

利用模糊综合评价法评价金刚石钻进效果

张 琰

(中国地质大学·武汉)

该文对评价金刚石钻进效果的优劣,提出了一种新方法——模糊综合评价法。此法解决了通常评价法在钻头、岩石、规程三条件均变情况下,不能客观地反映钻进效果好坏的难题。

关键词: 模糊综合评价法; 金刚石钻进; 效果



钻探技术

众所周知,金刚石钻进效果不但与金刚石钻头的质量及合理选用有关,而且还与所钻岩石性质及钻进规程参数和操作技术水平有关。因此,钻进效果是受多种因素影响控制的综合效应。那么,钻进效果的评价究竟应选择什么形式的评价指标?怎样才能正确评价钻进效果?这正是多年来钻探工作者反复探讨的问题。

对评价指标的探讨

关于评价指标的提法及用途不尽相同。有这样一些提法:金刚石钻头质量的评价;金刚石钻头使用效果合理性的评价或金刚石钻头技术经济指标合理性的评价;金刚石钻进效果的综合评价。现对这些提法作一分析。

金刚石钻头质量的评价:是指金刚石钻头本身质量的好坏。一个质量好的金刚石钻头,在正确使用情况下,应能获取较高的钻进速度,较低的钻头磨损。因此,其评价指标应包括钻速(V_m)和钻头磨损速率(V_b)〔或钻头寿命(L)〕两个单指标。一般不考虑钻头费用的多少。以往单因素指标的组

合形式有:

1. V_m/V_b ;
2. $V_m + 1/V_b$, 或 $V_m + \alpha/V_b$ 。

α 称为“权”,取值在0~1之间。表示磨损对综合指标贡献大小的相对程度。

V_m/V_b 这一形式,当 V_m 、 V_b 同时增大或减小时,会出现比值近似不变的情况,因此,不常用。在钻进条件相同的条件下,一般采用 $V_m + \alpha/V_b$ 为评价指标。

金刚石钻头使用效果合理性的评价:是对钻头选择、操作情况及钻头本身质量的综合评价。其技术经济指标是:正确使用钻头所获取的较高钻速、较低钻头磨损及钻进成本。因此,一般应选用单米成本作为评价指标。这里值得一提的是成本方程也可化为

$V_m + \frac{\alpha}{V_b}$ 的倒数。在特殊的情况下,如需尽

快完成钻探工作,则应提高钻速,此时 α 可根据实际要求取小值。

金刚石钻进效果的评价:钻进效果包括碎岩效果和钻进质量。碎岩效果是以最少的能量消耗、工具磨损,获取最大的体积破碎量。因此单因素评价指标常用:每转进尺(δ)、每米能量消耗(E)、钻速及钻头磨损速率。钻进质量是指岩心采取率(η)和

钻孔弯曲度〔用轴偏角(θ)表示〕,由此可以看出,钻进效果的评价指标无疑是由多个单因素指标决定的综合指标,只强调某个单因素指标都是不切实际的。对这种多因素的综合评价,通常有两种方法:

1. 总分法: 如

$$V = V_m + \frac{1}{V_b} + \frac{1}{E} + \eta + \frac{1}{\theta};$$

2. 加权平均法: 如

$$V = \beta_1 V_m + \beta_2 \frac{1}{V_b} + \beta_3 \frac{1}{E} + \beta_4 \eta + \beta_5 \frac{1}{\theta}.$$

β_i —称为“权”, $\sum_{i=1}^5 \beta_i = 1$ 。 β_i 表示第*i*个因素指标所占的权重。可根据实际情况主观规定。

利用加权平均法,在同种岩石、钻头选择合理的情况下,可以判断规程的优劣、操作水平的好坏。并可以通过统计、试验数据建立综合指标与规程之间的回归方程,从而达到选择最优规程与预测钻进效果的目的。在同种岩石、操作合理的情况下,还可判断钻头选择是否合理。由此可见:在钻头、岩石、规程不相同的情况下,根据这种评价指标就不能客观地反映钻进效果的好坏。而在实际工作中,通常这三个条件均在不断变化,为此采用这种常规的“打分”评价法就不能反映问题的实质。因此,笔者提出一种新的评价金刚石钻进效果法——模糊综合评价法。

模糊综合评价法

模糊评价主要用于对某类问题不能用一个简单的数字即“得分”来评价,只有好、比较好、中等、差等这样一些模糊的感觉。钻探工作中很多问题正是这样,没有一个明确的数量标准,只有一些模糊的印象感觉。因此,很适宜采用模糊综合评价法。如钻头

使用的优劣、厂家产品的评价、钻进效果的好坏、岩石可钻性划分及钻进规程的选择等都可采用模糊综合评价法。

模糊综合评价一般是通过计算机完成的,为了说明方便,这里只给出笔算步骤。笔者试图通过钻进效果的评价,把模糊综合评价法介绍给读者。具体步骤为:

1. 首先给出模糊评价集 V , 如:

$$V = \{\text{好, 比较好, 中等, 差}\}$$

2. 划出各单因素评价指标的区域, 如:

采用钻速(V_m)、钻头寿命(L)、岩石采取率(η)这三个单因素指标,并根据以往钻孔资料把每个单因素指标按好、比较好、中等、差划分为4个等级(表1)。

表 1

指 标	好	比较好	中等	差
$V_m, \text{m/h}$	3以上	1.5~3	0.5~1.4	0~0.4
L, m	70以上	50~70	20~49	0~19
$\eta, \%$	95以上	85~95	60~84	0~59

3. 制定各单因素评价指标的权重, 如:

表 2

	V_m	L	η
权 重	0.5	0.3	0.1

若将各评价因素的权重记为模糊集 $\underline{A}$, 则有:

$$\underline{A} = (0.5, 0.3, 0.1).$$

需要指出:评价集 V 和模糊集 $\underline{A}$ 以及单因素评价指标区域的划分,都要根据具体钻进条件和要求确定,并对不同的岩层划分不同的指标区域。

4. 建立单因素评价矩阵 $\underline{R}$: 是进行样品的各项单因素评价,即求出各单因素对4个区域的隶属度。这里采用统计法,由单因

表 3

样 品	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V_m	2.4	1.5	0.9	1.5	1.6	1.6	2.1	0.7	1.3	1.9
L	63.5	11.6	7.0	44.3	46.4	30.6	66.8	3.8	24.9	189.8
η	80	90	70	75	80	65	50	75	70	80

素在各区域上的比例构成钻进效果的单因素评价矩阵 $\tilde{R}$ 。笔者曾在某机台收集了10组数据(表3)。

由这10组数据可得到单因素对各区域的隶属度为(表4):

表 4

指 标	好	比较好	中 等	差
V_m	0	0.7	0.3	0
L	0.1	0.2	0.4	0.3
η	0	0.1	0.8	0.1

于是有模糊评价矩阵。

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 0.1 & 0.2 & 0.4 & 0.3 \\ 0 & 0.1 & 0.8 & 0.1 \end{bmatrix}$$

5. 求出模糊综合评价结果 $\tilde{B}$: 将模糊集 $\tilde{A}$ 与单因素评价矩阵 $\tilde{R}$ 进行模糊变换, 就得到模糊综合评价结果 $\tilde{B}$ 。即:

$$\tilde{B} = \tilde{A} \cdot \tilde{R}$$

说明: $\tilde{B} = \tilde{A} \cdot \tilde{R}$ 称为模糊变换。模糊变换与 $B = A \cdot R$ 的线性变换不同, 它是采用“取大取小”运算法则进行的, 即把线性变换中的乘法换成取小运算, 把加法换成取大运算。如:

$$\tilde{B} = (0.5, 0.3, 0.1)$$

Estimation of Diamond Drilling Results by

Fuzzy Comprehensive Evaluation Method

Zhang Yan

A new method, the fuzzy comprehensive evaluation method, has been developed for ascertain whether the diamond drilling results are qualified or not. Under a simultaneous varying condition of drill bit, rock formation and operating procedure, the long-standing unsolved difficult problem for objectively evaluating the drilling results, was solved by the method suggested.

$$\begin{bmatrix} 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 0.1 & 0.2 & 0.4 & 0.3 \\ 0 & 0.1 & 0.8 & 0.1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} &= [(0.5 \wedge 0) \vee (0.3 \wedge 0.1) \\ &\quad \vee (0.1 \wedge 0), (0.5 \wedge 0.7) \\ &\quad \vee (0.3 \wedge 0.2) \vee (0.1 \wedge 0.1), \\ &\quad , (0.5 \wedge 0.3) \vee (0.3 \wedge 0.4) \\ &\quad \vee (0.1 \wedge 0.8), (0.5 \wedge 0) \\ &\quad \vee (0.3 \wedge 0.3) \vee (0.1 \wedge 0.1)] \\ &= (0 \vee 0.1 \vee 0, 0.5 \vee 0.2 \vee 0.1, \\ &\quad 0.3 \vee 0.3 \vee 0.2, 0 \vee 0.3 \\ &\quad \vee 0.1) = (0.1, 0.5, 0.3, 0.3) \end{aligned}$$

对评价结果进行归一化处理:

$$\because 0.1 + 0.5 + 0.3 + 0.3 = 1.2$$

$\therefore$ 模糊综合评价结果为:

$$\left(\frac{0.1}{1.2}, \frac{0.5}{1.2}, \frac{0.3}{1.2}, \frac{0.3}{1.2} \right)$$

$$= (0.08, 0.42, 0.25, 0.25)。$$

这一评价结果表明: 当时该机台的钻进效果为8%时好, 为42%时比较好, 为25%时中等, 为25%时差。

需要指出: 如果将两个机台的钻进效果进行对比, 那么所钻岩层应大致相同, 或根据不同岩层划分不同单因素评价指标区域。

笔者认为: 模糊综合评价法较一般的评价法更能全面反映钻进效果的优劣, 其应用范围更广更灵活, 应进一步发展。