



开放数据中心委员会
Open Data Center Committee

[编号 ODCC-2022-04004]

AIoT 智能边缘计算网关 ECOM 架构及参考设计技术规范

开放数据中心标准推进委员会

2022-09 发布

版权声明

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 ODCC”。

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。

www.ODCC.org.cn

编制说明

本报告由浪潮电子信息产业有限公司牵头撰写，在撰写过程中得到了多家单位的大力支持，在此特别感谢以下参编单位和参编人员：

参编单位（排名不分先后）：

深圳市腾讯计算机系统有限公司、北京百度网讯科技有限公司、英特尔、京东、浪潮电子信息产业有限公司、中国信息通信研究院（云计算与大数据研究所）

参编人员（排名不分先后）：

付长昭、孙波、刘香男、蒋巍、袁华勇、陈炜、刘通、吴秋才、张骏、吕文清、吴敏、陈国峰、王贵林、蔡岳霖、常金凤

项目经理：

付长昭 fuchangzhao@inspur.com

www.ODCC.org.cn

前言

ODCC 边缘计算工作组在 2021 年发布了《AIoT 智能边缘计算网关技术规范》，技术规范建议了面向物联网场景的现场级边缘计算设备的技术实现和规约，使得碎片化的需求能抽象成相对通用的技术实现，对齐供给方与需求方的技术规约，按需选择、灵活搭配，缩短研发周期，提升技术规范化和复用率，保障产品可靠性。

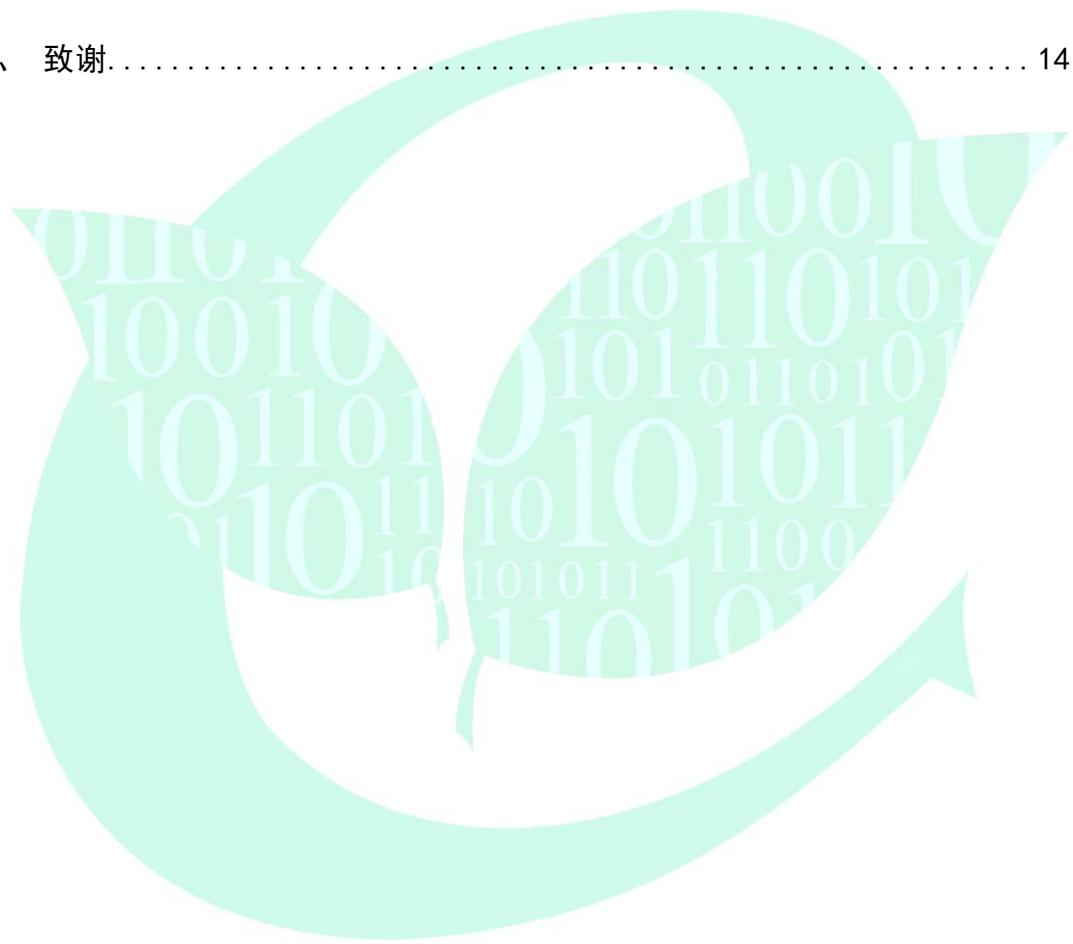
本规范基于《AIoT 智能边缘计算网关技术规范》中的系统架构及硬件架构规范要求，从硬件架构上进行模块化拆解，为边缘智能网关产品进行模块化设计提供参考设计支持，便于在边缘智能网关开发过程中进行规范化及标准化开发设计。

www.ODCC.org.cn

目录

版权声明.....	I
编制说明.....	II
前言.....	III
一、 背景.....	1
二、 AIoT 智能边缘计算网关 ECOM 系统架构概述.....	1
三、 AIoT 智能边缘计算网关 ECOM 模块化参考设计规范.....	2
(一) ECOM 系统各模块功能介绍.....	2
1. 核心模块.....	2
2. 载板模块.....	3
3. 管理模块.....	3
4. IO 模块.....	3
5. 功能模块.....	3
(二) ECOM 系统各模块化参考设计规范.....	3
1. 核心模块.....	3
2. 载板模块.....	4
3. 管理模块.....	5
4. 功能模块.....	6
5. IO 模块.....	8
(三) ECOM 模块化系统互联架构.....	8
(四) ECOM 架构机箱规格和散热方案.....	9
四、 基于 AIoT 智能边缘计算网关 ECOM 系统架构产品的典型案例.....	11

- (一) 百度基于 ECOM 架构打造的智慧工地案例 11
- (二) 腾讯基于 ECOM 架构打造的智慧水务案例 12
 - 1. 案例背景..... 12
 - 2. 方案架构..... 13
 - 3. 边缘计算在智慧水务中应用效果..... 13
- 五、 致谢..... 14



www.ODCC.org.cn

一、背景

开放数据中心委员会边缘计算工作组在 2021 年发布了《AIoT 智能边缘计算网关技术规范》，技术规范作为边缘计算标准体系框架中“边缘计算基础设施”的重要部分，建议了面向物联网场景的现场级边缘计算设备的技术实现和规约。浪潮结合当前边缘计算中 AIoT 智能边缘网关业务中场景不一、标准不一、应用需求多样化、差异化的痛点，基于《AIoT 智能边缘计算网关技术规范》中的系统架构及硬件架构规范要求，联合边缘计算工作组相关成员单位，牵头制定了《AIoT 智能边缘计算网关 ECOM 架构及参考设计技术规范》，从硬件架构上进行模块化拆解，为边缘智能网关产品进行模块化设计提供参考设计支持，便于在边缘智能网关开发过程中进行规范化及标准化开发设计，降低重复开发投入，缩短开发周期，提升产品质量。

二、AIoT 智能边缘计算网关 ECOM 系统架构概述

ECOM (Edge Computing Optional Modular) 系统为适应智能边缘网关产品复杂多变的应用场景需求将系统进行模块化拆解。使产品设计更加多样、灵活、易于实现，可适应室内室外多种应用场景。通过将计算平台和 IO 模组、功能模组进行架构解耦，平台模组及功能模组多重复用，基于不同的场景和应用进行环境适应型设计，以实现短、平、快的产品开发模式，高质量的满足各类用户的产品需求。通常 ECOM 系统可分为核心模块、载板模块、功能模块、IO 模块、管理模块等部分。

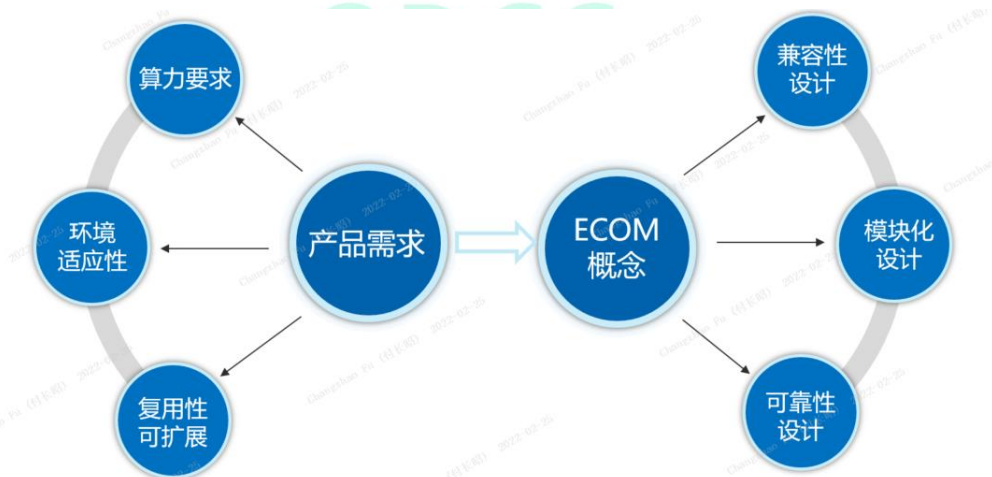


图 2-1 ECOM 模块图

通过不同的组合搭配，结合不同的应用场景，组合出不同的 AIoT 边缘计算网关产品。

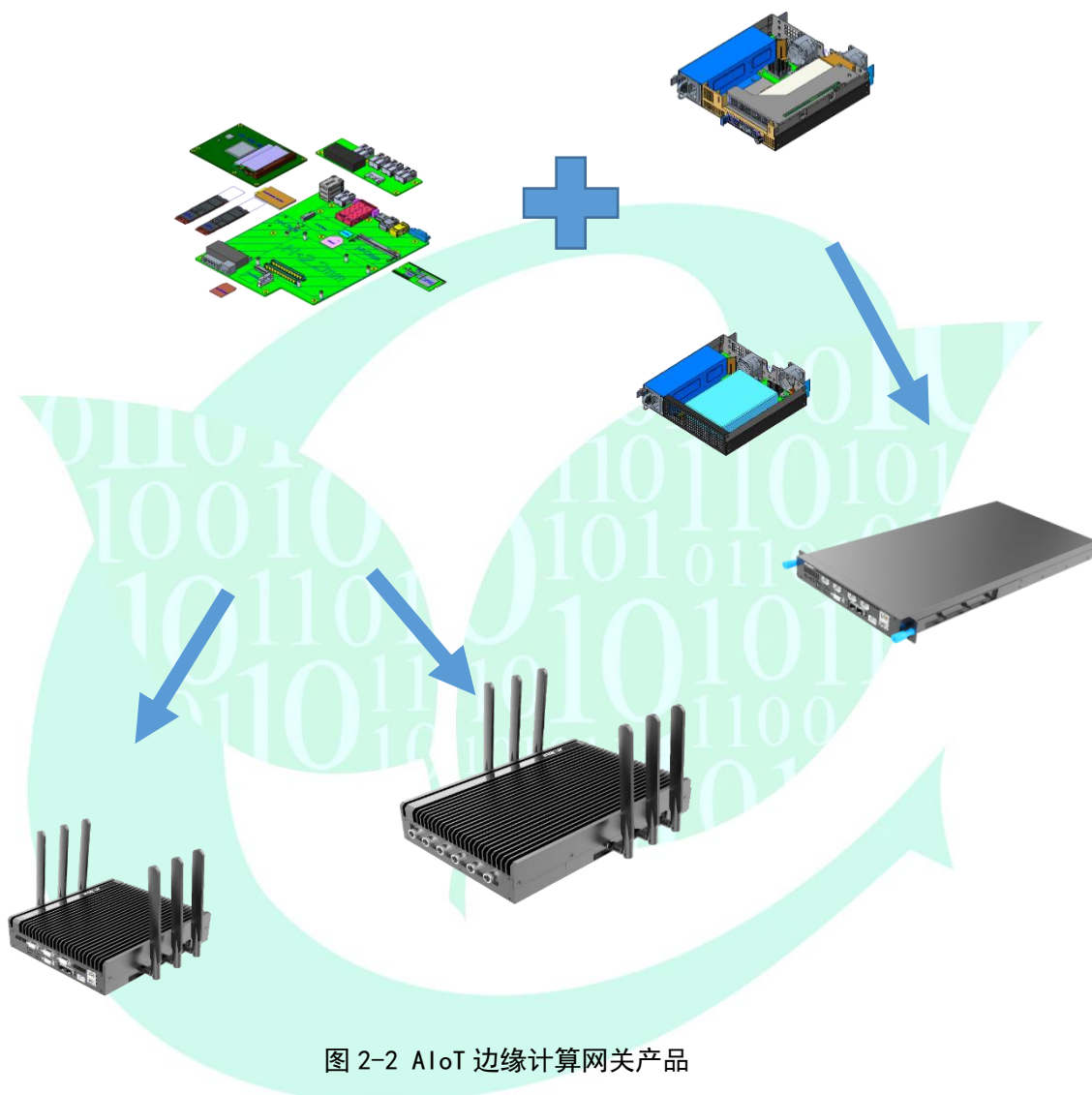


图 2-2 AIoT 边缘计算网关产品

三、AIoT 智能边缘计算网关 ECOM 模块化参考设计规范

(一) ECOM 系统各模块功能介绍

1. 核心模块

核心模块集成了 CPU 和 DIMM 内存，以及各种输入、输出设备的高低速接口，用于智能边缘计算网关的计算核心。每种平台的计算核心遵循同样的设计规范进行模块设计，可使得个模块产品具有很高的通用性，利于产品的迭代和不同场景适配。

2. 载板模块

载板模块根据配置和用途不同，可灵活设计，为核心模块提供外围接口及与其他模块的通信。

3. 管理模块

管理模块是一个微控制器子系统，执行带外的管理功能，例如固件更新、远程管理、性能监控等。

4. IO 模块

为了给智能边缘网关提供更多的 IO 扩展选择，ECOM 系统规范了 IO 扩展模块，通过 PCIe 等总线进行 IO 功能扩展。使设备 IO 扩展部分可以灵活扩展存储、通信、算力卡等功能模组。

5. 功能模块

AIoT 智能边缘计算网关会应用到各类通信、计算功能模块。通过对不同模块的兼容，实现不同场景下的功能适配。

(二) ECOM 系统各模块化参考设计规范

本规范主要面向 AIoT 智能边缘计算网关的模块化参考规范，核心处理器平台通常在 TDP 50W 以下，关于更高功耗计算能力的处理器平台可参考《边缘计算小型化边缘服务器系统参考架构及技术规范》。

1. 核心模块

核心模块集成了 CPU 和 DIMM 内存，以及各种输入、输出设备的高低速接口，用于边缘计算产品的计算核心。每种平台的计算核心遵循同样的设计规范进行模块设计，可使得个模块产品具有很高的通用性，利于产品的迭代和不同场景适配。

AIoT 智能边缘计算网关在硬件平台的选择上具有多面性。基于 x86、ARM、PowerPC、RISC-V 等架构的多种应用处理单元可供选择。

目前 AIoT 类产品有多种多样的硬件平台，并且有多种模块规范可供选择。本规范推荐用户选择泛用性较广的协议规范进行硬件开发设计，例如：COMe、So-DIMM、Q7 等。以 COMe Type7 设计规范为例，核心模块可集成 1 个处理单元和 2 条 So-DIMM 插槽，并且提供丰富的 PCIe、LAN、SATA 等高速总线接口以便于智能网关的功能扩展。用户可结合 AIoT 智能边缘计算产品的规格及技术特点进行核心模组的设计。其尺寸如图 3-1 所示：

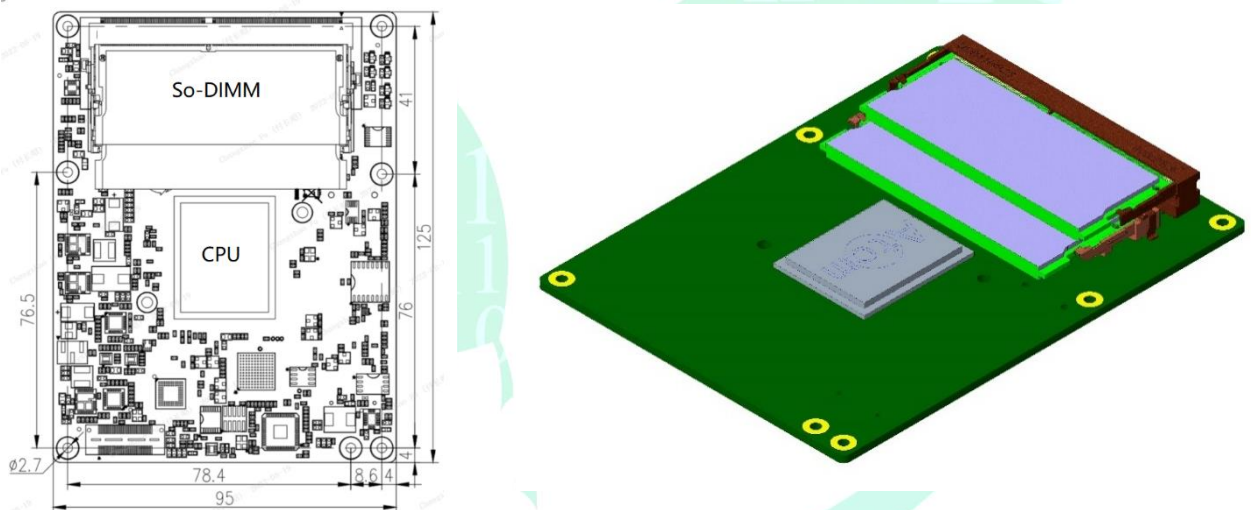


图 3-1 核心模组参考尺寸图

2. 载板模块

载板模块根据配置和用途不同，可灵活设计，为核心模块提供外围接口及与其他模块的通信。

载板模块主要提供核心模块、接口功能模块、管理模块、IO 模块的相互联接通信，并且可在其上兼容 SSD 存储、AI 计算模组、4G/5G 等蜂窝通信模组、wifi、Lora 等物联网通信模组。除此之外载板模组可以根据处理器平台功能及应用需求，引出 LAN 口、USB 口、串口、显示接口等常用通信接口。其参考尺寸如图 3-2 所示：

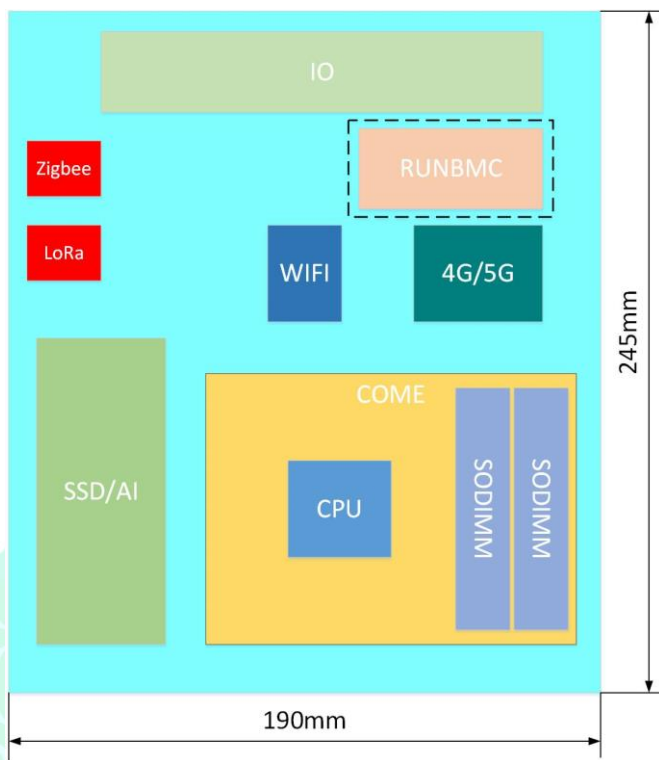


图 3-2 载板模组参考尺寸图

3. 管理模块

根据不同的应用规模、硬件主控平台选定不同的管理方式。

常用的管理方式有 EC 控制、Mini BMC，Run BMC 等。用户可以根据不同的应用场景和应用规模进行合理选配。

以 Run BMC 为例，BMC 管理模块是一个微控制器子系统，执行带外的管理功能，例如固件更新、远程管理、性能监控等。ECOM 系统基于 Open BMC 组织基础规范，结合 AIoT 智能边缘计算产品的规格及技术特点进行优化设计。

将如 BMC 等管理模块设计为可选模块，并在载板上推荐使用 MCU 进行系统底层管理，具有如上下电控制、散热策略的基础底层控制功能，当 BMC 在位时，BMC 与 MCU 进行信息交互。BMC 会将获取到的底板温度、电压信息，开关机状态及控制，风扇转速等信息给到 BMC，BMC 会发送在位信息给 MCU。

BMC 在位时，BMC 会完成 Web 管理，设备管理监控、故障诊断及日志管理、BIOS 交互等功能，其中从 MCU 中获取到的信息（温度、电压、风扇转速）可在设备管理监控模块中体现，并可通过与 BMC 的交互控制开关机。

4. 功能模块

技术规范在设备内部预留充分的功能模块扩展空间及接口，为 ECOM 系网关设备提供更加丰富的接口及应用功能。

- 存储模块：

系统兼容 M.2 SSD 或 2.5 寸 SSD 用于系统的存储功能应用。

- 蜂窝通信模组：

蜂窝通信模组采用标准 M.2 Key-B WWAN 接口的模块，接口设计上兼容 3052 和 3042 物理尺寸，可以实现 2G/3G/LTE/5G NR 不同蜂窝网络的兼容。蜂窝通信模组的物理接口详细设计参照规范可参考《PCI Express M.2 Specification Revision 3.0, Version 1.2》。

- 物联网通信模组：

物联网通信模组可兼容 Wi-Fi 模组、ZigBee 模组，LoRa 模组等 WLAN 网络和 LPWAN 网络，支持复杂场景下不同无线网络的物联网应用。

Wi-Fi 模组采用 M.2 Key-E 2230 或 M.2 Key-E-A 2230 标准接口的模块，可兼容支持不同协议的 Wi-Fi 网络：802.11ac，802.11ax 等。

ZigBee、LoRa 等低功耗模组采用插针封装模组，通过接口兼容设计，实现不同厂家模块的兼容适配，适应当前低功耗物联网互不兼容的应用场景困境。

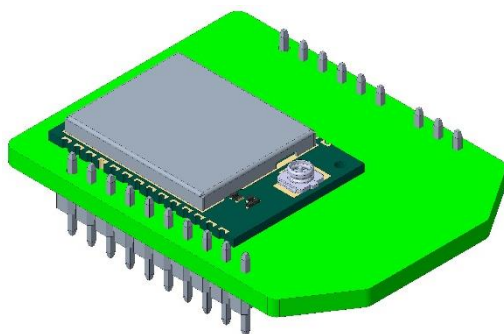


图 3-3 物联网通信模组

- AI 计算模块：

AIoT 智能边缘网关应具备 AI 本地推理能力，根据业务场景可选或标配，可选事采用标准接口的 AI 推理模组，推荐使用 M.2M-Key2280 尺寸 SSD 接口规范，使其具备通用性。

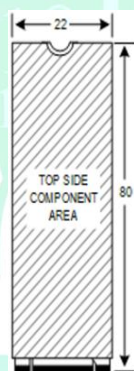


图 3-4 AI 计算模块

- 网卡功能模块

网卡功能模块为系统提供多个千兆网口，满足了 AIoT 智能边缘计算网关在多网络应用场景的使用要求，并且可参照 802.3.af/802.3.at 协议设计 POE 功能，为边缘网口连接 POE 摄像头等应用场景提供了端口支持。

- 工业接口功能模块

工业接口功能模块为 ECOM 系统提供 RS232 串口、RS485 串口、CAN 口，DIO 口等，满足了大多数的工业现场总线需求，使 ECOM 架构系统可以再工业类边缘业务中得到充分应用。

5. IO 模块

由于 AIoT 智能边缘计算网关在部分应用场景会出现存储空间不足，算力不够，网络通信端口数不够等业务问题，为了解决这类场景需求，规范给系统提供更多的 IO 扩展选择，采用扩展坞的形式进行功能扩展。AIoT 智能边缘计算网关 ECOM 系统规范了 IO 扩展模块，已如下方案为例，通过 PCIe 和 SATA 信号的转接，设备扩展坞部分可以选配 PCIe 卡，SATA/NVMe SSD 配置，HDD 等：

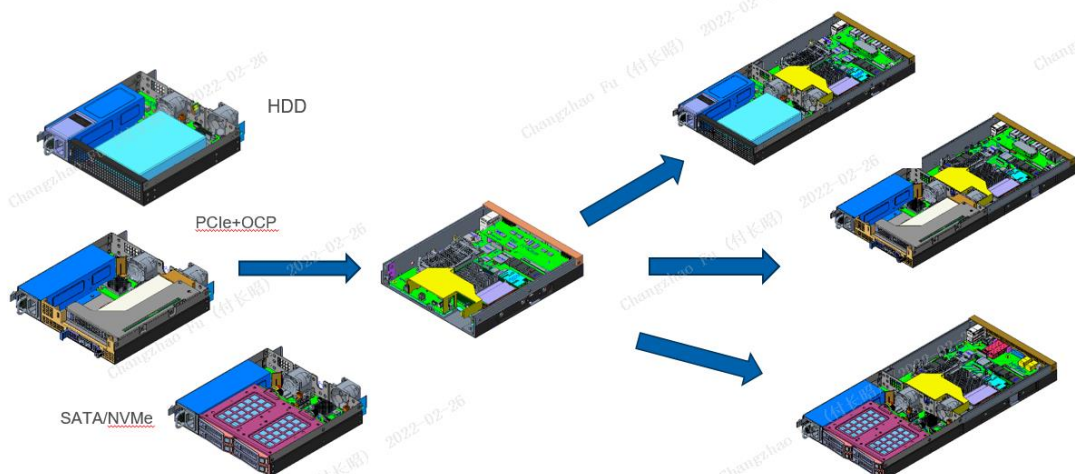


图 3-5 IO 模块

(三) ECOM 模块化系统互联架构

ECOM 模块化架构参考架构图如下图所示。如前文介绍，此模块化架构包含核心模块、载板模块、管理模块、功能模块、IO 模块。其中载板模块提供了丰富的总线接口和扩展空间。核心模块的 PCIe、SATA、USB、LAN 等高速总线通过互联高速连接器链接到载板模块，在板模块通过 CPU 的总线资源进行存储、蜂窝通信、物联网通信、AI 计算等功能扩展，并且预留 PCIe、SATA 等接口，通过高速线缆进行扩展坞 IO 功能模组扩展。

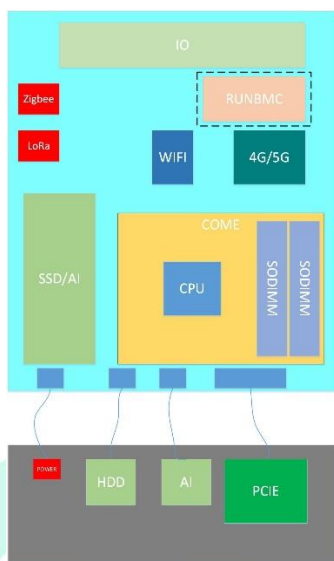


图 3-6 ECOM 模块化架构参考架构图

(四) ECOM 架构机箱规格和散热方案

ECOM 架构 AIoT 智能边缘计算网关可根据整体方案及使用场景需求，使用风冷或被动散热的方案，可根据散热器的固定要求，在核心模块上的合适位置开固定孔。由于核心模块上芯片的紧凑布置，对于不同的散热方案，提供有以下散热边界：

表1不同散热方案对比

无风扇被动散热-核心模块功耗 $\leq 20W$	建议机箱尺寸（长*宽*高） \geq 250mm*220mm*65mm,
风冷隔离散热-核心模块功耗 $\leq 50W$	建议机箱尺寸（长*宽*高） \geq 250mm*220mm*65mm,
扩展坞形式-风冷	建议机箱尺寸（长*宽*高） \geq 460mm*220mm*43mm

注：配合整机内部其他的功耗部件，需要添加热管、VC 等适当的均温措施

如上表所示，推荐了使用不同散热方式时，核心模块在不同功耗及环境温度下的机箱尺寸要求，其往往需要在机箱表面开一定数量的散热齿，散热齿的

齿高 (h)、齿间距 (g)、齿厚 (w) 需要根据整机的功耗分布及大小进行的优化设计。机箱尺寸不是严格固定的, 可根据现机箱尺寸的推荐值进行机箱表面积的计算, 一般要保证所设计机箱的有效散热表面积不小于所推荐的机箱尺寸。

对于无风扇的被动散热配置, 其往往部署在恶劣的户外环境中, 经常需要忍受全天候的雨雪风沙侵袭, 无风扇的设计便于进行结构上的防水防尘。无风扇被动散热配置, 其散热方式主要是通过机箱内部的热传导和机箱与环境之间的热辐射, 相对于强制对流散热而言是一种低效率但具有高可靠性的散热方式。机箱整体尺寸 (长*宽*高) $\geq 250\text{mm} \times 220\text{mm} \times 65\text{mm}$, 建议整机功耗 $\leq 50\text{W}$ 。

对于风冷隔离散热的配置, 可部署在有防尘要求的环境中, 一般可达到 IP54 等级。为了使得内外隔离而达到防尘等级的要求, 风扇一般是加在散热机箱外表面的某个位置。机箱尺寸 (长*宽*高) $\geq 250\text{mm} \times 220\text{mm} \times 65\text{mm}$, 建议整机功耗 $\leq 50\text{W}$, 推荐的风扇 PQ 性能如下图所示, 建议风量 $Q \geq 52\text{CFM}$ 。

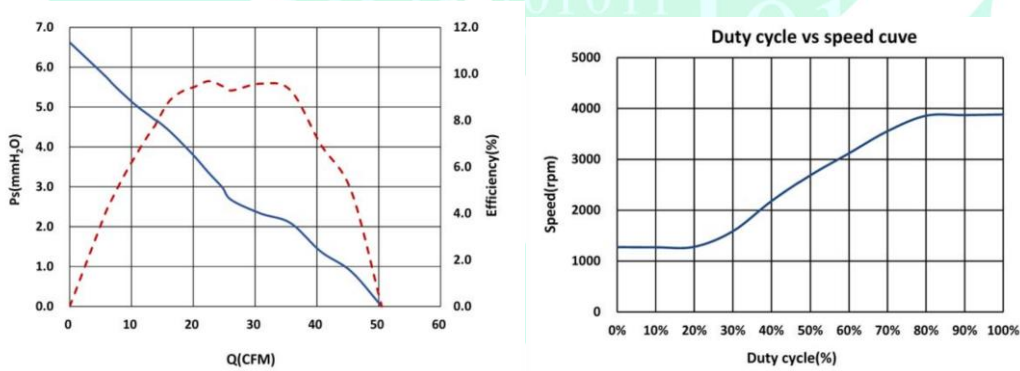


图 3-7 推荐的风扇 PQ 性能图

对于扩展坞配置, 其主要散热方式时强制风冷。机箱尺寸 (长*宽*高) $\geq 460\text{mm} \times 220\text{mm} \times 65\text{mm}$, 建议整机功耗 $\leq 150\text{W}$ 。整机风量 $\geq 130\text{CFM}$, 单颗风扇的风扇性能曲线如下图。

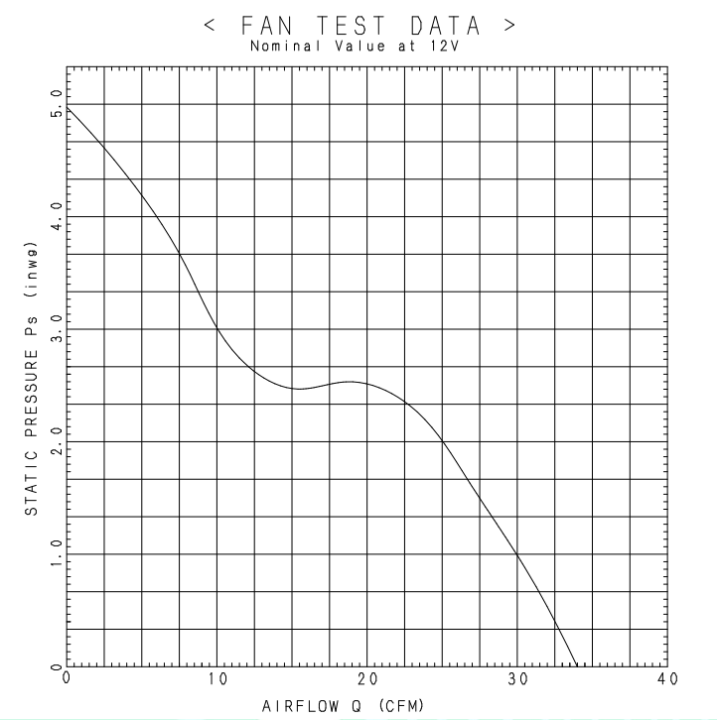


图 3-8 单颗风扇的风扇性能曲线图

四、基于 AIoT 智能边缘计算网关 ECOM 系统架构产品的典型案例

(一) 百度基于 ECOM 架构打造的智慧工地案例

场景需求：

当前大多数建筑公司施工项目多、管理难度大，亟须进行智能化转型。同时为响应政府关于开展智慧工地建设工作的要求，决定建设一个如下核心诉求的解决方案：

- 中心化平台，进行信息集中处理；
- 智能化处理，全方位监管施工；
- 信息化手段，提高管理效率；
- 创新型技术，提升企业形象。

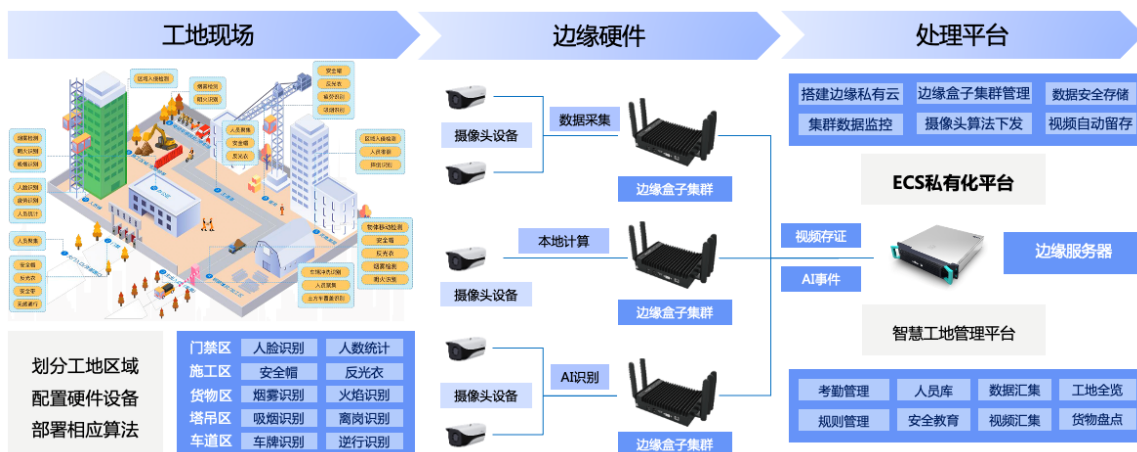


图 4-1 智慧工地案例图

解决方案的优势:

- 搭建私有中心，信息集中处理，保障数据安全；
- 全域覆盖摄像头+智能边缘计算网关，组成集群互相协作；
- 多个 AI 算法实时监控、自动识别，无需人工干预；
- 智能潮汐调度，节约算力与资源，贯彻绿色施工。

用户收益:

- 数据在私有云内集中处理、统一监管、安全存储，加强管理的主动性；
- 全区域、全周期监控，提高工地安全性、降低事故发生率，消除监控死角；
- AI 算法代替人工，大幅降低人力成本、提升告警实时性、提高管理效率；
- 平均单工地总价成本低，可根据具体需求，进行定制化构建。

(二) 腾讯基于 ECOM 架构打造的智慧水务案例

1. 案例背景

水利监测点一般为户外，部署环境恶劣，存在高温、水气、灰尘等环境因素，对于设备的散热和节能有很高的要求。此外，传统水利采用 DTU/RTU 方式上报数据，使用自定义传输协议，存在一数多源，数据可靠性较低的问题。

2. 方案架构

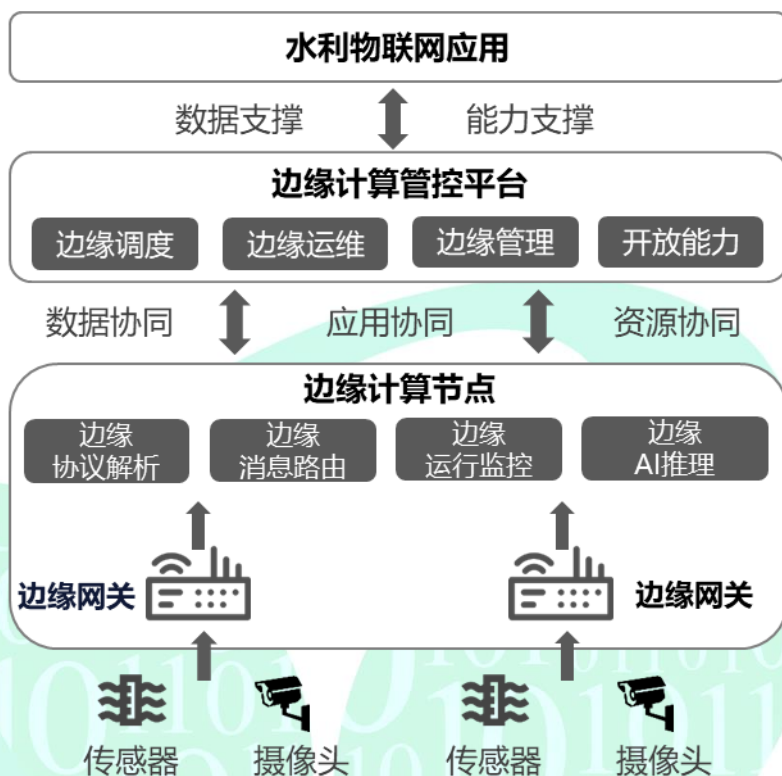


图 4-2 智慧水务方案架构图

3. 边缘计算在智慧水务中应用效果

采用“云-边-端”架构带动水务系统的技术升级，根据业务需要分级处理，云边协同，为流域水生态环境管理提供信息化管理和决策支持

(1) “云”侧

以物联网平台为基础，建设水务物联网监测感知平台和视频感知平台，采用微服务架构解耦业务和数据，解决异构系统架构和数据统一管理。作为城市物联网的水务行业平台，承担各级建设的所有物联监测感知设施的监测站和视频站的统一数据的接收、解析、存储与服务，实现与各级所有感知相关数据的统一汇聚接入和共享服务。

物联网平台北向通过开放的 API 接口和主站应用进行对接。通过物联网平台实现了感知层的物联网设备和上层应用之间的解耦，加快了上层应用的迭代速度。业务功能软件微服务化后，多业务部门的微服务都可运行在物联网平台上，可实现充分的信息共享，打破原有业务系统的信息烟囱

(2) “边”侧

1) 边缘计算平台提供云边一体的边缘计算框架，能够快速地将业务应用部署至距离数据源头最近的边缘节点，帮助水务行业客户在边缘计算设备上快速实现

- 多协议物联网感知设备接入和协议转换；
- 视频接入及录像、存储、转发、视频录像截图上传下载；
- 视频流字幕打印、IoT 设备数据联动；
- 边缘智能推理分析、输出符合水利特点的识别结果以及预测分析，如水位、船只、漂浮物等；
- 提供丰富的物联管理能力，包括场景联动，流式计算和消息路由等，对设备数据进行处理与响应，节约运维、开发、网络带宽等成本消耗。

2) 边缘硬件：开发适用于流域水生态环境监测体系的边缘网关设备，将高带宽、低时延、本地化的业务下沉到网络边缘，解决时延过长、汇聚流量过大等问题，从而为实时性和带宽密集型业务提供良好支持。通过浸没式液冷的设计，可大大提升边缘服务器的散热性能及节能的表现；

3) 边缘智能：通过目标检测、图像分割等人工智能技术，基于海量水利视频、图片数据，构建基于神经网络模型，结合传统图像处理等技术，构建了一套高精度、高适用、高效率的智能水环境监测系统。

五、致谢

《AIoT 智能边缘计算网关 ECOM 架构及参考设计技术规范》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！



ODCC服务号



ODCC订阅号