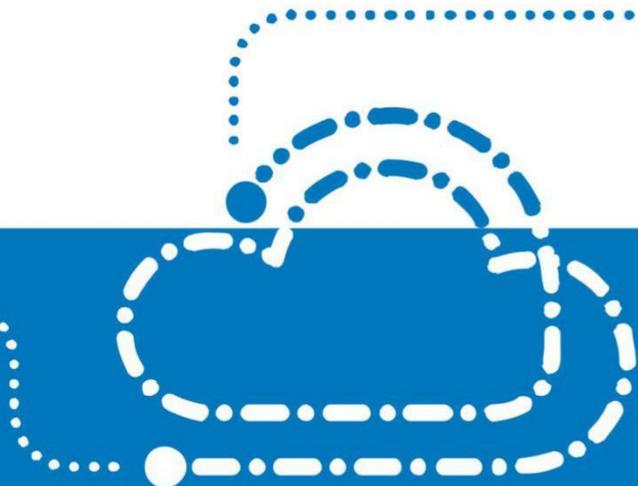


ZTE中兴



5G CDN 白皮书



2010年10月

© ZTE Corporation. All rights reserved.

版权所有 中兴通讯股份有限公司 保留所有权利

目录

1 引言.....	3
2 5G 时代视频发展的机遇与挑战.....	4
3 5G 网络对 CDN 的新要求	6
4 5G CDN-适合 5G 网络和业务的 CDN 架构.....	8
5 5G CDN 关键技术	9
5.1 关键技术一：5G CDN 边缘云协同.....	9
5.2 关键技术二：5G CDN 轻量级部署	10
5.3 关键技术三：5G CDN 热点分片	11
5.4 关键技术四：5G CDN AI 调度决策.....	12
5.5 关键技术五：5G CDN 低时延	13
5.6 关键技术六：5G CDN 网络切片	14
5.7 关键技术七：5GMS.....	15
6 5G CDN 优势	17
7 5G CDN 应用案例	18
7.1 【广东移动】基于 MEC 的 8K VR FOV 直播.....	18
7.2 【江苏移动】CDN AI 智能调度	18
7.3 【四川移动】云边一体化.....	19
8 未来 5G CDN 发展- ICN/CCN 融合演进	21
附录 缩略语.....	23

附图目录

图 1	5G 视频消费处于重要的商业发展机遇期.....	4
图 2	传统 CDN 架构.....	6
图 3	5G CDN 架构.....	8
图 4	5G CDN 边缘云协同.....	9
图 5	5G CDN 轻量级部署.....	10
图 6	5G CDN 热点分片调度.....	11
图 7	5G CDN AI 调度决策.....	12
图 8	5G CDN 低时延.....	13
图 9	5G CDN 网络切片.....	14
图 10	5GMS.....	15
图 11	VR FOV 实现流程.....	18
图 12	AI 智能调度架构.....	19
图 13	云边一体化解决方案.....	20
图 14	CDN 向 ICN 演进.....	21

1 引言

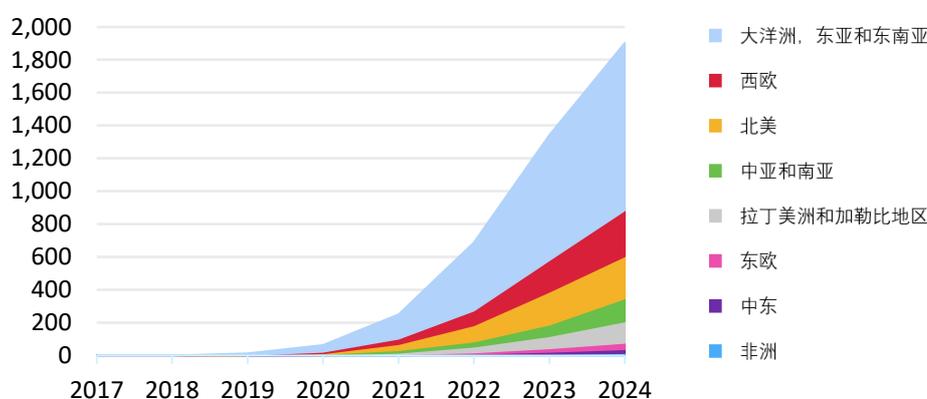
5G 时代，移动通信技术将成为社会数字化发展的强力催化剂，未来的移动通信将进一步发展并触及各种垂直行业，5G 将改变人们的工作和生活，以前所未有的速度连接人和物。随着 5G 的规模部署，网络传输时延、带宽、连接密度均得到指数级的提升，为端-边-云协同提供了基础保障，但目前三者的计算架构、开发模式存在较大差异，应用必须多次开发和部署，需要新的架构创新提升效率。

本白皮书旨在探讨 5G 时代 CDN 网络的发展新趋势：基于网络设备部署轻量级 CDN，将热点内容就近缓存，通过智能决策和调度系统，实时全网调度，从容应对风暴流量，为用户提供高效、高质量服务的同时，保护骨干网络免受巨大流量的冲击。

2 5G 时代视频发展的机遇与挑战

随着 5G 在全球范围内的普及，Omdia 预计，到 2023 年，全球的 5G 移动用户将超过 10 亿。

全球5G移动用户将于2023年超过10亿



© 2020 Omdia

图 1 5G 视频消费处于重要的商业发展机遇期

目前移动数据流量约占全球 IP 流量的 14%，到 2022 年，该占比将增长到 20%，其中视频流量目前占有所有移动数据流量的近 2/3，并将于 2022 年底占移动数据总流量的 82%。经过 5G 赋能的网络将会以前所未有的规模以及超低的成本来传输高质量视频，因此 5G 网络运营商在视频领域的竞争将愈演愈烈，包括 8K 超高清业务、VR/AR 等创新视频，以及 UGC 短视频，直播等新兴视频形式。

一方面，未来几年，视频有望成为推动 5G 流量的最主要应用，这一趋势导致 5G 网络投资的持续增长，其中短视频和直播很可能是最先从 5G 获益的行业之一。5G 的优势是高带宽、低时延、大连接，这将使得短视频曾经的瓶颈（流量、速率、成本等）都不复存在。据统计，2020 年 6 月中国手机网民平均每周上网时长达 28 小时，同比净增长 2 小时，短视频在 11 点至 13 点、17 点至 22 点分别出现使用高峰，合计时长占比达 53.7%；网络直播使用时段的集中趋势更加明显，

18 点至 23 点使用时长占比合计超过 40%。

另一方面，在刺激 5G 连接数量和流量的大幅增长的同时，运营商面临的用户规模剧增，5G 网络下移动流量快速增长面临以下挑战：

- 1) 随着 5G 的普及和发展，VR/AR 及 8K+超高清业务也进入快速发展期，对流量的需求越来越大，同时移动用户对于体验的要求日益提升，带宽和延迟要求对于提升用户体验变得越来越迫切；
- 2) 突发事件、网红、热剧以及场馆、地铁、高铁、机场、人口密集园区等区域和场景热点集中，时效性强，往往来得快去得也快，导致流量潮汐效应明显，对网络带来突发性的冲击。

3 5G 网络对 CDN 的新要求

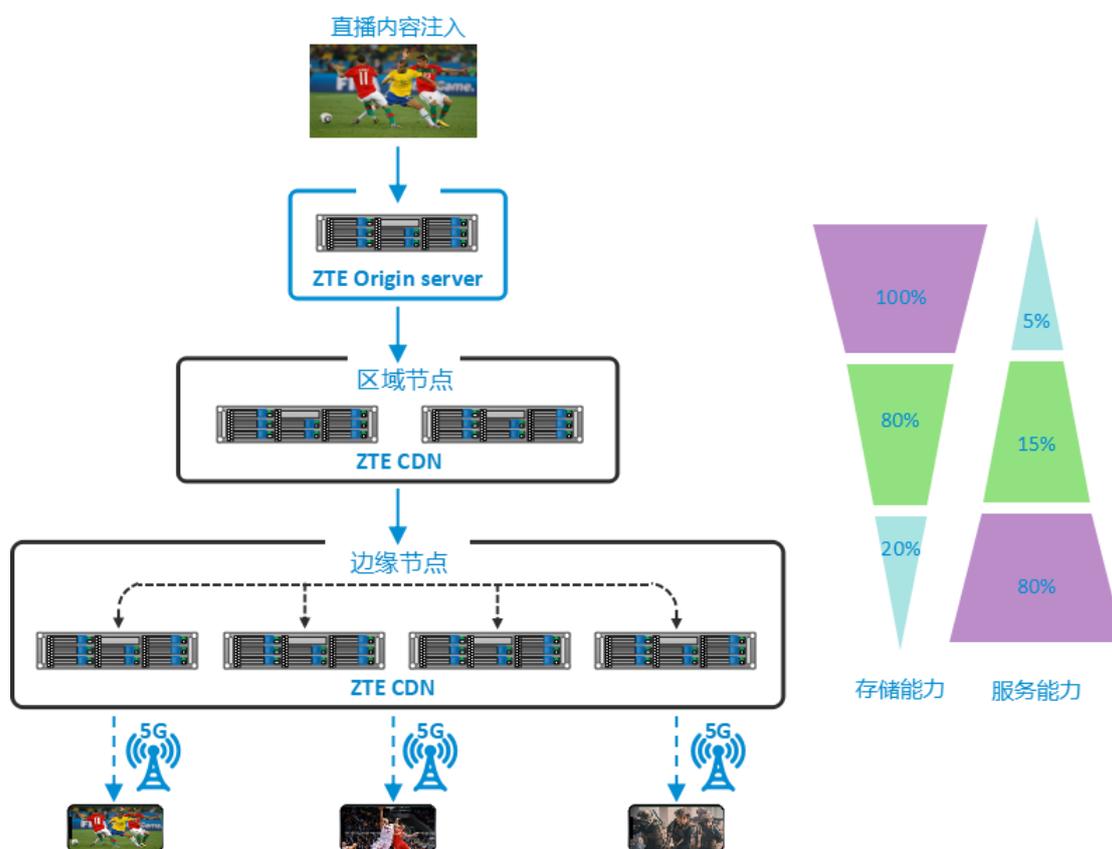


图 2 传统 CDN 架构

➤ 传统 CDN 使用分层架构为用户提供视频流服务，离用户最远的源服务器有更大的存储容量来保障存储内容的完整性和可靠性，并对用户提供极小量的服务；离用户最近的边缘节点有更大的吞吐量，在本地缓存最热的内容，使得大多数服务请求可以直接在边缘节点终结。

但是，当用户请求的内容在边缘节点未命中时，需要到区域节点或经区域节点再到中心节点或源服务器请求内容。这种瀑布式架构中的内容逐级下推模式，存在速度慢，回源流量高，回源和骨干流量超载等问题。

➤ CDN 边缘节点因为流量潮汐波动进行的弹性扩缩容，要求新的 CDN 设备扩容上线后能快速承担业务，在传统架构下需要数十个小时才能把内容逐级下推到新

节点上，短时间发挥不了作用；而在流量高峰消失后，设备和网络轻载，又会形成浪费资源，无法应对流量突发的场景。

➤ 传统 CDN 的内容分布存储在不同的设备上，单台设备上的热点内容会导致节点内设备负载不均，少数设备负载过高，出现质差。

4 5G CDN-适合 5G 网络和业务的 CDN 架构

5G CDN 打破了传统 CDN 的壁垒，通过智能分发系统实现内容的多层分发技术，更灵活地从各网络层来分发内容，显著提高 CDN 内容传递效率。

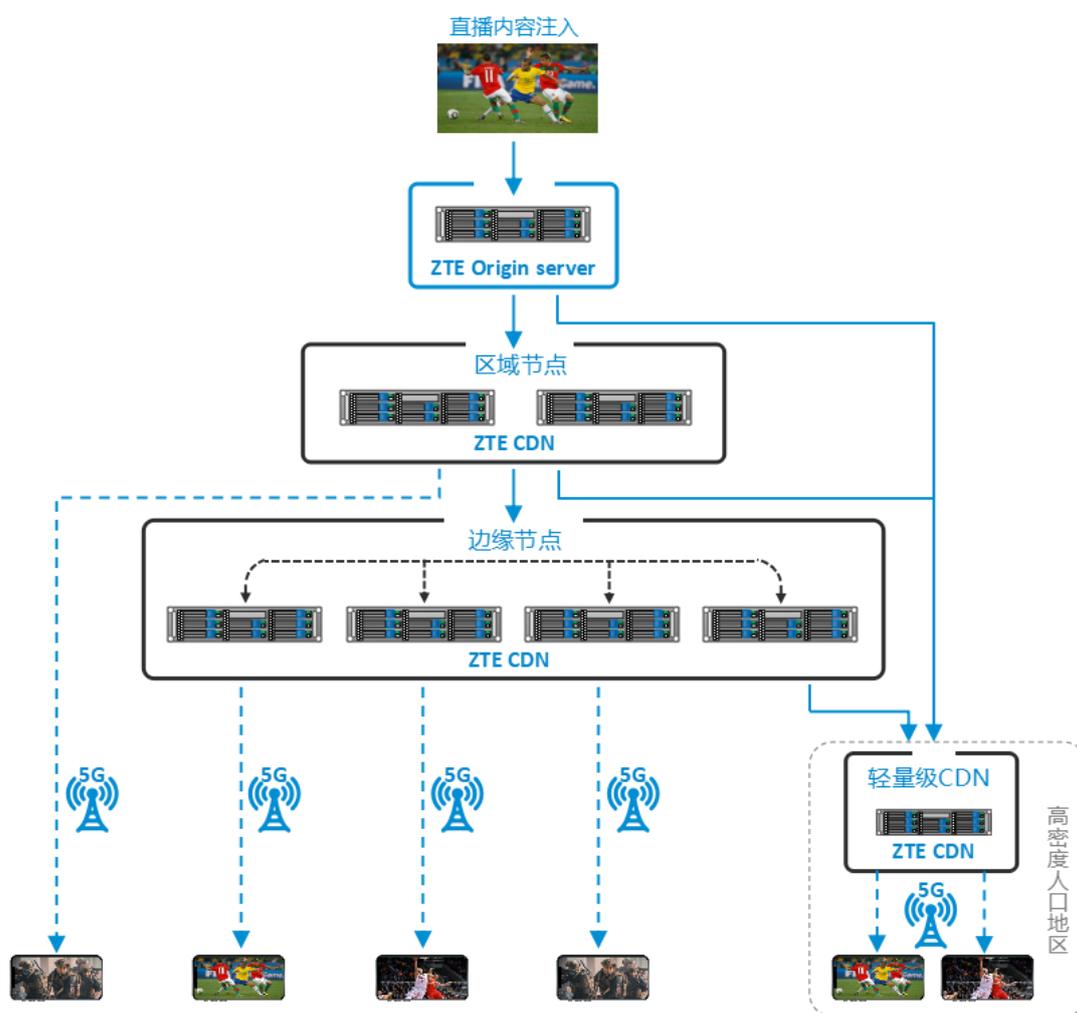


图 3 5G CDN 架构

移动运营商可以在 5G 网络外围部署轻量级 CDN 来补充传统的边缘节点，这些轻量级 CDN 具备非常高的缓存效率，借助核心调度层对于网络热点的实时分析，可以快速从周围任何一层的 CDN 节点中获取内容，从而高效的为用户提供热点内容的缓存服务，大大降低边缘节点的流量。

5 5G CDN 关键技术

5.1 关键技术一：5G CDN 边缘云协同

运营商有着丰富的基础网络资源，独有的边缘连接能力、云网融合能力以及储备良好的机房、硬件等设施，随着 5G 时代网络边缘计算能力的部署和增强，考虑到边缘云与 CDN 业务的部署位置匹配度高，为充分发挥资源能力，正在加速 MEC CDN 的部署。为充分利用现有网络资源，发挥 CDN 广覆盖、深下沉、全局调度等优势，结合前期边缘云协同研究成果，中兴通讯正在通过 CDN 升级改造，提供边缘服务能力，落实“5G+”战略、打造边缘计算核心竞争力。

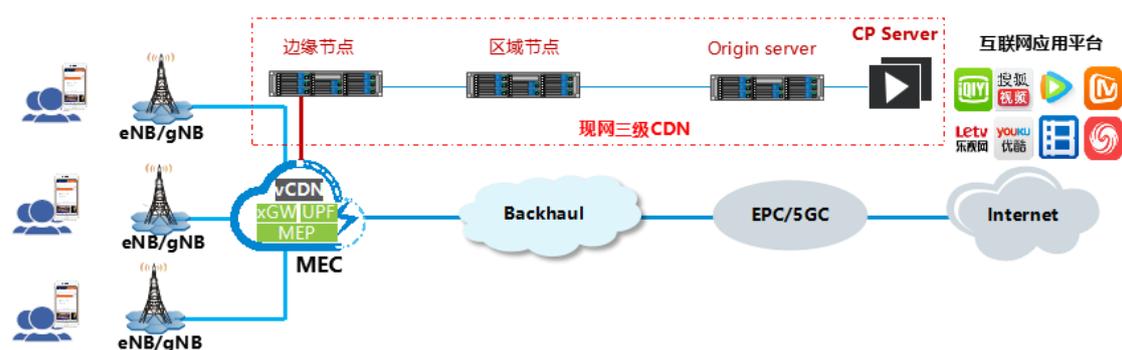


图 4 5G CDN 边缘云协同

- CDN 与边缘云二者部署位置匹配度高，在初期边缘云与 CDN 共址建设，复用部署 CDN 业务的机房资源；
- CDN 与边缘云占用资源类型侧重不同，利用 CDN 现网空闲资源，通过边缘云承载多种类业务的基础资源需求模型；
- CDN 可向边缘云平台开放适用于视频类应用的功能模块/组件如编解码、内容拼接、转码等；边缘云向 CDN 业务提供更加丰富的开放能力和服务供 CDN 业务调用，如：QoS、定位等网络开放能力、图像识别能力、画质增强能力、2D 转 3D 能力等，满足 CDN 新型业务需求；
- 面向未来 5G 移动流量大规模增长，服务移动网用户的 CDN 按需下沉，实现

边缘云向固移网络融合方向发展。

目前,边缘云与 CDN 资源的布局协同已经开始已经分阶段进行,逐步推动 CDN 云化并由边缘云基础资源承载,沉淀和丰富 PaaS 能力组件,实现平台能力深度整合和协同共享。

5.2 关键技术二：5G CDN 轻量级部署

中兴通讯 5G CDN 支持 vCDN 的容器化部署,并集成 MEC 边缘计算平台形成 vCDN 的统一资源分配和管理。

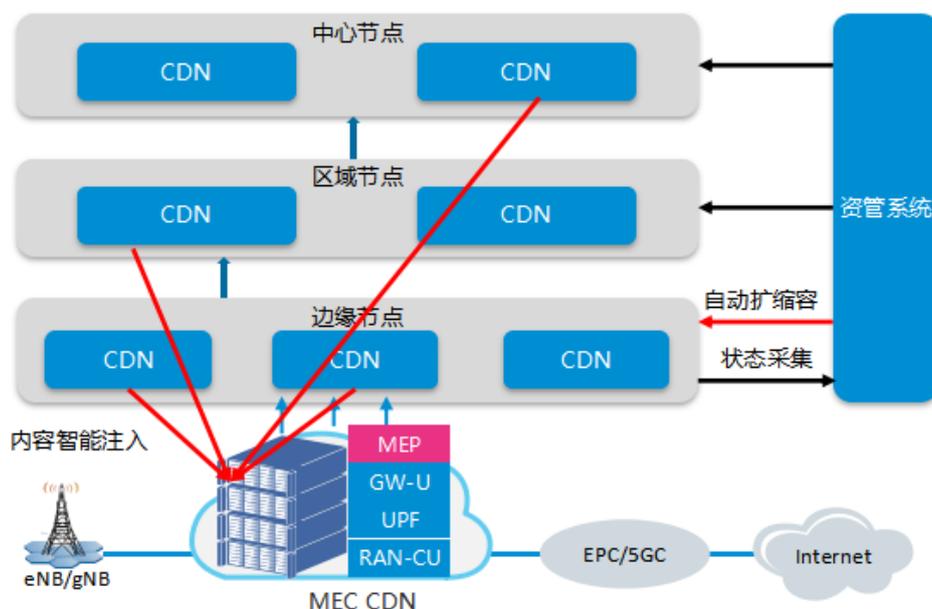


图 5 5G CDN 轻量级部署

➤ 容器化 CDN 是传统 CDN 的扩充,部署在 MEC 平台,更接近于用户;与 MEC 集成的容器化平台解决了 CDN 容器化后文件读写和网络吞吐的限制,相较于传统的 CDN 更加轻量,更适合 MEC 平台部署以及 CDN 服务的灵活上下线。

➤ 资管系统(容器化 CDN 节点管理、状态监控和资源申请系统)通过实时监控总体流量并智能预测流量热区,向 MEC 平台申请资源,完成秒级 CDN 扩容,同时 MEC CDN 通过 MESH CDN 的多层分发技术、热点快速下推技术以及即传即用技术从网络各层 CDN 节点中获取热点内容并迅速填满 MEC CDN,为用户提供高速缓存

服务；在监控流量下降，资源富余时，完成部分 vCDN 节点的自动下线，清理和释放资源。

5.3 关键技术三：5G CDN 热点分片

传统 CDN 中的内容通常均匀分布在设备上，当某个内容为热点时会造成大量用户集中访问一台设备，导致单台设备能力不足出现质差。

中兴通讯的 5G CDN 可以实时分析媒体内容访问的热点程度，热点内容到达热度阈值后，从不同层级设备快速复制到其他设备上，使得所有设备均衡承担压力，用户服务请求根据设备负载进行灵活调度。

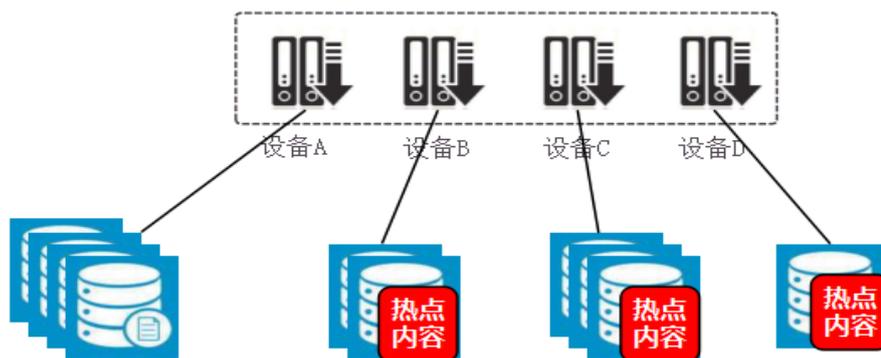


图 6 5G CDN 热点分片调度

- **负载实时采集。**节点负载均衡网元实时采集设备的流量、负载和业务指标，评估设备运行压力，作为热点复制策略的决策依据。
- **热点内容预测。**针对内容的访问情况，计算热点分布，并结合历史趋势实现下一阶段热点内容的变化预测。
- **热点内容负载均衡。**根据设备运行压力，通过热点内容设备调出调入算法，生成实时调度策略进行热点复制/老化，通过控制热点内容的分布，实现设备能力的均衡。

5G CDN 热点分片调度技术使得节点内的内容得到了有效的共享，极大地减少回源流量和回程网络的负载，在某些情况下，可以为运营商节省高达 50%的回源

流量。

5.4 关键技术四：5G CDN AI 调度决策

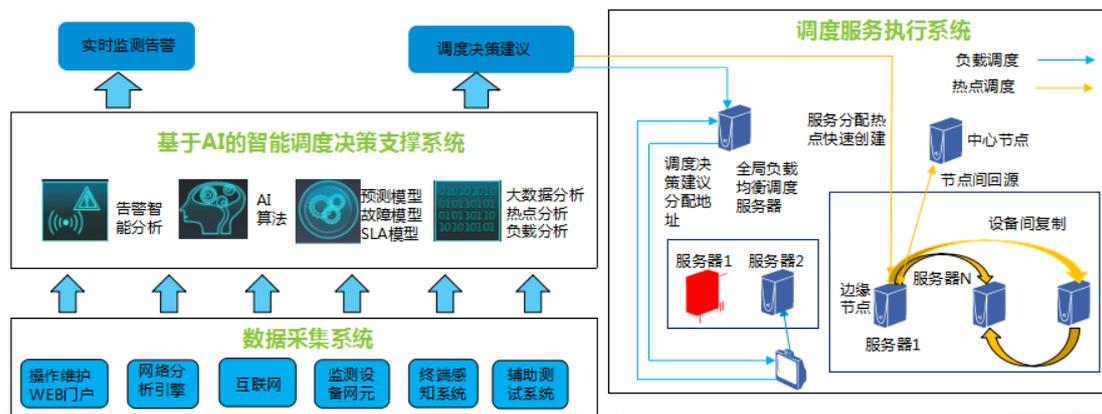


图 7 5G CDN AI 调度决策

中兴通讯 5G CDN 核心调度层由智能调度决策支撑系统和全局调度系统组成。智能调度决策支撑系统通过收集相关指标数据，引入 AI 技术进行热点决策和负载调度，解决调度服务中的关键问题。

- 服务用户 IP 段统一分级归类，通过智能优先级调度机制，实现下沉区县、地市、省中心的多级服务架构，提供最优结构的调度服务。
- 省份跨地市智能调度。智能调度系统根据各地市 CDN 的实时负载情况、剩余能力、最大服务能力、CMNET 的上下行负载能力和最大可调度资源等参数，通过多维动态算法给出用户分组、节点服务优先级和权重的调度决策建议，实现跨地市的流量调度和地市间的相对负载均衡，解决节假日和特殊事件造成的地市不均衡，满足跨地市应急流量支援。
- 地市内节点间智能调度。智能调度系统根据地市内各节点的实时负载情况、剩余能力、最大服务能力和最大可调度资源等参数，通过多维动态算法给出用户分组、节点服务优先级和权重的调度决策建议，避免出现单节点服务流量不均衡，服务压力过大，从而导致用户服务卡顿，服务质量降低等问题。
- 用户 SLA 保障，将高等级用户负载到最优节点上服务，实现用户服务等级的

分片。

通过 CDN 运行情况分析，执行智能调度策略，实现地市间和节点间的流量均衡，避免单点高负载，提升 CDN 的整体服务质量。

5.5 关键技术五：5G CDN 低时延

中兴通讯 5G CDN 在对直播视频的支撑方面，采用行业领先的互联网直播低延时技术，在实现直播频道动态组播创建的同时，保障了用户的直播体验，实现了端到端 2.5s 以内的超低时延，满足了赛事直播这类对时延非常敏感节目的低时延需求。

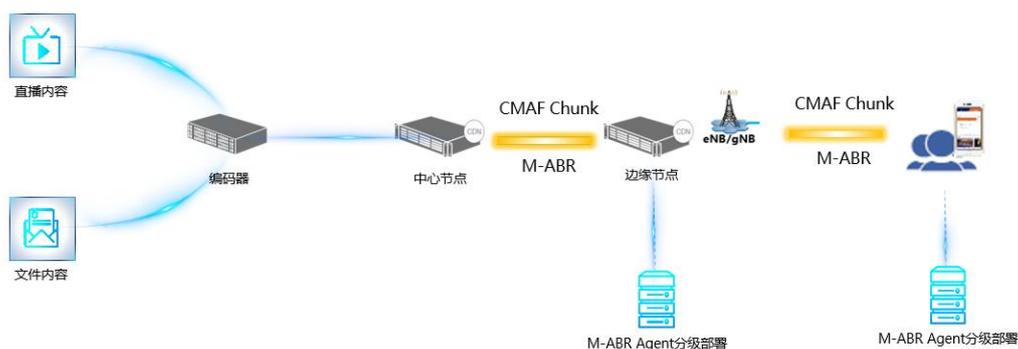


图 8 5G CDN 低时延

- 直接融入 CDN 直播能力开放体系，采用边缘推流加速技术，直播采集端就近接入 CDN 边缘节点，由 CDN 边缘节点选择最佳路由进行全网直播，同时采用边缘加速推流协同边缘加速服务的的技术，让赛事现场观众获得全网最佳低延时的服务效果。
- 基于流式的视频传输技术，采用视频帧级别的生产、缓存、传输和播放技术，降低整个端到端的直播延时。
- 兼容 CDN 转码、录制、截图、鉴黄、鉴权、防盗链等全功能，支持 CDN 业务平滑升级。

5.6 关键技术六：5G CDN 网络切片

网络切片的主要目标是在保障资源隔离的基础上，为不同的客户提供差异化的网络能力服务。下图给出了一个基于网络切片的 MEC-CDN 应用部署场景。

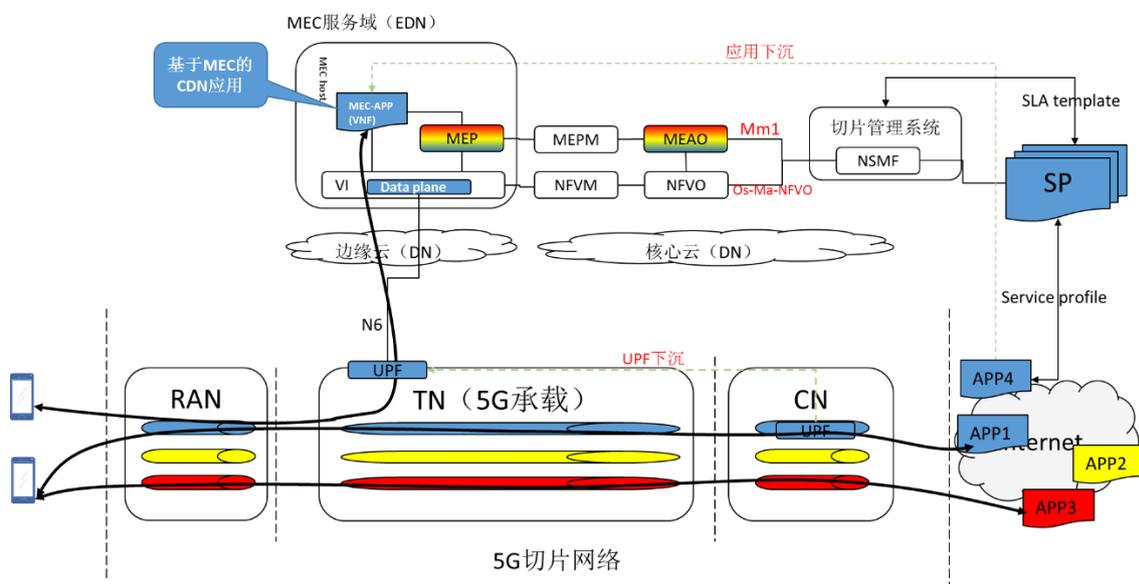


图 9 5G CDN 网络切片

通过网络虚拟化技术 (NFV) 和移动/多接入边缘计算 (MEC) 的能力将 CDN 能力通过 (边缘) 虚拟化应用 (MEC-APP) 的方式进一步下沉至运营商网络的边缘，并将 CDN 能力作为 5G 切片能力的一个附加价值。当运营商部署了网络切片系统，并在某个指定切片中提供的边缘计算的服务资源时，CDN 厂商可以将其 CDN 能力打包成一个应用部署在边缘计算平台上，并能够跟随切片的实例化而实质的提供服务。

CDN 业务运维/管理系统和网络切片管理系统的交互，为商业客户提供了基于切片级别的 CDN 资源部署和业务质量的保障：

- CDN 业务系统为多个基于不同网络切片的业务提供统一的服务，即识别不同的切片用户，并根据用户的需求尽可能提供统一的服务能力。
- CDN 为不同的切片客户提供独享的业务服务，即 CDN 能力绑定某个切片资源，为本切片内的用户提供独享的服务。服务能力，质量保障为特定客户定制，并与其他切片客户隔离。

➤ CDN 为同一切片的不同的租户提供不同服务。此场景下，对于处于同一个切片中的不同的租户，CDN 能够提供差异化的能力服务，不同的租户对于带宽，存储资源的需求也不一样，CDN 管理系统不仅能够感知切片，同时也需感知切片中不同用户的差异化需求，并在 CDN 资源池中分配不同的资源以供使用。

结合 5G 网络切片所提供的定制化的计算、网络和存储资源，基于 5G CDN 网络切片能够进一步提升内容分发服务能力，支持未来 5G 场景下的 VR、AR、MR、XR 等对大带宽，低延时，交互性要求较高的新型多媒体业务，并能够精准地为不同的商业客户提供定制化的能力服务和质量保障。

5.7 关键技术七：5GMS

在 3GPP R16 目前的架构中，5G 网络能够将部分能力开放给多媒体业务系统，使得多媒体业务系统能够进一步提升其业务的运营和部署，并向用户提供基于 5G 特性的多媒体业务产品。在 3GPP SA4 组定义的未来 5G 多媒体系统架构(5GMS)中，5G 核心网络通过标准化的网络接口（NEF-N33 和 PCF-N5）将 5G 网络的能力开放给包括网络运营商以及第三方互联网 OTT 客户所使用。

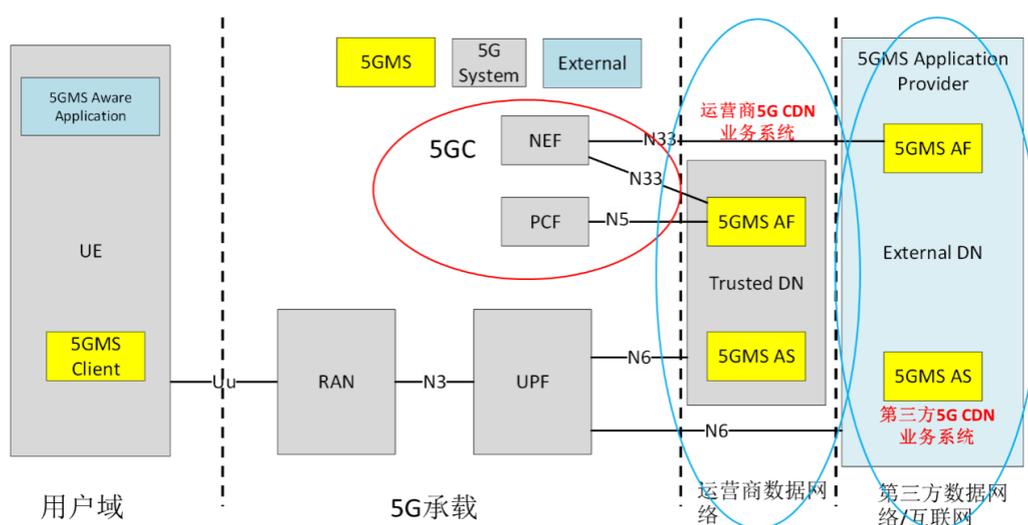


图 10 5GMS

通过对 5G 网络能力的调用，5G 多媒体应用的提供商，包括 CDN 业务提供商可以利用 5G 核心网提供的更精准的网络质量保障和计费策略，来进一步优化自

己的业务系统和 CDN 网络资源的配置和使用。网络运营商则可以通过将网络能力和业务能力的融合，完善和优化核心网络资源和策略的设计，进一步提高其网络流量智能运营的能力，加强其对于网络运营的主导权，降低其管道化风险。5GMS 架构为包括 CDN 在内的传统多媒体业务向 5G 场景演进提供了基本的技术支撑环境。

由于 5GMS 架构可以同时向运营商客户和非运营商客户提供服务，未来的应用场景可能有如下几种：

- **第三方业务托管模式：**即第三方业务提供商将内容的分发完全托管给网络运营商 CDN 服务，从而尽量减少其开发过程中对于网络侧问题的考虑。
- **运营商与第三方协作模式：**此模式中，网络运营商和第三方业务商分别建有自己的 CDN 管理系统和 CDN 资源系统。网络运营商可以提供 CDN 管理系统或者 CDN 资源系统给第三方客户，并且开放 5G 网络能力接口，第三方自行设计网络需求，并由网络运营商负责实现和执行。
- **第三方自营服务模式：**此模式下，CDN 的管理和运营由第三方掌控，网络运营商只提供网络能力开放服务，负责网络资源和网络传输质量的保障。

可以预见的是，5GMS 可以支持未来几乎大部分的多媒体服务，并且能够统一的为不同的业务类型提供网络能力，从而实现将业务能力融合入网络服务的目的。

6 5G CDN 优势

- 轻量级 CDN 卸载 70%左右的突发流量，大大减轻骨干网和 Backhaul 的流量压力，解决 5G 下骨干网和 backhaul 的流量超载和质差痛点。
- 资源编排软件使得容器化弹性扩容 CDN 在流量高峰前创建，流量降低后自动消除，减少对资源的浪费。
- 内容热点的统计、预测、复制技术降低回源流量，解决了视频流量不断上升的问题，提升了用户体验。
- 5G CDN 解决方案专为移动应用场景设计，为昂贵的回程网络升级提供了一种可靠、经济高效的替代方案。利用减少的上游流量和改进的延迟性能，运营商有一条清晰的发展道路，通过服务于激增的 5G 视频观众群，为消费者提供更好的观看体验。
- 5G CDN 的架构设计充分考虑了 5G 技术发展和业界标准，支持未来 5G 场景下的 VR/AR/MR/XR 等对大带宽、低延时、交互性较强的新型多媒体业务，精准的为不同的商业客户提供定制化的能力服务和质量保障。同时，网络运营商通过网络能力和业务能力的融合，完善和优化对核心网络资源和策略的设计，进一步提高其网络流量智能运营的能力。

7 5G CDN 应用案例

7.1 【广东移动】基于 MEC 的 8K VR FOV 直播

随着 5G SA 组网的建设和网络边缘计算能力的部署，2020 年 7 月，广东移动和咪咕视讯携手中兴通讯，在现网基于 5G MEC 率先实现 8K VR FoV 直播和点播业务的应用，实现 VR 业务的“采、编、传、播”全面升级。



图 11 VR FOV 实现流程

在采集方面，结合业界领先的拼接算法和 SoC 系统，实现了 8K VR 直播流的实时输出；在编码传输方面，利用先进的 FoV 编码技术，使视频传输码率降低了 70% 以上，采用 CDN 智能分发等边缘服务技术，高效无损地实现了 VR 视频的回传和分发；同时，率先在广东移动 5G 网络边缘侧部署业界最强的 200Gbps 吞吐能力的 MEC CDN，单台服务器可以承载 5000 个以上的 8K VR FoV 用户，极大地提升了 VR 业务体验，推动了 5G 视频业务的市场发展。

7.2 【江苏移动】CDN AI 智能调度

2020 年 4 月，中兴通讯携手中国移动在江苏试点完成 CDN AI 智能调度方案部署，通过打造 AI 智能调度决策平台，助力内容分发网络向智能化迈进。

CDN AI 智能调度方案从用户服务节点调度、热点内容预判和 SLA 调度三个维度打造高效内容网络。AI 智能调度决策平台通过秒级数据采集形成了完善的 CDN

服务指标体系，生成基于服务节点负载、热点内容等维度的调度决策模型；基于用户、CP、CDN 等数据形成 SLA 动态调度策略模型，通过 AI 强化学习算法，自动调整优化调度策略，形成闭环的 SLA 智能调度服务。

在江苏移动，地市间系统负载率平均偏离 $>7\%$ ，最大偏离 $>14\%$ ，地市内系统负载率偏离 $>9\%$ ，各 CDN 节点负载差异很大。在上线中兴通讯智能调度决策平台后，常州与南通的地市间负载率偏离下降至 1% 以内，常州地市内负载率偏离下降至 0.3% 以内，实现了 CDN 资源的全省调度和合理利用，保障了全省用户服务质量的均衡。根据江苏移动的试点情况，CDN 平均利用率提升 10% 以上，区县下沉节点增益比提升 20% ，预计每 T 网络规模可节省 10% 以上的投资。



图 12 AI 智能调度架构

7.3 【四川移动】云边一体化

2020年9月，中兴通讯融合CDN产品联合中国移动集团、四川移动、中兴云管平台和中兴云平台，在四川省推出边缘云一体化的整体解决方案。方案充分利用中国移动雄厚的网络实力，以中兴云管和云平台作为底层基础架构，承载边缘虚拟化CDN产品，支撑B2B CDN和OTT业务，同时试点1~2款边缘计算云游戏、VR业务。

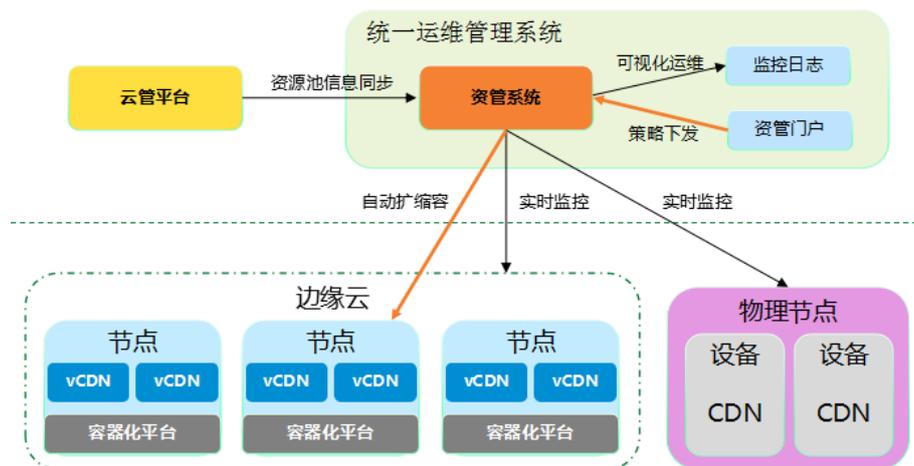


图 13 云边一体化解决方案

该方案的总控系统-资管系统，一方面管控现有物理 CDN 节点和设备资产，另一方面通过云管平台接口实时获取边缘云资源池信息，通过边缘云资源池提供的云原生接口管控 vCDN 资源信息；资管系统提供了全量的资源和资产信息供监控系统和门户系统分析和展示，资管门户提供可视化策略配置界面，通过预置的扩缩容策略，资管系统结合获取的实时监控信息，根据实际需要的服务能力，实现 vCDN 节点的自动扩缩容。

8 未来 5G CDN 发展- ICN/CCN 融合演进

随着后 5G 时代的网络技术演进，基于 IP 的网络也渐渐的暴露出了一些劣势，例如组播路由的管理开销受到资源的限制，以 IP 为主的路由和寻址算法相对复杂等等，因此，对于 CCN/ICN 为代表的新型网络架构和协议受到了业界的关注。

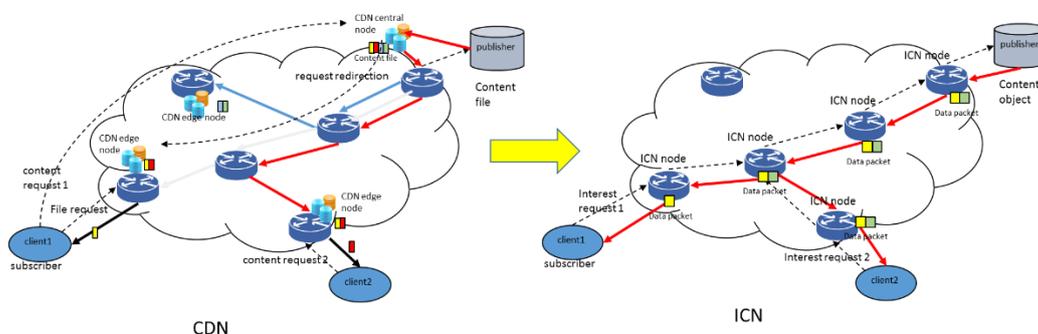


图 14 CDN 向 ICN 演进

在传统多媒体业务中，CDN 的作用是将内容尽可能推进到用户侧，减少源站的多重请求压力。与以 CDN 为代表的“host 中心”的技术不同的是，ICN 是一种“content 中心”的网络架构，其优势主要集中在两个方面：

- 1) **内容组播：**ICN 能够极大地提升多媒体业务的组播能力。ICN 采用了沿请求逐级反向缓存的方式，使得内容能够快速分布到网络的各个位置，并且保证用户始终从离自己最近的节点获取内容。
- 2) **业务连续性的保障：**ICN 天然支持了用户的移动性。用户获取内容和用户所在的位置并非强相关，因此能够随时随地的获取指定的内容数据，在用户移动的过程中，业务的连续性得到了极大地保障。

ICN 实现需要对于 IP 网络进行改造，但其依然兼容 IP 网络，因此 CDN 在向 5G 以及后 5G 时代的演进中，可以考虑 CDN 和 ICN 网络融合或者共存的部署方式。例如，CDN 可以采用 ICN 对内容的命名和寻址方式的来提高其内容定位的速度，利用 ICN 解决组播业务资源受限的问题，利用 ICN 解决 CDN 在边缘网络内容

传输的问题等等。

附录 缩略语

缩略语	英文全称
CDN	内容分发网络 Content Delivery Network
VR	虚拟现实 Virtual Reality
AR	增强现实 Augmented Reality
MEC	移动边缘计算 Mobile Edge Computing
vCDN	虚拟内容分发网络 virtual CDN
NFV	网络功能虚拟化 Network Functions Virtualization
MR	混合现实 Mixed Reality
XR	扩展现实 Extended Reality
5GMS	5G 多媒体系统 5G Multimedia System
OTT	互联网服务 Over The Top
FOV	视场角 Filed of View
SoC	系统级芯片 System-on-a-Chip

