



# 中华人民共和国国家军用标准

FL 0150

GJB/J 3603-99

---

## 低频相位计检定规程

Verification regulation for low frequency phasemeter

1999-03-24 发布

1999-09-01 实施

---

中国人民解放军总装备部 批准

# 中华人民共和国国家军用标准

## 低频相位计检定规程

Verification regulation for low frequency phasemeter

GJB/J 3603-99

### 1 范围

#### 1.1 主题内容

本检定规程规定了低频相位计的技术要求、检定条件、检定项目、检定方法、检定结果的处理和检定周期。

#### 1.2 适用范围

本检定规程适用于新制造、新购置、使用中和修理后的 200kHz 及其以下低频相位计的检定。

### 2 引用文件

本章无条文。

### 3 定义

本章无条文。

### 4 一般要求

#### 4.1 受检测量器具的用途和原理

低频相位计是对两个同频率正弦信号的相位差进行直接测量的测量器具。它是由整形器、鉴相器和指示器构成。其工作原理是采用过零鉴相检测出正比于两被测信号相位差的相邻过零点之间的时间间隔,度量此时间间隔的大小即为两信号的相位差。指示器可以是计数器,用脉冲填充法度量;也可以是数字电压表,用相位方波的平均电压度量。低频相位计主要用于相控阵雷达、无线电导航系统、自动控制系统的测距和定位,电力系统中相电压的相位差测量等。在计量部门中精密相位计可作为相位测量标准。

#### 4.2 技术要求

##### 4.2.1 外观及附件

被检低频相位计应外观完好,无影响正常工作的机械损伤。附件齐全,应有使用说明书,非首次检定应有前次检定证书。

##### 4.2.2 工作正常性

被检低频相位计应工作正常。

##### 4.2.3 技术指标

- a. 频率范围:5Hz~200kHz;
- b. 相位测量范围:  $-180^{\circ} \sim +180^{\circ}$  或  $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ ;

总装备部 1999-03-24 发布

1999-09-91 实施

- c. 相位测量最大允许误差:  $\pm(0.015^\circ \sim 1.0^\circ)$ ;
- d. 幅度-相位特性: 两路(或一路)输入信号幅度每变化 20dB 引起相位测量误差:  $\pm(0.1^\circ \sim 1.0^\circ)$ ;
- e. 盲区: 在  $-180^\circ \sim +180^\circ$  范围时为:  $-180^\circ \sim [-180^\circ + (20f_m)^\circ]$  和  $[+180^\circ - (20f_m)^\circ] \sim +180^\circ$ ; 在  $0^\circ \sim 360^\circ$  范围时为:  $0^\circ \sim [0^\circ + (20f_m)^\circ]$ 、 $[360^\circ - (20f_m)^\circ] \sim 360^\circ$ , ( $f_m$  为工作频率除以 1MHz);
- f. 输入电平: 10mV~100V(有效值)。

### 4.3 检定条件

#### 4.3.1 环境条件

- a. 温度:  $23 \pm 5^\circ\text{C}$ ;
- b. 相对湿度: 不大于 80%;
- c. 供电电源: 电压  $220 \pm 10\text{V}$ , 频率  $50 \pm 2\text{Hz}$ ;
- d. 其它: 周围无影响检定系统正常工作的机械振动和电磁干扰。

#### 4.3.2 检定用设备

检定所用设备必须经过法定计量技术机构检定合格,并在有效期内。

##### 4.3.2.1 标准相角发生器

频率范围: 1Hz~200kHz;

相角范围:  $0.000^\circ \sim 360^\circ$ ;

最大相角允许误差: 两路幅度均等于 5V 时,  $\pm(0.005^\circ \sim 0.020^\circ)$ ; 两路幅度在 50mV~100V 范围内,  $\pm[(5 + 0.05R) \times 0.001^\circ \sim (40 + 0.4R) \times 0.001^\circ]$  ( $R$  为两路信号幅度的比值);

输出波形: 正弦波;

输出信号失真度: 0.04%~0.2%;

输出电压范围: 50mV~100V 有效值;

频率最大变化量:  $1 \times 10^{-5}/\text{d}$ ;

输出阻抗: 小于  $0.5\Omega$ 。

##### 4.3.2.2 标准移相器

频率范围: 5Hz~200kHz;

移相范围:  $0.000^\circ \sim 360^\circ$ ;

最大相角允许误差:  $\pm(0.010^\circ \sim 0.13^\circ)$ ;

输出信号失真度: 信号发生器的输出信号经标准移相器后,其输出波形失真度保持不变;

输出阻抗: 小于  $1.6\Omega$ 。

##### 4.3.2.3 信号发生器

频率范围: 1Hz~200kHz;

频率最大变化量:  $2 \times 10^{-5}/2\text{h}$ ;

输出电压: 10mV~10V;

输出信号失真度: 0.04%~0.3%。

#### 4.3.2.4 可变衰减器

衰减范围:0~60dB,每1dB步进;  
输入、输出阻抗:50Ω(电阻式);  
相对相移:0.1°/10dB。

#### 4.3.2.5 交流电压表

频率范围:5Hz~200kHz;  
电压测量范围:10mV~10V。

#### 4.3.2.6 移相器

频率范围:5Hz~200kHz;  
移相范围:0°~360°。

#### 4.3.2.7 精密相位计

频率范围:5Hz~200kHz;  
测量范围:−180°~+180°;或0°~360°;  
相位分辨力:0.01°或0.001°;  
最大相位允许误差:±(0.01°~0.05°)。

#### 4.3.2.8 电缆及连接器

相同连接器、相同长度电缆。

#### 4.3.2.9 三通连接器

BNC三通两只。

### 5 详细要求

#### 5.1 检定项目

- a. 检定前检查;
- b. 相位测量误差;
- c. 幅度—相位特性;
- d. 盲区检查。

#### 5.2 检定方法

##### 5.2.1 检定前检查

###### 5.2.1.1 附件及外观

用目视法,检查被检低频相位的外观及附件,应符合4.2.1条的规定。

###### 5.2.1.2 工作正常性检查

被检低频相位计通电后应工作正常,各旋钮及按键均起作用。

##### 5.2.2 相位测量误差

低频相位计相位测量误差的检定方法有标准相角发生器法(或标准移相器法)、精密相位计法、测周法和倒相法等。本检定规程推荐采用标准相角发生器法和精密相位计法。

###### 5.2.2.1 标准相角发生器法

标准相角发生器法是以标准相角发生器作标准对各种类型的低频相位计进行检定,其特

点是测量不确定度小及操作简单等(图 1b 与图 1a 的区别是无源标准移相器加上信号发生器构成标准相角发生器)。

检定步骤如下:

- a. 按图 1a(或图 1b)连接检定设备, 预热 30min 或按说明书规定时间预热;
- b. 按被检低频相位计说明书的规定进行起始校准;
- c. 根据被检低频相位计的频率范围选取检定频率点, 一般应选取高、中、低三点。或根据用户要求选取检定频率点;
- d. 根据被检低频相位计的量程范围选取检定角度点, 一般应选取四个象限点, 并在四个象限中任选取几个不同点, 检定点数不应少于 15 个。(例如:  $0^\circ, 1^\circ, 10^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 160^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ, 340^\circ, 360^\circ$ )或根据用户要求选取检定角度点。

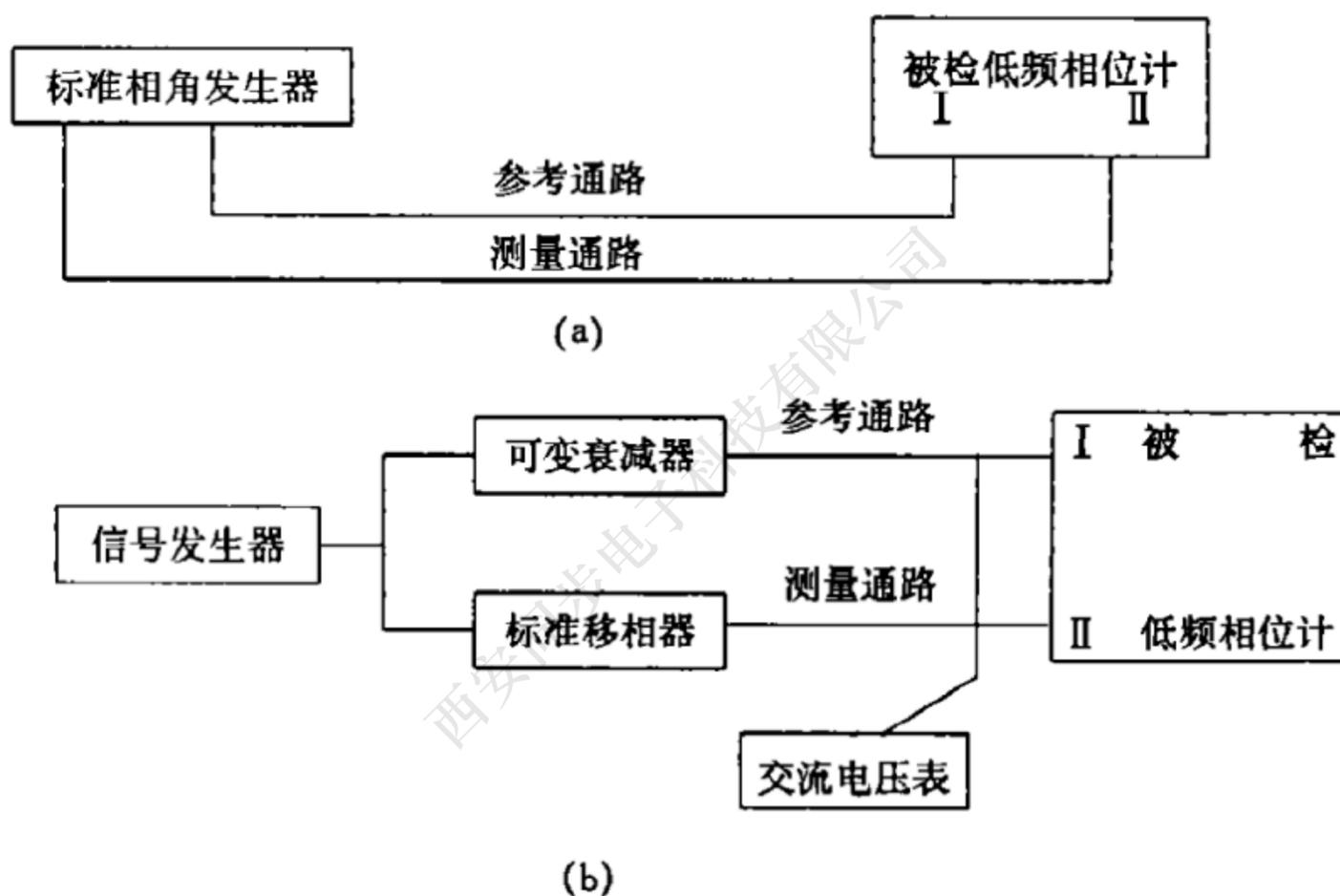


图 1

e. 标准相角发生器通电完成自检进入工作状态。按被检低频相位计选取频率点和信号幅度的要求设置标准相角发生器的频率和输出幅度, 并使两路幅度相等(如果采用图 1b 时, 则应设置信号发生器的频率和幅度, 调节可变衰减器并用交流电压表分别测量两个通道的交流信号幅度, 使它们的幅度相等);

f. 被检低频相位计的量程范围置于“ $-180^\circ \sim +180^\circ$ ”;

g. 标准相角发生器(标准移相器)的相移角度设置为  $0^\circ$ , 读取被检低频相位计的示值(称为初始相角), 并将该值记录下来;

h. 依次按步骤 d 中的规定值, 设置标准相角发生器(标准移相器)的相角  $\phi_s$ , 读取被检低频相位计的测量值  $\phi_i$ , 并把它们分别记录下来;

i. 标准相角发生器的相移角度再设置为  $0^\circ$ ，再次检查被检低频相位计初始相角，两次初始相角的值允许差应在  $\pm 0.01^\circ$  以内；

j. 重复步骤 g~i 至少 3 次，计算被检低频相位计测量值的平均值  $\Phi_m$ ；

k. 按公式(1)计算被检低频相位计的相位误差  $\Delta\Phi$ ，并将结果做好记录，其结果应满足被检低频相位计技术指标要求。

$$\Delta\Phi = \Phi_m - \Phi_0 - \Phi_s \dots\dots\dots (1)$$

式中： $\Delta\Phi$ —被检低频相位计的相位误差，( $^\circ$ )；

$\Phi_0$ —被检低频相位计初始相角测量平均值，( $^\circ$ )；

$\Phi_m$ —被检低频相位计待检相角测量平均值，( $^\circ$ )；

$\Phi_s$ —标准相角发生器(标准移相器)相角标准值，( $^\circ$ )。

l. 被检低频相位计的量程范围置于“ $0^\circ \sim 360^\circ$ ”，重复步骤 g~k。

### 5.2.2.2 精密相位计法

检定步骤如下：

a. 按图 2 连接检定设备，预热 30min 或按说明书规定时间预热；

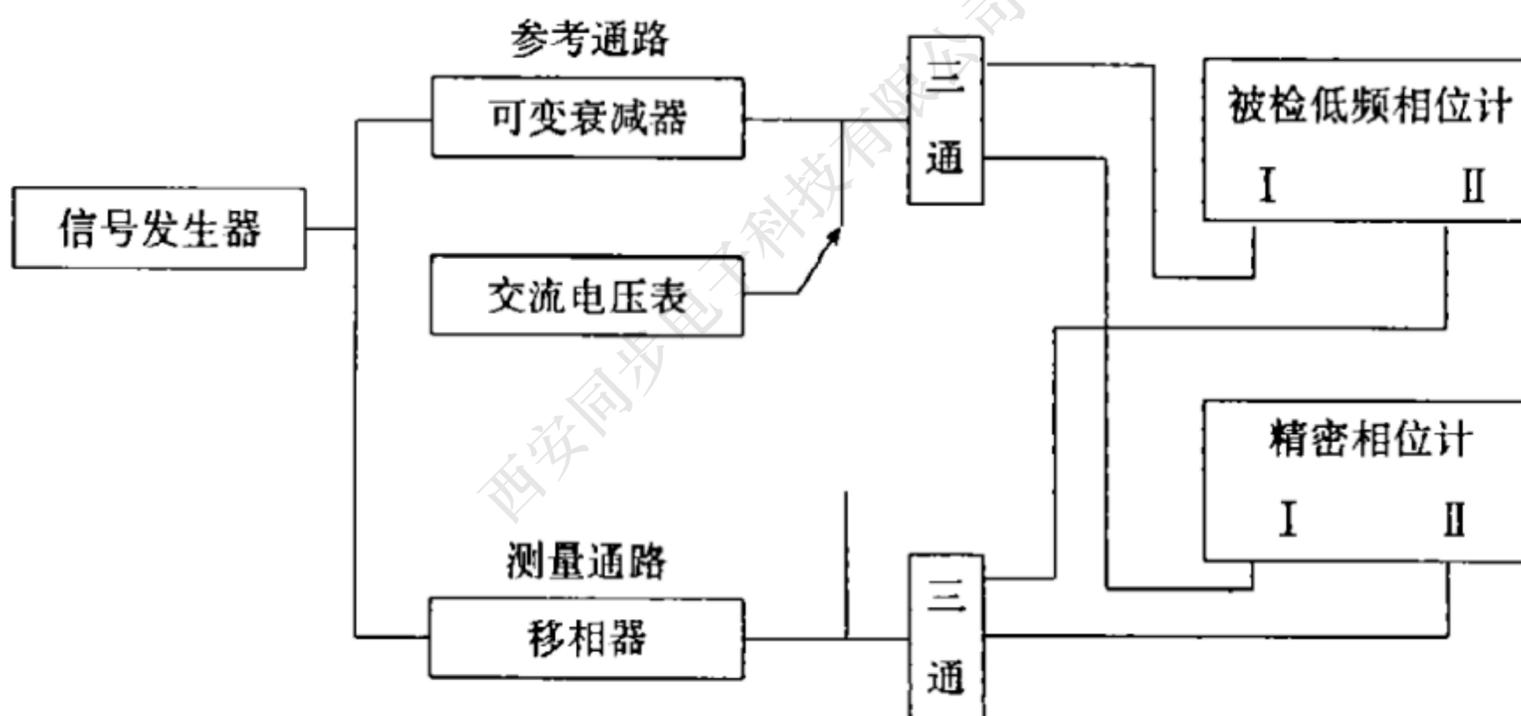


图 2

b. 按 5.2.2.1 中的步骤 b~d 进行；

c. 按被检低频相位计选取的频率点和信号幅度的要求设置信号发生器的频率和输出幅度，调节可变衰减器并用交流电压表测量两个通路中的信号电压，使它们的幅度相等；

d. 被检低频相位计的量程范围置于“ $-180^\circ \sim +180^\circ$ ”；

e. 调节移相器，使精密相位计的读数为零，读被检低频相位计读数(初始相角)并将该值记录下来；

f. 调节移相器，使精密相位计的显示依次为 5.2.2.1 条中步骤 d 规定的标准相角  $\Phi_s$ ，在被检低频相位计上读出测量值  $\Phi_i$ ，并将它们分别记录下来；

g. 调节移相器,使精密相位计的读数为零,再次检查被检低频相位计初始相角,两次初始相角的允许差应在 $\pm 0.01^\circ$ 以内;

h. 重复步骤 e~g 测量至少 3 次,计算被检低频相位计测量值的平均值  $\Phi_m$ ;

i. 按 5.2.2.1 条中的步骤 k~l 进行。

### 5.2.3 幅度—相位特性

检定步骤如下:

a. 按图 1 连接检定设备,预热 30min 或按说明书规定时间预热;

b. 两路信号幅度同时变化时标准相角发生器的频率为 1kHz,同时改变标准相角发生器的参考、测量路输出幅度,分别在 0.1V、1.0V、10V(如果用图 1b,则改变信号发生器的输出幅度 0.5V、5V)三个幅度点做相位误差测量,测量角度点可以任选,但不少于四点,测量结果分别做好记录;

c. 一路信号幅度不变,另一路信号幅度变化时,调节标准相角发生器的频率为 1kHz、输出相角为任意角度,例如  $10^\circ$ ,参考路输出幅度为 1V(如果用图 1b,则调节信号发生器的频率为 1kHz,输出幅度为 5V,标准移相器的相移角度为任意角度),改变标准相角发生器测量路输出幅度分别为 0.1、1.0、10V 时,读取被检低频相位计的相位示值;必要时,设置测量路的幅度为 1V,改变参考路幅度分别为 0.1、1.0、10V,读取被检低频相位计的相位示值,并做好记录。相对于 1V 时的相位变化值即为幅相误差;

d. 改变标准相角发生器的频率为 50Hz 和 100kHz,重复步骤 b 和 c;

e. 两路(或一路)输入信号幅度变化引起的相位测量误差应满足被检低频相位计技术指标要求。

### 5.2.4 盲区

检定步骤如下:

a. 按图 1 连接检定设备,预热 30min 或按说明书规定时间预热;

b. 按被检低频相位计说明书的规定进行起始校准;

c. 将被检低频相位计量程置于“ $-180^\circ \sim +180^\circ$ ”,标准相角发生器(信号发生器)的输出频率为 50Hz(或按被检低频相位计要求设置),输出信号幅度为 1V;

d. 调节标准相角发生器(标准移相器)的相角,使被检低频相位计示值逐渐接近  $+180^\circ$ ,当被检低频相位计刚刚能读数时,读标准相角发生器(标准移相器)的相角值,并将此值记录下来;

e. 调节标准相角发生器(标准移相器)的相角,使被检低频相位计示值逐渐接近  $-180^\circ$ ,当被检低频相位计刚刚能读数时,读标准相角发生器(标准移相器)的相角值,并将此值记录下来;

f. 改变标准相角发生器(信号发生器)的频率分别为 1、10、100、200kHz,重复步骤 d~e;

g. 将被检低频相位计的计量程置于“ $0^\circ \sim 360^\circ$ ”,按 d~f 步骤方法进行测量;

h. 各频率点的测量值应满足被检低频相位计的技术指标要求。

### 5.3 检定结果的处理

经检定合格的低频相位计出具检定证书;不合格的低频相位计出具检定结果通知书。

#### 5.4 检定周期

低频相位计的检定周期一般为一年,修理后应立即送检。

---

#### 附加说明:

本规程由中国航天工业总公司提出。

本规程由中国航天工业总公司七〇八所归口。

本规程由中国航天工业总公司二院二〇三所起草。

本规程主要起草人:韦爱平。

计划项目代号:7HT09。

西安同步电子科技有限公司