

大功率变速箱寿命试验台控制系统设计与实现

李贵荣¹, 钱新恩¹, 张正昌²

(1. 湖北汽车工业学院, 湖北 十堰 442002; 2. 东风汽车有限公司, 湖北 武汉 430056)

摘要: 介绍了变速箱机械封闭式疲劳寿命试验台的结构和控制方法。为适应寿命试验台试验周期长、强度大、不断更换试件项目的特点, 电气系统采用“工控机-PLC-仪表”和“PLC-仪表”可变结构模式。“PLC-仪表”结构作为基本配置, 采用端子连接, 用于底层设备控制和数据采集; 工控机进行过程管理和数据处理, 工控机与其它控制设备采用串行通信联系。

关键词: 寿命试验; 变速箱; 控制系统

中图分类号: TP274

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2009)05-0087-03

The Design and Realization of Control System for Power Gearbox Fatigue Test

Li Guirong¹, Qian Xinen¹, Zhang Zhengchang²

(1. Hubei Automotive Industries Institute, Shiyan Hubei 442002, China; 2. Dongfeng Motor CO., Wuhan 430056, China)

Abstract: Introduces the structure and control method of gearbox tests. In order to meet the test's features of long cycle, labour-intensive and samples replacing frequently, the platform's control system adopts "IPC-PLC-Meter" and "PLC-Meter" variable structure model. "PLC-Meter" as the basic configuration with terminal connection is used for bottom device control and data acquisition. IPC for process management and data processing connects with other devices through serial communication.

Keywords: fatigue test; gearbox; control system

0 引言

变速箱作为汽车的重要部件, 在其研发阶段需要经历疲劳寿命等多项试验。这些试验多数具有试验周期长、耗资大、操作繁琐等特点。为确保长周期试验的顺利进行, 要求变速箱疲劳寿命试验设备可靠性高、结构简单, 同时操控方便、节能环保。

变速箱机械封闭式试验台的封闭系统外电机驱动运转时, 内力矩相应作功而成为封闭功率。由于载荷已体现为系统的内力, 因此用以驱动封闭系统运转的电机提供的动力, 主要用于克服此系统中各传动件的摩擦阻力所产生的功率损失, 其能耗远小于开式的试验装置, 因而可大大减小电机容量^[1]。

1 系统简介

试验台由机械系统、电气系统²大部分组成。机械系统由机械功率封闭系统、驱动系统、冷却系统、气动系统、防护系统等组成。试验台设备主要技术参数为驱动功率: 160 kW; 封闭功率: 950 kW; 加载力矩: $\pm(0\sim 3\ 000)\text{N}\cdot\text{m}$ (电同步机械加载器); 驱动转速: $0\sim 3\ 000\ \text{r}/\text{min}$ (交流变频调速驱动)。

电气系统包括电气控制和数据采集系统。变速箱疲劳寿命试验台试验周期长达几周, 同时要根据试验项目更换挡位或配件, 操作繁琐。

目前, 控制系统主要采用工业控制计算机 (简称工控机、IPC) - 板卡结构或 PLC- 仪表结构。工控机 -

收稿日期: 2009-06-29

作者简介: 李贵荣 (1975-), 男, 湖北宜昌人, 湖北汽车工业学院讲师, 主要研究方向为计算机控制,

E-mail: qianxinn@dongfeng.net

板卡结构优点是结构一体化、数据处理强；缺点是一旦IPC有故障，试验就陷入停顿，影响整个试验任务。PLC-仪表结构的优点是结构模块化、可靠性高；缺点是缺少项目级的过程管理和数据处理^[2]。

根据以上分析，为适应周期长、操作繁琐试验的特点，电气系统采用模块化结构、分布式控制。

电气控制系统由工控机-PLC-仪表-变频器组成。工控机为上位机，主要完成试验数据库和试验过程管理功能，包括试验计划制定、试验参数和数据处理、报警信息显示及报表打印等功能；PLC电气控制系统作为下位机，实现变频拖动系统控制、齿轮箱润滑冷却系统控制、变速箱恒温冷却系统控制等功能；仪表采集转速、转矩、温度、压力和流量数据。

按工控机是否参与控制，控制方式可分为联机方式控制和脱机方式控制。与此相配套，控制系统配置可变换为“工控机-PLC-仪表”和“PLC-仪表”型。

2 电气控制系统

2.1 工控机联机方式控制

处于工控机联机方式控制状态时，工控机通过PCL-730 I/O板卡和PLC对设备进行控制。在联机自动状态下，可实现自动加载、变频电机自动启动、试验时间到自动停机、自动减载、自动保护等。温度、扭矩、转速、载荷不仅可在工控机上显示，同时在控制箱上有仪表显示。在联机手动状态下，可通过工控机进行加载、减载、变频使能开闭、急停等操作。

2.2 工控机脱机方式控制

控制柜操作面板上的选择旋钮“联机/脱机”置于“脱机”位置，设备处于工控机脱机方式控制状态。在脱机方式下工控机不参与控制，设备控制由PLC和操作按钮完成，工控机仅采集、处理和管理数据。

在脱机方式下，启动、停止、转速、扭矩、自动保护、加载、温度技术参数设置和相应动作控制通过PLC、控制柜面板上的操作按钮和测量仪表实现，脱机状态下温度、扭矩、转速、载荷在线数据在控制柜上仪表显示，同时通过电脑显示。

工控机关闭或设备调整状态下设备应置于脱机状态。工控机出现故障时，试验台可在PLC-仪表配置状态下工作，不影响变速箱疲劳试验。

2.3 主要控制和检查设备配置

工控机系统由工控机+PCL-745卡+PCL-730。PCL-745用于仪表和变频器通信；PCL-730卡用于与PLC之间的逻辑联系和控制；PLC(S7-300, CPU315-2DP)用于设备控制。变频器选用西门子MM440 CT系列产品，型号为6SE6440-2UD41-6GA1 GX 3-AC380V，额定输出功率160 kW，用于双速电机控制。转矩转速测量仪与JN338A-3000A型转矩转速传感器配套，负责转

矩转速测量。八通道巡检控制仪2台，用于左、右齿轮箱各6点轴承温度、润滑油液位、润滑油压力监测。双路数显控制仪2台，1台用于左、右齿轮箱润滑油温度测量、实时显示、上下限报警；1台用于主、配试变速箱润滑油温度测量、实时显示、上下限报警及冷却水通断控制。油路堵塞发讯器：左、右齿轮箱润滑油强制循环系统中，在吸油滤清器及压力管路滤清器上都设置了堵塞发讯器，当滤芯堵塞达到发寻压力时报警^[3]。

2.4 电控报警信息及安全保护

为确保长周期试验的顺利进行，电控报警信息及安全保护必不可少。控制柜面板、试验台台体上均安装有红色“急停”按钮，以便在出现紧急情况时安全停机。

2.5 变速箱寿命试验规范的实施

根据产品试验规范（其中主、副油温作为系统参数输入）、档位及其对应的试验转速和台时，系统数据库，并产生试验计划。按试验计划，系统自动进行试验过程。例如，某变速箱试验过程为：1）由低档开始，逐次向高档转换（VII、VI、V、IV、III、II、I），最后做倒档；2）寿命试验规范中的各前进档试验台时分5部分，按照5个周期反复进行试验；3）各前进档试验台时均按总试验台时的20%进行试验。

3 系统控制

3.1 系统控制流程

依据模块化结构、分布式控制特点，工控机与其它设备采用串行通信连接，PCL与其它设备采用端子连接。控制系统框图如图1所示^[4-5]。

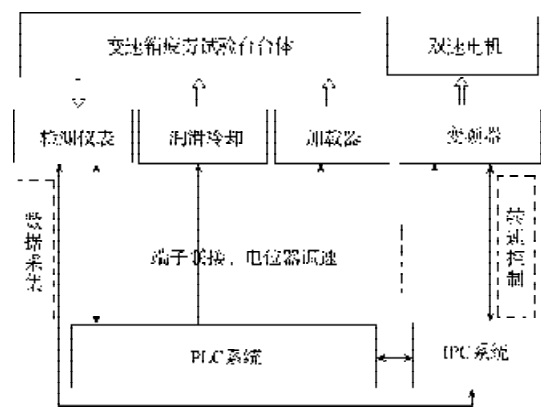


图1 控制系统框图

Fig. 1 Diagram of control system

依据设备工艺，系统控制由按钮控制和定时器控制组成：按钮控制即时实现操作员的控制指令；定时器实现顺序控制。系统主界面如图2所示。

就联机方式来说，自动控制流程主要有：系统初始化→设备控制→数据处理。

系统初始化完成端口清0、显示置位、通信口打开

等功能; 数据处理完成计划制订、数据库管理、参数输入、数据存储、打印报表等功能。定时器实现顺序控制的任务见表1。

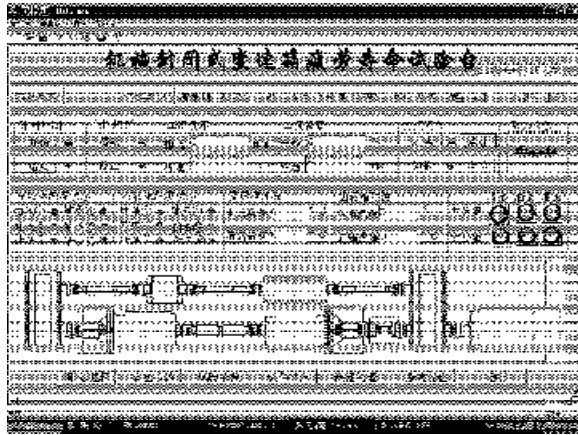


图2 控制系统主界面

Fig. 2 Interface of control system

表1 定时器顺序控制任务

Table 1 Timer sequence control task

定时器号	控制任务
0	扫描系统, 工控机与 PLC 交换信息
1	工控机与扭矩转速仪通信, 扭矩、转速数值采样
2	扭矩控制、转速控制
3	工控机与双路温检仪通信, 主陪变速箱油温数值采样
4	工控机与双路温检仪通信, 左右齿轮箱油温数值采样
5	工控机与左齿轮 8 路温检仪通信, 左齿轮温测点报警信息采样
6	工控机与右齿轮 8 路温检仪通信, 右齿轮温测点报警信息采样
7	运行期扭矩、转速、温度、时间数值采集和存储

定时器服务内容为自动运行的核心, 主要任务为实现控制和数据传递, 其控制流程如图3所示。

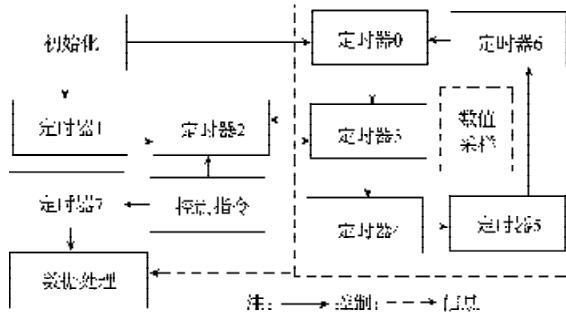


图3 定时器控制流程图

Fig. 3 Flow chart of timer control

3.2 系统控制软件模块

系统控制软件采用模块化设计, 各模块及其功能

分工如表2所示。

表2 系统模块功能

Table 2 Functions of system module

模块名称	模块功能
流程控制	完成系统初始化、即时控制、顺序控制
转速控制	完成电机启动、停止和变速
扭矩调节	控制加载器实现加载、卸载到位, 实现点加、点减, 完成扭矩微调
测量	实现主、陪试变速箱油温数显; 左、右齿轮箱油温数显; 扭矩、转速数显
数据处理	实时记录扭矩、转速、主陪试变速箱油温、左右齿轮箱油温数值; 绘扭矩、转速、油温曲线图; 打印报表。

4 结语

为提高变速箱疲劳寿命试验设备的可靠性, 确保长周期试验的顺利进行, 易简单方便完成操控多个项目的试验, 控制系统采用“工控机-PLC-仪表-变频器”和“PLC-仪表-变频器”可变组合结构, 硬件和软件按功能分为模块。系统采用分布式控制, 底层为 PLC 和仪表控制, 上层为计算机控制。实践证明, 本系统具有较好的可靠性, 适合较恶劣的现场环境和多变的工作任务。

参考文献:

[1] 李智刚, 程旭彦. 机械封闭系统的研究[J]. 哈尔滨轴承, 2007, 28(4): 57-58.
Li Zhigang, Cheng Xuyuan. Research of Closed Mechanical System[J]. Journal of Harbin Bearing, 2007, 28(4): 57-58.

[2] 秦益霖. 西门子S7-300PLC应用技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
Qin Yiling. Siemens S7-300 PLC Application Technology [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2007.

[3] 原 魁. 变频器基础及应用[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2005.
Yuan Kui. Frequency Converter Basis and Application[M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2005.

[4] 黄 旻. SWP 系列微处理器化数字仪表通讯协议[M]. 香港: 香港昌晖自动化系统公司, 2007.
Huang Min. Communication Protocol of SWP Series Microprocessor-Based Digital Instrument[M]. Hongkong: Hongkong Charm Faith Autosystem Co., 2007.

[5] 明日科技. Visual C++ 程序开发范例宝典[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2007.
Mingri Keji. Visual C++ Program Visual Basual[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2007.

(责任编辑: 张亦静)