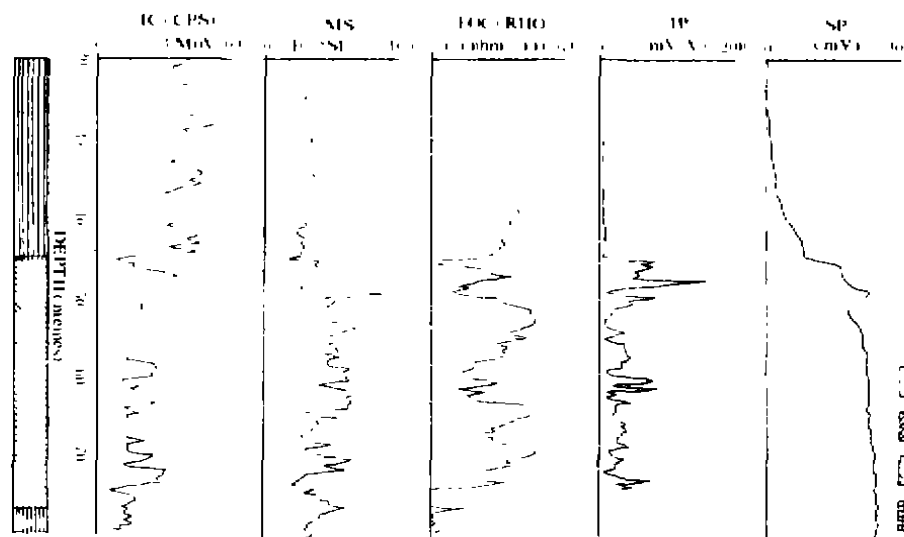


图1 加拿大某金矿勘探井测井曲线图 (据Spwla Trans 1985年)

1—杂砂岩 2—石墨片岩 3—火山凝灰岩 4—碳酸盐岩

从图上可以看到，杂砂岩的特征是较高的自然伽玛(约30CPS)，低的磁化率和光电率，自然电位无异常，并且各种测井响应的变化不大；石墨片岩导电性好，电阻率很低，自然伽玛也很低；火山凝灰岩比杂砂岩的自然伽玛值低，磁化率和光电率要高些，自然电位有明显的幅度异常。

除此外，利用物理测井还可以识别一些常见矿物，如黄铁矿、石英、方解石、白云石、磁铁矿等。

黄铁矿是广泛分布于金矿床中的一种载体矿物。当岩层中含黄铁矿5—8%时,其电阻率和极化率都有明显的改变。因此,含黄铁矿岩石有电阻率低、光电率高,有明显自然电位异常和稍高的磁化率等特征。图2是我国某金矿区的一口测井曲线,利用低电阻、高极化率划分出含黄铁矿岩石层在76.74—95.69米。

石英是金矿床中的主要脉石矿物,也是重要的含金载体。利用测井资料识别石英的方法是多样可靠,也很普及。石英中的含金石英可由密度低(2.59—2.66 g/cm<sup>3</sup>)、钾含量高和介电常数随电磁波频率增加而增加等特点与非含金石英相区别。

金矿床中方解石和白云石,通过声速测井、密度测井和中子测井的综合分析,也是很容易识别的。

磁铁矿、钛铁矿的存在,能使岩石的磁化率明显增加。

表生矿物可以利用其成份、结构来分析各自的响应特点,通过比较加以识别。如含钾的矿物—钾长石、绢云母可用高自然伽马强度和自然伽马能谱测井识别;而对伊利石、蒙脱土等粘土矿物,可利用高光电率识别(Daniels, 1977年)。笔者认为,可以粘土矿物晶体结构和激发极化机理综合考虑,粘土矿物的极化效应比长石、云母、方解石以及其它非金属矿物高,但低于金属矿物。

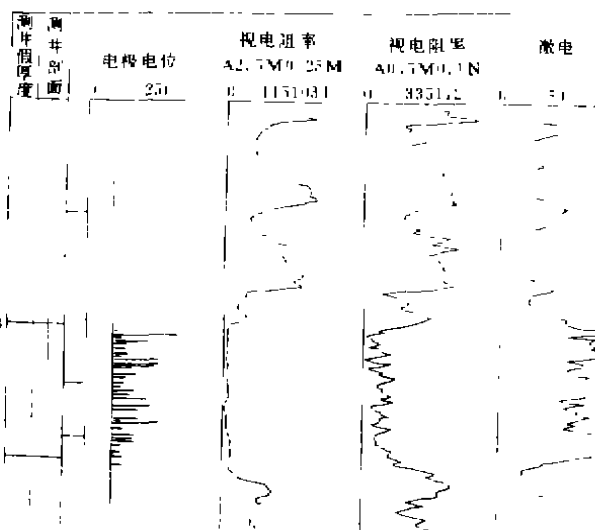


图2

(据1987年物化探找金矿中应用的会议资料)

## 二、研究蚀变带

研究表明:金矿床与岩石蚀变的关系十分密切。在岩浆热液型金矿周围,常常发生绢云母化、硅化和黄铁矿化;在斑岩型金矿围岩常有绢云母化、绿泥石化和硅化;在火山热液型金矿围岩,则发育绢云母化、硅化、粘土化等。因此,寻找蚀变带,研究蚀变类型和蚀变范围是金矿勘探地球物理测井的重要工作之一。

岩石发生蚀变,其地球物理性质要发生改变,可用地球物理测井方法研究。通常,蚀变岩石会使孔隙度增加。有资料表明,蚀变岩石的孔隙度可增加到12%,比没有蚀变的同类岩石高得多。另一方面,岩石蚀变后,含氢量增加,也使中子测井视孔隙度明显增加。

蚀变岩石的密度与原来岩石的密度有明显的差别,例如绿泥石的密度2.98 g/cm<sup>3</sup>。因此,密度测井有利于蚀变带的确定。

岩石蚀变后,有些放射性元素,如钾会发生有选择地迁移、析出或重新分布,从而自然伽马强度也随之改变。使用自然伽马能谱测井还能确定钍、铀、钾的含量,这些元素的变化是和岩石蚀变有密切关系的。如可以用高钾含量确定绢云母化,低钾含量确定碳酸盐岩化和硅化,图3中59—63米是一例。

此外,声速测井、感应测井、侧向测井在条件有利时,都可用于研究蚀变带。图3中59—63米的岩石发生了碳酸盐化和硅化,形成了裂缝,使孔隙度增加,导致电阻率降低。

岩石蚀变还使岩石中的磁性矿物蚀变为弱或非磁性矿物,可以利用在均匀的高磁化率岩石中的异常低的磁化率,指示蚀变带。

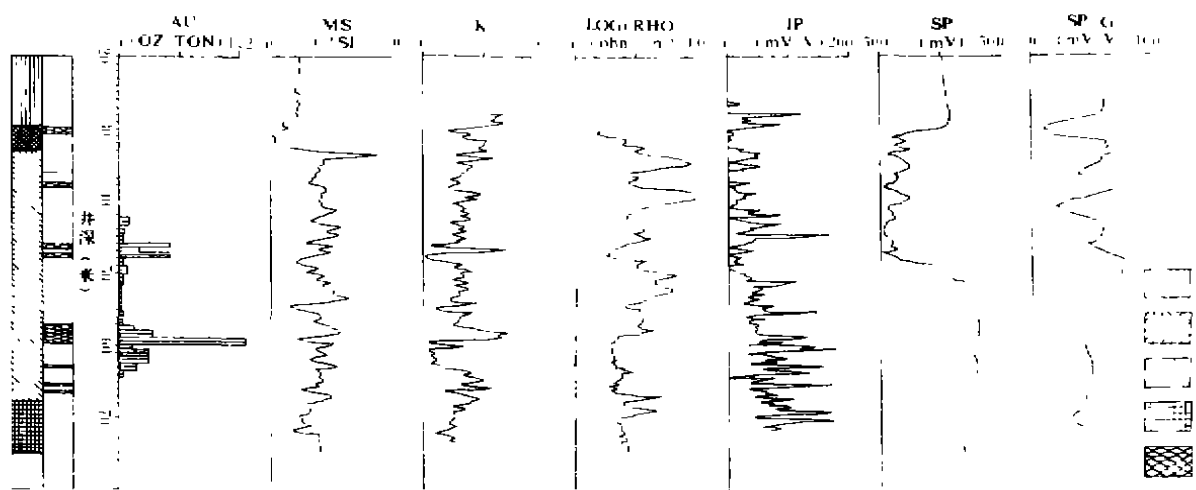


图 3 1—杂砂岩 2—石墨片岩 3—火山凝灰岩 4—碳酸盐岩 5—10—20% 黄铁矿

### 三、圈定找金有利地带

利用测井资料结合金矿床成矿的岩石矿物特征确定含金的有利井段。如金和黄铁矿的密切关系，含金岩石应该是低电阻率、高光电率的；又如含金岩石中放射性元素含量低、磁性矿物少，因而可用低自然伽玛强度、低磁化率识别；石英脉中的金可根据低密度、变介电常数识别；与蚀变有关的金矿床可通过鉴别蚀变类型的测井方法进行分析。

为研究测井响应与含金量的关系，图 3 还绘出了含金量分析值的直方图，取心资料指示该井从 41—68 米之间有 2—4 % 的分散状黄铁矿，其中 46—47 米，47.5—48 米，57—60 米的黄铁矿含量达 10—20 % 之多，并且这三段的含金量也是高值。在含钾量曲线上，能见到两个高钾异常峰，其中 47 米处的异常上、下的钾含量都是低值，与高含量金相对应；59 米处的高钾异常低值一侧也对应高含金量。结合其它测井曲线不难得出，在那个地区的高含金量与低钾、低电阻、低磁化率和负的 SP 梯度有较好的相关性。

一般说来，在一个勘探地区，在工作一开始，都要建立与之类似的关系，以帮助以后的测井分析工作，并不断地完善和深化这些认识，提高测井解释的符合率，从而减少钻井取心甚至完全不取心，降低勘探成本，加快勘探，提高经济效益。

### 参 考 文 献

- [1] 钟汉，姚凤良编，金属矿床，地质出版社，1987 年 10 月
- [2] 中南矿冶学院物探教研室编，金属矿电法勘探，冶金工业出版社，1980 年 7 月
- [3] 梁世伟等编著，金矿床地质及找矿方法，四川科技出版社，1987 年
- [4] Daniels "Borehole geophysical investigation in the south Texas uranium district" U. S. Geological survey Journal of Research V.5 NO.3 P343-353, 1977
- [5] Spwla Trans. 1985