

同水平煤层相对瓦斯涌出量的 回归分析模型

赵志根* (淮南矿业学院 232001)

摘要 利用数理统计学原理,建立了淮南谢二矿-450 m 水平不同煤层的相对瓦斯涌出量与煤层厚度、煤层结构破碎程度的回归分析模型,表明在同一地质单元同水平条件下,煤层厚度越大,结构越破碎,其相对瓦斯涌出量越大。

关键词 煤层 瓦斯涌出量 回归分析

中国图书资料分类法分类号 TD712.52

作者简介 赵志根 男 29岁 讲师 博士生 数学地质

1 引言

矿井瓦斯涌出量与地质及开采技术条件诸因素有着密切的联系。煤层厚度、煤层结构的破碎程度对瓦斯涌出量的影响,前人虽已作过研究并形成认

识^[1],即煤层越厚、结构越破碎,瓦斯涌出量越大。但因研究的煤层数量少,只能是定性分析,不能揭示它们之间内在的数量之间的联系。马克思曾说:“一种科学仅当成功地运用数学时,才算达到了完善的程度”。本文试图对前人工作中存在的这一薄弱环节作一研究。

* 现为中国地质大学博士研究生。

- 2 王绳祖等. 地质条件量化预测技术及处理系统. 煤科总院西安分院科研报告, 1995
- 3 赵存明等. 张小楼井田七煤未采区小断层定量预测. 煤田地质与勘探, 1995, 23(4): 31~33
- 4 王文德等. 槽波地震探测技术适用范围及数据微机处理系统. 煤科总院西安分院科研报告, 1994
- 5 赵宗沛等. 综采煤层综合探测技术. 煤科总院西安分院科研报

- 告, 1993
- 6 张爱敏等. 高分辨率三维地震勘探对巷道反射波的检测. 煤田地质与勘探, 1995, 23(5): 48~53
- 7 龙荣生. 煤矿中小构造预测的方法与途径. 矿井地质(试刊), 1987

(收稿日期 1996-12-31)

THE GEOLOGICAL GUARANTEE IN CONSTRUCTION OF HIGH-PRODUCING AND HIGH-EFFICIENT MINES

Wang Anmin

Abstract According to the stages in mine construction and production progress, as well as the scale and accuracy of geological abnormal bodies which are needed to ascertain in different stages, the geological guarantee system of high-producing and high-efficient mines is divided into four subsystem, namely, the subsystem of detailed exploration for panel design in mine construction; the subsystem of exploration in panel; the subsystem of detection in fullymechanized working face; and the subsystem of detection in advance and sides of drift excavation. The corresponding matching technology and method associations are presented in ofder to perform the detection tasks for various subsystems. It is necessary that the exploration before mining of fully-mechanized working face in high-producing and high-efficient mines should be standardized as the trade law and regulation.

Keywords underground mine; high-producing and high-efficient; geological exploration; mating; technique

2 基础数据的获取

2.1 确定研究对象

选择淮南矿区谢家集第二煤矿(简称淮南谢二矿)为工作地点。淮南矿区煤层层数多,含煤32~40层,含煤总厚42.78 m^[2],各煤层的厚度、结构破碎特征及瓦斯涌、突出特征等都存在很大差异,为本文提供了很好的研究对象。谢二矿位于淮南矿区的南部,有可采煤层13层,主采煤层11层,自上而下,主采煤层分别为C₁₃、B_{11b}、B₁₀、B_{9b}、B₈、B₇、B₆、B_{4b}、B_{4a}、A₃、A₁,总厚27.60 m。

本文以谢二矿11个主采煤层为例,利用数理统计学原理来建立煤层相对瓦斯涌出量与煤层厚度、结构破碎程度的回归分析模型。

2.2 煤层厚度的确定

本文采用该矿煤层的平均厚度来分析,见表1。

2.3 煤层结构破碎程度

在同一个地质单元中,选择避开煤层风化和受断层带影响的地点为观察点,以确保其代表性,且便于相互对比。对煤层逐层进行现场观测,按煤的破碎类型分层,并测量各分层的厚度。煤的破碎类型分为5类,即I、II类原生结构清楚或可辨认的正常煤;III、IV、V类原生结构受不同程度破碎的构造煤,分别对应于通常所称的破裂煤、碎粒煤、糜棱煤。

不同学者用不同方式来度量煤层结构的破碎程度,本文逐一加以分析。煤层中构造煤总厚占该煤层总厚的比称为软煤比(B_1),见公式(1);揉皱系数(B_2 或 B_3)是以各煤分层的破坏类型为基础,利用

$$B_1 = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{M}, \quad (1)$$

$$B_2 = \frac{0.5m_1 + (m_2 + m_3)}{M}, \quad (2)$$

$$B_3 = \frac{0.4m_1 + 0.7m_2 + 1.0m_3}{M}, \quad (3)$$

式中 B_1 —— 软煤比(无因次);

B_2, B_3 —— 揉皱系数(无因次);

m_1, m_2, m_3 —— 分别为III、IV、V类煤分层厚度, m;

M —— 某煤层总厚度, m。

经验公式(2)、(3)计算得到的、反映煤层结构破碎程度的定量指标。

根据所测得的各煤分层的厚度及以上公式进行计算,结果见表1。

2.4 煤层相对瓦斯涌出量

各煤层的相对瓦斯涌出量与埋藏深度、构造位置、煤厚、开采状况等因素都有密切的关系。本文选择同一地质单元同水平的煤层相对瓦斯涌出量,以减少非煤层厚度、非煤层结构因素对瓦斯涌出量的影响,增加取值的合理性和可对比性。从矿井以往生产过程中积累的瓦斯鉴定月报表中系统收集同水平(-450 m,已远离瓦斯风化带)的相对瓦斯涌出量,取各煤层各自的平均值,以增加取值的代表性(表1)。

3 回归分析的数学模型

3.1 建立回归方程

在以往的工作中,人们认识到煤层的 q 和 H, B 存在一定的相关关系,因而可以在 q 与 H, B 之间建立反映它们关系的回归方程。这里 H, B 为自变量, q 为因变量,以二元线性回归方程形式来建立。

已知 H, B, q 的基础数据(H_i, B_i, q_i), $i = 1, 2 \dots, n$ 。设所求的线性回归方程为:

$$\hat{q} = b_0 + b_1 H + b_2 B,$$

式中 b_0, b_1, b_2 —— 特定系数。

表1 谢二矿主采煤层回归分析参数表

煤层	C ₁₃	B _{11b}	B ₁₀	B _{9b}	B ₈	B ₇	B ₆	B _{4b}	B _{4a}	A ₃	A ₁
平均厚度 H/m	6.26	4.30	1.11	1.97	3.98	2.64	1.62	1.71	1.38	1.10	1.53
B_1	0.7383	0.6167	0.1250	0.5613	0.1409	0.0488	0	0.7008	0.7016	0	0
B_2	0.4383	0.4539	0.1250	0.5129	0.1409	0.0488	0	0.4921	0.5282	0	0
B_3	0.3627	0.3686	0.1250	0.5032	0.1268	0.0341	0	0.3654	0.4161	0	0
$q/m^3 \cdot t^{-1}$	18.26	18.44	2.80	7.78	8.65	3.24	3.17	8.53	6.91	3.88	2.80

注: q 为相对瓦斯涌出量。

根据最小二乘法原理,可以计算得出 b_0, b_1, b_2 。

3.2 回归方程显著性检验

求出的回归方程是否有实际意义,必须进行显著性检验。通常用 F 检验和相关系数检验这两种方法。

$$F = \frac{s_{\text{回}}/f_{\text{回}}}{s_{\text{剩}}/f_{\text{剩}}}, \quad R = \frac{s_{\text{回}}}{s_{\text{总}}}$$

式中 $s_{\text{总}} = \sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2$, $f_{\text{总}} = n - 1 = 10$;

$$s_{\text{回}} = \sum_{i=1}^n (\hat{q}_i - \bar{q})^2, \quad f_{\text{回}} = 2;$$

$$s_{\text{剩}} = \sum_{i=1}^n (q_i - \hat{q}_i)^2, \quad f_{\text{剩}} = n - 2 - 1 = 8;$$

用基础数据计算出 F 值和复相关系数 R 值。给定显著水平 α 查 $F(f_{\text{回}}, f_{\text{剩}})$ 表及 $R(n-2)$ 表, 比较 F, R 值与查表得到的 F_α, R_α 值的大小, 当 $F > F_\alpha$, $|R| > R_\alpha$ 说明 H, B 与 q 之间存在相关关系, 回归方程是显著的, 是有实际意义的。

3.3 计算结果

利用表 1 中的基础数据, 通过微机计算, 建立了 H, B 与 q 的二元线性回归方程, 见表 2。

4 分析

相关系数是反映自变量与因变量之间相关关系密切程度的, 其绝对值越近于 1, 相关关系越好, 反之越近于 0, 表明相关关系越差。从表 2 可以看出, 相关系数全为正值, 属正相关, 这说明煤层越厚、结构越破碎, 其相对瓦斯涌出量越大; 这与前人研究相一致。

给定显著水平 $\alpha = 0.01$, 查表得临界值 $F_{0.01}$

表 2 谢二矿主采煤层回归分析结果表

回归方程	F 值	R 值
$q = -0.7565 + 2.2790H + 8.2235B_1$	35.522	0.9480
$q = -1.2303 + 2.4675H + 10.9087B_2$	33.535	0.9452
$q = -1.1984 + 2.5023H + 12.4152B_3$	29.095	0.9376

(2.8) = 8.65, $R_{0.01}(9) = 0.800$, 在 $\alpha = 0.01$ 水平时, 各回归方程的 $F > F_{0.01}$, $R > R_{0.01}$, 所建方程均显著。这就是说, 有 99% 的把握认为 H, B 与 q 之间存在正相关关系。从表 2 可以看出, 所建方程中, 以 $q = -0.7565 + 2.2790H + 8.2235B_1$ 相关性最好, 这是本文中最优的回归方程。

5 结论

通过以上分析, 可以得出以下结论:

- a. 在同一地质单元同水平的条件下, 煤层厚度、煤层结构破碎程度是影响相对瓦斯涌出量的主要因素。
- b. 煤层越厚、结构越破碎, 其相对瓦斯涌出量越大。
- c. 所建立的回归方程 $q = -0.7565 + 2.2790H + 8.2235B_1$ 揭示了 H, B 与 q 之间存在的数量之间的联系, 弥补了以往研究的不足。

参考文献

- 1 焦作矿业学院瓦斯地质研究室. 瓦斯地质概论. 北京: 煤炭工业出版社, 1990: 82~114
- 2 赵志根, 陈资平. 淮南谢二煤矿的后生破碎与煤的显微组分关系研究. 焦作矿业学院学报, 1995; (2): 19~23
- 3 韩金炎. 数学地质. 煤炭工业出版社, 1987: 102~121

(收稿日期 1997-03-26)

REGRESSION ANALYSIS MODEL OF RELATIVE GAS EMISSION RATE OF COALBEDS WITH SAME LEVEL

Zhao Zhigen (Huinan Mining Institute)

Abstract Based on the theory of mathematical statistics, the regression analysis model between relative gas emission rate (q) and the thickness (H) and breakage degree (B) of coalbeds with same level of -450 m in Xiejiaji No. 2 coal mine, Huinan coalfield, is established. The work reveals that under the conditions of same geological background and with the same level, the thicker the thickness and the higher the breakage degree of coalbeds, the more the relative gas emission rate. It is believed that the regression analysis is a quantitative method to study gas geology.

Keywords coalbed; gas emission rate; regression analysis