

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1387—2013

矢量示波器校准规范

Calibration Specification for Vectorscopes



2013-01-06 发布

2013-04-06 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

矢量示波器校准规范

Calibration Specification for Vectorscopes

JJF 1387—2013

归口单位：全国无线电计量技术委员会

主要起草单位：中国电子科技集团公司第三研究所

参加起草单位：中国电子科技集团公司第四十五研究所

本规范委托全国无线电计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

韩 东（中国电子科技集团公司第三研究所）

刘 雷（中国电子科技集团公司第三研究所）

参加起草人：

蒋治国（中国电子科技集团公司第三研究所）

宋秀敏（中国电子科技集团公司第四十五研究所）



目 录

引言	(III)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 SCH 相位	(1)
3.2 通道间串扰	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(1)
5.1 色度带宽	(1)
5.2 矢量相位	(1)
5.3 矢量相位增量	(1)
5.4 矢量幅度	(2)
5.5 微分增益	(2)
5.6 微分相位	(2)
5.7 SCH 相位	(2)
5.8 可变增益调整范围	(2)
5.9 反射损耗	(2)
5.10 副载波频率改变时的相位偏移	(2)
5.11 色同步幅度变化时的相位偏移	(2)
5.12 通道间串扰	(2)
5.13 X-Y 通道	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 校准所用设备	(2)
7 校准项目及校准方法	(4)
7.1 外观及工作正常性检查	(4)
7.2 色度带宽	(4)
7.3 矢量相位	(5)
7.4 矢量相位增量	(5)
7.5 矢量幅度	(6)
7.6 微分增益和微分相位	(6)
7.7 SCH 相位	(6)
7.8 可变增益调整范围	(6)
7.9 反射损耗	(7)
7.10 副载波频率改变时的相位偏移	(7)

7.11	色同步脉冲幅度变化时的相位偏移	(7)
7.12	通道间串扰	(7)
7.13	X-Y 通道频响	(8)
7.14	X-Y 相位差测量	(8)
8	校准结果表达	(8)
9	复校时间间隔	(9)
附录 A	校准记录表格	(10)
附录 B	主要校准项目测量不确定度评定实例	(16)
附录 C	校准结果内页格式	(19)



引 言

本规范依据 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》和 JJF 1059—1999《测量不确定度评定与表示》编写。规范采用了 GB 3174—1995《PAL-D 制电视广播技术规范》中的彩条信号的相关定义和表示方法及 GB/T 7400—2011《广播电视术语》中微分增益和微分相位的定义。对测量 PAL 制电视信号的矢量示波器的校准方法进行了阐述。

本规范是首次发布。



矢量示波器校准规范

1 范围

本规范适用于 PAL 制矢量示波器的校准,NTSC 制的矢量示波器的校准可参照执行。

2 引用文件

GB 3174—1995 PAL-D 制电视广播技术规范

GB/T 7400—2011 广播电视术语

凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本规范;凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规范。

3 术语和计量单位

3.1 SCH 相位 subcarrier to horizontal phase

电视视频信号行同步前沿 50%电平点和基准副载波过零点间的定时关系。其误差以副载波相位的度数来表示。

3.2 通道间串扰 crosstalk between channels

A 迹信号在其对应的输出端产生的电压 U_{AA} 与 A 迹信号在 B 迹对应输出端产生的串入电压 U_{AB} 之比,以分贝表示。

4 概述

矢量示波器主要用于测量和显示模拟电视视频信号色度分量的矢量相位和幅度,有些矢量示波器还具有微分增益、微分相位、SCH 相位等测量功能。矢量示波器是模拟视频信号测量和显示的常用仪器。它主要由视频放大器、副载波发生器、解调器、移相器、扫描发生器、输出放大器、校准信号发生器、选行控制器、显示部分等单元组成。

5 计量特性

5.1 色度带宽

5.1.1 测量范围:1 MHz~2 MHz。

5.1.2 最大允许误差:±200 kHz。

5.2 矢量相位

5.2.1 测量范围:0°~360°。

5.2.2 最大允许误差:±1°。

5.3 矢量相位增量

5.3.1 测量范围:±10°或±3°。

5.3.2 最大允许误差:±0.5°。

5.4 矢量幅度

5.4.1 测量范围:参照 GB 3174—1995 中彩条矢量幅度。

5.4.2 最大允许误差:±3%。

5.5 微分增益

5.5.1 测量范围:−10%~10%。

5.5.2 最大允许误差:±1%。

5.6 微分相位

5.6.1 测量范围:−10°~10°。

5.6.2 最大允许误差:±1°。

5.7 SCH 相位

5.7.1 测量范围:−90°~90°。

5.7.2 最大允许误差:±2°。

5.8 可变增益调整范围

可变增益调整范围: +14 dB~−6 dB。

5.9 反射损耗

反射损耗:大于 30 dB(在副载波频率点)。

5.10 副载波频率改变时的相位偏移

副载波频率改变时的相位偏移:±2°(副载波频率变化范围:±50 Hz)。

5.11 色同步幅度变化时的相位偏移

色同步幅度变化时的相位偏移:±2°(色同步脉冲幅度变化范围:±6 dB)。

5.12 通道间串扰

通道间串扰:大于 60 dB(频率= F_{sc})。

5.13 X-Y 通道

5.13.1 频响:±3 dB。

5.13.2 相位差测量范围:0°~90°。

5.13.3 相位差测量最大允许误差:±1°。

注:以上指标不是用于合格性判别,仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度:(23±5)℃。

6.1.2 相对湿度:20%~80%。

6.1.3 电源电压及频率:(220±11)V,(50±1)Hz。

6.1.4 周围无电磁场干扰和影响校准系统正常工作的机械振动。

6.2 校准所用设备

6.2.1 信号发生器

输出阻抗:75 Ω;

输出幅度范围:50 dBμV~110 dBμV($\text{dB}\mu\text{V}=20 \log \frac{V_{\text{输出电压}}}{1 \mu\text{V}}$);

幅度最大允许误差: ± 1 dB;

频率范围: 100 kHz~10 MHz;

频率准确度: 10 Hz;

幅度平坦度: ± 1 dB。

6.2.2 副载波信号发生器

输出频率: 4.433 618 75 MHz; 频率准确度: 5 Hz。

6.2.3 移相器

移相范围: $0^\circ \sim 360^\circ$; 最小步进: 0.1° 。

6.2.4 相位计

频率范围: 3 MHz~5 MHz; 相位测量范围: $0^\circ \sim 360^\circ$; 最大允许误差: $\pm 0.1^\circ$ 。

6.2.5 衰减器

频率范围: 100 kHz~10 MHz;

衰减范围: (0~60) dB;

最小步进: 0.1 dB;

最大允许误差: ± 1 dB。

6.2.6 可编辑视频信号发生器

6.2.6.1 可输出标准 PAL 制、75%彩条信号、100%彩条信号、红场信号、微分增益和微分相位失真信号、SCH 相位可变、色度副载波频率及电平可变。

6.2.6.2 色度幅度最大允许误差: $\pm 1\%$ 。

6.2.6.3 DG 最大允许误差: $\pm 0.5\%$ 。

6.2.6.4 DP 最大允许误差: $\pm 0.5^\circ$ 。

6.2.6.5 色度副载波频率可变范围: -100 Hz~100 Hz; 色度副载波频率准确度: 5 Hz。

6.2.6.6 同步幅度可变范围: -10 dB~10 dB; 同步幅度最大允许误差: $\pm 1\%$ 。

6.2.6.7 SCH 相位可变范围: $-90^\circ \sim 90^\circ$; 最大允许误差: $\pm 2^\circ$ 。

6.2.7 矢量网络分析仪

频率范围: 1 MHz~10 MHz;

输入阻抗: 75 Ω ;

反射损耗测量最大允许误差: ± 0.5 dB。

6.2.8 测量接收机

频率范围: 1 MHz~10 MHz;

输入阻抗: 75 Ω ;

电平测量范围: 0 dBm~ -80 dBm ($\text{dBm} = 10 \log \frac{P_{\text{输出功率}}}{1 \text{ mW}}$) ;

电平测量最大允许误差: ± 0.5 dB。

6.2.9 音频信号发生器

6.2.9.1 输出频率范围: 20 Hz~100 kHz ; 输出阻抗 600 Ω 。

6.2.9.2 在 1 kHz 输出幅度 500 mV~2 V 连续可调, 输出幅度最大允许误差: $\pm 3\%$ 。

6.2.9.3 1 kHz~20 kHz 频响: ± 0.5 dB。

6.2.9.4 可同时输出两路信号,两路信号间相位差连续可调,调整范围为($0^{\circ}\sim 180^{\circ}$),两路信号间相位最大允许误差: 0.1° 。

7 校准项目及校准方法

矢量示波器校准项目见表 1。

表 1 校准项目

序号	校准项目名称	序号	校准项目名称
1	外观及工作正常性检查	8	可变增益调整范围
2	色度带宽	9	反射损耗
3	矢量相位	10	副载波频率改变时的相位偏移
4	矢量相位增量	11	色同步脉冲幅度变化时的相位偏移
5	矢量幅度	12	通道间串扰
6	微分增益和微分相位	13	X-Y 通道频响
7	SCH 相位	14	X-Y 相位差测量

7.1 外观及工作正常性检查

7.1.1 矢量示波器带有必要附件。

7.1.2 矢量示波器各按键、开关、旋钮等应调节正常,不应有影响电气性能的机械损伤。

7.1.3 矢量示波器通电后应能正常工作、显示清晰。

7.1.4 校准所用标准器和被校矢量示波器应按照技术说明书要求完成预热、自检。

7.2 色度带宽

7.2.1 如图 1 所示,将射频信号发生器与矢量示波器的输入端相连。

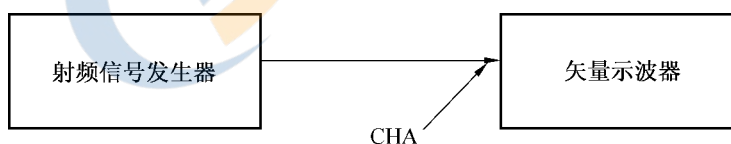


图 1 色度带宽校准连接框图

7.2.2 设置矢量示波器在 CHA 通道测量状态。

7.2.3 设置射频信号发生器输出频率为 4.433 618 75 MHz,调整信号发生器的输出电平,使矢量示波器显示屏上的亮点与刻度盘圆形线相重合。

7.2.4 将信号发生器的输出增加 3 dB,并减小其频率,使亮点与圆形线重新重合。记下此时射频信号发生器的频率值 f_{01} 。然后增加射频信号发生器的频率,使亮点与圆形线再次重合,此时射频信号发生器的频率值为 f_{02} 。则 f_{01} 和 f_{02} 即为 CHA 色度带宽的下限频率和上限频率值。

7.2.5 按式(1)和式(2)计算色度带宽下限频率和上限频率的误差 Δf 。将结果记入附录 A 表 A.1 中。

$$\Delta f_1 = f_1 - f_{01} \quad (1)$$

$$\Delta f_2 = f_2 - f_{02} \quad (2)$$

式中:

f_1 ——下限频率的标称值, Hz;

f_2 ——上限频率的标称值, Hz;

f_{01} ——下限频率的实际值, Hz;

f_{02} ——上限频率的实际值, Hz;

Δf_1 ——下限频率误差, Hz;

Δf_2 ——上限频率误差, Hz。

7.2.6 其他通道色度带宽用上述同样方法校准。

7.3 矢量相位

7.3.1 如图 2 所示连接仪器。

7.3.2 矢量示波器设置为 CHA 通道、PAL 制矢量测量模式, 同步方式为外副载波基准输入。

7.3.3 调整衰减器, 使矢量示波器显示屏上的亮点与刻度盘圆形线相重合。

7.3.4 调整移相器, 使相位计读数为零。

7.3.5 转动矢量示波器的相位调整旋钮, 使亮点与刻度盘上零点重合。

7.3.6 按附录 A 表 A.2 所列相位值调整移相器, 使亮点与刻度板上相应相位点依次重合, 相位计读数 ϕ 即为被测量各点相位的实际值, 按式(3)计算各点相位误差, 将结果记入附录 A 表 A.2 中。

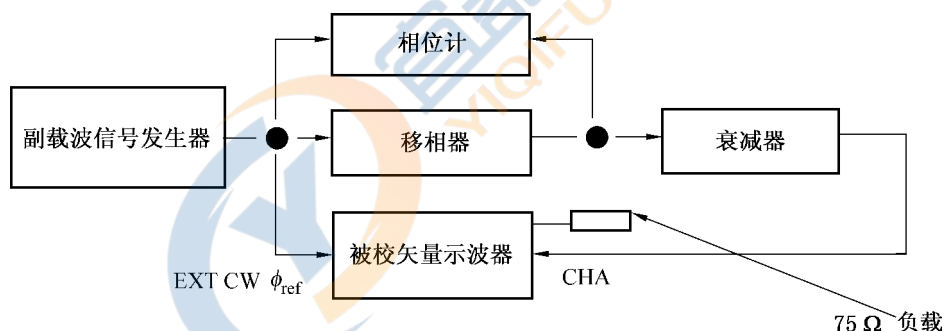


图 2 矢量相位校准连接框图

7.3.7 重复步骤 7.3.4 和 7.3.5, 调整移相器和衰减器, 使亮点依次与刻度盘上 b、MG、cy、R、g、100%、YL、yl、100%、G、r、CY、mg、B 点相重合, 用相位计测量各点相位的实际值。按式(3)计算各点相位误差, 将结果记入附录 A 表 A.2 中。

$$\Delta\phi = \phi - \phi_0 \quad (3)$$

式中:

ϕ ——矢量示波器中各点相位标称值, (°);

ϕ_0 ——标准相位计的实测值, (°)。

7.3.8 其他通道矢量相位用上述同样方法校准。

7.4 矢量相位增量

7.4.1 重复 7.3.1~7.3.5, 调整移相器和衰减器, 使亮点依次与刻度盘上 b、MG、cy、R、g、100%、YL、yl、100%、G、r、CY、mg、B 中心点相重合。

7.4.2 调整移相器使亮点与附录 A 表 A.3 所列的点相重合, 以各中心点为参考点调整

移相器在各点增大和减小相位至亮点与其正负增量线重合,用相位计测出对应的正、负相位增量值,并按式(4)计算矢量增量误差 $\Delta\phi_g$ 。将结果记入附录 A 表 A.3 中。

$$\Delta\phi_g = \phi_g - \phi_{g0} \quad (4)$$

式中:

ϕ_g ——被校矢量示波器中各点的正负增量值,一般为 $\pm 3^\circ$ 或 $\pm 10^\circ$;

ϕ_{g0} ——相位计测得的增量实测值, $(^\circ)$ 。

7.5 矢量幅度

7.5.1 如图 3 所示连接仪器。

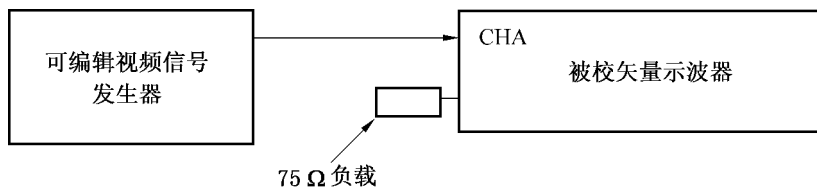


图 3 矢量幅度误差校准连接框图

7.5.2 可编辑视频信号发生器产生 PAL 制 75% 标准彩条信号。矢量示波器置 CHA 通道矢量测量模式。在各个限值框内读出各矢量点的幅度误差,将读出值乘以 -1 后记入附录 A 表 A.4 中。其他通道的矢量幅度误差用同样方法校准。

7.6 微分增益和微分相位

7.6.1 如图 3 所示,用可编辑视频信号发生器输出如附录 A 表 A.5 所列的微分增益和微分相位失真的视频信号,用矢量示波器读出微分增益和微分相位测量结果记入附录 A 表 A.5 中,按式(5)和式(6)分别计算微分增益和微分相位的测量误差。

$$\Delta DG = DG - DG_0 \quad (5)$$

$$\Delta DP = DP - DP_0 \quad (6)$$

式中:

DG——矢量示波器的微分增益读出值, %;

DG_0 ——标准信号发生器的微分增益值, %;

DP——矢量示波器的微分相位读出值, $(^\circ)$;

DP_0 ——标准信号发生器的微分相位值, $(^\circ)$ 。

7.7 SCH 相位

7.7.1 仪器连接如图 3 所示。

7.7.2 在 $-90^\circ \sim +90^\circ$ 的范围内均匀取值设置可编辑视频信号发生器输出 SCH 相位值,用矢量示波器的 SCH 测量功能读出 SCH 相位示值并记入附录 A 中的表 A.6,按式(7)计算 SCH 相位测量误差。

$$\Delta SCH = SCH - SCH_0 \quad (7)$$

式中:

SCH——矢量示波器的 SCH 相位测量值, $(^\circ)$;

SCH_0 ——标准可编辑视频信号发生器的 SCH 相位值, $(^\circ)$ 。

7.8 可变增益调整范围

7.8.1 如图 4 所示连接仪器,信号发生器输出频率为 4.433 618 75 MHz 的色度副载波信号经衰减器后至矢量示波器,调整矢量示波器的可变增益旋钮到最小位置,调整信号发

生器和衰减器使矢量示波器屏幕上稳定显示光点,记下此时的光点位置和衰减器的值 A_0 。然后把矢量示波器的可变增益旋钮调到最大位置,调整衰减器使光点回到原来的位置,此时衰减器的读数为 A_1 。则可变增益的调整范围 G 可由式(8)得到。计算后将结果记入附录 A 中的表 A.7。

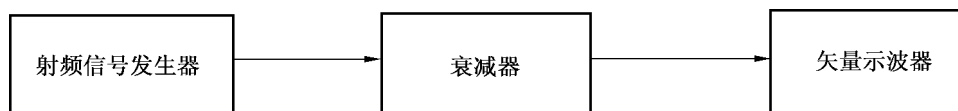


图4 可变增益调整范围校准连接框图

$$G = |A_1 - A_0| \quad (8)$$

7.9 反射损耗

将矢量网络分析仪在 1 MHz~10 MHz、用阻抗为 $75\ \Omega$ 的校准件进行反射测量校准,然后如图 5 所示连接仪器,用网络分析仪在 4.433 618 75 MHz 测量矢量示波器的 CHA 通道的反射损耗,用同样方法测量其他通道的反射损耗,将结果记入附录 A 中的表 A.8。

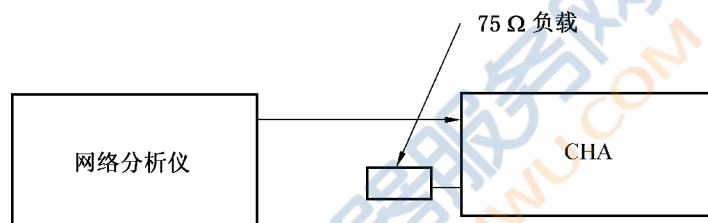


图5 反射损耗校准连接框图

7.10 副载波频率改变时的相位偏移

如图 3 所示连接仪器,用可编辑信号发生器输出副载波频率变化范围为 $\pm 50\ \text{Hz}$ 的红场信号至矢量示波器的 CHA,在矢量示波器上读取副载波频率变化时的最大相位偏移,其他通道用同样方法测量,将结果记入附录 A 中的表 A.9。

7.11 色同步脉冲幅度变化时的相位偏移

如图 3 所示连接仪器,用可编辑信号发生器出色同步脉冲幅度变化范围为 $\pm 6\ \text{dB}$ 的红场信号至 CHA,在矢量示波器上读取色同步脉冲幅度变化时的最大矢量相位偏移,其他通道用同样方法,将结果记入附录 A 中的表 A.10。

7.12 通道间串扰

7.12.1 如图 6 所示,射频信号发生器输出 4.433 618 75 MHz、0 dBm 射频信号至矢量示波器的 CHA 输入端,用测量接收机在 CHA 环通输出端测量信号电平,记为 A_{AA} 。

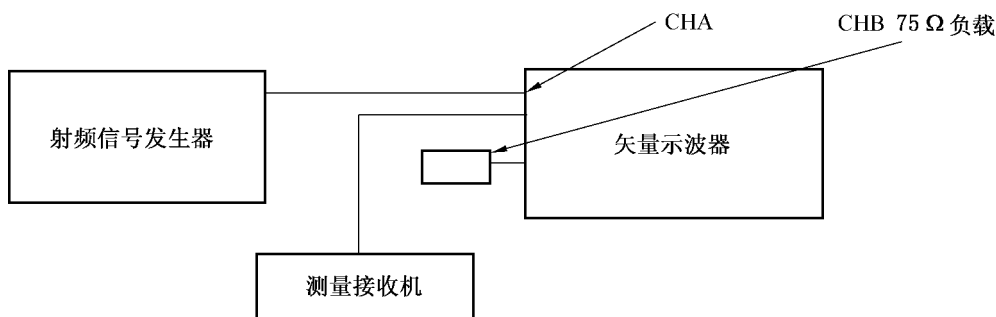


图6 通道间串扰校准连接框图

7.12.2 如图 7 所示在 CHA 输入信号时测量 CHB 端的信号电平,记为 A_{AB} 。

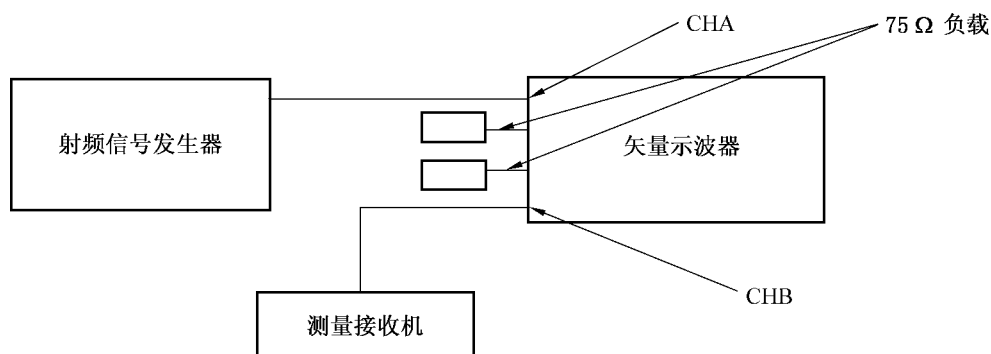


图 7 通道间串扰校准连接框图

7.12.3 用式(9)计算 CHA 到 CHB 的串扰 C_A 记入附录 A 中的表 A.11。

$$C_A = A_{AA} - A_{AB} \quad (9)$$

式中:

A_{AA} ——给 CHA 输入信号时在其环通端测量的信号电平, dBm;

A_{AB} ——给 CHA 输入信号时在 CHB 上测量的信号电平, dBm。

7.12.4 CHB 到 CHA 的与上述方法同理,只需把信号的输入端改为 CHB 即可。

7.13 X-Y 通道频响

用音频信号发生器输出 1 kHz、1 V 的同相信号至矢量示波器的 X-Y 输入端,微调信号发生器幅度输出,使波形斜线的两端恰好与矢量示波器屏幕右上角和屏幕左下角的刻度框的中心点重合。按附录 A 表 A.2 中所列值调整信号发生器输出频率,读出在各频率点时信号相对于 1 kHz 信号的频响值(一般情况下不会超出右上角和左下角的 1 dB 刻度框),并且没有相位差。将检查结果记入附录 A 中的表 A.12。

7.14 X-Y 相位差测量

用音频信号发生器输出 1 kHz、1 V 的两路相位差为 0 的信号至矢量示波器的 X-Y 输入端,微调信号发生器幅度输出,使波形斜线的两端恰好与矢量示波器屏幕右上角和屏幕左下角的刻度框的中心点重合。按附录 A 中的表 A.13 改变两路信号的相位差,用矢量示波器的 X-Y 相位差的刻度读出相应的相位差示值记入附录 A 中的表 A.13,然后用式(10)计算 X-Y 相位差的测量误差 $\Delta\phi_{X-Y}$,记入附录 A 中的表 A.13。

$$\Delta\phi_{X-Y} = \phi_{X-Y} - \phi_{(X-Y)0} \quad (10)$$

式中:

ϕ_{X-Y} ——矢量示波器 X-Y 相位差的显示值, (°);

$\phi_{(X-Y)0}$ ——音频信号发生器的 X-Y 相位差值, (°)。

8 校准结果表达

矢量示波器校准后,出具校准证书。校准证书至少应包含以下信息:

- 标题:“校准证书”;
- 实验室名称和地址;
- 进行校准的地点(如果与实验室的地址不同);

- d) 证书的唯一性标识(如编号),每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期,如果与校准结果的有效性和应用有关时,应说明被校对象的接收日期;
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时,应对被校样品的抽样程序进行说明;
- i) 校准所依据的技术规范的标识,包括名称及代号;
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- k) 校准环境的描述;
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- m) 对校准规范的偏离的说明;
- n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识;
- o) 校准结果仅对被校对象有效的说明;
- p) 未经实验室书面批准,不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的,因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔,推荐为1年。

附录 A

校准记录表格

该记录表格以某给定型号的矢量示波器校准要求为参考,给出校准点,不同型号的矢量示波器应根据其性能测试手册和技术指标采用相应的值。

表 A.1 色度带宽

通道	频率点	标称值	实测值	误差
CHA	上限频率			
	下限频率			
CHB	上限频率			
	下限频率			

表 A.2 矢量相位

标称值/(°)	实测值/(°)		误差/(°)	
	CHA	CHB	CHA	CHB
10				
20				
40				
60				
80				
100				
120				
140				
160				
180				
200				
220				
240				
260				
280				
300				
320				

表 A.2 (续)

标称值/(°)	实测值/(°)		误差/(°)	
	CHA	CHB	CHA	CHB
340				
350				
12.9(b)				
60.7(MG)				
76.6(cy)				
103.4(R)				
119.3(g)				
135				
167.1(YL)				
347.1(B)				
299.3(mg)				
283.4(CY)				
256.6(r)				
240.7(G)				
225				
192.9(yl)				

表 A.3 矢量相位增量

标称值/(°)	实测值/(°)	误差/(°)
b	+3	
	-3	
MG	-3	
	+3	
	+10	
	-10	
cy	+3	
	-3	
R	+3	
	-3	

表 A.3 (续)

标称值/(°)		实测值/(°)	误差/(°)
R	+10		
	-10		
g	+3		
	-3		
YL	+3		
	-3		
	+10		
	-10		
yl	+3		
	-3		
G	+3		
	-3		
	+10		
	-10		
r	+3		
	-3		
CY	+3		
	-3		
	+10		
	-10		
mg	+3		
	-3		
B	+3		
	-3		
	+10		
	-10		

表 A.4 矢量幅度

被校幅度	矢量幅度误差
b	
MG	
cy	

表 A.4 (续)

被校幅度	矢量幅度误差
R	
g	
YL	
yl	
G	
r	
CY	
mg	
B	

表 A.5 微分增益和微分相位

DG/%			DP/(°)		
标准值	实测值	误差	标准值	实测值	误差
+2			+2		
+5			+5		
+10			+10		
-2			-2		
-5			-5		
-10			-10		

表 A.6 SCH 相位

标准值/(°)	实测值/(°)	误差/(°)	标准值/(°)	实测值/(°)	误差/(°)
0			0		
30			-30		
60			-60		
89			-89		

表 A.7 可变增益调整范围

标称值/dB	实测值/dB

表 A.8 反射损耗

标称值	实测值	
	CHA	CHB
≥ 30 dB		
≥ 30 dB		

表 A.9 副载波频率改变时相位偏移

标称值	实测值	
$\leq 2^\circ$	$f_{sc} - 50$ Hz	
	$f_{sc} + 50$ Hz	

表 A.10 色同步幅度改变时的相位偏移

标称值	实测值	
$\leq 2^\circ$	Apmlitude+6 dB	
	Apmlitude-6 dB	

表 A.11 通道间的串扰

标称值	实测值	
≥ 60 dB	CHA 到 CHB	
	CHB 到 CHA	

表 A.12 X-Y 通道频响

频率/Hz	频响/dB
1k(ref)	
2	
5	
10	
15	
20	

表 A.13 X-Y 相位测量准确度

标称值/(°)	实测值/(°)	误差/(°)
10		
20		
30		
40		

表 A. 13 (续)

标称值/(°)	实测值/(°)	误差/(°)
50		
60		
70		
80		
90		



附录 B

主要校准项目测量不确定度评定实例

B.1 色度带宽的不确定度评定

B.1.1 测量模型

色度带宽 B 可表示为

$$B = f_2 - f_1$$

式中：

f_2 ——上限频率的实测值；

f_1 ——下限频率的实测值。

B.1.2 不确定度的来源

由以上分析可知色度带宽 B 的不确定度来源有：射频信号发生器的误差、射频信号发生器频率分辨力、下限频率 f_1 的重复性引入的不确定度、上限频率 f_2 的重复性引入的不确定度。

B.1.3 不确定度评定

B.1.3.1 下限频率 f_1 引入的标准不确定度分量评定

B.1.3.1.1 信号源的频率分辨力引入的不确定度

信号发生器的频率分辨力为 1 Hz, 按均匀分布, 取 $k = \sqrt{3}$, 则标准不确定度分量为

$$u_{1.1} = \frac{1/2 \text{ Hz}}{\sqrt{3}} = 0.3 \text{ Hz}$$

B.1.3.1.2 信号发生器的频率最大允许误差引入的不确定度

信号发生器的频率准确度为 10 Hz, 按均匀分布, 取 $k = \sqrt{3}$, 则标准不确定度分量为

$$u_{1.2} = \frac{10 \text{ Hz}}{\sqrt{3}} = 5.8 \text{ Hz}$$

B.1.3.1.3 重复性引入的不确定度

进行 6 次重复测量并按 A 类不确定度方法评定, 见表 B.1。

表 B.1 f_1 重复性测量引入的不确定度

第 i 次测量	1	2	3	4	5	6
测量值/MHz	3.767 909	3.763 619	3.763 619	3.766 619	3.766 619	3.767 619
平均值	$\bar{x} = 3.766 \text{ MHz}$					
实验标准偏差 $s(x)$	$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.002 \text{ MHz}$					
平均值的实验标准偏差 $s(\bar{x})$	$s(\bar{x}) = \frac{s(x)}{\sqrt{n}} = 0.78 \text{ kHz}$					

重复性引入的标准不确定度为

$$u_{1.3} = s(\bar{x}) = 780 \text{ Hz}$$

B.1.3.1.4 计算 f_1 的合成标准不确定度

由于各输入量值间相互独立,则合成标准不确定度为

$$u_{c1} = \sqrt{u_{1.1}^2 + u_{1.2}^2 + u_{1.3}^2} = \sqrt{(0.3 \text{ Hz})^2 + (5.8 \text{ Hz})^2 + (780 \text{ Hz})^2} = 0.78 \text{ kHz}$$

B.1.3.2 上限频率 f_2 引入的标准不确定度分量评定

B.1.3.2.1 信号发生器的分辨力和频率准确度引入的不确定度与 f_1 的相同,分别为

$$u_{2.1} = \frac{1/2 \text{ Hz}}{\sqrt{3}} = 0.3 \text{ Hz}$$

$$u_{2.2} = \frac{10 \text{ Hz}}{\sqrt{3}} = 5.8 \text{ Hz}$$

B.1.3.2.2 重复性引入的不确定度

进行 6 次重复测量,并按 A 类不确定度方法评定,见表 B.2。

表 B.2 f_2 重复性测量引入的不确定度

第 i 次测量	1	2	3	4	5	6
测量值/MHz	5.117 909	5.113 619	5.113 619	5.120 619	5.121 619	5.122 619
平均值	$\bar{x} = 5.118 \text{ MHz}$					
实验标准偏差 $s(x)$	$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 3.975 \text{ kHz}$					
平均值的实验标准偏差 $s(\bar{x})$	$s(\bar{x}) = \frac{s(x)}{\sqrt{n}} = 1.623 \text{ kHz}$					

重复性引入的标准不确定度为

$$u_{2.3} = s(\bar{x}) = 1.623 \text{ kHz}$$

B.1.3.2.3 计算 f_2 的合成标准不确定度

由于各输入量值间相互独立,则合成标准不确定度为

$$u_{c2} = \sqrt{u_{2.1}^2 + u_{2.2}^2 + u_{2.3}^2} = \sqrt{(0.3 \text{ Hz})^2 + (5.8 \text{ Hz})^2 + (1.623 \text{ kHz})^2} = 1.623 \text{ kHz}$$

B.1.3.3 计算色度带宽的合成不确定度

$$u_{cB} = \sqrt{(u_{c1})^2 + (u_{c2})^2} = \sqrt{(0.78 \text{ kHz})^2 + (1.623 \text{ kHz})^2} = 1.8 \text{ kHz}$$

B.1.3.4 扩展不确定度

取 $k=2$,则扩展不确定度为

$$U = k u_c = 2 \times 1.8 \text{ kHz} = 3.6 \text{ kHz}$$

B.1.4 色度带宽测量结果的表述

$$B = 1.352 0 \text{ MHz} \pm 3.6 \text{ kHz} \quad (k=2)$$

B.2 矢量相位的不确定度评定

B.2.1 不确定度来源分析

标准相位计误差、测量重复性。

B.2.2 不确定度评定

B.2.2.1 计算标准不确定度

B.2.2.1.1 相位计的测量误差引入的不确定度

标准相位计的测量误差为 0.05° ，按均匀分布，取 $k=\sqrt{3}$ ，则标准不确定度分量为

$$u_1 = \frac{0.05^\circ}{\sqrt{3}} = 0.03^\circ$$

B.2.2.1.2 测量重复性引入的不确定度如下

进行 6 次重复测量，并按 A 类不确定度方法评定，见表 B.3。

表 B.3 矢量相位重复性测量引入的不确定度

第 i 次测量	1	2	3	4	5	6
测量值/ $^\circ$	89.89	90.47	89.63	89.66	90.15	90.14
平均值	$\bar{x} = 89.99^\circ$					
实验标准偏差 $s(x)$	$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.32^\circ$					
平均值的实验标准偏差 $s(\bar{x})$	$s(\bar{x}) = \frac{s(x)}{\sqrt{n}} = 0.13^\circ$					

重复性引入的标准不确定度为

$$u_2 = s(\bar{x}) = 0.13^\circ$$

B.2.2.2 计算合成标准不确定度

由于各输入量之间相互独立，则合成标准不确定度为

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = \sqrt{(0.03^\circ)^2 + (0.13^\circ)^2} = 0.13^\circ$$

B.2.2.3 计算扩展不确定度

取 $k=2$ ，则扩展不确定度为

$$U = ku_c = 2 \times 0.13^\circ = 0.26^\circ$$

B.2.3 测量结果的表述

矢量相位： $P = 89.99^\circ \pm 0.26^\circ$ ($k=2$)

附录 C

校准结果内页格式

表 C.1 色度带宽

通道	频率点	标称值	实测值	误差
CHA	上限频率			
	下限频率			
CHB	上限频率			
	下限频率			

表 C.2 矢量相位

标称值/(°)	实测值/(°)		误差/(°)	
	CHA	CHB	CHA	CHB
10				
20				
40				
60				
80				
100				
120				
140				
160				
180				
200				
220				
240				
260				
280				
300				
320				

表 C.2 (续)

标称值/(°)	实测值/(°)		误差/(°)	
	CHA	CHB	CHA	CHB
340				
350				
12.9(b)				
60.7(MG)				
76.6(cy)				
103.4(R)				
119.3(g)				
135				
167.1(YL)				
347.1(B)				
299.3(mg)				
283.4(CY)				
256.6(r)				
240.7(G)				
225				
192.9(yl)				

表 C.3 矢量相位增量

标称值/(°)	实测值/(°)	误差/(°)
b	+3	
	-3	
MG	-3	
	+3	
	+10	
	-10	
cy	+3	
	-3	
R	+3	
	-3	

表 C.3 (续)

标称值/(°)		实测值/(°)	误差/(°)
R	+10		
	-10		
g	+3		
	-3		
YL	+3		
	-3		
	+10		
	-10		
yl	+3		
	-3		
G	+3		
	-3		
	+10		
	-10		
r	+3		
	-3		
CY	+3		
	-3		
	+10		
	-10		
mg	+3		
	-3		
B	+3		
	-3		
	+10		
	-10		

表 C.4 矢量幅度误差

被校幅度	矢量幅度误差
b	
MG	
cy	

表 C.4 (续)

被校幅度	矢量幅度误差
R	
g	
YL	
yl	
G	
r	
CY	
mg	
B	

表 C.5 微分增益和微分相位

DG/%			DP/(°)		
标准值	实测值	误差	标准值	实测值	误差
+2			+2		
+5			+5		
+10			+10		
-2			-2		
-5			-5		
-10			-10		

表 C.6 SCH 相位

标准值/(°)	实测值/(°)	误差/(°)	标准值/(°)	实测值/(°)	误差/(°)
0			0		
30			-30		
60			-60		
89			-89		

表 C.7 可变增益调整范围

标称值/dB	实测值/dB

表 C.8 反射损耗

标称值	实测值	
	CHA	CHB
≥ 30 dB		
≥ 30 dB		

表 C.9 副载波频率改变时相位偏移

标称值	实测值	
$\leq 2^\circ$	$f_{sc} - 50$ Hz	
	$f_{sc} + 50$ Hz	

表 C.10 色同步幅度改变时的相位偏移

标称值	实测值	
$\leq 2^\circ$	Apmlitude+6 dB	
	Apmlitude-6 dB	

表 C.11 通道间的串扰

标称值	实测值	
≥ 60 dB	CHA 到 CHB	
	CHB 到 CHA	

表 C.12 X-Y 通道频响

频率/Hz	频响/dB
1k(ref)	
2	
5	
10	
15	
20	

表 C.13 X-Y 相位测量准确度

标称值/(°)	实测值/(°)	误差/(°)
10		
20		
30		
40		

表 C.13 (续)

标称值/(°)	实测值/(°)	误差/(°)
50		
60		
70		
80		
90		

