

# 世界超高清视频产业联盟团体标准

T/UWA 035—2025

---

## 基于双目视差的裸眼 3D 系统参考架构与通用技术要求

The reference architecture and general technical requirements of binocular disparity-based glasses-free 3D systems

2025 - 09 - 16 发布

2025 - 09 - 16 实施

---



## 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	3
4 缩略语 .....	4
5 参考架构 .....	4
6 通用要求 .....	6
6.1 总体要求 .....	6
6.1.1 双目成像 .....	6
6.1.2 实时调整 .....	6
6.1.3 适应不同观察距离 .....	6
6.1.4 用户友好界面 .....	6
6.1.5 兼容性 .....	6
6.1.6 舒适性 .....	6
6.2 内容层 .....	6
6.2.1 3D 视频采集 .....	6
6.2.2 2D 视频生成 3D 视频 .....	7
6.2.3 内容运营服务平台 .....	7
6.3 内容分发层 .....	7
6.4 网络层 .....	7
6.5 内容呈现层 .....	8
6.5.1 应用对接模块 .....	8
6.5.2 硬件渲染要求 .....	8
6.5.3 内容端处理模块 .....	9
6.5.4 实时跟踪交互模块 .....	9
附 录 A (资料性) 3D 视频采集相关概念介绍 .....	10
A.1 3D 立体视觉 .....	10
A.1.1 3D 影像的立体空间感 .....	10
A.1.2 3D 影像的三种视差关系 .....	10
A.1.3 立体空间创建 .....	12
A.1.4 如何建立舒适安全的 3D 空间深度 .....	14
A.2 制作中可能出现的 3D 误差 .....	14

# 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这些专利的责任。

本文件由世界超高清视频产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：中国移动通信集团有限公司、咪咕文化科技有限公司、中国移动通信集团终端有限公司、四开花园网络科技（广州）有限公司、中国信息通信研究院、华中科技大学、华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、京东方科技集团股份有限公司、海信视像科技股份有限公司、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、广州视源电子科技股份有限公司、西安诺瓦星云科技股份有限公司、烽火通信科技股份有限公司、苏州智聚芯联微电子有限公司、深圳市洲明科技股份有限公司、利亚德光电股份有限公司、深圳创维显示科技有限公司、上海哔哩哔哩科技有限公司、上海数字电视国家工程研究中心有限公司、凌宇科技（北京）有限公司、新国脉数字文化股份有限公司。

本文件主要起草人：李琳、胡苏、朱佳伟、陈文斌、毕蕾、吴新新、路鹏、王洪良、单华琦、于路、肖田、陈曦、翟云、姜超、杨铀、徐嵩、王思杰、朱家悦、赵海龙、黄成、魏瓴、柳建龙、段汶欣、华孝泉、陶炳俊、王先帆、李维、刘琼、张超、郭小琴、关宇昕、张宏伟、樊聪聪、黄卫东、冯艳丽、白建军、李文、邱志爱、刘俊、宗靖国、陈俊源、徐煜焯、徐遥令、苏衍峰、王一、殷惠清、张佳宁、张丽强、冯振华、宫苏辉、刘莉。

# 基于双目视差的裸眼 3D 系统参考架构与通用技术要求

## 1 范围

本文件规定了基于双目视差的裸眼3D系统参考架构及通用技术要求。  
本文件适用于基于双目视差的裸眼3D端到端系统及相关产品的设计、实现和应用。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 裸眼 3D 系统 glasses-free 3D system

无需佩戴特殊眼镜或借助其他辅助设备即可观看到 3D显示效果的系统。

注：包括内容采集、编码、存储、传输、解码、播放等子系统。

### 3.2

#### 双目视差 binocular parallax

在观察同一物体时，双眼之间存在的位置差异，导致物体通过左右眼瞳孔呈现在视网膜上的像存在差异。

### 3.3

#### 视差范围 parallax range

表征裸眼3D显示设备能够呈现的立体效果的深度范围。

### 3.4

#### 狭缝光栅 parallax barrier

由透光条和挡光条周期排列组成的光栅。

### 3.5

#### 柱镜光栅 lenticular lens

由完全相同的柱状透镜平行排列而成的光栅。

### 3.6

#### 指向背光 directional backlight

通过控制背光源的发光方向，使不同视角的观察者看到不同的图像，从而产生3D效果。

### 3.7

#### 电控透镜 electronically controlled lens

通过动态调整透镜的光学特性，使光线在不同方向上产生不同的折射或聚焦，从而为左右眼提供不同的视角图像。

### 3.8

#### 裸眼 3D 弱交互 glass-free weak interaction

在裸眼3D显示系统中，用户无需主动输入，系统通过感知其位置、视角或注视点等行为，自动进行内容的轻量级或间接性调整与反馈的交互方式。

### 3.9

#### 裸眼 3D 强交互 glass-free strong interaction

在裸眼3D显示系统中，用户通过手势、体感、语音、触控等方式主动发起操作，系统能够实时识别并进行响应与内容联动的交互方式。

## 4 缩略语

本文件使用缩略语如下：

5G	第五代移动通信技术	(5th Generation Mobile Communication Technology)
API	应用程序接口	(Application Programming Interface)
CDN	内容分发网络	(Content Delivery Network)
CPU	中央处理单元	(Central Processing Unit)
FTTH	光纤到户	(Fiber to the Home)
GPU	图形处理单元	(Graphics Processing Unit)
SBS	一种用于存储和播放	(3D 内容的视频显示格式 Side by Side)
Wi-Fi	无线局域网	(Wireless Fidelity)

## 5 参考架构

基于双目视差的裸眼3D系统是一种通过利用双眼视差原理，实现裸眼观看3D视频获得3D效果的系统。基于内容层通过采集、编码、生成等方式得到可用于裸眼观看的3D视频，并通过网络将其传递给不同类型的终端，从而实现基于双目视差的裸眼3D系统端到端的服务过程，如图1所示。

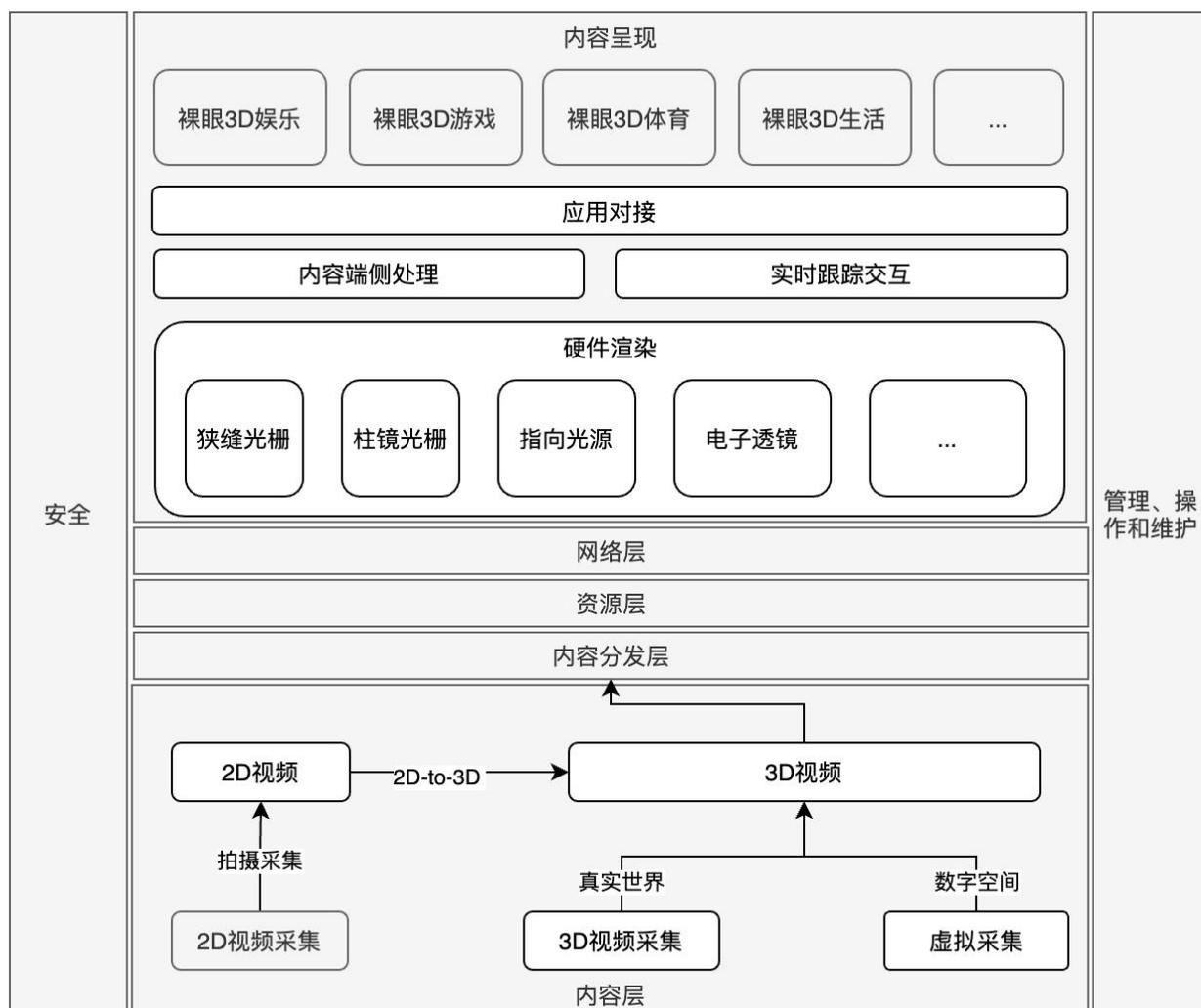


图 1 基于双目视差的裸眼 3D 参考架构

内容分发层负责将经过处理的裸眼 3D 视频内容从云资源池高效分发至相应的裸眼 3D 用户终端。内容分发层提供用于基于双目视差裸眼 3D 系统显示的内容，包含 3D 视频采集、编码处理等：

- 3D 视频采集。通过特定的技术和设备，将现实场景中的三维信息记录下来，并生成具有立体视觉效果的视频；
- 2D 视频到 3D 视频转换技术。将常规的 2D 视频转换为具有立体效果的 3D 视频；
- 3D 视频编码处理。对 3D 视频进行编码处理，以提高视频质量和压缩效率；
- 虚拟采集。通过双目虚拟摄像头或带深度采集的虚拟摄像头采集数字空间场景，生成裸眼可视的 3D 视频。

资源层提供包括中央处理单元（CPU）和图形处理单元（GPU）在内的通用硬件计算资源，以及虚拟机、容器或应用程序虚拟化等基本软件功能。

网络层为其他功能层、管理、操作、维护功能模块、裸眼 3D 用户和裸眼 3D 服务提供商提供稳定可靠的通信能力：

- 管理、操作和维护模块为内容层、内容分发层和内容呈现层等相关功能层提供集中的操作、管理和维护功能，涵盖用户认证、内容介绍、裸眼 3D 技术集成管理和裸眼 3D 终端管理等方面；

- b) 安全模块致力于提供多维度的安全机制，确保云端运行、服务提供、数据保护和用户体验等方面的安全性。

内容呈现层负责从云端接收并发送终端相关数据，执行部分本地化处理/计算任务，并基于软硬件环境展现裸眼3D内容。该层涉及内容的应用对接、端侧处理、实时跟踪交互以及硬件渲染模块。内容呈现层涵盖了多元化的应用内容，从表现形式来看，涵盖了裸眼3D游戏、裸眼3D娱乐、裸眼3D体育以及裸眼3D生活等多个领域。从行业应用看，基于双目视差的裸眼3D系统内容可细分为裸眼3D教育培训、裸眼3D医疗保健、裸眼3D文化娱乐以及裸眼3D工业制造等多个方面。在功能模块划分上，该层可区分为应用对接模块、内容端处理模块、实时跟踪交互模块以及硬件渲染模块。

## 6 通用要求

### 6.1 总体要求

#### 6.1.1 双目成像

系统应具备双目成像功能，能够同时向用户的左右眼呈现不同的图像。

#### 6.1.2 实时调整

系统应具备实时调整视差，响应时间应不超过5 ms，以适应用户的位置和视角变化，确保立体效果在不同观看角度下的稳定性。

#### 6.1.3 适应不同观察距离

系统应能满足观察者在一定空间范围内能观测到立体效果。

#### 6.1.4 用户友好界面

系统宜提供简单易用的界面，方便用户调整设置和浏览内容。

#### 6.1.5 兼容性

系统宜具备广泛的兼容性，能够与不同类型的内容源兼容，如电影、游戏、应用程序等。

#### 6.1.6 舒适性

系统设计宜考虑用户的舒适度，避免长时间使用导致眼部疲劳或不适感。

### 6.2 内容层

#### 6.2.1 3D 视频采集

##### 6.2.1.1 3D 视频采集应满足以下基本要求：

- 3D影像的正视差（入屏视差），应不超过人眼常规瞳距的范围（约65mm左右）；原理见A.1；
- 3D影像的负视差（出屏视差），宜不超过三倍人眼常规瞳距，避免出现左右眼视线过分会聚向近处中央的情况（过强的对眼体验）；
- 制作中避免各种可能出现的3D误差，例如垂直误差、渲染误差、边框效应等，原理见附录A.2；
- 应避免空间跳跃较大的画面切换，并降低镜头之间的切换频率；
- 应控制景深范围，确保主要拍摄对象在焦点范围内，前景和背景的物体不应模糊；
- 应控制视差范围，宜正视差 $\leq 1$ 倍瞳距（约65mm），负视差 $\leq 3$ 倍瞳距（约3\*65mm），过大的视差会导致3D效果不自然且难以观看，过小的视差则无法体现明显的立体感；
- 快速移动和旋转可导致观众感到不适，拍摄时要保持平稳，尽量避免剧烈的运动；

##### 6.2.1.2 用摄像机模仿双眼实际采集：

- 可采用一体式摄像机拍摄或立体支架摄像系统拍摄。其中，立体支架摄像系统拍摄时应确保左右眼摄像机保持同步锁定；

——采用两台摄像机拍摄时，基于摄像机的物理尺寸的不同，可选用水平式支架或者垂直式支架。对被摄区域距离较远的场景，可适当拉开摄像机的间距；

——前期拍摄和后期制作应采用双路高清格式，左右眼信号应不低于1920\*1080分辨率。

#### 6.2.1.3 用虚拟摄像机模仿双眼采集或者模仿带深度的摄像机进行采集：

——在虚拟场景中应设计具有明显深度差异的物体，增强立体感；

——应避免平面场景或背景过于复杂，以免干扰立体视觉效果；

——应具备高渲染性能的GPU设备，确保画面渲染的帧率稳定。

#### 6.2.2 2D 视频生成 3D 视频

能力引擎模块主要将2D视频图像序列转换成3D视频图像序列，应具有以下功能：

——应提供对应2D视频图像序列转换成3D视频图像序列的能力支持，例如单目深度估计、虚拟视点合成、空洞填充、遮挡修复等技术；

——应提供简洁、易用的API接口，方便应用程序调用能力引擎模块能力；

——应能够调整视差、亮度、对比度等参数，以适应不同硬件、不同个体的显示要求；

——应控制转制效率，例如，引擎调用时长与2D片源时长比值小于3：1。

能力平台模块应具有以下功能要求：

——应提供对2D视频内容的解码，支持常见的视频编码格式，如H.264、H.265、AVS3等；

——应提供对3D视频内容的编码，支持常见的视频编码格式，如H.264、H.265、AVS3等；

——应提供3D视频内容的转码，应支持1920x1080分辨率等；

——应控制转制效率，能力平台调用时长与2D片源时长比值小于5：1；

——应输出左右格式的3D画面。

#### 6.2.3 内容运营服务平台

内容运营服务平台符合以下要求：

a) 应具备基于GPU的3D视频编码能力，支持高质量、低延迟的视频处理；

b) 应具备至少一种2D视频到3D视频的自动转换技术，实现内容的立体化升级；

c) 应具备裸眼3D弱交互服务支撑能力；

d) 宜具备裸眼3D强交互服务支撑能力；

e) 宜支持双目虚拟拍摄与3D编码能力，生成可用于裸眼显示的立体视频内容；

f) 宜具备客观评测方法，对3D视频质量进行量化分析，以支撑内容优化与生产效率提升；

g) 宜支持与第三方内容处理系统、运营平台、裸眼3D终端的对接，具备标准接口和集成能力；

#### 6.3 内容分发层

内容分发层符合以下要求：

a) 宜提供有效的裸眼3D内容下载或在线运营路径；

b) 宜为裸眼3D视频服务提供CDN功能；

c) 宜提供与裸眼3D内容分发相匹配的存储能力。

#### 6.4 网络层

网络层符合以下要求：

a) 裸眼3D弱交互服务场景的丢包率应不大于 $10^{-4}$ ；裸眼3D强交互服务场景的丢包率宜不大于 $10^{-5}$ ；

b) 有线接入宜使用光纤到户（FTTH）接入技术；

c) 无线蜂窝接入宜使用5G以及5G演进的网络接入；

d) Wi-Fi接入应采用Wi-Fi 5.0或以上，宜采用Wi-Fi 6.0；

e) 宜为裸眼3D服务提供确定性网络接入保障；

f) 宜提供链路路径选择和网络加速等网络保障机制；

g) 宜在裸眼3D边缘计算节点之间，使用光纤直接连接，以便减少多人远程交互的延迟。

## 6.5 内容呈现层

### 6.5.1 应用对接模块

#### 6.5.1.1 接口设计

6.5.1.1.1 应提供简洁、易用的 API 接口，方便应用程序调用裸眼 3D 软硬件能力；

6.5.1.1.2 应设计兼容性良好的接口，以适配不同类型的应用程序和操作系统；

6.5.1.1.3 应具有高可用性和容错能力，确保在高并发情况下仍能稳定提供服务。

#### 6.5.1.2 支持功能要求

6.5.1.2.1 应提供对应裸眼 3D 硬件的配套能力支持，例如狭缝光栅、柱镜光栅、指向背光和电控透镜等技术。

6.5.1.2.2 应能够调整视差、亮度、对比度等参数，以适应不同硬件、不同个体的显示要求。

6.5.1.2.3 应可调节视差范围，宜为 0-10mm，以适应不同深度感知需求。

6.5.1.2.4 应可调节亮度范围，宜为 500-3000 尼特，以适应不同环境光线条件。

6.5.1.2.5 应支持至少 1000:1 的对比度，以保证图像质量。

#### 6.5.1.3 实时性能要求

应保证接口调用的实时性能，确保应用程序可以在实时场景中响应用户的操作并进行相应的裸眼 3D 渲染。接口调用的延迟应小于 16 ms，以确保实时交互体验。

#### 6.5.1.4 灵活性和定制化要求

6.5.1.4.1 应支持定制化需求，允许应用程序根据具体场景需求进行参数调整和功能扩展。

6.5.1.4.2 应提供灵活的配置选项，允许开发人员根据应用需求进行定制化设置。

6.5.1.4.3 应允许对视差、亮度、对比度等参数进行细粒度的调节，满足不同应用场景的需求。

#### 6.5.1.5 异常情况处理

应提供良好的错误处理机制，当硬件设备出现异常或者接口调用失败时，能够及时地进行错误提示和处理。

### 6.5.2 硬件渲染要求

#### 6.5.2.1 硬件基础要求

- a) 应具备不低于 1920x1080 的屏幕分辨率；
- b) 应具备至少 60 帧每秒 (FPS) 的屏幕刷新率；
- c) 宜具备眼球跟踪所需的摄像头设备；
- d) 应具备良好的散热系统，确保在长时间运行下温度不超过 40 度；
- e) 应具备良好的耐用性和可靠性，能够长时间稳定运行。

### 6.5.2.2 视差图像分离精度

- a) 光栅（包括狭缝光栅与柱镜光栅）应具备高精度的图像分离能力，确保左右眼获取不同视角信息，避免图像重叠和串扰。
- b) 光栅孔径和间距应均匀分布，孔径间距应小于 100  $\mu\text{m}$ ，工艺精度应控制在 $\pm 0.1 \mu\text{m}$ 以内；
- c) 显示效果宜在 0.5—5 m 观看距离、水平 $\pm 30^\circ$ 、垂直 $\pm 15^\circ$ 视角范围内保持清晰立体感；
- d) 系统宜具备实时视差响应能力，如采用电控透镜，其焦距调节范围应达 0—50 mm，响应时间应小于 10 ms，调节精度应优于 0.1 mm。

### 6.5.2.3 光学性能与材料可靠性

- a) 所有光学元件应具备高透射率，建议狭缝光栅不低于 90%，柱镜光栅不低于 95%，确保图像亮度和对比度。
- b) 材料应具备高透光率、均匀折射率、抗划伤、抗黄化和抗氧化能力，满足长期使用的环境要求。
- c) 光学系统应避免失真与模糊，保证视觉体验一致性与稳定性。

### 6.5.2.4 背光与光源系统

- a) 系统应配置可控定向背光模组，可调亮度范围，宜为（500—3000）尼特，并可实现方向精准调节，误差宜为 $\pm 10$ 。
- b) 背光应具备高定位稳定性，防止图像漂移，色温控制在 4000K—6500K 之间，保证色彩均匀性和层次感。
- c) 指向光源应能配合图像分离结构，实现立体图像的角度感知与深度增强。

### 6.5.3 内容端处理模块

内容端处理模块符合以下要求：

- a) 应满足对 3D 视频内容的解码：
  - 使用播放器对 3D 视频内容进行解码，支持常见的视频编码压缩格式，如 H.264、H.265、AVS3 等；支持视频显示格式 SBS 等；
  - 实现针对不同裸眼 3D 硬件的解码优化，确保输出的内容符合硬件要求，包括分辨率、格式等；
  - 应支持 1920x1080 或以上分辨率，宜 3840x2160 分辨率；
  - 应支持至少 60 帧每秒（FPS），宜 120 帧每秒，以确保流畅的 3D 效果。
- b) 宜根据裸眼 3D 硬件的特性，定制化生成内容，包括但不限于：
  - 调整视差以实现更加立体的效果；
  - 优化亮度、对比度等参数以适应特定硬件的显示要求；
  - 针对不同分辨率和刷新率进行适配。

### 6.5.4 实时跟踪交互模块

实时跟踪交互模块符合以下要求：

- a) 应集成人眼跟踪技术，实时追踪用户双眼位置和视线方向；
- b) 应根据用户视线动态调整 3D 内容的显示；
- c) 应支持亚毫米级别的跟踪精度；
- d) 人眼跟踪的延迟应小于 10 ms；
- e) 宜支持用户交互响应；
- f) 宜支持通过眼球移动控制光标或视角；
- g) 宜支持手势识别和头部追踪等交互方式；
- h) 交互响应定位精度误差宜小于  $1^\circ$ ；
- i) 交互响应时间宜小于 20 ms。

附录 A  
(资料性)  
3D 视频采集相关概念介绍

A.1 3D 立体视觉

A.1.1 3D影像的立体空间感

通过模拟人的双目视觉特性，实现3D视频采集及传输、显示方式。人的双目间距约55~65mm（如图A.1），这使得我们的双眼在观察同一物体时，会产生轻微的视角差和透视感，而我们的大脑通过解析带有视差的双目画面来判断真实距离感。可以使用双镜头3D相机或两台2D相机组合而成的3D拍摄支架系统，模拟双目视觉特点进行拍摄，从而获得带有视差的双目影像，人在观看3D影像时，就会产生立体空间感受。

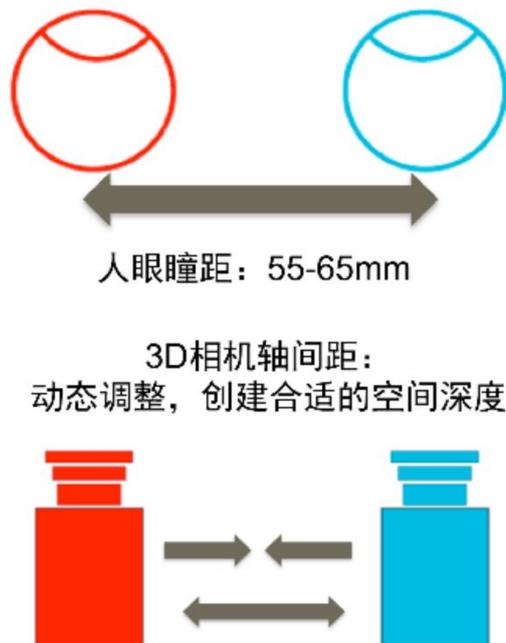


图 A.1 人眼瞳距

A.1.2 3D影像的三种视差关系

双目3D相机左镜头和右镜头捕捉到的两幅画面重合，可看到不同物体在空间中的位置不同，会出现不同大小的视差（左右眼看到的同一物体的影像之间的距离差），共分成三种情况：零视差、正视差和负视差。

当左右眼看到同一物体的像完全重合，没有出现重影效果，即称为零视差（如图A.2）。此时物体刚好出现在3D屏幕上（不出屏也不入屏）。

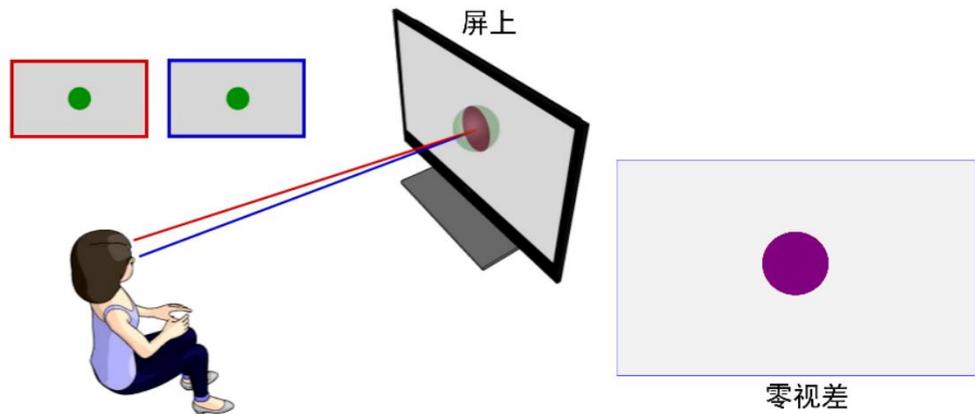


图 A.2 零视差

当左右眼看到同一物体的像出现重影，且左眼看到的像在右眼看到的像的左侧，即称为正视差（如图A.3）。此时物体刚好出现在3D屏幕后方（入屏）。

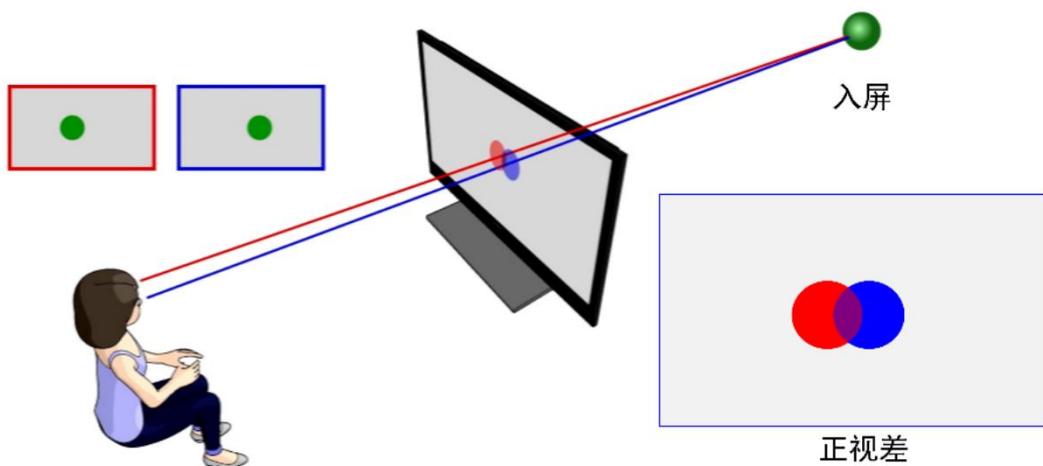


图 A.3 正视差

当左右眼看到同一物体的像出现重影，且左眼看到的像在右眼看到的像的右侧，即称为负视差（如图A.4）。此时物体刚好出现在3D屏幕前方（出屏）。

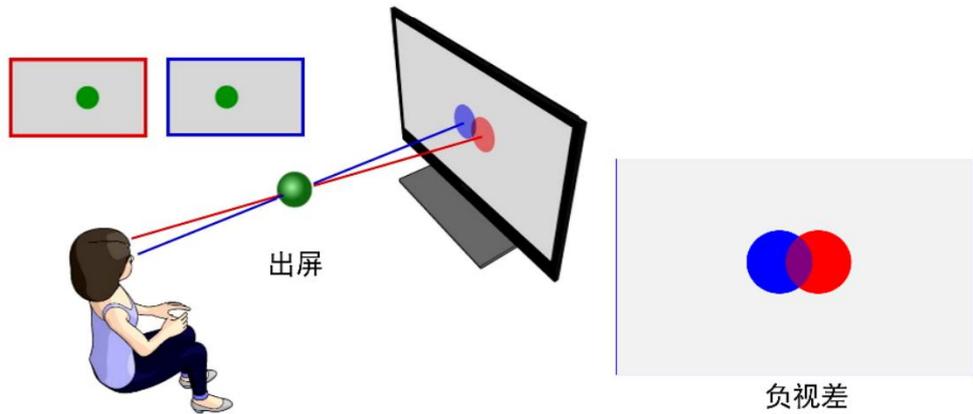


图 A.4 负视差

### A.1.3 立体空间创建

通过调整双目镜头的光轴间距 (IAD, Inter Axial Distance), 可以改变3D空间的深度, 调整双目视线会聚点的位置, 从而改变3D画面中的物体和屏幕的空间位置关系 (出屏、屏上或入屏), 如图A.5。

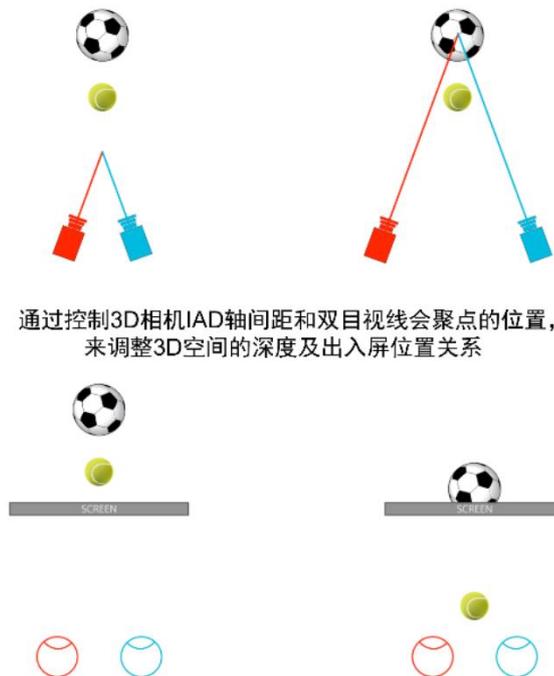


图 A.5 光轴间距调整 1

当轴间距IAD调整越大时, 创建出的3D立体空间的深度也会增大; 同理, 轴间距缩小, 则3D立体空间深度也会减小; 如果轴间距是0, 则左右眼不再有视差, 看到的就是2D影像, 如图A.6。



图 A.6 轴间距 IAD 调整 2

在3D拍摄中，由于镜头的物理焦距不一定与人眼的等效焦距相同，所以双目的轴间距也不一定要完全符合人眼的瞳距。立体空间的深度创建，会根据镜头的焦距、拍摄空间的实际深度、拍摄对象与相机的距离，以及导演的主观设计，进行动态调整，目的是为保证观看者的舒适体验。

通过控制双目视线的会聚点（Convergence point）位置，可以改变3D空间中物体与屏幕的位置关系，即产生出屏、入屏和屏幕上这三个不同的空间关系。双目视线会聚点所在的平面，称为会聚面，双目视线重合在同一点时，位于该点的物体不会产生视差重影，其空间位置刚好处于3D屏幕上（既不出屏，也不入屏）。那么位于会聚点前后的物体，就会在3D空间中，处于屏幕前（出屏）或者屏幕后（入屏），如图A.7。

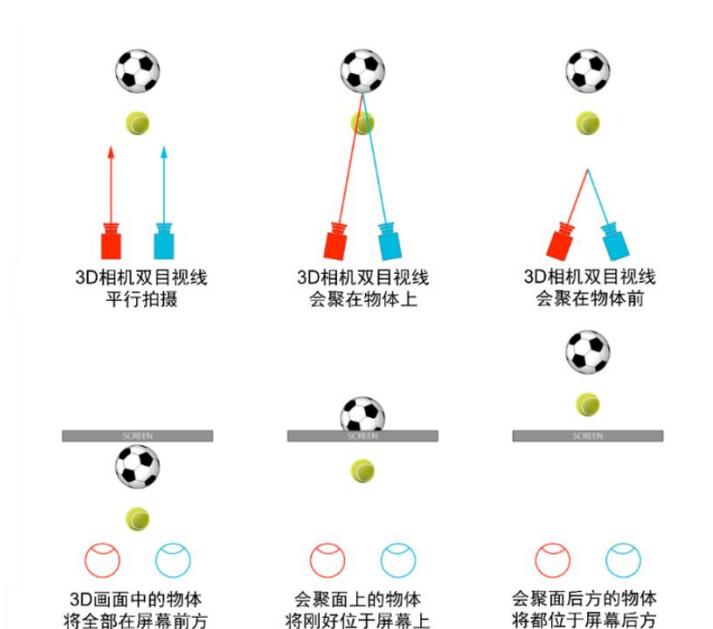


图 A.7 3D 相机双目聚焦

#### A.1.4 如何建立舒适安全的3D空间深度

- a) 3D影像的正视差（入屏视差），不超过人眼正常瞳距（约65mm左右）；如果超过，会出现左右眼视线分别向两侧发散的情况（Divergence），通常观众会感到强烈不适感，如下图A.8；

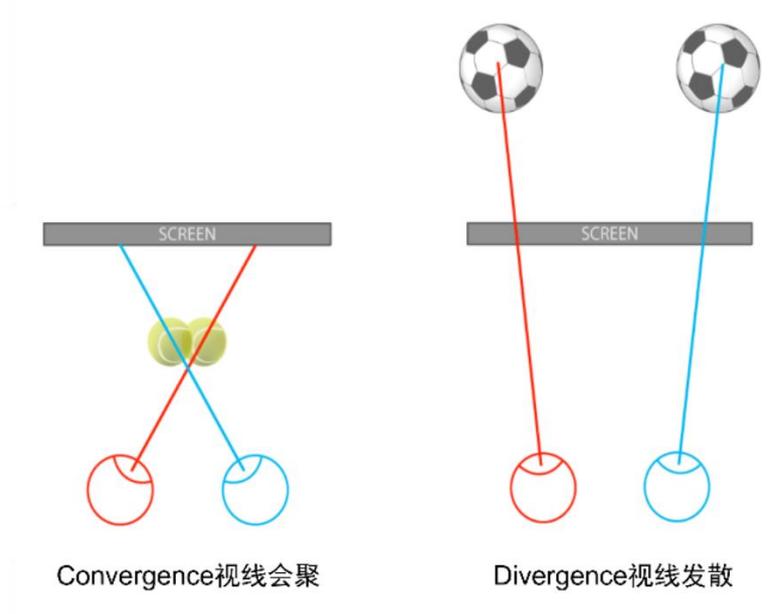


图 A.8 视线会聚与视线发散

- b) 3D影像的零视差位置（会聚面，Convergence Point），理想情况下与拍摄焦点位置（一般是画面主体）相同。特殊情况下，如有创作需要，或者需要降低边框效应（Edge Violation）对观看者的影响，可适当改变会聚面的位置。
- c) 人的视觉特性，双目视线的焦点和会聚点，永远在同一个位置，同时移动不能分离；但是3D拍摄时，镜头的焦点和两个镜头轴线的会聚点，是可以放在不同物体上的；而且，观众在观看3D影像时，视线焦点一定是在屏幕上，但视线会聚点却可能放在出屏或者入屏的物体上（相当于视线会聚点不在屏幕上），就会出现视线焦点和会聚点不一致的情况，如果这个偏离过大就会产生不适感。所以3D拍摄中，应控制好深度空间范围，尽量不要创造一个深度过大的3D空间画面（迫使观众在观看最远或者最近的物体时，焦点和会聚点过分分离）；或者也可以采用大景深拍摄方式，让整个3D空间主要拍摄对象都在焦点清晰范围内（相当于扩大了景深范围），也可以缓解会聚点和焦点不一致带来的不适感。

#### A.2 制作中可能出现的3D误差

鉴于人类的视觉特性，左右眼在视觉处理上呈现高度同步，且双目位置保持平行、左右对称，这些固有的生理特点要求我们在创建3D影像时必须严格遵循视觉规律。而3D拍摄技术的核心在于采用双镜头或双相机的工作模式，确保各项技术指标精确无误，这是制作高质量3D影像的关键所在。在3D影像制作过程中，常见的误差表现为双目左右眼画面可能出现的不一致情况，具体类型包括但不限于，如图A.9：

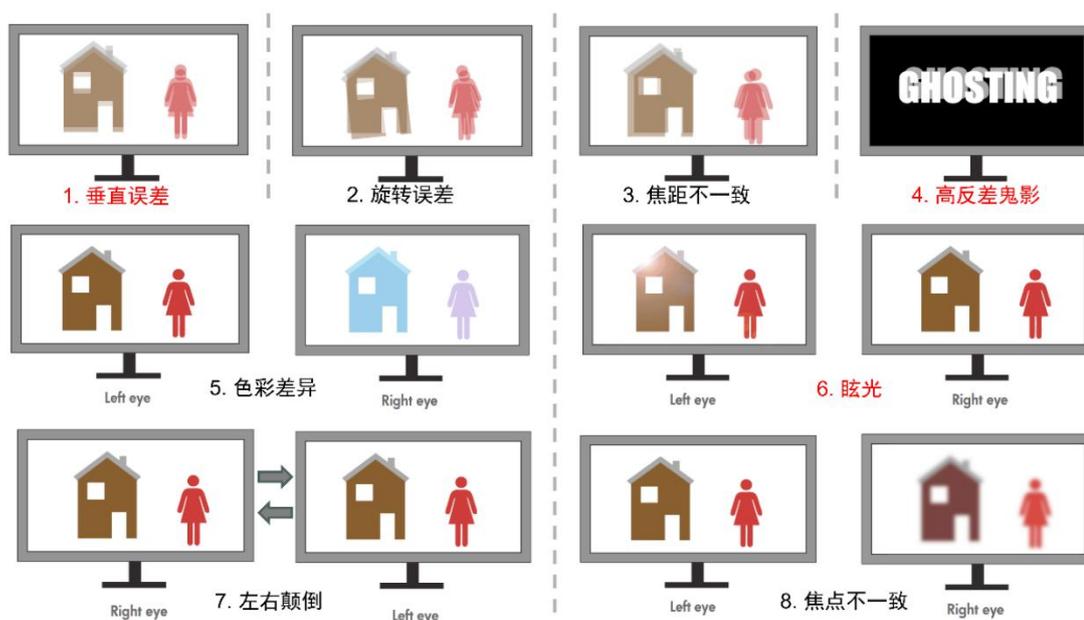


图 A.9 3D 误差

标引序号说明：

——1. 垂直误差。通常因摄像机或镜头光轴不严格平行，导致左右眼画面中同一物体的视差，存在不应有的高低差。

——2. 旋转误差。通常因两台相机拍摄3D时有水平偏差，导致左右眼画面水平不一致。

——3. 焦距不一致。3D相机镜头焦距设置不一致导致。

——4. 高反差鬼影。在拍摄高反差场景时，由于双眼信号交错显示带来重影的感觉，一般容易出现在高对比度的明暗交接处。

——5. 色彩差异。拍摄3D的两台相机参数影调不一致导致。

——6. 眩光。逆光拍摄环境下，左右眼两支镜头进入了不同角度、位置的杂散光线，导致双目画面出现不一致情况。

——7. 左右颠倒。3D制作输出文件时，将左右眼的画面搞反，导致看到的3D画面中所有物体的空间位置和前后关系颠倒，产生错误和不适。

——8. 焦点不一致。3D相机镜头焦点设置不一致导致。

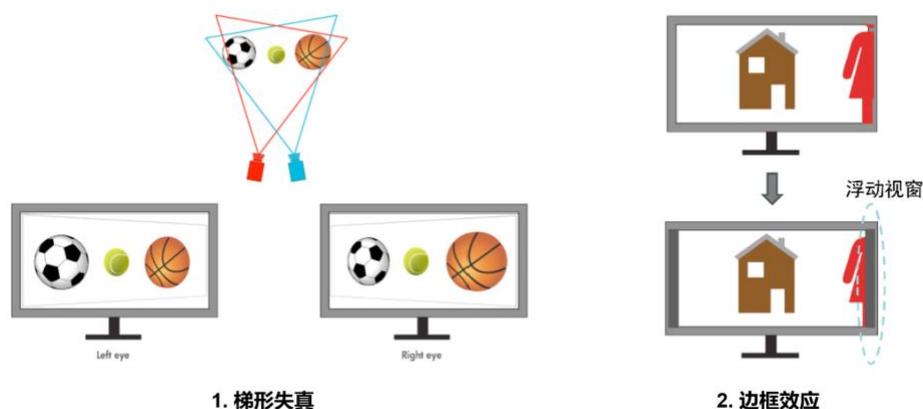


图 A.10 梯形失真与边框效应

标引序号说明:

——1. 梯形失真。如果3D两支镜头拍摄时过分向中间会聚,由于透视原因(近大远小),在立体画面的两侧边缘位置会产生不适感(左右眼看到的边缘物体大小不一致),如图A.10;

——2. 边框效应。在3D影像制作中,当物体被设定在出屏(负视差)位置时,若其部分区域因拍摄构图需求被屏幕边框裁切,观众可能会产生该物体被遮挡部分实际位于屏幕后方的错觉,进而引发对物体实际空间位置的感知冲突。为优化观看体验,避免边框效应带来的困扰,3D制作过程中通常会审慎考虑将不能完全出屏的物体置于入屏位置。同时,基于空间透视原理,画面两侧的物体常处于距离观众较近的位置,这些区域最易发生边框效应,因此,3D影片中的多数画面会采取不出屏的处理方式,以确保观众观看时的舒适度。

通常而言,当3D相机两支镜头同时捕捉到物体的完整影像时,观众能够舒适地欣赏3D效果。然而,由于视差的存在,3D拍摄过程(如图A.12)中,任意一支镜头(单眼)的画面边缘可能会出现另一支镜头未捕捉到的部分画面。若观众注意到某物体在一只眼看到的画面中呈现,而在另一只眼中却未出现,大脑可能无法准确解析这一差异。特别是对于位于3D影像边缘侧出屏位置的物体,若其被边框裁切的部分未能完整呈现,甚至可能未被另一支镜头捕捉,这将给观众的视觉解析带来挑战。然而,若此类情况发生在入屏位置,观众的大脑会将其解析为物体部分被边框遮挡的正常现象,从而可能不会产生任何困扰,如图A.11。

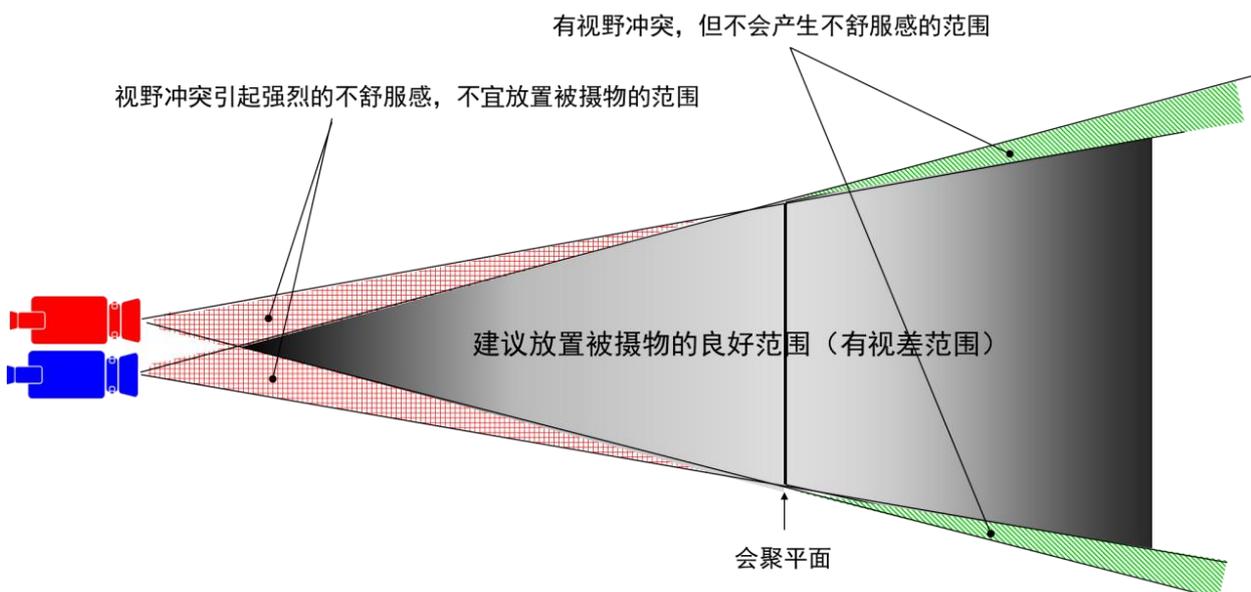


图 A.11 3D 拍摄过程