



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 12060.3—2011/IEC 60268-3:2000  
代替 GB/T 9001—1988

---

## 声系统设备 第3部分：音频放大器测量方法

Sound system equipment—Part 3: Methods of measurement on audio amplifiers

(IEC 60268-3:2000, IDT)

2011-10-31 发布

2012-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

# 目 次

前言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 条件 .....	1
3.1 额定条件和标准测量条件 .....	1
3.1.1 引言 .....	1
3.1.2 额定条件 .....	2
3.1.3 标准测量条件 .....	2
3.2 其他条件 .....	2
4 工作类别 .....	2
5 可互换部件 .....	3
6 自动控制器 .....	3
7 电源 .....	3
8 音量控制器的位置 .....	3
9 测量的预备状态 .....	3
10 系列的测量 .....	4
11 可变功耗设备 .....	4
12 标志 .....	4
13 工作环境 .....	4
14 特性解释及相应的测量方法 .....	4
14.1 电源的基本特性 .....	4
14.1.1 特性解释 .....	4
14.1.2 测量方法 .....	5
14.2 (长期)电源电压变化的容差 .....	5
14.2.1 特性解释 .....	5
14.2.2 测量方法 .....	5
14.3 电源频率变化的容差 .....	6
14.3.1 特性解释 .....	6
14.3.2 测量方法 .....	6
14.4 电源谐波和纹波的容差 .....	6
14.4.1 特性解释 .....	6
14.4.2 测量方法 .....	7
14.5 输入特性 .....	7
14.5.1 额定源阻抗,特性解释 .....	7
14.5.2 输入阻抗 .....	7

14.5.3	额定源电动势,特性解释	8
14.5.4	对应于额定失真限制的输出电压的最小源电动势	8
14.6	输出特性	9
14.6.1	额定负载阻抗,特性解释	9
14.6.2	输出源阻抗	9
14.6.3	失真限制的输出电压和功率	10
14.6.4	调整率	11
14.6.5	过载恢复时间	11
14.7	限幅特性	11
14.7.1	过载源电动势	11
14.7.2	短期最大输出电压和功率	12
14.7.3	长期最大输出电压和功率	12
14.7.4	温度限制的输出功率	13
14.8	保护电路特性	13
14.8.1	概述	13
14.8.2	对存在隐患的电压电流输出组合的保护	14
14.8.3	直流偏移保护电路特性	15
14.9	额定(失真限制的)输出电压或功率的持续时间	16
14.9.1	概述	16
14.9.2	特性解释	16
14.9.3	测量方法	17
14.10	增益	17
14.10.1	电压增益和电动势增益	17
14.10.2	最大电动势增益	17
14.10.3	音量控制器的衰减特性	17
14.10.4	多通道设备中平衡控制器的衰减特性	18
14.11	响应	18
14.11.1	增益—频率响应	18
14.11.2	增益限制的有效频率范围	19
14.11.3	失真限制的有效频率范围	19
14.11.4	相位—频率响应	19
14.12	幅度非线性	20
14.12.1	概述	20
14.12.2	额定总谐波失真	20
14.12.3	标准测量条件下的总谐波失真	20
14.12.4	总谐波失真作为幅度和频率的函数	20
14.12.5	标准测量条件下的 $n$ 阶谐波失真	21
14.12.6	$n$ 阶谐波失真作为幅度和频率的函数	21
14.12.7	$n$ 阶调制失真(其中 $n=2$ 或 $3$ )	22
14.12.8	$n$ 阶差频失真(其中 $n=2$ 或 $3$ )	23
14.12.9	动态互调失真(DIM)	24
14.12.10	总差频失真	26
14.12.11	计权总谐波失真	27

14.13 噪声	27
14.13.1 特性解释	27
14.13.2 测量方法	28
14.14 哼声	28
14.14.1 概述	28
14.14.2 特性解释	28
14.14.3 测量方法	29
14.15 平衡输入和输出	29
14.15.1 输入平衡	29
14.15.2 过载(失真限制的)峰-峰值共模输入电压	30
14.15.3 输出平衡	30
14.16 多通道放大器中的串音衰减和分离度	31
14.16.1 特性解释	31
14.16.2 测量方法	31
14.17 多通道放大器中通道间的增益差和相位差	32
14.17.1 增益差	32
14.17.2 相位差	33
14.18 尺寸和质量,特性解释	33
附录 A (资料性附录) 平衡接口	39
参考文献	40
图 1 测量输入阻抗的电路	33
图 2 测量过载恢复时间的波形图	34
图 3 防止有潜在破坏性的输出电压和电流的保护	35
图 4 合并两输入信号的电路	36
图 5 频率在 30 kHz 以下的动态互调失真的测量信号频谱	36
图 6 测量平衡输入的平衡度的电路	37
图 7 测量平衡输出的内阻平衡度的电路	37
图 8 测量平衡输出的电压对称度的电路	38
表 1 相同放大器的不同额定总谐波失真及额定失真限制的输出功率的规范	16
表 2 处于 20 kHz 以内的动态互调失真分量	25

## 前 言

GB/T 12060《声系统设备》分为以下各部分：

- 第1部分：概述；
- 第2部分：一般术语解释和计算方法；
- 第3部分：声频放大器测量方法；
- 第4部分：传声器测量方法；
- 第5部分：扬声器主要性能测试方法；
- 第6部分：辅助无源元件；
- 第7部分：头戴耳机测量方法；
- 第8部分：自动增益控制器件；
- 第9部分：人工混响、时间延迟和频移装置测量方法；
- 第10部分：峰值节目电平表；
- 第11部分：声系统设备互连用连接器的应用；
- 第12部分：广播及类似声系统用连接器的应用；
- 第13部分：扬声器听音试验；
- 第14部分：圆形和椭圆形扬声器，外形尺寸和安装尺寸；
- 第16部分：由语言传输指数(STI)对语言可懂度的客观等级评估；
- 第17部分：标准音量表；
- 第18部分：峰值节目电平表-数字音频峰值电平表。

本部分为 GB/T 12060 的第3部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分采用翻译法等同采用 IEC 60268-3:2000《声系统设备 第3部分：放大器》(英文版)。

本部分作了下列编辑性修改：

- a) 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”；
- b) 删除国际标准的前言；
- c) 图 2b) 中“过载恢复时间 $=t_1-t_2$ ”改为“过载恢复时间 $=t_3-t_2$ ”。

本部分是对 GB/T 9001—1988《声系统设备 第3部分：放大器》的修订。

本部分与 GB/T 9001—1988 相比主要变化如下：

- a) 增加 3.1.2h)；
- b) 删除 GB/T 9001—1988 中 3.2.4“电源的影响”；
- c) 删除 GB/T 9001—1988 中第 5 章“额定源阻抗”；
- d) 删除 GB/T 9001—1988 中第 8 章“特殊的操作说明”；
- e) 改变 GB/T 9001—1988 中 16.4.2“测量方法”的内容；
- f) 增加 14.5.2.2.3“用电桥测量输入阻抗”；
- g) 增加 14.5.2.2.4“使用源电阻的两个阻值测量输入阻抗”；
- h) 增加 GB/T 9001—1988 中 18.1“额定负载阻抗”中的表格内容；
- i) 改变 GB/T 9001—1988 中 19.2.1“特性解释”的内容；
- j) 增加 14.8“保护电路特性”和 14.9“额定(失真限制)输出电压或功率的持续时间”；
- k) 增加 GB/T 9001—1988 中 22.4.1“特性解释”的内容；

- l) 增加 14.12.7.2f);
- m) 增加 14.12.8.2 j) 和 k);
- n) 增加 14.12.11“计权总谐波失真”;
- o) 重新规定 GB/T 9001—1988 中第 25 章“平衡”的内容;
- p) 删除 GB/T 9001—1988 中第 26 章“外界影响”和第 27 章“杂散磁场”;
- q) 删除 GB/T 9001—1988 中第 31 章“规定特性的分类”,将分类原则应用到有关条款中;
- r) 本部分的章、条编号与 IEC 60268-3:2000《声系统设备 第 3 部分:放大器》(英文版)保持一致。

本部分代替 GB/T 9001—1988《声系统设备 第 3 部分:放大器》。

本部分由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本部分由全国音频、视频及多媒体系统与设备标准化技术委员会(SAC/TC 242)归口。

本部分起草单位:南京大学声学研究所、江苏省电子信息产品质量监督检验研究院、国光电器股份有限公司。

本部分主要起草人:沈勇、张志强、杨军。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:GB/T 9001—1988。

## 声系统设备 第3部分:声频放大器测量方法

### 1 范围

本部分规定了放大器规范中应给出的特性,以及其相应的测量方法。

本部分适用于组成专业或家用声系统的模拟放大器以及模拟/数字放大器中的模拟部分。

一般地说,所给出的测量方法是与定义有最直接关系的,但并不排除采用能得到等效结果的其他方法。

本部分规定的额定条件和标准测量条件,下文中即作为规范和测量的条件。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 5465.2—2008 电气设备用图形符号 第2部分:图形符号(IEC 60417 DB:1973,IDT)

GB/T 6278 模拟节目信号

GB 8898—2011 音频、视频及类似电子设备安全要求(eqv IEC 60065:1998(第六版))

GB/T 12060.2—2011 声系统设备 第2部分:一般术语解释和计算方法(IEC 60268-2:1987,IDT)

GB/T 14197 音频、视频和视听系统互连的优选配接值(IEC 61938,IDT)

GB/T 17626.17—2005 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口纹波抗扰度试验(IEC 61000-4-17:2002,IDT)

GB/T 17626.29—2006 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验(IEC 61000-4-29:2000,IDT)

SJ/Z 9140.1—1987 声系统设备 第1部分:概述(idt IEC 60268-1:1988)

### 3 条件

#### 3.1 额定条件和标准测量条件

##### 3.1.1 引言

为便于安排放大器的测量,本部分分别在额定条件和标准测量条件的标题下规定了几组条件。

术语“额定”的完整解释见 GB/T 12060.2—2011。

放大器的额定条件是:

- 额定电源电压;
- 额定源阻抗;
- 额定源电动势;
- 额定负载阻抗;
- 额定总谐波失真,或者额定(失真限制的)输出电压或功率;
- 额定机械和气候条件。

注1:总谐波失真和(失真限制的)输出电压或功率是相互关联的。二者不能同时作为额定条件,因为通常一个给定

的样品放大器输出额定输出电压或功率时产生的失真小于额定总谐波失真。

注2：如果电源频率是关键性的，则也代表一个额定条件。

为了得到正确的测量条件，应当从制造商给出的规范中取得上述额定条件的数值。这些数值本身不是要测量的对象，但构成了测量其他特性的基础。

GB/T 12060 的本部分给出了一些其他特性的测量方法，要求或允许制造商在设备规范中给出下列特性的“额定值”：

- 额定电压增益；
- 额定失真限制的输出电压或功率（不作为额定条件时）；
- 额定信噪比；
- 额定等效噪声源电动势。

### 3.1.2 额定条件

放大器可作为一个四端网络来考虑，它具有一对特定的输入端和一对特定的输出端。满足下列条件时就应认为该放大器在额定条件下工作：

- a) 放大器接在额定电源上。
  - b) 源电动势与额定源阻抗串联，再接到输入端上。
- 注：对于有多个相同通道的放大器，输入信号宜同时馈给所有相应的成对输入端。
- c) 输出端额定负载阻抗。
  - d) 如有必要，测量过程中不用的端子按制造商的规定连接。
  - e) 在适当的频率上，调整源电动势使其正弦电压等于额定源电动势。没有明确的反对理由时，该频率应该采用 SJ/Z 9140.1 中规定的标准参考频率 1 kHz。反对的理由可能是标准参考频率在放大器有效频率范围之外或接近其极限。
  - f) 如果有音量控制器，置于使输出端出现额定失真限制的输出电压的位置。
  - g) 如果有音调控制器，置于规定位置以给出规定频响，规定频响一般为平直频响。
  - h) 如果有平衡控制器，置于机械中心位置。
  - i) 额定机械和气候条件，按 SJ/Z 9140.1 执行。

当额定失真限制的输出功率大于额定温度限制的输出功率时，某些放大器在额定条件下工作时间长了会过热。这些放大器的额定条件持续时间不得比放大器容许的时间长。

### 3.1.3 标准测量条件

将放大器置于额定条件下（见 3.1.2），然后把源电动势降到比额定源电动势低 10 dB，即为标准测量条件。

### 3.2 其他条件

如果对于除额定条件和标准测量条件以外的情况（例如不同的频率或不同的按键位置）给出了放大器的附加数据，则应完整说明相关条件。如有可能，应按本部分的有关条款中的推荐来选择这些条件。

补充的测量步骤可以从给出的标准条件下的测量步骤中引申出来。如有必要采用特殊的预防措施来保证测量准确度，应与有关的测量步骤一起做出说明。

## 4 工作类别

A 类：提供负载电流的每个有源器件中的电流在信号的每个周期内始终大于零，对负载电流的一切值均如此，负载电流最大达到并包括由额定输出功率或电压及额定负载阻抗所确定的值。



B类:提供负载电流的每个有源器件中的电流,正好在负载电流的每个周期的半周等于零。

注:一般用法中,B类可以扩展到电流流动稍许大于半周的情况。

AB类:至少有一个提供负载电流的有源器件中的电流在负载电流的每个周期的某一部分等于零,负载电流值的范围不超过额定输出功率或电压以及额定负载阻抗所确定的值。

注:信号电平足够低时,AB类放大器通常工作于A类。

D类:提供负载电流的每个有源器件中的电流受一个载波信号的控制。处于零或最大值的开关状态,而该载波信号的调制输送有用信号。

注:其他一些工作类别已经商品化了,但还未提交供标准化的正式类别定义。

## 5 可互换部件

对典型测量而言,可互换部件应具备这些部件规定的平均特性。

测量个别样机时应采用随样机提供的可互换部件。

## 6 自动控制器

放大器可能包含自动控制电路,如限幅器、压缩器、扩展器和电子衰减电路。这些电路使放大器的某些特性与通过放大器本身的信号有关,或与外加的控制信号有关。测量这种放大器的特性时,应使自动控制电路不起作用,测量自动控制器的特性时除外。

## 7 电源

应该把放大器接到额定电源上测量。测量过程中应注意保持电源电压为额定值。如果制造商标称的电源电压的容差超过 $\pm 10\%$ ,那么也应说明在容差上下限处的待测量的特性。

可以在电源电压、电源频率、交流电源的谐波或直流电源的纹波的标称容差的上下限处进行附加测量。

警告:不得超过制造商规定的电源电压容差。

## 8 音量控制器的位置

除非音量控制器的最大和最小位置是待测特性所固有的,否则若只对音量控制器的一个位置进行特性测量,则音量控制器应置于3.1.2给出的额定条件的位置。

如需在音量控制器的几个不同位置进行特性测量,则应包括额定条件的位置,其他优选位置为最大位置、相对于额定条件位置的 $-3\text{ dB}$ 、 $-6\text{ dB}$ 、 $-10\text{ dB}$ 、 $-20\text{ dB}$ 及 $-40\text{ dB}$ 等位置。

所有不测量的通道的音量控制器如有可能应置于最小增益位置,除非另有规定。

## 9 测量的预备状态

开始测量放大器之前,应使其在近似标准测量条件下工作1 h,或按制造商的规定进行。

操作放大器之前,应仔细阅读制造商对开始操作的说明。

随后把放大器置于3.1.3给定的标准测量条件下。由于内部发热,输出电压可能会随时间而改变。除非变化过大,否则在预备状态期间可以忽略这种影响。预备状态结束后,应根据需要把放大器置于额定条件或标准测量条件下。

## 10 系列的测量

如果进行一系列测量,在两次测量之间,放大器最好保持在标准测量条件下。

如果在两次测量之间,放大器必须较长时间停止工作,则进一步的测量应从第9章规定的预备状态开始进行,除非能说明这样的处理不必要。

## 11 可变功耗设备

声系统设备如果包含一个或者多个工作在AB类或者B类的功率放大器时,无论其中输出级的直流电源是否具有采用串联控制元件的电子稳压电路,都应认为是可变功耗设备。

注1: IEC 60065 第四版(1976)定义了可变功耗设备:由于输出电路的负载阻抗或者信号参数的变化导致的功率损耗变化可超过15%的设备。但是在第五版(1985)和第六版(1998)没有定义。

注2: 直流电源用并联电子控制元件来稳压时,功率损耗实质上一般是(如果不总是)基本稳定的。但是这些设备在某些方面仍可作为可变功耗设备,实际上14.7.4.1的内容仍然适用。

本部分中的所有测量都适用于可变功耗设备,大多数情况下没有特殊问题。但是在测量哼声和额定失真限制的输出功率时也许会出现一些问题,因此一些附加的测量对评价这些设备的性能是有价值的。(见14.6.3.1注和14.14.3c))

## 12 标志

SJ/Z 9140.1—1987给出了端子标志和控制器标志的规定。

标志会涉及到下列内容:

- 见GB 8898的人身安全和防火。
- 出现连接错误时的安全。
- 见GB/T 5465.2的正常操作指示。

标志既不能防止不正确的操作,也不能提供完整的操作说明。因此必须把防止危险或误操作的方法以及手册中的使用说明配合起来考虑。一定要使标志明显,尽可能容易理解。

当设备安装好以后,凡不使用工具无法触及的互联端子,制造商应在安装指南中清楚明显地标示出来。这种安装指南是供专业人员阅读的。

## 13 工作环境

应该把放大器安装在与使用环境相似的环境中进行测量,特别是包含温度的测量更是如此。在安装方面的限制条件以及专门的通风要求均应由制造商加以说明,并成为额定条件的组成部分(见3.1.2)。同时参见GB 8898或其他适用的国家安全标准。

## 14 特性解释及相应的测量方法

### 14.1 电源的基本特性

#### 14.1.1 特性解释

对于接电源的每对端子和电源电压选择器(如果有的话)的每个位置,制造商应作出下列规定(标明

任选处除外)：

- a) 电源类别(交流或直流),在设备上和规范上标示；
- b) 额定电源电压(为额定条件,见 3.1.2),在设备上和规范上标示；
- c) 电源频率或频率范围(可以是额定条件,见 3.1.2),在设备上和规范上标示；
- d) 额定条件下从电源汲取的功率,用瓦表示,在设备上和规范上标示；
- e) 对于可变功耗设备(见 11 章),在规定的负载阻抗(包括额定负载阻抗)下,从电源汲取的功率可以表示为从零到额定值范围内的输出电压或功率的函数。对于用电池供电的设备,该特性有特殊的价值,可以用图表示。

注：在上面的 d) 和 e) 中,从电源汲取的视在功率明显地大于有用功率,则视在功率应另作说明。

#### 14.1.2 测量方法

- a) 将放大器置于额定条件下；
- b) 用功率计测量从电源汲取的功率,用瓦表示：
  - 1) 采用额定电源电动势,见 14.5.3；
  - 2) 采用标准测量条件下的电源电动势；
  - 3) 对可变功耗设备,输出电压或功率在零到额定值的范围内改变。

#### 14.2 (长期)电源电压变化的容差

##### 14.2.1 特性解释

制造商规定的电源电压的容差应使在规定限额内的任何电源电压都满足：

- a) 在任何正常操作条件下,工作电压都不能超过其上限,这一点特别适用于像半导体器件和电解电容器等元件；
- b) 用在放大器中的电子管的灯丝电压不能超过其容差；
- c) 放大器长时间在标准测量条件下工作,任何元器件都不能超过其最高容许温度,与电源电压有关的除外；
- d) 输出和增益都不得发生过度的变化；
- e) 信号哼声比与额定值相比不劣于-3 dB。

从电网获得电源的放大器一般不会遇到电源电压变化超过 $\pm 10\%$ 的情况。这样的变化一般不需要对放大器作特殊设计。

以电池或小变压器为电源的放大器,电源电压的变化可能较大,这也许是由于负载的变化、电池的温度造成的,也许是在电池的寿命或放电期间电池电压逐渐下降造成的。

如果制造商指出,不允许放大器的电源电压变化超过 $\pm 10\%$ ,则在正常的放大器设计范围内,应考虑符合要求 a)、b) 和 c) 的要求,并按照 d) 和 e) 的要求进行检查。

如果制造商指出,允许放大器的电源电压变化超过 $\pm 10\%$ ,制造商的手册中应详细给出补偿这一变化的特殊方法。如果可能的话检查这些方法是否正常工作,并按照要求 a) 至 e) 的要求进行检查。

##### 14.2.2 测量方法

###### 14.2.2.1 温度

- a) 将放大器置于标准测量条件下,如果已给出额定温度限制的输出功率,应调整源电动势以得到这个输出功率值；
- b) 将电源电压调到制造商给出的上限值,如果需要的话再调整源电动势使输出电压或功率恢复到 a) 规定的值；

- c) 放大器应能在这些条件下至少工作 4 h,任何元器件都不能超过最高允许温度。

#### 14.2.2.2 输出和增益的变化

- a) 将放大器置于额定条件下,用 14.12.3.2 所给出的方法测总谐波失真;  
b) 测量源电动势  $E$  和输出电压  $U_2$ ;  
c) 在制造商规定的范围内步进式地改变电源电压。在选定的每一个电源电压值上,重新调整源电动势  $E$ ,以获得原有的总谐波失真,并测量源电动势  $E'$  和输出电压  $U'_2$ 。

注:在允许的电源电压范围内,无稳压措施时, $E'$  和  $U'_2$  应与电源电压基本上保持一定的比例。

#### 14.2.2.3 哼声

- a) 信号哼声比按 14.14 的规定进行测量;  
b) 在制造商给出的范围内步进式地改变电源电压。在每一个选定的电源电压值上,测量输出端的哼声电压并计算信号哼声比。把测量结果表示为额定输出电压和测得哼声电压的比值,以分贝表示。

### 14.3 电源频率变化的容差

#### 14.3.1 特性解释

制造商规定的电源频率变化的容差应使其在规定限额内的任何电源频率都能满足:

- a) 除电源频率以外,将放大器置于标准测量条件下至少 4 h,任何元器件都不得超过最高容许温度;  
b) 放大器的输出电压和总谐波失真不发生明显变化;  
c) 信号哼声比与额定值相比不劣于 -3 dB。

制造商应在规范中给出其额定值。

在正常的放大器设计范围内,应考虑符合 a) 要求。

注:在电源频率范围的低端,元器件的工作温度可能会升高,特别是电源部分的元器件。

#### 14.3.2 测量方法

##### 14.3.2.1 输出电压和总谐波失真的变化

- a) 将放大器置于额定条件下,用 14.12.4.2 的方法测量总谐波失真。  
b) 测量源电动势  $E$  和输出电压  $U_2$ 。  
c) 在制造商规定的范围内,步进式地改变电源频率。在选定的每一个电源频率上测量输出电压  $U_2$  和总谐波失真。  
d) 在规定的电源频率范围内,无论电压  $U'_2$  还是总谐波失真都不应有明显的变化。

##### 14.3.2.2 哼声

除了用改变电源的频率代替改变电源电压以外,按 14.2.2.3 所给出的方法测量。

注:一般在电源频率的下限将测到最坏的信号哼声比。

### 14.4 电源谐波和纹波的容差

#### 14.4.1 特性解释

- a) 制造商规定的电源谐波容差,应使在所述容差范围内满足:  
1) 由电源电压峰值和有效值之比的改变引起的整流电源电压的变化不应超过 14.2.1 规定

的容许电源电压变化引起的整流电压的变化；

- 2) 信号哼声比与额定值相比不劣于-3 dB；
  - 3) 按照 1) 的要求,交流电源谐波的容差不得超过 14.2.1 为电源电压规定的最小的不论正或负的容差。
- b) 制造商规定的直流电源纹波的容差,应使在所述容差范围内满足:
- 1) 电源电压的变化不应超过 14.2.1 规定的容许电源电压变化引起的变化；
  - 2) 信噪比和额定值相比不劣于-3 dB。

制造商可选择是否在规范中给出这些容差范围。

#### 14.4.2 测量方法

- a) 电源谐波,参见 GB/T 17626.13—2006<sup>[5]</sup>；
- b) 纹波,参见 GB/T 17626.17—2005；
- c) 电压暂降,短时中断和电压变化,见 GB/T 17626.29—2006。

#### 14.5 输入特性

##### 14.5.1 额定源阻抗,特性解释

制造商规定的向放大器提供信号的源内阻抗。

除非另行规定,额定源阻抗认为是恒定的纯阻。

注:制造商也可给出他认为实际上可容许的源阻抗的范围。

如果制造商没有规定额定源阻抗,应使用 GB/T 14197 规定的合适的阻抗。

##### 14.5.2 输入阻抗

###### 14.5.2.1 特性解释

由输入端子之间测得的内阻抗:

- a) 在标准测量条件下,额定值应在规范中给出；
- b) 在其他信号频率上,输入阻抗可选择是否在规范中给出,除非在频率变化对其很重要的情况下应给出足够的额外数据,例如磁带机的磁头或唱机的拾音器的输入。

###### 14.5.2.2 测量方法

在 14.5.2.2.1 和 14.5.2.2.2 中给出的方法可测量输入阻抗的模。若需要更多的数据,例如代表整个频率范围内输入阻抗的等效电路元件值,可使用 14.5.2.2.3 或 14.5.2.2.4 给出的方法。

###### 14.5.2.2.1 平衡输入

- a) 将放大器置于标准测量条件下,采用不接地(或不接机壳)的源,如图 1a)所示；
- b) 用平衡输入电压表测量输入电压  $U_1$ ,电压表的输入阻抗应远大于放大器的输入阻抗；
- c) 用一个经校准的可变电阻器代替放大器的输入,调整该电阻器使得电压表读数仍为  $U_1$ 。该可变电阻器的阻值就等于标准参考频率上放大器输入阻抗的模；
- d) 可在其他信号频率上重复上述测量,倾向于选取三分之一倍频程中心频率点(见 SJ/Z 9140.1)。

注 1: 如果放大器的输入阻抗远大于额定源阻抗,那么很难准确确定可变电阻器阻值使电压表读数为  $U_1$ 。换句话说,测量方法的灵敏度很低。对于这个测量,增大源阻抗到额定源阻抗的 10 倍或 10 倍以上,可以消除这种影响。

注 2: 电压表的输入阻抗同样影响测量的灵敏度。它应远大于用于测量的源阻抗和放大器输入阻抗的并联值。

注3：音量调节器的位置可影响输入阻抗。如果这样的话，应在调节器不同的位置重复测量，测量结果和位置对应起来报告。应把源电动势调整到保持输出电压低于额定值 10 dB，除非此要求超过了过载源电动势。

#### 14.5.2.2.2 非平衡输入

- a) 将放大器置于标准测量条件下，公共输入端接地；（见图 1b）
- b) 用电压表测量输入电压  $U_1$ ，电压表的输入阻抗应远大于放大器的输入阻抗；
- c) 用一个经校准的可变电阻器代替放大器的输入，调整该电阻器使电压表读数仍为  $U_1$ 。该可变电阻器的阻值就等于标准参考频率上的放大器输入阻抗的模；
- d) 可在其他频率上重复上述测量，倾向于选取三分之一倍频程中心频率点（见 SJ/Z 9140.1）。

注：见 14.5.2.2.1 的注。

#### 14.5.2.2.3 用电桥测量输入阻抗

- a) 将放大器置于标准测量条件下，然后用合适的音频电桥“未知”端子代替信号源。应保证信号通过电桥时放大器不过载；

注1：一个合适的电桥意味着适合于调整跨接“未知”端子的电压（通常是调整桥接网络的输入电压）。

注2：对于平衡输入，在电桥和放大器输入端之间可使用高品质、匝数比为 1 的变压器或者使用电池供电的电桥。

- b) 调节电桥控制器至平衡，然后从控制器读出输入阻抗值。

#### 14.5.2.2.4 使用源电阻的两个阻值测量输入阻抗

- a) 将放大器置于标准测量条件下，测量增益限制的有效频率范围。（见 14.11.2）
- b) 用已知阻值的源电阻重复测量，源阻值至少 10 倍于额定输入阻抗，增加源电动势使输出电压比额定值低 10 dB。记下新的源电动势值；
- c) 如果增益比足够大，达到要求的准确度，可根据 a) 和 b) 测得的源电动势比和增益比，用简单电路理论能计算出在任何频率的输入阻抗；

用在 b) 中测定的增益限制的有效频率范围内的限定频率，可以计算出近似值。

注1：在高频，输入阻抗通常可以用电阻器和电容器并联相当准确地表示出来。在低频，输入阻抗可表示为电阻器和电感的并联组合或者电阻器和电容器的串联组合。

注2：这种方法假设输入阻抗不受源阻值的影响，且输入阻抗的电阻部分和频率无关。在有些情况下，一个甚至两个假设都不满足。

### 14.5.3 额定源电动势，特性解释

由制造商在规范中规定的电动势，把它和额定源阻抗串联后接到输入端，控制器置于适当位置，在额定负载阻抗上就能给出额定失真限制的输出电压。

#### 14.5.4 对应于额定失真限制的输出电压的最小源电动势

##### 14.5.4.1 特性解释

将这个电动势和额定源阻抗串联后接入输入端，如果有音量控制器，置于最大增益位置，如果有音调控制器，置于额定条件规定的位置，该电动势在额定负载阻抗上就能给出额定失真限制的输出电压。

注：如果有音量控制器，额定源电动势显然应等于或大于对应于额定输出电压的最小源电动势。如果没有音量控制器，额定源电动势应等于对应于额定输出电压的最小源电动势的额定值。

制造商可选择是否在规范中给出其额定值。

##### 14.5.4.2 测量方法

- a) 将放大器置于额定条件下；

- b) 测量输出电压  $U_2$ ;
- c) 将音量控制器调整到最大增益位置,重新调整源电动势,恢复原来的输出电压;
- d) 测量最小源电动势  $E_1$ 。

14.6 输出特性

14.6.1 额定负载阻抗,特性解释

由制造商在规范中规定并优选在设备上标记,为进行测量而接在输出端的阻抗。  
除非制造商另有规定,否则即认为额定负载阻抗是恒定的纯阻。  
可以规定不止一个额定阻抗值。应给出相应每个负载阻抗额定值的输出电压或功率及额定总谐波失真失真的数值。可用列表表示,例如:

额定负载阻抗 $\Omega$	额定输出功率 W	额定总谐波失真 %
16	10	0.2
8	20	0.2
4	40	0.25

假如对额定阻抗的最高和最低值给出上述数据,可规定数值范围,例如:

额定负载阻抗 $\Omega$	额定输出功率 W	额定总谐波失真 %
16	10	0.2
任意中间值	—	—
4	40	0.25

对应于额定负载阻抗的每个值,放大器应符合有关的电气安全要求(这些通常在 GB 8898—2011 中规定)。

14.6.2 输出源阻抗

14.6.2.1 特性解释

在规定条件下输出端子之间测得的内阻抗。制造商应在规范中给出额定值。

14.6.2.2 测量方法

- a) 将放大器置于标准测量条件下。然后把源电动势减小到零,断开额定负载阻抗。
- b) 将一个内阻抗至少大于输出源阻抗预期值 10 倍的正弦电流源和电流表串联,接到放大器的输出端。同时将电压表接到输出端。然后将电流调整到在标准测量条件下通过输出端的数值。
- c) 将来自电流源的电流调整为  $I_2$ ,  $I_2$  应能在额定负载阻抗上产生比额定失真限制的输出电压低 10 dB 的电压。
- d) 然后测量输出端的电压  $U_2$ 。
- e) 可以在其他信号频率上重复测量。
- f) 按下面的公式计算输出源阻抗:

$|Z| = U_2 / I_2$

注 1: 电流源可由声频功率放大器串接一个适当阻值的电阻器组成。放大器由一个振荡器提供正弦信号。电流表可由一个低阻值(例如 0.1  $\Omega$ )电阻器串接在上述电流源的输出端组成,用灵敏的电压表测量该电阻器的电压。

注2：放大器的输出源阻抗一般不是纯阻，但是在很大程度上，像上述这样测量模数即可。

### 14.6.3 失真限制的输出电压和功率

#### 14.6.3.1 特性解释

- a) 失真限制的输出电压：在额定负载阻抗上测得的、产生额定总谐波失真的有效值电压；
- b) 失真限制的输出功率：失真限制的输出电压在额定负载阻抗上消耗的功率：

$$P_2 = U_2^2 / R_2$$

式中：

$P_2$ ——失真限制的输出功率；

$U_2$ ——失真限制的输出电压；

$R_2$ ——额定负载阻抗。

- c) 复数负载阻抗（即局部或者全部是电抗性的）上的失真限制输出电压：在规定的复数负载阻抗上测得的、产生额定总谐波失真或另外规定的总谐波失真值的电压。

选择规定的复数负载阻抗时应考虑在放大器使用中可能出现的实际负载阻抗。

可用典型扬声器单元或模拟典型扬声器阻抗的网络，但是由于实际负载阻抗变化很大，不可能给出优选值。

这些特性可分别直接用伏或瓦表示，或用分贝表示，但应说明参考电平，优选参考电平为1 V或1 W。

如果只规定单一频率上的特性，则该频率应为标准参考频率（见3.1.2）

对应于每一个负载阻抗额定值，制造商都应规定出上述特性的部分或全部额定值，并优选在设备上标记。

当这些特性和14.7.2规定的特性之间不会出现混淆时，词语“失真限制的”可省略，但最好保留它们。

注：如果放大器输出级的直流供电是不稳压的，其供给电压将随着源电动势的增加而降低。有些放大器是这样设计和调整的：在连续信号条件下，由于供电电压降低，输出波形产生非对称削波；放大语音和音乐信号时，供电电压降低得少得多，因此产生对称削波，偶次谐波失真减小。

#### 14.6.3.2 测量方法

- a) 将放大器置于额定条件下，在输出端接上适当的负载阻抗和合适的谐波失真测量装置（见14.12）；
- b) 放大器在这种条件下工作60 s以上。如果需要，再调整源电动势，产生额定总谐波失真；
- c) 测量输出电压 $U_2$ 。该电压即规定为失真限制的输出电压。按14.6.3.1b)中的公式计算失真限制的输出功率；
- d) 对于多通道放大器，应依次在每个通道上进行上述测量。这时，所有其他通道继续工作于额定条件。在测量期间，由于温度的影响，这些其他通道的输出电压和（或）失真会有微小变化，可以忽略不计；
- e) 可在其他频率、其他负载阻抗额定值和复数负载阻抗上重复这些测量（见14.11.3.1和14.12.4.1）。还可以对应于其他国家标准中规定的总谐波失真重复这些测量。另外，可在只有一个通道驱动的情况下重复这些测量；
- f) 应分别说明每个通道的失真限制的输出电压或功率，同时说明信号频率，额定总谐波失真和相应的额定负载阻抗。



#### 14.6.4 调整率

##### 14.6.4.1 特性解释

在标准测量条件下,保持源电动势不变,断开额定负载阻抗后输出电压的增量,用百分比表示或用分贝表示成调整率级。

制造商可选择是否在规范中给出其额定值。

##### 14.6.4.2 测量方法

- a) 将放大器置于标准测量条件下;
- b) 测量输出电压  $U_2$ ;
- c) 断开负载,保持源电动势不变,测量输出电压  $U'_2$ ;
- d) 调整率为:

$$\frac{U'_2 - U_2}{U_2} \times 100\%$$

调整率级为:  $20 \lg(U'_2/U_2)$

注:调整率可能与输出源阻抗有内在联系,也可能没有,取决于电源电路的设计。

#### 14.6.5 过载恢复时间

##### 14.6.5.1 特性解释

工作在标准测量条件下的放大器过载了一定的量,并持续一个规定的时间后输入电压恢复到初始值的瞬间和输出电压也达到规定范围内的初始值瞬间之间的时间间隔(见图 2)。

制造商可选择是否在规范中给出其额定值。

##### 14.6.5.2 测量方法

- a) 将放大器置于标准测量条件下;
- b) 在小于输入信号 1/4 周期的时间间隔内,把源电动势增加 20 dB 并保持 1 s;
- c) 然后在同样的短时间间隔内,将源电动势减小到原来数值;
- d) 用合适的经校准的示波器测量,正和负的输出电压峰值均达到最终值的 1 dB 以内(除非另有规定)之前所经过的时间。

#### 14.7 限幅特性

##### 14.7.1 过载源电动势

##### 14.7.1.1 特性解释

将放大器按额定条件连接,音量控制器置于适当位置,能使输出电压比额定失真限制的输出电压低 10 dB 而失真不超过额定总谐波失真的最大源电动势。

制造商应在规范中给出其额定值。

##### 14.7.1.2 测量方法

- a) 将放大器置于额定条件下;
- b) 将失真仪接到输出端上;
- c) 调整音量控制器使得输出电压  $U_2$  比额定输出电压低 10 dB;

- d) 逐渐调整音量控制器,使增益降低,增加源电动势,以恢复原来的输出电压  $U_2$ ,直到出现额定总谐波失真为止;
- e) 测量这个源电动势  $E_s$ 。

#### 14.7.2 短期最大输出电压和功率

注:同时参见 GB/T 9396<sup>[4]</sup>和 GB/T 14197 中相关条目。

##### 14.7.2.1 特性解释

馈入规定的猝发音后,在 1 s 内放大器能在额定负载阻抗上产生或消耗的最大电压或相相应的功率(不考虑非线性)。每个通道单独工作。

推荐制造商在规范中给出其额定值。

重要性:对于一种给定放大器的所有样机来说,短期最大输出电压或功率的测量值不应超过制造商规定的值,这对于本特性的概念是很重要的。

##### 14.7.2.2 测量方法

- a) 将放大器置于额定条件下,把真有效值响应的电平记录仪接到输出端上。
- b) 将源电动势以持续时间为 1 s 的正弦猝发音馈入被测放大器。从电平记录仪的记录纸上测出脉冲开始 1 s 时,放大器输出电压  $U_2$ 。除非另有规定,猝发音的频率应为 1 kHz。

注:如果更加方便的话,可使用模拟正常节目信号的 1 s 猝发噪声信号。(见 SJ/Z 9140.1)

- c) 增加源电动势,直到测出的输出电压  $U_2$  达到其最大值。
- d)  $U_2$  的最大值就是短期最大输出电压,  $U_2^2/R_2$  是短期最大输出功率,其中  $R_2$  是额定负载阻抗。
- e) 若要重复这项试验,信号脉冲的重复时间不得小于 60 s。

##### 14.7.2.3 本试验用的负载阻抗值

如果制造商规定了额定负载阻抗的范围,本试验应在能给出短期最大输出功率或短期最大输出电压的最大值的负载阻抗值上进行。如果制造商没有规定额定短期输出电压,对于家用设备和类似设备来说,以传输到规定的负载阻抗或负载阻抗范围的电压或功率为基础来标称,应在 16  $\Omega$  的负载阻抗上进行测量。

如果制造商在规定的输出电压(例如 100 V 或者 70 V,对于“电压线性工作区”)上,以达到的功率对放大器进行了规定,应在空载情况下测量短期最大输出电压。

#### 14.7.3 长期最大输出电压和功率

注:也可参见 GB/T 9396<sup>[4]</sup>和 GB/T 14197 的相关条目。

##### 14.7.3.1 特性解释

馈入模拟正常节目信号(见 GB/T 6278)的噪声输入信号以后 60 s,放大器能在额定负载阻抗上产生或消耗的最大电压或相应的功率。每通道单独工作。

推荐制造商在规范中给出其额定值。

重要性:本特性的概念基本是对于一种给定放大器的所有样机来说,长期最大输出电压或功率的测量值不应超过制造商规定的值。

##### 14.7.3.2 测量方法

- a) 将放大器置于额定条件下,将一真有效值电压表接在输出端;

- b) 用一个模拟正常节目信号的噪声源(见 GB/T 6278)代替原有的源,其电动势至少是放大器额定源电动势的 10 倍;
- c) 馈入信号后 60 s,测量输出电压  $U_2$ ;
- d)  $U_2$  的值就是长期最大输出电压,  $U_2^2/R_2$  是长期最大输出功率,其中  $R_2$  是额定负载阻抗;
- e) 信号馈入的持续时间不应比测试所需时间更长。

### 14.7.3.3 本试验用的负载阻抗值

如果制造商给出了额定负载阻抗的范围,本试验应在能给出最大长期输出功率或最大长期输出电压的最大值的负载阻抗值上进行。如果制造商没有规定额定长期输出电压,对家用和类似设备来说,以传输到规定的负载阻抗或负载阻抗范围的电压或功率为基础来标称,应在  $16\ \Omega$  的负载阻抗上进行测量。

如果制造商在规定的输出电压(例如 100 V 或者 70 V,对于“电压线性工作区”)上,以达到的功率对放大器进行了规定,应在空载情况下测量长期最大输出电压。

### 14.7.3.4 起保护作用的器件

测试过程中放大器内部起保护作用的器件也许会起作用,例如由于温度高了。如果是非自动复位器件起作用,该器件起作用之前的瞬间测出的输出电压值或输出功率值即为所需结果。

如果是自动复位器件起作用,该器件复位一次以后测得的最大输出电压或输出功率即为所需结果。

## 14.7.4 温度限制的输出功率

### 14.7.4.1 特性解释

在规定的环境温度下,任何元器件都不超过最高容许温度的情况下,放大器能连续提供的输出功率。

若规定放大器有不同的安装方式,例如装入机箱或机架,制造商应说明相应的额定温度限制的输出功率。

额定温度限制的输出功率可能小于额定失真限制的输出功率,因为在 AB 类和 B 类放大器中,以这些方式工作的有源器件达到其最高温度时输出功率显著小于额定输出功率,不同的器件会在不同的输出功率上达到其最高温度,而直流供电不稳压时,可能在两个输出功率值上产生不同的最高温度值。

放大正常的语音和音乐信号时,由于这些信号的幅度/时间特性,放大器能很好地满足要求。

### 14.7.4.2 测量方法

应在不同输出功率上作摸底试验,确定出可能达到其极限温度的器件,把适当的温度计安装在摸底试验中选出的元器件上。

- a) 按规定方式安装放大器并置于标准测量条件下,将电源电压调到额定电源电压容差的上限(见 14.2)。测量环境温度。
- b) 逐步调整源电动势。增大输出电压  $U_2$ ,每调一次都应等到温度计读数几乎不变。本步骤要持续进行,直到在一定输出电压  $U_2'$  下有一个元器件达到其极限温度为止。
- c) 温度限制的输出功率是  $U_2'^2/R_2$ ,其中  $R_2$  是额定负载阻抗。

进行最终温度读数之前,放大器应在规定条件下至少连续工作 4 h。

## 14.8 保护电路特性

### 14.8.1 概述

放大器中的保护电路可分类如下:

- a) 防止出现过大的负载电流,或者负载上出现有隐患的电压电流组合;
- b) 防止负载终端之间出现直流电压(直流偏移保护);
- c) 防止具有潜在危害的输入信号(例如在高频段的过高幅值)。

a)、c)类的保护电路主要是为了保护放大器的元器件;b)类的保护电路可以保护放大器元器件,但同样也为了保护负载的元器件,例如扬声器的音圈,它可能被直流电流损坏(此情况已被报告为可引起安全隐患)。直流保护电路的设计通常会在灵敏度与响应速度之间作折衷,这是因为此保护电路不宜对大振幅低频率的信号做出响应,而宜对相对较小的直流电压做出响应。这通过低通滤波来实现,而且若此滤波器提供的信号频率衰减越大,则能使保护电路越灵敏,但其响应速度会变慢。放大器设计者可选择这样的折衷,使保护电路对于小于放大器电路直流供电电压的直流偏移电压完全不响应。然而,这样的直流偏移电压可能会产生一个直流负载电流,它会削弱使用此放大器的扬声器的性能,并且可能对扬声器产生危害。另一种折衷则可能得到一个响应速度不够快、不足以保护负载元器件免受损害的保护电路。由于以上原因,直流偏移保护电路的特性应当包含在放大器规范中。目前还没有任何已知的方法可以不经过放大器内部电路来测量这些特性。因此 14.8.3 中给出了只能由制造商采用的测量方法,从而这些特性的名称中都含有“额定”一词。

## 14.8.2 对存在隐患的电压电流输出组合的保护

### 14.8.2.1 特性解释

放大器的输出电流/输出电压的特性,采用 14.8.2.2 和 14.8.2.3 中叙述的测试信号和方法测量,并以输出电压为横轴、输出电流为纵轴作图表示。

注:如果放大器不包含上述相应类型的保护电路,下面所述的测试方法可能会带来损害。

推荐制造商在规范中给出这些数据。

### 14.8.2.2 测试信号和负载网络

测试信号由一个频率为 20 Hz 的正弦信号,加上时间宽度为 50  $\mu$ s、重复频率为 500 Hz 的正负脉冲组成。20 Hz 的正弦信号幅值选为可驱动放大器至其电压达到削波的极限,脉冲幅值选为可驱动放大器交替进入其电流过载的极限。参考文献[1]中给出了一种产生此测试信号的电路。

注:对于有效频率范围受限制的放大器来说,也可选择其他合适的测试信号频率并应在结论中说明。

设计用来驱动低阻抗扬声器的放大器,其负载网络由一个 40  $\mu$ F 的电容和一个 1  $\Omega$  的电阻串联组成。对于其他放大器来说,元件值可作相应调节。40  $\mu$ F 的电容可将由 20 Hz 信号产生的电流限制到一个较低的值,而对于那些短脉冲来说,有效负载阻抗在 1  $\Omega$  的量级,因而会产生一个较高的输出电流。

使用此测试信号和负载网络,测量可在不引起放大器过量功耗的情况下进行。由于输出电流的占空比,1  $\Omega$  电阻的功耗比放大器的额定输出功率低的多。

### 14.8.2.3 测量方法

- a) 将放大器置于标准测量条件下,测试电路结构如图 3a 所示。
- b) 调整示波器灵敏度,X 方向为 20 V/div、Y 方向为 5 V/div(与 5 A/div 等效,因为电压是在一个 1  $\Omega$  的电阻两端产生的)(或如有必要,采用其他规定值)。
- c) 零输入时,调整示波器屏幕的亮点至标线中心处。
- d) 输入 20 Hz 信号,并逐渐增大输入电动势直到输出电压出现明显削波现象。
- e) 输入另外的脉冲信号,时间宽度足够短,只要能记录(例如拍照)其显示即可。输入电动势应调整至确实达到电流极限为止,可通过显示屏观察。
- f) 调整显示亮度延迟控制,以使显示效果清晰,并记录显示结果。

#### 14.8.2.4 结果的表示

结果通过图形表示,横轴尺度为 20 V/div、纵轴为 5 A/div。如有必要,可以采用其他合适的尺度。图 3b 给出了一个例子。

注:与直接用照片重现结果的方式相比,采用连线画图表示的方式更可取。

#### 14.8.3 直流偏移保护电路特性

注:这些特性并不适用于和负载端子之间只存在电容耦合的放大器。

##### 14.8.3.1 特性解释

- 负载端子间不致于启动保护电路的额定最高偏移电压,由制造商在规范中给出。
- 偏移电压为放大器输出级最高直流供电电压(见 14.8.3.2.1d))的 30%时,保护电路的额定响应时间。制造商可选择是否在规范中给出。
- 保护电路工作时,负载端子之间的额定最高剩余直流电压,制造商可选择是否在规范中给出;或者将额定最高剩余直流电压表示为额定输出功率的额定最高百分比,制造商可选择是否在规范中给出。

如果这些特性值随某信号的有无或偏移电压的极性变化而改变,则应给出较大的值,并应给出相应的信号条件和/或偏移电压的极性。

##### 14.8.3.2 测量方法

###### 14.8.3.2.1 持续监测直流偏移条件的放大器测量方法

- 将放大器置于标准测量条件下,输入信号频率调整至 20 Hz。负载端子连接一个直流示波器和一个直流电压表。
- 采用合适的方法,缓慢改变放大器的直流平衡,此方法依赖于电路的设计细节,无法标准化;记录保护电路起作用之前直流电压表上的最大读数。此读数即为不致于保护电路起作用最高偏移电压。
- 继续沿相同方向改变放大器的平衡,以使保护电路开始工作。当平衡向最大不平衡位置改变时,记录下直流电压表读数的最大值。此最大值即为保护电路工作时,负载端子之间的最高剩余直流电压。
- 重新将放大器的直流平衡置于正常情况,并将源电动势降为零。通过一个合适的直流电源和开关,给放大器的内部电路供给一个直流电压。在保护电路不工作时,它将在负载终端产生一个直流偏移电压,其大小为放大器输出级的直流供电电压的 30%。如果有不止一个直流供电电压,应选择最高的那个,除非有理由认为此选择是错误的。观察示波器,在偏移电压产生后,直到输出电压降至其稳态值的 110%或 1 V(两者取较大的那个)时,记录下所用的时间。此时间即为偏移电压为直流供电电压的 30%时,保护电路的响应时间。
- 将输入源电动势降为零后,重复 b)和 c)的步骤。

将直流偏移的极性变为相反后,再重复一遍以上的所有测量步骤。

###### 14.8.3.2.2 间歇监测直流偏移的放大器测量方法

- 除了 14.8.3.2.1 的 a)和 c)叙述的测试只需在输入源电动势为零的情况下进行之外,其测量过程和 14.8.3.2.1 相同。14.8.3.2.1 的 b)和 c)的测量过程应在保护电路已工作多次后进行,例如 60 s 之后。一个校准过的存储示波器或类似的设备对于观察偏移电压的变化并测量其值是很有用的。

- b) 为了全面考察保护电路的工作情况,可能有必要进行模拟元器件失效的进一步测试。这些必要的测试的原理可通过分析放大器的电路图来决定。

14.9 额定(失真限制的)输出电压或功率的持续时间

14.9.1 概述

削波电平是指以某给定参考值为基准、以分贝表示的放大器输出信号的电平,高于此电平时,总谐波失真将快速上升。通常,在此电平上,一个正弦信号波形的峰值部分会在示波器上出现可视削波。

语音和音乐信号的幅度/时间特性是这样的:如果某放大器的输入信号为未压缩的语音或音乐信号,将信号电平调整至恰好使输出信号出现峰值削波,但还不足以使主观音质出现严重的损害,此时输出信号的平均电平大约低于削波电平 10 dB。因此,对于未压缩的语音或音乐信号的放大,没有必要要求放大器能够在削波电平上重放多于几十毫秒的信号。

然而,声系统放大器可能需要重放有调信号以及压缩过的语音和音乐信号。但在一个设计良好的系统中,这些信号不应显著增加放大器在削波电平上重放它们所需的时间(因为这将带来音质损伤和增加扬声器的热损耗),限制出现某些增加的量,以及偶尔可能出现的高电平信号,例如,传声器掉落时。根据 GB/T 12060 本部分(见 14.6.3,14.7.2 和 14.7.3),以及在标准的条文中规定的时间段,放大器在测量过程中也会产生高电平信号。为了给出放大器适当完整的规范,这些测量必须执行。

另一方面考虑的是对不同的放大器而言,削波电平与额定(失真限制的)输出功率或电压的电平之间的关系会有显著不同,这是因为额定输出功率或电压是由制造商考虑到多方面的因素而决定的。

表 1 相同放大器的不同额定总谐波失真及额定失真限制的输出功率的规范

额定输出功率 W	额定总谐波失真 %	削波电平与额定输出电平的差 dB
100	10	-0.97
80	2	0.0
60	0.05	1.25
注:上表中假定对应于削波电平总谐波失真是 2%,更精确的数值并不会改变结论。		

应当注意的是表 1 中的三组参数对应于同一放大器。因此额定输出电压或功率不是衡量放大器真实输出能力的可靠的指标,这就是在 14.7.2 和 14.7.3 中规定额外特性的理由。

进一步考虑,当输出电平在削波电平附近时,放大器长时间的工作可能会造成温度过高。而对语音或音乐信号来说,热效应要小得多,这就引出了温度限制输出功率的概念。应当注意到,对于大部分的放大器设计,在高输出功率情况下,过热的是电源零部件而不是输出级设备。可采用防止过热现象的措施:

- 通过自动的方式衰减输入信号,以使放大器能在差不多正常的状态下继续工作;
- 通过自动的方式断开负载,从而阻止放大器正常工作;但是当不再需要高电平输出时允许其继续正常工作;
- 使用保险丝或者保险开关。这需要操作人员进行替换或重置。

用于如应急声系统之类的设备上的放大器,能在所有可能条件下正常工作是至关重要的。这种情况下,需要对放大器能够输出高电平信号的时间进行规范。如果放大器只是用于正常的重放语音或者音乐信号,特别是用于家庭高保真系统时,则该指标并不是必要的,在经过适当设计和调节的系统中,放大器不宜工作在接近或达到削波状态,即使时间很短。

14.9.2 特性解释

放大器能够产生额定失真限制的输出电压或功率的时间。

制造商应在规范中给出其额定值。

### 14.9.3 测量方法

警告：有些放大器可能在本项测试中严重损坏。

- a) 使用 14.6.3.2 所述的方法。放大器在额定条件下工作一个测量时间段。在以下情况下停止：当在额定总谐波失真下不再能达到额定失真限制的输出功率或电压时；或者 60 min，取两者中时间较短的。
- b) 需注意在测试中放大器的通风以及其他冷却方式都应和放大器正常使用时的状态相似。
- c) 根据上面 a) 测量，结果用时间表示，用分钟或秒作单位；若大于 60 min，则结果表示为“大于 60 min”。

## 14.10 增益

### 14.10.1 电压增益和电动势增益

制造商可用下列方法之一规定增益，用比值或者分贝表示。

- a) 电压增益：标准测量条件下，输出电压  $U_2$  与输入电压  $U_1$  的比值。
- b) 电动势增益：标准测量条件下，输出电压  $U_2$  与源电动势  $E_s$  的比值。

注：在 b)，考虑了输入端电压与源电动势的区别。

### 14.10.2 最大电动势增益

#### 14.10.2.1 特性解释

将音量控制器置于最大增益位置，调整源电动势，恢复标准测量条件下的输出电压，测得的电动势增益为最大电动势增益。

制造商可选择是否在规范中给出相关数值。

#### 14.10.2.2 测量方法

- a) 将放大器置于标准测量条件下；
- b) 将音量控制器调整到最大增益位置，减小源电动势，恢复标准测量条件下原有的输出电压；
- c) 测量输出电压  $U_2$ ；
- d) 测量源电动势  $E_s$ ；
- e) 用比值  $U_2/E_s$ ，或分贝值  $20 \lg(U_2/E_s)$  表示最大电动势增益。

### 14.10.3 音量控制器的衰减特性

#### 14.10.3.1 特性解释

用分贝表示音量控制器的衰减与控制器机械位置（例如从一个规定位置起的旋转角度）的关系。该特性可用图表示。

制造商可选择是否在规范中给出这些数据。

注 1：如果有多个音量控制器，可以规定每个控制器的特性。

注 2：应考虑到衰减特性可能是频率的函数，有时是有意的，比如用“响度控制器”（生理补偿增益控制）或者其他方法。

注 3：用联动音量控制器同时控制多个通道的增益时，通道之间的增益差与音量控制器的位置有关，这种增益差常常是制造商可能规定的重要特性。

#### 14.10.3.2 测量方法

- 放大器置于标准测量条件下,只把音量控制器置于最大增益位置;
- 测量输出电压  $U_2$ ;
- 然后逐步调整音量控制器,每调整一步后,都要记下音量控制器的位置,并测量输出电压  $U'_2$ ;
- 最大增益位置处的输出电压  $U_2$  与每一步测得的输出电压  $U'_2$  之比用分贝表示:  $20 \lg(U_2/U'_2)$ ;
- 用表格或图表示这些比值与音量控制器位置的关系;
- 可在其他频率上重复本测量(见注 2)。

注 1: 在衰减量很大时,一定要保证噪声和哼声不影响测量结果。为避免这种情况,可以将源电动势增加一个已知的量,对结果进行修正。注意不要使源电动势过载。

注 2: 本方法 e) 测得的结果也可以表示为音量控制器或“响度控制器”各个位置的增益—频率响应曲线。

#### 14.10.4 多通道设备中平衡控制器的衰减特性

##### 14.10.4.1 特性解释

用分贝表示平衡控制器的衰减特性与控制器机械位置(比如从一个规定位置起的旋转角度)的关系。

制造商可选择是否在规范中给出这些数据。

##### 14.10.4.2 测量方法

- 将放大器置于标准测量条件下,调整平衡控制器使首先被测的通道产生最大增益,源电动势只加到这个通道上;
- 注: 可能有必要减小源电动势以防止超过额定输出电压或功率。
- 测量输出电压  $U_2$ ;
  - 然后逐步调整平衡控制器,每调整一步后记下控制器的位置,并测量输出电压  $U'_2$ ;
  - 最大增益位置处的输出电压  $U_2$  与每一步测得的输出电压  $U'_2$  之比用分贝表示:  $20 \lg(U_2/U'_2)$ ;
  - 用图表示这些比值与平衡控制器位置的关系;
  - 在该控制器所控制的其他通道上重复上述测量;
  - 可在其他频率上重复本测量。

注: 通常把同一平衡控制器所控制的所有通道的特性绘制在同一图上。

#### 14.11 响应

##### 14.11.1 增益—频率响应

###### 14.11.1.1 特性解释

电动势增益(输出电压与源电动势的比值)与规定频率处(通常是标准参考频率)该比值的函数,用分贝表示,是频率的函数。

推荐制造商在规范中给出其额定值。

###### 14.11.1.2 测量方法

- 放大器置于标准测量条件下,源置于规定频率处;
- 测量源电动势  $E_s$  和输出电压  $U_2$ ;
- 连续或步进式地改变源频率,保持源电动势不变,测量每个频率处的输出电压  $U'_2$ ;
- 每个源频率处的输出电压与规定源频率处的输出电压之比用分贝表示:  $20 \lg(U'_2/U_2)$ ;
- 用图表示这些比值与频率的关系。



### 14.11.1.3 均衡放大器

具有规定均衡特性的均衡放大器的频率响应应按 14.11.1.2 所述方法测量。在每个频率上按照规定均衡特性的相反的特性调整源电动势。

对于换能器来说,其均衡放大器是用于整个有效频率范围的。源阻抗代表换能器的阻抗。该阻抗应在结果中做出说明(若有可能,用等效电路形式表示)。

注:IEC 60098<sup>[3]</sup>规定了唱片记录速度和放大器输出电压的关系。除非另有规定,否则通常把放大器本身的响应与这个规定关系(假定换能器有理想的频率响应)进行比较。

如果均衡放大器的响应是用来补偿某一特殊换能器的频率特性缺陷的,则制造商应做出说明。

### 14.11.2 增益限制的有效频率范围

#### 14.11.2.1 特性解释

标准测量条件下,实际频响与所要求的频响的偏差不超过规定限度的频率范围。

推荐制造商在规范中给出其额定值。

#### 14.11.2.2 测量方法

标准测量条件下,从 14.11.1 作出的曲线上得到有效频率范围。

### 14.11.3 失真限制的有效频率范围

#### 14.11.3.1 特性解释

当额定总谐波失真超出额定值的规定的部分时,输出功率或电压的频率范围。

除非另有规定,规定的比例为功率的二分之一,或用分贝表示为-3 dB。

推荐制造商在规范中给出其额定值。

注:已废弃的术语“功率带宽”常用于该特性。

#### 14.11.3.2 测量方法

可从 14.12.4.1 作出的失真-频率曲线确定失真限制的有效频率范围。

### 14.11.4 相位-频率响应

#### 14.11.4.1 特性解释

标准测量条件下,如果有控制器,置于规定位置,输出电压与源电动势之间的相位差与频率的关系。

制造商可选择是否在规范中给出这些数据。

除相位-频率响应外,还可以给出时延与频率的关系。

#### 14.11.4.2 测量方法

- 放大器置于标准测量条件下;
- 将相位差计接在源和输出端上,应注意端子的标志;
- 连续或步进式地改变源频率,测量各个频率处的相位差;
- 相位差  $\Delta\Phi$  被表示为频率的函数,或表示为时间差  $\tau$ (以  $\mu\text{s}$  表示),并可用图表示:

$$\tau = (\Delta\Phi/360 f) \times 10^6$$

$\Delta\Phi$  的单位为度( $^\circ$ )。

注:关于均衡放大器,见 14.11.1.3。

## 14.12 幅度非线性

### 14.12.1 概述

幅度非线性失真的一般说明可见 GB/T 12060.2—2011。

### 14.12.2 额定总谐波失真

#### 14.12.2.1 特性解释

总谐波失真值由制造商或有关标准规定,超出这个值,就认为不能被接受来用于预期的目的。

注:已发表的研究结果表明,人耳对失真的辨别力,大多数情况下,失真的限制值在1%量级。过载恢复时间也很重要。见14.6.5。

### 14.12.3 标准测量条件下的总谐波失真

#### 14.12.3.1 特性解释

在标准测量条件下放大器的总谐波失真。

强烈推荐制造商在规范中给出其额定值,理由如下。

注1:一个设计合理的系统里,由于语音和音乐信号幅度的概率分布,大部分时间里放大器的输出电压比额定失真限制的输出电压低10 dB(从而规定为“标准测量条件”)。

注2:如果在较低的低输出电压下,失真并不因交替失真的存在而增加,那么这个特性是量度放大器失真性能的一个良好方法。相比之下,额定总谐波失真则是一个有些任意选择的限额值。

#### 14.12.3.2 测量方法

a) 将放大器置于标准测量条件下,测量其输出电压  $U_2$ 。

信号源的总谐波失真值应比被测信号最低失真值至少低10 dB。

注:若要求高准确度的电压测量时,则应使用一个真有效值电压表,但是对小于10%的总谐波失真而言,使用平均响应刻度的电压表来读正弦信号的有效值,误差不大。

b) 在输出端接一个滤波器,有选择性地使输入信号频率的电平衰减到比谐波分量的电平低10 dB,或接一个高通滤波器,对输入信号频率有类似的衰减,而对谐波频率有较低且已知的通带衰减。

c) 测量输出电压  $U'_2$  (失真引起的),如果需要,用滤波器的通带衰减特性修正。

d) 将源电动势减小到零,测量输出电压  $U''_2$ 。如果测试电压不是小于  $U'_2$  的三分之一,则测量时受到了噪声的影响,所测得的结果无效。这种情况下,应使用更费时间但又较好的  $n$  阶谐波失真的测量方法。

e) 标准测量条件下的总谐波失真可下面公式表示:

用百分比表示:

$$d_{\text{tot}} = (U'_2/U_2) \times 100\%$$

或用分贝(dB)表示:

$$L_{d,\text{tot}} = 20 \lg(U'_2/U_2)$$

### 14.12.4 总谐波失真作为幅度和频率的函数

#### 14.12.4.1 特性解释

在不同频率和输出电压时的总谐波失真。

注 1: 如果在很高的频率处测量总谐波失真,以至于谐波频谱(见注 2)的大部分都在增益限制的有效频率范围(见 14.11.2)的上限以上,那么谐波失真的测量结果很可能(取决于放大器的设计)会不真实的偏低。最高阶谐波的阶数越高,当最高阶谐波的阶数越高时,在更低的基频处表现出来的这种影响变得重要了。

例如,如果增益限制的有效频率范围的上限是 30 kHz,最高阶显著谐波是五阶,那么需要给出总谐波失真值的最高基频是(30/5)kHz,也就是 6 kHz。如果最高阶显著谐波是三阶,那么需要至高至(30/3)kHz,也就是 10 kHz 的频率处给出总谐波失真值。

注 2: 有些放大器产生的谐波频谱包含小的但可被测量的高阶谐波。此频谱的最高频率成分的幅值是有效的,通常可认为该最高频率成分是有价值(见 14.12.5)超过相同基频处总谐波失真值三分之一的最高阶谐波。某些情况下可能有必要使用不同的标准,这时需要加以标明。

制造商可选择是否在规范中给出这些数据。

#### 14.12.4.2 测量方法

- 用 14.12.3.2 的方法确定总谐波失真。
- 然后,至少在三个其他频率上,最高到 14.12.4.1 注 1 所指出的限值,并在输出电压  $U_2$  的其他值上,最高达到并超过额定失真限制的输出电压,重复上述测量。  
为了保证每次测量的准确性,必须遵守 14.12.3.2a) 的要求并根据 14.12.3.2d) 重复测量。
- 测试结果用图表示。

#### 14.12.5 标准测量条件下的 $n$ 阶谐波失真

##### 14.12.5.1 特性解释

在标准测量条件下,由输出信号中  $n$  次谐波分量所产生的谐波失真。

推荐制造商在规范中给出至少  $n$  从 2 到 5 的该特性的额定值。

##### 14.12.5.2 测量方法

- 将放大器置于标准测量条件下,测量输出电压  $U_2$ 。
- 在输出端接一个只能通过待测谐波频率的带通滤波器。该滤波器对输入信号频率电平衰减至少应比输出电压  $U_2$  与待测的最小谐波电压之比大 10 dB。  
测量信号源的  $n$  阶谐波失真应比待测失真的最小失真值至少低 10 dB。可用频谱分析仪同时测量基波和谐波失真分量的幅度的方法,代替使用带通滤波器或者波形分析仪依次测量每个谐波频率的方法。
- 测量滤波器输出电压  $U'_{2,n}$ ,如果需要,可用该带通滤波器的通带衰减特性修正。对  $U'_{2,n}$  的测量是窄带测量,所以不一定需要用真有效值电压表。
- 将源电动势减小到零,测量输出电压。如果测得的电压不是小于  $U'_{2,n}$  的三分之一,则测量时受到噪声的影响,所得的结果无效。
- $n$  阶谐波失真可由下面公式计算:  
用百分比表示:

$$d_n = (U'_{2,n}/U_2) \times 100\%$$

或者用分贝表示:

$$L_{d,n} = 20 \lg(d_n/100)$$

#### 14.12.6 $n$ 阶谐波失真作为幅度和频率的函数

##### 14.12.6.1 特性解释

在标准测量条件下,不同频率和输出电压时确定的  $n$  阶谐波失真(见 14.12.5)。

制造商可选择是否在规范中给出这些数据。

注1：当噪声影响 14.12.4 给出的宽带测量方法时，本方法应优先选用。

注2：见 14.12.4.1 的注2。

#### 14.12.6.2 测量方法

- a) 用 14.12.5.2 给出的方法确定  $n$  阶谐波失真；
- b) 然后，至少在其他三个频率上，最高至 14.12.4.1 注1 指出的限值，并在输出电压的其他值上，最高达到并超过额定失真限制的输出电压，以及在谐波次数  $n$  的其他值上重复测量；
- c) 为保证每次测量的准确性，必须根据 14.12.5.2d) 重复测量；
- d) 在给定条件下的总谐波失真可由下面公式计算：  
用百分比表示：

$$d_{tot} = \frac{\left[ \sum_{n=2}^{\infty} U'^2_{2,n} \right]^{1/2}}{U_2} \times 100\%$$

或用分贝表示：

$$L_{d,tot} = 20 \lg(d_{tot}/100)$$

- e) 测量结果用图表示。

#### 14.12.7 $n$ 阶调制失真(其中 $n=2$ 或 3)

##### 14.12.7.1 特性解释

- a) 二阶调制失真

$f_1$  和  $f_2$  是两个规定幅度比的正弦输入信号频率，二阶调制失真为频率在  $f_1 + f_2$  和  $f_1 - f_2$  的输出电压的算术和与  $f_2$  的输出电压之比；

- b) 三阶调制失真

$f_1$  和  $f_2$  是两个规定幅度比的正弦输入信号频率，三阶调制失真为频率在  $f_2 + 2f_1$  和  $f_2 - 2f_1$  的输出电压的算术和与  $f_2$  的输出电压之比。

推荐制造商在规范中给出这些数据。

##### 14.12.7.2 测量方法

- a) 如果不用频谱分析仪，可用下列方法选择  $f_1$  和  $f_2$ ，就有可能对输出电压的各个分量立即加以识别：频率  $f_2 - 2f_1$  最好应高于  $f_1$  的最高有效谐波频率，如果最高有效谐波频率是五次谐波频率，那么  $f_1$  不宜超过  $f_2/8$ 。

通常希望  $f_1$  选在高于有效频率范围下限的 0.5 oct 和 1.5 oct 之间， $f_2$  选在低于有效频率范围上限的 0.5 oct 和 1.5 oct 之间。

如果被测放大器具有均衡功能，则应把放大器某个点上的幅度比调到规定值，最好为 4:1 (这个点通常是放大器的输入端或输出端)，当放大器工作时，这一点上的频谱分布是正常的，例如，唱机的磁性拾音器均衡放大器，在输出端有正常频谱，而磁带录音机的录音放大器，在输入端有正常频谱。

- b) 放大器置于标准测量条件，然后联接到频率为  $f_1$  和  $f_2$  的源，两个源分别通过一个开关及一只至少为放大器额定源阻抗 10 倍的隔离电阻，接到跨接在放大器输入端子间的并联电阻上 (见图 4)。此并联电阻与隔离电阻并联的组合值应等于放大器的额定源阻抗。

- c) 每个源轮流用开关接通。调节频率为  $f_1$  的源电动势,使放大器输出电压  $U_{2,f_1}$  比额定输出电压低 12 dB,调节频率为  $f_2$  的源电动势,使幅度比为 4 : 1,放大器产生的输出电压  $U_{2,f_2}$  比额定输出电压低 24 dB。
- d) 两个源同时接入,在放大器输出端负载阻抗和电压表之间联接一个能通过相应测量频率  $(f_2+f_1)$ 、 $(f_2-f_1)$ 、 $(f_2+2f_1)$ 、 $(f_2-2f_1)$  的带通滤波器。带通滤波器对其他频率的衰减量应能保证测量结果的准确性。
- e) 测量输出电压 ( $U'_{2,f_2+f_1}$  等),用带通滤波器的通带衰减特性修正,如果需要,对其他失真分量重复上述测量。
- f) 可用其他输入电压值重复测量,要保证幅度比为 4 : 1。
- g) 噪声和虚假信号不应超过被测量分量输出电压的三分之一,可把信号源电动势减小到零检查。
- h) 二阶调制失真可由下式计算:

$$d_{m,2} = \frac{U'_{2,f_2+f_1} + U'_{2,f_2-f_1}}{U_2} \times 100\%$$

这是在  $f_2$  频率处用输出电压的百分比表示。

或者幅度比为 4 : 1 时,用参考输出电压的百分比表示:

$$d'_{m,2} = 5d_{m,2}$$

三阶调制失真可由下式计算:

$$d_{m,3} = \frac{U'_{2,f_2+2f_1} + U'_{2,f_2-2f_1}}{U_2} \times 100\%$$

这是在  $f_2$  频率处用输出电压的百分比表示。

或者幅度比为 4 : 1 时,用参考输出电压的百分比表示:

$$d'_{m,3} = 5d_{m,3}$$

- i) 测量结果应用图表示为频率及参考输出电压的函数,或以单个数值表示,最好在标准测量条件下。

由于放大器中出现的是两个非相干信号,因此信号幅度的峰-峰值等于(除去非线性影响)两个正弦信号幅度峰-峰值的和。

表示结果所用的参考电压选为等于这些正弦分量产生的输出电压之和。

幅度比为 4 : 1 时其参考输出电压为:

$$U_{2,ref} = U_{2,f_2} + U_{2,f_1} = 5U_{2,f_2}$$

#### 14.12.8 $n$ 阶差频失真(其中 $n=2$ 或 3)

##### 14.12.8.1 特性解释

- a) 二阶差频失真

$f_1$  和  $f_2$  是两个等幅度正弦信号频率,其频率间隔为规定的频率差,二阶差频失真等于在频率  $f_2-f_1$  的输出电压  $U'_{2,f_2-f_1}$  与参考电压  $U_{2,ref}$  之比。参考电压为输出电压  $U_{2,f_2}$  的两倍。

- b) 三阶差频失真

用 a) 中的信号,三阶差频失真用频率  $2f_2-f_1$  和  $2f_1-f_2$  的输出电压的算术和与参考电压之比表示。

推荐制造商在规范中给出这些数据。

## 14.12.8.2 测量方法

- a) 放大器置于标准测量条件下,然后联接到频率为  $f_1$  和  $f_2$  的源,两个源分别通过一个开关和一只至少为放大器额定源阻抗 10 倍的隔离电阻,接到跨接在放大器输入端子之间的并联电阻上(见图 4),此并联电阻与隔离电阻并联的组合值应等于放大器的额定源阻抗。

注:隔离电阻和并联电阻是为了阻止信号源中的互调。也可使用其他的等效方法。

- b) 将源频率  $f_1$  和  $f_2$  调到频率差值为 80 Hz,除非有充分理由,才可选用其他值。  
c) 用开关轮流接通两个源,调节每个源电动势,使放大器的输出电压  $U_{2,f_1}$  或者  $U_{2,f_2}$  分别比额定输出电压低 16 dB(标准测量条件输出电压的一半)。  
d) 在输入端同时接通两个源,在输出端接入能通过相应测量频率  $(f_2 - f_1)$ 、 $(2f_1 - f_2)$ 、 $(2f_2 - f_1)$  的带通滤波器,该滤波器在其他频率上的衰减量应能保证测量的准确性。  
e) 测量由相关的失真分量产生的输出电压,按滤波器的通带衰减特性修正。如有需要,在其他失真分量上重复上述测量。

注:可用频谱分析仪同时测出所有分量。

- f) 噪声和虚假信号电压不应超过被测电压分量的三分之一,可把源电动势减小到零检查。  
g) 二阶差频失真可用下式计算:

$$d_{d,2} = \frac{U'_{2,f_2-f_1}}{U_{2,ref}} \times 100\%$$

三阶差频失真可用下式计算:

$$d_{d,3} = \frac{U'_{2,2f_2-f_1} + U'_{2,2f_1-f_2}}{U_{2,ref}} \times 100\%$$

- h) 在算术平均值频率  $f_m$  的其他值和源电动势的其他值上重复上述测量。测量低端频率时,应很仔细,d)提及的带通滤波器应有足够的选择性能,以鉴别二阶分量和频率非常接近的三阶分量。  
i) 由于放大器中出现的是两个非相干信号,其幅度的峰-峰值是这两个信号中任一个的两倍。因此,参考输出电压  $U_{2,ref}$  选在  $f_2$  测量值的两倍,即  $U_{2,ref} = 2U_{2,f_2}$ 。  
j) 测量结果应用图表示为频率和参考输出电压的函数,或以单个数值表示,最好在标准测量条件下。  
k) 在此测量方法中,系假定所要求的频响是平直的。当测量与频率有关的电路,例如,带均衡的前置放大器,应在输入端作相应的去均衡,以便在放大器的内部和输出端建立一个准正常的测试信号频谱。

在这种情况下,某点上(通常是放大器的输入端或输出端),电压幅度比要调到规定值,最好是 1:1,放大器工作时,该点的信号频谱分布是正常的。例如,唱机的磁性拾音器均衡放大器,在输出端有正常频谱,而磁带录音机的录音放大器在输入端有正常的频谱。

## 14.12.9 动态互调失真(DIM)

## 14.12.9.1 特性解释

是在使用特殊输入信号时产生的调制失真,该输入信号是两个信号的和,一个是频率为  $f_c$  的正弦波,另一个是基频为  $f_q$  经过低通滤波的方波,其中  $f_q$  小于  $f_c$  和滤波器截止频率  $f_c$ 。方波和正弦波信号的峰-峰幅度比为 4:1,动态互调失真是用在表 2 中规定频率输出电压有效值的和与频率  $f_c$  的输出电压幅值之比表示。

制造商可选择是否在规范中给出这些数据。

表 2 处于 20 kHz 以内的动态互调失真分量

互调分量		频率 kHz
频率	输出电压	
$5f_q - f_s$	$U_5$	0.75
$f_s - 4f_q$	$U_4$	2.40
$6f_q - f_s$	$U_6$	3.90
$f_s - 3f_q$	$U_3$	5.55
$7f_q - f_s$	$U_7$	7.05
$f_s - 2f_q$	$U_2$	8.70
$8f_q - f_s$	$U_8$	10.20
$f_s - f_q$	$U_1$	11.85
$9f_q - f_s$	$U_9$	13.35

## 14.12.9.2 测量方法

- a) 放大器置于标准测量条件下,然后接至两个源,一个是正弦电压,另一个是方波电压,并各经过一个开关及一只至少为放大器额定源阻抗 10 倍的隔离电阻,接到跨接在放大器输入端子间的并联电阻上(见图 4),此并联电阻与隔离电阻并联的组合值应等于放大器的额定源阻抗。

方波信号用截止频率  $f_c$  为 30 kHz 或 100 kHz 的单极点低通滤波器提供(见注 1)。

注 1:  $f_c$  通常是 30 kHz,但用 100 kHz 会提高测量的灵敏度。

注 2: 方波信号的偶次谐波含量不应超过基波值的 1%。

- b) 正弦源的频率  $f_s$  调到 15 kHz,方波源的频率  $f_q$  调到 3.15 kHz,其电压的峰-峰值调到 1:4,实际得到的信号典型频谱示于图 5。

在此测量方法中,系假定所要求的频响是平直的。当测量与频率有关的电路,例如,带均衡的前置放大器,应在输入端作相应的去均衡,以便在放大器的内部和输出端建立一个准正常的测试信号频谱。在这种情况下,某点上(通常是放大器的输入端或输出端),电压幅度比要调到规定值,最好是 4:1,放大器工作时,该点的信号频谱分布是正常的。例如,唱机的磁性拾音器均衡放大器,在输出端有正常频谱,而磁带录音机的录音放大器在输入端有正常的频谱。

注 1: 峰-峰电压 1:4 相当于:

——有效值幅度比为 1:5.66。

——正弦波有效值和方波峰-峰值之比为 1:11.3。

注 2: 测量仪器可使用最高比 3.15 kHz 高 1% 的方波频率。

- c) 联接两个源,然后增加输入源电动势,直到输入电压峰-峰值等于额定失真限制的输出电压的峰-峰值。
- d) 将一个选择性电压表,或频谱分析仪,接到放大器的输出端,测出正弦信号输出电压  $U_s$  的幅值和互调电压分量  $U_1, U_2, \dots, U_9$  的幅值,互调分量的频率为  $mf_s \pm nf_q$  ( $m, n$  为整数),有关的失真分量列于表 2。

在偏离被测频率 750 Hz 以外的频率上,电压表的衰减至少为 80 dB。

注: 输出频率成分以外的其他成分(例如  $2nf_q$  频率分量)不考虑。

- e) 其他剩余分量,包括哼声及噪声,应比被测分量低 10 dB,可把源电动势减小到零检查。
- f) 动态互调失真可用下式计算:

用百分比表示:

$$d_{DIM} = \frac{(\sum_{i=1}^9 U_i'^2)^{1/2}}{U_2} \times 100\%$$

或用分贝表示:

$$L_{d,DIM} = 20 \lg d_{DIM}$$

- g) 关于放大器动态性能的更多数据,可通过对零到额定输出电压范围内的若干输出电压的测量得到。
- h) 测量结果用表格或图表示,并应说明  $f_c$  的值,测量所引用的参考输出电压的测量,系把测试信号用正弦波代替,频率为 3.15 kHz,峰-峰电压相同。

#### 14.12.10 总差频失真

##### 14.12.10.1 特性解释

$f_1$  和  $f_2$  是两个正弦输入信号频率,其中,  $f_1 = 2f_0$ ,  $f_2 = 3f_0 - \delta$ ,  $f_0$  是参考频率,  $\delta$  是频率的偏移量,总差频失真等于输出电压  $U'_{2,f_2-f_1}$  和  $U'_{2,2f_1-f_2}$  的均方和与参考输出电压之比。 $U'_{2,f_2-f_1}$  和  $U'_{2,2f_1-f_2}$  分别为  $f_0 - \delta$  和  $f_0 + \delta$  频率上的带内二阶和三阶互调电压,参考输出电压等于  $f_1$  和  $f_2$  频率上的输出电压  $U_{2,f_1}$  和  $U_{2,f_2}$  的算术和。

制造商可选择是否在规范中给出其额定值。

##### 14.12.10.2 测量方法

- a) 放大器置于标准测量条件下,然后联接到两个正弦源,每个源都分别经过一个开关及一个至少为放大器额定源阻抗 10 倍的隔离电阻,接到跨接在放大器输入端子之间的并联电阻上(见图 4)。此并联电阻与隔离电阻并联的组合值应等于放大器的额定源阻抗。连接或者断开一个源,另一个源提供给放大器输入端的电平应不受影响。
- b) 将源频率调至  $f_1$  和  $f_2$  (见 14.12.10.1)。如无其他充分理由,应选  $f_1 = 8 \text{ kHz}$ ,  $f_2 = 11.95 \text{ kHz}$ ,此时  $f_2 - f_1 = f_0 - \delta = 3950 \text{ Hz}$ ,  $2f_1 - f_2 = f_0 + \delta = 4050 \text{ Hz}$ 。
- 在本测量方法中,系假定所要求的频响是平直的。当测量与频率有关的电路时,例如,带均衡的前置放大器,应在输入端作相应的去均衡,以便在放大器内部和输出端建立一个准正常测试信号频谱,在这种情况下,某点上(通常是放大器的输入端和输出端)电压幅度比要调到规定值,最好是 1:1,放大器工作时,该点的信号频谱分布是正常的,例如,唱机的磁性拾音器均衡放大器,在输出端有正常频谱,而磁带录音机的录音放大器在输入端有正常频谱。
- c) 用开关轮流接通每个源,调节每个源的电动势,使放大器产生的输出电压  $U_2$  比额定输出电压低 16 dB(即标准测量条件下的一半)。
- d) 同时接通两个源,在输出端连接一个能通过  $f_0 \pm \delta$ ,通常为  $4 \text{ kHz} \pm 50 \text{ Hz}$  的带通滤波器,或低通滤波器,滤波器在其他频率上的衰减量应能保证测量的准确性。
- e) 测量输出电压  $U'_{2,f_2-f_1}$  和  $U'_{2,2f_1-f_2}$ ,并用带通滤波器的衰减特性修正。用频谱或波形分析仪,或选频电压表,测出所有的输出电压分量,这种测量方法取决于测量仪器的分辨带宽,带宽窄于  $2\delta$ ,可分别单独测量频率为  $f_0 \pm \delta$  的失真分量电压  $U'_{2,f_2-f_1}$  和  $U'_{2,2f_1-f_2}$ ,然后将有效值相加;带宽大于  $2\delta$  时,可用有效值响应的指示器把两个分量一起测量。

注:要把两个分量一起测量,应使用一个真有效值响应指示器,用平均响应指示器时,误差可能达到 1 dB,而用峰-峰值响应指示器的误差高达 3 dB。

- f) 滤波器输出端的噪声及虚假信号电压,不应超过存在互调分量的所测输出电压的三分之一,这可轮流断开各个源检查。



- g) 总差频失真可用下式计算:

用百分比表示:

$$d_{\text{TDFD}} = \frac{(U'_{2,f_2-f_1} + U'_{2,2f_1-f_2})^{1/2}}{U_{2,f_1} + U_{2,f_2}} \times 100\%$$

或者用分贝表示:

$$L_{d,\text{TDFD}} = 20 \lg\left(\frac{d_{\text{TDFD}}}{100}\right)$$

- h) 有关放大器性能的进一步数据,可通过从零到额定输出电压范围内的若干输出电压及若干规定的频率(见 14.12.10.1)上进行附加测量来确定。 $f_2$  可在增益限制的有效频率范围内,按实际可能选用尽可能高的频率,但不超过 20 kHz,两者中选较低者。
- i) 测量结果用图表示,或用规定频率与输出电压值表示。对于测量作参考用的参考输出电压,可用一个具有相同峰-峰值电压,频率为  $f_0$  的正弦波信号代替测试信号进行测量。并应标明测量用的  $f_1$  和  $f_2$ 。

#### 14.12.11 计权总谐波失真

14.12.3、14.12.4、14.12.5 和 14.12.6 给出的特性也可以作为计权值来测量和表述,这需要将一个符合 SJ/Z 9140.1 的附录 A 要求的计权网络接在放大器输出端子和失真测量设备之间。这时应容许输入信号频率处的插入损失。可见 IEC 60268-2:1987。

由于计权网络响应的形状,只有输入信号频率在 31.5 Hz 和 400 Hz 之间时测量是有效的。

额定总谐波失真(见 14.12.2)也可以计权值表示。

在对结果的表述中,应当明确说明是计权值。

注:当谐波失真包含的很多谐波成分,相对于总输出电压有类似的低电平情况,比如由交越失真引起的失真成分,这时测量计权总谐波失真很有用处。这种情况下计权测量结果,相比于不计权测量结果,与重放音质的主观评价(听音试验)有更密切的联系。除了上述情况之外,不计权测量更好。

#### 14.13 噪声

##### 14.13.1 特性解释

- a) 信噪比

放大器置于额定条件下,源电动势减小到零,额定输出电压与各种噪声分量产生的宽带或被计权的输出电压之和,或倍频程或三分之一倍频程带宽时的输出电压之比,以分贝表示。测量仪器的计权曲线及特性应按 SJ/Z 9140.1 的规定。

需要时,可给出不包括哼声及其他虚假信号的噪声数据。如果给出,应明确说明。

如果证明使用参考输出电压而不是额定输出电压,则在报告结果时,相对于额定电压(0 dB)的这个参考电压的分贝数应加以说明。

- b) 噪声输出电压

由放大器内部及其额定源内阻所产生的噪声所引起的放大器的输出电压,按 SJ/Z 9140.1 规定的合适的滤波器或计权网络在输出端测量该电压。

注:对于多种用途,噪声输出电压值比它和额定失真限制的输出电压值之比更重要。而且,在工作条件下,不能得到额定失真限制的输出电压,又要规定噪声性能时,用噪声输出电压规范代替信噪比,可以避免由此引起的理解上的困难。

- c) 剩余噪声输出电压

按 b) 定义的噪声输出电压,但要把音量控制器置于最小音量位置。

- d) 等效噪声源电动势

用一个特定频率的正弦信号源电动势产生一个输出电压,等于放大器产生的噪声输出电压。

注:等效源的频率最好是标准参考频率 1 000 Hz。

制造商应在规范中给出这些特性中的一个或多个的额定值。

#### 14.13.2 测量方法

- a) 放大器置于额定条件。
- b) 源电动势减小到零。
- c) 将宽带(不计权)或计权或倍频程或三分之一倍频程测量噪声的设备接在输出端(见 SJ/Z 9140.1)。
- d) 然后按要求测量输出电压  $U'_2$ ,控制器置于各自要求的位置或在各自要求的工作条件下(例如增加或减小电源电压)。
- e) 噪声输出电压  $U'_2$ 可直接得出。
- f) 信噪比可表示为:

$$20 \lg \frac{U_{2,ref}}{U'_2}$$

式中  $U_{2,ref}$  为已说明的参考电压,例如,额定失真限制的输出电压。

- g) 全部有关控制器的位置和测量条件应在测量结果中清楚地说明。
- h) 按测得的噪声输出电压和增益(见 14.10.2)计算等效噪声源电动势:

$$E_{in} = \frac{U'_2}{A}$$

式中:

$E_{in}$ ——等效噪声源电动势;

$U'_2$ ——输出噪声电压;

$A$ ——相同条件下测得的电动势增益。

#### 14.14 哼声

##### 14.14.1 概述

电源频率及其谐波的干扰称为哼声。哼声的主观效果在很大程度上取决于波形和频率成分。因此,常常难以在简单的测量和主观评价之间得到良好的相互关系,特别是由于所用扬声器特性对主观的听音效果影响很大。

在耗电可变设备中,哼声输出电压很可能是信号电平의函数,因此,需要一种专用的测量方法。

##### 14.14.2 特性解释

- a) 哼声输出电压:当放大器工作于规定条件下,由于电源频率及其谐波引起的干扰。
- b) 信号哼声比:放大器在额定条件下,源电动势减小到零时,额定失真限制的输出电压与哼声输出电压之比。
- c) 等效哼声源电动势:具有规定频率源电动势,此电动势如果加到工作于其他均为同一条件下的放大器输入端时,将产生一个等于所得的哼声输出电压。
- d) 剩余哼声输出电压:放大器的增益控制器置于最低增益位置时测得的哼声输出电压。

注:以额定输出电压为参考电压来计算上述哼声输出电压的“剩余信号哼声比”是不合理的,因为此时增益控制在最小增益位置,不能获得额定输出电压。

推荐制造商在规范中给出这些特性中的一个或多个的额定值。

### 14.14.3 测量方法

- 放大器置于额定条件下,然后重新调到进行测量的条件。
- 带通滤波器接在输出端,使被测的哼声频率分量通过。
- 对耗电可变设备,如果要测量哼声输出随信号输出的变化,则接入频率比电源频率高的源,例如 5 kHz,并调整源电动势,使产生要求的信号输出电压(例如,标准测量条件下的电压)。
- 测量滤波器的输出电压,如果需要,可用滤波器通带衰减特性修正。
- 在其他哼声频率上重复测量。
- 哼声输出电压可以表示为一个频谱或相加得出总的哼声电压:

$$U_{HT} = (\sum U_H^2)^{1/2}$$

按 14.14.2b) 计算信号哼声比,等效哼声源电动势按 14.14.2c) 计算。其中电动势增益由测量结果按 14.5.4 计算。

- 对耗电可变设备,可在其他输出电压值上重复测量,其结果用图表示。
- 可用频谱分析仪同时测量所有哼声电压分量。
- 可将增益控制置于增益最低位置,重复测量剩余哼声输出电压。

### 14.15 平衡输入和输出

#### 14.15.1 输入平衡

平衡接口的目的和特性的概述在附录 A 中给出。输入端的平衡可能受到输入端到参考点内阻不相等的影响,和(或)受到抑制共模信号电路失效的影响。在模式转换中,平衡也可能受到平衡输入的每个分支的参考电位内阻不等的影响。

##### 14.15.1.1 特性解释

不平衡的综合效果,应用共模抑制比(CMRR)表示,其测量按 14.15.1.2 的方法进行,比值最好用分贝表示。

强烈推荐制造商在规范中给出其额定值。

##### 14.15.1.2 测量方法

- 设备按图 6 所示的测试电路联接,并置于标准测量条件,开关 S1 和 S2 置于位置 1。信号发生器必须具有平衡悬浮的输出电路,其输出阻抗值不大于额定源阻抗  $R_s$ 。两个电阻器 R 的取值范围为  $(10 \pm 0.1) \Omega$ ,或更小的容差。

注: GB/T 14197 建议 R 为 50  $\Omega$  或更小。

- 用一个高阻抗浮地测试设备测出输入电压  $U_1$ 。
- 用一个合适的仪器测出输出电压  $U_2$ 。
- 开关 S1 置于位置 2,开关 S2 置于位置 1。增大源电动势至  $U'_1$  直到使输出电压  $U'_2$  的值达到  $U_2$ ,或高到足以避免哼声和噪声所引起的误差。
- 用上述仪器测量  $U'_1$  和  $U'_2$ 。当测量  $U'_2$  时,临时记下当 S2 分别处于位置 1 和位置 2 时它的值,其中较大的作为  $U'_2$  的值供下面步骤使用。
- 共模抑制比按下式计算(以分贝表示):

$$20 \lg(U'_1 U_2 / U_1 U'_2)$$

为保持准确性,应使用如图 6 所示的静电屏蔽和接地,并且保护元器件不受空气流动影响,空气流动可引起温度变化。

测量用的  $R_i$  值(额定源内阻)应与测量数据一起给出,如果制造商未给出  $R_i$  值,且如无其他规定,应采用  $50\ \Omega$ 。

- g) 在几个频率点上重复上述测量,这些频率应覆盖设备的有效频率范围。推荐至少进行三次测量,一次在低频如  $80\ \text{Hz}$ ,一次在标准参考频率,还有一次在较高的频率,如  $10\ \text{kHz}$ 。也可用源电动势的其他值重复上述测量。
- h) 测量结果列成表或绘成曲线,以共模抑制比为纵坐标(线性刻度,单位分贝),以频率为横坐标(对数刻度)。

#### 14.15.2 过载(失真限制的)峰-峰值共模输入电压

##### 14.15.2.1 特性解释

指随着输入电压增加,输出信号波形的失真开始出现迅速增加的现象,此时共模输入电压的峰-峰值。

推荐制造商在规范中给出其额定值。

##### 14.15.2.2 测量方法

- a) 按照由 14.15.1.2 给出的步骤从 a) 直到 e), 将示波器连接到被测设备的输出端,以观察信号波形。增加电压  $U'_i$ ,直到波形的失真开始出现迅速增加的现象。记下  $U'_i$  的值。

注:传统的测量失真增加量的方法不可用,因为输出信号的失真可能随输入信号电平产生复杂的方式变化。

- b) 如果  $U'_i$  等于  $24\ \text{V}$ (有效值)失真仍没有迅速增加,则不需要继续增加输入电压。
- c)  $U'_i$  的测量值用峰-峰值表示,即把有效值乘以  $2\sqrt{2}$  (2.828) 转换为峰-峰值。如满足上述 b) 条件,结果可表示为“大于  $68\ \text{V}$ ”。

#### 14.15.3 输出平衡

##### 14.15.3.1 概述

平衡接口的目的和特性的概述在附录 A 中给出。输出端的平衡可能受到以下因素中一个或多个的影响:

- a) 输出端到参考点的内阻不等。如果此输出端所连接的输入端到参考点的内阻也不等的话,这种效应会特别明显。
- b) 输出端到参考点的电动势不等。这种效应被认为是通过模式转换的共模信号叠在所平衡的信号上。
- c) 不平衡源的内阻。被认为是源阻抗与 b) 所述的共模信号关联。
- d) 信号到达每个输出端子的相位偏移不同。

##### 14.15.3.2 特性解释

- a) 内阻抗平衡度,表示为将共模信号注入到输出端引起的差分输出电压与共模信号电动势的对比,14.15.3.3 给出测量方法;
- b) 输出电压的对称度,表示为由模式转换产生的共模电压与产生模式转换的差分输出电压的对比,14.15.3.4 给出测量方法。

注:这包括不同的相位偏移带来的影响。

推荐制造商在规范中以分贝给出额定值。

##### 14.15.3.3 内阻平衡度的测量方法

- a) 按图 7 的测试电路联接。电阻  $R$  应为  $(3\ 300 \pm 33)\ \Omega$  或更小的容差,电位计  $R_T$  应为  $(500 \pm 50)\ \Omega$

或更小容差。除非另有规定,输入电压  $V$  应为 7.75 V(20 dBu)。在某些情况下,在被测设备的输入端,不需要按额定源阻抗  $R_s$  输入。

- b) 开关  $S$  首先置于位置 1,调整  $R_T$  使测得的电压  $U_2$  最小,然后将  $S$  置于位置 2,重新调整  $R_T$  使开关  $S$  处于任一位置均可测得相同的  $U_2$  值。
- c) 内阻平衡度以分贝表示为  $V$  与  $U_2$  的比值:

$$20 \lg(V/U_2)$$

- d) 在几个频率点上重复上述测量,这些频率应覆盖设备的有效频率范围。推荐至少进行三次测量,一次在低频如 80 Hz,一次在标准参考频率,还有一次在较高的频率,如 10 kHz。也可用输入电压的其他值重复上述测量。
- e) 测量结果列成表或绘成曲线,以比值为纵坐标(线性刻度,单位分贝),以频率为横坐标(对数刻度)。

#### 14.15.3.4 电压对称度测量方法

- a) 按图 8(基于 GB/T 12060.2—2011 的图 2)的测试电路联接,被测设备置于标准测量条件, $S$  置于位置 1。两个电阻器  $R_L/2$  均应等于额定负载电阻的一半,减去电位计  $R_T$  的电阻。除非另有规定, $R_n$  值应为 600  $\Omega$ 。
- b) 用高阻浮地测量仪器,测量输出电压  $U_2$ 。用合适的仪器测出共模电压  $U'_2$ 。
- c) 调整电位计  $R_T$ ,使得开关  $S$  置于任一位置均产生相同的(最小)值  $U'_2$ 。
- d) 平衡信号与共模信号的比值用下式(以分贝表示)计算:

$$20 \lg(U_2/U'_2)$$

- e) 在几个频率点上重复上述测量,这些频率应覆盖设备的有效频率范围。推荐至少进行三次测量,一次在低频如 80 Hz,一次在标准参考频率,还有一次在较高的频率,如 10 kHz。也可用源电动势的其他值重复上述测量。
- f) 测量结果列成表或绘成曲线,以比值为纵坐标(线性刻度,单位分贝),以频率为横坐标(对数刻度)。

#### 14.16 多通道放大器中的串音衰减和分离度

##### 14.16.1 特性解释

串音衰减用分贝表示为:

$$20 \lg \frac{U_{A,A}}{U_{B,A}}$$

式中:

$U_{A,A}$ ——A 通道的额定输出电压。

$U_{B,A}$ ——由于加到 A 通道的额定输入电压,在 B 通道产生的输出电压。

分离度用分贝表示为:

$$20 \lg \frac{U_{A,A}}{U_{A,B}}$$

式中  $U_{A,B}$  是由于加到 B 通道的额定输入电压,在 A 通道产生的输出电压。

推荐制造商在规范中规定这些特性中的部分或全部的额定值。

##### 14.16.2 测量方法

- a) 将 A 和 B 通道置于额定条件下。
- b) 测量 A 通道的输出电压  $U_{A,A}$  和 B 通道的输出电压  $U_{B,B}$ 。

- c) 将 A 通道 A 的输入电压减小至零,测量输出电压  $U_{A,B}$ 。该测量可以是宽带或在测量频率点上选通或在测量频率的谐波点选通。

宽带测量时,应使用 SJ/Z 9140.1 规定的有效值电压表和宽带滤波器。

注:为改进宽带测量的信噪比,可以增加输入源电动势。应注意的是不要在运行通道的任何位置产生过载,而且不要超过过载源电动势。应在结果中标明源电动势的值。

- d) 恢复 A 通道的输入电压,将 B 通道的输入电压减小到零。用上述办法测量输出电压  $U_{B,A}$ 。  
e) 根据这些测量,可计算需要的比值。

A 通道对 B 通道的串音衰减(单位:分贝)为:

$$20 \lg \frac{U_{A,A}}{U_{B,A}}$$

B 通道对 A 通道的串音衰减(单位:分贝)为:

$$20 \lg \frac{U_{B,B}}{U_{A,B}}$$

A 通道对 B 通道的分离度(单位:分贝)为:

$$20 \lg \frac{U_{A,A}}{U_{A,B}}$$

B 通道对 A 通道的分离度(单位:分贝)为:

$$20 \lg \frac{U_{B,B}}{U_{B,A}}$$

注 1:通常只在成对通道传输立体声的相关信号时使用术语“分离度”。分离度和串音衰减仅在  $U_{A,A} = U_{B,B}$  时才相等。

注 2:本部分中术语“通道”包括从单一输入到单一输出的简单信号通道,也包括可能有多输入和/或多输出的子通道。因此,本测量方法可以用于不属于同一信号通道(通常叫做“不相关输出”)内的任意输入和输出(包括录音的低电平输出)之间的串音衰减。

应说明无用信号的测量方法(宽带、选通或谐波频率选通)。

宽带测量可认为是“总串音衰减”或者“总分离度”。

选通测量可认为是“线性串音衰减”或者“线性分离度”。

在谐波频率点上进行选通测量,可认为是“非线性串音衰减”或者“非线性分离度”,而由谐波分量幅值平方和的平方根,可获得“单值”结果。

- f) 可以在其他频率,其他输出电压及其他通道重复测量,结果用表格或图表示。

## 14.17 多通道放大器中通道间的增益差和相位差

### 14.17.1 增益差

#### 14.17.1.1 特性解释

如有控制器,当控制器置于一定位置时,一对通道间的增益差,作为频率的函数。

推荐制造商在规范中给出其额定值。

#### 14.17.1.2 测量方法

- a) 两通道置于标准测量条件,两通道源相同。  
b) 如有音量、平衡和音调控制器,两通道均应置于一定的位置上,如有增益微调位置,应作合适的调整。

- c) 连续或步进地改变源频率,保持源电动势不变,在每个频率测量两通道的输出电压  $U_{A,A}$  和  $U_{B,B}$ 。
- d) 输出电压  $U_{A,A}$  和  $U_{B,B}$  之比,以分贝表示,作为频率的函数。
- e) 在音量控制器、平衡控制器和音调控制器的几个相应的位置上,重复上述测量,其中一个为额定条件。如果有增益微调设置,按 b) 调整后,其位置不应再作变化。
- f) 测量结果表示成一系列的图表,每个图表都要注明控制器的相应位置。以输出电压作为纵坐标,以频率为横坐标。

## 14.17.2 相位差

### 14.17.2.1 特性解释

如有控制器,当控制器置于一定位置时,通道间的相位响应差作为频率的函数。

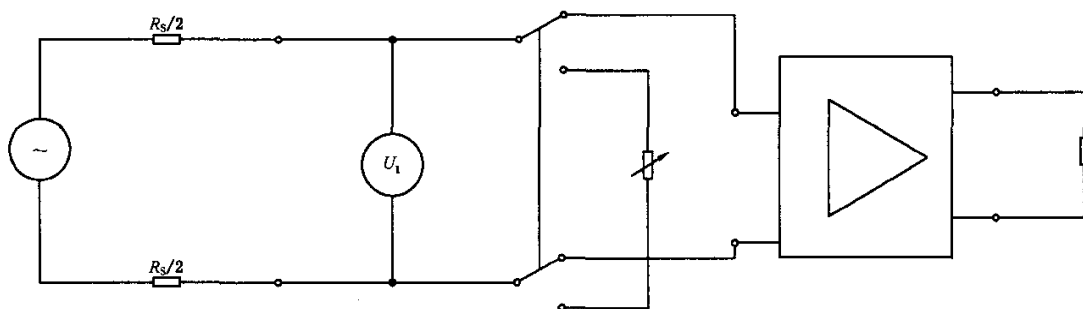
### 14.17.2.2 测量方法

- a) 两通道置于标准测量条件,两通道源相同;
- b) 如果有音量、平衡和音调控制器,两通道均置于一定位置上,如有增益微调位置,应作合适的调整;
- c) 相位差计接入两通道的输出端,并应正确考虑端子的标记;
- d) 连续或步进地改变源频率,在每个频率上测量相位差;
- e) 将两通道间的相位差  $\Delta\phi$  作为频率的函数,以弧度、度数或时间差表示。如 14.11.4 中规定的;
- f) 在音量、平衡和音调控制器的几个相应的位置上重复上述测量,其中一个位置为额定条件,有增益微调设置时,按 b) 调整后,其位置不应再作改变;
- g) 测量结果表示成一系列图表,每个图表都应注明控制器的相应位置。以相位差作纵坐标,以频率作横坐标。

## 14.18 尺寸和质量,特性解释

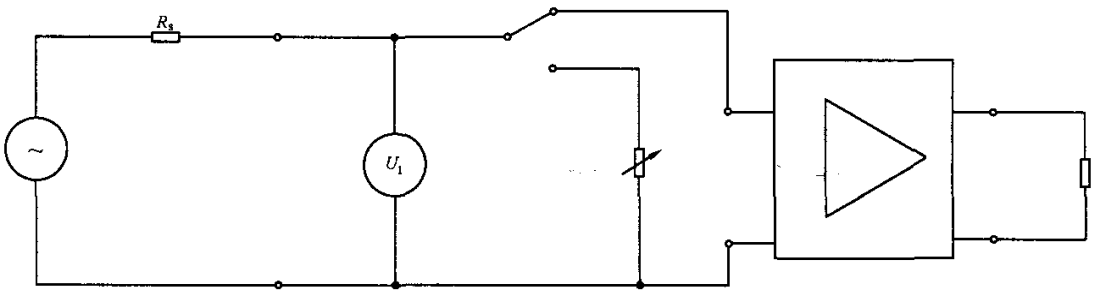
- a) 外形尺寸和安装尺寸;
- b) 净质量。

制造商应在规范中给出这些值。



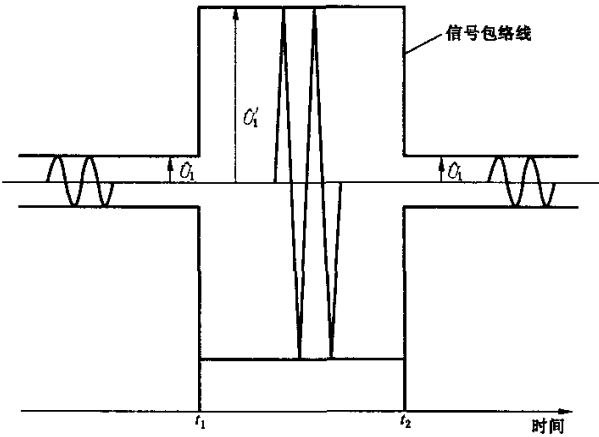
a) 测量平衡的输入阻抗的输入的电路,悬浮

图 1 测量输入阻抗的电路



b) 测量不平衡的输入阻抗的输入的测量电路

图 1 (续)



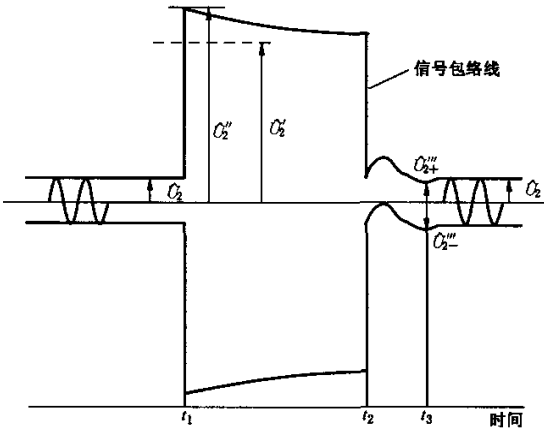
所有电压值取峰值

$\hat{U}_1$ ——标准测量条件下的源电动势

$\hat{U}'_1$ ——过载条件下的源电动势

$$20 \lg \frac{\hat{U}'_1}{\hat{U}_1} = 20 \text{ dB}$$

a) 测量过载恢复时间的源电动势波形图



所有电压值取峰值

$\hat{U}_2$ ——标准测量条件下的输出电压

$\hat{U}'_2$ ——额定条件下的输出电压

$$20 \lg \frac{\hat{U}'_2}{\hat{U}_2} = 10 \text{ dB}$$

$\hat{U}''_2$ ——过载条件下的最大输出电压

注:  $\hat{U}''_2$  可能不满足

$$20 \lg \frac{\hat{U}''_2}{\hat{U}_2} < 20 \text{ dB}$$

$\hat{U}''_{2+}$ ——某一时刻的正输出电压峰值

$\hat{U}''_{2-}$ ——该时刻的负输出电压峰值对于这些电压值,有

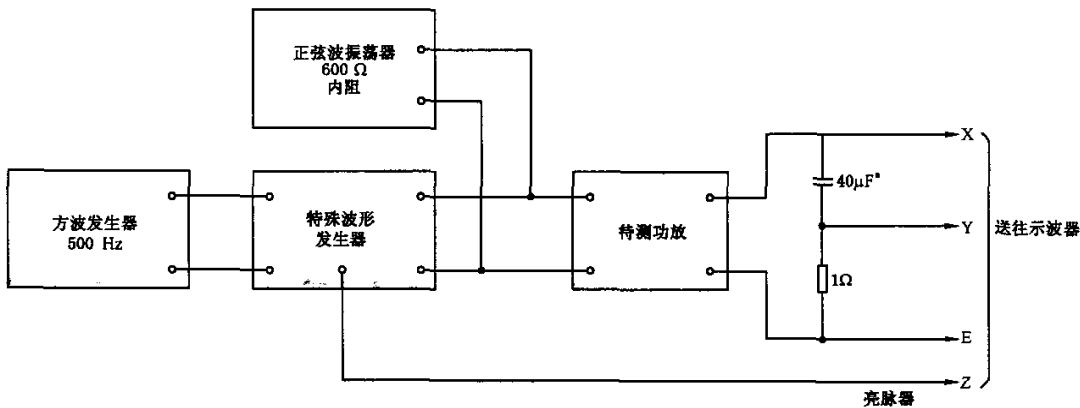
$$20 \lg \frac{\hat{U}''_{2-}}{\hat{U}_2} = \pm 1 \text{ dB}$$

过载恢复时间 =  $t_3 - t_2$

b) 测量过载恢复时间时的输出电压波形图

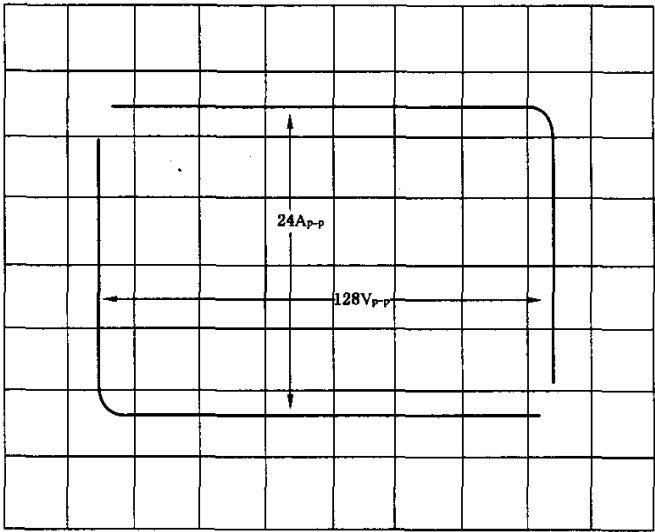
图 2 测量过载恢复时间的波形图





\* 4 个并联的  $10\mu\text{F}$  聚酯电容器

a) 测量电路的接法框图



b) 输出电流和电压的显示举例

图 3 防止有潜在破坏性的输出电压和电流的保护

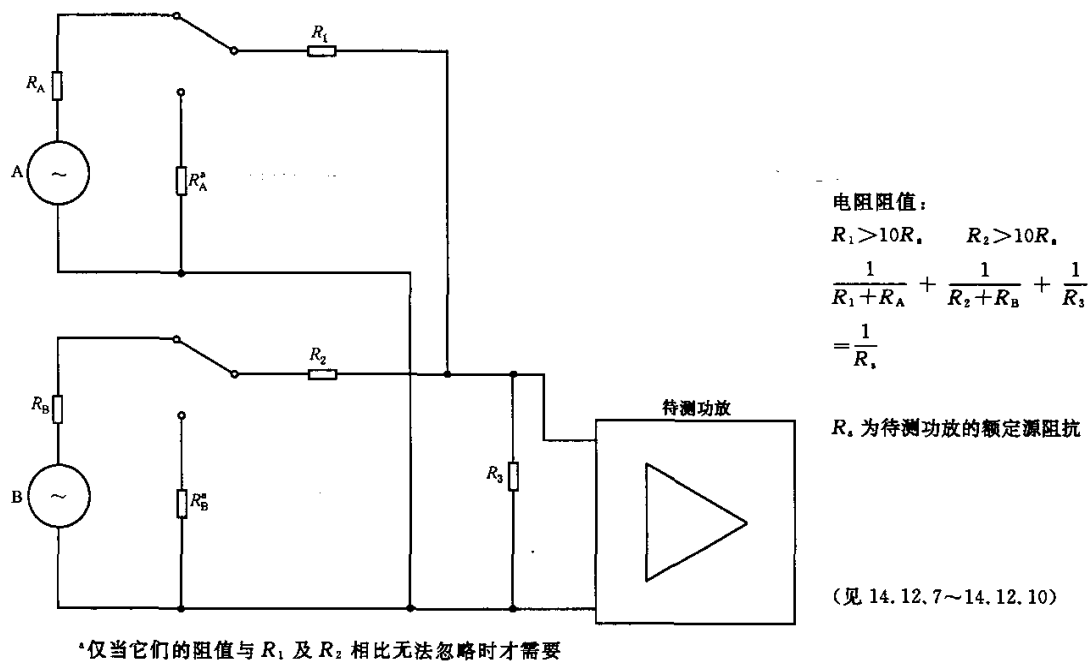


图 4 合并两输入信号的电路

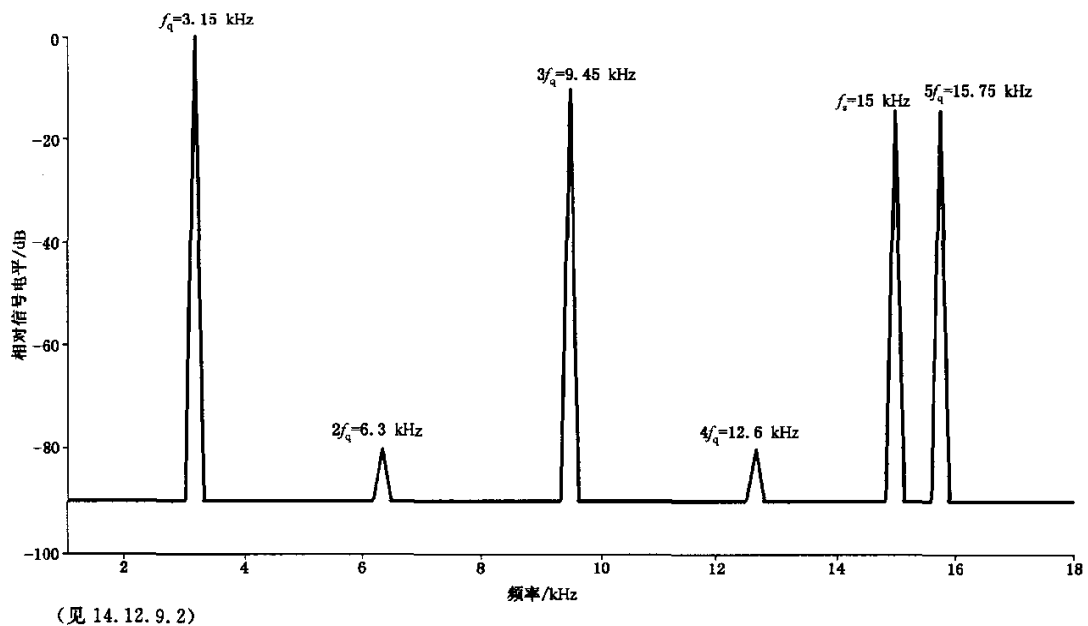


图 5 频率在 30 kHz 以下的动态互调失真的测量信号频谱

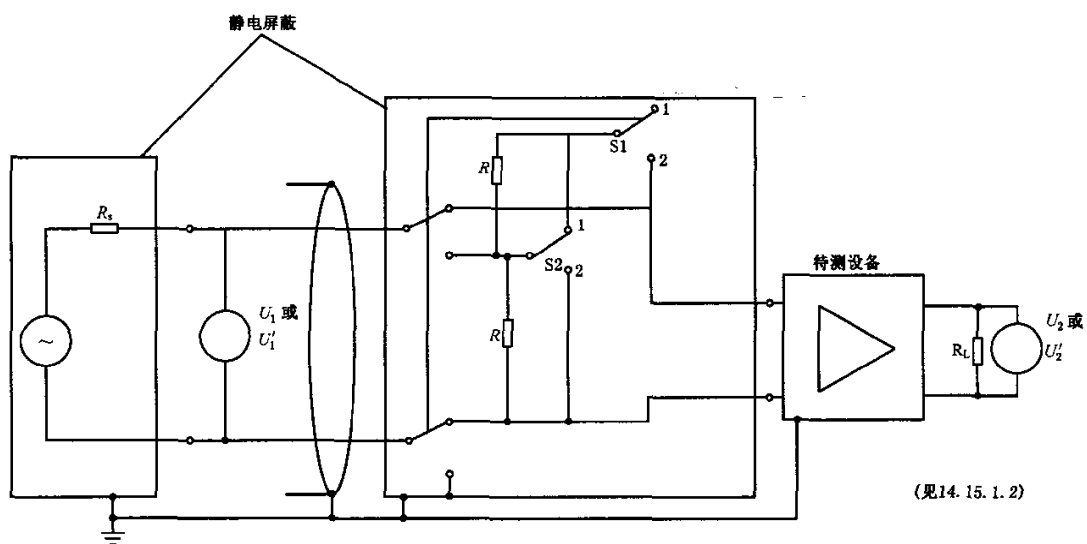


图 6 测量平衡输入的平衡度的电路

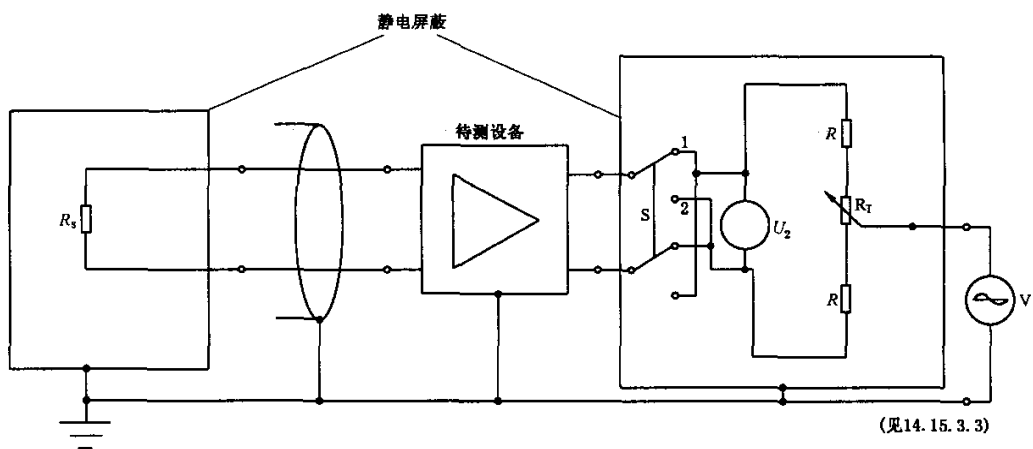


图 7 测量平衡输出的内阻平衡度的电路

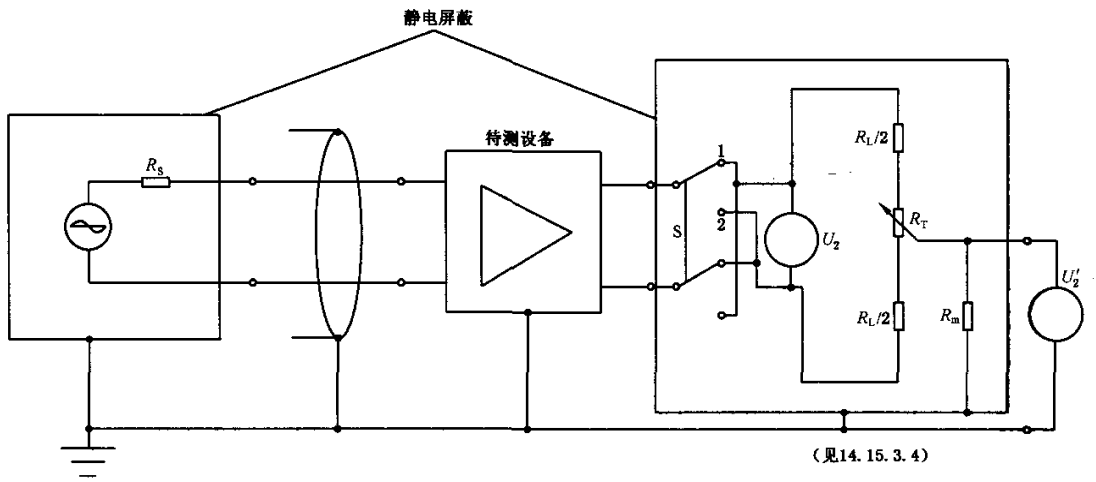


图 8 测量平衡输出的电压对称度的电路

附 录 A  
(资料性附录)  
平 衡 接 口

平衡接口的目的是将所需信号作为两根信号线上的差分电压进行传输。理想的平衡线接收器仅对其输入端的差分电压有响应,而对叠加在输入端同一电压(亦即共模电压)无响应。如果不期望的噪声或者干扰信号同时出现在两根线上,也就没有什么可转化成差分电压,这种噪声或者干扰就可完全被接收器抑制。一套平衡接口系统包括线驱动器、线(通常是屏蔽平衡线缆)和线接收器,其共模阻抗有效地构成了一个电桥。噪声或干扰信号的转换只有在电桥不平衡时才会发生。因此,只有驱动器、线和接收器之间的共模阻抗平衡才起到了抑制噪声或干扰的作用。这个抑制噪声或干扰的特性和所需差分信号的存在与否是无关的。因此,无论是所需信号完全存在于一根线上,致使一根线上的电压远高于另一根线,还是两根线上的电压相等,都没有区别。

所需信号的对称是有优点的,但是,它关系到动态余量(失真限制的输出电压和过载源电动势)和声道串扰,而和抑制噪声或干扰无关。对于在驱动端恒定功率供给的干线电压,对称驱动显然能使最大输出增加大约2倍。屏蔽电缆中信号线的对称驱动也显著地减少了串音,但串音能够被容性耦合(通过有缺陷的线缆屏蔽)或者被感性耦合(由于线缆屏蔽中的不希望存在的电流)。如果屏蔽层是在任何非驱动端的点接地,则这些在屏蔽中的信号电流就会流经系统中不可预见的路径而引起额外的串音。

参 考 文 献

- [1] Baxandall, P. J. , 'A technique for displaying the current and voltage output capability of amplifiers and relating this to the demands of loudspeakers', New York, Journal of the Audio Engineering Society, Vol. 36, Nos. 1/2, pp. 3-17, Jan/Feb 1988
- [2] Ojala, M. , and Huttunen, P. , 'Peak current requirement of commercial loudspeakersystems', New York, Journal of the Audio Engineering Society, Vol. 35, No. 6, pp. 455-462, June 1987
- [3] IEC 60098:1989 Analogue audio disk records and reproducing equipment
- [4] GB/T 9396—1996 扬声器主要性能测试方法(neq IEC 60268-5:1989)
- [5] GB/T 17626.13—2006 电磁兼容 试验和测量技术 交流电源端口谐波、谐间波及电网信号的低频抗扰度试验(idt IEC 61000-4-13:2002)
- [6] IEC 61606:1997, Audio and audiovisual equipment—Digital audio parts—Basic methods of measurement of audio characteristics
-