

测量不确定度在机械零件检测中的影响及其应用探究

杨丹丹

大庆油田技术监督中心石油工业机械产品质量监督检验站 黑龙江大庆

【摘要】测量不确定是在机械加工测量数值中引入的一个概念，通常情况下需要将机械零件加工测量中的不确定度控制在一定范围内，这样才能充分保障机械零件测量结果的可靠性和客观性。本文研究中首先对测量不确定度的概念、来源等进行介绍，并从测量方法、测量器具等多个方面对影响测量不确定度的因素进行探讨，根据实际案例可知，在进行机械零件测量的过程中，要以零件尺寸精度要求为基准，并充分结合测量不确定度以及测量不确定度的传播规律等因素来实现检测方法、检测器具的科学选择，这样才能有效提升机械零件加工检测结果的精确性，才能有效提升机械产品品质。

【关键词】机械加工；测量不确定度；计量器具

【收稿日期】2023 年 1 月 25 日 **【出刊日期】**2023 年 2 月 20 日 **【DOI】**10.12208/j.ijme.20230009

Research on the influence and application of measurement uncertainty in the detection of mechanical parts

Dandan Yang

Daqing Oilfield Technical Supervision Center Petroleum Industry Machinery Product Quality Supervision and Inspection Station

【Abstract】Measurement uncertainty is a concept introduced in machining measurement values. Generally, it is necessary to control the uncertainty in machining measurement of mechanical parts within a certain range, so as to fully guarantee the reliability and objectivity of measurement results of mechanical parts. In this paper, firstly, the concept and source of measurement uncertainty are introduced, and the factors affecting measurement uncertainty are discussed from many aspects, such as measurement methods and measuring instruments. According to the actual cases, in the process of measuring mechanical parts, the measurement method should be based on the dimensional accuracy requirements of parts, and fully combined with the measurement uncertainty and the propagation law of measurement uncertainty. The scientific selection of testing instruments can effectively improve the accuracy of machining and testing results of mechanical parts and the quality of mechanical products.

【Keywords】 machining; Measurement uncertainty; Measuring instruments

引言

在产品的质量管控程序中检验属于最末端的一个环节，在机械加工过程中检验属于不可或缺的一个环节，在机械教工原料检验到产品出厂全过程中检验人员始终发挥出了重要的监督作用，对机械产品加工各环节中存在的质量问题以及产品检验的详细信息进行及时反馈，以此来为企业质量管控和规划提供可靠数据职称，并实现企业产品质量合品质的不断提升，由此可以看出，对企业来说，保障检测结果的精确性具有十分关键的作用^[1]。以往测量

中通常都是利用测量误差来表示测得值的准确性，但随着检测技术的不断发展，人们基于误差分析提出了测量不确定度这一概念，其与误差之间存在较大差异，误差反映的是测量结果的质量，且测量误差通常不可知，测量不确定度则是对测量结果不确定程度的一种表达，因此在机械加工测量中利用不确定度表达更加科学、更加严谨。

1 测量不确定度概述

1.1 测量不确定度概念

根据《测量不确定度评定与表示》的相关表述

可知,测量不确定度主要指的是针对被测量量利用表征赋予其一个合理的分散性,本身属于一个与测得值存在之间关系的参数。测量不确定度通常情况下是对测得值准确性可以程度的一种表达,也是从量化角度对测得值进行表示的一种方法^[2]。

测量不确定度主要分为以下几种:

(1) 标准不确定度 μ : 该不确定度是以标准差为基础提出的一种不确定度。

(2) 相对标准不确定度 μ_r : 这种不确定度主要是以百分比的形式表示,指的是标准不确定度与测得值之间的比值。

(3) 合成标准不确定度 μ_c : 如果在测量过程中测量结果受到多种因素的综合影响会导致标准不确定分量不唯一的现象出现,测试测量值的不确定度就需要按照一定规律将标准不确定分量进行合成后最终获得。

(4) 扩展不确定度 U 或 U_p : 扩展不确定度属于一个确定测量值区间范围内的量,合理赋予被测量之值分布的大部分可望含于该区间^[3]。

1.2 测量不确定度来源

从大量实际检测结果可以看出,测量结果精确性会受到多种因素的影响,以下为测量不确定度的最主要来源:① 不完整定义被测量量导致;② 检测抽去样本未体现出代表性,具体来讲,抽样检测中未保障样品数量和质量,或者抽去样本不能客观反映被测量量的具体特征;③ 由于测量人员本身对于被测量受环境因素的影响考虑不够全面,认识不充分导致测量中对环境条件未进行充分控制;④ 测量数据读取出现人为错误;⑤ 测量工具存在系统误差导致测量结果偏差;⑥ 测量中使用的量规、量块等器具或者使用的标准器具标称值存在不准确问题,导致测量比较过程中引入了校准器具的不确定度,进而影响了测量值不确定度;⑦ 未科学选择测量方法或测量程序,测量方法不同引入被测量中的不确定度也会存在较大差异^[4]。

2 测量方法与器具对测量不确定度的影响

2.1 测量方法及器具选择的影响

机械加工测量过程中能否结合实际测量需求来选择合理的计量器具会对测量数值精确性产生直接影响,鉴于此,在测量前首先要充分考虑被测量是否达到测量要求,也就是要充分保障测得结果不确

定度得到满足,随后还需要结合测量零件的尺寸精度、结构特征、生产批量等多种因素来实现计量器具的科学选择。在合成标准不确定度中器具引入的测量不确定度属于一种重要分量,而且所占比例较大。根据 GB/T3177-2009《产品几何技术规范(GPS)光滑工件尺寸的检验》标准可知,其中详细描述了关于光滑机械工件尺寸检验和验收的基本原则,检验器具等导入的不确定度的允许值以及检测器具的选择标准。此标准重点是针对机械零件测量中使用的深度尺、游标卡尺、千分尺等通用类测量器具选择进行描述,且该标准适用于公称尺寸处于 500mm 范围内的零件。从实际检测角度来看,通常按照零件公差带 1/4-1-10 来作为检测器具引入不确定度的分量,如果零件加工尺寸精度要求较高的情况下,公差带可以取 1/3-1/2。

机械加工中因检测器具引入的不确定度主要指的是因器具本身最大允许误差或者修正值的测量不确定度引起的。经过坚定合格的计量器具自身示值误差处于检定规程最大允许误差范围内,但从实际层面很难确定其示值误差,二计量器具在检测过程中主要使用的是其示值,因此需要根据器具检定规程要求的最大允许误差来对器具本身引入的不确定度分量进行计算和评估^[5]。

2.2 检测方法对测量和不确定度的影响

(1) 直接测量法

所谓直接测量法主要指的是直接利用计量器具来测量零件,并直接读取计量器具示值,整个测量过程不需要经过额外数学运算。利用在测量圆环类等工件的内外径时可以直接使用游标卡尺或者千分尺读取测量结果来确定工件内外径。直接测量法由于计量器具本身会存在示值误差,因此直接影响测量结果,也是测量值中最主要的不确定度分量。在机械加工零件测量过程中如果直接使用通用量具测量,因自身示值误差导致的测量不确定度是在测量结果不确定度中的占比较大。从实际测量角度来看,为了将计量器具导致的系统误差进行有效消除,可以在等温条件下将计量器具、标准块等于工件进行共同处理,最后利用标准块规的标称值来修正计量器具示值,这样就可以将计量器具自身示值误差导致的影响控制在最低,进而有效提升测量结果精度,也可以实现测量不确定度的有效控制。

(2) 间接测量法

间接测量法通常也被称为是辅助测量法，在测量过程中需要通过数学运算才能得出最终测量值^[6]。间接测量过程中形成的各类参数都会最终影响测量结果的不确定度。间接测量法通常情况下都比较复杂，且测量过程中涉及到的测量参数比较复杂，而且会产生大量测量参数，因此测量值不确定度的影响因素也较多，传播规律的不同也会导致测量不确定度受到不同的影响，测量值最终的精确度也会相应下降。

3 测量不确定度影响的实际应用

本文主要以某圆环形工件作为研究案例（如下图1），已给出圆环尺寸 L_1 、 L_2 ，求圆环 L 。

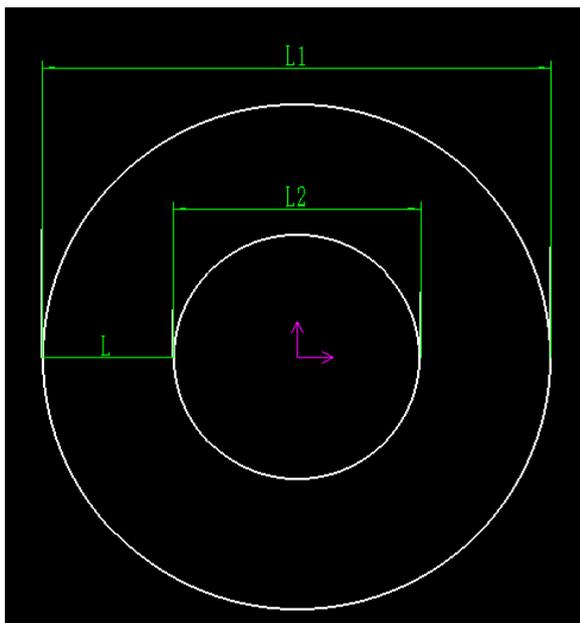


图1 某圆环形工件

方法 1：直接测量法，使用游标卡尺对圆环 L 值进行直接测量，游标卡尺示值即为 L 实际数值，根据测量中使用游标卡尺的最大允许误差可知，因卡尺自身引起的测量不确定度分量大约为 0.034mm 。为保障测量结果的精确性，可针对本次测量中使用的游标卡尺利用标准块规或千分尺进行校准，以此来修正示值误差，并有效消除系统误差，这样影响测量结果不确定度的分量就成为标准块规修正值对应的不确定度。

方法 2：间接测量法，利用游标卡尺测量圆环内外径分别为 x_1 、 x_2 ，两者之间存在较强的正相关关系，因此可合成不确定度，由于圆环内外径使用的是同一把游标卡尺，因此内外径的测量过程中形成的系统误差完全抵销。

4 结束语

总而言之，测量不确定度是对测量值可信程度的一种表征，同时也是反映各类误差对测量值造成的影响。测量不确定度有很多影响因素，在机械加工领域中对测量不确定度影响较大的分量为测量方法和计量器具，在实际测量过程中要充分结合尺寸公差要求来明确测量不确定度的公允值，并结合传播规律来科学选择测量方法和计量器具，这样才能有效提升测量值的精确度。

参考文献

- [1] 詹志明.基于图像处理的金属机械零件表面微缺陷检测方法[J].湖南文理学院学报(自然科学版),2022,34(04):19-24.
- [2] 刘嘉,胡晋智,黄璟.基于激光数字全息技术的机械零件表面质量检测研究[J].激光杂志,2022,43(07):53-58.
- [3] 张娟飞.基于机器视觉的大尺寸薄壁机械零件微裂纹检测研究[J].机械制造与自动化,2022,51(03):225-228.
- [4] 胡代弟,李锐君.基于机器视觉的机械设备零件疲劳寿命检测方法[J].制造业自动化,2022,44(03):208-212.
- [5] 钟友坤,陆正杰,潘角.用于精密机械零件的混合角度静态测量方法与实验研究[J].激光杂志,2021,42(12):119-123.
- [6] 何科英,陈朵云.高职机械类专业课开展课程思政的探索与实践——以机械零件加工质量检测课程为例[J].农机使用与维修,2021(10):116-118.

版权声明：©2023 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS