

二阶段聚类法在地质遗迹分类与开发中的应用^{*}

张 岩, 魏钢焰², 周翼翔²

(1 浙江省地质调查院, 杭州 311203)

(2 浙江树人大学管理学院, 杭州 310015)

摘要:地质遗迹的科学分类是指导地质遗迹保护、利用与开发的重要依据。文章运用二阶段聚类法, 选用地质遗迹的价值类型、开发成本、所在地经济与财政状况等因素为变量, 以浙江省国家级地质遗迹为例研究地质遗迹的分类与开发, 并对各类地质遗迹的保护、利用与开发提出具体建议。

关键词:二阶段聚类法; 地质遗迹; 分类与开发; 应用

中图分类号:P901

文献标识码:A

文章编号:2096-1871(2016)01-067-06

浙江省地质遗迹类型多样, 在国内外地质剖面、地质构造、古生物化石、矿物与矿床、地貌类型、水体景观和环境地质等研究方面具有重要的地位, 为了解和认识浙江自古元古代以来的地质构造发展演化过程、重大地质事件发生过程等方面提供了真实、系统的地质科学信息和实物证据。2001 年浙江省开展第一个《衢州市地质遗迹资源调查评价》, 之后相继开展完成了《浙江省地质遗迹资源概查》、《全省基础地质类(包括地质剖面、地质构造、古生物化石、矿物与矿床和环境地质)地质遗迹调查评价》、《华东地区重要地质遗迹调查(浙江)》以及近 30 个县市地质遗迹调查评价。目前浙江省级以上地质遗迹资源共 285 处, 其中国家级及以上地质遗迹 86 处, 基本查明了浙江地质遗迹资源类型及分布。

目前, 浙江省地质遗迹资源除地貌类和水体类得到旅游开发利用外, 其它基础地质类绝大部分仍处于自然状态, 受各种因素制约, 长期以来浙江省内丰富的地质遗迹资源未得到有效保护与开发, 地质遗迹资源综合价值尚未体现。因此, 本文从遗迹类型、地区财政收入、开发利用成本和相对吸引力等四方面入手, 采用二阶段聚类分析方法, 对地质遗迹开发分类涉及的科学价值、美学价值和经济价值等三

个重要因素进行分析。该分类方法较传统的学科分类更有利于明确地质遗迹的利用领域。

1 地质遗迹分类研究现状

地质遗迹的分类是开展地质遗迹研究、保护与开发的重要依据。目前, 地质遗迹分类主要有三种方法: 第一种方法从学科的角度, 主要从地质遗迹的成因、物质构成、构造形式等进行分类。国土资源部在《国家地质公园(地质遗迹)调查技术要求》中依据造成遗迹的动力因素、主体物质组成及成因等将地质遗迹分为地层类、构造遗迹类、岩石遗迹类、矿床(产)遗迹类、矿物遗迹类、化石遗迹类、史前人类遗存类、地质作用遗迹类、质灾害遗迹类、地貌遗迹类^[1]等 10 大类。第二种方法从地质遗迹开发利用的角度将地质遗迹分为科学研究类、旅游景观类和生态环境类^[2]。国土资源部在《中国国家地质公园建设技术要求和指南》中, 将地质遗迹分为典型地质剖面、古生物景观、地质地貌景观、水体景观、地质灾害遗迹景观、地质构造、典型矿床及采矿遗址景观 7 大类^[1]。第三种方法将学科与应用进行混合后分类。20 世纪 80 年代末, 联合国教科文组织和国际地质科学联合会将地质遗迹划分为古生物类、地

* 收稿日期: 2015-02-07 改回日期: 2015-04-09 责任编辑: 谭桂丽

基金项目: 全国重要地质遗迹调查项目“结东地区重要地质遗迹调查(浙江)”(项目编号: 1212011220045)。

第一作者简介: 张岩, 1961 年生, 男, 高级工程师, 从事区域地质调查、地质遗迹调查与评价。

通讯作者简介: 魏钢焰, 1956 年生, 男, 副教授, 从事自然地理研究及教学。

层和标准剖面类、古环境类、岩石类、地质构造类、地貌景观类、经济地质类,其他类型重要地质现象等 8 大类^[3]。

上述分类方法中,第一种分类方法主要从地质科学研究的需求出发,较专业和学术化,对地质遗迹保护、开发的指导意义不大。第二种分类方法和第三种分类方法虽然对地质遗迹的开发和利用具有一定的指导意义,但却较笼统,操作性不强,离地质遗迹保护与开发的工作要求具有较大的差距。因此,笔者从影响地质遗迹保护与开发的关键因素入手,用科学的分类手段对地质遗迹开发式分类进行研究,对地质遗迹的保护与开发具有指导作用。

2 地质遗迹开发式分类影响因素分析

地质遗迹要获得有效保护与开发,必须对其从政治、经济、文化、科学等因素的角度进行合理分类,对不同类别的地质遗迹分别采取不同的保护、开发策略和方式。因此要找出影响地质遗迹开发式分类的影响因素,即分类的变量。就目前我国地质遗迹保护和开发现状分析,笔者认为影响地质遗迹开发式分类的关键因素主要为以下四点:

(1)地质遗迹的价值类型(Vt: Value types)。地质遗迹的利用价值是其得以保护、开发的决定因素,地质遗迹种类很多,其利用价值也各不相同。开发式分类首先应依据地质遗迹的利用价值进行合理划分,对不同价值的地质遗迹采取不同的保护、开发措施。从目前地质遗迹的利用领域看,地质遗迹的利用价值主要体现在三方面:一是具有科学研究和科学普及方面的价值(Vs: Scientific value),二是满足人们对大自然美景需求的美学价值(Va: Aesthetic value),三是对地质遗迹进行直接开发、加工和利用的经济价值(Ve: Economic value)。由于地质遗迹的科学价值、美学价值和经济价值的绝对值难以估算,在实际分类时采用专家评分法对其相对价值进行估算作为分类的变量之一。

(2)地质遗迹所在地区的财政收入(Fi: Finance income)。地质遗迹的保护与开发需要各级政府特别是地质遗迹所在地区政府投入大量资金,所以地质遗迹所在地区的财政收入将直接影响地质遗迹保护与开发的力度和方式,地区财政收入越大,地质遗迹的保护越是可以直接拨款的方式进行,否则必须采取上级拨款或其它方式进行保护与开发。因此,本研究将地质遗迹所在地区的财政收入列为分类应考虑的因素之一。据我国《地质遗迹保护管理规定》第六条“县级以上人民政府地质矿产行政主管

部门在同级环境保护行政主管部门协助下,对本辖区内的地质遗迹保护实施监督管理”,以及《中华人民共和国自然保护区条例》第 23 条规定“管理自然保护区所需经费,由自然保护区所在地的县级以上地方人民政府安排”,本次研究以地(市)一级财政收入作为衡量财政状况的统计单位。

(3)地质遗迹保护和开发利用的成本(Cd: Development costs)。地质遗迹的保护、开发和利用必须克服空间距离和交通成本,空间距离越远、地理位置越偏僻的地质遗迹,其保护、开发和利用的成本越大。所以,空间距离是地质遗迹保护、开发和利用的成本因素。一些学者在地质遗迹资源评价指标体系的研究中认为地质遗迹与中心城市的距离是评价其开发利用价值的重要依据^[4]。综合考虑现实生活中人们无论对地质遗迹的科学研究,还是对地质遗迹的科普考察或景观欣赏,一般先从目的地到地质遗迹所在地区的首府,然后再到地质遗迹所在地点,再考虑到第二因素中的管理权限,为了便于具体操作,本次研究将地质遗迹到所在地行政辖区首府的距离作为分类的成本因素变量。

(4)地质遗迹的相对吸引力(Ra: Relative attraction)。地质遗迹的相对吸引力是指地质遗迹综合价值与其保护、开发和利用成本的比值。地质遗迹综合价值(Vc: Comprehensive value)是由其科学价值、美学价值和经济价值的总和(即 $Vc = Vs + Va + Ve$)。地质遗迹保护、开发和利用成本的构成较复杂,评估困难。为简化起见,本次研究以地质遗迹到所在地行政辖区首府的距离(km)作为间接衡量成本的因素来替代实际的开发成本(C),地质遗迹的相对吸引力为 $Ra = Vc / km$,可看出地质遗迹的综合价值越大、距离地区首府越近的地质遗迹,其相对吸引力越大。

3 浙江省典型地质遗迹开发式分类研究

3.1 研究方法

3.1.1 样本选取

为具体说明地质遗迹开发式分类的方法,综合考虑浙江省几百处各类地质遗迹现状,本次研究选取浙江省 60 处国家级及以上地质遗迹作为典型样本,该 60 处地质遗迹从学科的角度包括了地层类、构造类、岩石类、矿床类、矿物类、化石类、古人类文化遗址、环境地质类、地质地貌类等,归纳为科考类、景观类和矿产类,它们分布在浙江十一个地市,这些地质遗迹在浙江地质发展史上具有重要意义(图 1)。

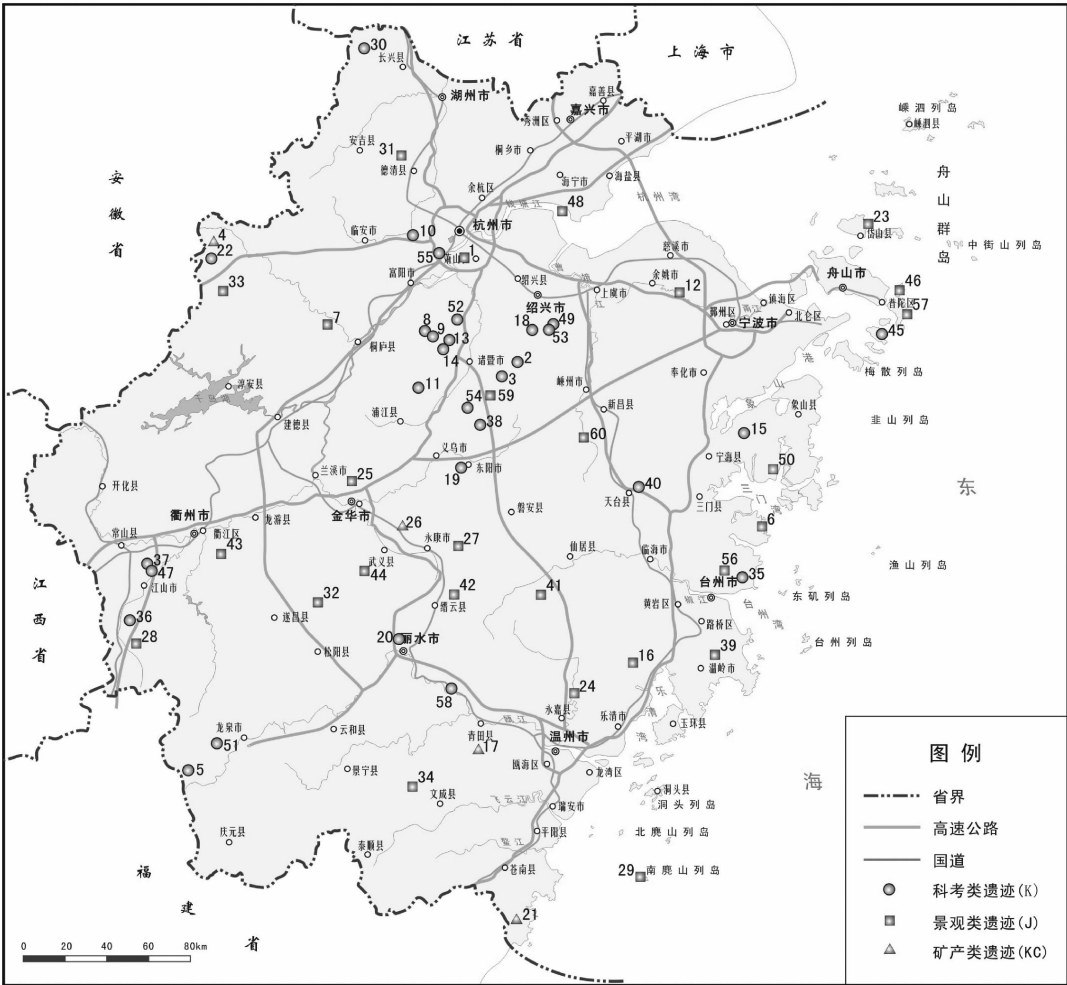


图 1 浙江省国家级地质遗迹分布

Fig. 1 Distribution of national geological relics in Zhejiang Province

3.1.2 数据采集

为了对 60 处地质遗迹进行保护与开发式分类,本次研究采集了这些地质遗迹的基本数据。采用专家评分法获取地质遗迹的科学价值(V_s)、美学价值(V_a)和经济价值(V_e),本次研究聘请浙江省地质调查院 3 位具有丰富野外工作经验、亲历过地质遗迹调查的专家,对各地质遗迹的主要价值进行独立评分,评分依据为其在科学、美学、经济等方面的地位、知名度和利用价值,评分范围为 0~100 分。最终取 3 位专家的平均分作为研究数据,综合价值(V_c)则是三项分值的合计。地质遗迹所在地区的财政收入(F_i)通过查询浙江省 11 个地区(市)官方统计网站获取,数据年限为 2011~2013 年,以 3 年的平均财政收入作为研究数据(亿元)。为了获取地质遗迹的相对吸引力数据,需要收集各地质遗迹到其所在地首府距离(km)。因为现实中对地质遗迹的保护、开发和利用一般通过现存公路前往,而非两点之间的

直线距离,所以本次研究在确定地质遗迹和所在地首府坐标后,运用 Google 地图的搜索工具查询两点之间的实际距离,如果查询出来的线路有两条以上,则选用距离最短的线路(km)。根据已经获取地质遗迹的综合价值(V_c)测算每一个地质遗迹的相对引力(R_a)(见表 1)(由于版面所限未列出所有数据)。

3.1.3 数据处理

样本数据采用 Microsoft Excel 2007 和 SPSS13.0 软件进行整理和统计,进行描述统计和二阶段聚类分析。二阶段聚类分析是一种新型的分层聚类算法,其优势在于算法适用任何尺度的变量,在分类时对所有数据自动进行了标准化处理,消除变量之间在量纲上的差异。此外,二阶段聚类分析还可产生不同聚类数的判别信息、最终聚类的聚类频数及最终聚类的描述性统计量,且可产生聚类频数的饼图、条形图,可提供变量的重要性分析^[5]。

表 1 浙江省国家级地质遗迹开发式分类原始数据

Table 1 Initial classification data of national geological relics in Zhejiang Province

地质遗迹名称与编号	Vs	Va	Ve	Vc	Km	Ra	Fi
1. 湘湖跨湖桥史前文化遗址剖面	86	20	0	106	18.9	5.61	1058
4. 临安昌化鸡血石	15	45	85	145	42.9	3.38	1058
7. 桐庐瑶琳岩溶洞穴	25	100	0	105	109	1.15	1058
10. 余杭狮子山奥陶—志留系腕足动物群化石	90	0	0	90	10.6	8.49	1058
12. 余姚罗江乡河姆渡史前文化遗址剖面	100	36	0	136	22.8	5.96	983
15. 宁海茶山破火山	83	44	0	127	102	1.25	983
16. 雁荡山火山岩地貌	15	100	0	115	97.2	1.18	371
17. 青田山口叶蜡石矿	26	32	80	138	60.9	2.27	371
21. 苍南矾山明矾石矿	20	22	90	132	108	1.22	371
26. 武义杨家萤石矿	20	26	95	141	30.6	4.61	241
27. 方岩丹霞地貌	20	90	0	110	63.4	1.74	241
30. 长兴煤山二叠系与三叠系层型界线剖面	100	0	0	100	49.2	2.03	151
31. 德清莫干山花岗岩地貌	20	86	0	106	44.1	2.40	151
32. 遂昌冶岭头古金矿采选冶炼遗址	24	86	0	110	101	1.09	69
37. 江山碓边寒武系江山阶全球界线层型剖面	100	0	0	100	36.5	2.74	65
40. 天台恐龙骨及蛋化石群	87	38	0	125	98.6	1.27	256
41. 仙居神仙居火山岩地貌	24	90	0	114	79.9	1.43	256
45. 桃花岛碱性花岗岩	87	0	0	87	64.5	1.35	81
46. 普陀岛花岗岩地貌	18	75	0	93	19	4.89	81
48. 海宁盐官钱塘江涌潮	16	100	0	116	53.1	2.18	289
54. 诸暨市璜山石角超镁铁“球状岩”	84	25	0	109	67.3	1.62	307
59. 诸暨五泄瀑布	16	92	0	108	74.4	1.45	307
60. 新昌安溪—王家坪硅化木化石群	38	86	0	124	105	1.18	307

3.2 结果与分析

3.2.1 分类结果

二阶段聚类分析显示浙江省 60 处国家级及以上地质遗迹可划分为三大类,其中科考类遗迹 29 处,占总数的 48.3%;景观类遗迹为 27 处,占总数的 45%;矿产类遗迹为 4 处,占总数的 6.7%。

三类遗迹的聚类中心的基本参数见表 2。第一

类为以美学价值大(87.48 分)、相对吸引力大(9.7487)、地区财政收入较低(389.93 亿元)为特征的景观类遗迹;第二类为以科学价值大(86 分)、相对吸引力中等(3.372)、地区财政收入中等(481.55 亿元)为特征的科考类遗迹;第三类为以经济价值大(87.5 分)、相对吸引力小(2.451)、地区财政收入较高(510.25 亿元)为特征的矿产类遗迹。

表 2 三类地质遗迹的聚类中心

Table 2 Clustering center of the three kinds of geological relics

分类	科学价值 Vs		美学价值 Va		经济价值 Ve		综合价值 Vc		相对引力 Ra		财政收入 Fi	
	平均值	偏差	平均值	偏差	平均值	偏差	平均值	偏差	平均值	偏差	平均值	偏差
1	20.93	4.731	87.48	8.894	.00	.000	108.41	10.323	9.7487	28.20012	389.9259	326.33842
2	86.00	10.029	14.59	13.75 4	.00	.000	100.59	15.044	3.3720	3.39827	481.5517	394.43138
3	20.25	4.500	31.25	10.046	87.50	6.455	139.00	5.477	2.4513	1.32727	510.2500	370.27321

3.2.2 分类的合理性分析

上述分类结果与现实生活中人们对地质遗迹实际利用领域的知觉是吻合的,说明地质遗迹的利用价值是决定其开发式分类的关键性因素,这一结论与方世明等(2008)^[4]对地质遗迹资源评价指标体系

研究得出的结论类似。第二类遗迹分类变量重要性检验条图(图 2)中两条虚线为 95%置信界限,虚线的长短为 t 统计量,其绝对值越大的变量对分类的贡献越大,越应作为分类依据。图中显示地质遗迹的科学价值、美学价值和相对吸引力的绝对值均超

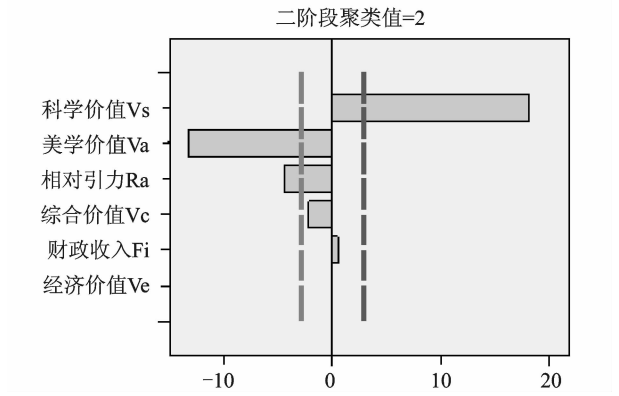


图 2 变量重要性置信界限

Fig. 2 Confidence limit of the variable importance

过 95%置信界限,说明这 3 个变量在开发式分类中的重要性较大。

4 地质遗迹开发式分类的应用

开发式分类将地质遗迹分为科考类、景观类和矿产类三大类,这种分类方法较传统的学科分类更有利于明确地质遗迹的利用领域,有利于将地质遗迹的保护、利用、开发与经济和各项社会事业发展相连。科考类地质遗迹的利用价值主要是科学研究和科学普及,是地球演化、环境变迁、人类进化与发展的天然“教科书”和“黑匣子”,是不可复制的资源,这类遗迹应实施“以保护为主,在保护中适度利用”的政策,不宜进行大规模开发和利用。景观类地质遗迹的利用价值主要是其美学价值,其审美价值的使用具有可持续性和永久性。因此这类遗迹应结合当地经济发展,特别是旅游经济、生态经济的发展,实施“统筹规划、有序开发、充分利用”的政策,充分挖掘其中的美学价值,服务当地的经济、文化、教育等事业的发展。矿产类地质遗迹由于既有较大的直接经济价值,又具有一定的科考价值和美学价值,其综合价值较大,开发利用的条件和前景优越。这类遗迹的经济价值的利用是不可再生的,而其科学价值、美学价值和经济价值相互依存,所以对这类遗迹要实施“合理利用、控制开发,在保护中开发、在开发中加强保护”政策,特别对科学价值较大的矿产类地质遗迹,要从严管理。

对每一类地质遗迹可根据其所在地区财政收入的水平和地质遗迹的相对吸引力大小,实施不同的保护、开发政策和投资方式。本文以科考类地质遗迹为例说明其指导意义和应用。浙江省国家级科考类地质遗迹保护与开发对策分类见图 3,该图以 29 个科考类地质遗迹所在地财政收入(481.5517)和相

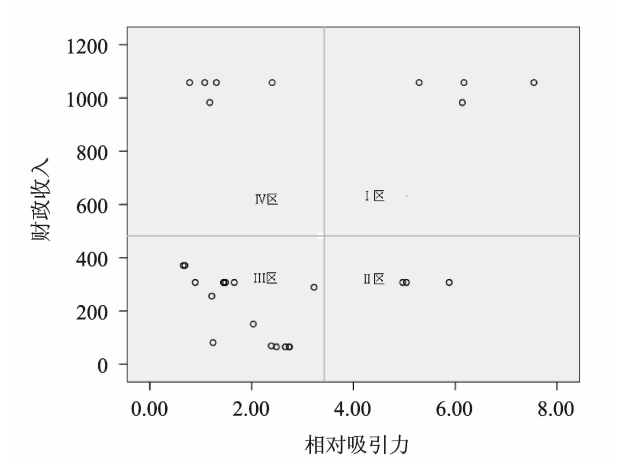


图 3 浙江省国家级科考类地质遗迹保护与开发对策分类

Fig. 3 Protection and development strategy classification of national geological relics in Zhejiang Province

对吸引力的均值 3.372(表 2)为坐标中心,把该大类地质遗迹分为四小类,对落入不同区间的遗迹分别采取不同的保护与开发策略。

I 区属于高财政收入/高吸引力地质遗迹,落入该区的地质遗迹所在地区经济相对发达、地质遗迹所处的地理位置和交通条件都较优越,保护与开发的成本较低,所以应由当地主管部门采取自主财政投资的方式进行保护与开发,推行“在开发中积累,在积累中加大保护”的政策;II 区属于低财政收入/高吸引力地质遗迹,落入该区的地质遗迹所在地区的经济欠发达,但地质遗迹本身的价值、地理位置、交通条件都较优越,保护与开发的成本较低,所以应由当地主管部门采取自筹资金或借助社会资金进行保护与开发,推行“谁开发、谁保护、谁受益”的补偿政策,通过冠名权的授予等政策,调动社会力量进行地质公园、地质遗迹科普中心、地质遗迹标志碑、地质遗迹宣传窗等投资;III 区属于低财政收入/低吸引力地质遗迹,落入该区的地质遗迹所在地区经济欠发达,地质遗迹本身的地理位置、交通条件较差,保护与开发的成本较高,所以应由当地主管部门提出保护与开发方案,由上级政府或主管部门负责立项和拨款,包括一些基础性设施建设的立项、投资、组织与实施;IV 区属于高财政收入/低吸引力地质遗迹,落入该区的地质遗迹所在地区经济相对发达,但是地质遗迹的地理位置、交通条件却较差,保护与开发的成本较高,所以应采取当地主管部门自主筹资保护为主,上级政府或主管部门给予适当基础性投资、扶持性宣传等保护与开发政策。

5 结 论

以浙江省 60 处国家级及以上地质遗迹作典型样本,将地质遗迹分为科考类、美学景观类和矿产类三大类,通过二阶段聚类统计分析法证明这种分类具有显著性和合理性,认为该分类方法较传统的学科分类更有利于明确地质遗迹的利用领域。根据地质遗迹所在地区的经济发展水平、地质遗迹综合价值、地质遗迹所处交通及由此形成的相对吸引力等因素,对不同类型地质遗迹应实施不同的保护和开发政策。

参考文献

[1] 齐岩辛,许红根,江隆武.地质遗迹分类体系[J].资源与产业,2004,6(3):55-58.

[2] 李兆钧.地质遗迹资源的保护利用现状与对策[J].青海环境,2005,15(3):103-104.

[3] 赵汀,赵逊.地质遗迹分类学及其应用[J].地球学报,2009,30(3):309-324.

[4] 方世明,李江风,赵来时.地质遗迹资源评价指标体系[J].地球科学,2008,33(2):285-288.

[5] 吴惠丰,张晓宇,李晓,等.模型毒物急性毒性尿液核磁共振氢谱标记物的二阶段聚类分析[J].分析化学,2006,34(1):21-25.

Application of two-step clustering method on geological relics classification and development

ZHANG Yan¹, WEI Gang-yan², ZHOU Yi-xiang²

(1 Zhejiang Institute of Geological Survey, Hangzhou 311203, China)

(2 School of management Zhejiang Shuren University, Hangzhou 310015, China)

Abstract: The scientific classification of geological relics is an important basis in guiding the protection, utilization and development of geological relics. Using the two-step clustering method, taking the national geological relics in Zhejiang Province as an example, combined with the value of the geological relics type, development costing, economics and financial situations, some advice is carried out on the classification, protection, utilization and development of geological relics in this paper.

Key words: two-step clustering method; geological relics; classification and development; application