

基于机械传感技术的智能制造系统分析

张皓景

(沈阳大学国际教育学院 辽宁 沈阳 110044)

摘要: 随着智能制造的快速发展,机械传感技术作为智能制造的重要组成部分,得到越来越广泛的应用。本文从机械传感技术的基本原理及应用入手,探讨了机械传感技术在智能制造系统中的应用,以及基于机械传感技术的智能制造系统设计与实现,分析了机械传感技术在智能制造系统中的应用案例,最后对机械传感技术在智能制造系统中的发展趋势进行了探讨。

关键词: 机械传感技术; 智能制造系统; 应用; 发展趋势

1 机械传感技术的基本原理及应用

1.1 机械传感技术的分类和特点

机械传感技术是指通过物理或化学效应将机械量转换成电信号或其他形式的信号,以实现机械量的测量和控制。按照测量的机械量分类,机械传感技术可分为压力、温度、流量、位移、速度、加速度、力和转矩等多种类型。机械传感技术具有高精度、快速响应、可靠性高、易于集成和安装等特点,在智能制造系统中具有广泛的应用前景。

1.2 机械传感技术在智能制造系统中的应用

1.2.1 自动化控制

机械传感技术可以用来实现自动化控制。例如,在智能加工系统中,机械传感器可以用来实现加工过程中的实时监测和控制,从而使加工过程更加稳定和精确。在智能装配系统中,机械传感器可以用来实现自动化装配控制,从而减少人工操作,提高装配效率和质量。

1.2.2 数据采集

机械传感技术可以用来实现数据采集。例如,在智能检测系统中,机械传感器可以用来采集产品的相关参数,如尺寸、形状、表面质量等,从而对产品进行质量检测和分类。在智能维修系统中,机械传感器可以用来采集机械设备的状态参数,如温度、压力、振动等,从而实现机械设备的健康监测和维护^[1]。

1.2.3 状态监测

机械传感技术可以用来实现状态监测。例如,在智能制造系统中,机械传感器可以用来监测机械设备的状态,如转速、温度、振动等,从而实现设备

的故障预警和维护。在智能物流系统中,机械传感器可以用来监测货物的状态,如温度、湿度、振动等,从而实现货物的实时监测和管理。

1.2.4 故障诊断

机械传感技术可以用来实现故障诊断。例如,在智能制造系统中,机械传感器可以用来诊断机械设备的故障原因,从而实现设备的快速维修和恢复。在智能物流系统中,机械传感器可以用来诊断货物的损坏原因,从而实现货物的快速追溯和索赔。

2 基于机械传感技术的智能制造系统设计与实现

2.1 智能制造系统的基本框架

智能制造系统的基本框架主要包括传感器网络、智能控制器、计算机信息系统、智能设备和通信技术等方面。其中,传感器网络是实现信息采集的重要组成部分,其通过采集生产过程中所产生的数据,将其转化成数字信号,并通过通信技术传输给智能控制器进行分析和处理。智能控制器则根据接收到的信号数据,对生产过程中的各项参数进行实时监测和控制,以实现生产自动化和智能化。计算机信息系统则主要负责对采集到的数据进行处理、分析和调度,同时对整个智能制造系统进行协调和管理,以保证生产过程的高效性和稳定性。智能设备则是智能制造系统中的生产执行单元,其根据智能控制器发送的指令,执行具体的加工、装配和检测等生产任务。通信技术则负责连接各个组成部分,保证数据的快速传输和实时响应,从而实现整个智能制造系统的高效运行和协同作业。

2.2 机械传感技术在智能制造系统中的应用

机械传感技术是智能制造系统中不可或缺的一项技术。通过机械传感器可以实时感知物理量信息，如温度、压力、振动等，并将这些信息转换为数字信号，通过数据分析，可以实现对设备状态的实时监测、诊断和预测，提高生产效率和制造质量。

以振动传感技术为例，通过对设备振动信号的实时采集和分析，可以实现对设备运行状态的实时监测，从而及早发现设备故障，进行预防性维护，提高设备的可靠性和使用寿命。据统计，机械故障是导致制造业损失的主要原因之一，而通过机械传感技术实现的设备状态监测和预测，可以将故障率降低 30% 以上，节省大量的维修和更换成本^[2]。下面是一个示例，展示了对设备振动信号采集数据的一些基本信息和统计数据。具体数据见表 1。

表 1 设备振动信号采集数据的统计表格

日期	设备编号	最大振动幅度/mm	最小振动幅度/mm	平均振动幅度/mm	峰值因子	偏度	峭度
2022/4/1	1	0.58	0.03	0.18	2.31	0.34	1.79
2022/4/2	1	0.67	0.05	0.22	2.72	0.29	1.73
2022/4/3	1	0.72	0.02	0.25	3.13	0.43	2.18
2022/4/1	2	0.81	0.02	0.26	3.56	0.51	2.47
2022/4/2	2	0.73	0.03	0.21	2.98	0.38	2.02
2022/4/3	2	0.68	0.01	0.17	2.55	0.28	1.71

表 1 展示了两台设备在三天内的振动数据。每一行对应一次振动数据采集，其中包括日期、设备编号、最大振动幅度、最小振动幅度、平均振动幅度、峰值因子、偏度和峭度等指标。这些指标可以用于分析设备振动信号的特征，并识别设备可能存在的问题。通过对这些数据进行监测和分析，可以及早发现设备故障，进行预防性维护，提高设备的可靠性和使用寿命。另外，机械传感技术在智能制造系统中还可以实现对生产过程的实时监测和控制。例如，在汽车制造过程中，通过对焊接机器人的位置、力矩、速度等机械参数的实时监测，可以实现对焊接质量的实时控制，从而提高焊接质量和生产效率。据统计，通过机械传感技术实现的生产过程监测和控制，可以将生产效率提高 15% 以上，降低废品率 10% 以上。

2.3 系统设计与实现过程

智能制造系统是指利用现代信息技术、传感技术、控制技术 etc 实现对生产过程进行全面自动化、智能化管理的一种制造方式。机械传感技术是智能制造

系统中重要的组成部分，通过对机械设备运行状态的实时监测和分析，可以实现设备的自动化控制、故障预测和维护等功能，提高生产效率和产品质量。下面是一个基于机械传感技术的智能制造系统设计和实现的具体过程，以数据分析为重点^[3]。

(1) 设备振动信号采集：利用振动传感器等设备采集机械设备的振动信号，并将信号上传到计算机或云端服务器中进行存储和处理。

(2) 数据预处理：通过对采集到的振动信号进行滤波、去噪和特征提取等预处理操作，得到更为准确的振动数据。

(3) 特征分析：根据预处理后的振动数据，计算振动信号的各种特征参数，如振动幅度、频率、峰值因子、偏度、峭度等，对振动信号进行分析和诊断。

(4) 故障预测：根据振动信号特征参数的变化趋势，利用机器学习算法或规则库等方法进行故障预测，预测设备可能出现的故障类型和故障时间，为设备维护和更换提供依据。

(5) 自动控制：根据故障预测结果和设备运行状态，实现对设备的自动化控制，包括自动调节设备运行参数、自动开关机等功能，提高生产效率和节省能源成本。

(6) 数据可视化：通过数据可视化技术，将采集到的振动数据和分析结果以图表等形式展现出来，方便操作人员进行监测和分析，快速发现问题并采取

措施。

以上就是基于机械传感技术的智能制造系统设计和实现的具体过程。在实际应用中，可以结合具体的生产需求和设备特点，进行系统优化和调整，提高系统的稳定性和准确性，实现智能化制造和管理。同时，通过对采集到的振动数据进行分析，可以及早发现设备故障，进行预防性维护，降低生产成本和提高产品质量。

3 机械传感技术在智能制造系统中的应用案例分析

对基于机械传感技术的智能加工系统、智能装配系统、智能检测系统进行了案例分析。

3.1 基于机械传感技术的智能加工系统

3.1.1 加工力监测

在数控加工中，通过机械传感器对切削力进行实时监测可以有效地减少刀具的磨损，提高切削质量

和加工效率。据研究,采用加工力监测技术可以将切削力平均降低 30%,提高加工效率 10% 以上,降低刀具磨损量 30% 以上。

3.1.2 位移检测

在数控加工中,位移检测可以实现工件和刀具的精确定位和轨迹控制,从而提高加工精度和一致性。据研究,采用高精度的线性位移传感器可以实现毫米级别的加工精度和微米级别的定位精度,从而大大提高加工质量和效率。

3.1.3 温度监测

在数控加工中,温度变化会影响机床和工件的形状和尺寸稳定性,导致加工精度下降。通过温度传感器实时监测加工过程中的温度变化,可以及时对加工参数进行自动调整和优化,从而提高加工精度和一致性^[4]。据研究,采用温度监测技术可以将加工精度提高 10% 以上,减少加工废品率 30% 以上。

3.1.4 润滑监测

在数控加工中,润滑状态不良会导致刀具磨损、加工质量下降和生产效率低下。通过压力传感器、流量传感器等监测润滑液的状态和流量,可以实时掌握润滑系统的工作状态,进而进行加工参数的自动调整和优化,提高加工效率和质量。润滑系统压力变化曲线如图 1 所示。据研究,采用润滑监测技术可以将加工效率提高 10% 以上,降低润滑油消耗 30% 以上。

3.2 基于机械传感技术的智能装配系统

智能装配系统是基于计算机控制和机器人技术的现代装配生产线,它可以通过高精度传感器、智能控制算法和数据分析技术,实现自动化装配、检测、质量控制等功能,提高生产效率和产品质量。假设有一个生产汽车零部件的工厂,其需要一个智能装

配系统来实现零部件的自动化装配和质量检测。该系统包括以下机械臂、传感器、智能控制算法系统、数据分析系统等组件:

(1) 机械臂:负责将零部件从传送带上取下并放置到装配台上进行组装。

(2) 传感器:负责检测零部件的尺寸、形状、颜色等特征,以确保装配过程的准确性和质量。

(3) 智能控制算法系统:通过对传感器采集到的数据进行分析 and 处理,控制机械臂的运动,实现自动化装配和检测。

(4) 数据分析系统:将传感器采集到的数据进行分析,以优化装配过程和提高产品质量。通过对传感器采集到的数据进行分析,该工厂可以实现装配过程的优化和产品质量的提高。例如,可以根据传感器采集到的数据,优化机械臂的运动路径和速度,以减少装配时间和提高生产效率。此外,通过分析数据,还可以发现装配过程中存在的问题,如材料缺陷、机械故障等,并及时进行修复和改进,以确保产品的质量和安全性。

3.3 基于机械传感技术的智能检测系统

假设有一个工厂需要对生产出的零部件进行质量检测。其使用一个智能检测系统,该系统由以下组件构成:

(1) 传感器:负责检测零部件的尺寸、形状、颜色、材料等特征。

(2) 数据分析算法:对传感器采集到的数据进行分析 and 处理,判断零部件是否符合质量标准。

(3) 控制系统:通过控制机械臂等设备,实现对零部件的自动化检测 and 处理。

在操作过程中,机械臂会将待检测的零部件放置在检测台上,传感器会对零部件进行检测,并将检测结果发送给数据分析算法进行分析和处理。根据分析结果,控制系统会对零部件进行分类 and 处理,例如,将合格品进行打码、分拣、包装等工作,将不合格品进行返修或淘汰。

通过对传感器采集到的数据进行分析,该工厂可以实现对生产过程的优化和质量控制。以下是具体的数据值。

(1) 尺寸:传感器可以测量

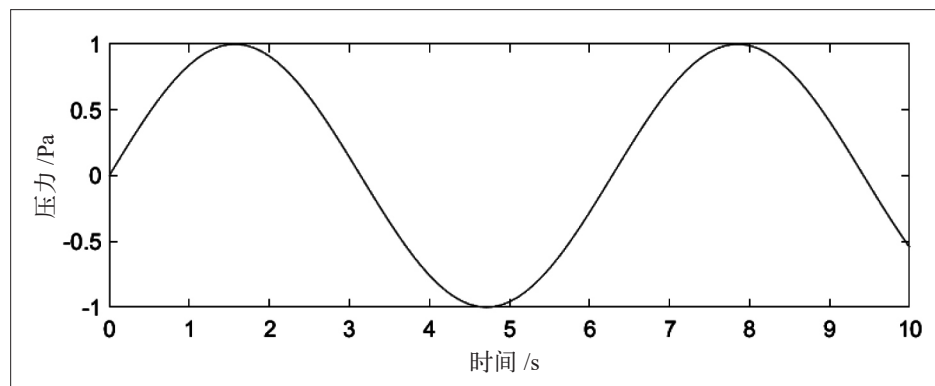


图 1 润滑系统压力变化曲线

零部件的尺寸和形状,如直径、高度、厚度等。对于某种类型的零部件,该工厂需要确保其尺寸误差在 $\pm 0.05\text{mm}$ 内。

(2) 颜色:传感器可以检测零部件的颜色和亮度等特征。该工厂需要确保生产出的零部件颜色一致,并符合客户的要求。

(3) 材料:传感器可以检测零部件的材料类型和密度等特征。该工厂需要确保生产出的零部件材料符合标准要求,且密度均匀。

(4) 缺陷:传感器可以检测零部件表面的缺陷,如裂纹、凹陷等。该工厂需要确保生产出的零部件表面没有明显的缺陷^[5]。

4 机械传感技术在智能制造系统中的发展趋势

未来,随着技术的不断发展,机械传感技术在智能制造系统中的发展有以下几个趋势。

(1) 多元化:随着智能制造系统的不断发展,对机械传感技术的要求也越来越高,未来的机械传感技术需要具备多种检测能力,可以实现对不同物体的特征、尺寸、形状、质量等信息的检测和分析,以适应不同生产环境的需求。

(2) 智能化:未来的机械传感技术将越来越智能化,具备更高的自主决策能力。通过与数据分析算法的结合,机械传感器可以自动分析和处理传感器采集到的数据,实现对生产过程的优化和智能化控制。

(3) 精准化:未来的机械传感技术将实现更高的精准度和准确性。通过不断优化传感器的设计和检测算法,可以实现对微小变化的实时监测和反馈,提高生产效率和产品质量。

(4) 互联化:未来的机械传感技术将与物联网、云计算等技术相结合,实现设备之间的互联和信息共

享。通过将传感器数据上传到云端进行分析和处理,可以实现对全局生产过程的实时监测和管理,提高生产效率和产品质量。总之,未来的机械传感技术将更加多元化、智能化、精准化和互联化,为智能制造系统的发展和进步提供更强有力的支持和保障。

5 结语

随着科技的不断发展,机械传感技术在智能制造系统中的应用越来越广泛,成为了智能制造的重要基础。通过机械传感技术的实时监控和反馈,可以实现对生产过程的自动化控制和精细化管理,提高生产效率和产品质量。未来,随着技术的不断发展,机械传感技术在智能制造系统中将越来越多地发挥作用,为实现智能制造提供更强有力的支持和保障。因此,需要不断推进机械传感技术的研究和发展,不断优化传感器的设计和检测算法,以适应未来智能制造系统的发展趋势,推动智能制造技术的快速发展,为实现智能化生产贡献力量。

参考文献:

- [1] 韦昌有. 智能制造时代背景下 PLC 技术在机械工程控制系统中的应用与发展趋势 [J]. 中国设备工程, 2022(24):219-221.
- [2] 蒋爱荣, 黄杏, 韦敏. 基于机械智能制造的 DNC 与 MES 集成化系统模型 [J]. 设备管理与维修, 2022(22):137-139.
- [3] 李小宾. 智能制造技术与系统可行性分析构架 [J]. 设备管理与维修, 2022(16):98-99.
- [4] 王达. 基于机械智能制造的 DNC 与 MES 集成系统设计 [J]. 设备管理与维修, 2022(12):106-107.
- [5] 晁红芬. 对机电一体化技术在智能制造中的运用探究 [J]. 江西电力职业技术学院学报, 2020, 33(11):6-7.