

基于单片机数据采集与控制应用的飞机襟翼故障模拟试验台设计

程小交

中国特种飞行器研究所 湖北 荆门 448000

摘要: 为满足可靠性的民机典型机构优化设计与验证需要, 以及选择大型灭火/水上救援水陆两栖飞机襟翼在地面试验台上开展故障试验的要求。需研制一套基于单片机数据采集与控制应用的地面襟翼故障模拟试验台, 以验证转动副磨损对襟翼收放时间的影响; 验证转动副磨损对襟翼收放角度偏差的影响。襟翼故障模拟试验台需要设计一套地面试验台架, 用于安装右外襟翼、动力驱动装置(下称PDU)、扭力管、操纵作动筒等机载设备; 需要设计一套基于单片机的控制系统, 用于模拟机上襟翼控制器的真实控制逻辑; 需要借用地面液压源, 用于驱动PDU, 使襟翼达到规定次数的收放循环; 需要借用地面加载系统, 用于模拟气动载荷。

关键词: 单片机; 测控系统; 机载设备; 故障模拟; 地面试验台

引言

飞机研制过程中, 为验证转动副间隙对襟翼收放运动的影响, 选取操纵作动筒与襟翼铁鸟试验件连接的两个运动副, 将这两个运动副设置3个不同的间隙值(通过配置3组不同直径的螺栓), 通过地面液压源分别对其进行每组200次收放循环(一个循环分为四个阶段, 从0°至20°, 从20°至45°, 从45°至20°, 从20°至0°), 在收放运

动过程中, 同时模拟气动载荷加载。

1 总体设计

襟翼故障模拟试验台为襟翼正常工作提供地面故障试验平台, 具体组成部分包括试验台架、控制系统、加载系统及右外襟翼、PDU、扭力管、操纵作动筒等机载设备, 具体控制系统图见图1。

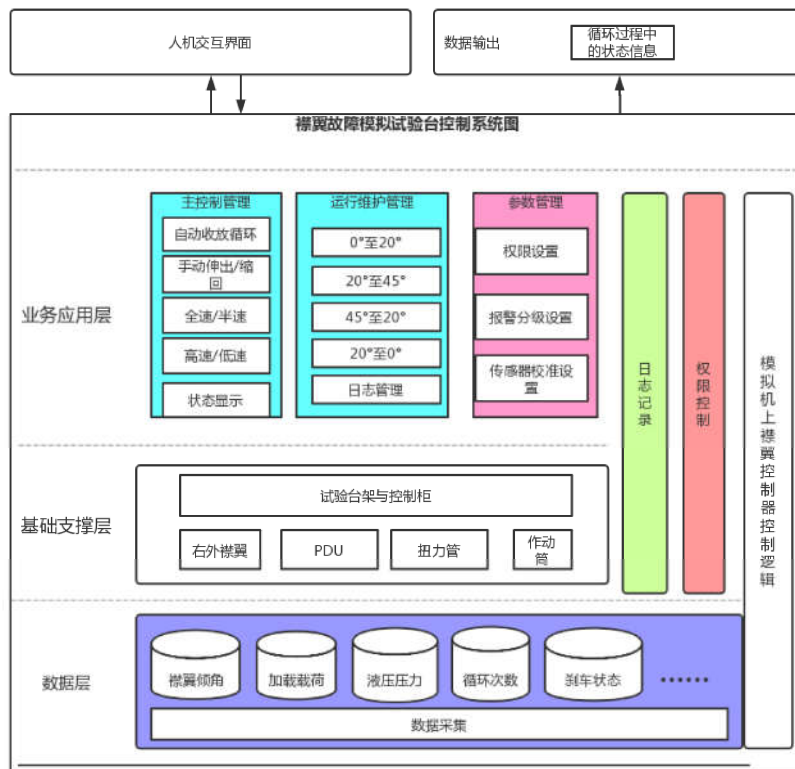


图1 襟翼故障模拟试验台控制系统图

按照机上安装要求,应用激光跟踪精确定位技术,将右外襟翼、PDU、扭力管、操纵作动筒安装到试验台架上;分别从加载系统的地面液压源将液压压力接入PDU中和加载作动缸中;从加载系统将两条加载作动缸安装于试验台架上,载荷传感器一端连接于加载作动缸输出端,一端连接于襟翼上的加载点。用定制的襟翼专用连接螺栓分别连接操纵作动筒与襟翼,组成襟翼收放运动副。通过控制系统控制襟翼收、放动作,并测量、记录试验过程中襟翼收、放时间、次数,襟翼收放角度。试验件安装示意图图2。

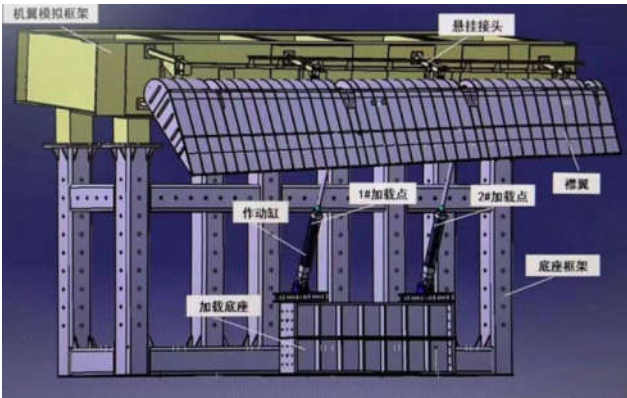


图2 试验件安装示意图

2 试验台架设计

设计一套试验台架,作为安装右外襟翼整套机载设备、加载作动缸的平台,包括机翼模拟框架(含襟翼悬挂安装支座、PDU安装支座、操纵作动筒安装支座),地面支撑台架、襟翼专用连接螺栓等组成。

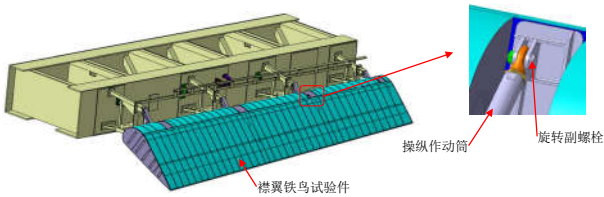


图3 襟翼专用连接螺栓安装示意图

3 控制系统设计

3.1 控制系统硬件选型

控制系统采用基于完全集成的混合信号系统型MCU芯片的单片机和8寸高清液晶触摸人机交互界面,用以替代机上襟翼控制器,实时监测角度、位置等襟翼状态参数,实现12位高精度ADC采样。

该系统是以单片机C8051F120为核心的控制系统,基于增强的CIP-51内核,其指令集与MCS-51完全兼容,具有标准8051的组织架构,集成了丰富的模拟资源和丰富的外部设备接口,在嵌入式领域的各个场合都得到了广泛的应用。

3.2 控制系统软件开发环境

该系统采用了Keil C51集成开发环境。集成了传感器AD采样、外围flash读写记录、开关量输入、继电器IO输出、串口彩屏显示、USB下载等功能,利用Keil C51这一编程环境,完美地实现了系统的集成处理,达到预期功能指标。

3.3 应用程序设计

系统通过ADC采样,将角度传感器电压信号转换为数字信号,并与预设参数比较,从而输出相应控制信号至PDU,驱动襟翼机构按机上顺序伸出或者缩回,如此往复运动。同时实时扫描机械限位开关信号,当机械限位信号触发后,输出相应控制信号至PDU,驱动襟翼机构停止动作。整个过程中,在触摸屏上显示实时角度、动作状态信息,并自动记录单次循环中的时间、角度等信息。当预设动作循环次数已完成或者单击“停止”按钮,可结束试验。试验结束后,可用U盘下载相关数据记录。

该系统预设参数后,全程自动化处理,非紧急情况无需人工参与。

3.3.1 程序结构图

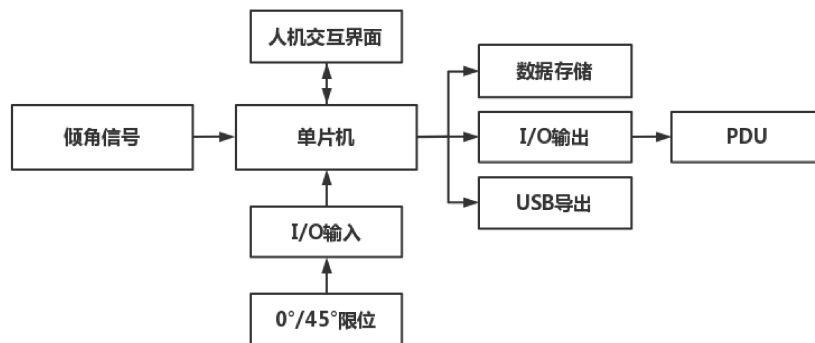


图4 程序结构图

3.3.2 程序流程图

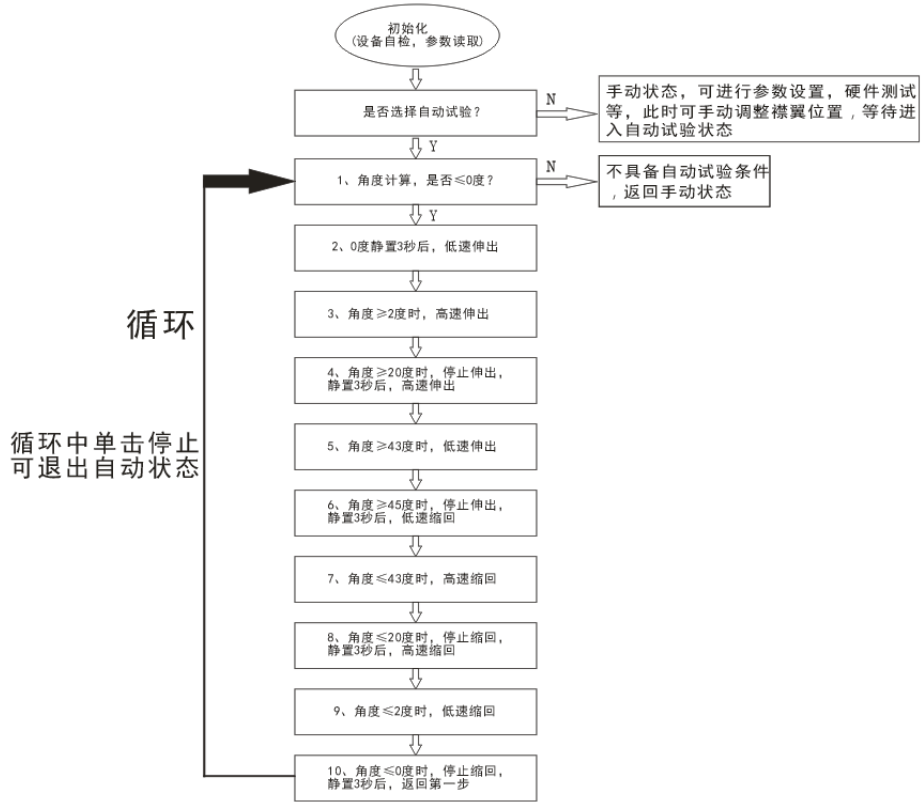


图5 程序流程图

3.3.3 部分代码示例

① 主循环

void main(void)

```

{
    uint xdata i=0;
    back[4]=1;back[5]=1;back[7]=1;back[8]=1;
    init();           //初始化
    readEpprom();    //读取存储数据
    while(1)
    {
        Bmp_Display( 0 );
        if( (z==0)&&((back[4]==0x00)&&(back[5]==0x01)&&(back[7]==0x00)&&(back[8]==0x01)))
            //参数设置
            {
                workSet();
                back[5]=0;back[7]=0;back[8]=0;
            }
        if( (z==0)&&((back[4]==0x00)&&(back[5]==0x02)&&(back[7]==0x00)&&(back[8]==0x01)))
            //角度校准
    
```

```

{
    heightSet();
    back[5]=0;back[7]=0;back[8]=0;
}
if( (z==0)&&((back[4]==0x00)&&(back[5]==0x03)&&(back[7]==0x00)&&(back[8]==0x01)))
    //时间校准
    {
        timeSet();
        back[5]=0;back[7]=0;back[8]=0;
    }
if( (z==0)&&((back[4]==0x00)&&(back[5]==0x04)&&(back[7]==0x00)&&(back[8]==0x01)))
    //手动控制
    {
        manualControl();
        back[5]=0;back[7]=0;back[8]=0;
    }
if( (z==0)&&((back[4]==0x00)&&(back[5]==0x05)&&(back[7]==0x00)&&(back[8]==0x01)))
    //自动控制
    {
    
```

```

    {
        autoControl();
        back[5]=0;back[7]=0;back[8]=0;
    }
    if( (z==0)&&((back[4]==0x00)&&(back[5]==0x0
6)&&(back[7]==0x00)&&(back[8]==0x01)) )
    //数据查询
    {
        datadisplay();
        back[5]=0;back[7]=0;back[8]=0;
    }
    if( (z==0)&&((back[4]==0x00)&&(back[5]==0x0
8)&&(back[7]==0x00)&&(back[8]==0x01)) )
    //数据清除
    {
        qingchu();
        back[5]=0;back[7]=0;back[8]=0;
    }
}
}
② ADC采样
uint ADO_READ(uchar ch)
{
    uint xdata buf[200],temp,i,j;
    long xdata sum=0;
    for(i=0;i < 200;i++)
    {
        buf[i] = ADC0_read(ch);
        WDTCN = 0xA5;
    }
    for(i=0;i < 200;i++)
    {
        for(j=i+1;j < 200;j++)
        {
            if(buf[i] < buf[j])
            {
                temp = buf[i];
                buf[i]=buf[j];
                buf[j]=temp;
            }
        }
    }
    sum = 0;
    for (i=25;i < 175;i++)

```

```

    {
        sum = sum + buf[i];
        WDTCN = 0xA5;
    }
    sum = sum/150.0;
    return ((uint)sum);
}

```

4 加载系统设计

加载系统由加载底座、加载作动缸系统、载荷传感器、地面油源等组成。襟翼收放过程中使用两台作动缸在襟翼下表面的两个加载点对襟翼施加相同载荷，每个加载点的载荷值与襟翼偏转角度成线性关系，当襟翼偏转角度最大为45°，对应的载荷值最大为20000N。

5 关键技术

基于单片机嵌入式系统在地面试验台的应用，实现试验自动化、数据采集、数据处理、数据存储、数据显示、数据下载等功能，提供机上襟翼控制器的低成本替代验证方案。

提供基于不同的直径的襟翼专用连接螺栓，研究飞机襟翼在转轴螺栓磨损时，对襟翼收放运动、操纵作动筒输出载荷影响的试验台。

结束语

襟翼故障模拟试验台综合考虑典型机构优化与设计验证的需要，技术信息基础、系统操纵和维修成本等要素，适用于模拟机上转动副的平台，该试验台方案具有如下优势：利用飞机改进前部件进行研究，及时为飞机改进改型提供试验数据支持，保障新构型机可靠机构的顺利研制，解决了研制过程中的痛点问题。

经过襟翼故障模拟试验，所设计的平台运行稳定，功能完好，可以满足襟翼故障模拟试验要求，所应用的单片机嵌入式系统控制技术可以在其他地面试验台中应用。

参考文献

- [1]【美】Cygna Integrated Products,Inc. (潘琢金 孙德龙 夏秀峰译)《C8251F单片机应用解析》北京航空航天大学出版社 2002
- [2]赵亮, 单片机C语言编程与实例, 北京: 人民邮电出版社, 2003.9
- [3]毛丽霞, 机电一体化系统中智能控制的应用研究[J], 科技展望, 2017, 27(03): 101+103.[2017-08-30]
- [4]王海峰,王宏亮,阳纯波.航空装备保障智能化发展认识与探讨[J].测控技术,2020,39(12):1-9.
- [5]王红,邢海波,陈洪全,等.航空装备测试技术体系及测试保障技术智能化发展分析[J].测控技术,2020,39(12):10-15.