

基于网络模式的 天线伺服直流电机状态监测系统

孙永江 金华松 于建成 杨 国

(中国卫星海上测控部 江阴 214431)

摘要: 船载测控天线伺服电机是天线传动链的重要组成部分,伺服电机位于天线座内,而其控制系统一般安装在室内,控制系统远离测控天线,不便于实时监测伺服电机的运行状态。为了解决多部测控天线伺服电机运行状态的实时监测问题,研究了伺服电机的数据采集和故障诊断技术,从硬件设计、软件及数据库设计、提出了基于网络模式故障诊断3个方面设计了伺服电机状态监测系统。这样既可实时监测在传动链中在线电机运行状态,又可测量检测机下备份伺服电机的工作性能。实际应用表明该系统可系统能及时反应伺服电机的工作状态,并达到了远程测试与诊断的效果。

关键词: 伺服电机,状态监测,网络模式

中图分类号: TP206 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.1050

DC servo motor status monitor system of measure and control antenna based on network modal

Sun Yongjiang Jin Huasong Yu Jiancheng Yang Guo

(China satellite maritime tracking and control department, Jiangyin 21431, China)

Abstract: Servo motors are an important part of the antenna transmission chain in shipbased measurement and control antenna. Because control systems are away from the antenna, it is not easy running real-time monitoring of the servo motor. To solve the problem of real-time monitoring during multiple antenna servo motor running, we studied the data collection and fault diagnosis technology of servo motor, From hardware design, software and database design, network model is proposed based on three aspects of the design troubleshooting servo motor condition monitoring system. So that we can monitor the real-time transmission chain online motor running, and backup servo motor performance measurements can be detected. Practical application shows that this system can timely response servo motor working condition, and to achieve the effect of the remote testing and diagnosis.

Keywords: servo motor; status monitor; network model

1 引言

可靠性维修研究的思想是将维修策略建立在预防维修、预知维修和主动维修结合起来的总体维修模式。在测控天线中,伺服直流电机是主要部件,是驱动雷达长时间,高负荷运转的执行机构。在高强度工作状态,出现损坏的几率很高。因此对其工作状态的检测和监测十分重要。不但需要监测其在线运行情况,也需检测备份电机的性能状态,以提高设备的可用性和可靠性。在单机在线监测的基础上,提出了一种基于网络模式的伺服电机监测方案。充分应用无线网络传输技术,基于神经网络的故障诊断以及数据库技术,建立一体化的多测控天线伺服电机管理系统,为实时维修和预防性维修提供可靠的依据。

2 总体设计方案

测控天线伺服电机状态监测系统包括机下检测系统和实时监测系统。机下检测系统是通过特定的测试设备对备份电机的各项参数进行测量。系统总体架构设计如图1所示^[1]。

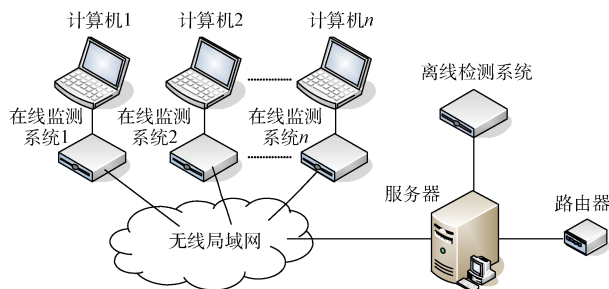


图1 网络模式的电机状态监测原理

其测试结果直接输入到系统数据库中。在线监测系统,是对天线传动链的伺服电机进行实时监测。由于传动链所在的天线座空间小,内布线困难,可以采取无线方式,将检测结果通过无线网络实时传输到电机检测数据库。两种模式可同时进行,根据测量结果,生成测试报告。

2.1 硬件设计

2.1.1 离线检测系统

对机下备份伺服电机或者从天线座拆卸下来的在线伺服电机,可以在伺服电机检测中心对其进行离线检测。检测项目包括伺服直流电机电压、电流、转速、转矩、温度等。离线检测系统结构图如图 2 所示,利用直流电参数测量仪检测电枢电压和电枢电流(其可测量电压为 0~300 V,最大测量电流为直流 100 A);转矩转速测量仪 TR-1B 检测转矩和转速;WLKC-3A 程序控制器设置励磁电流,为电机提供等效负载;通过工控机对电机进行检测,从而实现对电机的性能测试^[2-3]。

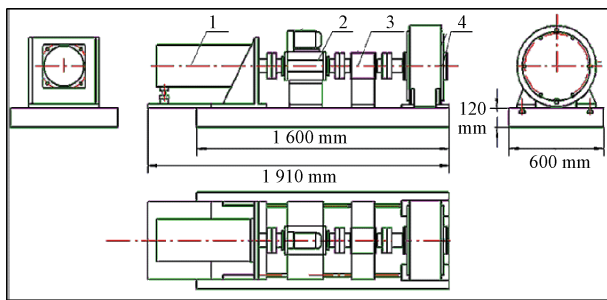


图 2 离线检测系统结构

图 2 中 1 为被测直流电机,2 为转矩转速传感器(相位差式),3 为隔磁机构(防止电机运行对转矩转速传感器测量的干扰),4 为电涡流测功机。为了确保在电机测试过程中的稳定性,底座采用 1 t 的铸铁。

2.1.2 在线监测系统

测控天线伺服电机在线监测系统,用来监测在线运行的伺服电机工作状态^[4]。能实时采集振动、电枢电压、电枢电流、测速反馈电压、温度等信号。在硬件选型中,用振动加速度传感器采集振动信号,双路输入电压传感器同时采集电枢电压和测速反馈电压,霍尔电流传感器采集电枢电流,热敏电阻传感器采集温度。对采集的模拟量,通过数据采集卡进行 A/D 转换后,将数据传入各测试点的工控机。

2.1.3 网络模式的电机状态监测系统

通过无线网络,可以把伺服电机机下检测系统和在线检测系统有效地融合在一起,把采集到的数据集中到服务器的数据库中,实现同时观测多个测控天线伺服电机的运行状态。通过有线或无线局域网,同时监测多个在线伺服电机时,把采集的数据汇总至终端服务器。服务器具有对所有测点的历史数据查询与对比、报表输出、数据转存机初步的故障诊断功能。

2.2 系统监测软件设计

本文测控天线伺服电机状态监测系统软件设计基于 LabVIEW2011 实现。分成两部分,一部分是实时数据监测部分,另一部分是指令发送窗口。整个软件需要实现的功能:测量电机的电流电压转矩转速,测电机转动时的震动情况、励磁电流。每个功能使用相应的传感器测量数据,再根据相关的通讯协议对计算机接收到的数据进行处理,最终以便于阅读的数据形式显示出来。

2.2.1 离线检测系统软件设计

伺服电机离线检测系统的硬件平台完成了数据采集和 A/D 转换,通过串口输出。LabVIEW 通过 VISA 与串行接口仪器通信。通过调用 VISA 的标准 I/O 底层函数,VISA 自动调取相应的接口驱动程序,实现上层应用程序与接口总线仪器的驱动^[5]。实时测量备份伺服电机的扭矩、转速、电压、电流等参数,利用计算机对测试数据生成自动报表,自动绘制性能曲线。在测试软件中设计阶跃响应测试模块,通过测试,能计算出电机时间常数等重要性能指标。

2.2.2 网络化的在线监测系统软件设计

在线监测系统软件设计中,因为数据采集卡已带有厂家提供的驱动和动态链接库文件,故只需调用动态链接库。动态链接库独立于编程语言,使得 LabVIEW 可以调用大多数语言编写生成的动态链接库。

在 LabVIEW 中调用 dll 时,根据应用程序的需要,确定参数个数和参数类型及调用规则,然后在 LabVIEW 中正确地配置 dll^[6-7]。当软件运行时,可以实时显示在线电机的振动情况、温度、电枢电压、测速反馈电压、电枢电流等数值。每台电机的测试结果通过无线网络传输到终端的服务器中。

3 需要解决的问题

3.1 建立数据库,充分证明数据的正确性。

在 LabVIEW 编程环境下,利用 USB 转多串口设备实现了计算机对各测量仪器的同步实时采集控制,解决了不同厂家接口标准定义不一致的问题。测试系统实时记录测试数据,将处理后的数据和正常状态比对,及时准确地对伺服直流电机进行初步故障诊断。故障电机的检查诊断结果和电机维修厂家结论基本一致。

3.2 基于神经网络的故障诊断

准确网络内各采集伺服电机 振动、温度、电枢电压、电枢电流及测速反馈电压。基于多传感器融合的伺服电机故障诊断系统,综合应用神经网络、数据库等多种技术实现了伺服电机的故障的早期识别。

4 关键技术

4.1 数据库技术

用 Microsoft Office Access 设计一个小型数据库,设计思路如图 3 所示。

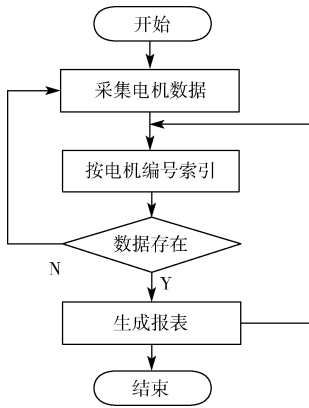


图3 数据库实现流程

在伺服电机运行状态监测系统中,如何实现实时监测数据的有效管理是一个极其重要的问题。建立数据库时一种常用且十分有效的方法。本系统采用 SQL Server 来搭建数据库及结构化查询语言^[8-9]。数据库搭建后,可以接收和存储采集到的的振动频谱分量、温度、电枢电压、电枢电流及测速反馈电压等实时数据。以电机编号和检测时间为索引,可以对历史数据及相关参数中的一个或多个物理量进行查询。根据需要可导出报表和绘制曲线。通过数据库,可以方便地记录实时采集的数据并查询历史数据,为后续故障诊断提供依据^[10-11]。

4.2 故障实时诊断

系统对前端采集的各测量点的电机采集的数字信号进行分析判断。利用 LabVIEW 实时显示出各采样点的信号波形,对信号结合时、频谱分析后提取的信号特征点建立样本库,利用 MATLAB 工具箱构建、训练神经网络,达到识别非样本库中故障的目标^[12-13]。软件结构如图 4 所示。labVIEW 调用 MATIAB 程序设计如图 5 所示^[14-15]。

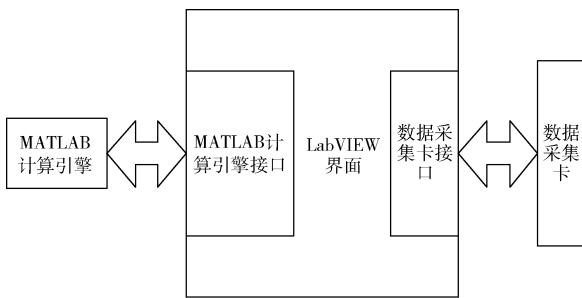


图4 基于神经网络的故障诊断系统软件结构

5 测试结果分析

以某次测试为例,通过基于神经网络和数据库数据比对双重判据。根据某台伺服电机的报警情况,调用当前数据和历史数据进行分析,在某次测试中,相同的给定电压和相同的负载输入的情况下,伺服电机转速、电机电枢电压

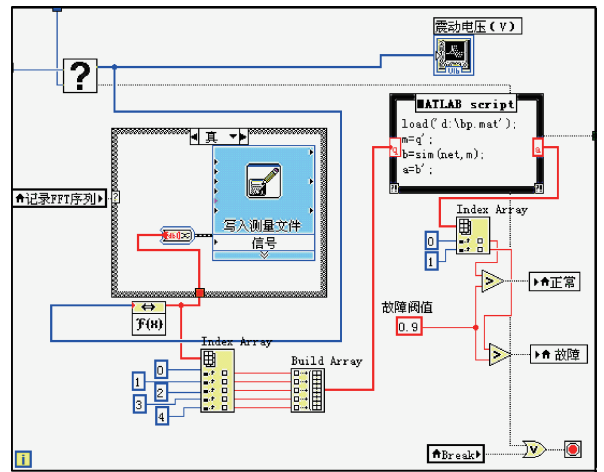


图5 LabVIEW 界面程序中 MATLAB 脚本

相同,但是电机的电枢电流和输入输出功率有差别。某电机当前和出厂时的负载测试结果如表 1 所示。

表 1 伺服电机测试数据

给定电压/V	电枢电流/A	励磁电流/A	输入功率/kW	输出功率/kW	状态
4.2	10.1	0.61	1.33	1.12	出厂
4.2	14.4	0.61	1.89	1.1	当前

从表 1 中可以看出,在相同的条件下,当前电机的工作效率要低于出厂状态。电机性能已经下降,其轴承可能出现变形或者锈蚀,导致带负载能力减弱。通过及时检修,避免了故障的进一步恶化。

6 结论

本系统初步实现了测控天线伺服电机状态实时监测的功能,解决了伺服电机在线故障识别困难的难题,通过设置报警装置实现了故障早期的识别。状态监测系统的主要目的是通过数据采集与分析,监测并发现伺服电机的故障。因此,需加强对数据的管理和分析,数据采集系统采集大量的振动、电压、电流、温度等数据,存储在服务器中的数据管理系统中。后续将对各电机故障情况进行长期积累,建立故障数据库,提高软件故障准确识别能力。

参考文献

[1] 韩群、金华松、孙永江. 一种网络模式的天线伺服电机运行状态监测系统[C]. 第九届卫星通信学术年会论文集, 2013: 55-56.
 [2] 樊留群, 万德科. 伺服系统性能测试台的研究与开发[J]. 电机与控制应用, 2010, 37(7): 16-19.
 [3] 金华松, 孙永江, 刘军, 等. 航天测量船伺服直流电机测试系统设计与实现[J]. 电机与控制应用, 2013,

- 40(3):53-56.
- [4] 张佳, 窦丽华, 白永强. 伺服电机测试实验平台设计与实现[J]. 实验技术与管理, 2011(6):68-73.
- [5] 薛飞, 李燕. 基于 LabVIEW 的温度控制器串口通信[J]. 舰船防化, 2012(2):49-52.
- [6] 李学生, 戴波. 基于 dll 的 Labview 数据采集系统[J]. 北京石油化工学院学报, 2005, 13(2):24-26.
- [7] 丁文, 梁得亮, 罗战强. 两级滤波滑模观测器的永磁同步电机无位置传感器控制[J]. 电机与控制学报, 2012, 16(11):1-10.
- [8] 左志文, 田慕琴. Morlet 小波变换在感应电动机气隙偏心故障诊断中的应用[J]. 电气应用, 2015(16):66-70.
- [9] 祖先锋. 军用自动测试系统及其不确定度评定关键技术研究[D]. 长沙:国防科学技术大学, 2007.
- [10] 石强. 基于虚拟仪器的直驱力矩电机自动测试系统研究[D]. 太原:中北大学, 2015.
- [11] NI 将软件设计的仪器用于电子测试[J]. 电子测量与仪器学报, 2013, 27(11):36-36.

- [12] 张建永, 贾云涛, 岳伟. 一种测量脉冲大电流的改进分流器设计[J]. 电子测量技术, 2013, 36(6):25-28.
- [13] 梁小兵, 肖加奇, 赵彦伟, 等. 阵列感应仪器高精度温度测量系统设计[J]. 电子测量技术, 2013, 36(3):20-23.
- [14] 陈福彬, 柴海莉, 高晶敏. 基于 LabVIEW 的自动化测试平台的设计[J]. 国外电子测量技术, 2012(11):9-14.
- [15] 朱剑波. 无刷直流电机控制系统的仿真与分析[J]. 国外电子测量技术, 2013, 32(12):25-30.

作者简介

孙永江, 1980 年出生, 本科, 工程师, 主要研究方向为雷达伺服系统设计。

金华松, 1980 年出生, 本科, 工程师, 主要研究方向雷达总体技术。

于建成, 1985 年出生, 本科, 工程师, 主要研究方向雷达总体技术。

E-mail: sun_yong_jiang05@sina.com

(上接第 140 页)

经过计算, 该硅压阻式压差传感器的迟滞非线性误差在补偿前为 0.17%; 补偿后为 0.09%; 通过实验证明, 该 T-S 迟滞建模方法优化了传感器的输出迟滞非线性误差, 在一定程度上提高的飞行试验压力数据的测试精度。

6 结 论

扩散硅压阻传感器由于其优良的测压能力, 在飞行试验中广泛应用。本文着眼于硅压阻式压差传感器的迟滞非线性误差, 通过分析硅压阻式传感器的工作原理以及迟滞特性, 建立 T-S 迟滞模型, 并对压差传感器的输出进行补偿^[10], 经实验验证, 该模型有效可靠, 可以准确的逼近传感器的迟滞非线性。在一定程度上减小了传感器的迟滞非线性误差。

参考文献

- [1] 孙圣和. 现代传感器发展方向[J]. 电子测量与仪器学报, 2009, 23(1):1-10.
- [2] 郁有文, 常健, 程继红. 传感器原理及工程应用 [M]. 西安: 电子科技出版社, 2008.
- [3] 余小莉. 基于 MP 模型的有记忆功放非线性特性数学建模传[J]. 电子测量技术, 2014, 37(4):52-55.
- [4] 刘文龙. 基于 T-S 模糊模型的多变量非线性预测控制[J]. 电子测量与仪器学报, 2013, 27(10):

998-1003.

- [5] 马连伟, 谭永红, 邹涛. 基于神经网络的迟滞逆模型[J]. 控制理论与应用, 2008, 25(5):823-826.
- [6] 杨扩军, 田书林, 蒋俊, 等. 基于 TIADC 的 20 GS/s 高速数据采集系统 [J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(4):841-849.
- [7] 颜思淼, 万晓东. 浅谈数据采集系统的同步 [J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(8):5-6.
- [8] 何伟铭, 宋小奇, 甘屹, 等. 传感器校正的优化灰色神经网络建模方法研究[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(3):504-512.
- [9] ZHAN Y J, MA SH CH, ZHUANG T, et al. Research on network integration technology of observation stations [J]. Instrumentation, 2015, 2(3):35-42.
- [10] 严中毅, 李凯. 测量仪器与现代微电子、计算机和软件技术的融合[J]. 电子测量与仪器学报, 2015, 29(5):631-637.

作者简介

蒋红娜, 工学硕士, 工程师, 主要研究方向为机载测试传感器研发、校准技术等。

E-mail: jianghongna_2009@163.com