

试论中国重要景观区区域地球化学异常 系统评价的量化模型

朱有光 蒋敬业 李泽九 李方林 欧阳建平

(中国地质大学 地球化学研究所 湖北 武汉 430074)

摘要: 在中国 5 个重要景观区 1:20 万金、铜表生地球化学异常特征进行总结、对比,并讨论景观、表生因素对区域异常评价标志影响的基础上,进一步充实、完善了区域异常系统评价体系的思路和评价准则,提出了区域地球化学异常系统评价的量化模型。

关键词: 区域地球化学异常;系统评价体系;量化模型

中图分类号: P632 文献标识码: A 文章编号: 1000-8918(2002)01-0017-06

中国主要类型金属矿床、矿田级地球化学异常模型的建立和表生地球化学研究的成果,大大开阔了区域异常评价的思路。人们越来越清楚地认识到,以表生介质为主要取样对象的区域地球化学测量所获得的区域地球化学异常特征(指标),受到地质构造、矿化类型、景观、表生等因素的影响,而且某种异常特征受到上述因素的影响程度也不同。如果不考虑各类异常形成机制的差异,不注意地球化学标志的可比性,就难以适应区域异常评价任务的需要。朱有光等在总结以异常本身特征作为主要评价依据的中国传统的评价体系优、缺点的基础上,提出“以系统论为指导,将成矿过程和表生过程作为一个整体,将原生异常模型和次生异常模型联系起来研究,以异常形成机制分析为基础,找出影响区域异常发育的关键因素,并采用相应的方法进行合理评序”的系统评价思路^[1]。本研究组感到在中国重要景观区 1:20 万金、铜表生地球化学异常特征的总结、对比基础上,有必要建立起一个更为合理的,以异常形成机制分析为基础,将地质、矿化、景观、表生因素同表生地球化学异常特征统一起来考虑的,也就是将原生因素同表生因素相联系,将异常的表现形式同异常发育制约因素相联系的系统评价体系。

1 系统评价体系主要评价准则

1.1 不同级次地球化学异常的评价标志和要求

地球化学异常根据其面积大小和含量水平,可

分为地球化学省、区域地球化学异常和局部地球化学异常等。由于不同级次的地球化学异常所提供的地球化学信息意义不同,因而对其评价任务也有所区别。从找矿角度来说,局部异常往往反映矿床晕、矿体晕的特征,其评价任务主要是为矿床、矿体定位服务。而区域异常多数表现为矿田晕、矿带晕的特征,少数表现为矿床晕的特征(如某些点异常),因而其评价任务主要是提供找矿远景区和在可能条件下直接评价矿床晕。不能过多要求区域异常评价为矿床、矿体定位服务,也不宜过多用矿床晕、矿体晕等局部异常的标志去评价区域异常,更不宜简单地用热液矿床原生晕的指标评价所有区域异常。

早在 1989 年美国地质调查所 P. K. Theobald 等人在“比例尺对地球化学异常解释的影响”一文中就指出“地球化学测量的效果常随比例尺而变化。区域测量用来确定有利成矿的区域,而中比例尺测量则用来确定和优选具体的工作区,通常只是在大比例尺测量时,才应用特定的矿床模型以发现矿床”。“地球化学异常的形状、大小、强度、元素组合及成因等都与比例尺有关”。“区域异常的解释一定要考虑所测地质要素的比例尺,任何试图将研究矿床的比例尺特征套用在区域异常的研究,从而作超限度解释是应该抵制的^[2]”。我们完全赞同 P. K. Theobald 等人的观点。

在区域异常评价中,要善于在地球化学异常图上识别矿带晕、矿田晕和矿床晕。把主要精力放在

矿带晕、矿田晕的识别上,兼顾矿床晕的评价。“以前进行这方面模式研究大多侧重于矿体、矿床的地球化学特征,所建立的模式较适用于矿体、矿床的评价研究,而对区域上成矿带和矿田级的研究不够,今后应加强这方面的研究”(陈伟民,金浚,1999)。

矿带晕、矿田晕的标志与矿床晕、矿体晕的标志既有共同点,又有不同点。例如,矿田晕同矿床晕的异常元素组合特征往往是相同或近似的,而矿田晕与矿床晕的异常面积、异常结构特征往往是不同的,矿田晕的面积往往大于矿床晕,区域异常中的点异常往往是矿床晕的显示。与热液作用有关矿床类型矿化区正、负异常共存的共轭结构的存在,往往是热液型矿床矿田晕的标志,斑岩岩体(包括出露和隐伏岩体)周围不同元素组合环状套合的异常结构,往往是斑岩型矿田晕的标志;沿地层走向不同成矿元素的水平分带特征,往往是层控矿带晕的标志等。应该说,异常结构特征是矿田晕、矿带晕有别于矿床晕、矿体晕的重要标志。

1.2 地质成矿条件是异常评价、筛选的首要准则

“矿床的形成是区域中不同尺度地质要素和作用过程综合作用的结果^[3]。矿带、矿田、矿床总是在一定的地质成矿条件下形成的,找矿总有一定的规律可循。”在区带普查中,矿点、异常相对集中区能否作为评价重点,地质环境因素分析是最基本的环节^[4]。在异常评价中,应充分应用矿床学、区域成矿学的最新成就,利用研究区的已有资料,优选最有找矿前景的一至数种矿化类型,优先评价其中成矿有利地段中的异常。在此基础上,根据地球化学异常本身特征,结合景观、表生的影响因素进行异常排序。这也是系统评价体系同“主要依据异常本身特征进行评价”的传统评价体系的重要区别之一。

成矿地质条件是矿床形成的内在因素,地球化学异常是找矿的重要信息之一,而且是比矿点范围更大、更易发现,更能反映组合特征的矿化信息。因此,呈现在成矿有利地段的地球化学信息是最有实际意义的信息,最应引起重视的信息。

当然,已经认识的成矿规律,不可能包含客观存在的所有成矿规律,必然还有一些未被认识的必然王国。已有的成矿规律可引导我们正确评价异常,但不能成为我们认识新事物的枷锁。因此,在系统评价体系中,也应有重点的安排成因不明或认为是非矿异常的查证,也允许对已评异常的重新认识。如黔西南以火山碎屑岩为容矿岩石的微细浸染型金矿,在空间上一般都与峨眉山组玄武岩有关。而晴

隆老万场金异常发育于茅口组灰岩分布区,峨眉山组玄武岩及其中的蚀变硅质岩(大厂层)呈穹窿状分布于茅口灰岩的周边。根据地质条件该地段应形成与峨眉山组玄武岩有关的微细浸染金矿,但老万场金异常的展布又与北东向的老万场断层有关,因此对老万场金异常的解释应作进一步的工作。后经查证,老万场金异常是由一新的金矿类型——喀斯特垮塌红土金矿所致。这一实例说明了重视成因不明异常查证的必要性。

1.3 量化评价模型的建立

在异常形成机制分析的基础上,优选可比的评价标志,可以建立同一景观区或亚景观区中同一矿化类型的量化评价模型。

由于影响区域地球化学异常形成的地质环境和自然景观条件错综复杂,矿床类型及矿床剥蚀程度的差异,不可能期望找出一种对于各种景观、各种矿化类型都完全适用的异常筛选、评价方案,但可在同一景观区或亚区内,通过主要矿化类型和成矿有利地段的优选,对成矿有利地段内发育的异常,系统分析异常发育的地质、矿化、景观、表生的主要制约因素,确定可比与不可比的评价标志,以可比的地质、地球化学标志为基础,建立起量化评价模型。

根据量化评价模型可对待评异常进行排序、筛选,指出不同级次的找矿远景区或预测区。

在被量化评价优选的矿带晕、矿田晕或矿床晕内开展更大比例尺的地球化学调查时,继续运用系统评价体系筛选矿床晕或矿体晕。然后运用已被实践证明行之有效的地质、物探、化探等综合方法实施查证。

以上系统评价体系的思路、准则与工作流程可直观地表示在图1中。

2 系统评价体系的量化模型

根据前述观点,本文提出了一个系统评价体系量化评价的一个初步模型,以抛砖引玉。

2.1 量化模型评价标志的分类

系统评价体系量化模型中的评价标志,基本上分为2类,第1类为地质控矿、显矿标志,第2类为可比的地球化学异常标志。在这里之所以强调可比的地球化学异常标志,是因为在同一研究区内,往往由于地质构造条件、矿化类型、景观、表生条件的不同,某种地球化学异常标志的量化指标往往不具可比性。显然,不可比的地球化学异常标志应从异常评价的量化模型中剔除,以保证量化模型的合理性。

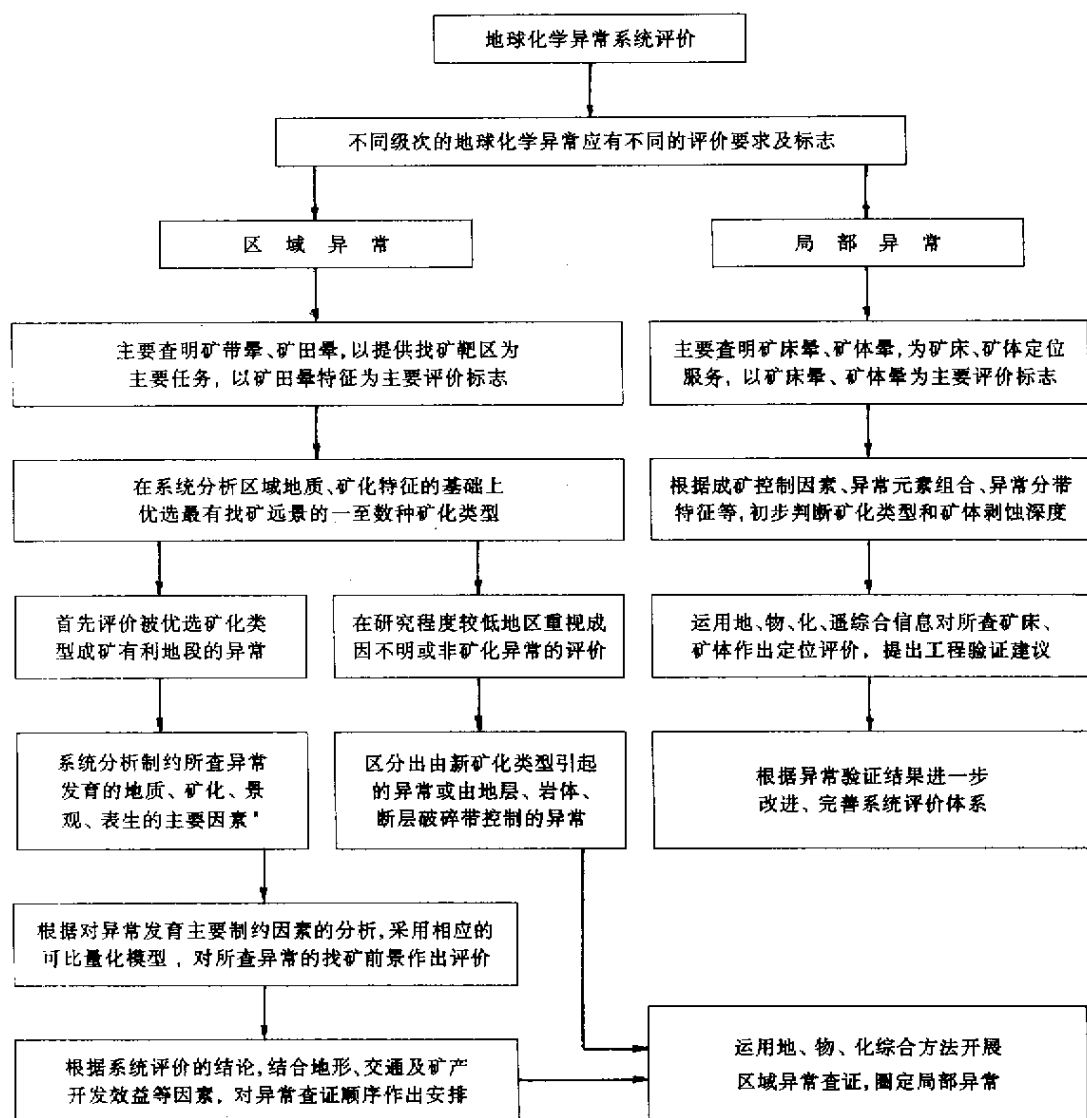


图1 地球化学异常系统评价体系

* 异常发育主要制约因素包括: 地质构造背景、控矿地质条件、成矿系列和矿化类型特征、矿化围岩岩性特征、矿化组分特征、矿化剥蚀程度、地形、地貌特征、成矿及伴生元素在表生介质中的分散、富集规律及存在形式特征等

第1类标志主要反映宏观、原生的信息, 第2类标志主要反映微观、派生的信息, 两类信息之间存在一定的因果关系, 因此二者在异常评价中的作用既是对应的, 又是可以加合的。为了突出地质控矿、显矿标志在异常评价中的地位, 在本文提出的量化模型中, 对第1类评价标志赋予50%的总权重。其余50%为可比地球化学异常标志的总权重。

在一般矿床的量化评价模型中, 景观和表生因素在异常形成机制分析过程中, 主要参与可比与不可比地球化学标志的确定, 而不作为量化标志参与赋值(图2), 只在风化壳矿床和砂矿床异常评价时, 景观条件才是控矿因素之一, 可单独作为量化标志

列于第1类评价标志之中, 和地质控矿、显矿标志一起赋予50%的总权重(图3)。

第1类的地质控矿、显矿标志中包括控矿地层、构造、岩浆岩和矿化显示以下4项总标志。

1. 地层标志包括地层时代、地层岩性、两种地层或两种岩性间的界面等分标志。

2. 构造标志包括断层(破碎带)、褶皱、断层—褶皱组合构造等分标志。褶皱构造还可分为背斜、向斜、穹窿、构造洼地等, 断层构造还可细分为不同性质、不同方向或交叉断裂等。

3. 岩浆岩标志包括岩类、分异程度、侵入时代及岩体形态、产状等分标志。

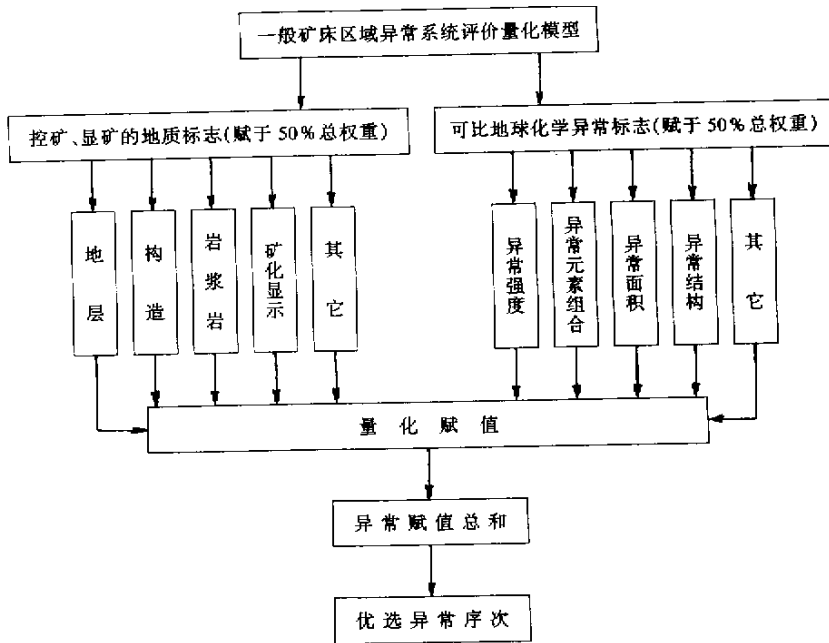


图 2 一般矿床区域异常系统评价量化模型

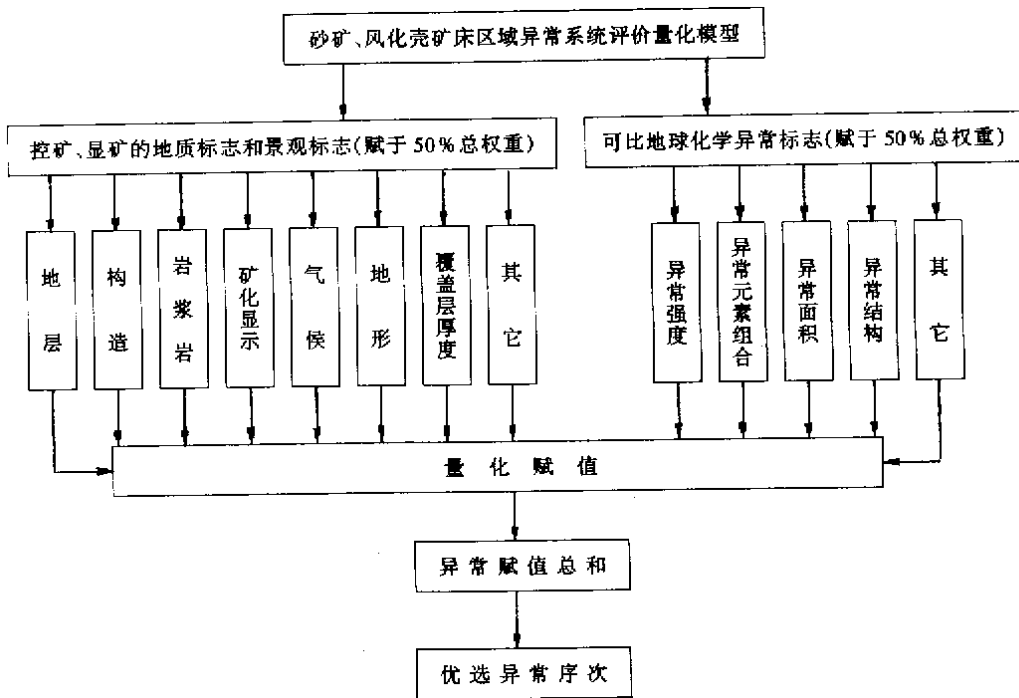


图 3 砂矿、风化壳矿床区域异常系统评价量化模型

4. 矿化显示标志包括矿点、老硐、蚀变、重砂异常等分标志。

在地质控矿、显矿标志中,还包括由地球物理异常、遥感影像推断、解释提供的隐状岩体、隐状构造甚至隐状矿床(超大型)等信息,而这些信息在一般地质图中是难以体现的控矿、显矿标志,更应在量化

赋值中体现。

景观标志可包括地形、气候带、高程、覆盖物厚度等分标志。

第 2 类可比地球化学异常标志,主要包括异常强度、异常面积、异常元素组合特征,异常结构特征及其它因地制宜的地球化学异常标志。

1. 异常强度标志包括异常强度、异常衬度、元素对比值等分标志。当某景观区、某一矿化类型有不同岩性的赋矿围岩存在,由于表生地球化学作用,导致异常强度成为不可比地球化学标志时,可选用异常衬度作为可比的地球化学标志。

2. 异常元素组合除反映异常元素的多寡外,还包括异常元素叠合度、累加、累乘晕的标志等。

3. 异常结构是矿田晕、矿带晕区别于矿床晕,矿体晕的重要标志。它主要指是否存在正、负异常共存的共轭异常,是否存在空心或实心的套合异常(环状异常)和多个浓集中心的异常,以及是否存在异常的水平分带性和浓度梯度特征的异常等;

4. 其它是指其它因地制宜的标志,如将异常强度同异常面积相结合的标准化面金属量等。

2.2 次一级评价标志赋值举例

两大类评价标志中各项次一级标志权系数赋值的相对比例,根据所评矿化类型和景观条件具体分析,合理确定。这要求找矿人员尽可能充分地掌握已有资料,熟悉研究区的地质—地球化学特征。

甘肃陇南蓟县系铜矿带,主要发育黄铁矿型铜矿,属层控矿床。在该地区 1:20 万区域地球化学异常的量化评价中,地质控矿标志主要是地层层位,赋予 30% 的权重。由于该层控矿床的围岩蚀变现象不甚发育(硅化带极窄),因此地质显矿标志主要是是否存在矿点或老铜,赋予 20% 的权重。陇南蓟县系铜矿带中的铜异常,以不同形态、不同大小分布在数百平方公里范围里。异常分布区属中山中等切割地形,既发育树枝状水系,也发育羽毛状水系。部分地段位于水库库区,地形特征比较复杂,通过分析、研究,认为该地区异常面积的大小,主要受地形因素的制约,而不是矿化规模的影响。因此,异常面积为不可比地球化学标志,未参与量化评价。在地球化学异常量化评价标志中,仅采用了异常强度标志和异常元素组合标志,分别赋予 30% 和 20% 的权重。

内蒙古西旗敖格道仁诺尔银、铜异常区,位于德尔布干深大断裂的西南端,为该地区银、多金属矿田的组成部分,是典型的受断裂控制的与次火山热液有关的矿床。因此,构造、岩浆岩及地层均为控矿地质标志,其中断裂构造为最主要的控矿标志,赋予 30% 的权重,其次为岩浆岩和地层标志,分别赋予 15% 和 5% 的权重。敖格道仁诺尔银、铜异常发育区,属内蒙东部干旱—半干旱荒漠草原景观区,地形平缓,水系不发育。1:20 万地球化学测量主要采用土壤测量的方法。由于该异常区主要发育热液矿

床,矿化围岩岩性和地形特征比较单一,因此在地球化学异常量化评价标志中,元素组合、异常强度和异常面积均为可比地球化学标志,分别赋予 25%、15% 和 10% 的权重。也就是说,在上述条件下,在系统评价体系中“高、大、全”的异常,仍可列为优选异常。同时根据该区域出现的以 W、Mo 为中心,外围环绕 Ag、Cu、Pb、Zn 的环状异常结构,推测深部有可能发现斑岩型矿床。

云南孟连阴山金异常区(1:20 万),位于滇西南热带雨林景观区。异常区内发育有由热液型含金铅锌矿化体经红土化作用而形成的红土型金矿。对红土型金矿发育区的金异常作系统评价时,在控矿标志中除地质控矿标志外,还包括气候、地形等景观标志。由于该地区的红土型金矿是由含金的热液多金属矿化经红土化作用而形成,因此控制原生热液矿化的地质控矿、显矿标志(如地层、断裂、矿点和重砂异常)均可列为量化评价标志,赋予 40% 的总权值。在景观控矿标志中,该地区均属热带雨林景观区,该气候条件均有利于红土型金矿的形成。由于各异常所处的气候条件差别不大,因此没有必要列入量化评价标志,而地形条件对各异常来说是有差别的。平缓的地形有利于红土型金矿的形成,坡度较大的地形不利于红土型金矿的形成。所以地形标志被列为可比的控矿标志,赋予 10% 的权值。

在地球化学异常评价标志中,异常面积未列为可比量化标志,异常强度和异常元素组合分别赋予 26% 和 24% 的权重。

以上实例说明,在系统评价体系的量化模型中,对于不同矿床类型、不同景观特征的区域异常发育地段,参与量化评价的次一级控矿、显矿标志和地球化学异常标志将是根据研究区的实际情况科学确定的。当然,上述实例中各次一级量化标志所赋数值的合理性,仍有进一步讨论的余地。但仅就上述方案的初步评价,已经体现出了各异常区的异常排序有了明显改善,评价效果明显提高,并为后续的找矿实践所验证。我们相信,随着系统评价体系量化模型的不断完善,其实用性和评价效果将进一步提高。

为便于各量化标志的准确赋值,要求所有的地球化学异常图,必须要以简明的地质图为底图。这是必须特别强调的。显然,这种图件有别于传统的异常剖析图。

与系统评价体系量化评价模型相匹配,应建立相应的区域地球化学异常标志库,储存我国主要成矿区、带的地质构造,矿产分布资料及我国主要景观

区、景观亚区的的景观、表生地球化学参数 ;储存国内、外主要类型的矿田、矿床模型、地球化学异常模型 ,尤其是我国根据水系沉积物地球化学测量成果建立的矿田晕、矿带晕模型及评价指标 ,以适应系统评价体系计算机软件的应用。

参考文献 :

[1] 朱有光 ,李泽九 ,胡以铿 ,等 .区域地球化学异常系统评价的思

路与方法 [J].地质科技情报 .1997 (2).

[2] Therbald P K ,Eppinger R G ,Turner R L .比例尺对地球化学异常解释的影响 [J].地质与勘探 ,1991 (1).

[3] 瞿裕生 ,邓军 ,李晓波 .区域成矿学 [M].北京 :地质出版社 ,1999 .

[4] 吕国安 .成矿区(带)异常评价选择的基本条件研究 [J].有色金属矿产与勘查 ,1999 (6).

A TENTATIVE DISCUSSION ON THE QUANTITATIVE MODEL FOR
SYSTAMATIC EVALUATION OF REGIONAL GEOCHEMICAL ANOMALIES
IN MAJOR LANDSCAPES OF CHINA

ZHU You-guang , JIANG Jing-ye , LI Ze-jiu , LI Fang-lin , OUYANG Jiang-ping
(Institute of Geochemistry , China University of Geosciences , Wuhan 430074 , China)

Abstract : This paper persents one of the achievements of the project "The study of the characteristics of epigenetic geochemical anomalies and the evaluating system for major landscapes of China ". It has summarized the characteristics of epigenetic gold and copper geochemical anomalies (1:200000) in five major landscapes of China and discussed the effect of landscape ies . On such a basis , the evaluating method and the systematic evaluating criteria for regional anomalies are further substantiated and improved , and the quantitative model for systematic evaluation of regional geochemical anomalies are established .

Key words : regional geochemical anomalies ;systematic evaluation ;quantitative model

作者简介 :朱有光(1937 -) ,男 ,浙江衢州人。1960年毕业于北京地质学院矿床地质及勘探系。任职于中国地质大学(武汉) ,教授。长期从事金属矿地球化学勘查的教学和研究工作。编、著有高校教材、专著数部 ,在国内刊物上发表论文多篇。

更正 :

2001 年第 6 期 418 页倒 4 行 ;图 3(龚子同 ,1980 经简化)" 改为 " 图 3 "。
2001 年第 6 期 419 页 ,图 1 引自任天祥(1998) ,图 2 引自龚子同(1980 经简化)。