

鞍本地区“鞍山式”铁矿石品位一体重的一元回归方程

林 鹤, 罗延文, 刘洪涛, 李志江

(辽宁省冶金地质勘查局地质勘查研究院, 辽宁 鞍山 114038)

摘要: 鞍本地区“鞍山式”铁矿石品位与体重呈线性关系, 相关系数为 0.977 047 038; 经筛选, 选取了 1 557 组品位一体重数据, 建立起鞍本地区“鞍山式”铁矿石品位一体重的一元回归方程 $y = 0.030\ 774\ 255x + 2.376\ 616\ 029$; 经过在新矿区的应用试验, 证明基于大样本、宽品位范围建立的一元回归方程更具代表性、客观性。

关键词: “鞍山式”铁矿; 铁矿石体重值; 一元回归方程; 鞍本地区

中图分类号: P624; P618.31 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2012)02-0186-04

0 引言

矿石的体重(又称容重)是固体矿产资源/储量计算过程中重要的参数, 能否合理地选取矿石的体重值会直接影响资源/储量计算结果的客观性, 影响到矿产资源的合理开采和有效利用。

矿石的体重是指矿石在自然状态中单位体积的矿石质量, 其单位为 t/m^3 。矿石体重值的测定方法通常采用小体重或大体重, 两种方法获得的体重值互为参照, 并以大体重值对小体重数据进行修正。在地质勘查和矿山生产中, 往往采用算术平均值的办法选取矿石体重值, 或在测定少量的小体重值后用同类型矿床的矿石体重值作为参照修正本区矿石的体重数据; 对于一个范围较大的矿床(田), 不同深度、不同矿块、不同品位的矿石体重会因矿石品级、矿物成分、孔隙、湿度等方面的差异有所不同, 同一矿区或同类型矿床的矿石采用相同的体重值显然不合理。

自上世纪 70 年代中期以来, 国内地学工作者系统地将近统计的方法引入到地质勘查工作中, 并逐步建立起数学地质这一边缘学科^[1], 对矿石体重

的估计也建立起一元回归或多元回归的方法, 最为常见的是在矿石品位与矿石体重这两个显著相关的变量之间建立起线性关系, 通过矿石品位这个易于获得的变量去预测(估计)矿石的体重值^[2-4], 这为地质人员利用矿石品位快速地预测与品位相对应的矿石体重开辟了一条途径, 也使资源/储量计算参数的选取更为客观、合理。但是在回归方程建立的过程中尚存在样本较小、代表性不强等问题。

辽宁冶金地质勘查局一直从事鞍山一本溪地区“鞍山式”铁矿的地质勘查工作, 并积累了大量的矿石体重数据。本文系统收集、整理了鞍本地区的 13 个“鞍山式”铁矿床小体重测量的 1 869 组品位一体重数据, 运用线性回归的方法建立铁矿石品位一体重的一元回归方程, 将铁矿石的实测品位 $w(TFe)$ 代入此方程, 便可获得较为精确的体重值。基于大样本的直线方程更具客观性, 预测的铁矿石体重估计值也更为可靠。

1 数据的选择

鞍本地区的“鞍山式”铁矿是我国前寒武纪海相火山沉积—变质型铁矿的典型代表。该类型铁矿床

收稿日期: 2012-05-03; 改回日期: 2012-05-24; 责任编辑: 余和勇

作者简介: 林鹤(1977-), 男, 工程师, 从事地质矿产勘查工作。通信地址: 辽宁省鞍山市铁东区鞍千路 298 号, 辽宁省冶金地质勘查局地质勘查院; 邮政编码: 114038; E-mail: 1228304558@qq.com

以规模大、品位较低、易于采选、便于规模开采为特点,是我国铁矿石的主要矿石类型。“鞍山式”铁矿石的矿物组成简单,主要为磁铁矿、赤铁矿、假象赤铁矿和石英、角闪石,因此,矿石中的全铁品位($w(\text{TFe})$)就成为影响铁矿石体重值的主要因素,其他方面的影响都没有矿石品位这个影响因子重要。

工作中,我们收集了鞍本地区“鞍山式”铁矿 13 个典型矿床小体重测量的 1 869 组品位-体重数据,数据资料来源为辽宁冶金地质勘查局保存的历年铁矿地质勘查成果报告;涉及的 13 个铁矿床包括北台、大孤山、东鞍山、弓长岭(老岭—八盘岭区)、弓长岭(二矿区)、胡家庙子、枣树沟—梨树沟、棉花堡子、庙儿沟(黄柏峪区)、齐大山、歪头山、西鞍山、眼前山—关门山等;铁矿石分为原生矿石和氧化矿石,参与统计的铁矿石品位 $w(\text{TFe})=9\%\sim 72\%$,其中以 $20\%\sim 40\%$ 为主。

2 一元回归方程的建立

2.1 一元线性回归分析

回归分析是研究变量之间相互关系的数据分析方法。人们通常将变量之间的关系分为完全确定的关系和非确定性的依存关系,而“鞍山式”铁矿石的体重与品位这两个变量之间既具有很紧密的数量关系,但不能由某一变量的值精确求出另一变量的值(即不是函数关系),因此二者属于非确定性关系(亦称统计相关关系)。

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

$$y = ax + b$$

式中, a 为斜率; b 为截距; a 和 b 均为回归系数; y 为待估的体重值/(t/m^3); x 为铁矿石品位 $w(\text{TFe})/\%$ 。

建立铁矿石体重与品位之间的线性方程,要利用品位(x)、体重(y)的历史统计数据,求出合理的回归系数(a 和 b)。通过对矿石品位与体重的回归分析,建立线性回归方程,可方便地通过品位数据预测铁矿石的体重值,这对于铁矿的资源/储量的精确计算具有重要意义^[2]。

2.2 相关系数、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。

(1)根据 1 869 组品位-体重数据绘制了鞍本地区“鞍山式”铁矿石的体重-品位散点图(图 1)。

(2)用 Stdev 函数计算矿石品位与体重值的标准方差。将 1 869 组品位-体重数据中方差绝对值大于 2 倍标准方差($2S$)的数据剔除。经过 25 次超差剔除,剩下 1 557 组品位-体重数据符合条件,参与一元线性方程的计算;经计算,获得的 2 倍标准方差($2S$)为 0.075 260 230 9。

(3)用 Correl 函数计算出 1 557 组品位-体重数据的相关系数。根据散点图(图 1)可以定性判断,鞍本地区铁矿石的品位与体重成显著的正相关线性关系,可以进行线性回归分析。经 1 557 组品位-体重数据计算,体重值与矿石品位的相关系数 $r=0.977\ 047\ 038$,二者为高度相关关系,符合一元

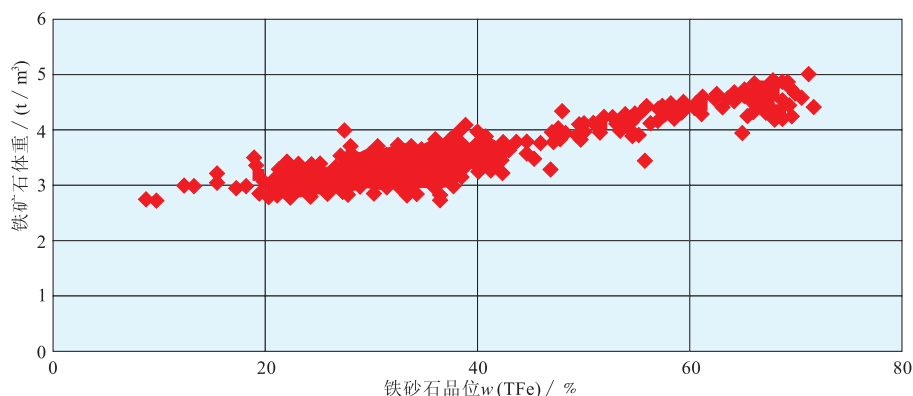


图 1 鞍本地区“鞍山式”铁矿石品位-体重散点图

Fig. 1 The dispersive points diagram of grade-volumetric weight of "Anshan type" iron ore samples in Anshan-Benxi area

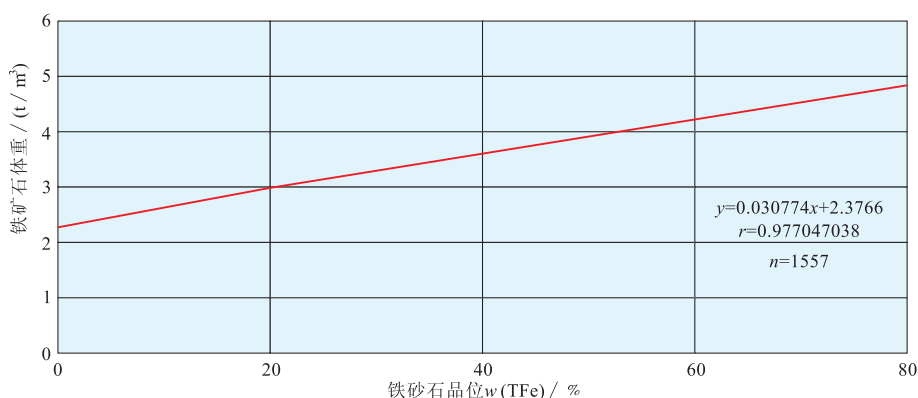


图2 鞍本地区“鞍山式”铁矿石品位—体重的一元回归方程

Fig. 2 Unitary regression equation of grade-volumetric weight of "Anshan type" iron ore

回归方程建立的条件。

(4)用 Linest 计算出 1 557 组品位—体重数据的一元回归方程的斜率 $a=0.030\ 774\ 255$ 。用 Intercept 计算出截距 $b=2.376\ 616\ 029$ 。

至此,建立了鞍本地区“鞍山式”铁矿石品位—体重的一元回归方程(图2):

$$y=0.030\ 774\ 255x+2.376\ 616\ 029$$

式中, y 为待估的体重值/(t/m^3); x 为铁矿石的品位 $w(\text{TFe})/\%$ 。

3 一元回归方程在新矿区中的试用

将建立起的一元回归方程在鞍山地区的一个新矿区试用,以检验回归方程的适用性。

近期勘探的鞍山市黑石砬子铁矿是一处大型铁矿床,矿床的工业矿石平均品位 $w(\text{TFe})=30.06\%$,矿石体重的实测值为 $3.31\ \text{t}/\text{m}^3$;矿床的低品位矿石平均品位 $w(\text{TFe})=22.46\%$,矿石体重的实测值为 $3.11\ \text{t}/\text{m}^3$ 。

将铁矿石平均品位值 $w(\text{TFe})$ 代入一元回归方程,获得了矿石体重的估计值,分别为 $3.30\ \text{t}/\text{m}^3$ 和 $3.07\ \text{t}/\text{m}^3$ 。体重估计值与实测值之间产生的残差值分别为 -0.01 和 -0.04 ,残差值非常小,说明新建立的一元回归方程可以用于预测黑石砬子铁矿石的体重值,同时也证明该方程在鞍本地区同类型铁矿石的体重值预测中是可行的。

在鞍本地区“鞍山式”铁矿床(点)及小型铁矿山储量计算的过程中,经常遇到体重实测样品少且不具有代表性的情况。今后,可以将铁矿石品位分析数据直接代入本文建立的一元回归方程中,就可以

快速地得到相应的体重估计值,在矿石全铁质量分数分析精度有保证的前提下,回归分析的方法可以节省许多人力、资金和时间。

4 结语

(1)经过筛选,选取了鞍本地区“鞍山式”铁矿石的 1 557 组品位—体重数据参与一元回归方程的拟合。经计算,获得了品位与体重的相关系数 $r=0.977\ 047\ 038$ 。应用 Excel 办公软件求取了一元回归方程的回归系数,斜率 $a=0.030\ 774\ 255$,截距 $b=2.376\ 616\ 029$,并建立了一元回归方程

$$y=0.030\ 774\ 255x+2.376\ 616\ 029$$

此方程经过在新矿区的试用,证实是可行、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。该方程的建立对于利用铁矿石品位预测矿石体重值具有快捷、准确的优点,尤其对快速评价铁矿床(点)、小型矿山和具体的矿体(矿块)资源评估时更具实用性。

参考文献:

- [1] 杨毅恒,韩燕,徐兵,等. 多维地学数据处理技术与方法[M]. 北京:科学出版社,2002:12-14.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 任丰寿. 用一元线性回归分析方法确定铬铁矿体重[J]. 西北地质,1980(1):80-85.

Unitary regression equation for forecasting grade-volumetric weight of Anshan type iron ore in Anshan-Benxi area

LIN He, LUO Yan-wen, LIU Hong-tao, LI Zhi-jiang

(*Institute of Geological Exploration, Liaoning provincial Bureau of
Metallurgical Geology Exploration, Anshan 114038, Liaoning, China*)

Abstract: Grade vs volumetric weight of Anshan type iron ore in Anshan-Benxi area is linear with correlation coefficient of 0.977 047 038. 1 557 sets of grade vs volumetric weight sample were picked up to establish unitary regression equation $y=0.030\ 774\ 255x+2.376\ 616\ 029$ and tests in the new mining areas proved that the unitary regression equation based on big specimen and wide range of the ore grade is more objective and representative.

Key Words: Anshan type iron ore; volumetric weight of iron ore; unitary regression equation; Anshan-Benxi area