



白皮书

数据中心的 可持续液冷技术

与ZutaCore®合作的两相DLC液冷系统的可靠组件



内容提要

本白皮书介绍了一种用于数据中心的新型冷却方案，旨在应对高密度服务器部署环境中日益严峻的散热和资源消耗挑战。该两相DLC液冷解决方案在性能、成本效益和可持续性方面表现出色。通过大幅降低能耗并无需用水，这项技术与全球环境目标相一致，能够有效冷却高功率处理器，并在数据中心热管理领域带来重要技术进步。



冷却方面的挑战/冷却技术的挑战

数字服务、超级计算和人工智能（AI）的快速发展对数据中心基础设施提出了前所未有的要求。

随着计算需求的增加，处理器在更小的空间内产生更多热量，这使得传统的风冷和水冷方式在效率和扩展性方面面临挑战。

这一趋势影响了数据中心的性能和可靠性，并导致能源成本上升和环境问题升级。

超级计算增长

超级计算机的性能正在迅速提升。截至2023年，世界最快超级计算机Frontier达到超过1 exaFLOP的计算性能，与十年前最快系统相比，计算能力增加了千倍（TOP500，2023）。

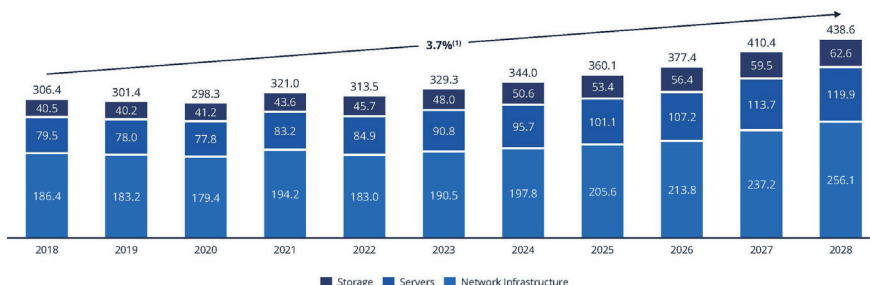
人工智能加速与数据中心扩建

全球人工智能市场规模预计将从2022年的3874.5亿美元增长到2029年的13943亿美元，年均复合增长率为20.1%（《财富商业洞察》，2022）。这一增长得益于机器学习、自然语言处理和计算机视觉等领域的进步，这些技术都需要大量的计算资源。

全球数据中心的收入预计到2028年将增长到4386亿美元

Market size: revenues (1/4)

Global Data Center revenue forecast in billion US\$



Notes: (1) CAGR: Compound Annual Growth Rate
Sources: Statista Market Insights (2023)

全球数据中心市场的预计增长包括存储、服务器和网络基础设施

源。随着这种增长，需要更多的全球数据中心。2021年市场规模为2158亿美元，预计2022年至2030年的复合增长率（CAGR）将达到10.5%（Grand View Research，2022）。

持续提高的处理器密度和功耗

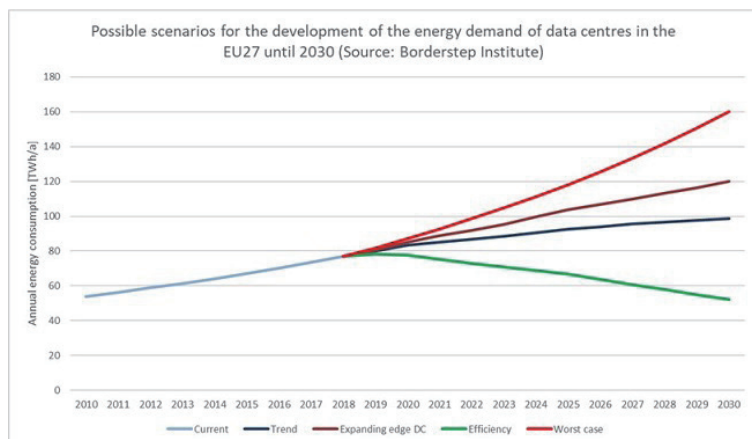
现代人工智能加速器和GPU的单芯片功耗可超过700瓦，这一数字近年来增长了一倍多，预计还将继续上升（NVIDIA，2022）。

环境影响

数据中心已成为各地区电力需求不断增长的一个主要因素。据估计，2022年数据中心的耗电量为460太瓦时（TWh），预计到2026年，数据中心的用电量将超过1,000太瓦时（www.iea.org）。冷却系统占能源消耗的很大一部分，通常占数据中心总能耗的40%。用水量是另一个关键问题，一个典型的数据中心每天用水300-500万加仑（DOE，2022年）。

监管压力

全球的监管机构正在加强对数据中心效率 and 环境影响的标准制定。欧盟制定了到2030年实现数据中心气候中立的目标（欧盟委员会，2021年）。在美国，能源部设立了“更好建筑挑战”，鼓励数据中心将能耗降低20%（DOE，2022年）。



数据中心消耗大量能源，监管机构旨在将能源消耗降至尽可能低

创新的需求

为了应对以上这些多方面的挑战，需要一种新的数据中心冷却方法。

这种方法必须为高密度、高性能计算环境提供卓越的热管理，并通过降低能耗、减少用水量和提高资源利用效率，促进数据中心的整体可持续发展。

实施过程

ZutaCore®与派克汉尼汾之间的合作体现了对热管理解决方案创新的重视。派克汉尼汾公司在为数据中心冷却应用提供快换接头、分水器模块、管道和配件方面拥有数十年的丰富经验。ZutaCore® HyperCool® 系统就是一个典型的例子，它可以与现有的数据中心基础设施无缝集成。鉴于人工智能和超级计算设施的快速扩张，这种集成至关重要。

派克汉尼汾的贡献

派克汉尼汾提供丰富的工程能力和强大的产品组合，确保在数据中心部署的冷却解决方案的可靠性和可持续性。他们的专业知识涵盖了冷却系统高效和可持续运行所必需的各种关键组件。为了开发新的热管理解决方案，流体兼容性和密封性至关重要。派克在为不同流体开发定制解决方案方面的灵活性是一大优势。为了开发 ZutaCore® HyperCool® 系统，需要将 LIQUIfit™ 接头和快换接头的 FKM 密封件改为 EPDM 密封件。这一变化是由于 ZutaCore® 转向了一种新的制冷剂流体。未来，新的特殊 AI 数据中

心冷却流体甚至可能需要氯丁橡胶等其他密封件。派克能够为其产品系列测试和开发这些密封件。

快换接头和分水器模块

派克汉尼汾的快换接头和分水器模块在确保流体分配高效和维护简便方面至关重要。这些组件可以实现安全、无泄漏的连接和断开，确保数据中心冷却系统的可靠性和正常运行。派克的工程设计能力确保这些组件符合严格的性能和耐用性标准，支持现代数据中心的复杂环境。

盲插功能

安装过程中的一项重要创新是派克汉尼汾的盲插快换接头，它简化了热排放单元（HRU）与服务器之间的连接。这一功能在高密度 AI 集群和超算环境中尤为重要，因为快速部署和便捷维护是必要的。盲插技术确保连接精确，同时不影响系统的完整性或性能，简化了安装过程并减少了运行中

断。这些快换接头设计可靠，易于使用，降低人工干预的需要，从而显著减少错误和停机的风险。

派克用于液冷应用的快换接头



派克专为数据中心和服务器液冷应用开发的 manifold

LIQUIfit™ 快插式接头

派克汉尼汾的LIQUIfit™接头提供安全、无泄漏的连接，这对于维护数据中心液冷系统的完整性和效率至关重要。这些接头旨在确保在不同条件下保持稳定的性能和操作可靠性，降低能耗并提升冷却效率。LIQUIfit™接头的优点还体现在可持续性方面，通过消除水的使用来降低对环境的影响。此外，它们易于安装和维护简便，有助于提高整体运行效率和可靠性。

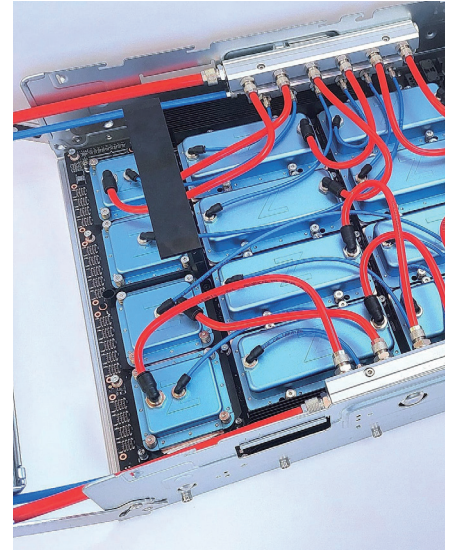


LIQUIfit™ 快插式接头

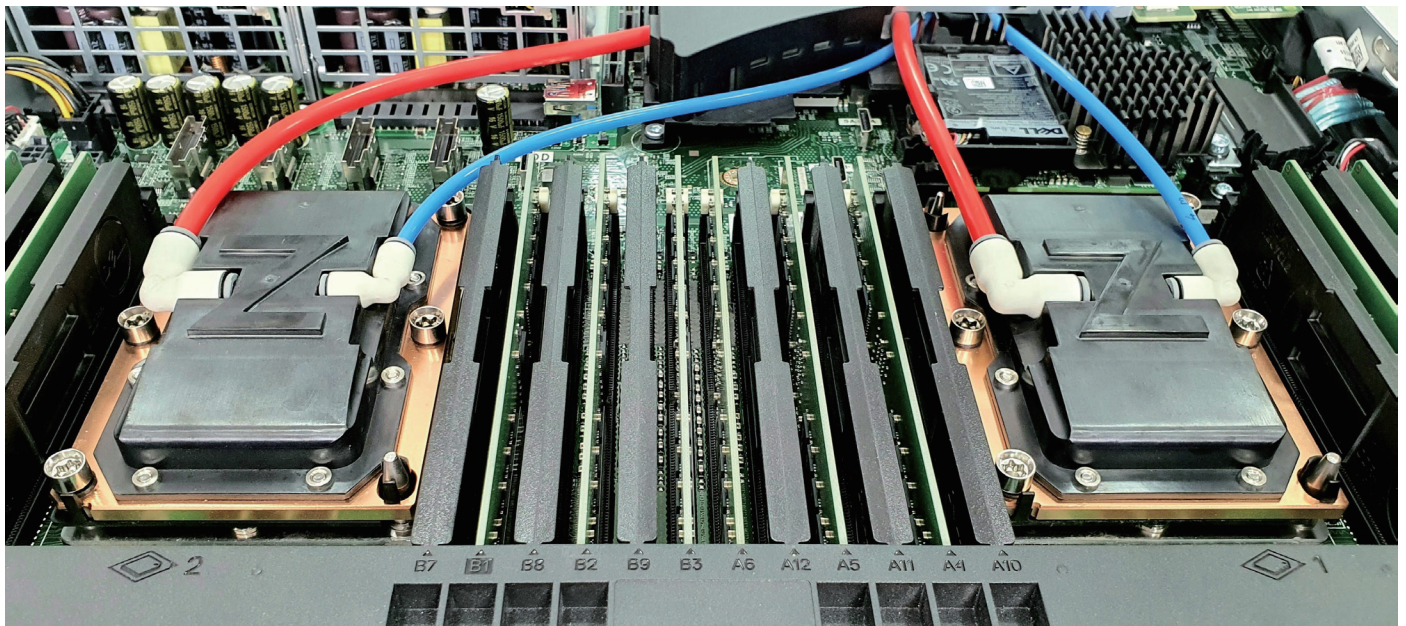
操作

安装后，ZutaCore® Hyper-Cool® 系统能够自主运行，具备多个功能，旨在优化在人工智能和超算工作负载下的动态环境中的性能表现：

- 软件定义冷却（SDC）平台：先进的控制系统可根据实时处理需求持续优化冷却参数。
- CPU 动态频率调整：与冷却系统协同工作，允许处理器在需要时以峰值性能运行，同时在负载较轻的任务中节省能源。
- 实时监控和调整：系统持续监控整个数据中心的温度，对冷却液流量和分布进行微调，以保持理想运行条件。



两相直接针对芯片液冷系统



ZutaCore® 冷板冷却应用与 LIQUIfit™ 快插式接头和管路

效益和成果

显著提高性能、节约资源、灵活性和可扩展性

有了派克的支持和零部件，ZutaCore® HyperCool® 解决方案可显著提高性能，这在人工智能和超算领域尤为重要：

- 高功率处理器的高效冷却：该系统能够有效冷却功率达到2800瓦及以上的CPU和GPU。
- 消除热节流：该系统即使在极端负载下也能保持理想温度，从而避免了与热节流相关的性能下降。
- 支持新一代硬件：ZutaCore® HyperCool® 系统能够满足未来处理器不断升级的散热需求。

节能节水

与传统的风冷数据中心相比，ZutaCore® HyperCool® 系统最多可减少 82% 的冷却能耗（Green Grid，2021 年）。考虑到大型AI训练过程的能耗相当于一个小镇的能耗，这种能效水平的提高对环境的影响是显著的。此外，ZutaCore® HyperCool® 解决方案的能效直接导致二氧化碳排放的减少。能耗降低，与数据中心运营相关的碳排放量也会相应减少（EPA，2022 年）。

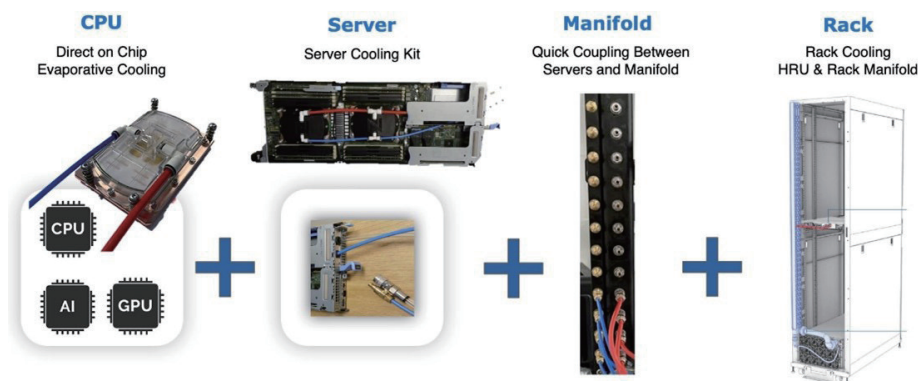
此外，ZutaCore® HyperCool® 系统产生的优质余热可有效地重新用于区域供热或工业，将潜在的废热转化为宝贵的资源（ASHRAE，2021 年）。

最后，ZutaCore® HyperCool® 系统最显著的可持续发展特点是几乎不需要冷却用水。传统的超大规模数据中心每天的用水量高达 210 万升（55 万加仑）（dgtlinfra.com，2024年），而 ZutaCore® 与派克合作推出的两相DLC冷却解决方案在冷却回路中只需不到 3.6 升（4 加仑）的冷却介质。因此大大提高了数据中心的整体用水效率（WUE）。

灵活性和可扩展性

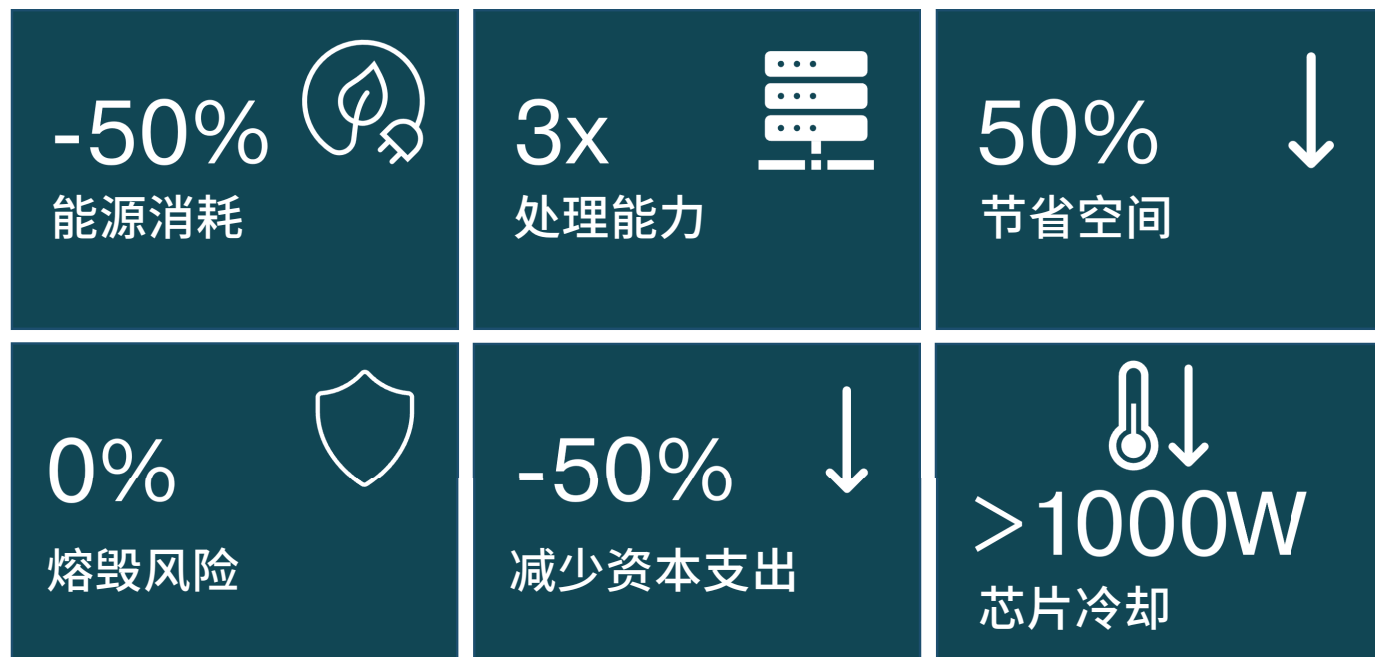
ZutaCore® HyperCool® 系统的灵活性和可扩展性使其在多种应用中受到欢迎。两相DLC液冷解决方案能够为100 kW以上机架系统提供冷却，而无需大型散热器，这样就能与小型机架服务器兼容。因此，该系统适用于多种应用场景：从需要紧凑冷却解决方案的边缘 AI 部署，到需要坚固耐用、强大冷却的超算系统。该系统也能够适应不同的服务器密度和配置。由于系统的模块化设计，可以根据不同的服务

器密度和配置进行调整。因此，可以在单个高密度机架中堆叠更多的服务器，从而在相同的外形尺寸下处理的工作负载增加两倍。ZutaCore® HyperCool® 解决方案的效率达到并超过了不断变化的环境标准要求，使数据中心能够始终满足严格的监管要求（欧盟委员会，2021）。随着 AI 和超算的不断发展，ZutaCore® HyperCool® 解决方案将为支持下一代算力提供重要的冷却支持。



两相直接针对芯片液冷系统的结构

结论



ZutaCore® HyperCool® 系统的益处

ZutaCore® HyperCool® 两相DLC液冷解决方案在数据中心热管理方面带来了新的转变。通过降低能耗、无需用水，并支持更高的计算密度，它解决了重要的可持续性挑战。这一创新解决方案确保AI和超算的发展不会以牺牲环境为代价，成为追求可持续数据中心运营的重要进展。派克汉尼汾的工程专业知识和高质量组件在实现这些效益方面发挥了关键作用，提供了支持现代数据中心严苛环境所需的可靠性和效率。他们的盲插快换接头和Liquifit接头充分展示了精心设计和卓越工程技术如何为先进冷却系统的整体可持续和可靠性做出贡献，确保数据中心能够在满足未来需求的同时答复减少对环境的影响。

Sources/ Links:

TOP500 June 2023 List (<https://www.top500.org/lists/top500/2023/06/>)

Fortune Business Insights, 2022 (<https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/artificial-intelligence-market-100114>)

NVIDIA Tesla V100 GPU (<https://www.nvidia.com/en-us/data-center/tesla-v100/>)

Grand View Research, 2022 (<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/data-center-colocation-market>)

Nature, 2018 (<https://www.nature.com/articles/d41586-018-06610-y>)

DOE, 2022 (<https://www.energy.gov/femp/energy-efficiency-data-centers>)

EU Commission, 2021 (https://ec.europa.eu/digital-strategy/our-policies/climate-neutral-data-centres_en)

DOE, 2022 (<https://betterbuildingsolutioncenter.energy.gov/accelerators/data-centers>)

Green Grid, 2021 (<https://www.thegreengrid.org/en/resources/library-and-tools/438-Data-Center-Maturity-Model>)

<https://dgtlinfra.com/data-center-water-usage/#:~:text=Data%20centers%20use%20large%20amounts%20of%20water%20for,water%20for%20their%20humidification%20systems%20and%20facility%20maintenance.>

EPA, 2022 (<https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator>)

ASHRAE, 2021 (<https://www.ashrae.org/technical-resources/refrigeration>)

Green Grid, 2021 (<https://www.thegreengrid.org/green-grid>)

IDC, 2022 (<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US45542419>)

Renewable Energy World, 2022 (<https://www.renewableenergyworld.com/>)

Statista.de



Parker Hannifin Corporation
Fluid Connectors Group Europe
Parker Hannifin EMEA Sàrl
La Tuilière 6
Etoy 1163

www.parker.com

08/2024

© 2024 Parker Hannifin Corporation

