

伺服电机及系统特性性能测试系统设计

王海军¹, 李怀珍²

(1. 长庆油田分公司技术监测中心, 陕西 西安 710018;

2. 上海电科电机科技有限公司, 上海 200063)

摘要: 介绍了用于伺服电机及系统特性性能试验的测试系统。该系统采用能量回馈的方式进行对拖加载试验, 能够满足 0.75~110 kW 伺服电机及控制器的交/直流伺服电机系统的性能测试。

关键词: 伺服控制系统; 型式试验; Sinamics S120; WP4000 功率分析仪; Ksitler 转矩转速传感器

中图分类号: TM 306 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-6540(2018)01-0127-04

Design of Servo Motor or System Characteristic Test System

WANG Haijun, LI Huaizhen

(1. Technical Monitoring Center of Changqing Oilfield Branch Company, Xi'an 710018, China;

2. Seari Motor Science and Technology Co., Ltd., Shanghai 200063, China)

Abstract: The test system for the performance test of servo motor and system characteristic was introduced. The system adopted the energy feedback method to carried out the load test of the AC / DC servo motor system of the servo motor and the controller of 0.75~110 kW.

Key words: servo control system; type test; Sinamics S120; WP4000 power analyzer; Ksitler torque speed sensor

0 引言

伺服系统经过几十年的发展, 技术已趋于成熟, 应用范围不断地向各个行业渗透, 伺服系统已成为运动控制领域的一个主要发展方向。伺服系统、伺服驱动器及伺服电动机都有国家标准和相应的行业标准对其进行定义, 但因为伺服系统的应用面广、性能参数多、知识层面宽, 并且不同应用场合对性能要求的偏重点也不一样, 所以很难用一个固定的标准来明确如何测量和评价伺服系统的性能^[1]。如何既高效又可靠地进行性能测试, 正逐渐成为伺服控制领域中重要的研究方向。对此, 需要形成全面的评价标准和测试手段, 因而开发一套伺服电机及系统性能的类型试验测试平台显得尤为重要。

Sinamics S120 是西门子公司推出的全新的集

U/f 、矢量控制及伺服控制于一体的驱动控制系统, 多轴资源共享的理念和模块化的设计使其能实现高效而又复杂的运动控制, 性能远远超过同类系统。其不仅能控制普通的三相异步电动机, 还能控制同步电机、扭矩电机及直线电机^[2]。

1 测试系统的主要性能指标

测试系统设计原则是满足最大功率 110 kW 交流伺服系统、交流伺服电机、永磁直流伺服同步电机型式试验。不带伺服控制器的交流伺服电机试验方式采用伺服控制器共直流母线方式, 实现双机对拖的直接负载模式。伺服电机系统测试、带伺服控制器伺服电机及永磁直流伺服同步电机(伺服系统)试验采用交流母线回馈方式, 实现双机对拖的直接负载模式。

系统试验测试能力如表 1 所示。

作者简介: 王海军(1981—), 男, 硕士, 研究方向为油气田节能监测。

李怀珍(1985—), 男, 硕士, 研究方向为机电控制技术、虚拟仿真等领域。

表 1 试验测试能力

电机类型	电压/V	额定频率/Hz	对拖试验/kW
交流伺服电机	AC 380	50/60	0.75~110
交流伺服系统	AC 380	50/60	0.75~110
永磁式直 流伺服电机	DC 3~220	-	0.75~110

2 系统设计

考虑尽量满足伺服电机与伺服控制器的功率

匹配,兼顾不同功率段伺服电机的试验,系统采用伺服控制器 6 套,分别为 250、132、71、46、16 和 1.6 kW 伺服控制器。各控制器独立运行,可任意组合作为被试电机控制器和陪试电机控制器,所有控制器采用共直流母线方式,能量通过直流母线回馈。

自带控制器伺服电机可根据电机功率匹配上述 6 套控制器的一套作为陪试电机控制器,能量通过控制器回馈至电网。试验系统原理框图如图 1 所示。

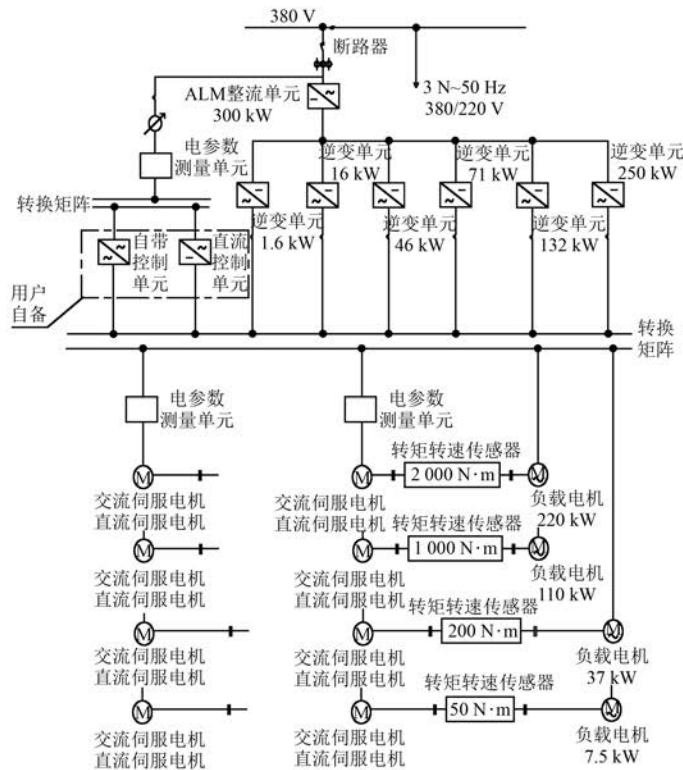


图 1 试验系统原理框图

该系统主要由调压器、S120 驱动控制系统、WP4000 功率分析仪、Ksitle 转矩转速传感器、存储录波示波器 TDS2004C、工业控制计算机、可编程运动控制器等组成。对于采用系统控制器完成对拖负载试验的伺服电机采用共直流母线的方式完成能量的回馈。针对伺服系统的性能测试,能量通过主动型整流单元回馈至电网。

2.1 主动型整流单元

有源整流装置为受控的整流/回馈装置(整流和回馈均采用 IGBT 元件),产生可调节的直流母线电压^[3]。所连接的逆变装置不会受到电网电压的影响,电网电压在允许范围内的波动不会影响到

输出侧。额定输出容量 300 kW;输入电压 380 V;过载能力 150% (每 10 min 允许过载 10 s)。

2.2 伺服电机控制单元

Sinamics S120 是西门子新一代的驱动控制系统,集 U/f 、矢量和伺服控制于一体,多轴资源共享的理念和模块化的设计使其能实现高效而又复杂的运动控制,性能远远超过同类系统。额定输出容量:250、132、71、46、16、1.6 kW;输出频率范围:50/60 Hz;输出电压:0~380 V;过载能力:150% (每 10 min 允许过载 10 s)。

2.3 测量系统

本系统电参数测量采用 AnyWay 宽带功率测

试系统。遵循 IEC 及相关国家标准,可有效确保试验的宽频率范围、宽幅值范围及低功率因数等测试要求。其由宽带功率传感器及宽带功率分析仪构成:宽带功率传感器在传感器内部将被测信号数字化,并以光纤为介质将数字量上传至宽带功率分析仪;宽带功率分析仪对数字量进行分析、运算并以数值、图表、波形等方式显示被测参量信息。

非电量测量主要指对被试发电机的输入转速、转矩和轴角的测量。转矩转速传感器采用进口 kistler 品牌,采用双量程传感器,第一量程精度 0.05 级,第二量程精度 0.1 级。系统配置 2 000/400 N·m(4 551 A) 1 台、1 000/200 N·m(4 551 A)1 台、50/10 N·m(4 551 A)1 台。

转矩转速传感器的主要参数如表 2 所示。

表 2 转矩转速传感器主要技术参数

指标	参数
额定转矩/(N·m)	2 000/400, 1 000/200, 50/10
交变扭矩	0.7 倍额定扭矩
精度等级	0.05/0.1% F.S
线性误差	<±0.1
包括迟滞	C: <±0.05% FSO 可选
额定扭矩时	±0~5 或 ±0~10[VDC] 或
输出信号(额定值)	100±40 kHz 和 RS-232C
转速测量(脉冲/转)	8 192
额定转速/(r·min ⁻¹)	≤11 000, ≤14 000, ≤20 000
工作温度范围	10~60 °C
壳体	强阳极化铝或不锈钢 (根据型号不同而异)
防护等级 IEC/EN 60529	IP40
接头	Binder, 7-或 12-pole

辅助测量系统包括直流电阻测量、绝缘电阻测量、工频耐压测量、噪声测量等。如仪器带有通信接口则可以与系统计算机自动连接,否则,可由试验人员就地人工测量,人工读数和记录并输入计算机,汇总到试验报告中。

2.4 控制系统

控制系统由工业控制计算机(或操作台)、服务器、PLC、受控部分组成分布-集中控制系统。通过工业控制计算机实现集中控制和分散管理,受控部分包括 PLC 和电源系统以及其他测试仪器等。

选用西门子 S7-1200 系列 PLC 作为核心控制

器。该系统是一种专为在工业环境应用而设计的数字运算操作电子系统,能够执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算数操作等功能,并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型电气或机械设备。

系统主要控制均在操作台完成,有试验电源的合分闸、电机的起停、负载调节、紧急断电等。

2.5 数据采集与分析

测量系统采用工控机通过数据总线和测量仪表(主要有伺服电机控制器、功率分析仪、转矩转速测量仪等)通信,根据测试需求自动采集试验数据,如:电压、电流、功率、转速等,并根据试验项目及相关设置存储和处理数据,绘制曲线并自动生成试验报告。试验数据存入数据库,可供查询。

3 主要测试项目及方法

3.1 负载试验

根据预设的负载率及时间等参数自动调整负载(通过控制陪试电机转矩)并采集被试品各个负载点的电参数、机械参数及各个布点的温度参数,并根据需求在上述各参数中选择一个参数作为横坐标,剩余一个或多个参数作为纵坐标绘制曲线拟合,并根据所选标准进行数据计算。

3.2 温升及过载试验

通过实时采集并记录被试品(伺服电机/驱动器)的电参数、机械参数、各个布点的温度参数、绘制各个参数对时间的曲线;进行 S1-S9 的各种试验,并根据预设要求控制电能的通断以及负载的卸载与起停,针对如 S2 工作制的电机,在试验时间即将停止时(可自主设定)通过报警的方式提醒试验人员。

3.3 反电动势常数

断开被试电机电源,通过陪试电机(转速模式)将被试电机拖动至预设的一个转速,测得电机的空载输出电压,通过功率分析仪 WP4000 测量并录取其波形,计算得出电机的空载反电动势常数。

3.4 转矩变化的时间响应

被试电机在 0.5 倍的额定转矩下运行,对其突然施加 0.5 倍连续工作区的最大转矩,稳定后突然卸去该负载转矩,通过 TDS2004C 示波器记录转矩变化的时间响应曲线,从曲线上求得最大瞬态偏差和建立时间(恢复时间)。

3.5 转速变化的时间响应

伺服系统工作在空载零速状态下,输入对应的转速阶跃信号,通过 TDS2004C 示波器记录正阶跃输入的时间响应曲线,读出响应时间、建立时间和瞬态超调并计算出超调量;在稳态转速时,如初信号阶跃到零,记录负阶跃输入的时间响应曲线,读出响应时间、建立时间和瞬态超调并计算出超调量。

3.6 静态刚度(负载转矩模式加载)

位置伺服系统处于空载零速锁定状态,通过传感器检测此时的电动机轴角位置,以此时的位置作为零位,在负载侧施加一个规定的正/反向转矩,测量此时电动机的轴角位置偏移量,计算出电机的静态刚度,释放负载,改变电机轴角位置,重复上述步骤 3 次,正反向共 6 次,取最大值。

3.7 静摩擦力矩(负载转矩模式加载)

断开被试电机电源,通过在负载侧施加一个逐渐增大的力,再通过 TDS2004C 示波器采集转矩转速的变化曲线。通过在 5 个等分点上测量被试电机的转子开始转动所需克服的最小阻力力矩

或电机即将转动而又不会连续转动时的转矩,分析求出被试电机的静摩擦力矩。

4 结 语

该测试系统实现了伺服电机和系统特性的性能测试,提高了测试效率和自动化程度,具有操作简单、维护方便等优点。伺服电机及系统性能测试平台的搭建为质量检测的科学管理提供了有利的保证,为提高伺服电机和系统的产品质量奠定了技术基础。

【参考文献】

- [1] 滕福林,胡育文.伺服系统性能测试和分析平台[J].电气传动,2011,41(1): 45-49.
- [2] 周鹏,王英.基于西门子 Sinamics S120 的电机负载特性测试系统设计[J].变频器世界,2011(3): 104-106.
- [3] 杜强,李继方.基于 S120 驱动控制系统的多电机共直流母线实验系统的研究[J].通信电源技术,2011,28(5): 36-39.
- 收稿日期: 2017 -05 -11
-
- (上接第 126 页)
- [2] 赵淳生.超声电机技术与应用[M].北京:科学出版社,2007.
- [3] 陈乾伟,鞠全勇,高素美,等.单模态驱动的非对称定子结构塔形超声电机[J].振动、测试与诊断,2017,37(3): 489-494.
- [4] 阮玉镇,郑伟.旋转型行波超声波电动机磨损控制研究[J].微特电机,2015,43(1): 43-45.
- [5] 周景亮,陈超,王均山,等.旋转型行波超声电机瞬态响应能力的试验研究[J].中国机械工程,2014,25(10): 1369-1373.
- [6] 王剑,白洋,郭吉丰.多自由度球形超声波电动机姿态测控技术综述[J].微特电机,2017,45(6): 94-97.
- [7] 陈乾伟,黄卫清,赵淳生.超声电机寿命测试的方法研究[J].振动、测试与诊断,2004,24(1): 19-22.
- [8] 郑伟,林惠玲,赵淳生.基于虚拟仪器的超声电机测试系统[J].振动、测试与诊断,2013,33(S2): 178-181,228.
- [9] 苏民伟,罗敏峰,郑伟.超声电机位移分辨率特性研究[J].组合机床与自动化加工技术,2016(2): 9-12.
- [10] 郑伟,黄伟彬,罗敏峰.温度对超声波电动机起动阶段位移分辨率的影响[J].微特电机,2017,45(8): 17-19+23.
- [11] 张建瓴,可欣荣,王文婷,等.超声电机测试研究综述[J].微电机,2010,43(5): 80-85.
- [12] 章阳,李华峰,潘松.基于 MSP430 的超声电机测试系统的研究[J].微电机,2012,45(6): 36-39.
- [13] 宋小刚.超声电机测试分析系统的研究[D].南京:南京航空航天大学,2010.
- [14] 武威,张铁民.超声电机测试分析系统[J].微电机,2012,45(12): 59-62.
- [15] 刘哲男,赵首帅,彭继平.超声电机特性测试平台的设计与实现[J].测试技术学报,2016,30(6): 545-550.
- [16] 程廷海,黄鹂,包钢,等.基于 LabVIEW 的超声电机测试系统[J].传感器与微系统,2011,30(4): 114-116.
- [17] 张健滔,姚志远,宋小刚,等.基于虚拟仪器的直线超声电机机械特性测试[J].振动、测试与诊断,2012,32(2): 218-222.
- 收稿日期: 2017 -09 -27