

基于齿轮箱振动的无线监测系统的发展

吴言言 钱黎明 李 龙 刘 庆

南通理工学院 机械工程学院 江苏南通 226002

摘要: 齿轮箱作为大型机械设备不可或缺的组成部分,它的工作状况影响着工业生产效率的高低。将无线传感器网络技术用于齿轮箱振动监测,可以有效缓解有线监测系统在监测过程中带来的不便。本文首先介绍了无线传感器网络和齿轮箱振动特点以及齿轮箱振动无线监测的发展概况;然后介绍了无线传感器网络节点及相关技术,并归纳总结了齿轮箱振动无线监测节点常用到的元器件类型;文章最后还指出了未来齿轮箱振动无线传感器网络主要解决的问题。

关键词: 齿轮箱; 振动; 无线监测

前言:

近年来无线通信技术、无线组网技术和嵌入式系统的快速发展,推动了无线传感器网络的发展,它是一种全新的信息获取和处理技术。无线传感器网络由大量微型传感器节点组成,这些节点具有通信、感知、数据处理和存储等功能。无线传感器网络技术正在被广泛的运用于国防军事、智能家居、交通管理、结构健康监测、医疗卫生、环境监测等重要领域。随着机械结构智能化产业的发展,越来越多的人将无线传感器网络技术应用于机械振动监测与设备故障诊断系统^[1]。

1 齿轮箱振动特点

齿轮传动因为结构紧凑、效率高、寿命长、工作可靠和维修方便等特点,所以在机械运动和动力传递这种有着极为广泛的应用。但是齿轮传动也存在着极明显的缺点,其特有的啮合传力方式造成两个突出的问题:一是振动、噪声较其他传动方式大;二是当其制造工艺、材质、热处理、装配等因素未达到理想状态时,常成为诱发机器故障的重要因素,且诊断较为复杂。根据国外资料统计,由于齿轮失效引起的机械设备故障约占

10.3%,在变速器中齿轮损坏的比例最大,达到60%,可见齿轮故障不容小觑^[2]。

齿轮箱在工作时往往伴随着振动的产生,发生故障时会引起振动的异常增大,振动信号的能量分布发生变化,因此常利用振动分析法来诊断齿轮箱的故障。产生齿轮振动故障的主要原因如下:①齿轮制造和安装误差引起的故障;②齿轮自身运动引起的故障;③齿轮表面的损伤。

2 齿轮箱振动监测的发展

早期机械设备的故障诊断主要依靠人的经验,不能满足高精度设备发展的需要。传感器的到来使得故障诊断变得更为智能化、精确化,再加上后期的一些智能算法,通过将采集到的信号经过分析、处理,对故障进行诊断。传统的有线传感器监测系统在目前的故障诊断领域发挥着举足轻重的作用。

传统的振动监测系统主要由传感器、调理电路、数采卡、接口和CPU组成。目前部分传感器传输导线的价格比较昂贵,甚至高于传感器自身价格。随着嵌入式技术、无线通信技术、微电子技术的发展,无线传感器技术应运而生,无线传感器网络技术可应用在布线和电源供给困难、人员不能到达的区域,这有效地解决了传统有线传感器带来的一些问题。随着监测技术的不断发展,目前提出了采用无线传感器网络组成机械振动监测系统,一方面,某些机械振动监测的工况环境较为复杂,不适于人前往的地方,可以通过采用无线节点来保障人员安全;同时采用无线节点替代有线监测可以有效地节省成本;而且无线监测网络可以实现远程传输。另一方面,由于线路维护的复杂性,采用无线节点可以提高监测系统的稳定性。总体来说采用传统的有线监测系统成本高昂、布线复杂、可维护性差、灵活性差的特点,在无线传感器节点中得以弥补^[3]。

目前国内外有很多人在研究机械振动无线监测节点,如Shamim N. Pakzad等人研究的高性能、低功耗无线振动节点采用MicaZ Mote节点加ADXL202 MEMS加速

项目:

江苏省重点大学生创新创业项目(202112056005Z)

2021年江苏省高校自然科学研究面上项目——基于压缩感知的机械振动无线传感系统关键技术研究(21KJB460038)

作者简介:

吴言言,男,1999.07.28,籍贯:江苏省连云港市东海县,南通理工学院学生本科在读;

刘庆,2000.10.1,男,汉,籍贯:中国江苏泰州,本科,南通理工学院学生本科在读;

通讯作者简介: 钱黎明,1989,女,汉,籍贯:江苏南通,硕士,职称:讲师,主要研究方向:无线传感网和工控。

度传感器的设计方案。MicaZ Mote 节点处理器部分采用 ATmega128L 单片机, 采用的 ADXL202 加速度传感器的采样频率为 1KHz; Alvaro Araujo 等人研究的高性能监测系统以高级单片机 ARM9 作为控制模块, 集成式 IPC 压电式加速度传感器作为感知模块, 采用高性能单片机 PIC 控制高精度 AD 转换器采集数据, 并采用 Wi-Fi 无线模块传输数据。Jerome P. Lynch 等人一直专注于振动监测的研究, 他们研究的监测系统以 Motorola PowerPC MPC555 为控制单元, 以 900 MHz MaxStream XCite 为无线传输模块, 外拓 512KBytes Hitachi SRAM。节点采样速率高达 40 kHz, 满足大部分机械振动监测系统要求。

国内欧进萍等人对无线振动的研究主要集中在 5~10Hz 海洋低频振动信号的采集。节点采用 16 位单片机 MSP430, 基于 ZigBee 的 CC2520+CC2591 的无线发射模块, 以及可循环充电使用的电源模块。重庆大学作为机械振动无线监测系统的研究的领跑者, 邸永峰等人研究的高性能监测系统采用 ATmega128 单片机作为控制模块, 以 CC2430 为无线发射模块, 采用 16 位同步采集的 ADS8344A/D 转换器, 外拓 2GB SD 卡, 整个节点的采样频率可达 100KHz, 满足大部分机械振动的监测要求。其感知模块采用 ADXL001MEMS, 作为首款高带宽振动和冲击传感器, 带宽范围达 $\pm 500g$, 符合高频机械振动无线监测的需求^[4]。

3 无线传感器网络节点及相关技术

目前国内外涌现出很多无线传感器节点, 按照结构可以分为三类: 分立式节点、片上系统节点和微型节点。

分立式节点: 大部分节点采用的设计方式都是分立的, 就是将各种元器件印制在 PCB 板上, 元器件的选择决定了无线节点的寿命、性能以及功耗, 由于节点采用的是分立式的结构设计, 它的能耗相对于其它两种方式是最大的。

片上系统节点: 这一类节点的特点采用集成了无线模块的单片机, 以 FPGA、ASIC 等专用器件设计的平台, 使用一个芯片就可以完成数据采集、处理和无线传输的功能。这一类节点的开发针对特定环境, 目前典型节点主要有 CSEM 的 WiseNet、 μ AMPS-II。

微型节点: 主要用于军事领域, 通常为几个立方毫米, 目前典型节点有伯克利大学研制的 Smart Dust 节点和 PicoRadio 节点, 这类节点对硬件技术的要求太高, 目前仍处理论探索阶段。

在机械振动监测中, ZigBee 技术应用最为广泛。ZigBee 技术采用 IEEE802.15.4 强有力的无线物理层所规定的全部内容, 具有省电、简单、成本低的特点。它是一种近距离、低复杂度、低功耗、低速率、低成本的双向无线通讯技术, 主要用于距离短、功耗低且传输速率不高的场合。ZigBee 支持 3 种网络拓扑结构, 网络中主

要包含协调器、路由器和终端设备。工作于此频段的数据传输速率远远快于其它频段, 而且此频段的信道较多, 易于划分信道或实现跳频通讯, 适合区域内节点数目较多时进行组网^[5]。

目前基于 ZigBee 技术的无线传感器节点主要采用以下四种方式:

- (1) ZigBee RF+MCU;
- (2) 单芯片集成 SOC;
- (3) 单芯片内置 ZigBee 协议栈+外挂芯片;
- (4) 单芯片集成 SOC+MCU。

4 总结

目前齿轮箱振动无线监测技术相对还很不成熟, 未来齿轮箱振动无线传感器网络主要解决如下问题:

①数据实时传输

目前研究的无线传感器节点能够满足高速采集, 但是却实现不了同步发送; 虽然提出了采用外拓 SD 卡对接收到的数据进行缓存, 再慢慢无线发送出去, 但由于现阶段芯片技术的限制, 外拓 SD 卡容量有限, 而且功耗大, 外拓的 SD 卡缓冲是无奈之举。

②节点供电

无线传感器节点的寿命取决于供电, 目前普遍采用的是可充电的锂电池, 但锂电池有其局限性。如何提高对外界特殊能源的利用率来延长节点寿命, 是后期针对无线传感器节点主要的研究方向之一。

③片上系统节点

目前研究的无线传感器节点都是采用分立式结构, 无法做到真正的低功耗, 现在对片上系统的研究也大部分止步于实验室, 没有形成规模生产, 所以需要加强对纳米技术、材料的研究, 用一块芯片替代上述所有的芯片, 做到真正的低功耗、低成本和微型化。

④数据处理方法

在无线传感器节点工作过程中, 大部分的功耗都是数据传输。目前有很多专家学者提出了压缩感知理论并试图应用于无线传感器网络, 目前仍在发展初级阶段, 但这将是未来研究的重点。

参考文献:

- [1] 钱志鸿, 王义君. 面向物联网的无线传感器网络综述[J]. 电子与信息学报, 2013, (1): 215-224.
- [2] 刘永超, 曹欢欢. 无线传感器网络的发展和研究方向[J]. 中国科技投资, 2013, (2): 165.
- [3] 司海飞, 杨忠. 无线传感器网络研究现状与应用[J]. 机电工程, 2011, (1): 16-20.
- [4] 苏叶健. 线传感网技术综述[J]. 信息通信, 2012, (6): 275.
- [5] 候洪丽, 张霄霞. ZigBee 无线传输技术综述[J]. 山西电子技术, 2011, (4): 84-86.