

探究数控机床使用可靠性及其关键技术

任富恺

嘉兴如邑智能科技有限公司 浙江嘉兴 314000

【摘要】随着现代制造业对高效、精密生产要求的不断提高,数控机床在工业生产中占据着越来越重要的地位。本文探讨了数控机床的使用可靠性,分析了其关键技术,并提出了提升其可靠性的策略。通过对数控机床可靠性影响因素的分析,探讨了机械系统、控制系统及环境因素对可靠性的作用,进而研究了设计优化、生产控制、预测检测以及维修保养等方面的技术措施,以提高数控机床的使用寿命和工作效率。最后,结合现代数控机床的技术发展趋势,提出了进一步提升机床可靠性的方法。

【关键词】数控机床;使用可靠性;设计优化;可靠性检测;生产控制

Study the reliability of CNC machine tool and its key technology

Ren Fukai

Jiaxing Ruyi Intelligent Technology Co., LTD., Jiaxing, Zhejiang 314000

【Abstract】With the increasing demand for efficient and precise production in modern manufacturing, CNC machines are playing an increasingly important role in industrial production. This paper explores the reliability of CNC machines, analyzes key technologies, and proposes strategies to enhance their reliability. By analyzing the factors affecting the reliability of CNC machines, it discusses the impact of mechanical systems, control systems, and environmental factors on reliability. It further examines technical measures such as design optimization, production control, predictive testing, and maintenance to improve the service life and work efficiency of CNC machines. Finally, in light of the technological development trends of modern CNC machines, methods to further enhance machine reliability are proposed.

【Key words】CNC machine tool; reliability of use; design optimization; reliability testing; production control

引言:

随着科技的进步和工业自动化水平的提高,数控机床逐渐成为制造业中不可或缺的重要设备。数控机床的使用可靠性直接影响生产效率和产品质量,因此,研究如何提高其可靠性,减少故障和停机时间,是当前制造业面临的关键问题。本文将从数控机床的设计、生产、检测、维护等多个方面,探讨提升其可靠性的关键技术和措施,以期对相关领域的技术发展提供理论支持和实践指导。

1. 数控机床使用可靠性概述

1.1 数控机床可靠性定义与评估标准

数控机床的可靠性是指在规定的条件下,数控机床能够稳定、持续完成预定任务的能力。它不仅反映了机床本身的结构和技术质量,还与其长期运行过程中维持稳定运行的能力紧密相关。可靠性涉及的因素包括机床各部件的耐久性、故障率、修复难度等。数控机床的可靠性评估通常依赖于故障率、平均无故障时间(MTBF)、维修周期等指标,帮助制造商和用户理解设备的长期运行状况。为了更准确地评估数控机床的可靠性,相关标准和规范已经逐步建立起来。比如,国际标准化组织(ISO)提出了与设备可靠性相关的技术要

求,这些标准提供了系统化的测量方法,确保机床在实际操作中能够持续提供稳定的工作表现。同时,可靠性评估也涉及环境适应性、负载能力等因素,以确保机床在不同使用条件下能够达到预期的工作效果^[1]。

1.2 数控机床可靠性对生产效益的影响

在对数控机床提出可靠性需求的时候,生产效益方面也需要考虑,高可靠性的机床才能保证高生产效率的产出。以高精度、大批量的生产为前提,机床稳定性极为关键,机床出现故障停机、维修率增加必将造成生产效率降低,更可能导致停产,整体生产流程受到影响。尤其是在复杂加工类的任务,数控机床的高可靠性在加工质量方面体现更直观,小小的误差与设备出现故障而造成的废品率提升,无疑将企业生产成本放大,企业的成本提升还将涵盖资源成本与时间成本,一旦在大批量生产中机器损坏,故障停机,维修组装,浪费了大量的生产资源时间。从另一方面看,数控机床的维护成本由其可靠性表现决定,高可靠性的数控机床故障率低,故障处理维修频率减少,相应地在维护方面减少投入。

2. 数控机床可靠性影响因素分析

2.1 机械系统的可靠性因素

数控机床的机械系统是决定其可靠性的重要组成部分,包括主轴、电动机、轴承、导轨、伺服系统等关键部件。任

任何一个部件的故障都可能影响整个机床系统的运行。机械系统的可靠性主要受机床结构设计、材料质量、加工精度等因素的影响^[2]。首先,机床的结构设计应考虑到负载分布、刚度、稳定性等要求,以保证其在长时间高负荷的工作状态下能够持续运行。机床部件的质量直接影响其耐久性,使用优质、耐磨损的材料能够有效降低设备故障率,延长设备寿命。此外,机械系统的精度对可靠性至关重要,尤其是在高精度加工中,任何微小的误差都可能导致不合格的加工质量。因此,机床各部件的精密加工和装配是确保其可靠性的基础。例如,主轴的加工精度、导轨的平行度、伺服电机的运行精度等,都会影响机床的精度和稳定性,从而影响其可靠性。

2.2 控制系统的可靠性影响

数控机床的控制系统是指控制机床各部件进行工作运动,指挥调度机床各部件。数控机床控制系统的可靠性直接影响机床的运行与可靠性。目前,数控机床的控制系统硬件系统是计算机、PLC 控制器等,软件系统是数控机床的控制程序、操作系统等。数控机床控制系统的故障直接导致机床工作故障和无法正常工作,甚至毁坏其他部件。影响数控机床的控制系统可靠性需要考虑的主要因素有:系统硬件的可靠性,影响硬件稳定性的因素是计算机硬件的质量、电路板的工程质量等;软件控制的可靠性因素,数控机床控制系统中的操作系统程序、控制程序设计,长期运行过程中保证控制程序出现崩溃现象、死机现象,系统程序设计应具备正确性的可靠性,主要包括操作系统的界面设计以及错误的容错设计,正确和高效的输入命令使工作人员能够及时准确的判断可能发生的问题等。数控机床的控制系统需要具备较强的抗干扰能力,影响数控机床控制系统稳定和运行的外部干扰是其加工过程中环境周围经常出现电磁干扰、机械震动等,这些干扰可能影响控制系统信号传输导致其运行工作出现故障,因此,控制系统具备较好的抗干扰设计和运行是确保系统可靠性的基本指标^[3]。

2.3 环境因素对数控机床可靠性的影响

数控机床的环境条件是影响数控机床可靠性的重要因素之一,数控机床一般是在相对复杂环境条件下工作,如较高的温度、湿度、较大的灰尘以及频繁移动等环境下工作,这些因素的改变可能会造成机床部件的老化或磨损以及出现故障,从而影响机床的稳定性和可靠性。温度因素是影响机床工作环境的重要因素,一般机床内部的电子元件、传感器以及伺服电机等对温度环境的变化非常敏感,温度较高时,会出现电路板上的元器件过热,影响其正常的工作,甚至会发生电路烧毁的现象;温度太低时,容易使机床机械部件内的润滑油粘度过大,影响机床的运动精度,如果温度剧烈发生变化,还会使机床内部的金属部件产生膨胀或收缩变形现象,这都将影响加工的精度和稳定性,直接影响加工部件的加工质量。湿度因素对数控机床工作环境的影响也非常大,当机床处在较高的湿气环境下时,机床的金属部件容易腐蚀,降低机械部件的耐受性,湿气还会影响电气设备元件,可能会出现电路短接、元件失效等情况。为避免机床湿气影

响,在机床防潮方面采取相应的措施,如在设备壳体外壳内部安装防潮装置等,保证数控机床的工作设备处在比较干燥的环境中运行。综上所述,数控机床的可靠性受机械系统、控制系统、环境因素的影响,只有各部分稳定性保证良好的基础上才能实现数控机床的长期、高效的工作,所以了解这些影响因素,加以解决是保证数控机床可靠的重要举措^[4]。

3. 数控机床可靠性提升技术

3.1 设计阶段的可靠性优化

在数控机床的设计阶段,可靠性优化是一项关键任务。设计的合理性直接关系到机床在实际运行中的表现,优良的设计不仅能够提高机床的加工精度,还能延长其使用寿命。因此,在设计时必须考虑到机床各个部件的耐用性和适应性,确保各部件在各种工作条件下能够协调运作,减少故障发生的概率。

首先,机床的结构设计必须具备足够的刚性和稳定性。刚性不足的机床在加工过程中可能会因振动而导致加工精度下降,甚至引发机床故障。因此,设计师需要选择合适的材料和优化结构布局,避免不必要的震动源。同时,合理的结构设计也有助于减少机床的热变形问题。由于机床在加工时通常会产生大量的热量,设计时需要考虑热量的分布和散发,避免因热膨胀造成精度损失或零部件损坏。另外,机床的传动系统和电气系统也需要在设计阶段进行详细规划。传动系统的选择直接影响机床的运动精度和可靠性。例如,采用高精度的滚珠丝杠、线性导轨等高品质传动部件能够有效减少机械磨损,提高运行平稳性和可靠性。此外,电气系统的设计需考虑到抗干扰性和冗余性,确保机床在复杂的工作环境中依旧能够稳定运行。

3.2 生产过程中的可靠性控制

在数控机床的生产过程中,可靠性控制是保证机床质量的重要环节。通过对生产过程中的关键环节进行严格控制,可以有效避免因生产误差或设备故障导致的性能下降,从而确保数控机床的整体可靠性。

首先,生产过程中的精密加工是保证机床各个部件精度的基础。机床零部件的加工误差会直接影响机床的性能,因此需要严格控制加工过程中的工艺参数,确保每个零件达到设计要求。特别是对于高精度要求的部件,如主轴、导轨、伺服电机等,更需要在加工过程中采用高精度的设备和严格的质量控制措施。其次,机床的装配工艺对其可靠性同样起着决定性作用。零部件的装配必须确保高精度配合和正确的装配顺序。任何一个部件装配不当都会导致机床运行时出现偏差或故障,降低可靠性。因此,在生产过程中,装配工人需要经过专业培训,使用高精度工具,确保装配工艺符合标准。此外,生产过程中的热处理和表面处理工艺也是影响机床可靠性的关键因素。通过合适的热处理工艺,可以提高金属部件的硬度和耐磨性,延长其使用寿命。表面处理工艺,如镀层、渗碳等,则可以提高零部件的耐腐蚀性和抗疲劳性

能,降低因磨损或腐蚀导致的故障概率。

3.3 可靠性预测与检测技术

随着数控机床的复杂性不断提高,传统的定期维修和故障修复已不能完全满足可靠性要求,如何提前发现潜在的故障并进行干预,成为提升机床可靠性的关键技术。可靠性预测与检测技术为这一需求提供了有效的解决方案。通过对机床的运行状态进行实时监测,可以及时发现设备的异常状态,预防重大故障的发生。可靠性预测主要通过对机床关键部件的使用状况和历史故障数据进行分析,预测未来可能发生的故障类型和发生时间。这一过程通常涉及到故障树分析、失效模式与效应分析(FMEA)等方法,通过对每个部件的故障机理进行建模,预测其失效概率和影响,从而为设备的维护提供指导。通过提前预测故障,能够有效规划维修周期,降低突发故障对生产造成的影响。检测技术则包括振动监测、温度监测、电流监测等多种方式。通过安装传感器,实时获取机床运行过程中的各类数据,并通过数据分析发现潜在问题。例如,振动传感器可以检测机床在运行过程中是否存在异常振动,进而判断主轴、伺服电机等关键部件是否存在故障风险^[5]。温度传感器可以监控机床电机、轴承等部件的温度变化,及时发现过热问题。通过这些检测技术,能够实时反馈机床的工作状态,为设备的维护和管理提供重要依据。

3.4 维修与保养对可靠性的影响

对机床实施维修与保养是有效延长使用寿命、提升可靠性的有效方式。定时保养将机床保持良好工作状态,有效避免出现意外故障。数控机床上必须保证维修、保养工作的全程性。

一是日常保养工作。日常保养主要包括清洁、润滑和紧固等内容。在机床使用过程中,因摩擦和热量的影响部分零部件易发生磨损,所以日常对机床进行清洁,清除积尘和金属碎屑,是保证机床精度和稳定性的基础。润滑能够降低机械部件的损耗,提高使用寿命。紧固工作是确保零件之间配合精度的重要任务。若是零部件松动会导致机床出现不必要的损害。二是定期检查和更换机床易损件。机床在正常使用过程中,主轴、轴承、导轨等部件在长时间使用中易出现磨损,因此,应定期检查磨损情况,必要时应进行更换。在对电气系统保养过程中,应定期检查电气连接、绝缘等工作状态,以免出现老化或者电气系统出现故障导致出现设备损毁

的现象。

3.5 数控机床使用寿命的延长技术

数控机床具有高精度、高效化的特征,加强数控机床应用延长寿命的技术手段是延长数控机床使用寿命、提升数控机床可靠性的重要途径,除了设计与生产阶段,应用延长寿命技术也是使用过程中必须重视的问题。

(1) 热管理技术可以提升机床的使用寿命。机床在加工的过程中会积攒大量的热量,如果长期处于高温条件下工作,就会加快零件的老化速度,所以采取高效的机床热管理技术可以保证机床零件不会出现高温过快老化的现象,减少机床高温引起的故障情况^[6]。

(2) 防腐技术和涂层技术,在使用过程中,通过防腐技术和涂层技术可以降低机床在表面层和内部引起的化学变化影响和受到外部环境因素引起的机床老化腐蚀等现象,这样就可以延长机床的使用寿命。

(3) 润滑与防护技术:润滑系统可减少机床运动部件的摩擦和磨损,提高使用寿命。应使用高效润滑油并定期更换,同时采用封闭式防护罩,防止粉尘、切屑进入关键部件,降低故障率。

(4) 合理的负载管理与操作规范:避免机床长时间超负荷运行,定期维护关键零部件,如丝杠、导轨等,并确保操作人员严格按照规程使用机床,以降低故障发生率,延长设备寿命。(5) 高效的维护保养体系:建立科学的维护保养制度,包括定期检查、更换易损件、监测关键部件的运行状态,并采用状态监测技术(如振动分析、红外检测)进行预测性维护,提高机床的长期可靠性和使用寿命。

结束语:

本文围绕数控机床的使用可靠性进行了深入分析,提出了影响其可靠性的多种因素,并重点探讨了通过设计优化、生产控制、可靠性预测与检测、维修保养等多维度措施提升机床可靠性的技术途径。随着智能制造技术的发展,数控机床的可靠性将得到进一步提升。未来,持续加强可靠性研究,将有助于推动数控机床技术的进步,并提升制造业的整体生产效率和产品质量。

参考文献

- [1]李俊. 数控机床的故障分析与维修技术研究[J]. 机械与电子, 2020, 38(03): 112-114.
- [2]张磊. 数控机床可靠性分析及其提升策略[J]. 机床与液压, 2021, 49(06): 145-147.
- [3]王强. 数控机床控制系统的可靠性分析[J]. 自动化技术与应用, 2019, 38(08): 22-25.
- [4]赵立军. 数控机床的维护保养与故障诊断技术[J]. 机械设计与制造, 2020, 58(10): 134-137.
- [5]许辉. 提高数控机床可靠性的技术探讨[J]. 现代机械, 2021, 45(05): 56-58.
- [6]陈晨. 数控机床可靠性提升的措施与研究[J]. 机械工程师, 2019, 41(04): 98-100.

作者简介:任富恺,出生年:1986.3.7,男,汉族,籍贯:安徽省亳州市涡阳县,职务:技术负责人,学历:本科,研究方向:机械、模具、自动化等工业设计和冷冲压模具及产品生产自动化设计。