

ICS 33.160.30

CCS M 75

T

团体标准

T/CEATEC XXX—2026

蓝牙音频芯片自适应主动降噪(ANC)技术规范

Technical specification for adaptive active noise cancellation (ANC) of
bluetooth audio chips

2026-X-XX 发布

2026-X-XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 1

5 芯片分类 2

6 技术要求 2

 6.1 环境适应性要求 2

 6.2 硬件参数要求 2

 6.3 蓝牙通信适配要求 2

 6.4 自适应降噪深度性能要求 3

 6.5 动态自适应性能要求 3

 6.6 降噪与音质平衡要求 3

 6.7 功耗自适应要求 3

7 试验方法 3

 7.1 试验条件 4

 7.2 环境适应性试验 4

 7.3 硬件参数试验 4

 7.4 蓝牙通信适配试验 4

 7.5 自适应降噪深度试验 4

 7.6 动态自适应性能试验 4

 7.7 降噪与音质平衡性能试验 5

 7.8 功耗自适应性能试验 5

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。

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。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件主要起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次编制。

蓝牙音频芯片自适应主动降噪(ANC)技术规范

1 范围

本文件规定了蓝牙音频芯片自适应主动降噪(ANC)的缩略语、芯片分类、技术要求及试验方法。

本文件适用于支持蓝牙5.0及以上版本、应用于民用蓝牙音频终端(TWS蓝牙耳机、蓝牙头戴式耳机、蓝牙车载音频、蓝牙便携音响)的自适应主动降噪音频芯片,包含前馈式、后馈式、混合式自适应ANC芯片。

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/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验A: 低温
GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验B: 高温
GB/T 2423.3 环境试验 第2部分:试验方法 试验Cab: 恒定湿热试验
GB/T 12060.7 声系统设备 第7部分:头戴耳机和耳机测量方法
GB/T 17626.1 电磁兼容 试验和测量技术 第1部分:抗扰度试验总论
GB/T 38648 信息安全技术 蓝牙安全指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

主动降噪 active noise cancellation

通过芯片采集环境噪声信号,生成与噪声相位相反、幅值相等的反向声波,抵消环境噪声的主动式降噪技术,区别于海绵、腔体结构的被动物理降噪。

3.2

自适应主动降噪 adaptive active noise cancellation

芯片内置实时噪声检测算法,可动态识别环境噪声的频率、幅值、时域变化特征,自动调整降噪增益、降噪频宽、相位补偿参数,适配不同噪声场景的智能降噪技术。

3.3

降噪深度 noise reduction depth

指定频率范围内,开启降噪前后的噪声声压级差值,单位为dB,负值表示噪声抑制效果,数值绝对值越大降噪效果越好。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ANC——主动降噪(Active Noise Cancellation)

FF-ANC——前馈式主动降噪（Feed Forward ANC）
FB-ANC——后馈式主动降噪（Feed Back ANC）
HY-ANC——混合式主动降噪（Hybrid ANC）
SNR——信噪比（Signal Noise Ratio）
THD——总谐波失真（Total Harmonic Distortion）

5 芯片分类

根据自适应降噪架构、性能等级及适配场景，将蓝牙音频自适应ANC芯片分为三类，具体分类及基础适配要求见表1。

表1 蓝牙自适应ANC芯片分类及基础适配参数

芯片类型	降噪架构	核心适配场景	基础蓝牙版本要求	算法自适应能力
A级自适应芯片	HY-ANC混合架构	高端TWS耳机、车载高清蓝牙音频	≥蓝牙5.2	支持多场景噪声智能识别，动态微调增益、频宽、相位，适配稳态、突变、复合噪声
B级自适应芯片	FF-ANC为主、简易FB补偿	中端TWS耳机、便携蓝牙音响	≥蓝牙5.0	可识别高低频稳态噪声，分段调整降噪参数，适配常规室内、户外平稳噪声
C级自适应芯片	纯FF-ANC架构	入门级蓝牙降噪耳机	≥蓝牙5.0	仅支持固定频段自适应增益调节，适配单一稳态低频噪声

6 技术要求

6.1 环境适应性要求

芯片应在以下环境条件下正常工作：

- a) 工作温度：-10℃～+55℃；
- b) 存储温度：-40℃～+70℃；
- c) 相对湿度：25%RH～75%RH（无凝露）；
- d) 大气压力：86kPa～106kPa；
- e) 电磁环境：符合GB/T 17626.1电磁兼容抗扰度A级要求，无电磁干扰导致的降噪失效、音质失真问题。

6.2 硬件参数要求

蓝牙自适应ANC芯片核心硬件音频参数应符合表2的规定。

表2 芯片硬件参数指标表

项目	C级芯片	B级芯片	A级芯片
音频采样率	44.1kHz、48kHz	44.1kHz、48kHz	44.1kHz、48kHz、88.2kHz、96kHz
采样位宽	≥16bit	≥16bit	≥24bit
信噪比（SNR）	≥90dB	≥95dB	≥100dB
总谐波失真（THD@1kHz）	≤0.1%	≤0.08%	≤0.05%
工作电压	1.8V～3.3V	1.8V～3.3V	1.8V～3.3V
常规降噪工作功耗	≤8mA	≤7mA	≤6mA
降噪待机功耗	≤8mA	≤8mA	≤8mA

6.3 蓝牙通信适配要求

芯片蓝牙通信安全应符合GB/T 38648的规定，不同等级芯片在蓝牙协议版本、音频编码能力、传输时延等方面应符合表3的规定。

表3 芯片蓝牙通信适配要求

项目	C级芯片	B级芯片	A级芯片
----	------	------	------

蓝牙协议版本	≥蓝牙5.0	≥蓝牙5.0	≥蓝牙5.2
基础音频编码	SBC、AAC	SBC、AAC	SBC、AAC
高阶高清编码	不强制要求	不强制要求	支持LHDC、aptX Adaptive自适应高清编码
降噪工作状态传输延迟	≤80ms	≤80ms	≤80ms

6.4 自适应降噪深度性能要求

测试频段分为低频（50Hz～1kHz）、中高频（1kHz～8kHz）、全频（50Hz～20kHz），区分主动降噪、综合降噪深度，具体参数见表4。

表4 不同等级芯片自适应ANC降噪深度指标

性能指标	测试频段	A级芯片	B级芯片	C级芯片
平均主动降噪深度（dB）	50Hz～1kHz（低频）	≥-38	≥-33	≥-28
平均主动降噪深度（dB）	1kHz～8kHz（中高频）	≥-22	≥-18	≥-15
最大主动降噪深度（dB）	全频50Hz～20kHz	≥-42	≥-38	≥-35
全频综合降噪深度（dB）	全频50Hz～20kHz	≥-40	≥-37	≥-33
注1：综合降噪深度为被动物理降噪+芯片主动降噪的总降噪效果；				
注2：测试声源为全频白噪声，声压级100dB，测试距离1m，符合GB/T 12060.7测试规范。				

6.5 动态自适应性能要求

动态自适应性能是区别于传统固定ANC芯片的核心指标，包含响应时延、场景适配精度、参数稳定性、有效降噪频宽四项核心参数，具体要求见表5。

表5 自适应动态性能核心指标

检测项目	技术参数要求	测试条件
自适应响应时延	A级≤20ms，B级≤30ms，C级≤40ms	噪声声压级突变±20dB，频率突变500Hz
噪声场景识别精度	A级≥98%，B级≥95%，C级≥90%	涵盖人声、车流、风声、设备噪声10类常规场景
降噪参数波动度	连续工作1h，降噪深度波动≤±2dB	常温常压，恒定噪声环境
降噪有效频宽	A级20Hz～18kHz，B级30Hz～15kHz，C级50Hz～12kHz	降噪深度≥-10dB的有效连续频带

6.6 降噪与音质平衡要求

自适应ANC芯片在降噪工作状态下，不应出现明显音质劣化、人声失真、高频啸叫问题，核心音质指标满足：

- 人声频段（300Hz～3.4kHz）增益偏差≤±1.5dB，无明显人声压抑、放大异常；
- 开启降噪后，音频总谐波失真增量≤0.03%，无新增失真噪声；
- 自适应调节过程中，无卡顿、爆音、电流声等异常声学现象；
- 风声抑制性能：风速3～5级环境下，可自动识别风噪并降低高频降噪增益，风噪抑制量≥15dB，无风噪啸叫。

6.7 功耗自适应要求

芯片应具备智能功耗调节能力，根据噪声强度自动适配降噪功耗，实现降噪效果与功耗平衡：

- 低噪声环境（噪声≤40dB）：自动降低降噪增益，芯片工作功耗≤4mA；
- 中噪声环境（40dB～70dB）：常规降噪功耗运行，功耗≤6mA；
- 高噪声环境（≥70dB）：满负荷降噪运行，功耗≤8mA；
- 待机休眠状态：功耗≤1mA，支持快速唤醒降噪功能。

7 试验方法

7.1 试验条件

7.1.1 试验环境温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $50\% \pm 10\%$ ，无反射声场、无电磁干扰。

7.1.2 核心测试设备包括：头躯干模拟器（HATS）、高精度音频分析仪、标准噪声声源、声级计、示波器、功耗测试仪，所有设备均应经计量校准合格。

7.2 环境适应性试验

7.2.1 温度适应性

低温按GB/T 2423.1执行，高温按GB/T 2423.2执行。

7.2.2 湿度适应性

按GB/T 2423.3执行。

7.2.3 大气压力适应性

将待测芯片置于气压试验箱，调节气压至 $86\text{kPa} \sim 106\text{kPa}$ 区间，区间内梯度取值测试，每一气压工况稳定30min，持续测试芯片降噪性能、通信性能，全程无异常失效、参数偏差超标即为合格。

7.2.4 电磁兼容抗扰度

按GB/T 17626.1执行。

7.3 硬件参数试验

7.3.1 音频基础参数

采用高精度音频分析仪对接待测芯片，分别测试芯片支持的音频采样率、采样位宽；在1kHz标准频点、额定工作电压3.3V条件下，测试芯片SNR、THD，每组参数重复测试10次，剔除异常值取平均值，满足对应等级芯片限值要求即为合格。

7.3.2 工作电压适配

采用可编程直流电源，为芯片提供 $1.8\text{V} \sim 3.3\text{V}$ 连续可调电压，梯度测试不同电压工况下芯片的工作状态、降噪性能、音频输出稳定性，全程无功能异常、参数漂移即为合格。

7.3.3 硬件功耗

采用高精度直流功耗测试仪，分别测试芯片降噪待机、常规降噪工作状态下的实时功耗，持续监测30min，数据稳定且满足对应等级芯片功耗限值即为合格。

7.4 蓝牙通信适配试验

7.4.1 蓝牙协议与编码兼容性

将待测芯片与标准蓝牙测试主机配对，通过蓝牙协议分析仪检测芯片适配的蓝牙协议版本；依次测试SBC、AAC通用编码，A级芯片额外测试LHDC、aptX Adaptive高清编码，测试过程中音频传输稳定、无断连、无卡顿、解码正常即为合格。

7.4.2 降噪工况传输延迟

开启芯片自适应ANC降噪功能，通过时序分析仪同步采集音频发送信号与终端接收信号，计算传输时延，重复测试50组数据，平均值 $\leq 80\text{ms}$ ，无音画不同步、音频滞后问题即为合格。

7.5 自适应降噪深度试验

7.5.1 测试前置校准

测试设备预热30min，校准标准噪声声源、头躯干模拟器（HATS）、仿真耳灵敏度，设备测试系统误差 $\leq \pm 0.5\text{dB}$ 。设定测试声源为全频白噪声，声源声压级100dB，测试距离1m。

7.5.2 分频段降噪深度

分别采集50Hz~1kHz低频、1kHz~8kHz中高频、50Hz~20kHz全频带噪声声压级；关闭ANC测试被动降噪声压级，开启自适应ANC测试降噪后声压级，计算平均主动降噪深度、最大主动降噪深度、全频综合降噪深度，每组工况测试5次取平均值，满足对应等级芯片指标要求即为合格。

7.5.3 全向降噪性能

分别测试噪声 0° 、 $\pm 45^{\circ}$ 、 $\pm 90^{\circ}$ 入射角度下的降噪深度，验证芯片全向自适应降噪能力，各角度降噪指标无大幅衰减、满足等级限值即为合格。

7.6 动态自适应性能试验

7.6.1 自适应响应时延

通过噪声信号发生器快速切换噪声工况，实现噪声声压级 $\pm 20\text{dB}$ 突变、频率 500Hz 突变，利用示波器同步采集噪声突变信号与芯片降噪参数调整完成信号，记录时间差值，重复测试20次，剔除异常值取平均值，满足对应等级时延限值即为合格。

7.6.2 噪声场景识别精度

导入人声、车流、风声、设备噪声等10类常规噪声场景，随机切换场景循环测试，统计芯片场景识别准确次数，计算识别精度，满足对应等级精度要求即为合格。

7.6.3 降噪参数稳定性

在常温常压恒定噪声环境下，开启芯片自适应降噪连续工作1h，每10min记录一次全频降噪深度数据，计算数据波动差值，波动 $\leq \pm 2\text{dB}$ 即为合格。

7.6.4 有效降噪频宽

扫描 $20\text{Hz} \sim 20\text{kHz}$ 全频带各频点降噪深度，统计降噪深度 $\geq -10\text{dB}$ 的连续有效频带范围，匹配对应等级芯片频宽指标即为合格。

7.7 降噪与音质平衡性能试验

7.7.1 人声频段保真

选取 $300\text{Hz} \sim 3.4\text{kHz}$ 人声核心频段，测试开启ANC前后频响增益偏差，增益偏差 $\leq \pm 1.5\text{dB}$ ，无人声压抑、空洞、失真等异常即为合格。

7.7.2 失真增量

对比测试关闭ANC、开启自适应ANC两种状态下的音频总谐波失真，计算失真增量，增量 $\leq 0.03\%$ ，无新增非线性失真噪声即为合格。

7.7.3 参数调节平顺性

连续切换多类噪声场景，触发芯片自适应参数动态调节，全程监听音频输出，无卡顿、爆音、电流声、噪声突变等异常声学现象即为合格。

7.7.4 风噪抑制性能

通过风噪试验设备模拟3~5级自然风环境，测试风噪抑制量，抑制量 $\geq 15\text{dB}$ ，无高频啸叫、风噪杂音异常即为合格。

7.8 功耗自适应性能试验

7.8.1 分级噪声功耗

分别模拟低噪声（ $\leq 40\text{dB}$ ）、中噪声（ $40\text{dB} \sim 70\text{dB}$ ）、高噪声（ $\geq 70\text{dB}$ ）三类环境工况，采用高精度功耗仪实时采集芯片工作功耗，各工况功耗满足对应限值要求即为合格。

7.8.2 休眠待机功耗

关闭环境噪声，使芯片进入降噪休眠待机状态，持续监测待机功耗，功耗 $\leq 1\text{mA}$ 且可瞬时唤醒降噪即为合格。