

用钻进参数仪实时判层

滕子军 (山东煤田地质局 泰安 271000)

摘要 利用钻进参数仪采集的各岩石的钻速、钻压、转速 3 个参数数据进行回归分析, 计算各种岩石的视可钻性指数, 并在钻进中实时判层。

关键词 钻进参数仪 钻探参数 实时判层

中国图书资料分类法分类号 P634.9

作者简介 滕子军 男 33岁 工程师 钻探工程

1 引言

钻探过程中随时了解孔内岩石情况对指导钻探生产有着重大意义。目前钻机操作者仅凭经验判层, 这种方法常常造成误判。

我们利用钻进参数仪(简称钻参仪)采集数据, 发现这些数据之间的关系能反映岩石的抗破碎属性。若通过分析这些数据之间的关系, 找出反映岩石抗破碎属性的常数就可以在钻进中实时判层。

2 实时判层的思路及视可钻性指数的算法

每种岩石的单位体积破碎功是不同的。在标准条件下, 某种岩石单位体积的破碎功(无论是冲击、切削、磨削)是一定值, 它能反映岩石抗破碎的属性, 或者说破碎比功能反映岩石的物理特性(硬度、强度、胶结性等)。

设岩石的破碎总体积为 W , 则其能量平衡方程可写成:

$$WA = Et, \quad (1)$$

式中 A —— 破碎比功;

W —— 破岩体积;

E —— 破岩消耗功率;

t —— 破岩消耗时间。

因破岩消耗的功率与扭矩 M 和转速 N 成正比, 所以

$$E = K_1 MN;$$

又因扭矩与钻压 p 成正比, 即 $M = K_2 p$, 所以

$$E = K_1 K_2 p N, \quad (2)$$

式中 p —— 钻压;

$K_1 K_2$ —— 系数。

又因破碎总体积取决于钻头底面积 S 、钻速 v 及破岩时间 t , 所以

$$W = Svt. \quad (3)$$

将(2)、(3)式代入(1)式得:

$$SvtA = K_1 K_2 p N t,$$

即 $v = (K_1 K_2 p N) / (SA)$ 。

由于 K_1 、 K_2 、 S 、 A 都是常数, 令 $K = (K_1 K_2) / (SA)$, 由此可写成

$$v = KpN. \quad (4)$$

5 结束语

矿井测井技术, 在各国研究人员的努力下, 仪器研制、解释方法等方面取得了不少成果, 为煤矿生产、安全解决了许多实际问题, 但与地面测井相比, 无论是测井方法、解释理论和设备优化都存在较大差距, 还有许多工作需要做。

参考文献

- 1 缪奋. 跨世纪的煤矿勘探新技术. 煤田地质与勘探, 1995; 23(4)
- 2 郭爱煌. 矿井全方位钻孔测斜技术. 煤田地质与勘探, 1994; 22(4)
- 3 魏世新, 郭爱煌. 矿井防爆测井系统的研究及其应用. 煤炭科学技术, 1994

(收稿日期 1999-05-11)

UNDERGROUND MINES LOGGING TECHNIQUE AND APPLICATION

Guo Aihuang (Xi'an Jiaotong University, Microwave and Optical Communication Institute)

Zhang Fuping (Xi'an Branch, CCRI)

Abstract In the paper, the underground mines logging technique and development have been recommended. And the mine explosion-proofing logging system with the nothing cable logging technique and practicality application in underground mines have been discussed.

Keywords underground mines; nothing cable logging; application

可见钻速 v 与 pN 值呈线性关系, 即系数 K 越大, 岩石的破碎比功越小; 反之系数 K 越小, 岩石破碎比功越大。我们将系数 K 称为岩石的视可钻性指数。

对 v 和 pN 的关系进行形如 $y = b + Kx$ 的线性回归和显著性检验, 计算系数 K :

$$y^0 = (\bullet) / n;$$

$$x^0 = (\bullet pN) / n;$$

$$L_{xx} = (\bullet pN - x^0)^2;$$

$$L_{yy} = (\bullet v - y^0)^2;$$

$$L_{xy} = (\bullet pN - x^0)(v - y^0)^2;$$

$$K = L_{xy} / L_{xx},$$

$$b = y^0 - Kx^0.$$

相关性检验为:

$$u = K^2 L_{xx}, Q = L_{yy} - u, F = u / (Q / (n - 2)),$$

式中 n —— 数据组数。

查自由度为 $1, (n - 2)$ 的 F 分布表得临界值 F_α ($\alpha = 0.05$), 若 $F > F_\alpha$ 则直线回归是显著的。

3 利用钻参仪采集的数据计算岩石的视可钻性指数

钻参仪是以深度为依据记录参数的, 即每进尺 1 cm , 记录一组钻进参数的平均值。表 1 是滕县煤田(北部)5号井田 No. 4 孔的部分实钻数据。表中没有列出采集的所有参数, 也没有列出多组原始数据, 而只列出经过计算得到的几组钻速和 pN 值的平均值。通过对以上几段数据的回归分析得表 2 所列 4 个回归方程。

由表中可以看出:

a. 尽管使用不同的钻头, 同一岩性(如泥岩)的可钻性指数相近, 这也说明岩石的破碎比功与使用的破碎工具没有关系。

b. 不同的岩石, 它们的视可钻性指数相差较大。笔者编制了程序利用已经采集到的大量数据对几种岩石的视可钻性指数进行了计算, 其回归方程和 F 检验值如表 3。

c. 由 a、b 可见, 我们可以根据系数 K 的不同来判断孔内钻进的岩石。

d. 由于钻进中情况的复杂性, 即使钻进同一岩层, 可能计算的可钻性指数略有差别, 我们可以通过多个孔的计算对比把每种岩石的视可钻性指数限定在一个较小的范围内。

4 实现实时判层的方法

a. 将计算出的各岩石视可钻性指数的范围存

表 1 滕县煤田 5 号井田 4 号孔的部分实钻数据表

钻头	岩石名称	深度阶段/m	平均钻速, $v / \text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$	平均 pN 值 / $\text{MN} \cdot \text{r} \cdot \text{min}^{-1}$
天然 表 六 梯 水口	石灰岩	505.89—505.93	31	2.190 55
	泥岩	505.95—505.99	40	2.399 83
	泥岩	506.00—506.04	55.75	2.829 34
天然 表 六 梯 水口	泥岩	506.08—506.12	74.75	3.848 70
	泥岩	513.39—513.42	7.33	1.725 19
	泥岩	513.48—513.51	9.0	1.961 86
天然 表 六 梯 水眼 底喷	泥岩	513.51—513.53	10	2.067 88
	泥岩	513.53—513.57	11	2.247 76
	泥岩	483.49—483.51	22	2.269 76
天然 表 六 梯 水眼 底喷	泥岩	483.52—483.56	22.5	2.340 05
	泥岩	483.61—483.65	25	2.698 26
	泥岩	592.65—592.67	22	2.969 91
天然 表 六 梯 水眼 底喷	泥岩	592.67—592.70	21	2.956 25
	泥岩	592.70—592.72	20	2.833 11
	泥岩	592.72—592.74	19	2.539 04
天然 表 六 梯 水眼 底喷	泥岩	592.74—592.78	18	2.412 96

表 2 回归方程表

钻头	岩性	回归方程	F 检验临界值 (F_α)	计算的 F 值	显著性
天然表 六 梯 水口	石灰岩 (三)	$v = 25.42 + 2.55pN$	18.5	52.0	显著
天然表 六 梯 水眼 底喷	泥岩 泥岩 细砂岩	$v = 5.11 + 7.21pN$ $v = 6.11 + 7.0pN$ $v = 4.21 + 5.99pN$	18.5 161 10.1	174.46 6 459.4 11.13	显著 显著 显著

表 3 不同岩性的视可钻性指数的回归方程和 F 检验值表

岩性	厚度/m	数据组数	回归方程	检验临界值	计算的 F 值	显著性
石灰岩(三)	5.00	500	$v = 8.55 + 2.45pN$	3.86	88.97	显著
泥岩	1.00	100	$v = 1.43 + 7.12pN$	3.94	37.85	显著
中砂岩	0.78	78	$v = 22.12 + 6.54pN$	3.96	45.38	显著
细砂岩	0.48	48	$v = 5.31 + 6.08pN$	4.05	62.80	显著
粉砂岩	0.56	56	$v = 3.94 + 5.43pN$	4.02	34.61	显著
砾岩	5.00	500	$v = 7.89 + 1.664pN$	3.86	80.69	显著
煤 3	5.50	550	$v = 2.1 + 25.46pN$	3.85	19.60	显著
煤 12	2.00	200	$v = 3.21 + 27.5pN$	3.89	12.74	显著
煤 14	0.60	60	$v = 2.57 + 28.9pN$	4.00	15.83	显著
煤 16	0.98	98	$v = 3.82 + 29.2pN$	3.94	66.29	显著
煤 17	0.70	70	$v = 6.7 + 34.02pN$	3.98	20.50	显著

入微机。

b. 在钻进过程中利用钻参仪上配置的微机对采集的数据进行实时回归分析, 计算岩石的视可钻性指数, 然后与已有的视可钻性指数对比, 从而判断孔内的岩石, 并把岩石名称显示于屏幕上。

钻参仪的数据采样每 1 s 采样一次(取每 1 cm 中的参数平均值存入磁盘), 微机每 2 min 计算一次岩石的视可钻性指数, 以 2 min 内的 120 组数据来计算回归方程的系数 K 。若钻参仪的采样频率改为 4 次/ s , 则 30 s 即有 120 组数据, 这可使判层更及

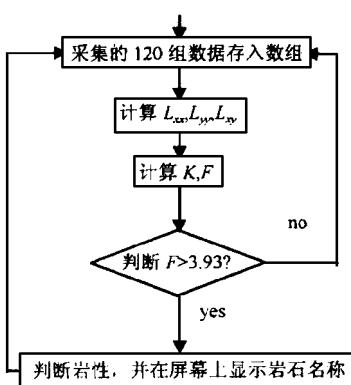


图 1 程序流程框图

时。而这样的采样频率对钻参仪来说很容易做到。该程序的流程框图如图 1 所示。

5 应用效果

1998 年 12 月我局研制的 ZCY-1 型钻参仪上增加了该功能, 经在滕县煤田 x-5 孔试验证明, 钻参仪的判层结果与岩心鉴定结果基本吻合, 只是深度稍有误差。表 4 是该孔某些典型岩层钻进中钻参仪的判层深度与岩心鉴定深度对比表。

6 结论

a. 钻参仪采集的大量数据对于人们了解孔内

REAL-TIME STRATUM-DECIDING USING THE DRILLING PARAMETER INSTRUMENT

Teng Zijun (Shandong Bureau of Coal and Geology)

Abstract Drilling parameter instrument can gather large amounts of data of drilling-speed, drilling-pressure, rotation-speed. We can calculate the apparent drilling-indexes of all kinds of rocks through regression analysis with the data, then real-time decide the stratum as drilling.

Keywords drilling parameter instrument; drilling parameters; real-time stratum-deciding

榆神矿区开发建设前期工作已全面展开 即将进入实质性开发

在近日结束的陕西省煤炭工作会议上, 省政府做出了重大决策:“收缩渭北中部, 稳定渭北两头, 煤炭战略中心向陕北转移, 并确定在陕北建设榆神矿区”。这表明榆神矿区实质性的开发工作, 即将揭开帷幕。

榆神矿区位于陕西省榆林地区境内。矿区可采煤层 13 层, 其中主要可采煤层 4 层, 主采煤层厚度平均 10 m, 最厚可达 12 m, 探明煤炭地质储量 301 亿吨。煤质为符合环保要求的优质动力和化工用煤。

国家一类大型地质研究项目《鄂尔多斯盆地聚煤规律及煤炭资源评价》研究成果表明, 榆神矿区是国内外罕见的拟建特大型现代矿区条件最优越的地区之一。

为使矿区水资源利用及解决好环境保护工作, 已经完成的国家重点科研项目《我国西部侏罗纪煤田(榆神府矿区)保水采煤及地质环境保护综合研究》已取得阶段性成果。

表 4 深度对比表

岩石名称	地质鉴定起深/m	钻参仪判层起深/m
砾岩	435.54	435.56
煤 3 上	600.00	599.97
石灰岩(三)	660.65	660.66
煤 12 上	720.50	720.51
泥岩	728.35	728.36

情况可起很大的作用, 若用于判层, 则可使判层工作量化, 这比经验判层更科学、更准确。

b. 该方法利用实钻数据计算反映岩石可钻性的视可钻性指数, 并以此来判层, 是可行的。

c. 通过这种方法实时准确判层可减少取芯段, 这样可以大量采用无芯钻进并大大提高钻月效率。

本文得到中国地质大学鄢泰宁教授的悉心指导, 在此表示衷心感谢。

参考文献

1 鄢泰宁, 顾家林. 微型计算机在勘探技术中的应用. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1985

(收稿日期 1999-05-24)

为榆神矿区开发建设而进行的矿井划分方案, 地面建设, 煤的转化与综合利用, 矿区建设投资与开发, 经济效益评价的《榆神矿区一期规划区总体规划》已通过中国国际工程咨询公司的评估。

近期将实施的“榆林能源重化工基地永久性水源地勘察设计”已由陕西煤田地质局报陕西省计委审查通过, 制约矿区开发的水源问题将得到解决。

专为榆神矿区煤炭外运修建的神(木)一延(安)铁路已经修建, 计划于 2000 年建成通车, 该线开通后, 煤炭可输送到华东、华南、西南和全国各地, 并进入国际市场。

矿区建设将分两步走, 一期建设规模为年产 5450 万吨煤炭, 远期规划为 1 亿吨。不久的将来, 一个特大型的现代化矿区将在陕北大地上崛起。

(陕西省煤田地质局 185 队 拓宝生)