

# Sinamics S120 在伺服系统测试中的应用

王传军<sup>1</sup>, 李怀珍<sup>1</sup>, 方栋梁<sup>2</sup>

[1. 上海电科电机科技有限公司, 上海 200063;

2. 国家智能制造装备产品质量监督检验中心(浙江), 浙江 宁波 315800]

**摘要:** 采用 Sinamics S120 设计完成了伺服电机及系统性能试验主要测试项目的测试。介绍了系统的设计思路、软硬件结构等内容, 探讨了伺服电机及系统测试试验的测试方法。目前系统已投入实际应用, 各项测试指标均满足设计要求, 工作稳定, 操作方便, 对同类系统设计具有参考价值。

**关键词:** Sinamics S120; S7-1200; 伺服系统测试

中图分类号: TM 306 文献标志码: B 文章编号: 1673-6540(2018)07-0093-04

## Application of Sinamics S120 in Servo Test System

WANG Chuanjun<sup>1</sup>, LI Huaizhen<sup>1</sup>, FANG Dongliang<sup>2</sup>

[1. Seari Motor Science and Technology Co., Ltd., Shanghai 200063, China;

2. National intelligent manufacturing equipment Quality supervision and Inspection Center (Zhejiang), Ningbo 315800, China]

**Abstract:** The test system for the performance test of servo motor and system characteristic was designed adopts Sinamics S120. It gave a detailed account on design considerations and software hardware structure of the system. The testing method of servo motor and system test was also discussed. The system had to be used and works steadily. The field testing showed that it was easy to handle and meet measurement requirements.

**Key words:** sinamics; S120 S7-1200; servo test

## 0 引言

制造业要实现转型升级, 生产线的自动化、智能化是必须要实现的目标。生产线由多个智能装备构成, 智能装备就成为了生产线自动化的基础构成。在智能制造大发展的背景下, 作为核心零部件的伺服电机及控制器的性能尤为重要。如何对伺服系统进行高效而又可靠的性能测试已逐渐成为伺服技术领域中的重要研究方向<sup>[1]</sup>。

Sinamics S120 是 SIEMENS 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, 有扭矩控制、速度控制、位置控制 3 种控制方式。多轴资源共享的先进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, 能够满足工程中的一切要求<sup>[2-3]</sup>。

## 1 伺服系统测试的设计

伺服系统主要由控制器、伺服驱动器和伺服电机 3 部分组成。伺服驱动器和伺服电机是伺服系统的核心零部件, 由于不同厂家、品牌、系列和应用场合的伺服驱动器和电机往往存在兼容问题, 所以大都为驱动器和电机配套销售和使用。

伺服测试一般均为成套伺服系统进行测试检验, 也有部分厂家仅生产伺服电机并通过配套其他厂家驱动器成套使用。国家智能制造装备产品质量监督检验中心(浙江)作为公共的质量监督检验机构, 需要兼顾众多的检验客户, 为伺服系统测试提供不同的测试电源和提供伺服电机测试用

作者简介: 王传军(1973—), 男, 高级工程师, 研究方向为电机试验方法、试验标准和电机试验设备、试验系统开发。

李怀珍(1985—), 男, 硕士, 工程师, 研究方向为机电控制技术和电机性能检测技术。

的伺服驱动器。据此设计了用于伺服测试的驱动综合性能试验台,试验台系统原理框图如图 1 所示。该系统主要包括 1TY 调压器、(电参数、机械参数等)测量单元、仪器仪表、试验平台及由 1U~5U 构成的 S120 系统,其中,1TY 调压器用来为伺服系统测试提供符合要求的测试电源,3U 被试逆变用于驱动被测伺服电机,4U、5U 陪试逆变即可

以作为陪试伺服电机的驱动电源,也可以检测反馈被测伺服电机的位置和速度。该系统采用对拖直接负载的方式进行加载试验。伺服电机试验采用共直流母线方式,能量通过直流母线方式回馈;在对伺服系统试验时能量通过主动型整流单元(2U-ALM)回馈至电网。

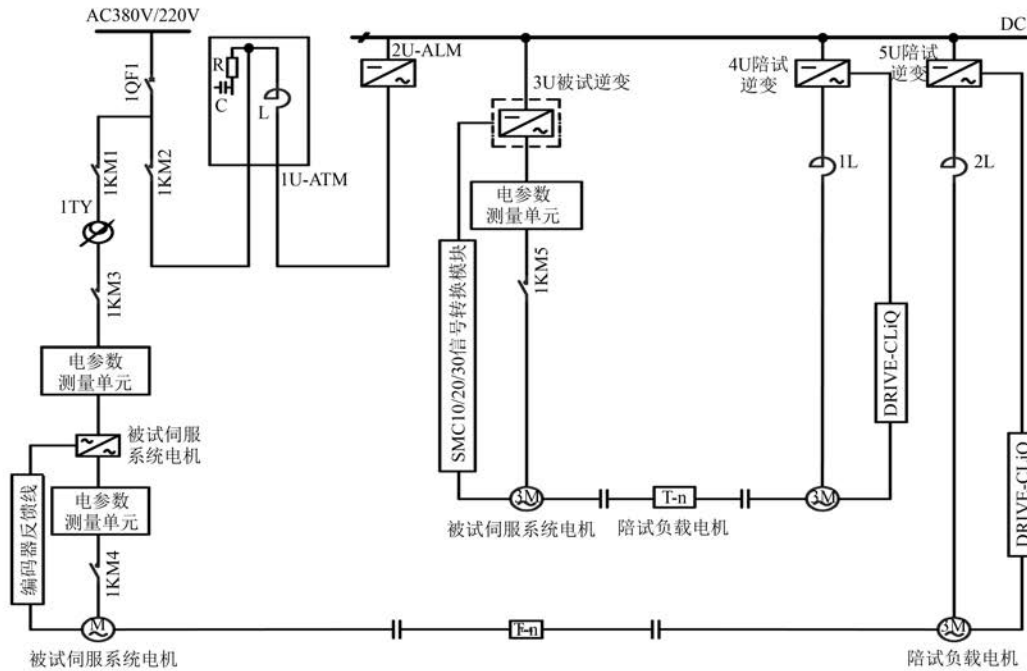


图 1 试验系统原理框图

S120 系统是本测试系统的关键,本测试系统采用的 S120 多轴应用模块式驱动配置方案主要由以下部分组成。

(1) 控制单元。控制单元(CU)负责控制和协调驱动器组中的所有模块(逆变模块、整流模块等),完成各轴的驱动和控制。在 Sinamics S120 上,驱动器的智能控制、闭环控制都在控制单元中实现,其不仅负责矢量控制、伺服控制,还负责  $U/f$  控制。另外,控制单元还负责所有驱动轴的转速控制、转矩控制以及驱动器的其他智能功能。

该测试系统选用 CU320-2PN 作为系统的多轴控制单元。为了更好地进行伺服测试,选配带性能扩展的 CF 卡。控制单元通过 X150 P1/P2 PROFINET 接口与 S7-1200 PLC 建立通信并进行数据交换,通过 X127 LAN 口与工控机以太网口

连接。

(2) 电源模块。电源模块用于系统直流母线的集中供电,从所连接的电源电压中生成直流电压,然后将其提供给相连的电机模块。

本系统配置调节性电源接口模块(1U-AIM)和带闭环控制整流/回馈的主动型供电模块(2U-ALM)。AIM 包括 1 个具有基本干扰抑制的清洁输入滤波器、用于 ALM 的预充电回路、电源电压测量装置和监控传感器。两者组合使用不仅可以降低功率单元等部件产生的干扰,而且还可以自动补偿电网的波动,确保直流母线电压的稳定,进一步保证了系统运行的安全性和稳定性。

(3) 电机模块。电机模块是为相连的电机提供电能的功率单元,其通过直流母线供电,通过 DRIVE-CLiQ 与控制单元相连。

该测试系统配置了 2 个单轴电机模块 4U 和

5U 陪试逆变作为陪试电机电源以及 1 个可外接的单轴电机模块 3U 被试逆变驱动被试伺服系统电机。基于 S120 的模块化设计理念,因而可以较方便地根据测试需要更换电机模块。

(4) 陪试电机。SIMOTICS M-1PH8 系列电机是西门子推出的新一代电机,有异步型和同步型。其开发贯彻了灵活的模块化设计理念。配套 Sinamics S120 能够满足伺服测试中对转速、转矩和定位方面的高精度要求。为满足闭环控制的要求,该电机有配套的编码器系统供选用,用于检测电机转速和位置。驱动器和电机双方面的灵活选择能够有效地满足在严苛的负载特性条件下,实现更短的上升时间,更准确的转矩、速度和位置控制。本系统配置陪试负载电机与 Sinamics S120 通过 DRIVE-CLIQ 通信接口将电机集成进控制系统,能够实现简单快捷的调试及无故障运行。

## 2 测试系统的组态、配置、调试和设计

### 2.1 S120 驱动系统的硬件组态与配置

上位机 Starter 软件与 S120 的通信方式有 2 种,LAN 或 RS232 的连接方式。采用 LAN 通信方式只需 1 根标准的以太网线与上位机网口相连即可建立高速稳定可靠的通信连接。在硬件接线正确的情况下,在 Starter 软件中插入驱动装置后选择在线项目。该系统为集成 DRIVE-CLIQ 接口的电机,可通过自动组态的方式将电机与编码器等硬件的数据读出再通过软件进行控制调试。

在对 S120 进行组态时,将电源模块、电机模块添加进来,在 Starter 中选用适当的报文结构,来发送控制字和读取状态字。电源模块选用 SIEMENS telegram370 (PZD-1/1);电机模块选用 Free telegram configuration with BICO (PZD-10/10),如图 2 所示。PZD10/10 表示周期性通信的字数为 10,即 10 个通信字。10 个输入字:PLC 发送给变频器的数据为 10 个字,其中包括控制字、转速/转矩设定值,其他未用字等数据信息,如图 3 所示;10 个输出字:变频器传递给 PLC 数据为 10 个字,其中包括状态字、实际运行值、实际设定值、电机电流、编码器反馈等数据信息,如图 4 所示。

### 2.2 S7-1200 控制系统的硬件组态与通信

控制系统选用 SIMATIC S7-1200 PLC (6ES7214-1BG40-0XB0)作为系统控制器,其与

Object	Drive object	No.	Telegram type	Input data Length	Output data Length
1	A_INF_S2	2	SIEMENS telegram 370, PZD-1/1	1	1
2	MW18	3	Free telegram configuration with BICO	10	10
3	MW71	4	Free telegram configuration with BICO	10	10
4	MW25	5	Free telegram configuration with BICO	10	10
5	Control_Unit	1	Free telegram configuration with BICO	1	1

图 2 S120 报文结构配置

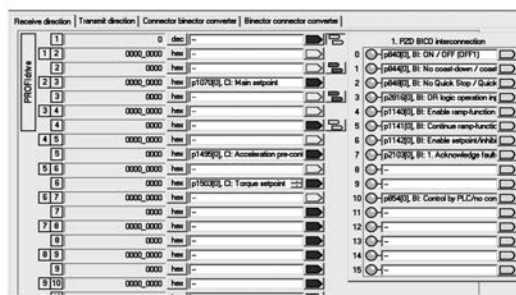


图 3 电机模块接收报文结构配置

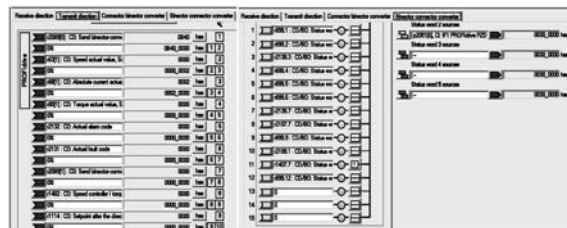


图 4 电机模块发送报文结构配置

Sinamics S120 变频器之间通过 Prifubet IO 进行周期性和非周期性数据交换,控制变频器的起停及电机的速度、转矩等控制,并监控着变频器和电机的工作状态。要实现 S7-1200 与 S120 之间的 Profinet IO 周期性与非周期性数据交换需要在博图软件中对设备进行组态并插入与 S120 一致的通信报文。

S7-1200PLC 与 S120 通信采用调用系统的功能模块 SFC14“DPRD-DAT”来读取 S120 数据,采用功能模块 SFC15“DPWR-DAT”将数据写入 S120。每个数据模块分别分配一个 SFC14/15 调用,如图 5 所示。

S7-1200 PLC 与 CU320-2PN 的非周期通信需要采用系统功能块“WRREC”和“RDREC”,其中“WRREC”将“读请求”发送给 CU320-2PN,“RDREC”将 S120 的“应答”返回给 S7-1200。

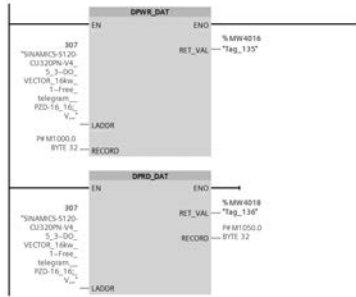


图 5 PLC 与 S120 周期性数据通信

PLC 与 S120 非周期性数据通信如图 6 所示。

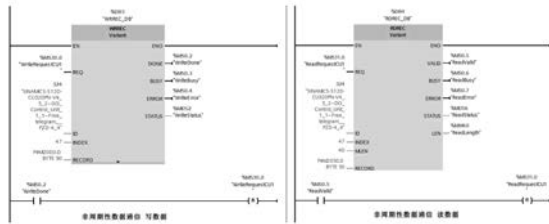


图 6 PLC 与 S120 非周期性数据通信

系统配置 CB1241 RS485 通信模块。CB1241 可允许 S7-1200 CPU 通过该模块连接到上位机进行 Modbus RTU 通信。

### 3 S120 在主要伺服测试项目中的应用

#### 3.1 负载试验

使被试伺服系统/电机工作在速度控制环, 陪试伺服系统工作在转矩限幅控制模式。首先启动被试伺服系统/电机, 当被试到达测试转速后采用低负载捕捉启动陪试伺服系统, S120 系统将根据预设采用捕捉启动的方式进行两机并车对拖。并车后根据测试需求调节负载转矩至测试状态进行试验。上位机根据预设负载率以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、机械参数以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 温升及工作区试验

使被试伺服系统/电机工作在速度控制环, 陪试伺服系统工作在转矩限幅控制模式。首先按照负载试验的方法将两机并车至测试要求状态, 上位机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。试验结束后根据采样数据计算被试品的温升。

#### 3.3 反电动势试验

将陪试系统工作于速度控制模式, 断开被试电机电源。启动陪试系统将被试电机反拖至测试转速, 即可通过功率分析仪测量并录取其波形, 计算得出电机的空载反电动势及常数。

#### 3.4 位置跟随误差试验

使被试伺服系统/电机工作在位置环。通过控制器对被测伺服系统输入一定数量的脉冲序列并计算出被试伺服系统理论位置角, 上位机通过 S120 系统实时读取陪试伺服系统编码器反馈脉冲数, 测量并计算出被试伺服系统的实际位置角。据此作出被试伺服的运动曲线并比较两者之间的位置偏差。

#### 3.5 静态刚度试验

使被试伺服系统/电机工作在速度控制环并锁定, 陪试伺服系统工作于转矩模式。启动陪试系统并加载至所需负载, 测量并记录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。

## 4 结 语

该测试系统采用 S7-1200 PLC 作为下位机, SINAMICS S120 变频器作为驱动系统实现了伺服测试系统主要测试项目的测试试验。目前该系统已投入实际检测应用, 各项测试指标均满足或优于初期设计目标, 工作稳定、操作简单、维护方便。

### 【参考文献】

[1] 滕福林, 胡育文, 李宏胜, 等. 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] 张康, 储昭碧, 宁君宇, 等. 基于 Profibus 网络的西门子 PLC 与双台 S120 变频器通讯的实现研究[J]. 制造业自动化, 2015(16): 5-8.

收稿日期: 2018-03-21