传感器技术在机电一体化系统中的应用

朱小霞

(中水三立数据技术股份有限公司 安徽 合肥 230031)

摘要:在机电一体化系统中,传感器是核心装置。传感器在提高系统运行速度和稳定性、数据分析处理上具有重要作用。文章针对传感器技术进行研究,从传感器的组成和发展历程、机电一体化系统的组成和功能作用、传感器技术在机电一体化系统中的实践应用、传感器技术的未来发展趋势等方面进行分析。

关键词: 传感器; 机电一体化; 实践应用; 发展趋势

0 引言

传感器技术经过长时间的研究开发,使用性能不断增强,种类更加多样化,在多个行业和领域得到了广泛应用。传感器技术是利用物理、化学、生物等效应,将测量得到的物理量、化学量、生物量转化为电量。在机电一体化系统中,如果缺少了传感器技术,就无法对信息进行感知和获取,影响系统的稳定运行。以下结合笔者实践,探讨了传感器技术在机电一体化系统中的实际应用。

1 传感器的组成和发展历程

1.1 传感器的组成

一个标准的传感器,是由敏感元件、转换元件、变换电路和辅助电源组成,见图。其中,敏感元件用于捕获物理、化学、生物等信号,并通过转换元件将以上信号转换为电信号;变换电路能对电信号进行放大调制;辅助电源为转换元件和变换电路提供电源。

1.2 传感器的发展历程

传感器的发展主要经历了四个阶段。

第一阶段是结构型传感器,时间是20世纪70年代

以前。此时的传感器,根据结构参量的变化,对信号进行感受和转化。以电阻应变式传感器为例,金属材料发生弹性形变,电阻发生变化,将其转化为电信号。

第二阶段是固体传感器,时间是 20 世纪 70 年代前、中期。此时的传感器,由电介质、半导体和磁性材料等构成,利用材料的特性(如热电效应、光敏效应、霍尔效应等)感受信号变化,典型代表如热电耦传感器。

第三阶段是集成传感器,时间是 20 世纪 70 年代后期。此时的传感器,在集成电路技术、微电子技术、分子合成技术的支持下,对传感器本身或电路进行集成,具有成本低、性能好、接口灵活的特点,典型代表如集成温度传感器。

第四阶段是智能传感器,时间是 20 世纪 80 年代以后。此时的传感器是微型计算机和新型检测技术相结合的产物,除了检测外界信息,还具有自诊断、数据处理、自适应能力。进入 20 世纪 90 年代,随着人工智能技术的应用,传感器还能联网通信,实现多参数测量。

2 机电一体化系统的组成和功能作用

2.1 机电一体化系统的组成

机电一体化系统由五个部分组成: ①机械本体, 包

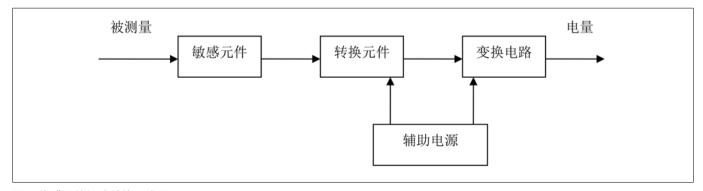


图 传感器的组成结构示意图

括机身、框架、支撑和联接,是整个系统的支持结构;②动力驱动部分,为系统运行提供动力和能量,以满足正常控制要求;③测试传感部分,检测系统运行工况和外部环境参数,信号传输至中心处理单元,最终生成控制信号;④控制及信息处理部分,是系统的控制中心,负责数据的存储、分析和加工处理;⑤执行机构,执行控制中心发出的指令,完成规定动作。

2.2 机电一体化系统的功能作用

在工业生产领域, 机电一体化系统的功能作用包括:

- (1) 增强功能。机电一体化将多种技术和功能集合起来,产品的功能明显增强,能适应不同环境、不同场合,更好地满足用户需求。
- (2)提高精度。机电一体化对产品的整体结构进行 简化,尤其减少了传动部件,降低了因磨损、受力变形 造成的误差,加上计算机检测、补偿、校正等技术,提 高了工作精度。
- (3) 保证安全。机电一体化系统具备自动监控、自 诊断、故障报警、安全连锁等功能,能避免发生人身伤 害事件,确保设备安全可靠运行。
- (4) 优化操作。机电一体化系统的运行,由计算程序进行控制,人机交互界面良好,操作手柄和按钮减少,简化了操作流程,有助于操作人员掌握要领。
- (5)增加柔性。刚性是利用硬件进行控制,而柔性 是使用软件进行控制,机电一体化系统的柔性增加,能 满足不同生产需要。以工业机器人为例,手爪部可更换 不同工具,利用不同程序改变运动方向和姿态。

3 传感器技术在机电一体化系统中的实践应用

3.1 传感器技术在数控机床中的应用

数控机床是机械加工生产的重要设备,传感器技术的不断发展,推动了数控机床的自动化发展。第一,从生产原理看,数控机床的运行会产生热量,因周围环境温度升高,影响加工制造精度。使用传感器监测环境温度,分析温度变化规律,采取针对性的控制措施,就能保证生产质量。第二,从加工过程看,数控机床要对零部件紧固,紧固力度过大,可能造成损坏;紧固力度不足,可能发生移动。使用传感器分析零部件的受力特点,系统自动调整紧固力度,就能保证加工稳定性。由此可见,数控机床对传感器的要求包括:较高的可靠性,较强的抗干扰能力,满足速度、精度要求,使用和维护方便,成本较低。

实际应用中,位移检测和位置检测是重点。在位移检测中,以脉冲编码器为例,可对转速、角位移量

进行检测,转化为电脉冲信号。其中,光电式脉冲编码器的应用最广泛,分别在 X 轴、 Z 轴配置光电编码器,测量丝杠螺距与刀架的直线位移量,即可得到位移大小。在位置检测中,以接触式传感器为例,触头由两个物体接触并挤压,常见如行程开关。它的结构简单、成本低廉,但性能可靠,物体运行碰触到行程开关,内部触头动作,控制整个过程。例如,分别在 X 轴、 Y 轴、 Z 轴配置行程开关,就能对各个方向上的移动范围进行控制。

3.2 传感器技术在机械加工中的应用

机械加工中,存在切削、磨削、刀具砂轮运行等多个环节,因影响因素多,容易引起效率低、加工质量差的问题。例如,切削作业长时间进行后刀具产生大量切削热,必须暂停作业,添加冷却液,才能保证切削精度。然而实际生产中,刀具温度难以准确把握,易造成烧损、崩刃等情况。统计数据显示,刀具失效造成的机床停机,在全部停机事件中占比约 20%。使用传感器技术,对环境温度、刀具温度进行实时监测,设定温度阈值,一旦超过阈值向系统发出报警信息,工作人员确定故障位置和类型,就能及时消除故障。

实际应用中,对切削过程进行传感检测,能提高切削生产效率。传感器检测的内容有:切削力变化,切削过程颤振、刀具和工件的接触、切削过程辨识、切削状态等,得到的主要参数有切削力、切削振动值、切削过程声发射、电机功率等。对加工设备而言,传感器技术的应用能对驱动系统、轴承回转系统、设备温度、工件表面粗糙度、加工精度、冷却润滑液流量等进行监测和控制。近年来,为了进一步提高加工精度,工序识别、工件识别也提上日程,前者能辨识加工工序是否符合加工要求,后者能辨识工件毛坯是否符合加工要求。在机器视觉传感器、激光表面粗糙度传感系统的支持下,可识别待加工工件毛坯的表面缺陷,分析加工裕量,为加工作业提供数据支持。

3.3 传感器技术在汽车制造中的应用

我国汽车制造行业具有良好的发展前景,传统生产 技术不满足新时代下的发展要求,传感技术的应用改变 了这一现状,实现了汽车制造的轻型化、智能化,成为 推动汽车制造行业发展进步的重要技术手段。以汽车发 动机为例,发动机控制系统的传感器是整车传感器的核 心,主要有温度传感器、压力传感器、流量传感器、转 速传感器等。

(1) 温度传感器,用于检测发动机温度、吸入气体 温度、冷却液温度、燃油温度等。以热敏电阻式温度传 感器为例,优点是灵敏度高、响应性好,缺点是线性差、适应温度较低。通用型测温范围在-50~30℃,精度达到 1.5%,响应时间为 10ms。

- (2) 压力传感器,用于检测机油压力、进气管道压力、传动系统流体压力、气囊贮气压力等。以电容式压力传感器为例,能对气压、液压等进行检测,测量区间为 20 ~ 100kPa,使用特点是输入能量高,具有良好的动态响应性,能适应不同环境条件。
- (3)流量传感器,用于检测发动机空气流量和燃料流量。以空气流量传感器为例,能感知流量大小,转换为电信号传输至电子控制单元,从而确定燃烧条件,控制空燃比、起动和点火操作。
- (4) 转速传感器用于检测发动机的曲轴转角、转速、节气门开度、车辆行驶速度等,为点火、喷油提供参考点信号。以非接触式光电速度传感器为例,测速范围在0.5~250km/h,重复精度达到0.1%,误差在0.3%以内。

3.4 传感器技术在安全监管中的应用

工业生产中,部分生产活动处于恶劣环境中,例如高压、高温、存在有毒有害气体等。传统人工作业时,工作人员需要进行安全防护,但长时间在此环境中,威胁人身健康,源头治理和安全监管成为工作重点。以煤炭生产为例,传感器技术在机电一体化系统中的应用,主要是测定粉尘含量、预防瓦斯爆炸两个方面。

- (1)测定粉尘含量。煤炭生产中,机械设备和人工作业均会产生煤尘,随着煤尘浓度增高,容易引起安全事故。采用传感器技术动态监测煤尘含量,配合有效的防治措施,可将煤尘含量控制在安全范围内。以光纤传感器为例,光束进入调制器,在环境参数的作用下,光的强度、波长等性质发生变化,将其转化为光信号,经过调制解调器处理即可得出测量参数,也就是煤尘浓度值。
- (2)预防瓦斯爆炸。煤炭生产中,瓦斯爆炸是最严重、最常见的安全事故,原因在于井下甲烷含量超标,即氧气浓度>12%,瓦斯浓度在5%~16%,此时一旦出现热-链式反应,就可能发生爆炸。使用传感器进行监测,设置安全阈值,如果甲烷含量超过阈值,及时向系统发出警报,提示管理人员科学处理。

3.5 传感器技术在工业机器人中的应用

工业生产中,工业机器人的使用能降低人力成本,克服恶劣环境带来的影响,提高生产效率,保证产品质量。传感器技术的应用,为机器人带来了各种感官,通过监视控制各项参数,确保设备工作处于正常状态。结

合实际生产活动,传感技术在工业机器人中的应用场景 较多,除了生产线,AR、无人驾驶、智能服务都需要 传感器。

- (1) 视觉传感器,能对运动的物体进行定位,在智能相机的支持下,可确定零件的位置,机器人接收到信息后调整动作,实现准确抓取。
- (2) 力矩传感器,通常位于机器人和夹具之间,夹 具的力度大小始终处于机器人的监控中,从而完成装配、 示教、力度限制等操作。
- (3) 触觉传感器,一般安装在抓手上,用于检测抓取的目标物体。传感器采集力度大小和分布信息后,确定目标的准确位置,控制抓取力度,或感受物体的热量变化,实现温度控制。
- (4) 声学传感器,能让机器人接收语音指令,识别 生产环境中的异常声音。联合使用压电传感器,能对振动引起的噪声进行消除,防止机器人错误理解语音指令。 基于先进算法下,机器人甚至能了解说话者的情绪,进 一步优化人机交互。

4 传感器技术的未来发展趋势

得益于科学技术的进步,传感器技术也在不断升级, 未来具有良好的发展前景,以下简要介绍几种新型的传 感器技术。

4.1 新效应传感技术

利用物理、化学、生物定律和效应,研发出新效应 传感元件、敏感元件,成为小型化、多功能、高性能传 感器的重要发展方向。例如,在医学领域,利用酶电极 研发生物传感器,能对细菌、真菌、病毒等病原快速检 测,防止病原体感染。在量子力学领域,研发量子敏感 器件。例如,量子干涉部件、共振隧道二极管,具有高 速、高效、低耗的特点。在纳米电子学领域,研发纳米 传感器,能进一步缩小尺寸、提高精度,拓展传感器的 应用范围。

4.2 传感器芯片化技术

微机电系统(MEMS)是对微米/纳米材料进行设计、加工、测量、控制的技术,包括分子装配技术、表面微加工技术、深反应离子刻蚀技术等。在 MEMS 的支持下,实现了多芯片组件的封装,将多个芯片或 CSP 组装在一块电路板上,实现了传感器的芯片化。

4.3 传感器集成化技术

这里的集成指的是具有多种传感功能,可对不同参数进行处理、存储和传输。例如,压力+静压+温度三变量传感器、风力+温度+湿度三变量传感器等。传感

器集成化技术的实现手段主要有两种:一是采用微加工 技术,将多个传感模块构建在一个芯片上;二是在同一 个硅片上,集成不同功能的敏感元件。该技术的应用, 具有体积小、集成度高的优点,方便补偿、校正操作。

4.4 传感器智能化技术

智能化传感器使用单片微机处理信息,参数变化可自动补偿和校正,能实现双向通信,环境适应性明显增强。以智能工业变送器为例,敏感元件采用的是硅谐振传感器、高精度电容传感器,精度能达到 0.1075%,运行稳定性、可靠性显著提高。

4.5 传感器强环境适应性技术

评价传感器的环境适应性,需进行电气安全、失效分析、材料、环境性能、腐蚀性气体等实验。得益于封装材料和技术进步,传感器的环境适应性不断增强。以金属基复合材料封装为例,该材料的热膨胀系数小,既能匹配电气元器件的膨胀系数,又具有低密度、高导热性特征,物理性能不断优化。

5 结语

传感器的不断升级换代,在机电一体化系统中的功能作用得到提升。文章从数控机床、机械加工、汽车制

造、安全监管、工业机器人5个领域,详细介绍了传感器技术的应用。在未来,随着新效应传感技术研发成功,传感器向着芯片化、集成化、智能化、高环境适应性的方向发展,将会助力工业制造行业健康发展。

参考文献.

- [1] 张晟昊. 机电一体化系统概念设计的基本原理 [J]. 内燃机与配件,2022(5):184-186.
- [2] 万宏强,肖瑞娟,刘智豪.基于PLC控制的机电一体化多功能教学实验台设计[J].轻工科技,2021,37(08):55-59.
- [3] 钟岚. 基于多传感器信息融合的机电一体化系统设计 [J]. 现代电子技术,2021,44(12):6-10.
- [4] 袁卯生. 机电一体化中传感器与检测技术的运用探讨[J]. 内燃机与配件,2019(21):257-258.
- [5] 徐强菊,葛丽莉,宗昌灏,等.面向压电能量收集的传感器自供电电源设计[J].压电与声光,2019,41(2):213-216.

作者简介: 朱小霞(1985.03-),女,回族,新疆喀什人, 本科,高级工程师,研究方向: 机电工程。

(上接第41页)

5 结语

本文重点介绍了农村生活污水的特性和与之相匹配的一体化处理系统,通过多个设备和相关影响因素的讨论和设计,实现生物处理和生态处理的结合,在项目营运中取得了较满意的处理成果,与国家生活污水处理标准对照能够达到一级或二级标准。同时,本文强调了农村家庭化粪池和灰黑分流污水收集体系建设的重要性,并对可能影响污水处理能效和投入回报的相关因素开展了开放性讨论。

参考文献:

[1] 程方奎,巩子傲,汪思宇,等.农村生活污水低耗资源化处理工艺应用[J].东南大学学报(自然科学

版),2020,50(06):1076-1083.

- [2] 张 尊 举 , 董 亚 荣 , 王 朦 , 等 . 填 料 生 物 转盘 对 农 村 家 庭 生 活 污 水 的 处 理 [J]. 水 处 理 技术,2020,46(02):120-123.
- [3] 王刚,刘春梅,赵雪莲,等. 缺氧接触氧化/生物转盘组合工艺处理农村生活污水[J]. 中国给水排水,2019,35(19):99-104.
- [4] 吴恒,张千,刘向阳,等.生物强化方式对生物转盘处理养殖废水效果及生物多样性的影响[J].环境科学研究,2020,33(04):958-968.
- [5] 李 昀 婷 , 石 玉 敏 , 王 俭 . 农 村 生 活 污 水 一 体 化 处 理 技 术 研 究 进 展 [J]. 环 境 工 程 技 术 学 报 ,2021,11(03):499-506.