ICS 33.160.50
CCS M 74

UHD World Association
世界超高清视频产业联盟

世 界 超 高 清 视 频 产 业 联 盟 标 准

T/UWA 054.2-1-2026

人工智能眼镜技术 第 2-1 部分：通用技术要求和测试方法

Artificial intelligence（AI）glasses technology Part 4-1：General technical requirements and test methods

2026-11-23 发布　　2026-11-23 实施

世界超高清视频产业联盟　　发 布

目 录

前 言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 2
4 缩略语 3
5 技术要求 5
5.1 架构简介 5
5.2 视觉相关能力要求 7
5.3 声学能力要求 8
5.4 语音智能交互能力要求 10
5.5 基础要求 14
6 测试方法 16
6.1 测试环境、设备和样品 17
6.2 视觉相关能力测试 18
6.3 声学能力 21
6.4 智能交互能力 28
6.5 基础功能 33
附 录 A 38
A.1 扩展技术性能 38
A.2 扩展测试方法 40
参考文献 44

前　言

本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

本文件由世界超高清视频产业联盟提出并归口。

本文件主要起草单位：世镜盟未来视听产业创新中心（深圳）有限公司、中央广播电视总台、华为技术有限公司、中国联合网络通信集团有限公司、马栏山音视频实验室、工业和信息化部电子第五研究所、新型显示与视觉感知石城实验室、上海声网科技有限公司、中国电信集团有限公司、中国移动通信集团有限公司、咪咕文化科技有限公司、海思技术有限公司、海信视像科技股份有限公司、深圳市豪鹏科技股份有限公司、灵伴科技（杭州）股份有限公司、安徽李未可科技有限公司、是野科技（深圳）有限公司、杭州光粒科技有限公司、蓝思科技股份有限公司、深圳光峰科技股份有限公司、珠海莫界科技有限公司、广纳四维（广东）光电科技有限公司、四川影目科技有限公司、中兴通讯股份有限公司、中移（杭州）信息技术有限公司、TCL 华星光电技术有限公司、天翼数字生活科技有限公司、中电信人工智能科技（北京）有限公司、联通视频科技有限公司、上海艾为电子技术股份有限公司、广东图盛超高清创新中心有限公司、京东方科技集团股份有限公司、广州视源电子科技股份有限公司、利亚德光电股份有限公司、深圳创维显示科技有限公司、上海数字电视国家工程研究中心有限公司、清科万道（北京）信息技术有限公司、歌尔股份有限公司、联通数字科技有限公司、北京数字电视国家工程实验室有限公司、中国传媒大学、通标标准技术服务有限公司。

本文件主要起草人：刘桓铭、梅剑平、邵刚、贾武、林煜、张黎敏、张宇宁、段涛、奚溪、李琳、徐嵩、袁乐、郭红、王淼、郑佳丽、丁大伟、庹波、张卓鹏、林威智、曾金龙、高丽晶、王兆民、李晓军、乔志宇、程义超、汪子夜、黄卫东、宋冬、范婧艳、林琳、李伟雷、李维、王学路、张伟建、孙铮、徐遥令、殷惠清、黄循阳、辛承才、林大伟、李思远、张地、李冠佑、刘惟凡、吴梅、钱雷、邵羽丰、陈文斌、毕蕾、万文青、周军、茹忆、赵昕、魏一振、罗伟欢、彭珂、史瑞、周寿桐、黄成、杨雯方、冯艳丽、王玥、赵唯、甄林、莫兵兵、梁超翔、佟洁、梁霞女、王立达、姜晓飞、黄清玉、徐芳芳、孙明基、赵霞飞、路之帆。

人工智能眼镜技术 第2-1部分：通用技术要求和测试方法

1 范围

本文件规定了人工智能眼镜的视觉、声学、智能交互和基础要求等通用技术要求，规定了对应的测试方法。

本文件适用于人工智能眼镜的设计、开发、生产、服务、评测和认证，可用于对核心硬件适配及软件生态交互的评价。

本文件适用于面向个人消费品的人工智能眼镜产品，下列产品参考使用：

——仅具备传统光学透视功能或单一 AR 显示功能、未融合 AI 技术的普通眼镜/纯 AR 眼镜；

——工业级专用设备中未接入 AI 模型、无智能交互能力的定制化穿戴产品；

——核心元器件（如波导镜片、显示面板等）的单独性能评价。

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 2423.7 环境试验 第2部分:试验方法 试验Ec:粗率操作造成的冲击（主要用于设备型样品）

GB/T 3785.1—2023 电声学 声级计 第1部分：规范(IEC 61672-1:2013，IDT)

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

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 9254.1—2021 信息技术设备、多媒体设备和接收机电磁兼容 第1部分：发射要求

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 15173—2026 电声学 声校准器（IEC 60942:2017，IDT）

GB/T 20145 灯和灯系统的光生物安全性（CIE S 009/E，IDT）

GB 31241—2022 便携式电子产品用锂离子电池和电池组安全技术规范

GB/T 35273 信息安全技术 个人信息安全规范

GB/T 38004 眼镜架 测量系统和术语（ISO 8624:2011，IDT）

GB/T 38259 信息技术 虚拟现实头戴式显示设备通用规范

GB 39552.1—2020 太阳镜和太阳镜片 第1部分：通用要求

GB/T 39552.2—2020 太阳镜和太阳镜片 第2部分：试验方法

GB 45438—2025 网络安全技术 人工智能生成合成内容标识方法

GB/T 45574 数据安全技术 敏感个人信息处理安全要求

GB/T 48075.2010—2026 眼戴显示 第20-10部分：基本测试方法 光学性能（IEC 63145-20-10：2019，IDT）

GB/T 48075.2020—2026 眼戴显示 第20-20部分：基本测试方法 图像质量（IEC 63145-20-20：2019，IDT）

GB 50800 消声室和半消声室技术规范

GB/T 50719 电磁屏蔽室工程技术规范

GB/Z 177.6—2026 人工智能终端智能化分级 第6部分：眼镜

QB/T 2506—2025 眼镜镜片 光学树脂镜片

YD/T 2309 音频质量主观测试方法

YD/T 4066—2022 移动终端图像及视频防抖性能技术要求和测试方法

IEC 61000-4-2:2025 电磁兼容性（EMC）—第4-2部分：测试和测量技术 — 静电放电抗扰度试验（Electromagnetic compatibility (EMC)-Part 4-2:Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test）

IEC 61000-4-3:2020 电磁兼容性（EMC）—第4-3部分：测试和测量技术 — 射频电磁场辐射抗扰度试验（Electromagnetic compatibility (EMC)-Part 4-3:Testing and measurement techniques - Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test）

ITU-T P.51 仿真嘴（Artificial mouth）

ITU-T P.57(06/2021) 仿真耳（Artificial ears）

ITU-T P.58(03/2023) 电话测量用头和躯干模拟器（Head and torso simulator for telephonometry）

ITU-T P.79 电话机响度评定值的计算（Calculation of loudness ratings for telephone sets）

ITU-T P.383 数字头戴式耳麦或耳机及终端相应接口的技术要求和测试方法（Technical requirements and test methods for digital headsets or headphones and corresponding interfaces of terminals）

ITU-T P.501 电话及其他语音应用测试信号（Test signals for use in telephony and other speech-based applications）

3GPP TS 26.132 语音和视频电话终端声学测试规范（Speech and video telephony terminal acoustic test specification）

ETSI ES 202 396-1 背景噪声下的语音质量性能 第1部分：背景噪声模拟技术和背景噪声数据库（Speech and multimedia Transmission Quality (STQ);Speech quality performance in the presence of background noise; Part 1: Background noise simulation technique and background noise database）

ETSI TS 103 106 背景噪声下的语音质量性能：移动终端背景噪声传输客观测试方法（Speech quality performance in the presence of background noise: Background noise transmission for mobile terminals—objective test methods）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

人工智能眼镜 artificial intelligence glasses

通过在传统光学透视眼镜形态基础上融合摄像头、显示屏、传感器、传声器等硬件，并搭载专用AI处理器或云端协同计算能力，具备感知、认知、执行、学习、记忆等能力的眼镜。

[来源：GB/Z 177.6-2026，有修订，3.1。]

3.2

单色显示 single-color display

仅支持单一颜色的显示模式。

注：常见的如单绿色显示。

3.3

多色显示 multi-color display

能够显示两种及以上颜色的显示模式，包含能够完整显示红、绿、蓝三原色及其混色的全彩显示模式。

3.4

单目单色显示场景 monocular monochrome display scenario

采用单色光机，仅可输出单一色彩图像，图像投射至单眼的AI+AR眼镜显示形态。

3.5

全彩显示场景 full-color display scenario

输出RGB彩色图像，图像投射至单眼或双眼，支持彩色画面呈现的AI+AR眼镜显示形态。

3.6

重载并发场景 high-load concurrent scenario

AI+AR眼镜同步持续运行空间感知、端侧AI实时处理、光机高亮显示、高速无线数据传输、第一视角同步录像任务，多项高算力、高功耗负载同时持续生效，整机功耗与热负荷维持在峰值水平的极限运行状态。

3.7

多模态交互 multi-modal interaction

通过语音、视觉、触觉等两种及以上输入方式并发协同完成指令交互的模式。

3.8

端侧小模型 on-device small model

指针对AI眼镜本地硬件（如神经网络处理单元（NPU）、低功耗微控制器单元（MCU））算力与功耗约束，经量化、剪枝、蒸馏等轻量化优化后，部署于设备本地，支持端侧独立运行或端云协同运行的人工智能模型。

3.9

视场角 field of view

从近眼显示设备的眼点观察到的虚像有效区域所对应的角区域。

3.10

广角畸变 wide field-of-view distortion

光学系统视场角较大（广角/超广角）区域产生的几何畸变；因短焦距、大视角光路特性，放大率随视场边缘急剧变化，畸变幅值显著高于中心主视场，以桶形畸变为主。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

2D：二维（Two-Dimensional）

3D：三维（Three-Dimensional）

AEC：声学回声消除（Acoustic Echo Cancellation）

AI：人工智能（Artificial Intelligence）

AIGC：人工智能生成内容（Artificial Intelligence Generated Content）
ALS：环境光传感器 (Ambient Light Sensor)
AMR-WB：自适应多速率宽带（Adaptive Multi-Rate Wideband）
AR：增强现实（Augmented Reality）
ASR：自动语音识别（Automatic Speech Recognition）
dBFS：相对于数字满刻度的分贝（Decibels relative to Full Scale）
DRP：鼓膜参考点（ear-Drum Reference Point）
DUT：被测设备/待测设备（Device Under Test）
ECC：椭圆曲线密码算法（Elliptic Curve Cryptography）
EMC：电磁兼容（Electromagnetic Compatibility）
ERP：耳参考点（Ear Reference Point）
EIS：电子防抖（Electronic Image Stabilization）
FFT：快速傅里叶变换（Fast Fourier Transform）
FoV：视场角 (Field of View）
G-MOS-LQOw：宽带整体传输质量客观评分
HATS：头和躯干模拟器（Head And Torso Simulator）
HD：邵氏D硬度（Shore-D Hardness）
HDR：高动态范围（High Dynamic Range）
IMS：IP多媒体子系统(IP Multimedia Subsystem)
IMU：惯性测量单元（Inertial Measurement Unit）
IP：网际协议（Internet Protocol）
LMD：光测量装置/设备（Light Measuring Device）
LTE：长期演进（Long Term Evolution）
MCU：微控制器单元（Micro-Controller Unit）
Micro-LED：微型发光二极管（Micro Light-Emitting Diode）
MOS：平均意见得分（Mean Opinion Score）
MRP：嘴参考点（Mouth Reference Point）
mSBC：改进型子带编解码器（Modified Subband Codec）
MTSI：IMS多媒体电话服务（Multimedia Telephony Service for IMS）
N-MOS-LQOw：宽带背景噪声传输质量客观评分
NPU：神经网络处理单元（Neural Processing Unit）
NR：新空口（New Radio）
NTSC：美国国家电视制式委员会（National Television System Committee）
OTA：空中下载/空中升级（Over-the-Air）
PCM：脉冲编码调制（Pulse Code Modulation）
PPD：像素角密度（Pixels Per Degree）
PWM：脉冲宽度调制（Pulse Width Modulation）
RGB：红绿蓝（Red Green Blue）
RLR：接收响度评定值（Receiving Loudness Rating）
RSA：RSA公钥密码算法（Rivest-Shamir-Adleman）
RTT：往返时延（Round Trip Time）
SHA-256：256位安全哈希算法（Secure Hash Algorithm-256）
SLR：发送响度评定值（Sending Loudness Rating）
S-MOS-LQOw：宽带语音传输质量客观评分

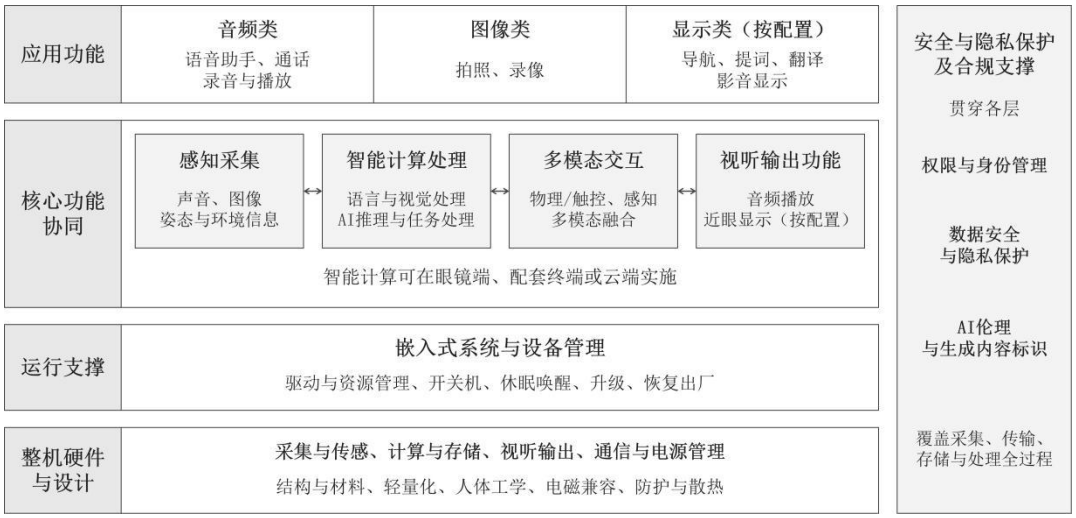
SNR：信噪比（Signal-to-Noise Ratio）
SOC：荷电状态（State-of-Charge）
T60：混响时间60（Reverberation Time 60）
TCLw：加权终端耦合损耗（weighted Terminal Coupling Loss）
THD：总谐波失真（Total Harmonic Distortion）
TLS：传输层安全协议（Transport Layer Security）
TTS：文本转语音（Text-to-Speech）
VAC：辐辏调焦冲突/辐辏调节冲突（Vergence-Accommodation Conflict）
VID：虚像距（Virtual Image Distance）
WB：宽带（wideband）
WER：词错误率（Word Error Rate）
WLAN：无线局域网（Wireless Local Area Network）
WPA3：Wi-Fi保护接入第三代（Wi-Fi Protected Access 3）

5 技术要求

5.1 架构简介

5.1.1 架构概述

人工智能（AI）眼镜参考架构图如图1所示。依托整机硬件与设计，运行支撑主要采用“嵌入式系统与设备管理”，实现核心功能协同，呈现给用户各项应用功能。安全与隐私保护及合规支撑的各项功能贯穿各层运行。AI眼镜主要通过“感知采集-智能计算处理-多模态交互-视听输出功能”四大核心功能链路实现场景智能服务，视觉、声学、智能交互、基础要求四类技术能力相互协同、层层递进，将图1中的中的各器件及功能单元组织输出为完整的承载服务链路，共同保障用户体验，同时全链路融入数据安全、个人隐私、AI伦理及AIGC合规标识相关设计，实现智能化与合规性统一。



功能配置应符合适用要求。

注：箭头表示功能协同，不限定处理时序。

图 1 AI 眼镜系统参考架构图

5.1.2 感知采集功能

感知采集功能的实现主要通过多传感器、音频模块、图像模块实现视觉和声学信息采集，为后续处理提供原始数据。

遵循最小必要采集原则，仅采集场景所需数据，不宜采集用户图像、语音、环境等敏感信息。

整机硬件可搭载多维传感模组、音频采集单元、图像采集单元，完成环境声学、视觉画面、人体姿态原始信息采集；交互方式包含物理触控、感知交互、多模态融合三类实现路径，依托手势识别、眼动追踪、头部姿态捕捉、语音指令、外设协同完成多维度用户动作与意图感知，为上层AI计算提供原始输入数据。

5.1.3 智能计算处理功能

设备应声明可用的智能功能、所需网络和外部设备条件及离线可用功能。

基础设备控制和适用的安全保护功能在网络中断时应保持可用；依赖外部服务的功能不可用时，应向用户给出明确反馈，不应无提示执行未确认的操作。

设备应具备对授权状态、服务异常及任务失败的处理机制。

计算可在设备、配套终端或云端实施，不规定唯一模型（如端侧小模型）或系统架构。涉及个人信息的处理应符合国家相关法规。

5.1.4 多模态交互功能

AI眼镜可支持语音、手势、视线追踪、头部姿势等多模态交互方式，实现用户与设备的高效沟通。交互过程全程留存操作日志与数据调用记录，可追溯、可监管，保障用户交互行为、数据调用行为透明合规，规避隐性隐私采集与违规操作风险。设备支持实体按键、触控板物理操作，搭配手势、眼动追踪感知交互，融合语音指令、头部姿态、智能配件协同形成多模态融合交互体系，完成设备与用户之间双向指令传递、意图反馈交互，完整留存设备操作、数据调用行为记录。

5.1.5 视听输出功能

AI眼镜通过光学显示、音频播放等模块，提供导航、翻译、电声播放等场景化功能输出。应用功能划分为音频类、图像类、显示类三类业务单元：音频类承载语音助手、多媒体通话、录音播放；图像类承载拍照、录像画面采集；显示类依托光机显示硬件输出导航、实时提词、在线翻译、影音播放等可视化虚拟画面，完成各类业务场景视听内容输出。针对设备依托AIGC技术生成的图像、文本、语音、翻译内容等各类生成式内容，遵循GB 45438-2025等相关法规和标准规范中要求。

5.1.6 安全与隐私保护及合规支撑

基础安全能力：实现应用权限动态管控、设备全局唯一身份标识、端到端加密传输协议；

全生命周期防护：覆盖数据采集、传输、存储、运算全流程加密处理，设备操作、数据访问行为全程可追溯；

合规支撑能力：适配个人信息、人工智能、生成式AI相关标准规范，硬件至应用层搭载隐私计算、数据脱敏机制，配套生成式AI内容标识相关处理能力。

5.1.7 整机硬件与设计及运行支撑

AI眼镜的运行支撑包含设备开关机、休眠唤醒、固件版本升级、设备恢复出厂四类基础设备管控能力，支撑整机基础运行状态管理。整机硬件与设计则围绕材料结构、轻量化、人体工学、电磁兼容、防尘防水、超低功耗、散热设计等；配套智能电源管理可统筹整机功耗分配，从硬件层面保障设备长期稳定运行。

AI眼镜在面向用户体验方面，包括视觉、声学、智能交互和基础要求等四类基本技术能力。各类技术能力之间具有紧密相关性，共同或分别影响人工智能眼镜的用户服务和体验，且所有技术能力的落地

应用，均以数据安全、隐私保护、AI伦理合规、AIGC内容规范为前置底线，实现体验优化与合规管控双向赋能。

5.2 视觉相关能力要求

5.2.1 拍摄能力

AI眼镜的拍摄能力包括采集环境图像信息的能力，应能够在用户拍照或摄像时正确提供场景成像，并保持亮度、色彩等的一致性。拍摄能力要求如表1所示。

表 1 拍摄能力要求

性能指标	性能要求
拍照分辨率	后置拍摄传感器像素≥12M（百万像素），实拍照片输出分辨率≥1920×1080像素（即1080P）
视频录制分辨率@帧率	≥1080P@30fps
广角畸变	-1.5%≤D≤1.5%
电子防抖（EIS）[1]	防抖图像成像质量 平均锐度的平均值、最小锐度的平均值、平均锐度的标准差、最小锐度的标准差均不低于一级能力等级（能力等级定义见 YD/T 4066-2022 中表 2）。 防抖视频成像质量 锐度的平均值、锐度的标准差、水平位移标准差、垂直位移标准差、绕 Z 轴转角的标准差均不低于一级能力等级（能力等级定义见 YD/T 4066-2022 中表 2）。 等级表 参照 YD/T 4066-2022 中表 2《移动终端防抖成像质量能力分级表》。
[1]：AI 眼镜属于典型第一人称运动影像场景，用户在步行、转头及日常佩戴过程中会产生持续头部微振动。若缺少视频防抖能力，容易出现画面抖动、地平线漂移及观看眩晕问题，影响最终影像体验。宜将视频防抖能力纳入摄像头规格要求。由于智能眼镜在体积、重量和功耗各方面的综合约束，本功能不作强制要求。为保证基本的拍摄体验，设备通常宜至少支持基于 IMU（惯性测量单元）融合的电子防抖（EIS）视频防抖。目前行业实际项目中对 EIS 效果主要以主观测试为主，无通行客观测试标准。	

5.2.2 近眼显示能力

针对显示方案主要分为共轴空导（BirdBath）、自由曲面类、光波导类。近眼显示能力要求如表2所示。

表 2 近眼显示能力要求

性能指标	性能要求
显示色彩规格	应支持单色显示，宜支持多色显示
像素角密度（PPD）	≥18像素/度（pixel/°）（单色显示、多色显示）
视场角（FoV）	≥20°
亮度	≥200nits
亮度均匀性	≥20%

双目亮度一致性	≥70%
色度	按产品规格要求。
色度均匀性	按产品规格要求。
全屏对比度	≥30:1[1]
棋盘格对比度	≥30:1[1]
显示畸变	按产品规格要求。
色域覆盖率	宜≥65%[2]（仅针对多色显示。）
像倾斜	宜＜60′
双目垂直面发散度	宜＜20′
双目相对像倾斜	宜＜25′
倍率差	宜＜3%
合像距离相对误差	宜-30%< δ_L <30%
像素缺陷（坏点）	主视场（0.5视场）：坏点宜≤1个； 边缘视场（0.5-1视场）：坏点宜≤6个。
刷新率（帧率）[3]	宜≥60Hz
虚像距[4]	光波导类 AR 光学虚像距≥5m，宜无穷远； 观影类 AR 眼镜（如 Birdbath、自由曲面、离轴反射等光学方案）的虚像距依据具体使用场景需求通常在 1-3m，宜 2.5m。
[1]：需声明产品的实现方案。 [2]：本指标统一采用 NTSC 覆盖率（国际照明委员会（International Commission on Illumination，CIE）的 CIE1931 色度图）计算方式，并以重叠面积为准。 [3]：刷新率（Hz）：显示面板每秒（s）能刷新画面的次数（物理能力）；帧率（fps）：内容/系统每秒（s）输出的画面数（渲染能力）。近眼显示的动态画质必须用刷新率+响应时间共同定义。 [4]：AR 光波导显示系统的虚像距设计将直接影响用户视觉舒适性、长时间佩戴疲劳程度以及现实场景融合效果。由于虚像距过近容易导致辐辏调焦冲突（VAC）、眼部疲劳及观看不适。	

5.3 声学能力要求

5.3.1 电声性能要求

支持电声播放功能的人工智能眼镜，其电声性能应符合表3的规定。

表 3 电声性能要求

序号	项目	单位	性能要求
1	最大输出声压级	dB(A)	宜≥70dB
2	频率响应范围	Hz	满足频率范围 500Hz～7.5kHz
3	总谐波失真	%	最大音量下： 300Hz≤f＜1kHz 时，THD 宜≤15%； 1kHz≤f≤8kHz 时，THD 宜≤10%
4	空闲噪声	dB(A)	任一人工耳宜≤25
5	左右频率响应最大误差	dB	L-R 宜≤6dB

5.3.2 通话性能要求

支持双向语音通话功能的人工智能眼镜，其通话性能应符合表4的规定。DUT的佩戴方式按6.3.2.2执行。

表 4 通话性能要求

序号	项目	单位	性能要求	备注
1	发送响度评定值（SLR）	dB	宜为8±3	
2	接收响度评定值（RLR）	dB	宜为8±3	
3	发送空闲噪声	dBm0(A)	≤-64	
4	接收空闲噪声	dBPa(A)	标称音量≤-57；最大音量≤-54	
5	发送灵敏度/频率特性	dB	宜符合表5规定。	
6	接收灵敏度/频率特性	dB	宜符合表6规定。	
7	发送失真	dB	宜符合表7中发送方向对应限值。	若存在由于上行算法原因导致测试结果不满足时，记录相关算法信息及原因分析。
8	接收失真	dB	宜符合表7中接收方向对应限值。	
9	声学回声控制TCLw	dB	标称音量宜≥55；任意音量宜≥46	
10	发送+接收总时延	ms	宜≤220	
11	环境噪声下发送语音质量	MOS	S-MOS-LQOw总体平均宜≥3.5； N-MOS-LQOw总体平均宜≥3.0； G-MOS-LQOw报告	按ETSI TS 103 106计算。
12	Double-talk	—	按6.3.5.4.2测试并记录A1～G类别的帧占比和平均级差。	

发送灵敏度/频率特性限值如表5所示。

表 5 发送灵敏度/频率特性限值

频率/Hz	100	200	5000	6300	8000
上限/dB	0	+5	+5	+5	+5
下限/dB	—	-5	-5	-10	—

接收灵敏度/频率特性限值如表6所示。

表 6 接收灵敏度/频率特性限值

频率/Hz	100	200	300	1000	2000	5000	6300	8000
上限/dB	+6	+6	+6	+6	+8	+8	+8	+8
下限/dB	—	-10	-6	-6	-6	-6	-12	—

通话失真限值如表7所示。

表 7 通话失真限值

方向	频率/Hz	输入电平	信号/总失真功率比限值/dB
发送	315	MRP-4.7dBPa	≥28
发送	408、510、816	MRP-4.7dBPa	≥32
发送	1020	MRP5dBPa	≥30
发送	1020	MRP0dBPa、-4.7dBPa	≥35
发送	1020	MRP-10dBPa	≥33
发送	1020	MRP-15dBPa	≥30
发送	1020	MRP-20dBPa	≥27
接收	315	-16dBm0	≥20
接收	408、510、816	-16dBm0	≥28
接收	1020	0dBm0	≥25.5
接收	1020	-3dBm0	≥31.2
接收	1020	-10dBm0、-16dBm0	≥33.5
接收	1020	-20dBm0	≥33
接收	1020	-30dBm0	≥30.5
接收	1020	-40dBm0、-45dBm0	宜≥22.5、宜≥17.5

5.3.3 声泄漏性能要求

支持声音播放功能的人工智能眼镜，其声泄漏性能应符合表8的规定。

表 8 声泄漏性能要求

序号	项目	单位	性能要求
1	目标耳参考声压级	dB	75.0±0.5
2	漏音隔离度	dB	宜≥30（按产品规格要求）

5.4 语音智能交互能力要求

5.4.1 总体要求

在人工智能眼镜终端，用户应可与 AI 模型实现近乎真人般自然流畅的全双工对话体验，在语音交互中支持用户自然打断，音频算法会进行非人声的噪声抑制，AI 模型会自动实现环境干扰拒识、判停（即自动断句）等功能，让整体语音交互更拟人、更贴进日常人际沟通。

5.4.2 语音识别

语音识别能力包括语音唤醒、语言理解、交互等，性能要求如表9所示。

表 9 语音识别性能要求

参数名称	性能要求
语音唤醒准确率	宜≥95%（低噪环境） 宜≥90%（高噪环境） 语音误唤醒率≤1次/24h

语音唤醒响应时间[1]	宜≤800ms
语音交互准确率	≥90%（低噪环境） ≥85%（高噪环境）
语音交互时间	根据不同时间值打分，具体见 5.4.4 章节。
语言理解准确率	固定词≥98%（低噪环境），≥95%（高噪环境） 开放词≥85%（低噪环境），≥80%（高噪环境）
支持语种	必选：中文 可选：中文方言（任选2种）、英文、西班牙语、法语、俄语、阿拉伯语、日语 准确率≥85%
[1]:防误闯要求测试方法另见附录A。	

5.4.3 语音信息生成

具备生成语音信息的能力，应生成不低于30s的连续语音，语音合成自然度不低于4分（满分5分），语音合成平均意见得分（MOS）分值量化评价标准如表10所示。参加主观评测的人员要求参照YD/T 2309第6章节（即一般情况下，专家测听者的最小数量是10，而非专家测听者的最小数量应为20）。

表 10 主观 MOS 量化标准

分值	测听效果
5	优秀，察觉不到任何不自然，音色接近人类
4	较好，仅能察觉若干不自然
3	尚可，能察觉到不自然但可以接受
2	较差，明显察觉不自然，影响体验
1	极差，效果无法接受

5.4.4 语音智能交互能力

语音交互能力要求如表11所示。

表11 语音交互能力要求

能力项	指标项	测试指标	判定准则
语音交互	AI 响应延迟	平均响应延迟	5 分：≤800ms； 4 分：（不含）800-1500ms（含）； 3 分：（不含）1500-3000ms（含）； 2 分：（不含）3000-5000ms（含）； 1 分：>5000ms
		P95[1] 响应延迟	不应超过平均值的 2 倍
		响应成功率	≥95%为合格
智能打断	用户打断 AI 延迟	平均打断延迟	宜按以下测试结果对应打分： 5 分：≤500ms； 4 分：（不含）500-1000ms（含）； 3 分：（不含）1000-2000ms（含）； 2 分：（不含）2000-3000ms（含）； 1 分：>3000ms

		P95 打断延迟	宜不超过平均值的 2.5 倍
	用户打断 AI 成功率	打断成功率	宜按以下测试结果对应打分： 5 分：100%； 4 分：90%≤p<100%； 3 分：80%≤p<90%； 2 分：60%≤p<80%； 1 分：<60%
		仅打断效率	宜≥95%为良好
		回答相关率	宜≥90%为良好
[1]：P95（95th percentile，第 95 百分位数）指将同一测试条件、同一测试场景下采集的全部有效延迟样本（每项指标有效样本不少于 30 次）按由小到大排序后，处于第 95 百分位处的延迟值，即 95%的样本延迟不超过该值、5%的样本超过该值。计算采用 nearest-rank 法，取排序后第 0.95×N 个样本值（如采用线性插值法，应在测试报告中注明），结果四舍五入取整至 1ms。			

5.4.5 拟人化-表达能力自然度

表达能力自然度是指TTS语音在发音、连贯性、语调、拟人性以及打断处理等方面接近人类自然表达的程度。表达能力自然度能力要求如表12所示。

表12 表达能力自然度能力要求

分值	发音清晰度	语句停顿自然度	语调平稳度	机械感程度	打断适配自然度
5	发音准确清晰，无明显错读、含混	完全流畅，停顿和断句自然	语调稳定且变化符合语义，无异常突变	几乎无机器感，与人类自然发音基本无异	响应及时，停止及衔接自然，无明显残音、拖尾或突兀感
4	整体清晰，偶有轻微瑕疵，不影响理解	基本流畅，偶有轻微不自然停顿	整体自然，偶有轻微语调异常	仅能察觉轻微机器感	能及时响应打断，衔接略有痕迹但不影响体验
3	基本可理解，但存在少量错读或含混	偶有不连贯或断句不当，整体可接受	存在平淡、突变等问题，但整体可接受	有一定机器感，但不影响内容理解	能完成打断，但存在一定延迟、残音或衔接突兀
2	多处发音不清或错读，影响部分内容理解	存在明显停顿、卡顿或断句错误	多处语调异常，明显影响听感	机器感明显，影响交互体验	打断响应较慢，存在明显拖尾、残音或错误衔接
1	发音错误严重或难以理解	频繁中断、卡顿，语音不连贯	语调严重异常或完全单调	机器感强烈，难以接受	无法正常打断，或打断后出现严重异常

5.4.6 拟人化-语言表现力

语言表现力是指TTS系统通过韵律、情感和语调变化等方式准确表达语义及情绪的能力。语言表现力能力要求如表13所示。

表13 语言表现力能力要求

分值	韵律自然度	情感适配度	语调起伏合理性	语音感染力
5	韵律、节奏、重音和停连自然，与人类表达基本无异	情感类型和强度与语义、场景高度匹配	语调起伏自然丰富，能够准确体现语义重点	情感丰富，表达生动，感染力强

4	整体韵律自然，无明显严重问题	情感基本准确，强度较为合适	语调变化合理，偶有轻微不足	有较好的情感表达和感染力
3	存在部分不自然的节奏、重音或停连	能表达基本情感，但不够充分，偶有不匹配	存在平淡或不合理起伏，但整体可接受	具有一定表现力，但表达不够丰富
2	韵律变化不足或多处不自然	情感表达不足，或与语义、场景明显不匹配	语调较为单调或存在明显异常起伏	表达生硬、平淡，感染力较弱
1	基本没有韵律变化，或韵律严重异常	没有可感知的情感表达，或表达情感与场景相反	完全单调或语调严重不自然	完全没有表现力，呈明显机器播报感

5.4.7 环境噪声抑制-AI 误打断用户概率

AI误打断用户概率是指用户语音自然停顿（迟疑停顿、不完整语义停顿、不完整语义+迟疑停顿、不完整语义+语调变调停顿场景），AI错误主动打断用户语音输入的异常行为发生概率。AI误打断用户概率能力要求如表14所示。

表14 AI误打断用户概率能力要求

分值	AI 误打断用户概率
5	≤10%
4	10%＜概率≤20%
3	20%＜概率≤30%
2	30%＜概率≤50%
1	＞50%

5.4.8 环境噪声抑制-用户误打断 AI 概率

用户误打断AI概率是指AI语音应答播报过程中，用户无意义发声、附和语气（咳嗽、笑声、附和词语）引发AI被错误打断的概率，用于评估系统抗无效人声干扰能力。用户误打断AI概率能力要求如表15所示。

表15 用户误打断AI概率能力要求

分值	用户误打断 AI 概率
5	≤10%
4	10%＜概率≤20%
3	20%＜概率≤30%
2	30%＜概率≤50%
1	＞50%

5.4.9 人声锁定——AI 响应用户成功率

AI响应用户成功率是指多等级信噪比嘈杂干扰环境（SNR=10dB、SNR=15dB、SNR=20dB）中，设备精准锁定目标人声，应答内容连续、与提问语义相关的有效交互比例。AI响应用户成功率能力要求如表16所示。

表16 AI响应用户成功率能力要求

分值	响应用户成功率
5	≥90%
4	80%≤成功率＜90%
3	70%≤成功率＜80%
2	50%≤成功率＜70%
1	＜50%

5.5 基础要求

5.5.1 外观与佩戴结构性能

外观与佩戴结构应符合以下要求：

a) 重量：

——AI音频眼镜主体部分重量（即用户头部佩戴产生的重量，不包括外部连接的线材）宜≤40g；

——AI拍摄眼镜主体部分重量宜≤50g；

——AI+AR眼镜主体部分重量宜≤100g；

——前部镜框与后部镜腿的配重比（即图2中a：b）宜不超过1。a和b分别为镜圈（镜框）部分和镜腿（镜脚）部分的重量，两部分以桩头和铰链为分界点；可分离的桩头和铰链的重量不计入a和b中；无法无损分离时可分别测量记录镜圈（镜框）部分和镜腿（镜脚）部分的部件重量，同时记录胶层线缆重量。

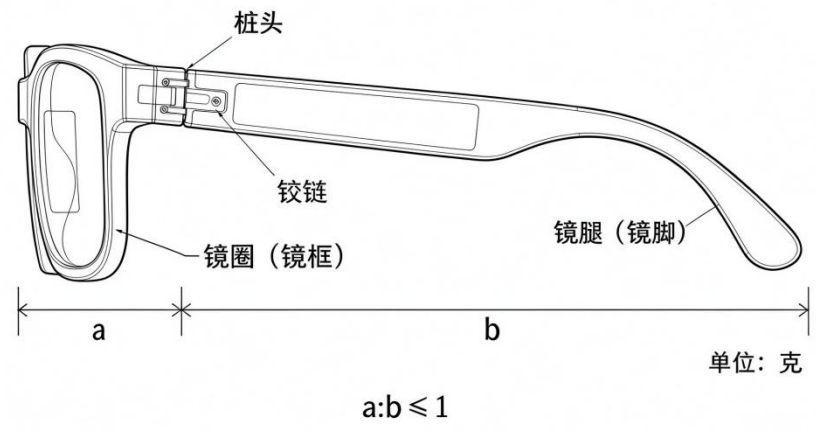


图2 AI眼镜配重示意图

b) 适配头围52～62cm，夹紧力：0.6～2.4N；

c) 折叠缩小率≥30%，10000次开合无异常；

d) 近耳腔体密封无漏音，具体要求见第5.3.3章节；

e) 佩戴舒适度主观测试的通过要求为≥60%，具体测试方法见第6.5.1.5章节；

f) 镜圈面部弧度（也称面弯/镜面角）：日常佩戴款宜为4°～8°；运动款和太阳镜款可根据需要适当加大；

g) 倾斜角（前倾角）：适配中国人群的宜为4°～6°；适配欧美人种的宜为6°～8°。

注1：由于AI眼镜面向长时间佩戴，且大量用户有配戴处方镜片的需求，若面弯和前倾角与传统光学眼镜偏差过大，会导致视线与镜片不垂直，从而引入非轴上像差（如斜向散光）和棱镜效应，这是造成用户头晕的主因。因此结合传统眼镜与当前主流轻量级AR产品的实测数据，在标准中给出科学折中的人因参数推荐范围（或最大偏差阈值）。

注$_2$：镜圈面部弧度（也称面弯/镜面角）和倾斜角（前倾角）要求适用于可装配处方镜片，安装后完全受镜框约束的AI+AR眼镜。如处方镜片与眼镜前框采用解藕设计（如观影类眼镜将处方镜片作为独立后配件）的情况不适用。

5.5.2 续航与充电性能

续航与充电性能应符合以下要求：

a) 日常使用的典型场景中，整机样品续航宜满足下列要求：
——单目显示单色显示场景≥5h；
——全彩显示场景≥3h；
——重载并发场景（含录像）≥0.4h；
b) 充电性能：充电30min后荷电状态（SOC）≥50%，宜采用快充模式；
c) 高低温性能：-10℃时0.2C（C即额定容量）放电≥75%C，55℃时0.2C放电≥100%C；
d) 常温倍率性能：1C放电不低于51min；
e) 循环寿命要求：25±2℃时循环500周容量保持率≥80%，45±2℃时循环300周容量保持率≥80%；具体循环制式参照电池规格书要求的电流倍率管理；
f) 常温满电存储28天0.2C恢复容量≥95%。

注 $_1$：高低温衰减指 AI 眼镜的电池在规定的高温（通常 55℃±2℃）和低温（通常-10℃±2℃）环境下，经标准充放电循环后，实际可用容量与常温（25℃±2℃）下 C 的差值比例——核心是衡量电池在极端温度下的性能稳定性。

注 $_2$：a)为眼镜整机的使用场景测试；b)-f)为针对眼镜中电池功能部件（含内部串联及并联等）的单独测试。提供由具备 CNAS 资质的第三方提供的测试报告。

5.5.3 互联协同

互联协同应符合以下要求：

a） 具备感知设备状态（包括硬件状态、软件状态、设备连接状态）的能力；
b） 具备和外部设备进行交互的能力，并可对外部设备进行控制；
c） 具备通过无线网络进行数据同步或双向数据传输的能力。

5.5.4 人身安全防护与可靠性

人身安全防护与可靠性应符合以下要求：

a） 应满足 GB 4943.1—2022 和 GB/T 9254.1—2021 相关规定。
b） 防护等级：应符合 GB/T 4208 中 IP53 级；宜具备 IP54 级防护能力（防尘：有限防尘，无有害堆积；防水：防淋水/日常泼溅）。
c） 光学安全
——蓝光防护：蓝光（400-500nm）加权辐亮度降低比例≥30%
注：应符合 QB/T 2506-2025；
——防频闪：PWM 调光频率≥2000Hz（无可见频闪危害）；
——紫外线防护：紫外线（200-400nm）泄露≤0.01W/m²
注：符合 GB 39552.1-2020 限值；
——光生物安全：显示模组按照 GB/T20145 进行测试与风险分类，各项危害（紫外辐射、蓝光视网膜危害、近红外辐射等）的风险组均不超过 RG1（低风险组）。
d） 机械安全
——跌落可靠性：1.5m 六面自由跌落，无功能损坏、结构松动或外观裂纹
注：应符合 GB/T2423.7-2018 中选定的适用自由跌落程序；
——镜片抗冲击：按 GB/T39552.2—2020 执行，16g 钢球 1.27m 冲击凸面，无破裂/碎片/贯穿。
e） 温度限值及热防护

AI 眼镜日常应用环境需覆盖消费级主流使用场景，结合室内外活动、气候适配及高负载使用需求，具体环境条件如下：

——温度环境：适用范围为-10℃-45℃，涵盖冬季室内外通勤（-10℃-25℃）、夏季户外短时使用（30℃-45℃）及日常室内办公/娱乐场景（18℃-28℃），高负载使用（连续视频播放 2h）多发生于20℃-35℃常温至偏暖环境（如室内无空调场景、户外树荫下）；

——湿度环境：相对湿度 10%-90%（非冷凝），适配干燥北方室内（10%-40% RH）、潮湿南方梅雨季（60%-90% RH）及日常通风环境（45%-65% RH），避免高湿环境下加剧散热压力，要求：正常工作（高负载：连续视频播放 2h）时，与皮肤接触表面最高温度≤43℃；

——电池安全：电池部件符合GB31241—2022，通过下列试验无起火、爆炸：高温外部短路、过充电、低气压、温度循环、跌落、挤压、热滥用；

——电池存储可靠性：电池部件满电（即荷电状态 (SOC)100%）60℃、95% RH存储7天，厚度膨胀率≤10%；

——电磁兼容安全：电池部件和样品整机均符合IEC61000-4-2（静电）、IEC61000-4-3（辐射抗扰度），功能正常；

——环境适应性：贮存和工作状态下均可适配日常环境：温度-10℃-45℃、10%-90% RH（非冷凝）、海拔 0-3000m，正常工作。

f） 听力安全

AI 眼镜需同时满足 GB 4943.1—2022 中第 10.6 章节“声能量源的安全防护”相关规定。

5.5.5 隐私安全

5.5.5.1 提示

支持多媒体录制和播放的AI眼镜应满足下列要求：

a) 具备图像拍摄的设备，应支持拍摄状态的提示灯，且在整机外壳结构上做防物理遮挡设计，不可通过软件、固件或任何设置取消或关闭；

b) 具备录音功能的设备，宜支持录音状态的提示灯；

c) 扬声器宜支持防漏音隐私设计，具体要求应符合5.3.4章节中表8里的声泄漏性能要求。

5.5.5.2 数据

在进行用户数据管理和传输时，应满足下列要求：

a) 个人信息处理过程中，应符合GB/T 35273、GB/T 45574的规定，确保个人信息存储、使用、传输环节的安全，以及为个人信息的查询、更正与删除等个人信息主体权利的行使提供相应保证；

b) 收集个人信息时应遵守最小权限原则，仅声明和申请必要的权限，且明确告知用户信息收集的目的、方式、范围及存储期限，收集敏感个人信息前，应取得用户的“单独同意”；

c) 数据在终端和云端存储时需同步加密，保存期限应为实现处理目的所必需的最短时间，且支持用户主动删除；

d) 设备与授权终端（如手机）配对时，应采用双向认证机制（如蓝牙采用低功耗安全连接的LE Secure Connections安全规范）；

e) 数据传输应使用高强度加密协议（如Wi-Fi启用WPA3安全协议或更高标准），确保数据传输全程加密，不应明文传输用户敏感个人信息（如生物特征等）。

6 测试方法

提示：本章节对应第 5 章技术要求，凡是样品的产品声明中已明确不具备的性能（如防水性能等）直接记录即可。

6.1 测试环境、设备和样品

6.1.1 测试环境

6.1.1.1 通用环境

测试环境应符合下列要求：

——环境温度：15℃～35℃；

——相对湿度：20%～80%（无冷凝）；

——大气压力：86kPa～106kPa；

——环境光照：室内：300lx～1000lx；室外：5000lx～10000lx；

——语音交互噪声环境要求如表 17 所示。

表 17 语音交互噪声环境要求

噪声环境	传声器处的环境混响要求（s）	信噪比（dB）	传声器处的环境噪声声压级（dB(A)）
低噪	混响时间 0.65	15～25	≤45
高噪	混响时间 0.65	≤15	55～65

6.1.1.2 光学暗室测试要求

近眼显示能力的光学性能测试应在暗室中进行。暗室环境光照度应不大于 0.1lx，且暗室内背景反射到测量空间的亮度贡献应小于被测试设备(DUT)输出最小亮度的 1/20，若不满足此条件，则需要进行背景减法。

6.1.1.3 电磁屏蔽消声室要求

涉及在电磁屏蔽消声室环境进行电磁测试和部分声学测试时，暗室要求如下：

——电磁屏蔽符合 GB/T 50719 的规定；

——声学要求符合 GB 50800 的规定。

声学能力和智能交互能力中的语音测试相关项目，除另有明确要求外，均应在符合下列要求的声学测试室中进行：

——背景噪声：本底噪声≤25dB(A)；

——混响时间：T60≤0.6s（500Hz 处）；

——测试室面积：≥15m²，净高≥2.5m；

——室内无明显驻波和反射干扰。

注：T60 即混响时间，是声学测试核心参数，特指在封闭声学空间内，声源持续发声后突然停止，空间内的声压级从初始稳定状态衰减 60dB(A)所耗费的时间，单位为 s，是衡量测试空间声音反射、残留程度的关键指标。

6.1.2 测试设备

测试设备应符合下列要求：

HATS应符合GB/T12060.7的规定。报告中应注明所使用HATS的型号等必要信息。

用于近眼显示能力测试的光学测量设备(LMD)的光学镜头结构应类同于人眼的入瞳结构。LMD及测试系统的要求应符合GB/T 48075.2010—2026和GB/T 48075.2020—2026中5.1条和5.2条的规定。

用于声学测试的设备要求如表18。

表 18 声学测试设备

仪器	要求

音频分析仪	具备 FFT、1/12 倍频程、1/3 倍频程、THD、A 计权、电平和时延分析功能
HATS	符合 ITU-T P.58
人工耳	符合 ITU-T P.57，左右耳同时可采集
人工嘴	符合 ITU-T P.51 或 P.58
通信系统模拟器	支持 WB 语音链路及相应数字参考点
背景噪声重放系统	符合 ETSI ES 202 396-1
测量传声器	自由场型；声泄漏测试位置误差≤±5mm
声级计	选 GB/T 3785.1—2023,适用 1 级规格；
声校准器	选 GB/T 15173—2026

6.1.3 参测样品

同一厂家及型号的样品如参加全部测试项目，经抽样选取的样品数量宜不少于5台：做光学、声学、语音交互等非破坏性性能测试不少于2台；做跌落、弯折铰链、温湿度循环等破坏性/耗损可靠性测试不少于3台。

电池部件样品不少于4部。

6.2 视觉相关能力测试

6.2.1拍摄能力

6.2.1.1 分辨率

拍摄分辨率直接采用摄像头的标称参数。显示分辨率测试按照GB/T 38259规定的方法进行测试。

6.2.1.2 视频录制分辨率@帧率

拍摄刷新率（帧率）直接采用摄像头的标称参数。

6.2.1.3 广角畸变

参照 GB/T 38259 规定的方法进行测试。

6.2.1.4 电子防抖（EIS）

按 YD/T 4066—2022 规定的相关方法执行（参照第 5.测试环境和测试设备和第 6. 移动终端图像及视频防抖性能测试方法（即表 2 及 4.4 和 4.5 等）。

6.2.2近眼显示能力

6.2.2.1 显示色彩规格

开机进入显示界面后，目测。

6.2.2.2 像素角密度（即 PPD）

像素角密度的测试应按照 GB/T 48075.2010—2026 中 6.9 的要求进行。

6.2.2.3 视场角（FoV）

视场角的测试应按照 GB/T 48075.2010—2026 中 6.7 的要求进行。该视场角通常记录对角视场角。

6.2.2.4 亮度

亮度的测试应按照 GB/T 48075.2010—2026 中 6.3 的要求进行。按 AI 眼镜整机产品的入眼亮度来测试。

6.2.2.5 亮度均匀性

亮度均匀性的测试应按照 GB/T 48075.2010—2026 中 6.3 的要求进行。

6.2.2.6 双目亮度一致性

测试步骤如下：

a) 将被测设备调节到最大亮度等级，以投屏方式显示全白测试图；

b) 分别测试双目画面中心点亮度L_l和L_r；

c) 按公式（1）计算双目亮度一致性N；

$$N = \frac{min(L_l, L_r)}{max(L_l, L_r)} \times 100\% \quad \text{……（1）}$$

式中：

N——双目亮度一致性；

L_l，L_r——双目画面中心点亮度。

6.2.2.7 色度

色度的测试应按照 GB/T 48075.2010—2026 中 6.4 的要求进行。

6.2.2.8 色度均匀性

色度均匀性的测试应按照 GB/T 48075.2010—2026 中 6.5 的要求进行。

6.2.2.9 全屏对比度

测试步骤如下：

a) 调整LMD的入瞳位置至DUT的眼点，且位于双轴旋转台的交叉点上，将LMD的光轴对准虚拟图像的中心；

b) 在全屏白色模式和全屏黑色模式下分别测量中心位置P0的亮度L_W和L_B；

c) 按公式（2）计算对比度CR。

$$CR = \frac{L_W}{L_B} \quad （2）$$

式中：

L_W——测量全屏白色模式的中心点亮度，单位：cd/m²；

L_B——测量全屏黑色模式的中心点亮度，单位：cd/m²。

6.2.2.10 棋盘格对比度

棋盘格对比度的测试应按照GB/T 48075.2010—2026中6.6的要求进行。

6.2.2.11 畸变

畸变的测试应按照 GB/T 48075.2020—2026 中 6.3 要求进行。

6.2.2.12 色域覆盖率

使用光谱辐射仪测量 AI 眼镜（或其模组）显示的 RGB 三原色及白点色度值按照 T/TMAC 237-2025

中 6.3.3 测量，计算覆盖的色域面积占比。

6.2.2.13 像倾斜

测试步骤如下：

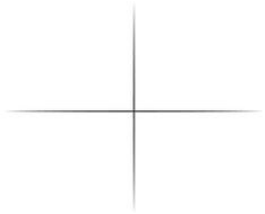


图3 虚像十字线画面

a) 分别左/右眼单独点亮，仿人眼相机采集虚像十字线画面如图3；
b) 软件拟合实测十字水平线、垂直线倾角；
c) 实测轴线与标准基准轴的夹角（°）。

6.2.2.14 双目垂直面发散度

测试步骤如下：
a) 双目同时点亮，仿人眼相机采集虚像十字线画面；
b) 提取交叉点在左右眼的垂直方向的视轴夹角，即双目垂直面发散度。

6.2.2.15 双目相对像倾斜

测试步骤如下：
a) 双目同时点亮，仿人眼相机采集虚像十字线画面；
b) 分别拟合左眼图像旋转角θ_L、右眼θ_R；
c) 按公式（3）计算双目之间角度偏差；

$$相对倾斜 = |\theta_L - \theta_R| \tag{3}$$

6.2.2.16 倍差率

测试步骤如下：



图4 标准尺度标定图

a) 全屏显示标准尺度标定图如图4，仿人眼相机拍摄；
b) 分别测量左眼虚像特征宽度W_L、右眼W_R；
c) 按公式（4）计算倍差率；

$$倍差率（\%）= \frac{2\times|W_L - W_R|}{W_L + W_R}\times 100\% \tag{4}$$

6.2.2.17 合像距离相对误差

测试步骤如下：

a) 双目仿人眼相机摆放在六轴运动平台；

b) 把相机调至标准靶标交叉点在相机画面中间，软件算出实际虚像距$L_{实测}$；

c) 按公式（5）计算合像距离相对误差δ_L；

$$\delta_L = \frac{L_{实测} - L_0}{L_0} \times 100\% \tag{5}$$

式中L_0为标准靶标给定的理论合像距离（标称真值）。

6.2.2.18 像素缺陷（坏点）

测试步骤如下：

a) DUT以投屏方式显示全白场测试图和全黑场测试图；

b) 用光测量装置（LMD）拍摄显示画面；

c) 检查图片，读取显示缺陷像素数。

6.2.2.19 刷新率（帧率）

显示刷新率（帧率）按照 GB/T 38259 的 7.10.11 测试。测试中探测器固定在显示屏幕的中心，该中心即眼镜镜片的几何中心。

6.2.2.20 虚像距（VID）

虚像距（VID）的测试应按照 GB/T 48075.2020-2026（IEC63145-20-20:2019，IDT）中 6.6 要求进行。

6.3 声学能力

6.3.1 概述

人工智能眼镜的声学能力测试方法包括一般测量条件、测试信号、电声性能测试、通话性能测试和声泄漏性能测试，分别对应6.3.2至6.3.6。

6.3.2 一般测量条件

6.3.2.1 电源和工作状态

测量应在DUT额定供电状态下进行。电池供电设备的剩余电量不应低于50%，且不得处于低电量限功率状态。

6.3.2.2 标准佩戴位置

DUT应按照制造商推荐的正常佩戴方式安装在HATS上。应至少记录镜框相对HATS的前后、上下和左右位置，pitch/yaw/roll，左右镜腿张角，鼻托位置以及左右扬声器声学出口相对ERP的距离。

6.3.2.3 额定工作状态的调整

6.3.2.3.1 电声播放

应关闭用户自定义均衡、空间音频、头部追踪等非基础播放处理；其他设置保持出厂默认。

6.3.2.3.2 通话

应保持产品出厂默认通话声学处理，包括正常启用的AEC、波束形成、噪声抑制和自动增益。通话采用宽带（WB）模式，编解码宜采用mSBC；如产品或网络不支持mSBC，应在试验报告中说明所用WB编解码及其参数。

6.3.2.4 稳定时间

测试前，应使DUT在额定测量条件下连续工作不少于15min。

6.3.2.5 测量接口

电声播放输入接口宜采用产品能够稳定输出无损或线性PCM音频的数字接口。通话测试采用系统模拟器、参考客户端或等效数字参考点建立WB语音链路。试验报告应记录测试系统型号、连接配置、编解码方式及数字参考点的校准信息。

6.3.3 测试信号

6.3.3.1 电声播放测试信号

电声播放测试信号应符合表19的规定。

表 19 电声播放测试信号

测试文件/信号	信号类型	信号描述	幅度	用途
M1_REF_PINK	双声道相关粉红噪声	L/R 均为 20Hz～20kHz 粉红噪声	-12dBFS	参考输出，声泄漏。
M2_FR_L	左声道 1/12oct 程序信号	20Hz～20kHz；右声道数字静音	-12dBFS	左声道频响
M3_FR_R	右声道 1/12oct 程序信号	20Hz～20kHz；左声道数字静音	-12dBFS	右声道频响
M4_SIL	数字静音	L/R 数字零	——	空闲噪声
M5_DIST	单音序列	315/500/1000/2000/4000/8000Hz	-12dBFS	THD

6.3.3.2 通话测试信号

通话测试信号应符合表20的规定。

表 20 通话测试信号

编号	信号	电平	用途
C1	ITU-T P.501British-English single talk sequence	MRP-4.7dBPa	SLR、发送频响
C2	ITU-T P.501British-English single talk sequence	数字参考点-16dBm0	RLR、接收频响
C3	1020Hz 及规定单音	按 3GPP TS26.132 规定电平	发送/接收失真
C4	数字静音/声学静音	—	发送/接收空闲噪声
C5	3GPP/ITU-T 规定回声测试信号	按 3GPP TS26.132	TCLw
C6	ITU-T P.383/P.501 双讲序列	按引用标准	Double-talk

6.3.3.3 环境噪声测试信号

环境噪声下发送语音质量测试的噪声样本和声场重构应符合ETSI ES 202 396-1，测试条件应符合表21的规定。

表 21 环境噪声测试条件

编号	背景噪声	时长	噪声声压级
N1	Pub_Noise_binaural_V2	30s	75.0dB(A) / 73.0dB(A)
N2	Outside_Traffic_Road_binaural	30s	74.9dB(A) / 73.9dB(A)
N3	Outside_Traffic_Crossroads_binaura	20s	69.1dB(A) / 69.6dB(A)
N4	Train_Station_binaural	30s	68.2dB(A) / 69.8dB(A)
N5	Fullsize_Car1_130Kmh_binaural	30s	69.1dB(A) / 68.1dB(A)
N6	Cafeteria_Noise_binaural	30s	68.4dB(A) / 67.3dB(A)
N7	Mensa_binaural	22s	63.4dB(A) / 61.9dB(A)
N8	Work_Noise_Office_Callcenter_binaural	30s	56.6dB(A) / 57.8dB(A)

6.3.4 电声性能测试

6.3.4.1 概述

电声性能测试包括最大输出声压级、声频率响应、总谐波失真、空闲噪声、左右声道频率响应最大误差。

6.3.4.2 测试连接图

电声性能测试连接图如图5所示。

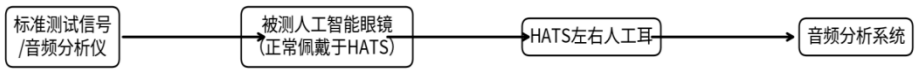


图5电声性能测试连接图

6.3.4.3 最大输出声压级测试

6.3.4.3.1 特征说明

本条用于确定DUT电声播放最大音量位置，并验证最大输出声压级。

6.3.4.3.2 测量方法

测量步骤如下：

a) 按照图5连接测试系统；

b) 播放表19中的M1_REF_PINK测试信号；

c) 调节DUT用户音量至最大，测量左右DRP扩散场校正后的A计权声压级；

d) 采用能量平均计算双耳平均声压级；

6.3.4.3.3 结果表述

结果用dB(A)表示。双耳平均值应符合表3规定，并记录多媒体参考音量位置及实际使用的测试信号幅度。

6.3.4.4 频率响应范围

6.3.4.4.1 特征说明

本条用于测量DUT在20Hz～20kHz范围内的声频率响应，以500Hz～2kHz范围内各测点的算术平均值为0dB参考级，判定500Hz～7.5kHz范围内频率响应是否满足−10dB下限要求。

6.3.4.4.2 测量方法

测量步骤如下：

a) 按照图5连接测试系统；

b) DUT设置为6.3.4.3确定的最大音量位置，信号幅度与该参考输出状态一致；

c) 分别播放M2_FR_L和M3_FR_R；

d) 左右人工耳分别测量1/12倍频程响应；

e) 以500Hz～2kHz范围内各测点的算术平均值作为0dB参考；

f) 以参考级为0dB，计算500Hz～7.5kHz范围内各1/12倍频程测点相对于参考级的电平偏差，单位为dB；

g) 宽度小于1/9倍频程的单个窄峰、窄谷可予以剔除，不参与判定；被剔除的频段及幅度应在报告中说明；

h) 左右声道分别判定。500Hz～7.5kHz范围内任一测点的相对电平低于−10dB时，判定该声道频率响应不符合；左右声道均满足时判定符合。

6.3.4.4.3 结果表述

分别给出左、右声道20Hz～20kHz频率响应曲线，以表格形式给出500Hz～7.5kHz 范围内各1/12倍频程中心频率处的相对电平（参考级为0dB），单位为dB；并给出该范围内的最小值、对应频率及判定结论。

6.3.4.5 总谐波失真测试

6.3.4.5.1 特征说明

本条用于测量DUT在参考输出状态下300Hz～8kHz范围内的总谐波失真。

6.3.4.5.2 测量方法

测量步骤如下：

a) 按照图5连接测试系统；

b) DUT设置为最大音量位置，信号幅度与参考输出状态一致；

c) 播放M5_DIST中的各规定频点；

d) 分别测量左右人工耳基波及2～5次谐波的幅度，各谐波幅度与基波幅度应采用同一类型幅值（均为有效值或均为峰值）；

e) 按式$THD = \frac{\sqrt{H_2^2+H_3^2+H_4^2+H_5^2}}{H_1} \times 100\%$计算每个频点的THD，式中$H_1$为基波幅度，$H_2$～$H_5$为2～5次谐波幅度；

f) 测量链路（DUT输出至分析系统）的模拟带宽应覆盖40kHz（8kHz基波的5次谐波），分析系统采样率应不低于96kHz，并应保证抗混叠滤波器在40kHz范围内平坦；左、右声道分别测试。

6.3.4.5.3 结果表述

结果用%表示。应分别给出300Hz≤f＜1kHz和1kHz≤f≤8kHz两个频段内各规定频点的最大THD，并分别按表3判定。

6.3.4.6 空闲噪声测试

6.3.4.6.1 特征说明

本条用于测量DUT正常播放链路开启、无有效音频输入时的耳侧噪声。

6.3.4.6.2 测量方法

测量步骤如下：

a) 按照图5连接测试系统；

b) DUT设置为最大音量位置；

c) 播放M4_SIL数字静音；

d) 稳定10s后记录左右人工耳30s；

e) 计算A计权等效声压级。

6.3.4.6.3 结果表述

左右耳结果分别用dB(A)表示。

6.3.4.7 左右声道频率响应最大差值

6.3.4.7.1 特征说明

本条用于测量左右播放通道在相同输入条件下的频率响应差异。

6.3.4.7.2 测量方法

测量步骤如下：

a) 按照图5连接测试系统；

b) 分别播放M2_FR_L和M3_FR_R；

c) 获得左右目标耳频率响应；

d) 在相同中心频率计算左右响应差的绝对值；

e) 统计300Hz～8kHz范围内左右响应差的最大值，并按表3判定。

6.3.4.7.3 结果表述

结果用dB表示。

6.3.5 通话性能测试

6.3.5.1 通用规定

通话测试信号应符合表20。测试所用WB编解码、通信系统模拟器或等效参考客户端、数字参考点定义及其校准状态应在试验报告中说明。人工嘴MRP、左右人工耳DRP以及数字参考点应分别作为发送、接收和接口测量的基准点。

有用户可调接收音量时，应先按6.3.5.3.2确定RLR标称音量位置。除明确规定最大音量或全部音量位置的测试外，接收方向测试均在该标称音量位置进行。

测试前应校准数字参考点，记录0dBm0对应的数字信号电平及其等效电量基准；使用模拟接口时，应记录相应电压基准。发送、接收各频带的绝对输入和输出电平及灵敏度应予保存。

6.3.5.2 发送性能

6.3.5.2.1 发送灵敏度/频率特性

人工嘴应播放C1信号，MRP处的总声压级校准为-4.7dBPa。DUT发送数字参考点应采集100Hz～8kHz范围内的1/12倍频程信号。依据MRP处各频带实际声压级及发送数字参考点各频带输出电平，计算并保存未经归一化的绝对发送灵敏度。另复制该数据，以1kHz处灵敏度为0dB进行归一化；归一化结果

仅用于表5的频响判定，并在对数频率轴、线性dB轴上按表5折点进行直线插值比较。发送灵敏度/频率特性应以曲线和各频点符合性结果表示。

6.3.5.2.2 发送响度评定值（SLR）

测试信号、人工嘴校准和DUT佩戴状态应与6.3.5.2.1相同。应按ITU-T P.79规定的WB频带及权重，由MRP至发送数字参考点的绝对发送灵敏度计算SLR；计算时发送数字参考点0dBm0对应的实际电平（dBV或dBFS）应经校准确定，并在试验报告中说明。结果以dB表示，并应符合表4的规定。

6.3.5.2.3 发送空闲噪声

人工嘴应保持静音，远端输入应为C4数字静音。DUT默认通话处理稳定10s后，应在发送数字参考点记录不少于10s的信号。记录信号经A计权后计算总噪声电平，结果以dBm0(A)表示，并应符合表4的规定。

6.3.5.2.4 发送失真

人工嘴应按表7发送方向规定的频率和MRP输入电平依次施加C3单音信号。在发送数字参考点采集输出，按3GPP TS26.132规定的加权方法计算信号/总失真功率比。结果以dB表示；除表7注明仅报告的工作状况外，各工作状况均应符合表7发送方向的限值。

6.3.5.3 接收性能

6.3.5.3.1 接收灵敏度/频率特性

接收数字参考点应输入C2信号，电平为-16dBm0。应分别在左右人工耳DRP处采集DUT重放信号的100Hz～8kHz 1/12倍频程响应。应保存左右人工耳未经校正的DRP各频带声压级。用于表6频响判定时，分别对原始DRP声压级数据进行扩散场校正，得到接收数字参考点至DRP的接收灵敏度，再以1kHz处灵敏度为0dB生成归一化曲线。在对数频率轴、线性dB轴上按表6折点进行直线插值比较。左右耳接收灵敏度/频率特性应分别以曲线和各频点符合性结果表示。

6.3.5.3.2 接收响度评定值（RLR）

测试信号、数字参考点电平和DUT佩戴状态应与6.3.5.3.1相同。应逐档调节用户通话音量，应从6.3.5.3.1保存的原始DRP数据出发，按3GPP TS 26.132中WB headset UE方法完成DRP至ERP转换，结合经校准的接收数字参考点输入电平，计算未经归一化的绝对接收灵敏度，再按ITU-T P.79分别计算左右耳RLR。制造商声明的标称通话音量档位应作为RLR标称音量位置；制造商未声明时，应选择双耳RLR算术平均值最接近8 dB的音量档位。左右耳RLR以dB表示，标称音量位置的结果应符合表4的规定。

6.3.5.3.3 接收空闲噪声

远端输入应为C4数字静音。在RLR标称音量位置稳定10s后，应分别记录左右DRP不少于10s的信号；随后调至最大用户可调音量并重复测量。DRP信号经扩散场校正和A计权后计算等效声压级。标称音量和最大音量的结果均以dBPa(A)表示，并分别应符合表4的规定。

6.3.5.3.4 接收失真

接收数字参考点应按表7接收方向规定的频率和电平依次输入C3单音信号。在左右DRP采集经扩散场校正后的信号，并按3GPP TS26.132规定的加权方法计算每耳、每个工况的信号/总失真功率比。结果以dB表示；除表7注明仅报告的工况外，各工况均应符合表7接收方向的限值。

6.3.5.4 回声与双工性能

6.3.5.4.1 声学回声控制

应使用C5信号，并按3GPP TS26.132中headsetUE的WB回声测试方法测量加权终端耦合损耗（TCLw）。测试环境本底噪声应不高于-64dBPa(A)，DUT应保持默认AEC处理。应在RLR标称音量位置和每个用户可调接收音量位置测量TCLw。结果以dB表示；标称音量位置应不低于55dB，任一用户可调音量位置均应不低于46dB。

6.3.5.4.2 Double-talk

应采用C6规定的ITU-T P.501British-Englishlong双讲及条件化序列。条件化时长为23.5s，双讲时长为35s，其中0s～20s为短近端词段，20s～35s为连续双讲话段。应分别录制双讲和远端静音条件下的同一近端语音，并按3GPP TS26.132进行相关对齐和帧分类。

两个双讲话段均应报告A1、A2、B、C、D、E、F、G类别的帧占比和平均级差。类别划分如下：

——A1为-4dB≤ΔL<4dB；

——A2为-15dB≤ΔL<-4dB；

——B、C、D为ΔL<-15dB且持续时间T分别为T<25ms、25ms≤T<150ms、T≥150ms；

——E、F、G为ΔL≥4dB且持续时间T分别为T<25ms、25ms≤T<150ms、T≥150ms。

6.3.5.5 通话时延

应采用MTSI LTE、NR或WLAN WB语音链路，宜采用AMR-WB编解码。测试链路应处于无误码且IP抖动不大于1ms的状态。发送时延T_S应按3GPP TS26.132headsetUE方法，由MRP首个声学事件至相应发送帧最后一位测量；接收时延T_R应由接收帧第一位至DRP首个相应声学事件测量。必要时可采用echo method复核。

总时延T按$T=T_S+T_R$计算。T_S、T_R和T均以ms表示，且T应符合表4的规定。

6.3.5.6 环境噪声下发送语音质量

按表21顺序重放8种双通道文件并校准左右通道声级；MRP处有效语音电平为−1.7dBPa。每种条件采集纯净语音参考信号、未经DUT处理的现场混合信号和DUT处理后发送信号，至少重复3次；分别计算各条件评分，再计算8种条件的总体平均值。按表4判定S-MOS-LQOw、N-MOS-LQOw，仅报告G-MOS-LQOw。

6.3.6 声泄漏性能测试

6.3.6.1 概述

声泄漏性能测试用于评价DUT在规定目标耳参考声压下向佩戴者周围空间辐射的声音。

6.3.6.2 测试布置

声泄漏测点共3个，分别位于HATS前、后、侧三个方向上、距耳入口参考点50cm的位置处；侧向测点取HATS左侧或右侧，报告中应注明所选方向。测量传声器的声学中心应置于各测点，主轴指向耳入口参考点；位置误差应不大于±5mm。

6.3.6.3 漏音隔离度测试

6.3.6.3.1 特征说明

本条用于测量DUT在规定目标耳参考声压级条件下100Hz～10kHz范围内的漏音隔离度。

6.3.6.3.2 测量方法

测量步骤如下：

a) 将DUT按照6.3.2.2佩戴在HATS上；

b) 播放表19中的M1_REF_PINK测试信号；

c) 调节 DUT 用户音量，使左右 ERP 测得的 A 计权声压级能量平均为 75.0dB(A)±0.5dB；若音量调至最大后仍无法达到，允许提高 M1_REF_PINK 测试信号幅度（上限为 0dBFS），并记录实际使用的信号幅度；

d) 锁定 DUT 音量，采集左右耳入口参考点在 100Hz～10kHz 范围内各 1/3 倍频程频带声压级及 A 计权总声压级，按左右耳能量平均后分别记为$L_{\mathrm{ERP}}(f)$和$L_{\mathrm{ERP,A}}$，其中f为 1/3 倍频程中心频率，$L_{\mathrm{ERP}}(f)$为第f个频带的声压级，$L_{\mathrm{ERP,A}}$为 A 计权总声压级；

e) 保持音量不变，按 6.3.6.2 规定的 3 个测点，采集前、后、侧 3 个方向在 100Hz～10kHz 范围内各 1/3 倍频程频带泄漏声压级及 A 计权总声压级，分别记为$L_{\mathrm{leak,front}}(f)$、$L_{\mathrm{leak,back}}(f)$、$L_{\mathrm{leak,side}}(f)$和$L_{\mathrm{leak,front,A}}$、$L_{\mathrm{leak,back,A}}$、$L_{\mathrm{leak,side,A}}$。

6.3.6.3.3 结果表述

按公式（6）和（7）计算漏音隔离度：

$$\Delta L(f) = L_{ERP(f)} - L_{leak(f)} \tag{6}$$

$$\Delta L_A = L_{ERP,A} - L_{leak,A} \tag{7}$$

式中：

$\Delta L(f)$——第f个 1/3 倍频程频带处的漏音隔离度，单位为 dB；

ΔL_{A}——A 计权总漏音隔离度，单位为 dB；

f——1/3 倍频程中心频率，取 100Hz～10kHz 范围内的各中心频率，单位为 Hz；

$L_{\mathrm{ERP}}(f)$——第f个 1/3 倍频程频带内，左右耳入口参考点声压级的能量平均值，单位为 dB；

$L_{\mathrm{leak}}(f)$——第f个 1/3 倍频程频带内，泄漏测点的声压级，单位为 dB；

$L_{\mathrm{ERP,A}}$——左右耳入口参考点 A 计权总声压级的能量平均值，单位为 dB；

$L_{\mathrm{leak,A}}$——泄漏测点的 A 计权总声压级，单位为 dB。

分别计算前、后、侧测点的 A 计权总漏音隔离度，以 3 者中的最小值作为 DUT 的漏音隔离度判定值。判定值不低于表 8 规定限值时，该项判为符合。3 个测点的 A 计权总隔离度、100Hz～10kHz 各 1/3 倍频程隔离度及侧向测点方向均应在报告中记录。

6.4 智能交互能力

6.4.1 概述

基于用户的主观体验，采用主观评价与场景化测试相结合的方式，根据测项方法要求在理想条件（安静环境&正常网络）或结合鲁棒性（噪声环境&弱网环境）对语音唤醒等功能及参数进行测评。

6.4.2 语音唤醒（准确率及响应时间）

测试目的：验证设备语音唤醒成功率及响应时延，综合评估设备唤醒交互能力。

测试环境：室内安静无干扰环境，设备标准唤醒词，人工嘴、高精度计时设备、音频播放设备。

测试步骤如下：

a) 将设备恢复默认出厂状态，开启语音唤醒待命模式；

b) 人工嘴距离人工智能眼镜 10cm，以正常人声音量、标准清晰发音，循环播放设备唤醒词 100 次，单次唤醒操作间隔不低于 2s；

c) 逐次记录设备唤醒状态、唤醒完成后设备响应的时间数据。

d) 按公式（8）和（9）计算唤醒成功率和平均响应时间：

$$\text{唤醒成功率}=(\text{成功唤醒次数}/\text{总测试次数})\times 100\% \tag{8}$$

平均响应时间=单次响应时间总和/成功唤醒次数 (9)

6.4.3 语音交互（准确率及时间）

测试目的：验证设备对各类语音指令的识别响应准确率与响应时延，评估基础语音交互性能。

测试环境：室内安静无干扰环境，人工嘴、音频播放设备，包含设备控制类、信息查询类的标准语音指令语料库。

测试步骤如下：

a) 设备正常开机运行，处于常规交互待命状态；

b) 人工嘴距离人工智能眼镜 10cm，依次播放 100 条标准语音指令，单条指令仅测试一次；

c) 逐次记录设备是否正确执行指令或反馈对应信息，同时记录从用户语音发音结束至设备开始响应的时延数据。

d) 按公式（10）和（11）计算交互成功率和平均响应时延：

交互成功率=(正确响应次数/总测试次数)×100% (10)

平均响应时延=单次响应时延总和/有效测试次数 (11)

6.4.4 语言理解准确率

测试目的：验证设备对自然长会话语义的理解精准度，评估自然语言交互能力。

测试环境：室内安静无干扰环境，人工嘴、音频播放设备，单段时长不低于 10s 的标准自然会话语料库。

测试步骤如下：

a) 设备正常运行，开启自然语言交互功能；

b) 人工嘴距离人工智能眼镜 10cm，依次播放 100 段标准自然会话内容，每段会话时长不低于 10s；

c) 人工核对设备输出的应答内容，判断是否精准匹配会话语义、回答内容具备相关性。

d) 按公式（12）计算语言理解准确率：

语言理解准确率=(语义理解正确次数/总测试次数)×100% (12)

6.4.5 支持语种

测试目的：验证设备对外语指令、外语会话的识别与理解能力，评估多语种交互性能。

测试环境：室内安静无干扰环境，人工嘴、音频播放设备，标准化中文（及其它支持语种）指令、中文（及其它支持语种）会话语料库。

测试步骤如下：

a) 设备正常运行，开启多语种识别功能；

b) 人工嘴距离人工智能眼镜 10cm，依次播放 100 中文指令、100 段中文会话；

c) 逐次记录设备交互状态、语义理解结果及交互响应时延。

d) 测试中文方言和其它语种时更换为中文方言和其它语种重新进行步骤 b)和步骤 c)即可。

计算公式：同 6.4.3、6.4.4 计算公式。

6.4.6 语音信息生成（TTS 质量）

测试目的：通过主观 MOS 评分，评估设备文本转语音生成的音频质量与听觉体验。

测试环境：安静听音评测环境，标准测试文本库，不少于 10 名专业评测人员，设备 TTS 语音生成功能正常开启。

测试步骤如下：

a) 调用设备语音生成功能，生成 100 段连续语音音频，每段音频时长不低于 30s；

b) 评测人员统一按照行业 MOS 评分标准（1 分-不可用、2 分-较差、3 分-一般、4 分-良好、5 分-优秀），对每段生成语音的音质、自然度、清晰度进行打分；

c) 汇总所有评分数据进行统计计算。

d) 按公式（13）计算 MOS 平均分：

$$\text{MOS 平均分}=\text{所有评测人员评分总和}/(\text{评测人数}\times\text{测试总次数}) \quad (13)$$

6.4.7 语音交互——AI 响应延迟

测试目的：精准测量用户语音结束至 AI 开始应答的端到端交互延迟，评估语音交互流畅度。

测试环境：室内常规环境，支持正常网络、弱网（RTT≥500ms）两种网络场景，声卡、高精度录音设备、脚本计时工具。

测试步骤如下：

a) 分别搭建正常网络、弱网测试环境，设备联网正常；

b) 人工嘴距离设备 10cm，循环播放标准提问语料，共计测试 30 次；

c) 通过录音标记用户语音结束时间点、AI 应答开始时间点，借助脚本计算单次交互延迟，统计平均延迟数据。

d) 按公式（14）和（15）计算单次 AI 响应延迟和平均响应延迟：

$$\text{单次 AI 响应延迟}=\text{AI 应答开始时间}-\text{用户语音结束时间} \quad (14)$$

$$\text{平均响应延迟}=\text{单次延迟总和}/\text{总测试次数} \quad (15)$$

6.4.8 语音交互——语言识别准确性（ASR）

测试目的：评估设备 ASR 口语识别精准度，覆盖通用语句、专业术语、数字、公式等复杂语料场景。

测试环境：安静、常规噪声两类测试场景，人工嘴、音频播放设备，包含通用口语、专业术语、数字公式的 1000 字标准口语语料库。

测试步骤如下：

a) 设备开启 ASR 语音识别功能，分别在安静、噪声环境下待命；

b) 人工嘴距离设备 30cm，逐句播放全套口语语料，同步录制设备识别输出文本；

c) 对比标准文本与识别文本，计算词错误率，同时人工核验专业术语、数字、公式的识别准确性。

d) 按公式（16）和（17）计算词错误率（WER）和术语识别正确率：

$$\text{词错误率（WER）}=(\text{（替换词数+删除词数+插入词数）}/\text{参考总词数})\times 100\% \quad (16)$$

$$\text{术语识别正确率}=(\text{正确识别术语数量}/\text{总测试术语数量})\times 100\% \quad (17)$$

6.4.9 语音交互——多语种理解能力

测试目的：验证设备对中文、中文方言（任选 2 种）、英文、西班牙语、法语、俄语、阿拉伯语、日语的识别与理解能力。

测试环境：室内安静无干扰环境，人工嘴、音频播放设备，各语种标准化测试语料库。

测试步骤如下：

a) 设备开启全语种识别功能，正常待命；

b) 人工嘴距离设备 10cm，每种语种各播放 30 条标准测试语料；

c) 逐次记录设备语种判定结果、内容识别及语义理解结果。

d) 按公式（18）和（19）计算语种识别正确率和内容理解正确率：

$$\text{语种识别正确率}=(\text{语种判定正确次数}/\text{总测试次数})\times 100\% \quad (18)$$

$$\text{内容理解正确率}=(\text{语义理解正确次数}/\text{总测试次数})\times 100\% \quad (19)$$

6.4.10 语音交互——表达能力准确度（TTS 准确性）

测试目的：评估设备 TTS 语音播报对数字、单位、公式、专业术语、特殊符号的朗读准确性。

测试环境：安静听音测试环境，包含各类特殊元素的标准测试文本，专业评测人员。

测试步骤如下：

a) 录入 30 条包含数字、计量单位、数学公式、专业术语、特殊符号的测试文本；

b) 调用设备 TTS 功能朗读文本，人工逐句核对播报内容的准确性；

c) 统计错误播报、漏播报、错读的项目数量。

d) 按公式（20）计算 TTS 朗读准确率：

$$\text{TTS 朗读准确率}=(\text{正确朗读项数}/\text{总测试项数})\times 100\% \tag{20}$$

6.4.11 智能打断——用户打断 AI 延迟

测试目的：精准测量用户发起打断语音至 AI 停止应答输出的延迟时间，评估智能打断响应效率。

测试环境：支持正常网络、弱网测试场景，声卡、高精度录音设备、脚本计时工具，标准提问、打断语料库。

测试步骤如下：

a) 搭建对应网络测试环境，设备正常联网运行；

b) 人工嘴距离设备 10cm 播放提问语料，触发 AI 应答后，在应答中途播放标准打断语料，累计测试 30 次；

c) 录音标记用户打断语音起始时间、AI 完全停止输出时间，通过脚本计算单次打断延迟及平均延迟。

d) 按公式（21）和（22）计算单次打断延迟和平均打断延迟：

$$\text{单次打断延迟}=\text{AI 停止输出时间}-\text{用户打断语音起始时间} \tag{21}$$

$$\text{平均打断延迟}=\text{单次延迟总和}/\text{总测试次数} \tag{22}$$

6.4.12 智能打断——用户打断 AI 成功率

测试目的：评估设备被用户语音打断、切换应答内容的成功率与交互合理性。

测试环境：室内安静无干扰环境，人工嘴、音频播放设备，标准提问、打断专项语料库。

测试步骤如下：

a) 设备正常运行，处于语音交互状态；

b) 人工嘴距离设备 10cm 播放提问语料，在 AI 应答过程中播放全新打断提问语料，累计测试 30 次；

c) 逐次判定设备是否成功终止原有应答、精准响应打断问题。

d) 按公式（23）计算打断成功率：

$$\text{打断成功率}=(\text{成功打断并正确响应次数}/\text{总测试次数})\times 100\% \tag{23}$$

6.4.13 拟人化——表达能力自然度

测试目的：主观评估设备 TTS 语音的自然度、流畅度、拟人化程度及打断适配表现。

测试环境：安静听音评测环境，标准交互语料、打断场景测试语料，不少于 5 名专业评测人员。

测试步骤如下：

a) 播放设备 TTS 标准朗读录音及实时交互对话录音，包含语音打断场景；

b) 评测人员从发音清晰度、语句停顿自然度、语调平稳度、机械感程度、打断适配自然度 5 个维度，按照 1-5 分标准逐项打分；

c) 汇总所有评分数据计算平均分。

d) 按公式（24）计算自然度平均分：

自然度平均分=各维度评分总和/（评测维度数×评测人数×测试次数） (24)

6.4.14 拟人化——语言表现力

测试目的：评估设备 TTS 语音的韵律变化、情感适配能力与语言表现力。

测试环境：安静听音评测环境，标准交互语料、打断场景测试语料，不少于 5 名专业评测人员。

测试步骤如下：

a) 播放设备 TTS 标准测试语料及实时交互对话录音；

b) 评测人员从韵律自然度、情感适配度、语调起伏合理性、语音感染力 4 个维度，按照 1-5 分标准打分；

c) 汇总评分数据统计综合平均分。

计算公式：同 6.4.13 中计算公式（24），注意分母中“评测维度数”改为 4。

6.4.15 环境噪音抑制——AI 误打断用户概率

测试目的：评估环境噪声、用户语音自然停顿引发的 AI 误插话、误打断概率。

测试环境：安静、复合噪声测试环境，人工嘴、背景噪声播放设备，四类专项停顿场景语料（迟疑停顿、不完整语义停顿、不完整语义+迟疑停顿、不完整语义+语调变调停顿）。

测试步骤如下：

a) 搭建对应的测试噪声环境，设备正常待命；

b) 人工嘴距离设备 10cm，四类停顿场景各播放 30 句测试语料，每句语音停顿控制在 0.5s-2.5s，同步叠加环境噪声；

c) 逐次记录设备是否在用户未主动打断时，出现误插话、误终止用户输入的异常行为；

d) 按公式（25）计算误打断概率：

误打断概率=(AI 误打断次数/总测试次数)×100% (25)

6.4.16 环境噪音抑制——用户误打断 AI 概率

测试目的：评估用户无意义发声、附和语气引发的 AI 误打断概率，验证抗干扰能力。

测试环境：室内安静无干扰环境，人工嘴、音频播放设备，标准提问语料、无意义发声（咳嗽、笑声）、附和词语料。

测试步骤如下：

a) 设备正常运行，开启语音应答功能；

b) 人工嘴距离设备 10cm 播放 30 条提问语料，在 AI 应答过程中，穿插播放 30 次无意义发声、附和词语料；

c) 逐次记录 AI 是否被无效声音误触发打断；

d) 按公式（26）计算用户误打断概率：

用户误打断概率=误打断次数/干扰试次×100% (26)

6.4.17 人声锁定——AI 响应用户成功率

测试目的：验证复杂嘈杂环境下，设备锁定目标人声、精准响应提问的抗干扰交互能力。

测试环境：可模拟咖啡馆嘈杂场景、背景人声干扰场景，人工嘴、背景噪声播放设备，可输出 SNR=10dB、SNR=15dB、SNR=20dB 三类信噪比环境，标准提问语料库。

测试步骤如下：

a) 分别搭建三类不同信噪比的噪声干扰环境；

b) 人工嘴距离设备 10cm 播放标准提问语料，同步播放背景干扰人声，每种信噪比环境测试 30

次；

c) 逐次判定设备是否精准锁定目标人声、应答内容连续且与提问语义相关；

d) 按公式（27）计算人声锁定响应成功率：

$$人声锁定响应成功率=(有效正确响应次数/总测试次数)\times 100\% \quad (27)$$

6.5 基础功能

6.5.1 外观与佩戴结构性能

6.5.1.1 测试环境与设施条件

——环境条件：温度 23℃±5℃，相对湿度 50%±20%，大气压 86kPa-106kPa，无强气流、无强电磁干扰、无明显振动。

——测试设备：精度 0.1g 电子天平、精度 0.1N 拉力计、头围测量尺、角度尺、压力传感器阵列。

6.5.1.2 重量

测试步骤如下：

a) 去除外部线材、配件，仅保留眼镜主体部分；

b) 将电子天平调零，逐台测量AI音频眼镜、AI拍摄眼镜、AI+AR眼镜主体重量，记录数据；

c) 测量前部镜框与后部镜腿重量，计算配重比（前部重量/后部重量）。

6.5.1.3 头围适配与夹紧力

测试步骤如下：

a) 用头围测量尺校准测试者头围并记录，选取4名头围52cm-62cm测试者（成年男女各2名，无头部佩戴不适史）；

b) 将眼镜佩戴于测试者头部，调节镜腿至舒适状态后记录对应的两镜腿之间距离，用拉力计测量将镜腿重新拉开至该距离时的夹紧力（测量位置为镜腿与头部接触处）；

c) 测试者进行低头、抬头、左右转头、快走等日常活动，持续10min，观察眼镜是否滑落、移位。

6.5.1.4 折叠性能

测试步骤如下：

a) 用角度尺测量眼镜展开状态总长度L_1，折叠后最小长度L_2，计算折叠缩小率：$((L_1-L_2)/L_1)\times 100\%$；

b) 对眼镜铰链进行10000次开合循环测试（开合角度在0°-180°内即可，频率10次/min），测试后检查铰链松动、断裂、卡顿等异常。

6.5.1.5 佩戴舒适度主观测试

测试步骤如下：

a) 10名测试者（成年男女各5名，无头部佩戴不适史）连续佩戴眼镜4h，期间模拟日常办公、轻微运动场景；

b) 填写主观评分表（1-10分）如表22所示，评分维度包括舒适度、重量感知、鼻部支承感受/耳部贴合感受、闷热感、头型适配性、运动稳定性。

表 22 佩戴舒适度主观评分表（1-10 分制）

序号	评分维度	得分（1-10	备注（填写不适部位、现
1	舒适度		
2	重量感知		
3	鼻部支承感受/耳部贴合感受		
4	闷热感		
5	头型适配性		
6	运动稳定性		

注：10 分制等级说明如下：

10：理想，完全无不适感

8-9：很好，仅有极轻微感知，不会造成使用干扰

6-7：良好，存在轻微不适，可长时间佩戴

4-5：一般，不适感明显，勉强可完成 4 小时测试

1-3：差，不适感强烈，难以维持佩戴

计算方法：单个测试者满分为 60 分。取 10 位测试者分数的算数平均值，不低于 36 分则为通过。

6.5.1.6 镜圈面部弧度

参照 GB/T38004 附录 A 中术语和定义 A.13“镜圈面部弧度”（对应图 A.4“镜圈面部弧度示意图（俯视图）”）及该标准规定的方法执行。

6.5.1.7 镜圈倾斜角

参照 GB/T38004 附录 A 中术语和定义 A.14“倾斜角”（对应图 A.5“倾斜角的结构示意图”）及该标准规定的方法执行。

6.5.2 续航与充电性能

6.5.2.1 测试环境与设施条件

环境条件：常温 25℃±2℃、低温-10℃±2℃、高温 55℃±2℃，湿度 50%±20% RH，无强电磁干扰。

测试设备：电池综合测试仪、高低温试验箱、秒表、功率分析仪、2 台同型号样品（满电状态）。

6.5.2.2 典型场景续航

测试步骤如下：

a) 样品充满电后，分别设置单目单色显示场景、全彩显示场景、重载并发场景这3种模式（各个定义见第3.4-3.6章节，重载并发场景需含录像），开机持续工作至自动关机；

b) 用秒表记录各模式续航时长，每台样品测试 3 次，每台样品取其 3 次测试结果中的最大值。2 台样品均分别达标则视为达标。

6.5.2.3 充电性能

测试步骤如下：

a) 将电池样品按照0.2C放电至规格书截止电压，然后采用规格书快速充电电流充电30min；

b) 以0.2C测试电池实际放电时间。

6.5.2.4 高低温放电性能

测试步骤如下：

a) 将样品置于-10℃高低温试验箱，静置2h后，以0.2C倍率放电，记录放电容量；

b) 更换样品，置于55℃高低温试验箱，静置2h后，以0.2C倍率放电，记录放电容量；

6.5.2.5 常温倍率性能

常温25℃±2℃下，样品满电后以1C倍率放电，用秒表记录放电时长。

6.5.2.6 循环寿命

测试步骤如下：

a) 常温25℃±2℃：样品以参照电池规格书要求的充放电条件充放循环500周，每周循环后测量电池容量；

b) 高温45℃±2℃：样品以参照电池规格书要求的充放电条件充放循环300周，每周循环后测量电池容量。

6.5.2.7 常温满电存储

测试步骤如下：

a) 常温25℃±2℃下，样品满电后静置存储28天；

b) 以0.2C倍率放电，测量恢复容量。

6.5.3 互联协同

参照GB/Z177.6—2026中第6.2.3.3章节内容，互联协同测试步骤如下：

a) 眼镜与单个外部设备建立连接；

b) 连接成功后，使用外部设备播放音乐或视频；

c) 在眼镜上执行控制操作，查看能否控制外部设备音乐或视频播放状态。

6.5.4 人身安全防护与可靠性

6.5.4.1 防尘测试（IP5X）

设备：防尘试验箱（含滑石粉，粒径 50μm 以下）；

步骤：将样品置于箱内，持续通风 8h，滑石粉浓度 2kg/m³；

判定：试验后样品内部无明显粉尘堆积，功能正常、光学镜片无模糊。

6.5.4.2 防水测试（IPX3/IPX4）

设备：喷淋试验装置（喷嘴孔径 0.8mm，流量 10L/min）；

步骤：IPX3 按与垂直方向 60°角喷淋，IPX4 全方位喷淋，每方向持续 30s；

判定：样品内部无进水，功能、外观无异常。

6.5.4.3 蓝光防护

设备：光谱辐射计（波长精度±1nm）；

步骤：分别测试镜片未安装、安装后显示模组的蓝光加权辐亮度，计算降低比例=（未安装值-安装值）/未安装值×100%；

判定：降低比例≥30%为合格。

6.5.4.4 防频闪

设备：高速相机（帧率≥10000fps）或频闪仪（精度±1Hz）；
步骤：样品满亮度工作，相机拍摄调光波形或频闪仪检测频率；
判定：实测频率≥2000Hz 为合格。

6.5.4.5 紫外线防护

设备：紫外辐照计（测量范围 200-400nm，精度±5%）；
步骤：样品正常工作，辐照计探头距镜片 5cm，均匀扫描测量；
判定：泄露量≤0.01W/m²为合格。

6.5.4.6 光生物安全

设备：光生物安全测试系统（含积分球、光谱仪）；
步骤：按标准测量 200-3000nm 光辐射，计算视网膜蓝光危害、紫外危害等指标；
判定：风险组不高于 RG1 为合格。

6.5.4.7 跌落可靠性

设备：跌落试验机（高度误差±5mm）、硬木地板（硬度≥85HD）；
步骤：样品设置为满电状态、未包装、正常开机、展开状态，分别从正面、背面、左侧、右侧、顶部、底部六方向，从 1.5m 高度自由跌落到硬木地板，每方向 1 次；
判定：试验后开机检查，功能正常、无结构松动、外观无裂纹为合格。

6.5.4.8 镜片抗冲击

设备：落球冲击试验机（钢球重量 16g±0.1g，高度调节精度±2mm）；
步骤：镜片固定于专用夹具（凸面朝上），钢球从 1.27m 高度自由下落冲击镜片中心区域；
判定：无破裂、无碎片脱落、无贯穿为合格。

6.5.4.9 接触温度限值及热防护

设备：红外测温仪（精度±0.5℃）或热电偶传感器（响应时间≤0.1s）；
步骤：测试环境 25℃±2℃、45%-75% RH，样品根据声明功能确定并记录最不利组合时的工作状态，按安全标准测试条件执行，工作 15min 后测量镜腿、镜框与皮肤接触部位温度，记录最大值；
判定：体表接触的最高温度≤43℃为合格。

6.5.4.10 电池安全

高温外部短路：57±2℃环境下，用 80±10mΩ 导线短路电池正负极，持续 24h；
过充电：采用制造商规定的最大充电电流充电至最高电压+0.2V，持续 7h；
热滥用：以 5℃/min 升温至 130℃，保温 60min；
判定：所有试验中无起火、爆炸为合格。

6.5.4.11 电池存储可靠性

设备：恒温恒湿试验箱（温度精度±0.5℃，湿度精度±2% RH）、千分尺（精度±0.001mm）；
测试步骤如下：

a) 电池满电后测量初始厚度（取电池区域 3 个不同点，取平均值）；
b) 放入试验箱，60℃、95% RH 恒温恒湿存储 7 天；
c) 取出后在 25℃环境静置 2h，复测厚度，计算膨胀率=（存储后厚度-初始厚度）/初始厚度×100%；

判定：膨胀率≤10%为合格。

6.5.4.12 电磁兼容安全-静电抗扰度

设备：静电放电发生器；
测试步骤如下：
——对电池测试为接触放电±8kV，空气放电±15kV；
——对整机测试为接触放电±6kV，空气放电±8kV。
注：测试中对样品外壳、接口等关键点放电。

6.5.4.13 电磁兼容安全-辐射抗扰度

设备：电波暗室、信号发生器（80MHz-1GHz）；
步骤：场强 10V/m，样品正常工作，承受辐射干扰；
判定：试验中及试验后，样品功能正常、无性能降级为合格。

6.5.4.14 环境适应性

高低温测试：-10℃、45℃分别放置 4h，开机测试功能；
湿度测试：90% RH（25℃）放置 24h，功能正常；
低气压测试：海拔 3000m（70kPa）放置 4h，功能正常；
判定：样品分别检测贮存和工作状态。各环境下样品可正常启动、稳定工作为合格。

6.5.4.15 听力安全

测试方法应符合 GB4943.1—2022 中 10.6 的规定。

6.5.4.16 基础安全要求

GB 4943.1—2022 和 GB/T9254.1—2021 相关规定的测试不再单独列出。参测样品需提供适用条款符合性证据。

6.5.5 隐私安全

6.5.5.1 提示

直接目测检查整机，其中防漏音要求的测试方法见本文件第 6.3.6 章节。

6.5.5.2 数据

记录存储加密方法、保存时间、认证方式和传输加密协议等。

附 录 A

（资料性）

扩展技术性能与测试方法

A.1 扩展技术性能

A.1.1 环境光感应性能

AI 眼镜在拍摄、视频录制及视觉识别场景下，可配置环境光传感器（ALS）。该传感器用于快速感知全局环境光照强度，辅助相机自动曝光控制、HDR/夜景模式切换、显示屏亮度自适应调节，并提升视觉识别在复杂光照下的稳定性与鲁棒性。环境光感应性能可满足拍摄场景需求，确保自动曝光、白平衡调节准确、快速响应。核心指标包括：

a) 感应精度：在100-20000lx范围内，光强测量偏差≤7%。本指标在QC/T 1192-2023第4.2.5章节基础上根据拍摄/视觉识别场景需求制定；

b) 动态响应：光强突变时（100lx→10000lx或反之），响应时间≤1s；

c) 环境适应性：-10℃-45℃、10%-90% RH环境下，感应精度偏差≤10%；

d) 抗干扰性：在手机屏幕光、荧光灯光等复杂光源下，测量偏差≤10%，不影响拍摄效果。

A.1.2 智能交互能力

A.1.2.1 人声锁定——AI 主动交互成功率

AI主动交互成功率是指用户长时间静默、无任何语音/视觉输入状态下，设备主动发起问候、询问等交互行为的能力达成比例。AI主动交互成功率能力如表A.1所示。

表A.1 AI主动交互成功率能力

分值	主动交互成功率
5	≥90%
4	80%≤成功率＜90%
3	70%≤成功率＜80%
2	50%≤成功率＜70%
1	＜50%

A.1.2.2 视觉智能交互能力

A.1.2.2.1 视觉识别

视觉识别能力包括静态识别（如二维码识别、物体识别）和动态识别（如手势识别、动作识别）。如**错误!未找到引用源。**A.2所示。

注：手势识别特指手部指尖、手掌姿态与细微动作的局部识别；动作识别特指人体肢体、躯干大范围连续运动轨迹与行为动作的全局识别。

表 A.2 视觉识别性能

类型	正确率	延迟
静态识别	≥98%	≤100ms

动态识别	≥95%	≤100ms

A.1.2.2.2 视觉信息生成

根据智能化分级的不同，视觉信息生成能力如表A.3所示。

表 A.3 视觉信息生成

智能等级	2D静态视觉信息	2D动态视觉信息	3D动态视觉信息
L1	√		
L2	√	√	
L3	√	√	√

A.1.2.3 触觉智能交互能力

可支持通过不同按键或触控指令控制设备进行不同动作（如单击、双击、滑动等），能够准确理解用户意图，实现输出音量调节、菜单切换等操作。触觉识别性能如表A.4所示。

表 A.4 触控响应性能

参数名称	性能
触控交互正确率	≥90%
触控交互延时	≤150ms

A.1.2.4 姿态智能交互能力

可支持通过点头、摇头等姿态控制设备进行不同动作。姿态智能交互性能如表A.5所示。

表 A.5 姿态检测性能

参数名称	性能
识别正确率	≥90%
响应延时	≤200ms

A.1.2.5 多模态智能交互能力

可支持连续使用语音、视觉、触觉、姿态任意两种及以上方式输入指令。多模态交互性能如表A.6所示。

表 A.6 多模态交互性能

参数名称	性能
多模态交互响应正确率	≥95%
多模态交互响应延时	≤500ms

A.1.2.6 认知（以理解与推理为主）能力

可支持下列认知（以理解与推理为主）能力：

——理解用户包含条件或多个步骤的复杂指令；

——理解用户的复杂意图或可以澄清用户意图；

——理解摄像头拍摄的复杂场景的基础图像信息；
——对用户信息、设备信息和环境信息等多种来源的信息进行融合理解；
——综合对话、拍摄等不同来源信息进行复杂的链式推理。

A.1.2.7 记忆能力

可支持下列记忆能力：
——具备对单个会话不少于5轮次的上下文内容的记忆能力；
——具备对会话历史、用户偏好的长期存储与调用能力，并能在后续对话中被调用。

A.1.2.8 防误闯

防误闯可<10%@1m。

A.1.3 操作系统版本更新升级

A.1.3.1 安全升级能力

人工智能眼镜操作系统可支持空中下载（OTA）安全升级，升级全过程需具备完整性校验、加密传输、身份认证机制，防止升级包篡改、伪造与非法植入。

A.1.3.2 端云协同升级

人工智能眼镜可支持端侧模型与云端大模型协同升级，可按需触发端侧模型增量更新或云端大模型能力同步，支持云端调度与端侧自主拉取两种升级模式。

A.1.3.3 升级过程稳定性

升级过程中，人工智能眼镜基础功能（如通话、音频播放、基础显示）可正常可用，无中断、卡顿或功能失效现象。

A.1.3.4 升级失败时正常工作

人工智能眼镜可具备升级失败时自动回滚或保持在当前版本正常工作的机制，升级包校验失败、安装中断或启动异常时，可自动恢复至升级前稳定版本，回滚后基础功能正常，且支持手动触发回滚操作。

A.2 扩展测试方法

A.2.1 环境光感应性能

测试方法参见 T/UWA 025.2-2025。

A.2.2 智能交互能力

A.2.2.1 人声锁定——AI 主动交互成功率

测试目的：验证用户长时间静默状态下，设备主动发起语音交互的能力。
测试环境：室内安静无干扰环境，设备正常佩戴运行，无任何语音、视觉信号输入。
测试步骤如下：

a) 设备处于常规待命状态，无任何操作与语音输入；
b) 用户保持全程静默 60s，观察设备是否主动发起问候、询问等交互行为；
c) 重复完整测试流程 5 次，统计主动交互成功次数。
d) 按公式（A.1）计算主动交互成功率：

主动交互成功率=(成功主动发起交互次数/总测试次数)×100% (A.1)

A.2.2.2 视觉识别（静态）

测试目的：验证设备对二维码、静态物体的视觉识别准确率与稳定性。

测试环境：标准室内光照环境，无强光、暗光、反光干扰，标准二维码、静态物体测试图库。

测试步骤如下：

a) 设备正常佩戴运行，开启视觉识别功能；
b) 在设备正前方 30cm-50cm 位置，依次展示各类静态测试图像，累计测试 100 次；
c) 逐次记录设备是否精准识别对应静态对象。
d) 按公式（A.2）计算静态识别成功率：

静态识别成功率=(识别正确次数/总测试次数)×100% (A.2)

A.2.2.3 视觉识别（动态）

测试目的：验证设备对动态手势、动态动作的视觉识别精准度。

测试环境：标准室内光照环境，无光影干扰，设备支持的标准手势动作库。

测试步骤如下：

a) 设备正常佩戴运行，开启动态视觉识别功能；
b) 在设备正前方，以标准速度、标准幅度完成设备支持的各类手势动态动作，累计测试 100 次；
c) 逐次记录设备动态动作识别结果；
d) 参照公式（A.2）计算动态识别成功率。

A.2.2.4 视觉信息生成

参照GB/Z 177.6-2026中6.3.3.2.3和6.4.3.2.5章节执行。

2D动态视觉测试步骤如下：佩戴眼镜，通过外部语音信息或图像信息等输入，查看眼镜能否在屏幕上生成2D动态视觉信息。

3D 动态视觉测试步骤如下：在三个场景中，执行 3D 内容生成指令或操作，查看眼镜能否在屏幕上呈现 3D 视觉内容，如将相册内的 2D 图片转换成 3D 视觉内容呈现等。

A.2.2.5 触觉智能交互（准确率及响应延时）

测试目的：验证设备按键、触控操作的交互准确率与响应时延。

测试环境：设备正常佩戴状态，触控、按键功能完好，室内常规测试环境。

测试步骤如下：

a) 设备正常开机运行，待命状态；
b) 按照标准操作规范，依次完成单击、双击、滑动等各类触控指令，每种操作标准执行 100 次，操作力度、速度均匀规范；
c) 逐次记录设备指令执行状态，同时记录操作完成至设备响应反馈的时间。
d) 按公式（A.3）和（A.4）计算触觉交互成功率和平均响应时间：

触觉交互成功率=(操作执行成功次数/总测试次数)×100% (A.3)

平均响应时间=单次响应时间总和/成功次数 (A.4)

A.2.2.6 姿态智能交互（准确率及响应延时）

测试目的：验证设备对点头、摇头等头部姿态动作的识别准确率与响应时延。

测试环境：设备正常佩戴状态，室内稳定无干扰环境，姿态动作识别功能正常开启。

测试步骤如下：

a) 设备处于正常交互待命状态；

b) 以标准幅度、标准速度完成点头、摇头姿态动作，两类动作各测试 10 次；

c) 逐次记录设备姿态识别结果及响应时间；

d) 参照公式（A.3）和（A.4）计算姿态交互成功率和平均响应时间。

A.2.2.7 多模态智能交互（准确率及响应延时）

测试目的：验证设备语音+视觉联合多模态交互的识别准确率与响应时延。

测试环境：标准室内光照、安静无干扰环境，语音+视觉组合测试用例库，设备多模态交互功能正常开启。

测试步骤如下：

a) 设备正常运行，开启多模态智能交互功能；

b) 同步输入时长不低于 10s 的语音内容及静态/动态视觉信号，累计完成 100 次组合测试；

c) 逐次记录设备整体响应状态，统计从多模态信号输入结束至设备完成响应的时延数据。

d) 参照公式（A.5）和（A.6）计算多模态交互成功率和平均响应时间。

$$\text{多模态交互成功率}=(\text{响应成功次数}/\text{总测试次数})\times 100\% \tag{A.5}$$

$$\text{平均响应时间}=\text{单次响应时间总和}/\text{成功次数} \tag{A.6}$$

A.2.2.8 认知（理解与推理）能力

应符合 GB/Z 177.6-2026 中第 6.4.2 章节内容。

A.2.2.9 记忆能力测试

应符合 GB/Z 177.6-2026 中第 6.4.4 章节内容。

A.2.2.10 防误闯测试

在标准声学环境下，以多方位扬声器播放他人对话、广播、电视和近音词语料，分别覆盖目标用户与非目标声源；记录设备唤醒行为，按片段统计误唤醒率。

A.2.3 操作系统版本更新升级

A.2.3.1 安全升级能力

测试步骤如下：

a) 搭建OTA测试环境，部署合法升级包与篡改/伪造升级包各1份；

b) 触发设备OTA升级，验证设备仅接受合法签名升级包，拒绝非法包并提示安全异常；

c) 抓包验证传输链路采用TLS1.2及以上加密，升级包具备SHA-256完整性校验与RSA/ECC验签机制。

A.2.3.2 端云协同升级

测试步骤如下：

a) 配置云端大模型与端侧模型协同升级策略，分别设置端侧增量更新、云端能力同步任务；

b) 触发升级，验证设备可正常接收云端指令或自主拉取升级包，完成端云模型版本匹配；

c) 断网后恢复网络，验证设备可自动续传并完成同步，无版本错乱。

A.2.3.3 升级过程稳定性

测试步骤如下：

a) 启动OTA升级，同步执行通话、音频播放、亮度调节等基础操作；

b) 全程监测功能状态，记录是否出现中断、无响应、音质异常、显示花屏等问题；

c) 升级完成后，复测所有基础功能，确认功能正常、数据无丢失。

A.2.3.4 升级失败回滚

测试步骤如下：

a) 制造升级异常场景：

——场景1：下载中断（模拟断电/断网）；

——场景2：升级包篡改（校验失败）；

——场景3：安装后启动异常（注入故障）；

b) 触发升级并复现异常，验证设备自动回滚至原版本，回滚时间≤500ms；

回滚后复测基础功能，确认完全恢复；手动触发回滚，验证功能正常。

参考文献

[1] T/TMAC 237-2025 AR眼镜用Micro-LED微型显示模组技术要求
[2] QC/T 1192-2023 汽车用环境光传感器
[3] T/UWA 025.2-2025 超高清交互显示器 第2部分 环境光感应性能测量方法