

文章编号: 1005-8451 (2012) 01-0032-04

## 液压转辙机挤脱力测试仪的设计

张小东<sup>1</sup>, 刘 仓<sup>2</sup>, 王 安<sup>1</sup>

(1.西北工业大学 自动化学院, 西安 710129; 2.太原铁路局 电务处, 太原 030013)

**摘 要:** 为检测液压转辙机挤脱力的大小及变化情况, 设计了一款液压转辙机挤脱力测试仪。利用 ARM7 微控制器 LPC2214 芯片和  $\mu$  C/OS-II 实时操作系统, 构建了测试仪的硬件平台和软件平台。该测试仪通过 LCD 以数字和曲线的形式实时显示挤脱力的变化情况, 可存储测试数据, 并且通过 RS232 或 USB 接口上传到 PC 进行数据分析和曲线及分析结果的打印。实际应用表明, 此测试仪完全满足设计要求, 且具有稳定性好、精度高、抗干扰性强的优点。

**关键词:** 液压转辙机; 挤脱力; LPC2214;  $\mu$  C/OS-II

**中图分类号:** U284.72 : TP216 **文献标识码:** A

## Design of trailable force tester of hydraulic switch machine

ZHANG Xiao-dong<sup>1</sup>, LIU Cang<sup>2</sup>, WANG An<sup>1</sup>

(1. College of Automation, Northwest Polytechnical University, Xi'an 710129, China;

2. Department of Telecommunication and Signal, Taiyuan Railway Administration, Taiyuan 030013, China)

**Abstract:** A trailable force tester was proposed and designed to detect the magnitude and variation of trailable force for hydraulic switch machine. The hardware platform and software platform of this tester were established through the LPC2214 chip of ARM7 micro controller and the  $\mu$  C/OS-II real-time Operating System. The real-time changes of trailable force could be displayed in the form of both digit and curve through LCD. Besides, the test data could be stored and transferred to PC through RS232 or USB port, then the data could be analyzed and the results could be printed out. According to the practical application, this tester could completely fulfill the design requirements, and had many advantages such as good stability, high precision and strong anti-interference performance.

**Key words:** hydraulic switch machine; trailable force; LPC2214;  $\mu$  C/OS-II

按是否可挤, 转辙机可分为不可挤型转辙机和可挤型转辙机<sup>[1]</sup>。可挤型转辙机内设挤岔保护装置, 道岔被挤时, 动作杆受到的水平外力通过锁闭铁作用于挤脱柱, 挤脱柱上升直到脱离锁闭铁上的槽, 使得锁闭铁不再受到限制, 动作杆就可以推动锁闭铁一同向前移动, 锁闭铁移动推动水平顶杆, 并给出表示即报警信号。这样动作杆解锁, 保护了整机<sup>[2~3]</sup>。

《铁路信号维护规则》规定液压转辙机挤脱力应调整在 27 kN~30 kN。目前, 液压转辙机出厂时对挤脱装置的挤脱力一次性调试好, 由于缺乏科学的测试手段, 对上道使用的液压转辙机挤脱力是否达标没有标准。液压转辙机的挤脱力主要靠调整螺帽下碟型簧片的弹力, 若调得过小, 则容

易使道岔在正常使用自然挤脱。若调得过大, 就会发生正常挤岔时挤不脱, 造成道岔及转辙设备损坏或更严重的后果。这形成转辙机的一个故障隐患, 故迫切地需要对转辙机挤脱力的工作特性进行测试。此外, 转辙机设备制造厂商也提出了对转辙机脱力进行测试的要求。

目前, 国内市场上用于液压转辙机挤脱力特性测试的设备很少, 且不能准确完整地记录转辙机挤脱力的动态工作过程。为此, 研制了“XYT-1 型液压转辙机挤脱力试验装置”, 以满足铁路电务部门和转辙机设备制造厂商对转辙机挤脱力进行测试的要求。

### 1 系统总体结构

XYT-1 型液压转辙机挤脱力试验装置由动力

收稿日期: 2011-03-31

作者简介: 张小东, 在读硕士研究生; 刘 仓, 高级工程师。

设备、液压转辙机挤脱力测试仪和被测转辙机共 3 部分组成。转辙机试验方法规定动作杆处于终了位置,在水平方向由零开始缓慢增加,直至全部解锁,此时的最大外力即为转辙机的挤脱力。其中液压动力设备是测试挤脱力的动力源,用来模拟道岔被挤时道岔尖轨作用于电动液压转辙机转换锁闭器动作杆的力。液压转辙机挤脱力测试仪由挤脱力测试仪和与之对应的上位机数据分析软件组成。挤脱力测试仪负责液压动力设备的启停及动作方向的控制,还负责数据采集、存储和以曲线和数字的形式显示整个过程中的力,运行过程与曲线变化同步且自动给出整个过程的最大值即挤脱力。数据分析软件作为转辙机挤脱力测试仪的上位机,可以将采集的数据转存在 PC 机中生成特定的数据文件,便于用户对数据进行系统、定量分析处理,并能打印相关参数和曲线。

表 1 挤脱力测试仪主要技术参数

力分辨率及量程	0.05 kN/10 kN
	0.1 kN/20 kN
	0.2 kN/40 kN
记录时间分辨率及量程	0.02 s/5 s
	0.04 s/10 s
	0.08 s/20 s
总精度	力 < 1.0% F.S
	记录时间 < 20 ms
液晶显示屏	320 × 240 点阵图形单色 LCD,
显示方式	对比度可多级调整
	数字、汉字和曲线
电源及功耗	输入 220 V AC
	功耗小于 20 W

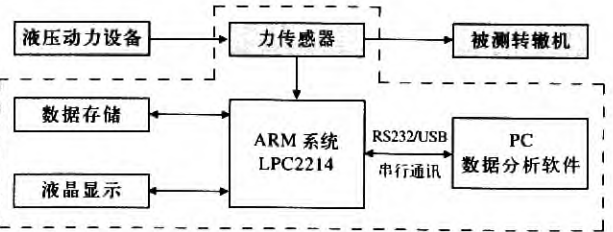


图 1 液压转辙机挤脱力测试系统结构简图

测试仪与数据分析软件之间是通过 RS-232 或 USB 串行接口完成通信的。被测转辙机(可挤型转辙机)是本系统液压转辙机挤脱力测试仪原理框图如图 2,挤脱力测试仪主要包括以下 7 个模块。

1.1 硬件设计

(1) ARM7 控制器模块。选用 NXP 公司的处理器 LPC2214 作为测试仪的微控制器。LPC2214 提供 16 kbyte 片内静态 RAM、256 k 片内 FLASH

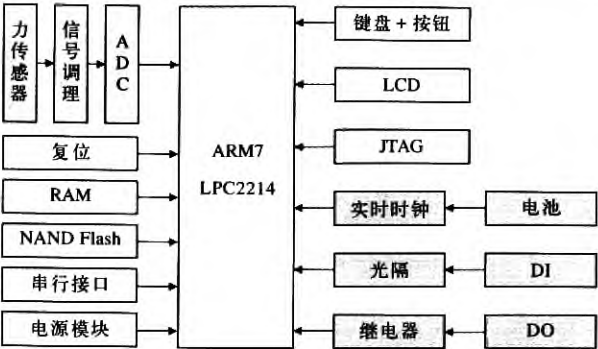


图 2 液压转辙机挤脱力测试仪原理框图



图 3 液压转辙机挤脱力测试仪外型图

程序存储器、通过片内 PLL 可实现最大为 60 MHz CPU 操作频率<sup>[4~6]</sup>。该模块是整个系统的控制中心。

(2) 存储器模块。设计中扩展一片 512 k × 16 bit 的 SRAM (IS61LV51216AL) 作为测试仪的内存、一片 NAND 型 Flash (K9F1208U0A) 作为断电后保存重要测量数据的存储器,该存储器具有 64 Mbyte 的存储容量。

(3) 采集模块。仪器的 A/D 芯片选用 MAX-197,具有 12 bit 的 A/D 精度,转换时间 6 μs,内置基准,它提供了标准接口—8 bit 三态输出口,可以和 CPU 直接相连。

(4) 液晶显示模块。液晶显示屏选用的是“TRULY”公司的 MSP-7N 液晶显示模块,其控制器是 EPSON 公司的 SED1335 液晶控制芯片,微控制器采用 8 位总线方式与液晶模块连接。

(5) 串行通讯模块。232 接口或 USB 接口用于将实测数据上传给上位机以便于用转辙机挤脱力数据分析软件进行数据处理、分析和打印。

(6) 时钟模块。为系统提供实时时钟,断电后由电池供电。

(7) DIO 模块。数据采集的启停信号通过光电隔离输入,液压动力设备的启停及方向控制信

号通过继电器输出。

## 1.2 软件设计

在以上硬件平台的基础上,本仪器采用了 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 实时操作系统来管理硬件资源和进行任务协调。本测试仪软件设计层次如图3,第1层为 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统层,这是整个系统的管理核心,通过协调任务之间的通信和任务切换实现所有任务的统一调度和管理。第2层为任务层,包括硬件驱动程序和各任务应用程序的设计。 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 是完全可剥夺型的实时内核,即 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 总是运行就绪条件下优先级最高的任务<sup>[5]</sup>。故在基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的应用程序设计中,任务的划分及任务优先级的安排是整个应用程序的基础和关键,其它软件设计都是围绕任务来展开的。下面是本转辙机挤脱力测试仪中任务的划分、任务优先级的安排及这样安排的依据。

(1) 启动任务,优先级为1。启动任务用来对目标板的初始化,也对系统用的各个中断和系统变量的初始化,属于单次执行类任务,故应安排最高的优先级。

(2) 只要收到上位机发的拷屏命令就读取LCD显示RAM中的数据,并传输到上位机以图片形式保存,以便为写文档提供资料。该任务与串口接收数据中(2)拷屏任务,优先级为2。拷屏任务功能是断关联,要求任何时刻都可以拷屏,且只在仪器开发前期使用,故安排次高优先级。

(3) 校准任务,优先级为3。校准任务完成对传感器的校准,包括零点和增益的调整。传感器的标定是由设计人员出厂时完成的,不是由最终用户完成,所以该任务不同于其他任务,只有满足一定的条件才创建,且没有任何延时和等待事件即比其优先级低的任务均没有机会运行,拥有较高的优先级。

(4) 测量任务,优先级为4。测量任务是应用程序中的核心,负责开启中断进行数据采集,对采样数据量化处理,并在LCD上以数字和曲线的形式实时显示。该任务与定时数据采集中断关联,属于紧迫任务,对实时性要求高。所以除去拷屏任务和校准任务外,测量任务的优先级仅次于启动任务,以保证测量曲线的实时显示。

(5) 菜单任务,优先级为5。菜单任务完成菜单的切换,并负责设置任务、调零任务、功能任务

和初始化任务的挂起和恢复。该任务不是紧迫性任务,但是属于使用频率较高的任务。故安排其优先级低于测量任务而高于设置任务、调零任务、功能任务和初始化任务。

(6) 设置任务、调零任务、功能任务、初始化任务和相关信息屏任务。这5个任务,每个任务各完成一类功能,地位基本上平等,功能互相独立, $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 规定任务间不能拥有相同的优先级,所以对它们的优先级随机分配,如图4。

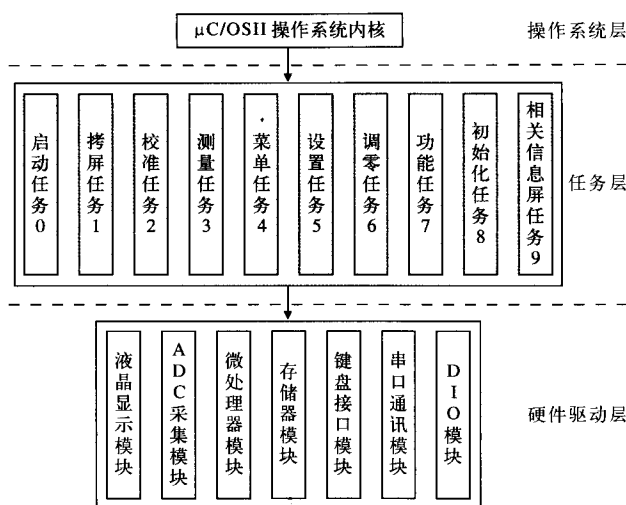


图4 液压转辙机挤脱力测试仪软件设计层次图

## 2 试验及结果分析

利用XYT-1液压转辙机挤脱力测试仪对某ZYJ7型转辙机进行了测试。利用标尺功能和数据分析软件对测量结果进行了分析。

图5为ZYJ7转辙机处于定位状态下挤脱力的实测曲线,主要参数挤脱力为 $30\text{ kN}=3.06\text{ t}$ ( $\text{kN}$ 即千牛、 $\text{t}$ 即吨),辅助信息有挤脱器斜面离开锁闭铁上的槽时需要的平均力值为 $28.82\text{ kN}$ ,耗时约 $0.95\text{ s}$ ,拉开后动作杆的平均阻力值约为 $6.39\text{ kN}$ ,挤脱器脱落的方向为拉。

图6为ZYJ7转辙机处于反位状态下挤脱力的实测曲线,主要参数挤脱力为 $29\text{ kN}=2.95\text{ t}$ ,辅助信息有挤脱器斜面离开锁闭铁上的槽时需要的平均力值 $27.84\text{ kN}$ ,耗时 $0.62\text{ s}$ ,挤开后动作杆的平均阻力值为 $6.54\text{ kN}$ ,挤脱器脱落的方向为挤。测试结果说明当前碟簧弹力合适,挤脱力满足 $27\text{ kN}\sim 30\text{ kN}$ 的要求。若挤脱力不满足 $27\text{ kN}\sim 30\text{ kN}$ ,

(下转 P39)



## 4 结束语

道岔作为影响铁路运行效率与安全的关键设备,在发生故障时应尽快找出故障原因并解决,提高其可靠性和安全性,保证列车运行效率。本文采用的基于模糊神经网络的道岔故障诊断方法在微机监测系统实时监测道岔工作状态的基础上增加了智能故障诊断功能,对于提高道岔设备的可靠性具有重要现实意义。

### 参考文献:

- [1] 党建武,王阳萍,赵庶旭.神经网络理论[M].兰州:兰州大学出版社,2004,9.
- [2] 闻新,周露,李翔,张宝伟. Matlab神经网络仿真

与应用[M].北京:科学出版社,2003,7.

- [3] 舒刚.人工智能方法在车站信号故障诊断中的应用与研究[D].北京:北京交通大学,2008.
- [4] 祝晓燕,王继选,刘小贞,赵冉.基于小波包特征向量弹性BP算法的故障诊断[J].汽轮机技术,2008(6):437-439.
- [5] 刘伯鸿,李国宁,李志强.基于神经网络联锁系统故障诊断专家系统的研究[J].铁路计算机应用,2006,15(4):1-3.
- [6] 王铁军.基于神经网络的道岔智能故障诊断方法的研究[J].西铁科技,2010(2):8-10.
- [7] 曹宏丽,岳丽丽,杨福元.专家系统和神经网络在道岔控制电路故障诊断中的应用研究[J].黑龙江科技信息,2010(1):62-63.

责任编辑 陈蓉

(上接 P34)

则可调整蝶簧弹力后再进行测试,直到满足要求。

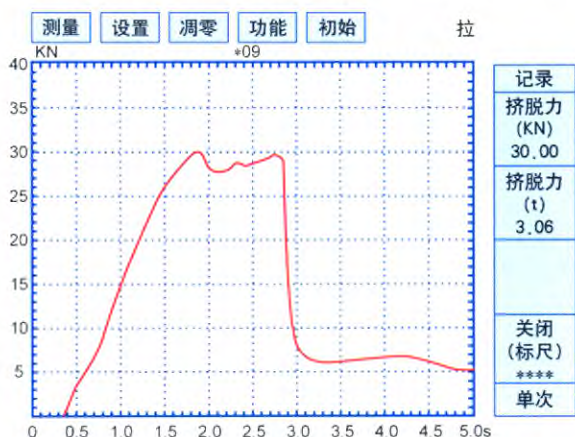


图5 ZYJ7处于定位状态下挤脱力实测曲线

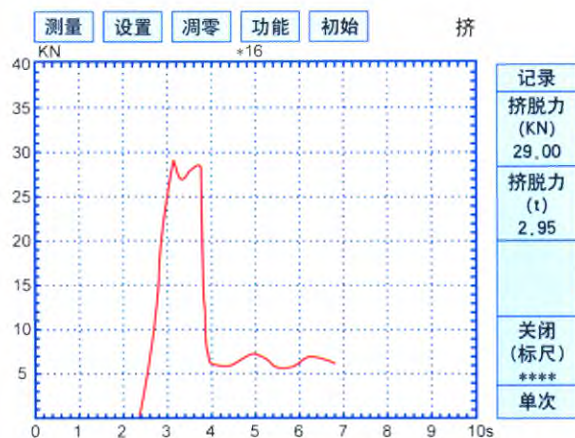


图6 ZYJ7处于反定位状态下挤脱力实测曲线

## 3 结束语

液压转辙机挤脱力测试仪由挤脱力测试仪和数据分析软件组成。挤脱力记录仪以NXP的LPC2214芯片和uC/OS-II实时操作系统为硬件及软件核心,负责对液压转辙机的挤脱力进行实时力测试记录仪进行数据交换,实现存储数据的备采集和存储,同时以数字和曲线的形式动态显示。数据分析软件通过RS232或USB串行接口与挤脱份,并对测量曲线进行综合分析和打印。实测结果证明了该测试仪的实用性和可靠性,完全满足铁路电务部门和转辙机设备制造厂商对转辙机挤脱力进行测试的要求。

### 参考文献:

- [1] 林瑜筠.铁路信号基础[M].北京:中国铁道出版社,2006:161-162.
- [2] 陈晓云.可挤型ZD(J)9转辙机滚柱挤脱的原理及应用[J].铁路通信信号工程技术,2009,6(6):64-65.
- [3] 黄天新.转辙机及分动外锁闭装置挤岔研究[J].铁路通信信号工程技术,2008,5(5):53-54.
- [4] 周立功.ARM嵌入式系统基础教程[M].北京:北京航空航天大学出版社,2008.
- [5] Jean J. Labrosse.嵌入式实时操作系统 $\mu$ C/OS-II[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [6] NXP Semiconductors.LPC2212/LPC2214[DB/OL].2008.[http://www.nxp.com/documents/data\\_sheet/LPC2212\\_2214.pdf](http://www.nxp.com/documents/data_sheet/LPC2212_2214.pdf)

责任编辑 徐侃春