

# 江苏埭城岩群岩石物理性质

金永念<sup>1</sup>, 贾根<sup>1</sup>, 殷述凯<sup>2</sup>

(1. 江苏省地质调查研究院, 江苏 南京 210018; 2. 第一综合物探大队, 安徽 蚌埠 233000)

**摘要:**对 ZK03 孔岩芯物性测定, 获得了埭城岩群密度、磁化率、剩余磁化强度和电阻率、极化率 5 项物性参数。埭城岩群有较高的密度, 与围岩的密度差达  $0.15 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , 具有重力勘探的物性前提, 埭城岩群有较高的电阻率, 与部分围岩电阻率差异明显, 可有条件的开展电阻率勘查工作, 埭城岩群具低磁性和低电化学活动性, 磁测和激电方法应慎用。

**关键词:**磁性; 电性; 密度; 埭城岩群

中图分类号: P631.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2005)03-0213-04

埭城岩群为江苏三大构造单元之一下扬子构造域中元古代变质基底, 是一套浅变质的绿片岩系, 由绿片岩及变质长石石英岩等浅变质岩石组成, 恢复原岩为基性、中基性火山岩和长英质碎屑沉积岩, 该岩群于 1977~1984 年江苏地矿局区调大队开展 1:5 万宁镇山脉区域地质调查时通过钻孔(ZK03)揭示、创名并沿用至今<sup>[1]</sup>。ZK03 深 802 m, 91 m 以上为第四系地层, 以下均为该套岩系。该孔为省内唯一揭露埭城岩群的深孔, 孔址在江苏丹阳市埭城镇, 当时 ZK03 的布孔目的之一是查明埭城重力高的异常性质。

宁镇地区虽做过大量的岩、矿石物性测定工作, 但都是针对出露岩石的, 缺少埭城岩群岩石物性参

数, 造成该构造区域物性参数的一大缺憾。2003 年笔者在“宁镇山脉东段变质岩区金矿普查”项目实施过程中, 对原 ZK03 岩芯进行了整理、采样和物性测定, 测定参数为磁化率( $\kappa$ )、剩余磁化强度( $J_r$ )、密度( $\sigma$ )、电阻率( $\rho$ )和极化率( $\eta$ ), 填补了下扬子构造域浅变质岩系埭城岩群岩石物性参数空白, 为宁镇东段变质岩区进一步地质工作中物探资料的解释和物探工作方法选择打下了物性基础。

## 1 方法技术

ZK03 完井至今已 20 余年, 岩芯经多次采样、搬运已不完整, 本次物性参数测定由浅至深共采集 18 个深度样本, 采样深度 105~618 m, 尽量代表不同

表 1 ZK03 孔岩性、采样深度、物性参数对照

样品号	岩性	采样深度/m	$\rho/(\Omega \cdot \text{m})$	$\eta/\%$	$\sigma/(10^3 \text{ kg/m}^3)$	$\kappa/(10^{-6} 4\pi \text{ SI})$	$M_r/(10^{-3} \text{ A/m})$
1	绿片岩	105	929.07	2.08	2.77	328.79	12.80
2	绿片岩夹石英脉	137	112.58	3.05	2.67	257.94	43.53
3	绿片岩	152	571.81	1.49	2.81	779.02	2110.85
4	绿片岩	168	1287.97	1.31	2.83	450.92	151.06
5	绿片岩	178	837.51	1.07	2.85	507.97	7.73
6	弱变形长英质片岩	193	20736.70	2.17	2.64	78.23	6.73
7	强变形绿片岩	224	3623.79	0.75	2.72	426.19	2313.60
8	强变形绿片岩	256	333.25	1.31	2.83	402.06	93.81
9	弱变形长英质片岩	285	1715.48	3.12	2.68	266.05	1292.87
10	强变形绿片岩	335	597.52	1.49	2.98	721.87	39.23
11	斜长角闪片岩	451	5027.58	0.92	2.76	279.96	113.90
12	强变形绿片岩	476	783.15	1.74	2.81	438.45	3.36
13	强变形绿片岩	507	1776.66	1.83	2.77	738.11	1581.05
14	弱变形长英质片岩	529	9204.90	2.55	2.62	3243.80	292.79
15	强变形绿片岩	533	2615.38	2.06	2.86	1755.60	8715.26
16	斜长角闪片岩	604	2715.50	2.07	2.97	562.42	1.76
17	斜长角闪片岩	610	1549.21	3.28	3.06	960.75	278.37
18	黑云绿泥片岩	618	1875.25	2.27	2.88	775.74	10.40

深度的岩性(表1)。

物性参数测试在中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所(以下简称物化探所)物性实验室实施,使用上海第二天平仪器厂研制的MP120-1型天平测量岩芯的饱水密度,用英制Minisep、Molspin磁化率和剩磁测量系统分别进行岩石磁化率和剩余磁化强度测量,用物化探所研制的WD-1型岩矿电性测量仪测量岩石的电阻率和极化率。物性参数测试均进行系统的检查,质量全部达到设计要求。

### 2 岩芯物性参数特征

由表1可知,ZK03主要岩性为绿片岩和长英质片岩,其中浅色岩类主要分布于浅部,绿片岩类占该孔岩芯的大部分,浅部、深部均有分布。该孔岩芯磁化率、剩余磁化强度、密度、电阻率、极化率特征分述如下。

#### 2.1 密度

ZK03岩芯的密度值见表1和图1。18个样品平均密度值 $2.81 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,17号样品密度值最大,为 $3.06 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,14号样品密度值最小,为 $2.62 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。密度随深度变化不明显,但与岩性的关系密切,浅色片岩类的密度偏低,其值不超过 $2.70 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,占样品比例小,以6号、9号和14号样品为代表,深色片岩类密度较高,14个样品密度值均超过 $2.70 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,均值 $2.84 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,其中有10个样品密度值超过 $2.80 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,具高密度特征,与平均密度为 $2.66 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的围岩对照,有 $0.15 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的密度差。

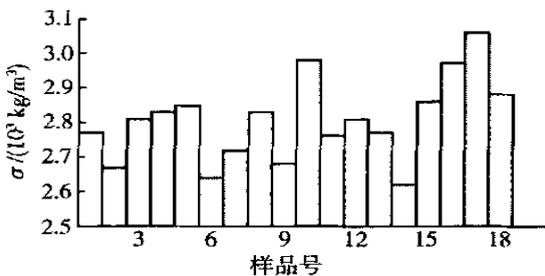


图1 ZK03孔岩芯密度柱状图

#### 2.2 磁化率和剩余磁化强度

ZK03岩芯的磁化率和剩余磁化强度见表1和图2、图3。磁化率高的样品仅有14,15号,其值分别为 $3\ 243.80 \times 10^{-6} 4\pi \text{ SI}$ 和 $1\ 755.60 \times 10^{-6} 4\pi \text{ SI}$ ,与529 m深度的弱变形长英质片岩和533 m深度的强变形绿片岩对应,样品无矿化但蚀变明显,说明磁化率的大小与岩石蚀变强弱关系密切,而与岩性和变形强弱关系不大,喻示在埤城岩群中不具备用磁法探测韧性剪切带的物性前提。14,15号之外

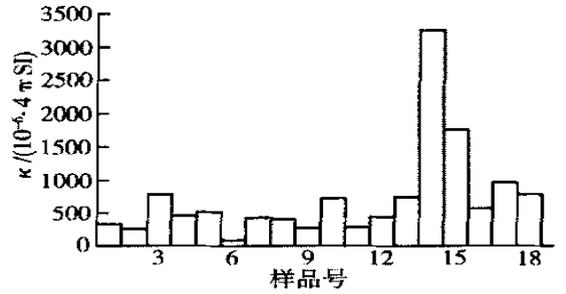


图2 ZK03孔岩芯磁化率柱状图

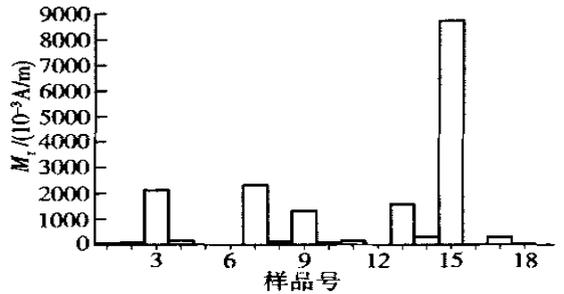


图3 ZK03孔岩芯剩磁强度柱状图

的样品磁化率均在 $1\ 000 \times 10^{-6} 4\pi \text{ SI}$ 之下,均值 $498 \times 10^{-6} 4\pi \text{ SI}$ ,说明埤城岩群感磁偏弱。

3号、7号和15号样品的剩余磁化强度值都在 $2\ 000 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 以上,均为绿片岩,对应152、224、533 m深度,分布较离散。15号样品的剩余磁化强度为 $8\ 715.26 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ ,属强磁性,加上其磁化率值也较高,恢复其原岩应为超基性火山岩。由图3知3号、7号、15号及9号、13号之外的样品剩余磁化强度仅为 $n \times (10^{-2} \sim 10^{-1}) \text{ A/m}$ ,剩磁弱。

结合磁化率和剩余磁化强度特征,埤城岩群除极个别深度岩性具高磁化率和高剩磁强度外整体呈现出偏弱的磁性,且以感磁为主。

#### 2.3 电阻率和极化率

ZK03孔岩芯的电阻率和极化率见表1和图4、图5。6号样品的电阻率最高,达到 $20\ 736.70 \ \Omega \cdot \text{m}$ ,其次为14号样品,电阻率 $9\ 204.90 \ \Omega \cdot \text{m}$ ,两者均为弱变形长英质片岩,电阻率的增高无疑与样品中石英含量增加有关。绿片岩中的斜长角闪片岩电阻率较高,代表样品为11号,电阻率可达 $5\ 027.58 \ \Omega \cdot \text{m}$ 。埤城岩群的

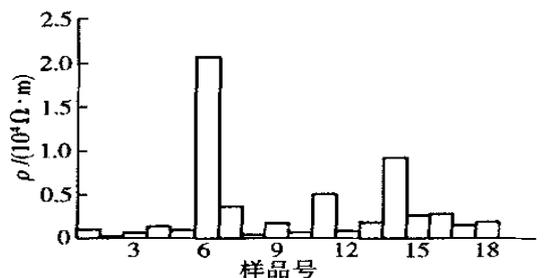


图4 ZK03孔岩芯电阻率柱状图

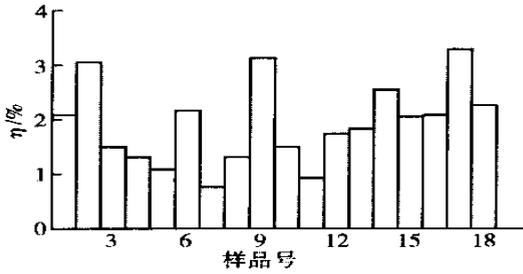


图5 ZK03 孔岩芯极化率柱状图

表2 埭城岩群围岩物性参数

时代	岩性	磁性		密度	电性		
		$\kappa/(10^{-6}4\pi \text{ SI})$	$M_r/(10^{-3} \text{ A/m})$	$\sigma/(10^3 \text{ kg/m}^3)$	$\rho/(\Omega \cdot \text{m})$	$\eta/\%$	
震旦系	$Z_2d$	白云质灰岩		2.68	27500	1.75	
		大理岩化白云岩		2.81	2175	1.1	
	$Z_2h$	灰岩			2.70	17300	7.60
		碳化灰岩			2.67	780	32.4
		含碳质薄层灰岩			2.71		
		白云质灰岩、大理岩				5600	
		碳化千枚岩	306	386		5700	
		千枚岩			2.47	540	1.30
		黄铁矿、磁黄铁矿化千枚岩	657	5801			
		磁黄铁矿化千枚状泥质粉砂岩	1056	5958			
		碳质砂页岩	858	4414		530	21
						230	
南华系	$Nh_2s$	含砾千枚岩		2.53	170	1.15	
	$Nh_1z$	变质长石砂岩、绢云母千枚岩		2.72			

由表2可知,埭城岩群与围岩间存在磁性差异。震旦系黄墟组磁黄铁矿化千枚岩和千枚状泥质粉砂岩磁性明显比埭城岩群强,尤其有很强的剩余磁性;其他岩石磁性比埭城岩群弱,但由于磁黄铁矿化在围岩中属普遍现象,因此埭城岩群磁性较围岩弱,只有在围岩没有磁黄铁矿化条件下,埭城岩群磁性才比围岩强。

埭城岩群与围岩的密度差别明显。围岩中灰岩、白云岩密度较高,密度值在 $(2.67 \sim 2.81) \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 间变化;围岩平均密度值 $2.66 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,较埭城岩群平均密度低 $0.15 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,因此埭城岩群能引起极明显的重力异常。

围岩中黄铁矿化、磁黄铁矿化、碳化岩石有很强的电化学特性,极化率明显较其他岩石和埭城岩群高,由于黄铁矿化、磁黄铁矿化、碳化现象在围岩中普遍,因此埭城岩群电化学活动性比围岩弱。

围岩中震旦系的电阻率与埭城岩群相近,南华系的电阻率明显偏弱,因此,用电阻率法区分南华系和埭城岩群具备物性前提。

#### 4 结论

通过对方数据 2K03 孔岩芯物性参数测试及与围岩物

平均电阻率为 $3127.40 \Omega \cdot \text{m}$ ,具高阻特性。

ZK03 孔岩芯整体极化率不高,最大 3.28%,最小 0.75%,均值 1.92%,表明埭城岩群电化学活动性不强,具低极化率、高电阻率的电性特征。

#### 3 与围岩物性对比

埭城岩群的围岩由南华系的周岗组( $Nh_1z$ )、苏家湾组( $Nh_2s$ )和震旦系的黄墟组( $Z_1h$ )、灯影组( $Z_2d$ )组成,其物性参数见表2。

性参数对比,得到以下几点认识:

(1)埭城岩群密度较高,密度变化与深度没有明显关系,但与岩性关系密切;埭城岩群与围岩有 $0.15 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的密度差,具重力勘探物性基础,埭城重力高异常为埭城岩群中的绿片岩引起。

(2)埭城岩群除极个别深度岩性具高磁化率和高剩余磁化强度外整体磁性偏弱且以感磁为主,磁性强弱与岩性、变形强弱关系不大,用磁法探测韧性剪切带要慎重,围岩磁黄铁矿化时,埭城岩群磁性明显较围岩弱,仅当围岩无磁黄铁矿化情况下埭城岩群磁性才比围岩强,磁测工作中应特别注意。

(3)埭城岩群电化学活动性不强,相对围岩具低极化率特征。

(4)埭城岩群具高阻特性,其电阻率与围岩中的震旦系地层相近,比南华系地层电阻率明显偏高,因此,用电阻率方法开展工作时要充分考虑围岩的电性条件。

#### 参考文献:

- [1] 江苏省地矿局. 江苏省岩石地质[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1997.

## PETROPHYSICAL PARAMETERS OF PICHENG ROCK GROUP IN JIANGSU PROVINCE

JIN Yong-nian<sup>1</sup>, JIA Gen<sup>1</sup>, YIN Shu-Kai<sup>2</sup>

(1. Geological Survey of Jiangsu Province, Nanjing 210018, China; 2. No. 1 Integrated Geophysical Research Party, Bengbu 233000, China)

**Abstract :** Petrophysical parameters of Picheng Rock Group were obtained for the first time through measuring bore samples of ZK03 hole, which included density, susceptibility, remanent magnetization, resistivity and polarizability. The density of Picheng Rock Group is  $0.15 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  higher than that of the surrounding rocks and makes up a precondition of gravitational exploration. Picheng Rock Group has high resistivity and show obvious resistivity difference from part of surrounding rocks, and hence resistivity exploration can be conducted under certain conditions in this area. The magnetic method and IP method must be used with care because of low magnetic properties and low electrochemical activity of Picheng Rock Group.

**Key words :** Picheng Rock Group, magnetic property, electric property, density

作者简介: 金永念(1959 - )男,汉族,上海市人,硕士,高级工程师,长期从事物探工作。



上接 212 页

### 参考文献 :

- [ 1 ] 刘崇禧. 中国油气化探四十年 [ M ]. 北京: 地质出版社, 1999.
- [ 2 ] 李广之. 轻烃地球化学场的形成和特征 [ J ]. 石油与天然气地质, 1999( 1 ).
- [ 3 ] 汤玉平. 中国主要含油气盆地地区地球化学场参数特征及其成因研究 [ J ]. 石油勘探与开发, 2001( 3 ).
- [ 4 ] 汤玉平. 油气藏上方不同部位地球化学效应的差异性及其成因讨论 [ J ]. 石油勘探与开发, 2000( 1 ).
- [ 5 ] 赵克斌. 烃类垂向微运移及近地表地球化学效应 [ J ]. 石油勘探与开发, 2000( 4 ).

## THE APPLICATION OF HYDROCARBON ACIDOLYSIS TECHNIQUE TO OIL AND GAS EXPLORATION

MIAO Jiu-jun<sup>1, 2</sup>, RONG Fa-zhun<sup>2</sup>, LI Guang-zhi<sup>3</sup>, ZHANG Yan-xia<sup>2</sup>

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. Institute of Petroleum Geology, Academy of Petroleum Exploration and Development, SINOPEC, Wuxi 214151, Wuxi, China; 3. Institute of Geochemical Exploration for Petroleum, Academy of Petroleum Exploration and Development, SINOPEC, Hefei 230022, China)

**Abstract :** As one of the major methods for oil and gas geochemical exploration, the hydrocarbon acidolysis technique has acquired obvious results in oil and gas exploration. Nevertheless, the application results of this method are affected by quite a few factors. Employing the mathematical statistic method to study interference factors and interference-suppressing means, the authors have made some achievements. Using the hydrocarbon acidolysis indices after interference suppression, we can classify characteristics of regional geochemical fields of major oil-and gas-bearing basins in China, predict and recognize oil and gas accumulations and reservoirs, and reveal vertical micro-migration of hydrocarbons.

**Key words :** acidolysis; oil and gas geochemical exploration; application results

作者简介: 缪九军(1972 - )男,工程师。1993年毕业于长春地质学院,现从事石油地质工作。