

# 涡轴发动机泵调节器试验台远程集中控制系统设计

李军伟\* 张海明 杜鑫

中国航发北京航科发动机控制系统科技有限公司 北京 102206

**摘要:** 涡轴发动机泵调节器试验台采用的航空煤油作为工作介质,试验台需在油气环境下保障安全工作,并模拟涡轴发动机燃油系统复杂的流量、压力、温度、转速以及电液转换信号进行设定与测试,开展远程集中控制技术难度大、风险较高。本文设计了一种远程集中控制系统,该系统的远程控制计算机通过局域网与每台试验台联接,通过OPC协议实现与试验台测试系统的通讯,从而实现试验台的网络化控制;系统设计的独特的自动化试验工艺编辑平台,可以在不采用高级语言编程的情况下,方便试验工程师完成复杂试验工艺的编辑与固化,确保试验质量控制;系统独特设计的三级安全控制策略确保在发生任何安全隐患的情况下,可以及时的处置,确保试验安全;系统设计有集中控制中心,可以实现不同试验间、不同试验台的远程集中控制。

**关键词:** 涡轴发动机;泵调节器试验台;远程集中控制;自动化试验工艺

**DOI:** <https://doi.org/10.37155/2717-5197-0310-22>

## 1 引言

直升飞机动力——涡轴发动机研制过程中要开展大量的试验,作为涡轴发动机的重要组成部分,泵调节器的主要功能是根据发动机电子控制器的指令工作,精确的为发动机提供工作中所需要的燃油、并对发动机压气机导叶等执行部件的位置进行控制。

与其他航空发动机一样,涡轴发动机泵调节器在研发过程中也需要根据泵调节器的设计首翻期和总寿命开展寿命试验,一般这种寿命试验要同时开展多台,试验时数合计长达几千小时。随着研制工作的深入,后续的延寿命试验甚至会继续开展合计达几万小时。目前行业内的传统试验台都是通过数据采集系统和PLC进行控制,且由于安全隔离、噪声互扰等因素,各个试验台需安装在不同的试验间中,每个寿命试验台都需要1-2名试验工同时操作,考虑到不同型号多台燃油调节器的寿命试验同时开展,工作量非常大,消耗大量的人力资源。试验台远程集中控制是解决以上问题的有效途径。

但是,由于涡轴发动机泵调节器试验台是一个综合了机械、传动、液压、温控、电气、软件、电子电路等多学科领域的复杂系统,控制精度高、自动化控制难度大。同时,由于该类试验采用的是航空煤油,具有挥发性,且泵调节器试验过程存在高温高压的工况,存在着火和闪爆风险,试验台操作危险性较大。因此,远程集中控制面临着巨大的挑战。

本文设计了一套泵调节器试验台远程集中控制系统,解决以上技术问题,实现泵调节器试验台的远程集中控制。该系统包括安装基于LabView组态软件设计的试验台测试软件试验台工业控制计算机、安装有自动化试验工艺编辑平台的远程控制计算机、试验台监控视频和集中控制中心等,所有设备通过工控网互联,实现试验台远程集中控制。试验工艺人员和试验设备管理人员可在集中控制中心利用自动化工艺编辑平台,编制试验台自动运行程序。试验操作人员和管理人员在寿命试验过程中,可在集中控制中心对所有联网试验设备进行远程控制、数据监控和视频监控<sup>[1]</sup>。

## 2 远程控制系统网络架构设计

实现设备集中控制的关键是实现试验设备工控机和远程控制计算机试验系统之间的通讯。试验设备工控机与远程控制计算机之间采用OPC协议连接,实现控制信号和试验数据的传递。详见图1所示。

工控机、TDM服务器、存储服务器和远程控制计算机通过交换机相连,这种网络架构比较灵活,在获得授权的情况下,任意的远程控制计算机可实现对任意试验台的远程控制。将远程控制计算机集中放置于远程集中控制中心即可实现设备的集中控制。

\*通讯作者:李军伟,男,汉,1980.8.28,山东乳山,硕士研究生,高级工程师,研究方向:航空发动机控制系统试验测试。

### 3 试验台工控机测试软件设计

试验台工控机测试软件采用LabView组态软件开发,主要用于控制试验台的传动系统电机、油泵、电磁阀的启停,控制被试产品上的电液伺服阀的作动,并为燃油调节器提供作动信号,以及采集燃油压力、燃油温度、燃油流量、传动电机转速及电子控制盒反馈回的电压和电流。受益于LabView强大且灵活的可视化编程功能,可以将数据采集系统测试界面设计的友好、便于操作。

为实现试验数据实时的传送至远程控制计算机,试验台测试软件创建Signal Value网络共享变量,用于将远程控制计算机所需要采集的数据发布至网络中,以方便自动化工艺编辑软件实时读取试验设备的数据;

为实现远程控制计算机的指令下达至试验台工控机,试验台测试软件创建Ctrl Cmd网络共享变量并发布至网络中,用于存储来自远程控制计算机发布的控制指令或数据,远程控制计算机以OPC Client的方式对数据进行访问。

作为采用航空煤油的设备,安全性设计至关重要。试验台都是采用防爆设计,同时在测控软件设计中增加了安全中心,一旦发生超温、超压、油路堵塞、油气浓度超标,甚至明火等情况,是在测控软件上显示报警信息,实现声光电报警。在出现重大故障的情况下,可实现设备的自动停机;在出现明火的情况下,可实现设备的自动断电,并提示远程开启灭火系统。

### 4 远程控制计算机自动化试验工艺编辑平台设计

自动化试验工艺编辑平台作为一个应用程序安装于远程控制计算机上,用于实现试验工艺程序的编辑与存储,实现试验表格的开发和链接;在试验过程中,完成试验参数的下达与控制,并实现试验数据的远程采集。

该自动化工艺编辑平台底层由众多数据库组成,包括程序源数据库(每个试验台的控制和采集数据),试验程序数据库(每个型号的不同试验类型运转、交付、寿命试验等),试验模型数据库(不同型号的产品)。三个数据库相互组合,即可形成各项试验类型的控制和数据采集指令,通过OPC协议将需要下达的指令参数传输至试验台工控机,并接收来自于工控机工控软件的数据,实现数据采集,从而达成特定产品在特定试验台上完成特定试验目标。

自动化试验工艺编辑软件界面主要包括试验表格编辑界面、试验台表格编辑和链接界面、自动化工艺编辑界面和自动化工艺序列执行界面。

#### 4.1 试验表格编辑界面

试验表格编辑界面是基于WORD软件实现的一个试验表格编辑器,用于根据试验大纲中的表格进行定制编辑,一旦试验结束后,该试验表格会上传至TDM服务器。

#### 4.2 试验台表格编辑和链接界面

试验台表格编辑和链接界面是基于数据库工具实现的一个数据链接器,主要是将工控机底层的信号通道与试验表格对应的参数填表位置进行链接,从而实现试验过程中试验数据的自动填表功能。

#### 4.3 自动化工艺编辑界面

自动化工艺编辑界面是定制开发的一种便捷式的工艺编辑平台,编辑平台提前开发了转速、流量、压力、温度、液位、位移、电信号等的设定脚本程序,可方便的通过属性设定进行程序编辑。

一个试验序列是由多个试验步骤组合而成,试验步骤从控制类型上分为“顺序步骤”,“循环步骤”,“条件步骤”,从设置的值类型上分为“单值”和“曲线”两种类型<sup>[2]</sup>。

##### 4.3.1 控制类型

顺序步骤:逻辑控制上顺序往后执行;

循环步骤:逻辑控制上针对某个步骤循环多次,直到满足某个条件;

条件步骤:逻辑控制上针对某个条件的真假值,执行不同的步骤;

##### 4.3.2 数值类型

单值:一种数据对象,包括了该对象的最小值、最大值、默认值、当前值、单位等信息;

曲线:一种由多个数据点组成的数据对象,被用于某个控制信号变化的过程控制;

自动化工艺编辑方面试验操作人员可根据试验需求,自行进行设定,无需专业人员进行程序编制。设定完成后,试验操作人员可自行对相关内容进行查看,编辑和修改。

通过将一系列的脚本程序序列打包,形成了程序化的自动化工艺程序包。该自动化工艺的程序包可经平台不同权限的角色审签后,存储在服务器中,并由承担试验任务的试验人员调用。

#### 4.4 自动化工艺序列的执行界面

自动化工艺序列的执行界面主要由试验人员从TDM端调用试验任务对应的自动化工艺程序,在确保远程试验台已切换至远程控制模式的情况下,点击试验开始按钮,平台可按照之前设定好的自动化程序下达试验指令给设备端的工控机,实现试验台的远程自动化控制。

自动化程序运行时,试验操作人员可在自动化工艺库选择中对应的自动化工艺,试验工序执行引擎会负责加载并解析自动化工艺对应的“试验工序文件”,执行器从序列文件中读取步骤和数据,由试验台完成真正的使能动作,实现试验过程的自动化,同时,执行器通过读取采集通道中的数据判断是否试验台已经到达要求的数值设定,然后,根据“试验序列文件”中的步骤类型执行下一步操作。

### 5 远程集中控制中心设计

远程集中控制中心主要用于安装远程控制计算机集中显示系统,通过远程数据监控和视频监控,实现试验台的远程集中控制。远程集中控制中心包括视频和数据显示大屏、集中控制操作台、对讲系统、报警系统等组成。

视频和数据显示大屏主要用于重点试验台重点部位的视频监控,重点实验数据的显示等;

集中控制操作台主要用于实现与车间现场的试验设备联网,设置有4个操作台,每个操作台设置4个台操作电脑,对试验设备进行监控;

对讲系统通过PLC控制系统实现集中控制操作台与现场试验间对讲机的连线,实现通话功能;

报警系统包括二级报警灯、紧急停车按钮等,可在出现二级和三级故障后进行声光报警,由操作人员对试验设备进行应急处置。

远程集中控制中心设计如图1所示。



图1 远程集中控制中心示意图

### 6 结束语

本文设计了涡轴发动机泵调节器试验台远程集中控制系统,实现了多台泵调节器试验台的网络化远程集中控制,在航空发动机泵调节器试验领域取得了技术性的突破。

#### 参考文献:

- [1]王振华,王亮.航空发动机试验测试技术发展探讨[J].航空发动机,2014,40(6):47-51.
- [2]鹿麟,王少峰.小型航空发动机测控系统设计[J].自动化技术与应用,2013,32(1):114-118.
- [3]汤军社.基于虚拟仪器的模拟试验台测控系统设计[D].西安:西北工业大学,2007.