

# 不确定度评定在水泥胶砂抗压强度的运用

方伟 罗文起

中国水利水电第七工程局有限公司第五分局

DOI:10.32629/hwr.v3i12.2541

**[摘要]** 检测的目的是为了确定被检测的量,检测结果的可用性很大程度上取决于其不确定度的大小。不确定度是与检测结果相联系的参数,是通过对检测过程的分析和评定而得出的检测结果在某一量值的范围,用以表征合理地赋予被测星之值的分散性。不确定度是检测技术的重要内容,是判定检测结果可信度的依据,是评定检测水平的指标,是保证检测质量的重要因素。本文采用工地现场使用的P·O42.5水泥28天龄期抗压强度为对象,通过加强对不确定度的分析和认识,能够有效的提高检测数据的准确性。

**[关键词]** 不确定度; 强度; 运用

## 引言

《检验检测机构资质认定评审准则》第4.5.15条款规定,检验检测机构应根据需要建立和保持应用评定测量不确定度的程序。其释义指出,检验检测机构申请资质认定的检验检测项目中,相关检验检测方法有测量不确定度的要求时,检验检测机构应建立和保持应用评定测量不确定度的程序,作为评审时检验检测结果的必需应有的程序,检验检测机构应给出相应检验检测能力的评定测量不确定度案例。若检验检测机构申请资质认定的检验检测项目中无测量不确定度的要求时,检验检测机构可不制定该程序。鼓励检验检测机构在测试出现临界值、进行内部质量控制或客户有要求时,采用测最不确定度方法。可见测量不确定度评定在解决当报告值与合格临界值接近时的判定问题,满足客户需要,符合检测方法等方面具有重要作用。

GB/T 17671-1999《水泥胶砂强度检验方法》规定,水泥强度采用“水泥胶砂强度检验法(ISO)”,将水泥、标准砂和水按国际规定的比例和规定的方法搅拌,成型40mm×40mm×160mm的试件,将水泥试件放置恒温水养护箱(20±1℃)中,养护到28d龄期后进行抗折、抗压强度试验。

本文采用P·O42.5水泥,使用CDT1305-2微机控制电子压力试验机进行抗压强度试验,按照不确定度评定程序,对水泥28d龄期抗压强度进行不确定度评定。

## 1 数学模型

$$R_C = \frac{F_C}{A} \quad (1)$$

式中:  $R_C$  为水泥试件抗压强度,单位MPa。

为水泥试件破坏时的最大荷载,单位kN。

为受压部分接触面积,单位为mm<sup>2</sup>。

## 2 水泥胶砂抗压强度不确定度的来源与分析

抗压强度检测结果重复性引入的相对不确定度分量  $u_{rel}(rep)$ ,在此试验中重复性包含:从水泥取样、样品制备、ISO标准砂、加水量、胶砂搅拌机、振实台、三联试模、刮模、试验室环境条件及养护温度、抗压夹具等诸因素的影响引入的不确定度。最大荷载引入的相对不确定度分量

$u_{rel}(F_C)$ ,数据修约引入的相对不确定度分量  $u_{rel}(off)$ ,由于各不确定度分量之间无相关关系,所有水泥胶砂抗压强度的相对合成相对不确定度为:

$$u_{rel}(R_m) = \sqrt{u_{rel}^2(rep) + u_{rel}^2(F_C) + u_{rel}^2(off)} \quad (2)$$

## 3 不确定度分量确定

### 3.1 检测结果的重复性引入的不确定度分量 $u_{rel}(rep)$

从现场随机抽取20个不同批次的P·O42.5水泥,每个样品成型1组试件,标准养护28d后进行抗压强度试验,试验结果见表1。重复性试验结果采用A类方法评定,标准不确定度为:

表1 重复性试验测量结果

强度编号	抗压强度 (MPa)						平均值	总平均
	n1	n2	n3	n1	n1	n1		
m1	50.2	50.6	50.4	50.8	51.1	51.3	50.7	51.4
m2	50.5	50.8	50.3	50.1	50.7	50.4	50.5	
m3	50.9	50.7	50.5	50.4	50.1	49.8	50.4	
m4	49.9	51.0	52.5	51.7	51.6	50.6	51.2	
m5	52.1	52.5	51.3	51.6	51.5	51.1	51.7	
m6	51.0	50.8	51.4	51.6	51.2	51.8	51.3	
m7	52.1	52.4	52.0	51.8	52.2	52.4	52.2	
m8	51.5	51.3	52.5	52.3	51.7	51.5	51.8	
m9	51.0	51.5	52.0	51.6	52.8	52.5	51.9	
m10	51.3	51.5	51.7	51.9	52.2	52.1	51.8	
m11	51.3	51.7	52.0	51.5	52.0	52.4	51.8	
m12	51.5	52.0	51.7	51.5	51.3	51.7	51.6	
m13	50.6	49.7	50.6	53.2	50.7	50.4	50.9	
m14	50.5	47.7	51.1	51.3	51.9	52.0	50.8	
m15	52.4	52.0	51.9	51.5	51.1	51.7	51.7	
m16	51.1	50.8	51.9	52.2	51.7	51.5	51.5	
m17	51.8	51.6	52.0	52.4	51.5	51.7	51.8	
m18	50.8	51.8	51.0	51.2	52.7	52.3	51.6	
m19	51.5	52.6	52.1	52.3	51.3	51.5	51.9	
m20	51.0	51.2	51.5	51.7	51.9	52.2	51.5	

合成样本标准差为:

$$S_P = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{20} \sum_{j=1}^6 (R_{ij} - \bar{R})^2}{m(n-1)}} = 0.50\text{MPa} \quad (3)$$

一组是以6块测量结果的平均值作为测量结果,抗压强度标准不确定度为:

$$u_{rel}(rep) = \frac{S_p}{\sqrt{6}} = 0.204 \text{MPa} \quad (4)$$

20组水泥胶砂抗压强度平均值为51.4MPa,相对不确定度为:

$$u_{rel}(rep) = 0.204/51.2 = 0.398\% \quad (5)$$

3.2试验机最大荷载引入的不确定度分量 $u_{rel}(F_C)$

CDT1305-2微机控制电子压力试验机最大荷载为300kN,检定证书为1.0级,示值误差为±1%,并具有按2400N/s±200N/s速率的加荷能力,能够满足GB/T 17671-1999标准要求。根据JJF 1059.1-2012标准要求,示值精度按均匀分布考虑,故除以 $\sqrt{3}$ ,最大荷载引起的不确定度为:

$$u_{rel}(F_C) = \frac{1\%}{\sqrt{3}} = 0.577\% \quad (6)$$

3.3数据修约引入的测量不确定度分量 $u_{rel}(off)$

由GB/T 17671-1999《水泥胶砂强度检验方法》可知,抗压强度结果精确至0.1MPa,根据JJF 1059.1-2012规定,数字修约引起的测量不确定度为:

$$u(off) = 0.29 \times 0.1 = 0.029 \text{MPa} \quad (7)$$

则相对标准不确定度为:

$$u_{rel}(off) = 0.029/51.4 = 0.056\% \quad (8)$$

#### 4 不确定度列表

表2 不确定度列表

序号	不确定来源	相对不确定度
1	检测结果重复性	0.398%
2	最大荷载	0.577%
3	数值修约	0.057%

#### 5 合成不确定度

由于上述各测量不确定度分量之间无相关关系,所有水泥抗压强度的相对合成标准不确定度为

$$u_{crel}(RC) = \sqrt{u_{rel}^2(rep) + u_{rel}^2(F_C) + u_{rel}^2(off)} = 0.703\% \quad (9)$$

#### 6 扩展不确定度

选择包含因子 $k=2$ (正态分布,置信区间 $P=95.45\%$ ),则水泥抗压强度测量不确定度为:

$$U_{rel}(R_c) = k \times u_{crel}(R_c) = 2 \times 0.703\% = 1.406\% \quad (10)$$

#### 7 不确定度结果

试验所有的P·042.5水泥28d抗压强度检测结果相对扩展不确定度为: $U_{rel}(RC) = 1.406\%$ ,它由相对标准不确定度0.703%和包含因子 $k=2$ 乘积得到的。

#### 8 结论

在日常的水泥强度检测中,利用上述不确定度评定方法对水泥28d抗压强度检测结果的不确定度进行快速评定,不仅可以找出检测结果的影响因素和影响程度,从而保证检测质量,而且对检测结果的正确判定减少工作中质量事故的发生具有十分重要的指导意义。

#### [参考文献]

- [1]尹斌,李阳,老挝南坎2水电站砂石加工系统的设计与研究[J]四川水利发电,2019(4):59-62+75.
- [2]郑践,水电工程砂石骨料生产质量控制浅析[J]工程建设与设计,2018(21):274-275+278.
- [3]贾文志,尼日利亚碎石桩处理软土地基的设计[J]工程建设与设计,2018(11):73-76.

#### 作者简介:

方伟(1982--),男,湖北宜昌人,汉族,大专,工程师,长期从事水利水电工程施工管理工作。