

ICS 33.020
CCS M33

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T XXXX—XXXX

基于电信网的云化虚拟现实 总体技术要求

Cloud VR based on telecommunication networks——General technical requirements

(报批稿)

XXXX- - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部发布

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。

注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国通信标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：中国信息通信研究院、华为技术有限公司、中国电信集团有限公司、中国移动通信集团有限公司、中国联合网络通信集团有限公司、深圳市腾讯计算机系统有限公司、北京邮电大学、宏达通讯有限公司、中兴通讯股份有限公司、高通无线通信技术(中国)有限公司、北京百度网讯科技有限公司、陕西省信息化工程研究院、中国信息通信科技集团有限公司、腾讯云计算（北京）有限责任公司。

本文件主要起草人：马翠娟、聂蔚青、李志斌、金临一、黄挺、屈小刚、郑洛、颜士富、李静雅、方华猛、李龙龙、刘晓杰、李时星、武娟、刘晓军、杨蕾、周佳俊、丁亦志、张勇、陈仲华、李芳、罗建孝、徐曜、肖虎涛、张艺引、欧中洪、陶锐、方亮、王杨军、王孟坤、毛峻岭。

基于电信网的云化虚拟现实 总体技术要求

1 范围

本文件规定了基于电信网的云化虚拟现实总体技术要求，包括总体架构要求、总体功能划分要求、总体指标要求、关键技术要求、端管云的要求、运营和运维要求等。

本文件适用于固定宽带云化虚拟现实业务，不适用于移动（蜂窝）宽带云化虚拟现实业务。

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，仅所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。

YD/T 4310-2023 移动互联网环境下虚拟现实业务术语

ITU-T P.1203 对经可靠传送的渐进下载和自适应音视频流业务进行的基于参数比特流的质量评估 - 视频质量预估模块（Parametric bitstream-based quality assessment of progressive download and adaptive audiovisual streaming services over reliable transport – Video quality estimation module）

ISO/IEC 23090-2 全向媒体格式标准规范（Information technology-coded representation of immersive media-Part2: Omnidirectional media format[S]）

3 术语与定义

以下术语和定义适用于本文件。

3.1

云化虚拟现实 cloud virtual reality

云化虚拟现实（以下简称Cloud VR）是将云计算、云渲染的理念及技术引入到VR业场景中，借助高速稳定的网络，将云端的显示输出和声音输出等经过编码压缩流化后传输到用户的无绳终端设备，实现VR业务内容上云、渲染上云。

3.2

云化虚拟现实发展阶段 1 cloud VR Phase 1

初步沉浸体验阶段。内容以4K VR为代表，终端屏幕分辨率为2K左右，画面质量相当于传统TV上观看不低于240P的效果。

3.3

云化虚拟现实发展阶段 2 cloud VR Phase 2

部分沉浸体验阶段。内容以8K VR为代表，终端屏幕分辨率为4K左右，画面质量相当于在传统TV上观看不低于480P的效果。

3.4

云化虚拟现实发展阶段 3 cloud VR Phase 3

深度沉浸体验阶段。内容以12K为代表，终端屏幕分辨率为8K左右，终端和内容的发展可使用户获得比较理想的使用体验，画面质量相当于在传统TV上观看不低于1080P的效果。

3.5

云化虚拟现实发展阶段4 cloud VR Phase 4

完全沉浸体验阶段。内容以24K为代表，终端屏幕分辨率为16K左右，画面质量相当于在传统TV上观看不低于4K的效果，完全沉浸，虚实不分。

3.6

晕动症 VR sickness

由于用户在视觉上观察到的运动状态和前庭系统所感知的运动状态不一致所引发的眩晕。

3.7

黑边 black border

当用户转动头部时，视角中超出原画面的部分会显示成黑边。

3.8

云渲染与流化时延 cloud rendering and fluidify latency

云化虚拟现实 VR 终端进行动作捕捉并将捕捉的动作信息经过网络传到云端，云端完成逻辑计算、实时渲染及编码压缩后，将视频流通过网络传输至终端进行解码的过程和时间。

3.9

交互延迟 interaction latency

用户与 VR 系统交互的时间延迟以及响应该用户交互的系统之间的时间延迟。

3.10

高清画质切换 switch period of high profile to basic profile

当用户转动头部过程中，高清晰画面替换低清晰背景画面的过程或者时间。

4 缩略语

下面缩略语适用于本文。

APP	应用	Application
CDN	内容分发网络	Content Distribution Network
Cloud VR	云化虚拟现实	Cloud Virtual Reality
DHCP	动态主机配置协议	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	网域名称服务器	Domain Name Server
DOF	自由度	Degrees of Freedom
EPG	电子节目导航	Eelectronic Program Guide
FOV	视场角	Field of View
GOP	图像组	Group of Pictures
IPV4	第四版互联网协议	Internet Protocol Version 4
IPV6	第六版因特网协议	Internet Protocol Version 6
LCD	液晶显示器	Liquid Crystal Display
MTP	运动响应时延	Motion to Photons
MIMO	多入多出技术	Multiple Input Multiple Output
ONT	光网络终端	Optical Network Terminal
OLED	机电激光显示	Organic Light-emitting Diode
PON	无源光网络	Passive Optical Network
PPD	角度像素密度	Pixels Per Degree
QoS	服务质量	Quality of Service

RTT	往返时延	Round Trip Time
SDK	软件开发工具包	Software Development Kit
TCP	传输控制协议	Transmission Control Protocol
Tile	方块或者分片	Tile
TV	电视	Television
UDP	用户数据报协议	User Datagram Protocol
VR	虚拟现实	Virtual Reality
VR CDN	VR内容分发网络	VR Content Distribution Network
VR Runtime	VR运行时	VR Runtime
Wi-Fi	无线保真	Wireless Fidelity

5 云化虚拟现实业务场景概述

云化虚拟现实（Cloud Virtual Reality，以下简称 Cloud VR）是将云计算、云渲染的理念及技术引入到 VR 业务场景中，借助高速稳定的网络，将云端的显示输出和声音输出等经过编码压缩流化后传输到用户的无绳终端设备，实现 VR 业务内容上云、渲染上云。VR 技术具有三大特征，分别是：沉浸感（Immersion）、交互性（Interaction）和构想性（Imagination）。业务场景可以按照个人消费级市场、企业级市场划分；个人消费级市场可细分为视频点播、直播、游戏、社交、教育等领域，企业级市场可细分为军事、医疗、建筑、工业制造等领域。

业务场景从交互维度划分为 VR 弱交互类业务和 VR 强交互类业务。

VR 弱交互业务以 VR 视频业务为主，包含巨幕影院、VR 360° 视频、VR 直播等，用户可以在一定程度上选择视点和位置，但用户与虚拟环境中的实体不发生实际的交互。VR 视频通常为 360 度全景拍摄，支持多角度播放，主要用于事件直播、新闻、体育赛事、演唱会现场、展会等，给用户带来全新的视频体验。相对传统视频，码率有极大增加，对网络带宽的需求也急剧增加。VR 视频业务因对网络要求不同，分为 VR 视频点播业务和 VR 视频直播业务。

VR 强交互业务以实时渲染场景为代表，包含 VR 游戏、VR 教育、VR 健身、VR 社交、工业制造等，用户可通过交互设备与虚拟环境进行互动，虚拟空间图像需对交互行为作出实时响应。通过与虚拟环境进行互动，可以极大提升传统业务的效率和效果，比如实操技能培训时通过 VR 技术构建职业实训的虚拟环境，使学生切实感受到真实的工作环境，更好地掌握职业技能；对于高难度、高风险的工作进行培训，更加安全可靠，且节约成本。但是要实现实时流畅的交互体验，需要低延时网络的支持。

相对本地终端运行的 VR 应用，云化虚拟现实具有如下特点：

- 业务运行上云：采用计算上云、渲染上云、编码上云等方式，实现各种 VR 业务云化，有利于集中部署和资源互用；
- 终端适配便捷：云端运行模式，降低了对终端计算/渲染能力的压力，同时减少各种应用针对各种类型终端适配的压力；
- 网络价值凸显：为了满足高清、低时延端到端云 VR 网络传输，需要大带宽和高品质的网络质量，对展示光网和 5G 等新型网络价值提供应用填充。

6 云化虚拟现实总体架构与功能划分

6.1 总体架构



图1 云化虚拟现实总体技术架构

云化虚拟现实总体架构如图1所示，由内容层、平台层、网络层和终端层四部分组成。

——内容层：主要负责向平台层提供VR内容，是由内容提供方（内容开发方/发行方/集合方）注入内容，并依托平台层完成内容管理和适配。VR的内容主要包括VR弱交互内容（以视频为主）、VR强交互内容（以实时交互VR内容为主）；

——平台层：由中心管理平台、云渲染节点、VR CDN组成。具体内容如下：

- 中心云平台：所有VR业务的服务中心，包括VR渲染类运营中心、VR视频运营中心、VR数字媒体系统。一般部署在省级、地市以上的数据中心节点，也可以根据需求，与云渲染节点部署在同一位置；

- 云渲染节点：支持对VR强交互业务进行渲染，包含实例运行、逻辑计算、实时渲染和串流、实时推流等功能，为每个用户在云端生成一个应用实例，对其VR画面进行实时渲染、编码和推流。通常云渲染节点在靠近用户的位置部署，需要在数据中心新建云渲染节点；

- VR CDN：负责VR媒体内容的缓存加速分发能力，可具备一定的转码能力，用存储换带宽，一般靠近用户部署，以实现快速响应客户业务请求，降低回源带宽的目的。

——网络层：主要包括骨干网、城域网、接入网及家庭网络四部分，负责为业务提供大带宽、确定性低时延的进行稳定传输。通常，为保障VR业务的良好体验，家庭网络需要5GHz Wi-Fi或以上，接入网需要10GPON或以上，建网时需要考虑VR业务对带宽、时延的敏感度不同，提供不同的切片能力和QoS保障；

——终端层：VR终端主要支持VR内容解码、显示，接入家庭网络，用户鉴权登陆，获得沉浸式的体验效果。支持VR一体机、外接式VR头盔、手持式VR盒。

6.2 功能划分

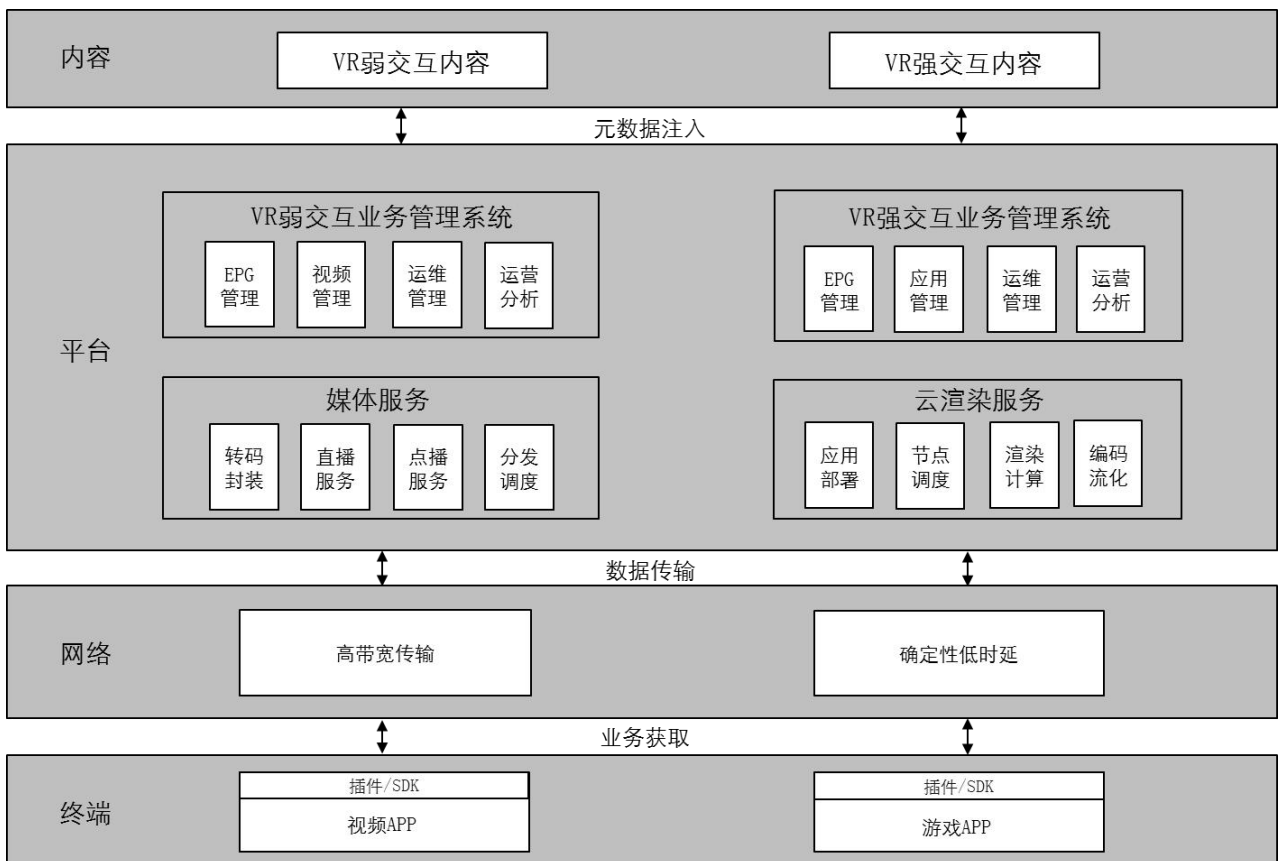


图2 云化虚拟现实功能划分图

云化虚拟现实功能划分如图2所示。

应用层：通过持续地引进、适配和注入VR视频和应用内容，来保障业务的连续性。

平台层：负责业务的日常管理、提供云渲染和媒体服务能力。具体要求如下：

——业务管理：提供内容管理、运维管理、服务调度（渲染/CDN节点）、运营分析等在内的多种业务管理功能；

——云渲染服务：支持应用部署，负责执行云渲染任务，接收并解析终端上传指令，实现渲染计算，编码流化等功能，以视频流的方式回传给终端解码、显示；

——媒体服务：提供直播/点播服务、实现转码封装、媒体分发和调度等功能。

网络层：承担业务平台与终端间的数据传输任务，提供满足大带宽和确定性低时延的网络传输服务。

终端层：涵盖手机、一体机和分体机等多种形态，通过安装和集成各种VR客户端/APP、插件/SDK，来实现与平台间的正常信令和数据交互。

7 云化虚拟现实发展的指标要求

7.1 云化虚拟现实业务时延的分解

云渲染处理过程如图3所示。主要渲染在云上后，需要动作预测和端云异步渲染技术或者其他技术使MTP<20ms。

云渲染与流化时延分解如图4所示。端云异步渲染技术要求云渲染与流化时延≤70ms。

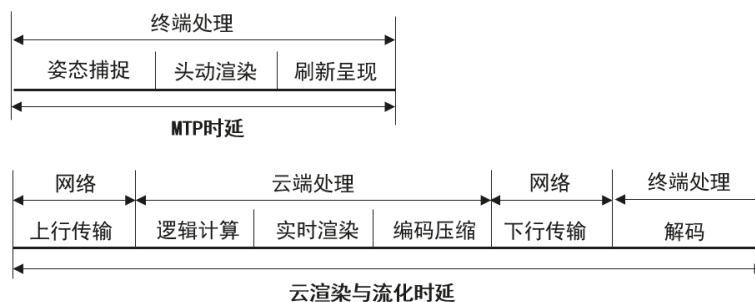


图 3 云渲染处理过程

云化虚拟现实业务各阶段对云渲染流化时延的要求。

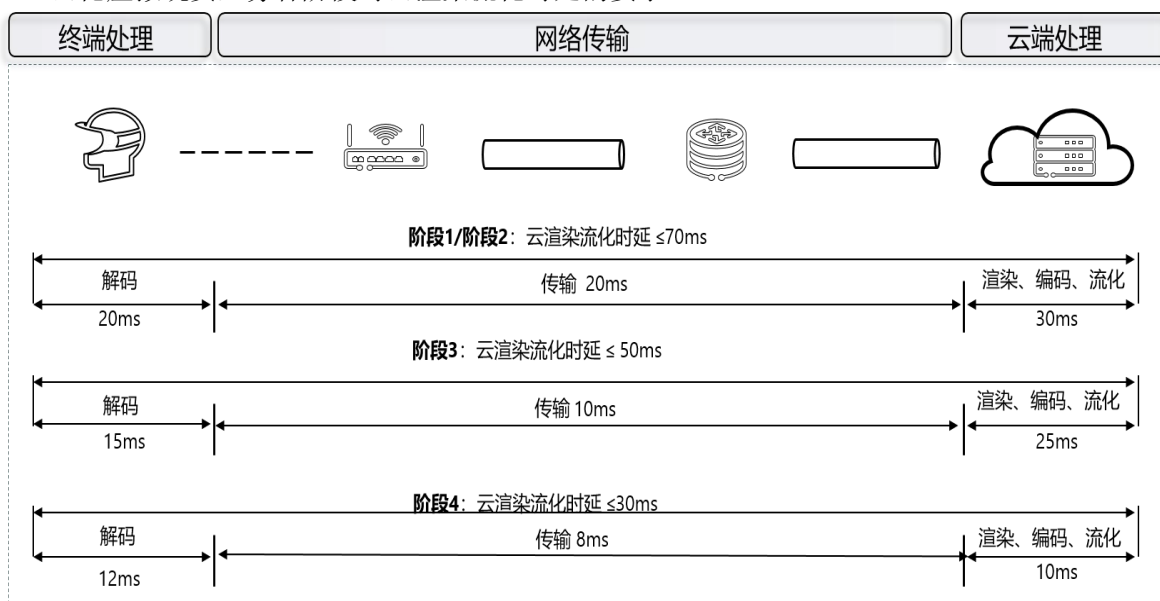


图 4 云渲染与流化时延分解

7.2 影响业务的关键要素要求

具体指标如下：

- 晕动症指标应 $MTP \leq 20ms$ ；
- 黑边面积占比宜 $< 10\%$ ，云渲染流化时延应 $\leq 70ms$ ；
- 交互延迟应 $\leq 100ms$ 。卡顿/花屏次数应为 0。高清播放时长占比宜 $> 97\%$ ，高清画质切换延迟应 $\leq 200ms$ 。

7.3 总体指标要求

具体见表 1。

表 1 云化虚拟现实业务总体指标要求

阶段	阶段1	阶段2	阶段3	阶段4
内容分辨率	4K	8K	12K	24K
终端分辨率	2K-3K	4K	8K	16K~
视场角	90-100度	100-110度	110-120度	大于120度

VR弱交互业务	帧率 (FPS)	30	30	60	大于60
	平均码率	≥40Mbps	≥80Mbps	≥280Mbps	≥760Mbps
VR强交互业务	帧率 (FPS)	60	60	90	大于90
	云渲染与流化时延	≤70ms	≤70ms	≤50ms	≤30ms
	平均码率	≥40Mbps	≥65Mbps	≥270Mbps	≥770Mbps

注：码率的计算方法详见附录A

8 云化虚拟现实的端管云要求

8.1 终端要求

对终端的要求如下：

- 支持接入网络、接入 VR 云平台能力；
- 支持用户管理、用户认证鉴权等功能；
- 通信能力：Wi-Fi5 或以上，2x2 MIMO 或以上；
- 编解码能力：H.264 或 H.265 或 VP9、AV1/H.266 编码标准，也可同时支持两种或以上；
- 投屏功能：可支持对接主流投屏协议的投屏系统，传递视频/游戏应用投屏信息。

8.2 网络要求

对网络的要求如下：

- 要求网络在帧间隔内无损的完成对应帧的传输；
- 网络宜在一个帧间隔内传输完成 I 帧（如果完成不了，则会每个 GOP 都会产生跳帧现象），必须在一个帧间隔内传输完成 P 帧；
- Cloud VR 由终端处理、网络传输、云端处理组成，具体见图 5。随着业务体验发展，网络的指标要求如表 2。

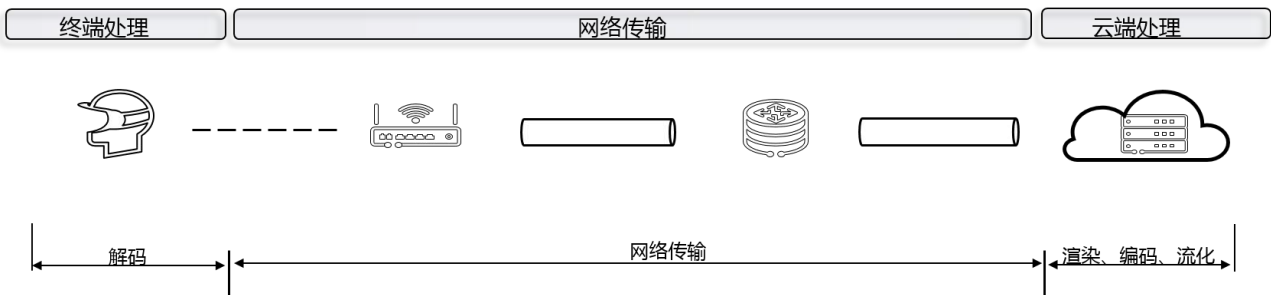


图 5 网络传输在云化虚拟现实中的位置

表 2 云化虚拟现实对网络的要求

阶段		阶段 1	阶段 2	阶段 3	阶段 4
典型视频全景分辨率		4K	8K	12K	24K~
主流终端屏幕分辨率		2-3K	4K	8K	16K~
VR 弱交互业务	平均码率	≥40Mbps	≥80Mbps	≥280Mbps	≥760Mbps
VR 强交互业务	平均码率	≥40Mbps	≥65Mbps	≥270Mbps	≥770Mbps

网络 RTT 要求	≤20ms	≤20ms	≤10ms	≤8ms
网络带宽的要求：在一个帧间隙能无损的传递 I 帧。				

注：码率计算方法详见附录 A

8.3 云平台要求

云平台包含 VR 强交互平台和 VR 弱交互平台：

——VR 强交互平台：主要由中心管理平台和云渲染节点实现。具体如下：

- 支持云化虚拟现实运行环境，包含游戏引擎和插件，实现游戏画面渲染，获取VR环境参数并推送VR渲染结果，具备维护VR环境并连接游戏与VR终端的能力；
- 支持云化驱动：包含渲染驱动、视频低时延压缩编码，视频流化传输等；
- 云渲染技术类型：可选用集中云渲染、边缘渲染、云+边融合渲染等多种技术实现；
- 云渲染承载性能：每台云渲染服务器具备多应用渲染并行能力，针对单核CPU+单核GPU能够运行/流化处理的渲染业务来讲，具备支撑CPU和GPU之间最小核心数的并行运行能力；
- 音频/视频同步要求：要求达到按照画面帧数与对应的游戏声音数据采集一一一对应，时差不超过100ms，音视频同步时差待研究；
- 建议I帧大小不超过P帧的5-10倍进行编码；
- 要求GOP大小不应低于20s；
- TCP窗口大小不低于2倍I帧的数据量。

注：为了减少帧大小不同带来的流量突发，特别是I帧带来的突发，编码时通常建议把I帧编小一点，同时把GOP设置得大一点。可支持UDP传输。

VR 强交互平台对应各阶段的时延要求见表 3。

——VR 弱交互平台：主要由中心管理平台和 VR CDN 实现。

表 3 云化虚拟现实对云平台的要求

	阶段1	阶段2	阶段3	阶段4
VR强交互云平台时延	≤30ms	≤30ms	≤25ms	≤10ms

8.4 云管端协同要求

具体要求如下：

- 支持 VR 业务识别：在 VR 业务终端与边缘网络节点（比如：家庭网关设备）之间增加数据通信接口实现业务行为和信息的准确、及时通报，通报的内容可以包括：终端访问的服务器地址，业务类型，操作类型，网络需求等；
- 可以引入 eDNS 技术，在用户的 DNS 请求中携带用户源地址，实现用户接入位置的精确定位，DNS 权威服务器返回查询结果时按照源地址的定位信息，返回相应的边缘渲染服务器的服务地址；
- 可以采用 HTTP 302 重定向方式，用户在中心资源池的一级页面通过授权后，重定向到边缘服务器实现渲染和缓存功能。

9 云化虚拟现实关键技术要求

9.1 编码技术要求

推荐阶段 1 支持不低于 H. 264 或同等编码器，阶段 2 支持不低于 H. 265 或同档编码器，阶段 3 和阶段 4 支持不低于 H. 266 或同档编码器。

9.2 传输技术要求

VR 弱交互画面的传输技术支持全视角传输技术、支持视场角传输技术。

视场角传输技术可选用自由视角技术，也可以采用全视角+自由视角技术。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/337201040155006126>