
基于 PLC 的电机故障诊断系统设计

摘 要

如今利用传感器与数据采集卡，能方便高效地对电机振动信号进行采集，而数字信号处理技术与人工智能技术的发展也使对振动信号的分析与处理变得十分快速和准确。前者搭配上位机软件完成对振动信号的采集和实时监测，后者通过相关算法实现对振动信号的分析处理，两者相结合，便能较好地完成对电机的运行状态监测和故障分析诊断。本文根据电机状态监测与故障诊断的基本原理，利用振动传感器以及数据采集卡获取电机的振动数据；采用可视化、面向对象的设计方法，在 Windows 系统下使用 Visual Studio C#编程语言和采集卡的相关 API 函数进行模块化设计，开发了简洁、高效、功能齐全的上位机软件，在实时采集方式下使用多媒体定时器实现了 1ms 间隔采样，在缓存采集方式下实现了 48KHz 高速采样；使用 MATLAB 通过小波分析、SVD 等方法对数据进行处理，通过 BP 神经网络、SVM 进行分类识别，实现了对电机异常信号的识别判断，最后将 MATLAB 数据分析处理代码通过上位机程序调用，实现了整个系统的一体化。

关键词：电机振动；信号采集；故障诊断；信号分析

目 录

摘 要	I
1 引言	1
2 电机故障诊断系统硬件设计	2
2.1 信号产生部分	2
2.2 信号测量部分	2
2.3 信号采集部分	3
2.4 信号处理部分	5
3 电机故障诊断系统软件设计	7
3.1 上位机软件总体设计	7
3.1.1 需求分析	7
3.1.2 设计流程	8
3.1.3 编程语言选择	9
3.1.4 算法实现	10
3.2 各功能模块设计	12
3.2.1 主界面设计	12
3.2.2 数据采集设计	15
3.2.3 波形显示设计	18
3.2.4 数据存储设计	19
3.2.5 异常报警设计	20

3.2.6 数据分析设计	21
4 结论	23
参考文献	24

1 引言

随着现代生产技术的不断发展，生产设备更加大型化，功能更多，结构更复杂，自动化程度也逐渐升级，进而就要求电机频繁地启动、制动，随之而来的是电机的运行安全问题日益突出。在工程应用过程中，如果因制作工艺或人员不当操作等因素造成电机出现异常或故障，不但会耽误生产，造成经济损失，而且可能会污染环境，甚至伤及人身，造成比较严峻的社会问题。近年来我国生产的电机在材料、结构以及工艺上都有了非常大的改进，但在电机的状态监测与诊断上与国外还有着一定的差距。因此，对电机进行可靠、有效的状态监测与故障诊断，确保电机运行时的安全，成为了国内研究的一个极其重要的课题。在故障诊断技术中，包含有很多种判断故障的方式，其中通过振动信号进行监测诊断是主要方式之一，电机在运行时会发出振动，从中可以提取出各种有价值的性能参数。而当电机出现异常时，所产生的振动信号较正常信号相比便会有所不同，进而可通过比较判断出电机此时处于非正常运转状态，因此，利用振动信号对电机故障进行诊断是故障诊断方法中较有效、较常用的方法。本论文就是为了提高电机运行的可靠性，提高异常监测效率，对电机系统振动信号监测及故障诊断的技术进行综合分析研究，开发一个适应现代电机的生产环境的可靠、实用、高性价比的电机运行状态监测与故障诊断系统，确保电机安全运行，且在出现异常时及时发现并进行处理，以减少生产事故的发生。

2 电机故障诊断系统硬件设计

2.1 信号产生部分

振动信号产生装置选用了 HL-35V 小型无油真空泵，真空度约 85KPA，

由电机驱动，选择该真空泵的原因是可通过其真空度调节装置来调节电机压力，方便测试不同真空度下的电机振动情况。进行振动监测首先需要有合适的位置来安装传感器，这对该真空泵来说比较困难；其次，振动信号极易受外界环境的干扰，从而降低故障判断的准确率，因此，本文选用了一座减震平台，将设备放在在减震平台上进行实验，即方便传感器的安装，又可以减少外界噪音干扰，提高检测精度。

2.2 信号测量部分

振动信号测量部分由振动传感器和放大传感器输出信号的放大器构成。常用的振动传感器有涡流传感器、速度传感器和加速度传感器。其中涡流传感器安装要求严格，常用于测量转动部件的振动；转速传感器安装方便，但体积和重量过大，低频特性差；加速度传感器体积小、重量轻，特别适合小而轻零件的振动试验，且加速度传感器结构紧凑，不易损坏，适合于本系统的振动信号测量。通常传感器的灵敏度越高，其测量范围越小，反之灵敏度越小，测量范围越大。由于本系统电机激振频率不高，产生的加速度较小，因此对传感器的量程要求较小，可尽可能的选择灵敏度更高的传感器，提高测量精度。经过上述分析，本文最终选用了美国 MEAS4801A 加速度传感器，该传感器带温度补偿，螺钉安装，提供放大输出，全密封，可分离电缆，10000g 过载保护， $\pm 2 \sim \pm 200g$ 测量范围，8~36Vdc 激励电压，气态阻尼 MEMS 元件，静态~2KHz 频率响应。图 2.1 为传感器实物图。



图 2.1 MEAS4801A 加速度传感器

由于该加速度传感器输出的信号较为微弱，大概为 50-100mV/g，其显示的波形并不直观明显，所以需要使用放大器对信号进行放大，使之变为满足需要、便于观察的信号。图 2.2 为本系统设计的信号放大电路图，采用

WRB1205S-3W 模块电源进行供电、MAX44252 运算放大器实现信号放大。

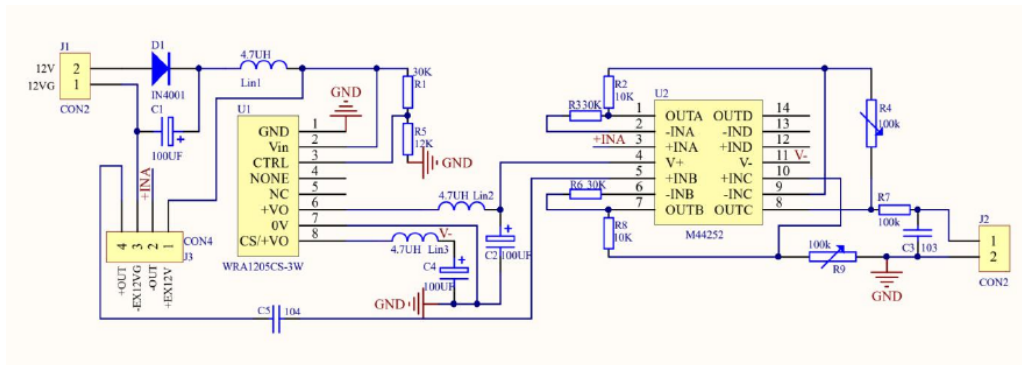


图 2.2 放大电路图

2.3 信号采集部分

由于电脑终端只能识别数字信号，因此需要有数据采集器将放大器输出的电压模拟信号以一定的相同时间间隔进行提取，将其转换成离散的数字信号以便在计算机中进行显示、存储。

数据采集卡一般分为 PCI 和 USB 两种接口方式,PCI 总线虽然数据的可靠性强，但需要连接 PC 主板，不支持热插拔；而 USB 总线即插即用，传输速率较快，携带方便。因此从便携性角度考虑，本系统采用 USB 接口的采集卡。选用数据采集系统还需要关注其精度和速度，经过分析，本系统的精度等级设为 0.01 便可满足需求，假设输入幅值 $\pm 10V$ ，采集卡的 A/D 转换器应选择 10 位以上。同时，在满足精度的前提下，也要尽可能的有较高范围的采样率，以满足振动信号分析所需的数量要求。

考虑到上述需求，本文决定选用研华公司的 USB 系列采集卡，该公司技术成熟，硬件设计满足性能参数，各方面保护措施较完善，且为软件开发人员提供了底层的函数调用，使开发较为简易方便。具体型号为 USB-4704，其配置了 8 个模拟量输入通道、2 个模拟量输出通道以及 8 个数字量输入通道、8 个数字量输出通道，并配有计数器和触发器，具有 14 位精度，48KS/s 采样率，可采集电压范围为： ± 1 ， ± 1.25 ， ± 2 ， ± 2.5 ， ± 4 ， ± 5 ， ± 10 ， ± 20 。图 2.3 为 USB-4704 的针脚定义图。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/928002141061006100>