



中华人民共和国国家标准

GB/T 4958.5—1988
idt IEC 487—2—4

地面无线电接力系统所用设备的测量方法

第二部分 分系统的测量

第四节 频率调制机

**Methods of measurement for equipment used
In terrestrial radio-relay systems
Part 2: Measurements for sub—systems Section
Four—Frequency modulators**

1988-03-28 发布

1989-02-01 实施

中华人民共和国邮电部 发布

中华人民共和国国家标准

地面无线电接力系统所用设备的测量方法

第二部分 分系统的测量

第四节 频率调制机

UDC 621.396:
621.317.08

GB/T 4958.5—1988
IEC 487—2—4

**Methods of measurement for equipment used
In terrestrial radio-relay systems
Part 2: Measurements for sub-systems Section
Four-Frequency modulators**

本标准是国家标准《地面无线电接力系统所用设备的测量方法》系列标准之一。

本标准等同采用国际标准 IEC 487—2—4《地面无线电接力系统所用设备的测量方法 第二部分：分系统的测量 第四节——频率调制机》

1 范围

这一节给出了频率调制机电特性的测量方法。而且，如有可能，只考虑基本调制机的测量，而不包括调制机的基带部分——预加重网络和与伴音副载频信号、导频信号和辅助信号有关的网络。在第五节中给出了频率解调机的测量方法。调制机和解调机部件基带端对端之间的测量，在本系列标准第三部分各节中给出。

2 定义

就本标准而言，频率调制机是一个分系统，它以模拟的方法用基带信号去调制中频(i. f.)载频信号，这个基带信号可能是频分复用(f. d. m.)多路电话信号或包括伴音副载频信号、导频信号和辅助信号在内的电视信号。

这种基带信号通常是模拟的，但也不排除数字信号。然而，本节所叙述的测量方法旨在评价传送模拟信号时的调制机性能。

调制机分系统通常由以下三个主要部分组成：

- 基带部分；
- 基带到中频部分(调制器)；
- 中频部分。

3 概述

典型的调制机分系统的配置图示于图 1，所测特性能够分成以下三大类：

- 非传输特性；
- 基带到中频特性；
- 和测量解调器联测时，某些基带到基带的传输特性。

第一类涉及的仅在基带端口和仅在中频端口的测量，包括中频输出的频率测量，寄生/谐波信号测量。这些测量在本系列标准的其他章节中叙述。

第二类测量因为被测设备的特征是由基带转换成中频,构成了本标准的主要部分。

第三类测量包括整个调制机和解调机系统,即仅包括测量解调器取代实际解调器或系统解调机的情况。

了解调制器本身对总的特性容差的单独影响是很必要的,因为一种设计或一个制造者的调制器可能和另一种解调器配合工作,因而调制器和解调器之间的补偿作用是不希望的,每个调制器和测量解调器相联时都应当达到规定的技术条件,这种方法要求测量解调器的性能优于被测调制器的规定性能。

4 中频输出特性

4.1 回波损耗

见本系列标准第一部分第三节——中频范围内的测量。(GB 6662—86)

4.2 电平

见本系列标准第一部分第三节。(GB 6662—86)

4.3 载波频率

见本系列标准第一部分第三节。(GB 6662—86)

4.4 寄生和/或谐波信号

见本系列标准第一部分第三节。(GB 6662—86)

5 基带输入阻抗和回波损耗

见本系列标准第一部分第四节——基带测量。

6 频偏灵敏度

6.1 定义和一般考虑

对给定频率正弦信号的调制机频偏灵敏度 S_m 表示为频偏 Δf 与基带输入电压 V_b 之比:

$$S_m = \frac{\Delta f}{V_b} \text{ (MHz/V)} \quad (1)$$

V_b 和 Δf 两参数都用峰值或都用有效值表示。

由于预加重网络的影响,调制机的频偏灵敏度通常是基带频率的函数。如果在预加重网络后直接输入基带电压 V_b 时(见图 1),被测调制器的频偏灵敏度与所有基带频率无关。

6.2 测量方法

测量方法采用“贝塞尔零值法”,它是基于正弦波调制的情况,在如下的调制指数 m_f 时,载频频谱线第一次幅度为零:

$$m_f = \frac{\Delta f}{f} = 2.40483 \dots \dots \dots (2)$$

式中: Δf 是峰值频偏

f 是调制频率

在频谱分析仪上可观测到“零”值,即中频载频第一次消失的点,但是由于基带信号发生器的残余谐波失真,不可能得到真正的零值,然而,载波电平降低 30 dB 或更多即可认为达到零值。

因为得到载波为零的调制指数,有许多数值,因此确保首次零点的最好方法是调制电压由零平稳地增加到载波首次消失的点。

测量程序如下:

a. 调整基带发生器置测量频偏灵敏度所要求的频率。

b. 首先把信号发生器的输出电平置于零,然后连续缓慢地增加信号发生器的输出电平,直到频谱分析仪上中频载波首次消失。

c. 测量调制机基带输入端的电压有效值 V_b 。

d. 在调制频率为 f 时, 调制机频偏灵敏度由下式计算:

$$S_m = \frac{2.404\ 83\ f}{\sqrt{2} \cdot V_b} \text{ (MHz/V)} \quad (3)$$

注: 由于调制指数 2.404 83 对应着一个中频带宽, 该中频带宽随调制频率线性增加。因此, 应用这种方法局限于调制频率不超过最高基带频率的三分之一。另外一种方法是使用已定标的测量解调器。

6.3 结果表示

结果应按下列方式给出:

“频偏灵敏度(S_m)为……MHz/V”或者“基带输入电平为……dBm 时频偏有效值为……kHz”。

6.4 要规定的细节:

如果需要, 详细的设备规范中应包括下列内容:

- a. 测量方法(6.2 条或注);
- b. 基带输入信号的频率;
- c. 中频输出信号的频偏;
- d. 在规定输入电平下所要求的频偏灵敏度或输出频偏;
- e. 基带连接点(即预加重网络之前或之后), (见图 1);
- f. 所采用的预加重特性(是否合适)。

7 调制方向

7.1 定义和一般考虑

如果输入电压向正的方向变化, 导致中频频率升高, 则频率调制机的调制方向为正。在电视传输中, 调制方向是很重要的。

7.2 测量方法

检查调制方向的简单方法是把一个非对称的波形信号加到被测调制机上, 并把中频信号加到具有已知解调方向的测量解调器。如果解调器输出信号极性与调制机输入信号极性相同, 则调制方向和已知的解调方向相同。

另一种方法是将一个行同步脉冲和正向峰值亮度信号组成的信号加到基带输入端, 在频谱分析仪上观察调制机的中频频谱, 对于正调制方向的最高电平谱线的频率将高于载波频率。

8 微分增益/非线性和微分相位/群时延

8.1 定义和一般考虑

被测调制机被基带信号激励, 此信号由一具有固定幅度和相位的小幅值、相对高频率的正弦测试信号叠加在一个低频, 相对大幅度的扫描信号上所组成。在调制机的中频输出端, 由测试信号引起的频偏相应于一个正弦频率偏移, 其幅度和相位取决于扫描信号电压的瞬时值。

被测调制机的微分增益(DG)和微分相位(DP)定义为这个瞬时值的函数, 由下式给出。

$$DG(X) = \frac{A(X)}{A_0} - 1 \quad (4)$$

$$DP(X) = \varphi(X) - \varphi_0 \quad (5)$$

式中: X 是输入扫描信号的瞬时值

$DG(X)$ 表示调制机微分增益函数

$A(X)$ 是测试信号引起的输出幅度偏差, 它是 X 的函数。

A_0 是在扫描信号为零值时, 测试信号引起的输出幅度偏差。

$DP(X)$ 表示调制机微分相位函数。

$\varphi(X)$ 测试信号引起的输出相位偏差, 是 X 的函数。

φ 是在扫描信号为零值时,测试信号引起的输出相位偏差。

对于不失真的理想调制机,微分增益和微分相位都为零。而实际的调制机,上述函数将是变化的。一个实际调制机或者用这些函数本身,或者用微分增益失真和微分相位失真来表征。后者定义为上述函数的极值间的差,通常分别用百分比和度数表示如下:

$$DG \text{ 失真(百分比)} = 100 \times \left(\frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_0} \right) \quad (6)$$

$$DP \text{ 失真(度数)} = \varphi_{\max} - \varphi_{\min} \quad (7)$$

测试信号频率的选择取决于调制器所要评价的那一部分和所要测量的那些参数(即微分增益或非线性,微分相位或群时延)。非线性和群时延的定义及决定测试信号频率选择的一些因素,在本系列标准第一部分第四节“基带测量”中给出。

DG 和非线性是用相同方法测量的,但使用不同的测试频率。非线性是调制器的一个重要的性能参数,因为它表示输出频率/输入电压特性与理想线性响应的偏差。非线性测量使用相对低的测试信号频率,其典型范围为 50 kHz 至 500 kHz。

8.2 测量方法

为了测量调制机的微分增益/非线性和微分相位/群时延,需要一个理想的解调器。这种解调器与被测调制机相比,其微分增益/非线性和微分相位/群时延应很小。

为了这种用途,测量解调器可由外差式解调器组成,由扫描信号来控制外差振荡器,这样就抑制了由扫描信号引起的频偏,因而实质上抑制了解调器的失真。

测量调制机的微分增益和微分相位的简化设备配置示于图 2。图中给出的包括测量解调器的完整的测试布局,即商用的线路分析仪。

对于调制机的测量,线路分析仪通常由如下两个部分组成:

- a. 连接到被测设备基带输入端的由扫描信号源和测试信号源组成的发送部分。
- b. 连接到被测设备中频输出端的接收部分。这部分的组成包括测量解调器,随后有提取测试信号的带通滤波器,提供微分增益/非线性和微分相位/群时延的包络检波器和相位检波器,以及具有校准水平和垂直轴、内装示波器的显示装置。示波器的水平偏转是由测量解调器馈送的,取自低通滤波器的解调扫描信号所发生。

注: ① 应用高测试频率时,被测的中频范围将不近似于扫描宽度,而是近似于扫描宽度加上测试频率的两倍。

② 须保证在调制机前的基带放大器不被大幅度的扫描信号过激。为满足这个要求,常常需要限制可能施加的扫描幅度。另一方面,测量中可能去掉调制机的基带部分,因此允许用大幅度的扫描信号来测定整个调制器的特性。当基带放大器的低端截止频率较高而不能传送扫描信号时,也需要将基带放大部分与调制器分开。

8.3 结果表示

微分增益和微分相位最好采用两轴具有合适校准的函数显示照片给出。通常给出一张能同时显示两个函数的照片。另外,可以用文字来说明测出的微分增益失真、微分相位失真和扫描范围。

8.4 要规定的细节

如果需要,详细的设备规范中应包括下列项目:

- a. 中频扫描范围(例如 ± 10 MHz);
- b. 在上述范围内允许的微分增益失真(例如 3%);
- c. 在上述范围内允许的微分相位失真(例如 0.8°);
- d. 所用测试频率;
- e. 基带连接点(例如在基带放大器之前或之后)。

9 寄生调幅

9.1 一般考虑

频率调制机通常呈现微小程度的幅度调制,它可能是调制器本身产生的,或者可能是调制器后面的中频电路的振幅/频率响应引起的。这种幅度调制是不希望有的,因为由于后面的调幅——调相转换或者由于解调器的调幅灵敏度,可能引起附加的基带失真。

9.2 测量方法

对于寄生调幅测量的简化配置示于图 2。这与测量微分增益和微分相位的配置相同,但在接收部分,代替测量解调器和其后电路的是一中频包络检波器。

被测调制机用扫描信号源激励(不使用发送部分的测试信号),中频输出电平由中频包络检波器检测,检波器的输出用于示波器的垂直偏转。在规定频率范围内特性曲线的形状就是幅度调制的度量。对于这种测量,要选择工作条件下对应于最高频率的扫描宽度。商用线路分析仪在接收部分有工作状态开关,允许按 8.2 条详细说明的应用测量解调器来测量 *DG* 或 *DP*,或者是应用中频包络检波器测量中频幅频特性。

9.3 结果表示

频率调制机的寄生调幅最好用两轴经适当校准的示波器显示中频幅频特性照片给出。另外,可用文字说明在相应扫描范围的特性极值之差。

9.4 要规定的细节

如果需要,详细的设备规范中应包括下列项目:

- a. 扫描宽度(MHz);
- b. 中频幅频特性的容限。

10 基带振幅/频率特性

10.1 定义

调制机的基带振幅/频率特性是一条代表中频频偏与参考频偏比值的曲线(用分贝表示)。在基带输入振幅恒定时,它是基带调制频率的函数。参考频偏是在规定基带频率点的频偏。

10.2 一般考虑

测量调制机的基带振幅/频率特性,需要用测量解调器。根据定义,为这种用途的解调器,它提供一个标称恒定的基带输出信号,该基带信号是输入信号频偏恒定时调制频率的函数。为了避免在最高调制频率处有效幅度的高阶边带,应当使用小振幅的基带信号。

如果被测调制机不能与预加重网络分开,就必须使用具有校准过的相应去加重网络的测量解调器。但在某些情况下,预加重网络可以与调制机分开,这样就可以测量基本调制机的振幅/频率特性。在这种情况下,预加重网络的基带振幅/频率特性应单独测量。

注:目前,因为测量解调器/调制器与被测调制机/解调机具有相同量级的贡献,所以不可能单独把被测调制机/解调机的基带频率特性贡献区分出来。因此往往习惯于测试调制机/解调机系统和规定总的调制机/解调机特性。

10.3 测量方法

本系列标准第一部分第四节中的图 3 给出了测量配置图。注意基带终端和终端之间的“被测设备”是由在中频处互连的测量解调器和被测调制机组成的。

10.4 结果表示

对于扫频测量,应给出示波器显示的照片或 XY 记录。当测量结果不用图形给出时,应按如下例方式给出:

“调制机(或背对背连接的调制机和解调器)的基带振幅/频率特性从 300 kHz,至 8 MHz,相对于 1 MHz 点的值,在 +0.2 dB 到 -0.1 dB 的范围内”。

逐点测量可以列表给出或按如上表示方法。

10.5 要规定的细节

如果需要,详细的设备规范中应包括下列项目:

- a. 参考频率;

- b. 基带频率范围;
- c. 基带振幅/频率特性容限;
- d. 在参考频率点的中频频偏;
- e. 预加重/去加重特性(需要时)。

11 频分复用电话测量

目前,因为测量解调器与被测调制机具有相同量级的贡献,所以不可能单独把被测调制机的互调噪声贡献区分出来。因此,对于这项测试,通常实际上采用的是系统解调器,并且只规定总的调制机/解调机的噪声值。应用本系列标准第三部分第四节“频分复用传输测量”中给出的测量方法。为了测量调制机的基底噪声(即没有噪声负载),可在没有调制(的情况下,与一个已知基底噪声性能的测量解调器相连,进行基带测量(见本系列标准第二部分第五节,频率解调机)。

12 电视测量

目前,因为测量解调器与被测调制机具有相同量级的贡献,所以不可能单独把被测调制机的波形失真贡献区分出来。因此,对于这项测试通常是利用系统解调器,并且只规定总的调制机/解调机的失真值。使用的测量方法,见本系列标准第三部分第三节“黑白和彩色电视传输测量”。

注:大多数线性和非线性波形失真不受基本调制器/解调器的影响,但受基带(包括带限滤波器、预加重网络和去加重网络等)的影响。在某些情况下,这些部分可以分开,可以直接在基带测量它们的性能。

为了测量调制机的基底噪声(即没有噪声负载),可在没有调制(的情况下,与一个已知基底噪声性能的测量解调器相连,进行基带测量(见本系列标准第二部分第五节)。

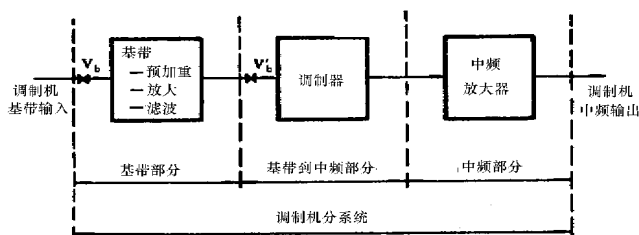


图 1 典型的调制机分系统的配置

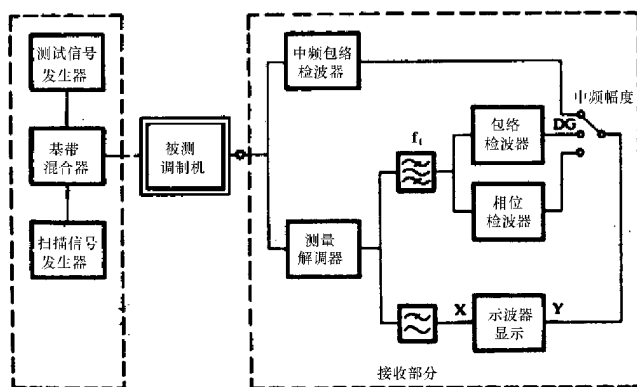


图 2 测量调制机的微分增益,微分相位和中频振幅频率特性的简化配置

附加说明：

本标准由邮电部邮电工业标准化研究所归口。

本标准由邮电部邮电工业标准化研究所负责起草。

本标准主要起草人：段中贤、武冰梅。