

成果与方法

胶东地区区域岩石物性参数的地质应用

万国普, 韩玉珍, 丁孟三, 文静

(山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013)

摘要:不同区域岩石类型标本测定的物性参数,除作基础资料供区域地质及区域地球物理研究使用外,还可以结合地质资料解决某些地质问题。文中利用胶东东部 188 件样品和胶东西部 80 件样品的 5 种物性参数: K (磁化率), J_r (剩磁), σ (密度), ρ (电阻率), η (极化率),采用判别分析方法,解决胶东东部和西部岩体划分对比问题,并依据物性参数进行聚类分析,划分不同母体。

关键词:物性参数;判别分析;聚类分析;胶东地区

中图分类号:T631.1⁺2;P631.2⁻21;P631.3⁻22;P631.3⁻24

文献标识码:A

0 引言

把不同区域岩石类型的标本规格化加工后测定的物性参数,除作基础资料供区域地质及区域地球物理研究外,还可用来研究解决一些地质问题。在进行区域岩石物性调查资料整理时,选择区内岩体和变质地层岩类测定其物性参数,利用物性参数对不同地区的岩体进行判别分析及相关性分析,对晋宁期岩体(原胶东群)、荆山群、粉子山群地层进行了 Q 型聚类分析。结果表明:利用物性参数统计结果结合地质资料有助于解决某些地质问题。

1 侵入岩体中物性参数的地质应用

1.1 利用物性参数进行判别分析

选择胶东东部中生代印支期文登岩体 2 条剖面 38 件样品;新元古代—中生代昆嵛山岩体 5 条剖面 128 件样品,鹊山岩体 2 条剖面 22 件样品(共计 188 件样品),胶东西部新元古代震旦期玲珑超单元郭家店亚超单元毕郭岩体 1 条剖面 12 件样品,郭家店岩体 1 条剖面 22 件样品,玲珑岩体 1 条剖面 30 件样品,杏山岩体 1 条剖面 16 件样品(总计 80 件样品)作判别分析^①。利用测定的岩石样品的 5 种物性参

数($K, J_r, \sigma, \rho, \eta$)为变量进行统计,建立判别函数,判定样品属于何组(流程图见图 1)。结果表明:胶东东部 3 个模型岩体,从回判正确率看:文登岩体在物性上有一定独立性,回判正确率达 86.84%,昆嵛山岩体回判正确率仅占 13.16%;而鹊山、昆嵛山 2 岩体在物性联系上很强,从鹊山岩体 22 个样品中判到昆嵛山岩体中 36.36%,回判正确率占 59.09%,昆嵛山岩体 128 个样品中,判到鹊山岩体中的占 28.91%,回判率达 67.19%。据此说明,2 岩体在物

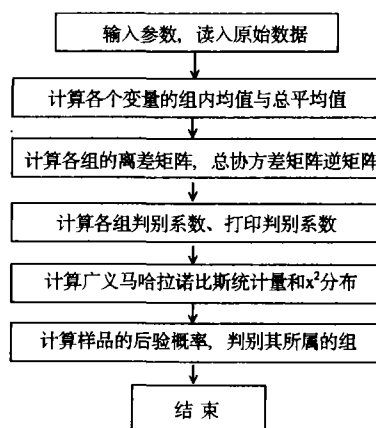


图 1 判别分析流程图

收稿日期:2005-09-29;修订日期:2006-07-12;编辑:曹丽丽

作者简介:万国普(1962-),男,山东栖霞人,高级工程师,主要从事物探测量及技术管理工作。

①山东省地质调查院,1:25 万烟台、威海市二幅区域地质测量报告,2003 年。

表 1 判别模型结果

采用变量: $K, J_r, \sigma, \rho, \eta$

样品数 (件)	岩体 名称	岩石 名称	判别 函数	回判 正确率	备注
38	文登 岩体 (I)	中粒二长 花岗岩 Y_2-17 Y_2-16	$y_1 = -2806.9339$ $-13.3353K$ $+6.3038J_r$ $+2202.3722\sigma$ -3.0503ρ -102110η	86.84%	13.16% 判到 Ⅲ中
22	鹊山 岩体 (II)	中细粒二 长花岗岩 Y_2-10 Y_2-11	$y_2 = -3013.1803$ $-14.3146K$ $+6.2468J_r$ $+2272.9458\sigma$ $+7.1427\rho$ -13.5502η	59.09%	36.36% 判到 Ⅲ中
128	昆崙山 岩体 (III)	中细粒二 长花岗岩 Y_2-19 Y_2-13 Y_2-20 Y_2-14 Y_2-15	$y_3 = -2995.0855$ $-14.1240K$ $+6.4486J_r$ $+2268.8306\sigma$ $+6.2384\rho$ -13.5307η	67.19%	28.91% 判到 Ⅱ中

注:广义马氏距离 $D_2=366.641$,用于检验卡方分布自由度为 14。

性上存在较大相似性,推断他们基本上是性质相同的岩体,而与文登岩体尚存有显著差异(表 1),说明文登岩体与鹊山、昆崙山岩体在岩体形成、结构构造、矿物成分及后期改造都是不相同的。选择胶东西部毕郭、郭家店、玲珑、杏山岩体的 80 件样品进行判别分析,结果表明:毕郭岩体 12 件样品中有 8 件判到文登岩体中,占样品总数的 67%,说明其在物性上基本与文登岩体接近;郭家店岩体中 22 件样品有 9 件判到文登岩体,占样品总数的 41%,有 7 件判到鹊山岩体,占样品总数的 32%,有 6 件判到昆崙山岩体,占样品总数的 27%,说明该岩体分别含有 I, II, III 类模型岩体的成分,反映成岩及后期改造变质过程比较复杂,导致岩体成分、结构构造不均匀,物性呈现分散性较大的特点;玲珑岩体 30 件样品中有 16 件判到文登岩体中,占样品总数的 53%,有 12 件判到昆崙山岩体中,占样品总数的 40%,说明玲珑岩体与文登岩体和昆崙山岩体具有相同的特征,但主要与文登岩体相似程度大;杏山岩体 16 件样品中有 14 件判到昆崙山岩体,占样品总数的 88%,反映 2 岩体密切相关。总体上看,胶东西部 4 个新元古代岩体属于模型概率的成分很高,其中属于模型概率 $>90\%$ 的样品占 40%,不属于新元古代的几个主要岩体,基本上是同期形成的性质相同的岩体,依据物性 5 种参数建模判别相关性变化较大

的特点,进一步推断认为:该期岩体成因复杂,胶东西部毕郭岩体、玲珑岩体与文登岩体基本上是以早期成因为主,后期改造次之,是同源异地产物;杏山岩体与昆崙山、鹊山岩体基本相似,以多期岩浆活动再生重熔改造为主,形成较为复杂的岩石类型,影响到物性参数的变化(表 2)。

表 2 胶东西部被判岩体判别结果

样品数 (件)	岩体 名称	岩石 名称	判入样品数及百分比(%)			测所 属模型
			I(文 登岩体)	II(鹊 山岩体)	III(昆崙 山岩体)	
12	毕郭 岩体	中粗粒 二长花 岗岩	8(67)	2(17)	2(17)	I
22	郭家店 -崙山 岩体	中粗粒 二长花 岗岩	9(41)	7(32)	6(27)	I、II、 III 混合 型
30	玲珑 岩体	片麻状 细粒二 长花岗岩	16(53)	2(7)	12(40)	主要为 I 型 III 型次之
16	杏山 岩体	细粒花 岗闪长 岩	2(12)	0(0)	14(88)	III

属于模型概率结果: $P>90\%$ 占 40%, $80\% \sim 90\%$ 占 11.25%, $60\% \sim 70\%$ 占 20%, $<60\%$ 占 13.75%

胶东东部地区的文登南部、昆崙山—文登中部、鹊山岩体东部一带原胶东群地层,在开展新一轮区调时,绝大部分划为新元古代晋宁期岩体,在新圈定的岩体分布区内,文登南部布置 P73, P74, P79, P70 4 条剖面,采集 68 件花岗闪长岩样品,在昆崙山—文登中部布置 P69, P75, P78, P67 4 条剖面,采集 60 件片麻状细粒二长花岗岩样品,在鹊山岩体东部布置 P71, P72, P65, P68 4 条剖面,采集 90 件二长花岗岩样品(总计采样 216 件),利用测定的物性参数与该区已知的标准元古宙岩体(即建立的判别模型)物性参数进行判别分析,结果见表 3。

从表 3 看出,在判别分类时,从 3 个地区布置 12 条剖面所采集的 216 件样品,相互间虽都有判入模型岩体中,但数量多少不一,说明在物性上被判别样品与模型存有不同程度的相关性。但从总体上看,属于模型概率 $P>90\%$ 的样品仅占 22.81%, P 在 $80\% \sim 90\%$ 之间的占 25.24%,说明样品完全属于模型的概率并不太高,可判为过渡型。

另外,结合上述 3 个地区的岩性变化情况,认为:该区岩石普遍遭受较强的韧性变形作用。从物性上看,文登岩体西南部一带岩石属于文登岩体成分较多,属于昆崙山岩体的次之;昆崙山—文登中

部、鹊山岩体东部一带岩石基本上都属于昆嵛山岩体,因不同程度含有其他模型岩体成分,可以说昆嵛山岩体是由岩浆作用重熔再生改造而形成的复杂岩体,并与文登岩体在物性上存在着一定的差异。

表 3 胶东东部原胶东群判别分析结果

样品数 (件)	采样地点及剖面 编号	岩石 名称	判入样品数及占百分比(%)			推测所 属概率
			I(文 登岩体)	II(鹊 山岩体)	III(昆嵛 山岩体)	
68	文登南部 (y)P70, (y)P73, (y)P74, (y)P79	花 岗 岩 长 岩	40(58.8)	1(1.4)	27(39.7)	主要为 I型、III 型次之
78	鹊山岩 体东部 (y)P65, (y)P68, (y)P71, (y)P72	长花 岗岩片 麻状细 粒长花 花岗岩	7(8.9) (6) (1)	15(19.2) (11) (4)	56(71.8) (15) (41)	III
69	昆嵛山- 文登中部 (y)P67, (y)P69, (y)P75, (y)P78	片 麻 状 细 粒 二 长 花 岗岩	15(25) (3) (12)	5(8.3) (4) (1)	40(66.6) (29) (11)	III

判别后属于模型概率结果: $P > 90\%$ 的样品占 22.8%; $80\% \sim 90\%$ 占 25.21%; $70\% \sim 80\%$ 占 19.9%; $< 60\%$ 占 16.5%

1.2 利用物性参数进行相关性分析

利用胶东东部文登岩体 38 件样品、昆嵛山岩体 128 件样品、鹊山岩体 22 件样品(总计 188 件样品)的物性参数和西部毕郭岩体 12 件样品,郭家店一崮山岩体 22 件样品,玲珑岩体 30 件样品,杏山岩体 16 件样品(总计 80 件样品)的物性参数进行相关性分析,可以看出,对胶北东、西部岩体中 5 种物性参数进行对比,仅有少数参数相关,多数均表现不相关(表 4),其中磁化率与剩余磁化强度($K - J_r$)在胶北东、西部元古宙侵入的几个主要岩体中都相关(图 2),说明东西两地岩体中磁性矿物与形成磁性矿物的地质过程与后期岩浆构造活动的改造作用相同,相关系数大多在 0.8~0.94,说明标本来自同一相似母体。除昆嵛山岩体外,其他岩体的密度与电阻率($\sigma - \rho$),近似相关系数在 0.6~0.7(图 3),其他参数间均表现不相关或相关系数很小,说明标本来自不同母体,是岩体变异的反映,更充分地说明胶东地区玲珑岩体、昆嵛山岩体等具多期次形成的特点,导致岩石矿物成分、结构构造方面的差异。

2 变质岩体中物性参数的地质应用

对晋宁期岩体(原胶东群)^[1]、荆山群、粉子山群

进行聚类分析,是将测定的不同岩石样品的物性参数值各自标准化后,以各参量在多维参量坐标系中的距离作为聚类依据,采用 ward 提出的离差平方和增量法(即组内离差平方和法)进行计算(计算公式略),采用聚合的方法把物性相似的样品归为一类,物性不相同的样品归为另一类,以达到划分地层的目的。选择晋宁期岩体(原胶东群)11 个岩石类型,荆山群 3 个岩组 8 个岩石类型,粉子山群 5 个岩组 16 个岩石类型(总计 484 件样品)的物性参数作为变量,进行 Q 型聚类分析,选用最小 E 值(即距离平方和增量)为量度的统计量进行分类,将物性参数相似的样品划分成 9 种类型,再按 9 种类型之间 E 值最小的 2 群(即合并后的类型)进行新的组合品聚类分析结果见图 4,表 5。

表 4 胶北地区东部与西部元古宙岩体相关系数

岩体 名称	相关参 数名称	西部地区						
		毕郭岩体 (12 件)	郭家店- 崮山岩体 (22 件)	玲珑岩体 (30 件)	杏山岩体 (16 件)			
东 部 地 区	文登岩体 (38 件)	$\rho - \eta$	-0.69*	-0.35	0.21	0.05		
		$J_r - \eta$	0.07	-0.44	0.18	-0.16		
		$J_r - \rho$	0.27	0.11	0.26	0.08		
		$K - \eta$	-0.01	-0.34	0.23	-0.26		
		$K - \rho$	0.39	0.11	0.21	0.23		
		$K - J_r$	0.94*	0.91*	0.87*	0.85*		
		$\sigma - \eta$	0.13	-0.28	-0.11	-0.44		
		$\sigma - S$	0.70X	0.66X	0.32	0.21		
		$\sigma - J_r$	0.12	0.34	-0.01	0.38		
		$\sigma - K$	0.24	0.34	0.10	0.23		
		西 部 地 区	昆嵛山岩体 (128 件)	$\rho - \eta$	0.01	-0.48	0.28	0.78
				$J_r - \eta$	-0.23	-0.58X	-0.01	-0.63X
$J_r - \rho$	-0.33			-0.04	-0.19	-0.65X		
$K - \eta$	-0.25			-0.50X	0.09	-0.58X		
$K - \rho$	-0.19			-0.03	-0.20	-0.63		
$K - J_r$	0.90*			0.87*	0.82*	0.88*		
$\sigma - \eta$	0.67X			-0.43	0.03	-0.25		
$\sigma - \rho$	0.68X			0.68X	0.66X	-0.42		
$\sigma - J_r$	-0.32			0.03	-0.13	0.30		
$\sigma - K$	-0.31			0.04	-0.03	0.10		
西 部 地 区	鹊山岩体 (22 件)			$\rho - \eta$	0.45	0.15	0.38	0.61X
				$J_r - \eta$	-0.15	-0.30	-0.04	-0.24
		$J_r - \rho$	0.03	0.07	0.08	-0.12		
		$K - \eta$	-0.09	-0.02	0.02	-0.14		
		$K - \rho$	0.17	0.17	0.15	0.06		
		$K - J_r$	0.92*	0.90*	0.89*	0.90*		
		$\sigma - \eta$	0.05	-0.15	0.05	-0.04		
		$\sigma - \rho$	0.18	0.26	0.31	-0.09		
		$\sigma - J_r$	0.17	0.26	0.21	0.26		
		$\sigma - K$	0.22	0.29	0.28	0.24		

注: * - 相关系数; X 近似相关系数。

从图 4 可以看出： $E=1.4$ 时，可将图中 9 种类型重新分为 3 组：1,2,3 为一组；4,5,6,7 为二组；8,9 为三组。从各组岩石聚类结果谱系图可以看出，大部分呈弱或无磁性，只有极少数样品磁性较强，在

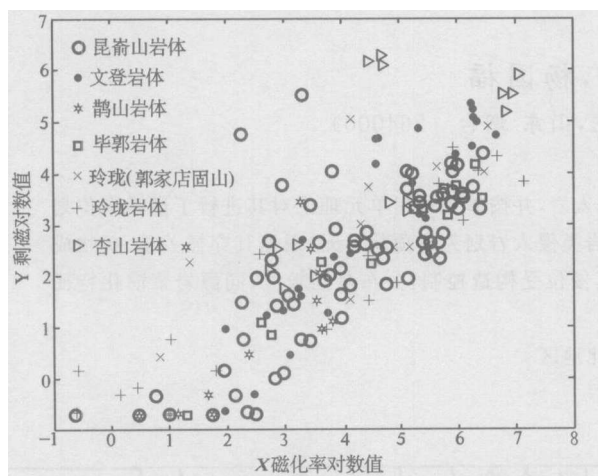


图 2 胶北东西部元古宙岩体磁化率—剩磁散点图

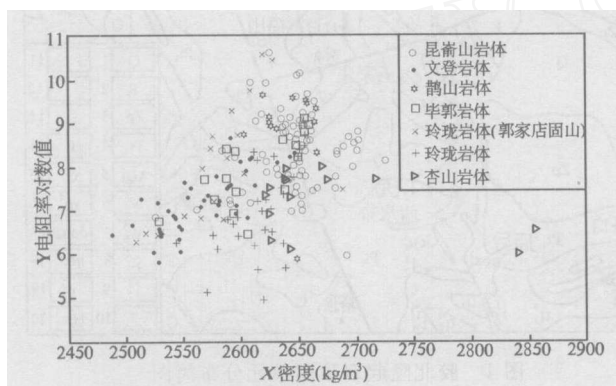


图 3 胶北东西部元古宙岩体密度—电阻率散点图

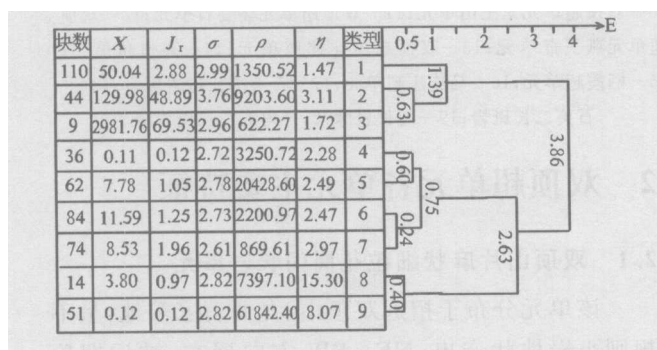


图 4 晋宁期岩体(原胶东群)荆山群粉子山群 Q 型聚类分析谱系图 (E 值: 离差平方和增量)

表 5 晋宁期岩体(原胶东群)荆山群粉子山群 聚类分析结果对比

类别	类别块数	岩群样品在类别中所占百分比			类别在各岩群中所占百分比		
		粉子山群	荆山群	晋宁期(原胶东群)	粉子山群	荆山群	晋宁期(原胶东群)
1	110	15.85	8.40	41.18	26.36	10	63.64
2	44	6.01	15.27	7.65	25	45.45	29.55
3	9	0.55	0.6	4.12	11.11	11.11	77.78
4	36	8.74	7.63	5.88	44.44	27.78	27.78
5	62	11.48	23.66	5.83	33.87	50.00	16.13
6	84	20.77	13.74	16.47	45.24	21.43	33.33
7	74	16.94	9.16	18.24	41.89	16.22	41.89
8	14	3.83	4.58	0.59	50.00	42.86	7.14
9	51	15.85	16.79		56.86	43.14	

谱系图上表现为 3 类,1,2,3 类为高密度,其中 2 类最大,其次是 8,9 两类,再次为 5 类,6,4,7 类最小。电阻率最高者为 8,9 类,其次是 5,2 类,4,6,1,7,3 类较小,极化率 8,9 类较大,其中 8 类最大,其他均较小。

对采集的不同类型的岩样进行 Q 型聚类分析后,基本能将样品分成 3 个岩群,虽然不很明显,但依据物性参数的变化特征,还是有规律可循的。晋宁期岩体(原胶东群)岩石在物性上表现为低电阻率、高密度的特征;荆山群则反映为高阻率、高密度的特征;粉子山群介于中间,具有极高化率、低剩磁的变化特征,因此,Q 型聚类分析可作为地层划分的重要依据。

综上所述,应用岩石物性参数,可解决胶东东部和西部岩体的划分、对比,以及依据地层中的物性参数进行聚类分析,划分不同母体等地质问题。

本文在撰写过程中得到教授级高级工程师王世进同志的指导,在此谨表谢意。

参考文献:

[1] 王世进,张成基. 山东省侵入岩岩石单位及其代号的厘定[J]. 山东地质,2002,18(1):9-20.

(下转第 44 页)

值基本与野外依据接触关系判断的地质时代一致,故该超单元应划为古元古代吕梁期侵入岩。

该文在撰写中承蒙赵运伦教授级高级工程师在百忙中予以审阅和指导,在此深表谢意。

- [1] 邱家骧. 岩浆岩石学[M]. 北京:地质出版社, 1983, 210-214.
- [2] 高秉璋, 洪大卫, 郑基俭, 等. 花岗岩类 1:5 万区域地质填图方法指南[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1991, 30-35.
- [3] 穆克敏, 林景仟, 邹祖荣, 等. 华北地台区花岗岩岩石的成因[M]. 吉林:吉林科学技术出版社, 172-185.

参考文献:

Geological Characteristics and Origin Study of Shuangding Superunit in Jiaobei Uplift

LI Guo-hua, FANG Jing, YANG Guo-fu

(No. 3 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Yantai 264000, China)

Abstract: Rock property of magnetic baserock is very complicated in Jiaobei uplift area, and positive magmatic intrusive rocks are departed from it. Lineage unit classification is carried out according to unit—superunit theory. Among them, granodiorite—monzonitic granite type intrusive rocks in Paleoproterozoic Lvliang period is classified into Shuangding superunit. According to its nterluding relation, mineral compositions and structural characteristics, it is divided into 5 units furthurly. Intrusion of Shuangding superunit is controlled by structure with wide distribution scope, and conmagmatic evolution characteristics is evident.

Key words: Paleoproterozoic; Shuangding superunit; geological characteristics; conmagmatic evolution; Jiaobei area

(上接第 39 页)

Geological Application of Physical Property Parameters in Regional Jiaodong Area

WAN Guo-pu, HAN Yu-zhen, DING Meng-san, WEN Jing

(Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Physical property parameters determined in different rock samples can not only be used in regional geology and geophysical study, but also can be used to solute some geological problems. By using 5 physical parameters, such as K (magnetic capacity), J_r (remanence), σ (density), ρ (electrical resistivity) and η (chargeability) of 188 samples gained in east part of Jiaodong area and 80 samples gained in west part of Jiaodong area, and using distinguishing method, rock division between east and west part of Jiaodong area is soluted. According to physical parameters, clustering analysis is carried out in this paper, and different matrix is divided as well.

Key words: Physical parameters; distinguishing analysis; clustering analysis; Jiaodong area