



Open AI Infra社区DPU项目组新技术探索实践： AI时代的基础设施变革

陈军

OpenAI Infra 社区 DPU项目组 组长

字节跳动服务器架构师



01 背景与挑战：AI时代的算力基石

02 GCC DPU标准优势：超越传统AIC卡的突破

03 GCC DPU标准详解：结构，散热，液冷，可靠性，硬件管理接口设计

04 行业必要性：为何迫切需要GCC DPU标准

05 展望：开源标准，全球推广

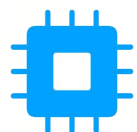
背景与挑战：AI基础设施的算力基石

核心定义：第三颗主力芯片

DPU是继CPU、GPU之后的关键算力组件。其核心使命是实现“计算与基础设施处理解耦”，成为数据中心内部数据流转、负载卸载与通信加速的核心枢纽。

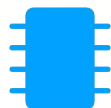
核心定位：AI算力黄金三角

DPU与CPU、GPU各司其职，共同构建高效的AI算力体系。它专注于破解基础设施瓶颈，保障大规模集群的稳定运行。



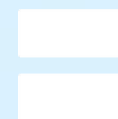
CPU 通用中枢

负责复杂逻辑处理与业务调度，是系统的“大脑”。



GPU 计算核心

专注于大规模并行计算与矩阵运算，是AI训练的“肌肉”。



DPU 数据枢纽

处理网络/存储等基础设施任务，是连接的“神经”。

背景与挑战：DPU的核心作用



过去 (2015-2020): 云计算卸载引擎

从SmartNIC到DPU概念成型，核心解决云资源利用率问题，实现网络与存储虚拟化卸载。



现在 (2020-至今): AI Infra数据枢纽

大模型驱动下，成为超大规模AI集群标配，负责数据中心级通信与安全隔离。

DPU的不可替代性



释放极致有效算力

卸载基础设施负载，释放CPU/GPU算力，让其专注于核心业务。



突破分布式训练通信瓶颈

硬件加速RDMA/NCCL，实现微秒级时延，支撑万卡级集群线性扩展。



强化硬件级安全与隔离

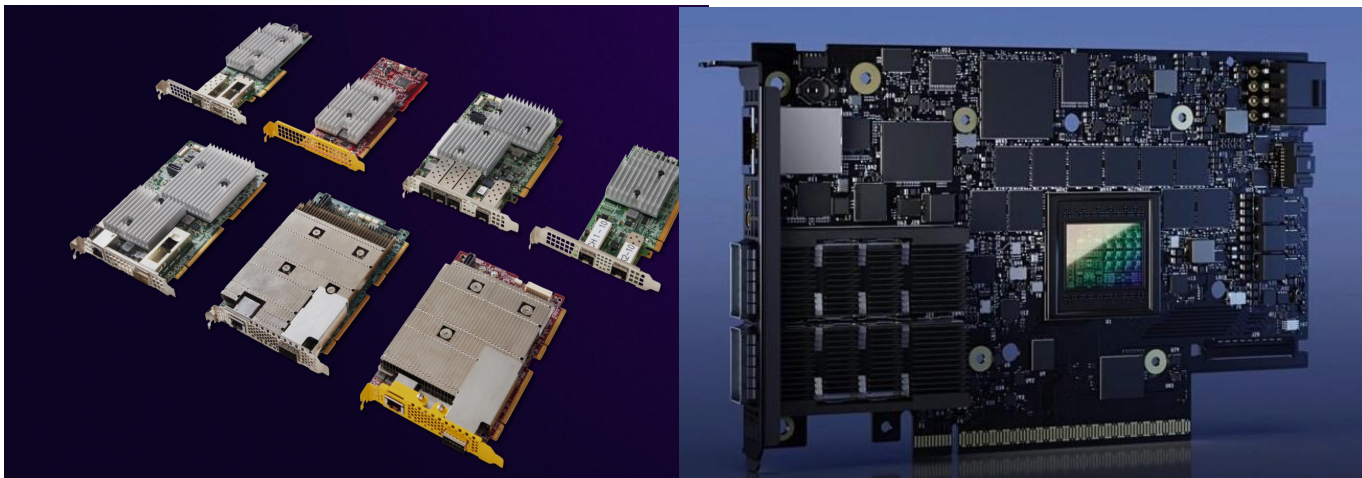
提供硬件租户隔离与全链路数据加密，保障多租户AI集群的安全与合规。



优化AI推理效率

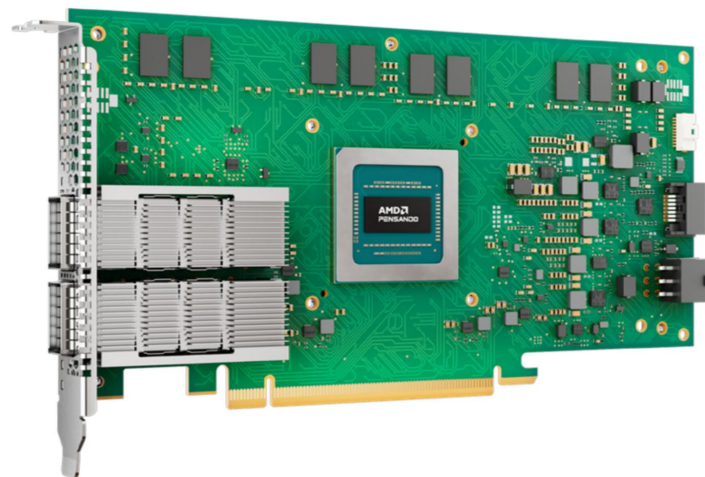
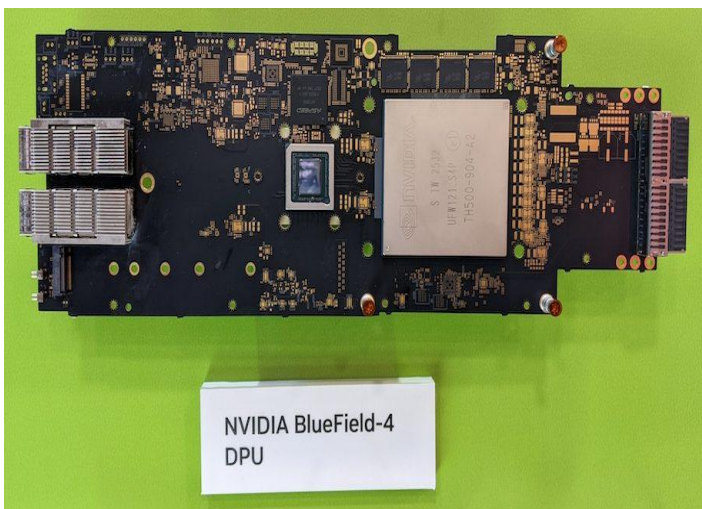
高效管理KV Cache，优化数据路径，提升推理吞吐量并降低延迟。

背景与挑战：碎片化的DPU市场



现状

- ◆ 市场DPU形态多样，多为PCIE形态，缺乏统一标准
- ◆ 主流云厂商自研定制，设备商只能跟随成熟形态设计



挑战

- ◆ PCIe形态散热差、占风扇调速点，导致硬件兼容性差
- ◆ AIC形态DPU的供电和散热设计存在较大挑战
- ◆ 缺乏统一标准制约规模化应用，有必要定义开源DPU形态解决问题

有必要定义开源DPU形态来解决这些问题

GCC DPU标准

GCC DPU标准优势：超越传统AIC卡的突破

散热性能

OCP形态设计，散热更优，无需额外风扇调速，支持液冷，有效解决高密度计算下的热管理难题。

供电能力

支持最高290W供电，满足高性能DPU及未来AI应用对功耗的严苛需求，提供稳定动力。

硬件兼容性

定义统一接口标准，打破厂商壁垒，实现不同厂商DPU板卡与服务器的无缝对接与互操作。

扩展性

支持PCIe Gen5/Gen6，提供丰富的扩展接口，为未来技术升级预留充足空间。

结构与散热对比

传统AIC: 结构设计相对复杂，内部堆叠导致散热路径长，热量积聚风险较高。

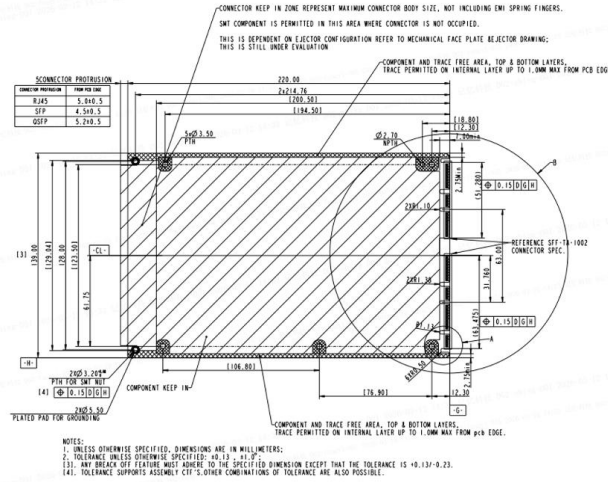
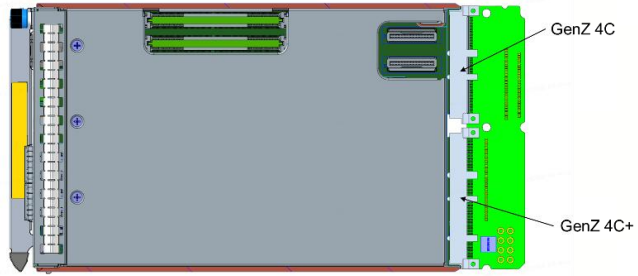
GCC标准: 采用OCP形态设计，架构更简洁，优化了风道，散热效率显著提升。

运维便利性对比

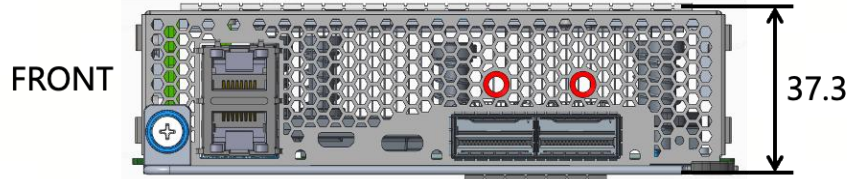
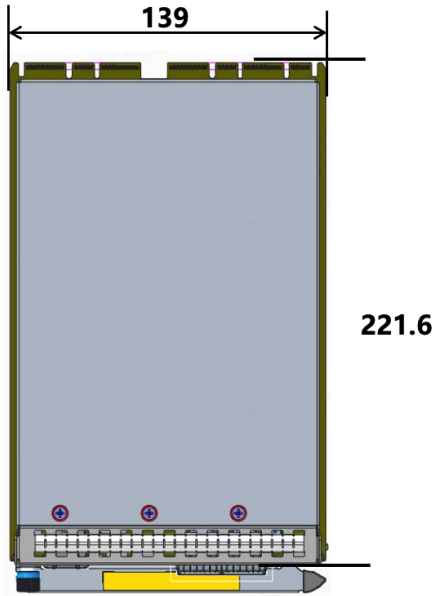
传统AIC: 卡件插拔操作不便，通常需要打开机箱盖，中断业务，维护耗时。

GCC标准: 支持OCP形态DPU卡的热插拔功能，无需断电开箱，极大降低运维难度。

GCC DPU标准：卡端结构



Form Factor	Width (mm)	Depth (mm)	Z-height (mm)	Primary Connector	Secondary Connector	Primary / Secondary Connector Pitch (mm)
DPU	139	221.6	37.3	4C+	4C	63



外形尺寸



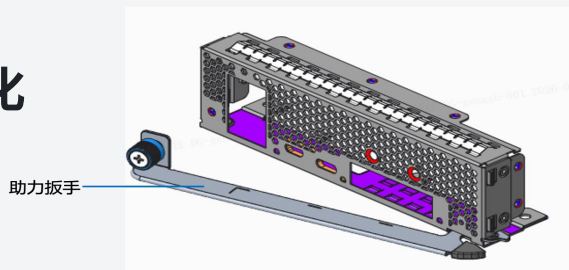
尺寸规格为 221.6mm * 139mm * 37.3mm，类OCP LFF 标准 (115mm*139mm*15.1mm)，适配成本低

GCC DPU标准：与主板互联接口结构

结构复用与兼容性

完全复用LFF结构设计，主板端可采用90度/夹板连接器，保证了与现有服务器设计的兼容性。

可插拔性优化



充分考虑可插拔性，增加助力把手的设计，方便DPU卡的安装和维护，提升运维效率。

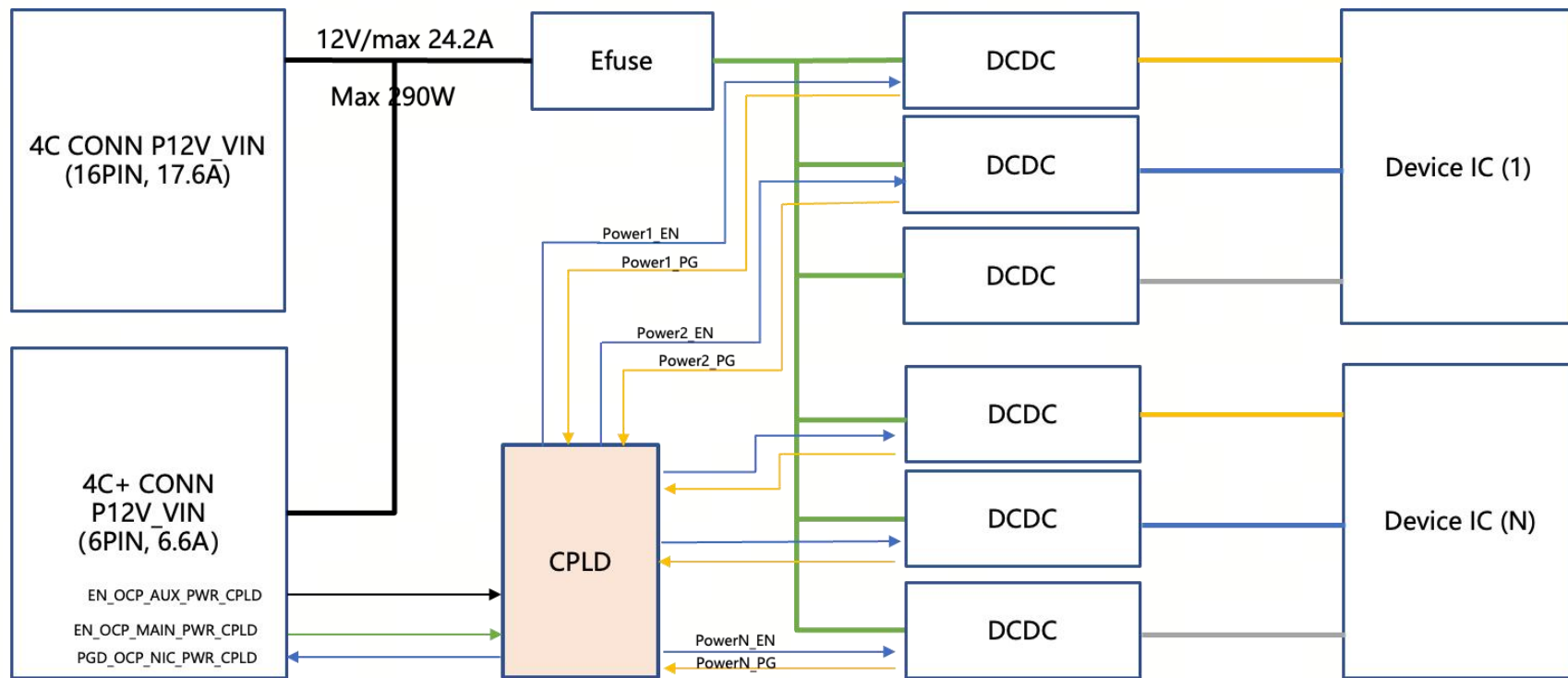


DPU卡与主板连接物理结构示意图



设计亮点：

在保证高性能互联的同时，兼顾了向后兼容性与现场维护的便捷性。

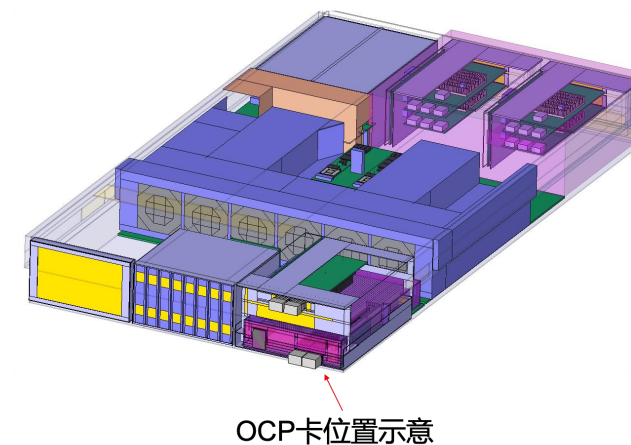
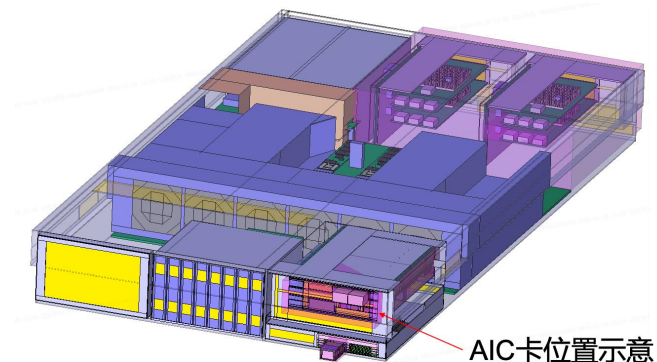


符合DPU上电要求

- ◆ Host Standby电输入，AC上电后，DPU先启动。
- ◆ 通过4C/4C+连接器提供12V_VIN共22PIN，最大供电能力高达290W，相比传统OCP标准提升显著。
- ◆ 通过CPLD控制Power Enable及Power Good信号，支持Aux Power Mode及Main Power Mode的灵活配置，满足不同功耗场景的需求。

GCC DPU标准：AIC散热对比

整机环境	服务器系统	YICHUN			
	前置硬盘	8*2.5"SSD			
	CPU	2* EGS 350W			
	散热器	EVAC 散热器			
	内存	16 * 64G DDR5 + 16 * BPS			
	PCIe 设备	4 * Retimer			
风扇规格	spec	6*6038		6*6038	
环境温度		25		35	
风扇转速		45%		90%	
DPU类型		OCP	AIC	OCP	AIC
CPU Tj	95	79.7	84.2	82	77.7
FPGA Tc	79	63	94.4	64.4	75.2
DIMM DRAM	85	71.5/56.1	81.9/66.3	70.2/59.9	67.5/59.6
M.2 NAND	85	62.1	93.2	63.8	76.8
QSFP112	70	53.8	69.5	58.1	62.4
Card Inlet (CFM)	NA	15	6.89	30.8	14.6



GCC DPU标准：AIC散热对比



测试环境控制

基于完全相同的服务器系统平台，在保持风扇转速一致的条件下进行对比测试。



实测数据表现

- **温度优势：** OCP卡各核心器件温度显著更低，CPU TJ 从 84.2°C 降至 79.7°C。
- **风量优势：** OCP卡风阻更低，流经板卡的风量更大，整体散热效率更优。



AIC 形态

传统设计 / 风阻较高



OCP 形态

GCC标准 / 散热更优

CPU TJ 温度对比 (°C)

AIC: 84.2°C

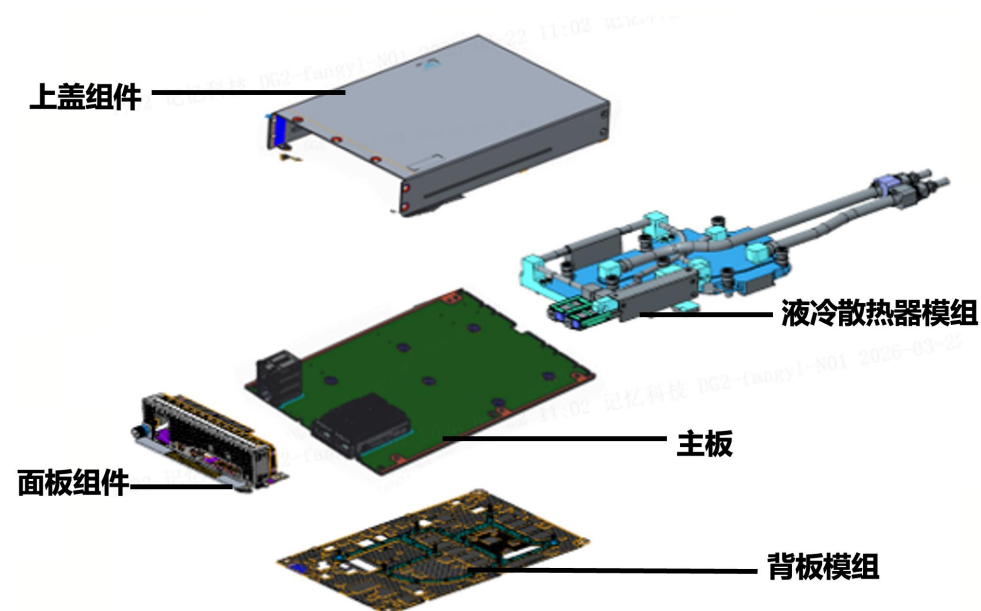
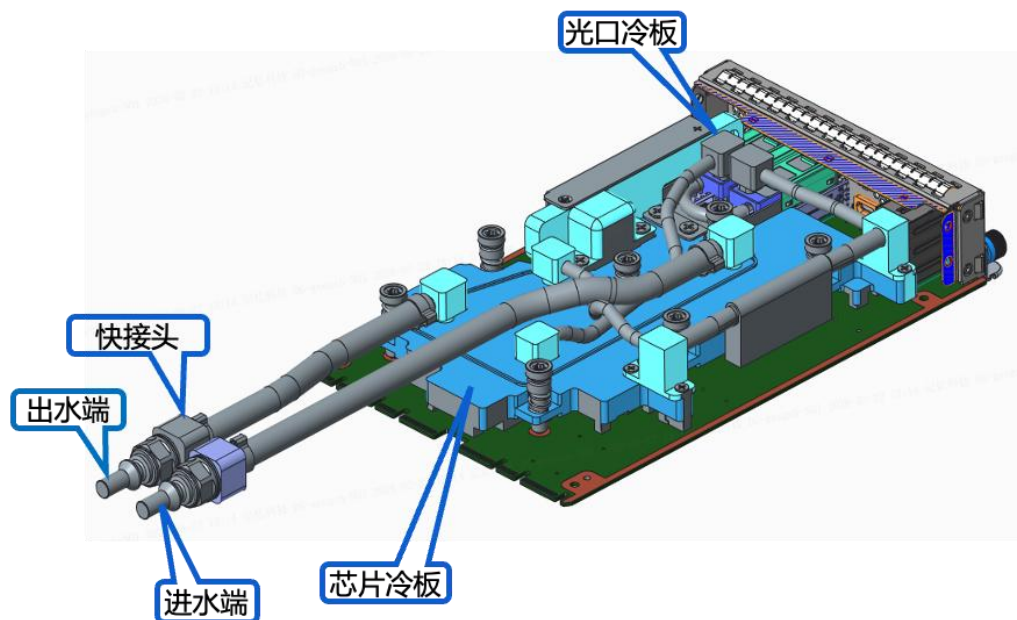
OCP: 79.7°C



测试结论：

在相同系统配置及相同风扇转速条件下，采用 GCC 标准的 OCP 形态 DPU 相比传统 AIC 卡，具有更低的风阻和更大的有效风量，最终实现了更优异的散热表现，核心器件温度显著降低。

GCC DPU标准：液冷支持

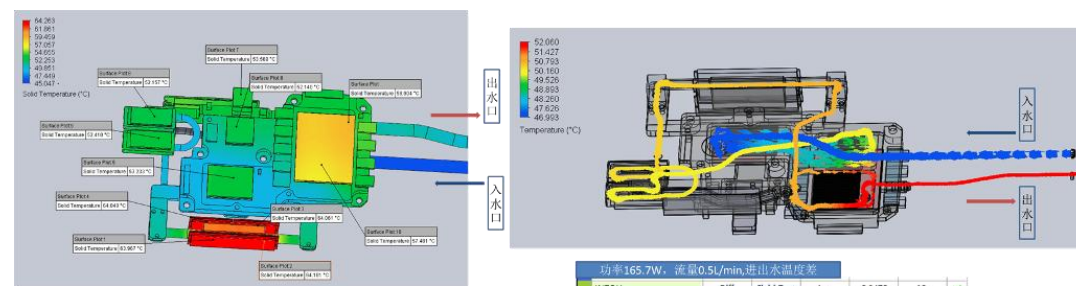


液冷支持

- ◆ 冷板主体采用铜冷板铲齿形态，冷板液体流经大功率器件。
- ◆ 全冷板覆盖。光模块，mem，m.2等冷板均覆盖
- ◆ 连接方式：采用UQD02快接头或UQDB02盲插接，与分水器或机柜外CDU连接通水。

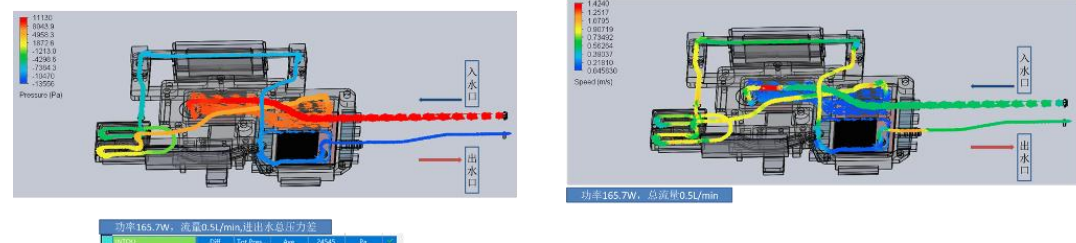
GCC DPU标准：液冷仿真

环境温度	40°C		
散热方案	Liquid Heatsink		
供液温度(°C)	47		
供液流量(L/min)	0.5		
器件	温度规格	分析结果	分析结论
CPU(25W)	Tc	53.23	Pass
FPGA(100W)	Tc 79	58.9	Pass
光模块(°C)	70	52.41	Pass
SODIMM	85	64.1	Pass
BMC		52.1	Pass
CPLD		53.58	Pass
进出液温差(°C)		5.04	
进出液压差(Kpa)		24.545	



器件壳温

流体温度



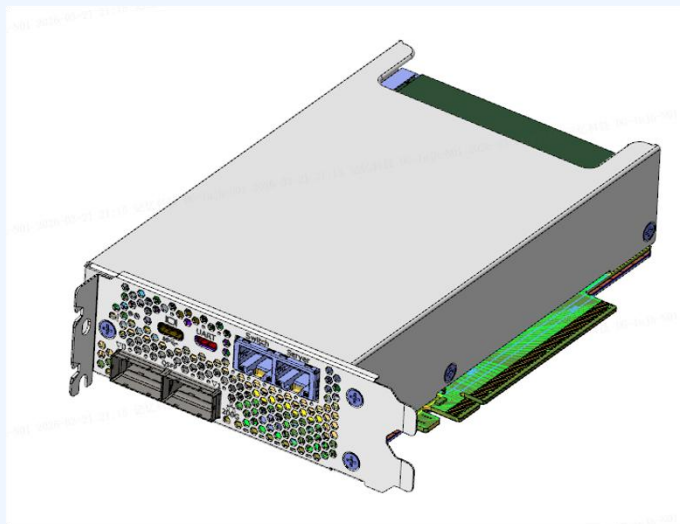
系统压力分布

系统流量分布

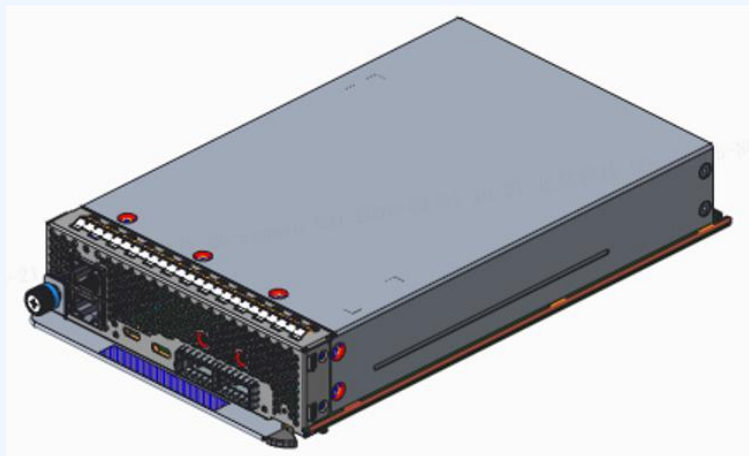
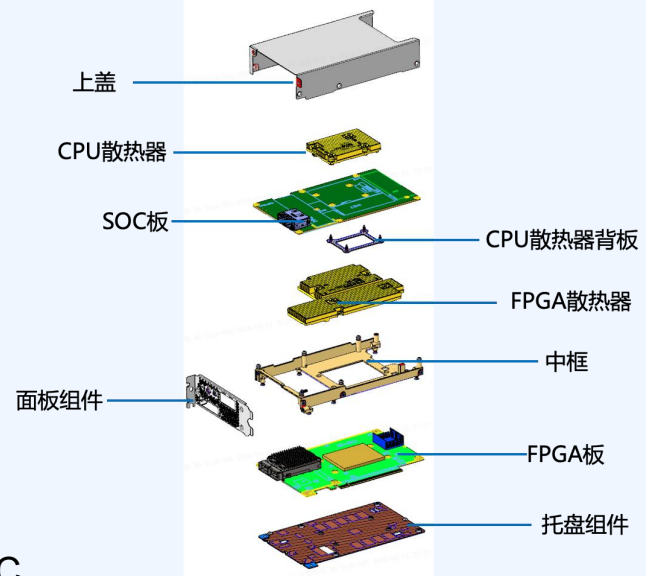


从仿真数据上看，液冷散热相比风冷能有更好的散热能力，且能与液冷整机系统一起实现更好的散热功耗比

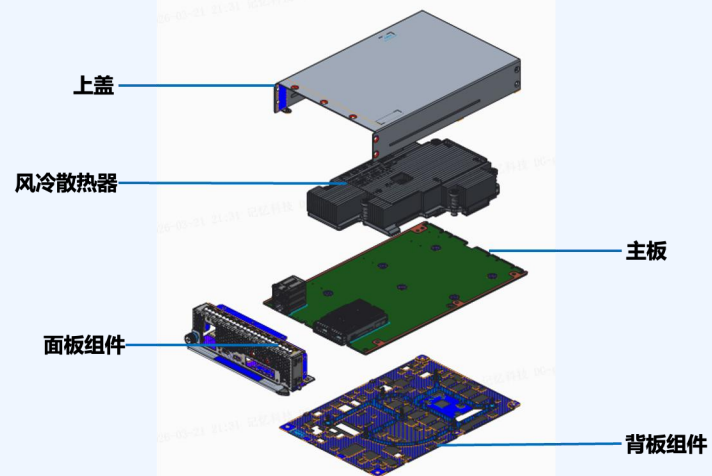
GCC DPU标准：成本及可靠性



FHHL双宽AIC



GCC DPU



散热更优

采用OCP形态，风道设计更合理，不会成为风道阻碍点，散热效率更高。

硬件可靠

硬件方案简洁，无B2B连接器，故障率低，运行更稳定。

成本更低

相比传统AIC卡，GCC DPU的硬件设计能有效节省成本，经济效益显著。

维护便捷

支持热插拔，可直接进行插拔更换，无需停机，维护效率高。

兼容性强

可支持标准RDIMM内存，与现有系统架构兼容性好，易于集成。

综合优势

兼顾高性能与经济效益，是数据中心升级的理想选择。

GCC DPU标准：GenZ接口可持续性

Parameter	PCIe CEM 4.0 Rev 1.0 Specification Section	PCIe CEM 5.1 Rev 1.0 Specification Section	PCIe CEM 6.0 Rev 1.0 Specification Section	PCIe CEM Specification Rev 7.0 Draft 0.5
AC coupling capacitors	Section 4.7.1	PCIe Base Specification 5.0 Section 8.3.9 Symbol CTX	PCIe Base Specification 6.2 Section 8.3.10 Symbol CTX	Page 17 of the Draft 0.5 Spec
Insertion Loss Values (Voltage Transfer Function)	Section 4.7.2 and Appendix A. Section 4.7.10 for 16 GT/s	Section 4.7.2 and Appendix A. -7.0 dB at 16 GHz for SFF and DSFF(See Note 1) Section 4.7.11 for LFF 9.5dB@16.0GHz	Section 4.7.2 and Appendix A. -7.0 dB at 16 GHz for SFF and DSFF(See Note 2) 8.5dB@16.0GHz (CEM Spec)	Also refer to PCIe Base Spec 7.0, Section 8.3.5
Jitter Values	Section 4.7.3 for 8 GT/s and 16 GT/s. Also refer to the PCIe Base Specification 4.0 Section 8.3.5	Section 4.7.3 for 8 GT/s, 16 GT/s and 32 GT/s. Also refer to the PCIe Base Specification 5.0 Section 8.3.5	Section 4.7.3 Also refer to the PCIe Base Specification 6.2 Section 8.3.5	
Crosstalk	Section 4.7.4	Section 4.7.4	Section 4.7.4	
Lane-to-lane skew (SA) for Add-in cards	Section 4.7.5	Section 4.7.5	Section 4.7.5	

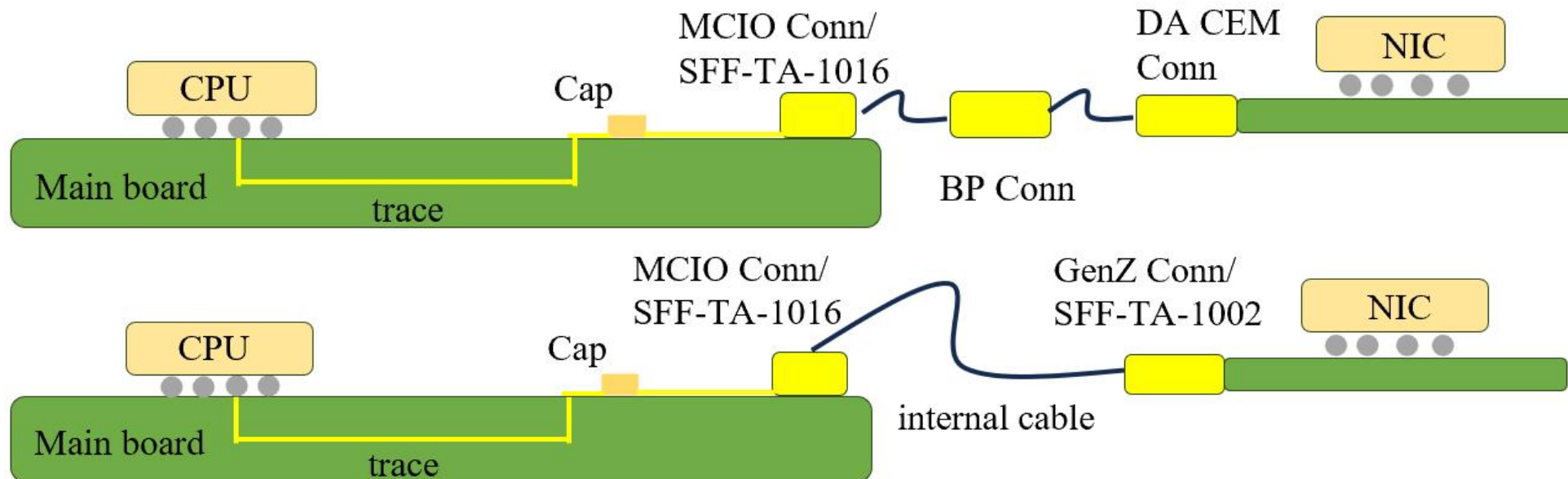
标准参考： OCP Design Spec定义了NIC PCIe Electrical Budgets, 部分参考了CEM Spec。

参数对比： 详细对比了PCIe CEM 4.0至7.0 Draft版本在AC耦合电容、插入损耗等关键参数上的要求。

结论： GCC标准采用的GenZ接口具备良好的可持续性, 能够支持未来PCIe标准的演进。

GCC DPU标准：GenZ接口可持续性

◆ 鉴于前维护盲插需求，CEM形态相比与OCP形态应用场景多了一级断点



以PCIe6.0为例，2种拓扑仿真数据Summary

Topology (RC-->NIC)	EH Top Center@BER 1E-6 (>10 mV)	EH DPPM Criteria (3RMSE, <50 PPM)	EW Top @BER 1E-6(>0.125 UI)	EW DPPM Criteria (3RMSE, <50 PPM)	RSMP E2E Loss@50ppm(<30 dB)
CEM <i>OCP形态性能更优</i>	17.75	0	0.2	0	25.6
OCP	19	0	0.211	0	24.5

◆ 2种形态NIC板厚均为1.57mm

行业必要性：解决核心痛点



解决碎片化问题

当前DPU市场形态多样，缺乏统一标准，导致硬件兼容性差。GCC标准通过统一硬件接口，打破厂商壁垒，实现互联互通，为行业规模化应用奠定基础。



显著降低成本

统一标准极大降低了服务器厂商的适配与研发成本，加速产品上市。同时，统一的接口和管理方式降低了数据中心运维成本，提升了整体管理效率。



核心价值：通过标准化打破壁垒，不仅解决了互联互通难题，更通过规模效应实现了全产业链的降本增效。



加速技术创新

GCC标准提供了一个开放的平台，鼓励产业链上下游的厂商共同参与，打破技术壁垒，共享发展机遇。统一的标准为硬件和软件开发者提供了共同的基础，促进了协同创新，加速了DPU技术的迭代和应用落地。



构建繁荣生态

开放的GCC标准能够吸引更多的芯片、板卡、服务器厂商加入，形成一个繁荣的产业生态，扩大市场规模与影响力。在统一的生态下，各厂商可以发挥各自优势，实现资源互补与共赢发展，共同推动数据中心基础设施的技术进步与标准化落地。



核心价值：打破壁垒，协同共赢，推动数据中心基础设施智能化升级与标准化落地。



统一接口，解决痛点

GCC DPU标准通过统一硬件接口，解决了市场痛点，为AI时代数据中心基础设施提供了理想选择。



开源标准，全球推广

致力于打造开源的GCC DPU标准，并推广到全球，为数据中心架构演进奠定基础，加速AI算力释放。

感谢聆听

感谢聆听

感谢聆听