

# 团 体 标 准

T/CAIACN 011—2024

## 车载音频 音频功率放大器性能要求及 测试方法

Vehicle audio — Performance requirements and methods of  
measurement for audio power amplifier

2024 - 10 - 15 发布

2024 - 12 - 15 实施

中国电子音响行业协会 发布



## 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语与定义.....	1
4 技术要求.....	3
4.1 电气参数.....	3
4.2 性能参数.....	3
5 测试的一般要求.....	4
5.1 正常大气条件.....	4
5.2 测试设备.....	4
5.3 测试方法.....	4
5.4 测试连接图.....	5
5.5 外观与机械结构检查.....	5
6 音频性能测试.....	5
6.1 频率响应.....	5
6.2 信噪比.....	6
6.3 背景噪声.....	6
6.4 动态范围.....	6
6.5 总谐波失真.....	7
6.6 通道分离度.....	7
6.7 串扰.....	7
6.8 直流偏置.....	8
6.9 电源抑制比.....	8
6.10 额定输出功率.....	9
6.11 最大输出功率.....	9
6.12 共模抑制比.....	9
6.13 工作温度.....	10

全国团体标准信息平台

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是“车载音频”系列标准的第2部分，“车载音频”系列标准已经发布了以下3个部分：

- 第1部分：车载音频 扬声器性能要求及测试方法。
- 第2部分：车载音频 音频功率放大器性能要求及测试方法。
- 第3部分：车载音频 乘用车扩声系统性能客观测试方法。

中国电子音响行业协会（China Audio Industry Association，简称CAIA）自1983年成立以来就以“服务企业，献策政府”为宗旨。是我国最早成立的跨地区、跨部门、跨系统，具有社团法人资格的全国性社会团体（国家一级行业协会）。

组织开展电子音响领域国际、国内标准化活动，制定中国电子音响行业协会团体标准（以下简称：中音协团标），满足行业需要，推动行业标准化工作，是中国电子音响行业协会的重要工作。协会的所有会员，均有权利提出制、修订中音协团标的建议并参与有关工作。

中音协团标按《中国电子音响行业协会团体标准建设管理办法》进行制定和管理。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料报送中国电子音响行业协会，以便修订时参考。

本文件由科大讯飞股份有限公司提出。

本文件由中国电子音响行业协会归口。

本文件核心起草单位：科大讯飞股份有限公司、中国电子技术标准化研究院、苏州上声电子股份有限公司、国光电器股份有限公司、华为技术有限公司、小米汽车科技有限公司、中国第一汽车集团有限公司研发总院智能网联开发院、重庆长安汽车股份有限公司、上海蔚来汽车有限公司、浙江极氪汽车研究开发有限公司、瑞声科技控股有限公司、中汽研汽车检验中心（天津）有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、中国计量科学研究院、立讯精密工业股份有限公司、深圳东原电子有限公司、狄拉克技术服务（深圳）有限公司、苏州清听声学科技有限公司、北京朗德科技有限公司、海德声学（上海）科技有限公司。

本文件起草单位：比亚迪汽车工业有限公司、腾讯音乐娱乐科技（深圳）有限公司、星河智联汽车科技有限公司、珠海市魅族科技有限公司、四川湖山电器股份有限公司、惠州迪芬尼声学科技股份有限公司、深圳市冠旭电子股份有限公司、瀛通通讯股份有限公司、昆山海菲曼科技集团股份有限公司、汉桑（南京）科技股份有限公司、广东天谱科技集团有限公司、朝阳聚声泰（信丰）科技有限公司、杭州兆华电子股份有限公司、中山市悦辰电子实业有限公司、北京声智科技有限公司、北京第七九七音响股份有限公司、深圳市爱普泰科电子有限公司、杭州艾力特数字科技有限公司、友笙（苏州）声学科技有限公司、北京瑞森新谱科技股份有限公司、苏州爱情之音科技有限公司、深圳市美格信测控技术有限公司、天津博顿电子有限公司、浙江传媒学院、曲阜天博汽车电器有限公司、惠州沃睿科技有限公司、深圳瑞利智能创新科技有限公司、吉咖智能机器人有限公司、石家庄康利达电子有限公司、上海市浦东新区先进音视频技术协会。

“车载音频”系列标准起草组由柴国强担任总顾问，马桂林担任组长。

本文件核心起草人：柴国强、马桂林、刘俊峰、刘玉伟、张亚奇、董桂官、叶超、谢守华、周铮、朱守经、曾桂华、朱晓鹏、王璐、杨春洪、廖爱文、田喆、李沛然、牛锋、王曦、刘斌、叶涛、匡正、虞安波、戴旭昶、李瑞峰、支洪平、柳燕飞、陆恒良、赵国祥、朱博成、卫文港、丁晓峰、沐永生、沈跃武、殷惠龙、黄坤朋、江波、吴晟、朱良明、吴伟琨、王富裕、王宾、张婧颖、郑红丽、郝欣言、孙丽、唐鹏春、郎元华、闫爽、史晓磊、孙晨玮、聂俊、高飞、陈华华、黄招军、孙露、李添翼、翁靖、魏昌、张志强、哈海学、由昕亮、王攀、田亚威。

本文件起草人：于洋、闫震海、张莹、张家奇、李兵、孙方晖、彭久高、涂长青、边仿、张鲲鹏、方建军、郭奕君、李超、伏胜、陈孝良、宋鸣、廖文生、任军军、戴璐、刘宇杰、苏根根、温文清、张敬祥、温怀疆、陈东明、刘涛、张洋、王玉龙、王飞、姚赞、肖越、刘泽、于亚慧、孙浩、李富章、张洪超、李茹、冉光伟、刘荣、康怀茂、程畅、刘耘、邓晨、张成能、张勇、黄衡、钱兵、王海俊、张家兴、刘晓彤、肖鹏、王小敏、黄晖、杨永强、庄庆辉、汪涛、沈紫辉、陈伟东、王致荣、罗轶泽、刘海婷、常乐、张亚东、张胜、郑广昌、陈旭顺、黄鹏璇、颜宇航、李登林。

本文件为首次制定。

# 车载音频 音频功率放大器性能要求及测试方法

## 1 范围

本标准规定了车载音频功率放大器的技术要求、测试要求和测试方法。  
本标准适用于车载音频功率放大器。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 4943.1—2022 音视频、信息技术和通信技术设备 第1部分：安全要求  
GB/T 12060.1—2017 声系统设备 第1部分：概述  
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  
GB/T 12060.3—2011 声系统设备 第3部分：声频放大器测量方法  
SJ/T 10406—2016 声频功率放大器通用规范  
ISO/IEC 17025 检测和校准实验室能力的通用要求

## 3 术语与定义

### 3.1

**频率响应** frequency response

声系统中的功率放大器对音频信号各频率分量均有放大作用，这种信号幅值、相位随频率的变化关系称为频率响应。频率响应是功率放大器的一个重要指标，它反映了功率放大器对音频信号各频率分量的放大能力。

### 3.2

**信噪比** signal to noise ratio

参考电压与噪声电压之比，取以10为底的对数乘以20，以分贝表示。

[来源：GB/T 12060.2—2011，6.2]

### 3.3

**背景噪声** background noise

音量控制器置于音量最小位置时，由功率放大器内部或其他的额定源内阻所引起的功率放大器输出电压。

### 3.4

**动态范围** dynamic range

在一定失真范围内可以输出的最大信号电压与功率放大器输出非静音状态下最小音量时噪声电压之

比。

### 3.5

**总谐波失真** total harmonic distortion

输出信号的失真成分的有效值与总输出信号的有效值之比表示的谐波失真。

[来源: GB/T 12060.2—2011, 7.2.4]

### 3.6

**通道分离度** channel separation

第一声道的额定输出电压与在第二声道输入额定输入电压时在第一声道中产生的输出电压之比, 取以10为底的对数乘以20, 以分贝表示。

[来源: GB/T 12060.2—2011, 8.3]

### 3.7

**串扰** cross talk

当第一声道输入额定输入电压时, 第一声道中的额定输出电压与第二声道产生的输出电压之比, 取以10为底的对数乘以20, 以分贝表示。

[来源: GB/T 12060.2—2011, 8.2]

### 3.8

**直流偏置** DC offset

在没有信号输入的情况下, 功率放大器输出端保持的直流电压。

### 3.9

**电源抑制比** power supply rejection ratio

加载在功率放大器上的电源电压变化与由它引起的功率放大器输出的电压变化之比。

### 3.10

**额定输出电压** rated output voltage

功率放大器在一定的谐波失真范围内输出给额定负载的电压。

### 3.11

**额定输出功率** rated output power

在额定输出阻抗下, 额定输出电压对应的输出功率。

### 3.12

**最大输出电压** maximum output voltage

功率放大器在一定的谐波失真范围内输出给额定负载的最大电压。

### 3.13

**最大输出功率** maximum output power

在额定输出阻抗下, 最大输出电压对应的输出功率。

### 3.14

**共模抑制比** common mode rejection ratio

功率放大器对差模信号的电压放大倍数与对共模信号的电压放大倍数之比。

### 3.15

**空白信号** blank signal

输入或源电动势为零的信号。



## 4 技术要求

### 4.1 电气参数

表 1 电气参数表

项目	指标要求
供电电压	根据实际功率放大器设计要求
工作电流	根据实际功率放大器设计要求
额定功率	根据实际功率放大器设计要求
待机功率	根据实际功率放大器设计要求
待机电流	根据实际功率放大器设计要求
过压保护	根据实际功率放大器设计要求
欠压保护	根据实际功率放大器设计要求
短路保护	对地、对电源
尺寸（宽×高×深）	根据实际功率放大器设计要求

### 4.2 性能参数

表 2 性能参数表

项目	指标要求
频率响应	根据实际功率放大器设计要求
信噪比	根据实际功率放大器设计要求
输入灵敏度	根据实际功率放大器设计要求
背景噪声	根据实际功率放大器设计要求
动态范围	根据实际功率放大器设计要求
总谐波失真	根据实际功率放大器设计要求
通道分离度	根据实际功率放大器设计要求
串扰	根据实际功率放大器设计要求
直流偏置	根据实际功率放大器设计要求
电源抑制比	根据实际功率放大器设计要求
额定输出功率（THD1%条件下）	根据实际功率放大器设计要求
最大输出功率（THD10%条件下）	根据实际功率放大器设计要求
工作电流	根据实际功率放大器设计要求
共模抑制比	根据实际功率放大器设计要求
工作温度	-40℃~85℃
存储温度	-40℃~90℃

## 5 测试的一般要求

### 5.1 正常大气条件

正常大气条件如下：

- a) 环境温度：23 °C±5 °C
- b) 相对湿度：50%±20%
- c) 气压：86 kPa~106 kPa

### 5.2 测试设备

测试设备如下：

- a) 音频分析仪
- b) 示波器
- c) 音频信号发生器
- d) 负载电阻
- e) 前置滤波器。

注：测试设备需根据 ISO/IEC:17025 通过相关认证实验室进行设备校准，应满足表 3 中设备精度要求。

表 3 测试设备基本要求表

设备名称	设备参数	设备精度
音频分析仪	平坦度(20 Hz~20 kHz)	±0.01 dB
	总谐波失真加噪声 (20 kHz BW)	- 102 dB
	频率范围	5 Hz~80.1 kHz
	最大额定输入电压	125 Vpk
	最大带宽	>90 kHz
示波器	带宽	>1 GHz
	电压范围	±20 Vpk
音频信号发生器	频率	5 Hz~50 kHz
	幅值	±20 Vpk
负载电阻	阻值	2 Ω/4 Ω/8 Ω
前置滤波器	滤波范围	按标准 GB/T 12060.1—2017 7 要求

### 5.3 测试方法

测试方法如下：

- a) 当测试功率放大器时，用纯电阻代替扬声器串联于功率放大器的扬声器输出端，将音频分析仪并联到功率放大器的扬声器输出端，将音频分析仪的信号发生器输出端连接到功率放大器输入端，如图 1；可使用模拟信号、数字信号音频有线输入，也可使用无线设备并使用车机媒体播放器进行评测，无线传输方式，应在采样频率不低于 44.1 kHz 的传输方式下测试；
- b) 音频分析仪设置：调整滤波器为 20 Hz~20 kHz 带通；

c) 功率放大器在测试之前需要进行预热。每个功率放大器的通道预热 15 min。输入功率放大器 1 kHz 正弦信号，调节信号幅度使得输出功率为 1 W。

注1：对于非4 Ω的扬声器系统，必须根据实际情况使用测试负载。

注2：调整恒定供电电源为额定供电电压 $\pm 0.2$  V。

#### 5.4 测试连接图

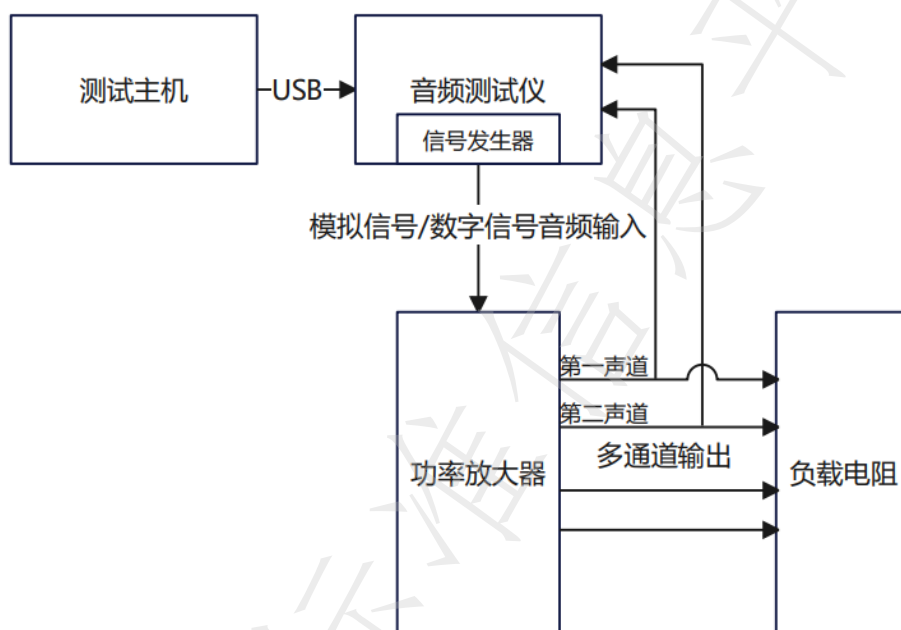


图 1 功率放大器测试连接图

#### 5.5 外观与机械结构检查

##### 5.5.1 要求

样品外表应无锈蚀、霉斑、塑料件起泡、开裂、变形等现象，文字、符号标志应清晰，线束、接头应完整、无机械损伤、功能应正常。

外形尺寸符合指标要求。

##### 5.5.2 方法

测试方法如下：

- a) 用目测及手感检查；
- b) 对照图纸检查。

#### 6 音频性能测试

##### 6.1 频率响应

###### 6.1.1 测试信号

20 Hz~20 kHz 的正弦扫频信号。

### 6.1.2 测试方法

按标准 GB/T 12060.3—2011，14.11 进行。

### 6.1.3 评价标准

频响曲线符合功率放大器设计指导或者指标要求。

## 6.2 信噪比

### 6.2.1 测试信号

测试信号如下：

- a) 空白信号；
- b) 1 kHz 正弦信号。

### 6.2.2 测试方法

按标准 GB/T 12060.3—2011，14.13.2 进行。

### 6.2.3 评价标准

信噪比符合功率放大器设计指导或者指标要求。

## 6.3 背景噪声

### 6.3.1 测试信号

空白信号。

### 6.3.2 测试方法

按标准 GB/T 12060.3—2011，14.13.2 进行。

### 6.3.3 评判标准

背景噪声曲线符合功率放大器设计指导或者指标要求。

## 6.4 动态范围

### 6.4.1 测试信号

测试信号如下：

- a) 空白信号；
- b) 1 kHz 正弦信号。

### 6.4.2 测试方法

测试方法如下：

- a) 设置音频分析仪为A加权滤波器；
- b) 连接音频分析仪的信号发生器到功率放大器，连接音频分析仪到功率放大器的第一声道输出；
- c) 调整信号幅度相当于声系统输出达到功率放大器输出非静音状态下最小音量，带音量控制的功率放大器直接调整到最小音量；

- d) 输入空白信号;
- e) 记录输出电压值 $U_{MIN}$ ;
- f) 调整此时的输出幅度为参考0 db;
- g) 输入1 kHz正弦信号;
- h) 调整信号幅度达到功率放大器在额定输出功率下的音量,带音量控制的功率放大器直接调整到最大音量;
- i) 记录输出电压值 $U_{MAX}$ ;
- j) 用功率放大器输出的最大信号电压与非静音状态下最小音量时噪声电压之比,得到动态范围:

$$20\log_{10}(U_{MAX}/U_{MIN}) \quad (1)$$

- k) 连接音频分析仪到功率放大器其他声道输出,重复上述步骤c~i。

### 6.4.3 评判标准

动态范围符合功率放大器设计指导或者指标要求。

## 6.5 总谐波失真

### 6.5.1 测试信号

1 kHz正弦信号。

### 6.5.2 测试方法

按标准GB/T 12060.3—2011, 14.12.3进行。

### 6.5.3 评判标准

总谐波失真符合功率放大器设计指导或者指标要求。

## 6.6 通道分离度

### 6.6.1 测试信号

测试信号如下:

- a) 第一声道 1 kHz 正弦信号, 第二声道空白信号;
- b) 第二声道 1 kHz 正弦信号, 第一声道空白信号。

### 6.6.2 测试方法

按标准GB/T 12060.3—2011, 14.16.2进行。

### 6.6.3 评判标准

通道分离度符合功率放大器设计指导或者指标要求。

## 6.7 串扰

### 6.7.1 测试信号

测试信号如下:

- a) 第一声道 1 kHz 正弦信号, 第二声道空白信号;

b) 第二声道 1 kHz 正弦信号，第一声道空白信号。

### 6.7.2 测试方法

按标准GB/T 12060.3—2011，14.16.2进行。

### 6.7.3 评判标准

串扰符合功率放大器设计指导或者指标要求。

## 6.8 直流偏置

### 6.8.1 测试信号

空白信号。

### 6.8.2 测试方法

测试方法如下：

- a) 连接音频分析仪的信号发生器到功率放大器，连接直流电压表到功率放大器的第一声道输出；
- b) 调整信号幅度相当于声系统输出达到功率放大器输出非静音状态下最小音量，带音量控制的功率放大器直接调整到最小音量；
- c) 输入测试信号；
- d) 记录直流电压表的值；
- e) 连接直流电压表到功率放大器其他声道输出，重复上述步骤 b~d。

### 6.8.3 评判标准

直流偏置符合功率放大器设计指导或者指标要求。

## 6.9 电源抑制比

### 6.9.1 测试信号

100 Hz正弦信号。

### 6.9.2 测试方法

测试方法如下：

- a) 连接音频分析仪的信号发生器到功率放大器，连接示波器到功率放大器的第一声道输出；
- b) 调整信号幅度达到功率放大器输出功率为 1 W 的音量，带音量控制的功率放大器直接调整到普通音量；
- c) 调整功率放大器的供电电压  $U_S$  为 13.5 V
- d) 输入测试信号；
- e) 记录此时输出电压  $U_O$  的有效值；
- f) 调整功率放大器的供电电压为 12.5 V；
- g) 重复上述步骤 d~e；
- h) 用

$$20\log_{10}[(U_{O2}-U_{O1})/(U_{S2}-U_{S1})] \quad (2)$$

注： $U_{S1}, U_{O1}$  为第一次测试的电压值； $U_{S2}, U_{O2}$  为第二次测试的电压值。

求得电源抑制比；

- i) 连接示波器到功率放大器其他声道输出，重复上述步骤 b~h；
- j) 调整功率放大器的供电电压为 16 V，重复上述步骤 g，调整功率放大器的供电电压为 9 V，重复上述步骤 g~i。

### 6.9.3 评判标准

电源抑制比符合功率放大器设计指导或者指标要求。

## 6.10 额定输出功率

### 6.10.1 测试信号

1 kHz 正弦信号。

### 6.10.2 测试方法

限制总谐波失真值为 1%，按照标准 GB/T 12060.3—2011，14.6.3 进行。

### 6.10.3 评判标准

额定输出功率符合功率放大器设计指导或者指标要求。

## 6.11 最大输出功率

### 6.11.1 测试信号

1 kHz 正弦信号。

### 6.11.2 测试方法

限制总谐波失真值为 10%，按照标准 GB/T 12060.3—2011，14.6.3 进行。

### 6.11.3 评判标准

最大输出功率符合功率放大器设计指导或者指标要求。

## 6.12 共模抑制比

### 6.12.1 测试信号

1 kHz 正弦信号。

### 6.12.2 测试方法

测试方法如下：

- a) 连接音频分析仪的信号发生器到功率放大器，连接示波器到功率放大器的第一声道输出；
- b) 同时加载峰峰值为 100 mV，1 kHz 正弦信号到功率放大器第一信号输入端的正极和负极，信号地与功率放大器地一致。测量功率放大器第一输出端电压，并得到共模增益  $A_{common}$ ；
- c) 以差分方式加载 100 mV，1 kHz 正弦信号到功率放大器第一信号输入端的正极和负极。测量功率放大器左前输出端电压，并得到差模增益  $A_{normal}$ ；
- d) 用差模增益减去共模增益得到共模抑制比：

$$A_{normal} - A_{common}$$

(3)

### 6.12.3 评判标准

共模抑制比符合功率放大器设计指导或者指标要求。

### 6.13 工作温度

#### 6.13.1 测试信号

1 kHz正弦波信号。

#### 6.13.2 测试方法

测试方法如下：

- a) 连接音频分析仪的信号发生器到功率放大器，连接示波器到功率放大器的第一声道输出；
- b) 输入测试信号；
- c) 调整信号幅度，使得功率放大器的输出达到输出功率 1 W，带音量控制的功率放大器直接调整音量，使得功率放大器的输出达到输出功率 1 W；
- d) 在+85 °C下，让功率放大器持续输出直到散热片、非散热片各个表面中心点的温度达到稳定不再增长，记录当前温度；

#### 6.13.3 评判标准

工作温度符合功率放大器设计指导或者指标要求。

---