

一种高精度数字化新型试验台制造技术研究

李 洋 贾宇飞

海军装备部 陕西西安 710089

摘要: 本文简述了航空液压试验台应用场景与一般功能,以某型机前起落架收放液压试验台为例,探讨传统航空液压试验台的弊病,引入一种基于PLC控制的新型数字化液压航空试验台,介绍了PLC功能、PLC液压试验台系统构成与控制构成,并从制造的角度出发,重点阐述了PLC控制程序设计和人机交互界面设计两大制造关键技术。

关键词: PLC; 航空液压实验台; 控制程序; 人机交互

引言:

液压试验台是为了研究、生产和开发液压元件以及液压系统的重要实验设备,在航空制造领域中,多种类型的液压试验台在飞机液压系统的调试、检测、维护等方面发挥着不可或缺的作用。传统试验台控制部分皆采用手动或继电器控制,存在控制精度和可靠性差、响应时间不及时等缺陷。近十年来,国内航空制造业蓬勃发展,自动控制技术和机电液一体化技术迅猛进步,基于PLC控制的数字化液压试验台成为航空液压试验台研制的新方向。

1、航空液压试验台功能介绍

航空液压试验台在飞机制造过程中用途广泛,主要应用于为飞机液压机构功能检测、产品密封性检测、飞机加放油等场景,一般应具有以下几个方面的功能:

1.1 具有液压系统各项测试功能

数字化液压试验台首先应当具备测试功能,对被测元件或机构能开展各项测试和功能试验,如起落架收放性能测试,油箱密封性测试等等,这是液压试验台的基础功能,数字化液压试验台与传统试验台一致。

1.2 具有测量与控制功能

液压试验台应当可以测量液压系统数值,满足管路压力、流量、温度等数据的采集需求。也应当可以控制试验台动作,对液压执行元件进行控制操作。传统的液压实验台几乎都是手动控制,液压系统数值也是依靠仪表或数显仪表显示,而数字化试验台能够对液压元件、液压系统的相关液压数据的自动采集、测量、计算、分析、外理,以及对执行元件的自动化控制、加载、卸载^[1]。相较于传统试验台,数字化试验台具有控制自动

化、测量反馈精确化的明显优势。

1.3 具有人机交互功能

过去提到液压试验台,给人的第一印象就是一碰就是满手油污,很多液压试验台由于缺乏良好的人机交互性,使得操作人员不愿意去操作试验台,所以良好的人机交互功能是现今液压试验台迫切需求,为操作人员提供友好的人机交互系统和体验,这也是液压实验台控制系统的必然发展趋势之一。

2、数字化航空液压试验台任务背景

2.1 前起落架收放液压试验台简介

本文以前起落架收放航空液压试验台为典型案例,具体阐述数字化航空液压试验台的制造技术。此试验台为某型机前起落架收放试验台,此前为仪表式手动控制液压试验台,主要承担前起落架收放、转弯、回中转速测定、减摆器性能测定、磨合等多项产品性能试验。此试验台为手动式控制,每个试验工步需操作人员介入,无法进行连贯试验,导致同一前起落架产品多次试验数据不一致,无法对产品质量下定论,尤其在回中转速测定单项试验上,操作工人手动启动试验同时手动计时来测定转速,操作人员对测速结果影响较大,无法测定真实转速。

2.2 新型数字化液压试验台简介

本文所介绍的数字化试验台为基于PLC控制的新型前起落架收放试验台,采用PLC(可编程逻辑控制器)为控制核心,HMI触摸屏作人机操作硬件平台,不仅包含传统的液压机构和简单的油路开关控制,还集成了计时功能、信号采集与报警系统、液压缸、电动缸、气动缸三种电气控制系统和各系统之间逻辑互锁功能,不论在安装制造和控制软件设计方面,都有相当高的技术难度。

3、基于PLC控制的数字化液压试验台构成

3.1 PLC数字化液压试验台功能介绍

可编程逻辑控制器(PLC)是一种执行数字运算操作的电子系统,以PLC为控制核心的数字化液压试验台,取代了传统的手动和继电器控制试验台,PLC控制系统

通讯作者简介: 李洋,1979.02.16,男,汉族,陕西咸阳人,海军装备部,中级工程师,军事代表,大学本科,研究方向:飞机制造工艺研究与质量监督,邮箱:13892859269@163.com。

的控制逻辑全部体现在程序中，通过程序语言来描述控制原理和控制过程，结合PLC的数字量或者模拟量输入，从而改变PLC的输出量。通过PLC的模量和数字量模块能够方便的接入各种液压元件、传感器及液压类装置，这使得液压试验台的自动化程度、控制精度和适用范围内的很大提高，能更好地满足航空产品制造过程中的质量控制要求^[2]。

3.2 PLC数字化液压试验台系统构成

PLC数字化液压试验台一般由PLC控制系统、液压试验系统和操作系统构成。PLC控制系统包含PLC及其模拟量输入输出模块、数字量输入输出模块、通讯模块；液压试验系统根据试验台不同功能设计，一般包含液压泵站、液压系统管路和液压执行机构等，PLC数字化液压试验系统还应包含控制电磁阀、各类测量传感器（如压力、温度、流量、位移等）；操作系统分为显示界面和操作界面两部分，通过界面设计，用HMI平台实现试验台的人机交互。

3.3 PLC数字化液压试验台控制构成

本文介绍的PLC数字化液压试验台控制系统是以西门子S7-1200PLC为控制核心，包含DI、AI（数字量、模拟量输入）两类输入信号采集、处理，DO、AO（数字量、模拟量输出）两类输出信号转化、发送，各信号采集和控制数量较多。试验台操作系统以西门子HMI触摸屏为载体，将显示与操作界面集成于HMI硬件平台，HMI与PLC实时通讯，实现试验台的人机交互。具体控制内容构成如下：



图1 PLC控制结构图

4、PLC数字化液压试验台制造关键技术

PLC数字化液压试验台制造过程一般分为液压系统安装、电气控制系统安装、PLC控制程序设计、人机交互界面设计和集成调试，其中PLC控制程序设计和人机交互界面设计是PLC数字化液压试验台制造的关键技术环节。本文PLC软件控制设计基于西门子博途V15平台，采用梯形图编制控制程序，采用WINCC组态软件进行人机交互界面设计。

4.1 PLC控制程序设计

4.1.1 模拟量处理程序参数化设计

本文试验台中压力、温度、流量、拉力等模拟量信号较多，采集转化工作量较多，程序编制工作量也相应较多，通过参数化设计，构建模拟量处理程序模板，可以在模拟量信号处理中重复调用，实现模拟量信号的迅速采集转化。

4.1.2 100微秒级测速功能设计

本文试验台对前起落架减摆器回中转速测定试验进行重新设计，基于PLC系统时钟搭建通过设置PLC与HMI变量扫描周期，电子秒表精度达到100微秒。通过WINCC组态软件设计电子秒表和回中转速测定界面，将电子秒表启动DI变量与测速启动DO变量关联，起落架中位限位传感器DI变量与电子秒表停止变量DO/DI变量关联，保证了测速和秒表同时启动，起落架中位到位瞬时秒表停止计时，从软件控制实现了转速的精准测定。

4.2 人机交互界面设计

本文PLC数字化液压试验台从“人机交互有善性”出发，利用西门子WINCC组态软件进行人机交互界面设计，将整体界面分为五部分，分别显示系统运行界面、系统监控界面、及三种起落架试验操作界面^[3]。系统运行界面负责显示液压系统运行状态，包含系统管路压力、油箱温度，回油流量等数据的显示与报警，泵站启动、油路开关、泄压开关和故障报警等指示。系统监控界面负责显示液压系统中各类传数字量感器状态如两级油滤报警、泵站高低油位报警等等，还负责监控液压管路各节点动态压力数值如上位锁压力、作动筒压力等等。三种起落架实验界面为起落架试验操作界面，负责起落架各类试验台的操作和各自数据显示。整体界面功能齐全，试验台运行状态指示清晰，实验操作集成化、智能化，降低工人操作难度，提高产品试验精度和效率。

5、结束语

针对传统航空液压试验台不能自动控制，产品试验质量不稳定和人机交互性能差等弊病，本本文研制出的PLC数字化液压试验台为目前各类老旧航空液压试验台的改造升级提供了范本。同时，本文的研究核心基于PLC的控制软件设计和人机交互界面设计相关制造技术可以转化应用于其他基于PLC控制的机电一体化航空工艺装备，具有一定借鉴意义。

参考文献：

- [1]谭月涵.基于PLC的液压实验台控制系统开发与研制[J].企业技术开发, 2013, 18(32).
- [2]刘茹敏, 刘海明.液压实验台的电气控制系统改造设计.煤矿机械, 2013, 34(11).
- [3]液压试验台油源设计要点[J].邓江涛.液压气动与密封.2021(07).