

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 19920081152937

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

装载机液压动态性能测试系统的开发
Development of Hydraulic Performance Test System
for Loader

杨雅雯

指导教师姓名: 冯勇建 教授

专业名称: 机械电子工程

论文提交日期: 2011 年 5 月

论文答辩时间: 2011 年 6 月

学位授予日期: 2011 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2011 年 4 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式表明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

- 1、保密 ()，在 _____ 年解密后适用本授权书。
- 2、不保密 ()

(请在以上相应括号内打“√”)

作者签名： _____ 日期： _____ 年 月 日

导师签名： _____ 日期： _____ 年 月 日

摘要

本研究以福建省重大专项课题（2008HZ0002-1）“静液压行驶驱动系统在工程机械中的产业化应用研究”为背景，搭建液压实验模拟平台，设计出模块化、多接口、通用型工程机械液压动态性能测试系统。通过对模拟加载过程中装载机液压系统的压力、流量、温度、转速等参数的测试，根据测取参数绘制泵和马达的动态特性曲线，结合验证匹配软件分析，给出泵、马达与装载机系统参数的全工况匹配。就此本文主要开展了以下研究工作：

1、基于装载机型号多样性及工况的复杂性，为了满足装载机液压系统与整机工况的匹配，设计具有模拟加载功能的液压实验平台，完成该实验平台的搭建工作。

2、设计基于单片机的数据采集系统作为本测试系统的下位机，选择合适的传感器对现场数据进行采集，以单片机时序控制 USB 芯片进行并行 I/O 和 USB 口之间数据传输协议的自动转换，实现单片机与上位机的数据通信，最终完成下位机硬件电路设计与程序编写。

3、利用 Visual C++ 进行装载机液压测试数据处理与匹配验算软件的开发。采用模块化的设计方法，读取下位机发送的数据，引入数字滤波和最小二乘法算法、双缓冲等技术，实现数据处理、显示；利用采集的数据，通过整机性能模型进行计算机自动匹配分析。

4、在实验平台上模拟多种工况进行液压系统动态性能测试，验证计算机测试软件的稳定性及可靠性，并对测试系统采集的数据进行分析，验证装载机整机系统匹配，包括动力系统与液压系统的匹配，液压系统各元件的匹配。

关键词：装载机；液压测试；系统匹配；

Abstract

This research takes the major project of Fujian Province, which is called "the industrial application research of the hydrostatic drive system in engineering machinery", as the background. Hydraulic test platform was set up and a test system about the dynamic state performance of engineering machinery hydraulic system was designed to achieve the parameters of the hydraulic system test, such as pressure, flow and temperature. Based on these measured parameters, the dynamic characteristic curve of the pump and motor was attained to validate if the theoretical choice of pumps and motors in the simulation of the loading process is to meet the design requirements. At the same time, it provided a reliable basis for the verification of the system matching, including the match of the system and the hydraulic power system and the match of the hydraulic system components.

The main search contents of this paper are as follows:

1. Based on the diversity and modes of the loader model complexity, in order to satisfy the loader hydraulic system and the modes of the load simulation match, the design of the hydraulic experimental platform, functional finish this experiment platform work.
2. Data acquisition system based on MCU was used as the under machine of the test system. The appropriate sensors were selected to collect the on-site data. The USB chip was timing controlled through MCU. Through the above methods, we can achieve the automatic conversion of the data transfer protocol between parallel I/O and USB and the communication between MCU and upper machine. Ultimately, we have completed the under machine hardware circuit design and programming.
3. Using Visual C++ on the software platform design of upper machine and adopting modular design method can achieve the communication between upper and lower machine. The introduction of digital filtering, minimum two multiplication algorithms and double buffering technology can carry out data processing and image display.

4. Load test was simulated to verify the stability and reliability of the computer test software through various types of dynamic performance test for engineering hydraulic systems. The data collected from test system was analyzed to verify the system match, including the match of the power system and hydraulic system and the match of hydraulic system components.

Key words: Loader; Hydraulic Test; System Matching;

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

第一章 绪论	1
1.1 液压测试技术概述	1
1.2 液压测试技术研究现状	2
1.2.1 国内液压测试技术研究现状.....	2
1.2.2 国外液压测试技术研究现状.....	3
1.3 本文的研究背景及意义	4
1.4 本文的主要研究内容	5
第二章 装载机模拟加载液压实验台	7
2.1 液压泵测试原理与测试方案	7
2.1.1 液压泵工作原理.....	7
2.1.2 液压泵基本性能参数.....	8
2.1.3 液压泵性能测试方案.....	9
2.2 液压马达测试原理与测试方案	10
2.2.1 设计思路.....	10
2.2.2 设计原理.....	12
2.2.3 液压马达动力平稳性能测试实验台.....	14
第三章 装载机液压测试系统的下位机设计	17
3.1 单片机的选用	17
3.2 信号的采集与检测	19
3.2.1 压力与温度信号的检测与采集.....	19
3.2.2 转速与流量信号的检测与采集.....	23
3.3 通信接口的设计	26
3.3.1 FT245BL 芯片简介.....	27
3.3.2 FT245BL 与 PIC24FJ128 通信的硬件电路设计.....	28
3.3.3 单片机端的 USB 接口控制软件的设计.....	28
3.4 总体硬件电路图与程序流程图	30

第四章 装载机液压测试系统的上位机设计	33
4.1 上位机界面的设计	33
4.2 数据处理模块	34
4.2.1 软件调零.....	35
4.2.2 数字滤波算法.....	35
4.2.3 系统的非线性校正.....	39
4.2.4 标度转换.....	42
4.2.5 数据存储模块.....	43
4.2.6 打印输出模块.....	44
4.3 双缓冲技术实现动态数据曲线的绘制	44
4.3.1 双缓冲绘图.....	44
4.3.2 动态数据曲线的绘制.....	45
4.4 多线程技术的应用	46
4.5 上位机端的 USB 接口控制软件的设计	48
4.6 数据分析与匹配模块	49
第五章 系统实验与整机匹配	51
5.1 实验目的	51
5.2 实验内容	51
5.2.1 数据采集.....	52
5.2.2 数据处理.....	52
5.3 实验分析.....	56
5.3.1 静液压系统与发动机的匹配.....	56
5.3.2 车速匹配验算.....	57
5.3.3 驱动力的匹配验算.....	57
第六章 工作总结与展望	59
6.1 总结.....	59
6.2 展望.....	60
参考文献.....	62

附录 1 单片机源程序	65
附录 2 上位机部分源程序	69
硕士期间发表的论文及专利	74
致 谢.....	75

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Contents

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Hydraulic test system overview	1
1.2 Hydraulic test technology research	2
1.2.1 Application of domestic hydraulic test	2
1.2.2 Application of foreign hydraulic test technology	3
1.3 Background and significance of this study	4
1.4 The main contents of this paper	5
Chapter 2 Loader simulated loading hydraulic system test platform.	7
2.1 Hydraulic pump test principle and test program	7
2.1.1 Pump working principle.....	7
2.1.2 Basic performance parameters of the hydraulic pump.....	8
2.1.3 Performance testing program of the pump.....	9
2.2 Hydraulic motor test principle and test program.....	10
2.2.1 Design ideas.....	10
2.2.2 Design principles	12
2.2.3 Testing device of the smooth performance of the hydraulic motor power.....	14
Chapter 3 Under machine design of the loader hydraulic testing system	17
3.1 Selection of MCU	17
3.2 Signal acquisition and detection	19
3.2.1 Pressure and temperature signal detection and acquisition.....	19
3.2.2 Speed and traffic signal detection and acquisition	23
3.3 Design of the communication interface.....	26
3.3.1 FT245BL chip Introduction	27
3.3.2 Hardware design of FT245BL and PIC24FJ128 communication.....	27

3.3.3 Software design of the MCU's USB interface control	28
3.4 Overall hardware circuit diagram and program flow chart.....	30
Chapter 4 Upper machine design of the loader hydraulic testing	
system	33
4.1 Interface design of upper machine	33
4.2 Data processing module.....	34
4.2.1 Software zero	34
4.2.2 Digital filter algorithm	35
4.2.3 The nonlinear correction of the system.....	39
4.2.4 Scale conversion	42
4.2.5 Data storage module	42
4.2.6 Print Output Module	43
4.3 Drawing the double-buffering curve of dynamic data	44
4.3.1 Double-buffering graphics	44
4.3.2 Drawing the dynamic data curve	45
4.4 Multi-threading technology application	46
4.5 Software design of the upper USB interface control	48
4.6 Data analysis and matching module.....	48
Chapter 5 System experiment and whole machine match.....	
5.1 Experiment purpose.....	51
5.2 Experimental contents	51
5.2.1 Data collection	51
5.2.2 Data processing	52
5.3 Experimental analysis.....	55
5.3.1 Hydrostatic system match with engine	55
5.3.2 Checking the speed match	56
5.3.3 Checking the driving force match.....	56
Chapter 6 Conclusion and Further Work.....	
	58

6.1 Conclusion	58
6.2 Further Work	59
References	60
Appendices 1 Microcontroller Source Program	63
Appendices 2 Part of Host Computer Source Program	67
Publications	73
Thanks	72

厦门大学博硕士学位论文摘要

厦门大学博硕士学位论文摘要库

第一章 绪论

1.1 液压测试技术概述

随着流体力学和测控技术的发展, 液压传动技术在国民经济建设各领域的应用越来越广泛。如工程机械中的装载机、推土机、搅拌机、叉车; 矿山机械中的挖掘机、运输机、钻机; 机床工业中的磨床、刨床、铣床; 轻工机械中的造纸机、印刷机、纺织机等大都采用液压传动技术; 而现代船舶上的液压甲板机械如舵机、起货机、锚机、绞缆机等作为电动甲板机械的主要竞争对手, 应用也日益广泛^[1]。有人甚至把液压技术称为推动现代工业运动的“肌肉”, 其在某些领域内占有绝对的优势, 例如: 国外现在生产的 95% 的工程机械, 90% 的数控加工中心、95% 以上的自动线都采用了液压技术, 可以说采用液压技术的程度已经成为衡量一个国家工业水平的重要标志之一。

作为液控机械重要组成部分的液压系统装置, 其造价通常达到整台液控机械设备的 20%-30%, 有的甚至超过 50%, 液控机械整机性能的优劣相当程度上取决于液压系统性能的好坏, 在液压系统各项性能指标中, 除要求必须完成规定的动作循环和满足静态特性外, 还必须具有良好的动态特性^[2]。而液压系统动态性能的好坏是以系统中所用元件的质量好坏和所选择的基本回路恰当与否为前提。在 95% 采用液压技术的工程机械设计过程中, 在选择液压元件时, 一定要对元件的性能进行测试, 但即使元件均符合要求而组成的系统, 也未必获得优良的系统性能。目前在此方面存在的问题是: 设计、使用人员对液压元件的工作寿命、可靠性与工作参数、使用条件之间的关系不重视, 只是简单地按照元件样本给出的额定参数进行负荷匹配, 不注意组成系统后元件之间的相互影响, 结果使液压系统的优点不能得到充分发挥。一个液压系统是由多个元件相互连接而成的, 每个元件的工作性能往往不能代表整个液压系统的性能。为更好的对液压系统进行分析和研究, 有必要对其运行中的各种状态参数进行测试, 这就是液压测试技术。

液压测试技术的发展与仪器仪表的发展有着密不可分的关系, 从 19 世纪初到现在, 液压测试技术的发展主要经历了模拟仪器、数字仪器、智能仪器、虚拟仪器的四个阶段^[3]。

1、模拟仪器阶段：早期的液压测控系统大部分按照“传感器+模拟式二次仪表”的模式组成。在测试过程中，一般采用模拟式记录仪在记录纸上记录试验曲线或由试验人员读取并记录试验数据，然后根据试验曲线和试验数据由试验人员手工处理得出特性指标。用这种模式进行测试试验，会使试验数据产生人为误差，试验数据处理与试验结果处理速度慢、精度低^[4]。

2、数字仪器阶段：随着数字传感器技术和电子技术的发展，数字式测量系统在液压测试系统中逐步得到应用，数字式仪表以集成电路技术为基础，把模拟式仪表的精度、分辨率、测试速度等提高了几个数量级，可以消除人为读数的误差，但试验数据的处理工作仍由手工完成，依然无法满足高效率的测试要求。另外，在液压元件和系统动态性能测试中，数字仪器就无法捕捉系统的瞬态信号以及进行频率特性分析^[5]。

3、智能仪器阶段：选用各种专用的测量仪器（如瞬态过程记录仪、记忆示波器、频率特性分析仪、磁带纪律仪、数字信号分析仪等）组成的高精度测量系统以满足液压元件或系统稳态特性测试的要求^[6]。IEEE-488，RS-232 等通信总线接口将上述仪器与计算机相连，构成自动测试系统，通过计算机控制整个测试过程。

4、虚拟仪器阶段：虚拟仪器技术是计算机辅助设计技术中最有发展前景的部分。由测试技术与计算机技术深层次的结合产生的新一代仪器，虚拟测控系统在硬件不变的情况下，通过改变软件可使测试系统具有不同的功能，用于不同的测控对象，使测控系统具有很好的通用性和适应性^[7]。通过软件功能的改进，可大大提高测控系统的控制处理能力。虚拟仪器的研制周期较短，系统开放、灵活，图形化的程序设计语言，更加适合工程师，使得他们可以花费更多的时间在对产品的功能设计上，而不是程序语言的编写上。“软件即仪器”的虚拟仪器概念正是指出了计算机辅助测试系统中软件的强大功能。

1.2 液压测试技术研究现状

1.2.1 国内液压测试技术研究现状

计算机辅助测试技术（Computer Aided Test），简称 CAT，是借助于计算机技术进行测量的计算机自动测试技术^[8]。液压 CAT 技术是机电液一体化技术良好

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库