

DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2012.S0.031

基于虚拟仪器技术的联合收获机出厂质量终检系统*

王 玲 王书茂 孙 超 张俊超

(中国农业大学工学院, 北京 100083)

【摘要】 提出了基于虚拟仪器技术的联合收获机出厂质量自动检测系统;参照联合收获机质量检测和评价标准,通过对大中型联合收获机故障类型和故障率的综合分析,提出并确定了联合收获机出厂质量终检参数,并针对不同参数类型研究了快速检测方案;最后,以联合收获机制动性能为例,将反力滚筒式制动试验台引入检测线中,结合 LabWindows/CVI 软件开发平台和多通道自主结合式数据采集器,对联合收获机出厂质量终检系统进行了准确性、可靠性及安全性验证。

关键词: 联合收获机 出厂质量 虚拟仪器技术 终检系统

中图分类号: S225.31; TP206+.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2012)S0-0158-04

End-of-line Quality Inspection System for Combine Harvester Based on Virtual Instrument

Wang Ling Wang Shumao Sun Chao Zhang Junchao

(College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract

An automated inspection system based on virtual instrument technology was proposed for machine quality improvement. To meet national quality standard of the combine harvester, a group of testing items were chosen and built in the developed system. To obtain better efficiency and accuracy, rapid measurement technique for different measurement parameters were evaluated. Taking brake performance test for example, a reaction type tester was constructed for brake force measurement. Customized software programmed based on LabWindows/CVI and multi-channel data acquisition device were also integrated into the inspection system for better system performance. The developed inspection system was improved for combine harvester quality inspection with high accuracy and efficiency.

Key words Combine harvester, End-of-line quality, Visual instrument, End-of-line system

引言

目前,国内联合收获机的检查方法仍主要依靠技术人员经验,检测结果的准确性、可靠性及检测效率相对较低,重复大批量的检测工作使得经济成本和时间成本较高。因此,参照联合收获机质量检测和评价标准,通过对大中型联合收获机故障类型和故障率的综合分析,本文设计一套完整的出厂质量

检测线,确定检测线中6个工位和12个检测项目,并针对检测项目类型研究各种快速检测方案;通过在检测线中引入制动试验台的思想,提出并设计反力滚筒式制动试验台;最后,以制动性能为例,结合 LabWindows/CVI 软件开发平台和多通道自主结合式数据采集器,对联合收获机出厂质量终检系统进行准确性、可靠性及安全性验证。

收稿日期: 2012-07-16 修回日期: 2012-08-06

* “十二五”国家科技支撑计划资助项目(2011BAD20B04)和北京市科技专项资助项目(Z111105055311089)

作者简介: 王玲,博士生,主要从事虚拟仪器与计算机测控技术研究,E-mail: wangling.0928@163.com

通讯作者: 王书茂,教授,博士生导师,主要从事虚拟仪器技术与机电一体化研究,E-mail: wangshumao@cau.edu.cn

1 终检系统总体方案设计

1.1 检测项目

国家和行业标准 GB 16151. 12—2008《农业机械运行安全技术条件 第 12 部分:谷物联合收获机》和 JB/T 5117—2006《全喂入联合收获机技术条件》规定了谷物联合收获机整机及发动机、传动系、转向系、制动系、机架及行走系、割台、脱粒部分、粮箱、集草箱、集糠箱、茎秆切碎器、驾驶室和外罩壳、液压系统、照明和信号装置等有关作业安全的技术要求。

在保证联合收获机正常使用及安全生产的前提下,根据国家和行业标准规定的技术要求,本文主要研究了联合收获机的出厂质量检测。结合联合收获机在实际应用过程中存在的问题和难点,共筛选出 12 个检测项目,如表 1 所示。

表 1 检测项目			
Tab. 1 Test items			
序号	检测项目	序号	检测项目
1	行车、驻车制动	7	割台、拨禾轮升降速度
2	操纵力	8	割台、拨禾轮静沉降
3	前束、外倾角	9	排放
4	灯光	10	噪声
5	振动	11	转速
6	筛面风量	12	转速表校验

1.2 工位设置

作为一条拥有多个检测工位的检测线,联合收获机在每个检测工位停留的时间应该相同,以避免某一工位出现堆积,成为整条检测线的瓶颈。考虑到每个检测项目的操作流程、设备尺寸,必须给每个工位流程足够的操作空间。综合考虑以上要求,为使整条检测线处于流畅、高效地运转,兼顾合理利用厂房空间,减少设备数量,适当地合并了一些检测项目到一个工位进行检测,最将工位设置如图 1 所示。

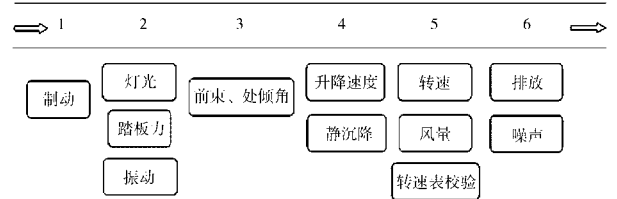


图 1 终检系统检测线示意图

Fig. 1 Schematic diagram of testing line

根据 6 个工位的设置情况,将整个检测过程连贯起来,形成一条流畅的检测线,如图 2 所示。

1.3 总体方案设计

针对联合收获机质量出厂终检系统确定的 12 个检测参数,设计并选择相应的传感器类型。传感器

信号输入后,由信号调理模块对各路信号进行调理,分配到各数据采集卡,继而传递给计算机的数据采集软件;计算机软件接收数字量和模拟量的控制命令,对外进行实时控制,测控系统关系图如图 3 所示。

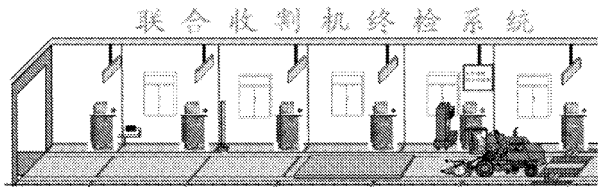


图 2 终检系统检测线动画

Fig. 2 Animation of testing line

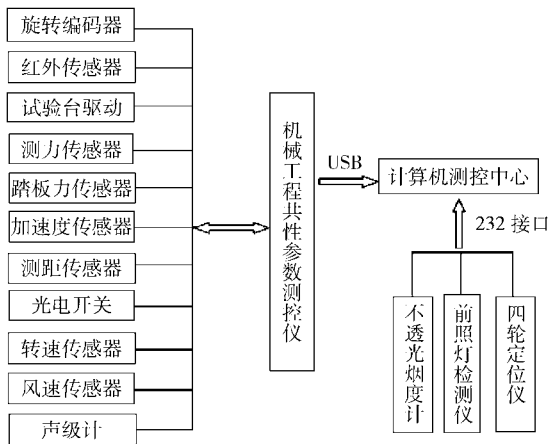


图 3 总体方案设计

Fig. 3 Design of overall program

2 制动试验台设计

制动系统是自走式谷物联合收获机的重要组成部分,其工作状况直接影响着收获机的使用性能和行车安全。联合收获机制动检测包括行车制动和驻车制动,传统的驻车制动检测方法主要是坡道停驻法和牵引法,行车制动的检测主要是路试法。这些方法都可以直观地检测出制动性能,达到制动性能检测的目的。但是,由于在现代化生产的情况下,这种低效率的检测方式并不能完全满足联合收获机生产单位的要求。尤其是现代农业对联合收获机的需求量比较大,如果仍然用这种方式检测,将会导致检测成本较高、检测时间长等问题。为此,将反力滚筒式制动试验台引入到联合收获机检测线中,间接测量联合收获机的制动参数,从而得出相应的联合收获机的制动性能。

2.1 反力滚筒式试验台受力分析

制动过程中,滚筒和车轮受力如图 4 所示。

根据力学原理,联合收获机受力平衡计算式为

$$(N_1 - N_2) \sin \alpha + (F_1 + F_2) \cos \alpha - F_N = 0 \quad (1)$$

$$(N_1 + N_2) \cos \alpha - (F_1 - F_2) \sin \alpha - G_N = 0 \quad (2)$$

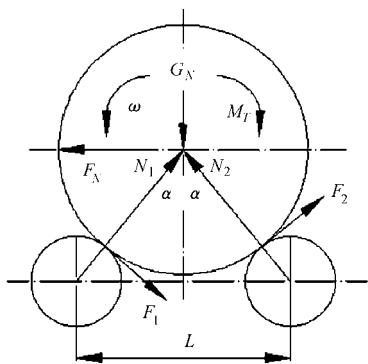


图 4 制动过程中受力分析示意图

Fig. 4 Stress analysis of schematic in braking process

$$M_T - (F_1 + F_2)R = 0 \tag{3}$$

其中 $\sin\alpha = \frac{L}{2(r + R)}$ (4)

式中 $N_1、N_2$ ——滚筒作用于车轮的法向力
 $F_1、F_2$ ——滚筒作用于车轮的切向力
 F_N ——非测试轴其车轮对被测轴车轮作用的水平力

G_N ——车重对滚筒的作用力

M_T ——车轮所受制动力矩

L ——滚筒中心距 α ——安置角

R ——车轮半径 r ——滚筒半径

联立以上算式得

$$N_1 = \frac{G_N(\sin\alpha - \phi\cos\alpha) + F_N(\cos\alpha + \phi\sin\alpha)}{(1 + \phi^2)\sin(2\alpha)} \tag{5}$$

$$N_2 = \frac{G_N(\sin\alpha + \phi\cos\alpha) - F_N(\cos\alpha - \phi\sin\alpha)}{(1 + \phi^2)\sin(2\alpha)} \tag{6}$$

式中 ϕ ——附着系数

所以车轮所受最大制动力为

$$F_{\max} = \phi(N_1 + N_2) = \frac{\phi(G_N + \phi F_N)}{(1 + \phi^2)\cos\alpha} \tag{7}$$

通过拉力传感器对 $F_{\max}$ 的检测,从而分析制动试验台的性能。

2.2 反力滚筒式试验台工作原理

反力滚筒式制动试验台属于静态制动试验台,是模拟路试状态下的间接检测,其检测结果和路试状态具有较高的一致性和相关性。

采用反力滚筒式试验台进行制动力检测过程中,首先将联合收获机驶入待检工位,将待检轮停放在 2 个滚筒之间(检测台架结构如图 5 所示)。此时触发试验台启动信号,2 个滚筒在电动机驱动下,以相同速度转动,并带动联合收获机车轮转动。当转速达到预定速度后(2.5 km/h),驱动电动机断开电源,驾驶员按规定实施制动。车轮在制动器的作用下,将逐渐停止转动。在该过程中,车轮将与滚筒相互作用,而制动器施加的制动力,可通过安装在力

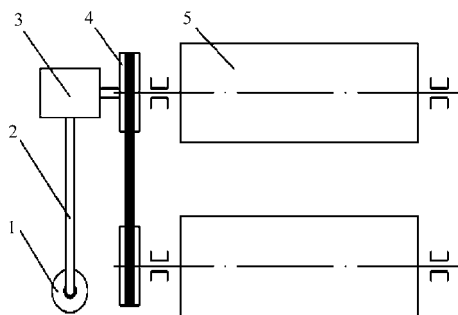


图 5 反力滚筒式试验台结构示意图

Fig. 5 Structure illustration of reaction roller test-rig

1. 力传感器 2. 力臂 3. 驱动电动机 4. 链传动 5. 滚筒

臂上的拉力传感器测得,并最终实现制动力的检测。

3 配置型软件开发环境

联合收获机质量出厂检测确定的 12 个检测参数,参数类型及数目都不相同,针对测控对象搭建不同的测控系统,所以,本文基于虚拟仪器技术开发了一套测控软件孵化平台,无需代码编程,仅针对具体的测试任务,通过配置软件系统信息和测试参数信息,即可生成检测界面,经过测试人员的个性化编辑,孵化出专业测控软件,孵化过程如图 6 所示。

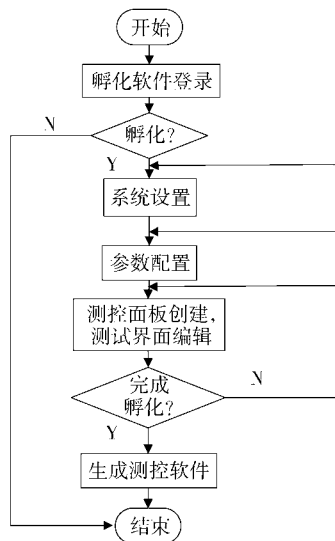


图 6 孵化流程图

Fig. 6 Flow chart of codeless software development

孵化平台通过数据库实现对测控软件的管理,同时可实现机械工程测试参数的数据采集、存储、回放及报表打印等功能。

4 试验验证

根据国家标准 GB/T 14248—2008《收获机械制动性能测定方法》,规定了行车制动和驻车制动的测试方法及主要性能参数。

4.1 行车制动试验

试验开始时,收获机沿着试验车道中线行驶到

高于规定的初速度后,将变速器置于空挡,当滑行到规定的初速度后,立即在制动操纵装置上施加一定作用力(脚制动操纵装置上操纵力应不大于 600 N,手制动操纵装置上的操纵力应不大于 400 N),直至收获机完全停止,记录制动距离和制动减速度(图 7)。



图 7 制动性能试验界面

Fig.7 Experiment of braking performance

4.2 驻车制动试验

将收获机驶上规定的坡道上,用行车制动器将收获机停住,将变速器置于空挡,发动机熄火后测量施加在制动操纵装置上的作用力,以不超过最大许

用控制力进行驻车,然后解除行车制动,保持 5 min。

由于国家标准只对于路试的收获机方法有规定,在本试验中,采用台试等效的方法对收获机进行制动试验。踏板制动等效为收获机的行车制动,手刹制动等效为收获机的驻车制动。

由以上试验数据可知,行车和驻车的最大制动力都小于收获机总重的 60%,制动操纵力也在国标规定的范围内,符合收获机出厂的要求,可以出厂。

5 结论

(1) 提出了联合收获机出厂质量终检系统方案,确定了联合收获机终检系统的检查项目,并针对所有 12 个检测项目完成了检测方案和检测步骤的设计以及传感器和部分设备的选型。

(2) 确定了工位设置方案,形成了较为流畅的检测线,实现联合收获机检测系统的高效运行。

(3) 设计了适用于联合收获机的反力滚筒式制动试验台,完成了试验台结构设计及力学分析,针对制动试验台的作业方式和采集参数类型,确定传感器和继电器等的型号,并基于 LabWindows/CVI 软件平台完成了制动性能的自动控制试验验证。

参 考 文 献

1 王祺,栗震霄,田斌. 国内外农业机械化新技术的现状与发展[J]. 农机化研究, 2006(5):7~9.
Wang Qi, Li Zhenxiao, Tian Bin. The development and trend of agricultural mechanization in foreign and native country[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2006(5):7~9. (in Chinese)

2 杨敏丽,白人朴,刘敏,等. 建设现代农业与农业机械化发展研究[J]. 农业机械学报, 2005, 36(7):68~72.
Yang Minli, Bai Renpu, Liu Min, et al. Development of agricultural mechanization and construction of modern agriculture [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2005, 36(7):68~72. (in Chinese)

3 吴庆波. 联合收获机行业发展动态及安全质量状况分析[J]. 农机推广与安全, 2006(7):44~45.

4 董美对,何勇,裘正军,等. 移动式拖拉机性能检测线的研制[J]. 农业工程学报, 2000,16(2):83~85.
Dong Meidui, He Yong, Qiu Zhengjun, et al. Design and development of mobile performance inspection equipment for tractor [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2000,16(2):83~85. (in Chinese)

5 祝青园,王书茂,康峰,等. 虚拟仪器技术在农业装备测控中的应用[J]. 仪器仪表学报, 2008,29(6):1333~1338.
Zhu Qingyuan, Wang Shumao, Kang Feng, et al. Application of virtual instrument technology in agricultural equipment measurement and control system[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2008,29(6):1333~1338. (in Chinese)

6 刘烨,庄庆德. 虚拟仪器技术在农业方面的应用现状[J]. 国外电子测量技术, 2006,25(8):6~9.
Liu Ye, Zhuang Qingde. Application actuality of virtual instrument in agriculture [J]. Foreign Electronic Measurement Technology, 2006,25(8):6~9. (in Chinese)

7 司光宇,王秀峰,杜会林. 基于 ARM 的汽车安全检测系统研究[J]. 齐齐哈尔大学学报, 2009,25(5):13~16.
Si Guangyu, Wang Xiufeng, Du Huilin. Research of automobile security detecting system based on ARM [J]. Journal of Qiqihar University, 2009,25(5):13~16. (in Chinese)

8 Karthikeyan P, Sonawane D B, Subramanian S C. Model-based control of an electropneumatic brake system for commercial vehicles[J]. International Journal of Automotive Technology, 2010,11(4):507~515.

9 周德光,陶素连,李卫民. 滚筒制动试验台和平板制动试验台的受力模型建立及其分析[J]. 机械设计与制造, 2005(1):50~52.
Zhou Deguang, Tao Sulian, Li Weimin. The establishing and analysis of stress model about the roller brake tester and the flat brake tester[J]. Machinery Design & Manufacture, 2005(1):50~52. (in Chinese)

10 葛在. 反力式制动试验台的测试性能[J]. 中国公路学报, 1997,10(2):105~112.
Ge Zai. Working function of the reaction brake tester [J]. China Journal of Highway and Transport, 1997,10(2):105~112. (in Chinese)