

边缘超融合网关技术规范

目 录

| | |
|--|-----|
| 版权声明..... | I |
| 编写组..... | II |
| 前 言..... | III |
| 一、 边缘云计算..... | 1 |
| (一) 边缘云计算的定义..... | 1 |
| (二) 边缘云计算的典型场景..... | 2 |
| 1. 边缘云游戏场景..... | 2 |
| 2. 边缘音视频场景..... | 3 |
| 3. 安防监控场景..... | 7 |
| 4. 工业互联网应用场景..... | 8 |
| 5. 本地覆盖类场景..... | 10 |
| 6. 场景需求总结..... | 11 |
| (三) 边缘云计算的优势与挑战..... | 11 |
| 二、 超融合网关技术..... | 12 |
| (一) 超融合网关定义..... | 12 |
| (二) 超融合网关形态与技术架构..... | 14 |
| (三) 超融合网关典型网元功能..... | 18 |
| 1. 负载均衡(LB, Load Balance)..... | 18 |
| 2. 网络地址转换(NAT, Network Address Translation)..... | 21 |
| 3. 物理机和虚拟机互通(PV, Physical-to-Virtual Gateway)..... | 25 |
| 4. 弹性 IP(EIP, Elastic IP)..... | 26 |

| | |
|--|----|
| 5. 虚拟专用网络 (VPN, Virtual Private Network) | 29 |
| 6. 专线 (DG, Dedicated Gateway) | 32 |
| 7. 工业与物联网边缘云协议转换网关 (Protocol Conversion Gateway) | 35 |
| 三、面向边缘计算场景的超融合网关关键技术 | 39 |
| (一) 控制面技术 | 39 |
| 1. 监控模块 | 40 |
| 2. 运营模块 | 41 |
| 3. 安全性模块 | 42 |
| (二) 应用层技术 | 45 |
| 1. 容器隔离技术 | 45 |
| 2. 轻量化的容器管理技术 | 48 |
| 3. 流水线隔离技术 | 50 |
| (三) 转发面技术 | 56 |
| 1. 表项规格扩容技术 | 56 |
| 2. 协议状态一致性同步技术 | 59 |
| 3. 自动化测试覆盖技术 | 61 |
| 4. 其他技术 | 65 |
| (四) 硬件接口层技术 | 66 |
| 四、结语与展望 | 69 |
| 五、参考资料 | 71 |
| 六、缩略术语 | 72 |

边缘超融合网关技术白皮书

一、边缘云计算

(一) 边缘云计算的定义

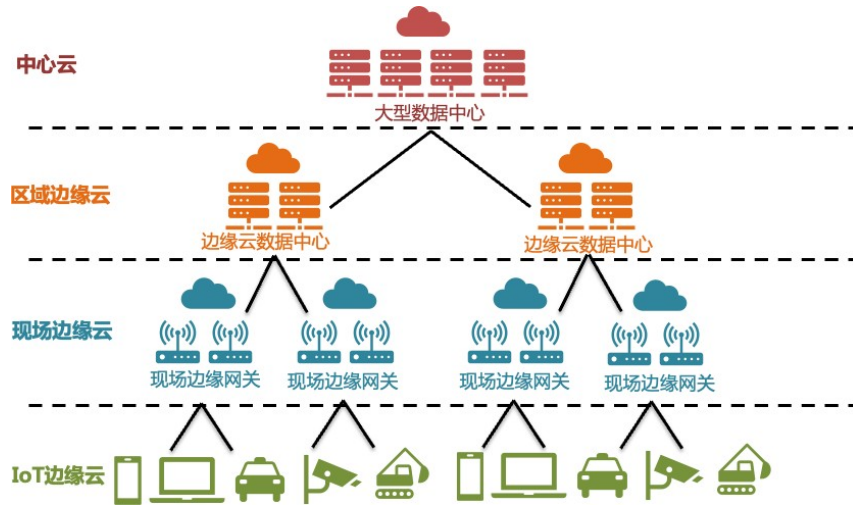


图 1 边缘云计算定义

边缘云计算是相对的概念，它相对于中心云而言，它部署的位置将更远。能够作为中心云能力的一种延伸，更加贴近用户，将计算能力拓展至“最后一公里”。如图 1 所示，根据边缘计算位置的不同，可以分为区域、现场和IoT 边缘云。

中心云机房：此类机房具备大于 10 万台服务器的规模，部署在一线城市，他们到用户的延迟一般小于 30ms，提供了完整的云服务和解决方案。

区域边缘云：此类机房部署在省会以及地级行政区城市，机房规模一般 100 到 1000 台，延迟一般小于 10ms，提供了大部分的云服务和解决方案。

现场级边缘云：此类机房部署在用户 IDC 机房现场侧，一般提供一套机柜方案，和用户 IDC 机房的机器混合部署，它的规模更小。

IoT 边缘云：此类边缘云设备也是部署在用户机房内，他们会使用资源更加有限的网关设备，对接各类 IoT 设备协议，令 IoT 设备能够接入中心云，提供给用户管理。

(二) 边缘云计算的典型场景

1. 边缘云游戏场景



图 2 云游戏



图 3 中心云游戏架构与边缘云游戏架构

云游戏，简单来说就是以云计算为基础的游戏方式。如图 2 所

示，传统游戏的运行模式都是直接在用户的本地设备上执行（如，手机和主机），而在云游戏的运行模式下，所有游戏都在“云上”运行，并将渲染完成的游戏画面压缩后通过网络传送给用户。云游戏大大降低了对硬件的依赖，使得用户在普通的 PC 机/手机上也可以体验制作精美的 3A 大作。

云游戏在早期的时候，将视频的渲染推流等能力都放置到中心云的服务器上，距离用户远，延迟大。玩家能够体验的游戏被限制在非延迟敏感的小型游戏上，比如：策略对战类，棋牌类等。

近几年，随着边缘计算技术的成熟和兴起，越来越多的厂商开始尝试将基于中心云的云游戏架构演进到基于边缘云的云游戏架构。边缘计算站点规模小，分布范围广，用户可以就近接入边缘站点，从而降低游戏时延。如图 3 所示，在边缘云游戏场景中，业务将渲染引擎和视频压缩推流引擎部署在边缘云以降低网络时延，从而带来媲美传统游戏的体验。为了满足大规模用户接入的需求，边缘云站点中需要具备负载均衡的能力，以为用户选择体验最佳的推流接入服务；同时，为了大幅降低用户体验延迟，边缘云站点与中心云站点之间还需要具备全局路由调度能力，以降低游戏状态同步的延迟。

1. 边缘音视频场景

音视频，主要指的是以直播、点播等为代表的视频场景业务。国内泛娱乐直播龙头企业，在直播业务尤其是音视频通信方面有很

强的技术积累，近年来自身的直播业务覆盖音乐、脱口秀、舞蹈、户外、体育、游戏等多个细分品类，其强大的音视频能力也对其他 ToB 企业开放，同时积极尝试采用新的技术手段优化其自身上层直播业务，进一步提升终端用户的使用体验。

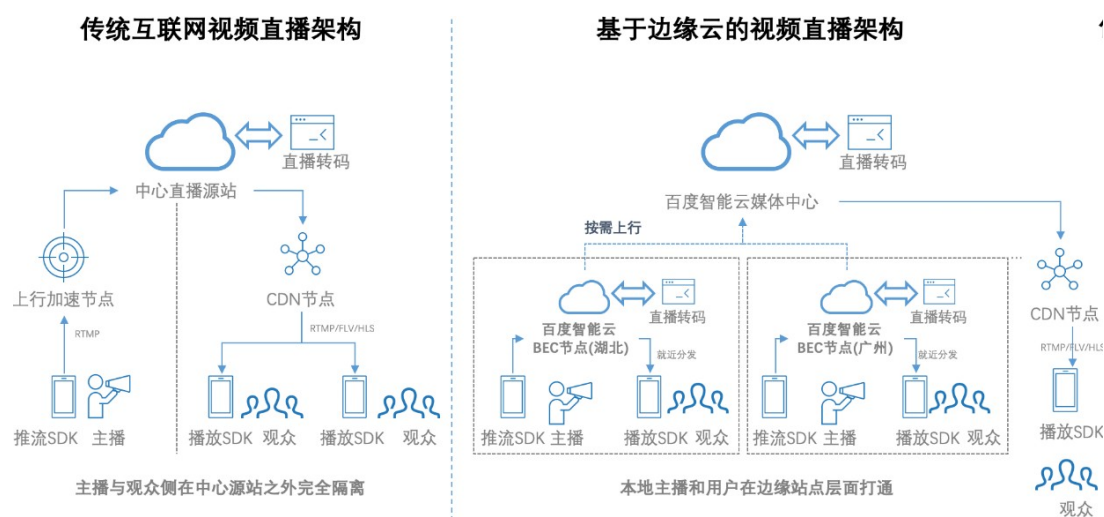


图 4 传统互联网视频直播架构与基于边缘云的视频直播

架构对比

在音视频的业务中，对实时性有极高的要求，如游戏语音、直播等。这类业务需要对音频、视频内容的分发保证超低延，从而保证终端用户的极致体验。但是，如何能够在不增加业务成本的同时，保证用户的低延时体验，成为音视频厂商必须解决的难题。通过与云厂商合作推进音视频直播架构部署在边缘节点，在更好的体验与更低的带宽成本之间实现了平衡。

如图 4 所示，在进行架构升级之前，客户将音视频直播架构部署在中心云，将视频数据在中心云处理完成之后，再通过 CDN 节点

分发到终端用户。基于中心云的直播架构有几点劣势：带宽成本方面相对较高、分散在全国的终端用户直播体验欠佳。基于以上几点劣势，在充分了解边缘云各项优势的前提下，客户考虑将基于边缘节点升级音视频直播架构。客户将边缘节点作为视频源站，实现就近上传、推流、转码、渲染，面向本地用户实现就近分发，实现本地化视频链路质量保障，实现低成本、低延迟的新型视频架构。

在这一案例中，云厂商为客户提供了遍布全国的边缘算力资源和带宽资源，帮助客户完成了音视频架构升级。客户实现了带宽成本降低，并且同时大幅提升了终端用户的使用体验，实现了较为明显的降本增效。

伴随着大家阅读信息的方式由文字转向长/短视频，同时也在通过文字弹幕或者直接连麦的方式参与其中。面临成本、用户体验等多重压力。

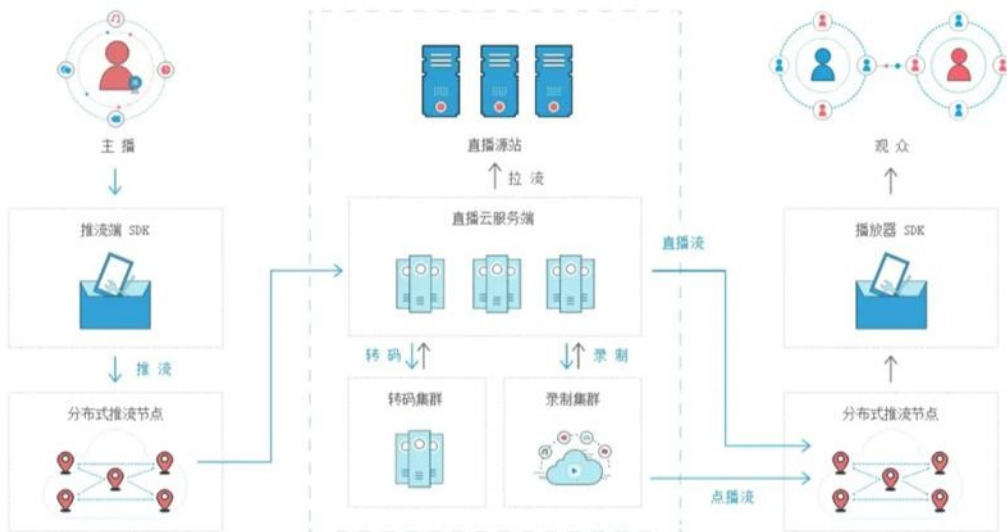


图 5 边缘直播场景示意图

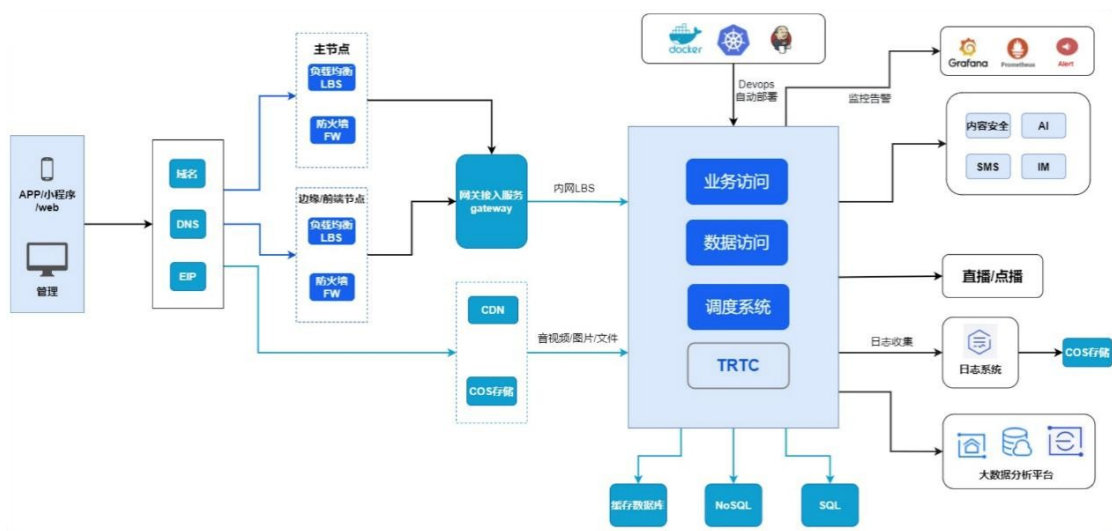


图 6 边缘直播网络架构图

依托于原有 CDN 资源的情况下，在边缘云提供对主播的收流、美颜、转码压缩、推流到主数据中心，进行智能审核、编辑、录制存储等处理之后，分发资源到全球 CDN 中心，同时集成了即时通信、字幕等功能模块。在客户端通过 CDN 资源查看回播或制作好的长/短视频，当观看直播、实时语音或者文字交流时接入到边缘计算中心。

边缘云视频制作中心需要大带宽的专线接入到云主数据中心，用户接入端需要在原有 CDN 的能力下提供实时的信息交流，边缘融合网关需要具有大带宽低延时、VPC、LB、EIP、安全等能力。

1. 安防监控场景

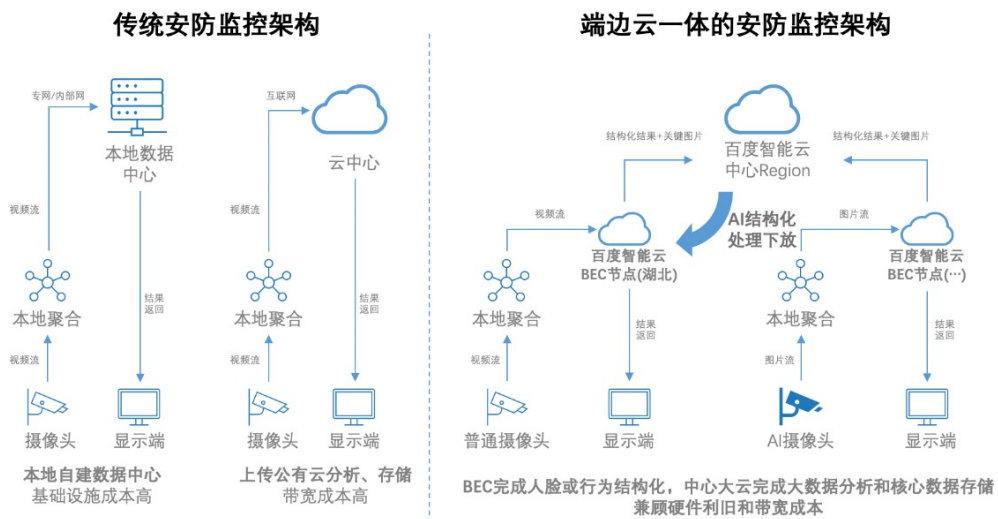


图 7 边缘方案监控场景

安防监控行业主要面向智慧城市、智慧园区等场景。国内安防监控龙头企业，在安防监控业务方面有很强的技术积累和较大的市场份额，近年来业务的监控视频考虑上云存储，降低存储成本。在安防监控的业务中，对弹性存储有极高的要求，这类业务通过摄像头采集视频数据，在本地做聚合之后上传到云端采集。传统的安防监控架构则是将视频在本地做聚合之后上传到云中心进行存储，该方案的特点是存储及带宽成本高。

因此，为了降低存储及带宽成本，客户采用了云边端一体的安防监控架构。客户将视频在本地做聚合之后上传到距离摄像头最近

的边缘节点，利用边缘冗余上行带宽，将视频流、图片就近上传边缘，进行抽帧/结构化处理，核心数据通过云边网络回传中心分析&存储。

如图 7 所示，在这一案例中，云厂商为客户提供了遍布全国的边缘存储资源和带宽资源，帮助客户完成了云边端一体的安防监控架构升级。客户利用边缘上行冗余带宽大幅度降低视频流、图片传输成本，实现了较为明显的降本增效。

2. 工业互联网应用场景

工业互联网通过系统构建网络、平台、安全三大功能体系,打造人、机、物全面互联的新型网络基础设施，形成智能化发展的新兴业态和应用模式。随着工业 4.0 的蓬勃兴起和对现场设备管控、资源优化配置、生产智能化的需求不断提升，工业互联网正在向扁平化、云化、智能化演进。工业场景下，传统中心云计算的安全性、实时性难以满足需求，需要在边缘侧实现具有低时延要求、轻量化的信息与物理深度融合应用。针对智能制造与智慧工厂等应用场景，边缘计算可就近部署关键应用，提供智能化运维服务、实时流数据处理、安全可靠的网络等运行环境，并与云平台对接，利用大数据赋能生产与管理，从而发挥工业大数据的真实价值。

全自动SMT(Surface Mount Technology)生产系统是工业互联网的一种典型应用场景，它以生产通信产品 PCB 为主。传统的 SMT 产线是孤岛式的数据采集，没有设备相互间的沟通串联。依靠技术人

员的调整经验设定参数，同时，产线上仍需要大量人员进行设备的维护和检测，如 SPI/AOI 误判点数过多，造成产线直通率下降，每条 SMT 产线均需要固定一名目检人员进行二次复判。大量的目检造成成本提升且产能下降。

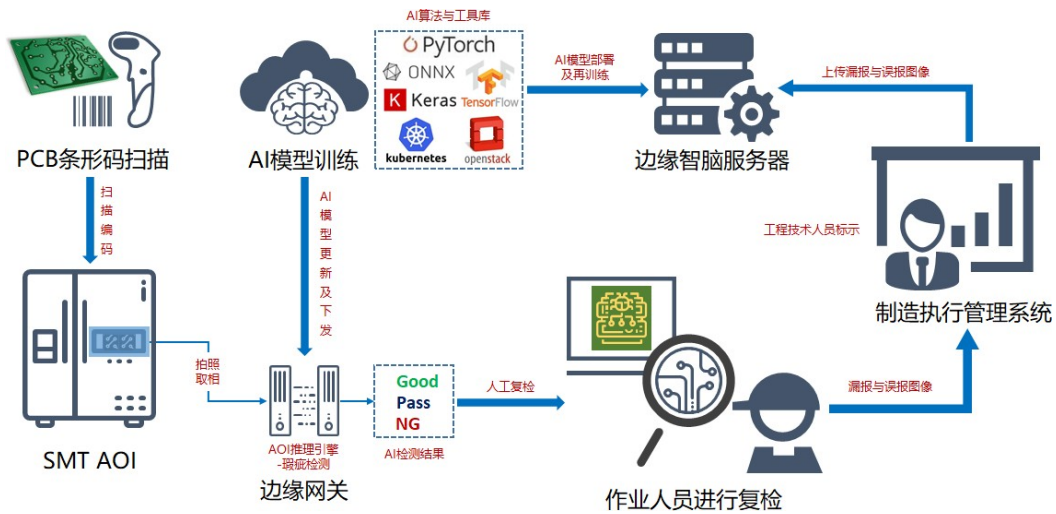


图 8 使用边缘云计算方案的 SMT 生产系统

建立基于 SMT 大数据的边缘云计算方案是解决上述问题的关键。如图 8 所示，边缘网关部署在 SMT 产线设备侧，负责实时采集、缓存 SMT 数据，并结合 AI 推理引擎对数据进行轻量级实时分析检测。部署在边缘云的边缘智脑平台会对边缘网关上送的数据进行准实时分析和利用，对 SMT 制程、SMT 机台参数、SPI/AOI 检测数据等进行中轻量级分析，及时侦测与处理 SMT 生产线的异常与不良。部署在中心云上的 AI 模型负责对边缘网关上送的数据进行深度分析和训练；AI 模型训练后生成的轻量级 AI 推理引擎，会下发到边缘网关；中轻量级推理引擎被推送到边缘云上的边缘智脑服务器。整个解决方案中，中心云与边缘云之间的协同，以及边缘云与边缘网关之间的协

同是关键。连接边缘网关、边缘云和中心云的边缘通信网络需要克服数据传输瓶颈，实现低时延和高吞吐，并对数据、计算、网络进行整体优化以达到最佳效率，最终达到云、网、边、端四位一体的协同。

1. 本地覆盖类场景

本地覆盖类场景包含多种落地产品，如新零售产品中，线上和线下服务结合，音视频数据量较大，但都具有本地化特征，主要覆盖门店附近（如 50 公里内）的客户。

在智慧城市，智慧园区等产品中，视频、摄像、应用服务等数据主要围绕自身城市，数据量大且延时敏感；在工业互联网和医疗教育等行业中，也都较多对延时就较高诉求。

因此，本地覆盖类场景通常具有地域性，跨区搬运数据情况相对较少，客户更多希望数据能够快速采集，生产，分析，管理等。本地覆盖率场景中，延时与用户体验密切相关，传统的中心云（通常节点大但节点数较少）距离客户较远，一方面会有较大的延时直接影响客户体验，服务质量；另一方面，本地大量音视频数据回源搬运到中心云节点，也会产生不少的流量费用，此时多数情况希望就近计算出一定的结果，将数据大规模减小后再进行远距离传输；边缘云节点通常较小且较数量多，离客户城市较近，可以较好服务此类场景。

3. 场景需求总结

从上述典型场景中，我们可以总结得到如下的网关需求：

| 典型场景 | 网元需求 | 典型网关形态 |
|-------|----------------------------------|--------------------|
| 云游戏 | LB, NAT, PV | x86 服务器网关集群；可编程交换机 |
| 电商直播 | LB, NAT, EIP, Firewall | x86 服务器网关集群；可编程交换机 |
| 安防监控 | LB, VPNGW | x86 服务器网关集群；可编程交换机 |
| 工业互联网 | 协议转换网关 | ARM 嵌入式网关 |
| 本地覆盖类 | LB, NAT, VPCGW, EIP, VPNGW, 专线网关 | x86 服务器网关集群；可编程交换机 |

（三）边缘云计算的优势与挑战

边缘云计算的优势包括：低延时，分布式，低功耗，灵活部署等。

边缘云计算站点部署在地市/区县/园区，更接近用户，能够承载低时延、高带宽的应用。边缘云计算站点麻雀虽小，五脏俱全：

（1）资源池数量多，每个资源池的计算规模小，从几台服务器到几十台服务器不等；（2）边缘站点单点的功耗低，易于灵活部署，信息处理的总体冗余性和可靠性更高；（3）运营商边缘云承载 UPF 和应用，有高带宽需求，同时EIP、NAT、负载均衡等功能需求全。

当前边缘云主要存在如下的挑战：

1、边缘资源池虽然规模不大，但是业务要求的网络功能全，有 SDN 自动化、BGP/OSPF/静态路由、VXLAN、防火墙安全、EIP、NAT、

负载均衡功能等需求。其中网络、安全设备占比高，云平台、SDN 控制器部署也需要占用计算开销，硬件网络设备和管理/网络功能占用计算资源将降低边缘资源池的总体性价比。

2、边缘云业务场景对网关性能需求也较高，如边缘音视频、直播推流等场景，对路由规格、转发性能等都有较高的需求；

3、边缘机房规模较小，对成本较敏感，如果直接采用中心云的网关独立集群的方案，将会引入较大的成本，降低单机房可售卖的资源，影响产品演进和发展；

4、不同位置边缘云网关设备选型不尽相同：地市级边缘云采用盒式路由器作为网关百 G 端口少，采用框式路由器/框式交换机，成本高，占用机架空间大，功耗大。需要根据具体场景选择合适的网关设备型号。

综上所述，边缘云计算站点资源池规模不大，但功能需求全，且网关设备选型困难，既要控制成本，又要满足大规格、业务灵活部署需求。为了应对上述挑战，边缘云计算市场亟需一种集合多种网络功能、且能灵活部署的超融合网关设备，以节约机房空间、降低功耗/成本，实现降本增效。

二、超融合网关技术

（一）超融合网关定义

超融合网关是一种新型的网络设备，它集成了多种硬件，以满

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/365200220141011223>