

引用格式: 钱静, 王国强, 黄友波. 一元线性回归分析法在徐州地区铁矿资源预测中的应用[J]. 中国地质调查, 2016, 3(2): 21-23.

一元线性回归分析法在徐州地区 铁矿资源预测中的应用

钱 静, 王国强, 黄友波

(江苏省地质矿产局第五地质大队, 徐州 221004)

摘要: 徐州地区是老的铁矿石生产基地, 开采条件较为成熟, 但可采资源日益衰竭, 因此, 对该区铁矿资源量进行科学预测, 掌握区内资源潜力, 具有十分重要的现实意义。基于对徐州地区铁矿资源的成矿地质背景分析, 选取相对合理的预测要素, 通过计算关联度方式确定有效的预测单元; 采用一元线性回归分析法对预测单元的资源量进行估算, 并对其结果进行了合理评述。

关键词: 回归分析; 铁矿资源; 预测; 徐州地区

中图分类号: P628; P618.31

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2016)02-0021-03

0 引言

数学地质作为 20 世纪 60 年代发展起来的一门边缘科学, 将地质学与统计数学、计算机技术融合起来, 用定量的方式来研究和解决地质科学问题。它的出现反映了地质学从定性描述向定量研究发展的新趋势, 为地质学开辟了新的发展途径。回归分析, 作为“研究一个变量与一个或几个可控变量之间的相互关系”^[1]的方法, 是数学地质中的重要统计分析方法之一。

徐州地区铁矿资源主要分布于徐州市利国镇一班井一带和丰县、沛县一带, 其开采历史至少可追溯到宋代。20 世纪 50 年代起, 地质、冶金和矿山等部门陆续在该区进行过铁矿普查和勘探工作, 研究程度较高。本区金属矿以磁铁矿为主, 品位高, 埋藏浅, 易采易选, 已查明资源量约 6 000 多万 t, 目前保有资源量约 2 300 万 t。随着铁矿石的可采资源日益枯竭, 运用数学方法对徐州地区铁矿资源远景进行科学的预测评价, 掌握该区铁矿资源潜力, 是一项十分重要的工作^[2]。近几年, 笔者参与了“徐州市矿产资源潜力评价”项目中铁矿资源的潜

力评价, 并应用回归分析法对徐州地区铁矿资源量进行了预测。

1 徐州地区铁矿成矿地质条件概况

徐州地区铁矿资源的赋矿层位是奥陶系下统的肖县组, 其次是马家沟组。钻探结果表明, 具有储岩和控矿作用的构造是利国背斜, EW 向、NE 向和 NW 向 3 组断裂分别控制了铜山岛—西马山—吴庄、墓山—利国镇以及厉湾—峒山—墓山 3 个成矿带。(石英)闪长斑岩(角闪闪长斑岩)是利国铁矿的成矿母岩。与成矿有关的围岩蚀变主要为钠长石化、矽卡岩化, 其次为热液蚀变, 它们与铁(铜)矿体在时间与空间上都有着密切的关系^[3]。

2 预测要素的选取及预测单元的确定

2.1 预测要素的选取

通过对区内典型矿床成矿要素的分析研究, 总结出铁矿成矿的区域性地质特征, 结合对成矿的有利程度, 优选出了 22 个预测要素^[4](表 1)。

表 1 预测要素权系数计算结果
Tab.1 Calculation results of weight coefficient for predictive factors

序号		要素	权系数
1	围岩岩性	肖县组	0.055 3
2		盖层	0.037 2
3		灰岩	0.055 3
4		白云质灰岩	0.055 3
5		薄层、微层、条带状	0.055 3
6		角砾状	0.050 9
7	构造	背斜翼部	0.050 9
8		东西向断裂	0.036 5
9		纵向断裂	0.043 4
10		张性断裂	0.049 5
11	岩浆岩	石英闪长斑岩	0.043 4
12		闪长斑岩	0.055 3
13	接触带	隆状构造	0.031 5
14		缓倾斜平直状、舌状	0.032 5
15		岩体剥蚀程度	0.031 0
16	母岩成分	Fe ₂ O ₃ + FeO 含量	0.040 0
17		Na ₂ O + K ₂ O 含量	0.040 0
18	围岩蚀变	钠长石化	0.055 3
19		含水砂卡岩	0.050 9
20		$\Delta Z/\Delta T$	0.045 5
21	地球物理	$S_{\Delta Z}/S_{\Delta T}$	0.045 5
22		磁异常有利程度	0.039 6

将 22 个要素构置成矩阵,转置后相乘得到乘积矩阵;采用平方和法求出各要素的权系数,用以反映各要素在成矿中的重要程度或贡献大小(表 1)。

2.2 预测单元的确定

依据本区铁矿勘查资料,选取已知有矿单元中成矿条件较好、相似度较高的姜梨园、新庄、墓山、西马山、义和庄、吴庄及安徽省淮北市成矿条件相似的王场、双庄、史小楼等 9 个单元为模型单元;选取墓山南、邵家、峒山和石楼等 4 个单元为检验单元,其中墓山南和邵家为已知无矿单元。经优选后,圈定三座楼、郝小楼、毛楼、孟庄、后何庄、曹庄、魏老家、孟新庄、利国镇南、六岔路、上班井及下班井南等 12 个单元为预测单元。

用表 1 中的各要素权系数乘以预测单元逻辑值(二值化数值),得到关联度值,进而得出各预测单元的关联度(成矿概率);保留关联度大的预测单元,去掉关联度小的单元。相关系数计算公式为

$$r_{kj} = \sum_{i=1}^n x_{ik}x_{ij} \quad , \quad (1)$$

式中: x_{ik} 表示变量 k 在 i 单元的变量取值(0,1); x_{ij} 表示变量 j 在 i 单元的变量取值(0,1); r_{kj} 表示第

k 个变量与第 j 个变量之间的匹配数; $k,j=1,2,\cdots,m$ 。计算得相关系数 $r=0.970\ 9$ 。

3 利国铁矿田资源量的定量预测

以资源量自然对数为纵坐标,关联度为横坐标,作模型单元关联度与资源量对数相关关系分布图(图 1)。

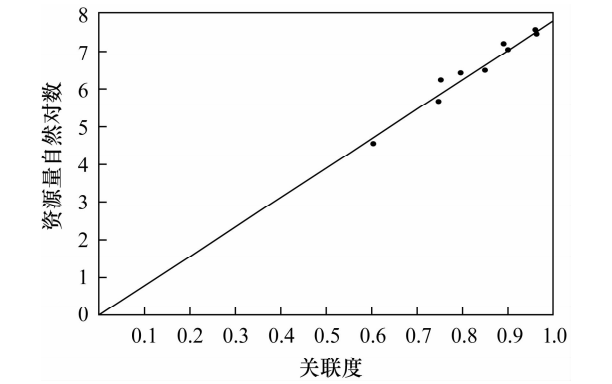


图 1 模型单元关联度 - 资源量散点与模拟直线
Fig.1 Scatter and simulation line between correlation degree of model units and associated resource

图中散点分布表明,关联度与资源量对数之间呈较明显的线性相关关系。据此,以关联度为桥梁,选用一元线性回归分析方程为本次铁矿资源量的预测模型,进行有矿单元资源量计算,所用资料如表 2 所示。

表 2 模型单元数据及回代资源量
Tab.2 Model unit data and return resources

矿床名称	关联度 X	实际值		回代值	
		资源量/ 万 t	资源量自然 对数 Y	回代资源量 自然对数	回代资源量/ 万 t
王场	0.964	1 932.35	7.567	7.625	2 047.96
吴庄	0.968	1 650.93	7.409	7.655	2 111.96
姜梨园	0.894	1 475.84	7.297	7.092	1 201.74
墓山	0.900	1 154.92	7.052	7.139	1 259.48
双庄	0.852	855.50	6.752	6.766	867.96
史小楼	0.799	847.60	6.742	6.355	575.58
新庄	0.758	527.62	6.268	6.043	421.19
西马山	0.744	307.02	5.727	5.939	379.35
义和庄	0.604	105.64	4.660	4.861	129.12

具体预测模型^[4]为

$$Y = a + bX \quad , \quad (2)$$

式中: Y 为模型单元资源量自然对数值; X 为模型单元的关联度。通过计算得 $a = 0.213\ 1$, $b = 7.692\ 2$, 即

$$Y = 0.213\ 1 + 7.692\ 2X。$$
 (3)

关联度与资源量对数的相关系数 $r = 0.970\ 9$ 。当取信度 $\alpha = 0.05\%$, 查相关系数检验表 $r_\alpha = 0.666$ 。由此可知 $r > r_\alpha$, 该方程 X 与 Y 有显著的线性关系, 该回归直线方程是有意义的。

表2显示, 模型单元回代资源量与原资源量数据相差不大, 说明上述模型是可靠的。

4 模型验证及资源量预测

为进一步考察上述预测结果的可靠性, 将已有的有矿单元峒山和石楼、已知无矿单元墓山南和邵家的关联度代入数学模型, 计算得出峒山和石楼资源量分别为514.04万t和2136.47万t, 与实际资源量547.80万t和1864.50万t相差不大; 而墓山南和邵家仅算出很少资源量, 分别为16.96t和14.61t。近期新上表矿区铜山岛矿区查明资源量为192.47万t, 由回归模型代入后算出资源量为266.71万t, 相差仅74.24万t。回代和检验结果表明该数学模型可以用于对有矿预测单元进行定量预测评价。

用回归模型对优选出的12个预测区进行资源量计算, 其结果如表3所示。

参考文献:

[1] 刘永刚, 张渊逊, 吴志之, 等. 一元线性回归分析方法在玉龙铜矿床的应用及验证[J]. 中国矿山工程, 2012, 41(6): 4-7.
[2] 施建斌, 钱静, 张琪, 等. 徐州市铁矿资源潜力调查评价报告

表3 预测单元资源量计算结果
Tab.3 A summary of the results of the calculation of the unit resource quantity

预测单元	关联度 X	预测资源量/万 t	预测单元	关联度 X	预测资源量/万 t
三座楼	0.754	409.05	魏老家	0.618	144.03
郝小楼	0.445	37.80	孟新庄	0.681	232.22
毛楼	0.568	97.74	利国镇西	0.818	670.79
孟庄	0.597	121.79	六岔路	0.542	79.84
后何庄	0.699	268.15	上班井	0.495	55.70
曹庄	0.663	203.13	下班井南	0.468	45.20
合计资源量 2 365.44 万 t					

5 结论

经综合评价预测, 徐州地区铁矿资源共划分有12个预测区, 预测总资源量为2365.44万t。预测单元圈定结果与区域成矿地质背景和高磁异常吻合程度高, 空间定位效果较好。从定量预测结果可以看出, 本区仍有新的成矿远景区, 可作为该区资源潜力评价工作的重要依据之一。

由于可选模型单元有限, 且预测要素变量的选择具有一定的主观性, 所以本文的计算数据尚不能完全反映客观事实。实践证明, 模型单元越多, 变量越全面, 所建立的回归方程准确性越高。本次徐州地区铁矿资源量的预测结果具有一定的指向意义, 但量化的准确程度还有待今后进一步验证。

[R]. 徐州: 江苏省地质矿产局第五地质大队, 2012.
[3] 周贤金, 施建斌, 钱静, 等. 江苏徐州利国地区铁矿床综合信息找矿模型与成矿预测[J]. 地质学刊, 2014, 38(1): 60-65.
[4] 王兴霖, 朱欣全, 霍昭伟, 等. 江苏省徐州地区铁铜金矿产资源总量预测报告[R]. 徐州: 江苏省地质矿产局第五地质大队, 1986.

Application of linear regression analytical method to predict iron ore resources of Xuzhou area

QIAN Jing, WANG Guoqiang, HUANG Youbo
(The 5th Geological Team, Jiangsu Geology & Mineral Exploration Bureau, Xuzhou 221004, China)

Abstract: Xuzhou has a long history in iron ore mining, and it is an old mining base with mature industrial production condition and recoverable resources exhaustion. Predicting the iron ore resources and mineralization potential scientifically has great practical significance in the study area. The relative reasonable predicting factors are selected according to geological background of iron ore resources in Xuzhou area; the effective prediction units are determined by correlation degree calculation. Furthermore, the linear regression analytical method is applied to estimate the resources of the prediction units, and the results are commented reasonably.

Key words: regression analysis; iron ore resource; prediction; Xuzhou area