

基于检测技术的公差配合误差识别与校正研究

程 瑜

(延安职业技术学院,陕西省延安市,716000)

摘要 随着制造业精度要求的提高,对公差配合的误差识别与校正技术的研究显得尤为重要。本文综述了基于检测技术的公差配合误差的定义、分类、检测技术、识别方法及校正技术。在误差的定义与分类中,详细界定了公差配合误差的概念,并按照其特性进行了系统的划分。检测技术分为传统检测技术,包括量具检测法和光学检测法,以及先进检测技术,如三维测量法、光学成像法和激光扫描法。误差识别方法则涉及统计分析的极差法和均值法,以及基于数学模型的误差拟合法和回归分析法。在校正技术方面,介绍了传统的磨削校正法和改进加工方法,以及新兴的自适应校正法和机器学习校正法。

关键词 公差配合误差;检测技术;统计分析方法;数学模型

中图分类号:TG801 文献标识码:B

文章编号:1008-0899(2024)10-0050-03

在精密制造领域,公差配合误差直接影响着产品的性能和寿命。准确的误差识别与有效的校正策略是保障产品质量的关键。本文首先概述了公差配合误差的概念及其在制造中的重要性,接着对现有检测技术进行分类和评述。进一步地,探讨了利用统计分析和数学模型进行误差识别的方法,并对比了传统与现代校正技术的优劣。研究旨在为工程师提供一套系统的误差检测与校正方法,以便在生产过程中实现更高的精度控制。

1 基于检测技术的公差配合误差的定义和分类

在机械制造与装配中,公差配合误差是指零件实际尺寸与设计尺寸之间的偏差,以及这些偏差对零件间配合质量的影响。它是衡量零件加工精度的重要指标,对于确保装配性、可靠性和机械性能至关重要。公差本身定义了可接受的尺寸范围,而配合则涉及两个或多个零件间的相互关系。公差配合误差可以依据多个维度进行分类,如按照产生的阶段、影响的特性、测量的方法和偏差的类型等。根据产生的阶段,误差可以划分为制造误差、装配

误差和使用误差。制造误差发生在零件加工过程中,装配误差在零件装配时产生,使用误差则在产品使用过程中出现。从影响的特性来看,误差可以分为尺寸误差、形状误差和位置误差。尺寸误差关注零件的主要尺寸偏差,形状误差涉及零件的平面度、圆度等形态缺陷,位置误差则包括同轴度、垂直度等相对位置的偏差。

1.1 公差配合误差的检测技术

量具检测法作为公差配合误差检测的传统方式,广泛应用于各类机械加工领域。主要依赖于各式各样的手动测量工具,如千分尺、游标卡尺、塞尺和高度尺等。这些工具通过直接与被测零件接触,测量其尺寸和几何特征,从而评估其偏差。量具检测的一个显著特点是对操作人员的技能要求较高,因为测量结果很大程度上取决于操作的准确性和重复性。量具检测法的优势在于成本相对较低,操作简便,适用于快速的现场检测和小批量生产。然而,随着技术的进步和精密制造的需求增加,这种方法的局限性也变得越发明显。量具检测法通常难以满足高精度测量的需求,且在检测复杂形状的零件时存在困难。

1.2 光学检测法

利用光的特性来进行公差配合误差的非接触式测量。包括多种方法,如显微镜测量、影像测量和激光测距等。这些方法通过分析物体表面反射或透射的光,获取零件尺寸和表面特征的信息,从而评估其制造质量。与量具检测法相比,光学检测

课题:《公差配合与测量技术》在线课程在继续教育中的探索与实践,编号:JXKT2301。

作者简介:程瑜(1988~),女,汉族,陕西西安人,硕士,讲师,研究方向:机械设计。

技术能够提供更高的测量精度,且适用于检测复杂的几何形状和微小的特征。例如,影像测量技术可以通过高分辨率摄像机捕捉零件表面的图像,配合精密的边缘检测算法,实现快速而精确的尺寸和形态测量。此外,激光扫描技术通过分析激光束在物体表面的散射或反射信号,能够生成零件的三维点云数据,从而进行详细的形状分析。

1.3 先进检测技术

三维测量法通常使用坐标测量机、三维扫描仪或其他先进的测量设备来实现。作为先进检测技术的代表,三维测量法不仅能够测量线性尺寸,还能够评估和分析复杂的曲面和形状。例如,坐标测量机通过感应探针与零件表面的接触点来确定其在空间中的位置,进而构建出精确的三维模型。三维测量技术的应用极大地提升了零件检测的自动化水平和数据获取的全面性。它允许对零件内外表面的细微特征进行快速且全面的检查,并且这种检查通常是非破坏性的。在质量控制和逆向工程中,三维测量法已成为一种不可或缺的工具。

1.4 光学成像法

利用先进的成像系统对零件进行高分辨率成像,从而获取零件表面和几何特征的详细信息。包含了多种技术,如共焦显微镜、数字全息术和热像仪等。通过精确控制光源和使用高性能的传感器,光学成像系统可以捕获极其精细的表面纹理和微小的缺陷。利用光学成像法,可以在不接触物体表面的情况下进行精密测量,这对于易损或柔软材料的检测尤其重要。这种技术能够提供二维或三维的视觉数据,有助于进行复杂形状和表面质量的评估。光学成像技术的一个重要优势是其高速的图像采集能力,配合自动化的图像处理软件,可以实现快速的检测和即时反馈。

2 基于检测技术的公差配合误差的识别方法

2.1 统计分析方法

在公差配合误差的识别中,它通过确定一系列测量值的最大值和最小值之间的差异,即极差,来评估加工过程中的稳定性。这种方法简单直观,可以迅速发现生产过程中的异常波动。在执行极差法时,工程师或质量控制人员会收集一定数量的零件尺寸数据,然后计算其极差。如果极差超出预设的控制限或标准差异范围,这通常表明生产过程存

在问题,可能是由于设备磨损、操作不当或材料批次间的差异。极差法对于初步诊断加工稳定性和快速问题定位非常有效。

均值法的核心在于确定所有测量值的中心点,以此作为评估加工过程精度的参考。与极差法不同,均值法不仅仅关注最大和最小值,而是综合考虑所有数据点,提供了一个更全面的误差评估。计算均值时,会收集多个样本的测量数据,将这些数据相加后除以样本数量,得到平均数。这个平均数可以反映出加工过程中零件尺寸的一般水平,并可以与设计尺寸进行比较,从而判断加工是否存在系统偏差。如果均值与设计尺寸之间的偏差超出了可接受的公差范围,就可能需要调整加工参数或设备。均值法提供了一种稳健的误差分析手段,适用于处理大量数据,并且能较好地抵御偶然误差的影响。

2.2 数学模型方法

误差拟合方法通过使用数学模型来逼近实测数据的分布状况,旨在找到一个最佳函数模型,以此模型来描述或预测零件的实际加工误差。常见的数学模型包括多项式、指数函数和对数函数等。通过选择合适的数学模型,可以有效地拟合出零件尺寸的变化趋势,进而分析误差的系统特性。在应用误差拟合方法时,需收集一定量的测量数据,然后利用数学方法如最小二乘法来确定模型参数,以确保拟合曲线与实际测量数据之间的差异最小。成功的误差拟合不仅能够揭示加工过程中的系统偏差,还有助于预测和控制未来的加工误差。

回归分析方法,在公差配合误差的识别中,回归分析常用于分析加工参数对于尺寸误差的具体影响,从而找到潜在的优化方向。该方法能够处理各种形式的关系,包括线性和非线性关系。进行回归分析时,研究人员会建立一个或多个预测模型,并使用收集到的数据来估计模型参数。例如,线性回归就是找到最能代表数据集趋势的直线方程。通过评估这些模型的统计显著性和拟合优度,可以判断模型的可靠性。回归分析的一个主要优点是它提供了定量分析的途径,使得研究人员能够不仅仅描述数据,还能预测和控制。通过回归模型,能够清晰地看到不同加工条件下误差的变化,为生产过程的控制和优化提供支持。

3 基于检测技术公差配合误差的校正技术

3.1 传统校正方法

磨削校正法通过去除零件表面的微小材料层来调整尺寸和改善表面粗糙度,以此达到设计要求的精度。磨削过程中,操作工通过精细调整磨削机的设定参数,如磨削轮的进给速度、磨削深度和工件的转速等,实现对工件尺寸的微调。磨削校正法的优点在于其能够高效地处理硬质材料,并且适用于形状复杂、要求高精度的零件。磨削校正法提供了一种直接且有效的手段来减少或消除加工过程中的误差,特别是在处理高硬度材料时,磨削校正法更是少有的几种有效手段之一。

3.2 改进加工方法

作为另一种传统校正技术,关注的是通过调整或优化加工工艺本身来减少公差配合误差。这种方法依赖于对加工过程的深入理解,包括对机床的状况、刀具的选择、切削参数的设定等多方面的考虑。通过优化这些加工因素,可以提高加工精度,减少不必要的后续校正工作。改进加工方法的核心在于预防而非修正。通过对加工过程进行科学的分析和规划,如实施精度控制、采用高品质的刀具材料、改善切削液的性能、提高机床的维护标准等,可以从源头上减少误差的产生。此外,应用现代化的数控技术和自动化设备也为加工精度的提升带来了新的可能。改进加工方法不仅能够提高生产效率,还有助于延长刀具和机床的使用寿命。这种方法更加注重于系统优化,通过减少校正工序,降低生产成本,同时提高产品的一致性和可靠性。不过这种方法可能需要对现有的生产流程进行较大幅度的调整,涉及的变更可能包括新技术的引入、员工培训以及生产流程的重新设计等,因此在实施时需要综合考虑投入和预期效益。

3.3 先进校正方法

自适应校正法依靠实时监控加工过程中的关键参数,并动态地调整加工条件以响应监测到的误差。它通常结合传感器反馈、控制系统和执行机构,构成一个闭环控制系统,能够自动识别并补偿

因工具磨损、材料不均匀性或机床热漂移等因素引起的误差。在自适应校正中,关键在于实时数据的准确获取和快速处理。例如,通过安装在机床上的力传感器和振动传感器,可以即时检测切削过程中的异常情况,并通过控制系统对切削速度或进给量进行自动调整。这种智能化的调整过程显著提高了加工精度,同时减少了人为干预的需求。

3.4 机器学习校正法

在先进制造领域的应用逐渐增多,利用机器学习算法从大量历史数据中学习模式与规律,预测和校正可能出现的误差。这种方法通过分析历史的加工数据、测试数据和品质控制记录,建立模型来预测零件的实际加工误差,并据此调整加工参数。机器学习校正法的核心在于数据驱动的决策流程。通过训练神经网络、支持向量机或决策树等机器学习模型,可以对加工过程中的非线性复杂关系进行建模。随着模型准确性的提高,它可以实时校正加工参数,以补偿由于材料特性变化、机床老化或操作差异等因素造成的误差。

4 结语

综上所述,通过对公差配合误差检测技术的深入研究,本文提出了一系列有效的识别与校正策略。随着检测技术的不断发展和机器学习技术的应用,校正方法将更加灵活和智能化。这不仅对提高单件产品的质量具有重要意义,也对整个制造行业的技术进步和生产效率提升有着积极影响。未来研究可以继续误差预测精度和校正效率上进行优化,以实现更加精确的制造过程。

参考文献

- [1] 夏建荣.公差配合在机械设计与机械制造中的应用[J].南方农机,2020,51(24):89+91.
- [2] 马广友.公差配合在非标设备设计制造中的应用[J].山东工业技术,2018,(24):19.
- [3] 胡迎春.“公差配合与测量技术”多媒体教学研究[J].计算机产品与流通,2018,(11):188.
- [4] 沈志昕.公差配合在机械设计与机械制造中的应用[J].农机使用与维修,2018,(04):75.