

论传感检测技术在机电一体化中的运用

林宝康

浙江亚光科技股份有限公司, 浙江 温州 325000

[摘要]机电一体化属于现代制造业极为关键的领域,其发展状况同国家工业竞争力以及科技创新能力紧密关联。在机电一体化系统里,传感检测技术占据着十分重要的位置,能够实时抓取并处理各类物理量以及几何参数,进而给整个系统的控制与决策给予数据方面的支撑。伴随工业智能化进程不断向前推进,传感检测技术已然从以往传统的单一功能检测状态,一步步演变成成为拥有高度集成化、智能化以及网络化特点的复杂系统。在全球传感器技术领域,近些年取得了颇为突出的突破进展,技术发展所呈现出来的智能化、微型化以及多功能化等趋势较为明显。文中针对传感检测技术在机电一体化当中的运用实际情况以及发展趋势展开系统剖析,深入探讨其核心作用、关键技术以及对于未来工业发展所产生的影响。

[关键词]传感检测技术;机电一体化;多传感器融合;智能传感;实时监测

DOI: 10.33142/ec.v8i8.17805

中图分类号: TH111

文献标识码: A

Discussion on the Application of Sensing and Detection Technology in Mechatronics

LIN Baokang

Zhejiang Yaguang Technology Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

Abstract: Mechatronics is a crucial field in modern manufacturing, and its development status is closely related to the country's industrial competitiveness and technological innovation capabilities. In mechatronics systems, sensing and detection technology occupies a very important position, which can capture and process various physical quantities and geometric parameters in real time, and provide data support for the control and decision-making of the entire system. With the continuous advancement of industrial intelligence, sensing and detection technology has evolved from the traditional single function detection state to a complex system with highly integrated, intelligent, and networked characteristics. In the field of global sensor technology, remarkable breakthroughs have been made in recent years, and the trends of intelligence, miniaturization, and multifunctionality in technological development are quite evident. The article conducts a systematic analysis of the practical application and development trend of sensing and detection technology in mechatronics integration, and deeply explores its core role, key technologies, and impact on future industrial development.

Keywords: sensor detection technology; mechatronics integration; multi-sensor fusion; intelligent sensing; real-time monitoring

引言

机电一体化是现代工业发展极为关键的领域,其发展状况同国家制造业竞争力以及科技创新水平紧密相关,在机电一体化系统当中,传感检测技术占据着极为重要的地位,它就好比系统的“感官”,能够对各类物理量以及几何参数予以实时捕捉并加以处理,进而为系统的控制与决策给予数据方面的有力支撑。伴随工业智能化进程不断提速,传感检测技术已然从以往传统的单一功能检测状态逐步演进成具备高度集成化、智能化以及网络化特性的复杂系统。近些年来,全球传感器技术收获了颇为显著的突破进展,其发展态势呈现出智能化、微型化以及多功能化等特征。传感检测技术的研究初衷源自于现代工业对于高精度、高可靠性以及实时性方面极为迫切的需求,其重要性体现在通过对系统感知能力的提升,推动机电一体化朝着更高层次的自动化与智能化方向不断发展,以此为制造业的数字化转型给予相应的技术支撑。本文着重对传感检测技术在机电一体化中的应用实际状况以及发展趋势展开系统剖析,对其核心作用、关键技术以及对未来工业发展

所产生的影响进行深入探讨。

1 传感检测技术概述

1.1 基本概念与分类

传感检测技术属于一种技术手段,其可感知被测量的信息,并且能够把所感知到的信息转化为可供使用的信号,在机电一体化系统当中,它主要担负着状态监测以及质量控制这两方面的功能。依据检测对象存在不同情况,传感器能够划分出多种类型,像温度传感器、压力传感器、位移传感器、速度传感器等等。这些各式各样的传感器,虽说各自的功能不一样,然而通常都要求具备高精度、高灵敏度以及高可靠性这样的特点。伴随技术不断发展向前推进,新型传感器接连不断地涌现出来,比如依据微机电系统工艺打造而成的谐振悬臂梁传感器、光学微机电系统传感器还有量子传感器等等这类传感器,它们使得传感检测技术所能够涉及的应用边界以及能力范围都得到了极大的拓展延伸。

1.2 技术特点与发展现状

现代传感检测技术有着多元化以及智能化的发展特

性。其技术特点主要在三个方面有所体现：一是高度集成化且智能化的技术融合这一趋势较为明显；二是技术性能在持续提高，像定位精度、测温精度等相关指标也在不断提升；三是新材料被广泛运用，这推动了传感器技术的革新。当下全球传感器技术领域处于快速发展的状态，科研机构和企业借助材料创新、算法融合以及制造工艺升级等方式，促使传感器朝着智能化、微型化的方向加快演进。预计到 2025 年，中国智能传感器市场的规模将会突破 2300 亿元，全球所占的比例也有望提升至 35%，呈现出强有力的发展态势。

2 传感检测技术在机电一体化中的核心作用

2.1 实现高精度信息采集

高精度的信息采集乃是确保机电一体化系统性能以及质量的基本前提，而传感检测技术恰恰是达成此目标的重要途径。借助运用先进的传感器还有检测方式，机电一体化系统便可以获取到精确且可靠的数据，进而为后续的控制以及决策给予有力支撑^[1]。这样的高精度检测能力让生产线得以实现毫米级别的操作控制，这无疑大幅提升了产品的质量和生产效率。高精度信息采集在精密制造以及微纳加工领域有着极为关键的作用，这些应用场合都需要传感器给出极度精确并且可靠的测量数据，哪怕出现些许微小的偏差，都有可能致使产品出现失效的情况或者性能有所下滑。

2.2 支持系统状态实时监测

传感检测技术会持续采集并分析设备运行参数，以此来支撑系统状态的实时监测，能够及时发现存在的问题并且采取相应的措施，防止系统出现故障以及性能有所下降。实时监测涵盖了设备运行状态监测、环境参数监测还有产品质量监测等诸多方面，得多种传感器协同开展工作才行。这样的监测策略把传统的故障发生后再去维修转变成了预防性维护，大大提升了设备的可靠性以及使用寿命。在极端环境以及高风险场景当中，实时监测的重要性就更为突出了，得依靠传感器提供连续且准确的监测数据，并且要和控制系统联动起来以实现快速响应，尽可能地降低风险以及损失。

2.3 提供闭环控制反馈依据

闭环控制属于机电一体化系统的典型核心特征，传感检测技术则给闭环控制给予了不可或缺的反馈依据。凭借对系统输出展开实时检测，并且把检测所得与期望值加以对比，控制系统便能适时地去调整操作参数，以此来保证系统能够稳定且可靠地运行起来。这样一种以传感器反馈作为基础的控制策略，在各式各样的机电一体化设备当中都有着广泛的应用，其应用范围从较为简单的温度控制器一直到相对复杂的工业机器人系统均有涵盖。在智能制造以及工业自动化这些领域里面，依靠传感检测技术所形成的闭环控制反馈，发挥着极为重要的作用。这些相关应用

往往牵涉到颇为复杂的生产流程以及多变的运行状况，这就要求控制系统得能够依照实时监测所获取的数据迅速地去调整操作参数。

2.4 促进功能集成与智能化

传感检测技术一直都在不断发展，这种发展对于机电一体化系统而言意义重大，它推动了该系统的功能集成以及智能化水平的提升，让现代机电设备可以去执行那些更为复杂的任务，也能更好地适应多变的环境。功能集成有两个方面的体现，其一是传感器自身所具备的多元检测能力，其二是系统层面的多传感器融合^[2]。而智能化主要表现在传感器拥有数据处理以及决策的能力。伴随人工智能以及边缘计算技术的推进，现代传感器已然不再是单纯的用于数据采集的设备了，它还具备了一定程度的数据处理以及决策能力。这些智能化的特点使得传感检测技术成为了机电一体化系统的智能核心，推动着整个系统朝着更高水平的自治以及自适应的方向不断发展。

3 关键技术与应用方向

3.1 多传感器融合技术

多传感器融合技术属于传感检测领域极为重要的一个研究范畴，其借助对多个传感器所采集数据加以整合的方式，进而给出更为周全且更为精确的环境感知状况以及能力判定结果。在机电一体化系统当中，单一的传感器通常仅仅能够获取到数量有限的信息，并且还特别容易受到各类干扰以及误差等方面因素的影响，然而多传感器融合却能够成功突破这些存在的局限性，促使系统的可靠性以及鲁棒性得以提升。芬兰国家技术研究中心和印度科技公司联手展开研发工作的多模态传感系统已经完成了实地的验证工作，此系统将毫米波雷达、热成像摄像头以及卫星定位技术进行了集成处理，再依靠 AI 算法来开展融合分析操作，即便是在浓雾暴雨等能见度近乎为零的条件下，依旧可以精准地识别出 200m 以外的障碍物。印度铁路系统的相关测试情况表明，搭载了该系统的列车在恶劣天气环境下，其运行速度有了 30% 的提升幅度，而且事故率也出现了 45% 的下降比例。这些让人印象颇为深刻的结果切实展示出了多传感器融合技术所具备的巨大潜力^[3]。

多传感器融合技术的应用范围极为广泛，在工业自动化、智能交通、环境监测以及医疗诊断等领域均有涉及，基本上所有需要复杂感知能力的领域都能够从中获益。在工业领域，多传感器融合可给出更为周全且精确的设备状态信息，以此来助力预测性维护以及质量控制。就汽车行业而言，现代汽车会安装诸如汽车安全气囊装置、ABS、安全报警装置、驱动防滑系统以及各类娱乐设备等诸多传感器。与此现代汽车的控制系统也已经用全自动化控制的方式取代了以往的机械式控制方式。这些应用一方面提升了系统的性能与可靠性，另一方面也为用户赋予了更为安全且便捷的使用体验。伴随人工智能算法不断取得进展以

及硬件计算能力持续得到提升,多传感器融合技术在机电一体化系统当中将会发挥出愈加重要的作用,进而为达成真正意义上的智能自治系统筑牢根基。

3.2 微型化与嵌入式设计

微型化以及嵌入式设计算得上是传感检测技术极为重要的一个发展趋向。就当下而言,随着 MEMS 微机电系统技术逐步走向成熟,传感器的体积呈现出不断缩小的态势,然而其性能却是持续处在提升的状态之中。如此一来,便促使它们可以顺利地集成进各式各样的机电设备里,而且并不会对设备的整体结构以及功能造成任何影响。微型化的传感器不但能够在空间方面实现节省,同时在重量方面也能够达成节约的目的,除此之外,它往往还具备更低的功耗这一优势,并且可靠性也是相对较高的。正是这些特点,让其特别适宜在那种空间受到限制并且对功耗十分敏感的应用场合当中去加以运用。中国科学院宁波材料所所属的团队借助超临界二氧化碳发泡技术,成功研制出了在全球范围内都堪称首款的超宽应变范围在 0.5%~90%之间的聚烯烃弹性体压阻传感器。此款材料能够对人体从处于静息状态一直到进入到剧烈运动状态期间的全范围生理信号展开监测工作,目前已经在智能鞋垫以及康复机器人关节等相关领域得到了实际的应用。这样一种兼具微型化与柔性化特点的传感器设计方式,着实是极大地将传感检测技术所能涉及的应用场景给进一步拓展开了。

嵌入式设计着重于让传感器和机电系统紧密融合到一起,如此一来,传感功能便不再是单纯附加的那个部分了,反而实实在在地变成了设备本身所具备的一种内在能力。这样的一种设计理念,能够在很大程度上提升系统的整体性以及可靠性,并且还能有效减少来自外部的干扰以及各类连接方面的问题。武震宇研究员将目光聚焦在光学微机电系统技术之上,他介绍了一系列研发成果,其中以微电子制造技术和微纳加工工艺作为核心手段,主要涉及光学 MEMS 传感器与执行器。尤其是那些光机电一体化集成 MEMS 传感器与执行器芯片以及高可靠微系统,他对其设计方法展开了详细的阐述,这其中就包括双层异构集成技术与晶圆级键合工艺。他还展示了相关器件在多个方面的突出优势,像是高线性度、超高角度分辨率、快速阶跃响应以及高重复定位精度等方面都有着十分显著的表现。这些嵌入式传感解决方案,一方面提升了系统的性能,另一方面也降低了成本以及复杂度,进而为传感检测技术在机电一体化领域当中的广泛运用创造出了极为有利的条件。

3.3 抗干扰与可靠性提升

在复杂的工业环境下,传感器往往面临着电磁干扰、温度波动以及机械振动等诸多挑战,这些因素很可能会对传感器的性能与精度产生颇为严重的影响,所以抗干扰以及可靠性提升便成为了传感检测技术极为关键的研究内

容。研究人员借助改进设计和制造工艺、引入冗余设计以及自诊断功能等多种技术手段来强化传感器在恶劣环境中的工作效能。就好比在矿业选矿车间的实际运用情形下,中央控制室的西门子 S7-1200PLC 得要 and 2000m 以外破碎车间的 ET 200SP 分布式 IO 站构建起实时的通信联系。面对着隧道山体形成的物理阻隔情况,还有隧道内部金属支架以及动力电缆引发的极为严重的电磁干扰(瞬间干扰的强度能够超过 4kV),运用捷米特 JM-Bidge01k 工业无线网桥,凭借 DFS 动态跳频技术去智能地规避干扰,进而让误码率维持在小于 10^{-9} 的水准,并且所有设备的接地电阻都低于 4Ω ,由此保证了在大型破碎机启停的时候,通讯误码率依旧能够保持在 0.001% 这样的低水平状态。这个案例很好地证实了现代传感器能够在极端的环境下稳固地开展工作,其抗干扰能力以及可靠性也都已经取得了颇为显著的进展成果。随着新材料以及新工艺的持续不断地加以应用,传感器的抗干扰能力以及可靠性还会进一步得到提升,使得它可以在更为复杂且苛刻的环境中稳定地运行下去,从而为机电一体化系统给予可靠的数据支持。

3.4 智能化与自适应检测

智能化以及自适应检测属于传感检测技术发展所处的前沿领域范畴。凭借人工智能还有机器学习相关技术,传感器已然不再仅仅被限定于数据采集,这其还能够主动去对数据展开分析以及解释,并且依据环境出现的变化来对自身的工作参数做出相应的调整。这样的一种智能化方面的转变,切实有效地提升了传感器在效率层面以及实用性层面的表现,进而为机电一体化系统开拓出了全新的可能性。自适应检测能够让传感器依照环境条件以及任务需求来动态地对运行模式与参数加以调整,以此获取到最佳的性能表现。就好比在宁夏同利第三风电场当中,由无人机、机器狗以及挂轨机器人组合而成的“空地一体”无人化巡检网络,可以依靠算法训练以及机器学习,实时且细致地监测风速、雨量以及风机的状态情况,精准无误地识别出多达数十种潜在存在的风险。地面上的“机器狗”内部设置有高精度的激光定位系统,同时还搭配着高清摄像头以及红外热像仪,能够顺利完成每日高达 353 个巡检目标的数据采集工作,并且借助 AI 算法迅速地跟故障现象进行匹配,达成智能报警的效果。这套云边协同的智能体系使得故障预警的准确率超过了 85%,无效告警率也下降了 60%,从而实现了相当高水平的智能化以及自适应检测效果。在河北高速集团青银分公司的机电系统里面,借助“灵机”系统可实现每小时 20 次的自动巡检操作,“灵犀”系统运用二维码技术较为安全地突破了内网数据传输的限制,把数据实时地传输到外网,而“灵枢”系统则是依据故障信息自动通过微信来派单进行维修工作,大幅度提升了运维的效率以及系统的智能化程度。这些实际的应用案例充分展示了智能化以及自适应检测技术在复

杂工业环境当中所具备的强大适应能力,其能够根据样本的具体特性自动地去调整检测策略,进而获取到准确且可靠的测量结果,为机电一体化系统的智能自治筑牢了坚实的基础^[4]。

4 结束语

传感检测技术属于机电一体化系统里极为关键的构成部分,其已然逐步发展成为一门把材料科学、信息技术、人工智能等诸多学科前沿知识综合起来的综合性技术范畴。本文全面且细致地剖析了传感检测技术所涉及的基本概念、各类不同分类情况,还对其在机电一体化当中所起到的核心作用予以深入剖析,同时对多传感器融合技术、微型化与嵌入式设计、抗干扰与可靠性提升以及智能化与自适应检测等关键技术当下的发展实际状况以及未来的应用广阔前景展开了探讨。在未来的发展进程里,传感检测技术会持续向着智能化、微型化以及网络化的趋向去发展,人工智能和先进制造相互间极为紧密的融合将会重新界定人类和相关技术之间互动的具体方式。国内的研究机

构以及企业在面对这种情况时,应当进一步加大在研发方面的投入力度,努力突破那些制约发展的核心技术瓶颈,着力培育具备多种能力的复合型人才,以此来有力推动传感器产业实现整体性的转型升级,进而为制造业达成高质量的发展目标给予稳固可靠的技术方面有力支撑。

[参考文献]

- [1]刘健,何海洋.机电一体化中的传感器与检测技术应用[J].电子技术,2023,52(12):378-380.
- [2]杨晓棋.压电式六维力传感器测试系统开发与解耦算法研究[D].山东:济南大学,2022.
- [3]尹姣姣,别虎伟.传感器在机电一体化系统中的应用[J].集成电路应用,2023,40(10):86-88.
- [4]刘雪晶,刘欣,闫威.传感器技术在机电一体化中的应用[J].时代汽车,2024(20):25-27.

作者简介:林宝康(1982.11—),毕业院校:中国石油大学,所学专业:机械,当前就职单位:浙江亚光科技股份有限公司,职称级别:中级。