

ICS 33.160.50
CCS M74



世界超高清视频产业联盟标准

T/UWA XXX-X-2026

人工智能眼镜通用技术要求和测试方法

General technical requirements and test methods for artificial intelligence (AI)
glasses

(本稿完成时间：2026-07-30)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

目 录

1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	5
4 缩略语	6
5 技术要求	7
5.1 总则	7
5.1.1 感知采集功能	8
5.1.2 智能计算处理功能	8
5.1.3 多模态交互功能	9
5.1.4 视听输出展示	9
5.1.5 安全与隐私保护模块功能	10
5.1.6 整机要素配套支撑与协同	10
5.2 视觉相关能力要求	10
5.2.1 拍摄能力	10
5.2.2 近眼显示能力	11
5.2.3 环境光感应性能	12
5.3 声学能力要求	12
5.3.1 概述	12
5.3.2 电声性能	12
5.3.3 基本场景化功能要求	13
5.4 智能交互能力要求	14
5.4.1 语音智能交互能力	14
5.4.2 视觉智能交互能力	18
5.4.3 触觉智能交互能力	19
5.4.4 姿态智能交互能力	19
5.4.5 多模态智能交互能力	19
5.4.6 认知（以理解与推理为主）能力	19
5.4.7 记忆能力	19
5.4.8 操作系统版本更新升级要求	20
5.5 适用性要求	20
5.5.1 外观与佩戴结构性能	20
5.5.2 续航与充电性能	21
5.5.3 互联协同	21
5.5.4 人身安全防护与可靠性	21
5.5.5 隐私安全	22
6 测试方法	22
6.1 测试环境与测试设备	22
6.1.1 测试环境	22

6.1.2 测试设备	23
6.2 视觉相关能力测试	23
6.2.1 拍摄能力	23
6.2.2 近眼显示能力	24
6.2.3 环境光感应性能	27
6.3 声学能力	27
6.4 智能交互能力	32
6.4.1 语音唤醒（准确率及响应时间）	33
6.4.2 语音交互（准确率及时间）	33
6.4.3 语言理解准确率	33
6.4.4 支持语种	33
6.4.5 语音信息生成（TTS 质量）	33
6.4.6 语音交互——AI 响应延迟	34
6.4.7 语音交互——语言识别准确性（ASR）	34
6.4.8 语音交互——多语种理解能力	34
6.4.9 语音交互——表达能力准确度（TTS 准确性）	34
6.4.10 智能打断——用户打断 AI 延迟	35
6.4.11 智能打断——用户打断 AI 成功率	35
6.4.12 拟人化——表达能力自然度	35
6.4.13 拟人化——语言表现力	35
6.4.14 环境噪音抑制——AI 误打断用户概率	35
6.4.15 环境噪音抑制——用户误打断 AI 概率	36
6.4.16 人声锁定——AI 主动交互成功率	36
6.4.17 人声锁定——AI 响应用户成功率	36
6.4.18 视觉识别（静态）	36
6.4.19 视觉识别（动态）	36
6.4.20 视觉信息生成	37
6.4.21 触觉智能交互（准确率及延时）	37
6.4.22 姿态智能交互（准确率及响应延时）	37
6.4.23 多模态智能交互（准确率及响应延时）	37
6.4.24 认知（理解与推理）能力	37
6.4.25 记忆能力测试	37
6.4.26 操作系统版本更新升级	37
6.5 用户体验及适用性	38
6.5.1 外观与佩戴结构性能	38
6.5.2 续航与充电性能	39
6.5.3 互联协同	40
6.5.4 人身安全防护与可靠性	40
6.5.5 隐私安全	42

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准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、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、新型显示与视觉感知石城实验室、深圳市豪鹏科技股份有限公司、广州视源电子科技股份有限公司、中移（杭州）信息技术有限公司、TCL 华星光电技术有限公司、广东图盛超高清创新中心有限公司、马栏山音视频实验室、工业和信息化部电子第五研究所、中电信人工智能科技（北京）有限公司、天翼数字生活科技有限公司、中兴通讯股份有限公司、上海数字电视国家工程研究中心有限公司、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、清科万道(北京)信息技术有限公司、杭州光粒科技有限公司、安徽李未可科技有限公司、是野科技（深圳）有限公司、蓝思科技股份有限公司、上海声网科技有限公司、利亚德光电股份有限公司、深圳创维显示科技有限公司、歌尔股份有限公司、上海艾为电子技术股份有限公司、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、京东方科技集团股份有限公司、灵伴科技（杭州）股份有限公司、联通视频科技有限公司。

本文件主要起草人：。。。

人工智能眼镜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（含AI+AR眼镜、AI音频眼镜及AI拍摄眼镜）的视觉、声学、智能交互和适用性等通用技术要求及对应的测试方法。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。

以下产品可参考本文件：

——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。

注：本文件限定要求必须具备显示能力。

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 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 21520-2023 计算机显示器能效限定值及能效等级

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 39552.1-2020 太阳镜和太阳镜片 第1部分：通用要求

GB 50800-2012 消声室和半消声室技术规范

GB/T 2423.5-2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击

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 12060.1-2017 声系统设备 第1部分：概述

GB/T 12060.7-2013 声系统设备 第7部分：头戴耳机和耳机测量方法

GB/T 35273-2020 信息安全技术 个人信息安全规范

GB/T 37132-2018 无线充电设备的电磁兼容性通用要求和测试方法

GB/T 38004-2019/ISO 8624:2011 眼镜架 测量系统和术语

GB/T 38259-2019 信息技术 虚拟现实头戴式显示设备通用规范

GB/T 39552.2-2020 《太阳镜和太阳镜片 第2部分：试验方法

GB/T 45574-2025 数据安全技术 敏感个人信息处理安全要求

GB/T 50719-2011 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

YD/T 2309-2011 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

UWA T/UWA 025.2-2025 超高清交互显示器件 第2部分 环境光感应性能测量方法

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）

IEC 62471: 2006 灯和灯系统的光生物安全性（Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems）

IEC 63145-20-10: 2019 眼戴显示 第 20-10 部分: 基本测量方法 光学特性 (Eyewear display - Part 20-10: Fundamental measurement methods - Optical properties)

IEC 63145-20-20: 2019 眼戴显示 第 20-20 部分: 基本测量方法 图像质量 (Eyewear display - Part 20-20: Fundamental measurement methods - Image quality)

ITU-R BT.2020 超高清清晰度电视系统生产和国际节目交换用参数值 (Parameter Values for Ultra-High Definition Television Systems for Production and International Programme Exchange)

Wireless Power Consortium (WPC) Qi Standard 无线充电开放式感应充电标准 (Open Standard for Inductive Charging)

T/TMAC 237-2025 AR 眼镜用 Micro-LED 微型显示模组技术要求

CCSA团体标准 (在研) AI眼镜总体技术要求 (征求意见稿)

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。

注:本文件中的人工智能眼镜包括AI音频眼镜、AI拍摄眼镜、AI+AR眼镜,简称:AI眼镜。

[来源:GB/Z 177.6-2026,有修订。]

3.2

单色显示 single-color display

仅支持单一颜色的显示模式,常见的如高亮度的单绿色显示。

3.3

多色显示 multi-color display

能够显示两种或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

重载场景 high-load scenario

AI/AR眼镜在视觉与空间感知、端侧AI实时处理、光机高亮显示以及无线数据传输四项任务中,同时并发本类型眼镜的全部上述高算力与高功耗任务,致使整机功耗与热负荷达到峰值的极限运行状态。

3.5

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。

3.6

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，部署于设备本地的人工智能模型。它支持端侧独立运行或端云协同运行。

3.7

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。

3.8

广角畸变 wide field-of-view distortion / wide-FoV 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)

AOP: 声学过载点 (Acoustic Overload Point)

ASR: 自动语音识别 (Automatic Speech Recognition)

BER: 误码率 (Bit Error Rate)

CCT: 相关色温 (Correlated Color Temperature)

dBFS: 相对于满刻度的分贝数 (Decibels relative to Full Scale)

DRP: 动态分辨率处理 (Dynamic Resolution Processing)

DSP: 数字信号处理 (Digital Signal Processing)

DT: 双讲 (Double Talk)

DUT: 被测设备/待测设备 (Device Under Test)

ERL: 回声返回损耗 (Echo Return Loss)

ERLE: 回声消除增益 (Echo Return Loss Enhancement)

EIS: 电子防抖 (Electronic Image Stabilization)

FoV: 视场角 (Field of View)

FS: 自由曲面 (Free Surface)

GtG: 灰阶切换 (Gray to Gray)

HAL: 硬件抽象层 (Hardware Abstraction Layer)

HATS: 人头和躯干仿真测试系统 (Head And Torso Simulator)

HDR: 高动态范围 (High Dynamic Range)

HUD: 抬头显示 (Head-Up Display)

IMU: 惯性测量单元 (Inertial Measurement Unit)

IEC: 国际电工委员会 (International Electrotechnical Commission)

LMD: 光测量装置/设备 (Light Measuring Device)

MCU：微控制器单元（Microcontroller Unit）
MI：多模态交互（Multi-modal Interaction）
MOS：平均意见得分（Mean Opinion Score）
NPU：神经网络处理单元（Neural Processing Unit）
ODSM：端侧小模型（On-Device Small Model）
OTA：空中下载（Over-the-Air Technology）
PPI：每英寸像素点数（Pixels Per Inch）
PWM：脉冲宽度调制（Pulse Width Modulation）
RGB：红绿蓝（Red Green Blue）
RoHS：有害物质限制指令（Restriction of Hazardous Substances）
RMS：均方根（Root Mean Square）
RTT：往返时延（Round Trip Time）
SNR：信噪比（Signal-to-Noise Ratio）
STOI：短时客观可懂度（Short-Time Objective Intelligibility）
THD：总谐波失真（Total Harmonic Distortion）
T60：混响时间 60（Reverberation Time 60）
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）
WER：词错误率（Word Error Rate）

5 技术要求

5.1 总则

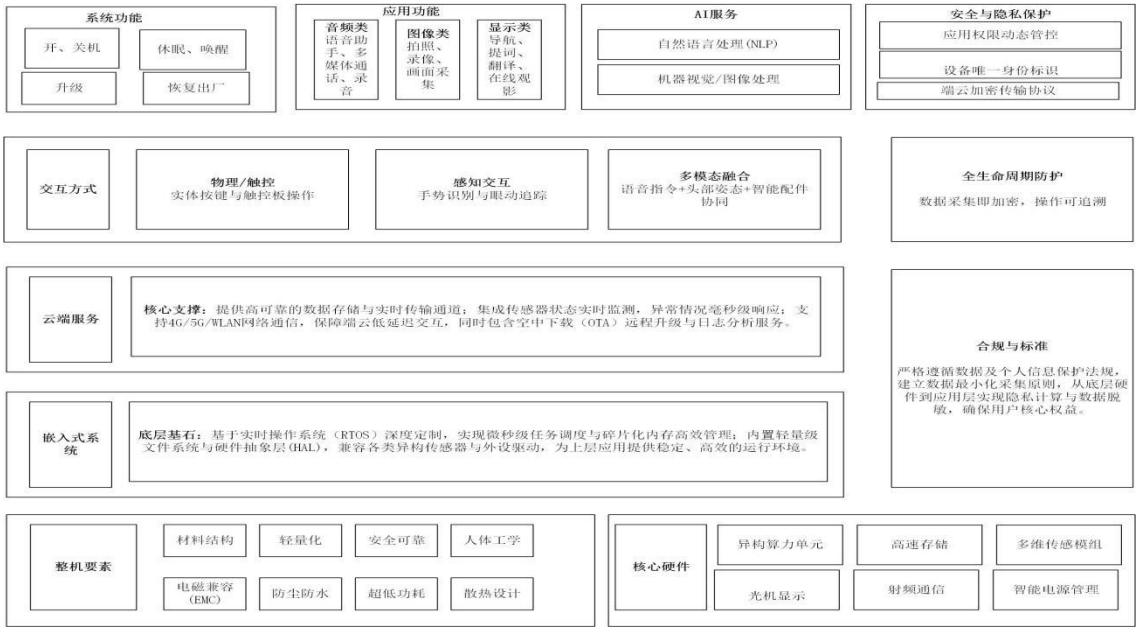


图 1 AI 眼镜系统架构图

人工智能（AI）眼镜依托整机硬件（涉及图1中的“整机要素”和“核心硬件”）、嵌入式系统、云端服务、交互方式（可进一步细分为“物理/触控”、“感知交互”和“多模态交互”）、系统功能、应用功能、AI服务、安全与隐私保护等模块协同运行。通过感知采集、智能计算处理、多模态交互、视

听输出展示将图1中的“整机要素”和“核心硬件”中的各器件及功能单元组织输出为完整的承载全场景智能服务链路。各模块功能协同运行中也同步搭载了“全生命周期防护”与“合规与标准”支撑能力。人工智能（AI）眼镜主要通过“感知采集-智能计算处理-多模态交互-视听输出性展示”四大核心功能链路实现全场景智能服务，视觉、声学、智能交互、适用性四类技术能力相互协同、层层递进，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。

5.1.1 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。严格遵循最小必要采集原则，仅采集场景所需数据，杜绝过度采集用户图像、语音、环境等敏感信息，从源头规避隐私泄露风险。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。

5.1.2 智能计算处理功能

智能计算处理功能以 AI 智能体（Agent）作为全局任务调度中枢，依托本地部署的端侧小（On-Device Small Model, ODSM）或是联动云端大模型，统一完成自然语言处理、机器视觉、多模态推理全链路智能分析，为整机全部交互行为提供统一决策支撑。整机应当同时支持端侧独立离线运行、端云协同混合运行两种工作模式，全部模式切换逻辑由 AI 智能体自主管控，智能体实时采集网络传输时延、设备整机算力负载、用户隐私授权三类状态信息，动态调整 AI 推理任务的本地 / 云端分配路径，保证室内、户外、无网络等全使用场景下 AI 服务持续可用，不会出现交互中断、功能失效问题。

整套 AI 智能体体系分为本地轻量化智能体、云端增强型智能体两大部分，两类智能体建立双向数据通信链路协同完成任务规划、上下文记忆存储、多步骤链式推理相关工作。其中本地轻量化智能体固化部署于设备嵌入式系统内部，为标准必配基础能力，设备在完全断网环境下可独立运行，以本地端侧小模型作为底层推理执行载体，统一调度设备全部本地 AI 运算资源，完成基础任务拆分、短时会话上下文存储、本地交互指令解析、用户访问权限校验、原始传感数据脱敏预处理、端云通信链路切换等基础逻辑，仅依托本地硬件即可完成所有单步骤、轻量化用户交互任务。云端增强型智能体依托云端大模型算力实现高阶 AI 能力拓展，属于推荐配置功能，仅在设备正常联网且获取用户授权后启用，能够处理多意图复合指令拆解、超长时序会话记忆、跨设备联动调度、深度逻辑链式推理、AIGC 生成内容规划等复杂计算需求；本地智能体仅向云端智能体推送脱敏后的特征数据，云端完成复杂运算后将最终处理结果回传至本地智能体，统一整理后向用户输出交互反馈。

所有高频交互、低时延要求、涉及用户视听敏感信息的 AI 推理任务，均需轻量化优化后的端侧小模型部署在设备本地，由本地轻量化智能体统一调度执行，全程无需网络支持，设备断网状态下功能不可缺失。该类本地运算覆盖设备全音频处理相关能力，包含离线语音唤醒、本地短句自动语音识别（ASR）、实时声学回声消除（AEC）、风噪与环境自适应噪声抑制、本地短句文本转语音（TTS）播报；同时覆盖全套基础视觉感知运算，包含二维码与条码识别、基础手势及头部姿态识别、IM 电子防抖运算、环境光传感器（ALS）实时数值解析、简易静态物体检测；兼顾基础交互逻辑处理，可完成单次会话不超过 5 轮的上下文记忆存储、触控与头部姿态指令解析；同时承载系统底层运维运算，包含整机故障自主检测、OTA 升级包完整性校验、各类传感器原始数据特征提取、本地权限判定逻辑。上述全部运算流程仅在设备硬件本地闭环完成，设备不会默认将原始图像、完整语音音频向外传输至云端服务器。

对于高算力消耗、依赖海量知识库、生成式 AI 相关复杂任务，适宜依托云端大模型搭配云端增强型智能体协同完成处理，仅在设备稳定联网环境下启用，网络中断后智能体自动关停该类云端运算链路。云端协同业务覆盖自然语言高阶处理，包含长文本问答、多轮复杂逻辑推理、多语种长段落翻译、专业

知识库检索；高精度视觉解析与生成能力，包含细粒度目标物体识别、三维空间建模、长时序视频内容解析、图文及语音类 AIGC 内容生成；用户个性化云端存储服务，包含跨设备长期会话记忆同步、用户使用偏好云端归档、端侧小模型增量更新包下发；以及拓展类联网交互，包含实时在线导航、多智能终端联动控制等场景功能。

本地轻量化智能体作为整套系统唯一调度核心，持续监测端云通信往返时延（RTT），依据网络质量划分三档策略自动分配推理任务。设备处于正常网络状态，如往返时延小于 500ms 时，本地智能体优先分配实时轻量感知任务交由端侧小模型本地运算，同步发起云端复杂计算请求，本地、云端运算结果融合统一后呈现给用户；设备处于弱网、网络抖动场景，往返时延区间如在 500ms 至 2000ms 之间时，智能体主动终止云端高负载推理任务，仅保留短句查询类轻量化云端交互通道，其余全部 AI 处理逻辑切换至本地端侧小模型离线执行；设备完全断开网络时，本地智能直接切断所有云端数据传输通路，整机感知、交互类 AI 功能全部依靠本地端侧小模型独立运行，不会出现功能宕机、交互失效的现象。智能体内置强制隐私管控逻辑，人脸图像、完整录音、全景原始影像等敏感原始数据不允许默认上传云端，仅可由本地智能体提取脱敏特征向量后发起云端交互请求；若业务场景确需传输原始音视频素材，必须提前获取用户单独授权，且授权支持一键关闭，关闭后智能体不再发起任何原始视听数据对外传输行为。

针对感知采集模块输出的拍摄图像、录制音频等全部敏感数据，AI 智能体统一统筹本地缓存、无线传输、云端存储、云端算力运算全流程加密管控，整条数据链路全程采用国密高强度加密算法完成存储与传输加密，有效规避无线信道窃听、数据篡改、非法截取等安全风险；同时智能体内置标准化 AI 伦理校验逻辑，在任务调度阶段自动拦截违规数据推演、无差别隐私数据滥用、差异化算法歧视等不合规运算行为，保障全链路数据处理行为合规、评判逻辑公平可控。

智能计算处理功能依托分层硬件底座完成全链路支撑，本地异构算力单元、高速存储、射频通信模组共同构成端侧小模型与本地轻量化智能体的硬件运行载体；设备嵌入式系统基于实时操作系统完成微秒级任务调度、碎片化内存资源管理，封装标准化硬件抽象层（HAL），兼容整机全部传感外设，为本地智能体、端侧小模型提供稳定底层运行环境。整机 AI 服务模块采用分层架构实现算力与智能体协同调度，底层算法库承载全部端侧小模型本地推理运算，中间调度层为本地轻量化智能体，统一负责任务拆解、上下文记忆管理、端云链路自适应切换，上层按需对接云端增强型智能体与云端大模型资源；云端服务模块提供加密持久化存储、多制式低时延传输通道，支撑端云双向数据交互、本地智能体与端侧小模型 OTA 增量升级下发、整机运行加密日志采集、设备远程状态监测相关业务。

5.1.3 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。

5.1.4 视听输出展示

AI眼镜通过光学显示、音频播放等模块，提供导航、翻译、多媒体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，严格落实AIGC强制标识要求，通过水印、文字标注、专属标识等显性方式，对所有AI生成内容进行清晰、不可篡改的来源标识，明确区分人工内容与AI生成内容，保障内容传播的真实性与可溯源性。

5.1.5 安全与隐私保护模块功能

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。

5.1.6 整机要素配套支撑与协同

AI眼镜的系统底层基础功能包含设备开关机、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、散热设计开展硬件结构设计；配套智能电源管理单元统筹整机功耗分配，从硬件层面保障设备长期稳定运行。

AI眼镜围绕近眼光机显示、声学处理、多模态智能交互、整机适配性四类核心技术能力开展功能落地，各技术能力相互协同支撑全场景用户服务，安全隐私、算法伦理、生成内容合规相关能力贯穿硬件、系统、云端、AI服务、交互、应用全模块，实现智能服务与标准化合规能力一体化承载。

AI眼镜在面向用户体验方面，包括视觉、声学、智能交互和适用性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。

注：对于安全、个人隐私、AI伦理及AIGC合规标识等除本文件中明确要求外，还应参照国家相关法规要求及相关国家/地区的法规要求。

5.2 视觉相关能力要求

人工智能眼镜的视觉相关能力包括拍摄和近眼显示两方面。

5.2.1 拍摄能力

具备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。拍摄能力要求见表1。

表 1 拍摄能力要求

性能指标	性能要求	备注
拍照分辨率	后置拍摄传感器像素≥12M，实拍照片输出分辨率≥1920×1080（即1080P）	
视频录制分辨率@刷新率（帧率）	≥1080P@30fps	
广角畸变	≤±1.5%	
电 子 防 抖（EIS）	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（能力等级定义见附表）。 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	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

	义见附表)。 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》。	测量单元)融合的电子防抖(EIS)视频防抖。
--	--	------------------------

注 1: AI 眼镜在拍摄、视频录制及视觉识别场景下,应配置环境光传感器(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。

注 2: 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。建议将视频防抖能力纳入摄像头规格要求。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。近眼显示能力要求见表2。

表 2 近眼显示能力要求

性能指标	性能要求	备注
显示色彩规格	应支持单色显示,宜支持多色显示	本要求目测即可,无单独测试用例。
像素角密度	≥18(单色显示、多色显示)	
视场角(FoV)	≥20°	该视场角通常即指对角视场角。
亮度	≥200nits	本亮度指入眼亮度。
亮度均匀性	≥20%	
双目亮度一致性	≥70%	本指标待进一步行业调研及测试确认。
色度	用(u',v')表示,暂无指标要求。	
色度均匀性	$\Delta u' \ v' \ (R/G/B/W) \leq 0.02$ 。	
全屏对比度	≥30:1	目前方案不统一且表现差异较大。 注:建议值待测试确认。测试中需要明确不同方案的产品。
棋盘格对比度	≥30:1	注:是否保留该项及建议值(及是否细分为不同方案)待测试确认。
畸变	≤1.5%(光波导方案) ≤20%(非光波导方案)	注:光波导方案待测试确认是否调整为在3-5%之间取值。
色域覆盖率(参见ITU-R BT.2020)	≥65%(仅针对多色显示。)	色域覆盖率属于核心静态色彩指标,和分辨率、亮度、刷新率同为标配。 本指标统一采用NTSC覆盖率(CIE1931)计算方式,并以重叠面积为准。 注:建议值65%及备注待测试确认。
像倾斜	<60'	

双目垂直面发散度	<20'	
双目相对像倾斜	<25'	
倍率差	<3%	
合像距离误差	<±30%	
像素缺陷（坏点）	主视场（0.5视场）：坏点≤1个； 边缘视场（0.5-1视场）：坏点≤6个。	坏点即亮点+暗点。
刷新率（帧率）	≥60Hz	注：建议值是否根据GB/T 18978 《人-系统交互工效学》调整待测试 确认。
虚像距 ^注	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。	

注1：刷新率（Hz）：显示面板每秒能刷新画面的次数（物理能力）；帧率（fps）：内容/系统每秒输出的画面数（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。

注 2: 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。

5.2.3 环境光感应性能

环境光感应性能应满足拍摄场景需求，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：100~20000lx范围内，光强测量偏差≤7%（参照QC/T相关标准）；
- 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。

5.3 声学能力要求

5.3.1 概述

人工智能眼镜的声学能力包括音频输入（如录音、AI问答上行咨询等）和音频输出（如媒体播放、AI问答下行TTS、翻译内容播报等）两方面，能够进行语音通话。

人工智能眼镜设备应通过内置音频硬件与音频算法，实现语音拾取、回声消除、噪声抑制、语音唤醒、音频播放及低延时语音交互等功能的综合性能，旨在保证在多场景下清晰、稳定、低时延的语音交互与音频体验。

5.3.2 电声性能

人工智能眼镜的电声性能要求如表3和表4。基本的声学能力包括音频输入、音频输出和语音通话，对应第6.3.1-6.3.3章节测试用例。

表 3 音频输出（播放）性能要求

性能指标	性能要求	备注
频率响应范围	300-8000Hz	

音量范围	50-85dB(A) ^注 ，按3±1cm距离范围来测试。针对户外场景最大音量声压级上限可≤100dB(A)	
拾音距离（即眼镜至人耳的测试距离）	≥50cm	
声学延迟	≤20ms	
左右耳频率响应最大偏差	≤6dB	
降噪效果（即下行主动降噪深度）	≥25dB	参考项，不作测试要求。
头部运动追踪延时	≤200ms	参考项，不作测试要求。
空间音频定位偏差	≤5°	参考项，不作测试要求。
漏音（隔离度）	音量 85dB、背景 25dB(A)下，1kHz的漏音（隔离度）≥35dB	为保证测试可信，要求被测信号比底噪高15dB 以上即可 相对值
5总谐波失真 THD	300-1KHz时THD≤10%，1-8KHz时THD≤5%	

注 1：A 即 A 计权网络（A-Weighting Network），是一种声学测量专用加权方式。dB (A) 为 A 计权声压级，采用模拟人耳听觉频率特性的计权网络。

注 2：播放测试统一用 HATS 头模。

表 4 音频输入（采集）性能要求

性能指标	性能要求	备注
频率响应	100Hz-8kHz下±3dB	
灵敏度	≥-38dBV	
信噪比	≥65dB	
谐波失真	≤1.5%	
语音唤醒距离	≥5m（安静环境）/≥2m（嘈杂环境），唤醒率≥90%	
噪声抑制比	≥20dB（环境噪声 85dB SPL）	
回声消除	● 回声消除（ERLE）≥25dB（100Hz-8kHz 带宽）； ● 回声衰减（Echoloss）≥46dB； ● 双讲（DT）≤6dB	
声学过载点（AOP）	≥115dB	

5.3.3 基本场景化功能要求

本文件中第6.4章节的智能交互能力测试中包括大量语音交互测试用例，因此本章节不另作单独测试要求。第6.3.1-6.3.3章节测试用例将测试基本的声学能力即音频输入、音频输出和语音通话。

5.3.3.1 语音输入拾取功能

设备应支持多复杂场景语音拾取，适配室内、户外、风噪、多人混杂环境，具备用户定向拾音优

化能力；应可精准区分目标人声与环境干扰声，在远距离、低音量发声、佩戴姿态动态变化场景下，宜保持语音拾取完整、稳定、可识别，无断采、漏采、音量骤降问题。

5.3.3.2 回声消除与全双工通话功能

设备搭载全双工声学回声消除（AEC）算法，应可彻底消除设备本地播放音频产生的回声干扰；应支持双向连续自然对话，适配通话、语音交互、边播放边语音输入等场景，全程无断音、吞字、半双工卡顿、语音截断等异常，保障双向交互流畅性。

5.3.3.3 噪声抑制与语音增强功能

设备应具备自适应环境噪声抑制（ANS）、风噪抑制及语音增强能力，可自动识别稳态噪声、突发人声、户外风噪、设备本底噪声等各类干扰，并动态优化抑制策略；在高噪声环境下应可有效过滤干扰，保留并优化目标语音，避免语音失真、过度抑制，大幅提升复杂场景语音清晰度。

5.3.3.4 音频输出播放功能

设备应可稳定清晰播放语音播报、通话音频、媒体音频等各类声音，全程无失真、破音、杂音、声道失衡问题；应同时兼顾环境音感知能力，避免音频播放过度屏蔽外界关键环境声，平衡音频播放体验与佩戴安全性、舒适性，适配各类佩戴姿态动态变化场景。

5.3.3.5 语音唤醒功能

应支持本地离线语音唤醒，不依赖网络，弱网、断网场景下性能无劣化；应可适配安静、嘈杂、风噪等多场景，具备高唤醒准确率、低误唤醒率，唤醒响应快速稳定，触发后可即刻进入语音交互状态。

5.3.3.6 低时延语音交互功能

设备端侧应实现全链路低时延音频处理，适配通话、语音助手实时交互等场景，多网络、多设备负载状态下时延稳定，无突发卡顿、时延飙升，交互体验接近自然人际对话。

5.4 智能交互能力要求

5.4.1 语音智能交互能力

在智能眼镜终端，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。

5.4.1.1 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5所示。

表 5 语音识别性能要求

参数名称	性能要求	备注
语音唤醒准确率	≥95%（低噪环境） ≥90%（高噪环境） 语音误唤醒率≤1次/24H	同GB/Z 177.6-2026中L3要求。
语音唤醒响应时间	≤800ms；防误闯<10%@1m。	目前指标（≤800ms）同GB/Z 177.6-2026中要求。

		注1：是否调整为500ms待测试确认； 注2：“防误闯<10%@1m”待测试确认。
语音交互准确率	≥90%（低噪环境） ≥85%（高噪环境）	同GB/Z 177.6-2026中L3要求。
语音交互时间	≤500ms	注：是否更改为“离线≤1000ms,云端≤2000ms”待测试确认。
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）/≥80%（高噪）	
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%	

5.4.1.2 语音信息生成

具备生成语音信息的能力,应可生成不低于30秒的连续语音,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)分值量化评价标准见表6。参加主观评测的人员选择要求及人员数量要求参照YD/T 2309-2011（主要要求为一般情况下,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 6 主观 MOS 量化标准

评分	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，屏显效果无法接受

5.4.1.3 语音智能交互能力

语音交互能力要求如表7所示。

表7 语音交互能力要求

语音交互	AI 响应延迟	平均响应延迟	5 分：≤800ms； 4 分：800~1500ms； 3 分：1500~3000ms； 2 分：3000~5000ms； 1 分：>5000ms
		P95 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	5 分：≤500ms； 4 分：500~1000ms； 3 分：1000~2000ms；

	用户打断 AI 成功率		2 分：2000~3000ms; 1 分：>3000ms
		P95 打断延迟	不应超过平均值的 2.5 倍
		打断成功率	5 分：100%; 4 分：≥90%; 3 分：≥80%; 2 分：≥60%; 1 分：<60%
		仅打断效率	参考指标，≥95%为良好
		回答相关率	参考指标，≥90%为良好

5.4.1.4 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8 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

5.4.1.5 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。

表9 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

5.4.1.6 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。

表10 AI误打断用户概率能力要求

分值	误打断概率
5 分	$\leq 10\%$
4 分	$10\% < \text{概率} \leq 20\%$
3 分	$20\% < \text{概率} \leq 30\%$
2 分	$30\% < \text{概率} \leq 50\%$
1 分	$> 50\%$

5.4.1.7 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。

表11 用户误打断AI概率能力要求

分值	误打断概率
5 分	$\leq 10\%$
4 分	$10\% < \text{概率} \leq 20\%$
3 分	$20\% < \text{概率} \leq 30\%$
2 分	$30\% < \text{概率} \leq 50\%$
1 分	$> 50\%$

5.4.1.8 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。

表12 AI主动交互成功率能力要求

分值	主动交互成功率
5 分	$\geq 90\%$
4 分	$80\% \leq \text{成功率} < 90\%$

3 分	70% ≤成功率 <80%
2 分	50% ≤成功率 <70%
1 分	<50%

5.4.1.9 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。

表13 AI响应用户成功率能力要求

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

所有测试项采用1~5分制，与主观评分体系保持一致。量化标准如表8所示。

表8 量化标准

分值	含义	说明
5	优秀	接近真人自然交流体验
4	良好	仅能察觉轻微延迟/异常
3	尚可	能察觉延迟/异常但可接受
2	较差	明显影响交互体验
1	极差	严重影响正常使用

5.4.2 视觉智能交互能力

5.4.2.1 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）。要求见错误!未找到引用源。9。

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 9 视觉识别性能要求

类型	正确率	延迟
静态识别	≥98%	≤100ms
动态识别	≥95%	≤100ms

5.4.2.2 视觉信息生成

根据智能化分级的不同，视觉信息生成能力见表10。

表 10 视觉信息生成要求

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	√	√	√

5.4.3 触觉智能交互能力

应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。触觉识别性能要求见表11。

表 11 触控响应性能要求

参数名称	性能要求
触控交互正确率	≥90%
触控交互延时	≤150ms

5.4.4 姿态智能交互能力

应支持通过点头、摇头等姿态控制设备进行不同动作。姿态智能交互性能要求见表12。

表 12 姿态检测性能要求

参数名称	性能要求
识别正确率	≥90%
响应延时	≤200ms

5.4.5 多模态智能交互能力

应支持连续使用语音、视觉、触觉、姿态任意两种及以上方式输入指令。多模态交互性能要求见表13。

表 13 多模态交互性能要求

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

5.4.6 认知（以理解与推理为主）能力

- 应支持以下认知（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理解；
 - 综合对话、拍摄等不同来源信息进行复杂的链式推理。

5.4.7 记忆能力

- 应支持以下记忆能力：
- 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。

5.4.8 操作系统版本更新升级要求

5.4.6.1 安全升级能力

智能眼镜操作系统应支持空中下载（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。

5.4.6.2 端云协同升级

智能眼镜应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。

5.4.6.3 升级过程稳定性

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

5.4.6.4 升级失败回滚

智能眼镜应具备升级失败自动回滚机制，升级包校验失败、安装中断或启动异常时，应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。

5.5 适用性要求

5.5.1 外观与佩戴结构性能

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 $\leq 40\text{g}$ ；

——AI拍摄眼镜主体部分重量宜 $\leq 50\text{g}$ ；

——AI+AR眼镜主体部分重量宜 $\leq 100\text{g}$ ；

——前部镜框与后部镜腿的配重比（即图2中a: b）宜不超过1。

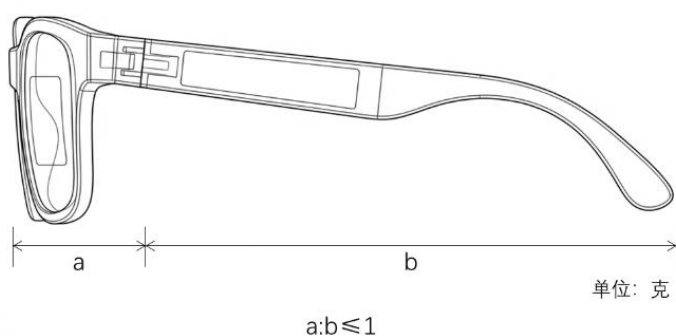


图2 AI眼镜配重示意图

b) 适配头围54~62cm，夹紧力：0.6~2.4N；

c) 折叠缩小率 $\geq 30\%$,10000次开合无异常；

d) 近耳腔体密封无漏音，具体要求见声学部分。

e) 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。

f) 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。因此结合传统眼镜行业规范与当前主流轻量级 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耦设计（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

- a) 典型场景续航宜满足日常使用如单彩显示 $\geq 6h$ ，彩色显示 $\geq 4h$ ，重载场景(含录像) $\geq 0.5h$ ；
- b) 快充30分钟后充电的电量比例 $\geq 50\%$ ；
- c) 高低温性能：-10℃时0.2C（C即额定容量）放电 $\geq 75\%$ 额定容量，55℃时0.2C放电 $\geq 100\%$ 额定容量符合GB/T37132-2018（宜同时兼容WPC Qi最新版标准（无线充电））；
- 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 $\geq 80\%$ ，45±2℃时循环300周容量保持率 $\geq 80\%$ ；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 $\geq 95\%$ 。

注：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℃）下额定容量的差值比例——核心是衡量电池在极端温度下的性能稳定性。

5.5.3 互联协同

- 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

应满足GB 4943.1-2022和GB/T 9254.1-2021相关规定。

- a) 防护等级：应符合 IEC60529（GB/T4208-2017）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）。
- b) 光学安全
 - 蓝光防护：蓝光（400-500nm）加权辐亮度降低比例 $\geq 30\%$ （参考 QB/T2506-2017）。
 - 防频闪：PWM 调光频率 $\geq 2000Hz$ （无可见频闪危害）。
 - 紫外线防护：紫外线（200-400nm）泄露 $\leq 0.01W/m^2$ （符合 GB/T39552.1-2020 限值）。
 - 光生物安全：显示模组符合 IEC62471:2006（GB/T20145-2006），风险组不低于 RG1。

c) 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（参照 GB/T2423.5-2019 试验 Ea，严酷度等级 2）。

——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。

d) 热安全

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 $\leq 43^{\circ}\text{C}$ 。

——电池安全：符合 GB31241-2022，通过以下试验无起火、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。

——存储可靠性：满电（SOC100%） 60°C 、95%RH 存储 7 天，厚度膨胀率 $\leq 10\%$ 。

——电磁兼容安全：符合 IEC61000-4-2（静电）、IEC61000-4-3（辐射抗扰度），功能正常。

——环境适应性：适配日常环境：温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 、RH10%~90%（非冷凝）、海拔 0~3000m，正常工作。

e) 听力安全

本文件第 5.3.2 “电声性能”中表 3 “音频输出（播放）性能要求”已明确了对于音量范围、频率范围等要求，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

本章节参照了 CCSA 团体标准（在研）AI 眼镜总体技术要求（General technical requirements for AI Glasses）（征求意见稿）。

5.5.5.1 提示

支持多媒体录制和播放的 AI 眼镜应满足下面要求：

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，具体要求见 5.3.2 章节中表 3 里的“漏音”和“漏音率”要求。

5.5.5.2 数据

在进行用户数据管理和传输时，应满足下面要求：

a) 个人信息处理过程中，应符合 GB/T 35273-2020、GB/T 45574-2025 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 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

6.1 测试环境与测试设备

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： $15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ；

——相对湿度：20%~80%RH（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 14 所示。

表 14 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 50719-2011《电磁屏蔽室工程技术规范》；
- 声学要求符合 GB50800-2012《消声室和半消声室技术规范》。

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，均应在符合以下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，单位为秒（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：

头和躯干模拟器(HATS)应符合GB/T12060.7的5.3条。报告中应注明所使用头和躯干模拟器(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IEC 63145-20-10:2019、IEC 63145-20-20:2019中5.1、5.2的规定。

6.2 视觉相关能力测试

6.2.1拍摄能力

6.2.1.1 分辨率

本要求同时针对拍摄性能和显示性能。拍摄分辨率直接采用摄像头的标称参数。显示分辨率测试参照GB/T 38259-2019中7.10.10中规定的方法。

6.2.1.2 视频录制分辨率@刷新率（帧率）

本要求同时针对拍摄性能和显示性能。拍摄刷新率（帧率）直接采用摄像头的标称参数。按照 GB/T38259-2019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。

6.2.1.5 广角畸变

测试参照 GB/T 38259-2019 中 7.10.17 中规定的方法。

6.2.1.6 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 像素角密度（PPD）

像素角密度的测试应按照 IEC 63145-20-10:2019 中 6.9 的要求进行。

6.2.2.2 视场角（FoV）

视场角的测试应按照 IEC 63145-20-10:2019 中 6.7 的要求进行。

6.2.2.3 亮度

亮度的测试应按照 IEC 63145-20-10:2019 中 6.3 的要求进行。按 AI 眼镜整机产品的入眼亮度来测试。

6.2.2.4 亮度均匀性

亮度均匀性的测试应按照 IEC 63145-20-10:2019 中 6.3 的要求进行。

6.2.2.5 双目亮度一致性

双目亮度一致性测试按照以下步骤进行：

- 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（如图1所示）；
- b) 分别测试双目画面中心点亮度 L_l 和 L_r ；
- c) 计算双目亮度一致性；

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

式中：

N ——双目亮度一致性；

L_l, L_r ——双目画面中心点亮度。

6.2.2.6 色度

色度的测试应按照 IEC 63145-20-10:2019 中 6.4 的要求进行。

6.2.2.7 色度均匀性

色度均匀性的测试应按照 IEC 63145-20-10:2019 中 6.5 的要求进行。

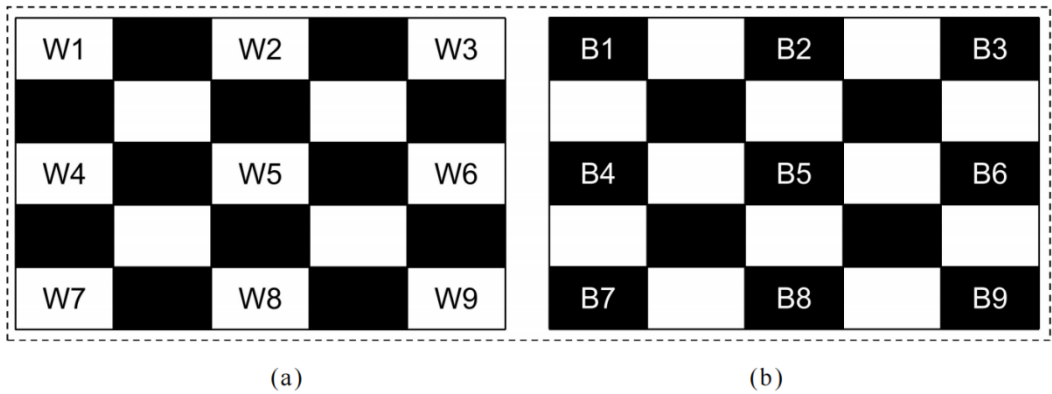
6.2.2.8 全屏对比度

对比度的测试应按照 IEC 63145-20-10:2019 中 6.6 的要求进行。

6.2.2.9 棋盘格对比度

棋盘格对比度的测试应按照以下步骤进行：

- 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) DUT显示白棋盘格图，如下图3(a)所示；
- c) 测量W1~W9九个点的图像亮度值，得到对应W1~W9的亮度值 $L_{W1} \sim L_{W9}$ ；
- d) DUT显示黑棋盘格图，如下图3(b)所示；



(a) 白棋盘格图；(b) 黑棋盘格图

图 3 DUT 对比度参数计算处理图

- e) 测量B1~B9九个点的图像灰阶值，得到对应B1~B9的亮度值 $L_{B1} \sim L_{B9}$ ；
- f) 计算棋盘格对比度D，如式(2)所示：

$$D=L_w/L_B \tag{2}$$

式中： $L_w=(L_{W1}+L_{W2}+...+L_{W9})/9$ (3)

$$L_B=(L_{B1}+L_{B2}+...+L_{B9})/9 \tag{4}$$

6.2.2.10 畸变

畸变的测试应按照 IEC63145-20-20:2019 中 6.3 要求进行。

6.2.2.11 色域覆盖率

参照 T/TMAC237-2025 中 6.3.3,测量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，计算覆盖的色域面积占比。

6.2.2.12 像倾斜.

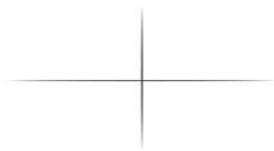


图4 虚像十字线画面

- 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 4；
- 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（°）。

6.2.2.13 双目垂直面发散度

- 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。

6.2.2.14 双目相对像倾斜

- 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) 计算双目之间角度偏差；

$$\text{相对倾斜} = |\theta_L - \theta_R| \quad (5)$$

6.2.2.15 倍差率



图5 标准尺度标定图

- a) 全屏显示标准尺度标定图如图 5，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) 计算倍差率；

$$\text{倍差率 (\%)} = \frac{2 \times |W_L - W_R|}{W_L + W_R} \times 100\% \quad (6)$$

6.2.2.16 合像距离误差

- 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 $L_{\text{实测}}$ ；
- c) 计算合像距离误差；

$$\text{合像距离误差} = |L_{\text{实测}} - L_{\text{标称}}| \quad (7)$$

6.2.2.17 像素缺陷（坏点）

像素缺陷（坏点）测试按照以下步骤进行：

- d) DUT 以投屏方式显示全白场测试图 and 全黑场测试图
- e) 用光测量装置（LMD）拍摄显示画面；
- f) 检查图片，读取显示缺陷像素数。

6.2.2.18 刷新率（帧率）

测试方法同 6.2.1.2。

6.2.2.19 虚像距

畸变的测试应按照 IEC63145-20-20:2019 中 6.6 要求进行。

6.2.3环境光感应性能

测试方法参见 UWA T/UWA 025.2—2025《超高清交互显示器件 第2部分 环境光感应性能测量方法》。

6.3 声学能力

6.3.1 音频输入

- a) 人工输入语音指令或播放音频文件;
- b) 打开人工智能眼镜的录音功能, 录制音频;
- c) 查看录制后的音频。

注: 测试环境要求:

- 语音指令采集: 在智能交互语音测试室进行 (≤ 25 dB (A)、 $T60 \leq 0.6$ s、 ≥ 15 m²) ;
- 若涉及电磁干扰, 需在电磁屏蔽消声室。

6.3.2 音频输出

- a) 通过辅测手机播放音乐, 确认眼镜有音乐输出;
- b) 进行音乐下一首、上一首、暂停、再播放等操作, 确认切换成功;

注: 测试环境要求:

- 播放测试 (含曲目切换): 安静环境 (≤ 35 dB (A), $T60 \leq 0.5$ s) ;
- 频响/失真等精密播放指标: 消声室 (GB 50800-2012) 。

6.3.3 语音通话

- a) 操作接听电话;
- b) 人工智能眼镜能够正常进行通话;
- c) 结束电话, 手机电话挂断。

注: 测试环境要求:

- 通话清晰度/拾音: 智能交互语音测试室 (≤ 25 dB (A)、 $T60 \leq 0.6$ s) ;
- 噪声通话场景: 可按分级 (如一般噪声 (45~55 dB (A)) 和高噪声 (55~65 dB (A))) 测试。

6.3.4 频率响应范围 (播放端)

- a) 同时馈给左右声道-3dBFS频率可变的正弦信号。至少在设备额定频率范围内改变频率, 宜用扫频 (1/6倍频程) 源自动记录;
- b) 记录每个频率直接拾取 (动态分辨率处理 (DRP) 处) 的声压级, 得到设备频率响应;
- c) 选择在300-8000Hz之间所有频点 (1/6倍频程) 对应的声压级的平均值减10dB处对应的频率值为截止频率, 得出有效频率范围。

注: 测试环境要求:

- 环境: 消声室 (GB 50800-2012) ;
- 背景噪声: ≤ 25 dB(A);
- 混响: $T60 \leq 0.6$ s @500 Hz;
- 自由场、模拟人头 (HATS) 固定, 无额外反射面。

6.3.5 音量范围

- a) 使用符合GB/T12060.1-2017第8章中定义的且具有1.8~2.2峰值因数的模拟节目信号;
- b) 同时馈给左右通道测试信号;
- c) 分别测量头戴式音频测试系统 (HATS) 左右两侧耦合腔或耳模拟器中的最大声压级。

注: 测试环境要求:

- 环境: 消声室 (GB 50800-2012) ;
- 背景噪声: ≤ 25 dB(A);
- HATS 置于自由场, 设备按实际佩戴姿态。

6.3.6 拾音距离

1 测试目的

验证 AI 眼镜麦克风在不同场景下的有效拾音距离，确保语音指令、通话声音清晰采集。

2 参考标准

- IEC 60268-16:2018《声系统设备 第 16 部分：传声器》
- GB/T 14471-2013《传声器通用技术条件》

3 测试环境

- 消声室（背景噪声≤20dB (A)）或半消声室；
- 温度 22℃±2℃，相对湿度 45%~75%；
- 测试声源：标准人工头（模拟人声，发音频率 100Hz~8kHz，声压级 75dB (A)）。

4 测试设备

表 14 拾音距离测试设备

设备名称	技术参数要求	用途
标准人工头	符合 IEC 60942-1 Type 1，内置扬声器还原人声（男女声混合）	模拟真实发声场景
声级计	量程 20~140dB (A)，频率响应 20Hz~20kHz，精度 ±0.5dB	监测声源声压级
音频分析仪	支持音频信号采集、信噪比分析（如 APx555）	评估拾音信号质量
电动平移台	行程 0~5m，定位精度 ±1cm，可匀速调节人工头与 AI 眼镜距离	控制拾音距离

5 测试步骤

1. 将 AI 眼镜固定在测试支架上，麦克风朝向人工头方向，初始距离 1m；
2. 人工头播放标准语音素材（男女声混合，包含日常指令如“打开导航”“调节音量”），声级计校准声源声压级为 75dB (A)；
3. 启动音频分析仪，采集 AI 眼镜拾音后的音频信号，记录信噪比（SNR）和语音清晰度（STOI 值）；
4. 每增加 0.5m 距离（1m→1.5m→2m→...→5m），重复步骤 2~3，直至 SNR≤20dB 或 STOI≤0.7；
5. 切换嘈杂环境（背景噪声 50dB (A)，模拟街道环境），重复上述测试，验证复杂环境拾音能力。

6.3.7 声学延迟

1 测试目的

验证 AI 眼镜“拾音 - 处理 - 播放”全链路声学延迟，避免语音交互、视频通话时的唇音不同步。

2 参考标准

- ITU-T G.114《单向传输时间和延迟抖动的指标》
- GB/T 20140-2016《音频设备 通用技术条件》

3 测试环境

- 消声室（背景噪声≤20dB (A)）；
- 温度 22℃±2℃，相对湿度 45%~75%；
- 无电磁干扰（距离电磁设备≥3m）。

4 测试设备

表 15 声学延迟测试设备

设备名称	技术参数要求	用途
信号发生器	输出正弦信号（1kHz，峰峰值 2V），支持同步触发	产生测试信号

双通道示波器	采样率 $\geq 100\text{MHz}$ ，带宽 $\geq 20\text{MHz}$ ，通道延迟 $\leq 1\mu\text{s}$	测量信号延迟
标准麦克风	频率响应 20Hz~20kHz，灵敏度 -40dBV/Pa	采集参考信号
音频接口	支持 48kHz 采样率，延迟 $\leq 1\text{ms}$ ，连接 AI 眼镜与示波器	传输音频信号

5 测试步骤

1. 信号发生器输出 1kHz 正弦信号，分两路：一路接入标准麦克风（作为参考信号，接入示波器通道 1），另一路通过扬声器播放（距离 AI 眼镜麦克风 10cm）；

2. AI 眼镜开启“语音输入 - 实时播放”模式（如通话免提模式），将播放音频通过音频接口接入示波器通道 2；

3. 同步触发示波器，记录通道 1（参考信号）和通道 2（AI 眼镜输出信号）的波形，测量两个信号的时间差 Δt （从参考信号上升沿到输出信号上升沿的间隔）；

4. 重复测试 10 次，取平均延迟时间；

5. 切换不同音频模式（语音通话、音乐播放、AR 语音交互），分别测试延迟。

6.3.8 左右耳频率响应最大偏差

a) 左右耳频响数据取差值的绝对值；

b) 得到一组以频率为横轴，以差值的绝对值为纵轴的曲线。

注：测试环境要求：

- 环境：消声室（GB 50800-2012）；
- 背景噪声： $\leq 25\text{dB(A)}$ 、 $T60 \leq 0.6\text{ s @}500\text{ Hz}$ ；
- 同一环境、同一 HATS、同一测点条件。

6.3.9 漏音（隔离度）

a) 整机佩戴在 HATS 上，设置 AI 眼镜音量设置为 85dB（整机出音孔声压级）、背景噪声 $\leq 25\text{ dB(A)}$ 在距离 AI 眼镜音频源（扬声器）50cm 距离处测试。

b) 第一步（播放端）：设备按标准要求播放指定音频（如白噪声、标准语音样本），音量设置为测试要求，这是漏音产生的前提；

c) 第二步（采集端）：在设备规定距离外（如 AI 眼镜佩戴时，距离 AI 眼镜 50cm 处），用标准麦克风采集泄漏的声音信号，记录声压级（dB）；

d) 计算 1kHz 频段的漏音（隔离度），计算公式如下

$$\text{漏音} = L_{in} - L_{out} \quad (8)$$

式中：

L_{in} ——HATS 耳模拟器测得入耳额定最大播放声压，单位 dB；

L_{out} ——距离 AI 眼镜发声单元 50cm 处测得泄漏平均声压，单位 dB。

注：测试环境要求：

- 环境：消声室 / 半消声室（GB 50800-2012），背景噪声 $\leq 25\text{ dB(A)}$ ，无反射/驻波；
- 混响： $T60 \leq 0.5\text{ s}$ ；
- 空间： $\geq 15\text{ m}^2$ 、净高 $\geq 2.5\text{ m}$ ；
- 测试距离：扬声器中心至麦克风 50 cm，自由场、无遮挡。

6.3.10 总谐波失真 THD（播放端）

a) 整机佩戴固定在 HATS 上；

b) 输入标准正弦波信号，按整机额定工作状态播放；

c) 人工耳采集近耳实际声信号，分析仪计算总谐波失真；

$$THD = \frac{\sqrt{H_2^2 + H_3^2 + \dots + H_N^2}}{H_1} \times 100\% \quad (9)$$

注：测试环境要求：

- 环境：消声室（GB 50800-2012）；
- 背景噪声：≤25 dB(A)；
- 自由场，无额外反射干扰。

6.3.11 频率响应（MIC）

- a) 消声室中，标准声源输出 20Hz~20kHz 扫频信号，声压级 94dB SPL
- b) 音频分析仪记录每个频率点的灵敏度值
- c) 以 1kHz 为参考点，绘制频率响应曲线
- d) 测试时需模拟真实佩戴状态（使用模拟人头）

注：测试环境要求：

- 消声室满足：GB 50800-2012、背景噪声≤25 dB (A)、T60 ≤ 0.6 s @500 Hz；
- 空间：≥15 m²、净高≥2.5 m；
- 标准声源在自由场、10 cm（或规定距离）、无反射。

6.3.12 灵敏度（MIC）

- a) 将 AR 眼镜固定在模拟人头上
- b) 标准声源输出 1kHz 正弦波，声压级 94dB SPL，距离 MIC 10cm（自由场条件）
- c) 音频分析仪测量麦克风开路输出电压
- d) 计算灵敏度，重复测试 3 次，取平均值

注：测试环境要求：

- 环境：消声室（GB 50800-2012）；
- 背景噪声：≤25 dB(A)、T60 ≤ 0.6 s @500 Hz；
- 标准声源自由场、10 cm、94 dB SPL。

6.3.13 信噪比（MIC）

- a) 消声室中，先测量 10 秒静音状态下的麦克风输出噪声电平
- b) 标准声源输出 1kHz 正弦波，94dB SPL，测量信号电平
- c) 计算信噪比：

$$SNR = \text{信号电平} - \text{噪声电平} \text{ (dB)} \quad (10)$$

- d) 噪声测量时需关闭 AR 眼镜的噪声抑制功能

注：测试环境要求：

- 环境：消声室（GB 50800-2012）；
- 背景噪声：≤25 dB(A)、T60 ≤ 0.6 s @500 Hz；
- 噪声测量：关闭降噪，保持本底≤25 dB (A)。

6.3.14 谐波失真（MIC）

- a) 标准声源输出 1kHz 正弦波，94dB SPL（语音常用声压级）
- b) 音频分析仪测量输出信号的基波与谐波（2 次、3 次、4 次、5 次）幅度
- c) 计算总谐波失真：

$$THD = \frac{\sqrt{H_2^2 + H_3^2 + H_4^2 + H_5^2}}{H_1} \times 100 \quad (11)$$

- d) 可额外测试不同声压级（如 74dB、84dB、104dB SPL）下的 THD

注：测试环境要求：

- 环境：消声室（GB 50800-2012）；
- 背景噪声：≤25 dB(A)、T60 ≤ 0.6 s @500 Hz；

- 标准声源自由场、94 dBSPL。

6.3.15 语音唤醒距离

- 测试环境：安静环境（30dB~40dBSPL）、嘈杂环境（60dB~85dBSPL，粉红噪声）
- 人工嘴模拟人声，输出标准唤醒词，74dBSPL
- 从 0.2m 开始，以 0.2m 为步长逐步后退至 5m（安静环境）/2m（嘈杂环境）（注：此处距离要求与 5.3.2 表 4 中距离要求保持一致。）
- 每个距离测试 10 次唤醒，记录成功次数
- 计算

$$\text{唤醒成功率} = \text{成功次数} / \text{总次数} \times 100\% \quad (12)$$

注：测试环境要求：

- 安静环境：≤35dB (A)、SNR≥25dB、T60≤0.5s、≥15m²、净高≥2.5m；
- 嘈杂环境：高噪声级 55~65dB (A)、SNR≤10dB、T60≤0.65s、粉红噪声；
- 空间：无明显驻波、反射干扰；
- 电磁相关唤醒：电磁屏蔽消声室（GB/T 50719-2011）。

6.3.16 噪声抑制比

- 混响室中，设置人工嘴（0°方向，1m 距离）输出 74dBSPL 语音信号
- 噪声源（90°/180°/270°方向，1m 距离）输出 85dBSPL 环境噪声（如街道噪声、咖啡厅噪声）
- 分别测量开启/关闭噪声抑制功能时的输出信噪比
- 计算噪声抑制比：

$$\text{NSR} = \text{开启后 SNR} - \text{关闭后 SNR} \quad (13)$$

注：测试环境要求：

- 环境：混响室，T60=0.6~0.8 s（500 Hz）；
- 本底噪声：≤35 dB(A)；
- 空间：≥15 m²、净高≥2.5 m；
- 噪声类型：高噪声 / 强噪声级（55~75 dB (A)），符合分级。

6.3.17 回声消除

1 测试目的

验证 AI 眼镜通话时的回声衰减性能，避免扬声器播放的声音被麦克风拾回，导致对方听到回声。

2 参考标准

- ITU-T G.168《回声消除器》
- GB/T 15279-2002《自动电话机技术条件》

3 测试环境

- 消声室（背景噪声≤20dB (A)）；
- 测试信号：1kHz 正弦信号、标准语音信号（男女声混合）。

4 测试设备

表 16 回声衰减测试设备

设备名称	技术参数要求	用途
音频分析仪	支持回声返回损耗（ERL）、回声消除量（EER）测量（如 APx580）	量化回声衰减效果
人工头模拟器	内置扬声器（模拟对方通话声音）和麦克风（模拟 AI 眼镜拾音）	模拟通话场景
阻抗匹配器	匹配 AI 眼镜音频接口阻抗（通常 32Ω），确保信号传输稳定	优化信号匹配

声级计	精度 $\pm 0.5\text{dB (A)}$ ，监测扬声器播放声压级	校准播放音量
-----	---------------------------------------	--------

5 测试步骤

1. 将 AI 眼镜佩戴在人工头模拟器上，扬声器播放标准语音信号（声压级 70dB (A)，模拟对方通话声音）；

2. 人工头内置麦克风采集 AI 眼镜麦克风拾回的回声信号，通过音频分析仪记录回声信号的声压级 L_{echo} ；

3. 关闭 AI 眼镜回声抑制功能，重复步骤 1~2，记录未抑制的回声声压级 L_{raw} ；

4. 计算测试结果

① 回声

ERLE: ERE计算回声衰减量:

$$\text{回声衰减量} = L_{\text{raw}} - L_{\text{echo}} \quad (14)$$

回声耦合: $\text{ERL} + \text{ERE} > 46\text{dB}$

双讲DT: 眼镜戴人工头，AEC 关闭

眼镜扬声器放远端语音: 70dB (A)（人工耳校准）

人工嘴发近端语音: 70dB (A)（对准眼镜麦）

② 单讲近端基准（AEC 关）

只开近端（人工嘴说话），远端静音

录眼镜麦克风输出电平: $L_{\text{近端_AECoff}}$ (dBSPL(A))

③ 双讲测试（AEC 开，核心）

远端播放 70dB (A) 语音 + 近端同时说 70dB (A) 语音（双讲）

开启眼镜 AEC / 回声抑制

录眼镜麦克风输出电平: $L_{\text{近端_AECon}}$ (dBSPL(A))

④ 计算双讲近端衰减:

$$\text{DTA} = L_{\text{近端_AECoff}} - L_{\text{近端_AECon}} \quad (15)$$

5. 切换不同播放音量（60dB (A)、75dB (A)、85dB (A)），重复上述测试，验证不同音量下的回声抑制效果。

6.3.18 声学过载点（AOP）

硬件需求:

标准声源 + 功放: 能输出1kHz、120–135dB SPL

参考麦克风+ 前置放大器,音频分析仪

消声室满足: GB 50800-2012、背景噪声 $\leq 25\text{ dB (A)}$ 、 $T60 \leq 0.6\text{s}@500\text{ Hz}$;

空间: $\geq 15\text{ m}^2$ 、净高 $\geq 2.5\text{ m}$; 标准声源在自由场、10cm（或规定距离）、无反射。

测试方法:

声源输出1kHz、110dB SPL，整机录音3–5秒。

分析仪提取录音波形，计算THD（含2–10次谐波）。

若 $\text{THD} < 10\%$: $\text{SPL} + 1\text{dB}$ ，重复录音/分析；

若 $\text{THD} > 10\%$: $\text{SPL} - 0.5\text{dB}$ ，重复；

直到找到 $\text{THD} = 10\% \pm 0.5\%$ 的点，记录对应 SPL，即 AOP

备注: 测试时需要关闭DSP算法

6.4 智能交互能力

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）对以下功能及参数进行测评：

6.4.1 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：1、将设备恢复默认出厂状态，开启语音唤醒待命模式；2、人工嘴距离智能眼镜 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 2 秒；3、逐次记录设备唤醒状态、唤醒完成后设备响应的的时间数据。

计算公式：

$$\text{唤醒成功率} = \text{成功唤醒次数} / \text{总测试次数} \times 100\% \quad (16)$$

$$\text{平均响应时间} = \text{单次响应时间总和} / \text{成功唤醒次数} \quad (17)$$

6.4.2 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：1、设备正常开机运行，处于常规交互待命状态；2、人工嘴距离智能眼镜 10cm，依次播放 100 条标准语音指令，单条指令仅测试一次；3、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。

计算公式：

$$\text{交互成功率} = \text{正确响应次数} / \text{总测试次数} \times 100\% \quad (18)$$

$$\text{平均响应时延} = \text{单次响应时延总和} / \text{有效测试次数} \quad (19)$$

6.4.3 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 10 秒的标准自然会话语料库。

测试步骤：1、设备正常运行，开启自然语言交互功能；2、人工嘴距离智能眼镜 10cm，依次播放 100 段标准自然会话内容，每段会话时长不低于 10 秒；3、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。

计算公式：

$$\text{语言理解准确率} = \text{语义理解正确次数} / \text{总测试次数} \times 100\% \quad (20)$$

6.4.4 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，标准化英文指令、英文会话语料库。

测试步骤：1、设备正常运行，开启多语种识别功能；2、人工嘴距离智能眼镜 10cm，依次播放 100 条英文指令、100 段英文会话；3、逐次记录设备交互状态、语义理解结果及交互响应时延。

计算公式：同 6.4.2、6.4.3 计算公式。

6.4.5 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 5 名专业评测人员，设备 TTS 语音生成功能正常开启。

测试步骤：1、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 30 秒；2、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；3、汇总所有评分数据进行统计计算。

计算公式：

$$\text{MOS 平均分} = \text{所有评测人员评分总和} / (\text{评测人数} \times \text{测试总次数}) \quad (21)$$

6.4.6 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（ $\text{RTT} \geq 500\text{ms}$ ）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：1、分别搭建正常网络、弱网测试环境，设备联网正常；2、人工嘴距离设备 10cm，循环播放标准提问语料，共计测试 30 次；3、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。

计算公式：

$$\text{单次 AI 响应延迟} = \text{AI 应答开始时间} - \text{用户语音结束时间} \quad (22)$$

$$\text{平均响应延迟} = \text{单次延迟总和} / \text{总测试次数} \quad (23)$$

6.4.7 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：1、设备开启 ASR 语音识别功能，分别在安静、噪声环境下待命；2、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；3、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。

计算公式：

$$\text{词错误率 WER} = (\text{替换词数} + \text{删除词数} + \text{插入词数}) / \text{参考总词数} \times 100\% \quad (24)$$

$$\text{术语识别正确率} = \text{正确识别术语数量} / \text{总测试术语数量} \times 100\% \quad (25)$$

6.4.8 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：1、设备开启全语种识别功能，正常待命；2、人工嘴距离设备 10cm，每种语种各播放 30 条标准测试语料；3、逐次记录设备语种判定结果、内容识别及语义理解结果。

计算公式：

$$\text{语种识别正确率} = \text{语种判定正确次数} / \text{总测试次数} \times 100\% \quad (26)$$

$$\text{内容理解正确率} = \text{语义理解正确次数} / \text{总测试次数} \times 100\% \quad (27)$$

6.4.9 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：1、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；2、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；3、统计错误播报、漏播报、错读的项目数量。

计算公式：

$$\text{TTS 朗读准确率} = \text{正确朗读项数} / \text{总测试项数} \times 100\% \quad (28)$$

6.4.10 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：1、搭建对应网络测试环境，设备正常联网运行；2、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；3、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。

计算公式：

$$\text{单次打断延迟} = \text{AI 停止输出时间} - \text{用户打断语音起始时间} \quad (29)$$

$$\text{平均打断延迟} = \text{单次延迟总和} / \text{总测试次数} \quad (30)$$

6.4.11 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：1、设备正常运行，处于语音交互状态；2、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；3、逐次判定设备是否成功终止原有应答、精准响应打断问题。

计算公式：

$$\text{打断成功率} = \text{成功打断并正确响应次数} / \text{总测试次数} \times 100\% \quad (31)$$

6.4.12 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：1、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；2、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、打断适配自然度五个维度，按照 1-5 分标准逐项打分；3、汇总所有评分数据计算平均分。

计算公式：

$$\text{自然度平均分} = \text{各维度评分总和} / (\text{评测维度数} \times \text{评测人数} \times \text{测试次数}) \quad (32)$$

6.4.13 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：同 6.4.16 测试环境。

测试步骤：1、播放设备 TTS 标准测试语料及实时交互对话录音；2、评测人员从韵律自然度、情感适配度、语调起伏合理性、语音感染力四个维度，按照 1-5 分标准打分；3、汇总评分数据统计综合平均分。

计算公式：同 6.4.16 计算公式。

6.4.14 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：1、搭建对应的测试噪声环境，设备正常待命；2、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；3、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。

计算公式：

$$\text{误打断概率} = \text{AI 误打断次数} / \text{总测试次数} \times 100\% \quad (33)$$

6.4.15 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：1、设备正常运行，开启语音应答功能；2、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；3、逐次记录 AI 是否被无效声音误触发打断。

计算公式：同 6.4.20 计算公式。

6.4.16 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：1、设备处于常规待命状态，无任何操作与语音输入；2、用户保持全程静默 60 秒，观察设备是否主动发起问候、询问等交互行为；3、重复完整测试流程 5 次，统计主动交互成功次数。

计算公式：

$$\text{主动交互成功率} = \text{成功主动发起交互次数} / \text{总测试次数} \times 100\% \quad (34)$$

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：1、分别搭建三类不同信噪比的噪声干扰环境；2、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；3、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。

计算公式：

$$\text{人声锁定响应成功率} = \text{有效正确响应次数} / \text{总测试次数} \times 100\% \quad (35)$$

6.4.18 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：1、设备正常佩戴运行，开启视觉识别功能；2、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；3、逐次记录设备是否精准识别对应静态对象。

计算公式：

$$\text{静态识别成功率} = \text{识别正确次数} / \text{总测试次数} \times 100\% \quad (36)$$

6.4.19 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：1、设备正常佩戴运行，开启动态视觉识别功能；2、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；3、逐次记录设备动态动作识别结果。

计算公式：同 6.4.6 计算公式。

6.4.20 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。

6.4.21 触觉智能交互（准确率及延时）

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：1、设备正常开机运行，待命状态；2、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；3、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。

计算公式：

$$\text{触觉交互成功率} = \text{操作执行成功次数} / \text{总测试次数} \times 100\% \tag{37}$$

$$\text{平均响应时间} = \text{单次响应时间总和} / \text{成功次数} \tag{38}$$

6.4.22 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：1、设备处于正常交互待命状态；2、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；3、逐次记录设备姿态识别结果及响应时间。

计算公式：同 6.4.9 计算公式。

6.4.23 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：1、设备正常运行，开启多模态智能交互功能；2、同步输入时长不低于 10 秒的语音内容及静态/动态视觉信号，累计完成 100 次组合测试；3、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。

计算公式：

$$\text{多模态交互成功率} = \text{响应成功次数} / \text{总测试次数} \times 100\% \tag{39}$$

$$\text{平均响应时延} = \text{单次时延总和} / \text{成功次数} \tag{40}$$

6.4.24 认知（理解与推理）能力

参照 GB/Z 177.6-2026 中第 6.4.2 章节内容。

6.4.25 记忆能力测试

参照 GB/Z 177.6-2026 中第 6.4.4 章节内容。

6.4.26 操作系统版本更新升级

6.4.24.1 安全升级能力

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；

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；
抓包验证传输链路采用TLS 1.2及以上加密，升级包具备 SHA-256 完整性校验与RSA/ECC验签机制。

6.4.24.2 端云协同升级

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；
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；
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。

6.4.24.3 升级过程稳定性

启动OTA升级，同步执行通话、音频播放、亮度调节等基础操作；
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；
升级完成后，复测所有基础功能，确认功能正常、数据无丢失。

6.4.24.4 升级失败回滚

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）；
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 $\leq 500\text{ms}$ ；
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。

6.5 用户体验及适用性

基于用户的主观体验，采用主观测试+客观测试方式，对以下适用性进行测评：

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 $23^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $50\%\pm 20\%$ ，大气压 $86\text{kPa}-106\text{kPa}$ ，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（ $54\text{cm}-62\text{cm}$ ）、角度尺、压力传感器阵列、10 名头围 $54\text{cm}-62\text{cm}$ 测试者（男女各半，无头部佩戴不适史）、声学头模（适配头围范围 $54\text{cm}-62\text{cm}$ ）、标准测试头型夹具。

6.5.1.2 重量

- a. 随机抽取同一型号样品 5 台，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. 按 CCSA 团标要求，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

- a. 用头围测量尺校准测试者头围，选取 54cm 、 58cm 、 62cm 三种标准头围测试者各 2 名。
- b. 将眼镜佩戴于测试者头部，调节镜腿至舒适状态，用拉力计测量镜腿夹紧力（镜腿与头部接触处拉力）。

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

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 0° - 180° ，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

a. 10 名测试者连续佩戴眼镜 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），评分维度包括舒适度、重量感知、压鼻 / 夹耳程度、闷热感、头型适配性、运动稳定性。

6.5.1.6 镜圈面部弧度

参照 GB/T 38004—2019/ISO 8624:2011 附录 A 中 A.4（1.镜圈面部弧度）规定的方法执行。

6.5.1.7 镜圈倾斜角

参照 GB/T 38004—2019/ISO 8624:2011 附录 A 中 A.5（倾斜角）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 $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 、低温 $-10^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 、高温 $55^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ，湿度 $50\% \pm 20\%$ ，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、无线充电测试仪（兼容 WPC Qi 最新版）、5 台同型号样品（满电状态）。

6.5.2.2 典型场景续航

a. 样品充满电后，分别设置单彩显示、彩色显示、重载场景（含录像）三种模式，开机持续工作至自动关机。

b. 用秒表记录各模式续航时长，每台样品重复测试 3 次。

6.5.2.3 快充性能

a. 将样品电量放电至 10% 以下，用标准充电器充电 30min。

b. 用电池综合测试仪测量充电后电量，计算电量恢复比例。

6.5.2.4 高低温放电性能

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

c. 测试符合 GB/T 37132-2018 标准，兼容 WPC Qi 最新版无线充电测试要求。

6.5.2.5 常温倍率性能

a. 常温 $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 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

- a. 常温 25℃±2℃: 样品以 1C 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 1C 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

- 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/Z 177.6-2026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

应满足GB 4943.1-2022和GB/T 9254.1-2021相关规定。

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：风险组为 RG0 或 RG1 为合格。

6.5.4.7 跌落可靠性

设备：跌落试验机（高度误差 $\pm 5\text{mm}$ ）、硬木地板（硬度 $\geq 85\text{HD}$ ）；

步骤：样品满电状态，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（钢球直径 11mm，重量 $16\text{g} \pm 0.1\text{g}$ ，高度调节精度 $\pm 2\text{mm}$ ）；

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 热安全

设备：红外测温仪（精度 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ）或热电偶传感器（响应时间 $\leq 0.1\text{s}$ ）；

步骤：测试环境 $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 、RH45%-75%，样品满电播放 1080P 视频，每 15min 测量镜腿、镜框与皮肤接触部位温度，记录最大值；

判定：最高温度 $\leq 43^\circ\text{C}$ 为合格。

6.5.4.10 电池安全

高温外部短路： $57 \pm 2^\circ\text{C}$ 环境下，用 $80 \pm 10\text{m}\Omega$ 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 $5^\circ\text{C}/\text{min}$ 升温至 130°C ，保温 60min；

判定：所有试验中无起火、爆炸为合格（完整步骤按 GB31241-2022 执行）。

6.5.4.11 存储可靠性

设备：恒温恒湿试验箱（温度精度 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ，湿度精度 $\pm 2\%\text{RH}$ ）、千分尺（精度 $\pm 0.001\text{mm}$ ）；

步骤：

测量样品初始厚度（取电池区域 3 个不同点，取平均值）；

样品满电后放入试验箱， 60°C 、95%RH 恒温恒湿存储 7 天；

取出后在 25°C 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 $\times 100\%$ ；

判定：膨胀率 $\leq 10\%$ 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；

步骤：对电池测试为接触放电 $\pm 8\text{kV}$ ，空气放电 $\pm 15\text{kV}$ ；对整机测试为接触放电 $\pm 6\text{kV}$ ，空气放电 $\pm 8\text{kV}$ 。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 $10\text{V}/\text{m}$ ，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°C 、 45°C 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：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

测试方法同第 5.3.2 章节“电声性能”对应的测试方法，不另做测试要求。

6.5.5 隐私安全

6.5.5.1 提示

直接目测检查整机即可，其中防漏音要求的测试方法见本文件第 6.3.9 章节。

6.5.5.2 数据

了解存储加密方法、保存时间、认证方式、传输加密协议等并做记录，不另做测试要求。