

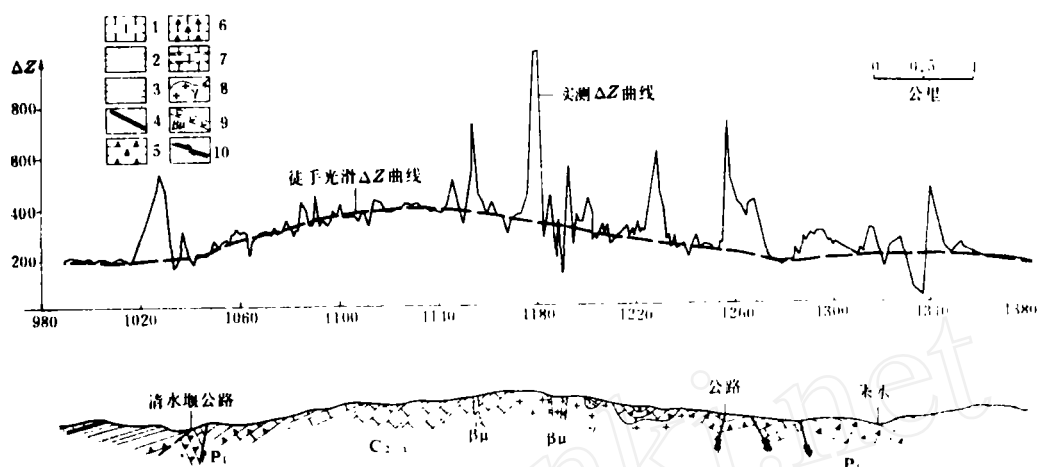


图5 上堡工区70线磁法地质综合剖面图

- 1—上二统长兴灰岩；2—上二统页岩或杂色页岩；3—上二统长石砂岩、粉砂岩；
4—上二统无烟煤层；5—下二统含锰铁硅质岩；6—下二统含燧石结核灰岩；
7—石炭系壶天群白云石大理岩；8—花岗岩；9—辉绿岩；10—正断层

导看做是突出局部异常的一种滤波手段还是有参考价值的。在区域重力资料的电算处理方面，用趋势分析消除区域场影响，也是一种极常用的方法，对这种方法本身是无可厚非的，关键是在勾绘局部异常时要考虑重力观测精度，要保证局部

异常的可靠性才有意义

总之，在如何对待电算资料与实测资料两者的关系上我们认为：实测是电算的依据，电算是在实测基础上的提高，两者相辅相成，不能相互代替，更不能互相排斥，关键在于正确使用。

IP衰减曲线统计特征与地质的关系

德意志联邦共和国于1976年到1978年在用激发极化法勘探矿产时，总共记录了6282条IP衰减曲线的形状。为节省时间，进行时间域测量时，在每一测点只观测曲线的三个时间区间积分段（或充电率）。这三段区间的时限分别是：130~650、650~1170和1170~1690毫秒（图1）。直流脉冲持续时间和断电时间均为2秒。仅对偶极—偶极排列的测量结果做了统计。偶极长度为30~60米，两偶极的间距是偶极长度的2~8倍（ $n = 2 \sim 8$ ）。

方法和仪器

IP电流用Huntec公司的7.5千瓦发射机供给，用Scintrex公司的IPR—8型接收机测量充电率。仪器能自动将充电率按某一标准衰减曲线归一化。只要IP测量是在无干扰的地段进行的，

衰减曲线就具有标准的形式，那末这种归一化结果暗示三个区间的充电率应该相等，而且还意味着两个未受干扰的充电率之比率应为1.00。M3/M1的比值称为衰减系数，与视电阻率 ρ_s 及充电率M2一道引入，作为对IP资料的例行鉴定。衰减系数偏离1.00，即表示曲线形状有改变。

测量地区及其地质情况

本文所分析的IP测量结果是在德国中部和南部的九个地区上取得的（图2）。所统计的岩石的地层年代是由白垩纪到志留纪，有些岩石属于变质成因（图3）。九个地区根据其岩石产地的主要地层的年代编号，从1到9。

应用偶极—偶极电极排列测量，意味着大多数IP测量都穿透了不同地层和岩相的岩石，岩石的界面呈各种不同形式（如褶皱、水平层或断层）

IP 衰减曲线上三个时间积分区间 (充电率)

M1: 130~650; M2: 650~1170; M3: 1170~1690 毫伏

M_3/M_1 = 衰减系数

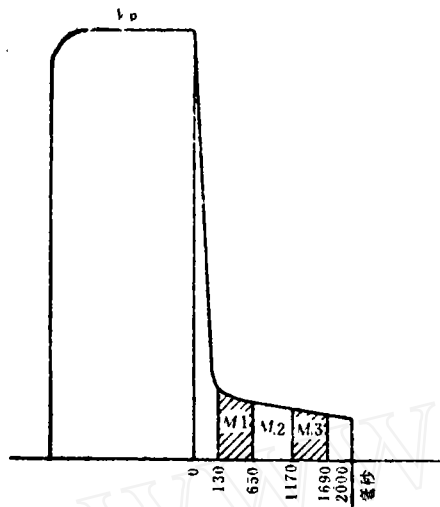


图 1 IP 衰减曲线上三个充电率的时间界限和衰减系数的定义

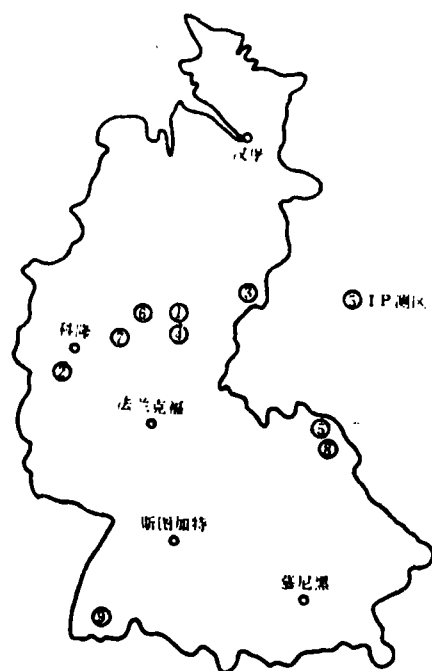


图 2 标有九个 IP 测量地区的
德意志联邦共和国地图

出现, 因此除非选择在地下介质均一的地区进行测量, 否则不可能将某些 IP 结果以及它们的统计评价与单个地层或与岩石的特殊岩性相联系。图 4 表明九个测区的岩石, 其组分变化范围很大。

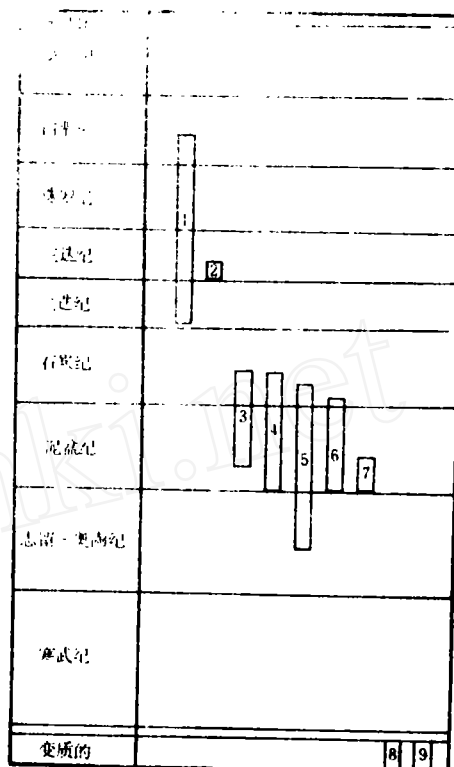


图 3 九个 IP 测量地区的岩石地层层序

借助计算机对 6282 条 IP 曲线完成了统计分析。衰减系数 M_3/M_1 的标准直方图表明数据只有极细微的变化。为了把它们汇编成更明显的形式, 直方图的间距选为 0.01, 范围为 0.8 到 1.3。出乎意料的是, 这些直方图对每个地区提供了一个犹如指纹人各不同的独特的衰减系数 (图 5)。以前根据实验室和野外工作结果为基础所作的统计对比, 并没有观察到这种情况。

2、4 和 9 号地区的直方图显示的是正态分布, 其他地区的分布不太对称, 但所有的图均表明数据都只有一个总体。2 号和 4 号地区的图有点相似, 在这两地区有不同年代的软页岩和砂岩。衰减系数的算术平均值变化不大, 平均值最低的是 0.895, 最高 1.107, 总的平均值为 0.976。此值近于 1, 证实了 Dolan 和 McLanghlin (1967) 的标准衰减曲线和用此曲线校准 Scintrex 公司的 IP 接收机是符合客观事实的。6282 条观测曲线相应的视电阻率和充电率的算术平均值分别为 700 欧姆米和 14.2 毫伏/伏。看来这些数值都十分合理地代表德国中部和南部中生代岩石、古生代

地区名称	页岩	泥灰岩	板岩	硬砂岩	砂岩	石英岩	麻岩	灰岩/白云岩	闪岩/凝灰岩	片麻岩
1 东韦斯特法尼亚	●	●			●			●		
2 北艾弗尔	●				●		●			
3 哈兹山	●		●	●						
4 北列西亚	●		●		●			●		
5 弗兰科尼亚森林	●		●							
6 索厄兰德			●	●	●	●				
7 西格兰德	●		●	●						
8 上弗兰科尼亚									●	●
9 黑森林										●

图4 IP测区各类岩石的岩相成分统计分析

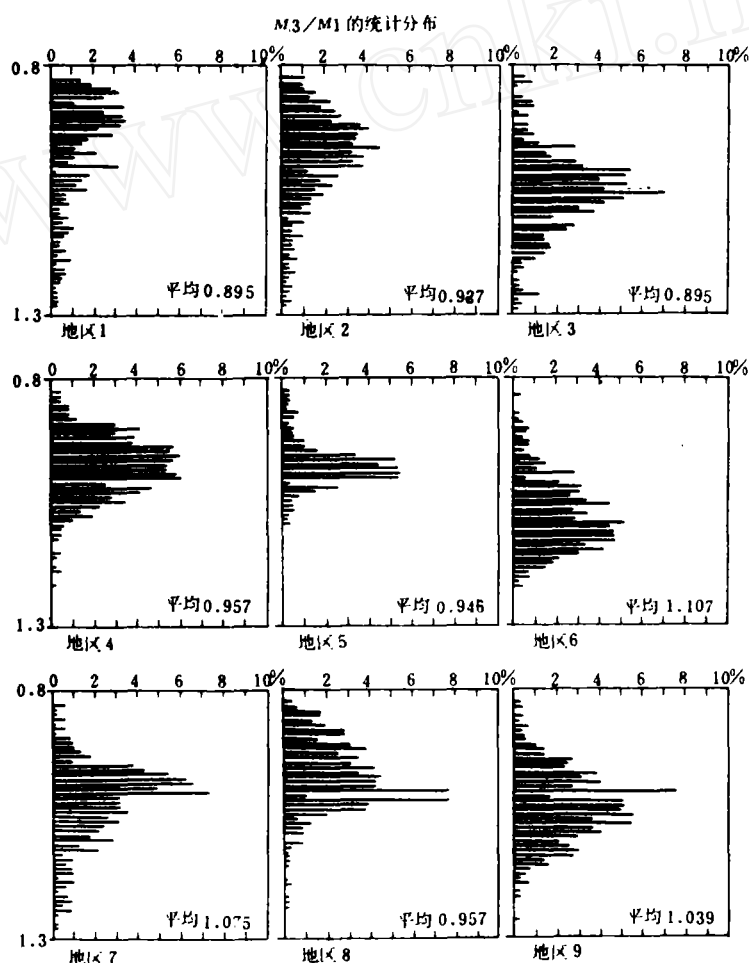


图5 IP测量的九个地区6282条IP曲线的衰减系数直方图

岩石以及片麻岩的性质。

置信区间和深度的关系

为了寻求衰减系数或者是它们的统计量与视电阻率、充电率或岩石的成岩作用是否有关，我

们将 M_3/M_1 的统计平均值及其95%置信区间，按照衰减系数递增的顺序标绘成图6。所得曲线证明衰减系数的统计分布构成某种岩石组合的一种个体的特性，此种特性并不依赖于电阻率和充电率，如果它们之间有什么相互依存关系，那也是

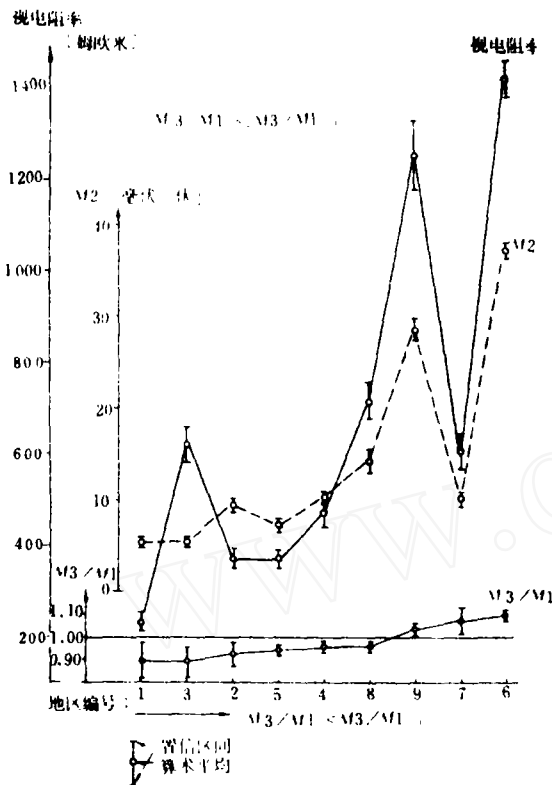


图6 衰减系数平均值的递增响应及其95%置信区间与相应的电阻率和充电率平均值的对比

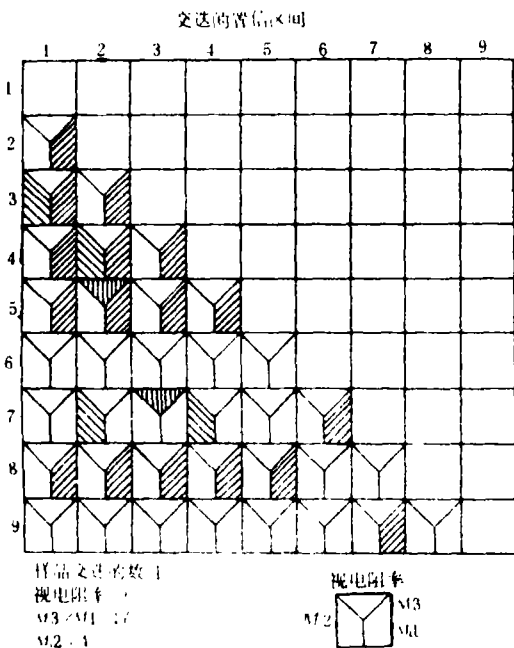


图7 ρ_a 、 M_2 和 M_3/M_1 的95%置信区间的交叠

很不明显的，或者是非常微弱的

IP衰减曲线的自身特征也可以比较95%置信区间的交叠而得到强调，可用插图来说明（图7），衰减系数置信区间有交叠17个，而仅有两个视电阻率置信区间和四个充电率的置信区间交叠，此结果表明，大多数衰减系数的平均值是相容的，而视电阻率和充电率则容易受到很大的变化

随着勘探深度加大，衰减系数统计分布的这种各不相同的“指纹”如何变化？岩石的风化如何影响直方图？六号地区的实例是这九个地区的典型，它回答了这两个问题：在这一地区，高电阻率的板岩、砂岩和石英岩被厚度不等的导电风化岩石所覆盖（图8），所以我们满以为穿透深度小（ $n=2$ ）和穿透深度大（ $n=5$ ）所获得的IP测量结果的 M_3/M_1 的直方图将有明显的差别，但出乎预料，两个直方图却非常相似，这说明岩石的风化或氧化并不能抹掉这种特殊的IP“指纹”

这种统计研究的实际应用在于检查从一个地区到另一个地区或两个不同的IP断面之间，地质构造是否有变化，衰减系数直方图相似是意味着某一给定的地质单元持续地一直没有改变，直方图不同，则表示岩相或构造方面有所变化。

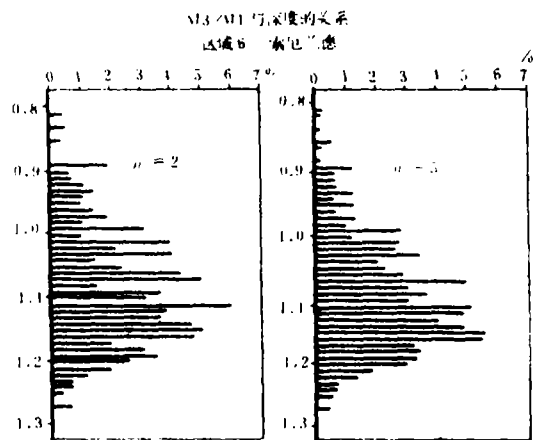


图8 六号地区（索尼亚德）用不同的偶极距得到的两个直方图，风化层分布在深度小的（ $n=2$ ）层位，新鲜岩石分布在深度大的（ $n=5$ ）层位，尽管物性有差异，统计特征仍近乎不变

展 望

进一步研究讨论衰减系数的某些极值, 在上面的评述中省略掉了。在 1、2、3、7 号地区的衰减系数的置信区间已经包含了一种迹象。它们比其它地区有着较大的置信区间。从地质角度看, 这些地区的特征是有强烈的构造错动, 因而

使不同电阻率和充电率的岩石在垂直界面相互接触。显然, 电阻率和充电率的突然变化, 将使衰减系数置信区间拉大或使 IP 衰减曲线的形状发生畸变。

刘德馨译自 Geophysical Prospecting,
1981, Vol. 29, No. 2

燕樵校

试论砷的地球化学找矿意义

邹同熙

砷属于微量元素, 但在地壳中分布较广。它在多种类型的金属矿床中, 尤其在硫化物中比较富集。由于砷具有多价性、活泼性和挥发性, 遂能成为多种内生矿床许多矿种的地球化学找矿标志。砷又往往呈矿床前缘晕元素出现, 或在水平上构成矿区矿异常外带 (表 1 及图 1), 因此, 它常常是发现异常和找矿的重要指示元素。

国外各种矿床前缘晕元素* 表 1

矿 种	前 缘 晕 元 素					
多金属矿床	Ba	As	Sb	Ag	Cd	
铜 矿 床	Ba	As	Sb	Ag	Pb	Zn
汞 矿 床	As	Sb	Ba			
锡钨钼矿床	As	Sb	Ag	Pb	Zn	
金 矿 床	Ag	Hg	As	Sb	Pb	Zn

*此表转引自谢学锦编《区域化探》。

据以上资料看, 在寻找深部隐伏矿体日益重要的现实情况下, 研究利用砷来找矿, 对扩大找矿范围、发展地球化学找矿理论, 都是有实际意义的。

砷的地球化学性质

As, 位于化学元素周期表中的第 V 族。由于它的电子层结构接近 Ge 和 Se, 故其化合物吸收电子形成阴离子倾向于它的左邻 Ge 族, 具半金属性质并有以下特点:

多价性 砷的电负性很强 (2.0), 外层具有五个价电子, 获得三个电子形成稳定形式。对电子亲合能力强, 当介质缺乏硫、氧时 (属岩浆作用

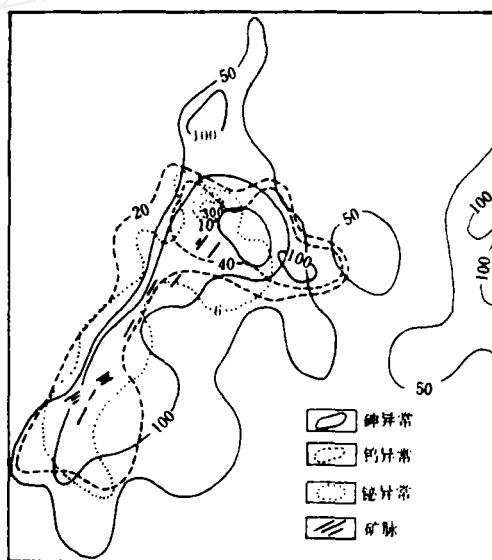


图 1 湘中某夕卡岩型白钨矿床
次生晕异常示意
(据湖南省地质局区测队)

期高温低氧介质), 可获得三个电子, 形成 As^{3-} (Ni、Co、Fe、Pt 砷化合物和砷化合物: 毒砂 $FeAsS$ 、砷钴矿 $CoAsS$ 、辉砷镍矿 $NiAsS$ 、硫锑铁矿 $FeSbS$ 、红镍矿 $NiAs_2 \cdot 3$)。反之, 当硫、氧高时 (属中—低温热液—近地表作用介质条件), 则失去电子, 表现为阳电性 As^{3+} [氧化物及氧盐类: 砷华 As_2O_3 、白砷矿 As_2O_3 、亚砷酸锰矿 $Mn_3(AsO_3)_2$ 和硫化物硫盐类的雌黄 As_2S_3 、雄黄 As_2S_3]。当介质氧化还原电位提高, 进一步即氧化成 As^{5+} (属表生作用介质条件), 即形成 As_2O_5