

汝箕沟煤矿煤发热量的回归分析研究

刘晓国¹, 赵志根¹, 黄文辉²

(1. 安徽理工大学 地球与环境学院, 安徽 淮南 232001;

2. 中国地质大学(北京)能源学院, 北京 100083)

摘要:通过分析汝箕沟煤矿煤质得到了 84 组煤质分析数据, 包括 A_d , M_{ad} , V_{daf} , $Q_{gr,d}$, 并统一了各变量的基准; 根据回归分析的原理, 建立起煤的发热量与煤的工业分析参数之间的多元回归方程。通过 F-检验和相关系数检验, 说明回归方程是显著的, 有实用价值; 通过误差分析, 表明回归分析的效果较好。

关键词: 发热量; 多元回归分析; 无烟煤

中图分类号: TQ546.5

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2011)02-0051-03

汝箕沟矿区的无烟煤具有特低灰、特低硫、特低磷、高发热量等特点, 广泛应用于钢铁、化工、活性炭、碳素等行业。王羽玲^[1]从煤岩特征来研究汝箕沟无烟煤, 王晓鹏^[2]对汝箕沟煤田的含煤地层进行了讨论, 张虎权^[3]通过热液活动研究高变质无烟煤的形成, 赵志根^[4]通过汝箕沟矿区和石炭井矿区的煤样对比来研究 2 种煤质的差异。目前对汝箕沟矿区无烟煤发热量特征的研究还较少。

煤的发热量是煤质研究和煤质评价的一项主要指标^[5]。煤的发热量除直接测定外, 还可以用工业分析或元素分析的数据, 根据数理统计的原理, 进行回归分析的研究^[6-7]。笔者在前人研究的基础上, 采用回归分析的方法, 根据煤的工业分析数据来研究煤的发热量。

1 工业分析

汝箕沟煤矿共含煤 10 层, 主采煤层 6 层。其

中, 二₁煤的煤厚 2.24~12.99 m, 平均厚度 6.18 m, 平均有益厚度 5.74 m, 为稳定的特厚煤层; 二₂煤的煤厚为 3.15~16.60 m, 平均厚度 11.20 m, 平均有益厚度 9.97 m, 属稳定的厚煤层; 二₃煤的煤厚为 0.50~5.21 m, 平均厚度 2.08 m, 平均有益厚度 1.99 m, 煤层结构简单, 仅局部夹有矸石, 属稳定煤层。实验共获得 3 个煤层的 84 组原始数据。

在煤的工业分析中, 为了确切地反映煤的工艺技术特性, 各项指标都应按规定的基准来表示, 为确保回归分析的科学性, 应该统一各变量的基准。

变量统一的计算公式为:

$$A_{ad} = A_d \times (1000 - M_{ad}) / 1000$$

$$V_{ad} = V_{daf} \times (100 - M_{ad}) \times$$

$$(100 - A_d) / (100 \times 100);$$

$$Q_{gr,ad} = Q_{gr,d} \times (100 - M_{ad}) / 100$$

表 1 为采集煤的原始工业分析数据和统一各变量基准后的数据。

收稿日期: 2010-11-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(40772095, 40972106)

作者简介: 刘晓国(1985-)男, 江西萍乡人, 安徽理工大学地球与环境学院地质工程专业硕士研究生, 主要从事资源地质方面的研究工作。E-mail: xiaoguo@126.com

表 1 采集的工业分析数据及基准统一

样本序号	原始数据				基准统一			
	$M_{ad}/\%$	$A_{ad}/\%$	$V_{daf}/\%$	$Q_{gr,d}/$ (MJ $\cdot$ kg $^{-1}$)	$M_{ad}/\%$	$A_{ad}/\%$	$V_{ad}/\%$	$Q_{gr,ad}/$ (MJ $\cdot$ kg $^{-1}$)
1	0.57	6.02	7.65	33.63	0.57	5.99	7.15	33.44
2	0.53	8.46	9.34	32.34	0.53	8.42	8.50	32.17
...	...	...	...	...	...	...	...	...
83	0.90	3.98	4.93	34.85	0.90	3.94	4.69	34.54
84	0.79	2.83	4.16	35.44	0.79	2.81	4.01	35.16
最大值	1.73	12.13	12.18	35.44	1.73	12.07	10.71	35.21
最小值	0.21	2.10	4.16	30.17	0.21	2.09	4.01	29.88
平均值	0.74	6.83	7.60	33.06	0.74	6.78	7.01	32.82

2 煤发热量的回归分析

2.1 数学模型

研究中,发热量 ($Q_{gr,ad}$)是因变量,其余指标 (M_{ad} , A_{ad} , V_{ad})是自变量。选择三元线性方程为回归分析的数学模型^[8-9],即: $Q_{gr,ad} = b_0 + b_1 \times M_{ad} + b_2 \times A_{ad} + b_3 \times V_{ad}$

2.2 参数的最小二乘估计

根据最小二乘法原理^[8-9],根据 84组数据,对参数 b_0 , b_1 , b_2 , b_3 进行估计,可以得到 $b_0 = 37.815$, $b_1 = -0.7430$, $b_2 = -0.4228$, $b_3 = -0.2264$ 。则回归方程 $Q_{gr,ad} = 37.815 - 0.7430 \times M_{ad} - 0.4228 \times A_{ad} - 0.2264 \times V_{ad}$

2.3 回归方程的显著性检验

采用 2种检验方法,其中一种是 F检验法,见表 2。给定显著水平 $\alpha = 0.01$, $F = 357.4776 > F_{0.01(3,80)} = 4.04$ 。所以回归方程显著,有实际使用价

值。另一种方法是相关系数检验法,给定显著水平 $\alpha = 0.01$,回归方程的复相关系数 $R = (\sum_{i=1}^n / \sum_{i=1}^n)^{1/2} = 0.9647 > R_{0.01(84-2)} = 0.356$ 。表明回归方程是显著的,有实际意义。

表 2 方差分析表

方差来源	平方和	自由度	均方	F值	显著性
回归	129.2933	3	43.0978	357.4776	**
剩余	9.644861	80	0.12056		
总合	138.9382	83			

2.4 回归方程的误差分析

发热量的实际值与回归值的差是离差,离差有正有负,不便于比较和计算,故将其取绝对值。离差绝对值与发热量实际值的比值,称为相对离差。实验离差绝对值和相对离差特征见表 3。由表 3可知,平均绝对离差在 0.2 MJ左右,平均相对离差不到 1%,表明离差不大,回归分析效果较好。

表 3 回归方程的误差分析

特征	实际值 /MJ	回归值 /MJ	绝对离差 /MJ	相对离差 /%
最大	35.21	35.3555	1.6981	5.3012
最小	29.88	30.0677	0.0014	0.0040
平均	32.82	32.82	0.2165	0.6707

3 结 语

(1)煤发热量是煤质研究和评价工作的重要指标。笔者收集了汝箕沟煤矿 84组煤质资料,对该煤矿无烟煤的发热量特征进行了回归分析研究。通过 F-检验法和相关系数检验法的检验,表明回归方程是显著的,有实用价值;通过误差分析,表明回

归分析的效果较好。

(2)随着煤炭生产的进行,煤质分析数据的积累,应不断地跟踪测试煤炭的各项指标,经常修正回归方程,以反映煤质的当前状况,满足生产管理的需要。

(3)虽然通过回归分析建立的方程精度较高,具有很高的实用价值,但须指出,回归方程是经验

的相关式,一般只能在试验值的范围内使用。另外,某一具体的回归方程是针对某一性质的煤推导出来的,因此对于不同矿井或不同品种的煤是不能套用的。

(4)目前对煤炭进行回归分析的指标选择中,灰分、水分以及挥发分的应用较多,这必然会忽视其他指标对煤发热量的影响。建议在指标的选择上,能够尝试使用全硫、固定碳等一些其他的指标。

参考文献:

- [1] 王羽玲. 太西煤的煤岩特性研究[J]. 洁净煤技术, 2000 6(4): 43—46
- [2] 王晓鹏, 刘彦堂, 张忠富, 等. 对汝箕沟煤田含煤地层的讨论[J]. 中国煤田地质, 2005 17(5): 14—17.
- [3] 张虎权, 张景廉, 卫平生, 等. 汝箕沟煤矿的热液活动与煤炭成因[J]. 新疆石油地质, 2008 29(2): 155—158
- [4] 赵志根, 黄文辉, 李昶. 石嘴山双纪煤田煤中矿物特征对比研究[J]. 中国煤炭地质, 2010 22(2): 7—10
- [5] 白浚仁, 刘凤歧, 姚星一, 等. 煤质分析[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1990 358—479.
- [6] 徐勇, 郝建伟, 寇春霞, 等. 煤炭发热量回归方程的建立[J]. 煤质技术, 2005(6): 66—67.
- [7] 陈晓华, 邵金元. 利用 EXCEL 进行煤发热量的快速回归分析[J]. 煤炭工程, 2007(7): 80—82
- [8] 康永尚, 沈金松, 谌卓恒. 现代数学地质[M]. 北京: 石油工业出版社, 2005 46—60
- [9] 向东进, 李宏伟, 刘小雅. 实用多元统计分析[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2005 33—71.

Regression analysis of coal calorific value in Ru jigou coal mine

LIU Xiaoguo¹, ZHAO Zhigeng¹, HUANG Wenhui²

(1 School of Earth and Environment Anhui University of Science and Technology Huainan 232001, China)

(2 School of Energy Resources, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: Research 84 groups of coal quality analysis data including A_d , M_{ad} , V_{daf} and $Q_{gr,d}$, and make the basis standardization of those data. Based on the theory of regression analysis establish the multiple regression equation between coal calorific value and coal industry analysis parameters. The results show that regression analysis works well by the F test, R-test and error analysis.

Key words: calorific value; multiple regression analysis; anthracite

(上接第 45 页)

Research on Ni based catalysts for synthetic gas methanation

TAN Jing, WANG Naiji, XIAO Cuwei, ZHOU Jianming, LI Ting, SONG Chunyan

(Beijing Research Institute of Coal Chemistry, China Coal Research Institute, Beijing 100013, China)

Abstract: Introduce the present situation of synthetic gas and mechanism of the CO hydrogenation methanation and the performance of Ni based catalysts for methanation. Compare the advantage and disadvantage of different methanation reactors. Analyze the effect mechanism of two different carriers which are silica gel and alumina, and further analyze the influence of carrier and the preparation methods on catalyst properties.

Key words: synthetic gas (SNG); Ni based catalyst; carrier