

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2016.12.005

基于虚拟仪器的机械压力机制动性能检测系统研究*

陈 锋^{1,2}, 李尚会², 沈 卓², 邴智刚^{1,2}, 李庆丰², 李威霖^{2*}

(1. 浙江省质量检测科学研究院, 浙江 杭州 310018; 2. 浙江方圆检测集团股份有限公司, 浙江 杭州 310018)

摘要:针对机械压力机制动性能对其安全性能的影响,依据标准对机械压力机制动性能检测技术进行了研究,提出了一种基于虚拟仪器的机械压力机制动性能检测系统。该系统采用增量式光电编码器感应压力机曲柄轴转动状态,采用霍尔传感器感应紧急制动开关状态,以基于虚拟仪器技术的 LabVIEW 软件作为编程工具,设计了一套机械压力机制动性能检测软件,实现了压力机制动响应时间及曲柄制动角的检测,并在实际压力机检测中进行了理论和实例验证。研究结果表明,系统实现了压力机制动响应时间及曲柄制动角的准确检测,该方案能有效地降低编程工作量,提高系统的可靠性和稳定性,为评价压力机的制动性能、安全保护性能提供了可靠的保证。

关键词:虚拟仪器;机械压力机;制动性能;制动时间

中图分类号:TH165+.2;TG315.5

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2016)12-1448-05

Detection system for press machine brake performance based on virtual instrument

CHEN Feng^{1,2}, LI Shang-hui², SHEN Zhuo², BING Zhi-gang^{1,2}, LI Qing-feng², LI Wei-lin²

(1. Zhejiang Test Academy of Quality and Technical Supervision, Hangzhou 310018, China;

2. Zhejiang Fangyuan test Group Co., Ltd., Hangzhou 310018, China)

Abstract: Aiming at the press machine brake performance affect the performance of its security, press machine brake performance detection technology was studied according standard, and a kind of press machine brake performance detection system based on virtual instrument was put for ward. Incremental photoelectric encoder and the hall sensor were used as a sensing element. Detection software was designed by LabVIEW which is a virtual instrument programming tool, and the theoretical analysis and instance validation in the actual mechanical press were carried on. The results indicate that, braking time and braking angle of press machine can be detected accurately, the program workload can be reduced by using this kind of design method, reliability and stability of system can be improved, and provide important guarantee to press machine brake performance and safety performance evaluation.

Key words: virtual instrument; mechanical press; brake performance; braking time

0 引 言

锻压是工业生产中应用最广泛的成形工艺之一,故锻压设备在工业生产中广泛采用。其中,机械压力

机是目前使用数量最多的锻压设备,约占全部锻压设备的80%左右^[1]。机械压力机在操作过程中会存在冲压、挤压、剪切等危险因素,使得因机械压力机造成的工伤事故时有发生^[2-3]。因此,如何保障机械压力机的使用安全成为压力机设计的关键。

收稿日期:2016-05-25

基金项目:浙江省质监系统科研计划资助项目(20140207)

作者简介:陈 锋(1982-),男,浙江嵊州人,工程师,主要从事机械产品检测和计算机控制方面的研究. E-mail:chen929@126.com

通信联系人:李威霖,男,博士. E-mail: weilin000@126.com

针对该情况,国家发布了相关标准,包括:GB17120-1997《锻压机械 安全技术条件》、JB3350-1993《机械压力机 安全技术要求》、AQ 7001-2007《机械压力机安全使用要求》、GB 27607-2011《机械压力机 安全技术要求》等^[4-5]。这些标准从压力机设计、工作危险区域防护、控制系统、维保和其他危险等方面,提出机械压力机的基本安全要求,其中对机械压力机的温升、制动响应时间、曲柄制动角作出了明确的规定。这些标准为机械压力机的检验检测提供了重要依据,对规范机械压力机设计具有重要意义,同时如何设计相应的检测装置也是关键。

根据调研,虽然对压力机的检测已经施行多年,但并没有对其制动响应时间和曲柄制动角的专用检测仪器,普遍采用常用仪器组成的间接检测方式。这种检测方式实施起来程序繁多,且精度难以保障,重复性差,通用型差,对于企业自检及质检机构进行监督检查都造成困扰。为此,笔者研究了基于虚拟仪器的机械压力机安全性能检测系统,对系统制动响应时间和曲柄制动角进行检测。

压力机安全性能检测系统是以图形化编程工具 LabVIEW 为开发平台,在普通计算机或笔记本为基础,通过 USB 采集卡与外部传感器组成检查仪器,计算机软件界面就是仪器的操作显示界面,能够实现物理信号转换、传感器信号处理与采集、制动响应时间和曲柄制动角的检测显示、以及其他扩展功能等。研究人员可在现场检测实验中直接得到检测结果,用于机械压力机安全性能评价。

本研究针对机械压力机制动性能对其安全性能的影响,提出一种基于虚拟仪器的机械压力机制动性能检测系统。

1 系统方法及原理

1.1 标准规定

1.1.1 JB3350-1993 规定

紧急制动装置装在带刚性离合器的压力机上做紧急制动试验,应同时达到以下要求:

- (1)紧急制动装置的制动响应时间一般应不大于 0.2 s;
- (2)紧急制动装置的平均无故障工作次数一般不少于 2×10^5 次。

曲柄制动角应符合的要求如表 1 所示。

表 1 曲柄制动角要求

每分钟行程次数/(次·min ⁻¹)	曲柄制动角/°
≤40	≤35
>40 ~ 160	≤35 + (n - 40)/2

1.1.2 标准 AQ 7001-2007 规定

对于刚性离合压力机。压力机必须配置紧急制动装置。该装置在供电中断时,应具有快速制动功能,其制动时间应不大于 0.2 s。

1.1.3 标准 GB 27607-2011 规定

对于整转式离合器(刚性离合器)压力机。整转式离合器的压力机应具有急停功能,并应同时符合以下规定:

- (1)急停响应时间应不大于 0.20 s;
- (2)平均无故障工作次数不少于 2×10^5 次;
- (3)应在供电中断时实现快速制动;
- (4)应是本质安全的,并应采用冗余技术。

1.2 检测原理

制动响应时间,是以按压(紧急)停止按钮的时间开始计数,直至制动器制动,工作部件停止运行的整个过程的时间段。

曲柄制动角,是指在按压(紧急)停止按钮开始(取曲柄转角 90°时为准)至滑块停止运行的时间段内,曲柄相应转过的角度。

该系统主要完成对压力机制动响应时间和曲柄制动角的检测,将增量式光电编码器与压力机曲柄同轴连接,霍尔传感器与制动开关相连。本研究采用增量式光电编码器感应压力机曲柄轴转动状态,压力机运转时曲柄旋转,同时带动编码器旋转,编码器信号端发出脉冲信号,通过采集卡进入计算机,计算机实现制动响应时间及曲柄制动角的计算。

系统的关键是如何判断计时及计数的起始与终止。起始通过霍尔传感器检测制动开关是否按下,按下后即开始。如果编码器计数数值在压力机正常运动时其脉冲时间间隔的 1/100 内无变化即可认为压力机曲轴运动已经停止^[6-7]。制动开始到结束所经历的时间即为制动响应时间。根据该事件内编码器的冲数即可计算出压力机曲轴转过的角度即曲柄制动角。

曲柄制动角 ϕ 与编码器输出脉冲数 n 的关系可根据下式确定:

$$\phi = n \times 360^\circ / P \tag{1}$$

式中: P — 光电编码器每转的脉冲数。

编码器及传感器霍尔的数据通过 USB 采集卡通过 USB 接口进入普通电脑,电脑上运用基于虚拟仪器 LabVIEW 软件编写程序,只需运行相应的程序,就可以得到检测的结果,进而分析压力机的制动性能。

2 硬件系统设计

硬件系统主要包括传感模块、信号调理模块、数据采集模块和计算机,结构图如图 1 所示。

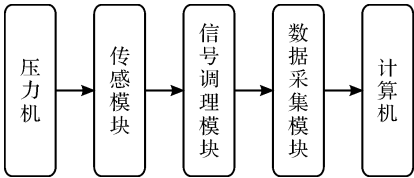


图 1 硬件系统结构图

传感模块将曲柄轴旋转及制动开关物理量转换为模拟电信号,所采用的传感器包括增量式光电编码器与霍尔传感器。传感器信号经过信号调理模块对所采集到的信号进行放大滤波等处理,经数据采集模块的计数通道及模拟输入通道,传送到计算机上,利用虚拟仪器技术编写信号分析处理软件,得出检测结果。

数据采集模块是将模拟电信号转换为易于计算机处理的数字信号。该系统采用 NI USB-6008 数据采集卡,由美国国家仪器公司生产,可用于各类电信号的采集、控制并处理后电信号输出,具有 8 路 12 位模拟输入,2 路模拟输出,12 路数字 I/O,32 位计数器,可满足系统要求^[8]。

对于计算机无特殊要求,本研究采用一台主流笔记本电脑,通过 USB 接口与数据采集卡进行通讯,获取实时采集信号,并在该平台内完成信号分析处理。计算机上安装 LabVIEW 软件,建立检测系统,实现各种显示和处理功能,完成检测任务。

3 软件系统设计

虚拟仪器就是利用高性能的模块化硬件,结合高效灵活的软件来完成各种测试、测量和自动化的应用^[9-11]。本研究采用美国国家仪器公司的 LabVIEW 软件,LabVIEW 是一种图形化编程环境,将其用于该系统中,可缩短系统开发时间,提高系统灵活性,使得系统易于更新与扩展。

该系统的软件设计结构如图 2 所示。

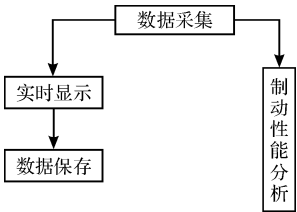


图 2 软件系统结构图

系统主要模块包括:数据采集、实时显示、信号分析、制动性能分析。各功能模块主要功能如下:

(1)数据采集模块。主要包括采集参数设置和传感信号的采集。采集参数设置包括采集通道、采样频率、采样点数、采集电压的最大/最小值和缓存方式等的设置,传感信号的采集是利用 LabVIEW DQAmx 模块的相关函数完成数据采集任务,该系统一共采集了 4 个通道的信息。

(2)实时显示模块。主要包括原始信号及中间分析结果的显示,采集的霍尔传感器及编码器计数信号显示等模块。

(3)数据存储模块。主要完成对采集信号及相关分析结果的存储,便于记录及相关时候分析,本系统采用了文本文件储存格式。

(4)制动性能分析。主要完成制动开始及终止点检测,制动响应时间及曲柄制动角检测。

检测程序流程图如图 3 所示。

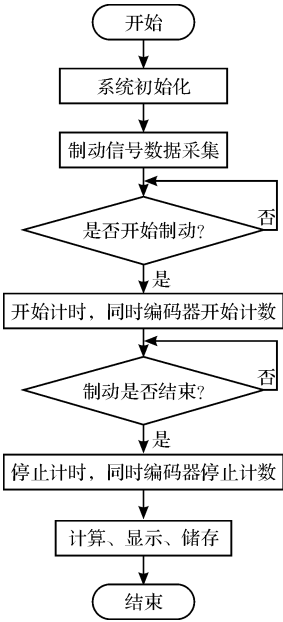


图 3 检测程序流程图

主程序主要包括:系统初始化、判断压力机是否开始制动、启动计时与计数、数据采集分析、计算、显示和存储等。

程序执行流程如下:

当用户选择“开始测试”后,数据采集单元实时采集霍尔传感器信号变化,通过该信号检测制动开关状态;当制动开关按下时,计时器开始计时,采集增量式光电编码器的脉冲信号,并转换为压力机曲柄制动角的变化。当模块程序检测到编码器计数数值在压力机正常运动时其脉冲时间间隔的 1/100 内无变化即可认为压力机曲轴运动已经停止,即压力机制动状态结束,结束计及编码器计数,计算得出制动响应时间及曲柄制动角,最后显示并存储检测结果,从而完成一次压力机制动性能检测任务。

基于 NI 的数据采集卡 USB-6008,本研究利用 LabVIEW 2015 设计的程序框图如图 4 所示。程序框图中,制动开关信号及曲轴转动信号分别通过霍尔传感器及光电编码器、信号调理后得到的 2 路信号连接到 USB-8009 的模拟端口及计数端口上,实际对应的采集通道可由的“DAQ 助手”控件配置。电压采样模

式设为连续采样,采样速率设置为 1 000 kS/s。

制动响应时间 T 及曲柄制动角 ϕ 的计算过程如下:

- (1) 系统采集霍尔传感器电压,检测到电压下降沿时,程序判断系统开始制动,开始制动响应时间 T 及曲柄制动角 ϕ 计算。
- (2) 采集卡的实时采集编码器脉冲信号,输出脉冲数 n ,曲柄制动角 ϕ 按如下公式计算:

$$\phi = \frac{n}{2\,000} \times 360$$

(2)

- (3) 采用 LabVIEW 的“已用时间”控件计算制动响应时间 T ,制动开始即开始计时直到制动结束,计算公式如下:

$$T = T_{\text{结束}} - T_{\text{开始}}$$

式中: $T_{\text{结束}}$ —制动结束是“已用时间”控件的时间值;
 $T_{\text{开始}}$ —制动开始是“已用时间”控件的时间值,此处为 0。

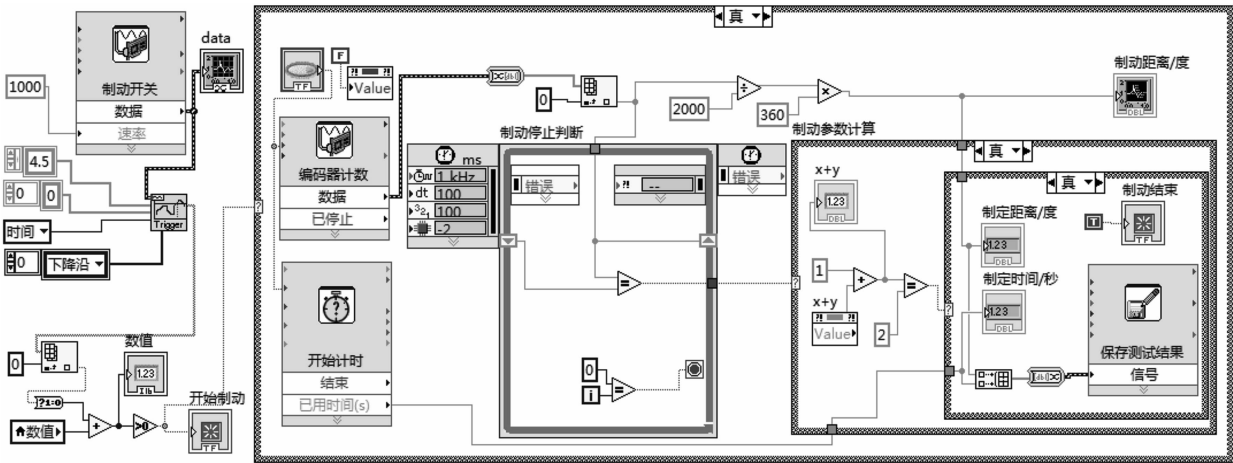


图 4 检测程序的程序框图

5 实验及结果分析

为了验证压力机制动性能检测系统的实用性,笔者以某厂的小型机械压力机的测试为例进行分析。压力机电机额定转速:930 r/mm,额定功率:0.75 kW,行程次数:170 次/min。

首先安装好相应的传感器,运行检测软件,配置霍尔传感器采集通道,设置其采样频率为 1 000 Hz,采样点数为 1 000,配置编码器计数数据采集通道,点击“开始测试”即进入制动性能检测。

检测结果如图 5 所示。

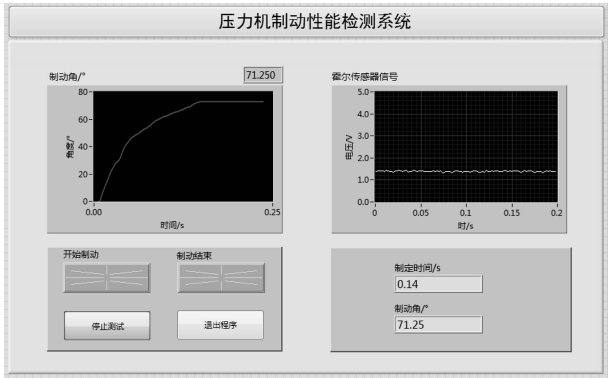


图 5 检测程序前面板

制动响应时间为 0.14 s (≤ 0.2 s),曲柄制动角为:71.25° ($\leq 35 + (170 - 40)/2$),可见该压力机满足

标准要求。

为了测试系统的稳定性,本研究对该型号压力机进行多次试验测试,测试条件相同,检测结果如表 2 所示。

表 2 部分检测结果

试验次数	制动响应时间/s	曲柄制动角/°
1	0.14	71.3
2	0.15	71.4
3	0.16	71.9
4	0.14	71.2

实验表明,该方法能有效地降低编程工作量,检测精度高,稳定性好。

5 结束语

本研究根据 GB17120-1997《锻压机械 安全技术条件》、JB3350-1993《机械压力机 安全技术要求》、AQ 7001-2007《机械压力机安全使用要求》及 GB 27607-2011《机械压力机 安全技术要求》有关机械压力机制动性能的要求,研制了压力机制动性能检测系统。该系统采用增量式光电编码器感应压力机曲柄轴转动状态,采用霍尔传感器感应紧急制动开关状态,以基于虚拟仪器技术的 LabVIEW 软件作为编程工具,设计了一套机械压力机制动性能检测软件,实现压力机制动响应时间及曲柄制动角的检测,具有稳定性好、测试精度高、使用方便的特点。该设备的开发成功为评价机器的制动性能、安全保护性能提供了可靠的保证。

该系统装置通过 USB 数据采集器采集制动信号,检测过程易于使用、设备结构简单、成本低。已经在国内多家压力机骨干生产企业和部分质检机构

得到应用,为准确地评价压力机制动性能提供了有效手段。

同时,由于虚拟仪器及模块化硬件的优点,该系统不仅适用于机械压力机、液压机,也适用于具有同样结构原理的其他机器。

参考文献(References):

[1] 朱浩连. 压力机制动时间测试装置[J]. 锻压装备与制造技术,2004,39(6):24-26.

[2] 赵升吨,张学来,高长宇,等. 高速压力机的现状及其发展趋势[J]. 锻压装备与制造技术,2005,40(1):17-25.

[3] 罗伟平. 机械压力机检验检测的研究[J]. 机电工程技术,2016,45(4):89-91.

[4] 马立强. 机械压力机安全技术现状与发展要求[C]//杭州:机械安全标准与装备制造业安全生产研讨会,2005.

[5] 蔡瑞春. 机械压力机产品安全质量检验方法浅析[J]. 锻压装备与制造技术,2004,39(6):15-18.

[6] 李广平. 压力机安全性能测试原理及测试装置[J]. 工程与试验,2010,50(1):52-53.

[7] 陈淑玲,程 斌,张 蓓. 基于 Matlab 的压力容器螺栓组联接优化设计[J]. 机械,2014,41(12):36-38.

[8] BOGDAN M. Measurement experiment, using NI USB-6008 data acquisition[J]. **Journal of Electrical and Electronics Engineering**,2009(1):117.

[9] 王 昉,潘双夏. 汽车制动性能检测方法及其虚拟仪器的研究[J]. 机电工程,2006,23(6):14-16.

[10] 徐春明. 基于 LabVIEW 的电厂在线监测系统[J]. 机电工程,2014,31(5):655-657.

[11] 李 青,李 健,徐 浩. 基于 LabVIEW 的厂级负荷优化分配系统仿真实验平台[J]. 兵工自动化,2015,34(7):52-55.

[编辑:李 辉]

本文引用格式: