

# 水利工程质量检测中测量不确定度的影响研究

王科明\* 周鑫鹏

青岛市水利勘测设计研究院有限公司 山东 青岛 266000

**摘要:**以单个量值的形式反映测量结果为工程质量检测最为常见的方法,同时大部分检测规范未对测量不确定度给出明确的要求。然而,完整的测量结果应给出表示其误差的不确定度和被检测的最佳估计值,且需要采用不确定度反映实验室间的比对结果、测量设备的内部校准及其校准结果的评价。文章分析说明了水利工程无纺土工布拉伸拉伸强度测量结果和静载荷测试仪校准结果评价中不确定度的应用,以期为提升水利工程质量检测能力和服务水平提供科学指导

**关键词:**水利工程;检验检测;不确定度;校准分析

**DOI:** <https://doi.org/10.37155/2717-5251-0401-42>

## 引言

水利工程检验检测市场准入限制的放宽以及“放管服”改革工作的不断深入,使得检测机构数量越来越多。质量检测机构自身的整体水平和实力可依据是否具备测量不确定度评定能力来反映,这也是提升其市场竞争力的重要手段。另外,企业资质认定能力评价相关要求明确提出,应结合实际情况设立和保持不确定度评定流程,因此检测单位在制度上被要求掌握相应的评定方法。目前,大多数测量过程均认为可不考虑水利工程质量测量不确定度,而采用量值直接反映测量结果,水利工程质量检测中不确定测量方法的应用还不够广泛。在面对客户要求、内部质量控制或存在临界值的条件下,水利工程检测机构有能力给出相应的评定报告,这对于提升水利行业服务水平和解决实际工程问题极其重要。

## 1 测量不确定度

在不确定度评定过程中,通常采用一个不确定度和单个测得的量值反映检测结果。为准确反映测量值的分散特征有必要引入不确定度,它体现了量值落入半宽度区间的概率范围,属于数轴上的一个区间。误差与不确定度存在较大的差异,前者为一个点,后者从概率范围的角度衡量测量量值的不确定程度。因此,引入不确定度会在应用上更具可传递性、统一性和普遍适用性,更加严谨地完成测量工作。不确定度可以被应用于水利工程质量检测的多个方面,如不同实验室之间的检测能力验证与对比试验结果评定,仪器设备内部校准值量值溯源与校准结果判断、检测项目测量结果描述等。在水利工程质量检测中推进建立不确定度的应用程序,对于完善工程质量服务体系和提升检测行业技术水平等具有重要意义<sup>[1]</sup>。

## 2 水利工程质量检测中测量不确定度的影响

### 2.1 检测设备内部校准中不确定度评定

水利工程质量检测五个类别对应的检测设备数量和类型较多,其中甲级资质的相关参数有235个。针对部分无法送校或送检的测量设备需要进行量值溯源,即采用内部校准的方式对该部分设备进行溯源,这属于一种较为常用的校准形式。根据相关技术文件和规范标准的规定,由实验室按照参考标准校准测量设备。对测量设备示值能否达到测量精度要求的准确判断为内部校准的主要目的,所以实验室提供设备的不确定度和示值误差为按照校准结果确认程序的重要基础。参考JJF1059.1—2012中的相关标准测量设备的不确定度,该规范适用于多种检测设备。在规定测量条件的情况下主要采用两种评定方法,其一是对A类量值利用统计分析法评定其不确定度,其二是对量值的A类测量不确定度利用统计分析法进行评定,其二是对量值的B类不确定度结合相关经验或信息给予合理评定,在内部校准的不确定

\* 通讯作者:王科明,1988.12月出生,汉族,男,山东潍坊,青岛市水利勘测设计研究院有限公司,助理工程师,本科,研究方向:水利水电工程管理。

度评定中以上两种方法均适用于水利工程量测设备<sup>[2]</sup>。

## 2.2 在设备校准评定方面

对于测量设备而言,其校准及检定都需要落实结果认定工作,其中,校准证书会明确被校设备的测量不确定度以及误差,而检定证书则会给出相应的评定结论。对于经过校准的设备,其是否能够满足相关工作的需要,还需要检验检测机构结合校准证书中给出的不确定度进行科学的判断。第一,在测量设备中 $|MPE|$ 代表允许范围内的最大误差参数,其主要是以生产厂家标记的技术参数、设备最小分度值以及测量标准要求作为来源的,在进行标准结果评定时,需要借助校准示值误差 $|\Delta|$ 与最大允许误差进行对比来实现。第二,具体的评定条件有两个。一是对应示值误差的测量不确定度 $U$ ,如果被评定设备允许范围内的最大误差值比小于等于 $1/3$ ,换言之,就是在 $U \leq |MPE|$ , $|\Delta| \leq |MPE|$ 时,代表合格;反之,若 $|\Delta| > |MPE|$ ,则代表不合格。二是对应示值误差的测量不确定度 $U$ 和被评定设备允许范围内的最大误差值比在 $1/3$ 以上,也就是 $U > |MPE|$ ,那么,如果 $|\Delta| \leq |MPE| - U$ ,即可视为合格;反之,若 $|\Delta| > |MPE| - U$ ,则视为不合格。

## 2.3 扩展不确定度评定错误

在进行扩展不确定度评定之前,需要对被测量 $Y$ 的分布进行判定,确定分布后,再根据得到的分布计算对应置信概率下的 $k$ 值,最后将 $k$ 值与合成标准不确定度相乘,得到扩展不确定度 $U$ 。目前很多测量不确定度评定报告中,省略了判定被测量 $Y$ 的分布这一步骤,致使包含因子的取值不合理,进而导致扩展不确定度的评定有误。最常见的错误形式主要有以下两种:(1)未对被测量 $Y$ 的分布进行判断便直接将 $k$ 值定为2省略了判定被测量 $Y$ 的分布这一步骤,直接将包含因子 $k$ 定为2。理论上来说,直接将 $k$ 值定为2,只能在确实无法确定 $Y$ 的分布的情况下不得已而为之,且应在不确定度评定报告中进行说明。(2)未判定 $Y$ 的分布为正态分布便计算自由度省略了判定被测量 $Y$ 的分布这一步骤,在进行不确定度分量的评定时,便开始计算自由度,并在合成标准不确定度时计算有效自由度。请注意,只有在判定被测量 $Y$ 的分布为接近正态分布时,才需要分别确定各不确定度分量的自由度,并在合成标准不确定度时计算有效自由度<sup>[3]</sup>。

## 2.4 检测结果中测量不确定度评定

当前,大多数工程质量检测规范并未明确给出测量不确定度的具体要求,但测量结果不确定度评定方法应作为检测机构资质能力评定的重要参数,应结合实际情况给出相应的方法。为详细说明水利工程质量检查中测量不确定度评定方法的应用,以工程实践中较为常见的无纺土工布抗拉强度检查为研究对象,评定过程如下:1)土工布的抗拉强度数学模型按照土工合成材料测试规程为 $y = F/B$ ,其中 $B$ 、 $F$ 为试样宽度和最大拉力,mm、N; $y$ 为拉伸强度,N/mm。2)测量设备的选取。选取测量范围为1—30kN的万能材料试验机,其准确度为1级, $MPE \pm 1\%$ ;采用扩展不确定度 $U$ 为0.09mm、量测范围为0—300mm的钢直尺, $MPE \pm 0.10\text{mm}$ 。3)测量过程。首先裁剪长度为200mm、宽度为50mm的5个无纺土工布试样,其长度计量值为100mm;然后将拉力机夹具调整至初始的100mm,设定工作速率20mm/min,开启试验机并记录伸长量—拉力曲线;持续运行至试样破坏,停止运行试验完成,取多次试验平均值作为拉伸强度值。

# 3 水利工程质量检测中测量不确定度的优化

## 3.1 数据存储与处理

本就庞大并且还在不断激增的数据量,对存储技术是一个很大的挑战,单台计算机不可能完成这样的任务,必须采用分布式架构。而适用于大数据的相关技术,包括大规模并行处理(MPP)数据库、数据挖掘、分布式文件系统、分布式数据库、云计算平台、互联网和可拓展的存储系统。受各种条件的限制,有时会上万台平价电脑存储数据以降低成本,但考虑到数据的安全性和可靠性等方面的问题,一般会在不同节点存储多份数据副本。为了避免采集来的数据发生缺失、错误等情况,可以采用数据同步的方式将其录入数据库。针对文本格式的数据,进行统计分析、数据格式的整理,按照规范格式录入数据库;针对纸质文档的数据,通过数据信息化或文件扫描的形式,归档进入数据库。经过规范的数据整理和数据“清洗”、数据抽取、数据转换等一系列步骤后,整理出规范、一致的数据信息<sup>[4-5]</sup>。

## 3.2 数据分析

数据分析就是利用统计学方法对质量检测获得的大量数据进行统计学分析,结合实际情况加以理解和消化,把数据背后的信息提炼出来并加以归纳总结,方便管理相关人员做决策。传统的分析方式较为单一,且依赖个人经验做决

策。在过去信息有限、获取信息成本高昂,而且没有数字化的时代,传统的方式便捷且合理。但是现在随着水利工程质量监督检查活动的不断开展,已经积累了大量的检测数据,海量数据既给数据分析带来了机遇,也带来了困难。在质量检测中,应用大数据理论对相关的检查数据进行分析和处理,有助于管理单位及时把握产品质量及相关单位的质量管理情况,提高质量管理效率。传统数据分析数据量小,分析人员可以对数据做精准分析,甚至细化到单条记录。大数据思维下的数据分析,首先是对已有的水利工程监督数据、工程信息、检测机构、人员信息、检测进行采集,同时考虑数据的重复和空值情况,并对数据进行相应处理;其次是通过一些现成的软件进行参数设计、逻辑设计、结构设计,形成数据分析模型;最后是展示分析结果<sup>[6]</sup>。

#### 4 结束语

目前,大多数测量过程均认为可不考虑水利工程质量测量不确定度,而采用量值直接反映测量结果,水利工程质量检测中不确定测量方法的应用还不够广泛。测量不确定度会对水利工程质量检测精度造成直接的影响,因此相关单位必须对该项工作保持高度的重视,并结合工程实际及具体要求,对该项工作进行有效的落实,以此提高相关检测工作的质量。

#### 参考文献:

- [1]李婷婷,褚霄洁,关键,等.测量不确定度在水利工程质量检测中的应用[J].水利技术监督,2019(5):37-39.
- [2]张宏量.水利工程质量检测中测量不确定度的影响研究[J].黑龙江水利科技,2020,48(7):192-194.
- [3]马军青.超声波在水利工程质量检测中的应用[J].地下水,2019(02):221-222.
- [4]聂雪锦.超声波检测技术在水利工程质量检测中的实际应用[J].黑龙江水利科技2018(07):173.
- [5]陈熙.水利工程质量监督中存在问题及对策分析[J].地下水,2017(03):162-163.
- [6]李婷婷,褚霄洁,关键,等.测量不确定度在水利工程质量检测中的应用[J].水利技术监督,2019(05):37-39.