

机床测量检测技术的现状与发展趋势

毛建勋

宁夏小巨人机床有限公司 宁夏 银川 750002

摘要：随着制造业的深入发展和技术革新的不断推进，机床测量检测技术在机械加工领域的地位日益凸显。本文旨在深入探讨机床测量检测技术的当前状况，并对其未来发展趋势进行前瞻性分析。文章首先概述了机床测量检测技术的重要性和应用背景，随后详细介绍了现有的主流测量检测技术及其特点，接着探讨了新兴技术的影响，最后对未来发展方向进行了展望。

关键词：机床测量；检测技术；现状；发展趋势

引言

机床测量检测技术作为机械加工精度控制的核心环节，对于提升产品质量、优化生产流程具有重要意义。随着科技的飞速进步，传统的测量方式已无法满足现代制造业对高精度、高效率的需求，因此，机床测量检测技术也在不断创新和完善。

1 机床测量检测技术的现状

1.1 传统接触式测量技术

传统接触式测量技术是机床测量中最基础、历史最悠久的方法。这类技术主要依赖机械式量具，如游标卡尺、外径千分尺等，进行直接的物理接触测量。这些工具由于其简便性和直观性，在过去的机械加工中得到了广泛应用。游标卡尺作为最常用的测量工具之一，其测量原理是通过主尺和副尺的相对移动来读取测量值。虽然操作简单，但受人为因素影响较大，如读数的视觉误差、卡尺与被测工件的接触压力等都会影响测量精度。此外，游标卡尺的精度受限于其制造精度和磨损情况，长期使用后，精度可能会有所下降。外径千分尺是另一种常见的接触式测量工具，其精度高于游标卡尺，常用于精密测量。然而，千分尺同样存在机械磨损的问题，且对操作人员的技能要求较高。不正确的使用方法或保养不当都可能导致测量误差。这些传统接触式测量技术的共同缺点是测量效率相对较低，精度受人为因素和操作环境影响大，且长时间使用后工具本身会出现磨损，进而影响测量精度。因此，在现代高精度、高效率的制造业需求下，这些传统技术更多地被应用于初步检测、教学演示或作为其他高级测量技术的辅助手段。尽管传统接触式测量技术存在诸多局限，但在某些特定场合，如现场快速测量、设备简陋的环境下，它们仍然具有一定的实用价值。此外，对于初学者而言，掌握这些基础测量工具的使用也是理解机械加工和测量原理的重要一

步。因此，在机床测量技术的发展历程中，传统接触式测量技术始终占据着一席之地。

1.2 数控机床的集成测量技术

随着数控技术的迅猛发展，数控机床已经成为现代制造业中的核心设备。与传统机床相比，数控机床最大的特点之一是其高度集成化的测量系统。这一系统通过采用高精度的传感器，如光栅尺、编码器等，为机床的加工过程提供了实时的测量与反馈，从而确保了加工精度和生产效率。数控机床的集成测量技术利用了现代传感器技术的高精度和高稳定性。光栅尺是其中的关键组件，它通过测量光束通过光栅的透射与遮挡，精确地转换成位移信号，从而实时监测刀具或工作台的位置。这种测量方式的精度可达微米甚至纳米级别，极大地提高了机床的加工精度。编码器则是另一种重要的传感器，常用于测量旋转角度或位移。在数控机床中，编码器通常与伺服电机相结合，用于实时监测和控制电机的转速和位置。通过与数控系统的紧密配合，编码器能够提供准确的反馈，确保机床的运动轨迹与预设的加工路径高度一致。这种集成化的测量方式不仅提高了加工精度，还显著提升了生产效率。传统的加工过程中，操作人员需要频繁地停机进行测量和调整，这不仅浪费了时间，还可能引入人为误差。而数控机床的集成测量技术则实现了加工与测量的无缝衔接，机床在加工过程中能够实时调整刀具的路径和深度，从而保证了加工的一致性和稳定性^[1]。此外，这种技术还为自动化生产提供了可能。通过与自动送料系统、自动换刀系统等的配合，数控机床可以实现长时间的无人值守加工，大大降低了劳动成本，提高了生产效率。

1.3 光学与激光测量技术

光学测量技术，特别是激光测量技术，在机床测量领域中具有极其重要的地位。这一技术以其高精度和非

接触测量的独特优势，为现代机械加工行业带来了革命性的变革。激光测量技术主要利用激光的单色性、方向性和相干性，实现高精度、远距离和非接触的测量。其中，激光干涉仪和激光测距仪是两种最具代表性的设备。激光干涉仪利用激光的干涉原理进行高精度测量。当两束相干光波在空间某点叠加时，会根据它们的相位差产生明暗相间的干涉条纹。通过分析和处理这些干涉条纹，可以精确地计算出测量目标的位移、形变等参数。这种测量方法的精度非常高，甚至可以达到微米或纳米级别，因此在精密加工和科学研究领域得到了广泛应用。激光测距仪则是利用激光脉冲的飞行时间来测量距离。它首先向目标发射一束激光脉冲，然后接收反射回来的光信号，通过测量激光脉冲的往返时间，就可以准确计算出目标物体的距离。这种方法不仅测量精度高，而且测量速度快，非常适合在机械加工过程中进行实时测量和监控^[2]。除了上述两种设备外，光学测量技术还包括其他多种方法，如机器视觉测量、全息干涉测量等。这些技术都利用了光学原理，实现了高精度、非接触的测量，为机床加工过程的精确控制提供了有力支持。

1.4 机器视觉检测技术

机器视觉检测技术是近年来科技进步的产物，它结合了高分辨率摄像头、强大的计算能力和先进的图像处理算法，为现代工业测量领域注入了新的活力。通过机器视觉系统，可以快速、准确地获取工件的各种尺寸、形状、位置等关键参数，从而实现对工件的全面、高效的测量。机器视觉检测技术的核心是高分辨率的摄像头和图像处理算法。高分辨率摄像头能够捕捉到工件的每一个细节，为后续的图像处理提供丰富的数据源。而图像处理算法则是对这些数据进行深入分析和处理的关键，通过算法可以提取出工件的各种特征信息，如边缘、角点、纹理等，进而计算出工件的实际尺寸和形状。在自动化生产线上，机器视觉检测技术的应用尤为广泛。生产线上的工件往往数量庞大、种类繁多，传统的人工检测方式无法满足高效、准确的需求。而机器视觉检测技术则可以在短时间内对大量工件进行测量，不仅提高了生产效率，还大大提升了检测的准确性。此外，机器视觉检测技术还具有很好的灵活性和适应性。针对不同的工件类型和测量需求，可以通过调整摄像头参数、优化图像处理算法等方式来实现定制化的测量方案。这种灵活性使得机器视觉检测技术在各种复杂环境下都能发挥出色的性能。

2 机床测量检测技术的发展趋势

2.1 人工智能与机器学习的应用

随着科技的飞速发展，人工智能与机器学习技术在各领域的应用日益广泛，机床测量检测领域也不例外。这两种前沿技术的融合，预示着机床测量将迈入一个全新的智能化时代。人工智能技术的核心在于模拟人类的智能行为，使机器能够自主学习、推理和决策。在机床测量中，人工智能技术可以应用于数据处理、模式识别、智能控制等多个方面。例如，通过对大量历史测量数据的学习，人工智能系统能够自动识别出数据中的异常值，从而提高测量的准确性和可靠性。机器学习技术则更进一步，它能够从海量数据中自动提取有用的特征，并基于这些特征构建预测模型。在机床测量中，这意味着机器学习算法可以根据过去的测量数据预测未来的测量结果，从而实现对加工过程的实时监控和预警。这种预测能力不仅有助于提前发现潜在的问题，还能为生产过程的优化提供有力支持^[3]。具体到机床测量中，人工智能和机器学习技术的应用将带来以下几方面的变革：一是测量精度的提升，通过智能算法对数据的精细处理，可以消除传统测量中难以避免的误差；二是测量效率的提高，智能化的测量系统能够自动调整测量策略，减少不必要的测量步骤，从而节省时间成本；三是测量过程的自动化和智能化，这将大大降低对操作人员的技能要求，同时减少人为因素导致的测量误差。

此外，人工智能与机器学习技术还能推动机床测量的创新发展。例如，通过深度学习技术对测量数据进行深层次的分析，有可能发现新的测量原理和方法，从而推动机床测量技术的整体进步。

2.2 在线测量与实时监控

随着工业物联网（IoT）技术的迅猛发展，机床的在线测量与实时监控已经从理论走向实践，为现代制造业带来了革命性的变革。这种技术的核心在于实时数据的获取与分析，使得生产过程中的每一个环节都变得透明和可控。在线测量技术是通过将传感器、控制器和计算机网络技术紧密结合，实现在加工过程中对工件尺寸、形状和位置的实时检测。这种技术能够即时反馈加工状态，确保加工精度和质量始终在预设的范围内。同时，通过与机床控制系统的联动，可以在发现问题时及时调整加工参数，甚至自动进行误差补偿，从而大大提高产品的合格率。实时监控则更进一步，它不仅跟踪机床的运行状态，还能对机床的维护、故障预警提供有力支持。通过安装在机床上的各种传感器，实时监控系统能够收集到大量的运行数据，如温度、振动、噪音等。这些数据经过分析处理后，可以准确反映出机床的健康状态和性能表现。一旦检测到异常情况，系统可以立即

发出警报,通知操作人员及时干预,避免因设备故障而导致的生产中断。此外,在线测量与实时监控技术的引入还极大地提升了生产过程的可追溯性。每一道工序、每一个工件的加工数据都被完整记录,使得产品质量问题的溯源变得简单而高效。这不仅有助于企业持续改进生产工艺,也为满足日益严格的行业标准和客户要求提供了有力保障。

2.3 多传感器融合与数据分析

在未来的机床测量技术中,多传感器融合技术将扮演至关重要的角色。通过整合不同类型的传感器,如位移传感器、压力传感器、温度传感器等,我们能够获取到更为丰富和全面的测量数据。这种多源数据的融合,不仅提高了测量的精度和可靠性,还为后续的加工过程优化提供了坚实的基础。多传感器融合技术的核心在于如何将不同传感器采集到的数据进行有效的整合和处理。这需要我们借助先进的算法和技术,对来自不同传感器的数据进行同步、校准和融合,从而得到更为准确和全面的测量结果。例如,通过结合位移传感器和压力传感器的数据,我们可以更精确地控制工件的加工深度和表面质量。与此同时,大数据分析技术的引入为多传感器融合带来了更广阔的应用前景。在大数据的支撑下,我们可以对海量的测量数据进行深入挖掘和分析,从而发现隐藏在数据背后的规律和趋势。这不仅有助于我们更好地理解加工过程的动态特性,还能为加工参数的优化提供科学的依据^[4]。大数据分析技术还能帮助我们实现故障预警和预测维护。通过对历史测量数据的分析,我们可以建立起机床运行状态与测量数据之间的关联模型。当测量数据出现异常时,模型能够迅速识别并发出预警,从而避免潜在的设备故障和生产中断。

2.4 远程监控与云服务

随着互联网技术的迅猛发展,远程监控与云服务正逐渐成为机床测量领域的新兴趋势。这两项技术的结合,不仅为用户提供了前所未有的便捷性,还极大地提升了机床测量的效率和准确性。远程监控技术的实现,得益于现代通信网络的高速发展和智能化设备的广泛应用。用户只需通过互联网连接,便能实时查看机床的测量数据和运行状态。这意味着,无论身处何地,用户都

能对机床的工作情况了如指掌。这种技术的引入,不仅打破了地域限制,还使得问题的发现和解决变得更为迅速和高效。而云服务则为用户提供了一个强大的数据处理和分析平台。通过将测量数据上传至云端,用户可以随时随地访问这些数据,并进行深入的分析和处理。云服务还提供了数据存储功能,确保了数据的安全性和可追溯性。此外,借助云服务的强大计算能力,用户可以轻松地生成各类报表和统计数据,从而更直观地了解机床的工作性能和加工质量。值得一提的是,远程监控和云服务的结合,还为用户提供了更为智能化的解决方案。基于大数据和云计算的技术,系统可以自动分析机床的运行状态,预测可能的问题,并及时向用户发出预警。这种预测性维护的功能,大大降低了机床故障的风险,提高了生产效率。远程监控与云服务在机床测量中的应用,不仅提升了测量的便捷性和效率,还为用户提供了更为全面和深入的数据分析功能。随着这两项技术的不断完善和推广,相信未来的机床测量将更加智能化、高效化和远程化。

结语

综上所述,机床测量检测技术在确保加工精度和提高生产效率方面发挥着至关重要的作用。随着科技的不断发展和创新,机床测量检测技术正朝着智能化、在线化、多传感器融合和远程化的方向发展。这些新兴技术将为制造业带来革命性的变革,推动整个行业的持续发展和进步。同时,我们也应看到,这些技术的发展也带来了新的挑战和问题,如数据安全、技术标准的制定等,需要行业内外的共同努力和探索。

参考文献

- [1]魏协奔,王成刚,李童彬,等.数控机床振动检测及分析系统设计[J].机械研究与应用,2023,36(05):78-82.
- [2]白跃辉.数控机床丝杠误差补偿后定位精度检测分析[J].工程机械文摘,2023,(04):1-3.
- [3]屈福康,谢胜超,屈昕.数控机床局部机械故障多尺度自动化检测方法[J].机械制造与自动化,2023,52(05):236-239.
- [4]任子啸.面向机床精度检测的惯性测量与误差辨识研究[D].北京交通大学,2023.