



# 中华人民共和国国家军用标准

FL 5900

GJB 5189—2003

## 飞机供电特性参数测试方法

The Measurements of Parameters in Aircraft Power Supply System

Disclaimer: Copyright belongs to the original distribution units, here just only for learning  
and technical exchange, and for other commercial purposes is strictly prohibited.  
—By Shaanxi Zhenghong Aviation Science and Technology Electronic Co.,Ltd

2003—09—25 发布

2003—12—01 实施

国防科学技术工业委员会 发布

## 目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测试内容及对数字式测试设备的要求	1
4.1 测试内容	1
4.1.1 交流系统(恒频交流系统或变频交流系统)	1
4.1.2 直流系统(28V 或 270V 直流系统)	2
4.1.3 转换工作特性	2
4.1.4 电压尖峰的兼容性	2
4.1.5 供电瞬变特性的兼容性	2
4.2 对数字式测试设备的要求	2
4.2.1 一般要求	2
4.2.2 测试准确度	2
4.2.3 模数转换器位数	3
4.2.4 采样频率	3
4.2.5 同时采样要求	3
5 测试方法	3
5.1 恒频交流系统	3
5.1.1 稳态特性参数	3
5.1.2 瞬态特性参数	6
5.2 变频交流系统	6
5.3 直流系统(28V 或 270V 直流系统)	6
5.3.1 稳态特性参数	6
5.3.2 直流电压瞬变	7
5.4 电流参数	7
5.5 转换工作特性	7
5.6 电压尖峰的兼容性	7
5.7 供电瞬变特性的兼容性	8
5.7.1 耐非正常瞬变特性试验	8
5.7.2 正常瞬变特性试验	8
5.7.3 兼容性试验	9
附录 A (资料性附录) 飞机供电特性参数数字式测试系统	10
参考文献	12

## 前 言

本标准与国家军用标准 GJB 181A—2003《飞机供电特性》配套使用。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国航空工业第一集团公司提出。

本标准由中国航空综合技术研究所归口。

本标准起草单位：西北工业大学、中国航空综合技术研究所、航空工业 603 所等单位。

本标准主要起草人：张晓斌、郑先成、雷 涛、李颂伦、王宏霞、王守方、沈 兵、邓 健、冯 愚等。

# 飞机供电特性参数测试方法

## 1 范围

本标准规定了飞机供电特性参数数字采集式测试的内容、方法及对测试设备的要求。

本标准适用于飞机电源系统、配电系统及用电设备电源输入端电气参数的测试。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包含勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GJB 151A—1997 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求
- GJB 152A—1997 军用设备和分系统电磁发射和敏感度测量
- GJB 181A—2003 飞机供电特性
- GJB 1389—1992 系统电磁兼容性要求

## 3 术语和定义

GJB 181A—2003 确定的术语和定义适用于本标准。

## 4 测试内容及对数字式测试设备的要求

### 4.1 测试内容

#### 4.1.1 交流系统(恒频交流系统或变频交流系统)

##### 4.1.1.1 稳态特性参数

需测试的稳态特性参数如下：

- a) 交流电压；
- b) 稳态交流电压；
- c) 电压不平衡；
- d) 电压调制幅度；
- e) 电压相位差；
- f) 畸变系数；
- g) 畸变频谱；
- h) 波峰系数；
- i) 直流分量；
- j) 稳态频率；
- k) 频率调制幅度；
- l) 稳态电流。

##### 4.1.1.2 瞬态特性参数

需测试的瞬态特性参数如下：

- a) 瞬态峰值电压；
- b) 电压瞬变；

- c) 频率瞬变;
- d) 电流瞬变。

#### 4.1.2 直流系统(28V 或 270V 直流系统)

##### 4.1.2.1 稳态特性参数

需测试的稳态特性参数如下:

- a) 稳态电压;
- b) 畸变系数;
- c) 畸变频谱;
- d) 脉动幅度;
- e) 稳态电流。

##### 4.1.2.2 瞬态特性参数

需测试的瞬态特性参数如下:

- a) 直流电压瞬变;
- b) 直流电流瞬变。

##### 4.1.3 转换工作特性

需测试的参数: 转换工作时间。

##### 4.1.4 电压尖峰的兼容性

需测试的项目如下:

- a) 耐受电压尖峰试验;
- b) 所产生电压尖峰的波形。

##### 4.1.5 供电瞬变特性的兼容性

###### 4.1.5.1 耐非正常瞬变特性试验

需测试、试验的项目如下:

- a) 耐过压、欠压极限试验;
- b) 耐过频、欠频极限试验。

###### 4.1.5.2 正常瞬变特性试验

需测试、试验的项目如下:

- a) 正常电压瞬变试验;
- b) 正常频率瞬变试验。

###### 4.1.5.3 兼容性试验

需测试、试验的项目如下:

- a) 所产生电压瞬变特性;
- b) 所产生频率瞬变特性。

#### 4.2 对数字式测试设备的要求

##### 4.2.1 一般要求

所用测试设备应符合本标准中单项测试方法的规定; 应能适应 GJB 181A—2003 所规定的极限值; 除另有规定外, 数字式测试设备应符合 4.2.2~4.2.5 中所规定的基本要求; 还应经正式鉴定合格和按有关规定进行过校验, 并经订购方认可。

##### 4.2.2 测试准确度

各主要特性参数的测试准确度应满足如下要求:

- a) 稳态交流电压: 在稳态交流电压为额定值时, 测量的相对误差应在  $\pm 0.5\%$  范围内;
- b) 瞬态交流电压: 在最大极限范围时, 测量的相对误差应在  $\pm 1.0\%$  范围内;
- c) 稳态交流电流: 在稳态交流电流为额定值时, 测量的相对误差应在  $\pm 1.0\%$  范围内;

- d) 稳态直流电压: 在稳态直流电压为额定值时,测量的相对误差应在 $\pm 0.5\%$ 范围内;
- e) 瞬态直流电压: 在最大极限范围时,测量的相对误差应在 $\pm 1.0\%$ 范围内;
- f) 稳态直流电流: 在稳态直流电流为额定值时,测量的相对误差应在 $\pm 1.0\%$ 范围内;
- g) 稳态频率: 在稳态频率为 400Hz 时,测量的相对误差应在 $\pm 0.1\%$ 范围内;
- h) 瞬态频率: 在最大极限范围时,测量的相对误差应在 $\pm 0.2\%$ 范围内;
- i) 电压相位差: 在电压相位差为 $116^\circ \sim 124^\circ$ 范围内测量的绝对误差应在 $\pm 0.2^\circ$ 范围内;
- j) 畸变频谱幅值(以方均根值 1.0V 为基准的分贝数)的误差在:
  - 1)  $f \leq 50\text{kHz}$ :  $\pm 2 \text{ dB}$  范围内;
  - 2)  $f > 50\text{kHz}$ :  $\pm 5 \text{ dB}$  范围内。

#### 4.2.3 模数转换器位数

模数转换器位数应不低于 12 bit,以达到测试分辨率的要求。

#### 4.2.4 采样频率

##### 4.2.4.1 一般要求

测试设备的采样频率应按被测参数的特点与测试准确度的要求确定。

##### 4.2.4.2 稳态交、直流电流

测试稳态交、直流电流的采样频率应不低于 20 kHz。

##### 4.2.4.3 稳态时的交流电压、稳态交流电压、稳态频率、稳态直流电压

测试稳态时的交流电压、稳态交流电压、稳态频率、稳态直流电压的采样频率应不低于 72kHz。

##### 4.2.4.4 瞬态交、直流电压参数与直流电压脉动幅度

测试瞬态交、直流电压参数与直流电压脉动幅度的采样频率应不低于 200 kHz。

##### 4.2.4.5 交、直流电压的畸变频谱

测试交直流电压畸变频谱的采样频率应不低于 1MHz。

#### 4.2.5 同时采样要求

为了满足对某些参数同时进行测试的要求,测试设备应有实现同时对这些参数进行采样的措施。为保证对三相交流电压、三相交流电流的同时采样,测试设备的通道数一般应不少于 6 路。

### 5 测试方法

#### 5.1 恒频交流系数

##### 5.1.1 稳态特性参数

###### 5.1.1.1 交流电压

按 4.2.4.3 所规定的采样频率采集稳态时相电压瞬时值,按式(1)计算相电压每一半波的方均根值,即为交流电压。

$$U_i = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m u_i^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$U_i$ ——每一半波电压方均根值,单位为伏(V);

$m$ ——每一半波总采样次数;

$i$ ——采样序列,  $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ;

$u_i$ ——采样点的电压瞬时值,单位为伏(V)。

###### 5.1.1.2 稳态交流电压

按 4.2.4.3 所规定的采样频率同时采集稳态时三相电压瞬时值,采集时间各相均取小于并最接近 1s 期间整数个电压周波所对应的时间  $T_w$ ,并且各相采集起始瞬间的时间差互不超过 1 个电压周波所对应的时间。按式(2)分别计算出各相的稳态交流电压。

$$U = \sqrt{\frac{1}{T_w} \sum_{i=1}^n u_i^2 \Delta t} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $U$  —— 稳态交流电压,单位为伏(V);
- $T_w$  —— 小于并最接近 1s 期间整数个电压周波所对应的时间,单位为秒(s);
- $n$  —— 总采样次数 ( $n \cdot \Delta t \approx T_w$ );
- $i$  —— 采样序列,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ;
- $u_i$  —— 采样点的电压瞬时值,单位为伏(V);
- $\Delta t$  —— 采样周期,单位为秒(s)。

5.1.1.3 电压不平衡

将 5.1.1.2 稳态交流电压测试中,由式(2)分别计算出的三相稳态交流电压  $U_A, U_B, U_C$  代入式(3)计算三相电压不平衡:

$$U_\varepsilon = \max[|U_A - U_B|, |U_B - U_C|, |U_C - U_A|] \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $U_\varepsilon$  —— 三相电压不平衡,单位为伏(V)。

5.1.1.4 电压调制幅度

按 4.2.4.3 所规定的采样频率同时采集稳态时三相电压瞬时值,采集时间各相均取小于并最接近 1s 期间整数个电压周波所对应的时间,并且各相采集起始瞬间的时间差互不超过 1 个电压周波所对应的时间。按式(1)计算出各相电压每一半波的方均根值,分别以  $U_{Ai}, U_{Bi}, U_{Ci} (i = 1, 2, 3, \dots, n)$  表示;分别求出其中各相的极大值与极小值:  $U_{Ai,max}, U_{Ai,min}, U_{Bi,max}, U_{Bi,min}, U_{Ci,max}, U_{Ci,min}$ 。

分别代入式(4),计算电压调制幅度:

$$U_{TZ} = \max[U_{Ai,max} - U_{Ai,min}, U_{Bi,max} - U_{Bi,min}, U_{Ci,max} - U_{Ci,min}] \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- $U_{TZ}$  —— 电压调制幅度,单位为伏(V)。

5.1.1.5 电压相位差

按 4.2.4.3 所规定的采样频率采样,并用线性拟合法求出三相电压基波的正相过零点,测量两相电压基波相邻正向过零点之间的时间间隔,按式(5)计算两相电压基波之间的电角度之差:

$$\theta = \frac{t_\theta}{T_\theta} \cdot 360^\circ \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- $\theta$  —— 电压相位差(两相电压基波之间的电角度之差),单位为度(°);
  - $t_\theta$  —— 两相电压基波相邻正向过零点之间的时间间隔,单位为秒(s);
  - $T_\theta$  —— 基准相电压基波波形相邻正向过零点之间的时间间隔(周期),单位为秒(s)。
- 应测出三相电压中每两对相电压的电压相位差,与规定值进行比较。

5.1.1.6 交流畸变系数

交流畸变系数是交流畸变与电压基波分量方均根值之比,测试时应先求出交流畸变,即交流波形除基波以外电压的方均根值。按 4.2.4.5 所规定的采样频率采样,并按式(6)计算交流畸变。

$$U_{II} = \sqrt{\frac{1}{T_w} \sum_{i=1}^n (u_{II})^2 \cdot \Delta t} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- $U_{II}$  —— 交流畸变,单位为伏(V);
- $T_w$  —— 小于并最接近 1s 期间整数个电压周波所对应的时间,单位为秒(s);

$u_{\text{ji}}$ ——交流畸变波形采样点的电压瞬时值,单位为伏(V);

$n$ ——总采样次数( $n \cdot \Delta t \approx T_w$ );

$i$ ——采样序列,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ;

$\Delta t$ ——采样周期,单位为秒(s)。

由式(6)所得的结果,按式(7)计算交流畸变系数。

$$k_{\text{II}} = \frac{U_{\text{II}}}{U_1} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$k_{\text{II}}$ ——交流畸变系数;

$U_{\text{II}}$ ——交流畸变,单位为伏(V);

$U_1$ ——基波分量方均根值,单位为伏(V)。

#### 5.1.1.7 交流畸变频谱

按 4.2.4.5 所规定的采样频率采集稳态交流畸变波形瞬时值,采集时间取稳态交流电压所对应的时间  $T_w$ ;将所采集的数据用离散傅里叶变换算法计算出每一频率分量的幅度即为交流畸变频谱。

#### 5.1.1.8 波峰系数

按 4.2.4.3 所规定的采样频率同时采集稳态时三相电压瞬时值,采集时间各相均取大于并最接近 1s 期间整数个电压周波所对应的时间,并且各相采集起始瞬间的时间差互不超过 1 个电压周波所对应的时间。测量并计算各相每个半波电压波形峰值的绝对值与方均根值之比的极值。

先按式(1)计算出每半波电压方均根值  $U_i$ ,再在同一半波内按抛物线插值法求出其峰值电压  $U_{\text{pi}}$ ,按式(8)计算其波峰系数:

$$F_i = \frac{|U_{\text{pi}}|}{U_i} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$F_i$ ——波峰系数;

$U_{\text{pi}}$ ——每半波的峰值电压,单位为伏(V);

$U_i$ ——对应半波电压的方均根值,单位为伏(V)。

从所得一系列  $F_i$  中求出极值。

#### 5.1.1.9 交流电压直流分量

按 4.2.4.3 所规定的采样频率对稳态时相电压瞬时值进行采样(可将基波滤去后再进行采集),采集时间取小于并最接近 1s 期间整数个电压周波所对应的时间。

按式(9)分别计算三相交流电压直流分量(绝对误差应小于 0.01V):

$$U_{\text{IZ}} = \frac{\sum_{i=1}^n u_i}{n} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$U_{\text{IZ}}$ ——交流电压直流分量,单位为伏(V);

$u_i$ ——采样点的电压瞬时值,单位为伏(V);

$i$ ——采样序列,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ;

$n$ ——小于并最接近 1s 期间整数个电压周波所对应时间的总采样次数。

#### 5.1.1.10 稳态频率

按 4.2.4.3 所规定的采样频率采样,采集时间取小于并最接近 1s 期间整数个( $N$ 个)电压周波所对应的总时间  $T_w$ ,按式(10)计算稳态频率。



$$f = \frac{N}{T_w} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

- $f$ ——稳态频率,单位为赫兹(Hz);
- $N$ ——小于并最接近 1s 期间整数个电压周波数;
- $T_w$ ——对应  $N$  个电压周波的总时间,单位为秒(s)。

5.1.1.11 频率调制幅度

按 4.2.4.4 所规定的采样频率采样,采集并计算交流电压每个周波的周期(s)取倒数得出相应的频率(Hz),求出 1min 内频率的最大值  $f_{max}$ 、最小值  $f_{min}$ ,按式(11)计算频率调制幅度。

$$f_T = f_{max} - f_{min} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

- $f_T$ ——频率调制幅度,单位为赫兹(Hz)。

5.1.2 瞬态特性参数

5.1.2.1 瞬态峰值电压

按 4.2.3.4 所规定的采样频率采样,采集时间从瞬变开始不少于 0.15s,测出瞬态峰值电压。

5.1.2.2 交流电压瞬变

按 4.2.4.4 所规定的采样频率采样,采集时间从瞬变开始不少于 0.15s,求出每半波电压的方均根值,绘制交流电压瞬变变化曲线并与正常交流电压瞬变包络线比较。

按 4.2.4.3 所规定的采样频率采样,采集时间从瞬变开始不少于 20s,采集后按式(1)求出每半波电压的方均根值,绘制交流电压变化曲线并与交流过压、欠压极限曲线比较。

5.1.2.3 频率瞬变

按 4.2.4.4 所规定的采样频率采样,采集时间从瞬变开始不少于 12s,求出每个电压周波的频率值,绘制交流频率瞬变变化曲线,并与正常交流频率瞬变包络线及交流过频或欠频极限曲线比较。

5.2 变频交流系统

变频交流系统参数测试的数据采集和处理方法与 5.1 恒频交流系统相同,但采样频率应按变频系统频率的高限与恒频系统额定频率之比相应提高。

5.3 直流系统(28V 或 270V 直流系统)

5.3.1 稳态特性参数

5.3.1.1 稳态直流电压

按 4.2.4.3 所规定的采样频率采样,采集稳态时电压的瞬时值,采集时间小于并趋近于 1s,取时间平均值,按式(12)计算稳态直流电压。

$$U_Z = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n u_{Zi} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

- $U_Z$ ——稳态直流电压,单位为伏(V);
- $u_{Zi}$ ——采样点电压瞬时值,单位为伏(V);
- $i$ ——采样序列,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ;
- $n$ ——小于并趋近于 1s 期间总采样次数。

5.3.1.2 直流畸变系数

先测试计算直流畸变。按 4.2.4.5 所规定的采样频率采样,采集时间小于并趋近于 1s,并按式(13)计算出直流畸变:

$$U_{Zd} = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (u_{Zi})^2 \Delta t} \dots\dots\dots (13)$$

式中:

$U_{Z1}$ ——直流畸变,单位为伏(V);

$T$ ——采集时间,单位为秒(s);

$u_{Zi}$ ——直流畸变波形采样点的电压瞬时值,单位为伏(V);

$i$ ——采样序列,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ;

$n$ ——总采样次数( $n \cdot \Delta t = T$ );

$\Delta t$ ——采样周期,单位为秒(s)。

由式(13)所得的结果与按式(12)所得结果计算直流畸变与稳态直流电压之比即为直流畸变系数,如式(14)所示:

$$k_{Z1} = \frac{U_{Z1}}{U_Z} \dots\dots\dots (14)$$

式中:

$k_{Z1}$ ——直流畸变系数;

$U_{Z1}$ ——直流畸变,单位为伏(V);

$U_Z$ ——稳态直流电压,单位为伏(V)。

### 5.3.1.3 直流畸变频谱

按 4.2.4.5 所规定的采样频率采集稳态时直流电压中的交流电压分量,采集时间小于并趋近于 1s;将所采集的数据用离散傅里叶变换算法计算出每一频率分量的幅度,即为直流畸变频谱。

### 5.3.1.4 直流电压脉动幅度

按 4.2.4.4 所规定的采样频率采样,采集稳态时直流电压的瞬时值,采集时间小于并趋近于 1s,从所采集的瞬时电压中求出最大值  $U_{\max}$  和最小值  $U_{\min}$  并按式(12) 求出稳态直流电压  $U_Z$ 。然后按式(15)求出直流电压脉动幅度:

$$U_{ZM} = \max[U_{\max} - U_Z, U_Z - U_{\min}] \dots\dots\dots (15)$$

式中:

$U_{ZM}$ ——直流电压脉动幅度,单位为伏(V)。

### 5.3.2 直流电压瞬变

按 4.2.4.4 所规定的采样频率采样,采集时间从瞬变开始不少于 0.15s,测出直流电压瞬变,绘出直流电压变化曲线并与直流正常电压瞬变包络线比较。

按 4.2.4.3 所规定的采样频率采样,采集时间从瞬变开始不少于 20s,测出瞬变直流电压,绘出直流电压变化曲线并与直流过压或欠压极限曲线比较。

## 5.4 电流参数

恒频交流系统和直流系统中电流参数的测试方法可分别采用两种系统中相应电压参数的测试方法。采样频率在稳态时可参照 4.2.4.2 中的规定;瞬态时应适当提高采样频率。

变频交流系统中电流参数的测试方法可参照恒频交流系统中电流参数的测试方法;但采样频率应相应提高。

## 5.5 转换工作特性

在汇流条或电源转换时,测量电压和频率处在零和正常工作极限之间变化的时间。采用相应电压和频率瞬态测试的方法对测量点的波形监测,通过计算确定出转换工作时间。

## 5.6 电压尖峰的兼容性

按照 GJB 152A—1997 中 CE107、CS106、CS115 所规定的测试设备与测试方法对用电设备进行试验。测试结果应符合 GJB 151A—1997、GJB 1389—1992 的有关规定。

用电设备任何工作状态或工作状态改变也不应产生超过 GJB 151A—1997 中 CE107、CS106、CS115

及 GJB 1389—1992 中 4.2.8 所规定的尖峰或脉冲。

## 5.7 供电瞬变特性的兼容性

### 5.7.1 耐非正常瞬变特性试验

#### 5.7.1.1 耐过压、欠压极限试验

先使用电设备在正常稳态供电特性下工作 5min, 再进行过压、欠压试验 3 个循环。

每个循环在施加过压过程后立即恢复正常供电 10s, 再在施加欠压过程后立即恢复正常供电 10s, 接着进行下一个循环试验。

各类用电设备施加过压、欠压的参数如下:

a) 恒频交流用电设备:

- 1) 过压 180V(方均根值), 持续时间 50ms;
- 2) 欠压 0V, 持续时间 7s。

b) 变频交流用电设备:

- 1) 过压  $180 f/420V$ (方均根值) 其中  $f$  为变频系统频率的上限值, 持续时间 50ms;
- 2) 欠压 0V, 持续时间 7s。

c) 低压直流用电设备:

- 1) 过压 50V, 持续时间 50ms;
- 2) 欠压 0V, 持续时间 7s。

d) 高压直流用电设备:

- 1) 过压 350V, 持续时间 50ms;
- 2) 欠压 0V, 持续时间 7s。

经过压、欠压极限试验后, 用电设备应不发生任何故障, 并在恢复正常供电后正常工作。

#### 5.7.1.2 耐过频、欠频极限试验

交流用电设备经耐过压、欠压极限试验后, 还应进行过频、欠频极限试验。实验时先使交流用电设备在正常稳态供电特性下工作 3min, 再进行耐过频、欠频试验 3 个循环。每个循环中过频与欠频之间及各次循环之间的时间间隔均为 10s 的正常供电时间。

施加过频、欠频的参数如下:

a) 恒频交流用电设备:

- 1) 过频为 480Hz, 持续时间 5s;
- 2) 欠频为 0Hz, 持续时间 7s。

b) 变频交流用电设备:

- 1) 过频为频率范围的上限, 持续时间 5s;
- 2) 欠频为 0Hz, 持续时间 7s。

经过频、欠频极限试验后, 交流用电设备应不发生任何故障并在恢复正常供电后正常工作。

## 5.7.2 正常瞬变特性试验

### 5.7.2.1 正常电压瞬变试验

先使用电设备在正常稳态供电特性下工作 3min, 将供电特性的电压按照 GJB 181A—2003 所规定各类正常电压瞬变包络线变化, 对各类用电设备进行试验。

试验进行 3 个循环, 每个循环为先按额定电压以上的一条曲线进行试验, 在电压达到稳态后立即按额定电压以下的一条曲线进行试验。每次循环之间正常供电 10s。

用电设备在试验过程中及经试验后正常稳态供电时均应能正常工作。

### 5.7.2.2 正常频率瞬变试验

交流用电设备经正常电压瞬变试验后还应进行正常频率瞬变试验。试验时, 先使用电设备在正常稳态供电特性下工作 3min, 将供电特性的频率按 GJB 181A—2003 所规定的正常频率瞬变包络线变化, 对

交流用电设备进行试验。

试验进行 3 个循环,每个循环先按最大极限曲线(变频系统为频率的上限 10s)进行试验,在频率达到稳态后即按最小极限曲线(变频系统为频率的下限 10s)进行试验。每次循环之间正常供电 10s。

交流用电设备在试验过程中及经试验后正常稳态供电时均应能正常工作。

### 5.7.3 兼容性试验

对用电设备正常稳态供电,改变用电设备的工作状态(包括接通、断开),检测用电设备电源输入端电压、频率的变化,不应因用电设备工作状态的改变导致供电特性超出 GJB 181A—2003 所规定的正常瞬变特性曲线。

附 录 A  
(资料性附录)  
飞机供电特性参数数字式测试系统

### A.1 概述

本附录介绍的测试系统,是按照本标准规定专用于飞机供电特性测试的虚拟仪器,适用于按照 GJB 181A-2003 标准对飞机电源系统、配电系统及用电设备电源输入端电气特性参数的测试。此设备可以根据测试的需求加配软件,按照其他不同的标准(如:国军标 GJB 181—1986;美军标 MIL—STD—704A、MIL—STD—704B、MIL—STD—704C、MIL—STD—704D、MIL—STD—704E;国际标准 ISO/CD 1540;俄罗斯标准 ГОСТ 19705;英国标准 BS13G100: part 3;法国标准 AIR 2021E 等)对飞机供电特性进行测试。

### A.2 性能

#### A.2.1 测试内容

可测试交流、直流系统的各项供电特性参数。

#### A.2.2 采样频率

单通道最高采样频率 1.25MHz。

#### A.2.3 模数转换器

模数转换器为 12 位 A/D。

#### A.2.4 测试平台

专用 PXI 数据采集平台,主机为高性能工控机,满足大量数据采集、分析的需要。

#### A.2.5 准确度

各主要特性参数的测试准确度为:

- a) 稳态交、直流电压测量在电压为额定值时相对误差在  $\pm 0.2\%$  范围内;
- b) 瞬态交、直流电压测量在电压为最大极限时相对误差在  $\pm 0.5\%$  范围内;
- c) 交、直流电流测量在电流为额定值时相对误差在  $\pm 0.8\%$  范围内;
- d) 稳态、瞬态频率测量当频率在正常瞬变范围内时相对误差在  $\pm 0.05\%$  范围内;
- e) 电压相位差测量( $110^\circ \sim 130^\circ$  范围内)测量的绝对误差在  $\pm 0.1$  范围内;
- f) 畸变频谱幅值(以方均根值 1.0V 为基准的分贝数)的误差在:
  - 1)  $f \leq 50\text{kHz}$ :  $\pm 2\text{dB}$  范围内;
  - 2)  $f > 50\text{kHz}$ :  $\pm 5\text{dB}$  范围内。

#### A.2.6 测量极限

电压、电流的测量极限为:

- a) 交流电压极限: 峰值 300V(用于恒频交流系统);峰值 500V(用于变频交流系统);
- b) 直流电压极限: 80V(用于低压直流系统);400V(用于高压直流系统);
- c) 交、直流电流极限: 由相应的电流变换器量程确定。

### A.3 采样方式

#### A.3.1 采样

##### A.3.1.1 多路同时采样方式

可同时采集交流三相电压、三相电流,以保证对有关参数测量的同时性。电压每路采样频率为

80kHz; 电流每路采样频率为 20kHz。这种采样方式测交流稳态电压、电流、电压相位差、三相电压不平衡、电压调制、交流电压的直流分量、频率和直流稳态电压等绝大部分参数。

#### A.3.1.2 单路快速采样方式

第一种采样频率为 300kHz, 用于测量瞬态电压参数和直流电压脉动。

第二种采样频率为 1.25MHz。用于测量交、直流畸变。

### A.4 测试系统组成和工作原理

该测试系统采用虚拟仪器技术和高级信号处理技术, 通过通用的数据采集硬件平台, 结合灵活的软件技术, 可以对国军标 GJB 181A—2003 中所规定的需采用特殊数据采集和分析方法的参数进行测试, 此外, 还具有按照实验要求自动控制负载的加、卸功能。飞机供电特性参数数字式测试系统主要由主计算机、PXI 数据采集系统、信号接口箱及相应的传感器等组成, 系统的结构图如图 A.1 所示。

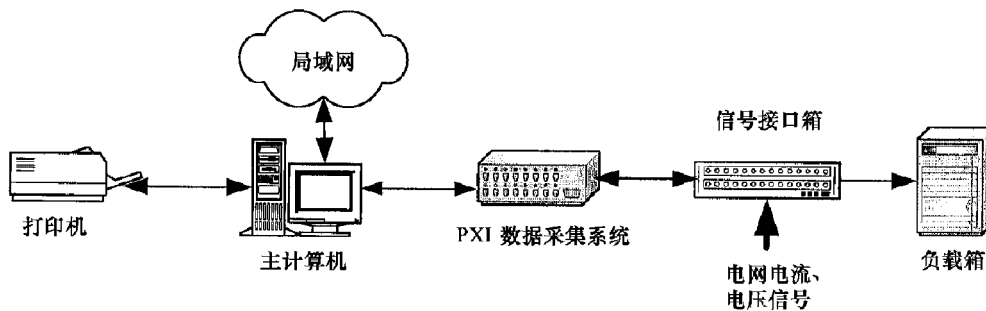


图 A.1 飞机供电特性参数数字式测试系统结构图

测试系统各部分功能和工作原理如下所述:

信号接口箱完成电压信号的衰减、电流—电压信号的转换、畸变信号的调理及功率继电器信号输出等功能。调理后的模拟信号送入 PXI 数据采集系统进行采样, 同时接口箱输出继电器功率信号控制接触器接通、断开负载, 完成瞬态特性参数及转换特性测试。

数据采集系统采用开放式、模块化专用测试平台 PXI 总线数据采集系统, 通过 MXI-3 总线完成与主计算机间的控制命令和测试数据的交换。MXI-3 直接映射内存空间, 其持续数据吞吐率可达 80Mbytes/s, 峰值吞吐率可达 133Mbytes/s, 完全能够满足测试系统的需要。PXI 高精度数据采集卡有 64 个单端或 32 个差分通道。PXI 数据采集系统根据主计算机的指令完成各参数的测试, 并把测量数据传输到主计算机, 同时还输出数字量信号驱动信号接口箱中的负载控制继电器完成对负载的控制。

采用虚拟仪器技术, 由硬件解决信号的输入和输出, 软件完成各种数值分析和信号处理等任务。本系统采用 WINDOWS 2000 操作系统作为主计算机的软件平台, 编程语言采用 LabVIEW 和 C++ 语言, LabVIEW 是数据流图形化虚拟仪器软件开发平台, 具有信号处理和数值分析函数, 使测试软件的性能和可靠性有保障。

整个软件设计采用模块化结构, 主要包括实验控制软件和测量分析软件, 实验控制软件根据试验设定的负载参数要求, 完成实验参数的设置, 由计算机自动进行负载管理。测试软件主要实时完成数据采集、记录和信号处理, 同时软件还实现数据编辑、回放、过程显示, 并按国军标 GJB 181A—2003 所规定参数的限制曲线自动生成实验报表, 便于试验结果的分析。所有测试结果都可以自动生成报表, 各测试模块可输出相应的标准曲线, 打印实测的有关波形。此外, 还具有存盘功能, 可分析历史数据。

参 考 文 献

- [1] ISO/CD 1540 飞机电气系统特性
- [2] MIL-STD-704A 飞机供电特性及应用
- [3] MIL-STD-704B 飞机供电特性
- [4] MIL-STD-704C 飞机供电特性
- [5] MIL-STD-704D 飞机供电特性
- [6] MIL-STD-704E 飞机供电特性
- [7] AIR 2021E 飞机电气系统特性
- [8] BSI 3G100: part 3 飞机供电特性
- [9] TOCT 19705 飞机和直升机供电系统通用要求和电能质量规定

**GJB 5189—2003**

Disclaimer: Copyright belongs to the original distribution units, here just only for learning  
and technical exchange, and for other commercial purposes is strictly prohibited.  
--By Shaanxi Zhenghong Aviation Science and Technology Electronic Co.,Ltd

中 华 人 民 共 和 国  
国家军用标准  
飞机供电特性参数测试方法  
GJB 5189—2003

\*

国防科工委军标出版发行部出版  
(北京东外京顺路7号)  
国防科工委军标出版发行部印刷车间印刷  
国防科工委军标出版发行部发行  
版权专有 不得翻印

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1¼ 字数 32 千字  
2003 年 12 月第 1 版 2003 年 12 月第 1 次印刷  
印数 1—400

\*

军标出字第 5497 号 定价 10.00 元