

附件 4

5G 高新视频—云游戏技术白皮书（2020）

国家广播电视总局科技司

2020 年 8 月

前言

当前，移动信息技术飞速发展，5G 技术已经成为国际通信科技巨头竞争的新焦点，世界各国纷纷将 5G 建设视为重要目标。5G 技术具有“大带宽、低时延、广连接”等特点，在 5G 众多应用场景中，视频被公认为是 5G 时代最重要和最早开展的业务，越来越受到社会各界的广泛关注。在 5G、超高清、虚拟现实等新兴技术催生下，广电行业视听内容的生产和传播即将发生新变革。国家广播电视总局顺应技术革命浪潮，抢抓 5G 发展机遇，深入推进 5G 条件下广播电视供给侧结构性改革，推动构建 5G 视频新生态，提出了“5G 高新视频”的概念。

5G 高新视频是指 5G 环境下具有“更高技术格式、更新应用场景、更美视听体验”的视频。其中，“高”是指视频融合 4K/8K、3D、VR/AR/MR、高帧率（HFR）、高动态范围（HDR）、广色域（WCG）等高技术格式；“新”是指具有新奇的影像语言和视觉体验的创新应用场景，能够吸引观众兴趣并促使其产生消费。在 5G 环境下，广电行业将发挥在视音频内容创意、生产、制作和传播方面的丰富资源和天然优势，以文化创意为牵引，以科技创新为支撑，培育孵化 5G 高新视频的新技术、新应用、新产品、新模式、新业态和新消费，为观众带来更美的视听体验，更好地满足人民群众日益增长的精神文化新需求和新期待。

云游戏作为高新视频新型业务的重要组成部分，是指以云计算为基础的游戏方式，游戏在云端服务器上运行，并将渲染完毕后的游戏画面或指令压缩后通过网络传送给用户，用户可通过输入设备对游戏进行实时操作，获得全新的在线游戏娱乐体验。

为更好地推进云游戏发展，指导相关行业与机构开展云游戏业务，国家广播电视总局科技司组织广播电视科学研究院及相关领域机构、企业，开展了云游戏研究工作，编制了《5G 高新视频—云游戏技术白皮书（2020 版）》（以下简称白皮书）。

本白皮书阐述了云游戏的概念，研究了云游戏国内发展状况，分析了云游戏的关键技术，并重点介绍了云游戏端到端解决方案，为广电行业开展云游戏业务提供了参考。希望在白皮书的引导下，各级广电机构、行业内外企业共同努力，积极推进云游戏产业在广电行业的发展，为广电全面转型升级赋能，努力构建行业发展全新格局。

本白皮书指导单位：国家广播电视总局科技司

本白皮书主要起草单位：国家广播电视总局广播电视科学研究院、中国信息通信研究院、中国传媒大学、华为技术有限公司、深圳市腾讯计算机系统有限公司、北京百度网讯科技有限公司、小米科技有限责任公司、北京视博云科技有限公司、优酷信息技术（北京）有限公司、北京海誉动想科技股份有限公司、安信证券股份有限公司。

本白皮书主要编写指导：孙苏川、关丽霞。

本白皮书主要起草人：欧阳峰、汤新坤、姜昊、林瑞杰、曾晨曦、黄心渊、聂凯旋、陈进、于洋、聂蔚青、陶孝禹、王海棠、杨星、陶梁、吴君鸣、李华宇、龙志勇、徐昊、吴东升、杨琪、焦娟、李诣然

目 录

缩略语.....	3
1. 云游戏的概念.....	4
1.1 云游戏的定义.....	4
1.2 云游戏的分类.....	4
1.3 云游戏的特征.....	5
1.3.1 对终端硬件配置的要求降低.....	5
1.3.2 对云服务器性能和传输网络的要求提升.....	6
1.3.3 有利于简化审批和内容管控.....	6
2. 云游戏的发展状况.....	7
2.1 国际云游戏市场发展状况.....	7
2.2 国内云游戏市场发展状况.....	7
2.3 云游戏产业发展机遇与挑战.....	8
2.3.1 机遇.....	8
2.3.2 挑战.....	9
3. 云游戏关键技术.....	11
3.1 云计算.....	11
3.2 GPU.....	11
3.3 5G.....	12
3.4 边缘计算.....	12
3.5 视频编解码.....	13
4. 云游戏端到端解决方案.....	14
4.1 系统组成.....	14
4.2 云端服务系统.....	15
4.2.1 流化能力.....	16
4.2.2 应用交付.....	17
4.2.3 业务服务.....	18
4.3 传输网络.....	20
4.4 终端系统.....	20
4.5 安全与管理.....	21
4.5.1 云游戏系统安全.....	21
4.5.2 云游戏未成年人防沉迷.....	21

4.5.3 云游戏版权保护.....	21
4.5.4 云游戏隐私保护.....	22
5. 云游戏应用案例.....	23
5.1 应用案例 1.....	23
5.2 应用案例 2.....	24
5.3 应用案例 3.....	26
5.4 应用案例 4.....	27
5.5 应用案例 5.....	27
6. 云游戏应用展望.....	31
参考文献.....	32

缩略语

缩略语	英文全称	中文全称
PC	Personal Computer	个人计算机
VR	Virtual Reality	虚拟现实
GPU	Graphics Processing Unit	图形处理器
AR	Augmented Reality	增强现实
FPS	Frame Per Second	画面每秒传输帧数
IDC	Internet Data Center	互联网数据中心
SOC	System on Chip	片上系统
SLA	Service-Level Agreement	服务级别协议
CDN	Content Delivery Network	内容分发网络
IaaS	Infrastructure as a Service	基础设施即服务
PaaS	Platform as a Service	平台即服务
SaaS	Software as a Service	软件即服务
TPS	Transaction Per Second	每秒事务处理量
SDK	Software Development Kit	软件开发工具包

1. 云游戏的概念

1.1 云游戏的定义

云游戏是以云计算为基础的游戏方式，本质上为交互性的在线视频流，在云游戏的运行模式下，游戏在云端服务器上运行，并将渲染完毕后的游戏画面或指令压缩后通过网络传送给用户。具体可理解成远程超强云服务器中拥有众多虚拟电脑，玩家可在其中一个子电脑中进行游戏，其中游戏的画面与声音通过网络传输至终端（智能手机、PC、智能电视、机顶盒、VR眼镜等），玩家可通过输入设备（手柄、鼠标、键盘、可穿戴设备等）对游戏进行实时操作。

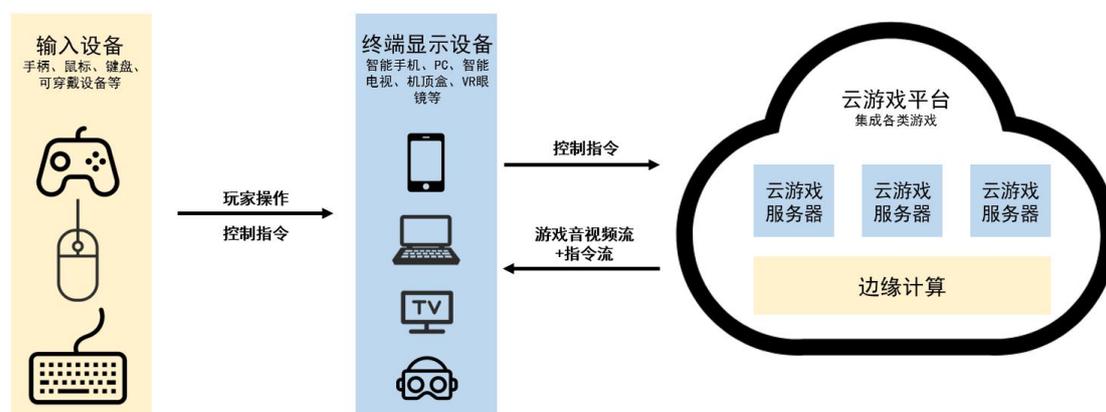


图 1.1 云游戏架构示意图

云游戏成功解决了传统大型游戏与手机游戏的局限性问题，并融合两者优势，集便捷与体验于一体，但其对技术要求也较高。为保障用户游戏体验，云游戏服务商需保证音频、图像、内容及用户操作能够实现实时传输，而游戏交互取决于网络通信延迟，游戏场景渲染的多媒体流取决于网络通信带宽。

1.2 云游戏的分类

云游戏技术具备近乎无限的游戏画面渲染能力，因此，在未来，云游戏带来的画面品质，将是云游戏大幅超越其他游戏技术的重要优势。

云游戏使得更广大的游戏用户群体以更低成本接入到同一个云端服务，多用户实时互相协作、共同创造的沙盒创造类游戏，将会是云游戏可以探索的重要方向。

游戏运行在云端，各个运行实体之间的通讯代价远小于传统技术，这使得更大规模的大型多人在线角色扮演游戏成为可能，未来单个游戏世界内的人数可能增加一到两个数量级，在宏大叙事的多人在线网游领域，将可能引发新爆点。

云游戏可能将模糊游戏和视频的边界，从而创造新的游戏品类。例如，当前游戏直播是广受用户欢迎的内容，而用户参与直播的方式仅限于与游戏主播互动，而并不能影响游戏本身的过程。云游戏技术使得体验游戏内容的门槛降到跟直播没有差别，那么，混合式的、既有直播也有游戏的新型直播游戏体验，将很有可能在云游戏技术的加持下成为可能。

根据云游戏本身特点，结合用户体验，给出云游戏的游戏类型，如表 1.1 所示。

表 1.1 云游戏的游戏类型

序号	游戏类型	描述
1	角色扮演/回合制、战旗类、文字类、养成类	偏重剧情演出，故事渲染，简单的选项操作，基本不含或含有少量 QET 指令
2	休闲类、闯关类、益智类、合作类、生存类	单人/多人同屏游戏的轻量休闲级游戏
3	动作角色扮演、冒险类、球类	些许的延迟不会对体验带来直接影响
4	射击类、竞速类、动作类、格斗类	对操作响应要求较为严格，需低于等于人的反应速度
5	节奏音游	对操作响应有着极为严苛的要求

1.3 云游戏的特征

1.3.1 对终端硬件配置的要求降低

传统游戏产业背景下，游戏体验与终端硬件性能成正比，受硬件设备承载能力限制明显。当前游戏市场，每一代新硬件的发布意味着更多与硬件能力相匹配、质量更高的游戏出现，从而带动玩家的购买需求，这一软件倒逼硬件升级的消费模式表明传统游戏对终端设备的高度依赖。对于普通玩家而言，由于预算限制，游戏设备的配置往往不会过高，且设备更新换代频率较慢，这会导致玩家的游戏体验逐渐下降。

云游戏的出现解绑了硬件对游戏的束缚。云游戏模式下，游戏并不运行在用

户的终端侧，而是运行在云端服务器中，由云端服务器将游戏场景渲染为音视频流发送给用户，因此用户无需下载和安装游戏，游戏和用户数据都存储在服务器上，用户使用的游戏设备也无需拥有较高的硬件配置，只需拥有基本的流媒体播放能力和获取玩家操作指令并发送给云端服务器的能力即可。

1.3.2 对云服务器性能和传输网络的要求提升

云游戏是将游戏放在云端运行、渲染和存储的，因此对云服务器的性能有较高的要求。承载云游戏业务的云服务器多采用 GPU 架构，以满足更高的图形处理和运算性能需求，配合基础云主机、云容器引擎、资源弹性伸缩服务等，能够实现云游戏服务的灵活创建和资源的弹性配比。随着游戏质量不断提升，对云服务器性能的要求也将不断提高，未来针对云游戏业务量身定制具有更强大运算和渲染能力的服务器将是云游戏产业发展壮大的根基。

云服务器需要将运算和渲染后生成的游戏音视频流通过高速网络传输到终端上，需要占用较大带宽，并且如果整个过程中产生的延时较高，那么用户的操作迟滞感会非常强，极大影响用户游戏体验，因此云游戏对传输网络有较高要求。

1.3.3 有利于简化审批和内容管控

云游戏相较于传统游戏，在内容审批和管控方面的优势体现在以下两点：一是传统游戏审批流程复杂繁琐，需要提交游戏客户端光盘、游戏演示端光盘等；云游戏仅需提供游戏链接，审核方就可在云端审查整个游戏的相关内容，从而简化审批流程。二是传统游戏的内容监管，需要在本地逐一安装应用操作运行，而当前游戏内容丰富多彩、游戏数量大且逐年递增，监管难度大、覆盖面积小、风险程度高；云游戏的审核仅需在云端统一审查和管理，即可及时发现违规游戏，快速遏制不良游戏的传播，减少不良游戏对社会带来的危害。

2. 云游戏的发展状况

2.1 国际云游戏市场发展状况

目前海外提供云游戏服务公司众多，索尼、微软、谷歌、英伟达等巨头均先后推出了自己的云游戏平台。索尼入局较早，云游戏技术较为成熟。2012年，索尼以3.2亿美元收购了从事云游戏及视频流广告服务的Gaikai，开始开发自己的云游戏产品；2014年，索尼发布云游戏平台PlayStation Now；2015年，索尼收购OnLive，为PlayStation Now提供技术支持。英伟达于2015年推出GeForce Now，微软、Valve先后推出Xbox Live及Steam Live。

谷歌进一步推动了云游戏的发展。2018年，谷歌推出“Project Stream”实现软件及主机均在云端运行，玩家只需在Chrome浏览器中登录Project Stream就可以玩主机游戏，即使更换电脑还能继续体验，实现了大型主机游戏“页游化”，且内测玩家评价画面相差不大。谷歌还对云游戏中输入设备有所布局，根据SlashGear网站报道，谷歌于2019年3月为自家一款应用在云游戏上的手柄递交设计专利申请，手柄设计与现存主机游戏手柄类似，双摇杆下方增加了语音键。2019年11月19日，谷歌Stadia云游戏平台正式上线发售，售价129美元，包含Chromecast Ultra流媒体设备、Stadia专用无线手柄以及3个月的Pro版订阅费，此后每月订阅费用10美元，平台首发22款游戏。

2.2 国内云游戏市场发展状况

由于早期中国的互联网环境以及固定宽带普及率相比海外存在显著差距，中国云游戏服务尽管同时起步，但成熟度相对较低。中国最早尝试云游戏的厂商成立于2011~2014年间，包括华为云、视博云游戏、格来云游戏、达龙云游戏、海马云、阿里云、小米云游戏等。

阿里巴巴于2014年在杭州总部召开发布会，启动家庭数字娱乐生态合作，并发布“云游戏”平台，首发游戏包括EA的《极品飞车》、Konami的《实况足球胜利十一人2014》、2K Sports的《NBA2K14》、时代华纳互动娱乐的《蝙蝠

侠：阿甘之城》等，计划未来提供 50 款以上的云游戏，基于现有阿里云的技术，预计未来阿里在云游戏中还将有所布局。

腾讯的云游戏开发始于 2017 年，目标在于打造全周期云游戏行业解决方案，并为用户提供全链路云游戏平台与生态。以腾讯云为依托，在云游戏技术开发基础之上，引入第一方和第三方游戏内容，借助应用宝等渠道，建立云游戏平台和云游戏解决方案的双重路径，已推出 START、GameMatrix 等云游戏平台。依托腾讯云的边缘计算节点、vGPU 虚拟化技术、稳定低延时的音视频互动能力，为游戏开发者提供一站式的端游+手游的云游戏 PaaS 解决方案。开发者无需适配不同的软硬件平台，即可快速部署上线，让玩家在各类终端和场景下无需安装即可获得 3A 级的游戏体验。

小米于 2019 年 MIDC 开发者大会上宣布小米云游戏将率先登陆 OTT 平台。凭借中国智能电视市场份额第一的优势，结合 5G、云游戏技术的积累，小米迅速实现了让云游戏真正面向家庭终端，目前已覆盖 5 大一线城市，用户规模达数百万。同时，依托小米集团资源，小米云游戏在第一方游戏研发、第三方游戏代理等方面快速布局，预计将来会为广大用户带来更丰富的云游戏内容。

2.3 云游戏产业发展机遇与挑战

2.3.1 机遇

(1) 内容供给（游戏研发商）角度，降低研发成本。云游戏在提高了游戏开发的效率、提升了游戏呈现质量的同时，降低了开发成本。主要革新体现在以下几点：一是基于云游戏本身的多终端打通特性，玩法设计将融合触屏、键盘或手柄等单一操作形态，加速形成更丰富的操作系统；二是不受游戏设备性能承载限制情况下，大型重度游戏的地图大小、用户容量、交互属性等边界将进一步拓宽；三是运营平台统一化后，游戏商在不同机型间的适配优化工作量将大幅减少，解放部分人力资源用于产品创新。

(2) 用户需求角度，云游戏降低硬件门槛，提升游戏可玩性。云游戏通过云平台的形式扩充了游戏品类，提升了游玩体验，丰富了社交方式的同时，减少了高昂的终端硬件开支。主要革新体现在以下几方面：一是用户将不再需要以较高频率和较高的成本替换硬件设备，而是以购买云计算服务的形式长期体验到更

高品质的游戏；二是用户可以接触到此前对硬件设备要求较高而无法获得优质体验的精品 3A 内容，玩家品位整体提升，对产品质量的需求将得到系统性提高；三是摆脱设备条件差异后，用户将更加平等地参与游戏，游戏内平衡性得到一定幅度提升；四是多平台、多终端的用户打通，形成一定的导流效果。

(3) 分发渠道角度，流媒体式游戏集成平台将出现，可能在一段时间内与 App 端共存。借鉴流媒体模式发展途径，云游戏收费模式可能也将变为“订阅”制，在各个云游戏平台中，订阅会员可免费体验旗下所有游戏产品，同时仍可能持续在游戏内付费。新的游戏集成平台的出现意味着全新的分发渠道，用户不再需要下载 App，而仅仅需要类似爱奇艺、Netflix 的游戏平台，即可实现快速切换，点开即玩。以手游为例，手游分发渠道主要包括苹果及安卓两大系统，云游戏的实现将分发渠道拓宽至网络机顶盒或其他终端。

(4) 云服务商角度，云服务厂商得到新话语权。由于云游戏对底层网络建设及资本投入的高度依赖，云服务厂商大概率将成为下一代新的平台商，获得较为强势的新话语权。但多平台间的竞争关系将在一定程度上削弱其议价能力，这使得新平台将着重朝各个方向进行差异化发展，包括技术服务、打包价格、独占内容等。

(5) 促进 VR/AR 游戏发展，新游戏形态出现。目前 VR 市场分为移动 VR 和 PC VR 两大类，前者由手机端处理芯片驱动，后者由高性能 PC 驱动，由于受硬件性能限制，移动 VR 无法运行大型游戏，画面质量及游戏体验不能与 PC VR 相比，但当 VR 与云游戏结合后即可通过 WiFi、光纤或 5G 网络串流云端运行的游戏画面，让 VR 一体机既能获得 PC VR 的游戏体验，又无需一台高性能 PC，突破硬件限制。Cloud VR 可以看作是云与 VR 结合的系统统称，减少了端与端的传输，降低成本，是更为先进的 VR 系统，而云游戏正是推动 VR 产业向 Cloud VR 发展不可缺少的因素。

2.3.2 挑战

(1) 依赖 5G 通讯基础设施建设进度。云游戏发展至今仍处于初级阶段，核心原因在于网络层无法实现低时延的快速传输，进而导致后台云计算平台能力无法得到完全释放。随着 5G 时代的到来，这一问题将得到有效解决，但是目前全球 5G 网络刚刚开始商用，距离大规模商用和普及尚需一段时间。

(2) 需要高质量游戏内容驱动。云游戏生态需要大量高品质游戏内容，以体现出云游戏相较于本地游戏更好的用户体验，从而促进云游戏的发展。而目前国内游戏市场仍存在一定的不足：一是国内游戏产品同质化严重。目前国内游戏领域，游戏开发商盲目追求短期利益，采用“短、平、快”（开发周期短、内容平淡、快速投入运营）的开发策略，热衷于“模仿”、“抄袭”。在这种快速见效的思想指导下，国内游戏同质化严重。二是游戏丰富度、创新度不足。目前国内手机游戏市场规模稳定增长，主机游戏市场规模较小，VR 游戏市场尚待开发，而手机游戏受限于操作，内容丰富度不足，随着 5G 大规模商用，现有游戏形态的格局将会发生转变，同时更多的创新玩法将会出现。

(3) 成本高昂以及前期投入巨大，变现能力较弱。对云游戏厂商来说，云服务成本主要包括服务器、IDC 和带宽三项，其中服务器成本占比较高，IDC 和带宽成本基本透明，未来成本控制的重点在于云服务的服务器软硬件成本。云游戏变现模式预计将以订阅会员模式为主，同时辅以多元的游戏内付费，进而形成新的混合付费模式。目前国内外已运营的云游戏平台中，大多采用订阅会员模式，或辅以时长、内容扩展包等其他收费模式，但受限于用户规模，云游戏现阶段变现能力仍不足。

(4) 行业标准的缺失。目前，我国云游戏行业处于起步阶段，还未形成公认的最佳实践，云游戏技术标准化仍需游戏企业的不断探索，最终才能形成被广泛接受的技术标准，从而推动整个云游戏行业健康有序发展。

3. 云游戏关键技术

3.1 云计算

云计算是云游戏发展的基础。搭载云游戏的云平台主要基于 X86 服务器和基于 ARM 服务器构建。

基于 X86 服务器是基于 PC 机体系结构，使用 Intel 或其它兼容 X86 指令集的处理器芯片的服务器，其架构优势有三点：一是服务器的标准化程度高，供应链成熟；二是硬件稳定性高，使用生命周期长；三是维护简单，其 IDC 托管模式很成熟，机房的管理人员无需特别培训。而其劣势亦有三点：性能损耗大、成本高以及兼容性差。

基于 ARM 服务器分为两种，一种是与 X86 服务器的架构基本类似的大核 ARM 服务，因此也具备服务器的标准化程度高、硬件稳定性高和维护简单的优势，同时由于本身就是 ARM 指令集，无需做指令集的解析，因此不存在兼容性问题。但核心供应商少、配套硬件的供应链不够成熟、显卡等关键器件的支持力度较小是基于 ARM 服务器架构所面临的问题。另一种 ARM 服务器是 SOC 阵列服务，单服务器容纳数十个物理 CPU 和 GPU；内置万兆交换模块；同时支持光电双口万兆上行；功耗仅为 200~300W；SOC 阵列服务器是专门针对 Android 云游戏的，由于在每一独立的 SOC 上可以直接运行 Android 系统，因此对游戏兼容性非常好。另外，SOC 阵列服务器成本低廉，单服务器可以稳定运行数十路云游戏，并且可以轻松支持 5G 环境下最高 4K 分辨率、60 帧的手机云游戏。

虚拟化技术是云计算的基础。近几年发展起来的 GPU 虚拟化技术，能够将珍贵的 GPU 资源进行合理分配，提高资源利用率，降低部署成本。除此之外，内存、存储和网络接口的虚拟化技术都已经相当成熟，通过虚拟化技术，可允许多个用户共享一台物理服务器资源，避免了资源的浪费。

3.2 GPU

GPU 算力是云游戏技术栈的核心，为适应不同种类游戏的云化运行，GPU 服

务器首先必须要具备灵活的虚拟化能力，使得针对不同硬件要求的游戏，能够高效率地运用 GPU 资源。

当前游戏内容主要分为运行于手机、Pad、OTT 等设备的 ARM 架构，以及运行于 PC、游戏主机等平台的 X86 架构，云游戏的 GPU 需要能够同时支撑不同硬件架构的游戏内容，以充分发挥当前已有游戏内容、软件技术、工具平台的资源积累。

由于云游戏的整体渲染、传输和反馈链路比传统纯客户端运行更为复杂，这将对 GPU 服务提出更高的品质和延时等性能要求。云游戏要达到比现有的 PC、主机游戏更优秀的游戏体验，4K/60fps 将是基本的要求。

传统游戏由于运行在客户端，使得游戏引擎等负责游戏画面渲染的软件系统，都是单独在一台设备上运行，并服务单一的游戏用户。而当海量 GPU 算力云化后，游戏渲染的软件体系架构必将迎来新一轮迭代。GPU 集群化分工协作、共同配合，共同服务海量游戏用户，将成为云游戏技术的重要发展方向。

3.3 5G

云游戏的概念在 2009 年就被提出，但至今仍未得到较好的市场推广，究其原因在于现有的传输网络无法满足快速传输的需求。随着 5G 时代的到来，5G 技术将突破云游戏的发展瓶颈，大幅推动云游戏产业进程。根据国际电信联盟对于 5G 的定义，其特征可分为 eMBB（增强移动宽带）、mMTC（海量大连接）和 uRLLC（低时延高可靠）。

对于云游戏而言，eMBB 为云游戏需要的高清视频传输提供了更优质的传输通道；mMTC 将支持更加丰富的游戏终端类型，真正意义上做到了游戏载体的无处不在；uRLLC 则能够有效降低时延，提供更流畅的游戏体验。

3.4 边缘计算

云游戏虽然在终端以音视频流的方式播放，但不同于一般的视频能够通过预先缓冲下载来避免卡顿，云游戏对实时性有很高的要求。为了达到良好的即时游戏体验，减少音视频流传输产生的时延，云服务器距离用户越近越好。边缘计算的出现为云游戏打开了一道全新的大门。

边缘计算是指在靠近物或数据源头的网络边缘侧，融合网络、计算、存储、应用核心能力的开放平台，就近提供边缘智能服务，满足行业数字化在敏捷连接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的关键需求。边缘计算将原本运行在云端服务器中的游戏迁移到更靠近用户的边缘侧运行，游戏的渲染也在边缘完成，远端云服务器只负责小数据量的逻辑运算，这样大大减少了骨干网络的传输带宽和传输时延，实现了游戏的“本地化”，让玩家能够享受到更高质量游戏体验。

3.5 视频编解码

视频编码是将游戏视频流压缩的过程，视频编码技术越先进，视频的压缩程度越高，视频传输时对网络带宽的要求就越宽松。然而压缩率提高的同时，视频解码的时间也会相应增加，这导致减少网络带宽和降低编解码延迟成为相互制约的限制因素。

云游戏视频编解码技术不仅要能够支持 H. 264/H. 265 等格式的视频编码和 AAC/MP3/MP2 等格式的音频编码，灵活及简易的帧率、码率等参数调整，适应多种不同的网络条件，还要在音视频编码程度和网络资源消耗两个制约因素间找到最佳的平衡点。

4. 云游戏端到端解决方案

4.1 系统组成

云游戏端到端解决方案覆盖从云端服务系统、网络层传输系统到终端层用户接入系统的各个环节，采用云端协同机制实现云端提供计算服务、终端用户使用服务的目标，如图 4.1 所示。

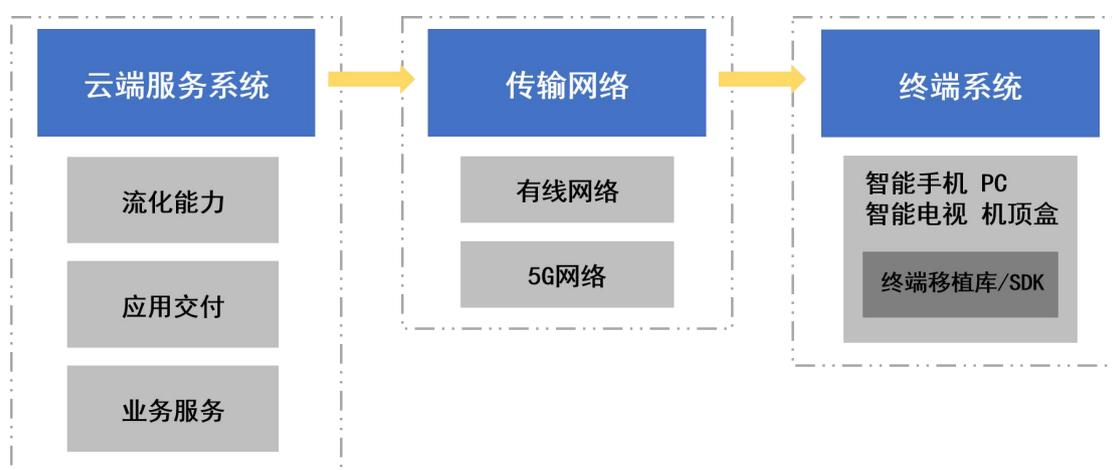


图 4.1 云游戏端到端解决方案示意图

云端服务系统主要功能由流化能力系统、应用交付系统和业务服务系统实现。其中，流化能力系统主要负责的是应用虚拟化、智能资源分配和终端接入功能；应用交付系统的主要功能是应用生命周期管理、应用审核机制和应用测试管理；业务服务系统的主要功能是流化容器管理、SLA 管理和计量管理。

网络传输的各个环节，不可避免地会产生时延、丢包、抖动等网络损伤，而一个有保障的网络则是云游戏能够顺畅运行的基础。通过定制云游戏网络传输协议、提高网络流量使用效率等方法，能够有效改善网络传输质量，提升用户体验。

终端设备主要包括智能手机、PC、智能电视、机顶盒、VR 眼镜等，运行在终端设备上的是云游戏终端移植库和 SDK，其能够降低终端集成的工作量，缩短集成的周期，为终端屏蔽复杂的端到端协议封装。

4.2 云端服务系统

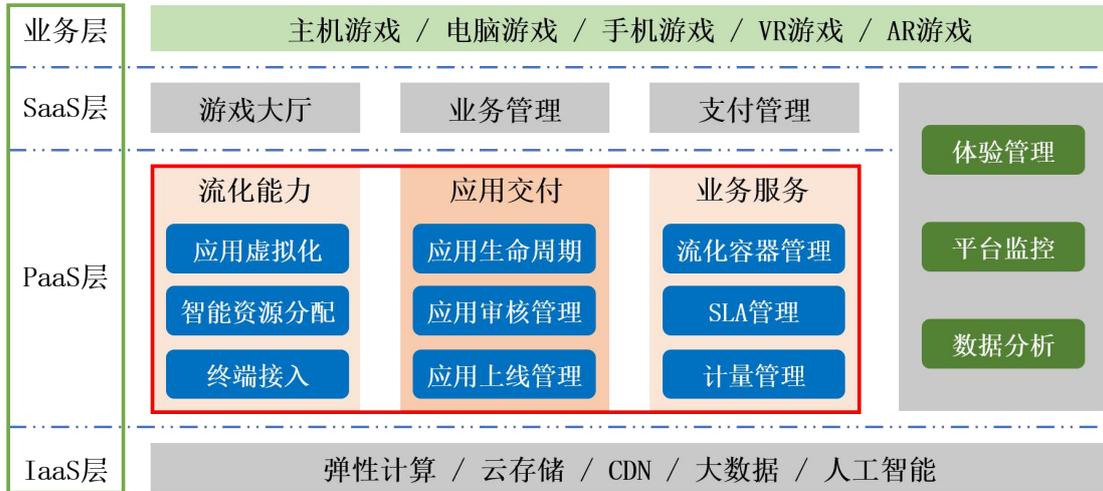


图 4.2 云端服务系统组成结构图

如图 4.2，云端服务系统跨越 IaaS、PaaS 和 SaaS 层。其中，IaaS 层提供各类资源支持，包括弹性计算、云存储、CDN、大数据、人工智能等；PaaS 层提供应用流化能力支撑，包括流化能力、应用交付和业务服务，是云端服务系统的核心，也是云游戏业务的技术关键所在；SaaS 层在 IaaS、PaaS 层的功能基础之上，提供灵活开展云游戏业务的能力支撑，包括游戏大厅、业务管理和支付管理等。通过云端各层的密切配合，能够实现主机游戏、电脑游戏、手机游戏、VR 游戏以及 AR 游戏等多种云游戏业务的开展。

IaaS 层把 IT 基础设施作为一种资源通过网络对外提供服务，由云服务提供商以高度自动化的交付模式利用虚拟化操作系统、工作负载管理软件、硬件、网络和存储服务的形式交付计算、存储资源以及其他 IT 组件，还处理诸如持续系统维护、数据备份和业务连续性等任务。IaaS 层提供了对高度可伸缩 IT 资源的访问，可以根据云游戏的容量变化的需求进行动态调整。

SaaS 层提供的是软件服务的能力，专为基于网络的业务设计，便于用户通过网络托管、部署及接入业务，不用管理和控制任何云的基础设施，可以为云游戏提供游戏大厅、业务管理和计费管理的基础接入能力。游戏大厅是用户登录和体验云游戏的入口，用户在可视化的游戏大厅界面进行登录认证、充值计费和游玩体验。用户通过游戏大厅进行登录后，会将登录消息发送至业务管理系统进行验证，同时，用户相关计费操作也会同步由业务管理系统负责。

云游戏核心能力由 PaaS 层支撑，主要由以下三部分组成：

4.2.1 流化能力

流化能力系统应具备实现云游戏业务的终端接入、智能资源分配和应用虚拟化运行的功能。流化能力系统是一个高计算密度、多应用类型、低延时、易扩展和高可用的系统，可提供对不同类型应用的高并发支持、多网络条件下的运行支持、多终端类型和多外设类型情况下的接入支持。

(1) 终端接入

终端接入系统主要负责用户终端的接入、会话生命周期的管理，以及在终端会话生命周期内应用的启动停止、资源的统一调度和分配等工作。

终端接入系统由三个组件构成，包括终端接入服务、统一会话调度管理、会话资源管理，这三个组件通过协同工作，提供基于传输网络的统一接入、交互、控制、资源调度和分配等功能。

(2) 智能资源分配

智能资源分配具备为不同的用户提供不同种类的应用类型服务的功能，同时提供最优的物理服务器计算资源分配的能力。具体来说就是启动阶段根据用户终端类型、启动的应用和服务器性能为用户选择最优的系统资源；在运行阶段实时监控资源池状态，通过弹性伸缩策略对资源池进行自动管理。

基于智能分配策略，整个流化平台能够实现平滑的、不停止服务的节点扩容，来支持用户接入的 TPS 增长，支持运营方从商业模式实践到大规模运营的平滑过渡。

(3) 应用虚拟化运行

应用虚拟化运行部分具备应用运行控制、应用数据管理、应用音视频处理和终端外设映射四个功能。

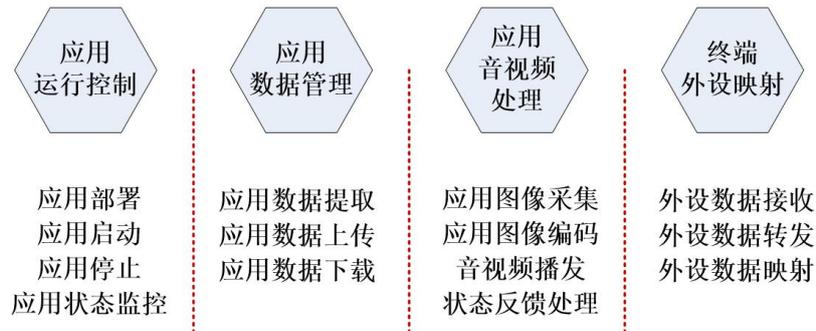


图 4.3 应用虚拟化运行功能

- **应用运行控制：**根据应用类型的不同，采用不同的参数启动应用，通过将应用运行在虚拟化的容器环境中以保证用户环境和数据的隔离性，同时在运行中对应用进行状态监控，当应用在运行过程中出现问题时，及时进行处理。
- **应用数据管理：**云端服务系统是由若干服务器组成的，一台服务器可以承载一个或者多个应用同时运行。应用数据管理组件能够将用户在某一服务器上的应用存档信息上传至存储服务器，当用户下一次在其他服务器上启动该应用前，应用数据管理组件会将用户的应用存档信息下载并恢复至当前服务器的应用运行目录中，这样一来，用户对于服务器间的切换并无感知，从而达到了形同“本机运行”的用户体验。
- **应用音视频处理：**云游戏应采用低时延并具有反馈机制的编码技术，在因网络异常而导致终端画质受损时，可通过终端反馈机制，使云端及时发送随机访问参考点以恢复终端画面，保证用户无不适体验。另外，还需适当引入视觉特性编码机制，确保即使画面运动剧烈，编码码率仍能控制在相对平稳的状态，不会增加网络压力和传输时延。
- **终端外设映射：**终端外设不仅外观外形多样，其内部的技术架构和通讯协议也很多，例如红外方式遥控器、USB 方式键鼠、蓝牙方式游戏手柄、电容压力方式触摸屏，但是 USB 方式的外设目前仍属多数。因此在外设上建议适配 USB 协议外设，以及遥控器、触摸屏等特定外设，并基于使用场景提供设备间的键值转换能力。

4.2.2 应用交付

应用交付系统确保应用能够在云游戏平台之上运行，所有应用必须遵循此系统的规范才能达到云上运行的目标。应用交付系统由应用生命周期管理、应用审核机制和应用测试管理三个子系统组成。

(1) 应用生命周期管理

应用生命周期管理包括应用测试、应用上线、应用运行和应用下线，对应状态如下：

- **测试状态：**应用处于测试状态时测试用户可见，正式用户不可见也不能使用应用。应用被添加到业务后自动处于测试状态。测试状态下可以通

过执行“上线”操作将应用变为上线状态。

- 上线状态：上线状态时全部用户均可见应用且可以使用应用。上线状态时可通过执行“测试”再次将应用状态变为测试状态。
- 运行状态：业务运营方具有应用授权的前提下，应用处于上线状态后，用户启动应用时使应用进入“运行状态”，关闭应用后结束“运行状态”。
- 下线状态：业务运营方可以根据业务运营需要，对上线应用进行下线，处于“下线状态”的应用，正式用户不可见也不能使用，可以通过执行“上线”操作将应用重新变为上线状态。

(2) 应用审核机制

应用审核管理主要是对应用上线、应用下线等的审核。此部分规则和智能终端的应用审核机制基本一致。

(3) 应用测试管理

通过应用测试管理，确保应用的启动、用户数据管理、画面采集、音频采集、音视频编码、运行生命周期监控、退出、统一部署等动作都能够在云游戏平台上完美运行，终端用户体验到良好的画质、音质以及操控感，如同在本地使用一个应用。

云游戏需要在云端容器中运行测试，流化平台要为测试者提供各种规格和平台类型的云端测试环境，提供应用适配测试所需的调配参数的能力，提供外设适配的调整支持，支持适配问题在线反馈及解决，适配完成后自动生成报告及基于流化平台的部署安装包。

4.2.3 业务服务

业务服务系统主要为云游戏开展业务运营提供能力支撑。业务服务系统包括流化容器管理、SLA 管理和计量管理这三个不同的组件。

(1) 流化容器管理

为了便于第三方云游戏应用能够快速接入，流化资源以容器为单位向业务运营方提供，业务运营方获得流化容器后，将应用注入容器，即可进行运营业务开发，包括：

- 提供内容注入、应用上下线以及应用信息通知和查询服务
- 查询资源使用情况

- 查询用户在线情况
- 获取应用使用记录数据

(2) SLA 管理

根据 SLA 为业务开展方提供支持，包括可购买的流化容器资源，资源的弹性配置，以及资源所包含的计算能力等，具体包括：

- 支持权限与角色管理，系统中的角色分为应用管理员、系统监控员、系统监视员、系统管理员、超级管理员，各角色对操控的范围可以调整，支持对各个管理角色的操作日志进行查看
- 支持完善的服务器、模块及系统监控功能，包括 CPU 占用率、内存占用率、磁盘占用率、资源综合状态、服务器状态、桌面使用量、带宽等信息等，并具备针对相应的监控项配置阈值的功能，在阈值超范围时进行告警
- 支持完善的业务运行状态查询功能，包括用户在线信息查询、根据条件筛选查询、桌面使用状况查询等
- 支持声光报警、邮件告警、历史告警记录查询、历史告警曲线查询等功能
- 支持完善的系统模块部署能力，包括服务器搜集、模块查询、批量部署和升级、批量配置、任务查看及操作等
- 支持完善的应用部署能力，包括应用的添加、删除、信息同步、查询、配置查看、部署查看、批量部署和升级等
- 支持系统基础配置的查看，基础配置中包含终端的类型、服务器类型的管理、基础的编码类型和分辨率类型等信息
- 支持系统模块日志的搜集、查看、清理等功能

(3) 计量管理

业务服务系统的计量管理服务为业务开展方提供强大的数据分析能力支撑，使系统模块运行数据、用户在线信息数据、应用使用数据等数据信息能够以报表的形式定期输出，供不同职能的人员查看。计量管理服务提供如下功能：

- 支持对用户在线数据进行统计输出
- 支持对用户登录、退出次数及原因进行统计输出

- 支持对系统核心模块的 TPS 信息进行统计输出
- 支持对应用生命周期内的资源占用情况、用户操作情况进行统计输出
- 支持对桌面在一定时间内的资源占用情况、用户操作情况进行统计输出
- 支持对单台服务器的资源占用情况、应用运行情况、用户操作情况进行统计输出
- 支持对所有故障信息的统计汇总输出

4.3 传输网络

为保证云游戏能够提供与本地游戏相近的服务，避免因时延等原因降低用户体验，传输网络需要保证一定的数据传输质量。云游戏端到端网络时延是指用户从终端发起操作到用户看到游戏画面发生相应变化的这段时间，不同类型的游戏对于时延要求有所不同。根据游戏画质的不同，对网络带宽的要求也有所不同，如表 4.1 所示。

表 4.1 游戏画质与网络带宽对应关系表

画质	带宽
4K	35M
1080p	20M
720p	10M

4.4 终端系统

云游戏终端要求具备视频解码能力、显示能力和交互能力，运行 VR/AR 应用类的终端还要求具备 VR/AR 显示能力，并有针对性地与云游戏进行适配。

云游戏终端设备一般包括智能手机、PC、智能电视、机顶盒、VR 眼镜等，通过硬件、操作系统、云游戏软件实现外设数据采集以及与云端系统的交互，各部分的设计和集成需要充分考虑普适性、可扩展性、易维护性等特点。终端应支持如下功能：

- 具备双向的 IP 通道
- 支持 USB Host 接口、红外遥控器、鼠标键盘、触摸屏控制或至少一种控制手段

- 至少具备 MPEG2 Audio、MPEG2 AAC 中的一种音频解码能力
- 至少具备 H. 264、H. 265、AVS、AVS2 中的一种视频解码能力，支持分辨率为 8K、4K、1920*1080、1280*720、720*576 中的一种或者多种
- 根据不同的分辨率，每路视频码率支持 10Mbps-150Mbps 可调
- 操作系统为 Linux、Android、Windows、IOS、TVOS

4.5 安全与管理

4.5.1 云游戏系统安全

云游戏系统应将安全防护措施落实到规划、设计、采购、建设、验收、运维和管理等各个环节，制定安全整体规划和安全方案，在上线运营前应进行安全评估论证，在完工后应进行安全测试及验收。

云游戏系统应符合《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239-2019）等国家和行业的网络安全等级保护要求。

4.5.2 云游戏未成年人防沉迷

近年来，因未成年人沉迷网络，特别是网络游戏引起的社会矛盾凸显，引发社会的普遍关注，营造积极向上的网络文化环境，切实保护未成年人身心健康、防范网络沉迷，健全未成年人保护机制，切实履行网络游戏运营企业、云游戏平台运营企业的社会责任尤为重要。

随着 5G 云游戏行业的高速发展，从平台侧建立符合国家相关规定的防沉迷系统能力，不仅能够更好的符合政策管理要求，同时能够通过借助云游戏平台化防沉迷体系的种种优势，来推动各个政府部门，加大云游戏行业的理解和支持，推动行业更好发展。

云游戏的架构本身对于防沉迷体系的构建和应用具有先天优势，未来可以通过公约的制定和发布，推动云游戏平台防沉迷工作，切实解决社会和主管部门关切，引导云游戏产业健康良性快速发展。

4.5.3 云游戏版权保护

云游戏相对于传统网络游戏服务而言，主要是基于云计算技术，在云平台预

装游戏客户端，通过互联网实时向用户传输操作游戏而生成的画面，为用户提供更为便捷的游戏服务，即对用户而言，无需再进行传统的下载、安装、升级版本等操作，即点即玩，同时可实现游戏的跨端体验，如在手机上玩端游、在电脑上玩手游。可见云游戏仅是改变了游戏的外在使用方式，但并未改变游戏版权、游戏运行机制等游戏内核。

因此，有关网络游戏的版权保护仍适用于云游戏，如云游戏产品涉及的游戏软件、游戏中各项构成元素（如美术、文字、音乐、视频等）以及连续游戏动态画面均可构成著作权法所保护的作品，受著作权法保护，且其著作权应归属于游戏开发者。云游戏平台经营者在云平台预装游戏客户端，需获得游戏产品开发者等权利人许可。未经允许擅自安装或引导用户下载特定游戏的行为则构成侵权。

4.5.4 云游戏隐私保护

云游戏作为经常需要收集用户敏感信息资产的应用，其相关隐私保护工作必须纳入考虑范围。否则可能会导致用户的个人数据乃至个人敏感数据的泄露，进而导致人身和财产安全、个人名誉、身心健康受到损害或歧视性待遇的情况。为保护人民群众相关合法权益，国内的云游戏应用需要严格遵守《信息安全技术个人信息安全规范》（GB/T 35273—2017）。

云游戏服务平台因为同时服务不同的游戏制作方、发行方、运营方和用户等诸多主体，发生隐私信息交叉泄露的可能性有所上升，为保护用户隐私信息安全，权限分层、数据加密和反攻击是相关工作的重点。根据隐私设计(Privacy by Design)原则，需要在系统搭建之初，就从数据的收集、传输、存储和使用方面设计完善的隐私保护措施。

5. 云游戏应用案例

5.1 应用案例 1

华为的优势在于云计算技术与底层云架构能力。2019年6月17日，华为云在全球游戏大会上正式发布了云游戏管理服务平台，平台架构如图5.1所示。华为云为客户提供了高可靠、高性能、高弹性的TaiShan服务器架构，在可扩展性、可维护性、性价比方面具有创新优势。

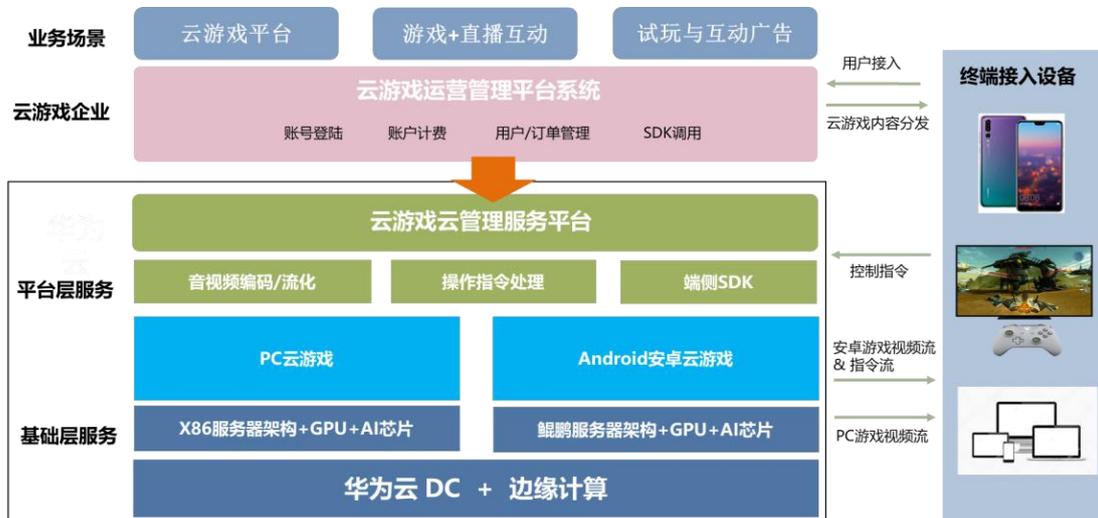


图 5.1 华为云游戏管理服务平台

华为云在游戏画面质感，音视频流畅稳定性，以及接入便捷性等三方面长期重点投入，综合保障用户的画质&成本要求、时延要求、一键接入诉求。并联合华为无线发布 gMOS 云游戏体验评测模型。

华为云目前支持标清、高清、超高清等多种画面分辨率，最高帧率达 60FPS，端到端时延低至 100ms；采用在低码率至高码率区间均有良好表现的音频编码技术以及 H.264/H.265 视频编码技术，保障音视频体验，降低网络带宽接入要求，不同分辨率终端网络接入带宽要求在 2M~8M 之间。

在 PC 云游戏方面，华为已经与网易游戏《逆水寒》合作，玩家不再需要通过下载 75GB 容量的游戏安装包，只需通过 PC 电脑、手机浏览器，便可快速打开《逆水寒》并进行游戏。目前网络延迟的优化和机型适配支持已经取得了较大突

破。在 4G 环境下能达到 720P~1080P/30FPS, 而 5G 环境下则可以达到 2K/60FPS。这表示即使在当前 4G 或者家用网络下, 云游戏也能正常体验, 高速网络的体验效果则会更优。

在安卓云游戏方面, 华为云独家提供了视频流+指令流两种核心技术方案。指令流方案, 即手机从云端获取游戏的 OpenGL ES 渲染指令, 再用手机终端的 GPU 将指令渲染出来。这样一来手机可以承载一定的运算量, 从而降低云端的压力和成本, 也可以在已有的大量不带显卡的 ARM 服务器上直接运行。2019 年 6 月起, 陆续发布了多项重磅合作与创新云游戏体验。如网易游戏《天谕》手游创新“云捏脸”模式, 与 Cocos 发布国内首款虚幻引擎制作 MMO《天空之门》; 与三七互娱发布核心精品游戏《永恒纪元》的云游戏版本; 同时与虎牙直播战略合作打造云游戏方案; 与游爱联合打造云游戏互动直播解决方案。

5.2 应用案例 2

腾讯云游戏 Tencent GameMatrix 是腾讯的云游戏解决方案发起者, 致力于打造云游戏技术中台系统和对云游戏的基础服务进行封装, 以探索游戏业务分发和运营新场景、跨平台游戏体验为目标, 为第三方平台提供多端云游戏技术方案, 并着眼于移动云游戏服务器虚拟化解决方案, 实现用户一触即达的顺畅体验。自成立以来, 腾讯云游戏 Tencent GameMatrix 深耕移动端云游戏业务, 同时储备 PC 云游戏技术能力, 致力于为用户提供从小屏到大屏的全方位云游戏体验。



图 5.2 腾讯云游戏 Tencent GameMatrix

目前，腾讯云游戏 Tencent GameMatrix 同时支持 ARM 和 X86 架构服务器，在流畅度、清晰度和用户体验方面有着充分保障；Tencent GameMatrix 目前在 TV 端可流畅运行 720P/60FPS 或者 1080P/30FPS 的游戏画面，后续随着 TV 盒子性能提升可稳定支持 1080P/60FPS 或者 4K/30FPS 的游戏。其中，运行 720P/60FPS 游戏时，需要稳定 5Mbps 以上的网络，运行 1080P/30FPS 游戏则需要 8Mbps 以上的网络。同时，在游戏接入腾讯云游戏 Tencent GameMatrix 时，无需产品改造，可实现“一键云化”，便捷性较为突出；其三，游戏通过腾讯云游戏 Tencent GameMatrix 运行时，音视频稳定性高，用户延时感极低。体验王者荣耀、和平精英等精品游戏，端到端时延在 180ms 左右，为用户提供流畅稳定的游戏体验。

针对移动云游戏体验优化的难点，腾讯云游戏 GameMatrix 通过音频硬件编码加速技术，将每帧编码的时间控制在 5ms 以内，极大地降低编码所带来的延迟。在视频压缩技术上，腾讯云游戏 GameMatrix 打造了专属于云游戏的音视频压缩算法。通过与游戏引擎相结合，根据游戏内容动态调整视频编码，可以在不降低视频质量的情况下，降低 30% 的网络带宽占用。同时，腾讯致力于为用户提供高稳定性的云游戏服务，并通过对游戏的健壮性、高压力可用性等多维度对云游戏的稳定性进行测试。目前，腾讯云游戏 Tencent GameMatrix 已与各大运营商建

立战略合作，在共建云游戏生态的同时，优化网络延时，进一步提升云游戏体验。积极推进 5G 的普及应用，降低用户成本，共同促进 5G 新基建网络下云游戏产业发展。

腾讯云游戏 Tencent GameMatrix 深耕于为第三方提供多端的云游戏解决方案，打造云游戏技术中台，抽离云游戏基础服务进行模块化封装，提供移动云游戏的虚拟化解决方案与技术服务，为多元落地应用场景与海量游戏项目提供能力输出。

5.3 应用案例 3

百度智能云云游戏平台是百度基于自研 ARM 服务器以及 ARM 虚拟化技术，通过在云上提供虚拟手机实例的集群化管理和控制，从而面向消费者和企业级客户提供云游戏的平台。该平台选用最高支持 4K 视频解码的视频处理器，业务场景画面清晰度最高可支持 2K，帧率最高可达到 60FPS，全面兼容热门手游，平台架构如图 5.3 所示。

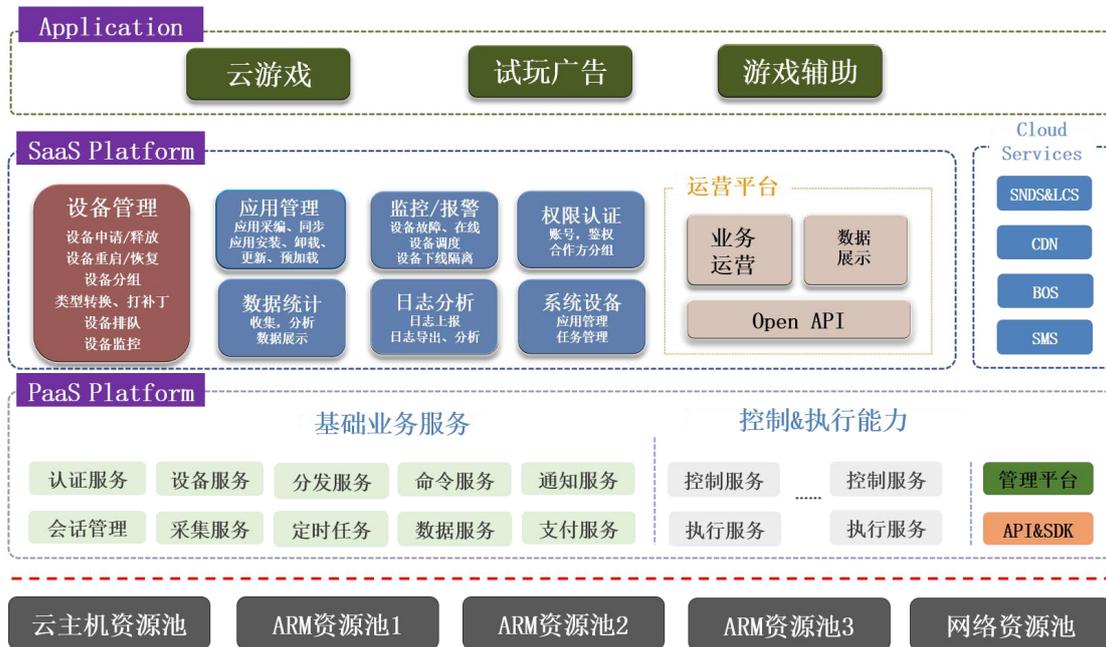


图 5.3 百度智能云云游戏平台

百度具备从基础设施、平台服务、SaaS 服务、到具体行业解决方案全流程的自主可控的技术能力。

在业务落地方面，百度智能云云游戏平台已经为行业内多家头部客户提供优

质服务，如咪咕快游、爱奇艺等。

在机房及网络建设方面，依托自身边缘云资源，搭建覆盖全国范围的边缘机房，可以直接使用百度的边缘云机房，无需自建机房。

在 ARM 云服务器方面，经历五次大的迭代研发、九代服务器升级，并通过大规模的投产运营，在性能、稳定性、能耗等方面均达到了商用标准。可以直接按需采购百度 ARM 云手机服务，来解决 IaaS 层的能力建设问题

在 PaaS 平台和 SaaS 化解决方案方面，百度目前基于云游戏平台、试玩广告两个场景进行了深耕，解决完善了方案。提供云游戏管理平台、业务运营平台、云游戏 SDK，可以通过接入云游戏 SDK，快速搭建游戏大厅，试玩广告业务。

百度智能云云游戏平台输出的云游戏视频流，最高支持 4K/60FPS，对应需要 20~40Mb 的带宽；720P/30FPS 对应需要的带宽为 2~4Mb。在端到端的延时方面，整体延时在 70~80ms 之间，其中双向网络延时在 20~30ms 之间，编解码及其他延时在 50ms 左右。

百度智能云云游戏平台，支持的音频编码格式包含 pcm/aac/opus，支持的视频编码格式包含 H.264/H.265。利用机房网络延时监控和云端资源运行状态监控，通过网络延时的数据波动以及监控异常状态导致用户使用中断的比例来评测系统的稳定性。

5.4 应用案例 4

北京视博云科技有限公司是国内率先提出应用云化概念，并将之用于游戏和 VR 领域的专业厂商，为运营商和互联网等行业提供专业的云游戏和云 VR 解决方案。依靠多年积累，视博云打造的云游戏平台，实现了对业务展现层、IaaS 资源层、用户终端层的整合，形成了一套完整、开放、专业的云游戏解决方案。至今已与国内 30 多个省市广电、电信运营商达成合作。

图 5.4 为视博云云游戏解决方案示意图，按照云计算的 IPS 三层架构进行划分。



图 5.4 视博云云游戏解决方案示意图

在终端层，完成了电视端、移动端、PC 等多形态覆盖，支持 Android、IOS、Windows、Linux 等多种系统接入，支持游戏跨平台服务和多屏互动。终端集成提供 SDK 和 WEB 两种实现形式。

在资源层，完成了与主流公有云的对接集成，可基于公有云进行快速部署；同时也支持基于多型号通用服务器的私有云部署服务。此外，视博云自研的支持安卓应用云化的 ARM 阵列服务器具备单台 80 节点的超高密度，处于业界领先水平。

能力层是方案的核心组件，为业务层提供了应用测试能力，应用交付能力和流化能力。在流化能力组件中，关键技术包含游戏的运行、音画采集、低时延压缩编码、流化传输和体验评测。

在业务层，统一运营平台是云游戏平台外部交付界面，负责用户门户的配置管理；业务管理系统支撑运营团队完成对产品、用户、运营策略的统筹管理，支付网关则提供了多支付渠道接入能力。业务支撑平台提供面向运营的多达 100 多项的数据分析服务，及面向运维的全方位监控和告警服务。

在业务展现层，基于 X86 和 ARM 全覆盖的解决方案，既支持 3A 大作、H5、VR 等 Windows 游戏，也支持各类 Android 游戏。截至目前，在视博云云游戏平台上完成适配的 Windows 游戏超过 100 款，Android 游戏超过 500 款。

视博云打造的云游戏平台采用的压缩编码技术主要是 H. 264 和 H. 265。在 TV

端运行 720P/60FPS 游戏时，需要最低 4.5Mbps 以上的网络，运行 4K/60FPS 游戏则需要最低 23Mbps 以上的网络；在手机端运行 720P/60FPS 游戏时，需要最低 3Mbps 以上的网络，运行 4K/60FPS 游戏则需要最低 15Mbps 以上的网络。在大部分的网络环境中可以保证端到端时延在 120ms 以内，在一些比较优质的运营商封闭网络环境中，时延能够低至 100ms 以内。

5.5 应用案例 5

小米云游戏平台是一个完整的、高度整合的云游戏服务平台，致力于为用户带来最好的云游戏体验，小米云游戏支持从 1080P/60FPS 到 720P/30FPS 全部主流的清晰度，同时依托于小米的硬件生态，在 10Mbps 网络状况下，可流畅运行 1080P/60FPS 云游戏，全流程延迟 60m 以内，在体验上具有一定优势。

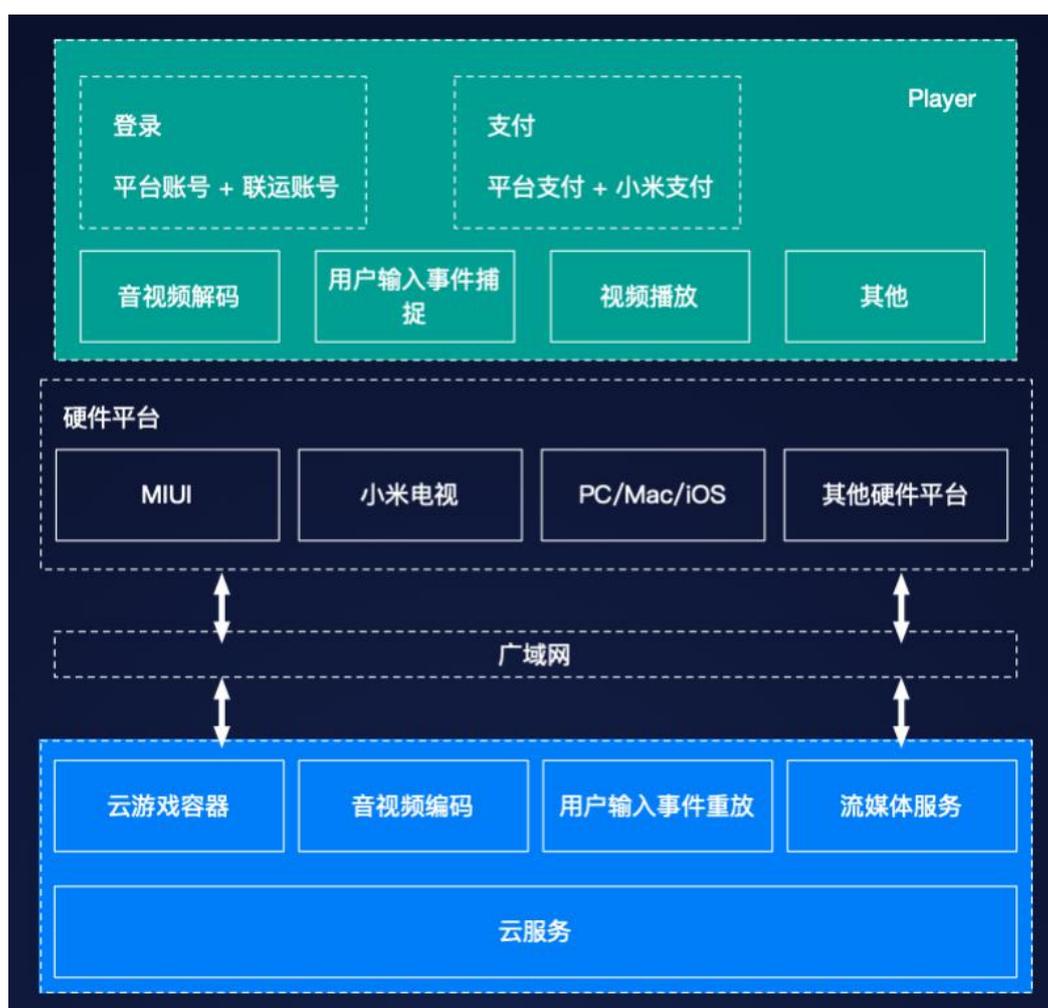


图 5.5 小米云游戏平台能力示意图

得益于多年的游戏行业深耕，小米云游戏对游戏开发者十分友好，在注册、上传、云化、审核、上架平台过程中，可以全程托管，线上操作。小米云游戏 player 集成账号、登陆、支付、数据统计、操作映射等多方面功能，最大程度降低开发者对接的负担。

小米生态赋能云游戏，在音视频解码方面，通过全程硬件加速，进一步降低云游戏延时，并且小米生态链企业合作定制的输入设备，让操作指令输入实现“零”延迟。

6. 云游戏应用展望

2019年6月6日，中国广电获颁5G牌照，广电系统积极推进全国有线电视网络整合和广电5G建设一体化发展，实施有线电视网络升级改造，大力推动建设广播通信协同、有线无线融合、大屏小屏互动的广电5G网络，实现广播电视终端通、移动通、人人通，重塑广播电视传播格局。同时，广电拥有丰富的用户资源、内容资源和家庭电视大屏的优势，是实现云游戏业务快速落地的最佳平台。

面向5G时代，广电应该整合现有广播电视资源，结合5G“大带宽、广连接、低时延”的特点，积极推动高新视频产业发展，通过建立优质云游戏产业集群，生产更低时延、更高画质、更强体验、更轻终端的高品质云游戏产品，结合5G网络全新的流量策略和边缘计算技术，打造即时反馈、无线接入、随时随地、健康有序、可群体参与的拟真娱乐方式，为用户带来全新的在线游戏娱乐方式。云游戏将为推动广播电视行业转型升级注入新动能、激发新活力，进一步推动广播电视行业高质量创新性发展。

参考文献

- [1] Ojala, Arto, Tyrvaïnen, Pasi. Developing Cloud Business Models: A Case Study on Cloud Gaming[J]. IEEE Software, 2011, 28(4): 42–47.
- [2] Shea, R., Liu, et al. Cloud gaming: architecture and performance[J]. IEEE Network: The Magazine of Computer Communications, 2013, 27(4): 1–1.
- [3] Zhang, C., Guan, H., Yao, J., et al. vGASA: Adaptive Scheduling Algorithm of Virtualized GPU Resource in Cloud Gaming[J]. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems: A Publication of the IEEE Computer Society, 2014, 25(11): 3036–3045.
- [4] Hamed Ahmadi, Saman Zad Tootaghaj, Mahmoud Reza Hashemi, et al. A game attention model for efficient bit rate allocation in cloud gaming[J]. Multimedia systems, 2014, 20(5): 485–501.
- [5] Yuen, C., Chuah, S.-P., Cheung, N.-M.. Cloud gaming: a green solution to massive multiplayer online games[J]. IEEE wireless communications, 2014, 21(4): 78–87.
- [6] Yulin Yao, Victor Chang. Cloud Gaming Virtual Community: A Case Study in China[J]. International journal of organizational and collective intelligence, 2015, 5(2): 1–19.
- [7] Cai, Wei, Shea, Ryan, Huang, Chun-Ying, et al. The Future of Cloud Gaming[J]. Proceedings of the IEEE, 2016, 104(4): 687–691.
- [8] Cihang, Jiang, Zhang, Youhui, Qu, Peng, et al. A Cloud Gaming System Based on User-Level Virtualization and Its Resource Scheduling[J]. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems: A Publication of the IEEE Computer Society, 2016, 27(5): 1239–1252.
- [9] Xiaoming Nan, Shipeng Li, Baining Guo, et al. Delay - Rate - Distortion Optimization for Cloud Gaming With Hybrid Streaming[J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2017, 27(12): 2687–2701.

- [10] Li, Meng, Si, Pengbo, Zhang, Qian, et al. Energy-Efficient Mobile Cloud Gaming System Based on Stackelberg Game in Wireless Mobile Networks[J]. Ad-hoc & sensor wireless networks, 2017, 36(1/4):313-335.
- [11] 从积淀到爆发:云游戏的昨天今天明天——记中国广电云游戏平台落地一周年[J]. 中国数字电视, 2013, (9):8-9.
- [12] 韩智培. 云游戏:一个基于云计算平台的新型产业[J]. 信息与电脑, 2017, (17):47-51. DOI:10.3969/j.issn.1003-9767.2017.17.019
- [13] 戴加伟, 白光伟, 沈航等. GPU 虚拟化环境下云游戏性能分析[J]. 小型微型计算机系统, 2018, 39(2): 214-218. DOI: 10.3969/j.issn.1000-1220.2018.02.006.
- [14] 云游戏或为未来游戏新形态[J]. 发明与创新·大科技, 2019, (9): 36-37.