

江西省区域岩矿石物性数据统计特征

言会¹, 李磊², 张立为¹, 郭友钊²

(1. 江西省地质矿产勘查开发局 地球物理地球化学勘查大队, 江西 南昌 330201; 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: 介绍以江西省全境和两个地层区为空间范围内的 53 741 个岩矿石密度数据、12 677 个磁化率数据、12 424 个剩磁强度数据的岩石物性统计特征, 供在江西省境内进行矿区物探工作时参考。

关键词: 江西省; 岩石分类; 密度; 磁化率; 剩磁强度; 矿区物探

中图分类号: P631 文献标识码: A 文章编号: 1000-8918(2004)01-0019-04

江西省地矿系统在已有岩矿石物性数据清理工作中, 获得 53 741 个岩矿石密度(ρ)数据、12 677 个岩矿石磁化率(κ)数据、12 424 个岩矿石剩磁强度(M_r)数据。该数据集由两大部分构成。一是开展于 80 年代的区域物性调查, 该项工作历时 9 a, 采集物性标本 12 761 件, 采用灵敏度为 0.1 g 的药物天平测定水饱和岩石密度标本 12 691 件, 测量的均方误差小于 $0.02 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 应用较高精度的 WSW-1 型数字无定向磁力仪测定规格化磁性样品 9 886 件, 测量的相对均方差小于 10%, 取得了高精度的密度、磁化率、剩磁强度等 3 个物性参数的数据; 同时, 标本较均匀地分布于除鄱阳湖区外的全省各地, 在空间上具有广泛的代表性。二是历年所进行的区域物探工作和局部金属矿区物探项目中的物性调查, 其中 1: 20 万区域重力调查测量岩矿石密度数据 38 607 个, 其测量误差亦小于 $0.02 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。

作者以 GB/T 17412 岩石分类与命名方案为标准, 对各种岩石大类、类、亚类的岩矿石物性数据进行数值统计, 其中密度的均值均为算术均值, 磁性参数的均值均为几何均值, 以期提供江西省各种岩矿石的基本物性数据, 为矿区物探工作提供基础。

1 江西省岩石大类物性数据统计特征

表 1 是整个江西省岩石大类的统计结果。总体而言, 含矿化岩石或矿石的沉积岩、火成岩、变质岩的密度均值相差不明显, 均在测量误差范围内, 因此以密度或重力数据从宏观上区分这三大岩类, 其可

靠性将很差。但三大岩类密度的标准方差均很大, 说明其内部具有很大的差异性, 可进一步详细分类。三大岩类的磁性区别明显, 以沉积岩类的磁性最弱, 火成岩次之, 变质岩的磁性最强。同时, 沉积岩磁性参数的标准方差较小, 说明其所含磁性矿物的种类与含量差异不大, 而变质岩的磁性参数的标准方差很大, 说明变质岩中决定磁性强弱的含铁矿物及形成的物理化学环境具有明显的差异, 表现出变质过程的复杂性, 因此在本区应用磁性参数或磁场数据能够较好地地区分三大岩类, 并做进一步的地质研究、矿产调查。

表 1 江西省岩石大类物性统计

参数	岩石大类	样品数/件	均值	标准方差
ρ 10^3 kg/m^3	沉积岩	23284	2.61	0.153
	火成岩	17353	2.60	0.108
	变质岩	13104	2.63	0.152
	所有样品	53741	2.62	0.140
κ 10^{-5} SI	沉积岩	4915	39.8	5.9
	火成岩	4463	167.1	10.6
	变质岩	3118	826.1	26.0
	所有样品	12677	127.6	16.8
M_r 10^{-3} A/m	沉积岩	4885	3.0	4.6
	火成岩	4469	9.3	9.5
	变质岩	3070	28.3	31.9
	所有样品	12424	8.1	12.6

如果根据岩石地层分区, 把江西分成扬子地层区和东南地层区两部分来统计, 同时不考虑矿区部分的样品及晚三叠世之后的样品, 则情况又有所不同(表 2)。就密度而言, 扬子地层区火成岩的密度明显高于沉积岩和变质岩, 而东南地层区火成岩的密度反而低于沉积岩与变质岩的密度。另一方面,

收稿日期: 2002-10-10

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目(200018000001)

同类岩石在不同地层区的密度差异也很明显。从磁性而言,各地层区中三大岩类的磁化率差异明显、剩磁强度差异不明显,总体上三大岩类的磁性存在明显差异,但在一个地层区内,同类岩石的差异不大。因此,三大岩石的物性数值的大小与地质体的空间分布、有无矿化、岩石所属时代等具有一定的关系。

表 2 江西省 2 个地层区各大岩类物性统计结果比较

物性参数	岩石大类	扬子地层区		东南地层区	
		样数/件	均值	样数/件	均值
$\frac{\rho}{10^3 \text{ kg/m}^3}$	沉积岩	8773	2.63	7215	2.66
	火成岩	1251	2.67	1993	2.62
	变质岩	6927	2.60	5267	2.66
$\frac{\kappa}{10^{-5} \text{ SI}}$	沉积岩	1731	28.82	1352	38.51
	火成岩	268	63.20	737	74.11
	变质岩	863	128.38	1171	131.99
$\frac{M_r}{10^{-3} \text{ A/m}}$	沉积岩	1318	2.48	967	2.71
	火成岩	243	9.61	519	2.84
	变质岩	574	3.39	794	2.68

注:不含晚三叠世—第四纪的岩石样品

2 江西省岩石类物性数据统计特征

对表 1 再细分,得到各岩类的物性统计特征(表 3)。对于平均密度而言,最小者小于 $1.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,为可燃有机岩的密度,介于 $(2.5 \sim 2.6) \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 之间的有陆源碎屑岩、火山熔岩、火山碎

表 3 江西省岩石类物性统计

岩石大类	岩石类	$\frac{\rho}{10^3 \text{ kg/m}^3}$		$\frac{\kappa}{10^{-5} \text{ SI}}$		$\frac{M_r}{10^{-3} \text{ A/m}}$	
		样数件	均值	样数件	均值	样数件	均值
沉积岩	非蒸发岩	6019	2.70	1410	24.87	907	2.12
	可燃有机岩	35	1.48				
	陆源碎屑岩	14704	2.58	2942	47.26	2478	3.37
	泥质岩	2170	2.63	288	77.56	230	3.46
火成岩	辉绿岩	501	2.84	178	604.47	178	70.26
	火山熔岩	1758	2.56	221	580.68	209	21.43
	火山碎屑岩	2134	2.56	433	72.40	393	11.38
	潜火山岩	642	2.58	195	573.94	148	11.14
	深成岩	12510	2.61	3486	173.21	2679	8.01
	伟晶岩	61	2.60	30	19.44	20	1.11
	细晶岩	107	2.58				
	动力变质岩	54	2.68	4	2678.12	4	68.00
变质岩	混合岩化变质岩	767	2.62	155	69.30	99	2.23
	接触变质岩	103	2.92	116	15832.17	109	465.38
	气-液变质岩	237	2.73	44	2812.61	44	188.04
	区域变质岩	11954	2.63	2780	830.84	2087	25.79

屑岩、潜火山岩、细晶岩等岩类,大于 $2.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的有泥质岩、深成岩、伟晶岩、动力变质岩、混合岩化变质岩、区域变质岩等岩类,大于 $2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的有非蒸发岩、气-液变质岩等岩类,大于 $2.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的有辉绿岩、接触变质岩等岩类。因此,应用密度或重力场去探查有机岩矿床、接触变质岩型矿床时具明显效果。与密度相似,各岩类的磁性差异明显,应用磁性或磁法去探测接触变质岩型、气

液变质岩型、动力变质岩型等矿床具有明显效果。

对表 2 细分,得到 2 个地层区不含矿区部分及晚三叠世之后的样品的物性数据(表 4)。对扬子地层区而言,辉绿岩具最高的密度,非蒸发岩、深成岩、气-液变质岩等具有相似的密度;气液变质岩具有最高的磁性,深成岩与区域变质岩具有相似的中等强度的磁性,而非蒸发岩、陆源碎屑岩、火山碎屑岩等具有相似的弱磁性。对于东南地层区,情况略有不同,非蒸发岩的密度最高,深成岩的磁性有所降低,火山熔岩的磁性却有所升高。2 个地层区内同类岩石的物性存在明显差异,反映出两地层区内同类岩石成分与形成过程的差异。物探工作中,对于这种差异应引起足够的注意,即 2 个地层区内相似的物探异常可能具有相异的地质意义与找矿意义。

表 4 江西省 2 个地层区各岩石类物性统计结果比较

物性参数	大类	岩石类	扬子地层区		东南地层区	
			样数件	均值	样数件	均值
$\frac{\rho}{10^3 \text{ kg/m}^3}$	沉积岩	非蒸发岩	3687	2.69	1984	2.72
		泥质岩	1251	2.62	528	2.66
		陆源碎屑岩	3643	2.59	4543	2.64
	火成岩	火山熔岩	94	2.65	244	2.65
		火山碎屑岩	685	2.66	290	2.57
		辉绿岩	32	2.82		
		深成岩	593	2.67	1614	2.62
	变质岩	混合岩化变质岩	121	2.63	542	2.63
		气-液变质岩	49	2.69		
		区域变质岩	6757	2.60	4694	2.66
$\frac{\kappa}{10^{-5} \text{ SI}}$	沉积岩	非蒸发岩	823	20.67	515	20.81
		泥质岩	155	53.94	98	87.48
		陆源碎屑岩	736	37.17	737	53.23
	火成岩	火山碎屑岩	137	21.04	31	26.09
		火山熔岩	27	15.08	16	109.09
		深成岩	112	302.36	692	76.63
	变质岩	气-液变质岩	44	2812.61		
		混合岩化变质岩			125	71.51
		区域变质岩	819	108.77	1046	142.02
$\frac{M_r}{10^{-3} \text{ A/m}}$	沉积岩	非蒸发岩	604	2.00	255	1.50
		泥质岩	115	1.87	84	4.97
		陆源碎屑岩	586	3.24	626	3.17
	火成岩	火山熔岩	27	16.32	11	1.50
		火山碎屑岩	123	3.49	16	1.54
		深成岩	101	26.64	494	2.95
	变质岩	气-液变质岩	44	1188.04		
		混合岩化变质岩			86	2.52
		区域变质岩	530	2.08	708	2.7

注:不含晚三叠世—第四纪的岩石样品

3 江西省岩石亚类物性数据统计特征

表 5 提供江西省各岩石亚类的物性统计结果。英安岩、熔结火山碎屑岩、流纹岩、火山碎屑熔岩、细碎屑岩等具有较低的密度,中碎屑岩、千枚岩、硅质岩、正长岩、花岗岩、伟晶岩、混合岩等具有中等的密

表 5 江西省岩石亚类物性统计

岩石 大类	岩石类	岩石亚类	$\rho/(10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3})$		$\kappa/10^{-5} \text{ SI}$		$M_r/10^{-3} \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$	
			样数/件	均值	样数/件	均值	样数/件	均值
沉 积 岩	非蒸发	岩白云岩	204	2.71	104	12.58	50	1.50
		硅质岩	601	2.60	152	62.07	113	4.44
		石灰岩	5231	2.71	1153	22.30	743	1.94
	陆源碎屑岩	粗碎屑岩	1666	2.58	245	55.90	224	3.86
		中碎屑岩	10307	2.59	2302	45.52	1908	3.29
		细碎屑岩	2719	2.56	403	51.78	350	3.56
火 成 岩	泥质岩	泥岩	546	2.64	65	172.95	57	14.83
		页岩	1176	2.63	143	53.84	115	2.86
	火山碎屑岩	火山碎屑沉积岩	412	2.56	64	48.11	44	8.17
		熔结火山碎屑岩	405	2.51	72	77.59	68	32.86
		火山碎屑岩	893	2.58	183	144.26	173	13.93
		沉积火山碎屑岩	204	2.63	108	29.31	99	3.54
	火山熔岩	火山碎屑熔岩	221	2.55	7	26.28	10	107.12
		流纹岩	807	2.53	83	978.65	79	16.02
		安山岩	241	2.57	44	151.30	44	15.95
		玄武岩	120	2.79	10	85.14	9	8.21
		英安岩	139	2.46	54	245.86	47	12.94
		粗面岩	451	2.56	30	8774.72	30	208.99
	潜火山岩	浅成岩状潜火山岩	605	2.58	191	600.01	144	11.40
		熔结凝灰潜火山岩	31	2.56	4	68.81	4	4.78
	辉绿岩	辉绿岩	501	2.84	178	604.47	178	70.26
	深成岩	辉长岩	176	2.79	119	1345.94	117	223.51
		辉石岩	10	2.70	10	96260.61	10	2661.31
		闪长岩	1502	2.67	552	364.86	403	11.13
		斜长岩	32	2.61		112.56		
		正长岩	1306	2.60	523		437	10.98
		花岗岩	9446	2.60	2282	287.58	1712	5.27
	细晶岩	细晶岩	107	2.58				
	伟晶岩	伟晶岩	61	2.60	30	19.44	20	1.11
变 质 岩	混合岩化变质岩	混合岩	766	2.62	154	68.44	98	2.21
	气-液蚀变岩	气-液蚀变岩	237	2.73	44	2812.61	44	1188.04
	接触变质岩	矽卡岩	58	3.16	89	20401.75	83381.87	
		角岩	45	2.62	27	6863.25	26875.04	
	区域变质岩	大理岩	175	2.79	24	512.46	4	18.41
		板岩	3664	2.64	933	124.52	589	2.07
		片麻岩	405	2.70	25	74.29	16	4.79
		片岩	375	2.73	54	818.49	40	15.10
		千枚岩	3815	2.59	704	829.63	555	23.03
		轻微变质岩	3384	2.64	553	270.95	426	6.18
		石英岩	139	2.63	96	4799.81	75	322.46
	动力变质岩	碎裂岩	54	2.68				

度,而闪长岩、辉石岩、片麻岩、白云岩、石灰岩、气-液蚀变岩、玄武岩、辉长岩、大理岩、辉绿岩、矽卡岩等具有较高的密度。

磁性方面以磁化率为代表。磁化率小于 $100 \times 10^{-5} \text{ SI}$ 的岩石亚类有:白云岩、伟晶岩、石灰岩、火山碎屑熔岩、沉积火山碎屑岩、中碎屑岩、火山碎屑沉积岩、细碎屑岩、页岩、粗碎屑岩、硅质岩、混合岩、熔结凝灰潜火山岩、片麻岩、熔结火山碎屑岩、玄武岩。介于 $(100 \sim 1000) \times 10^{-5} \text{ SI}$ 的岩石亚类有:花岗岩、板岩、火山碎屑岩、安山岩、泥岩、英安岩、轻微变质岩、正长岩、闪长岩、大理岩、浅成岩状潜火山岩、辉绿岩、片岩、千枚岩、流纹岩等。大于 $1000 \times 10^{-5} \text{ SI}$ 的岩石亚类有:辉长岩、气-液蚀变岩、石英岩、角岩、粗面岩、矽卡岩、辉石岩等。

很明显,当从岩石大类细分到岩石亚类时,各类别的岩石物性差异趋于显著。由此看来,详细的地质工作是达到清晰认识地质现象的有效途径。

4 江西省矿化岩石物性数据统计特征

下面从面积较小的矿区角度对岩石物性进行统计。表 6 是几个矿区岩石密度的统计结果,由此看到各矿区的密度均值不大,但标准方差较大。这是因为矿区中围岩远远多于矿体,整个密度自然不大,但矿体的密度较大,导致密度数据具有较大的离散性(图 1)。

江西省几个矿区岩石磁性数据见于表 7。各矿区岩石磁性差异很大,如城门山铜矿床的磁化率仅为 $133 \times 10^{-5} \text{ SI}$,而村前铜多金属矿床的磁化率

表 6 江西省几个矿区岩矿石密度统计 10^3 kg/m^3

矿床名称	样数/件	均值	最大值	最小值	标准方差
东乡枫林铜矿床	225	2.68	3.30	2.12	0.12
德兴斑岩铜矿床	326	2.57	2.86	2.04	0.12
会昌县岩背斑岩锡矿床	328	2.64	3.07	2.27	0.15
武山铜矿床	376	2.68	3.30	2.33	0.12
虎家尖银金矿床	391	2.68	3.53	1.63	0.17
城门山铜矿床	428	2.69	4.08	1.87	0.30

高达 $101\,029 \times 10^{-5} \text{ SI}$, 相差 3 个数量级。一般, 铁矿区具有极高的磁性, 而铜、钨等金属矿区具有中强的磁性。它们可形成强度不等的磁异常。在实际工作中, 鉴于一些金属矿床的磁性不是太强, 因此, 对于特定地区的弱磁异常也应引起高度的重视。

表 7 江西省几个矿区岩矿石磁性统计

矿床	$\kappa/10^{-5} \text{ SI}$				$M_r/10^{-3} \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$			
	样数/件	均值	最大值	最小值	样数/件	均值	最大值	最小值
朱溪铜矿	8	70.9	126	38	8	14.1	18	12
城门山铜矿床	142	132.7	354030	1	134	8.8	8999	1
曾家垅砂卡岩锡矿床	15	401.4	34100	46	15	136.0	3 967	16
武山铜矿床	61	1339.2	65061	201				
德兴斑岩铜矿床	197	1553.0	22 935	163	197	28.8	3028	5
盘古山钨铋矿床	17	1987.0	15 951	251	17	155.1	990	40
虎家尖银金矿床	33	2858.1	19669	412	32	132.1	1030	22
阳储岭斑岩型钨钼矿床	44	4596.5	31400	13	43	383.0	24200	33
铁坑褐铁矿床	5	5154.9	20310	1218	5	303.1	2322	82
东华山锡铋钨矿床	95	6616.5	976917	25	91	129.5	17300	15
冷水坑银铅锌矿床	5	7734.4	24241	3303	5	7.5	142	2
铜山铜矿床	28	15459.1	180700	80	10	554.2	5610	100
株岭坳赤铁矿床	9	16284.0	93007	1075	10	377.3	6 588	42
老墓砂卡岩型磁铁矿床	6	32231.9	376800	3642	3	346.5	800	130
船坑砂卡岩型铜矿床	60	45058.0	2220900	95	51	2537.2	21389	402
赣中铁矿田外围	7	78550.3	312900	14450	7	2191.0	30200	342
村前铜多金属矿床	27	101029.1	2375128	18920	27	471.2	58000	3
赣中铁矿田	611	147557.9	68486900	288	574	2900.0	975000	64

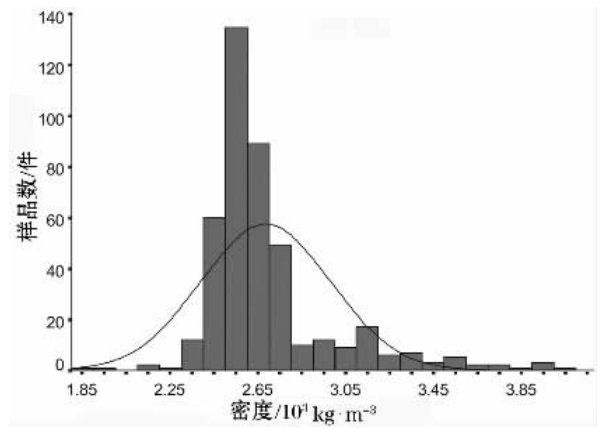


图 1 城门山铜矿区岩矿石密度分布直方图

5 结论与讨论

针对寻找矿床为目的物探工作中, 所谓的岩矿石是否具有明显的物性差异, 应从下面几个角度来考虑。一是勘探区的空间角度: 特定的勘探区具有特定的岩矿石组合, 它是特定的地质过程中形成的, 具有特定的岩矿石物性组合。引用超出某一勘探区的岩矿石物性数据作为该勘探区的物性依据, 必定是张冠李戴。而在矿区物探工作中, 张冠李戴的现象可能导致严重的错误。二是勘探的目标地质体: 特定勘探区内, 往往存在着数个某种物性参数相似的地质体, 用该物性参数或相关方法不可完全加以区别。但也往往存在着其它种类的物性参数或参数组合, 使相似的地质体得到区分。因此, 应针对勘探区内特定的岩矿石物性特征, 选择特定的物性参数及相关方法加以区分, 达到勘探目的。三是区分目标体的精度: 上文提供了从岩石大类到岩石亚类

的物性数据, 从中可看到若对岩矿石进行细分, 则越能显示出物性间的差异。同理, 野外工作中, 从岩石大类到岩石亚类, 其空间的分布范围越来越小, 这样就必须采用越来越高的精度进行采样、探测工作以高质量地描述地质体。因此, 工作精度与物性差异是一对相关的概念。

参考文献:

- [1] GB/T 17412.1 - 1998. 岩石分类和命名方案·变质岩岩石的分类和命名方案[S].
- [2] GB/T 17412.2 - 1998. 岩石分类和命名方案·沉积岩岩石的分类和命名方案[S].
- [3] GB/T 17412.3 - 1998. 岩石分类和命名方案·火成岩岩石的分类和命名方案[S].
- [4] 杨辟元. 物性工作手册[M]. 北京: 地质出版社, 1994.
- [5] 江西省地质矿产厅编. 江西省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997.

下转 31 页

GEOPHYSICAL CHARACTERISTICS AND COAL-SEARCHING PROSPECTS IN EAST HENAN AREA

LI Wen-yong¹, XIA Bin¹, LU Wen-fen²

(1. *Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China*; 2. *Guangzhou Marine Geological Survey, Guangzhou 510760, China*)

Abstract: Based on an integrated analysis of all kinds of geophysical data, this paper deals with such characteristics of geophysical fields in east Henan plain as the gravity field, the magnetic field and seismic reflective waves. Through combined inversion of gravity, magnetic, seismic and drilling data, the authors carried out regional geological research and integrated geological explanation, and pointed out the coal-searching target area.

Key words: geophysical characteristics; combined inversion; regional geological study; coal-searching prospect; east Henan area

作者简介: 李文勇(1966 –), 男, 1991 年获硕士学位, 现为中国科学院广州地球化学研究所博士研究生, 高级工程师, 主要从事地球物理学与构造地质学研究工作。

上接 22 页

STATISTICAL CHARACTERISTICS OF REGIONAL PHYSICAL DATA OF ROCKS AND MINERALS FROM JIANGXI PROVINCE

YAN Hui¹, LI Lie², ZHANG Li-wei¹, GUO You-zhao²

(1. *Jiangxi Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Nanchang 330201, China*; 2. *Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, CAGS, Langfang 065000, China*)

Abstract: This paper describes statistical characteristics of rock and mineral physical data from the whole Jiangxi Province and two stratigraphic regions, which include 53 741 rock and mineral density data, 12 677 magnetic susceptibility data and 12 424 residual magnetization data. The results serve as reference materials for geophysical exploration work in Jiangxi Province.

Key words: Jiangxi Province; classification of rocks; density; magnetic susceptibility; residual magnetization; geophysical exploration in the mining area

作者简介: 言会(1968 –), 男, 1991 年毕业于西安地质学院, 主要从事物探技术及管理管理工作。

上接 25 页

matal means, the authors defined and determined physical stratigraphic boundaries of the stratigraphic column in Hebei Province. Their geological implications have been discussed, which include crustal evolution, biotic succession, lithosphere dynamics, crust – mantle differentiation, lithofacies distribution etc.

Key words: density; susceptibility; residual magnetization; definition and determination of physical stratigraphic boundary; Hebei Province

作者简介: 杨书辰(1959 –) 男, 河北临城人。1982 年毕业于河北地质学院地质系。现为河北省地质调查院教授级高级工程师, 长期从事物探、化探生产、综合研究及技术管理工作。