

# 煤岩电阻率各向异性特征浅析

张川, 王赞, 刘云

(中国科学院 地球化学研究所 矿床地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550081)

电阻率是衡量煤岩导电性的重要参数, 是煤岩导电性最直观的体现。煤矿电法勘探的物性前提就是煤岩与周围岩石的电阻率差异(陈健杰等, 2011)。传统的电法勘探将煤岩视为电性均一体, 然而实际并非如此, 自然界中的煤岩常常存在电性各向异性。研究煤岩电阻率各向异性特征, 对进一步了解煤岩电性特征、促进电法勘探技术发展具有重要意义。本文主要对我国不同地区的 8 块煤岩进行了三方向电阻率测量, 并计算了各向异性系数, 为今后研究煤岩电阻率各向异性提供参考。

## 1 待测样品信息

本次研究煤样来自国内不同地区、不同煤矿的 8 块原生结构煤。为了研究煤岩视电阻率特征的各向异性特征, 采取了井下定向采样(即采样时即标准煤层的走向(X)、倾向(Y)及垂向(Z))(图 1), 在实验室加工成 60 mm×60 mm×60 mm 的立方体, 打磨平整(图 2), 并用干燥箱干燥处理。对 8 块煤岩进行常温(25℃)常压(1 个大气压)条件下的 X, Y, Z 三方向电阻率测量, 分别记为  $\rho_x$ ,  $\rho_y$ ,  $\rho_z$ , 测量频率为 0.1、1、10、100、1000、10000 和 100000 Hz。

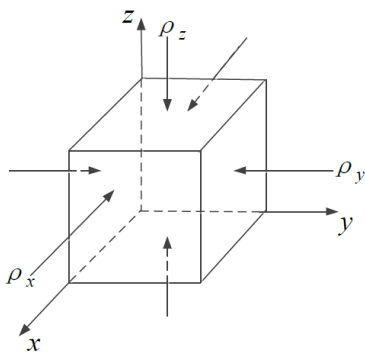


图 1 煤样三方向电阻率示意图



图 2 待测煤样

## 2 三方向电阻率各向异性

为了说明煤岩走向、倾向、垂向三个方向上电阻率的差异性, 定义各向异性系数(李金铭, 2006): 走向与倾向、走向与垂向、倾向与垂向各向异性系数分别为:

$$\lambda_{xy} = \sqrt{\frac{\max(\rho_x/\rho_y)}{\min(\rho_x/\rho_y)}}, \quad \lambda_{xz} = \sqrt{\frac{\max(\rho_x/\rho_z)}{\min(\rho_x/\rho_z)}}, \quad \lambda_{yz} = \sqrt{\frac{\max(\rho_y/\rho_z)}{\min(\rho_y/\rho_z)}}.$$

表 3 为频率为 0.1、1 Hz 时, 根据上述公式计算出的 8 块煤样的各向异性系数及最终平均值。

同样的方法求取在频率为 10、100、1000、10000、100000 Hz 下的各向异性系数的平均值, 最终结果见表 2。

**基金项目:** 国家杰出青年科学基金(批准号: 41425017); 国家科技 973 项目“华南大面积低温成矿作用”中“大型-超大型低温矿床成矿规律与找矿预测”课题(2014CB440905); 矿床地球化学国家重点实验室“十二五”项目群(SKLOGD-ZY125-01); 贵州省自然科学基金“深部隐伏矿床音频电磁法数值模拟及勘探模式研究”(2014GZ93278); 国家自然科学基金“起伏地形条件下三维大定源回线瞬变电磁场数值模拟研究”(批准号: 41440031)

**作者简介:** 张川, 男, 1988 年生, 工程师, 研究方向为常温压下岩石物性特征. E-mail: 280463117@qq.com

表 1 煤样在 0.1Hz 和 1Hz 时各向异性系数及均值

煤样编号	电阻率各向异性系数 $\lambda$					
	0.1 Hz			1 Hz		
	$\lambda_{xy}$	$\lambda_{xz}$	$\lambda_{yz}$	$\lambda_{xy}$	$\lambda_{xz}$	$\lambda_{yz}$
A	1.196	1.102	1.085	1.206	1.107	1.089
B	1.057	1.088	1.030	1.055	1.103	1.045
C <sub>1</sub>	1.179	1.042	1.229	1.128	1.070	1.207
C <sub>2</sub>	1.003	1.012	1.010	1.005	1.002	1.007
D	1.066	1.094	1.027	1.060	1.085	1.024
E	1.089	1.329	1.220	1.035	1.156	1.197
F <sub>1</sub>	1.070	1.280	1.370	1.067	1.269	1.354
F <sub>2</sub>	1.014	1.272	1.290	1.018	1.251	1.274
平均值	1.084	1.152	1.158	1.072	1.131	1.150

表 2 煤岩在 0.1~100000 Hz 时的各向异性系数均值

频率 (Hz)	各向异性系数 $\lambda$		
	$\lambda_{xy}$	$\lambda_{xz}$	$\lambda_{yz}$
0.1	1.084	1.152	1.158
1	1.072	1.131	1.150
10	1.075	1.125	1.147
100	1.068	1.116	1.130
1000	1.071	1.126	1.133
10000	1.084	1.156	1.143
100000	1.056	1.135	1.122

根据表 2 数据, 作各向异性系数与频率的关系图 (图 3)。从图 3 中可以看出, 任何频率下,  $\lambda_{xz}$  与  $\lambda_{yz}$  接近且显著大于  $\lambda_{xy}$ , 说明走向与倾向之间的煤岩电阻率差异显著小于走向与垂向、倾向与垂向的电阻率差异。随着频率增加, 各向异性系数略有起伏, 但总体趋势不变, 说明频率的变化并不会改变煤岩电阻率各向异性的特征。

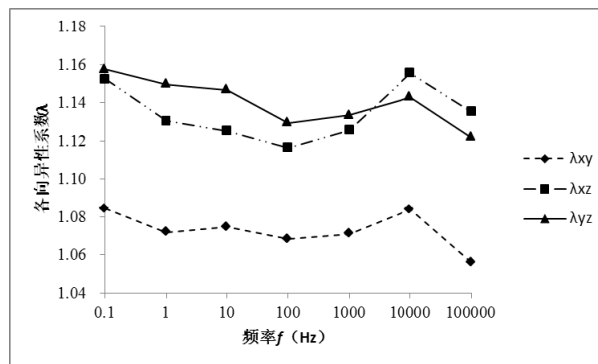


图 3 不同频率下的各向异性系数

### 3 结论和认识

煤岩走向与倾向的电阻率差显著小于走向与垂向、倾向与垂向的电阻率差异, 且频率变化不会改变煤岩电阻率的各向异性特征。