

影响仪器仪表测量误差的因素分析

吴 军

宁夏天元锰业集团有限公司 宁夏 中卫 755100

摘 要：本文全面探讨了计量仪器仪表测量误差的来源及其对测量结果的影响。误差源于仪器精度、稳定性、设计与制造缺陷、老化磨损，以及外部环境如温度、湿度、电磁干扰、振动噪声的干扰，还有人为操作不规范、读数误差和数据处理不当等因素。这些误差显著影响测量结果的准确性和可靠性，对科研和工业生产至关重要。因此，优化仪器设计、改善测量环境、规范操作流程、提高操作技能，以及建立严格的质量控制体系，是减小测量误差、提升测量精度的关键措施。

关键词：仪器仪表；测量误差；影响因素；改进措施

引 言：在科学研究和工业生产中，仪器仪表作为测量和监控物理量的关键工具，其测量结果的准确性对于确保科研数据的可靠性和产品质量的稳定性至关重要。然而，在实际应用中，仪器仪表的测量往往受到多种因素的影响，从而产生误差。这些误差可能源于仪器本身的性能、外部环境条件、操作方法以及数据处理等多个方面。因此，深入研究仪器仪表测量误差的来源及其影响机制，对于提高测量结果的准确性和可靠性具有重要意义。本文旨在概述仪器仪表测量误差的基本概念、分类及其对测量结果的影响，并探讨减小误差的方法和措施，以期对相关领域的研究人员和操作人员提供有益的参考和指导。

1 仪器仪表测量误差概述

在科学研究和工业生产中，仪器仪表作为测量和监控各种物理量的重要工具，其测量结果的准确性至关重要。然而，在实际应用中，由于多种因素的影响，仪器仪表的测量往往存在一定的误差。本文将对仪器仪表测量误差的基本概念进行概述，包括误差的定义、分类以及误差对测量结果的影响，并强调研究误差来源和减小误差的重要性。

1.1 误差的定义

误差是指仪器仪表在测量过程中，由于各种原因导致测量结果与真实值之间的差异。这种差异可能源于仪器本身的缺陷、外部环境的影响、操作方式的不当等多种因素。误差是测量过程中不可避免的现象，但可以通过科学的方法和手段进行控制和减小。

1.2 误差的分类

误差可以根据其性质和来源进行多种分类。(1)按照性质划分，误差可以分为系统误差和随机误差。系统误差是测量过程中具有固定方向和大小，且在一定条件下重

复出现的误差。它通常源于仪器本身的缺陷、测量方法的局限性或操作过程中的不当因素。而随机误差则是测量过程中随机出现的、无固定方向和大小的误差^[1]。它主要由测量过程中各种微小的、随机的干扰因素引起。(2)按照来源划分，误差可以分为仪器误差、环境误差、方法误差和人员误差。仪器误差是仪器本身存在的缺陷或不足导致的误差。环境误差是由于测量环境对仪器的影响而产生的误差，如温度、湿度、电磁干扰等。方法误差则是由于测量方法或步骤的不当而引起的误差。人员误差则是由操作人员的技能水平、操作习惯或对仪器的了解程度不足导致的误差。

1.3 误差对测量结果的影响

误差对测量结果的影响是显著的。它可能导致测量结果的偏差，使数据无法准确反映实际情况。这种偏差可能误导科研人员的判断，影响科研工作的进展和成果。在工业生产中，误差可能导致产品质量的不稳定，甚至引发安全事故。因此，减小测量误差，提高测量结果的准确性对于科学研究和工业生产都具有重要意义。

1.4 研究误差来源和减小误差的重要性

鉴于误差的普遍性和不可避免性，研究误差来源和减小误差显得尤为重要。通过深入分析误差产生的根源，我们可以找到导致误差的主要因素，并采取相应的措施进行改进。例如，优化仪器设计，提高仪器精度和稳定性；改善测量环境，减少环境因素的干扰；规范操作流程，提高操作人员的技能水平和专业素养等。这些措施的实施可以显著减小测量误差，提高测量结果的准确性和可靠性。

2 仪器本身因素对测量误差的影响

在科学研究和工业生产的精密测量中，仪器本身的性能和质量对测量结果的准确性具有决定性影响。仪器

精度、稳定性、设计与制造缺陷以及老化与磨损等因素，都是导致测量误差的重要来源。

2.1 仪器精度与稳定性

仪器精度是指其测量结果与真实值之间的接近程度，而稳定性则是指仪器在长时间使用或在不同条件下保持测量性能一致的能力。精度不足或稳定性差的仪器，其测量结果往往容易偏离真实值，从而产生显著的测量误差。精度不足可能源于仪器的测量原理、传感器性能或数据处理算法等方面的限制。例如，某些低成本的传感器可能由于分辨率不足或非线性误差较大，导致测量精度受限^[2]。此外，仪器的稳定性问题可能由温度变化、电磁干扰或机械振动等外部因素引起。这些因素可能导致仪器内部元件的性能发生变化，进而影响测量结果的准确性。为了提高仪器的精度和稳定性，制造商需要采用先进的测量原理、高性能的传感器和精确的数据处理算法。同时，用户在使用过程中也应注意保持仪器的稳定工作环境，避免外部因素的干扰。

2.2 仪器设计与制造缺陷

仪器设计与制造过程中的缺陷也是导致测量误差的重要原因。这些缺陷可能包括结构不合理、材料选择不当、加工精度不足等。例如，仪器的结构设计如果不合理，可能导致内部元件之间的相互作用产生额外的误差。材料选择不当则可能导致仪器在使用过程中因热胀冷缩、腐蚀或磨损等问题而产生误差。为了减小这些缺陷对测量误差的影响，制造商需要在设计阶段就充分考虑仪器的使用环境和测量要求，选择合适的材料和加工工艺。同时，还需要对仪器进行严格的测试和校准，以确保其满足设计要求。

2.3 仪器老化与磨损

仪器在长时间使用过程中，由于内部元件的老化和磨损，其性能可能会逐渐下降。这种性能下降可能导致测量结果的准确性降低，从而产生误差。例如，传感器的灵敏度可能因老化而降低，导致测量精度下降。机械部件的磨损则可能导致运动不平稳或定位不准确，进而影响测量结果的准确性。为了减小仪器老化与磨损对测量误差的影响，用户需要定期对仪器进行维护和保养。这包括清洁仪器、检查并更换磨损的部件、校准仪器等。此外，对于高精度仪器，还需要定期进行性能评估和更新，以确保其始终保持良好的测量性能。

3 外部环境因素对测量误差的影响

在科学研究和工业生产的精密测量领域，仪器仪表的测量准确性不仅受到仪器本身性能的限制，还受到外部环境因素的显著影响。

3.1 温度与湿度

温度和湿度是影响仪器仪表测量误差的重要外部环境因素。仪器仪表内部包含多种电子元件和机械部件，这些元件的性能往往受到温度和湿度变化的显著影响^[3]。温度变化可能导致仪器内部元件的热胀冷缩，进而引起元件尺寸、形状和位置的变化。这些变化可能直接影响测量系统的精度和稳定性。例如，温度传感器或电阻器在温度变化时，其电阻值可能会发生变化，导致测量结果的偏差。此外，温度变化还可能影响电子元件的噪声水平，从而增加测量误差。湿度变化则可能导致仪器内部元件的腐蚀、绝缘性能下降或水分凝结等问题。这些问题同样会影响测量系统的性能，导致测量误差的增加。例如，湿度过高可能导致电路板上的金属部件腐蚀，进而影响电路的正常工作。为了减小温度和湿度对测量误差的影响，可以采取以下措施：首先，将仪器仪表放置在温度和湿度相对稳定的环境中进行测量；其次，使用具有温度补偿和湿度控制功能的仪器仪表；最后，定期对仪器仪表进行校准和维护，以确保其测量准确性。

3.2 电磁干扰

电磁干扰是另一个影响仪器仪表测量误差的重要因素。在现代社会中，电磁场无处不在，包括电力线、无线电波、雷达信号等。这些电磁场可能对仪器仪表的测量系统产生干扰，导致读数不稳定或产生错误读数。电磁干扰可能通过传导、辐射或感应等方式进入仪器仪表的测量系统。一旦进入，它可能干扰测量信号的传输和处理，导致测量结果的偏差。例如，在电磁干扰较强的环境中，模拟电路可能受到干扰而产生噪声，进而影响测量精度。为了减小电磁干扰对测量误差的影响，可以采取以下措施：首先，选择具有抗干扰能力的仪器仪表；其次，在测量过程中，尽量远离电磁干扰源；最后，使用屏蔽、滤波和接地等技术手段来降低电磁干扰的影响。

3.3 振动与噪声

振动和噪声也是影响仪器仪表测量误差的重要因素。振动可能导致仪器内部元件的微小位移或振动，进而影响测量系统的精度和稳定性。噪声则可能干扰测量信号的传输和处理，导致测量结果的偏差。振动对仪器仪表的影响主要体现在两个方面：一是机械振动可能导致仪器内部元件的松动或损坏；二是振动可能改变测量系统的动态特性，如灵敏度、响应时间等。这些变化都可能导致测量误差的增加。噪声对仪器仪表的影响则主要体现在信号传输和处理过程中。噪声可能掩盖或干扰测量信号，导致测量结果的偏差。此外，噪声还可能影

响仪器仪表的分辨率和精度。为了减小振动与噪声对测量误差的影响,可以采取以下措施:首先,将仪器仪表放置在稳定的环境中,避免振动和噪声的干扰;其次,使用具有抗振动和降噪功能的仪器仪表;最后,在测量过程中,采取适当的滤波和信号处理技术来降低噪声的影响。

4 人为操作因素对测量误差的影响

在精密测量领域,人为操作因素始终是影响测量结果准确性和可靠性的关键因素之一。操作不规范、读数误差以及数据处理不当等人为操作因素,都可能对测量误差产生显著影响。

4.1 操作不规范

操作不规范是导致测量误差的首要人为因素。操作人员的技能水平、操作习惯以及对测量仪器的了解程度,都直接影响着测量过程的稳定性和准确性。(1)技能水平不足的操作人员可能无法正确设置测量参数、选择合适的测量方法,甚至可能误操作仪器,导致测量结果的偏差^[4]。例如,在使用高精度测量仪器时,若操作人员对仪器的校准步骤不熟悉,可能会忽略校准过程,从而引入系统误差。(2)操作习惯也是影响测量误差的重要因素。一些不良的操作习惯,如频繁调整测量参数、忽视测量前的预热和校准等,都可能导致测量结果的波动和不准确。这些习惯往往源于操作人员对测量过程缺乏深入理解,或对测量结果的重要性认识不足。(3)为了减小操作不规范对测量误差的影响,应加强对操作人员的培训和教育。通过定期举办培训课程、分享会等活动,提高操作人员的专业技能和操作能力。同时,建立标准化的操作流程和严格的质量控制体系,确保操作人员按照规范进行操作,降低人为误差的产生。

4.2 读数误差

读数误差是另一种常见的人为操作因素导致的测量误差。它主要源于操作人员的视觉误差和判断误差。(1)视觉误差可能由于光线不足、视线不垂直、刻度模糊等原因导致。例如,在使用游标卡尺进行测量时,若光线不足或视线不垂直,操作人员可能难以准确读取刻度值,从而引入读数误差。(2)判断误差则可能由于操作人员的经验不足、主观判断失误或疲劳等因素引起。例如,在读取指针式仪表的示数时,若操作人员对仪表的刻度不熟悉或判断失误,可能导致示数读取不准确。(3)为了减小读数误差,可以采取以下措施:首先,确保测量环境的光线充足、视线垂直且刻度清晰,以减

少视觉误差;其次,提高操作人员的专业素养和操作技能,通过培训和经验积累提高他们的判断准确性;最后,使用具有高精度和高分辨率的测量仪器,以降低读数误差的影响。

4.3 数据处理不当

数据处理是测量过程中的重要环节,也是人为操作因素导致测量误差的潜在来源。数据处理不当可能包括舍入误差、计算错误、数据记录不准确等问题。舍入误差是数据处理过程中常见的误差之一。由于测量数据的精度有限,操作人员进行数据记录和处理时可能需要进行舍入操作。然而,不当的舍入方法可能导致数据精度的损失,从而引入舍入误差。计算错误则是由于操作人员在数据处理过程中可能出现的疏忽或错误导致的。例如,在进行数据平均或标准差计算时,若操作人员输入错误的数值或采用错误的计算方法,可能导致最终测量结果的偏差。为了减小数据处理不当对测量误差的影响,应建立规范的数据处理流程和严格的质量控制体系。明确数据处理的方法和步骤,确保数据的准确性和可靠性。同时,加强对数据处理结果的审核和验证,及时发现并纠正可能存在的错误。

结束语

综上所述,计量仪器仪表测量误差的来源复杂多样,包括仪器本身、外部环境以及人为操作等多个方面。为了确保测量结果的准确性和可靠性,必须深入研究这些误差来源,并采取相应的措施进行控制和减小。通过优化仪器设计、提高制造精度、改善测量环境、规范操作流程以及加强人员培训等手段,我们可以有效降低测量误差,为科学研究和工业生产提供更加准确、可靠的数据支持。未来,随着科技的不断发展,我们期待在误差控制和减小方面取得更多突破,推动测量技术的不断进步和发展。

参考文献

- [1]张瑞,史吉隆,邢明磊.影响仪器仪表测量误差的因素分析[J].当代化工研究,2021(04):63-64.
- [2]唐红艳.电测仪表测量不稳定的原因及防范措施[J].电子元器件与信息技术,2020,4(09):116-117+122.
- [3]雷靖华.电子仪表测量技术与故障处理研究[J].科技创新与应用,2020(15):156-157.
- [4]王雷涛,李兵.测量控制与仪器仪表发展现状与分析研究[J].现代盐化工,2019,46(03):69-70.