

数控机床故障诊断专利技术分析

赵立莎

(国家知识产权局专利局专利审查协作天津中心, 天津 300304)

摘要 在数控机床研究领域中, 数控机床故障诊断技术受到人们的广泛重视, 采用先进的数控机床故障诊断专利技术, 不仅能够促使相关数控机床故障诊断效果和水平的提升, 还能推动相应技术的创新和优化, 具有重要的意义。基于此, 本文研究专利技术的演进情况, 旨在为促进专利技术的良好推广应用提供参考。

关键词 数控机床; 故障诊断; 专利技术

中图分类号: TG659

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)02-0007-03

我国数控机床故障诊断专利技术的数量不断增加, 技术水平有所提升, 对改善和优化数控机床故障诊断工作具有推动作用。因此, 合理进行数控机床故障诊断专利技术的分析和研究至关重要, 本文进行相关专利技术的演进分析, 为专利技术的良好应用和创新等提供助力。

1 数控机床故障诊断专利现状

采用 incompat 数据库进行相关数据信息的检索分析, 以商业数据库的数据处理为基础, 对同族进行合并, 按照被引次数排序, 对比相应的数据结果, 首先, 采用简单检索的措施完成统计分析的任务, 明确专利技术的分类号。其次, 利用分类号与关键词完成检索和去噪, 整理检索的结果, 最终的分析对象是 2019 年 12 月 30 日以前的使用类型或是发明的专利, 检索结果一共是 1222 条, 专利族是 577 个。

1.1 专利申请量

根据数据库关键词和分类号的检索结果, 按年计算, 可以发现: 从 1975 年开始, 首个数控机床故障诊断技术的专利以后, 80 年代半导体技术涌现, 关于数控机床故障程序算法、处理系统电路分布、信息存储的专利申请量不断增加, 90 年代初期, 将以太网协议作为基础的局域网技术推广范围扩大, 数控机床故障诊断的专家系统专利数量大幅度增加。2010 年到 2019 年, 相关技术不断进步, 我国的产业升级速度加快, 互联网组网的规模增加, 故障识别的精准度进一步提升。从地域层面而言, 自 2009 年我国关于数控机床故障诊断专利技术的申请量超过全球的 50%, 其主要原因是我国从 2008 年开始已经加深经济转型升级的力度, 知识产权意识增加。

1.2 申请人国籍分布

从数据库中关于数控机床故障诊断专利技术的申请人国籍分布层面而言, 日本、美国、德国、中国都是相关专利的主要申请国, 四个国家的申请人在申请量中占有 85% 左右, 也是相关技术研究开发非常活跃的国家, 如图 1 所示。

1.3 专利技术领域分布

在分析数据库内容的过程中可以发现, 通信领域和远程诊断领域, 以传感器技术为基础的数控机床零部件状态和刀具状态检测技术、故障诊断算法和人机交互技术等也是非常重要的部分。

1.4 重要申请人统计

林肯电气公司等是主要的申请人, 其中, 多数是国际知名度较高的数控设备厂商, 也是日本和德国等国家的大公司, 我国在数控机床故障诊断方面的专利申请较为分散^[1]。

2 数控机床故障诊断专利技术演进分析

2.1 故障诊断技术

在数控机床故障诊断系统中故障信息数据通信和故障诊断算法是关键的重要组成部分。状态监测是通过传感器和监测设备实时采集数控机床的工作状态和各种参数数据, 例如机床的振动、温度、电流、压力等。这些数据可以用来监测机床的运行情况, 检测可能存在的异常或故障。故障信息数据通信是指将采集到的状态监测数据传输到故障诊断系统的中央控制单元, 通常通过有线或无线网络进行数据传输。这样可以实现实时监测和远程监控, 方便故障诊断的进行。故障诊断算法是指在故障诊断系统中应用的算法和模型, 用于分析和处理传感器数据, 识别可能的故障类型并

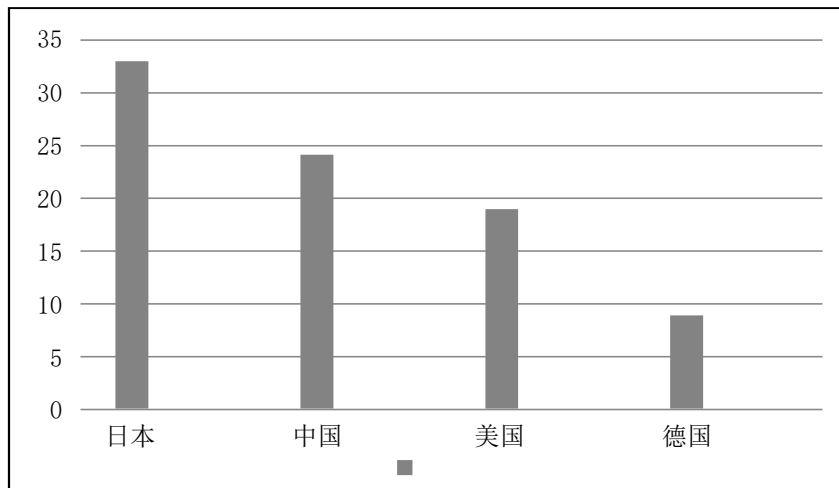


图1 四个国家的专利申请量

判断其严重程度。常见的是模式识别、机器学习等技术。这些算法可以根据实际情况进行调整和优化,以提高故障诊断的准确性和效率。

在相关系统中神经网络和人机交互界面可视化是常用的技术手段。专家系统能够模拟人类专家的决策过程,通过分析数控机床的故障现象和数据,识别出故障的原因和位置。专家系统的优点是能够快速准确地对故障进行诊断,提高诊断的准确性和效率。神经网络是一种模拟人类神经系统的计算机技术,可以通过学习和训练,自动识别数控机床的故障模式,并模拟出故障的发生和传播规律。人工神经网络的优点是能够处理多变量、非线性和复杂的故障数据,提高了诊断的可靠性和精度。人机交互界面可视化是指通过图形化的界面,将数控机床的故障信息、状态监测数据和诊断结果直观地展示给操作人员,方便他们了解数控机床的运行状态和故障信息,并进行故障诊断和处理。人机交互界面可视化的优点是能够提高操作人员的诊断效率和准确性,降低误判率和维修成本^[2]。

2.2 专利技术分解

从本质层面而言,数控机床故障诊断技术属于涵盖很多领域的复杂系统,在技术分解方面,是以专利检索结果为基础,按照技术的论文、书籍文献等进行分析,解读检索结果与非专利文献资料,按照聚类分析结果,获得数控机床故障诊断技术的分解信息,具体为:其一,数控机床故障诊断技术的一级分支为传感器,用来搜集数控机床运行状态信号参数。其二,一级分支数据通信的二级分支是局域网和广域网,三级分支是厂家服务器和云端服务器,前者是以广域网协议为基础,厂家进行购置和租用,后者是以云端服

务器为基础,搭建相应的服务网站。其三,一级分支诊断算法的二级分支是常规算法与智能算法,常规算法利用分类或比较算法,智能算法则是采用专家系统、神经网络,或是大数据、群体智能算法等。其四,一级分支人机交互,二级分支是非图形界面和图形界面,前者仅将数据和字符显示出来,后者是以图形的方式显示操作^[3]。

2.3 专利技术演进

2.3.1 机床传感器

数控机床故障诊断专利技术方面,机床传感器早期监测的对象是单一简单的信号,例如:JPS5596251A专利技术,只能监测数控机床主轴电机电流信号。而随着传感器精确度的提升,在20世纪末期,数控机床上能够安装的传感器数量和类型增加,主要涉及负载类型、振动类型、温度类型、位置类型和流量类型等,可有效完成数控机床的状态监测。随着CCD和CMOS传感器等技术的成熟,主要为:传感器不仅仅能够检测物理量,还可以具备多种功能,如自适应调节、故障诊断和预测等,传感器的多功能化可以提高数控机床的智能化水平,实现更高效、更可靠的加工过程。随着数控机床对加工精度要求的提高,传感器的精度也需要相应提高。未来的传感器将会借助更先进的技术,如光学、激光和纳米技术,实现更高的精度和稳定性,以满足精密加工的需求。传统的有线传感器需要布线和连接,限制了其应用范围和布局灵活性。未来的传感器将会趋向无线化,利用无线通信技术进行数据传输,提高传感器的布局灵活性和可扩展性。传感器将会具备自适应能力,能够根据实际工况和加工要求进行参数调整和优化。通过自适应化的传感器,数控机

床可以实现自动化的加工过程控制,提高加工效率和质量。传感器将会结合多种检测模式,如力学、光学、声学等,实现多模态的数据采集和分析。多模态化的传感器可以提供更全面、更准确的信息,为数控机床的故障诊断和预测提供更可靠的依据^[4]。

2.3.2 机床数据通信

数控机床故障诊断专利技术方面,早期数据通信只能进行电话线直连,例如:US4109309A的专利技术,数据带宽很小,通信的成本较高。20世纪末期,局域网的技术越来越先进,数控机床生产企业开始建设故障诊断服务网,设置以服务中心为基础的集中诊断模式,提升了故障诊断的效果。21世纪开始,互联网技术快速发展和进步,数控机床生产企业开始构建和开发远程服务中心,服务网能够维护的设备较多。2010年无线通信技术的普及,设备生产厂家已经开始使用先进的移动互联网技术进行组网,故障诊断的效率和数据通信的效果更高。在未来发展的过程中,随着物联网和云计算技术的发展,机床数据通信将实现实时监测和远程访问,使得故障诊断可以在远程进行,提高了故障诊断的效率和准确性。机床数据通信将采集大量的数据,通过高效的大数据分析算法和人工智能技术,实现故障的自动诊断和预测,提前采取相应的维修措施,减少机床停机时间和维修成本。机床数据通信将实现机床故障诊断的自动化和自适应性,传感器和控制系统能够自动识别故障信号,并根据不同的故障类型采取相应的措施,提高了故障诊断的准确性和效率。机床数据通信涉及敏感信息和机密数据,需要采取安全措施,确保数据的安全传输和隐私保护,防止数据泄露和恶意攻击。为了实现不同厂家的机床数据通信的互联互通,需要制定统一的通信协议和标准,使得各种设备和系统之间可以无缝集成,提高了设备的互操作性和通信的稳定性^[5]。

2.3.3 故障诊断算法

早期的故障诊断算法是将历史数据趋势作为基础,通过比较计算的方式完成操作,采用标准化输入的方法,对比输出值和实际输出值,完成阈值比较。20世纪末期,日本数控机床生产企业开始在故障推理中采用专家系统技术,出现大量将专家库作为基础的机床故障诊断技术专利。同期阶段,机床故障诊断中开始采用人工神经网络技术,出现了以振动数据训练为基础的自组织神经网络的数控机床状态诊断和检测专利。21世纪开始,数控机床故障诊断算法中采用能够自主知识更新的专家系统^[6]。近年来,随着大数据技术的

快速发展,很多数控机床设备生产企业开始采用海量数据分析计算的方式,利用对大量故障信息和数据的对比研究,了解机床故障分布的特点,能够提高故障诊断的精准度,同时也出现了将很多智能算法相互整合的故障诊断专利。在未来发展的过程中,随着大数据和人工智能技术的快速发展,数据驱动的故障诊断算法变得更加重要。通过收集和分析机床的传感器数据、运行日志等信息,可以建立模型来预测和诊断故障。深度学习技术在故障诊断中的应用越来越广泛。通过深度神经网络结构,可以提取更复杂和抽象的特征,从而实现更准确的故障诊断。基于物理模型的故障诊断方法依赖于对机床系统的完善建模和仿真。这些方法可以通过模拟机床的运行过程来诊断故障,并提供更准确的故障定位和根本原因分析。融合多种不同类型的数据源(如传感器数据、图像数据、声音数据等)可以提供更全面和准确的故障诊断结果。通过将不同数据源进行融合和分析,可以提高故障诊断的准确性和可靠性^[7]。

3 结语

本文主要研究分析数控机床故障诊断专利技术的情况,以专利申请人国籍、申请数量的情况为基础进行分析,发现目前虽然我国数控机床故障诊断技术越来越成熟,专利技术的数量不断增加,但是依然存在一定的潜力,因此,本文提出了关于相关专利技术的未来发展趋势,旨在为我国数控机床故障诊断专利技术良好开发和推广等做出贡献。

参考文献:

- [1] 王林峰.基于故障征兆与性能特征的数控机床故障诊断技术[J].科学技术创新,2023(23):207-210.
- [2] 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.
- [3] 罗卫东.基于改进蚁群算法的数控机床故障诊断方法[J].设备管理与维修,2023(19):35-37.
- [4] 薛鹏伟.数控机床的智能故障诊断技术研究[J].现代制造技术与装备,2023,59(09):66-68.
- [5] 任鑫阳,王定荣,张萌萌,等.基于容器化架构的机床故障诊断平台设计[J].电子制作,2023,31(13):95-97.
- [6] 冯超,张帝.基于5G通信的数控机床智能监控与诊断系统设计[J].机床与液压,2023,51(12):142-150.
- [7] 雷楠南,刘珂.数控机床电气系统故障诊断与排除方法研究[J].安徽电子信息职业技术学院学报,2023,22(02):7-12.