传感器技术在数据采集系统中的应用

刘永利
中兴系统技术有限公司成都分公司　四川 成都　610000

摘　要　在数字经济时代，数据采集系统作为连接物理世界与数字世界的关键枢纽，其性能升级高度依赖传感器技术的突破。传感器作为数据采集的核心感知单元，通过将温度、压力、振动等非电物理量转化为可识别的电信号，为后续数据处理与智能决策提供基础支撑。本文深入分析不同类型传感器在工业制造、医疗健康、农业生产、环境监测等领域的应用实践，探讨当前传感器在精度提升、多模态融合、智能化升级等方面的技术突破，最后针对传感器与数据采集系统融合过程中面临的兼容性、可靠性及能效问题，提出相应优化方向与发展趋势，为相关技术研发与产业应用提供参考。

关键词　传感器技术；数据采集系统；多模态感知；智能感知；行业应用

Application of Sensor Technology in Data-Acquisition Systems

Liu Yong-li
ZTE System Technology Co., Ltd., Chengdu Branch, Chengdu 610000, Sichuan Province, China

Abstract　In the digital-economy era, the performance upgrade of data-acquisition systems—key bridges between the physical and digital worlds—relies heavily on advances in sensor technology. As the core sensing elements, sensors convert non-electrical physical quantities such as temperature, pressure and vibration into identifiable electrical signals, providing fundamental support for subsequent data processing and intelligent decision-making. This paper analyses the application practices of different types of sensors in industrial manufacturing, medical care, agricultural production and environmental monitoring, discusses recent technical breakthroughs in accuracy improvement, multimodal fusion and intelligent upgrading, and finally proposes optimization directions and development trends for compatibility, reliability and energy-efficiency issues encountered during the integration of sensors and data-acquisition systems, offering references for related R&D and industrial applications.

Key words　Sensor Technology; Data-Acquisition System; Multimodal Perception; Intelligent Sensing; Industry Application

随着工业4.0、智能制造及物联网技术的快速发展，数据已成为驱动产业升级的核心生产要素。数据采集系统作为数据价值链的起点，其对物理世界信息的精准捕捉能力，完全依赖传感器技术支撑。传统数据采集依赖单一参数测量，难以满足复杂场景需求，而现代传感器凭借微型化、集成化与智能化升级，实现了从单一感知到多维度采集的跨越，推动系统从“被动记录”转向“主动感知”[1]。从工业运维到医疗监测，传感器都不可或缺。深入研究其应用逻辑，对提升数据质量、推动行业数字化转型意义重大。

1　传感器技术在数据采集系统中的核心应用场景

1.1 工业制造领域，从设备运维到生产优化

工业制造是传感器技术应用最为广泛的领域之一，其在数据采集系统中的应用主要集中在设备状态监测与生产过程优化两个方向。在设备状态监测中，多传感器融合技术的应用彻底改变了传统的事后维护模式，实现了预测性维护的升级。通过在电机、轴承、齿轮箱等关键设备上部署振动传感器、温度传感器与电流传感器，数据采集系统可实时捕捉设备运行过程中的多维度数据，构建设备物理状态的全景视图。在化工生产中，压力传感器、流量传感器与pH传感器实时监测反应釜内的关键参数，数据采集系统将这些数据传输至控制系统后，可及时调整投料比例、搅拌速率等工艺指标，提升产品质量与生产效率[2]。特斯拉超级工厂便通过大规模部署传感器网络，实现了电池生产线的参数精准控制，显著提升了产品良品率。工业机器人的柔性生产同样离不开传感器技术的支撑。现代工业机器人通常配备力传感器、视觉传感器与激光雷达，数据采集系统通过融合这些传感器的采集数据，实现机器人的精准定位、力控打磨与安全避障。

1.2 医疗健康领域，从生命监测到远程诊疗

在医疗健康领域，传感器技术的应用使数据采集系统实现了从“集中监测”向“个性化监测”的转型，为精准医疗与远程诊疗提供了核心支撑。生命体征监测方面的各类微型传感器的研制与应用打破了传统医疗设备的限制，实现了生命数据的实时连续采集。例如，智能手环通过PPG传感器采集心率数据，并利用加速度计监测睡眠状态；医疗级连续血糖监测设备通过植入式传感器，实时采集血糖数据并传输至数据采集系统，对糖尿病患者的饮食与用药提供精准指导。在智慧医院建设中，传感器数据采集系统已经被广泛应用于病房环境调控、医疗设备管理与手术室监控等场景[3]。RFID传感器用于医疗设备的定位与状态追踪，使医护人员能够快速调用设备，提高医疗服务效率；在手术室，压力传感器实时监测麻醉机的气体流量，确保手术过程安全可控。

1.3 在农业生产中，从经验种植到精准农业

传感器技术与数据采集系统的结合使得农业生产从“经验驱动”向“数据驱动”转化。精准农业的发展就是“数据驱动”转型。在土壤监测上，土壤传感器可以及时采集土壤湿度，氮磷钾含量等主要参数，数据采集系统把这些数据与气象数据进行融合分析后，可以对灌溉施肥进行精准指导。数据采集系统通过采集这些传感器的光谱数据，能够对作物的病虫害感染，水分胁迫等问题进行识别，为农户提供针对性的防治建议[4]。在气象监测方面，分布式气象站通过温湿度传感器、风速传感器、光照传感器等设备实时采集田间气象数据，数据采集系统根据这些数据预测病虫害发生风险，指导农户提前采取防控措施。这种基于传感器数据的精准调控模式不仅提高了农业生产效率，而且减少了农药化肥的施用量，促进绿色农业发展。

1.4 环境监测领域，从单点监测到全域感知

环境监测是传感器技术的重要应用场景，传感器节点的大规模部署使得数据采集系统从“单点监测”升级到“全域感知”，为生态保护与污染治理提供了精准的数据支撑。空气质量监测中，大气污染物的PM2.5传感器、二氧化碳传感器与VOC传感器实时进行大气污染物数据采集，数据采集系统汇集分析，得到区域空气质量报告，为环保部门污染治理决策提供依据。在水质监测中，pH传感器、溶解氧传感器与浊度传感器广泛应用于河流、湖泊与饮用水源地的监测，数据采集系统可以及时捕捉水质的变化，发现污染泄漏等问题。在生态保护中，对野生动物采用搭载GPS与加速度传感器的追踪标签进行监测，数据采集系统通过分析这些传感器采集的位置与行为数据，掌握野生动物的迁徙路线与生活习性，为生物多样性保护提供科学依据。

2 传感器技术驱动数据采集系统升级的核心方向

2.1 多模态感知技术，提高数据采集的完整性

传统传感器的测量多以单一参数为主，难以适应复杂场景下的精细化数据采集要求。多模态感知技术通过将不同类型的传感器进行集成，实现了对同一被测对象多维度数据的同步采集，极大地提高了数据的完整性与关联性。这种技术突破的核心是MEMS技术的发展，MEMS技术可以使传感器微型化、集成化，使单个传感器节点可以集成温度、压力、振动等多项感知功能。工业设备监测中，多模态传感器节点对设备的振动，温度，电流等数据可以同时采集，数据采集系统经过融合分析，能较精准地对设备运行状态做出判断，避免单一参数监测带来的误判。在自动驾驶领域，车载传感器系统通过融合摄像头、雷达、激光雷达等多模态数据，实现了对道路环境的全面感知，为行车安全提供了多重保障。多模态感知技术不仅提升了数据采集的全面性，还通过数据互补增强了系统的抗干扰能力，使数据采集在复杂环境下仍能保持较高的可靠性[5]。

2.2 边缘智能技术，实现数据采集的实时处理

随着数据采集规模的不断扩大，传统的“集中式”数据处理模式面临着传输带宽不足、响应延迟等问题。边缘智能技术通过在传感器节点内置微处理器与轻量化AI模型，实现了数据采集与实时处理的一体化，推动数据采集系统从“数据传输型”向“智能处理型”转型。基于ARM Cortex-M系列MCU的传感器节点已成为主流，其中高性能型号可运行LSTM等轻量化AI模型，对采集的时序数据进行实时分析。在汽车焊装车间，边缘智能传感器通过采集焊接电流波形数据，能够在极短时间内识别虚焊缺陷，大幅提升了质检效率与准确性；在智能电网中，边缘传感器节点实时分析电网负荷数据，及时发现电压波动等异常情况，为电网调度提供快速响应支持。边缘智能技术的应用，使数据采集系统能够在数据产生端完成初步处理与筛选，仅将有价值的数据传输至云端，既降低了传输成本，又提升了系统的响应速度，满足了实时性场景的需求。

2.3 网络化技术，构建全域协同的数据采集体系

5G与TSN技术的发展推动传感器与数据采集系统向网络化方向升级，实现了跨区域、跨设备的数据协同采集。5G的超可靠低时延通信特性，使传感器数据能够实现毫秒级传输，满足了工业控制、自动驾驶等实时性要求较高的场景需求；TSN技术则通过时间同步机制，确保了分布式传感器节点数据采集的时间一

致性，为多节点数据融合提供了保障。在智能电网建设中，国家电网通过部署基于5G的传感器网络，构建了“泛在电力物联网”，实现了对电网各环节运行数据的全域采集与协同分析；在智慧交通领域，路侧单元通过激光雷达与毫米波雷达采集交通流量数据，结合车载传感器数据，实现了车路协同的数据交互，为交通信号灯配时优化与交通事故预警提供支撑。网络化技术的应用，使数据采集系统突破了地理空间的限制，形成了全域协同的采集体系，为宏观决策提供了全面的数据支撑。

3 传感器技术在数据采集系统应用中的挑战与趋势

3.1 当前面临的核心挑战

虽然在数据采集系统中应用了传感器技术并取得了显著的效果，但仍面临着兼容性、可靠性与能效等方面的挑战。兼容性问题主要表现在传感器数据接口不统一，不同厂家的传感器数据格式与通信协议不同，多传感器集成需要增加适配设备，增加了系统集成成本与复杂度。国际标准的缺失进一步加剧了这一问题，给传感器与数据采集系统的协同造成了障碍。可靠性问题则与应用环境有关，在高温、高压、高电磁干扰的工业环境中，传感器的感知精度容易受到影响，造成数据采集误差；在户外环境中，传感器则面临防水、防尘、抗雷击等考验，影响数据采集连续性。能效则主要是针对无线传感器节点而言的，大部分传感器由电池供电，电池的能耗水平决定了节点的寿命。频繁更换电池，不仅加大了维护成本，而且也限制了传感器在偏远地区的应用。

3.2 未来发展趋势

针对上述挑战，传感器技术在数据采集系统中的应用将朝着标准化、高可靠性与低能耗的方向发展。标准化方面，ISO/IEC等国际组织已经开始进行传感器数据接口与通信协议的标准化工作，今后统一的标准将节省多传感器的集成成本，使传感器和数据采集系统实现即插即用。联邦学习等技术将使传感器具有跨场景自适应能力，进一步提高系统的兼容性。在高可靠性方面，新型材料技术与封装技术的发展将使传感器环境适应性增强，如采用陶瓷封装的传感器能承受更高温度与压力，可以适用于恶劣的工业环境；自校准技术使得传感器能实时修正误差，保证数据采集的准确性。低能耗方面，能量收集技术将成为重要突破方向，将环境中的太阳能、振动能转化为电能，为传感器节点供电，实现无线传感器的长效运行。此外，传感器与数字孪生技术的融合将成为新的发展热点。将传感器采集的物理数据与数字孪生模型相结合，数据采集系统实现物理世界与数字世界的双向映射，不仅能够实时监测物理对象的状态，还能够通过模拟分析预测其未来变化，为决策提供更全面的支持。

4 结束语

传感器技术是数据采集系统的核心支撑，传感器技术的发展与应用直接影响着数据采集的精度、效率与广度。从工业制造的设备运维到医疗健康的生命监测，从农业生产的精准调控到环境监测的全域感知，传感器技术已经深度嵌入各行业的数据采集环节，推动了各领域的数字化转型。未来，随着AI、5G，数字孪生等技术与传感器的深度融合，数据采集系统将实现从“数据采集”向“智能感知”的跨越，为数字经济的发展提供更加强劲的动力。

参考文献

[1]刘丽.传感器技术在数据采集中的应用与研究[J].长江信息通信,2025,38(8):105-107.

[2]钱旸.传感器技术在用电数据采集与环境感知中的应用[J].电子技术,2024,53(9):292-293.

[3]李玉鼎.智能传感器技术在数据中心智能化系统中的应用[J].信息记录材料,2024,25(8):132-134.

[4]李超然.基于传感器技术的智慧茶园数据采集管理系统的设计与实现[J].数字通信世界,2023(1):69-71.

[5]郭晓东,李程辉,姚建强.智能传感器技术在数据中心智能化系统的应用展望[J].信息系统工程,2020(12):30-31.

（本文编辑 曹 阳）

