

技术方法

汶上-东平沉积变质型铁矿床磁性铁品位回归模型

汪云, 刘蕾, 杨昌彬, 蒋会生

(中国冶金地质总局山东正元地质勘查院, 山东 泰安 271100)

摘要:汶上-东平地区沉积变质型铁矿床磁性铁品位与可溶铁品位呈线性关系, 相关系数 0.965, 经筛选, 选取了 2 030 组样品建立了汶上-东平带沉积变质型磁铁矿品位与可溶铁的一元回归方程, 经过与样品测试的分析结果对比, 证明一元回归方程具有代表性、客观性。

关键词:沉积变质型铁矿; 磁性铁; 品位; 一元回归方程; 汶上-东平

中图分类号: P628.2

文献标识码: B

0 引言

以往的地质勘查重视全铁和可溶铁的分析, 很少做磁性铁及物相分析, 无法对磁性铁的占有率以及资源/储量进行合理计算, 影响到矿产资源的合理开发和有效利用, 因此必须对钻孔样品补做磁性铁的分析, 从而达到新老钻孔的统一, 以满足圈定矿体和生产的要求。20 世纪 70 年代中期以来, 国内地学工作者系统地将数理统计的方法引入到地质勘查工作中^[1,2], 从数学的角度, 根据以往的钻孔数据对磁性铁与可溶铁之间的关系进行了回归分析, 建立了回归方程, 并对建立的模型进行了分析验证。

2009—2010 年, 山东正元地质勘查院在汶上-东平一带进行了铁矿勘查, 系统收集整理了磁铁矿的全铁、磁性铁、可溶铁数据, 运用线性回归的方法建立磁性铁与可溶铁之间的一元回归方程, 将磁铁矿的可溶铁实测品位 ω 值代入方程, 便可获得较为精确的磁性铁品位值。

1 数据的选择

沉积变质型铁矿在我国分布广泛, 矿床规模大, 是我国铁矿中最为重要的类型。该类型铁矿床一般形成于前寒武纪, 主要赋存于泰山岩群山草峪组, 矿体具有规模大, 稳定延伸远, 呈层状、似层状等特点, 为贫矿。矿层主要为硅质和铁质两种条带的共生组

合。矿石矿物主要为磁铁矿, 次为赤铁矿、黄铁矿、褐铁矿等; 脉石矿物主要为石英、普通角闪石、铁闪石。组成矿物颗粒细小, 磁铁矿为 0.11~0.22 mm, 石英颗粒为 0.068~0.51 mm。矿石全铁品位一般为 25%~36%, 磁性铁品位一般为 16.03%~24.91%, 从品位变化规律看, 自下而上随矿体规模增大时, 局部铁矿石品位逐渐增高, 而沿走向品位变化不明显, 总体矿化较均匀。依据基本分析结果, 磁性铁、可溶铁、全铁呈正相关关系, 磁性铁高时, 全铁、可溶铁也高, 反之全铁也低。因此, 利用数理统计的方法可以建立磁性铁与可溶铁一元回归方程。

该次收集了样品 2 030 组, 其中矿体样品 1 275 组 ($TFe \geq 20\%$), 非矿体样品 666 组 ($TFe < 20\%$), 另外 89 组由于矿石类型不一致, 不属于磁铁角闪石英岩矿石类型而剔除。

2 一元回归方程的建立

2.1 一元线性回归分析

一元线性回归分析是根据因变量 y 和自变量 x 的历史统计数据, 建立一元线性回归方程, 然后代入 x 值, 求出 y 的预测值的方法, 经简化后的数学表达式为:

$$y = a + bx$$

式中: a 为截距; b 为斜率; a, b 均为回归系数, y 为待预测的磁性铁品位值, x 为已知的可溶铁品位值。

* 收稿日期: 2012-07-24; 修订日期: 2012-10-18; 编辑: 曹丽丽

作者简介: 汪云(1974—), 女, 湖北天门人, 工程师, 主要从事地质资源勘查工作; E-mail: wyluotong_001@163.com。

建立磁铁矿的磁性铁和可溶铁之间的线性关系,要利用可溶铁品位 x 、磁性铁品位 y 的统计数据,求出合理的回归系数 a 和 b 。通过对矿石品位磁性铁与可溶铁的回归分析,建立线性回归方程,通过可溶铁的数据预测磁铁矿的磁性铁的品位值,这对于以往资料的利用以及资源/储量的准确计算具有重要意义^[3-6]。

2.2 相关系数及回归系数的求取

Excel 是应用范围最为广泛的办公软件之一,该软件功能强大,利用它的分析工具和函数功能可以完成各种数据的线性回归分析^[7]。

(1)根据 2 030 组数据绘制了沉积变质型磁铁矿磁性铁品位与可溶铁品位散点图(图 1)。

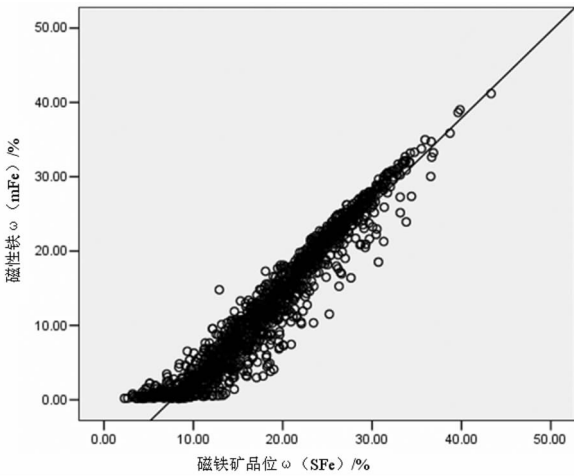


图 1 汶上-东平地区“沉积变质型”磁铁矿品位散点图

(2)通过对数据散点图的分析,磁性铁与可溶铁近似一条直线,所以选取线性回归方程:

$$y = a + bx$$

式中: y 代表磁性铁品位; x 代表可溶铁品位; a, b 为待定系数。

根据最小二乘法原理和二元极值条件求解得 a, b 估计值为:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = \frac{\sum (xi - \bar{x})(yi - \bar{y})}{\sum (xi - \bar{x})(xi - \bar{x})}$$

相关系数:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] \times [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

当 r 接近 1 时,表示 x 与 y 相关密切,查相关系

数检验表 $R_{0.05}(n-2)$,若 $r > R_{0.05}(n-2)$ 表示 x 与 y 相关,回归方程成立。

用剩余标准离差 S 来检验回归方程的误差情况, S 越小,方程的精度就越高。

剩余标准离差:

$$S = \sqrt{\frac{\sum [yi - (a + bxi)]^2}{n - 2}}$$

当 $>38\%$ 的样品误差不超过 $0.5S$ 或 $>68\%$ 的样品误差不超过 $1S$ 时,说明方程的精度较高,能达到回归预测的目的。

(3)回归方程分段建立

参照中华人民共和国地质矿产行业标准《铁、锰、铬矿地质勘查规范》(DZ/T0200-2002),结合矿床特征,采用一般工业指标边界品位 $TFe \geq 20\%$ 的要求,分别对彭集矿段建立了矿样($TFe \geq 20\%$)和非矿样($TFe < 20\%$)的磁性铁与可溶铁关系回归分析预测模型。

经 1 275 组矿样品位数据统计计算,磁性铁品位与 SFe 品位相关系数 $r = 0.965$,二者为高度相关关系,符合一元回归方程建立的条件。剩余标准离差 $S = 1.7, a = -9.669, b = 1.235$,建立矿样方程为:

$$y = -9.669 + 1.235x (TFe \geq 20\%)$$

经检验,有 42.6% 的样品误差不超过 0.85, 73.5% 的样品误差不超过 1.7,说明方程的精度较高。

经 666 组非矿样品位数据统计计算,磁性铁品位与 SFe 品位相关系数 $r = 0.746$,二者为相关关系密切,符合一元回归方程建立的条件。剩余标准离差 $S = 1.58, a = -2.967, b = 0.567$,建立非矿样方程为:

$$y = -2.967 + 0.567x (TFe < 20\%)$$

经检验,有 42.5% 的样品误差不超过 0.79, 70.9% 的样品误差不超过 1.58,说明方程的精度较高。

3 回归方程的实践检验

为了检验回归方程是否可靠,任意选了一孔未参与方程建立的钻孔 ZK17-2 的矿样,将回归结果与实际分析结果进行了对比,二者非常接近(表 1), 93.3% 的样品都在剩余标准离差范围之内。

4 结语

(1)经筛选,选取汶上-东平地区 2 030 组分析样品参与磁性铁与可溶铁一元回归分析的拟合。经

表 1 分析结果与回归结果对比(ZK17-2)

样号	TFe	SFe	mFe	回归 mFe	二者差
2	23.39	14.49	7.56	8.23	-0.67
3	24.01	13.83	7.38	7.41	-0.03
4	20.71	11.97	5.02	5.11	-0.09
5	21.64	9.32	4.01	1.84	2.17
6	33.17	22.16	17.82	17.70	0.12
7	35.83	26.08	23.22	22.54	0.68
8	32.53	22.86	19.71	18.56	1.15
9	32.03	23.29	20.35	19.09	1.26
10	33.39	24.15	21.86	20.16	1.70
11	34.42	27.16	24.40	23.87	0.53
12	33.54	26.80	23.65	23.43	0.22
13	31.75	24.79	21.78	20.95	0.83
14	30.81	24.72	22.36	20.86	1.50
15	33.80	27.57	23.90	24.38	-0.48
16	28.81	22.14	17.70	17.67	0.03
17	27.52	20.85	16.84	16.08	0.76
18	31.58	22.92	19.84	18.64	1.20
19	29.60	22.07	17.70	17.59	0.11
20	33.25	24.36	21.86	20.42	1.44
21	32.58	25.57	22.58	21.91	0.67
22	33.57	26.05	22.33	22.50	-0.17
23	34.79	28.04	25.01	24.96	0.05
24	34.87	27.34	23.19	24.10	-0.91
25	31.62	24.75	21.02	20.90	0.12
26	25.79	16.18	10.56	10.31	0.25
27	27.08	19.38	12.37	14.27	-1.90
28	27.43	21.81	13.15	17.27	-4.12
29	26.22	20.52	15.10	15.67	-0.57
30	22.07	19.52	13.85	14.44	-0.59

分段计算,获取矿样磁性铁与可溶铁的相关系数 $r = 0.965$,非矿样磁性铁与可溶铁的相关系数 $r = 0.746$ 。应用 Excel 办公软件求取了一元回归方程系数,并建立了一元回归方程。经检验,一元回归方程是可行的、有效的。

(2)一元回归方程是在大样本的基础上建立的,具有较高的代表性。方程的拟合选取的矿石品位范围比较宽,体现出较强的适应性。

(3)实践证明,对于以往未进行磁性铁分析的样品,可以采用数学地质方法进行数据回归建立回归模型,这对于以往资料的衔接利用以及资源/储量的估算具有实用性,从而也开辟了地质找矿工艺一种新方法。

参考文献:

- [1] 徐全智,吕恕. 概率论与数理统计[M]. 北京:高等教育出版社, 2006.
- [2] 黄海,罗友丰,陈志英. SPSS10.0 for Windows 统计分析[M]. 北京:人民邮电出版社,2001.
- [3] 朱文峰,赵崇文. 铁矿床磁性铁品位的回归模型[J]. 中国矿业, 1999,(8):18-19.
- [4] 袁匡福,王山东. 铁矿床磁性铁品位的回归模型[J]. 现代矿业, 2009,(5):92-93.
- [5] 孙昌庆. 回归分析确定矿石体重的实例研究[J]. 冶金矿山设计与建设,1999:31(6),20-23.
- [6] 薛庆才. 应用回归分析法预测铁矿石体重[J]. 金属矿山,1981,(4):10-12.
- [7] 王峻. 灵活运用 Excel 的 IF 函数服务国土资源统计工作[J]. 山东国土资源,2009,25(11),55-57.

Regression Model of Magnetic Iron Grade in Wenshang - Dongping Sedimentary Metamorphic Iron Deposit

WANG Yun, LIU Lei, JIANG Huisheng

(Shandong Zhengyuan Geological Exploration Institute belongs to China Metallurgical, Taian 271100, Shandong, China)

Abstract: Magnetic iron grade of Wenshang - dongping sedimentary metamorphic iron deposit has a linear relationship with soluble iron grade. Its correlation coefficient is 0.965. After selecting, choosing 2030 groups of samples, one dimension regression equation of magnetic iron grade - soluble iron has been set up in Wenshang - Dongping sedimentary metamorphic iron deposit. Through contrast of the sample testing results, it is regarded that one dimension regression equation is representative and objective.

Key words: Sedimentary metamorphic iron deposit; one dimension regression equation; Wenshang - Dongping area