

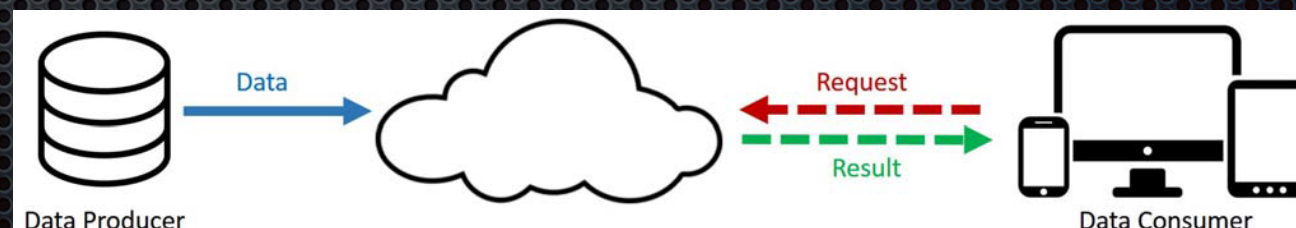
Lec13-4 边缘计算

基于云的IoT解决方案不足

- 首先，对于大规模边缘的多源异构数据处理要求，无法在集中式计算线性增长的计算能力下得到满足
 - IOT感知层是海量数据，数据具有很强的冗余性、相关性、实时性和多源异构性，数据之间存在着频繁的冲突与合作
 - 需要实时处理
- 其次，数据在用户和云数据中心之间的长距离传输将导致高网络时延和计算资源浪费
- 再次，大多数终端用户处于网络边缘，通常使用的是资源有限的移动设备，具有低存储和计算能力以及有限的电池容量，所以有必要将一些不需要长距离传输到云数据中心的任务分摊到网络边缘端
- 最后，云计算中数据安全性和隐私保护在远程传输和外包机制中将面临很大的挑战，使用边缘计算处理数据则可以降低隐私泄漏的风险

为何需要边缘计算

- ❖ 云服务推
 - ❖ 与高速发展的数据处理速度相比，网络的带宽却停滞不前
- ❖ 物联网拉
 - ❖ 边缘处的数据量过大
 - ❖ 隐私保护要求
 - ❖ 物联网中的大多数终端节点都是能量受限的东西
- ❖ 从数据消费者到数据生产者的转变
 - ❖ YouTube, Facebook, Twitter
 - ❖ 可穿戴健康设备(隐私)



边缘计算发展

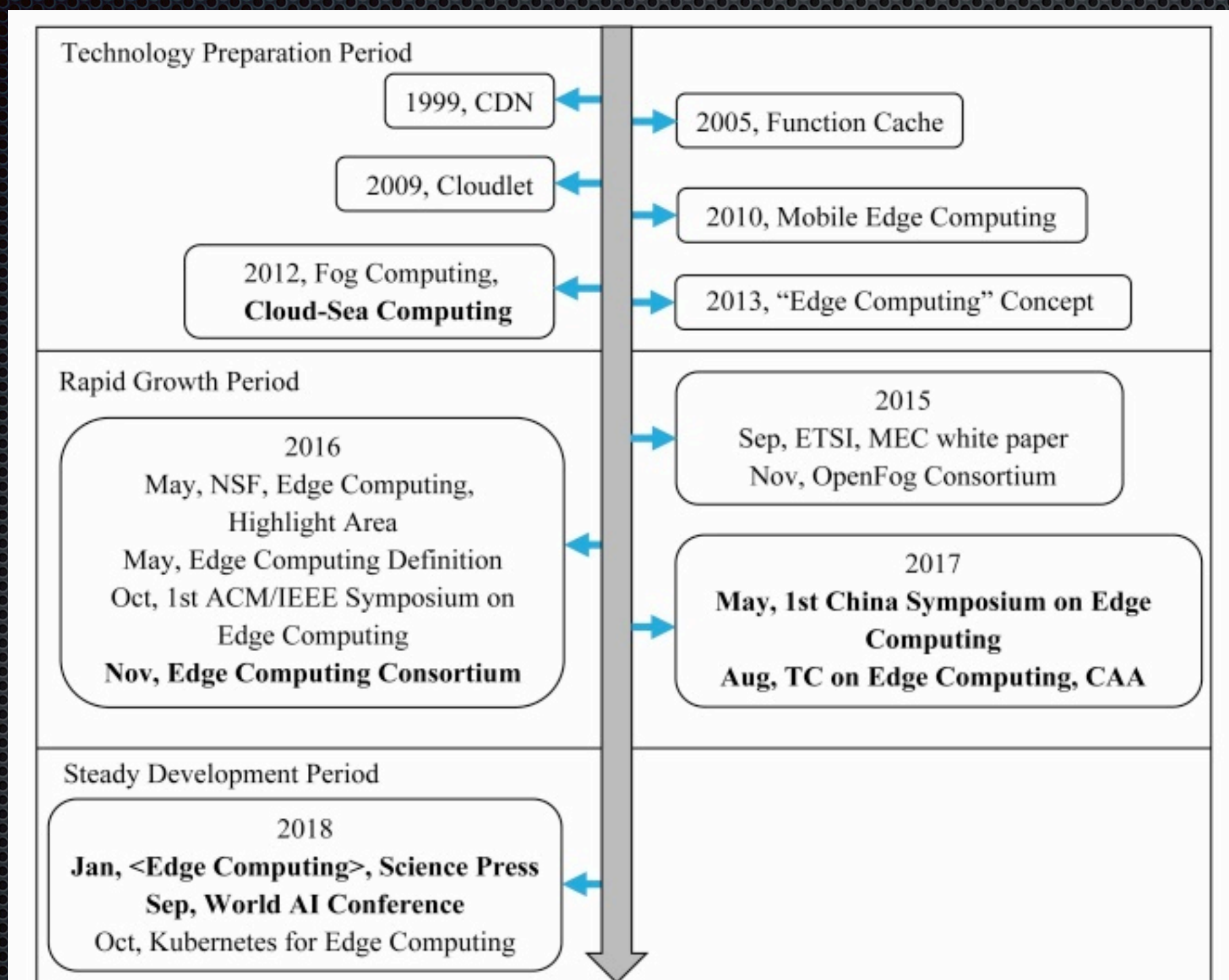
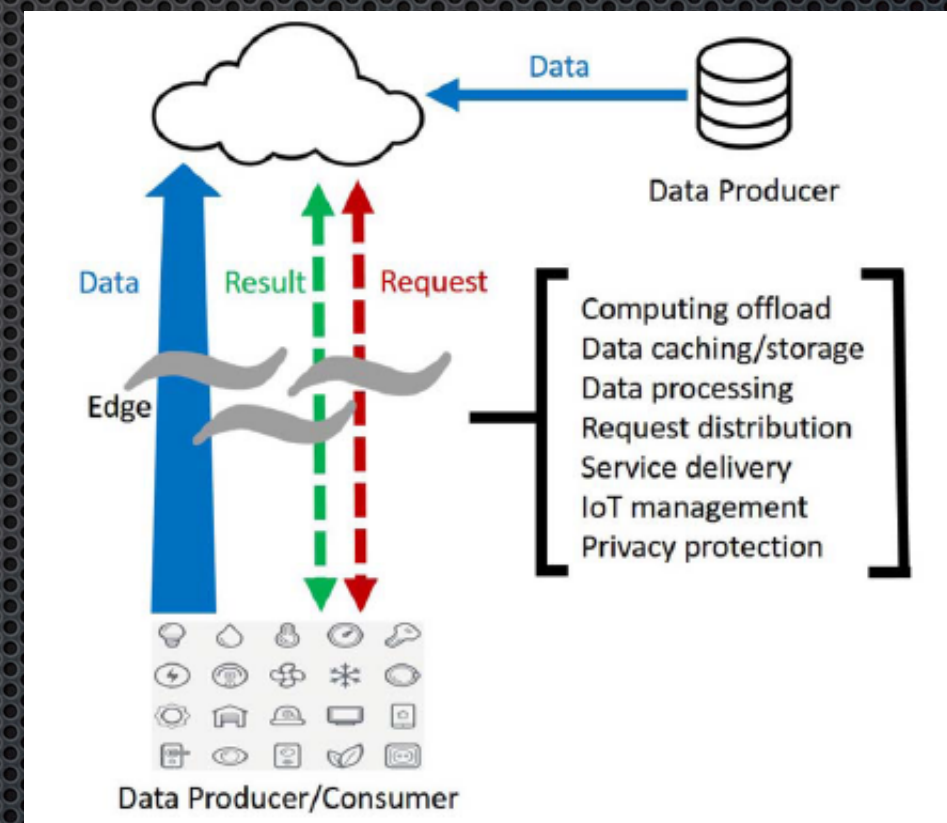


Fig. 2 Development states of edge computing and the typical events at each stage

图 2 边缘计算的发展历程及典型事件

边缘计算是什么？

- 我们将“边缘”定义为数据源和云数据中心之间的任何计算和网络资源
- 边缘计算与雾计算是可以互换的



边缘计算的定义

- ISO/IEC JTC1/SC38: 边缘计算是一种将主要处理和数据存储放在网络的边缘节点的分布式计算形式
- 国际标准组织ETSI的定义为在移动网络边缘提供 IT 服务环境和计算能力，强调靠近移动用户，以减少网络操作和服务交付的时延，提高用户体验

边缘计算2.0

- 主要包括云边缘、边缘云和边缘网关三类落地形态；以“边云协同”和“边缘智能”为核心能力发展方向；
- 软件平台需要考虑导入云理念、云架构、云技术，提供端到端实时、协同式智能、可信赖、可动态重置等能力；
- 硬件平台需要考虑异构计算能力，如鲲鹏、ARM、X86、GPU、NPU、FPGA 等。

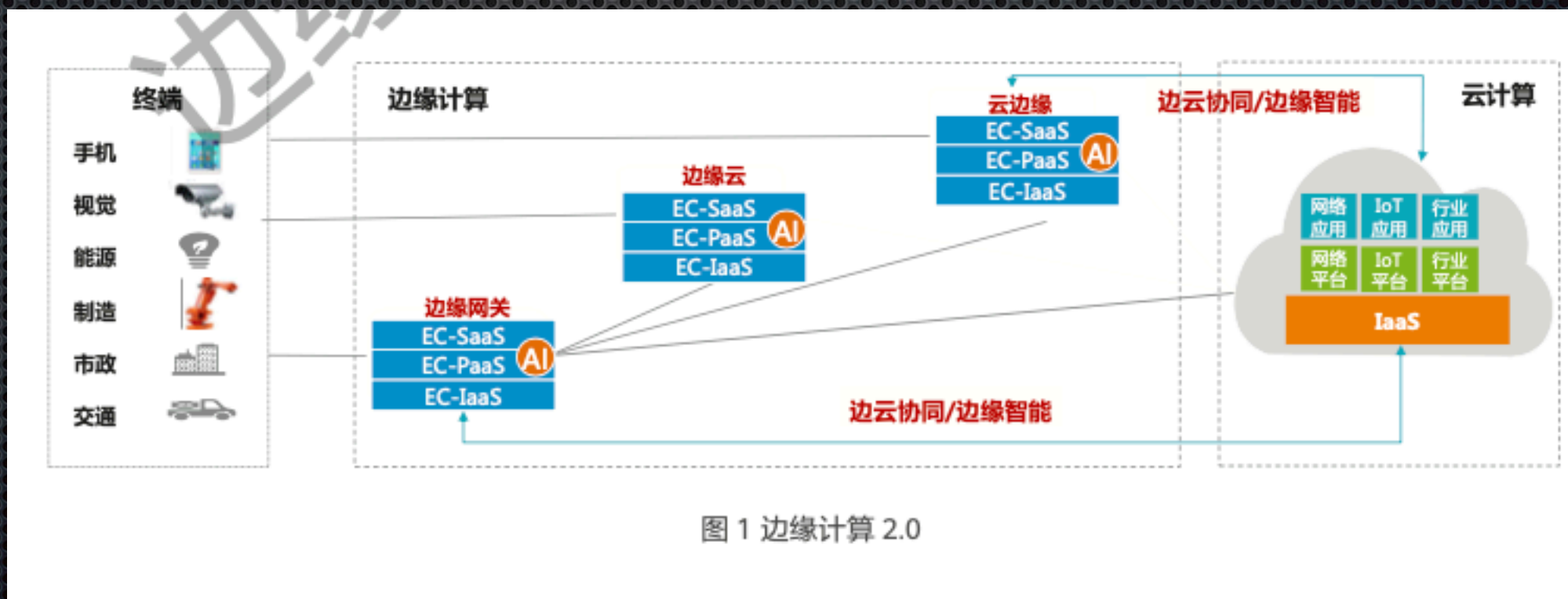


图 1 边缘计算 2.0

特征	Cloud	Edge/Fog
位置	集中	分布在不同的地理位置
容量	非常大的数据中心	许多小规模雾节点，形成一个大系统
能耗	高	低
延迟	高，因为终端用户和云之间的距离很大	低，因为边缘和最终用户之间的距离很短
资源和服务的邻近性	远离终端用户，在数据中心	靠近终端用户，处于网络边缘
应用	支持不需要短延迟的应用程序，主流云应用	支持大多数类型的应用程序，如VR、智能家居、智能车辆、智能城市
服务成本	高，因为数据中心被大公司垄断	由于在网络边缘处理数据，成本更低

边云协同放大各自价值

- 边缘计算的CROSS(Connectivity连接、Realtime实时、Optimization数据优化、Smart智能、Security安全)价值推动计算模型从集中式的云计算走向更加分布式的边缘计算
- 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
- 因此，边缘计算与云计算之间不是替代关系，而是互补协同关系

Edge computing

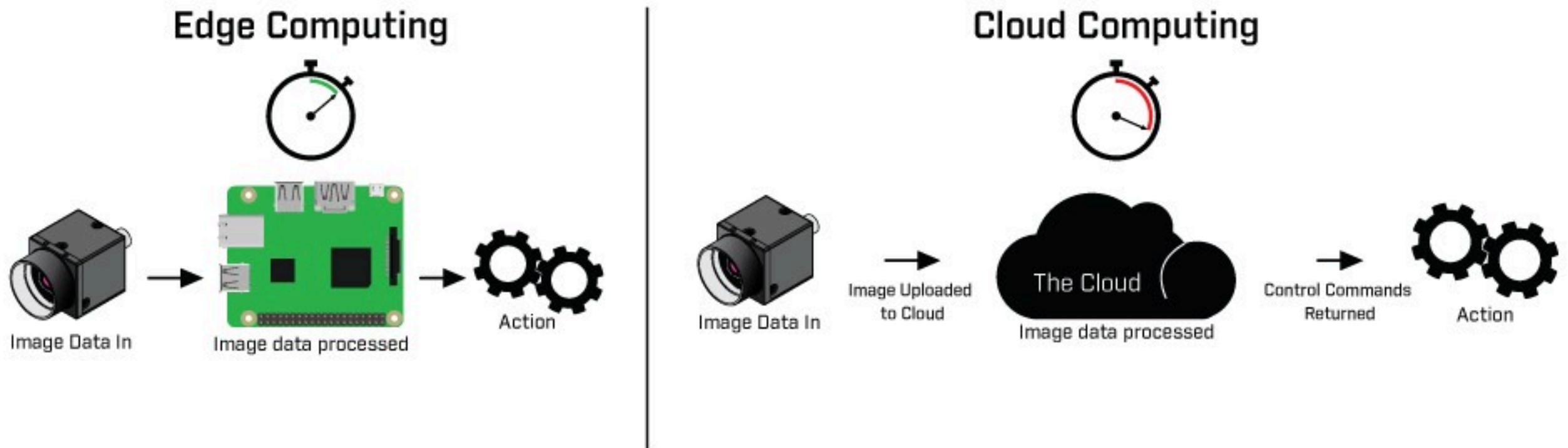


Figure 1: Edge computing processes image data close to the source for low system latency

Figure 2: Cloud computing results in a long signal path for image data which increases system latency

边缘计算例子

- 边缘计算是一种网络模型，其中数据处理发生在网络的边缘，靠近数据源。边缘计算可以消除将图像数据发送到中央服务器或云服务进行处理的需要。
- 例如，用于道路收费的边缘计算将使系统能够在靠近摄像头的低功耗单板计算机上进行车牌识别。只会传输车牌号码，而不会传输车辆或道路的完整图像。

边缘计算的主要优势

减少带宽	在源头处理数据，消除了将图像传输回中央服务器的需要。由于只发送可操作的信息，因此所需的带宽要少得多。
减少延迟	减少从边缘发送的数据量可以加快系统速度，并最大限度地减少捕获图像和到达信息之间的延迟。
改善隐私提升安全性	车牌、人脸等敏感信息不会传输到云端。

何时使用边缘计算

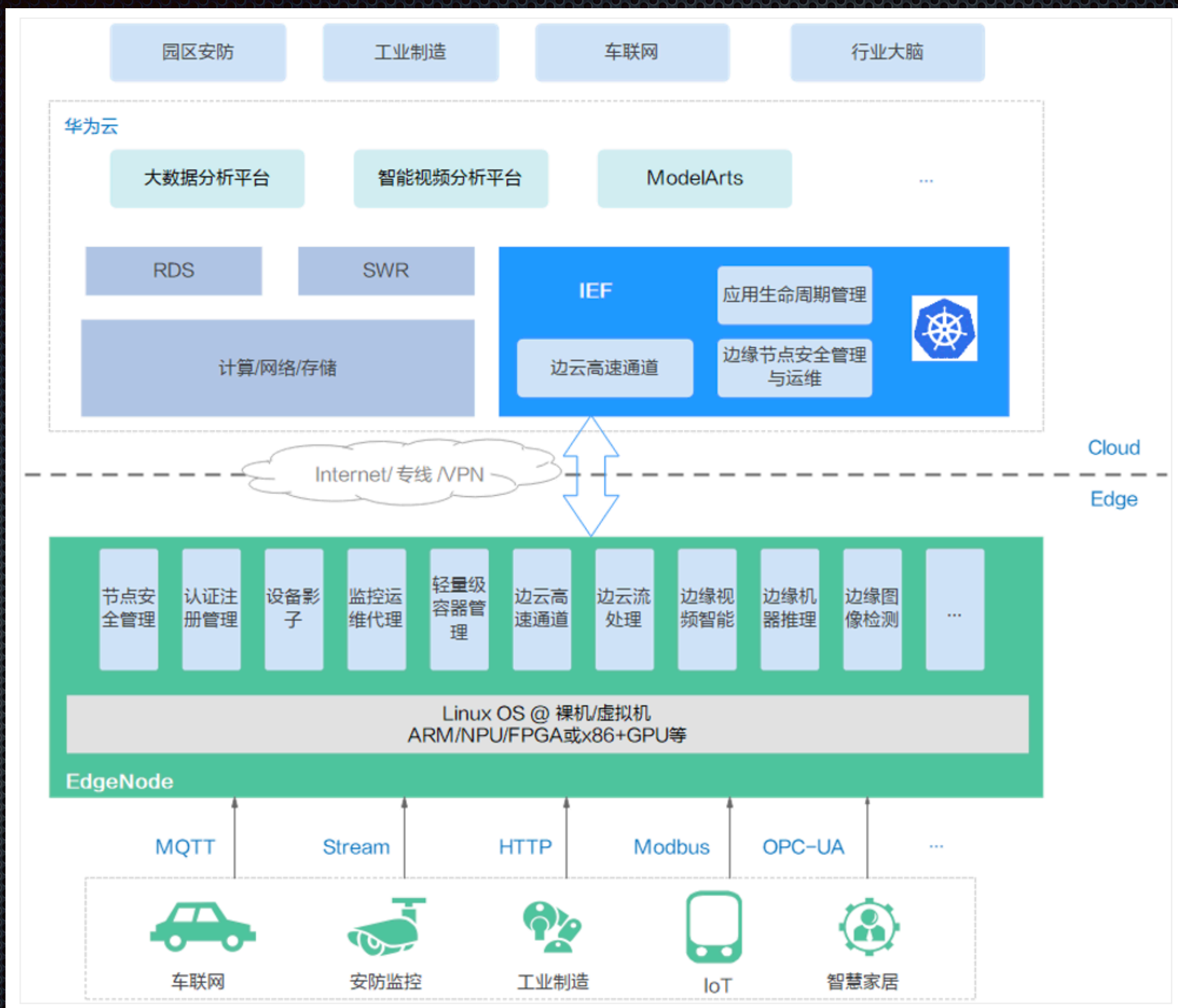
应用	优势
智能交通系统	更低的带宽消耗，提高系统安全性，降低隐私风险
工业自动化	更低的延迟和抖动，以实现更高的吞吐量
自动驾驶车辆导航	最大限度地减少系统延迟，使高速车辆能够快速做出决策，同时消除需要始终在线的数据连接的依赖

模型压缩技术

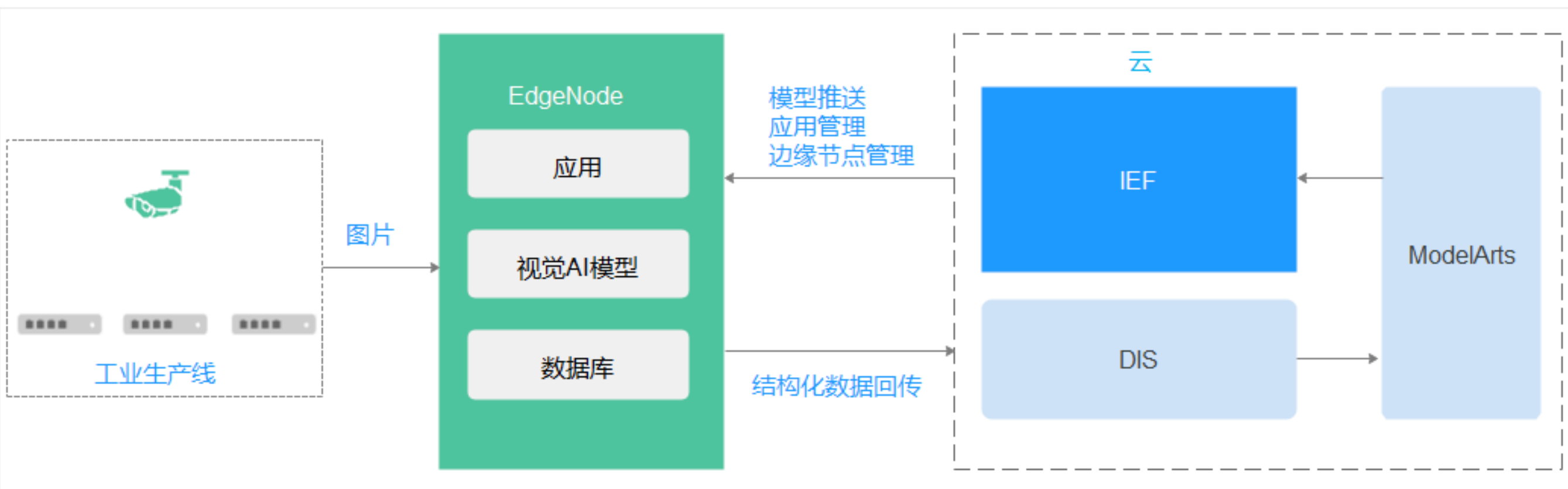
- 学术界和工业界普遍采用模型压缩技术来提高边缘设备上的学习效率，用于减小模型规模，能够提高计算速度并降低边缘设备的计算负担
 - 模型裁剪：可移除不必要的模型参数或层以简化模型
 - 参数量化则减少参数所需的位数来降低模型的存储和计算需求
- 这些方法有效缓解了边缘设备上模型部署的约束条件（如计算能力、存储空间的限制）

- 智能边缘平台（Intelligent EdgeFabric）通过纳管您的边缘节点，提供将云上应用延伸到边缘的能力，联动边缘和云端的数据，满足客户对边缘计算资源的远程管控、数据处理、分析决策、智能化的诉求，同时，在云端提供统一的边缘节点/应用监控、日志采集等运维能力，为企业提供边、云协同的一体化边缘计算解决方案





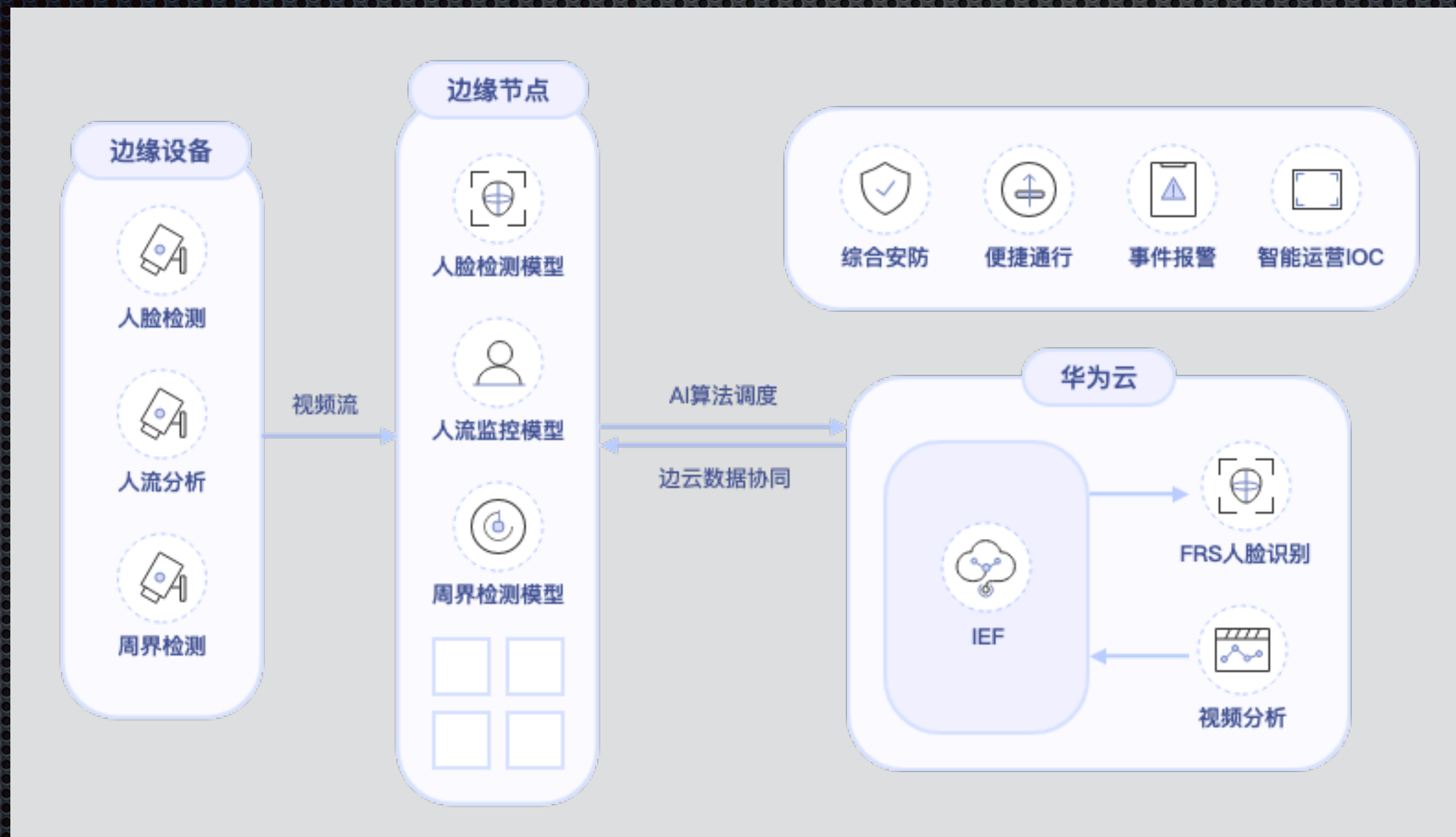
应用场景 — 工业视觉



华为车路协同解决方案架构



监控场景（华为）



<https://www.huaweicloud.com/product/ief.html>

IoT解决方案



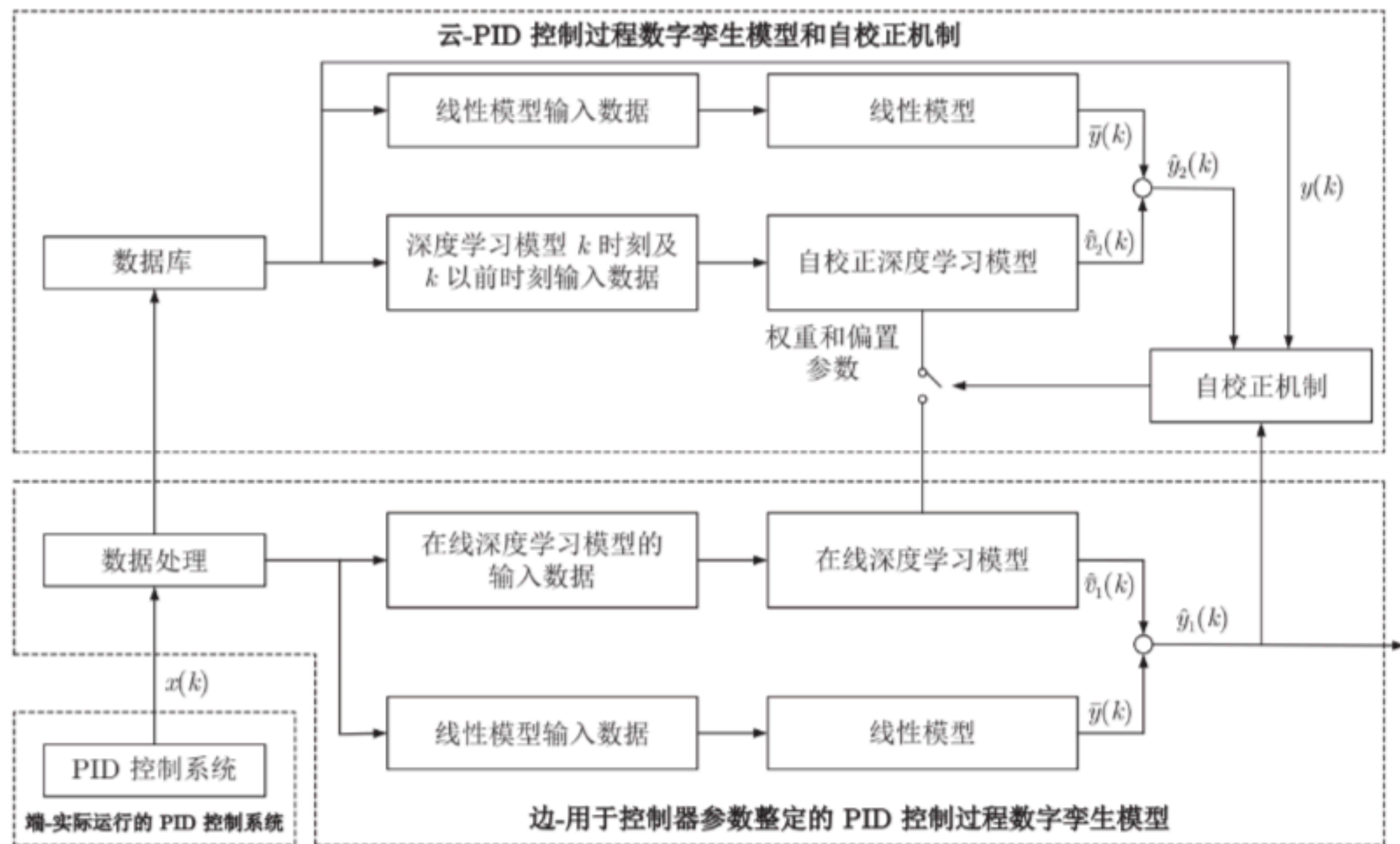


图 2 端边云协同的 PID 控制过程数字孪生模型结构

Fig.2 The structure of the digital twin model of PID control process based on end-edge-cloud collaboration

面向物联网端的边缘计算开源平台

- 面向物联网端的边缘计算开源平台，致力于解决在开发和部署物联网应用的过程中存在的问题，例如设备接入方式多样性问题等
- 这些平台部署于网关、路由器和交换机等边缘设备，为物联网边缘计算应用提供支持
- 代表性的平台是Linux基金会发布的 EdgeXFoundry和 Apache软件基金会的Apache Edgent

面向物联网端的边缘计算开源平台

▪ EdgeXFoundry的架构图



服务层描述

- 设备服务层：主要提供设备接入的功能，由多个设备服务组成。每个设备服务是用户根据设备服务软件开发工具包（SDK）编写生成的一个微服务。EdgeXFoundry使用设备文件去定义一个南侧设备的相关信息，包括源数据格式，存储在EdgeXFoundry 中的数据格式以及对该设备的操作命令等信息。设备服务将来自设备的数据进行格式转换，并 发送至核心服务层。目前，EdgeX Foundry提供了消息队列遥测传输协议（MQTT）、ModBus串行通信协议和低功耗蓝牙协议（BLE）等多种接入方式。
- 核心服务层。核心服务层由核心数据、命令、元数据、注册表和配置4个微服务组件 组成。核心数据微服务存储和管理来自南侧设备的数据、元数据微服务存储和管理设备的元数据。命令微服务将定义在设备文件的操作命令转换成通用的API，提供给用户以监测控制该设备。注册表和配置微服务存储设备服务的相关信息。
- 支持服务层。支持服务层提供边缘分析和智能服务，以规则引擎微服务为例，允许用户设定一些规则，当检测到数据满足规则要求时，将触发一个特定的操作。例如规则引擎可监测控制温度传感器，当检测到温度低于25度时，触发对空调的关闭操作。
- 导出服务层。导出服务层用于将数据传输至云计算中心，由客户端注册和分发等微服务组件组成。前者记录已注册的后端系统的相关信息，后者将对应数据从核心服务层导出至 指定客户端。
- 系统管理和安全服务：系统管理服务提供安装、升级、启动、停止和监测控制EdgeX Foundry 微服务的功能。安全服务用以保障来自设备的数据和对设备的操作安全。

参考文献

- Challenges and Opportunities in Edge Computing.pdf
- edge and fog computing for IoT A survey on current research activities future directions
- IDC：中国边缘基础设施市场概览报告发布——边缘云发展正当时
- <https://zhuanlan.zhihu.com/p/55306124>
- <https://zhuanlan.zhihu.com/p/339727674>