

文章编号:1671-6833(2008)01-0140-05

工程机械多功能试验台的研究

王述彦,冯忠绪,杨士敏

(1. 长安大学 教育部道路施工技术装备重点实验室, 陕西 西安 710064)

摘 要: 工程机械多功能试验台主要用于工程机械的牵引及加载试验. 该试验台不仅可悬挂工程机械的多种工作装置, 以研究铲切、铣刨、压实、摊铺等作用机理和性能参数的选择, 为这些工作装置及其它装置提供动力源, 也可模拟多种工作装置的自动控制. 详细介绍了试验台的设计方案及用途与功能, 剖析了试验台的机械系统、液压系统、控制系统、测试系统和电力系统各个系统的结构组成、工作原理及性能参数, 以及所选择的附属工作装置.

关键词: 工程机械; 工作装置; 试验台; 系统

中图分类号: TN 911

文献标识码: A

0 引言

随着施工技术和工程机械的迅速发展, 我们需要进行大量工程机械的机械性能和施工技术方面的试验, 这就离不开相应的试验台. 但是, 我们通过调研发现目前国内所建立的试验台, 无论结构和尺寸, 还是功能和用途都具有很大的局限性, 无法满足试验要求. 为了解决这一现状, 长安大学工程机械学院自主设计了工程机械多功能试验台. 该试验台安装在长安大学工程机械动力性能实验室的(107 m × 7.8 m × 2.5 m)大土槽上, 用于多种工程机械工作装置的试验研究, 为进行施工技术和机器性能的试验提供了试验平台.

1 工程机械多功能试验台的功用

工程机械多功能试验台既可用作牵引台车, 又可作为其它牵引车的负荷台车; 还可悬挂多种工程机械的工作装置. 该试验台根据设计要求可完成多种试验. 例如通过改变配重, 可进行胶轮与水泥地面间的附着性能试验; 在施加偏载时, 可进行车辆直线行驶控制试验; 在牵引载荷作用下, 可完成行走机构恒速控制试验; 既能够进行冲击式、振动(振荡)式压路机及振动夯密度随车检测试验; 也能进行铣刨机、推土机、摊铺机和拌合机

性能试验; 同时还能进行液压系统起动冲击试验和液压传动系统动态性能试验; 以及各类工程车辆牵引性能试验^[1].

工程机械多功能试验台可用于研究工程机械的铲切、铣刨、压实、冲击、振动等工作装置的作用机理和性能参数的选择及优化^[2]; 该试验台对于牵引台车、负荷台车及各种工作装置的参数可进行检测并进行数据采集、实时处理、显示和打印输出; 对土槽中的土壤进行翻松、刮平、压实等整理作业.

2 工程机械多功能试验台的基本构成

工程机械多功能试验台由机械结构系统、液压系统、测控系统、电力传输系统及附加工作装置组成. 其基本组成见图1. 其中机械结构系统由牵引(负荷)台车行走机构及横移车两部分组成. 液压系统核心元件采用力士乐公司产品. 电控系统由MCGS组态界面的上位控制机、PROFI-BUS现场总线系统、西门子S7-300PLC和其他专用控制器组成的现场控制器、电机启动及控制系统组成. 测试系统包括压力、流量、速度、扭矩、位移、温度、拉、压力等过程参量的采集、分析、处理、显示、输出.

2.1 工程机械多功能试验台机械结构系统

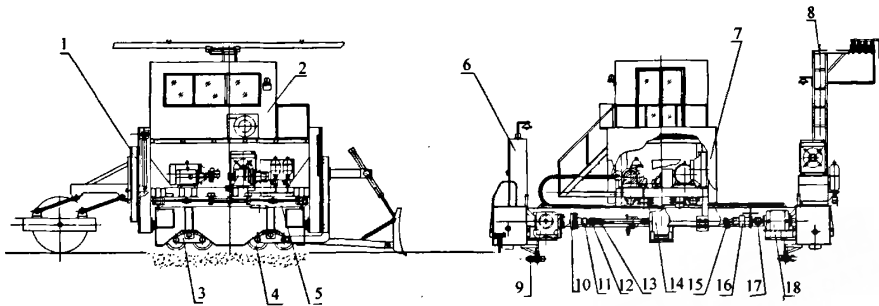
工程机械多功能试验台机械结构系统由牵引

收稿日期: 2007-10-16; 修订日期: 2007-12-11

基金项目: 教育部留学基金资助项目(0004-1005).

作者简介: 王述彦(1963-), 男, 辽宁大连人, 长安大学副教授, 博士研究生, 主要从事工程机械理论及设计的研究,

E-mail: wangshuyan63@163.com.



1. 多功能安装板;2. 控制室;3. 摆动桥;4. 实心胶轮;5. 台车车架;6. 配电柜;7. 横移车;8. 滑触线安装架;9. 台车导向装置;10,17 联轴器;11. 扭矩传感器;12. 弹性联轴器;13. 万向联轴器;14. 三档变速箱;15. 辅助驱动马达;16. 减速器;18. 传动轴

图1 工程机械多功能试验台结构图

Fig.1 Schematic structure diagram of multifunctional test platform for construction machinery

(负荷)台车、横移车及相关的工作装置组成。

2.1.1 牵引(负荷)台车

牵引(负荷)台车是试验台的驱动装置,又可作为加载装置。牵引(负荷)台车采用液压传动。液压系统为单泵-单马达系统,用132 kW的直流电机(转速2 980 r/min)驱动一个恒压变量柱塞液压泵(一次元件),液压泵与马达(马达选用二次元件)组成恒压闭式回路。同时台车上还设有由两台变量柱塞马达组成的辅助驱动装置,辅助驱动装置通过两台齿轮减速机减速后,再通过台车的轮边减速-传动机构将动力传递到车轮,驱动台车行进。辅助驱动装置的动力可由上述变量柱塞液压泵(一次元件)提供,也可由横移车上的工作装置液压回路中的电磁变量泵提供。辅助驱动装置工作时,主驱动装置传动轴上的电磁离合器将车轮和轮边减速-传动机构与主驱动装置脱开。

牵引(负荷)台车的动力经液压马达输出后,通过三档变速箱^[3]、万向传动轴、力矩传感器、电磁离合器、联轴器、伞齿轮减速机、伞齿轮传动箱及轮边减速齿轮组成的传动系统驱动左右两侧的车轮。

牵引台车车轮采用8个实心胶轮驱动(每侧4个胶轮),最前面的胶轮和最后面的胶轮相距3 m左右。为满足胶轮接地均匀,每侧的四个轮子组成两个摆动桥,左右共四个摆动桥,两组摆动桥纵向间距2 300 mm。牵引台车的导向采用原土槽内侧的导向轨道和台车架下方的8个水平导向轮导向,每2个导向轮组成一个导向摆动桥。

大车横梁用14 mm厚钢板焊成500 mm×500 mm的矩型方梁,台车轮组箱也用同厚钢板焊成方箱,再与矩形方梁焊接成框架。框架内用钢板

和型钢做成加强筋及加强梁予以加强。牵引台车控制台置于横移小车上,以控制牵引台车的行走。该系统有过载保护装置,当单侧牵引负荷大于90 kN时能自动停车(在主驱动装置驱动时)。

牵引台车可作负荷台车用,采用二次调节系统加载,功率回收电网。采用负荷加载控制系统,负荷可分级加载,也可按一定规律变化,最大加载负荷180 kN。

2.1.2 横移车及工作装置

横移车用于安装各种工作装置及其动力驱动装置、信号计量检测及记录装置、控制设备。横移车横向宽(指垂直土槽方向)2.5 m,应在牵引台车上横向移动,并能在任意位置固定,小车采用四套由液压油缸驱动的夹钳紧固,必要时还可用锁紧销轴固定;在水平方向和垂直方向应有限位装置,且能承受水平和垂直载荷最大为180 kN;水平方向设有四组固定在垂直梁上的导向轮,用以提供小车导向和限位,并能将工作装置所加的载荷直接传递到牵引台车的横梁上。另外,还能承受工作装置产生的侧向力(横向力)60 kN。

横移车的移动用电机带动,功率为2.2 kW,移动速度0.5 m/min;牵引电机通过一台两级摆线针轮减速机和链条链条驱动小车,小车为单轴双轮驱动。横移车两侧安装可上下移动的多功能升降板,升降行程为1 m,最低点和胶轮接地面平齐。多功能升降板通过梯形滑块安装于垂直布置的矩形方梁上,并可拆卸,用于安装多种工程机械的工作装置,并提供水平牵引力和垂直载荷及提升力,提升高度应满足离地间隙的要求;工作装置安装架采用200 mm×200 mm的方管焊成矩形框架结构,其上设有安装各种工作装置的底座和接口。安装板通过滑动导轨与横移车相连,滑动导轨

固定在小车垂直梁上,安装板用四个滑块与导轨连接。

横移车上安装液压泵站,用以驱动各种工作装置、提升工作装置、自动找平系统以及其他需要动力的装置,并留有进、回油液压源接口以备用(用液压阀控制)。液压泵站由两台电机(35 kW和70 kW)带动2个液压泵组成,并配有控制系统,同时散热系统要能满足要求。

根据近期试验要求,安装于横移车上的工作装置主要选用以下4种。

(1)压路机振动轮。压路机振动轮选用一拖洛阳建筑机械有限公司生产的LSS216B型振动压路机的碾压滚筒及激振装置。其主要技术参数为:主发动机功率132 kW;振动轮重量16 t;振动轮直径1 600 mm;振动轮宽度2 130 mm;振动频率28/35 Hz;激振力320/240 kN;振幅2.0/1.0 mm^[4-5]。

(2)推土机铲刀。推土机铲刀选用山推工程机械集团公司生产的SD08型推土机的直倾铲刀。推土机及铲刀的技术参数为:总功率80 kW;

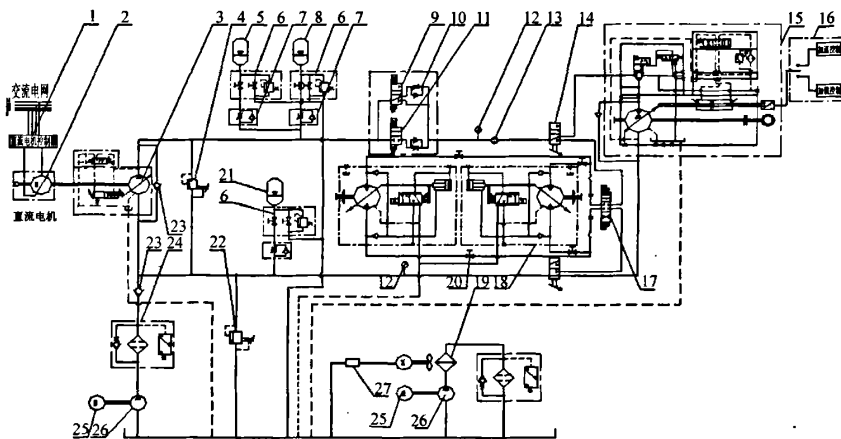
铲刀(直倾铲):宽2 553 mm,高890 mm;铲土深度370 mm;铲刀提升高度865 mm;铲土容量2.02 m³。

(3)铣刨机铣刨轮。铣刨机铣刨轮选用凯南迈特公司生产的C10HD型铣刨机专用铣刨鼓及刀座、刀头等,再外加安装架、护罩、液压马达等部件。铣刨轮的主要技术参数为:最大铣刨宽度1 020 mm;最大允许铣刨深度240 mm;铣刨轮外缘直径860 mm;

(4)摊铺机螺旋分料器。摊铺机螺旋分料器选用陕西建设集团生产的ABG423型摊铺机上配套的分料器总成,包括芯轴、叶片、护瓦、吊架。单根长2.7 m,共两根。螺旋分料器主要技术参数为:摊铺机功率77 kW;生产率158 t/h;螺旋外径420 mm;螺旋螺距420 mm。

2.2 液压系统

工程机械多功能试验台行走(加载)液压驱动系统是试验台台车的牵引驱动装置,又可作为加载装置。系统原理如图2所示^[6]。



1. 直流电机调速器;2. 直流电机;3. 一次元件;4. 溢流阀;5. 蓄能器;6. 蓄能器安全组阀;7. 单向截止截止阀;
8. 蓄能器;9. 两位三通阀;10. 单向调速阀;11. 两位两通阀;12. 压力传感器;13. 流量传感器;14. 两位三通阀;
15. 二次元件;16. 二次元件控制器;17. 三位四通阀;18. 辅助驱动装置;19. 冷却器;20. 高压球阀;21. 蓄能器;
22. 溢流阀;23. 单向阀;24. 精过滤器;25. 电机;26. 补油泵;27. 温度传感器

图2 牵引(加载)液压驱动系统液压原理图

Fig.2 Schematic hydraulic principle diagram of towing and loading hydraulic system

行走(加载)液压驱动系统分主驱动系统和辅助驱动系统。主驱动系统由直流电机(132 kW)驱动的恒压变量泵(即一次元件)、变量马达(即二次元件)、蓄能器组^[7]、液压阀以及管路等组成,用来驱动台车行走。当台车做负荷车用时,可以进行加载。

主驱动系统采用二次调节方案,其基本原理是:利用恒压变量泵控制辅助蓄能器组,形成恒压网路。恒压网路与二次元件组成二次调节恒压回路,在回路的高压端和低压端装有蓄能器组,以保持恒压。系统采用了两个并联的两位三通阀进行流量调节,能提供3个档位的流量。二次元件通过

二次元件控制器进行转速控制.该系统用齿轮泵对恒压变量泵供油,同时对回路低压端补油.当台车作负荷台车时,二次元件作液压泵用,功率回收电网.系统通过二次元件控制器进行恒速和加载控制.

台车上还设有由两台变量柱塞马达组成的辅助驱动装置,辅助驱动装置的动力可由上述恒压变量泵提供,也可由工作装置液压驱动回路中的电磁变量泵提供.辅助驱动装置工作时,二次元件输出轴上的电磁离合器将机械传动机构与二次元件脱开,辅助驱动装置通过两台齿轮减速机减速后,通过台车的轮边减速-传动机构将动力传递到车轮,驱动台车行进.

恒压变量泵+二次元件是本试验装置中的核

心关键环节,也是本设备研制中的难点.其中四象限工作的二次元件在本设备中将要发挥到极致.这在国内外同类器件的使用上都是新的突破.

系统散热采用油箱+风冷散热器散热形式,交流电机驱动齿轮泵使油箱中的油液通过风冷散热器进行循环,电机驱动风扇对散热器进行冷却.液压回路中设有油温传感器,可对油温进行动态监测,并控制冷却组件的启停.

2.3 控制系统

试验台控制系统由工控机、可编程控制器(PLC)、直流电机调速器、二次元件控制器、MC6控制器、手动操作台、1#控制柜、2#控制柜、直流电机控制柜、开关柜等组成,如图3所示.

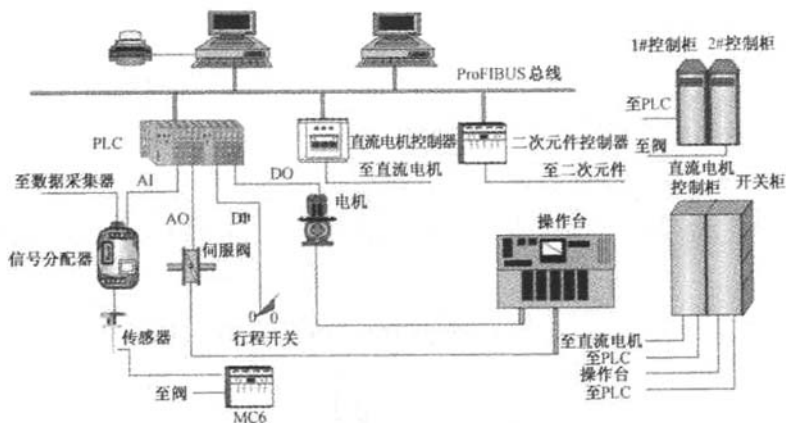


图3 工程机械多功能试验台控制系统组成示意图

Fig.3 Schematic diagram of controlling system of Multifunctional test platform for construction machinery

控制系统采用 PROFIBUS 现场总线构成网络.现场控制器对被控对象的工作过程进行实时控制,以实现动作的及时和有效.上位机对各个设备的工作过程进行集中监控,并可对各个环节实行超越控制.控制系统还包括手动操作台、控制柜和开关柜.其中手动操作台和控制柜设在横移小车上的控制室内,开关柜设置在台车的台车箱上.

试验台控制系统采用 DCS(集散控制系统)方式.DCS 核心思想是集中管理、分散控制,即管理与控制相分离.DCS 采用上下位机两级结构,工控机(即上位机)用于集中监视管理各设备的工作过程,多台现场控制器(即下位机)分散下放到控制现场,对控制对象的工作过程进行实时控制,上下位机之间多通过 RS232 串行接口或 RS485 串行接口构成通信网络以实现相互之间的信息传递.现场设备与现场控制器之间采用点对点(一

个 I/O 点对应设备的一个测控点)的接线方式,传递信号为 4-20 mA(传送模拟量信息)或 24 VDC(传送开关量信息)的电信号.

2.4 测试系统

测试系统由传感器和数据采集及处理系统组成.其中用于采集数据的传感器有 2 个流量传感器、5 个压力传感器、4 个转速传感器(分别设在二次元件、辅助驱动马达和直流电机上)、2 个转速转矩传感器、4 个拉压力传感器、4 个位移传感器和 2 个温度传感器,还包括 1 个测量台车行走速度的五轮仪和测量土壤密实度的密度仪.测试系统的数据采集及处理系统选用日本 NEC 三荣公司的 RA1100 型数据采集处理仪,能进行信号处理、并行采集、实时显示、时域频域分析、长时间存盘、连续打印及记录.

本系统用于检测行走驱动系统、工作装置驱

动系统和辅助系统中各传感器参量并进行数据采集、处理和控制在(模拟量输出、数字量输出、压力控制、流量控制、压力信号采集、流量信号采集、两点数字采集、平均数字采集、非线性校正、数据平滑、线性差值、数字滤波等);对数据进行时域、幅域和频域分析;进行系统通讯与数据交换;对试验装置的工作过程进行实时显示;对试验数据进行图表、曲线、公式等方式的拟合、分析、回归等处理;对试验及分析处理结果进行屏幕显示和打印;液晶显示屏显示,具有自检、自校、故障诊断等功能。

2.5 电力系统

电力系统采用四排暗滑线为试验台供电,其中一排用于地线,备齐电力安全控制及报警系统。

3 结束语

工程机械多功能试验台具有庞大的机械结构系统、复杂的液压系统、繁琐的控制和测试系统以及节能的电力系统。该试验台通过对其各系统的初步安装、调试及试运行,基本上达到了设计要求。该试验台各系统布置合理,工作性能可靠、节

能、环保、外形美观、大方。但是,目前工程机械多功能试验台还处于试运行阶段,个别部分还需要进一步调整或修改,重新确定工作性能参数。

参考文献:

- [1] 郑训. 路基与路面机械[M]. 北京:机械工业出版社,2001.
- [2] 冯忠绪. 工程机械理论[M]. 北京:人民交通出版社,2004.
- [3] 杨伟斌,吴光强,秦大同. 双离合器式自动变速器传动系统的建模及换挡特性[J]. 机械工程学报,2007,43(7):188-194.
- [4] 刘本学,冯忠绪. 双频振动在振动压实中的应用及试验研究[J]. 郑州大学学报:工学版,2006,3(3):50-54.
- [5] 尹继瑶. 单轮振动压路机技术性能参数计算[J]. 工程机械,2006,37(9):72-76.
- [6] 胡国良. 盾构推进机液压系统阀块试验台[J]. 工程机械,2006,(37)12:23-26.
- [7] 韩文常,思勤. 对二次调节系统中蓄能器的研究[J]. 机床与液压,2003,(5):27-29.

Study on Multifunctional Test Platform for Construction Machinery

WANG Shu-yan, FENG Zhong-xu, YANG Shi-min

(Key Laboratory for Technology & Equipment of Highway Construction of Ministry of Education, Chang'an University Xi'an 710064, China)

Abstract: Multifunctional test platform for construction machinery is mainly used for towing tests and loading tests of construction machinery, to which various working devices of construction machinery can be attached, so as to study working mechanisms of dozing, planning, compacting and paving and to select their performance parameters. The platform can provide power source for the working devices and other devices, and can simulate the automatic controlling for the working devices. Based on the design plan, uses and functions of the platform, the paper mainly analyzes all the structures, principles and performance parameters of the mechanical system, hydraulic system, controlling and testing system of the platform, as well as the working devices attached to the platform.

Key words: construction machinery; working device; test platform; system