

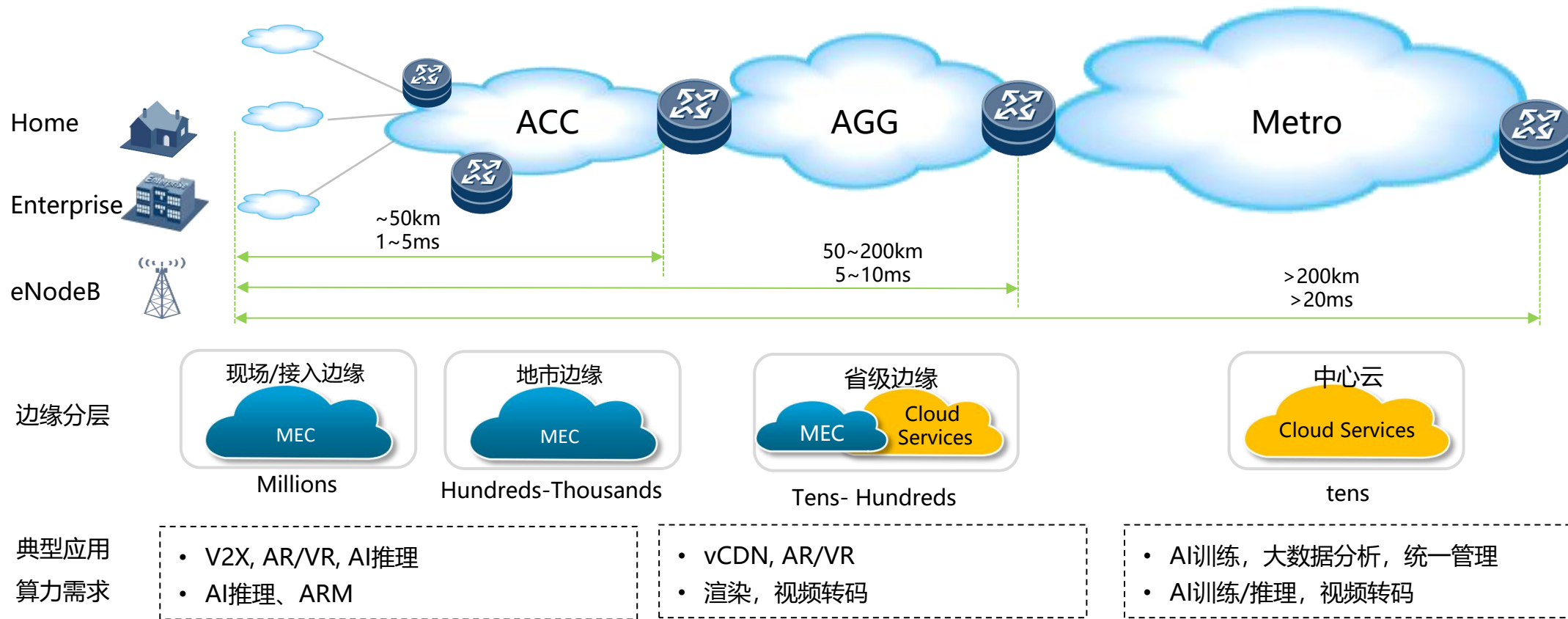
# KubeEdge

## 海量边缘节点管理架构实战

徐飞 @fisherxu

KubeEdge Maintainer, 华为云高级工程师

# 边缘计算的形态与定义



# 关键挑战

- **边缘计算细分领域众多，互操作性差**
- **边云通信网络质量低**，时延高，且边缘经常位于私有网络，难以实现双向通信
- **边缘资源受限**，需要轻量化的组件管理运行边缘应用
- 边缘离线时，需要具备**业务自治**和**本地故障恢复**等能力
- **边缘节点高度分散**，如何高效管理，降低运维成本
- 如何对**异构资源**进行标准化管理和灵活配置



# 云原生的核心优势

## 解耦软件开发，提高灵活性和可维护性

- 基于容器镜像的软件分层，清晰的依赖管理
- 剥离程序、配置和微服务，让开发者聚焦业务开发
- 通过拆分应用程序为微服务和明确的依赖描述

## 多云支持，避免厂商锁定

- 厂商基于标准接口提供服务，互操作性强
- 开源为主，丰富的标准软件生态 - 用户选择多
- 支持在所有公有云、私有云或混合云部署

## 避免侵入式定制

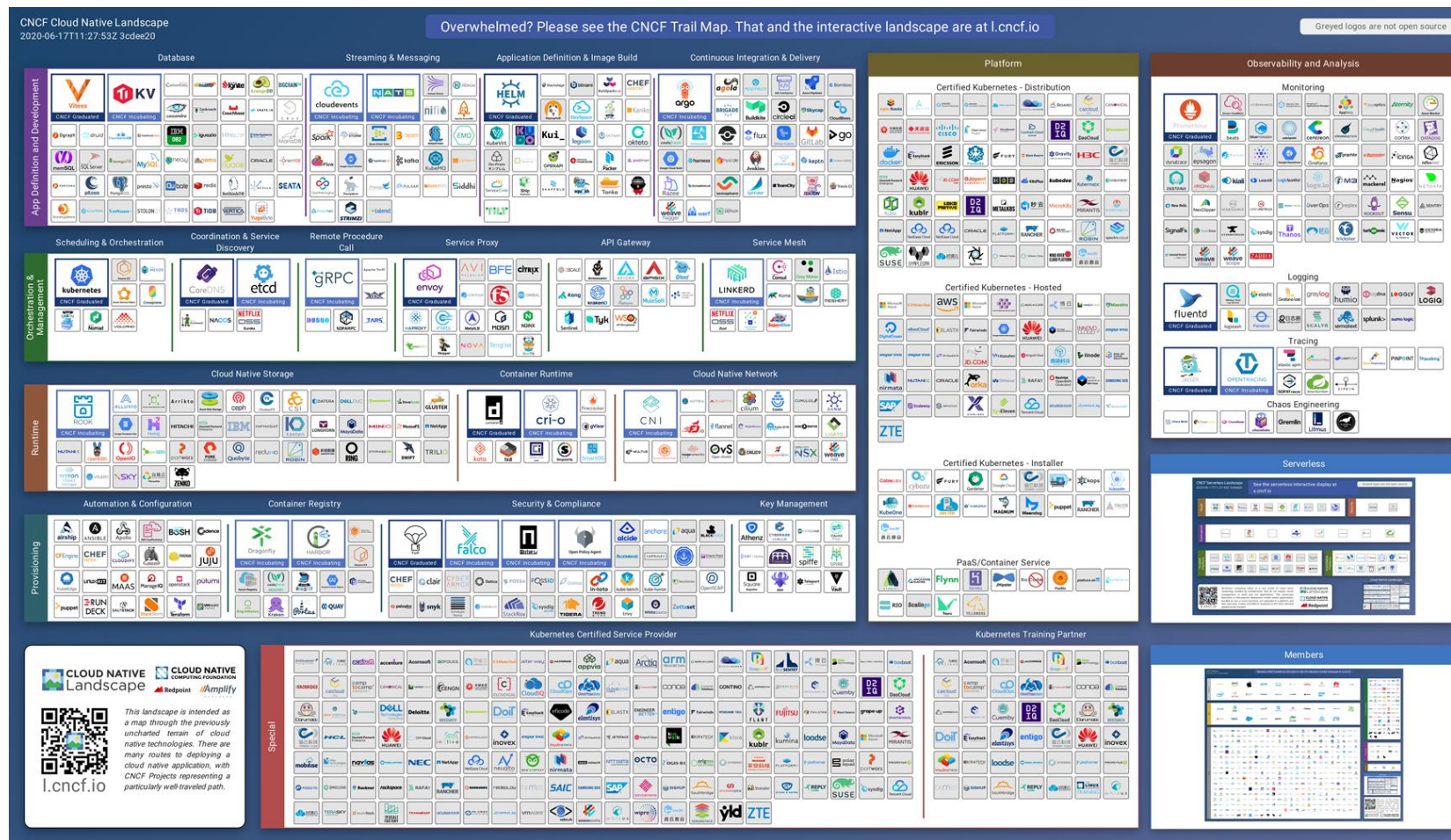
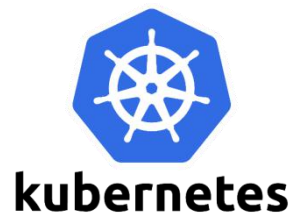
- 基于K8s的松耦合平台架构，易扩展
- K8s已被公认是platform for platform

## 提高工作效率和资源利用率

- 通过中心编排过程 动态管理和调度应用/微服务

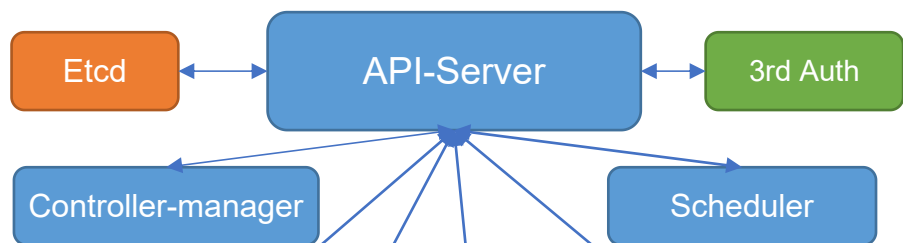


# 基于开源技术的云原生，实现了空前的标准化和生态繁荣

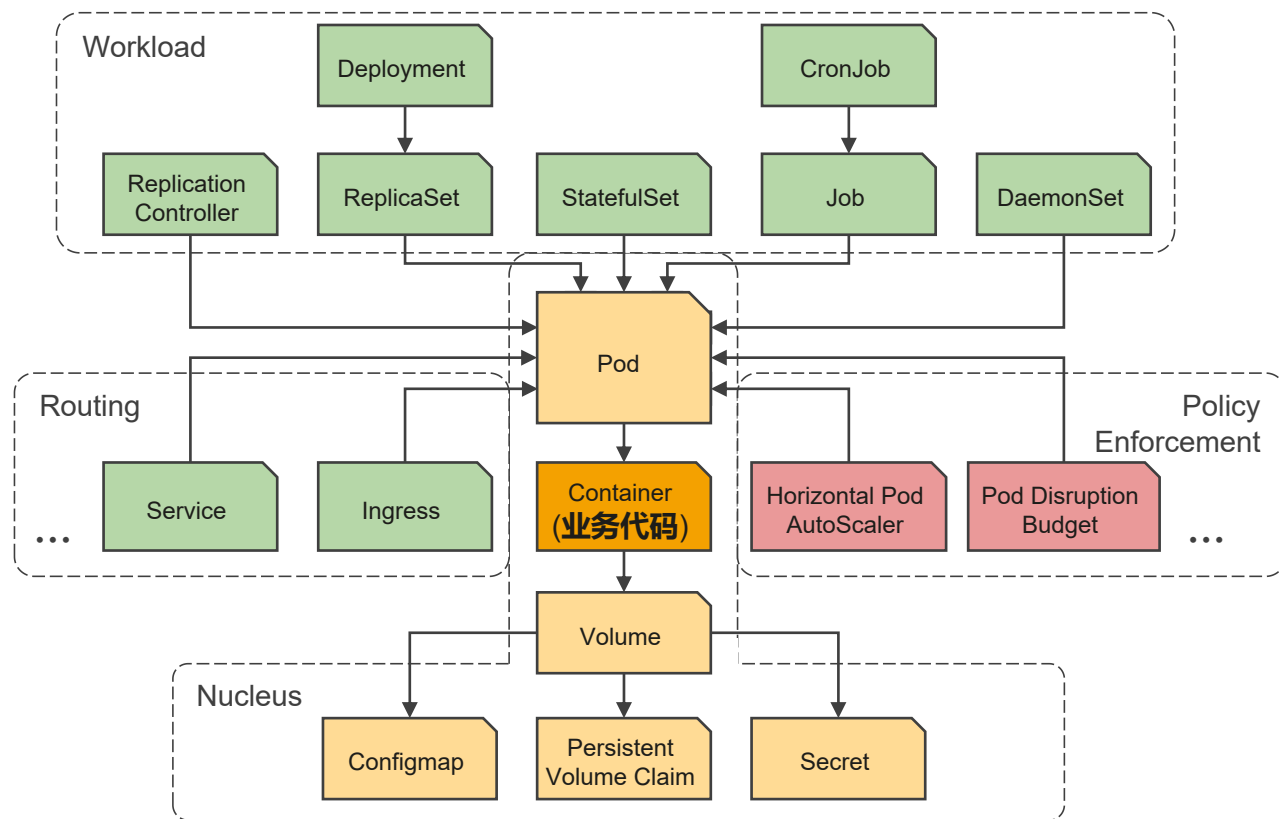
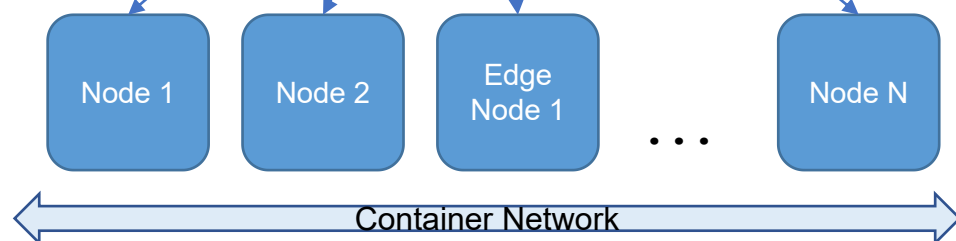


# Kubernetes架构

## Control Plane

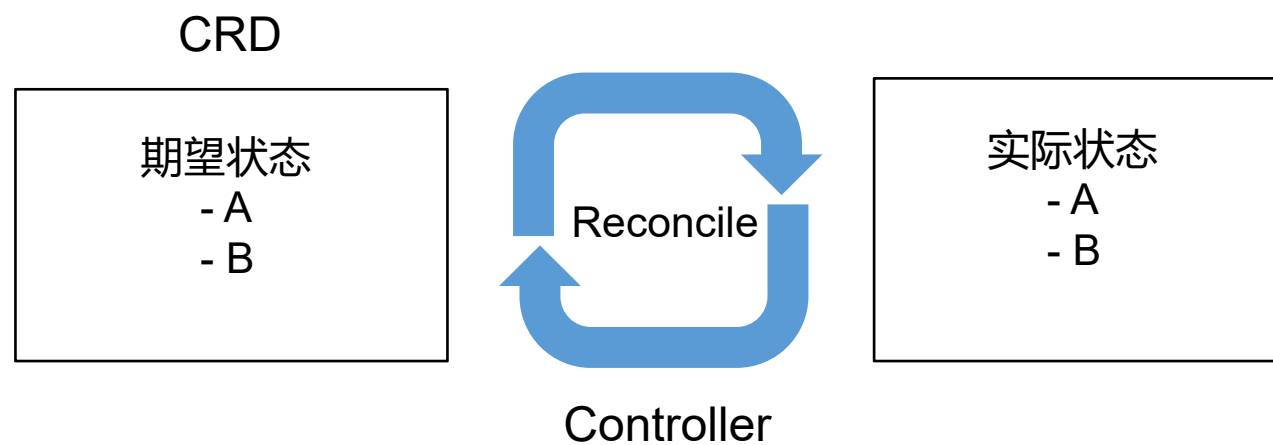


## Data Plane

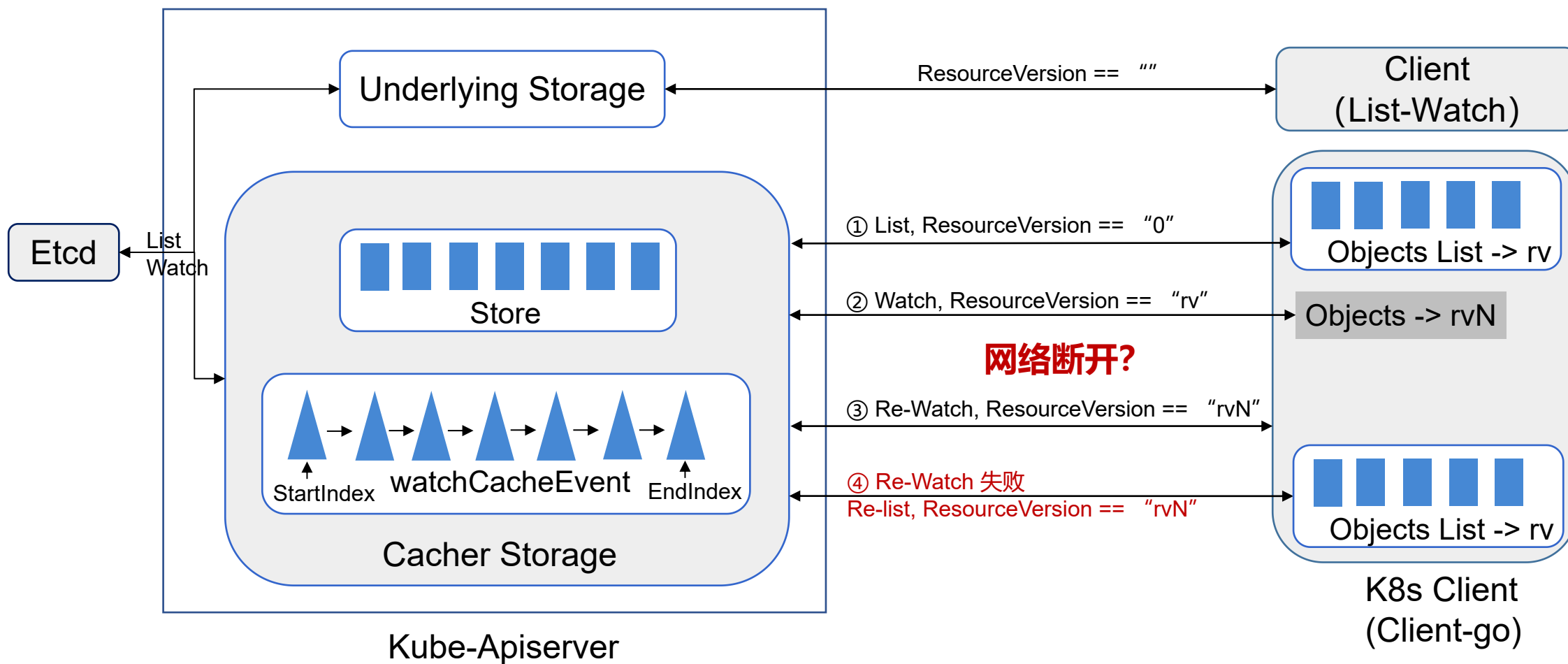


# Kubernetes的扩展API设计——CRD

- CRD
- Controller



# Kubernetes List-Watch机制





# 基于K8s构建边缘计算平台

## 关键优势

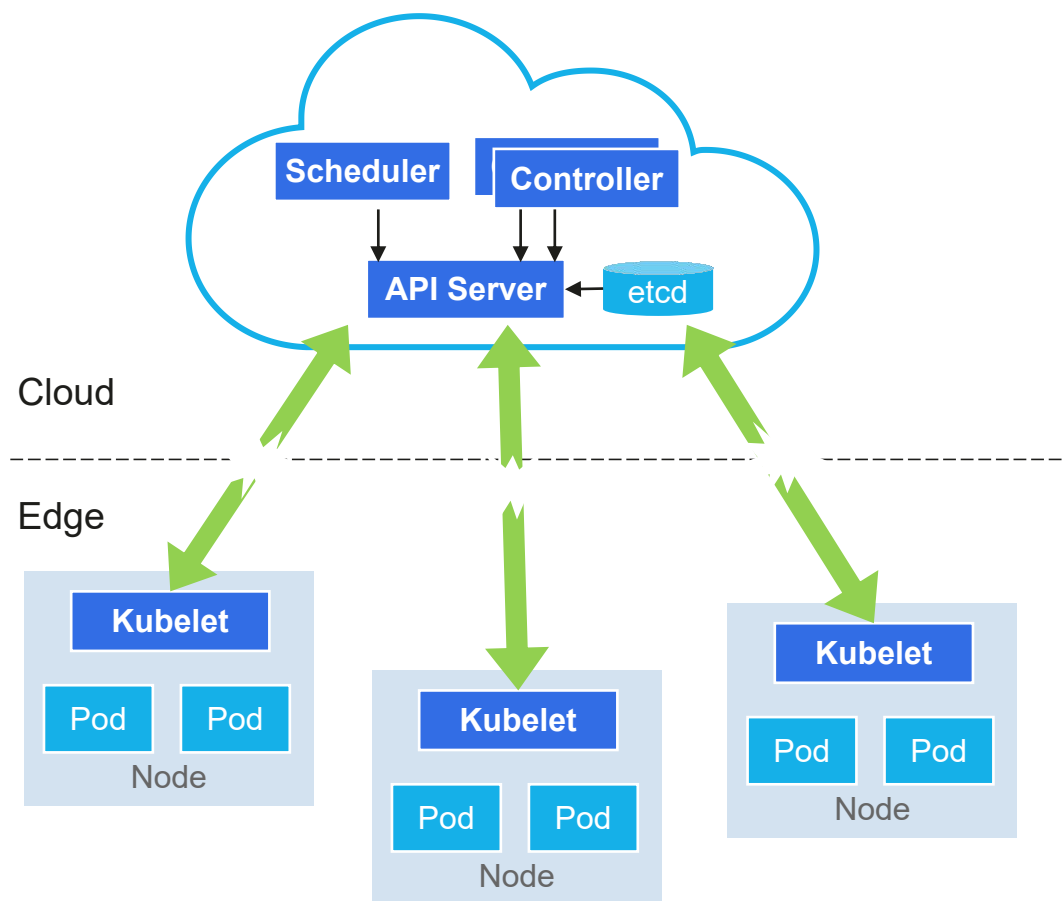
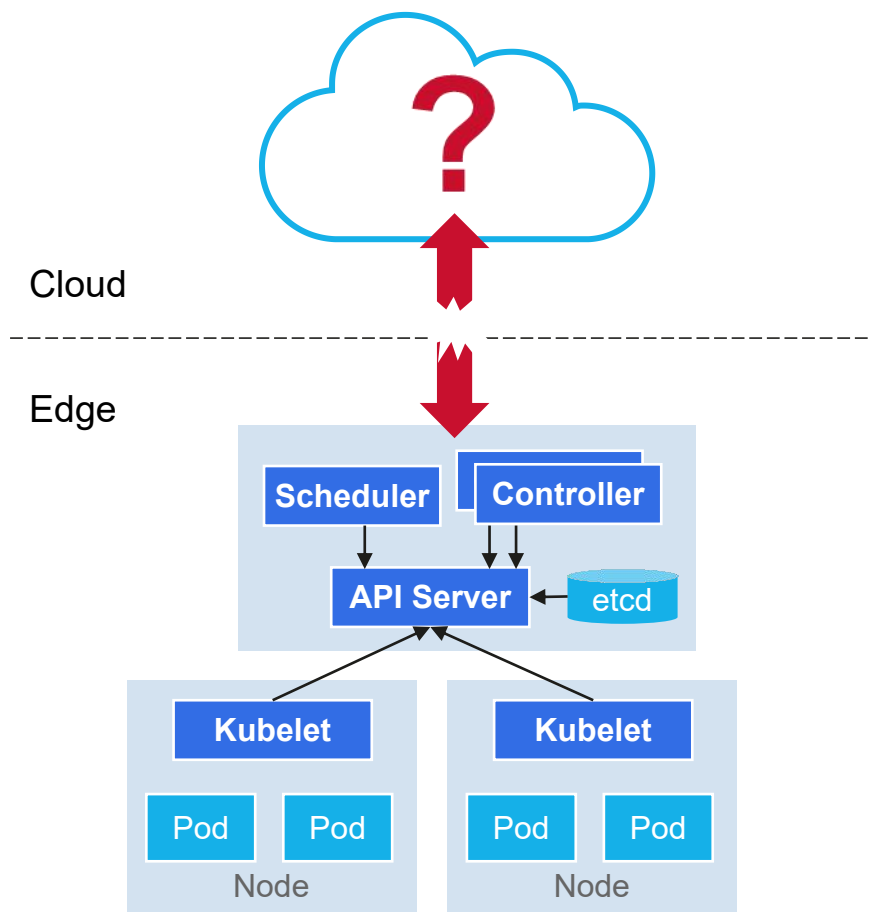
- 容器化应用封装
  - Build once, run anywhere
  - 轻量化基础镜像, 降低资源占用
- 通用的应用抽象定义
  - 业界事实标准
  - 云上、边缘统一管理
- 松耦合的架构
  - 易扩展的API框架
  - 易于定制平台组件

## 主要挑战

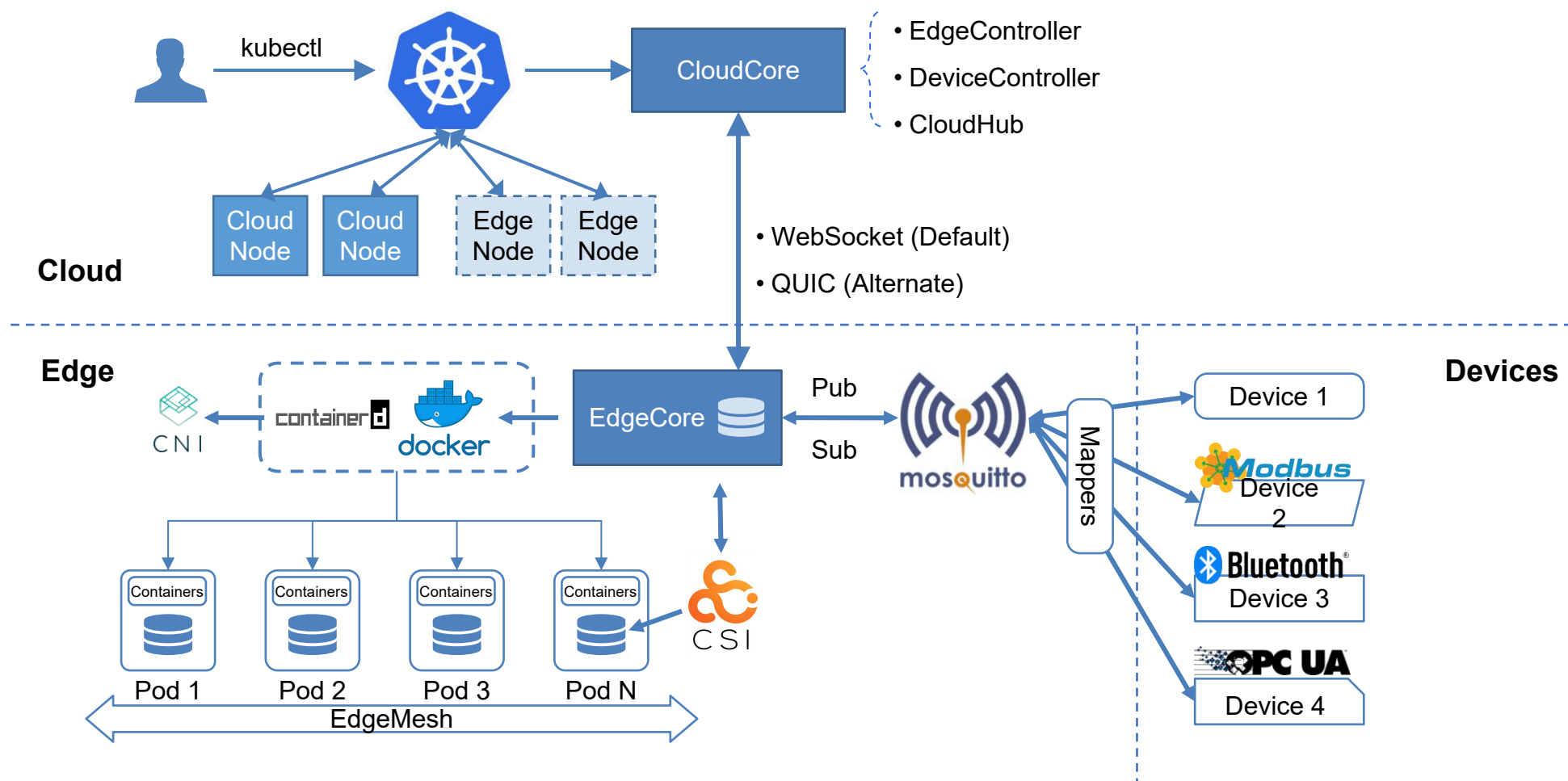
- 资源有限
  - 往往很少
- 网络受限
  - 私网, 带宽有限, 延迟高
- 边缘如何离线自治
  - 网络不稳, 随时可能离线
  - 离线状态下, 边缘应用继续工作



# 边缘节点 vs. 边缘集群?



# KubeEdge 架构



# KubeEdge核心理念

## • 开放生态

- **100%兼容Kubernetes原生能力**，支持用户使用Kubernetes原生API统一管理边缘应用
- **边缘可靠的list-watch接口**，对接原生生态
- 边缘设备通信协议：支持MQTT、Modbus、Bluetooth、Wifi、OPC-UA、ZigBee等设备通信协议，支持自定义插件扩展边缘设备协议。

## • 支持海量边缘设备管理

- 针对资源受限场景进行自身组件轻量化，~70MB内存占用
- 可插拔边缘设备管理框架，支持用户自定义扩展，**解耦底层设备通信**。

## • 支持复杂的边云网络环境

- **双向多路复用的边云消息通道**，支持边缘位于私有网络
- **应用层可靠增量同步机制**，支持在高时延、低质量网络环境下工作

## • 应用/数据边缘自治

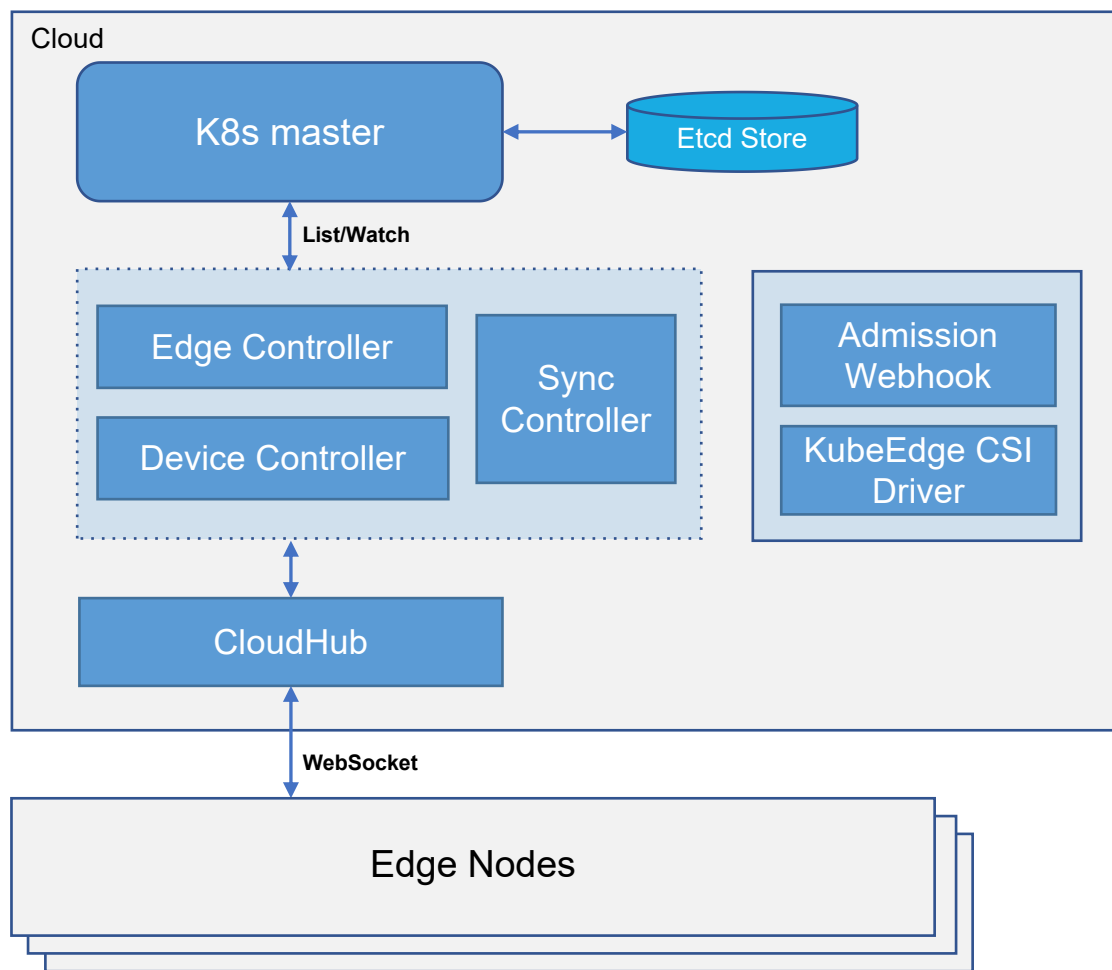
- **支持边缘离线自治**：边缘元数据持久化、边缘DNS，保证边缘离线时的业务运行和故障恢复能力
- 支持边缘数据流式处理，定义**边缘数据清洗**、**数据分析**等处理工作

## • 边云一体资源调度和流量协同

- 支持**边缘节点和云节点混合管理**
- 提供**边云数据通信**和**边边数据通信**



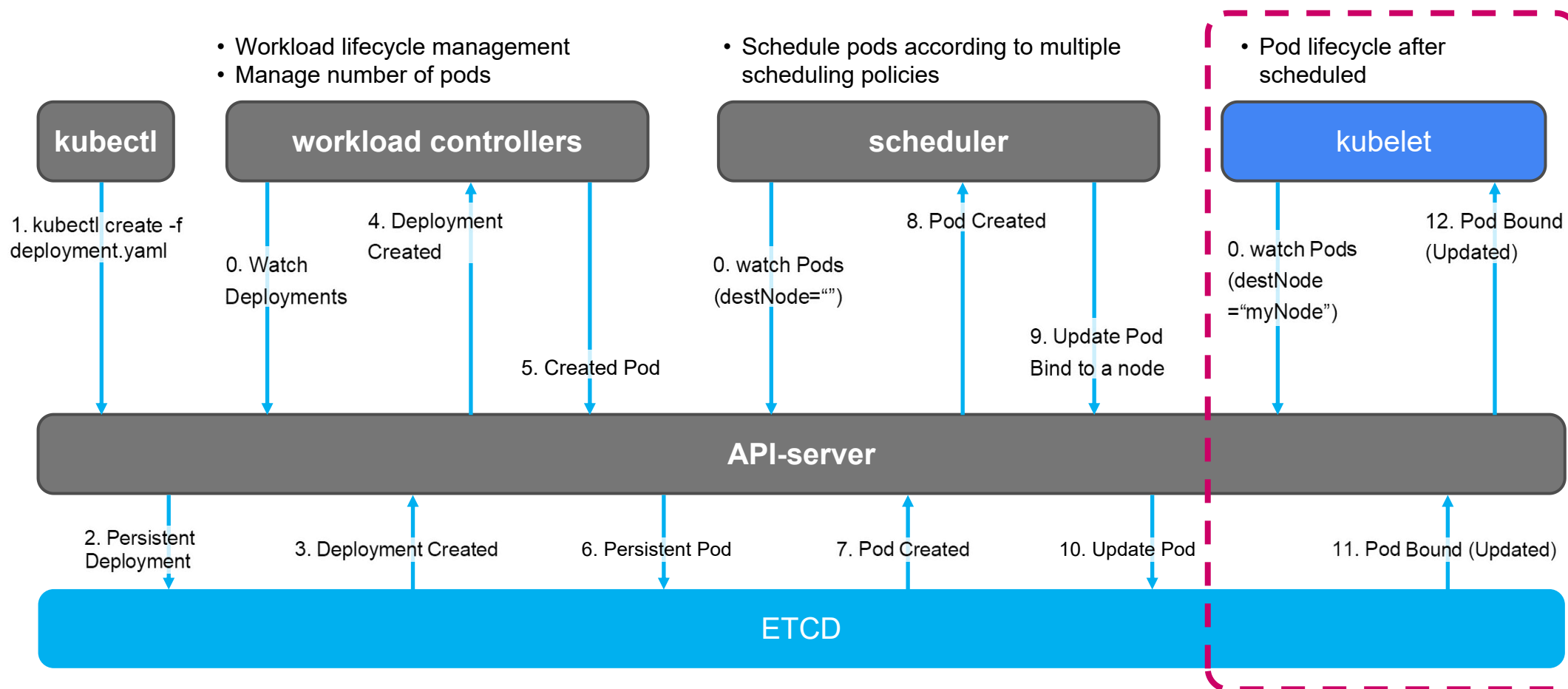
# KubeEdge架构 -- Cloud



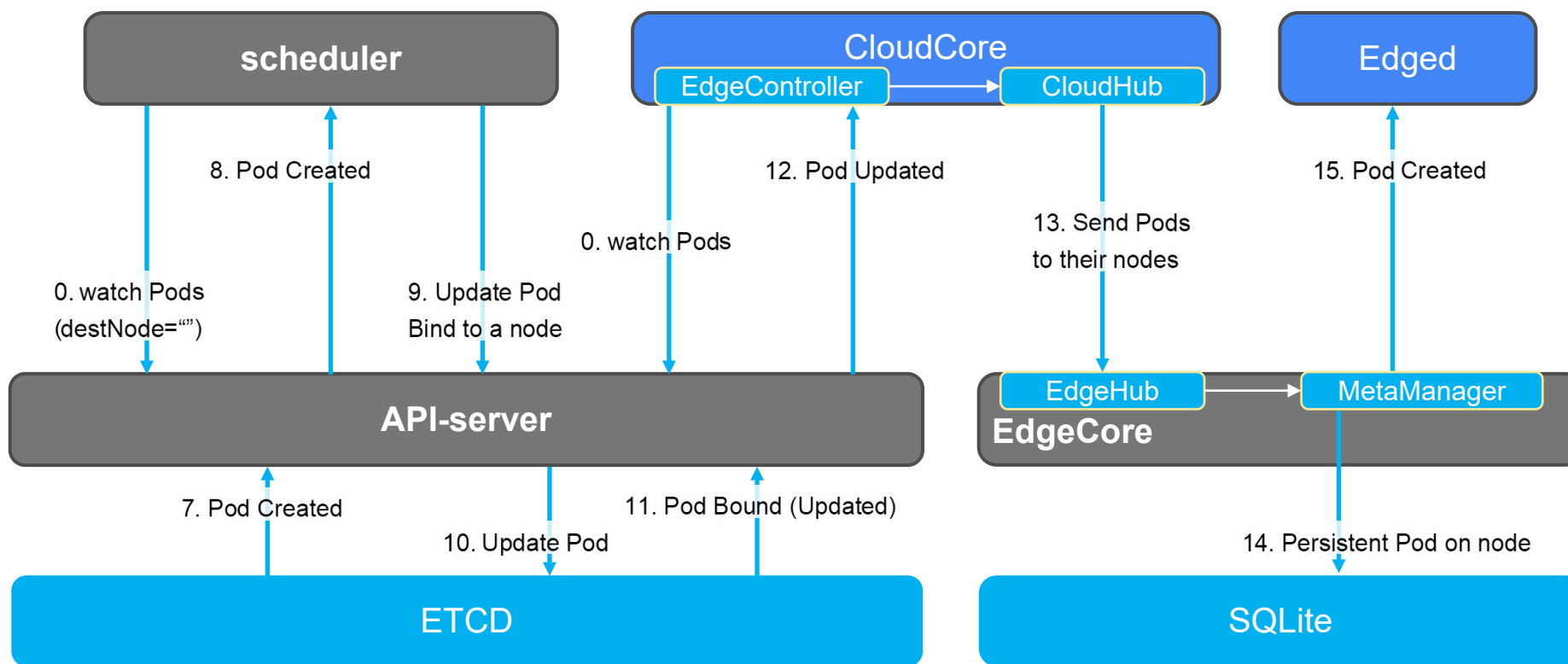
- EdgeController
  - 边缘节点管理
  - 应用状态元数据云边协同
- 设备抽象API/DeviceController
  - 接入和管理边缘设备
  - 设备元数据云边协同
- Sync Controller
  - 应用层边云协同可靠性，保持云边最终一致
- CSI Driver
  - 支持第三方CSI插件无缝集成
- Admission Webhook
  - 实现边缘应用最佳实践；扩展API输入校验



# 启动一个边缘应用



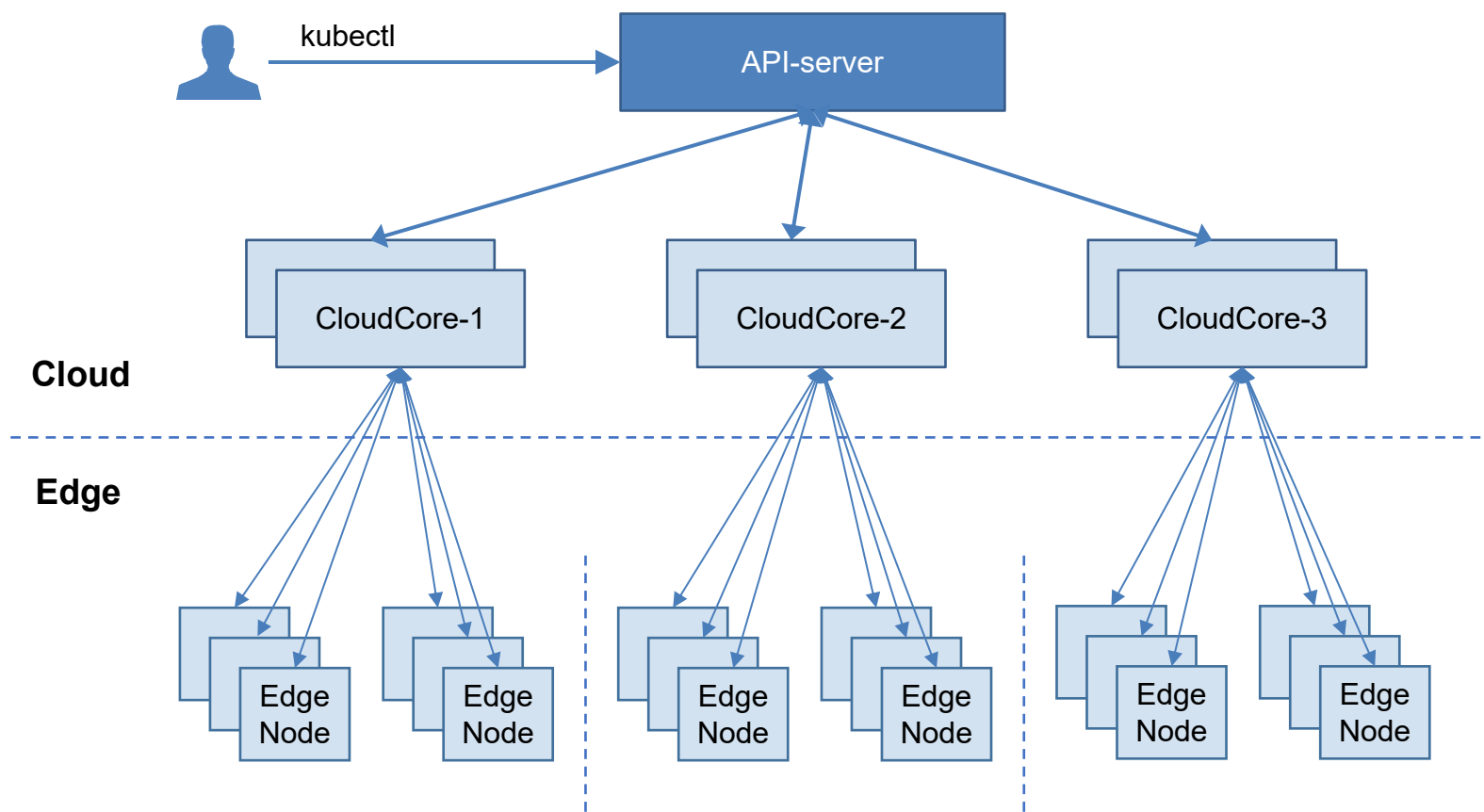
# 启动一个边缘应用



- 非侵入实现Pod边缘运行，支持云边混合管理
- 元数据边缘持久化，支持离线自治
- 增量同步，网络消耗平稳



# 海量边缘节点：静态分区+多对主备

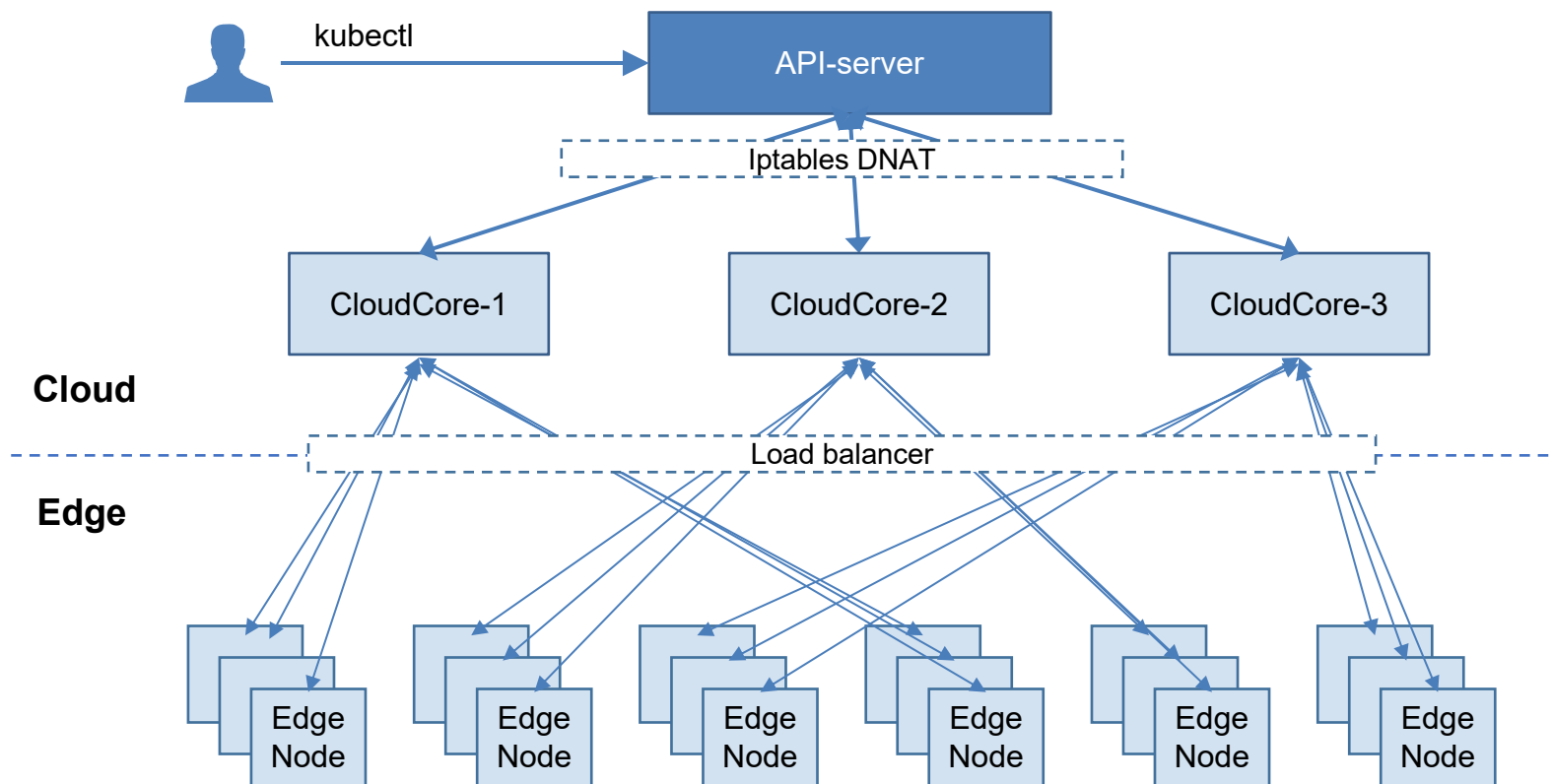


- CloudCore多组主备部署, **scalability 二级放大**
- 不同node分区连接指定cloudcore
- APIServer根据分区设置路由规则, 必要时通过特定cloudcore访问边缘节点





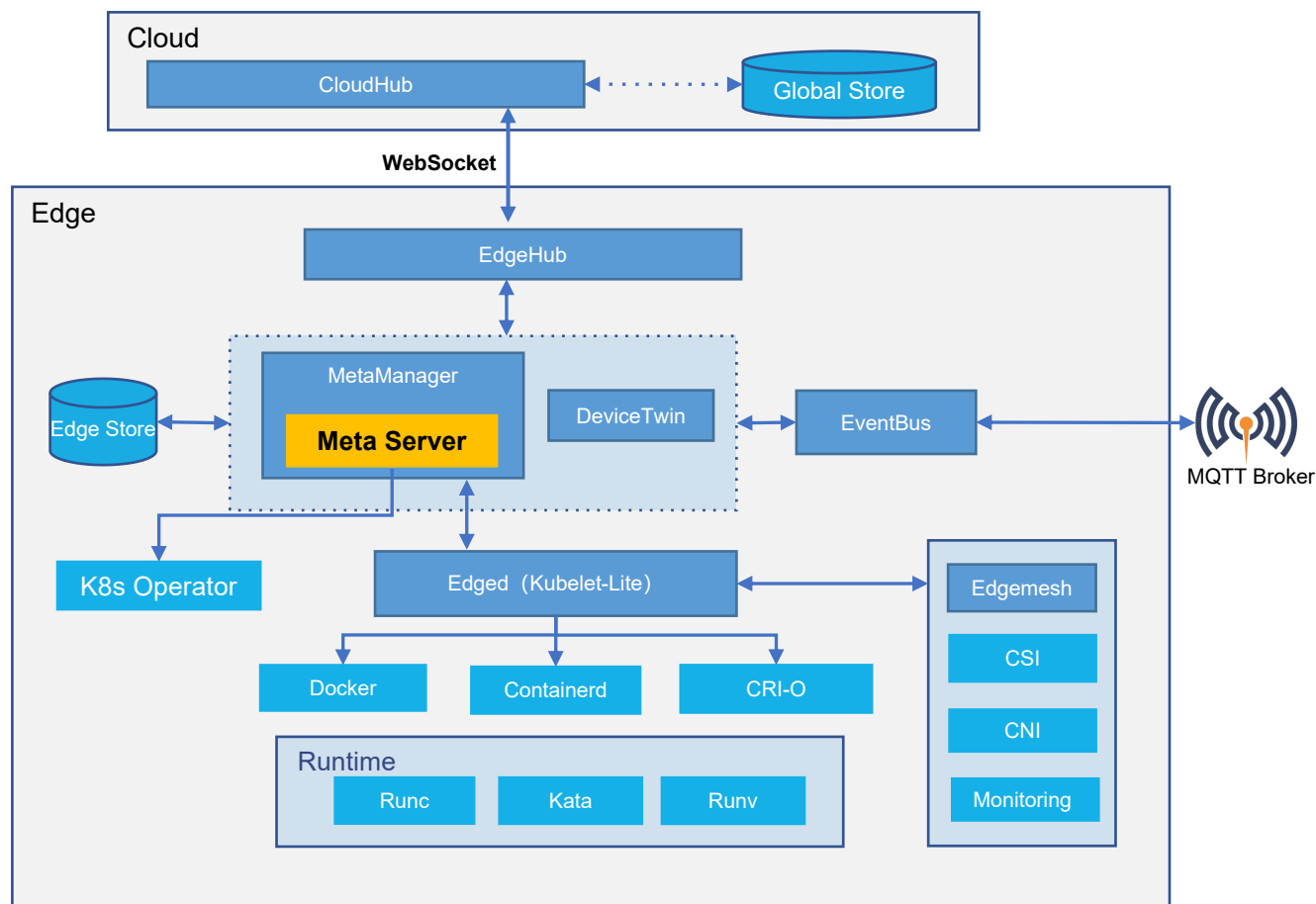
# 海量边缘节点：多主运行，自动协商



- CloudCore实例间自动协商，自由扩缩实例，灵活调整scalability
- 边缘节点可通过LB接入任意CloudCore
- Iptables自动配置APIserver DNAT规则，打通APIserver到CloudCore (再到各边缘节点) 连接



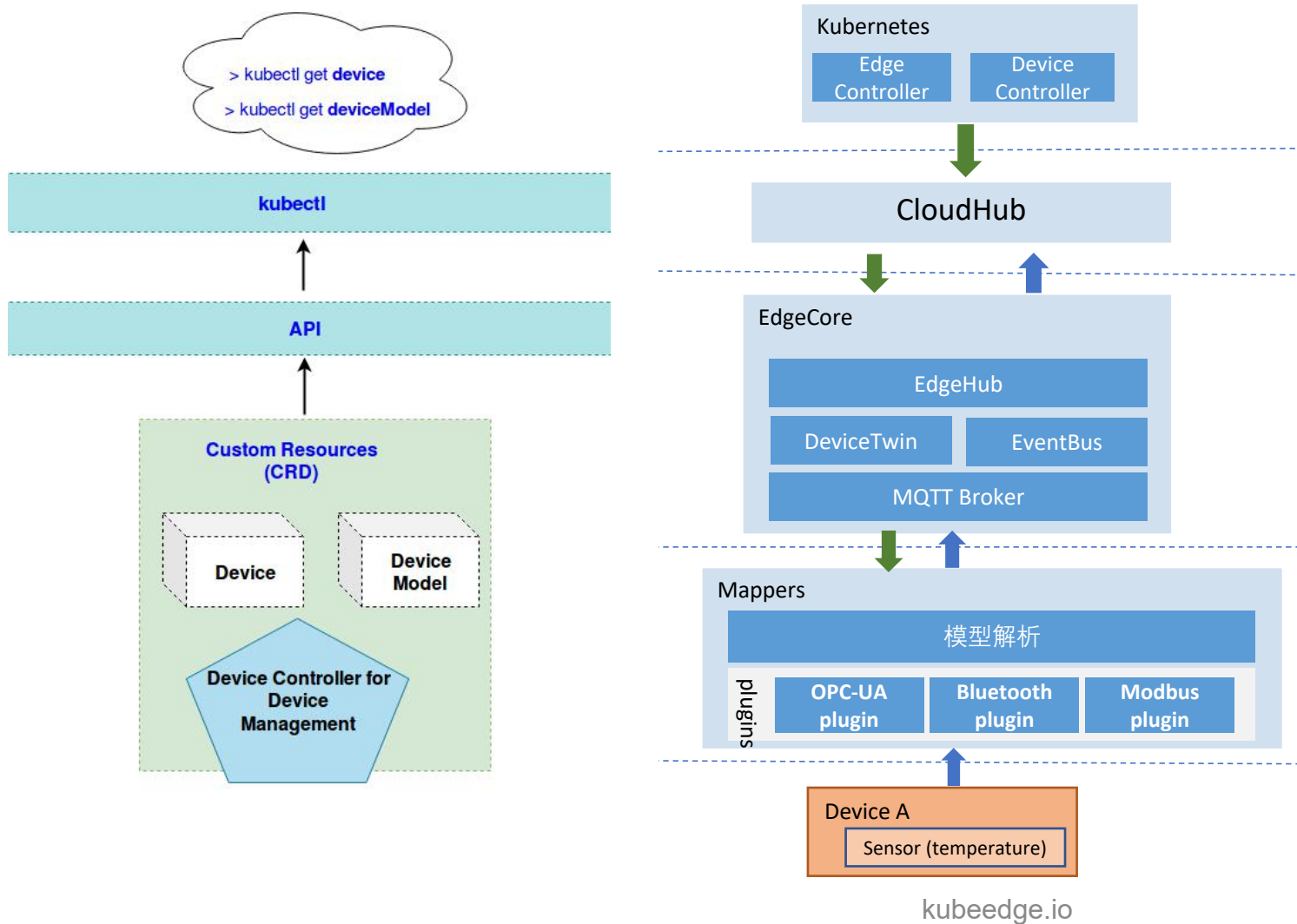
# KubeEdge架构 -- Edge



- EdgeHub
  - Messaging over WebSocket
  - 提供可靠的云边信息同步
- MetaManager
  - 元数据本地持久化
  - **边缘提供可靠K8s原生API访问**
- Edged
  - Kubelet-lite
  - 轻量化实现Pod生命周期
- DeviceTwin
  - 同步设备信息到云端
- EventBus
  - MQTT client, 边缘设备、应用无感知通信



# 边缘设备管理

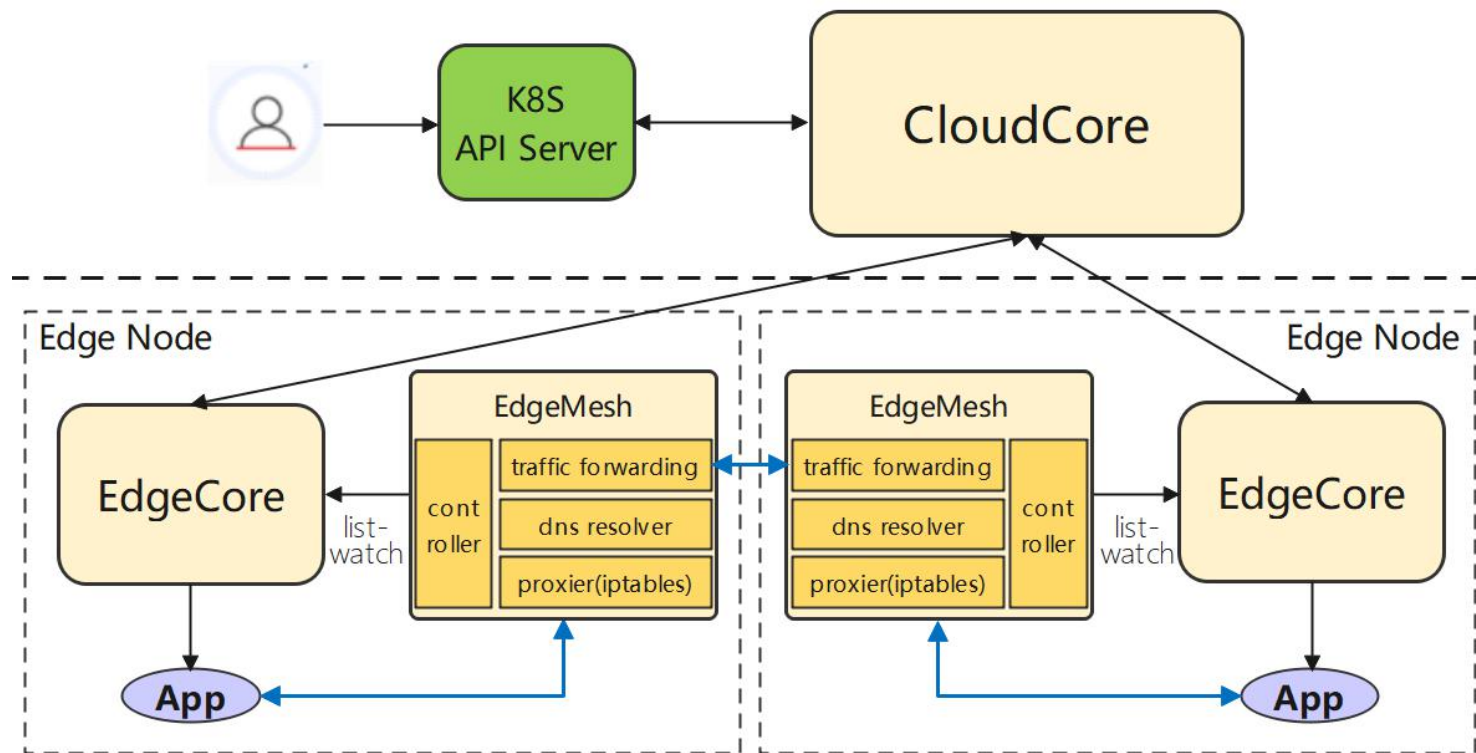


- **K8s CRD提供设备北向API**
  - ✓ DeviceModel: 同类设备通用抽象
  - ✓ Device (Instance): 设备实例配置, endpoint, 寻址偏移等
- **解耦应用、设备通信**
  - ✓ DeviceTwin
  - ✓ EventBus: 标准化设备消息topic, 应用无需感知设备实际通信协议
- **开放设备生态**
  - ✓ 支持业界主流设备协议: MQTT、Modbus、OPC-UA、Bluetooth、ONVIF等
  - ✓ 通过自定义mapper接入指定协议设备

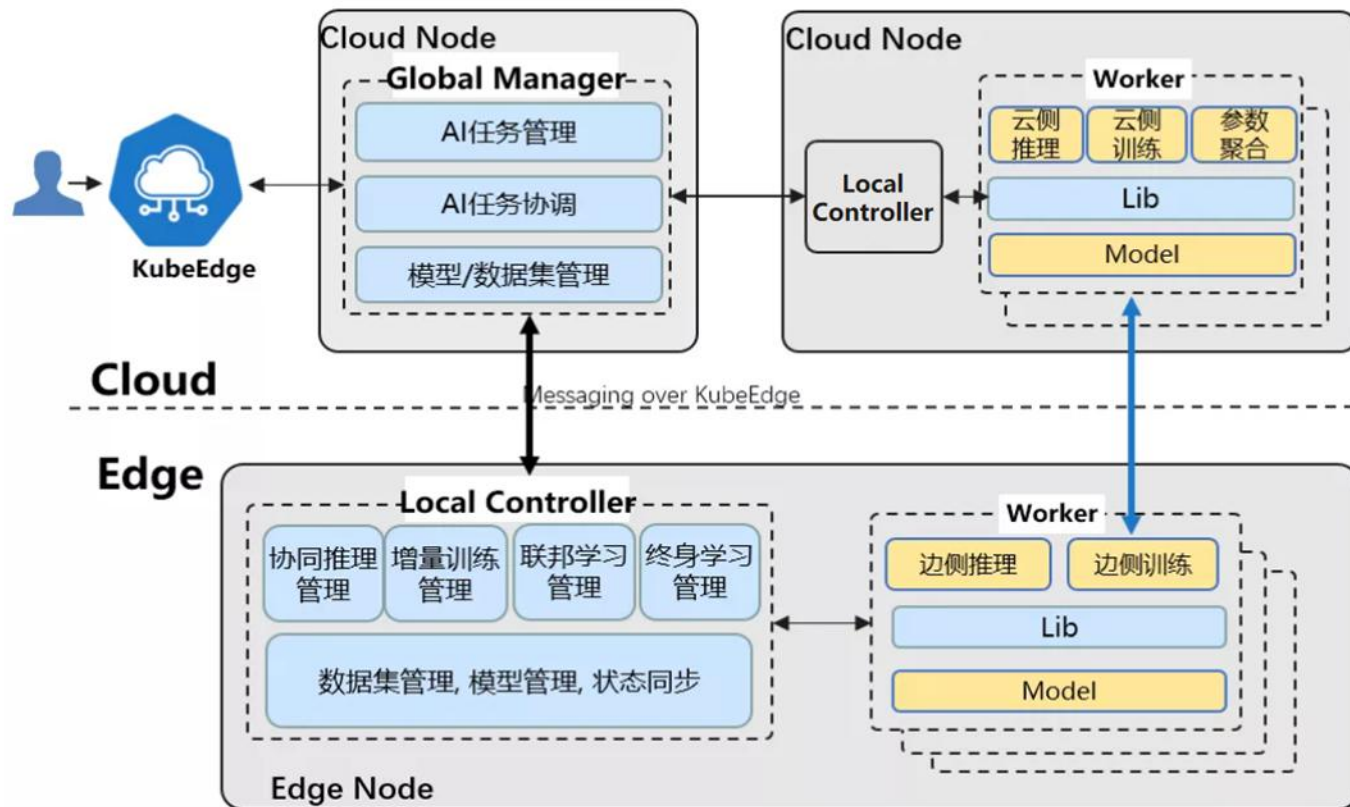


# EdgeMesh

- EdgeMesh-proxy负责边缘侧流量转发
- 边缘内置域名解析能力，不依赖中心DNS
- 支持L4, L7流量治理
- 支持跨越边云的一致服务发现和访问体验
- \*跨子网通信
- \*使用标准的istio进行服务治理控制



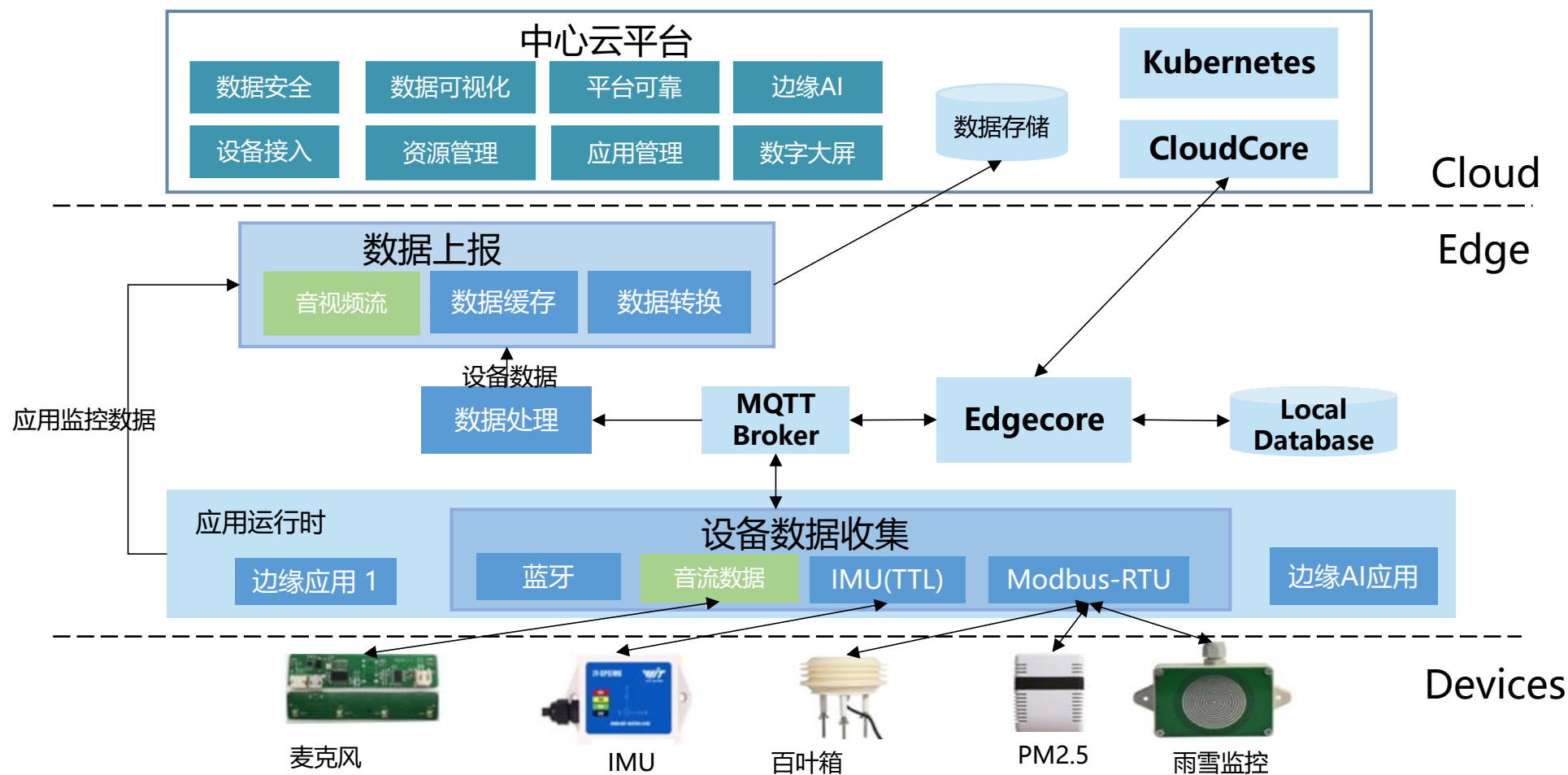
# Sedna: AI边云协同套件



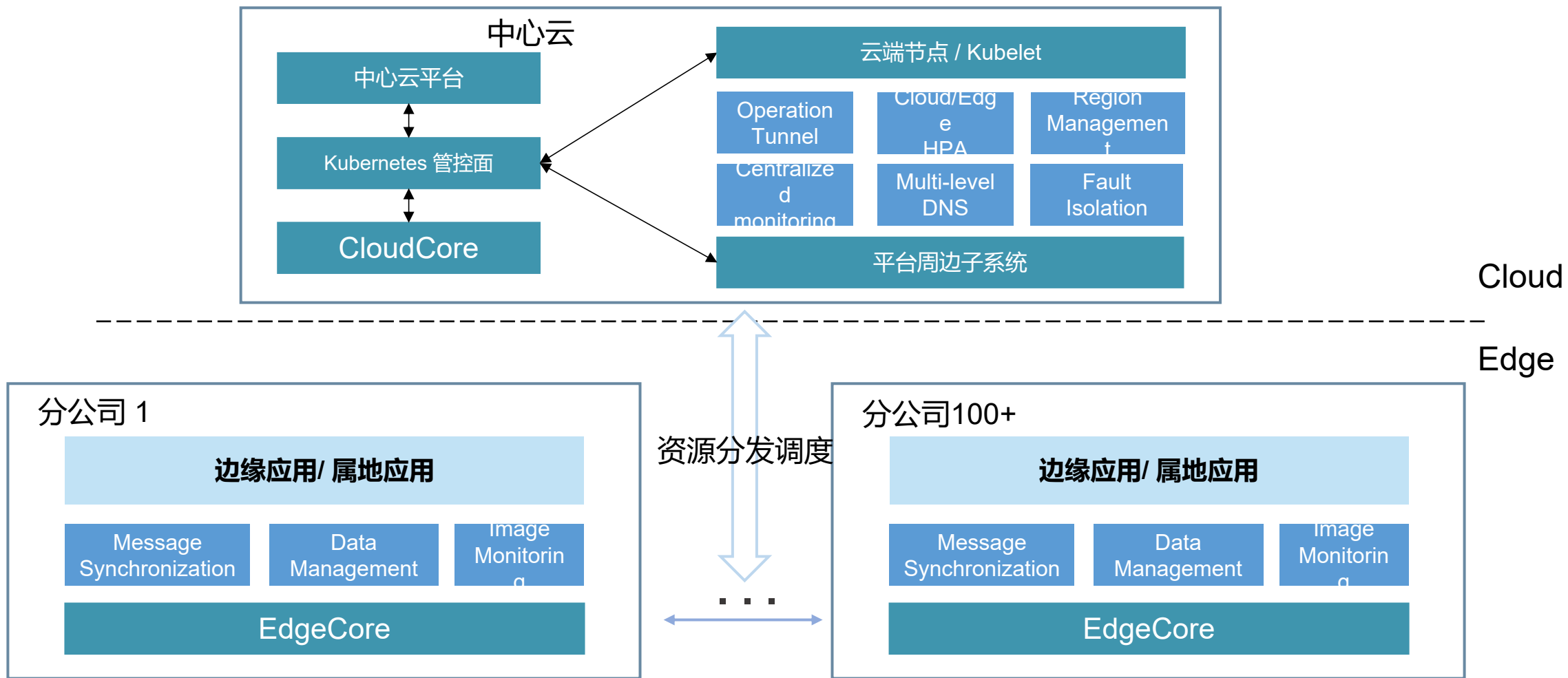
- 提供AI边云协同框架
  - ✓ 跨边云的数据集和模型管理
- 支持多种边云协同训练和推理模式
  - ✓ 协同推理
  - ✓ 增量学习
  - ✓ 联邦学习
  - ✓ 终身学习
- 开放生态
  - ✓ 支持业界主流AI框架: TensorFlow, Pytorch, Paddle, Mindspore等
  - ✓ 提供开发者扩展接口, 支持快速集成第三方算法



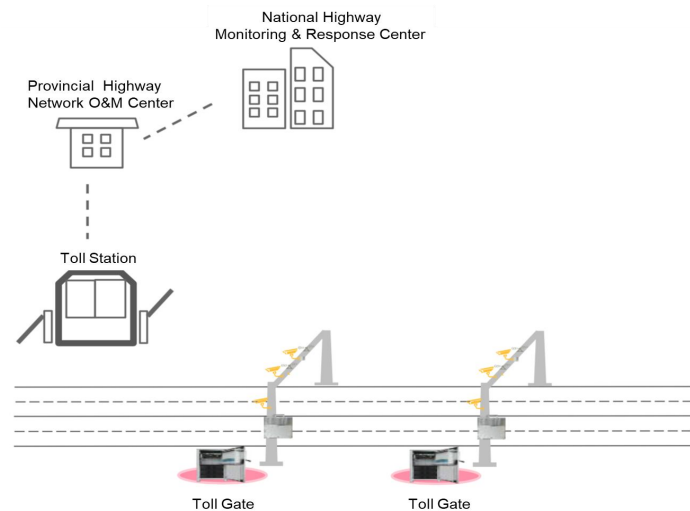
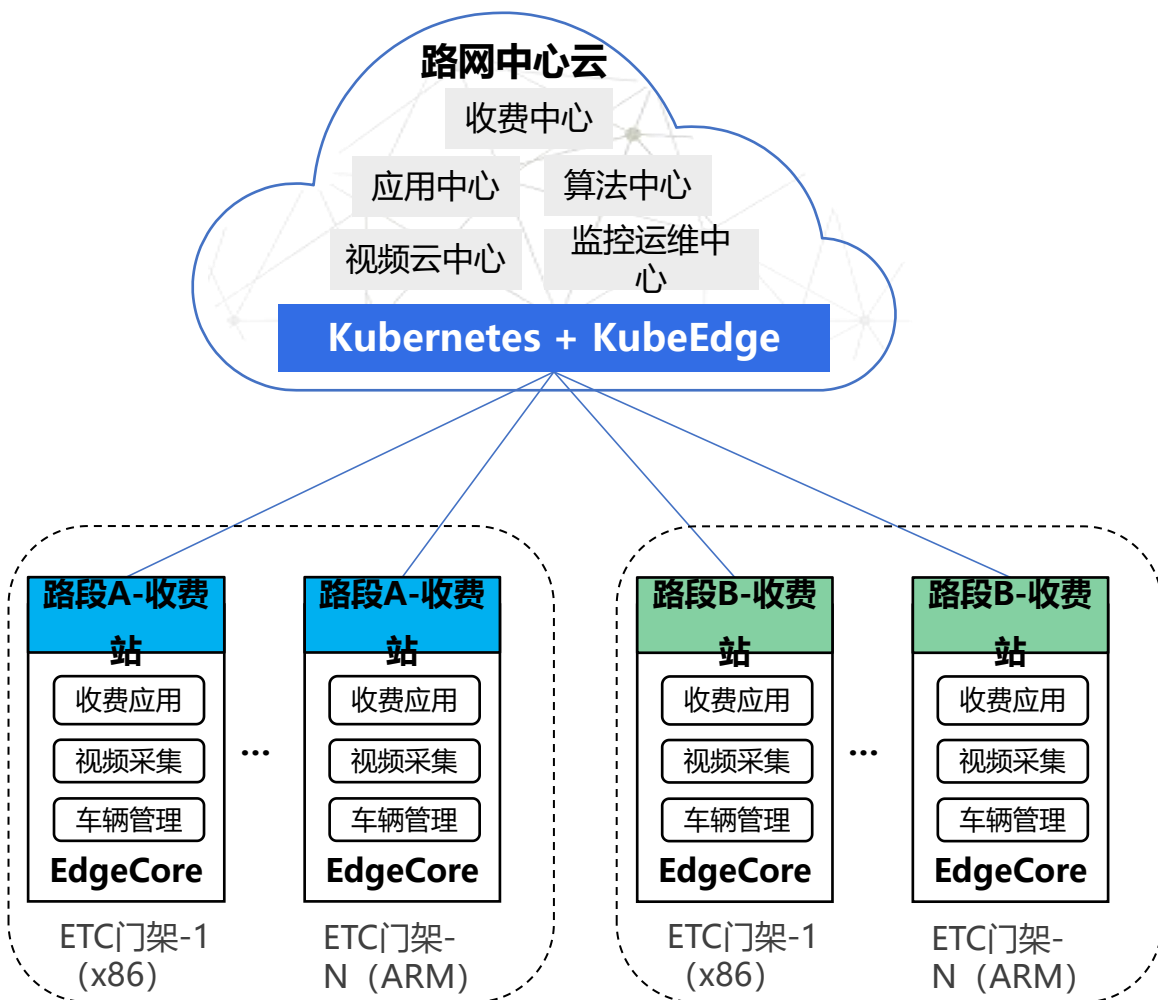
# 生产案例 — 管理世界最长跨海大桥上的所有监控设备



# 生产案例 — 中移在线边缘云平台



# 生产案例 — 管理中国高速公路上的十万个边缘节点



## 业务收益

### • 助力省界收费效率提升:

小型车收费时间 15s->2s

大型车收费时间 29s->3s

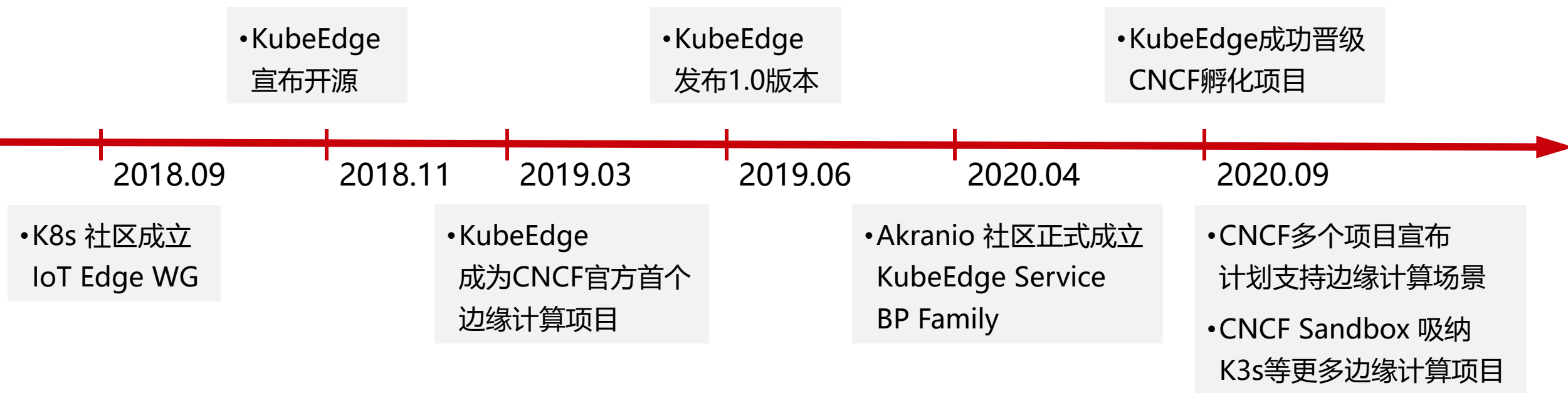
### • 边云协同应用运维管理:

云端统一管理10万边缘节点, 50万边缘容器应用

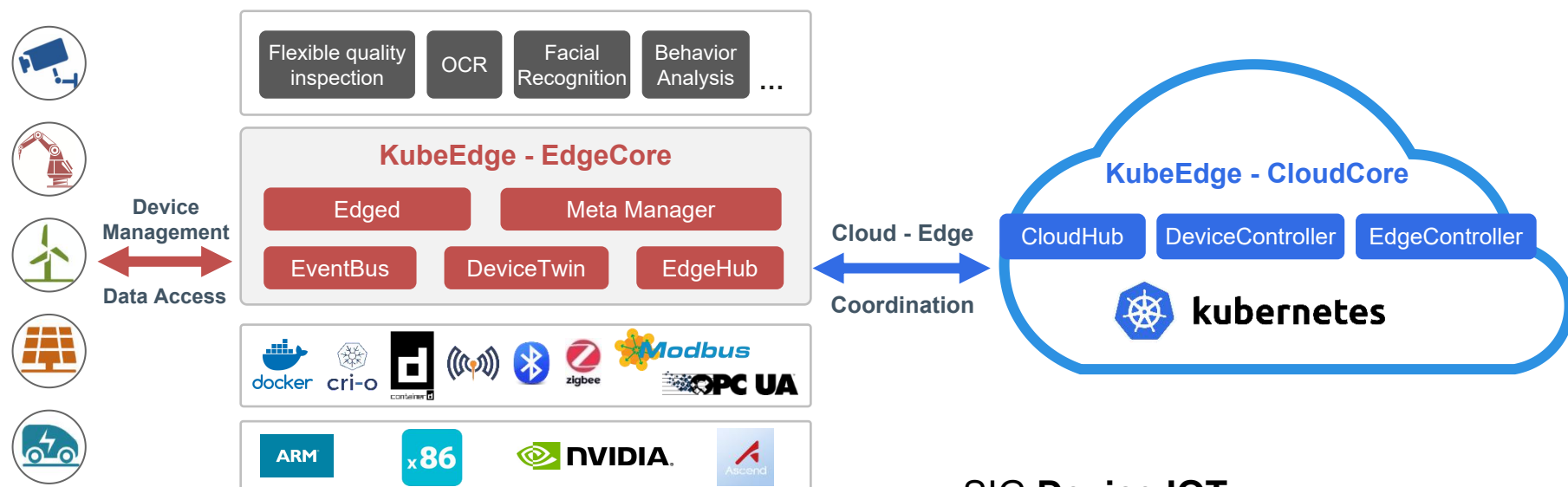




# 云原生开源社区的边缘计算历程



# KubeEdge社区发展



- 2018年宣布开源，2019年成为CNCNF首个边缘计算项目
- CNCNF唯一孵化级边缘计算项目
- 4.3 k+ Stars, 1.2 k+ Forks on Github
- 720+ 全球贡献者, 200+ 代码贡献者, 50+ 全球贡献组织
- 每3个月1个特性版本, 原生支持ARM64、ARM32和x86

- **SIG Device IOT**
  - 设备管理CRD; 支持更多协议的边缘设备接入
- **SIG AI**
  - 边缘 AI, AI云边协同; 子项目**Sedna**
- **SIG MEC**
  - 使用KubeEdge构建MEC平台
  - Wireless WG: 专注于无线环境下的平台能力
- **WG Wireless**
  - 无线、移动场景



# 社区伙伴与用户

arm

SAMSUNG

midokura



RAISECOM

兴海物联



China  
unicom中国联通  
创新·改变世界

沃云  
Wo Cloud

中国移动  
China Mobile

中国电信  
CHINA TELECOM

SPANIDEA  
ideas to implementation

Infoblox  
NEXT LEVEL NETWORKING

inovex

FUTUREWEI  
Technologies

inspur

精英 数智



HUAWEI CLOUD

DaoCloud

时速云  
tenxcloud.com

EasyStack  
open cloud computing

KUBESPHERE

谐云科技  
HARMONY CLOUD

Click2Cloud

CAICT  
中国信息通信研究院  
China Academy of Information and Communications Technology

SEL  
Software Engineering Lab  
Zhejiang University

之江实验室  
ZHEJIANG LAB



# 未来展望

- **基础架构**

- 基本成型：边缘节点、边缘集群
- 未来展望：融合架构

- **平台能力**

- 基本成型：应用协同
- 重点发展：边云流量协同、可维护性、可观测性、Serverless

- **领域场景**

- 互联网：边云服务通信、事件驱动框架
- IOT：设备生命周期、边缘流处理
- MEC：云网融合
- AI：与框架深度集成，实现AI边云协同



# Recap

- **CNCF**唯一孵化 (incubation) 边缘计算项目, 50+企业机构正在使用
- 社区开放治理, 欢迎所有人参与社区贡献
- 基于**Kubernetes**, 100%兼容, 声明式API, CRD, 自定义controller, **可扩展性强**
- 云边一致的**容器和Kubernetes生态**, 应用**可移植**, build once, run anywhere
- **边云协同**, 将云的能力延伸到边缘, 包括AI协同、数据协同、应用协同、管理协同
- **云边通信**, 确保云边之间**高速、可靠、安全**的通信
- **易维护**, **轻量化、插件化**边缘框架, 离线自治, 自动容灾
- 支持**异构硬件**, 与硬件解耦



# 加入社区



<https://github.com/kubeedge>



<https://kubeedge.slack.com>



<https://space.bilibili.com/448816706>



容器魔方公众号  
每日推送图文  
社区最新动态  
直播课程、技术干货



扫码添加小助手  
发送“KubeEdge”加群  
社区专家入驻  
技术问题随时答疑

