

8 48-50

前混合磨料射流切割的灰关联分析

The Grey Related Degree Analysis of the Cutting
for the Premixed Abrasive Water Jet

杨清文
Yang Qingwen

廖振方[✓]
Liao Zhengfang

秦文学
Qin Wenxue

(重庆大学资源及环境工程学院, 重庆, 630044; 第一作者 29岁, 男, 博士生)

~~TD231.6~~

0358

TD231.6

A

摘要 运用灰色理论和方法, 通过对前混合磨料射流切割试验的分析, 获得了压力、靶距、磨料浓度、横移速度影响切割的主次关系。

关键词 射流; 切割; 比能; 灰色关联分析

中国图书资料分类法分类号 TD231.61; TD231.62

磨料, 水射流技术

ABSTRACT The cutting property is studied with the grey theory and method for the pre-mixed abrasive water jet. The relationship between the primary and secondary is obtained about the cutting specific energy influenced by pressure, the standoff distance, the abrasive concentration and transverse velocity. The guidance is provided for further research and practical application.

KEYWORDS jet; cutting; specific energy; grey related degree analysis

0 引言

水射流技术作为一门新兴的技术, 其发展十分迅速。现已从单一纯水射流发展到多种型式的新型射流, 如: 空化射流, 脉冲射流, 磨料射流等。关于这些射流, 国内外研究都十分活跃, 理论也逐渐成熟, 应用方兴未艾。但在实际应用中, 还有许多因素制约其发展。如前混合磨料射流切割, 它是八十年代后期发展起来的一种新型切割技术, 与纯水射流切割相比, 在同等条件下, 具有压力等级低, 切割效率高等优点。但在试验中, 发现许多因素影响射流切割的切割比能耗。因此, 找出各因素之间主次关系, 合理地选择其参数, 对降低切割比能耗, 是十分重要的。

1 灰色系统理论和方法

1.1 多因素间的相关分析

科学试验研究中, 经常涉及到多变量的相关分析, 通过试验和理论分析, 以寻求系统中各因素间的主次关系, 找出其影响目标值的重要程度, 从而明确进一步研究方向。

基于数理统计中传统的相关分析法,需要足够的数据量,要求进行大量的试验,数据具有典型分布,试验和计算工作量大,采用正交表安排试验方案,虽然大大减少了试验次数,但正交试验的工作量仍然较大。

灰色系统理论是我国学者邓聚龙教授于1982年在国际上首次提出的。部分信息已知、部分信息未知的系统称为灰色系统。一个运行的设备实际是一个复杂的系统(即灰色系统),这个系统的部分信息可以知道,而有的信息知之不准或不可能知道。灰色理论认为,尽管客观系统表象复杂,数据离乱,信息不完全,但它必然潜藏着某种内在规律,系统中各因素间总是存在着相互关系。为此,灰色系统理论提出了一种新的分析方法,它根据因素之间的发展趋势的相似或相异程度,来分析和确定因素间的关联程度大小,这种方法称为灰关联度分析。它对样本量的多少没有过分要求,也不需要样本满足特殊的分布规律,计算量小。

1.2 灰关联度分析方法

灰关联分析的基本任务是基于因素序列的微观或宏观几何接近程度来衡量因素间关联度或子因素对母因素(目标值)的贡献程度。

设母因素数据列 $\{X_0(k)\}$

子因素数据列 $\{X_i(k)\}$

$$i = 1, 2, \dots, M; k = 1, 2, \dots, N$$

则,第*i*个子因素在*k*时刻与母因素的关联系数:

$$\eta_{oi}(k) = \frac{\Delta_{\min} + \rho \Delta_{\max}}{\Delta_{oi}(k) + \rho \Delta_{\max}} \quad (1)$$

式中 $\Delta_{oi}(k)$ ——*k*时刻两数据列的绝对差;

$$\Delta_{oi}(k) = |X_0(k) - X_i(k)|$$

$\Delta_{\min}, \Delta_{\max}$ ——整个过程各时刻的绝对差中的最小值与最大值;

$$\Delta_{\min} = \min_i \min_k |X_0(i) - X_i(k)|$$

$$\Delta_{\max} = \max_i \max_k |X_0(i) - X_i(k)|$$

ρ ——分辨系数, ρ 是在(0,1)中取定的实数,通常 ρ 取0.5。

对数据列的不同值,均可由式(1)计算出相应的关联系数 $\eta_{oi}(k)$ 的值。显然这样的信息过于分散,也不便于比较,可以用关联度 r_{oi} 来比较各个子因素对母因素的关联程度。

$$r_{oi} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \eta_{oi}(k) \quad (2)$$

r_{oi} 值越大,两因素间的关联性越强。

2 前混合磨料射流切割的灰关联分析

前混合磨料射流切割的比能耗*e*与压力*p*、磨料的质量分数*w*、靶距*L*、横移速度*u*等因素有关,我们通过建立前混合磨料射流的试验系统,进行诸因素切割钢板的试验。由于整个系

统是一个很复杂的系统,其中许多信息往往是不明确的(如磨料颗粒大小,发热程度等),因而将该研究系统视为一个灰色系统,运用灰关联分析方法可以找出影响切割比能耗的主要因素和次要因素。试验数据如表1。

表1 前混合磨料射流切割比能耗的数据

试验序号	子因素				母因素
	p/MPa	L/mm	$w/\%$	$u/\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$	$10^{-4}e/\text{J} \cdot \text{cm}^{-1}$
1	30	8.0	47.5	75	17.4661
2	20	8.0	36.7	75	16.6856
3	30	8.0	36.7	100	11.5852
4	30	12.5	36.7	75	11.2926

运用灰关联分析方法,计算四个子因素对母因素关联度如表2。关联度大小顺序(关联序)也列入表中。

表2 四个子因素对切割比能耗的关联度

子因素名称	p	L	w	u
关联度	0.796	0.908	0.652	0.410
关联序	2	1	3	4

通过灰关联分析,可以看出,影响切割比能耗的主要因素为靶距,其次为压力,再其次为磨料浓度,最后为横移速度,实验与理论分析一致^[1]。

3 结 论

1) 靶距是影响前混合磨料射流切割比能耗最主要因素,特别对淹没射流,更为显著,因此,在实际应用中要首先选择合适的靶距。

2) 灰关联分析方法为寻求多因素间主次关系提供了一种简单可行的分析方法,是一种值得推广的相关分析方法。

参 考 文 献

- 1 Benli Liu. The Recent PREMAJEF Advance In Cutting & Derusting Technology. in Proc. 11th symp. Jet. 1992, 451~461
- 2 刘本立. 前混合磨料射流切割金属板的试验. 高压水射流, 1988, (3), 8~10
- 3 邓聚龙. 灰色系统理论教程. 武汉:华中理工大学出版社, 1990
- 4 易德生, 郭萍. 灰色理论与方法. 北京:石油工业出版社, 1992
- 5 崔漠慎, 孙家骏. 水射流技术. 北京:煤炭工业出版社, 1993, 25~40