

新式飞机氧气测试装置的研究与设计

谢 华, 魏自明, 于焕义, 魏 东

(空军第一航空学院, 河南 信阳 464000)

摘要: 文章介绍了一种新式飞机氧气测试装置, 详述了其组成、工作原理和软硬件的设计方法。新式飞机氧气测试装置基于虚拟仪器技术, 采用计算机控制, 彻底解决了旧式氧气测试装置测试精度低和操作繁琐的问题, 该测试装置已获得成功的应用, 达到了设计目的。

关键词: 虚拟仪器; 压差; 流量; 含氧百分比

Research and Design of Aircraft Oxygen Testing Device

XIE Hua, WEI Zi-ming, YU Huan-yi, WEI Dong

(First Aeronautical College of Air Force, Xinyang 464000, China)

Abstract: A new aircraft oxygen testing device and its structure, work principle, software-hardware design method are introduced in detail. The new aircraft oxygen testing device based on virtual instrument technique and controlled by computer solves entirely the problems of low testing precision and fussy operations existing in outdated testing device. The new device have been applying successfully and attained the design goal.

Key words: virtual instrument; pressure difference; air flow; oxygen percentage

1 引言

为了防止高空大气缺氧, 现代战机均采用了氧气供给系统给飞行员供氧, 因此, 飞机氧气设备是保证飞行安全的重要设备, 必须定期对它们进行测试来确定其工作情况。氧气设备需要测试的量值有压力、压差、流量、含氧百分比和时间, 现有的氧气设备测试装置仅安装了机械式压力表和压差计, 由于能满足测试氧气设备的流量计体积庞大、价格昂贵, 所以现有的装置没有安装流量计, 在控制和测量氧气设备流量时采用的是一种较间接的方法, 即由压差换算出流量, 操作繁琐、工作效率低、误差较大。而含氧百分比是根据其中一个流量值, 通过一个固定公式换算过来的, 时间是靠人工手动计时的, 同样操作繁琐, 误差大。然而现代先进战机对测量的精度以及自动化程度要求越来越高, 因此, 再采用这种方法不仅无法满足要求, 而且会因误判影响飞行安全, 鉴于这些原因, 我们设计了新式飞机氧气测试装置。

2 内容分析及方案确定

由于机种的差别和氧气系统的复杂, 飞机上的氧气设备比较多, 对每个设备所测试的内容不同, 需要测试的量值数量不等, 对每个被测量值的精度要求也

不同。通过对所有设备分析发现, 需要测试 4 个压力值、4 个压差值、2 个流量值、1 个含氧百分比和 1 个时间值。2 个流量与其中 2 个压差有着直接的关系, 含氧百分比则由其中一个流量通过一个公式计算出, 因此只要测出 2 个压差, 即可通过一定的方法算出 2 个流量值和含氧百分比。旧式测试装置采用的是人工查看压差-流量曲线图的方法来控制测试流量的, 含氧百分比则由流量人工换算出, 时间是靠人工手动计时的, 其效率低, 误差大, 因此, 这些量值都必须改为自动显示和自动记录, 对各个被测量值的记录时机研究可知, 它们都以压力、压差和流量的值以及有关开关的通断信号为先决条件。

测试装置的设计主要应从技术的可靠性、实用性和性能价格比来综合考虑, 因此决定气体管路还保持不变, 但各测试量值采用虚拟仪器来显示, 流量和含氧百分比的换算采用计算机自动计算, 在每个测试内容中计算机自动判断和记录需要测试的量值。结合以上研究分析, 要设计出能自动显示和记录各测试量值的测试装置需要获得的信号至少有 4 个压力信号、4 个压差信号和 4 个开关信号。这些信号传送给计算机, 由计算机来解算、显示和记录, 测试仪表采用虚拟仪器的形式, 测试结果可存储于计算机内以备查看、编辑和打印。

3 测试装置的实现

3.1 测试装置的组成及工作原理

除气体管路外, 测试装置的硬件组成如图 1 所

收稿日期: 2000-12-20。

作者简介: 谢华(1965—), 男, 河南省信阳市人, 讲师, 主要从事航空维修技术、计算机应用的教学和科研工作。

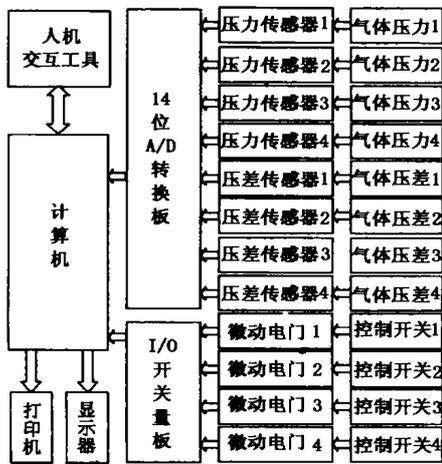


图 1 新式氧气测试装置工作原理图

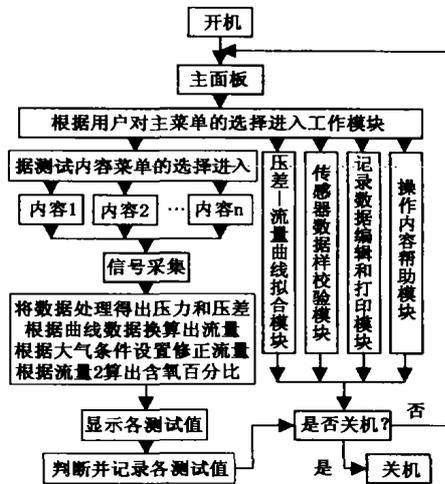


图 2 新式氧气测试装置软件流程图

示，控制显示打印模块采用 pII 工业控制计算机、显示器、打印机、鼠标和键盘；数据采集模块采用 4 个压力传感器、4 个压差传感器、8 个微动电门、1 个 14 位 A/D 转换板、1 个 I/O 开关量板。压力和压差传感器直接与气体管道相连，微动电门与气路控制开关相连。其中 4 个压力传感器和 4 个压差传感器提供电压模拟信号，14 位 A/D 板将它们各自的电压转换为数字信号，计算机将这些数字信号换算成各自的压力值和压差值，并在显示器上显示。4 路开关上都安装了微动电门，微动电门可将开关信号通过 I/O 开关量板传送给计算机，计算机通过开关信号，结合压力、压差和流量的量值来确定计时开始和终了的时机以及将测量值记录文件的时机。

3.2 测试软件的实现

3.2.1 软件的开发平台

本软件选用的软件开发平台为 NI 公司 Lab Windows/CVI。Lab Windows/CVI 是一种面向对象的可视化编程环境，它以各种丰富的库函数为基础，为仪器控制、自动测试和数据采集提供了一个功能强大的开发平台，对于用户接口它提供了面板、菜单、按钮等，使用户能够简单方便地作出程序界面；对于仪表，它提供了仪器库，用户通过改变其属性和调用有关函数实现对各种仪表的灵活控制，测试人员既可从仿真式仪表中得到测试值的变化趋势，又能从数字显示中得到准确的读数。本测试装置中的仪表都采用了仿真和数字两种方式同时进行显示。

3.2.2 软件的功能及软件的设计

测试装置的软件具有如下功能：可将压力值、压差值、流量值、含氧百分比、所计的时间实时显示在显示器上，并且根据用户对测试内容的选择记录有关数据的值；可编辑和打印记录在每个测试内容中的数据；校验人员可根据实测的压差—流量样点数据拟合

出各测试内容的压差—流量曲线；校验人员借助校验仪表可在计算机上显示和记录各个传感器的零值和满量程电压；可随时显示帮助信息，给用户提供了测试方法、测试步骤和测试标准。

为了实现上述功能，该软件设计了主面板、编辑和打印面板、压差—流量曲线拟合面板、传感器数据校验面板和帮助面板。每个面板对应的是一个程序模块，如图 2 所示，在主面板上设计有工作模块选择菜单、测试内容菜单以及大气压力和大气温度调整控件，软件根据用户选择的测试内容菜单对应的压差—流量曲线数据将压差换算成流量，由于这些曲线数据是对应于某一个大气条件的，还必须根据当时的大气条件对流量进行修正，因此再根据用户调整的大气压力和大气温度来确定修正系数修正，然后根据流量 2 计算出含氧百分比，在显示完各量值后，开始判断各种信号是否满足数据记录的时机以决定是否记录；在编辑和打印面板上用户可将记录的数据编辑进报表内且可用打印机打印出；在压差—流量曲线拟合面板上，用户可将实测的压差—流量样点数据输入进计算机，计算机将根据流量随压差变化的数学模型以及样点数据显示出曲线，由于实测的样点数据是受到一定干扰的，所以人工可进行一定量的修正，直到曲线对数据样点贴合的最佳为止；在传感器数据校验面板上，检验人员可在卸掉所有管道气压的情况下直接将传感器零位电压记录进计算机，当测试装置管路上连接校验仪表进行增压时可控制显示出各传感器满量程的电压，并且通过鼠标操作将满量程电压记录进计算机内，这样计算机可根据传感器零位电压、满量程电压和所采集的数据将压力、压差值计算出；帮助面板在用户需要时单击 F1 键或点击对应的菜单即可显示出，这就避免了用户去查找繁琐的说明书，大大提高了工作效率。

3.2.3 各测试量值的计算方法

测试装置的各气体压力和压差可通过下面公式计算出：压力(压差)值 =

$$\frac{(\text{实时数字值} \times \frac{\text{A/D 板量程}}{16384} - \text{传感器零值电压}) \times \text{传感器量程}}{\text{传感器满量程电压} - \text{传感器零值电压}}$$

含氧百分比是根据气体流量 2 通过一个固定公式计算得出，其公式如下：

$$\text{含氧百分比} = \text{固定数值} + \text{固定系数} \times \text{气体流量值} 2$$

而气体流量的计算比较复杂，首先要求出流量随压差变化数学模型 $Q = f(\Delta P, a_1, a_2 \dots a_n)$ 中的系数 $a_1, a_2 \dots a_n$ ，这可结合 $\Delta P - Q$ 样点数据采

用求极值的方法求得，这个过程通过压差 - 流量曲线拟合面板来实现，然后将实时采集的压差 ΔP 通过公式换算出流量 Q ，最后再结合用户所设置的大气压力和大气温度作修正，即

$$Q = KpKt f(\Delta P, a_1, a_2 \cdots a_n)$$

4 结束语

经试验证明：新式氧气测试装置彻底解决了旧式测试装置测试精度不高、准确性差等问题，避免了误判，减少了操作人员的劳动强度，提高了工作效率，降低了飞机的故障率，因此具有明显的军事意义。随着航空技术装备的日益更新，设备对测试仪器的测量精度、准确性、自动化程度要求越来越高，该测试装

置或类似的设备应用前景将会更加广阔。

参考文献：

- [1] National Instruments. LabWindows/CVI User Programmer Reference Manual [M]. 1998.
- [2] National Instruments. LabWindows/CVI User Manual [M]. 1998.
- [3] 周泓, 汪乐宇, 陈祥献. 虚拟仪器系统软件结构的设计 [J]. 计算机自动测量与控制, 2000, 8(1):21-24.
- [4] 张磊, 王喜东, 任伟. 虚拟仪器测试系统中实现数据共享的方法 [J]. 计算机自动测量与控制, 2000, 8(5):57-60.
- [5] 吴正毅. 测试技术与测试信号处理 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1991.

(上接第 500 页)

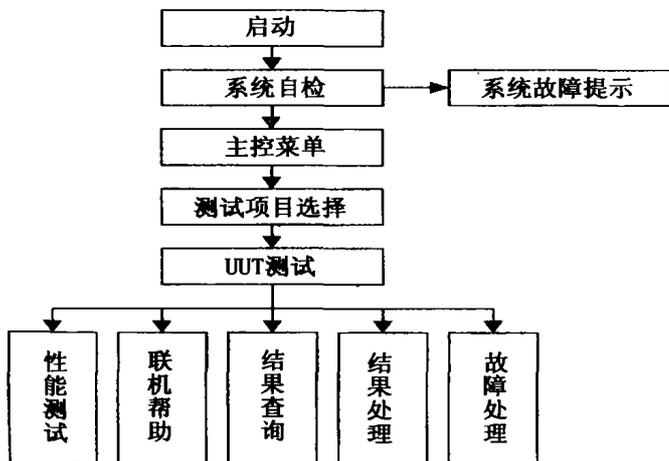


图 4 软件流程图

可实现在图形界面下的中文输出。系统软件主要包括 3 个部分：性能测试、结果处理、故障诊断。其流程如图 4 所示。

4.1 性能测试软件

对系统和机件进行性能测试的软件是整个系统软件的核心。主控程序为用户提供一个集成化的测试环境和主测试界面，主要实现选择测试项目和调度 UUT 测试程序的功能，同时还实现系统设置、系统管理、联机辅导等功能。UUT 测试程序包括 1 个测试程序自检程序以及 1 个被测系统、2 个被测机件共 42 个被测单元的测试程序。用户界面采用测试项目选择窗口、测试窗口和帮助窗口，整个测试过程均有帮助和操作提示。公用程序除实现数据采集、I/O 接口和矩阵模块的管理外，还包括一些公用函数，如子菜单生成、键盘响应程序等。

4.2 测试结果处理软件

测试结果处理分保存、显示、打印、查询 4 个部

分。可保存多次结果，作为历史数据，以供查询，也可及时刷新任意测试项目的测试记录，保存当前最新数据。

4.3 故障诊断数据库

故障诊断数据库采用 FoxPro 软件设计。故障诊断设计为单项诊断和综合诊断两种方式。在进行某单项性能测试时，系统自动记录有关数据库查询信息，测试结束，可自动调出该项性能的单项目诊断内容，判断故障可能发生的部位。当测试完一个机件的所有性能时，可调出综合诊断内容，对整个机件的性能故障作全面的判断。

5 结束语

本综合测试系统研制成功后，已推广到航空兵部队使用。实践证明，本综合测试系统将机动襟翼伺服控制系统的内外场性能检测及故障诊断融为一体，系统的综合测试功能强，体积小，重量轻，自动化、智能化程度高，缩短了测试时间，提高了测试的效率和可靠性，取得了较好的经济效益和军事效益。

参考文献：

- [1] 杜金榜, 王跃科, 王湘祁, 杨湘. 军用自动测试设备的发展趋势 [J]. 计算机自动测量与控制, 2001, 9(5):1-3.
- [2] 李更祥. 嵌入式计算机应用于相控阵雷达机内测试设备的设计 [J]. 计算机自动测量与控制, 2001, 9(2):59-62.
- [3] 赵茂泰. 智能仪器原理及应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 1999.
- [4] 沙占友. 新编实用数字化测量技术 [M]. 北京: 国防工业出版社, 1998.
- [5] 卢有杰, 等. C 语言高级程序设计 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1991.