

从探测深度看时域航电的找矿效果

黄皓平

(长春地质学院应用地球物理系)

摘要 从时域航电的探测深度出发,分析其找矿效果不佳的原因。首先给出了时域航电探测深度的定义,然后通过理论计算和模型实验给出了对几种常用模型的探测深度,并对导电覆盖和围岩对探测深度的影响做出初步估计。最后结合探测深度对测区飞行高度进行分析,得出测量飞行高度太高是找矿效果不佳的主要原因之一的结论,为第二代航空物探引以为鉴戒。

关键词 航空电法,探测深度

时域航电系统在我国应用数年,没有获得预期的找矿效果,其原因是多方面的。重要的原因之一是对系统的探测深度没有从理论上做系统地专门研究,从而对系统的探测深度认识模糊,生产中测量的飞行高度普遍超高,带有盲目性。本文从探测深度问题出发,分析面积测量的飞行高度和找矿效果。目的在于总结经验教训,为第二代航空物探引以为鉴戒。

1 探测深度的定义

根据电法勘探深度的总体定义,探测深度是在特定条件下查明探测目标的最大深度。这个定义对航空电磁法也适用。然后,航空电法与地面方法有所不同,在航空方法中有个飞行高度问题,而且飞行高度经常变化,不易控制。因此,航空电磁法的探测深度指的是从飞机到探测目标顶端(对于球体是球心)的距离。这样,实际地面之下的勘探深度为探测深度与飞行高度的差值(图1)。

查明探测目标的标准是这样定义的:对于时间域航电系统,假设必须有三道电磁响应,且第三道响应比该道噪声水平大三倍便认为是可靠异常。

2 时域航电系统探测深度的估计

影响探测深度因素有主观因素、干扰因素和目标因素。对于一种航电系统,不能简单地、笼统地给出一个探测深度,只能在针对某种模型假设某些条件的情况下,对其探测深度做出估计。在估计某一航电系统的探测深度时,不得不做某些假设和综合考虑某些影响因素。在下面的讨论中,假设主观因素是不变的,干

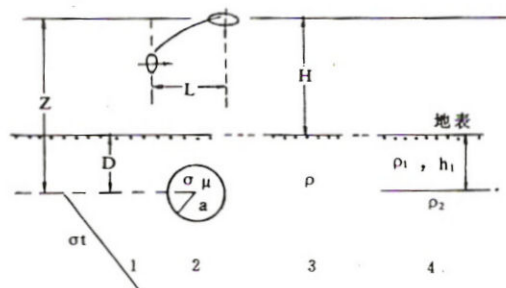


图1 航电系统对各种模型探测深度示意图

1—薄板 2—球体 3—均匀大地
4—二层大地 Z—探测深度 D—勘探深度
H—飞行高度 L—收发距

扰因素中的非地质源干扰因素的影响，一并归到系统噪声水平中考虑。至于目标因素，在此主要考虑薄板、球体、均匀半空间和二层模型。假设时间域航电第三道的系统噪声和所有非地质干扰因素噪声的总和。

首先考虑在排除地质干扰因素的情况下，系统对球体、薄板和均匀大地的探测深度，图2是对薄板和均匀大地的探测深度曲线。图中纵座标是以收发距L为单位的探测深度，对于板体来说，横座标是板体电导，对于均匀大地来说，横座标是电阻率。从图中可见，其特点是具有一个导电窗。对落在窗口中间的导体探测深度，向窗口两侧延伸探测深度急剧下降。例如，对于电导在几至二十几姆欧范围内的直立薄板，探测深度最大可达 $2.6L$ （ L 为80—100米），而电导为1时仅为 $1.8L$ ，对宽度= L 的水平窄薄板，在几十姆欧处最大可达 $3L$ ，对电阻率为10欧姆米左右的均匀大地，最大探测深度可达 $3L$ 。注意，根据本文的定义，对均匀大地的探测深度即为航电系统在均匀大地上空可测得可靠电磁响应的最大飞行高度，而不是指在均匀大地表面之下的勘探深度，在均匀大地表面之下无勘探深度可言，对于球体，半径是对探测深度影响最大的量，因而在考虑探测深度时，应首先说明是半径多大的球，如图3所示，对于半径为50米、电导率为5姆欧/米的球体，探测深度为 $2.6L$ 。

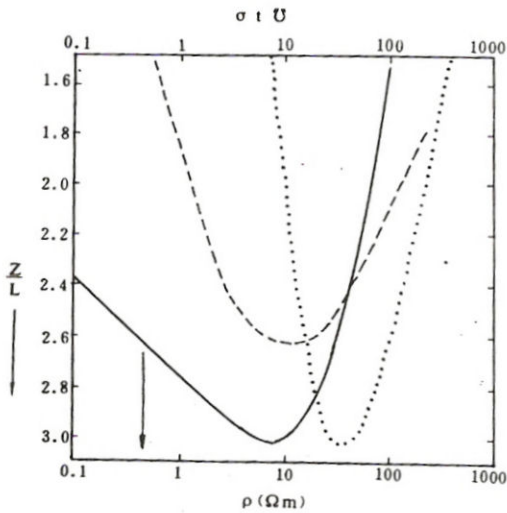


图2 时间域航电对不同参数的水平窄薄板（点线）、直立薄板（虚和均匀大地（实线）的最大探测深度曲线

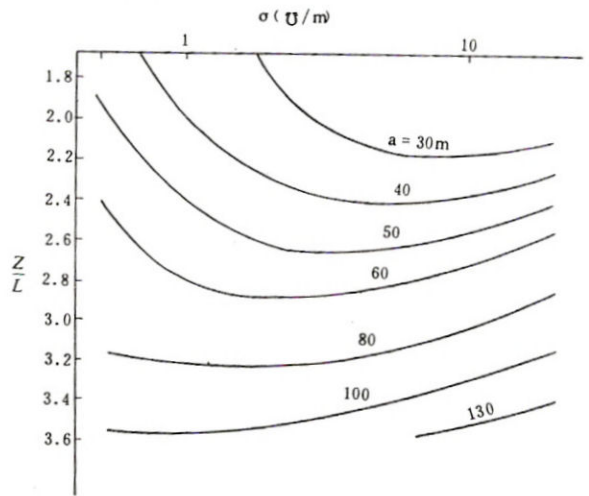


图3 时间域航电对不同半径和综合参数球体的最大探测深度

下面考虑存在地质干扰因素的情况下，先考虑覆盖层导电性对探测深度的影响，这时探测目标是覆盖层下水平无限大的基岩。显然，可用二层模型来解决这个问题，根据视电阻率二层模型参数的关系，可以得到时域航电系统对基岩勘探深度与覆盖层电阻率的关系曲线。1中可得到如下规律：时域航空电磁系统对基岩的勘探深度主要受覆盖层电阻率的相对差程度也对勘探深度有一定的控制作用。两者差异越大，勘探深度也增大。图中与纵座标平行的直线代表基岩电阻率变化而引起的勘探深度的变化范围。这是在系统飞行高度为120米下得出的，若飞行高度增大，勘探深度将有所减小。

对于处在导电围岩中的目标体，其探测深度将受到围岩导电性的影响。在此仅给出一个的例子定性地说这个问题。图5是时间域航电系统在有限延深（140米）的直立薄板模型实验结果。当不存在导电围岩和覆盖层时（a），对电导为17姆欧的直立板的探测深

度可达210米。当存在导电围岩(0.02姆欧/米)和高阻覆盖时(b),异常形态发生变化,幅度显著提高。探测深度超过高阻围岩和覆盖的情况,这就是所谓的导电围岩的负屏蔽效应。在导电围岩和覆盖都存在的情况下(c),导电覆盖的屏蔽效应和导电围岩的负屏蔽效应都起作用,总的来讲,负屏蔽效应占优势。因而异常幅度介于前两者之间,当然,探测深度也介于两者之间。导电围岩在某种程度上能增大异常幅度,提高探测深度,但同时也使异常曲线变得复杂,不易辨认。

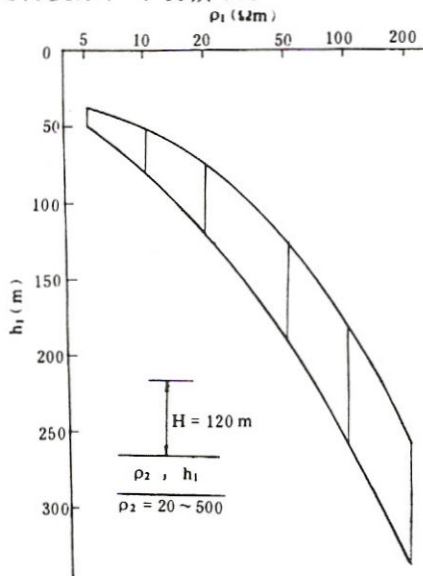


图4 时域航电系统对基岩的探测深度与覆盖层电阻率的关系

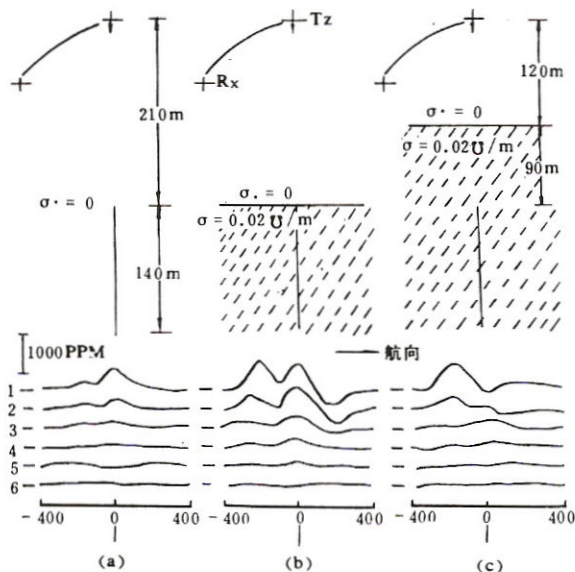


图5 导电围岩对时间域航空电磁系统探测深度的影响,板体电导为17.3姆欧。(b)和(c)中的剖面是剩余异常值

上述结果只是在理想情况下对系统探测深度的估计在实际中的情况相当复杂,由于各种因素的综合影响,实际的探测深度将可能小于上面的估计值。

3 找矿效果的评价

表1 时间域航电系统在已知铁矿、硫化矿床上的探测深度Z(米)

矿种	铁 矿					硫 化 矿			
	陶 村	和尚桥	翠宏山	二 股	南 山	城 门 山	七 宝 山	巷子口	放 牛 沟
Z	2.1L	2 L	1.8L	1.3L	2 L	1.8L	2.1L	2.6L	2.1L

表1是对时间域航电系统在我国已知铁矿、硫化矿床上探测深度的统计结果,条件是至少在第三道可观测到可信异常。由表可见,对实际矿体的探测深度一般在2L左右,最大达到2.6L,这符合上面的估计值。应该指出,尽管在矿体上获得了异常,但这些异常相当微弱,在可靠异常的临界值左右,若不是已知位置对应矿体的话,很难从其它众多异常中分辨出。在解译推断中,如此微弱的异常往往被忽略掉了。因此,要获得找矿效果,必须尽量降

低飞行高度，使系统与矿体的距离尽可能地小于探测深度。

表2 面积测量飞行高度的统计值

工区	常宁	黄沙坪	铁山	九江	黄石	伊春	加格达奇	吉林
L	77	77	77	77	85	100	100	100
Z	257	262	176	253	277	220	210	200
Z/L	3.3	3.4	2.3	3.3	3.3	2.2	2.1	2

那么在实际面积测量时的飞行高度究竟如何呢？表2列出了几个测区实际飞行高度的统计值。从表中可看出，时域航电系统在面积测量时的飞行高度一般在 $2L-3.4L$ ，而在理想的情况下时域航电对局部导体的探测深度约为 $2.6L$ 。由此可见，平均飞行高度大于探测深度或者是在临界值左右，其找矿效果不好是必然的。对于飞行高度约为 $2L$ 的最好情况，若矿体、围岩及其它因素均十分理想，有可能观测到比较明显的异常。然而，这样的机遇是难逢的，因为影响探测深度的主观因素、干扰因素和目标因素总是存在的。例如，矿体一般都有一定的埋深，而上覆岩层又有干扰。

通过上面分析可见，时域航电找矿效果不佳的主要原因之一是面积测量的飞行高度过高以致于系统在地面之下的勘探深度很小。

THE EVALUATION OF TIME-DOMAIN AEM PROSPECTING FOR CONDUCTING ORES BY DEPTH PENETRATION ANALYSIS

Huang Haoping

(Dept. of Appl. Geophy., Changchun Univ. of Earth Sci.)

Abstract

In this paper, the cause of ineffective exploration result was evaluated by depth penetration of time-domain airborne electromagnetic methods, in which the definition of depth penetration of time-domain airborne electromagnetic methods was given. And then the penetration depth of time-domain AEM is estimated by computer and scale modelling for several kinds of models. The effects of conductive overburden and host rock on the penetration depth are discussed. Finally, the flying height in time-domain survey in China was analysed according to the penetration depth. It is pointed out that one of the major problems in prospecting for conductive deposits is that the flying height is too high to get reliable anomalies.