

Analysis of Application of Measurement Uncertainty in Quality Inspection of Hydraulic Engineering

Baoshun Feng Yimin Yu Ting Lou

Huadian Electric Power Research Institute Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310030, China

Abstract

The effective application of measurement uncertainty in water conservancy engineering quality inspection can better ensure the accuracy and reliability of inspection results, thereby effectively improving the ability and level of water conservancy engineering quality inspection. The paper mainly discusses the concept and connotation of measurement uncertainty, as well as its application in equipment calibration evaluation, detection result analysis, and other aspects. I hope that the discussion and analysis in this paper can provide more reference and inspiration for relevant personnel, and reasonably apply measurement inaccuracies in water conservancy engineering quality inspection to obtain accurate valuations, thereby providing necessary guarantees for decision-making, quality acceptance and other related work.

Keywords

water conservancy engineering; quality inspection; measurement inaccuracy; application points

试析测量不确定度在水利工程质量检测中的应用

冯宝顺 余益民 楼挺

华电电力科学研究院有限公司, 中国·浙江 杭州 310030

摘 要

测量不确定度在水利工程质量检测中有效应用可以更好地保障检测结果的准确性和可靠性,进而有效提高水利工程质量检测能力和水平。论文主要从测量不准确度的概念内涵以及测量不准确度在设备校准评价、检测结果分析等多个方面的应用展开论述。希望通过论文的探讨和分析可以为相关工作人员提供更多的参考与借鉴,在水利工程质量检测中合理应用测量不准确度得出精准的估值,进而为决策制定、质量验收等相应工作的开展提供必要保障。

关键词

水利工程; 质量检测; 测量不准确度; 应用要点

1 引言

经济社会的迅速发展以及人们素质的不断提升让现阶段人们对于水资源给予的关注和重视变得越来越高。水利工程作为重要的民生工程,其在水资源保护、利用、开发上起到了至关重要的影响,保障水利工程建设质量和建设水平是十分必要的。需要结合实际情况有效落实质量检验工作。而在水利工程质量检测工作开展的过程中测量不确定度的有效应用则显得十分必要,在明确在水利工程质量检测过程中测量不确定度的具体应用路径,首先需要了解测量不确定度的概念内涵。

2 测量不确定度的概念内涵

水利工程质量检验工作是通过定性定量评价的方式来更好地反馈水利工程建设水平,而在这个过程中测量不确定度起到了十分关键的作用。测量不确定度是指在测量展开的过程中量值可能会落入的数值区间范围内,即通过数据可能产生浮动的区间分析来为量值准确程度判定提供更多的助力。需要注意的是测量准确度和误差之间是存在鲜明差异的。误差是在数轴上的某一点,而测量不确定度更倾向于一个区间,即数值的波动阈值。因此,测量不确定度适用性更强,更能够为严谨科学的测量工作开展奠定良好的基础和保障。就现阶段来看,测量不确定度已经在水利工程质量检测中得到了广泛应用。明确测量不确定度的应用方向和应用要点对于提高质量检测水平能力有着重要的意义。

3 在设备校准评价中测量不确定度的应用

在水利工程质量检测工作落实的过程中设施设备起到了重要的作用,这可能会对水利工程质量检测质量、效率甚

【作者简介】冯宝顺(1990-),中国山东曹县人,本科,工程师,从事电力企业,如火电厂、风电厂、水电厂的特种设备的管理、检验检测及数字化运用等研究。

至检测结果的准确性产生较大的影响,在这样的背景下落实设备校准、评价和分析是十分必要的,这可以更好地明确设备是否符合于水利工程质量检测的实际需求。而在设备校准评价中不确定度的合理应用可以为校准分析、判断提供理论依据,一般情况下,在测量设备校准评价中不确定度的应用要抓住以下几个要点:

首先,需要收集完整全面的信息数据,这对于测量设备校准评价工作的有效落实和顺利开展会起到至关重要的影响。而在数据收集的过程中,相关工作人员需要从仪器设备的最小分度值规、范标准要求的最大允许范围以及厂家给定的技术参数等相应数据收集整合为中心,更好地明确最大允许误差参数。一般而言,该参数与商家给定的技术参数是一致的,最大允许误差参数是测量设备校准评价中的重点与核心,可以为评价结果的分析提供指标和参考,可以通过最大允许误差和标准示值误差对比的方式来对仪器设备进行评价和分析。

其次,需要明确评判条件,一般情况下,相关工作人员需要整合分析仪器设备测量对应的不确定度,确保不确定度小于等于最大允许误差的 $1/3$ 。在此之后如果示值误差小于等于最大允许误差减不确定度。则表示该设备符合检测需求,而如果校准的示值误差大于最大允许误差或不确定度。则认为设施设备无法满足水利工程质量检测的实际需要^[1]。

以静荷载测试仪为例,该仪器设备属于水利工程质量检测中应用频率相对较高且较为常见的设施设备,相关工作人员可以通过收集校准结果、分析测量精度等相应数据信息为静荷载测试仪校准、评价、分析提供更多的助力。例如检测对象为 YS-JCY 测试仪,在校准的过程中需要收集校准结果,包含示值误差、标准压力值和扩展不确定度三项。示值误差分别为 0MPa、15MPa、30MPa、45MPa、60MPa,与之相对应的标准压力值分别为 0.00MPa、+0.01MPa、+0.12MPa、+0.22MPa、+0.38MPa,扩展不确定数值对应为 0.01MPa、0.02MPa、0.02MPa、0.02MPa、0.02MPa。在测量工作落实的过程中,确定测量仪的测量精度为 $\pm 0.5\%$ 。测量区间数值为 0~70MPa,经数据调查的最大允许误差为 0.5%。根据以上数据落实仪器设备的评定分析工作,所得结果数值如表 1 所示。

表 1 静荷载测试仪评定结果

标准压力值/MPa	0	15	30	45	60
示值误差 Δ /MPa	0.00	+0.01	+0.12	+0.22	+0.38
$ \text{MPE} $	0	0.075	0.15	0.225	0.30
不确定度 U	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
U 和 $1/3 \text{MPE} $ 比	0.01 > 0	0.02 < 0.025	0.02 < 0.05	0.02 < 0.075	0.02 < 0.10
$ \Delta $ 和 $ \text{MPE} $ 比	0 < 0.01	0.01 < 0.075	0.01 < 0.15	0.22 < 0.225	0.38 > 0.30
判定	合格	合格	合格	合格	不合格

图中 MPE 为最大允许偏差, Δ 为示值误差, U 为不确定度,经评定结果分析如果将技术参数的校准点设置为

60MPa,则该仪器设备并不能符合质量检测的实际需求,但是如果将技术参数数值控制在 0~45MPa 的阈值范围内,则可以满足实际需求。

在水利工程质量检测工程开展的过程中所需要应用到的仪器设备不仅体量大且类型多,在这样的背景下很多仪器设备无法及时送往固定地点落实检验和校准工作,可以通过量值溯源的方式来对检测设备进行校准分析,这就需要在精准分析的过程中严格按照对应的规范文件和标准分析仪器设备是否能够达到测量精度要求,可以参考相关文件明确不同仪器设备的不确定度,相关工作人员还需要通过统计分析法的科学应用来分析不同仪器设备的不确定度,对仪器设备进行评定和分析。同时也可以结合实际情况根据相应的数据信息配合不确定度来对仪器设备进行评价分析。

4 在检测结果分析中测量不确定度的应用

在测量结果分析中合理应用不确定度可以更好地保证测量结果的可靠性与有效性,然而就现阶段来看,很多单位在水利工程质量检测中并没有针对测量不确定度应用问题做出具体的规范,但测量结果不确定度的科学应用是十分必要的。以水利工程中无纺土工布抗拉强度检验为研究中心。在测量结果中不确定度的应用需要注意以下几点问题:

首先,相关工作人员需要做好基础数据的收集和整合,结合水利工程施工设计图纸以及水利工程施工现场实际情况明确土工布试样的材料和试样宽度以及最大拉力,在此基础之上计算其拉伸强度。一般而言,假设试样宽度为 C 最大拉力为 V ,那么拉伸强度则是 $F=C/V$ 。

其次,需要落实测量设备的选择工作^[2]。测量设备是水利工程质量检测的重点与核心,对于质量测量效率、质量会产生极大的影响,而不同测量设备的适用范围、检测方向会存在鲜明差异,因此必须结合实际情况对测量设备做出科学选择。在本案例中,因为检测对象为无纺土工布,检测重点为土工布的抗拉强度,因此引入了万能材料试验机。在此基础之上需要控制和选择测量范围以及准确度。在本次案例中将测量范围确定为 1~30kN,将准确度确定为一,将最大允许误差确定为 $\pm 1\%$,在检测工作落实的过程中将扩展不确定度的数值确定为 0.09mm。引入钢尺落实量测工作,并且保障其最大允许误差参数为 $\pm 0.01\text{mm}$ 。

再次,需要落实测量工作相关工作人员需要对无纺土工布进行处理,合理选择样品,而在样品处理的过程中需要控制样品的数量和样品的长度与宽度,这将会直接决定样品能否有效地反馈无纺土工布的性能强度,在本次研究中将样品数量确定为 5 个,而在长度和宽度分析的过程中分别将其数值确定为 200mm 和 50mm。在此之后引入拉力机夹具调整其初始数据和工作速率。在本案例中,将拉力机夹具的初始值和工作速率的数值分别确定为 100mm 和 20mm/min,然后启动拉力机,实时检测并落实记录工作,收集伸长量

数据,绘制拉力曲线,直到样品被破坏为止,在此之后取平均值。确定前拉力强度,例如在本例中采用的试样共有5个,试样宽度分别为49.6mm、50mm、50.2mm、49.7mm、50.1mm,平均值为49.9mm。而拉力值数据分别为1022N、1065N、1036N、1082N、1047N,最终计算平均值为1050.4N,五个样品的拉力强度分别为20.77N/mm、21.36N/mm、20.51N/mm、21.78N/mm、20.86N/mm最终平均值为21.06N/mm,在此之后需要计算灵敏系数。

最后,在实践工作落实的过程中需要做好评定标准不确定度的分析,结合实验检测来对数据做出处理。例如,在本次实验中因为样本相对较少,测量次数相对较少,因此很容易会出现偶发性问题,为了更好地解决这一问题,则可以通过极差法求解计算不确定度。在此之后,从拉力值的自由度、样品宽度的可信度、扩展不确定度等多个角度来展开分析,做好数据处理和数据计算,确定无纺土工布的拉力强度测量不确定度。

5 不确定度在水利工程质量检测中应用时需要注意的问题

将不确定度有效应用于水利工程质量检测当中是十分必要的,其适配性相对较强,可以为水利工程各项质量检测工作的开展提供更多的助力,但是在实践工作落实的过程中相关工作人员需要注意以下几个要点问题,更好地保障测量不确定度应用的科学性与有效性。

首先,相关工作人员在实践工作落实的过程中需要明确校准结果确认的基础条件,除了需要充分考量不确定度问题以外,还需要通过数据调查收集、整合、分析来更好地明确校准误差、最大允许误差等相应的数据信息,在此基础上落实对仪器设备的检测和分析。判断仪器设备是否符合于水利工程质量检测的实际需求,通过建立校准结果的确认程度来对设备量值溯源的准确性进行深入分析,合理利用不确定度来做好仪器设备的校准评价工作,为水利工程质量检验工作的有效开展和顺利推进提供物质支撑,进而通过仪器设备来更好地保障检测结果的准确性、完整性、全面性和客

观性。

其次,相关工作人员需要落实参数测量工作和分析工作,在该方面工作落实的过程中相关的相关工作人员需要结合实际情况以及相应的文件要求来确定参数测量的方法并打造测量模型,分析影响检测结果准确性、可靠性的因素,并判断分析其应对策略和优化方案。

最后,通过分析模型的方式来确定不确定度,进而更好地落实水利工程质量检测工作,保障检测结果的完整性、科学性和有效性。可以发现在水利工程质量检测中想要科学应用不确定度,做好数据整合、收集、分析、处理是十分关键的一环,这将会直接影响不确定度的应用效果以及水利工程质量检测结果的可靠性和完整性,在这一点上,相关单位可以通过打造信息系统、合理应用信息技术的方式提高数据信息的整合处理和分析能力。同时,也需要加强对相关工作人员的人员培训。让相关工作人员对于不确定度在水利工程质量检测中的重要性、具体应用方向、应用时需要注意的问题以及应用流程和应用要点等方面的内容都有较为全面的了解,同时也需要通过培训、引导等相应工作的有效开展,提高相关工作人员信息技术、大数据技术、人工智能技术等相应技术的掌握能力,更好地利用这些技术来提高工作效率和工作水平^[1]。

6 结语

在水利工程质量检测工作落实的过程中合理应用测量不确定度是十分必要的,这可以更加精准地、严谨地给出相应的评定报告,进而提高检测水平,提升服务质量,及时发现水利工程中存在的欠缺和不足,相关工作人员需要结合实际情况明确测量不确定度的应用要点应用规范。

参考文献

- [1] 白杰.水利工程质量检测中测量不确定度的影响研究[J].工程技术研究,2021,6(5):220-221.
- [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] 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.