

新疆阿尔泰地区大型、超大型金矿床的定量预测研究

Study of Quantitative Prediction for Large-and Super-Large-Sized Gold Mineral Deposits in Xinjiang

申 维/SHEN Wei, 骆社周/LUO She-zhou

中国地质大学国土资源与高新技术研究中心,地质过程与矿产资源国家重点实验室,北京 100083

State Key Laboratory of Geo-Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China

[摘要] 应用数量化理论和特征分析方法,对新疆阿尔泰地区金矿床密集区和异常密集区进行了综合性圈定和定量研究,建立了扩展模型。在研究区内共划分金矿床密集区 16 处(即有金矿床单元)和金异常密集区 14 处(即为预测单元),其中有 2 个单元存在大型金矿床。在地质、物探、化探、重砂等资料研究的基础上提取了综合信息地质变量,通过这些地质变量建立数量化理论数学模型后,得出以下预测结果:22 号单元和 19 号单元有较大可能存在大型金矿床。该方法不仅适用于金元素和金矿床,而且还适用于其它元素和矿床,具有普遍的意义。

[关键词] 数量化理论,定位预测,定性变量

[中图分类号] O29,P612

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2006)02-0053-03

Abstract: The quantification theory and characteristic analysis are been applied to qualitative research into and comprehensive delineation for the gold deposit concentrated regions and the anomaly regions in Xinjiang Province. Then the extended model is established in this paper. The research areas are divided into 16 model cells that contain gold deposits and 14 forecast cells that contain anomalies of element Au but don't contain gold deposits. There are two model cells that contain a large-sized deposit. The geological variables or factors are obtained by geological, geochemical and geophysical information. The mathematical model of quantification theory is built by these geological variables. The forecast results are given below: Cell number 22 and 19 possibly contain a large-sized gold deposit respectively. The method proposed in this paper can be applied not only to the gold deposit, but also to other mineral. In this sense, this method is universal in application.

Key Words: quantification theory, orientating prediction, qualitative variables

CLC Numbers: O29, P612

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2006)02-0053-03

1 地质变量选取与模型单元提取

20 世纪 70 年代末期以来,找寻大型、超大型矿床已成为全球矿产勘查工作的焦点。全世界各种矿床 70%~85% 的储量都集中在大约只占 10%~20% 数量的大型、超大型矿床之中。因此,对大型、超大型矿床开展研究十分重要^[1-3]。

全球大型、超大型矿床在空间分布上具有分形丛集性。在全球范围内,矿床往往集中分布在几个成矿带中,在成矿带内,矿床又集中在若干个成矿省;一个成矿省内矿床通常只集中在几个矿化密集区内,在一个密集区内的矿床,特别是一些大型、超大型矿床主要集中在一二个矿田内;在一个矿田内,尽管可以有許多矿床和矿点产出,但往往是一二个矿床占据矿田矿石储量的绝大部分^[4]。

我们根据异常汇水盆地共划分金矿床密集区和金异常密集区 30 处,其中矿床密集区有 16 处,占单元总数的 53%;金异常密

集区有 14 处,占单元总数的 47%,其中在 2 个单元内存在大型金矿床。在地质、物探、化探、重砂等资料研究的基础上提取了综合信息地质变量,其中定性变量 43 个(变量取值为二态数值,即 1 或 0),定量变量 44 个。

金矿床密集区有大型金矿床存在的单元是 2 号和 3 号,从统计观点来讲,作为模型单元仅有 2 处。单元数太少,必须进行扩展模型单元的研究。应用数量化理论 IV,研究大矿单元同其它矿床单元的亲密程度的分析,形成扩展单元的选取,作为有序的矿床密集区集合,这样形成了模型单元:基本模型单元 2、3 号和扩展模型单元。扩展模型单元是建立统计模型的需要而提取的单元,但它们实际上也是大型矿床预测单元的一个部分。

研究区内有金矿床单元 16 个,应用数量化理论 IV,选择前 2 个特征根的特征向量对 16 个样品单元进行标度,计算结果见图 1(第 1、第 2 特征向量标度图)。

收稿日期:2005-06-18

基金项目:国家重点基础研究发展计划项目(2006CB701406),国家自然科学基金项目(40172099),地质过程与矿产资源国家重点开放实验室基金资助

作者简介:申 维,男,北京市学院路 29 号中国地质大学(北京)国土资源与高新技术研究中心,教授,主要从事数学地质(非线性地质学)的科研和教学工作;E-mail: shenwei@cugb.edu.cn

由图 1 可以看出: ① 2 个大型矿床单元几乎重叠在一起, 一个中型矿床单元同大型矿床单元靠得很近; ② 2、3、4、6、7、8、9、13、18、19、20、22、25、29、30 号在图 1 中有规律性: 在 λ_2 方向上, 从下到上是线性排列; ③ 21 号单元明显是离群点。其中 2、3 号单元为已知大型矿床, 18 号单元为已知中型矿床, 其余单元为已知小型矿床。

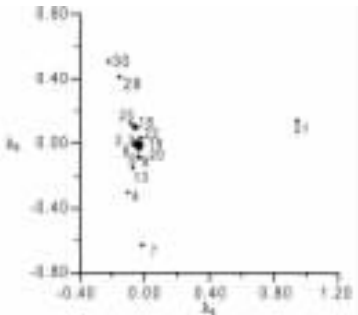


图 1 数量化理论IV标度图

Fig. 1 Scale of the quantification theory IV

2 定位预测

特征分析是一种多元统计分析方法。在矿产统计预测中,常采用它来圈定预测选景区,对矿产资源进行定位预测。它是传统类比法的一种量化方法,通过研究区内已知矿床样品的研究,查明变量之间的内在联系,确定各个地质特征的成矿和找矿意义,建立起某种类型矿床的定量模型,然后将模型应用到预测区,将预测样品与模型进行各种特征的类比,用它们的相似程度表示预测样品的成矿可能性,并据此圈定出有利成矿的各级远景区。

表 1 特征分析单元联系度

Tbl. 1 Relation degree of characteristic analysis

排序号	单元号	平方和法联系度	最大主分量法联系度	备注
1	6	0.725 7	6.205 5	扩展模型单元
2	9	0.701 1	5.991 2	扩展模型单元
3	22	0.652 1	5.568 1	扩展模型单元
4	7	0.624 3	5.332 5	扩展模型单元
5	20	0.602 8	5.142 6	扩展模型单元
6	8	0.595 7	5.089 2	扩展模型单元
7	1	0.584 6	4.993 2	预测单元
8	19	0.564 0	4.801 2	扩展模型单元
9	18	0.533 8	4.532 3	扩展模型单元
10	2	0.528 1	4.491 4	模型单元
11	3	0.514 0	4.370 8	模型单元
12	10	0.506 0	4.323 3	预测单元
13	27	0.497 9	4.242 2	预测单元
14	29	0.478 9	4.080 4	扩展模型单元
15	28	0.456 5	3.895 9	预测单元
16	4	0.455 0	3.894 7	扩展模型单元
17	13	0.448 4	3.825 9	扩展模型单元
18	25	0.447 9	3.819 4	扩展模型单元
19	5	0.437 8	3.736 0	预测单元
20	24	0.417 7	3.568 0	预测单元
21	11	0.403 6	3.441 1	预测单元
22	23	0.401 7	3.431 4	预测单元
23	17	0.399 7	3.405 6	预测单元
24	12	0.364 9	3.106 0	预测单元
25	16	0.348 6	2.969 5	预测单元
26	26	0.340 5	2.891 7	预测单元
27	21	0.318 8	2.716 8	离散单元
28	30	0.307 4	2.616 4	扩展模型单元
29	14	0.296 7	2.526 4	预测单元
30	15	0.264 0	2.358 4	预测单元

2.1 原始数据

选取 16 个已知金矿床有储量单元和 87 个综合信息控矿变量,形成 16×87 阶原始数据(省略)。

2.2 特征分析运算结果

分别用平方和法和最大主分量法计算,模型单元(16 个)及预测单元(14 个)联系度列于表 1,以上 2 种方法计算结果相同。

2.3 预测结果

根据表 1 中的预测单元联系度大小,得到以下预测单元排序:1、10、27、28、5、11、23、17、12、16、26、14、15 号单元。① 2、3 模型单元的排序号为 10、11 号; ② 6、9、22、7、20、8、19、18 号它们的排序号均为大于 9,排列在模型单元的前面,但它们均属于扩展模型单元,占扩展单元总数的 8/13; ③ 小于 2、3 单元排序号的单元有 19 个单元,其中 13 个为预测单元,一个离散单元。

3 定量预测

数量化理论 I 与回归分析都是用于定量因变量的预测问题,数量化理论 I 着重考虑自变量为定性变量的回归分析。

该研究区共划分 30 个单元,其中 16 个为模型单元,通过它们的地质变量建立数量化理论 I 的数学模型。首先标出各自变量之间以及自变量和因变量之间的相关系数矩阵,然后用逐步回归分析方法选出少数与因变量关系密切的自变量,求出回归系数,

表 2 金成矿有利单元预测值

Tbl. 2 Predicted value of favorable cells on gold deposits

单元号	单元预测值(t)	单元号	单元预测值(t)	单元号	单元预测值(t)
1	5.24	5	1.86	10	0.70
11	2.57	12	4.91	14	0.33
15	0.61	16	4.58	17	2.33
23	0.44	28	11.67	24	2.60
26	7.71	27	10.80		

表 3 金矿床密集区及异常密集区定量预测成果

Tbl. 3 Qualitative prediction on gold deposits and anomaly dense areas

序号	模型单元号	扩展模型单元号	预测单元号	离散单元号	定位秩序号	储量回代值(t)	储量预测值(t)	定量秩序号
1	2				10	10		6
2	3				11	15		2
3		4			16	2		20
4		6			1	5		11
5		7			4	2		17
6		8			6	2		18
7		9			2	1		22
8		13			17	1		23
9		18			9	7		9
10		19			8	13		3
11		20			5	2		19
12				21	27	1		24
13		22			3	19		1
14		25			18	1		25
15		29			14	10		7
16		30			28	1		26
17			1		7		5.24	10
18			5		19		1.86	21
19			10		12		0.70	27
20			11		21		257	15
21			12		24		4.91	12
22			14		29		0.33	30
23			15		30		0.61	28
24			16		25		4.58	13
25			17		23		2.33	16
26			23		22		0.44	29
27			24		20		2.60	14
28			26		26		7.71	8
29			27		13		10.80	5
30			28		15		11.67	4

得到以下预测方程。

$$y=3.58+0.69x_4-0.02x_{10}+1.49x_{16}-0.80x_{19}-0.18x_{20}+0.07x_{26}+0.46x_{30}-0.04x_{39}+3.97x_{48}-0.28x_{55}+3.13x_{59}+7.68x_{79}-0.03x_{80}+0.28x_{85}$$

其中:

x_4 ——代表金元素异常个数; x_{10} ——代表伴生元素高温异常组合特征异常强度 W; x_{16} ——代表伴生元素高温异常组合特征异常面积 Mo; x_{19} ——代表伴生元素高温异常组合特征异常汇水盆地数 Mo; x_{20} ——代表伴生元素高温异常组合特征异常汇水盆地数 Bi; x_{26} ——代表伴生元素中温异常组合特征异常个数 Zn; x_{30} ——代表伴生元素中温异常组合特征异常汇水盆地数 Cu; x_{39} ——代表伴生元素低温异常组合特征异常面积 Ag; x_{48} ——代表隐伏基底; x_{55} ——代表中酸性继承性岩体; x_{59} ——代表基性超基性岩体; x_{79} ——代表重磁吻合北西; x_{80} ——代表重磁吻合东西; x_{85} ——代表低温异常组合 Ag、As、Hg; y ——代表对应单元的储量值(t)。

利用 16 个单元建立数量化理论 I 数学模型,对该区 14 个单元进行预测,得到金成矿有利单元预测值见表 2。

4 结论

综上所述,我们得到下面的金矿床密集区及异常密集区定量预测成果(见表 3)。

根据表 3 中的定位序号和定量序号,我们可知:模型单元 2 号的定位序号为 10,定量序号为 6;模型单元 3 号的定位序号为 11,定量序号为 2;扩展模型单元 19 的定位序号为 8,定量序号为 3;扩展模型单元 22 号的定位序号为 3,定量序号为 1。

综合以上分析,可预测 22 号和 19 号单元为大型金矿床存在的单元。该预测结果相当理想,与实际情况基本吻合。

(致谢:本文在研究过程中得到了王世称教授的指导与帮助,在此表示感谢!)

参考文献(References)

- [1] 王世称,陈永良.中国大型金矿床空间分布规律及找矿方向[J]. 地球科学,1999,24(5):455-458.
- [2] 王世称,陈永良.初论基于数字地球技术系统的巨型矿床统计评价[J]. 地球科学,2001,26(2): 158-160.
- [3] 王世称,陈永良,董秀良,等.大型、超大型矿床找寻与预测途径的探讨[J]. 中国地质,1997,24(1): 41-45.
- [4] 申维.分形混沌与矿产预测[M]. 北京:地质出版社,2002.
- [5] 赵鹏大主编.定量地学方法及应用[M]. 北京:高等教育出版社,2003.
- [6] 王世称,杨毅恒,李景朝,等.综合信息矿产资源预测中的定性数据分析方法[M]. 吉林:吉林科学技术出版社,1999.

(责任编辑 王 芷)

《科技导报》第一届编辑委员会人员名单

顾问:	周光召	男	中国科学技术协会主席	院士	理论物理
	朱光亚	男	总装备部科学技术委员会主任	院士	核物理学
	庄逢甘	男	中国航天工业总公司科学技术委员会主任	院士	空气动力学
主任委员:	白春礼	男	中国化学会理事长	中国科学院	院士 纳米技术
副主任委员:	韩启德	男	中国病理生理学会理事长	北京大学医学部	院士 病理生理
	冯长根	男	中国科学技术协会书记处	教授	应用化学
	沈爱民	男	中国科协学会学术部部长		
	苏 青	男	科技导报社	教授	科技出版
委 员(以姓氏笔画为序):					
	巴德年	男	中国医学科学院 中国协和医科大学	院士	免疫学
	王如松	男	中国科学院生态环境研究中心	研究员	生态学
	王海波	男	河北省农林科学研究院	教授	农学
	邓甲昊	男	北京理工大学机电学院	教授	目标探测与信息处理技术
	邓玉林	男	北京理工大学生命科学院	教授	生命科学
	白春华	男	北京理工大学爆炸科学与技术国家重点实验室	教授	爆炸力学
	龙新平	男	中国工程物理研究院	研究员	爆炸力学
	叶中华	男	中国科学院研究生院	研究员	材料科学与工程
	叶兴国	男	中国农业科学院作物遗传研究所	教授	作物遗传
	任 安	男	中日友好医院放射诊断科	主任医师	放射医学
	任胜利	男	国家自然科学基金委员会	编审	地学
	任福君	男	中国科协科普研究所	教授	机械
	刘宗德	男	华北电力大学能源与动力工程学院	教授	热能动力工程
	刘鸣华	男	中科院化学所	研究员	物理化学
	刘 敏	女	中国科学院遗传与发育生物学研究所	研究员	遗传学
	孙仁宇	男	中国医学科学院基础医学研究所	研究员	医学
	孙 良	男	北京理工大学理学院	教授	数学
	孙铁英	女	北京医院呼吸科	主任医师	内科学
	孙逢春	男	北京理工大学机械与车辆工程学院	教授	车辆工程
	庄逢文	男	国防科技大学电子科学与工程学院	教授	电子学与通讯
	朱 胜	男	装甲兵工程学院材料科学与工程系	教授	材料科学
	毕思文	男	中国科学院遥感应用研究所	研究员	地球系统科学
	严纯华	男	北京大学稀土材料及应用国家重点实验室	教授	无机化学
	严陆光	男	中国科学院电工研究所	院士	电气
	吴立新	男	中国矿业大学(北京)3S 研究所	教授	采矿工程

张 骏	男	西北工业大学研究生院	教授	自动控制
张谢田	男	首都医科大学附属北京友谊医院消化科	教授	内科学
张敬畅	女	北京化工大学理学院	教授	物理化学 应用化学
李 波	男	中国药品生物制品检定研究所	研究员	药理毒理学
李炳仁	男	中国科学院数学及系统科学研究所	研究员	数学
杜祥琬	男	中国工程物理研究院	院士	核物理学及强激光技术
沈贵银	男	中国农业科学院果树研究所	研究员	林学
杨 卫	男	清华大学破坏力学教育部重点实验室	院士	力学
邹振隆	男	中国科学院国家天文台	研究员	天文学
陈运泰	男	中国地球物理研究所	院士	地球物理
陈家俊	男	科技导报社	副社长	
陈晋南	女	北京理工大学化工与环境学院	教授	化学工程与技术
周 琪	男	中国科学院动物研究所	研究员	动物学
林嘉友	男	中国医学科学院基础医学研究所	教授	免疫学
罗 勇	男	国家气候中心	研究员	大气科学
郁文贤	男	国防科技大学科研部	教授	电子技术
金红光	男	中国科学院工程热物理研究所	研究员	工程热物理
侯向阳	男	中国农业科学院科技管理局	研究员	生态学
洪维曾	男	中国农学会会长	院士	农学
胡双后	男	中北大学(太原市)研究生处	教授	安全工程
胡昌振	男	北京理工大学计算机学院	教授	网络安全
胡晓东	男	解放军总医院普通外科	主任医师	临床外科
赵 遒	男	中国地质科学院	研究员	地质学
钟赣生	男	北京中医药大学中医学系	教授	中医学
倪 健	男	北京中医药大学中药学院	教授	中药学
浣 石	男	广州大学抗震研究中心	教授	工程力学
翁宇庆	男	中国金属学会理事长	教授	材料科学
翁 端	男	清华大学材料与科学与工程系	教授	材料学
聂 红	女	石油化工科学研究院	正高级工程师	石油化工
聂 锐	男	中国矿业大学管理学院	教授	管理学
袁家军	男	中国空间技术研究院	研究员	航天工程
郭桂蓉	男	解放军总装备部科技委	院士	信息技术
郭建宁	男	中国资源卫星应用中心	研究员	遥感
尉中民	女	北京中医药大学基础医学院	教授	中医临床基础
黄晓军	男	北京大学人民医院血液病研究所	教授	血液病学
黄真理	男	国务院三峡工程建设委员会办公室	研究员	水利
鲁晓波	男	清华大学美术学院	教授	工业设计
程为民	男	山东科技大学资源与环境工程学院	教授	安全工程
景国勋	男	河南理工大学安全科学与工程学院	教授	安全工程
蔡荣根	男	中国科学院理论物理研究所	研究员	物理学
潘一山	男	辽宁工程技术大学	教授	采矿工程