



开放数据中心委员会

Open Data Center Committee

[编号 ODCC-2021-04003]

# 边缘计算小型化边缘服务器 系统参考架构及技术规范

开放数据中心委员会

2021-09-15 发布

# 目 录

前 言 .....	ii
版权说明 .....	iv
边缘计算小型化边缘服务器系统参考架构及技术规范 .....	1
1. 背景 .....	1
2. 边缘计算小型化边缘服务器系统参考架构综述 .....	1
3. 小型化边缘服务器系统计算和 IO 解耦的主板模块化设计 ....	2
3.1. 典型的服务器模块化综述 .....	2
3.2. 小型化服务器模块功能定义 .....	3
3.3. 小型化边缘服务器系统技术规范 .....	5
3.4. 小型化边缘服务器系统分布式管理设计技术规范 .....	7
3.5. 边缘计算小型化边缘服务器系统技术规范-浸没式单相液冷边缘服务器 .....	10
3.6. 基于小型化边缘服务器系统的案例实践 .....	12
4. 致谢 .....	14

# 前言

融合了 5G、AI 及 IoT 等技术的边缘计算，未来将深入影响零售、交通、制造、消费等各行各业的发展。边缘计算涉及到的海量终端设备、边缘节点，是数据采集、数据汇聚、数据集成、数据处理的前端，而这些设备往往存在异构性，来自于不同的生产厂商、数据接口、数据结构、传输协议、底层平台等。因此，搭建边缘计算标准体系，制定边缘计算技术标准，出台相关规范引导产业发展迫在眉睫。

开放数据中心委员会边缘计算工作组在 2021 年 4 月份正式发布了边缘计算白皮书。白皮书提出了边缘计算标准体系框架建议，具体由“边缘计算基础设施”、“边缘计算平台”、“边缘计算服务”、“边缘计算应用”、“边缘计算安全”等五个子体系构成。《边缘计算小型化边缘服务器系统参考架构及规范》作为白皮书边缘计算标准体系框架中“边缘计算基础设施”的重要部分，提出了边缘计算小型化边缘服务器系统建议参考架构，制定了模块化边缘服务器技术规范，更好地指导和建议业界各生产厂商进行边缘计算小型化边缘服务器的开发设计工作。同时，针对不同边缘计算运用需求，提供小型化边缘服务器的架构参考和系统选型建议。《边缘计算小型化边缘服务器系统参考架构及规范》主要包括 5 个部分：“小型化边缘服务器系统计算和 IO 解耦的主板模块化设计”、“小型化边缘服务器系统技术规范”、“小型化边缘服务器系统分布式管理设计技术规范”、“模块化浸没式液冷边缘服务器系统参考架构”、“基于边缘计算小型化边缘服务器系统的解决方案实践”。本次在开放数据中心峰会上发布的文档为《边缘计算小型化边缘服务器系统参考架构及技术规范》综述篇，对系统架构以及技术规范 5 个部分的内容进行总体介绍，同时贡献最新的边缘计算小型化边缘服务器的工程实践案例。《边缘计算小型化边缘服务器系统参考架构及技术规范》附录篇提供 5 个部分的工程设计参考指南，进一步助力开放数据中心委员会相关工作组成员加速小型化边缘服务器的工程开发和商业部署。附录篇 5 个部分独立成章，计划在 2021 年底到 2022 年陆续发布。

起草单位（排名不分先后）：英特尔、北京百度网讯科技有限公司、深圳市腾讯计算机系统有限公司、京东科技信息技术有限公司、中国信息通信研究院（云计算与大数据研究所）、富士康科技集团&电子科技大学、浪潮电子信息产业有限公司

起草者（排名不分先后）：张骏、郭利文、吕文清、吴敏、姜峰、陆科进、陈羿函、梁勇顺、马双、朱清怡、陈刚、董勋、孔德超、吴秋材、陈炜、袁华勇、彭超、吴佳鸿、黄承华、谢逸民、陈国锋、王贵林、常金凤、吴美希、孙波、付长昭、刘香男、闫泽澍



## 版权说明

ODCC（开放数据中心委员会）发布的各项成果，受《著作权法》保护，编制单位共同享有著作权。

转载、摘编或利用其它方式使用 ODCC 成果中的文字或者观点的，应注明来源：“开放数据中心委员会”。

对于未经著作权人书面同意而实施的剽窃、复制、修改、销售、改编、汇编和翻译出版等侵权行为，ODCC 及有关单位将追究其法律责任，感谢各单位的配合与支持。



开放数据中心委员会  
Open Data Center Committee



# 边缘计算小型化边缘服务器系统参考架构 及技术规范

## 1. 背景

在服务器规模化部署过程中，规格标准的统一与规范制定至关重要。2013 年，开放数据中心委员会（ODCC）服务器工作组发布了面向互联网厂商的数据中心服务器技术规范（天蝎服务器项目）。2017 年，开放数据中心委员会（ODCC）发起了面向电信应用的开放电信 IT 基础设施项目（OTII），形成运营商行业面向电信机房的机架服务器开放技术标准方案。基于此背景，Intel 牵头编制《边缘计算小型化边缘服务器系统参考架构及技术规范》，致力于解决户外运用车路协同、室内运用新零售物流调度等新型业务需要高性能服务器部署于苛刻边缘环境的问题。区分于数据中心以及 OTII 机架服务器，边缘计算小型化边缘服务器系统参考架构采用创新的三防设计（防水、防尘、防雷击）和散热技术，重构了数据中心服务器架构，使其能够在易于波动的高低温边缘环境中安全工作。同时通过模块化设计灵活搭配组合，一套系统架构满足多种边缘计算业务的需求。2021 年 4 月，边缘计算工作组正式启动《边缘计算小型化边缘服务器系统参考架构及技术规范》编制工作。

## 2. 边缘计算小型化边缘服务器系统参考架构综述

边缘计算小型化边缘服务器系统作为云服务向边缘侧延伸的基础设施，作为前端应用数据计算，存储和智能分析的支撑，实现数据应用的本地化，是链接云服务和前端数据应用的关键环节。目前，多数依托云边协同的新型业务在互联网、电信和企业领域的垂直布局大致相同，包括智慧家庭、智慧城市、车路协同、新零售、智能制造、教育和金融等。边缘计算小型化边缘服务器系统的主体架构从实际运用和业务出发，定义具体系统软硬件架构，体现了业务定义架构的设计思路。按照部署场地和业务场景需求，边缘计算小型化边缘服务器系统主要分为室内和户外两大类别。室内和户外不同的环境条件（如温度、湿度、腐蚀度等）使得室内和户外设计有着不同的设计考量。因此，采用业务定义系统架构的方法，

进一步孵化新形态的服务器系统，实现一套系统架构优化满足多业务，跨领域客户的需求，以及在云边协同日趋主流的大背景下，实现优化于云和边运用的可扩展模块化小型化边缘服务器系统的整体 TCO 收益。具体来说，边缘计算小型化边缘服务器系统架构需采用标准模块化设计以便于不同定制化设计之间模块的复用，从而使得边缘计算小型化边缘服务器系统架构能够满足室内、户外不同应用场景的需求。典型的边缘计算小型化边缘服务器系统形态如图 2-1 所示，将服务器平台计算和 IO 进行架构解耦设计，计算模块重用，IO 模块根据具体的系统形态比如 Box，HCI 和 Mini tank 等进行优化设计，可以实现短、平、快的产品开发模式，便捷灵活的 IO 模块组合，适配不同业务室内、外需求，进而满足跨界终端客户的需求。

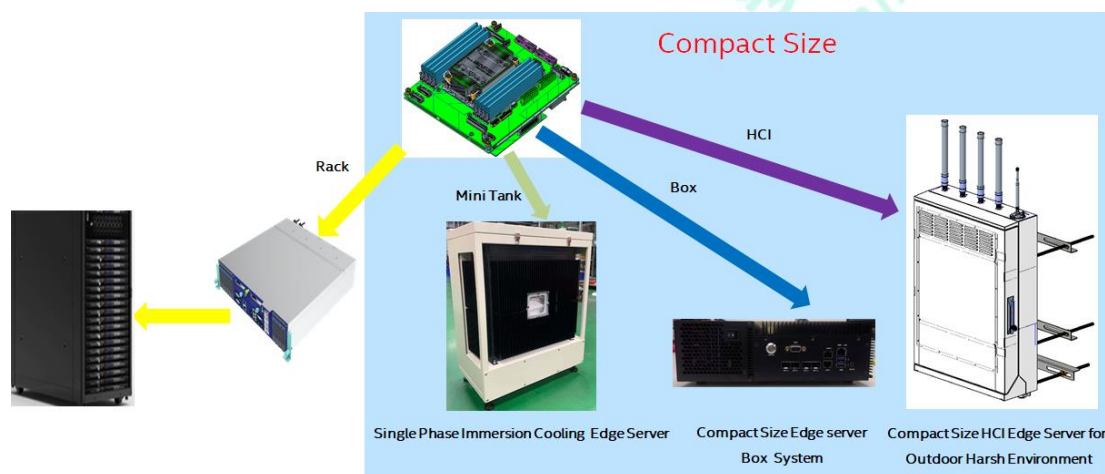


图 2-1 典型的边缘计算小型化设备参考系统

### 3. 小型化边缘服务器系统计算和 IO 解耦的主板模块化设计

#### 3.1. 典型的服务器模块化综述

模块并不是一个新的概念，早在 20 世纪初期的建筑行业中，将建筑按照功能分成可以自由组合的建筑单元的概念就已经存在，这时的建筑模块强调在几何尺寸上可以实现连接和互换。然后，模块被引入机械制造业，人们进一步将模块与物理产品的功能联系到了一起，模块具有了明确的功能定义特征、几何连接接口，以及功能输入、输出接口特征。

平台化、模块化的产品设计和生产，一方面可以利用产品的批量化、标准化

和通用化来缩短上市周期、降低产品成本、提高产品质量，另一方面还可以不断地进行产品创新使产品越来越个性化，多样化配置，满足客户的定制需求。

因此，平台化和模块化的设计，可以使小型化边缘服务器设计具有不同的组合以满足用户的需求，达到更好的灵活布置效果，实现对不同目标市场的覆盖，以及更好的成本控制。以 Intel 至强小型服务器设计为例，整个边缘计算小型化边缘服务器可以依据不同的功能模块，分割为以下不同的模块：

- CPU Base Board 模块
- Carrier Board 模块
- BMC 模块
- IO 模块。

### 3.2. 小型化服务器模块功能定义

#### 3.2.1. CPU Base Board 模块

服务器计算机拥有三大核心部件：CPU、内部存储器（Memory）、输入/输出设备（I/Os）。作为小型化边缘服务器中的核心模块——CPU Base Board 模块，它集成了 CPU 和 DIMM 内存，以及各种输入/输出设备的高速/低速接口，用于针对小型化边缘服务器计算机领域的高性能计算机模块，可广泛使用于不同场景和应用，例如自动驾驶汽车、手机信号塔基站、地球物理现场设备、医疗设备、防御系统等等。以 Intel 最新 Xeon SP 边缘服务器为例，支持 8 路高速内存通道和丰富的高速 IO 接口通道，同时支持 1 路扩展到 2 路处理器的服务器系统设计。CPU 模块通常使用全尺寸 DIMM。基本尺寸如图 3-1 所示：



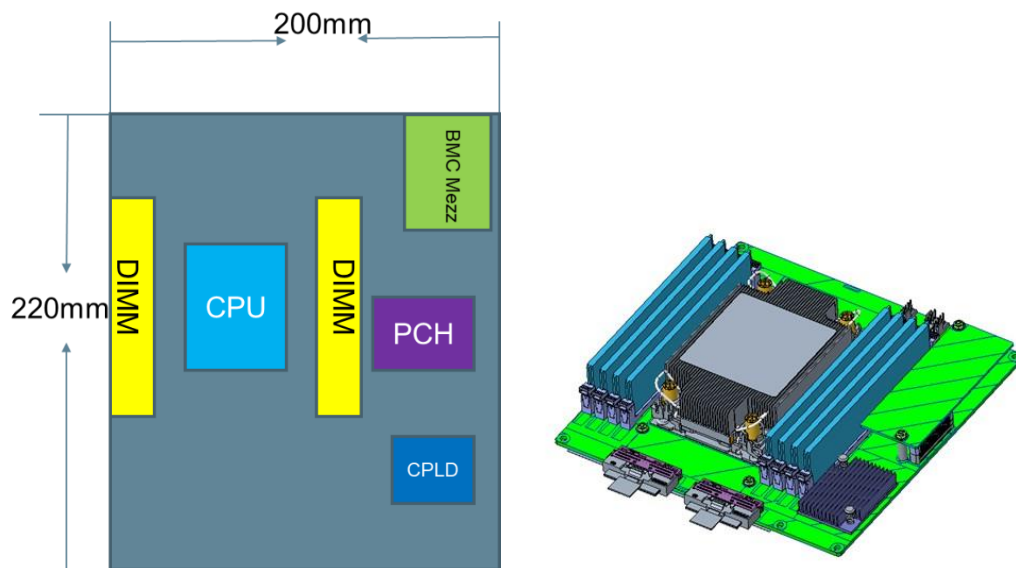


图 3-1 CPU Base Board 模块尺寸图

### 3.2.2. Carrier 模块功能定义

Carrier Board 模块根据配置和用途不同，主要分为 CPU Carrier 和 PCIe Carrier 两种模块，其尺寸与 CPU Board 相对应。CPU Carrier 模块主要提供另一个 CPU 及其相应的 Memory，可以与 CPU 模块共同组成一个 2 路 CPU 服务器，从而使整个系统的计算性能达到最优。PCIe Carrier 模块主要提供 PCIe 转接口，从而使系统可以配置不同的 PCIe 设备，从而使整个系统的性能和应用达到平衡。

### 3.2.3. BMC 模块

BMC 模块是一个微控制器子系统，通常基于 CPU Base Board 模块，执行系统外的管理功能，例如固件更新、电源和重置控制、性能监控等用于承载在 CPU Base Board 模块上的模块。它是一个带有 CPU/SOC、DRAM 的完整子系统内存、内部显示控制器等。

BMC 模块设计的定义了 Baseboard 之间的接口，管理控制器（BMC）子系统和边缘计算机硬件平台，例如网络或计算主板。BMC 模块可通过 260 针 DDR4 SODIMM 与硬件平台连接，用于安装到匹配的 SODIMM DDR4 插槽中，也可以根据系统设计要求以 Mezzanine 的方式与平台来连接。

### 3.2.4. IO 模块

IO 模块作为系统的接口模块，具有灵活多样性，可以根据系统的要求设计

不同的 I/O。

### 3.3. 小型化边缘服务器系统技术规范

#### 3.3.1. 边缘计算设备

AIoT 智能边缘计算网关是典型的边缘计算设备，请参考《ODCC AIoT 智能边缘计算网关技术规范》获得更多细节。本文档不再赘述。

#### 3.3.2. 服务器系统规范

小型化边缘服务器系统架构面向两个主要问题：第一，由于边缘侧应用的多样化，边缘服务器的性能以及 I/O 接口设计需要更高的灵活性，以满足不同场景的应用需求。第二，空间尺寸、环境等条件限制，主板尺寸需要设计得更加紧凑，适应不同环境的部署要求。

因此边缘计算小型化边缘服务器系统设计采用模块化设计，把计算节点、I/O 节点、存储系统，供电系统以及管理系统充分解耦。通过连接器以及线缆等混合方式实现高速接口互连。在这套系统架构中，可以通过不同的系统板和载板实现各种以不同应用场景搭配的系统架构，最大化边缘服务器的灵活性以满足小型边缘服务器部署遇到的生态多样性和复杂性需求。

#### 3.3.3. 模块化服务器系统架构及互连

小型化边缘服务器系统主要基于单路服务器平台设计。对于性能要求严苛的部署环境，可选择扩展至双路服务器系统。典型的小型边缘服务器参考架构如图 3-2 所示。如上文介绍，模块化服务器架构由 CPU 模块、载板、BMC 模块、MMC 模块以及 I/O 模块组成，其中 I/O 模块可包含高速存储背板、电源分配板、PCIe 子板等不同类型系统模块。在模块化服务器系统架构中，高速总线通过 J1/J2 高速连接器从 CPU 模块分布到 Carrier 模块，包括 PCIe、USB、SATA 等。再通过线缆把高速总线连接到 PCIe 子卡，高速存储背板等系统模块。模块化服务器系统架构也允许设计者在 CPU 模块上直接设计 PCIe 高速连接器，通过线缆直连 PCIe 子卡或设备。

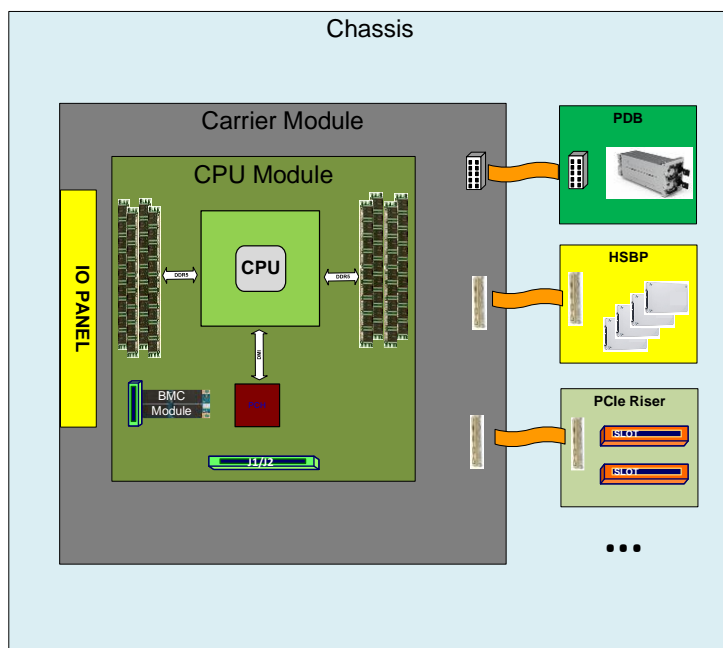


图 3-2 模块化边缘服务器架构

### 3.3.4. 机箱规格和散热方案

小型边缘服务器绝大部分需要部署在户外，由于苛刻运行环境温度要求从零下 25℃到 55℃，因此边缘服务器面临散热的巨大挑战。不同的部署环境需要因地制宜采取不同的散热解决方法，同时搭配不同尺寸的机箱实现小型化紧凑的服务器设计。以下为本规范中建议采用的两种散热方案和机箱尺寸。

- 全风冷散热（Air-cooling）是目前主流的散热方案，全风冷设计也比较直观，系统进风温度就是户外的空气温度，即-25℃~55℃。根据室内外不同部署环境，建议户外机型整机功耗小于 500W，室内机型可根据实际部署环境设计，建议功耗不大于 1500W。全风冷散热系统建议机箱尺寸不大于 L450\*W450\*H87mm。
- 如果在需求三防（防尘防水防腐）的室外部署环境，机箱尺寸不大于 L770\*W530\*H190mm，保证防水防尘规范的要求。

浸没式液冷（Immersion Cooling）是目前新兴的散热解决方案，由于其具有散热效率高，无风扇以及防尘防水等特点，非常适合应用于室外或人机共存的边缘部署场景，可满足高可靠性以及静音等需求。

由于浸没式液冷可在严苛的户外环境中支持更高的整机功耗，按整机系统功

耗 1000W 考量，机箱尺寸建议不大于 L860\*W630\*H350mm 或者紧凑型机箱尺寸不大于 L770\*W630\*H330mm。若设备功耗小于 800W，则可设计更紧凑的机箱尺寸。

### 3.4. 小型化边缘服务器系统分布式管理设计技术规范

边缘计算小型化设备参考系统分布式管理架构面临着两大关键挑战：远程管理接口可扩展设计；高服务质量、高可用性以及高安全性设计。此外，本节还将介绍设计架构和对应的实现案例。

#### 3.4.1. 远程管理接口可扩展设计关键技术

Redfish 协议基于 Restful 的工业管理标准，已经有大量的实现和使用场景。其具有良好的扩展性和易于集成性，能够很好地作为统一接口管理标准。在大量设备的管理中可以很好地组合和简化管控的协议，并通过少量接口连接下发到下一层的管理控制器中。

- **接口的统一性：**把业务往云边分散的同时，原本服务器和数据中心内的管理模式也同样地被扩展到远程管理中。在设计远程管理接口中，要考虑如何充分运用和灵活管理数据中心、云边端的资源达到云边融合、云边一体。把数据中心的管理接口和边缘计算小型化设备参考系统的管理接口统一，一方面大大减少了重新设计的开发成本和时间成本；另一方面，从云边融合的角度而言，统一的管理接口极大地减少了管理的复杂程度。
- **可扩展性：**今天的云基础设施已经做到非常细粒度的优化。为了削减整体运维成本，有不同种类、定制化的机型和设备组件来支撑着日益增长的业务。与此同时，也带来了多样化资源管理的挑战。同样，在云边方向上需要对不同种类资源的管理进行支持。从架构方案上，不仅要考虑当前已有设备的支持，而且也需要在扩展接口、易于增加新的接口上进行设计。
- **易于集成性：**“云-边-端”时代中，接口可读性提升设计成为关键。无论是云和边的业务接口，还是端设备管理，在不同的细分领域中使用相同的协议标准将大大简化系统管理集成的复杂程度。系统管理集成使用比较多的是 XML 和 JSON 格式，Restful 接口已经成为主流。



- **管理中的并发问题：**在大量业务的驱使下，海量级的机器管理成为常态，需要整个体系能够同时支持百台千台甚至更多设备的管理。传统的点对点协议很难支持大规模的管理，基于 Redfish 的管理架构设计可以有效提升网络流量、遥测和管控中的成功率和容错率。

### 3.4.2. 边缘计算小型化边缘服务器系统分布式管理架构设计

管理架构可以部分基于数据中心级的管理架构并结合物联网（IoT）的数据传输架构。在数据中心管理的架构上延伸网关，如图 3-3 左边，边缘服务器的管理节点通过网关连接到数据中心的组管理器来打通更高层面的管理算法，发挥和优化边缘计算的管控能力。

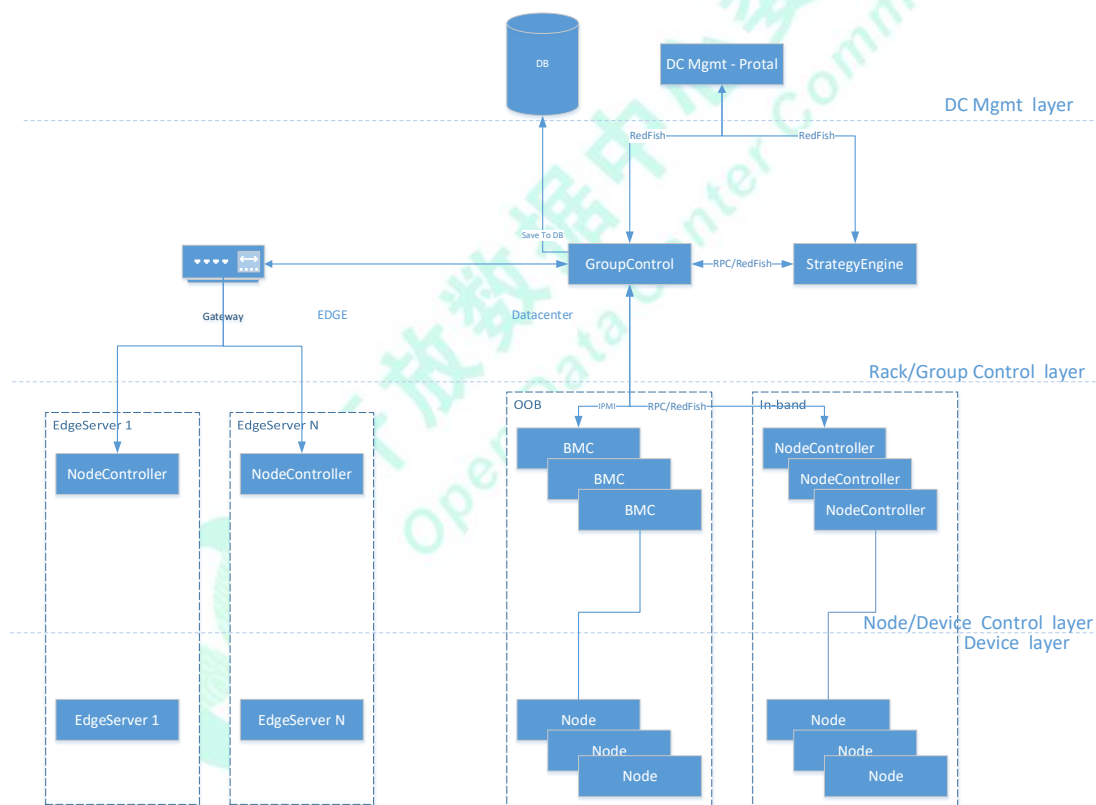


图 3-3 云边协同管理架构

### 3.4.3. 边缘计算小型化边缘服务器系统云边计算混合云业务和管理架构设计

云边协同业务架构的挑战：当前主要以基于 Kubernetes 的混合云作为边缘业务的新型架构，这种架构对服务器和业务管理带来了新的挑战和需求。

- **服务器故障预测的优化业务稳定性。**在业务运行中由于各个服务分散在

不同的节点上，此时如果某台机器遇到故障或性能降级可能会影响业务的性能和稳定性，但这不易于直接发现，需要打通管控和 Kubernetes，以备当节点或业务有风险及时做出预判和调整。

- 服务器能耗性能感知的业务调度。对于业务性能的优化问题同样存在如上情况，通过打通 Kubernetes/Service-Mesh 和管理通道，使其可以感知整个大集群的资源使用情况，并通过算法策略来调度和迁移业务提高利用率和性能。同时在 Service-Mesh 框架中可采集业务的性能指标，因此其优化可谓是直接和有效的。

### 3.4.3.1 云边计算混合云业务和管理架构

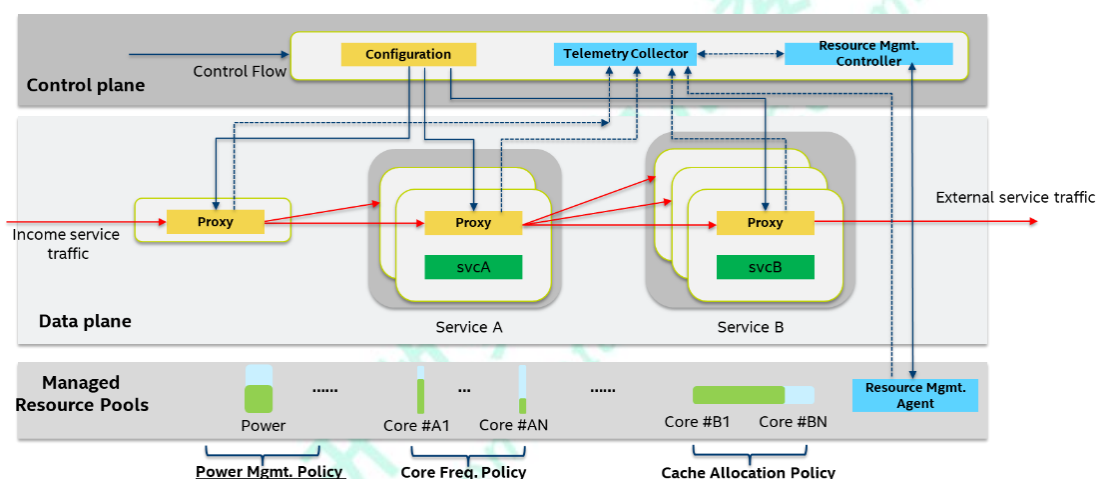


图 3-4 基于微服务 Service Mesh 的云边管理架构

为了应对新型业务对云边技术融合以及混合式部署的要求，图 3-4 展示了基于云原生技术 Service Mesh 的细粒度管理的微服务治理架构方案，将传统的云管理架构优化适配于微服务治理，结合 Intel 平台的 Telemetry 技术和接口进行智能化平台和业务联合管控，实现节能增效、SLA 服务等级水平提升及业务诊断。

微服务治理框架 Service Mesh 的架构分成 2 层，控制平面和数据平面。控制平面负责微服务的部署协调和管理，数据平面承载业务的服务和数据通道，在此基础上把平台的资源抽象成第 3 个层面，并且抽象平台的管控接口到资源管理节点服务 (Resource Management Agent)，其中包括能耗、频率、缓存等资源接口的封装。在控制平面中增加采集控制器 (Telemetry Controller) 对平台信息和业务信息进行采集汇总，从而导入资源控制器 (Resource Management

Controller) 进行智能化分析和决策。

### 3.5. 边缘计算小型化边缘服务器系统技术规范-浸没式单相液冷边缘服务器

#### 3.5.1. 系统架构

浸没式单相液冷边缘服务器系统外形尺寸如图 3-4 所示 (L303\*W550\*H692mm)。系统由具有鳍片的槽体/腔体、用于逻辑控制的风扇、逻辑控制器模块、PDU (Power Distribution Unit, 电源分配单元) 和服务器等主要组件所组成。

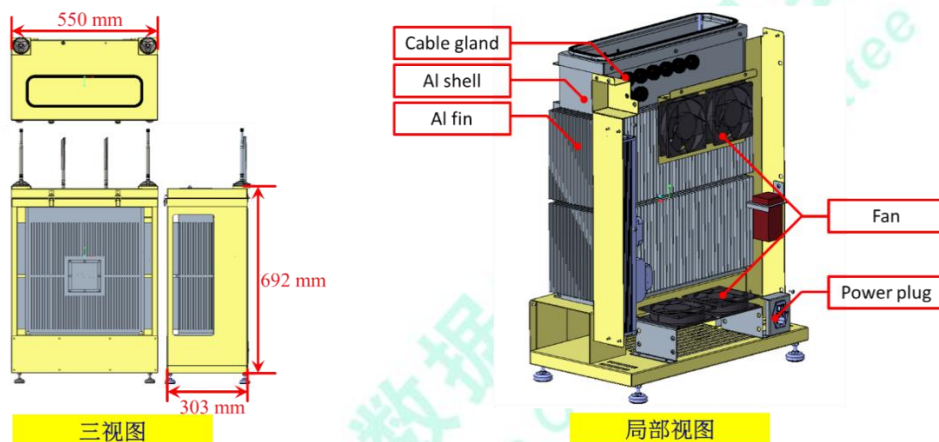


图 3-4 浸没式单相液冷边缘服务器外观示意图

#### 3.5.2. 设计概念与规范

浸没式单相液冷边缘服务器系统的设计目标是提供 600W 的散热能力, 其原理是将边缘服务器放置在密闭的腔体, 通过对流的方式将组件的热量传递至液体, 液体再将其导到腔体表面的鳍片进行系统散热, 如图 3-5 所示。为了更有效地增加系统内对流, 提升系统与环境间的热传能力, 在系统内部将高功率或低温度规范的组件放置在底部, 低功率或高温度的组件放置在顶部来进行布局。液冷边缘服务器系统通过自然对流的方式进行散热, 不需要额外配置庞大的水冷塔或干冷气进行散热, 因此可大幅缩小部署空间。同时也具备 IP65 防尘防水能力、更强的恒温控制能力、更低的维护需求并提升能效。另外采用环保的介电液体减少对环境的污染, 满足多元化系统部署的场景。

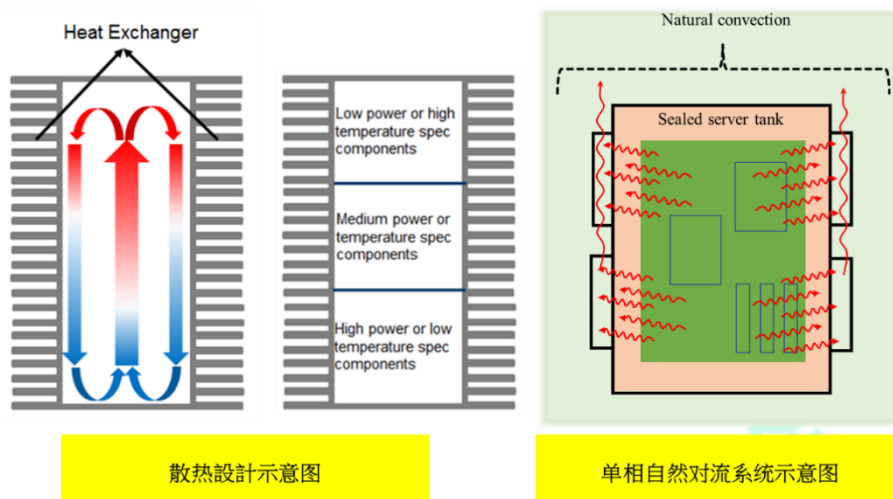


图 3-5 浸没式单相液冷服务器解决方案原理示意图

根据浸没式单相液冷服务器解决方案原理、边缘服务器的应用场景和特征等方面，从系统的物理形态、环境兼容、运维需求以及能效需求等方面进行产品方案设计。

物理形态与环境兼容。边缘服务器需要满足各种严苛的工作环境，包括但不限于高温高湿、宽温控制等，因此本设计方案将力求最小的系统空间以满足各种不同的系统部署场景，同时从环境兼容部分实现最佳设计，具体如下：

- ✓ 最佳化的系统空间设计：本系统尺寸仅 L303\*W550\*H692mm。
- ✓ 全天候适应力：为了保护服务器和介电液体不被外在的环境因素给影响，液冷服务器的腔体采用密闭系统，从而满足全系统 IP65 的防尘防水等级，适应户外多变的天气状况与剧烈的温度变化（-25~55℃）。
- ✓ 恒温控制能力：浸没液冷系统采用自然对流散热机制为主、强制对流散热为辅的工作机制。如果户外无风或太阳直射，导致系统内液体温度过高，系统会通过逻辑控制器启动系统后方的 4 颗风扇，对系统进行散热。如果系统处于低温（ $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ），系统将通过腔体底部的加热器来对液体进行加热，以此达到恒温控制的目的。
- ✓ 灵活的场景适应力：本系统采用自然对流对系统进行散热，能大幅减少风扇的使用，进一步大幅降低系统噪音。因此在场景的选择上更多元。此外，可满足 A 级 EMC、抗震等需求。

运维需求。与云服务器被大规模部署在数据中心不同，边缘服务器常通过会被放置在室内和室外各种应用场景，包括但不限于工厂车间、物流仓库、无人值



守商店、智慧灯杆以及用于无人驾驶场景的路侧单元等，因此边缘服务器会根据具体的场景部署在不同的位置，可能是搁置在地上，也可能是高耸的电线杆或高楼壁上，从而会导致运维困难，并且可能会大幅降低电子组件的寿命。浸没式单相液冷系统中服务器处于密闭腔体内的不导电液体中，能完全隔绝组件与外界污染源（水气和灰尘）的接触，同时服务器中无任何动件，可以有效排除电子组件因震动而产生的损害，从而大幅提升恶劣环境下电子组件的寿命，降低系统的维护需求。

能效与噪声需求。传统风冷服务器系统需借助大量的风扇对系统进行散热，驱动风扇会产生大量的能耗，同时会产生噪声。根据经验，传统风冷服务器的风扇驱动能耗占整个系统能耗的 1/4 左右。本系统的散热模式通过外机箱鳍片构造与自然对流方式对整系统进行散热，大幅减少风扇使用，达到节能高效散热目的。同时由于没有风扇转动所带来的噪声，因此本系统可用于对噪声需求很高的边缘场景。

### 3.6. 基于小型化边缘服务器系统的案例实践

#### 3.6.1. 腾讯基于小型边缘服务器的 ECP 边缘计算平台智慧校警应用

《国家教育信息化建设 2.0 规划》，支持各级各类学校建设智慧校园，综合利用互联网、大数据和人工智能技术探索未来教育新模式。推进提升公安机关、教育部门校园安全监管工作信息化、智能化水平。结合边缘计算技术，校园管理方可以将一部分中心云的计算能力延伸下沉到端侧数据的源头，来进行就近地、实时地分析，可有效解决业务对延时敏感的要求。边缘计算+人工智能将云中心中人脸识别、人群密度、人体特征、人头流量、目标检测、文字识别、语音识别等 AI 模型部署到边缘设备来完成边缘 AI 推理，帮助用户打造边缘 AIoT 的能力，将云中心的计算放到用户的本地的计算设备上进行分析，减少公网网络带宽的消耗，同时也可以更大限度的保证用户本地数据的隐私安全。案例方案架构如图 3-6 所示。

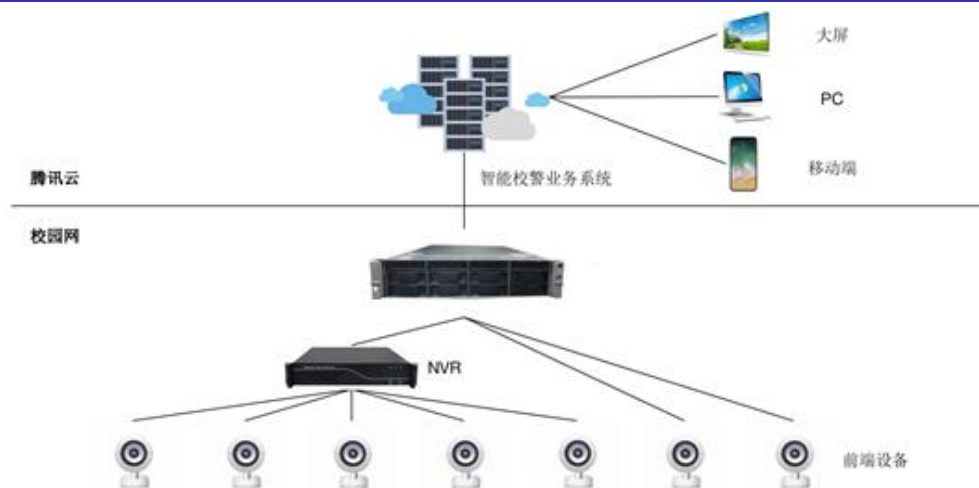


图 3-6 基于腾讯 ECP 边缘计算平台的智慧校警应用架构

过去，学校采用人工方式进行巡检，存在效率低、时效性差、成本高等问题，面临诸多痛点：1、事后查证为主。当前学校的视频监控系统主要用于事后查阅取证为主，缺乏事前预防和事中感知的能力；2、重复建设成本高。校园视频监控设备已建设，且年限不多，对于普通视频监控需求也可以基本满足，如需重新建设可能成本较高。3、感知能力有限。校园安全问题类别越来越多，仅依靠保安人员无法同时顾及多种类型安全隐患，部分隐患很难被发现或发现不及时。5、智能化程度低。安防场景涉及的硬件设备比较多，因此建设费用相对较高，受到经费限制，学校普遍只能采购比较基础的视频监控设备。

边缘计算+人工智能解决方案，通过使用边缘服务器对摄像头的视频流/图片进行分析，提高事件处理效率和服务质量，并提供丰富视觉 AI 能力，例如：黑名单识别、白名单识别、暴力识别、吸烟识别、翻越识别、入侵识别、明火识别、徘徊识别、人数异常识别等。通过应用边缘计算，可有效利用存量的基础摄像头，减少建设成本，并通过智能告警提升效率，满足现代校园管理的安全要求。

### 3.6.2. 百度基于小型边缘服务器打造“智慧的路”

“智慧的路”是交通基础设施数字化的核心。百度“智慧的路”解决方案，如图 3-7，基于边缘计算单元 (RSCU)、路侧单元 (RSU)、AI 感知套件等设备采集的数据，通过 AI 引擎、数据引擎和业务引擎进行数据结构化提取及深度学习训练，结合高精地图数据，实现对道路、车辆、行人、环境、交通事件等全要素感知，极大的提高感知的精准性、系统可靠性，既可对 L4 级高级别自动驾驶车辆

提供盲区感知补充和超视距感知辅助，也为 L0-L3 级车辆提供主动安全预警和伴随式出行服务。

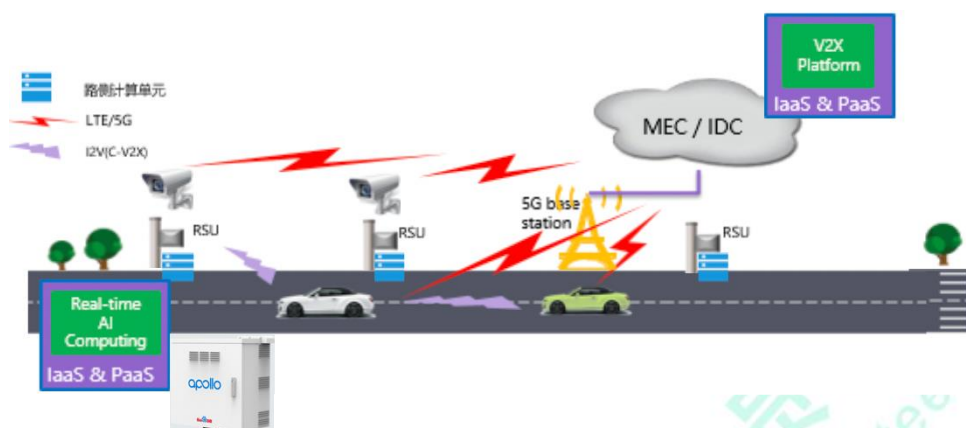


图 3-7 百度基于小型边缘服务器打造“智慧的路”

#### 4. 致谢

《边缘计算小型化边缘服务器系统参考架构及技术规范》的撰写和发布，得到了开放数据中心委员会边缘计算工作组相关成员单位的紧密协作和相互支持。在此一并感谢！

##### 行业与管理资源微信群



微信扫描 直接加入

1. 进群即领福利《报告与资源合集》，内有近百行业、上万份行研、管理及其他学习资源免费下载；
2. 每日分享学习最新6+份精选行研资料；
3. 群友咨询，群主免费协助查询相关行业报告。

##### 知识星球 行业与管理资源



微信扫描 直接加入

**知识星球 行业与管理资源**是投资、产业研究、运营管理、价值传播等专业知识库，已成为产业生态圈、企业经营者及数据研究者的智慧工具。

**知识星球 行业与管理资源**每月更新5000+份行业研究报告、商业计划、市场调研、企业运营及咨询管理方案等，涵盖科技、金融、教育、互联网、房地产、生物制药、医疗健康等；

加入后无限免费下载阅读

合作及资源对接  
请联系客服



客服微信1

客服微信2

（报告整理于网络，仅限于群友学习，请勿商用）



ODCC服务号



ODCC订阅号

[www.ODCC.org.cn](http://www.ODCC.org.cn)

开放数据中心委员会（秘书处）

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

电话：010-62300095

邮箱：[ODCC@odcc.org.cn](mailto:ODCC@odcc.org.cn)