

ICS 号 35.240

CCS 中国标准文献分类号 L60

团 体 标 准

T/BICITS xxx-xxxx

VR 技术设备通用技术条件

Technical conditions for ultra-high pressure mechanical seal washpipe

xxxx-xx-xx 发布

xxxx-xx-xx 实施

北京智能控制信息技术学会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 通用要求	8
4.1 使用规范	8
4.2 外观和结构	9
4.3 安全要求	9
4.4 电源适应能力	9
4.5 电磁兼容性	9
4.6 环境适应性	9
4.7 产品可靠性	9
4.8 禁限用物质	9
4.9 头戴式显示设备性能要求	10
5 试验方法	11
5.1 试验环境条件	11
5.2 中文信息处理检查	11
5.3 外观和结构检查	11
5.4 安全试验	12
5.5 电源适应能力试验	12
5.6 电磁兼容性试验	12
5.7 环境适应性试验	12
5.8 可靠性试验	14
5.9 限用物质的限量试验	14
5.10 外接式虚拟现实头戴式显示设备试验	14
参考文献	29

前 言

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

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由北京智能控制信息技术学会技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：北京星空百灵科技有限公司、北京信达诚勤科技有限公司、厦门鲸丽体育文化有限公司、北京佑霖弘业科技有限责任公司、厦门市礼小签电子科技有限公司

本文件主要起草人：陈晓梅、林佳妮、曹海旺、陈荣丽、NIKO ILIEV、宋跃、宋伯钦、苏砚、黄山奇

VR 技术设备通用技术条件

1 范围

本文件规范了VR技术类设备的通用技术要求，包括术语和定义、通用性能定义及指标、显示方法、测量方法等。

本文件适用于常见VR设备，包括手机盒子、独立式头显和系留式头显以及与之相连接的手柄、定位器、手套、头戴式耳机以及跟踪器、外接式头戴式显示设备。

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 2421 环境试验 概述和指南
GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
GB/T 2423.3—2016 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
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 2423.6—1995 电工电子产品环境试验 第二部分：试验方法 试验Eb和导则：碰撞
GB/T 2423.10—2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
GB/T 4857.2 包装 运输包装件基本试验 第2部分：温湿度调节处理
GB/T 4857.5 包装 运输包装件 跌落试验方法
GB 4943.1 音视频、信息技术和通信技术设备 第1部分：安全要求
GB/T 5080.7 设备可靠性试验 恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验方案
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 9254.2—2021 信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容 第2部分：抗扰度要求
GB/T 10987—2009 光学系统 参数的测定
GB/T 11460 信息技术 汉字字型要求和检测方法
GB/T 15934 电器附件 电线组件和互连电线组件
GB/T 17618 信息技术设备 抗扰度 限值和测量方法
GB 17625.1—2022 电磁兼容 限值 第1部分：谐波电流发射限值（设备每相输入电流≤16A）
GB/T 26125 电子电气产品 六种限用物质（铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚）的测定
GB/T 26572 电子电气产品中限用物质的限量要求
GB/T 38247—2019 信息技术 增强现实 术语
GB/T 38258—2019 信息技术 虚拟现实应用软件基本要求和测试方法
GB/T 38259—2019 信息技术 头戴式显示设备通用规范
T/IVRA 0001—2017 信息技术 头戴式显示设备通用规范

3 术语和定义

GB/T 38247—2019 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

虚拟现实 virtual reality

采用以计算机为核心的现代高科技手段生成的逼真的视觉、听觉、触觉、嗅觉、味觉等多感官一体化的数字化人工环境，用户借助一些输入、输出设备，采用自然的方式与虚拟世界的对象进行交互，相互影响，从而产生亲临真实环境的感觉和体验。

3.2

虚拟环境 virtual environment

通过计算机技术模拟出的一种计算机操作系统环境，用户可以在这个环境中安装、运行应用程序等。虚拟环境与真实的计算机操作系统环境是隔离的，因此用户可以在虚拟环境中进行各种实验和测试，而不会对真实的计算机系统造成影响。

3.3

模型 model

通过计算机技术、传感器技术、人类心理学及生理学于一体的综合技术，利用并综合三维图形技术、多媒体技术、仿真技术、显示技术、伺服技术等多种高科技的最新发展成果，借助计算机等设备产生一个逼真的三维视觉、触觉、嗅觉等多种感官体验的虚拟世界，从而使处于虚拟世界中的人产生一种身临其境的感觉。

3.4

图像 image

由像素组成的二维矩阵，其中每个像素都包含颜色信息。在数字图像处理中，图像可以表示为一个矩阵，其中每个元素代表一个像素，通常用RGB（红、绿、蓝）值来表示。

3.5

渲染 rendering

计算机图形学中的一个专业名词，将三维模型转换为二维图像的过程。这个过程通常包括三个步骤：几何转换、光照计算和纹理映射。

3.6

图形渲染 graphic rendering

将三维模型转换为二维图像的过程。

3.7

图形处理 graphic processing

在虚拟现实中对图像进行处理的技术。

3.8

低延迟 Low latency

在虚拟现实中，图像和音频的响应速度非常快，不会出现卡顿、模糊等问题。

3.9

显示刷新率 screen refresh rate

显示器每秒更新图像的次数。

3.10

显示分辨率 display resolution

单个显示元件输出图像的分辨率。

注：需同时说明使用元件的数量。

3.11

高刷新率 high refresh rate

电子束对屏幕上的图像重复扫描的次数，刷新率越高，所显示的图像（画面）稳定性就越好，刷新率高低将直接决定其价格。

3.12

陀螺仪 gyroscope

一种测量物体旋转的传感器，通常用于追踪用户的头部运动。在 VR 中，陀螺仪可以提供更准确的运动跟踪数据，从而提高用户的姿势感知和交互能力。

3.13

陀螺仪刷新率 gyro refresh rate

陀螺仪每秒钟采样多少次，通常用 Hz 表示。

3.14

用户交互 interaction

用户通过不同的设备和信息沟通方式与产品或系统产生信息沟通的过程，以及用户体验设计的一部分。通过某个具有交互功能的互联网平台，让用户在上面不仅可以获得相关资讯、信息或服务，还能使用户与用户之间或用户与平台之间相互交流与互动，从而碰撞出更多的创意、思想和需求等。

3.15

传感器 sensor

一种检测装置，能感受到被测量的信息，并能将感受到的信息，按一定规律变换成为电信号或其他所需形式的信息输出，以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。

3.16

传感器数据 sensor data

在 VR 技术中，通过传感器设备获取用户和环境的数据，例如用户的头部运动、手部运动、眼睛位置等。

3.17

接口 interface

一种用来定义程序的协议，它描述可属于任何类或结构的一组相关行为；一组规则的集合，它规定了实现本接口的类或接口必须拥有的一组规则。

3.18

设备接口 device interface

设备与网络中的其它设备交换数据并相互作用的部件，分为物理接口和逻辑接口两类。

注：物理接口是真实存在、有器件支持的接口。物理接口分为管理接口、数据接口、动力接口、环境接口、机械接口等；逻辑接口是指软件层面的接口，如 TCP/IP 协议、OSI 协议等。

3.19

性能优化 performance optimization

在满足应用程序需求的前提下，通过调整代码、架构或设计等方面，以提高系统性能、降低资源消耗或减少响应时间的过程。常见的性能优化策略包括代码重构、数据压缩、使用多线程、数据库优化、网络优化等。

3.20

设备兼容性 device compatibility

硬件之间、软件之间或是软硬件组合系统之间的相互协调工作的程度。例如，如果您的设备可以正常运行针对 Android 执行环境编写的应用，则称该设备“兼容 Android”。

3.21

视觉效果 visual effect

通过计算机技术、数字技术和影像技术等手段，将虚拟的图像、场景、特效等元素合成到影片中，以增强影片的视觉冲击力和艺术效果。

3.22

安全标准 safety standards

为了保护人体健康，生命和财产的安全而制定的规范，是强制性标准，即必须执行的标准。

3.23

视角参数 angle of view parameters

VR 技术可以提供用户与虚拟环境的交互，因此后台代码可能会出现视角参数的变化。这些参数包括用户头部的旋转和移动，用于更新虚拟环境中的相机位置和方向。

3. 24

交互参数 interaction parameters

VR 技术通常提供手柄或其他交互设备，用于用户与虚拟环境的交互。后台代码可能会出现交互参数的变化，例如按钮的按下或释放，手柄的位置和方向等。

3. 25

物理参数 physical parameters

虚拟环境中的物体通常需要模拟物理行为，例如重力、碰撞等。后台代码可能会出现物理参数的变化，例如物体的位置、速度、加速度等。

3. 26

渲染参数 rendering parameters

VR 技术通常需要将虚拟环境渲染到 VR 设备的显示器上。后台代码可能会出现渲染参数的变化，例如分辨率、帧率、渲染模式等。

3. 27

用户输入参数 user input parameters

VR 技术通常可以接收用户的语音输入或其他形式的输入。后台代码可能会出现用户输入参数的变化，例如语音识别结果、手势识别结果等。

3. 28

帧速率 rate

每秒钟刷新的图片的帧数，也可以理解为图形处理器每秒钟能够刷新几次。虚拟现实需要至少 90 帧每秒的帧速率才能实现完整的不间断体验。帧速率是最重要的参数之一。

3. 29

追踪 track

按踪迹或线索追寻。追踪是一个重要的参数，它可以确定用户在虚拟空间内的位置和方向。还有颜色和对比度参数，可以调整场景的外观和亮度等。

3. 30

系统集成技术 system integration technology

将计算机软件、硬件、网络通信等技术和产品集成为能够满足特定需求的信息系统，包括总体策划、设计、开发、实施、服务和保障。简单来说，就是将各个分离的设备（如个人电脑）、功能和信息等集成到相互关联的、统一和协调的系统之中，使资源达到充分共享，实现集中、高效、便利的管理。

3. 31

姿态变化 attitude change

VR 设备通过内置陀螺仪、加速度计等传感器实时获取用户头部姿态信息。当用户转动头部或倾斜头部时，这些传感器会捕捉到相应的角度变化，并将其转化为具体的欧拉角数据。

3. 32

位置变化 change of position

VR 设备追踪用户在空间中移动的位置。通过内置的定位系统（如红外线、激光定位等），设备可以实时获取用户在 X、Y、Z 轴上的坐标值。

3. 33

触发事件 trigger event

通过触摸板、按钮等触控交互元素，当用户操作这些元素时，VR 设备会捕捉到对应的触发事件，并将其转化

为相应的信号。

3.34

沉浸性 immersion

用户对虚拟世界中的真实感，此种真实感将使用户难以觉察、分辨出其自身正处于一个由计算机生成的虚拟环境中。

3.35

交互性 interactiveness

用户对虚拟世界中的物体的可操作性。

3.36

构想性 interaction

用户在虚拟世界的多维信息空间中，依靠自身的感知和认知能力可全方位地获取知识，发挥主观能动性，寻求对问题的完美解决。

3.37

通信协议 communication protocol

双方实体完成通信或服务所必须遵循的规则和约定。通过通信信道和设备互连起来的多个不同地理位置的数据通信系统，要使其能协同工作实现信息交换和资源共享，它们之间必须具有共同的语言。

3.38

API 交互 API interactive

全称叫应用交互特征 (Application Interchange Profile)。它是一种用于描述智能卡应用程序的二进制文件格式，用于在智能卡和主机之间传输数据。AIP 文件包含应用程序的代码、数据和其他信息，以及与应用程序相关的元数据。

3.39

代码 code

程序员用开发工具所支持的语言写出来的源文件，是一组由字符、符号或信号码元以离散形式表示信息的明确的规则体系。

3.40

有效像素比 effective pixel ratio

能够被人眼看到的像素数量与显示元件整体像素数量的比值。

3.41

角分辨率 pixels per degree

在用户视野中，沿某一方向，每个单位角度内能够看到的显示设备所输出像素的数量。

3.42

视场角 field of view

头戴式显示设备所形成的图像中，人眼可观察到图像的边缘与观察点（人眼瞳孔中心）连线的夹角。

注1：包括水平视场角、垂直视场角、对角线视场角。

注2：默认为单眼视场角，未加特殊说明时左右两个边缘与单个观察点的夹角，即水平视场角。

注3：默认视场角为特定出瞳距离时候出瞳直径中心位置下的测量值，如果未给出瞳距离，默认视场角为出瞳距离为 10mm 时出瞳直径中心位置下的测量值。

3.43

跟踪模式 tracking mode

头戴式显示设备能够被跟踪的自由度多少，可以分为无跟踪、三自由度 (3DoF) 跟踪、六自由度 (6DoF) 跟踪三种模式。如图 1，3DoF 为设备沿 x、y 及 z 三个方向的平移运动，6DoF 是相对 3DoF 而言的空间移动属性，增加了三个旋转自由度，见图 1。

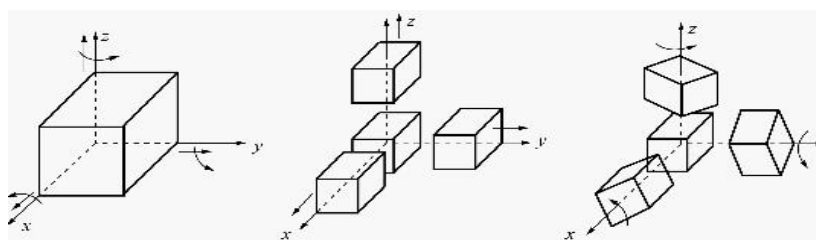


图 1 设备 3DoF 和 6DoF 运动示意图

3.44

动显延迟 motion-to-photo latency

从用户运动开始，一直到对应的图像变化并通过头戴式显示设备映射到人眼上面全部的时间。

3.45

传输速度 transmission speed

为满足虚拟现实画质及画面流畅度等观看要求的虚拟现实数据网络传输速率性能。

3.46

功耗 power consumption

虚拟现实设备在单位时间中所消耗的能源数量，常用瓦特表示，可分为工作功耗与待机功耗。

3.47

瞳距范围 inter-pupillary distance range

两个光学系统（分别给双目使用）的光轴之间距离的可调节范围。

3.48

出瞳直径 exit pupil diameter

为出瞳平面内能够看全整个图像的人眼可移动范围的内切直径。

3.49

色散 chromatic aberration

通过头戴式显示设备光学系统观察图像像元产生的图像时，产生的不同颜色分离及色彩失真的程度。

3.50

视度 diopter

虚像位置与出瞳平面之间距离的倒数。虚拟现实设备视度的调整方式为双目同时调节或双目分别调节，可调范围大于等于 6 视度。

3.51

亮度对比度 luminance contrast

头戴式显示设备显示元件中心位置在纯白图像和纯黑图像下的亮度的比值。

3.52

虚像距离 virtual image distance

头戴式显示设备所成虚像平面到出瞳（人眼瞳孔）的距离。

3.53

移动跟踪范围 tracking area

头戴式显示设备在移动位置时，能够跟踪的区域，通常以跟踪区域面积来描述。

3.54

角度漂移 drift

头戴式显示设备经过随机旋转回到原位后，跟踪系统所测得的姿态与初始姿态之间的差值。

3. 55

角度采样频率 angular sampling frequency

角度传感设备的采样频率。

3. 56

位置采样频率 position sampling frequency

位置跟踪系统的采样频率。

3. 57

转动跟踪误差 rotation tracking error

头戴式显示设备在发生旋转时，跟踪系统所测得的姿态与实际姿态的平均偏差。

3. 58

移动跟踪误差 translation tracking error

头戴式显示设备发生位移时，跟踪系统所测得的位移与实际位移的平均偏差。

3. 59

转动灵敏度 rtation resolution

虚拟现实头戴式 显示设备在发生旋转时，跟踪系统能够测得的最小旋转角度。

3. 60

移动灵敏度 translation resolution

头戴式显示设备在发生位移时，跟踪系统能够测得的最小位移。

3. 61

虚拟环境构建 virtual environment construction

利用建模、渲染和音频处理等技术，用于创建真实感的虚拟场景。

3. 62

虚拟环境显示 virtual environment display

使用头戴式显示器或眼镜等设备，将虚拟场景投射到用户眼前，营造出身临其境的感觉。

3. 63

虚拟环境交互 virtual environment interaction

通过手柄、控制器或其他传感器设备，让用户可以与虚拟场景中的物体进行互动。

3. 64

3D 建模技术 3D modeling technology

一种将三维空间中的物体或场景转化为计算机图像的技术。它可以通过三维制作软件通过虚拟三维空间构建出具有三维数据的模型。3D 建模技术广泛应用于游戏、电影、建筑、工业设计、室内设计等领域。

3. 65

渲染技术 rendering technology

将所有神奇元素带入屏幕的唯一技术，即将数字三维场景中生成二维影像的过程。为了生成影像，需要使用特定的方法和特殊的软件和硬件。

3. 66

虚拟现实引擎技术 virtual reality engine technology

一种结合了计算机科学、人工智能和虚拟现实技术的前沿科技，它通过模拟和创建数字化环境，使用户能够与虚拟世界互动。

3. 67

传感器技术 sensor technology

一种将物理量或化学量转换为电信号输出的装置。它可以将温度、压力、湿度、水位、光度、氧气

浓度等各种物理或化学量转换为电信号进行测量和控制。

3.68

人机交互技术 human computer interaction technology

通过计算机输入、输出设备，以有效的方式实现人与计算机对话的技术。它与认知学、人机工程学、心理学等学科领域有密切的联系。

人机交互技术的主要目标是提高计算机系统的易用性和用户满意度，使用户能够更好地理解和使用计算机系统，从而提高计算机系统的使用效率和生产力。

3.69

视频流技术 video streaming technology

通过互联网连接观看在线视频内容而无需先下载媒体文件的技术。视频流特指在线视频内容，如电影、电视剧、直播等，一般内容创作者制作的在线视频。

3.70

人工智能技术 artificial intelligence technology

一种模拟人类智能的技术，它使计算机系统能够执行像学习、推理、理解语言和感知等任务，以解决复杂问题。

人工智能的目标是使机器能够模仿人类思维和行为，并具备自主学习和适应环境的能力。

4 通用要求

4.1 使用规范

4.1.1 安全使用

使用 VR 设备时，确保周围环境安全，避免碰撞或摔倒。在使用 VR 设备前，应仔细阅读设备的安全手册，并按照说明操作。

4.1.2 适度使用

长时间使用 VR 设备可能会导致眼部疲劳、头晕或晕眩等不适症状。因此，使用 VR 设备时应适度控制使用时间，每次使用时不宜超过 30 分钟，且需要适时休息。

4.1.3 个人卫生

VR 设备通常是个人使用的，应注意个人卫生。使用前应确保设备清洁，避免与他人共用设备，以减少传染病的风险。

4.1.4 防止震动

在使用 VR 设备时，应避免剧烈运动、跳动或旋转，以免引起晕眩或恶心。特别是在使用高强度 VR 游戏或体验时，应注意自身的身体状况，避免过度运动。

4.1.5 保护隐私

在使用 VR 设备时，特别是与他人共用设备时，应尊重他人的隐私。不得录制、拍摄或传播他人在 VR 中的个人信息或行为。

4.1.6 使用环境

在使用 VR 设备时，应注意周围环境的安全和卫生。避免在狭小、拥挤或杂乱的空间中使用，以免

发生意外。

4.1.7 合法使用

在使用 VR 设备时，应遵守当地法律法规和相关规定。不得将 VR 设备用于非法活动或侵犯他人权益的行为。

4.2 外观和结构

产品表面不应有明显的凹痕、划伤、裂缝、变形等现象，表面涂覆层不应起气泡、龟裂和脱落。金属部件不应锈蚀和损伤。

产品的零部件应紧固无松动，可插拔部件应可靠连接，各操作开关和按键应灵活、可靠、方便，锁紧装置不得自行释放。

产品表面说明功能的文字、符号和标志应清晰、端正、牢固。

4.3 安全要求

产品应符合 GB 4943.1 的规定。

4.4 电源适应能力

对交流供电的产品，应能在 $220\text{ V} \pm 22\text{ V}$ ， $50\text{ Hz} \pm 1\text{ Hz}$ 条件下正常工作。

对直流供电的产品，应能在直流电压标称值的 $(100 \pm 5)\%$ 条件下正常工作，直流电压标称值应在产品标准中规定。

对于电源有特殊要求的单元应由产品说明书规定。

导线组件的要求应符合 GB/T 15934 的规定。

4.5 电磁兼容性

4.5.1 无线电骚扰

应于交流供电的产品的无线电骚扰限值应符合 GB/T 9254.2—2021 中对 B 级所规定的无线电骚扰限值。

4.5.2 谐波电流

产品的谐波电流应符合 GB 17625.1—2022 中对 D 类的限值要求。

4.5.3 抗扰度

产品的抗扰度限值应符合 GB/T 17618 的要求。

4.6 环境适应性

产品在储存、运输工作中应能承受 GB/T 2423.1—2008~GB/T 2423.10—2019 规定的温度、震动、冲击碰撞等环境条件。

4.7 产品可靠性

产品可靠性应满足 GB/T 5080.7 的规定。

4.8 禁限用物质

产品禁限用物质应满足 GB/T 26572 的规定。

4.9 头戴式显示设备性能要求

4.9.1 头戴部分质量

头戴部分质量应符合产品说明书规定，与产品说明书标明值误差不超过 15%。

4.9.2 头戴部分尺寸

以双眼连线平行方向为宽度方向，以水平目视方向为厚度方向，以竖直方向为高度方向，应在产品说明书中标明，宽度方向、厚度方向以及高度方向与产品说明书标明值误差不超过 15%。

4.9.3 动显延迟

通常要求动显延迟应低于 20ms。

4.9.4 功耗

应符合产品说明书规定，与产品说明书标明值误差不超过 15%。

4.9.5 虚像距离

虚像距离应 $\geq 0.3\text{m}$ 。

4.9.6 移动跟踪范围

跟踪范围 $< 3\text{m} \times 3\text{m}$ 为桌面尺度跟踪， $\geq 3\text{m} \times 3\text{m}$ 跟踪范围的为房间尺度跟踪。应由产品说明书规定。

对于跟踪范围无限大的虚拟现实头戴式显示设备，应由产品说明书规定推荐使用范围来供用户参考。

4.9.7 角度漂移

角度漂移量应不超过 18° 。

4.9.8 角度采样频率

角度传感设备的角度采样频率应 $\geq 60\text{Hz}$ 。

4.9.9 位置采样频率

位置跟踪系统的角度采样频率应 $\geq 60\text{Hz}$ 。

4.9.10 转动跟踪误差

角度跟踪误差应保证每转动 10° ，误差 $\leq 2^\circ$ 。

4.9.11 移动跟踪误差

移动跟踪误差每移动 100mm，误差应 $\leq 5\text{mm}$ ，或由产品说明书规定。

4.9.12 转动灵敏度

转动灵敏度应 $\leq 5^\circ$ 。

4.9.13 移动灵敏度

移动灵敏度应 $\leq 10\text{mm}$ 。

4.9.14 视场角

视场角应 $\geq 60^\circ$ ，或由产品说明书规定。

4.9.15 有效像素比

有效像素比应 $\geq 65\%$ 。

4.9.16 显示分辨率

显示分辨率应大于 $1200(\text{像素}) \times 1080(\text{像素})$ 或由产品说明书规定。

4.9.17 显示刷新率

显示刷新率应 $\geq 60\text{Hz}$ 或由产品说明书规定。

4.9.18 散热性

显示设备在运行标准试验场景状态下，使用 15min 后设备表面温度，设备温度应 $\leq 60^\circ\text{C}$ 。

4.9.19 色散

在 0.3 倍全视场角下，色散应 $\leq 3\%$ 。具体设备要求因产品而异。

4.9.20 亮度对比度

采用 LCD 的设备亮度对比度应 $\geq 300:1$ ，采用 OLED 的设备亮度对比度应 $\geq 1000:1$ 。

4.9.21 跟踪模式

对于支持跟踪的 VR 显示设备，至少支持 3DOF ，推荐支持 6DOF 。

4.9.22 续航时间

电影模式下续航时间应 $>120\text{min}$ ，游戏模式下续航时间应 $>60\text{min}$ 。或由产品说明书规定。

5 试验方法

5.1 试验环境条件

除有规定外，试验均应在下述条件下进行：

- 温度： $15^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ ；
- 相对湿度： $25\% \sim 75\%$ ；
- 大气压： $86\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$ 。

5.2 中文信息处理检查

用 GB/T11460 规定的方法检查产品中汉字字型与相应标准字型的符合程度，检查字型时应同时检查字符集。

5.3 外观和结构检查

用目测法和触摸法进行外观和结构检查，应符合 6.2 的要求。

5.4 安全试验

按 GB 4943.1 中的规定进行。

5.5 电源适应能力试验

5.5.1 交流电源适应能力试验

交流电源适应能力试验按表 1 组合对受试样品进行试验，受试样品工作应正常。

表 1 交流电源适应能力试验条件

标称值	电压（V）	频率（Hz）
1	220	50
2	198	49
3	198	51
4	242	49
5	242	51

5.5.2 直流电源适应能力试验

按单向和双向方式分别调节直流电源电压，使其偏离标称值±5%, 运行检查程序一遍，受试样品工作应正常。

5.5.3 电线组件试验

按 GB/T 15934 的规定进行。

5.6 电磁兼容性试验

5.6.1 无线电骚扰

按 GB/T 9254.1—2021 及 GB/T 9254.2—2021 的规定进行。

5.6.2 谐波电流

按 GB 17625.1—2022 的规定进行。

5.6.3 抗扰度

按 GB/T 17618 的规定进行。

5.7 环境适应性试验

5.7.1 一般要求

环境试验方法应符合 GB/T 2421 的有关规定。以下各项试验中，规定的初始检测和最后检测，统一按 5.3 进行外观和结构的检查，并运行检查程序一遍，受试样品工作应正常。

当结构一体化产品中装入的某些设备，对其试验方法有特殊要求时，产品标称中应予以说明。

5.7.2 温度下限试验

5.7.2.1 工作温度下限试验

按 GB/T 2423.1—2008 “试验 Ad” 进行。受试样品应进行初始检测，严酷程度取表 1 规定的工作温度下限值，加电运行检查程序 2h, 受试样品工作应正常。恢复时间为 2h。

5.7.2.2 贮存运输温度下限试验

按 GB/T 2423.1—2008 “试验 Ab” 进行。严酷程度取表 1 规定的贮存运输温度下限值，受试样品在不工作条件下存放 16 h。恢复时间为 2 h, 并进行最后检测。

5.7.3 温度上限试验

5.7.3.1 工作温度上限试验

按 GB/T 2423.2—2008 “试验 Bd ” 进行。受试样品应进行初始检测，严酷程度取表 1 规定的工作温度上限值，加电运行检查程序 2h, 受试样品工作应正常。恢复时间为 2h。

5.7.3.2 贮存运输温度上限试验

按 GB/T 2423.2—2008 “试验 Bd ” 进行。严酷程度取表 1 规定的贮存运输温度上限值，受试样品在不工作条件下存放 16 h。恢复时间为 2h, 并进行最后检测。

5.7.4 恒定湿热试验

5.7.4.1 工作条件下的恒定湿热试验

按 GB/T 2423.3—2016 “试验 Cab” 进行，严酷程度取表 1 规定的工作温度、湿度上限值。受试样品应进行初始检测，试验持续时间为 2h。在此期间加电运行检查程序，工作应正常。恢复时间为 2 h, 并进行最后检测。

5.7.4.2 贮存运输条件下的恒定湿热试验

按 GB/T 2423.3—2016 “试验 Cab” 进行。受试样品应进行初始检测，受试样品在不工作条件下存放 48 h。恢复时间为 2h, 并进行最后检测。

5.7.5 振动试验

按 GB/T 2423.10—2019 “试验 Fc” 进行。受试样品按工作位置固定在振动台上，进行初始检测。受试样品在不工作状态下，按表 2 规定值设置振动试验条件，分别在三个互相垂直方向进行以下振动试验：

- a) 初始振动响应检查，试验在给定频率范围内，在一个扫频循环上完成。试验过程中记录危险频率，包括机械共振频率和导致故障及影响性能的频率(后者仅在工作条件下产生)；
- b) 定频耐久试验，用初始振动响应检查中记录的危险频率进行定频试验，如果两种危险频率同时存在，则不得只选其中一种。在试验规定频率范围内如无明显共振频率或无影响性能的频率，或危险频率超过 4 个，则不做定频耐久试验，仅做扫频耐久试验；
- c) 扫频耐久试验，按表 2 给定频率范围由低到高，再由高到低，作为一次循环。按表 2 规定的循环次数进行，已做过定频耐久试验的样品不再做扫频耐久试验；
- d) 最后振动响应检查，此项试验在不工作条件下进行，对于已做过定频耐久试验的受试样品应做此项试验。对于做扫频耐久试验的样品，可将最后一次扫频试验作为最后振动响应检查。本试验应将记录的共振频率与初始振动响应检查记录的共振频率相比较，若有明显变化，应对受试样品做修整，重新进行该项试验。试验结束后，进行最后检测。

5.7.6 冲击试验

按 GB/T 2423.5—2019 “试验 Ea ” 进行。受试样品应进行初始检测，安装时要注意重力影响，按表 3 规定值，在不工作条件下，分别对三个互相垂直轴线方向进行冲击，冲击次数各为 3 次，试验后进行最后检测。

5.7.7 碰撞试验

按 GB/T 2423.6—1995 “试验 Eb ” 进行。受试样品应进行初始检测，安装时要注意重力影响，按表 4 规定值，在不工作条件下，分别对三个互相垂直轴线方向进行碰撞。试验后进行最后检测。

5.7.8 运输包装件跌落试验

对受试样品进行初始检测，将运输包装件处于准备运输状态，按 GB/T 4857.2 进行预处理 4 h。

将运输包装件按 GB/T 4857.5 的规定值进行跌落，底面以及任意其他三面，每面跌落一次。试验后检查包装件的损坏情况，并对受试样品进行最后检测。

5.8 可靠性试验

5.8.1 试验条件

可靠性试验目的为确定产品在正常使用条件下的可靠性水平，试验周期内综合应力规定如下：

- a) 电应力, 受试样品在输入电压标称值的 $\pm 10\%$ 变化范围内工作。一个周期内各种条件工作时间的分配为：电压上限 25%, 标称值 50%, 电压下限 25%;
- b) 温度应力, 受试样品在一个周期内由正常温度(具体值由产品标准规定)升至表 1 规定的温度 上限值再回到正常温度。温度变化率的平均值为 $0.7^{\circ}\text{C}/\text{min} \sim 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$, 或根据受试样品的特殊要求选用其他值。在一个周期内，保持在上限和正常温度的持续时间之比为 1:1 左右。一个周期称为一个循环，在总试验期间内循环次数不应小于 3 次，电应力和温度应力同时施加。

5.8.2 试验方案

可靠性试验按 GB/T 5080.7 进行，可靠性鉴定试验和可靠性验收试验的方案由产品生产商规定。在整个试验过程中，应运行检查程序，故障的判据和计入方法参见 GB/T 5080.7 附录 A，并只统计关联故障数。

5.8.3 试验时间

试验时间应持续到总试验时间及总故障数均能按选定的试验方案作出接收或拒收判决时截止。多台受试样品试验时，每台受试样品的试验时间不得小于所有受试样品的平均试验时间的一半。

5.9 限用物质的限量试验

按 GB/T 26125 的规定进行。

5.10 外接式虚拟现实头戴式显示设备试验

5.10.1 头戴部分质量试验

试验过程如下：

- a) 检查确认电子秤零位及灵敏度；
- b) 将虚拟现实头戴式显示设备除去外接连接线，保留主机与头部固定绑带；
- c) 将设备置于电子秤上，放置稳定后读取电子秤读数。

5.10.2 头戴部分尺寸试验

拆去头部固定绑带，仅保留主体部分；使用卡尺分别测量设备主体的宽度、厚度、高度的最大尺寸处，宽度方向、厚度方向、高度方向见图2。

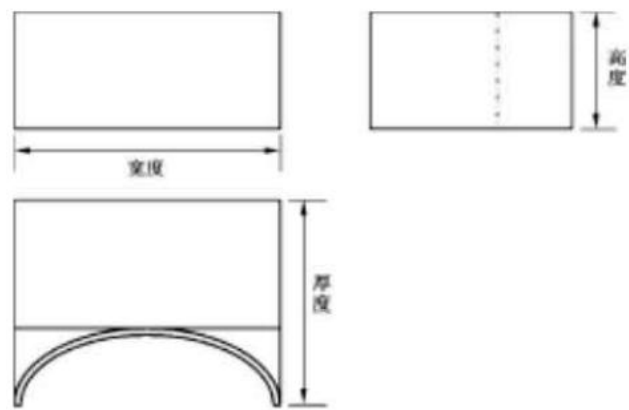


图 2 头戴部分尺寸测量方向定义

5.10.3 视场角试验

具体试验过程如下：

- a) 将虚拟现实头戴式显示设备置于分光计载物台上，调整虚拟现实头戴式显示设备以保证一个 目镜的出瞳中心置于分光计转台中心为准，保证与双眼连线平行方向和分光计转台旋转平面 平行，试验软件控制虚拟现实头戴式显示设备中全视场标识显示；
- b) 通过安装在分光计的前置镜对准虚拟现实头戴式显示设备中的可观察到的两侧最大的显示区域边缘(通过图像检测装置捕获下降到中心亮度的 10%位置), 同时记录下分光计度盘刻度。左右两侧的度盘刻度差为水平视场角 θ , 即是装置的视场角。

其中照明灯和照明棱镜目的是为分划板提供照明，可以由其他照明方式替代，目镜可以由图像检测装置替代。试验装置见图 3。

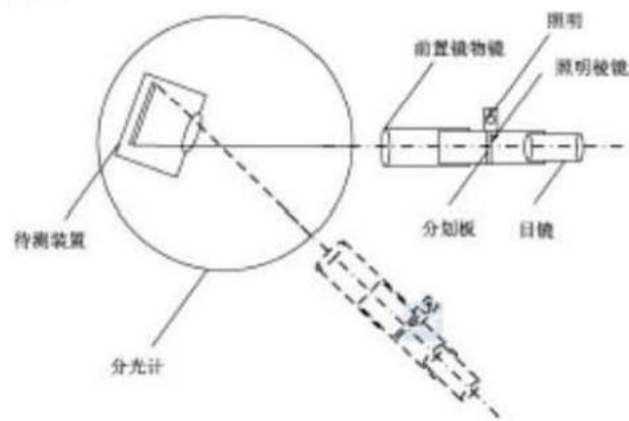


图 3 视场角试验示意图

分光计前置镜前需安装狭缝保证细光线成像条件，所使用的前置镜的物镜焦距宜不小于 200 mm，目镜放大倍数不小于 5 倍。

注：本试验方法参考自 GB/T 10987—2009 的 3.2.1。

5.10.4 有效像素比试验

试验过程中某时刻屏幕中像素分布见图 4。

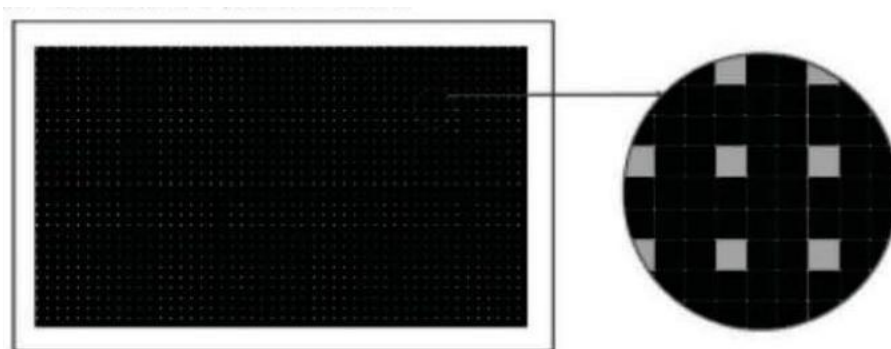


图 4 试验过程中某时刻屏幕中像素分布

试验过程如下：

a) 初始化：

按照屏幕自身的分辨率，将屏幕上的像素分成 m 个像素块，每个像素块包含 $n \times n$ 个像素 (图 3 中 $n=3$)，记录单个像素的最大亮度值；

b) 显示计数点：

- 1) 利用驱动程序，同步点亮所有像素块中的同一位置的像素点，显示色为绿色，以此为计数点；
- 2) 依次点亮每个像素块中的各个像素，每组像素持续点亮 1s，将屏幕上每个像素都点亮 1 次；
- 3) 重复执行步骤 2)，循环显示多个周期，直至后续的检测步骤完成。

c) 像素点计数：

- 1) 将摄像机与虚拟现实头戴式显示设备、显示元件放置在暗室，将显示元件放入虚拟现实头戴式显示设备内，把摄像机放置在虚拟现实头戴式显示设备的出瞳位置；
- 2) 使显示原件按照步骤 b) 进行显示；
- 3) 将摄像机连接计算机，记录一整个显示周期，将亮度大于最大亮度值的像素点记为有效像素点，回传图像中的有效计数点的个数。

有效像素比见公式 1。

$$EPR = \frac{2P'}{P} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

EPR ——有效像素比；

P' ——单目可看到的有效像素数；

P —— 总像素数。

如果边缘畸变严重，导致相邻两个像素块之间的格子出现重合，则可适当提高 n 值。

5.10.5 瞳距范围试验

确定两个目镜的光学中心，用瞳距尺测量两点之间的距离，该距离为虚拟现实头戴式显示设备光学系统的双目入射光瞳中心距离 PD，见图 5。

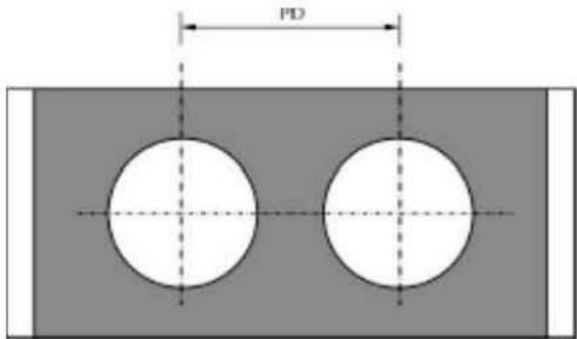


图 5 瞳距试验示意图

将设备的 PD 调宽，按照上述双目入射光瞳中心距离定义测量出设备的最宽瞳距。同理将设备的 PD 调窄，测出设备的最窄瞳距。则设备的光学系统的双目入射光瞳中心距离的物理调节范围见式 (2)：

$$\Delta PD = PD_{MAX} - PD_{MIN} \dots\dots\dots (2)$$

- 式中：
- ΔPD —— 双目入射光瞳中心距离的可调节范围，单位为毫米 (mm)；
 - PD_{MAX} —— 设备宽瞳距，单位为毫米 (mm)；
 - PD_{MIN} —— 设备窄瞳距，单位为毫米 (mm)。

5.10.6 出瞳距离和出瞳直径试验

出瞳直径和出瞳距离为相关测量，表示为出瞳距离为 L 条件下，出瞳直径为 D。

搭建针孔相机(孔径小于或等于 1 mm)和以针孔相机入瞳中心为原点的六轴调整机构组成的专用设备，专用设备连接图像显示设备将针孔相机的图像显示在图像显示设备上以便观看。专用设备可以用于调整针孔相机的位移，并且可以绕针孔相机的入瞳中心进行三维方向旋转。试验装置示意图见图 6。

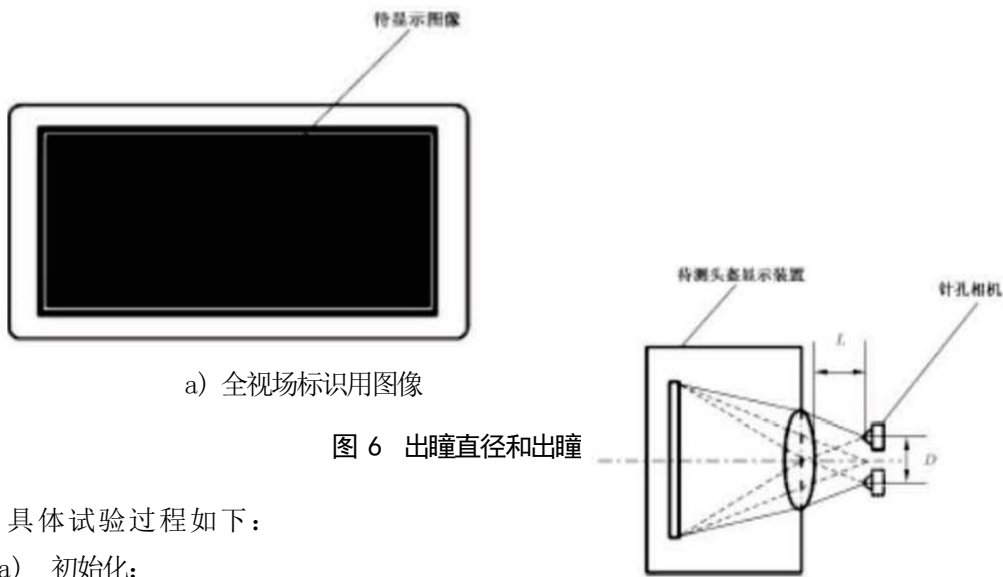


图 6 出瞳直径和出瞳

具体试验过程如下：

- a) 初始化：
 - 1) 按照设备自身的视场，显示全视场边框图像 (如图 5 a) 所示；
 - 2) 放置针孔相机于距离镜片表面 L 处；

b) 测量出瞳直径:

- 1) 人眼可以观察到全部视场的三维区域为眼瞳箱, 调整针孔相机使其沿双眼连线平行方向移动, 通过专用设备三维方向的旋转可以通过图像显示设备看到全视场图像, 在该方向上两点 AB 形成的线段上的点都可以看到全视场, 线段 AB 外的点都看不全整个视场, 则线段 AB 的长度为待测头戴显示器在该方向上的眼瞳箱长度 D_x ;
- 2) 调整针孔相机使其沿双眼连线垂直方向移动, 重复上述步骤, 得到待测头戴显示器在该方向的眼瞳箱长度 D_y 。

则待测头戴显示器在出瞳距离 L 处的出瞳直径 D 见式 (3):

$$D = \min(D_x, D_y) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- D —— 在出瞳距离 L 处的出瞳直径, 单位为毫米(mm);
- D_x —— 待测头戴显示器在水平方向上的眼瞳箱长度, 单位为毫米(mm);
- D_y —— 待测头戴显示器在垂直方向上的眼瞳箱长度, 单位为毫米(mm)。

5.10.7 畸变试验

具体流程如下:

- a) 将虚拟现实头戴式显示设备置于分光计载物台上, 详见图 7;
- b) 调整虚拟现实头戴式显示设备以保证一个目镜设计出瞳中心置于分光计转台中心为准, 另外保证待测的视场方向(例如测水平方向畸变, 视场方向为与双眼连线平行方向)和分光计转台旋转平面平行;
- c) 在虚拟现实头戴式显示设备的屏幕上显示 0.1 倍全视场圆环图像, 以及待测视场角(如 0.9 倍全视场角, 0.7 倍全视场角或者 0.3 倍全视场)下的圆环图像(见图 6), 所述不同视场角下的圆环图像均为整机畸变矫正后的图像, 如虚拟现实头戴式显示设备视场角为 100° , 0.1 倍、0.3 倍、0.7 倍以及 0.9 倍全视场分别对应整机畸变矫正后 10° 、 30° 、 70° 以及 90° 视场角对应的图像位置, 对于没有软件矫正的虚拟现实头戴式显示设备, 0.1 倍、0.3 倍、0.7 倍以及 0.9 倍全视场分别对应 0.1 倍、0.3 倍、0.7 倍以及 0.9 倍全像高的位置;
- d) 通过安装在分光计的前置镜对准虚拟现实头戴式显示设备中的可观察到的两侧最大的显示区域边缘(目视或通过图像检测装置捕获), 同时记录下分光计度盘刻度;
- e) 0.1 倍全视场圆环图像的两侧边缘左右两侧的度盘刻度差为待测视场角白色圆环图像的两侧边缘左右两侧的度盘刻度差为实际显示视场角 w_g , 测量过程中, 待前置镜对准圆环亮线的中心, 进行度盘刻度的读取。

则系统在 β 倍全视角下的畸变 Δw 见式 (4):

$$\Delta w_i = 1 - \frac{\beta}{0.1} \times \frac{w_o}{w_R} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- Δw_i —— 系统在 β 倍全视场角下的畸变;
- β —— 待测视场角相对于全视场角的比例;
- w_o —— 待测设备实际显示的 0.1 倍全视场角下的显示视场角;
- w_R —— 待测设备实际显示的待测视场角。

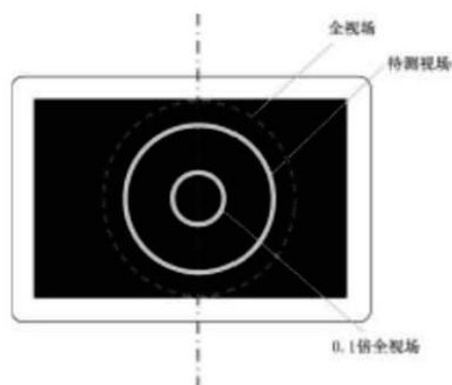


图 7 畸变试验示意图

5.10.8 色散试验

具体试验过程如下:

- 将虚拟现实头戴式显示设备置于分光计载物台上;
- 调整虚拟现实头戴式显示设备以保证一个目镜设计出瞳中心置于分光计转台中心为准,另外保证待测的视场方向(例如测水平方向畸变,视场方向为与双眼连线平行方向)和分光计转台旋转平面平行;
- 在虚拟现实头戴式显示设备的屏幕上显示指定的方框图像,方框图像为整机畸变矫正后的图像(图 8),圆环图像的两侧边缘分别对应视场角为 $+w_i$ 和 $-w_i$;
- 虚拟现实头戴式显示设备分别显示蓝色、绿色、红色三种颜色的图像;
- 通过安装在分光计的前置镜对准虚拟现实头戴式显示设备中的可观察到的两侧最大的显示区域边缘(目视或通过图像检测装置捕获),同时记录下分光计度盘刻度;
- 左右两侧的度盘刻度差为实际显示视场角,对应蓝色、绿色、红色三种颜色图像,其显示视场角分别为 w_{blue} , w_{green} , w_{red} 。

系统色散见式(5):

$$\Delta w_{i,color} = \max \left\{ \frac{|w_{blue} - w_{green}|}{2w_i}, \frac{|w_{blue} - w_{red}|}{2w_i}, \frac{|w_{red} - w_{green}|}{2w_i} \right\} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

$\Delta w_{i,color}$ —— 系统在半视场角 w_i 的色散;

w_i —— 待测半视场角;

w_{blue} —— 待测设备蓝色图像实际显示视场角;

w_{green} —— 待测设备绿色图像实际显示视场角;

w_{red} —— 待测设备红色图像实际显示视场角。

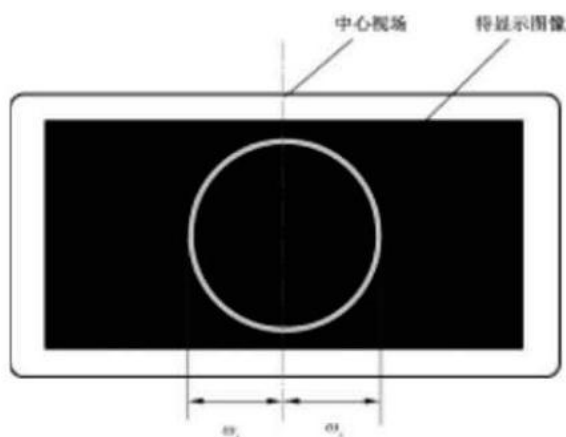


图 8 色散试验示意图

5.10.9 视度调整范围试验

具体试验过程如下：

- a) 用视度管和平行光管检验：
 - 1) 在平行光管的物镜前放置透明分划板或分辨率板，将光学系统正对分划板放置；
 - 2) 将视度管放置于光学系统前方，出瞳位置附近，并将视度管视度归零。
- b) 前后调整光学系统位置，同时看清平行光管分划线的像与视度管的分划线，此时即为光学系统的视度为零的位置。
- c) 将光学系统分别调整到正、负视度极限位置，通过视度管都能清晰看到平行光管分划线的像与视度管的分划线，即为符合产品标称的视度范围。

注：本试验方法参考自 GB/T 17117—2008 的 5.1 以及 GB/T 18312—2015 的 3.2.3。

5.10.10 显示分辨率试验

将待测虚拟现实头戴式显示设备光学系统拆下，将复合测试图加到显示器，将显示器调整到 SJ/T 11348—2006 的 4.4.2 规定的标准工作状态，测试并记录显示器物理的水平像素数及垂直像素数，测量结果表述成水平像素数乘以垂直像素数的形式。

注：本试验方法参考自 SJ/T 11348—2016 的 5.14，复合测试图为 SJ/T 11348—2016 的 A.2 标准清晰度复合测试图。

5.10.11 显示刷新率试验

具体试验过程如下：

- a) 通过预置程序，使得虚拟现实头戴式显示设备的显示部分以最快频率刷新画面，交替显示白画面与黑画面；
- b) 用示波器连接光敏探测器，将探测器固定在显示屏幕的中心位置；
- c) 调整示波器显示光敏探测器电流变化周期 T。

显示刷新率见式 (6)：

$$FC = \frac{2}{T} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

FC ——显示刷新率；

T ——周期。

注：本试验方法参考自SJ/T 11281-2007 的4.3.2。

5.10.12 亮度对比度试验

具体试验过程如下：

- 将虚拟现实头戴式显示设备与亮度计置于暗室中，将亮度计放置在虚拟现实头戴式显示设备的出瞳位置；
 - 启动虚拟现实头戴式显示设备，显示纯黑图像，记录此时的亮度值，10 min 内重复记录 3 次，取亮度平均值 $L_{\min}$ ；
 - 显示纯白图像，记录此时的亮度值，10 min 内重复记录 3 次，取亮度平均值 $L_{\max}$ 。
- 亮度对比度见式 (7)：

$$C = \frac{L_{\max}}{L_{\min}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

C ——亮度对比

$L_{\max}$ ——纯白图像亮度的平均值，单位为坎德拉每平方米(cd/m^2)；

$L_{\min}$ ——纯黑图像亮度的平均值，单位为坎德拉每平方米(cd/m^2)。

5.10.13 虚像距离试验

虚像透过物镜成像，用图像传感器接收图像，采用自动定焦算法结合位置传感器找到最佳像面位置，此位置对应一个唯一的虚像距离，计算可得。

测试设备与被测产品正确连接，保证二者光轴重合，被测产品的出瞳与测试设备的入瞳重合。用测试设备的探测器接收被测虚像，通过自动定焦算法确定最佳成像位置，通过自动定焦算法确定最佳成像位置，通过记录移动的距离或者计算方法得到测试设备探测器到像方焦平面距离，代入式 (8) 可得到虚像距离。试验见图 9。

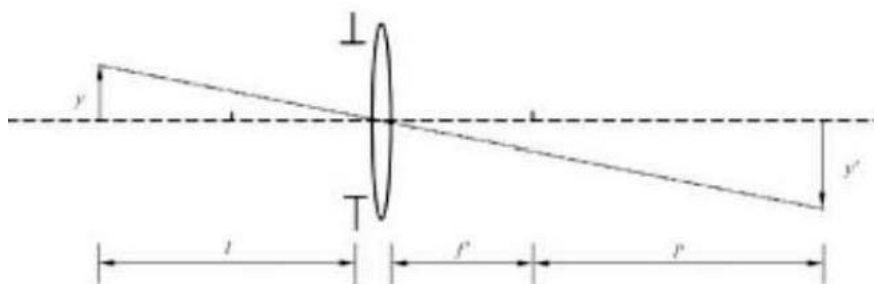


图 9 虚像距离试验示意图

则虚像距离见式 (8)：

$$l = \frac{f'^2}{l'} + f' \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

l ——虚像距离，单位为毫米(mm)；

f' ——测试设备焦距，单位为毫米(mm)；

l' ——测试设备探测器到方焦平面距离，单位为毫米(mm)。

测试设备的焦距事先指定。

5.10.14 中心角分辨率试验

具体试验过程如下:

- 利用 5.10.3 测定待测设备的视场角,通过假设的系统平台获得中心视场的位置;
- 调整分光计上前置镜的位置,使其所在的角度为距离中心视场 2.5° 位置处;
- 在显示元件上运行试验程序,扫描图像见图 9,对其像素位置坐标编号(按照笛卡尔直角坐标系),并逐行进行扫描自左向右扫描 x 坐标,每次只有一列像素为白色,其余为黑色,每次点亮 0.5 s,直至扫描完整个屏幕,找到和前置镜分划板叉丝重合的像素坐标编号为 P_1 ;
- 将分光计上前置镜的位置调整到距离中心视场 2.5° 位置处,重复上述显示试验程序内容,找到和前置镜分划板叉丝重合的像素坐标编号为 P_2 。

则中心角分辨率 α 见式 (9):

$$\alpha = \frac{P_2 - P_1}{5} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

- α ——中心角分辨率;
- P_1 ——虚像距离,单位为毫米(mm);
- P_2 ——测试设备焦距,单位为毫米(mm)。

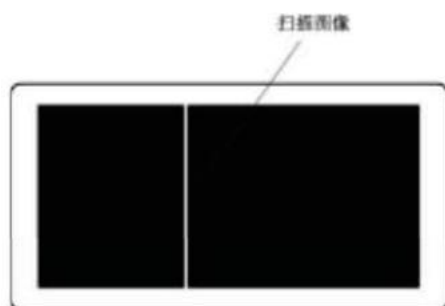


图 10 中心角分辨率试验示意图

5.10.15 全视场平均角分辨率试验

根据 5.10.3 和 5.10.4 测定的视场角和显示分辨率的试验方法测定待测头戴显示装置的水平或垂直视场角和单目可看到水平或者垂直有效像素数分别为 θ 和 P' 。

则全视场水平或者垂直平均角分辨率 α_{avg} 见式 (10)

$$\alpha_{\text{avg}} = \frac{P'}{\theta} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

- α_{avg} ——全视场水平或者垂直平均角分辨率;
- P' ——有效像素数;
- θ ——视场角。

5.10.16 系统移动延迟试验

试验进行时,应保证虚拟现实头戴式显示设备在运动过程中,均能够反馈自己的六自由度位置信息,以免出现无测量数据返回或其运动到跟踪范围以外而带来的大幅测量偏差。

光编码滑轨的长度为 0.5 m~1m, 光敏传感器的采样率 1kHz 以上,可控传动设备要求可以带动虚拟现实头戴式显示设备进行匀速平移或旋转(参考设备:机械臂),示波器的采样率 100 MHz 以上。

移动延迟试验装置见图 11, 一个光敏传感器(设为S1)被固定在虚拟现实头戴式显示设备的视窗上, 另一个光敏传感器(设为S2)固定在设备托盘(托盘与设备的位置相对固定)上, 并紧贴光编码滑轨, 本试验中设光敏传感器在有光输入时输出高电平, 否则输出低电平。

光编码滑轨由相同大小的发光面板组成(亦可将一个大的发光面板分划为多个等面积的部分), 通过 点 亮 / 熄灭的方式, 形成亮暗相间的轨道, 设亮面板为 1, 暗面板为 0, 则参考配置为 111001010101011100, 以该方向为正方向。

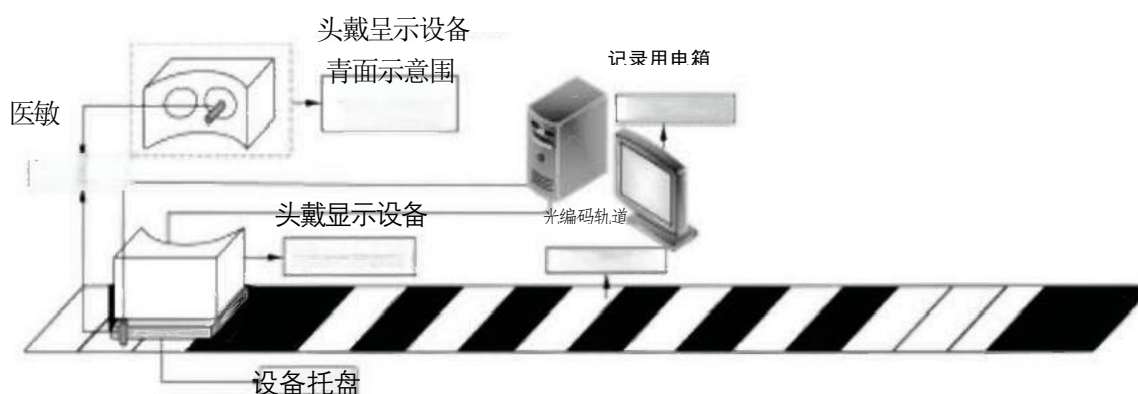


图 11 移动延迟试验装置

通过移动延迟试验装置进行试验, 具体试验过程如下:

- a) 初始化, 使用传动装置带动虚拟现实头戴式显示设备以小于 0.05 m/s 的速度沿着光编码滑轨进行匀速移动, 并通过光敏传感器 S2 记录波形变化, 当波形跳变时, 记录下此时头戴显示设备计算出的位置坐标。
- b) 测试:
 - 1) 运行延迟测试程序, 使头戴显示器在 S2 输出高电平的位置显示白色画面, 输出低电平的位置显示黑色画面;
 - 2) 将头戴显示设备放置在光编码滑轨的一端, 然后使用传动装置带动设备在滑轨上移动, 并保证设备中间的 1010101010 部分进行速度为 0.5 m/s 的匀速运动;
 - 3) 按照步骤 2), 在滑轨上往返一次为一组, 共进行 10 组运动, 并使用计算机记录传感器产生的信号;
 - 4) 对记录的信号进行数据处理, 见图 12, 以光编码滑轨的黑白交界处 K 为纵坐标, 以 S1 信号上升沿与下降沿的时间 T 为横坐标, 拟合出图中实线信号, 同时, 还可以以 S2 信号上升沿与下降沿的时间 T' 为横坐标, 拟合出图中虚线信号(横坐标中未标明 T');
 - 5) 对每一组上升或下降的实线与虚线, 求其平移的时间差, 然后将所有时间差取均值, 即为该设备的移动延迟时间。

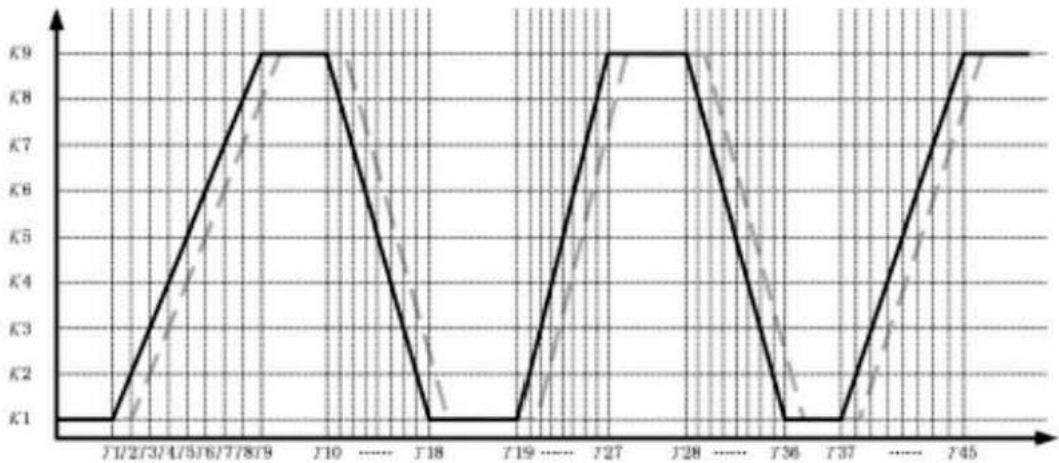


图 12 移动延迟信号测试

5.10.17 系统转动延迟试验

试验进行时，应保证虚拟现实头戴式显示设备在运动过程中，均能够反馈自己的六自由度位置信息，以免出现无测量数据返回或其运动到跟踪范围以外而带来的大幅测量偏差。

光编码滑轨的长度为 0.5m~1m, 光敏传感器的采样率 1kHz 以上，可控传动设备要求可以带动 头戴设备进行匀速平移或旋转(参考设备：机械臂), 示波器的采样率 100 MHz 以上。

转动延迟试验装置见图 13, 一个光敏传感器(设为 S1) 被固定在虚拟现实头戴式显示设备的视窗 上，另一个光敏传感器(设为 S2) 固定在设备托盘(托盘与设备的位置相对固定)上，并紧贴光编码旋转 台，本试验中设光敏传感器在有光输入时输出高电平，否则输出低电平。

光编码滑轨由相同大小的发光面板组成(亦可将一个大的发光面板分划为多个等面积的部分)，通 过点亮/熄灭的方式，形成亮暗相间的旋转台，设亮面板为 1, 暗面板为 0，则参考配置为 111001010101011100, 由起始位置逆时针为正方向。

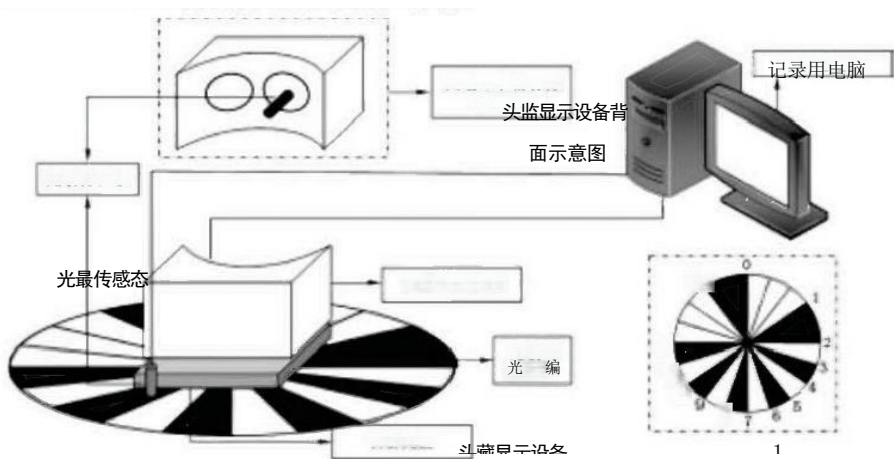


图 13 转动延迟试验装置

通过转动延迟试验装置进行试验，具体试验过程如下：

- a) 初始化, 使用传动装置带动虚拟现实头戴式显示设备以小于 0.1(°)/s 的速度沿着光编码旋转台进行匀速转动，并通过光敏传感器 S2 记录波形变化，当波开跳变时，记录下此时头戴显示设备计算出的位置坐标；
- b) 测试：

- 1) 运行延迟测试程序,使头盔在 S2 输出高电平的位置显示白色画面,输出低电平的位置显示黑色画面;
- 2) 将虚拟现实头戴式显示设备放置在光编码旋转台的起始位置,然后使用传动装置带动设备在旋转台上转动,并保证设备在中间的 10101010 部分进行角速度为 $10(^{\circ})/s$ 的匀速转动;
- 3) 按照步骤 2),在转台上顺、逆时针转动一次为一组,共进行 10 组运动,并使用计算机记录传感器产生的信号;
- 4) 对记录的信号进行数据处理,见图 14,以光编码旋转台的黑白交界处 K 为纵坐标,以 S1 信号上升沿与下降沿的时间 T 为横坐标,拟合出图中黑色实线信号,同时,还可以以 S2 信号上升沿与下降沿的时间 T' 为横坐标,拟合出图中灰色虚线信号(横坐标中未标明 T');;
- 5) 对每一组上升或下降的实线与虚线,求其平移的时间差,然后将所有时间差取均值,即为该设备的转动延迟时间。

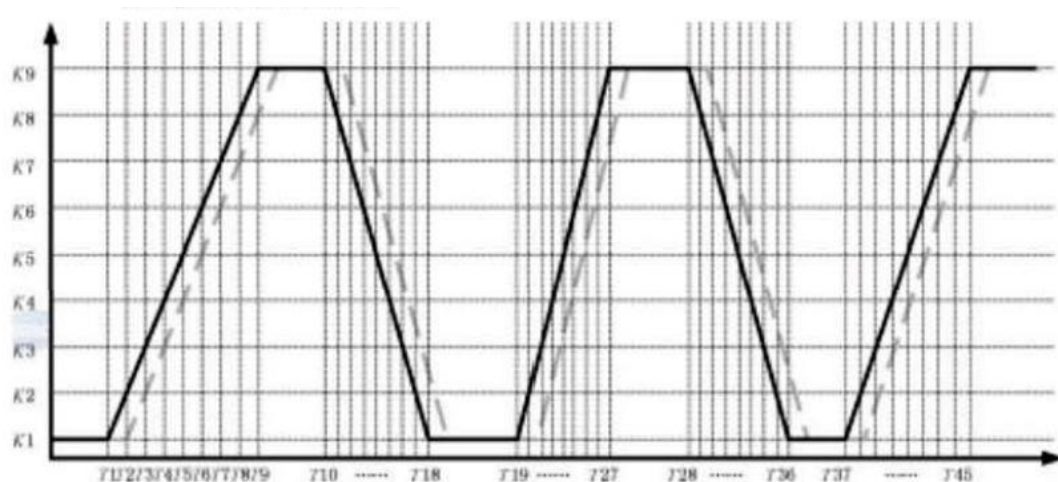


图 14 转动延迟信号测试

5.10.18 散热性试验

具体试验过程如下:

- a) 设备放置于可以精确控制温度及湿度的恒温恒湿柜当中;
- b) 使用经过标定过的标准数据采集仪,采集温度信号,测量端为标定过的 T 型热电偶,利用标准数据采集仪所带软件,实时读取转化成的温度信号值;
- c) 环境温度取 25°C ,产生双目全分辨率视频进行连续播放,先用红外温度仪取得温度最高 3 个点,将 3 个点与热电偶进行连接,开始采集温度曲线,待温度达到稳态时,记录对应曲线中的最高温度,比较 3 个点的温度值,取 3 个点温度的最高值;
- c) 待设备恢复到常温后,重复进行上述测试 3 次,取三次测量得到的温度值的平均值作为表征散 热性的温度值。

5.10.19 跟踪模式试验

试验过程如下:

- a) 测试方法:
 - 1) 在虚拟现实头戴式显示设备上运行虚拟现实应用软件;
 - 2) 检查虚拟现实应用软件能否读取虚拟现实头戴式显示设备自身的位置姿态数据。
- b) 预期结果:
 - 1) 虚拟现实专用软件在头盔中正常运行;
 - 2) 位置姿态数据的读取有以下 4 种情况:

- i)能够读取数据, 返回位置数据与姿态数据;
 - ii)能够读取数据, 返回姿态数据;
 - iii)能够读取数据, 返回数据为空;
 - iv)不能够读取数据。
- c) 结果判定:
 - 1) 若为预期结果 b) 2) i), 则该设备的跟踪模式判定为 6DOF;
 - 2) 若为预期结果 b) 2) ii), 则该设备的跟踪模式判定为 3DOF;
 - 3) 若为预期结果 b) 2) i), 则该设备的跟踪模式判定为 0DOF 或不具有跟踪功能;
 - 4) 若为预期结果 b) 2) iv), 则该设备的跟踪模式判定为 0DOF 或不具有跟踪功能。

5.10.20 角度漂移试验

用于试验虚拟现实头戴式显示设备放置在转动平台上, 见图 15, 从上向下看, 逆时针转动为正方向, 进行如下操作:

- a) 将头盔固定在转台上, 运行程序记录此时的姿态;
- b) 令转台随机以 $\pm 10^\circ$ 、 $\pm 20^\circ$ 、 $\pm 30^\circ$ 转动, 转速以 $50^\circ/\text{s}$ 、 $100^\circ/\text{s}$ 、 $200^\circ/\text{s}$ 随机分配到每次转动中保证经过 10 次转动后头盔回到最初位置, 再次记录此时的姿态;
- c) 计算设备在初始位置和停止位置之间的姿态差值, 为单次实验的角度漂移;
- d) 重复进行 10 次实验, 取最大值为该设备的角度漂移值。

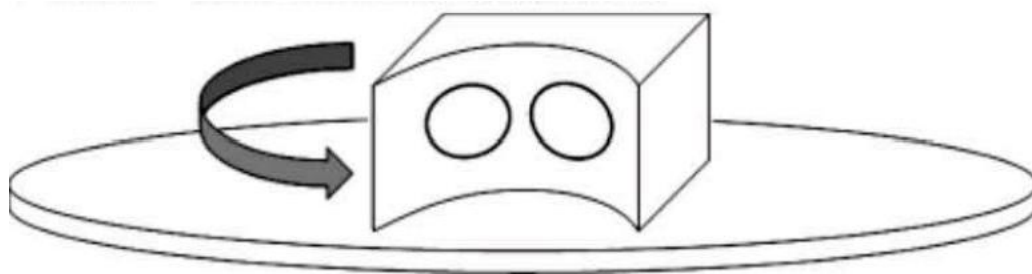


图 15 角度漂移测试设备

5.10.21 角度采样频率试验

将待测设备与计算机进行连接, 运行测试程序, 直接读取设备回传的角度数据, 持续时间 1min。设 1min 内获得的数据为 n 个, 则角度采样频率见式(11):

$$RA=n/60 \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中:

RA —— 角度采样频率;

n —— 1 min 内获得的数据个数。

程序要求为: 仅读取角度数据并记录。

5.10.22 位置采样频率试验

将待测设备与计算机进行连接, 运行测试程序, 直接读取设备回传的位置数据, 持续时间 1min; 设 1min 内获得的数据为 n 个, 则位置采样频率见式(12):

$$RS=n/60 \quad \dots\dots\dots(12)$$

式中:

RS —— 位置采样频率;

n —— 1min 内获得的数据个数。

程序要求为：仅读取位置数据并记录。

5.10.23 移动跟踪范围试验

具体试验过程如下：

- 将虚拟现实头戴式显示设备固定在高度为 170 cm 的支架上，放置在跟踪空间内。由厂家提供 3 个~5 个初始位置，保证设备在此位置时可以返回位置数据。
- 将虚拟现实头戴式显示设备放置在初始位置，在空间内向一个测试方向移动，直到跟踪信号消失，记录信号消失的位置，见图 16。
- 然后返回初始位置，再向下一个测试方向移动，直到 8 个测试方向都探测到跟踪边缘。然后更换到下一个初始位置，将 3 个~5 个测试位置的数据全部记录。
- 所有边界点在水平面的投影可连成一个多边形，此多边形的面积即为设备的移动跟踪范围。

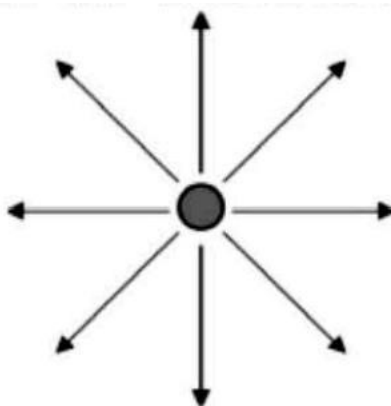


图 16 黑点为初始位置，8 个箭头为测试方向

5.10.24 移动跟踪误差试验

试验环境无光照要求，高精度光学平台的平移精度为 0.1mm 及以上，高精度光学平台的旋转精度为 0.1° 及以上。虚拟现实头戴式显示设备的坐标系见图 17。

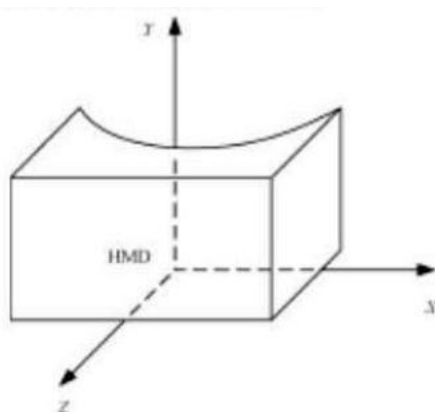


图 17 虚拟现实头戴显示器坐标系规定

在进行该测量时，规定头戴显示器的“位置数据”的计算方法为：将虚拟现实头戴式显示设备静置在待测量点，读取 100 个跟踪系统测得的跟踪位置，取其均值作为设备在该测量点的位置数据。

具体试验过程如下:

- 将高精度光学平台放置在由厂家提供的有效测量区域中,使头戴显示器固定在平台上进行平移;
- 令设备以 100mm 为步长步进,完成 9 次步进,得到 10 个记录点的位置数据,要求每次步进间隔不超过 1min,每次步进速度不低于 0.1m/s;
- 计算各个记录点与其相邻记录点之间的距离 d_i ($i=1, 2, \dots, 9$)。

则设备的移动跟踪误差见 (13):

$$\text{TTE} = \left| d_{\text{step}} - \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n d_i \right| (n=9) \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中:

TTE —— 移动跟踪误差;

d_{step} —— 步长,单位为毫米(mm);

d_i —— 各个记录点与其相邻记录点之间的距离,单位为毫米(mm);

n —— 总步进次数。

5.10.25 转动跟踪误差试验

虚拟现实头戴式显示设备按照逆时针转动方式,测其绕X、Y、Z 轴转动的角度跟踪误差(对于部分依靠头盔自身传感器定位跟踪方案的设备,测量轴旋转时可以将设备翻转向上,保证跟踪不因为摄像机的遮挡而被干扰),见图 18。

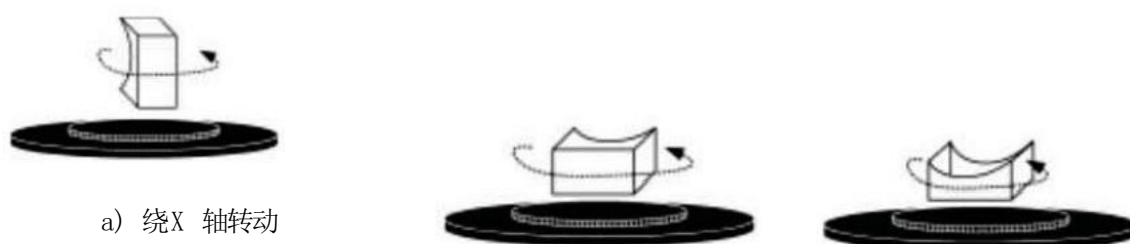


图 18 头戴显示器转动方式规定

在进行该测量时,规定头戴显示器的“姿态数据”的计算方法为:将虚拟现实头戴式显示设备静置在待测量点,读取 100 个跟踪系统测得的跟踪姿态,取其均值作为设备在该测量点的姿态数据。

具体试验过程如下:

- 将高精度光学平台放置在由厂家提供的有效测量区域中,使头戴显示器固定在平台上进行转动;
- 令设备以 10° 为固定转动角进行转动,10 min 内完成 9 次转动,得到 10 个记录点的姿态数据,要求每次转动间隔不超过 1 min,每次转动速度不低于 $10(^{\circ})/\text{s}$;
- 计算各个记录点与其相邻记录点之间的夹角 θ_i ($i=1, 2, \dots, 9$)。

则设备的转动跟踪误差见式(14):

$$\text{RTE} = \left| \theta_{\text{step}} - \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \theta_i \right| (n=9) \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

RTE —— 转动跟踪误差;

- 0_{step} —— 固定转动角；
- 0_i —— 各个记录点与其相邻记录点之间的夹角；
- n —— 总转动次数。

5.10.26 移动灵敏度试验

试验环境无光照要求,高精度光学平台的平移精度为 0.1mm 及以上,高精度光学平台的旋转精度为 0.1° 及以上。虚拟现实头戴式显示设备的坐标系见图 17。

在进行该测量时,规定头戴显示器的“位置数据”的计算方法为:将虚拟现实头戴式显示设备静置在待测量点,读取 100 个跟踪系统测得的跟踪位置,取其均值作为设备在该测量点的位置数据。

具体试验过程如下:

- a) 将高精度光学平台放置在由厂家提供的有效测量区域中,并将头戴显示器的X/Y/Z 轴与高精度光学平台的平移方向重合,记录起始点的位置数据;
- b) 移动距离L, 记录该点的位置数据,若该点的位置数据与起始点位置数据之间的距离 L ’ 满足 $0.5L < L' < 1.5L$, 则本次移动被检测到,该 L 有效;
- c) 减小 L, 重复步骤 a) 、 b), 直至移动不能被检测,则根据表 2, 按此时的L 划分设备在 X/Y/Z 轴的移动灵敏度等级。

表 2 移动灵敏度分级

L 取值 mm	$0 \leq L \leq 2.0$	$2.0 < L \leq 5.0$	$5.0 < L \leq 10.0$
灵敏度等级	达到 2.0 mm	达到 5.0 mm	达到 10.0 mm

5.10.27 转动灵敏度试验

虚拟现实头戴式显示设备按照逆时针转动方式,测其绕X、Y、Z轴转动的角度跟踪误差(对于部分依靠头盔自身传感器定位跟踪方案的设备,测量Z 轴旋转时可以将设备翻转向上,保证跟踪不因为摄像机的遮挡而被干扰),见图 18。

在进行该测量时,规定头戴显示器的“姿态数据”的计算方法为:将虚拟现实头戴式显示设备静置在待测量点,读取 100 个跟踪系统测得的跟踪姿态,取其均值作为设备在该测量点的姿态数据。

具体试验过程如下:

- a) 将高精度光学平台放置在由厂家提供的有效测量区域中,并将头戴显示器的 X/Y/Z 轴与高精度光学平台的转轴重合,记录起始点的姿态数据;
- b) 转动角度 α , 记录该点的姿态数据,若该点的姿态数据与起始点姿态数据之间的夹角 α' 满足 $0.5\alpha < \alpha' < 1.5\alpha$, 则本次转动被检测到,该 α 有效;
- c) 减小 α , 重复步骤 a) 、 b), 直至转动不能被检测,则根据表 3, 按此时的 α 划分设备在 X/Y/Z 轴的移动灵敏度等级。

表 3 转动灵敏度分级

α 取值 (°)	$0 \leq \alpha \leq 1.0$	$1.0 < \alpha \leq 2.0$	$2.0 < \alpha \leq 5.0$
灵敏度等级	达到 1.0°	达到 2.0°	达到 5.0°

映试验密封流体温度的适当位置,正确装设测量试验密封流体温度的传感元件。

- [1] GB/T 38258-2019 信息技术 虚拟现实应用软件基本要求和测试方法
 - [2] GB/T 38259-2019 信息技术 头戴式显示设备通用规范
 - [3] T/IVRA 0001-2017 信息技术 头戴式显示设备通用规范
 - [4] GB/T 10987—2009 光学系统 参数的测定
 - [5] GB/T 17117—2008 双目望远镜
 - [6] GB/T 18312—2015 双筒望远镜检验规则
 - [7] SJ/T 11348—2016 平板电视能效限定值及能效等级
-