

磁力勘探与岩性测深理论基础的对比

杨凌¹, 杨庆锦²

(1. 中国地震应急搜救中心, 北京 100049; 2. 中国地质科学院 地球物理地球化学勘查研究所, 河北廊坊 065000)

摘 要:首先概括了岩性测深技术的理论基础和物性基础要点, 强调电偶极子场是岩性测深技术的基本理论。然后通过电偶极子场与磁偶极子场的类比, 以及岩性测深与磁力勘探的对比, 提出了一条研究岩性测深技术理论基础及正演计算的思路。

关键词:岩性测深; 磁法勘探; 电偶极子场; 磁偶极子场

中图分类号: P631

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2007)S0-0051-02

1996 年在中国地质勘查技术院领导及物化探所老专家的支持下, 物化探所正式立项研制大地电场岩性测深仪。1998 年 3 月通过了中国地质勘查技术院组织的专家组的评审验收。物化探所是我国成立最早的物化探专业研究所, YW-Ⅲ型大地电场岩性测深仪的研制成功, 标志着我国岩性测深技术的研究取得重大进展。近年来, 在国内较有影响的学术会议及杂志上共发表了 10 多篇有关岩性测深的论文, 全面深入地阐述了该项技术的理论基础和物性基础, 同时也详细介绍了一些精典实例^[1-3]。

1 岩性测深技术理论基础和物性基础

岩性测深技术理论基础和物性基础的要点概括如下。

(1) 接收天线是平行板电容器, 上板接仪器的零电位, 只接收上升电场 $E_z^{(1)}$ 。这种接收方式的优点是采用屏蔽技术极大地压制空气中垂直向下的一次电场 $E_z^{(0)}$ 及水平方向的一次电场 $E_x^{(0)}$ 和 $E_y^{(0)}$, 最大限度地突出带有地下信息的上升电场 $E_z^{(1)}$ 分量。另外, 平行板电容器接收的电场信号中带有 $E^{(0)}$ 绕射电场的可能性也很小。

(2) 微分电阻率及微分测深的概念^[1]。微分电阻率表示某一深度处很小深度段内的视电阻率值。微分测深是利用 2 个时间(t_1 和 t_2) 或 2 个频率(f_1 和 f_2) 测定的电动势(ε) 或电压(U) 差异, 求得很小深度内的视电阻率值, 从而达到较高分辨率的一种物探测深技术。岩性测深仪就是采用 2 个频率电压的对数差求取微分电阻率。

(3) 岩性测深接收信号中的主要成分是反射电场和广义氧化还原电场。地下大地电场的成分是很复杂的, 目前已知的有四五种。地下的岩性特征及地质信息是多元化的, 而我们所测的电场信号的成分也是多元化的, 有可能把所有能反映地下信息的电场成分全接收进来。为了便于研究, 我们将大地电场的主要成分简化成反射电场和广义氧化还原电场。如同 MT 测深理论中那样, 将大地电场的主要成分简化成反射电场。并且我们认为大于 1 Hz 的电场成分主要是反射场, 而小于 1 Hz 的电场成分主要是广义氧化还原电场^[4]。

(4) 大地电场岩性测深技术的理论基础是电偶极子场, 它与磁力勘探中磁偶极子场是地球物理场中的孪生姐妹。

(5) 大地电场岩性测深技术的物性基础是电阻率和介电常数。由于水的介电常数是 80, 比地壳中其他岩矿物质的介电常数大很多, 因而水层的极化场较大, 所以大地电场岩性测深技术找水效果显著。

2 磁力勘探与岩性测深的对比

电偶极子场与磁偶极子场有类比关系, 磁偶极子场有磁位 U_c , 电偶极子场也有电位 U_d , 岩性测深测量的是某个频点的电位。

在磁法勘探中^[4], 上半空间的磁位满足拉普拉斯方程 $\Delta U_c = 0$, 而下半空间的磁位满足泊松方程 $\Delta U_c = -4\pi\delta_{ci}$, 式中, δ_{ci} 是面磁荷; 在岩性测深中, 上半空间的电位 U_d 同样满足拉普拉斯方程 $\Delta U_d = 0$, 下半空间的电位 U_d 同样满足泊松方程, $U_d =$

$-4\pi\delta_{di}$, 式中, δ_{di} 是面电荷。

磁法梯度测量, 即在 2 个不同高度观测磁场的差值; 在岩性测深中, 实际上是测量 2 个不同频率 (或不同深度) 电场的差值。

在磁法勘探中, 可以作向上或向下延拓处理。如果向下延拓时, 当延拓到矿体的深度时, 曲线值会突变, 由此可以得到矿体的深度。在岩性测深中, 测量的 2 个不同频率的电场差值, 实际上就是向下延拓, 延拓到某个极化体的深度时, 曲线也会突变。

表 1 列出了岩性测深的理论基础与磁力勘探的

表 1 岩性测深与磁力勘探对比

	磁力勘探	岩性测深
理论基础	磁偶极子场	电偶极子场
上半空间	拉普拉斯方程 $\Delta U_e = 0$,	拉普拉斯方程 $\Delta U_d = 0$;
下半空间	泊松方程 $\Delta U_e = -4\pi\delta_i$	泊松方程 $U_d = -4\pi\delta_i$
测量方式	可以不同高度进行梯度测量	用不同频点进行微分测量
测量方法	利用剖面曲线值向下延拓, 求得磁性体深度	用不同频点向下测量, 求得极化体深度

理论基础, 以便强调它们之间的可比性。

3 结语

磁力勘探是地球物理勘查方法大家族中应用最早、研究最多的一种物探方法。通过对磁力勘探与岩性测深理论基础的对比, 能看到这 2 种物探方法在理论基础方面有太多的可比性, 由此可以探讨岩性测深微分方程的建立及正演计算的方法, 从而为岩性测深理论基础的研究提出一条思路。

参考文献:

- [1] 杨庆锦. 大地电场岩性测深原理及方法技术的探讨[J]. 地球物理学进展, 1999(3): 79.
- [2] 杨庆锦. YW-III型大地电场岩性测深仪的理论基础及物性基础的探讨[J]. 地质与勘探, 2003, 39: 103.
- [3] 杨庆锦. 关于岩性测深与 MT 测深理论基础的问题[A]. 中国地球物理学会年刊[C]. 西安: 长安大学出版社, 2004.
- [4] 管志宁. 地磁场与磁力勘探[M]. 北京: 地质出版社, 2004.

A COMPARISON OF THE THEORETICAL BASIS BETWEEN MAGNETIC EXPLORATION AND LITHOLOGIC SOUNDING

YANG Ling¹, YANG Qing-jin²

(1. National Earthquake Response Support Service, Beijing 100049, China; 2. Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, CAGS, Langfang 065000, China)

Abstract: This paper sums up the theoretical and physical basis of the lithologic sounding, and points out that the electrical dipole field is the basic theory of the lithologic sounding. Based on an analogy of the electrical dipole field with the electrical dipole field as well as a comparison between the lithologic sounding and the magnetic exploration, this paper puts forward the theoretical basis for lithologic sounding research and the train of thought for forward calculation.

Key words: lithologic sounding; magnetic exploration; electrical dipole field; electrical dipole field

作者简介: 杨凌 (1973 -), 男, 工程师。毕业于长春科技大学应用地球物理系, 主要从事地震灾害电磁场的观测和预报研究。

上接 40 页

作者简介: 刘国栋 (1934 -), 男, 1965 年中国科学院研究生毕业, 师从著名的地质学家张文佑教授和著名的地球物理学家顾功叙教授。先后在中国科学院地球物理研究所、地质研究所学习和工作, 1985 ~ 1995 任中国地震局地质研究所任副所长。发表著作 3 本, 论文 105 篇, 获国家科技进步二等奖和国家自然科学三等奖各一次、部级科技进步一等奖和二等奖 6 次, 被授予李四光奖和对国家有突出贡献专家称号。