



中华人民共和国国家标准

GB/T 3241—2010
代替 GB/T 3241—1998

电声学 倍频程和分数倍频程滤波器

Electroacoustics—Octave-band and fractional-octave-band filters

(IEC 61260:1995, MOD)

2010-12-01 发布

2011-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 性能规范	5
5 测试方法	9
6 仪器标记	12
7 使用手册	12
8 静电和电磁兼容要求与试验方法	13
附录 A(资料性附录) 频带的中心频率	16
附录 B(资料性附录) 对于 1/3 倍频程滤波器最小和最大相对衰减限值处的归一化频率	18
附录 C(资料性附录) 带通滤波器电性能特性检验的推荐项目	20
附录 D(资料性附录) 射频发射限值	21
图 1 1 级倍频程滤波器的相对衰减的最小和最大衰减限值的说明	7
表 1 倍频程滤波器的相对衰减的限值	6
表 A.1 在声频范围内的倍频程和 1/3 倍频程滤波器的中心频率	16
表 B.1 1/3 倍频程滤波器相对衰减的限值	18
表 D.1 在 10 m 距离测量的 B 级信息技术设备(ITE)的射频骚扰限值	21
表 D.2 在 B 级信息技术设备(ITE)的电源端口的传导骚扰限值	21

前 言

本标准修改采用 IEC 61260:1995《电声学 倍频程和分数倍频程(带通)滤波器》及其第 1 次修改单(2001-09)。

本标准做了下列编辑性修改:

- a) 删除了 IEC 61260:1995 中的前言;
- b) 规范性引用文件中的引导语按 GB/T 1.1—2000 的要求编写;
- c) 术语和定义的引导语按 GB/T 1.1—2000 的要求编写。

本标准代替 GB/T 3241—1998《倍频程和分数倍频程滤波器》。

本标准与 GB/T 3241—1998 相比主要变化如下:

- a) 根据第一次修改单删去了原文本中的有关电磁兼容的引用文件 IEC 801-2:1991、IEC 801-3:1984 和有关内容 4.14.3、4.14.4、4.14.5 和 5.11、5.12;
- b) 根据 IEC 61260 Amendment (2001-09)的内容,增加了第 8 章静电和电磁兼容性要求和试验方法,附录 D 射频发射限值,在正文中页边空白处用垂直双线(∥)标识;
- c) 在规范性引用文件中,IEC 60651 和 IEC 60804 已经被 GB/T 3785.1—2010(IEC 61672-1:2002,IDT)所代替,本标准直接引用 GB/T 3785.1—2010;
- d) 增加了 4 个术语和定义:3.32~3.35;
- e) 第 7 章使用手册中增加了 7 项内容:w)~z),aa),bb),cc);
- f) 附录 C 根据第一修改单做了相应的修订。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 为资料性附录。

本标准由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本标准由全国电声学标准化技术委员会归口(SAC/TC 23)。

本标准起草单位:南京大学、中国科学院声学研究所、中国演艺设备技术协会演出场馆设备专业委员会、杭州爱华仪器有限公司。

本标准主要起草人:赵其昌、章汝威、周建辉、张绍栋。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 3241—1982;
- GB/T 3241—1998。

电声学 倍频程和分数倍频程滤波器

1 范围

- 1.1 本标准规定了组成滤波器组或谱分析仪的模拟的、取样数据和数字方法得到的带通滤波器的性能规范和测试方法。对于给定带宽的所有滤波器,由滤波器的相对衰减特性确定的通带范围是中心频率的恒定的百分数。符合本标准要求的仪器可以包含覆盖任何所需频率范围的任何数目的带通滤波器。
- 1.2 本标准适用于三种等级的滤波器,0级,1级和2级的性能要求,其允差随等级的增加而增加。
- 1.3 符合本标准性能要求的带通滤波器可以是各种测量系统中的一部分或某一特定仪器中的一个完整部件,并可实时工作。
- 1.4 符合本标准要求的仪器,对于各种信号,例如,时变的、间歇的和稳态的信号;宽带的和离散的频率,以及持续时间长的和短的信号,能够提供经频带滤波的谱的信息。满足本标准要求的不同实现方式的滤波器,在涉及到瞬态信号的应用中可能会给出不同的结果。

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(不包括勘误的内容)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。

GB/T 3240—1982 声学测量中的常用频率(neq ISO 266:1975)

GB/T 3785.1—2010 电声学 声级计 第1部分:规范(IEC 61672-1:2002,IDT)

GB 9254—2008 信息技术设备的无线电骚扰限值 and 测量方法(CISPR 22:2006,IDT)

GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(IEC 61000-4-2:2001,IDT)

GB/T 17626.3—2006 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(IEC 61000-4-3:2002,IDT)

GB/T 17799.1—1999 电磁兼容 通用标准 居住、商业和轻工业环境中的抗扰度试验(idt IEC 61000-6-1:1997)

GB/T 17799.2—2003 电磁兼容 通用标准 工业环境的抗扰度试验(IEC 61000-6-2:1999,IDT)

GB/T 17799.3—2001 电磁兼容 通用标准 居住、商业和轻工业环境中的发射标准(idt IEC 61000-6-3:1996)

SJ/T 10444—1993 电声学 术语

CISPR 16-1:1999 射频干扰和抗扰测量仪器和方法 第1部分:射频干扰和抗扰测量仪器

OIML:1978 法定计量词汇—基础术语

3 术语和定义

GB/T 17626.2、GB/T 17626.3、GB/T 17799.1、GB/T 17799.2、GB/T 17799.3 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

带通滤波器 bandpass filter

具有单一的传输频带(或具有小的相对衰减的通带)的滤波器,它从大于零的下限频率延伸到有限

的上限频率。

3.2

倍频程比 octave ratio

标称频率比为 2 : 1, 记作 G。

注 1: 在确定倍频程通带和分数倍频程通带的频率比时, 本标准允许二种选择, 应指明以 10 为底和以 2 为底。

注 2: 对于以 10 为底的系统:

$$G_{10} = 10^{3/10} \dots\dots\dots(1)$$

注 3: 对于以 2 为底的系统:

$$G_2 = 2 \dots\dots\dots(2)$$

注 4: 优选以 10 为底的系统。

3.3

带宽指示值 bandwidth designator

用包括 1 在内的正整数的倒数来指示倍频程带宽的分数, 记作 1/b。

3.4

参考频率 reference frequency

准确值为 1 000 Hz 的频率, 记作 f_r 。

3.5

准确的(频带)中心频率 exact midband frequency

与参考频率有规定关系的频率, 它使在一规定带宽的滤波器组中, 任何相邻的两个带通滤波器的准确的中心频率之比相同, 记作 f_m , 单位 Hz。当带宽指示值的分母是奇数时, 在一组滤波器中任何一个滤波器的准确的中心频率由下式确定:

$$f_m = (G^{x/b})(f_r) \dots\dots\dots(3)$$

当带宽指示值的分母是偶数时, 在一组滤波器中任何一个滤波器的准确的中心频率由下式确定:

$$f_m = (G^{(2x+1)/(2b)})(f_r) \dots\dots\dots(4)$$

式中:

x——任何整数, 正数, 负数, 或零。

注 1: 当式(3)或式(4)确定的准确的中心频率的滤波器, 允许由窄的分数倍频程滤波器联合组成。该滤波器的输出可产生具有相应的准确的中心频率和相应的截止频率的宽带滤波器的通带电平。

注 2: 以 10 为底的系统, 任何一个 10 : 1 频率范围内所包含的中心频率与任何其他 10 : 1 频率范围内相应的中心频率除了小数点符号的位置不同外, 其数值是相同的。以 2 为底的系数, 其中心频率是单一的, 不重复的。

注 3: 例如, 对于 1/3 倍频程滤波器, 标称中心频率为 5 000 Hz 的频带, 其准确的中心频率(取三位小数)在以 10 为底的系统中是 5 011. 872 Hz, 在以 2 为底的系统中是 5 039. 684 Hz, 两者之差近似为 0. 6%。标称中心频率为 50 000 Hz 时, 其准确的中心频率在以 10 为底的系统中是 50 118. 723 Hz, 在以 2 为底的系统中是 50 796. 834 Hz, 两者差值近似为 1. 4%。

注 4: 当带宽指示值的分母为奇数时, 一完整的滤波器组中会有一个滤波器其中心频率为 1 000 Hz, 当带宽指示值的分母为偶数时, 在一完整的滤波器组中相邻一对滤波器的截止频率可以是在 1 000 Hz, 因而, 没有一个滤波器的中心频率为 1 000 Hz。

注 5: 声频范围内使用的倍频程和 1/3 倍频程滤波器的准确的中心频率在表 A. 1 中给出。

3.6

标称(频带)中心频率 nominal midband frequency

为标识带通滤波器而取整的中心频率, 单位为赫兹。

3.7

截止频率 bandedge frequency

带通滤波器的通带的下限频率和上限频率, 单位为 Hz。准确的中心频率是下限和上限截止频率(分别记作 f_1 和 f_2)的几何平均值, 截止频率由下式确定:

$$f_1 = (G^{-1/(2b)}) (f_m) \dots\dots\dots (5)$$

和

$$f_2 = (G^{+1/(2b)}) (f_m) \dots\dots\dots (6)$$

式中:

G ——倍频程比,对于以 10 为底的系统用式(1)计算,对于以 2 为底的系统用式(2)式计算;

f_m ——由式(3)或式(4)确定的准确的中心频率。

3.8

归一化频率 normalized frequency

对于带通滤波器,频率与准确的中心频率之比,记作 f/f_m 。

3.9

滤波器的带宽 filter bandwidth

对于某给定的滤波器,其上限频率 f_2 减去相应的下限频率 f_1 , f_1 和 f_2 分别用式(5)和式(6)计算。

3.10

倍频程滤波器 octave-band filter

上限频率与下限频率的标称比为 2 的带通滤波器。

3.11

分数倍频程滤波器 fractional-octave-band filter

是一种带通滤波器,它的上限频率 f_2 与下限频率 f_1 之比是倍频程比的某一幂次,该幂次等于相应的带宽指示值。

注:用符号表示,截止频率比为 $f_2/f_1 = G^{1/b}$ 。

3.12

滤波器衰减 filter attenuation

对于带通滤波器,在任何频率,它的时间均方的输入信号电平减去所示的时间均方的输出信号电平,这两个信号电平相对于同一基准量。记作 A ,单位为分贝。

注:时间均方输入信号电平 L_m 用符号表示为:

$$L_m = 10 \lg \left\{ \left[(1/T) \int_0^T V_m^2(t) dt \right] / V_0^2 \right\} \text{dB} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$V_m(t)$ ——瞬时输入信号,是时间的函数;

T ——积分时间;

V_0 ——相应的基准量如 $20 \mu\text{V}$ 。

对应的表示式适用于时间均方输出信号电平。

3.13

参考衰减 reference attenuation

为了确定仪器中的所有带通滤波器的相对衰减,由厂家规定的在通带内标称滤波器的衰减,单位为分贝,记作 A_{ref} 。

3.14

相对衰减 relative attenuation

对于带通滤波器,在任何频率,滤波器的衰减减去参考衰减,单位为分贝,记作 ΔA 。

注:在任何归一化频率 f/f_m ,其相对衰减 $\Delta A(f/f_m)$,单位为分贝,由式(8)确定:

$$\Delta A(f/f_m) = A(f/f_m) - A_{ref} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$A(f/f_m)$ ——在归一化频率 f/f_m 处的滤波器的衰减;

A_{ref} ——参考衰减。

精确的中心频率 f_m 由式(3)或式(4)计算。

3. 15

归一化有效带宽 normalized effective bandwidth

对于恒振幅的正弦电输入信号,由滤波器组输出端的读出设备指示的信号时间均方值与输入信号时间均方值之比,并在归一化频率上积分;信号的时间均方值之比乘以常数 $10^{0.1A_{ref}}$ 进行归一化,其中 A_{ref} 是参考衰减,单位为分贝,记作 B_e 。

注:归一化有效带宽的解析式由 4. 5. 2 给出。

3. 16

归一化基准带宽 normalized reference bandwidth

对于带通滤波器,滤波器的带宽与准确的中心频率之比,记作 B_r 。

注:归一化基准带宽 B_r 由式(9)确定:

$$\begin{aligned}
 B_r &= (f_2 - f_1) / f_m \\
 &= [G^{+1/(2b)} - G^{-1/(2b)}] \dots\dots\dots (9)
 \end{aligned}$$

3. 17

滤波器的积分响应 filter integrated response

滤波器的归一化有效带宽与归一化基准带宽之比以 10 为底的对数,乘以 10,单位为分贝,记作 ΔB 。

注: ΔB 的解析表达式在 4. 5. 1 中给出。

3. 18

参考电平范围 reference level range

为测试电性能用,制造厂规定的某一电平范围,单位为分贝。

3. 19

参考输入信号电平 reference input signal level

在参考电平范围内,制造厂规定的输入信号电平,单位为分贝。

3. 20

电平差 level difference

对于在任何电平范围内的带通滤波器,输出信号电平减去输入信号电平加上电平范围控制器的标称衰减(如果有的话),用分贝表示。

3. 21

参考电平差 reference level difference

在参考电平范围内,输入信号在中心频率处对于所用的参考输入信号电平的电平差,单位为分贝。

3. 22

电平线性误差 level linearity error

在任何电平范围内,在中心频率处的电平差减去参考电平差,单位为分贝。

3. 23

线性工作范围 linear operating range

对于规定的滤波器带宽和电平范围,电平线性误差保持在从下边界到上边界的规定的允差内时,稳态正弦输入信号电平的范范围,单位为分贝。

3. 24

电平范围控制器 level range control

为了保证仪器在整个线性范围内工作,用于调节仪器的灵敏度以适应输入信号电平的变化了的装置。

3. 25

测量范围 measurement range

对于任何标称的中心频率,在最低灵敏度电平范围内线性工作范围的输入信号电平的上边界减去

在最高灵敏度电平范围内线性工作范围的输入信号电平的下边界,单位为分贝。

3.26

模拟滤波器 analogue filter

对输入信号连续工作以产生一个经滤波输出的滤波器。

3.27

取样数据滤波器 sampled-data filter

它对输入信号取样并产生一个经滤波的输出的计算过程。

3.28

数字滤波器 digital filter

取样数据滤波器的子集,运用于输入数据的数字化取样。

3.29

实时工作 real-time operation

取样数据滤波系统的一种工作模式或能力,它产生经带通滤波的输出信号电平,而且对于这输出所进行的每个取样间隔有关的计算、平均,完成的所需时间周期比在取样间隔内所处理的所有的输入数据的取样间隔要小或相等,从而所有的输入信号的所有取样对于合成的滤波的输出信号电平具有等权权的贡献。

3.30

混叠频率分量 aliased frequency components

在取样数据带通滤波器的输出信号中的虚假的频率分量。它是由于用比输入信号的最高频率分量低得多的速率对连续的随时间变化的输入信号取样时引起的。

3.31

抗混叠滤波器 anti-alias filter

是一个低通滤波器,用以在输出电平中把混叠频率分量降低到微不足道的程度。

3.32

(带通滤波器的)参考方位 reference orientation (of a bandpass filter)

对应于射频场发射机或接收机的主方向的带通滤波器的方位。

3.33

X类带通滤波器 group X bandpass filter

本身包含有符合本标准带通滤波功能的完整仪器,而且规定标称工作模式为由内部电池供电,不需外接到其他装置就能正常工作。

3.34

Y类带通滤波器 group Y bandpass filter

本身包含有符合本标准带通滤波功能的完整仪器,但按规定连接到电网供电才能正常工作,不需外接到其他装置就能正常工作。

3.35

Z类带通滤波器 group Z bandpass filter

包含符合本标准带通滤波功能的仪器需要由两个或多个装置,通过某种方法连接在一起才能正常工作,它们既可以是电池供电,也可以由电网供电。

4 性能规范

4.1 概述

本标准规定的倍频程和分数倍频程滤波器的电响应特性,在 4.13 基准环境条件下适用。

任何以 10 为底或以 2 为底的倍频程比的滤波器设计的实施,均可用来提供符合本标准所有适用要求的仪器。

4.2 标称(频带)中心频率

是准确的中心频率的适当的取整的值,用以鉴别或标定倍频程和分数倍频程滤波器。

附录 A 提供了倍频程和 1/3 倍频程滤波器的准确的中心频率和标称中心频率,描述了确定带宽指示值从 1/4 到 1/24 的分数倍频程滤波器的标称中心频率的程序。

4.3 参考衰减

厂家应该规定在通带内的参考衰减,在一组滤波器中,对于所有的滤波器,参考衰减应该是相同的。

4.4 相对衰减

4.4.1 对于 0 级、1 级或 2 级倍频程滤波器,所有滤波器的相对衰减应在表 1 的限值以内,表中给出了在倍频程带宽内指定的归一化频率 $f/f_m = \Omega$ 处的最小和最大相对衰减值。

4.4.2 具有带宽指示值为 1/b 的分数倍频程滤波器,对于精密级,相应于有限相对衰减限值, $\Omega \geq 1$ 时,分数倍频程带宽的高端归一化频率 $\Omega_{h(1/b)}$ 用式(10)计算:

$$\Omega_{h(1/b)} = 1 + [(G^{1/(2b)}) - 1] / (G^{1/2} - 1) \dots\dots\dots (10)$$

$\Omega < 1$ 时,分数倍频程带宽的低端归一化频率 $\Omega_{l(1/b)}$ 用式(11)计算:

$$\Omega_{l(1/b)} = 1 / \Omega_{h(1/b)} \dots\dots\dots (11)$$

在相对衰减上有相同的限值。

注:附录 B 提供了对于 1/3 倍频程滤波器在归一化频率点的最小和最大相对衰减限值的计算例子。

4.4.3 对于倍频程滤波器,在表 1 给出的归一化频率 Ω_a 和 Ω_b 处,或对于分数倍频程滤波器按照式(10)或式(11)计算的可比较的归一化的分数倍频带宽频率之间,在归一化频率 Ω_x 处的相对衰减的限值 ΔA_x 应该由线性插入关系确定,

$$\Delta A_x = \Delta A_a + [\Delta A_b - \Delta A_a] [\lg(\Omega_x / \Omega_a) / \lg(\Omega_b / \Omega_a)] \dots\dots\dots (12)$$

式中:

ΔA_a ——在归一化频率 Ω_a 处的相对衰减限值;

ΔA_b ——在归一化频率 Ω_b 处的相对衰减限值。

表 1 倍频程滤波器的相对衰减的限值

归一化频率 $f/f_m = \Omega$	最小衰减限值;最大衰减限值 dB		
	滤波器等级		
	0	1	2
G^0	-0.15; +0.15	-0.3; +0.3	-0.5; +0.5
$G^{\pm 1/8}$	-0.15; +0.2	-0.3; +0.4	-0.5; +0.6
$G^{\pm 1/4}$	-0.15; +0.4	-0.3; +0.6	-0.5; +0.8
$G^{\pm 3/8}$	-0.15; +1.1	-0.3; +1.3	-0.5; +1.6
$< G^{-1/2}$	-0.15; +4.5	-0.3; +5.0	-0.5; +5.5
$> G^{-1/2}$			
$G^{\pm 1/2}^a$	+2.3; +4.5	+2.0; +5.0	+1.6; +5.5
$G^{\pm 1}$	+18.0; +∞	+17.5; +∞	+16.5; +∞
$G^{\pm 2}$	+42.5; +∞	+42; +∞	+41; +∞
$G^{\pm 3}$	+62; +∞	+61; +∞	+55; +∞
$\geq G^4$	+75; +∞	+70; +∞	+60; +∞
$\leq G^{-4}$	+75; +∞	+70; +∞	+60; +∞

^a 在小于下限频率和大于上限频率处的频率,最大相对衰减的限值是 +∞; 见图 1。

4.4.4 图 1 表明了倍频程滤波器的最小和最大相对衰减的限值,图 1 也显示了在截止频率处最小和最大相对衰减有不连续的变化,以及在表 1 的两个归一化频率点之间的相对衰减的线性变化。

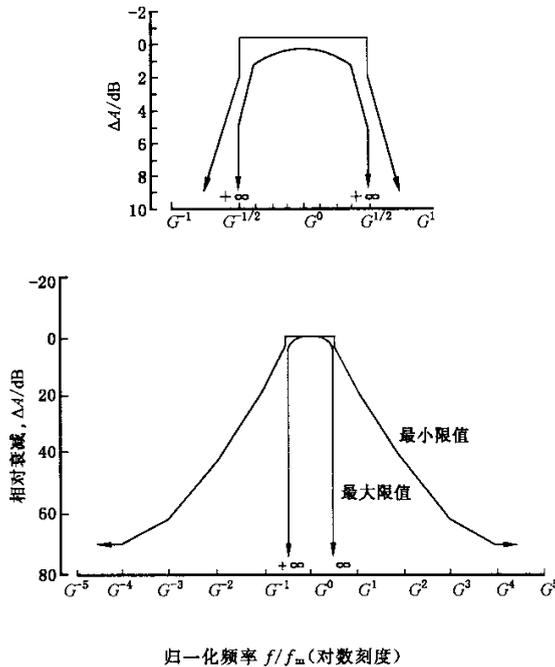


图 1 1 级倍频程滤波器的相对衰减的最小和最大衰减限值的说明

4.5 滤波器积分响应

4.5.1 对于带通滤波器,滤波器的积分响应 ΔB ,单位为分贝,由式(13)确定:

$$\Delta B = 10 \lg(B_e/B_r) \dots\dots\dots (13)$$

式中:

B_e ——归一化有效带宽;

B_r ——同一中心频率的由式(9)得到的归一化基准带宽。

4.5.2 对于准确的中心频率为 f_m 的任何滤波器,归一化有效带宽表示为:

$$B_e = \int_0^\infty 10^{-0.1\Delta A(f/f_m)} d(f/f_m) \dots\dots\dots (14)$$

式中:

$\Delta A(f/f_m)$ ——连续的相对衰减滤波器的响应,单位为分贝。实际上,在式(14)中的积分是数值估算,见 5.4。

4.5.3 对于仪器中的每一个带通滤波器,0 级、1 级和 2 级仪器的滤波器积分响应分别应不超过 ± 0.15 dB, ± 0.3 dB 和 ± 0.5 dB。

4.6 线性工作范围

4.6.1 对于所有的滤波器带宽,以及平坦的频率响应(如果提供),和每一个有效电平范围,在线性工作范围内的电平线性误差,0 级、1 级和 2 级滤波器分别应不超过 ± 0.3 dB, ± 0.4 dB 和 ± 0.5 dB,它们的线性工作范围至少分别为 60 dB,50 dB 和 40 dB。

4.6.2 如果提供不止一个电平的范围,对于 0 级和 1 级滤波器其线性工作范围至少应有 40 dB 的重迭,对于 2 级滤波器,至少为 30 dB。

4.6.3 对于多于一个电平范围的滤波器,假如它不在参考电平范围内,在最灵敏的范围允许它减小线性工作范围。

4.6.4 对于显示积分分量的滤波器,或当滤波器的输出传送到外部显示,或到其他系统,并且显示的范围大于线性工作范围,则制造厂应规定在线性范围以外的,所保持的电平线性的误差。

4.7 实时工作

制造厂应说明带宽指示值和相应的频率范围,在这范围内相应于恒振幅的正弦输入信号的输出信号的电平,频率的对数以恒定比率变化,对于0级和1级仪器,在理论输出信号电平的 ± 0.3 dB以内,对于2级仪器在 ± 0.5 dB以内。5.6中给出了相应于恒振幅扫频的正弦输入信号的理论的输出信号电平的表示式。

4.8 抗混叠滤波器

在一个取样数据或数字滤波器系统中,制造者应给出包括恰当模拟的和数字的抗混叠滤波器。抗混叠滤波器应使输入信号和取样处理之间的干扰减少到最小,因为取样处理将产生输入信号的混叠频率分量并使滤波器的相对衰减响应超过表1中相应的最小限值的最大值。

4.9 输出信号的和

对于在两个连续的倍频程或分数倍频程中心频率之间的任何频率的正弦输入信号,a)输入信号减去参考衰减的电平,b)规定带宽的各种滤波器的时间均方的输出信号的电平和,a)与b)之差对于0级、1级和2级仪器分别应不超过 ± 1.0 dB; $+1.0$ dB, -2.0 dB 和 $+2.0$ dB, -4.0 dB。

4.10 平坦的频率响应

如果仪器具有与频率无关(即“平坦”)的传输范围,制造厂应说明频率范围,在这频率范围内的相对衰减,对于0级、1级和2级仪器,应分别在参考频率处的相对衰减的 ± 0.15 dB, ± 0.3 dB 和 ± 0.5 dB以内。用于测量平坦频响的相对衰减的参考衰减与用于测量带通滤波器的相对衰减的参考衰减是相同的。

4.11 最大输入信号

制造厂应说明每一个电平范围内的正弦输入信号的最大均方根电压值,在该电平范围内,仪器中的每一个滤波器都满足本标准的要求。

4.12 端阻抗

如果要求,制造厂应说明保证仪器正常工作的输入和输出端阻抗。

4.13 参考环境条件

参考环境条件包括大气温度 20 °C,相对湿度 65%和大气压 101.3 kPa。

4.14 对各种环境的敏感度

4.14.1 大气温度

在大气温度从 0 °C \sim $+50$ °C 的范围内,在仪器中任何滤波器的相对衰减和在标称中心频率处,与基准条件下同频率点的相对衰减的偏离,对于0级、1级和2级仪器应分别不超过 ± 0.15 dB, ± 0.3 dB 和 ± 0.5 dB。

4.14.2 相对湿度

制造厂应说明仪器能连续工作的相对湿度的范围和相应的空气温度。将仪器暴露在相对湿度为 75%,温度为 $+40$ °C 的大气中,并在仪器内部的部件上不出现冷凝的条件下,24 h 以后,在仪器中任何滤波器在标称的中心频率处的相对衰减,与基准条件下同频率点的相对衰减的偏离,对于0级、1级和2级仪器应分别不超过 ± 0.15 dB, ± 0.3 dB 和 ± 0.5 dB。

4.15 电源校验

对于需要用电池作为电源的仪器,制造厂应提供校验电源是否够用的方法,在校验期间,仪器应按照本标准规定的所有要求正常工作。

5 测试方法

5.1 概述

本章描述的测试方法可以用于型式评定或周期检定,以确定滤波器组的性能是否保持在第4章中规定的允差内。制造厂可以推荐等效的测试来替代第5章中描述的方法,以证明符合本标准的要求。附录C给出了推荐的测试项目,可以用于型式评定或周期检定。

所有测试结果应参考4.13的参考环境条件,被测仪器应接至电源,开始测试前开关置于导通位置,按厂家规定的时间预热。

5.2 测试仪器

5.2.1 为了证实所有的结果符合第4章的要求,除了实时工作的频率限值的测试外,采用各种频率和信号电平的稳态正弦信号。对于确定实时工作的频率限值的测试,使用恒振幅的正弦信号,它的频率按对数速率变化,或扫描。为了测试被测仪器中所有滤波器的相对衰减,带宽或带宽指示值,信号发生器或信号源,应能在所需测试的频率范围内产生正弦测试信号。

注:测试频率之间的间隔由式(15)给出。

5.2.2 用于测试的最大信号电平,在任何频率,信号发生器输出的稳态正弦信号的总失真,包括虚假的频率分量,不应超过0.01%。正弦测试信号的频率的准确度应在所示频率的±0.01%以内。

5.2.3 稳态正弦测试信号电平至少应可在80 dB范围内改变。

5.2.4 对于按照声级计要求设计的,用于测量装置的带通滤波器,装置的显示指示器应该被用于测量滤波器组的输出信号电平。

5.2.5 对于具有数字读出装置的滤波器组或具有厂家规定的数字格式(例如数字接口)的滤波器组,输出电平应该通过数字读出或经数字输出到合适的记录装置来确定。

5.2.6 对于实时工作的测试,扫频信号发生器的输出电平应该已知,并且应在与标称中心频率的所选范围相应的频率范围内保持恒定,在标称信号电平的±0.1 dB以内。在扫频所覆盖的频率范围内的每一个10:1的频段,测试信号频率变化的对数速率应保持恒定,在标称扫描频率的±1%以内。

5.3 相对衰减

5.3.1 在滤波器组中的每一个滤波器的相对衰减特性应在参考电平范围内测量。输入信号电平应在线性工作范围的上限的1 dB以内。

5.3.2 将稳态正弦信号加到滤波器组的输入端,在合适的频率测量输入和输出信号的电平。

注:需要时,在仪器的输入和输出端,用厂家规定的阻抗连接。

5.3.3 对于型式评定测试,测试信号频率(输入和输出信号电平的测量)是由程序化的装置自动控制的其他滤波器性能评估测试,正弦测试信号的频率优选离散频率点,它们在准确的中心频率取整的对数标度坐标中是等间隔的。如果S是每个滤波器带宽的测试频率的数目,则第*i*个测试信号的归一化频率为:

$$f_i/f_m = [G^{1/(6S)}]^i \dots\dots\dots (15)$$

式中:

i——整数或负整数,包括零。每个滤波器带宽的测试频率数S应不小于24,当随频率的相对衰减变化的比率很大时,每滤波器带宽的测试频率数应大于24个点。每带宽增加的测试频率的数目应以12为一步级,直到计算滤波器的积分响应时与S无关,引起的误差在0.1 dB附近。

5.3.4 在任何频率*f*处的相对衰减 $\Delta A(f/f_m)$ 由式(8)确定。

5.3.5 按照4.4相对衰减要求进行的周期检定,其输入信号的频率可限于表1中给出的17个相应于归一化频率 Ω 的倍频程或分数倍频程带宽的归一化频率。为了确定倍频程频率比和规定带宽指示值对于分数倍频程带宽的滤波器的实际测试频率由式(10)和式(11)计算得到。

5.4 滤波器积分响应

5.4.1 滤波器积分响应由式(13)确定。它是根据式(14)中对归一化有效带宽的数字计算的积分和5.3

描述的所测的相对衰减得到的。

5.4.2 对于滤波器组中的每一个滤波器,式(14)的数值积分的推荐程序是根据梯形法则按下式对单元面积求和:

$$B_e = \sum_{i=-N}^{i=N} \frac{1}{2} \{10^{-0.1\Delta A(f_i/f_m)} + 10^{-0.1\Delta A(f_{i+1}/f_m)}\} [(f_{i+1}/f_m) - f_i/f_m] \dots\dots\dots (16)$$

式中:

$\Delta A(f_i/f_m)$ ——在第 i 个归一化测试频率所测的相对衰减,单位为分贝;

N ——对于任何滤波器带宽和任何等级的滤波器,它等于或大于 $5S=120$ 。

5.5 线性工作范围

5.5.1 应该用稳态正弦信号来测试因输入信号电平的变化引起的滤波器的线性响应。线性工作范围至少应对符合本标准要求的所有滤波器带宽的最低的和最高的标称中心频率进行测量,如果提供平坦的频率响应,则至少对厂家规定的平坦的频率响应范围的最低和最高的频率进行测量。

5.5.2 对于每一个测试频率,在任何电平范围内的电平线性误差的测试应按照 3.22 定义,输入信号的步级不大于 5 dB。在测量线性工作范围的下边界和上边界时,输入信号电平的相邻步级间的差应减小到 1 dB。

5.5.3 在测量中的平均时间应该足够长以建立一个稳定的指示,要考虑到在低输入信号电平时内部产生的噪声的影响。

5.5.4 如果由厂家推荐,对于线性工作范围的 4.6.4 要求可以用两个正弦信号组成的输入信号来确定,其中一个为测试信号,另一个为线性工作范围的上边界以下 20 dB 的辅助信号,其频率在测试频率以上或以下,并且在 4.4 给出的滤波器响应的相对衰减的可应用的最小限值中的最大值的频率范围内。

5.6 实时工作

5.6.1 滤波器实时工作的频率范围应用扫频测试来确定。

5.6.2 当输入端加上恒振幅正弦信号,并且信号频率在任何给定带宽的所有滤波器的频率范围内,以恒定的对数速率变化时,在仪器输出端的读出装置指示的时间平均或等效连续输出信号电平 L 。对于所有滤波器是相同的。

5.6.3 对于给定的扫频正弦输入信号,当滤波器的相对衰减等于实际滤波器的参考衰减,并且在截止频率以外为无限衰减时,在其输出端指示的理论的时间平均输出信号电平 L_c 由式(17)给出:

$$L_c = L_{in} - A_{ref} + 10 \lg\{(T_{sweep}/T_{avg})[\lg(f_2/f_1)/\lg(f_{end}/f_{start})]\} \text{ dB} \dots\dots\dots (17)$$

式中:

L_{in} ——所测量的,恒振幅输入信号的时间平均信号电平;

T_{sweep} ——从起始频率 f_{start} 到终止频率 f_{end} 以对数速率扫描所需的时间;

f_1 和 f_2 ——截止频率;

T_{avg} ——为测量输出信号电平 L 。所选的平均时间。

注:在式(17)中,对于以 10 为底的系统, $\lg(f_2/f_1)$ 等于 $3/(10b)$,对于以 2 为底的系统, $\lg(f_2/f_1)$ 等于 $(1/b)\lg 2$ 。

5.6.4 所测的输出时间平均信号电平 L 。与相应的恒定的理论的输出时间平均信号电平 L_c 以及所测的滤波器的积分响应值 ΔB 的差 δ 为:

$$\delta = L_o - \Delta B - L_c \dots\dots\dots (18)$$

5.6.5 实时工作的测试应在参考电平范围内进行。输入信号电平应该比在参考电平范围内线性工作范围的上边界小 3 dB。对数频率扫描的速率应足够的低,才能可靠地测量与滤波器带宽相适应的滤波器的通带的相对衰减。扫描的起始频率 f_{start} 应近似为滤波器带宽的最低标称中心频率的一半。扫频终止频率 f_{end} 应近似为相应的最高标称中心频率的二倍。平均时间 T_{avg} 应大于总的扫描时间,至少为 5 s。

注 1:对数扫描速率,单位“十倍程”每秒,由下式确定:

$$[\lg(f_{end}/f_{start})]/T_{sweep}$$

式中：

f_{end} ——扫描终止频率；

f_{start} ——扫描起始频率；

T_{sweep} ——扫描时间，s。

注2：扫描速率不应大于0.5个“十倍程”每秒(或1.6“倍频程”每秒)。

5.6.6 平均时间周期起始后3 s内频率扫描应该开始，并从 $f_{\text{start}} \sim f_{\text{end}}$ 频率范围内扫描一次。测量时间平均输出信号电平并与根据式(18)计算的输出信号电平进行比较。对于仪器中的任何滤波器的带宽，差值 δ 的绝对值首先超过4.7中相应的误差的标称中心频率定义为实时工作频率范围的低频和高频极限。

5.7 抗混叠滤波器

5.7.1 对于取样数据滤波器，抗混叠滤波器对输入信号的寄生谱分量的足够衰减的能力的测量应通过将稳态正弦信号加到输入端进行。输入信号电平应等于参考电平范围内的线性工作范围的上边界。

5.7.2 对于在仪器中每一个滤波器的带宽指示值，输入测试信号的频率应该等于所用的取样频率减去至少为一个滤波器的标称中心频率，该滤波器的中心频率在带宽指示值适用的整个频率范围的每一个1:10频率比的范围内，例如，对于从20 Hz~20 kHz的标称中心频率，从20 Hz~200 Hz范围选择一个标称中心频率，从200 Hz~2 kHz范围内选择一个，再从2 kHz~20 kHz范围内选择一个。

5.7.3 对于每一个测试频率，输出信号电平不应超过输入信号电平减去表1中给出的相应的最小相对衰减的最大值的限值。

5.8 输出信号的和

5.8.1 令 j 表示滤波器组中的一个滤波器，用 $j-1$ 和 $j+1$ 表示中心频率比第 j 个滤波器低的和高的相邻的滤波器。令 ΔA_j 、 ΔA_{j-1} 和 ΔA_{j+1} 分别表示在任何测试频率处3个滤波器的所测的相对衰减。

5.8.2 S 等于按照5.3要求进行的相对衰减测试的每个滤波器带宽的频率数。 M 为等于或小于 $S/2$ 的最大的整数。为了按照式(15)测量相对衰减而确定的频率 f_i ，令 i 是 $-M$ 到 $+M$ 之间的任何整数。

5.8.3 在准确中心频率 f_m 的第 j 个滤波器的下限和上限频率之间的任何频率，输入信号电平减去参考衰减与输出信号之和的电平的差 $\Delta P(f_j)$ 由下列关系式确定：

$$\Delta P(f_j) = 10 \lg[10^{-0.1\Delta A_{j-1}} + 10^{-0.1\Delta A_j} + 10^{-0.1\Delta A_{j+1}}] \text{dB} \quad \dots\dots\dots (19)$$

式中：

ΔA_{j-1} ——在归一化频率 $G^{[i/(6S)+1/6]}$ 处所测的相对衰减；

ΔA_j ——在归一化频率 $G^{[i/(6S)]}$ 处所测的相对衰减；

ΔA_{j+1} ——在归一化频率 $G^{[i/(6S)-1/6]}$ 处所测的相对衰减。

5.8.4 测试应该从滤波器组的最低的中心频率到最高的中心频率进行。

5.8.5 对于所提供的任何滤波器带宽，按式(19)计算的差值 $\Delta P(f_i)$ ，在任何两个倍频程或分数倍频程中心频率之间的任何测试频率处应该在4.9给出的允差内。

5.9 平坦的频率响应

对于提供一段平坦响应的滤波器组，测试应在满足4.10中相对衰减的允差的频率范围内进行，在输入端加上恒电平的正弦信号，并记下相应的输出信号电平。输入信号电平应等于在参考电平范围内的参考输入信号电平。测试信号的频率应包括厂家规定的平坦的频率响应范围的下限和上限，以及下限和上限频率之间的倍频程滤波器的标称中心频率。

5.10 对环境变化的敏感度

测试应在保证滤波器满足4.14.1中大气温度范围的要求和4.14.2中相对湿度的影响下进行。对于温度测试，在各种环境温度暴露的时间应足够长使被测仪器达到与环境温度平衡。

6 仪器标记

按照本标准的所有要求去制造的滤波器组应打标记“YYY-带通滤波器,X级,GB/T 3241—2010”,其中 YYY 是带宽,例如,倍频程,X 是 0、1 或 2 相应的等级。如果可行的话滤波器组亦应标明制造厂名、型号和序号。

7 使用手册

滤波器组的使用手册中至少应该包括下列内容:

- a) 说明在每一个滤波器的分析通道(如使用不止一个通道)中有效的标称滤波器带宽的所有滤波器满足本标准的在精密等级的误差内的所有性能要求;
- b) 描述设计滤波器时所选用的分析方法;
- c) 对于数字和取样数据滤波器,取样频率或用于各种滤波器的频率;
- d) 对于所用的每一个分析通道,如附录 A 的准则,列出所有滤波器的每一个所用的滤波器带宽的标称中心频率;
- e) 系统的说明确定倍频程频率比时所选用是以 10 为底或以 2 为底;
- f) 参考电平范围;
- g) 参考输入信号电平;
- h) 参考衰减;
- i) 线性工作范围和在线性工作范围以外所显示的输出信号电平的线性允差(最大电平线性误差);
- j) 对于每一个电平范围,介绍仪器的操作以确保测量在线性工作范围内进行;
- k) 对于每一个使用的标称滤波器带宽,实时工作的频率范围和关于瞬态和时变信号的实时谱分析的其他信息;
- l) 标称的平坦频响的频率范围,如果有;
- m) 在仪器使用的范围内和对于每个电平的范围内任何频率的正弦输入信号的最大均方根电压;
- n) 如果需要,仪器的输入端和输出端的端阻抗的实部和虚部分量;
- o) 温度的极限和相应的暴露时间,如果超过这时间,则引起仪器的永久性损伤;
- p) 接近交变磁场源时,仪器使用的限制;
- q) 接近静电放电电源时,特别是在低湿度条件下,仪器使用的限制;
- r) 接近射频电磁场源时,仪器使用的限制;
- s) 如果电池供电,则推荐一个方法以校验电池提供的电功率,在校验时仪器应正常工作在所有相应的允差内;
- t) 如果滤波器与声级计或其他等效仪器联合使用,这特定的仪器应该加以识别;
- u) 用于测量滤波器输出信号之前所需的最大时间。保证滤波器与周围大气温度有足够长的时间达到热平衡,接通电源后仪器对于所有适用的大气温度能满足本标准的要求;
- v) 为了证实滤波器符合本标准性能要求,在相应的允差内,或用该仪器可得到在该等级的准确度允差内,经带通滤波的输出信号电平而指导测试所需的任何其他的信息;
- w) 可以将带通滤波器输入端短路;
- x) 对 8.5.2.6 和 8.5.4.4 试验所要求的允许电缆和附件;
- y) 标称工作模式的配置;
- z) 在施加静电放电后,任何规定的性能降低或功能损失;
- aa) 对参考方位的相对位置;
- bb) 对最大射频发射的设置与配置;

cc) 出现最小电源和射频场抗扰度的工作模式和连接设备。

8 静电和电磁兼容要求与试验方法

8.1 概述

8.1.1 本章规定带通滤波器有关电源和射频电磁场和静电放电的抗扰度要求,允许的射频电磁场发射,以及为验证满足本标准要求的试验方法。带通滤波器可以有許多不同配置,可以由电池或外接电源系统供电。本章的技术要求是对三种带通滤波器配置而言的,首先是 X 类,它是电池供电的完整仪器;第二是 Y 类,包含符合本标准要求的带通滤波器装置的完整仪器且由公共电源供电;第三是 Z 类,它由两个或多个设备互联而成的带通滤波器。

注:为方便和统一起见,本章中“带通滤波器组”用“带通滤波器”描述。

8.1.2 静电和电磁兼容性要求适用于居住、商业和轻工业环境或工业区使用的带通滤波器。本章的要求是对以前各章要求的补充,并不对已规定的带通滤波器要求作任何改变。这要求不适用于本章公布之前按这标准要求制造的带通滤波器。

8.1.3 这些要求是初次对带通滤波器规定静电与电磁兼容性要求。当积累更多的经验后,如果需要的话,可能会增加进一步的要求。

8.2 发射限值

8.2.1 任何仪器的射频发射上限由许多不同的兼容性标准所确定,GB/T 17799.3—2001 表 1 的限值构成 X、Y、Z 类带通滤波器的基本要求。参见附录 D。

8.2.2 由公共电源供电的 Y 类或 Z 类带通滤波器也应符合 GB 9254—2008 对于 B 级设备规定的公共电源骚扰限值。对于带通滤波器,这些要求参见附录 D。

8.2.3 在使用手册中应说明仪器产生最大电磁发射时的工作模式和联接的设备(如果有)。

8.3 静电放电

8.3.1 X 类、Y 类或 Z 类带通滤波器应经受规定幅值的静电放电。这些要求在 GB/T 17799.1—1999 表 1 的 1.4 中规定,归纳如下:

——接触放电高达 4 kV,空气放电高达 8 kV 的正和负电压。静电电压的极性相对于大地而言。

8.3.2 GB/T 17799.1—1999 规定在静电放电试验期间和以后,性能判据 B 如下:

“在试验之后,设备应按预定方式连续工作,当设备按预定方式使用时,性能降低或功能丧失不允许低于制造厂规定的性能水平。性能水平可以用允许的性能丧失来替代。在试验期间,尽管允许性能降低,但是在实际工作状态或存储的数据不允许改变。如果制造商没有规定最低性能水平或允许丧失的性能,则可以从产品说明书和产品文件(包括广告宣传单)中推断出来,以及在设备按预定的方式使用时,从用户的合理期望中得出”。

术语“设备”意指符合本标准的任何带通滤波器。

8.3.3 在每一次静电放电试验结束以后,带通滤波器应正常工作并且与静电放电试验前建立的状态相同。先前存储的数据(如有)应保持不变。

8.4 工频和射频场及传导骚扰的抗扰度

8.4.1 X、Y 和 Z 类带通滤波器在工频和射频频率及场强范围内应呈现出最小的抗扰度。具体要求见 GB/T 17799.1—1999 表 1 的 1.1 和 GB/T 17799.2—2003 表 1 的 1.2,但有少许修正。这些修正是扩展了射频场的覆盖范围从 27 MHz~1 000 MHz,增大了工频场强到 80 A/m。要求归纳如下:

——频率范围从 27 MHz~1 000 MHz。方均根电场强度提高到 10 V/m(未调制时),且用 1 kHz 正弦信号调幅,调幅幅度为 80%,除了 GB/T 17799.2—2003 表 1 中的注 3 所规定的 87 MHz~108 MHz,174 MHz~230 MHz 和 470 MHz~790 MHz,电场强度提高到 3 V/m(未调制),用 1 kHz 正弦信号调幅,调幅幅度为 80%。

——在 50 Hz 或 60 Hz 时,方均根交变磁场的强度均为 80 A/m。

8.4.2 对于公共电网供电的 Y 和 Z 类带通滤波器,还应满足 GB/T 17799.2—2003 表 4 中给出的附加要求。

8.4.3 对于 Z 类带通滤波器,在系统的任何两部分之间的连接电缆长度超过 3 m,还应满足 GB/T 17799.2—2003 表 2 的要求。

8.4.4 对于各类带通滤波器,任何仪器对工频及射频场的抗扰度,应通过使用手册推荐的方法将带通滤波器输入端加上电气短路来进行验证。输入端加上短路不应对所加电磁场或带通滤波器的正常工作或仪器对射频辐射的敏感度带来干扰。带通滤波器应按使用手册规定放置于相对射频发射源的参考位置。

8.4.5 试验期间,带通滤波器应按使用手册规定设置于正常工作模式。接通电源,由推荐的电源供电,并且在提供的每种带宽的 1 kHz 通带上进行读数。如有级量程控制器,则它应设定在最灵敏级量程上。

8.4.6 当施加 8.4.1 规定的工频或射频场时,带通滤波器的指示应在输出端进行测量,连接到输出端的方法不应对所加电磁场或带通滤波器的正常工作或仪器对射频辐射的敏感度产生干扰。输出指示宜相对于滤波器设定的最大输出来确定,工频或射频场的影响不应超过相对于此最大输出而给出的读数。对于 0 级带通滤波器应为 -70 dB,对 1 级带通滤波器为 -65 dB,对 2 级带通滤波器为 -55 dB。如果无法测量这些输出信号级,那么当工频或射频场加上时,得到的最低读数不应变化 0.3 dB 以上。

8.4.7 当进行 8.4.2 和 8.4.3 给出的附加要求试验时,带通滤波器的敏感度不应超过 8.4.6 中确定的相对于最大输出给出的读数。对 0 级带通滤波器为 -70 dB,对 1 级带通滤波器为 -65 dB,对 2 级带通滤波器为 -55 dB。假如无法测量这些输出信号级,那么当进行这些试验时,得到的最低读数不应变化 0.3 dB 以上。在进行这些附加要求性能试验期间不加工频或射频场。

8.4.8 使用手册应规定对工频和射频场产生最小抗扰度的工作模式和连接装置(如果有)。

8.5 试验方法

8.5.1 概述

8.5.1.1 应进行本条所述的试验,除非带通滤波器的特殊配置不适宜进行这些试验,在这种情形下如证明能等效这些试验,那么应用等效试验来取代。除非另外说明,这些试验适用于所有 X、Y、Z 类带通滤波器。

8.5.1.2 试验期间,被试带通滤波器的配置应如使用手册所述的正常工作模式。仪器电源应接通,由推荐的电源供电,且在最灵敏的级量程(如果存在)对所提供的每一种带宽的 1 kHz 频带测量信号电平。如果带通滤波器是构成完整仪器的必需部分,则试验方法应设计成试验结果只适用于带通滤波器,除非使用手册对带通滤波器另有规定。

8.5.1.3 完成试验所要求设备的详细说明和操作这些设备的方法,大都包含在本章中规定带通滤波器附加要求的其他标准中。在第 2 章列出的其他标准涉及所有相关试验。

注:术语“连接装置”适用于连接到被试滤波器的所有电气装置。

8.5.2 发射测量

8.5.2.1 被试仪器应按照使用手册要求进行配置和安装,以期在研究的频率范围内产生最大发射。

8.5.2.2 发射测量应按 GB 9254—2008 中第 6 章和第 10 章所述进行。辐射发射的所有测量结果应满足 8.2.1 给出的闭合端口的要求。

8.5.2.3 首先应在参考方位上检验被试仪器。

8.5.2.4 保持 8.5.2.3 的配置,被试仪器至少在与参考方位近似垂直的另一个面上进行发射试验,相对所用测量系统的位置应在限定的范围内。

8.5.2.5 任何用于保持被测仪器位置的装置和附件(如果合适还包括电缆)应对仪器任何发射的测量无明显影响。

8.5.2.6 如果被试仪器带有接口或连接电缆的联接装置,所有发射试验应与连接到所有联接设备的电

缆一起进行。所有电缆都应接上并如 GB 9254—2008 第 8 章所述布置,除非带通滤波器制造厂也提供用此电缆连接到带通滤波器的设备,在这种情况下所有装置应一起试验。

8.5.2.7 当同一联接设备有几种连接时,只要对产生最大发射的配置测量发射。相等的或更低电平发射的其他配置可以在使用手册中列出,而不需进一步试验,提供的试验配置要完全满足 8.2 的限值。

8.5.2.8 对于连至公共电网的 Y 类和 Z 类带通滤波器,传导至公共电网的骚扰应按 GB 9254—2008 所述进行测量并满足 8.2.2 的要求。

8.5.3 静电放电试验

8.5.3.1 要求的设备和试验方法按 GB/T 17626.2—2006 中所述。

8.5.3.2 如果被试仪器安装有不是正常工作模式的配置所要求的连接装置,那么静电放电试验期间不应加电缆。隐藏在连接器或带通滤波器表面后的连接器触针不应进行放电。

8.5.3.3 在试验期间用于保持被试仪器位置的任何支撑或其他装置不应遮蔽静电放电需要靠近的带通滤波器任何部分,也不应影响带通滤波器的试验。

8.5.3.4 所有要求极性和电压的接触和空气放电,应在被试仪器每个合适部分施加 10 次。

注:在重复放电试验前应确保带通滤波器完全放电。以免对每次试验造成任何影响。

8.5.3.5 在静电放电试验后,如果使用手册规定暂时性能下降或功能损失,这种性能下降或功能损失不允许任何降低工作、设置改变、存储数据变化或丢失。

8.5.4 工频和射频场及传导骚扰的抗扰度试验

8.5.4.1 射频场试验要求的设备和测试方法如 GB/T 17626.3—2006 中所述。

8.5.4.2 首先应在参考方位进行试验。在 8.4.4 中规定的短路应加在输入端。

8.5.4.3 射频场抗扰度试验可以按 GB/T 17626.3—2006 第 8 章规定的离散频率上进行,但对低于 500 MHz 的频率增量为 4%,对所有其他频率增量为 2%,以代替该章规定的 1%。在每一频率上的停留时间应适合被试带通滤波器。在有限离散频率数量上试验并不否定在规定频率范围的所有频率都应满足 8.4 的要求。

8.5.4.4 如果被试仪器装有接口或连接电缆的联接装置,所有对工频和射频场抗扰度的试验应与连接到所有联接装置的电缆一起进行。所有电缆都应接上并如 GB 9254—2008 第 8 章所述布置,除非带通滤波器制造厂也提供用此电缆连接到带通滤波器的设备,在这种情况下所有装置应一起试验。

8.5.4.5 当同一连接装置有几种连接时,只需在使用手册规定的产生最小抗扰度配置下进行试验。相等的或更大的抗扰度的其他配置可以在使用手册中列出,而不需进一步试验,提供的试验配置要完全满足 8.4 的限值。

8.5.4.6 射频场抗扰度试验应按 GB/T 17626.3—2006 第 8 章所述进行。

8.5.4.7 工频试验应在 50 Hz 或 60 Hz 进行。与带通滤波器的连接对工频场应无影响。对于提供的每一种带宽,将仪器设定在中心频率 1 kHz,并在滤波器带宽中有电源频率的带通滤波器的所有有效频带重复这一试验。

8.5.4.8 保持 8.5.4.2 和 8.5.4.4 的配置,被试仪器至少在与参考方位近似垂直的另一个面上进行试验,相对所用的射频传输系统的位置应在限定的范围内。

8.5.4.9 在试验期间,被试仪器应保持工作并处于试验前的设置。

8.5.4.10 对由公共电网供电的 Y 类和 Z 类带通滤波器,测试应按 8.4.2 给出的附加要求进行性能验证试验。

8.5.4.11 对 Z 类带通滤波器使用或指定长度超过 3 m 连接电缆,应按 8.4.3 给出的附加要求进行性能验证试验。

附录 A
(资料性附录)
频带的中心频率

A.1 在表 A.1 中给出了倍频程和 1/3 倍频程滤波器的准确的和标称的频带中心频率。准确的频带中心频率是根据式(3)或式(4)计算的,取 5 位有效数字,准确值用+标记表示。

A.2 对于 3.2 定义的倍频程频率比和包括从 1/4 到 1/24 的带宽指示值,准确的中心频率用式(3)或式(4)计算,以 10 为底的倍频程频率比用式(1)计算。

A.3 当准确的中心频率的最大的有效数字(即左边的最高位)为 1 到 4(包括 4)之间时,所计算的标称的中心频率取整到前三位有效数字。

A.4 当准确的中心频率的最大的有效数字为 5~9(包括 9)之间时,所计算的准确中心频率取整到前二位有效数字。例如,对于以 10 为底的系统, $G=3/10, 1/b=1/24, x=-111$,用式(4)计算的准确的中心频率为 41.567 Hz,有 5 位数字,相应的标称的中心频率为 41.6 Hz。对于 $x=+75$,准确的中心频率为 8 785.2 Hz,有 5 位数字,相应的标称的中心频率为 8 800 Hz。

A.5 当带宽指示值 b 大于 24 时,增加有效数字的位数以在任何的 1:10 频率比提供单一的标称的中心频率。

表 A.1 在声频范围内的倍频程和 1/3 倍频程滤波器的中心频率

指数 x	$(10^{x/10})(1\ 000)$ 以 10 为底的准确的 f_m Hz	$(2^{x/3})(1\ 000)$ 以 2 为底的准确的 f_m Hz	标称中心频率 Hz	1/3 倍频程	倍频程
-16	25.119	24.803	25	*	
-15	31.623	31.250+	31.5	*	*
-14	39.811	39.373	40	*	
-13	50.119	49.606	50	*	
-12	63.096	62.500+	63	*	*
-11	79.433	78.745	80	*	
-10	100.00+	99.213	100	*	
-9	125.89	125.00	125	*	*
-8	158.49	157.49	160	*	
-7	199.53	198.43	200	*	
-6	251.19	250.00+	250	*	*
-5	316.23	314.98	315	*	
-4	398.11	396.85	400	*	
-3	501.19	500.00+	500	*	*
-2	630.96	629.96	630	*	
-1	794.33	793.70	800	*	
0	1 000.0+	1 000.0+	1 000	*	*
1	1 258.9	1 259.9	1 250	*	
2	1 584.9	1 587.4	1 600	*	
3	1 995.3	2 000.0+	2 000	*	*
4	2 511.9	2 519.8	2 500	*	

表 A.1 (续)

指数 x	$(10^{x/10})(1\ 000)$ 以 10 为底的准确的 f_m Hz	$(2^{x/3})(1\ 000)$ 以 2 为底的准确的 f_m Hz	标称中心频率 Hz	1/3 倍频程	倍频程
5	3 162.3	3 174.8	3 150	*	
6	3 981.1	4 000.0+	4 000	*	*
7	5 011.9	5 039.7	5 000	*	
8	6 309.6	6 349.6	6 300	*	
9	7 943.3	8 000.0+	8 000	*	*
10	10 000+	10 079	10 000	*	
11	12 589	12 699	12 500	*	
12	15 849	16 000+	16 000	*	*
13	19 953	20 159	20 000	*	

注 1: 准确的中心频率是用式(3)计算得到的,取 5 位有效数字,除有标记+有准确值。
注 2: 对于倍频程和 1/3 倍频程带宽滤波器的其他标称中心频率见 GB/T 3240。

附录 B
(资料性附录)

对于 1/3 倍频程滤波器最小和最大相对衰减限值处的归一化频率

B.1 本附录提供 1/3 倍频程滤波器(即 $1/b=1/3$)的最小和最大相对衰减的限制处的归一化频率的计算例子。

B.2 开始计算令 $\Omega=G^{1/8}$ 从式(10)可以得到高频限值处频率的一般关系式:

$$\Omega_{h(1/3)} = 1 + [(G^{1/8} - 1)/(G^{1/2} - 1)](G^{1/8} - 1)$$

B.3 对于 $G=10^{3/10}$ 的以 10 为底的系统:

$$\Omega_{h(1/3)} = 1 + [(10^{1/20} - 1)/(10^{3/20} - 1)](10^{3/80} - 1) \approx 1.026\ 67$$

B.4 对于 $G=2$ 的以 2 为底的系统:

$$\Omega_{h(1/3)} = 1 + [(2^{1/8} - 1)/(2^{1/2} - 1)](2^{1/8} - 1) \approx 1.026\ 76$$

B.5 从式(11)可以得到相应的低频限值处的值:

对于以 10 为底 $\Omega_{l(1/3)} \approx 0.974\ 02$

对于以 2 为底 $\Omega_{l(1/3)} \approx 0.973\ 94$

B.6 用式(10)和式(11)计算的倍频程的限值处的频率在表 1 中,对于 1/3 倍频程带宽滤波器的归一化频率在表 B.1 中。

表 B.1 1/3 倍频程滤波器相对衰减的限值

归一化频率 对于 Ω_l 和 Ω_h 的 f/f_m		最小衰减限值;最大衰减限值 dB		
		滤波器等级		
以 10 为底	以 2 为底	0	1	2
1.000 00	1.000 00	-0.15; +0.15	-0.3; +0.3	-0.5; +0.5
1.026 67	1.026 76	-0.15; +0.2	-0.3; +0.4	-0.5; +0.6
0.974 02	0.973 94			
1.055 75	1.055 94	-0.15; +0.4	-0.3; +0.6	-0.5; +0.8
0.947 19	0.947 02			
1.087 46	1.087 76	-0.15; +1.1	-0.3; +1.3	-0.5; +1.6
0.919 58	0.919 32			
<1.122 02	<1.122 46	-0.15; +4.5*	-0.3; +5.0*	-0.5; +5.5*
>0.891 25	>0.890 90			
>1.122 02	>1.122 46	+2.3; +4.5*	+2.0; +5.0*	+1.6; +5.5*
<0.891 25	<0.890 90			
1.294 37	1.295 65	+18.0; +∞	+17.5; +∞	+16.5; +∞
0.772 57	0.771 81			

表 B.1 (续)

归一化频率 对于 Ω_1 和 Ω_h 的 f/f_m		最小衰减限值;最大衰减限值 dB		
		滤波器等级		
以 10 为底	以 2 为底	0	1	2
1.881 73	1.886 95	+42.5; + ∞	+42; + ∞	+41; + ∞
0.531 43	0.529 96			
3.053 65	3.069 55	+62; + ∞	+61; + ∞	+55; + ∞
0.327 48	0.325 78			
$\geq 5.391 95$	$\geq 5.434 74$	+75; + ∞	+70; + ∞	+60; + ∞
$\leq 0.185 46$	$\leq 0.184 00$			

^a 在小于下限频率和大于上限频率处的频率,最大相对衰减的限值是 + ∞ ,见图 1。

附录 C

(资料性附录)

带通滤波器电性能特性检验的推荐项目

C.1 本附录给出了对于型式评定和周期检定应该测试的项目。第 4 章和第 8 章规定的性能要求应与第 5 章和第 8 章给出的试验方法一致。第 4 章、第 5 章和第 8 章中相对应的条号标在括号内。×表示应该做测试的项目，—表示可以不做测试。

所测试的特性	型式评定	周期检定
1 相对衰减(4.4;5.3)	×	×(少数几个频率)
2 滤波器积分响应(4.5;5.4)	×	—
3 线性工作范围(4.6;5.5)	×	×
4 实时工作(4.7;5.6)	×	—
5 抗叠混滤波器(4.8;5.7)	×	×
6 输出信号的和(4.9;5.8)	×	×
7 平坦频率响应(4.10;5.9)	×(如果提供)	×(如果提供)
8 对大气温度的敏感度(4.14.1;5.10)	×	—
9 对湿度的敏感度(4.14.2;5.10)	×	—
10 发射(8.2;8.5.2)	×	—
11 静电放电(8.3;8.5.3)	×	—
12 电磁抗扰度(8.4;8.5.4)	×	—

附录 D
(资料性附录)
射频发射限值

表 D.1 在 10 m 距离测量的 B 级信息技术设备(ITE)的射频骚扰限值

频率范围 MHz	准峰值限值 dB(μ V/m)
30~230	30
230~1 000	37
注 1: 在转折频率处适用较低的限值。 注 2: 对于产生干扰的情况可能需要附加的条款。	

注: 在 CISPR 16-1:1995 的 4.1.2 中规定了准峰值接收机的特性。准峰值信号的参考电平为 $1 \mu\text{V/m}$ 。

对于由电网供电的带通滤波器, 还应满足以下要求:

表 D.2 在 B 级信息技术设备(ITE)的电源端口的传导骚扰限值

频率范围 MHz	限值 dB(μ V/m)	
	准峰值	平均值
0.15~0.50	66~56	56~46
0.50~5	56	46
5~30	60	50
注 1: 在转折频率处适用较低的限值。 注 2: 在 0.15 MHz~0.50 MHz 频率范围, 限值随频率的对数线性降低。		