

某型涡扇发动机试车台计算机数采 及自动试车系统设计

西北工业大学 樊 丁* * 李元业 杨生发 陈怀民
南方动力机械公司 李润之

【摘要】 介绍了所研制的航空发动机生产、维修交付试车台的试车数据计算机采集及闭环自动程序试车系统的总体结构, 系统所达到的主要技术指标及功能。对测、控系统的双层微机结构, 试车台闭环自动试车采用的控制方法, 所达到的控制指标以及自行研制的具有双重操纵方式的油门系统进行了讨论。

主题词: 航空发动机 数据采集 计算机辅助实验

分类号: V235.13

1 主要技术指标及功能

系统结构: 本系统是应某发动机生产厂的要求为两个试车台而研制的, 其主要特点是:

(1) 采用上、下两层计算机网络结构, 取得了强功能、低成本的效果。(2) 系统中共对 18 个重要、主要试车参数超限报警、安全保护停车及试车数据显示采用了双重冗余结构, 确保了试车过程的安全及试车数据显示的可靠性。(3) 具有自动及传统手动操纵方式以及气动应急机构的试车台油门操纵系统。(4) 试车操纵使用专门设计的功能操作盘(而不是采用计算机键盘操纵试车), 每一试车台仅有 9 个大尺寸操作功能键, 操作简单、准确。(5) 每一台下位机采用两台大尺寸显示器, 可以同时显示、刷新两个不同的画面。试车信息显示量大。

系统的主要指标: (1) 每一试车台具有模拟量输入通道 64 路, 模拟量输出通道 2 路, 频率、脉冲量输入通道 8 路, 开关量输入通道 48 路, 开关量输出通道 32 路, 振动分析用模拟量输入通道 3 路。其中: 超限报警监测参数 22 个, 超限停车保护监测参数 4 个。(2) 试车数据采样频率有多种, 可以使用操作功能键在线变换。(3) 数据采样总精度满足 GJB241-87 的技术要求。(4) 自动油门输出轴转角速度最高可达 110 度/秒, 90 度阶跃调整时间 < 1.5 秒, 转角定位误差 < 1.0 度, 输出轴功率 50 瓦。(5) 系统具有较强的抗干扰能力, 能在 -10℃—60℃(台架)环境下安全稳定工作。

系统的主要功能: (1) 两个试车台可以同时试车。(2) 可以对稳态、过渡态、振动分析参数进行自动数据采集、存储、工程单位换算及通道自检。(3) 具有存储试车故障发生前 9 分钟, 故障发生后 1 分钟的所有试车数据及指定状态、时间的指定参数数据的能力。(4) 监控参数门限值键入设置, 故障自动报警、安全保护停车。(5) 试车数据在线显示、存盘、打印输出, 离线回放、编

辑及主要性能参数曲线显示、绘图。(6)具有可按事先设定的要求自动完成闭环低循环疲劳及持久试车功能。(7)振动信号的谱分析。(8)标准日修正各类报表。(9)系统在线、离线自检、自诊断及故障清单。(10)各信号通道的特性曲线校验及修正。

2 系统的主要特点

上、下两层计算机结构。目前,微机的发展水平要使用一台计算机同时完成近百路试车数据的高速采集、试车数据在线显示、存盘;试车过程监控;自动试车控制;在线数据硬拷贝输出等工作是非常困难的。因此,采用计算机网络结构以分散计算机工作负担,增强系统功能,降低系统成本是解决问题的有效手段。我们所设计的系统中共采用了3台微机(一台上位机,每个试车台一台下位机)即完成了两个试车台所需的全部功能,并达到了较高的技术指标。

闭环自动程序试车控制。所设计的系统,可以完成以发动机推力为主控参数,发动机高、低压转子转速、涡轮后温度为监控参数的闭环自动低循环疲劳及长时间持久试车。这一功能是一般试车台所不具备的。这一功能的增加可以大大减轻试车操纵员的工作强度,精确保证所需工况,缩短发动机变工况调整时间,节约燃油,延长发动机有效工作寿命,具有较好的经济和社会效益。系统控制软件稍做调整即可将主控参数改为发动机转速或涡轮后温度。由于此时的控制系统实质上是一个串级控制系统。其内回路调节器是发动机自身的燃油调节器,参数基本不可调。再加上各台发动机生产加工、装配、材料等造成的性能差异及大气条件变化对系统性能的影响。所以,系统的控制有一定的难度。我们所设计的外回路控制器(试车台自动试车控制器)采用了自适应控制方法。在被控对象模型参数变化范围为20%—200%的情况下,系统所保证的控制指标为:慢车→最大工况的变工况调整时间 < 20 秒,主控参数稳态误差 $< 0.5\%$ 。证明系统的适应性较好。

双重操纵方式的试车台油门系统。自行研制的这一以8098单片机为核心,磁滞伺服电动机为主传动电机,再辅以气动应急手柄复位机构的油门操纵系统具有下述功能及特点:(1)手动操纵方式。此时,试车员手动推动操纵台上的油门手柄而输出轴自动跟踪此位置。(2)自动操纵方式。此时,输出轴跟踪下位机发出的油门位置信号。(3)自动 $\longleftrightarrow$ 手动智能切换。手动 $\rightarrow$ 自动切换通过功能键完成;自动 $\rightarrow$ 手动切换时,仅在操纵台上的油门手柄转角与发动机燃调手柄转角差在允许范围内才进行切换。(4)一旦试车员操纵了气动应急手柄复位机构,该机构强行将发动机燃调手柄拉至慢车位置。该系统的动力来自高压空气。

所设计的系统已于1995年8月在现场投入试运行,效果良好,达到了设计要求。

参 考 文 献

- 1 樊丁等.某型涡扇发动机试车台计算机测控试车系统设计.第七届发动机自动控制学术讨论会论文集,1994

(责任编辑 魏星禄)

STUDY ON DIGITAL CONTROL OF ENGINE REHEAT TRANSIENT PROCESS

Zhang Hui

(*China Institute of Aeronautics System Engineering, Beijing 100012*)

Tao Tao and Zhang Jiazhen

(*7th Dept. Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072*)

ABSTRACT

The emphasis of this study is laid on designing a reheat - starting transient control subsystem of an aeroengine, after the main fuel control system of the engine has been designed. That is to say, the study pursued to the reheat - starting transient control method, which can coordinate the changes of the reheat fuel supply and the nozzle area, so the reheat - starting transient process does not affect the regimes of the core engine as possible, so that the engine can work safely and steadily. The optimal control method is employed with success.

Key Words Afterburners Transient process Control problems

A DATA ACQUISITION AND AUTO- TEST SYSTEM FOR A TURBOJET BENCH

Fan Ding, Li Yuanye, Yang Shengfa, Chen Huaimin

(*7th Dept. Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072*)

Li Runzhi

(*7th Dept. National South Aeroengine and Machinery Co. , 412002*)

ABSTRACT

This paper deals with the general structure, technical standards and main functions of the data acquisition and auto - programming test system for two turbojets on test bed. The closed - loop control methods for auto - testing the turbojets are considered in detail. The system has following advantages: (1) It not only has powerful functions, but also is fairly economical because of the double - decker arrangement of computer. (2) The auto - throttle system has fine dynamic performance and high position finding accuracy of the output throttle angle of the engine. (3) The adaptive controller is well - designed and all the control indexes of the closed - loop test for the qualified engine are improved in any climate condition.

Key Words Aircraft engines Data acquisition Computer - aided experiment