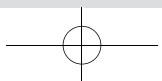
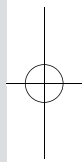
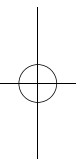
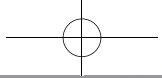


第二篇

云边协同技术详解





第 3 章

分布级联架构赋能边缘计算

边缘计算是在靠近物或者数据源头的网络边缘侧，融合网络、计算、存储、应用核心能力的分布式开放平台（架构），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。它可以作为连接物理世界和数字世界的桥梁，使能智能资产、智能网关、智能系统和智能服务。在 5G 环境下的计算能力的分布，由原来的中心聚集，转变成分布在边缘和中心，即边缘与中心协同计算的方式。大数据计算架构，也会由原来的集中化，走向基于边缘计算，云边协同架构下的多中心、多级互联互通、交互协作的方式。

3.1 边缘计算简介

边缘计算与云计算各有所长，云计算擅长全局性、非实时、长周期的大数据处理与分析，能够在长周期维护、业务决策支撑等领域发挥优势；边缘计算更适用局部性、实时、短周期数据的处理与分析，能更好地支撑本地业务的实时智能化决策与执行。边云协同的总体能力与内涵如图 3-1 所示。

边缘计算并不是单一技术组件，而是涉及 IaaS、PaaS、SaaS 多个层面的多种技术的组合。边缘计算也不会孤立地存在，边缘计算和云计算之间会在 IaaS、PaaS 和 SaaS 层上形成全面的协同处理。这几个层面上的协同关系，又可以被分为资源协同、数据协同、智能协同、应用管理协同、业务管理协同和服务协同。

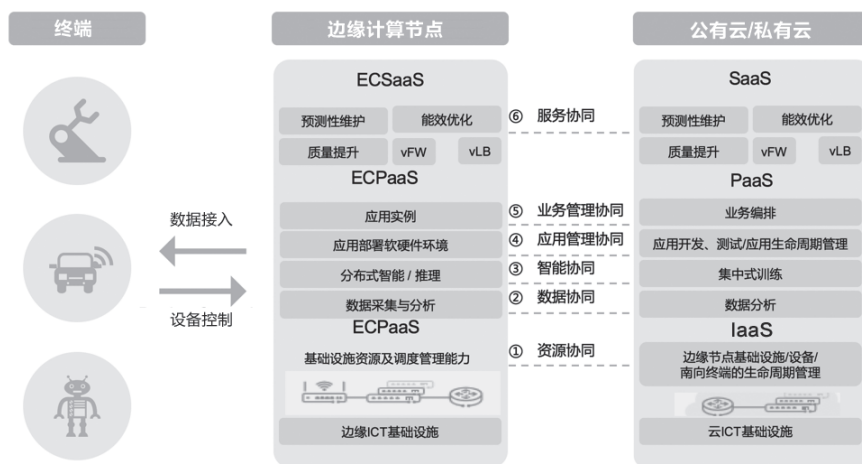
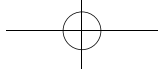


图 3-1 边云协同的总体能力与内涵

3.2 云边协同的大数据计算架构

5G 架构的新变化，边缘计算、云边协同的出现，要求在数据处理层根据 5G 网络架构的特征来适配，以提供更好的数据处理服务，满足 5G 场景下的新业务特征。5G 架构的典型特征就是云加边缘计算（MEC），云边的协同管理，实现计算卸载和协同调度，将中心云的计算能力卸载到边缘端，通过云边协同的调度，来满足业务对于实时性的要求。通过本地缓存和就近处理，减少骨干网络在支持大带宽业务时的负载。随着网络和计算拓扑架构的转变，大数据平台的计算框架，也会根据基础设施的变化和业务场景的变化，做出相应的转变。5G 网络云边协同计算环境如图 3-2 所示。

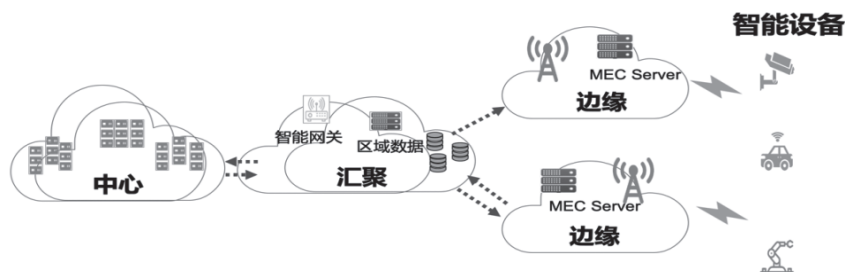
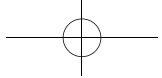


图 3-2 5G 网络云边协同计算环境



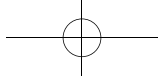
在当前的集中化大数据平台架构中，大数据平台计算架构采用集中式的方式对所有的计算资源进行组织和调度，来满足多种业务对大数据处理的要求。业内常见的大数据计算架构如图 3-3 所示。



图 3-3 业内标准大数据计算架构

在这种架构中，大数据平台中的所有节点都会集中在一个或多个数据中心里，对大数据平台的管理等价于对一个大数据集群的管理，集群中所有的节点都会被无差别地对待，不论在存储的管理上，还是计算资源的调度上，都只考虑节点的存储能力和计算能力，而不用考虑节点与集群之间的关系、数据与集群的关系。当一个计算作业提交给大数据集群后，大数据集群只需要根据调度规则，将它所对应的多个任务，分配到集群中空闲的机器上进行计算。同样地，当要在大数据平台上存储一个文件时，只需要根据管理策略将文件块存放到不同的节点上。当前的大数据计算环境中，集群中各计算节点上的各种组件是同时由专门的管理员统一维护、提前预装的，管理员要根据业务要求对计算组件进行整体的规划、安装和上线使用。

云边协同的背景下，大数据计算架构会从集中化的集群变成多级别、多集群协同的方式。在这种方式下，大数据平台的计算能力会分布在云边架构的多个不同层面上。为了满足边缘端的低时延、数据预处理要求，大数据平台的数据计算和存储能力会前移到边缘端。数据也会根据业务需要，在边缘端和中心云端分布存储或缓存。同时业务作业的运行也会根据业务场景的需要，跨越中



心和边缘大数据集群。在边缘端,由于受资源的限制,随着边缘集群个数的增加,边缘节点上各种大数据计算组件的管理难度将会变得非常复杂,也需要通过自动化的手段来实现边缘端大数据计算组件的动态安装、卸载、自动恢复能力。云边协同的大数据环境中,大数据平台的架构如图3-4所示。

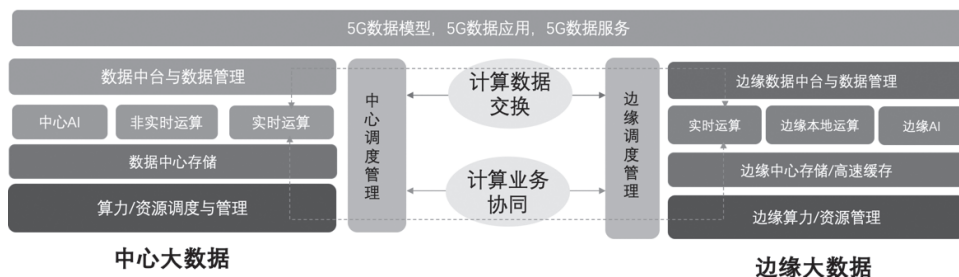
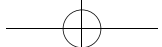


图 3-4 云边协同的大数据平台架构

为了满足以上要求,云边协同的大数据平台要具备如下四项特征。

- ✓ 边缘算力管理自动化和软件定义的计算组件。边缘端上的计算能力可以实现自动化的管理、集中化的监控和配置;边缘端上的计算组件可以通过软件定义方式,实现安装、部署、启动、运行、停止和卸载。
- ✓ 基于云边协同的大数据计算组件分布进行计算任务的调度。云边协同的业务中,需要根据业务特征,实现对中心和边缘上相应计算组件的统一调度,利用边缘端算力的低时延性,满足关键业务要求,利用边缘端的本地预处理,减少云边交换的数据量;同时利用中心端强大的数据存储、管理和处理能力,以及全量数据的优势,进行深度的挖掘分析。
- ✓ 基于云边协同的多级多集群拓扑结构的数据存储管理。整个大数据平台的数据存储,也需要根据云边集群的存储能力、存储效率,以及数据的时效性,数据存储和访问效率,基于集群级联的拓扑结构进行分布式存放和集中化的管理。
- ✓ 基于多级多集群大数据平台上数据分布状态的数据本地化亲和调度。基于大数据处理的本地化优先处理原则,基于数据的多集群分布,实现数据本地化处理的亲和调度。减少云边、边边之间的数据交互,提升数据传输的效率。



3.3 云边协同的资源管控技术

云边协同的大数据采用“云+边”计算架构，形成以“云端集群+边缘集群”的组织方式。云集群规模越来越大，边缘集群跨地域多集群，集群任务越来越多，实现云边协同的“物理分散，逻辑统一”的管理方式，实现多个大数据集群的统一管理，实现计算、存储及调度统一的管控。

为满足云边资源集中管理诉求，需要建立全网资源统一管理平台及统一作业调度平台。资源管理平台将云边大数据平台的用户、租户、资源、服务目录统一，同时实现租户资源分配管理。统一调度在资源管理平台的基础上，集群、租户等信息同步，实现多集群、租户隔离的作业调度管理。

“云+边”的全网资源统一管理能力，面向企业的租户分配资源，支持计算、存储资源的管理，实现多集群 Hadoop 及 Kubernetes 集群管理，并且需要支持管理集群的标准化扩展。全网资源统一管控结构如图 3-5 所示。

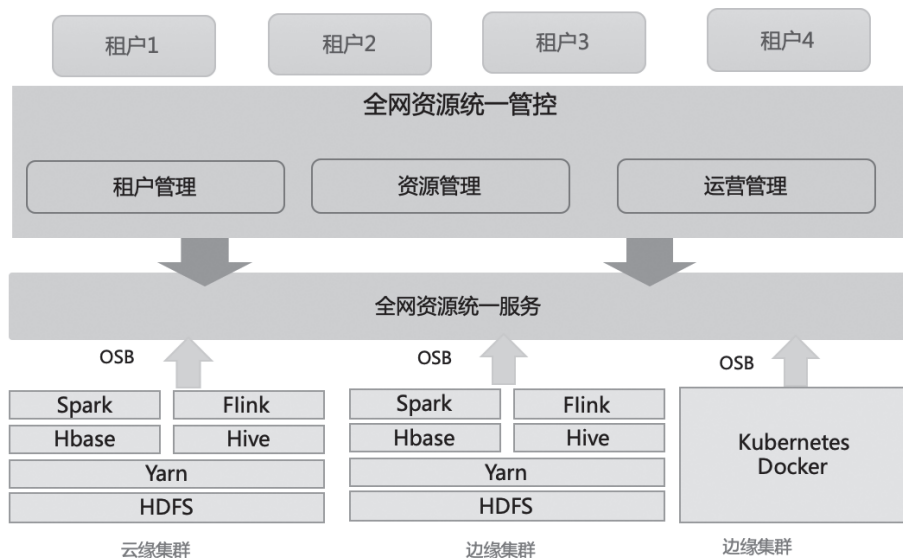
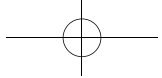


图 3-5 全网资源统一管控结构

全网资源统一管控平台实现的核心能力如下：

- ✓ 构建统一的多租户模型：实现大数据平台的租户模型逻辑统一，实现



容器化平台Kubernetes的模型的统一；实现管理的租户模型统一，多级租户模型，逐级线上 workflows 机制，实现租户能力的开放。

- ✓ 云边大数据集群的资源统一开放，实现云边集群资源的按需分配，支持资源使用量监控，提供运营分析的抓手，租户管理能力标准化。
- ✓ 提供标准的接入协议，支持边端集群的灵活扩展接入，支持异构多集群的管理，支持不同厂家、不同版本的Hadoop接入，并支持灵活的扩展，实现统一的管理界面。

“云+边”的全网资源统一调度控制中心支持计算任务流程跨租户、跨集群、跨区域调度；支持任务统一发布，多种类型作业标准化扩展，全网作业调度统一管理调度，满足各级大数据应用体系对调度多样化需求，同时提升运维保障、异常分析、自动预警等能力。全网资源云边统一管控架构如图 3-6 所示。

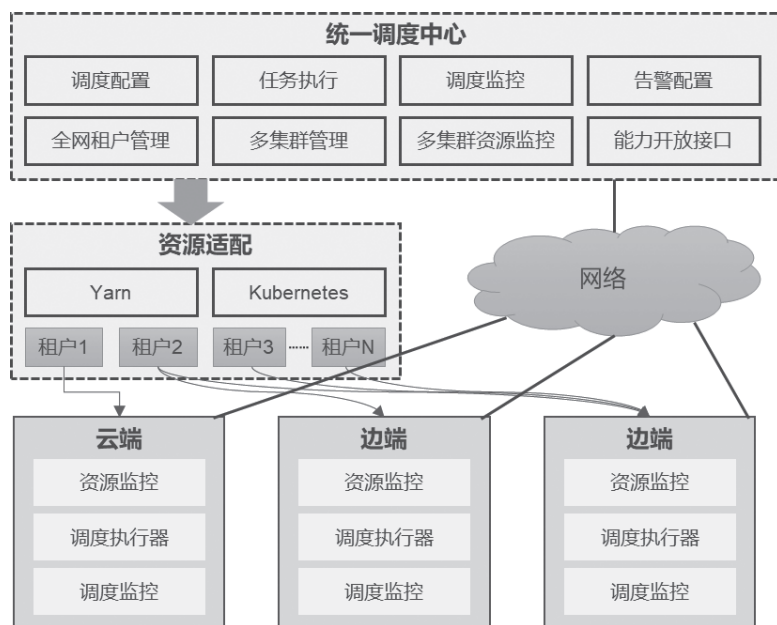
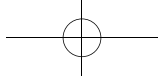


图 3-6 全网资源云边统一管控架构

- ✓ 集群管理与资源监控：“云+边”资源全网统一管理、调度、监控，实现两级任务协同提升资源利用率。
- ✓ 支持分租户调度：对接全网租户信息，实现租户统一管理，支持租户按资源隔离调度，并可配置任务优先级及分组管理。



- ✓ 多计算平台支持：对接Yarn、Kubernetes集群进行资源适配，支持Spark、Flink、Storm、MR类型资源申请、任务运行。
- ✓ 跨集群跨区域支持：支持跨集群、跨区域调度分布式部署，支持任务分级调度，提升资源整体利用率。
- ✓ 调度能力开放：统一调度中心和省数据平台通过任务流程、事件通知、执行日志等开放接口，实现两级任务的协同。

3.3.1 边缘计算开源技术介绍

在大数据计算环境中，开源技术是构成整个体系的主要组件，在大数据计算平台从中心集中化向云边协同演进的过程中，大数据和云计算技术的结合是必然的选择。云边协同的大数据计算环境中，中心的大数据处理框架基本跟传统的大数据技术保持了很好的兼容性和延续性。重点的架构改造会集中在对边缘端技术架构上。

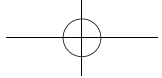
边缘端的大数据计算技术包括边缘端大数据技术、边缘计算容器技术以及两者的结合。这些相关的技术都是基于当前的开源技术组件的衍生。下面分别进行介绍前两种技术。

1. 边缘端大数据技术

边缘端的大数据技术，主要是满足边缘端的低时延、本地化预处理数据的要求。因此主要会将当前大数据中的实时、内存计算组件向边缘端进行迁移。常见的 Spark Streaming、Spark MLlib、Flink、Kafka、Redis 等技术组件，都是用来进行大数据实时计算和内存计算的常用组件，这些组件的边缘化，可以在边缘端对数据进行就近处理，在满足业务要求的同时，减少边缘端对外的数据传输量。

同时，大数据组件在边缘化的同时，也要支持软件定义的计算组件能力。这样要求边缘的大数据组件必须支持云化，通过云计算平台实现计算组件的安装、部署、拉起、停止和卸载。边缘计算参考架构如图 3-7 所示。

当前的大数据平台云化技术可以支持裸金属、虚拟机和容器化的云化形式。其中的裸金属形式的大数据平台已经在中心大数据平台云化上得到了支持，但是因为灵活性不够，在边缘大数据云化平台中不建议使用。虚拟化和



容器化的平台，目前在业内提出的边缘计算框架中，都被大家广泛接受，所以大数据平台的虚拟化和容器化是边缘大数据组件的必然选择。但是在两种边缘端云化技术中，容器化的技术无疑要更进一步，而且近年来容器化技术的发展越来越成熟，因此更推荐在边缘端采用纯容器化的架构来支撑大数据组件。

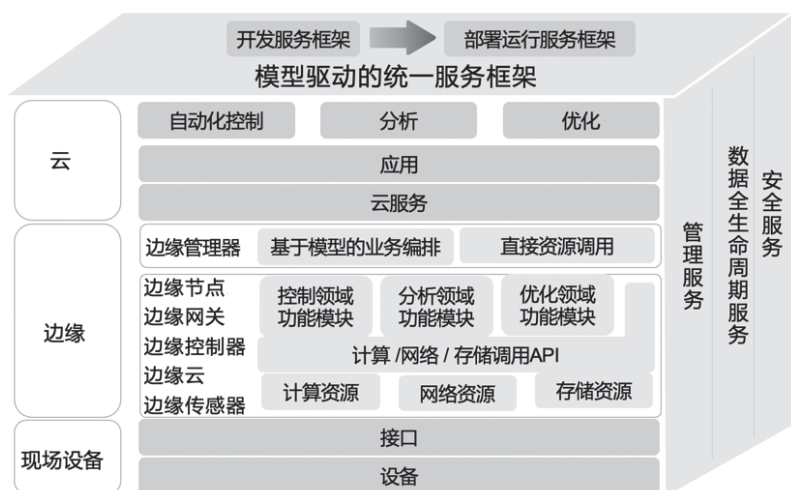
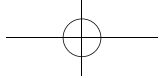


图 3-7 边缘计算参考架构

2. 边缘计算容器技术

Akraino Edge Stack 是 Linux 社区提出的一个面向高性能边缘云服务的开源项目，该项目为边缘基础设施提供整体的解决方案。Akraino Edge Stack 致力于发展一套开源软件栈，用于优化边缘基础设施的网络构建和管理方式，以满足边缘计算云服务的要求，比如高性能、低时延和可扩展性等。Akraino Edge Stack 项目涉及的范围从基础设施延伸至边缘计算应用，其范围可以划分为上、中、下 3 个层面。在最上面的应用层面，Akraino Edge Stack 致力于打造边缘计算应用程序的生态系统以促进应用程序的开发。中间层面着眼于开发中间件和框架以支持上面层次的边缘计算应用。在这个层面中，Akraino Edge Stack 将开发 API 和框架以接入现有互补性的开源边缘计算项目，例如上述面向物联网的互操作性框架 EdgeX Foundry，最大化利用开源社区的现有成果。在最下面的基础设施层面中，Akraino Edge Stack 将提供一套开源软件栈用于优化基础设施。此外，Akraino Edge Stack 为每种使用案例提供蓝图以构建一个边缘计算平台。



每个蓝图是涵盖上述三个层面的声明性配置，其中包括对硬件、各层面的支撑软件、管理工具和交付点等的声明。

2018 年 5 月，英特尔和风河公司宣布将其电信云 / 边缘云的商业产品 Titanium Cloud 中的部分组件开源，命名为 StarlingX，并提交给 OpenStack Foundation 管理。2018 年 10 月，OpenStack 社区发布了 StarlingX 首个版本，最初的 StarlingX 主要通过 6 大组件来完成对 Openstack 的安装部署、监控管理等，介绍如下。StarlingX 的开源，也是对 Linux 社区提出的 Akraino Edge Stack 的响应。

- ✓ 服务管理，为运行在 StarlingX 上的服务提供高可用支持。
- ✓ 故障管理，用来做事件告警的收集管理。
- ✓ 软件管理，用来做软件 Patch 的发布管理。
- ✓ 基础管理，提供对 StarlingX 运行的物理设备的管理和维护。
- ✓ 平台调度，主要是在 NFV 场景下，丰富 OpenStack 的功能组件。
- ✓ 配置管理，对 StarlingX 中的组件，以及 OpenStack 服务进行配置。

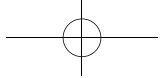
StarlingX 平台是一个完整、高可靠、可扩展的边缘云软件堆栈，它将新服务与许多其他开源项目结合到一个整体边缘云软件堆栈中，为边缘计算、工业物联网和电信应用构建一个有弹性的边缘云基础设施。StarlingX 不是 OpenStack 的子项目，它本身就是一个完整的项目。同时，它使用了许多 OpenStack 服务来提供核心的计算、存储和网络功能。StarlingX 未来将会朝着容器化方向发展，将会把 OpenStack 等组件做在容器中，并可使用 K8s 来管理。

大数据组件跟 Akraino、StarlingX 这样的开源边缘计算基础设施以应用的形式集成。通过边缘计算基础设施来实现对大数据组件的动态部署、动态扩展和管理。

3.3.2 边缘大数据技术应用场景

1. 智慧城市中的边缘云计算应用

智慧城市需要信息的全面感知、智能识别研判、全域整合和高效处置。智慧城市的数据汇集热点地区、公安、交警等数据，运营商的通信类数据，互联网的社会群体数据，以及 IoT 设备的感应类数据。智慧城市服务需要通过数据



智能识别出各类事件，并根据数据相关性对事态进行预测。基于不同行业的业务规则，对事件风险进行研判。整合公安、交警、城管、公交等社会资源，对重大或者关联性事件进行全域资源联合调度。实现流程自动化和信息一体化，提高社会处置能力。

在智慧城市的建设过程中，边缘云计算的价值同样巨大。在边缘云计算的架构下，整个系统分为采集层、感知层、应用层。智慧城市云边协同架构如图 3-8 所示。

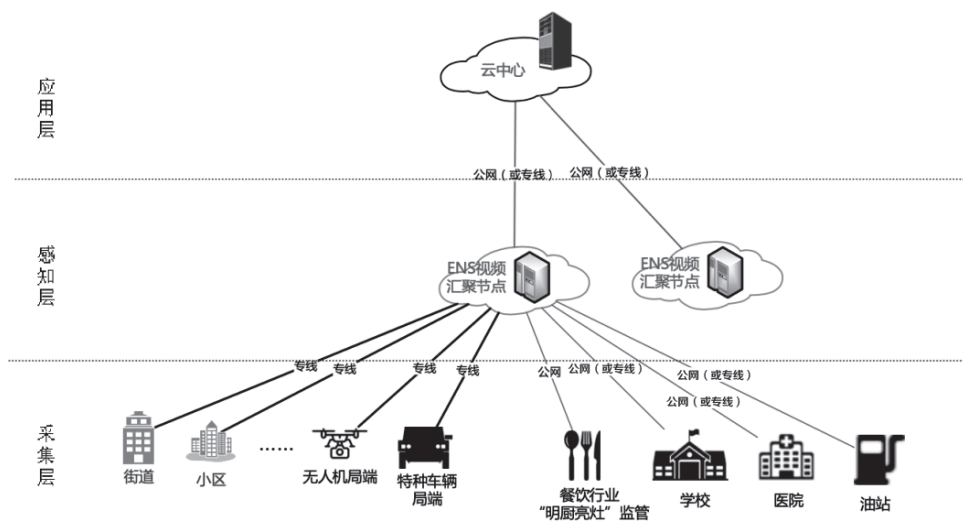
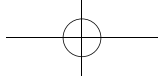


图 3-8 智慧城市云边协同架构

在采集层，海量监控摄像头采集原始视频，并传输到就近的本地汇聚节点。在感知层，视频汇聚节点内置来自云端下发的视觉 AI 推理模型及参数，完成对原始视频流的汇聚和 AI 计算，提取结构化特征信息。在应用层，城市大脑可根据来自各个汇聚节点上报的特征信息，全面统筹规划形成决策，还可按需实时调取原始视频流。这样的“云一边一端”三层架构的价值在于以下三方面。

- ✓ 提供 AI 云服务能力：边缘视频汇聚节点对接本地的监控摄像头，可对各种能力不一的存量摄像头普惠地提供 AI 能力。云端可以随时定义和调整针对原始视频的 AI 推理模型，可以支持更加丰富、可扩展的视觉 AI 应用。



- ✓ 视频传输稳定可靠：本地的监控摄像头到云中心的距离往往比较远，专网传输成本过高，公网直接传输难以保证质量。在“先汇聚后传输”的模型下，结合汇聚节点（CDN 网络）的链路优化能力，可以保证结构化数据和原始视频的传输效果。
- ✓ 节省带宽：在各类监控视频上云的应用中，网络链路成本不菲。智慧城市服务对原始视频有高清码率和 $7 \times 24h$ 采集的需求，网络链路成本甚至可占到总成本的 50% 以上。与数据未经计算全量回传云端相比，在视频汇聚点做 AI 计算可以节省 50%~80% 的回源带宽，极大降低成本。

与用户自建汇聚节点相比，使用基于边缘云计算技术的边缘节点服务（ENS）作为视频汇聚节点具有以下两方面优势。

- ✓ 交付效率高：ENS 全网建设布局，覆盖 CDN 网络的每个地区及运营商，所提供的视频汇聚服务，各行业视频监控都可以复用，在交付上不需要专门建设，可直接使用本地现有的节点资源。
- ✓ 运营成本低：允许客户按需购买，按量付费，提供弹性扩容能力，有助于用户降低首期投入，实现业务的轻资产运营。

2. 新零售中的边缘云计算应用

在新零售的行业中，线下服务和线上服务结合，各类视频监控产生的数据量巨大，具备以下三种特征。

- ✓ 本地化：各门店视频流的生成、采集、分析、管理等环节主要在本地进行，流量跨区情况少。
- ✓ 多机构：与传统单门店系统不同，客户会在本地有多家分支机构，视频监控流需要统一汇聚、分析、管理。
- ✓ AI 分析：客户需要对视频监控流内容进行 AI 分析以满足模式识别、结构化信息提取、事件上报等各种行业需求，有别于传统的视频流推送和回看等单一功能。

采用边缘云计算技术，能够解决新零售客户的上述问题。新零售行业所采用的边缘云计算架构如图 3-9 所示。

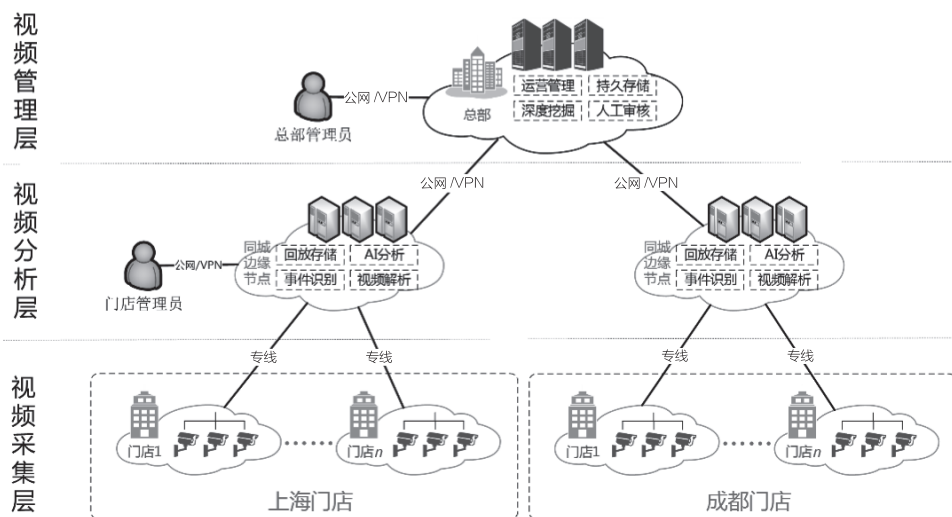
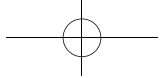


图 3-9 新零售行业所采用的边缘云计算架构

整个边缘云计算系统被分为以下三层。

- ✓ 视频采集层：门店对视频数据进行采集，仅配置监控摄像头及必要的网络设备，无须配置大量的计算和存储设备。各门店以专线接入同城边缘节点，实时上传视频监控流。
- ✓ 视频分析层：边缘节点为同城各门店提供基础设施服务以承载AI分析、视频结构化解析、回放存储等，替换原本在门店中的物理服务器组。边缘节点以优选公网链路，回传至云中心。
- ✓ 视频管理层：中心云的相关平台对接全网上报的数据，做统一运营管理、人工审核、关键数据的持久存储等。