

主办单位: 中国计算机用户协会数据中心分会

编辑: 《中国优秀数据中心》编辑部

编辑委员会 Editorial Committee

主任: 王智玉

副主任: 黄群骥 李崇辉 王建民

委员: (以姓氏笔画排序)

于庆友 马珂彬 王智檀 邓乃章 尼米智

吕纯强 李勃 吴建辉 杨威 杨晓平

郭利群 高健 黄亦明 裴晓宁

编辑部 Editorial Department

主编 Editor-in-Chief

蔡红戈 Cai Hongge 010-57724818

副主编 Vice Editor-in-chief

王其英 Wang Qiying

李勃 Li bo

责任编辑 Editor

高鸿娜 Gao Hongna

蒋诚 Jiang Cheng

美术编辑 Art Editor

范范 Fang Fang

广告垂询 Advertisement Inquiry

高鸿娜 Gao Hongna 010-57724817

订阅垂询 Subscription Inquiry

孙建青 Sun Jianqing 010-57724831

地址: 北京市大兴区兴创国际中心 A 座 413 室
(100162)

Address: Room 413, block a, Xingchuang international,
Xihongmen Town, Daxing District, Beijing
(100162)

邮箱: bianjibu@cra-ccua.org.cn

网址: http://www.cra-ccua.org.cn

声明:

1. 除非作者事先与本刊书面约定, 否则作品一经采用, 本刊一次性支付稿酬, 版权归本刊与作者共同所有, 本刊有权自行或授权合作伙伴再使用。

2. 本刊所载之作品, 未经许可不得转载或者摘编。

3. 本刊文章仅代表作者本人观点, 与本刊立场无关。

2024-04 目录 CONTENTS

封面 | COVER

01 数据中心泵驱两相冷板液冷技术应用 / 方坤 高帅 贾峻

专访 | EXCLUSIVE INTERVIEW

06 打造下一代数据中心核心, 是什么?
——专访科华数据高级副总裁陈晓、副总裁林清民

特别报道 | SPECIAL REPORT

08 十年磨砺, 铸就数据中心发展新高度——北京泰豪数据中心业务历程纪实

会员介绍 | MEMBERSHIP INTRODUCTION

11 重庆磐谷动力技术有限公司
12 深圳达实智能股份有限公司
13 北京皓扬云数据科技有限公司
14 广州博大数据科技有限公司
15 思洛特电气(北京)有限公司

规划设计 | PLANNING & DESIGN

16 基于数字孪生的数据中心动环系统应用方案可行性研究 / 张羽森 陈春良
李博伦 杨帆

机房建设 | PLANNING & DESIGN

21 智算中心基础设施高质量建设研究 / 李兵

运维管理 | OPERATION & MAINTENANCE MANAGEMENT

25 山东移动济东数据中心蒸发冷却磁悬浮冷水机组应用实践 / 刘永刚
车勇 孙昊 侯信真 丁强
31 智算背景下通用算力型数据中心部署高性能服务器的优化布局策略
/ 汤金锐 安永明 张冬雪

行业热点 | INDUSTRY HOT SPOTS

35 北京自2026年起, 对PUE > 1.35的数据中心征收差别电价
38 央行等七部门: 加强数字金融相关新型基础设施建设
41 以内促外 内外协同 加快发展外向型数字经济

标准规范 | STANDARD SPECIFICATION

44 《数据中心设计标准》修订工作正式启动

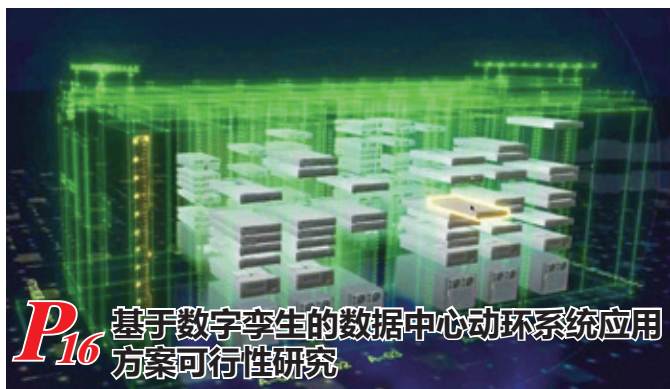
协会动态 | ASSOCIATION DYNAMIC

45 中国计算机用户协会数据中心分会2024年度专家工作会议在京召开
47 热点议题话未来: “构筑数字社会核心基石” 泰豪专场研讨会在京召开

业界要闻 | INDUSTRY NEWS

48 世纪启航智见新生——Aginode安捷诺举办“亚太制造与研发中心落成典礼暨服务中国及亚太市场30周年庆典”

2024-04 目录 CONTENTS



广告索引
Advertising directory
2024/4

封二	同方股份有限公司
封二对页	恒华数字科技集团有限公司
前彩一	科华数据股份有限公司
前彩二	Delta
后彩四	深圳市艾特网能技术有限公司
后彩三	罗格朗中国
后彩二	捷通智慧科技股份有限公司
后彩一	大全集团有限公司
封三对页	中电科数字技术股份有限公司
封三	卡特彼勒（中国）投资有限公司
封底	北京国信天元质量测评认证有限公司

数据中心泵驱两相冷板液冷技术应用

文 / 北京电信规划设计院有限公司 方坤 高帅 贾峻

摘要: 在数据中心冷却更高热流密度及更高冷却效率的发展趋势下,空气冷却越来越难以满足散热和节能的要求,液冷技术的出现为解决这一问题提供了新方向。其中泵驱两相冷板液冷由于其高效的冷却能力、更均匀的温度分布、更小的热应力使得其在冷板液冷技术中获得越来越多人的关注。本文介绍了泵驱两相冷板液冷的组成、关键设备及现阶段研究中的冷却工质;对比了单相冷板在用冷侧的CLF贡献值,分析了泵驱两相冷板在设计中与单相冷板的不同,为其在数据中心的实践应用中提供参考。

关键词: 热流密度;泵驱两相冷板液冷;CLF;冷却工质;冷源侧;用冷侧

一、引言

随着ChatGPT引爆全球,带来AI算力需求爆炸性增长,在硬件领域高性能芯片的功率不断增大,单颗CPU功率可以达到400~500W;英伟达的H100芯片功率目前已达到700W, GPU芯片单颗功率直逼1000W;博通Tomahawk芯片功耗超过800W,交换机芯片单颗功率在急剧提升。芯片的热流密度达到50~150W/cm²,随着芯片封装技术的进一步迭代,芯片级超高热流密度散热技术台阶已经形成,关键技术亟待解决。

泵驱两相液冷技术是一种新型的板式液冷技术,系统采用相变工质,系统换热能力强、工质流量小、传热热阻低、无泄漏危害,提升自然冷源的利用时间,降低系统输送能耗,从而显著降低数据中心冷却系统能耗。

液冷冷却技术通过改变传统空气冷却散热方式,利用冷却液体带走服务器热量,液冷系统取代大部分空

调系统(压缩机)、风扇等高能耗设备,可实现数据中心冷却系统节能降耗20%~30%以上,PUE降至1.2以下。

泵驱两相冷板液冷冷却具有更高效的散热效率,单位质量液体相变潜热所吸收热量约为单位质量水溶液10℃温差时所吸收热量的3.5~4.5倍,意味着泵驱两相冷板液冷消耗更少的输送能耗,可以带走更多的热量。

泵驱两相冷板式液冷冷却技术在浸没式液冷没有得到大范围推广应用前,可以作为一种过渡技术有效的提升数据中心冷却系统能效,降低数据中心PUE,同时可以应对芯片级超高热流密度所带来的散热挑战。

二、系统组成及特点

1. 系统组成

数据中心是为集中放置的电子信息技术设备提供运行环境的建筑场所,数据中心电子设备持续运行会产生大量热,需要对其进行冷却散热及时将热量排出,保

障其性能和稳定性。冷却系统是数据中心重要组成部分,根据冷却介质的不同,数据中心冷却可分为风冷和液冷。

数据中心风冷冷却方式利用空气作为冷却介质,热空气经过冷却后进入服务器机架的冷通道,对服务器进行冷却,冷却后的空气从热通道排出回到空调设备进行冷却,如此往复。

不同于风冷冷却方式,液冷通过用高比热容的液体取代空气作为载冷媒介,直接或间接接触发热器件,吸收并带走其产生的热量,满足设备散热需求。相比传统风冷,液冷技术具备超高能效、超高热密度等优点,是现阶段及未来长期内解决电子设备散热压力、应对节能挑战的重要途径。

数据中心液冷散热系统架构由室外(冷源侧)和室内(用冷侧)两部分组成。室外冷却塔中的冷却液通过室内冷却液体流量分配单元提供冷却液循环动力,经冷量分配单元(CDU)用冷侧输出并与服务器中发热电子元器件

(CPU、GPU、内存等)的导热冷板直接进行热交换,形成的热液经流量分配单元输出到室外冷却塔进行冷却后再循环。CDU用于在液体回路之间进行热交换,分为机架式(嵌柜式)、机柜式和平台式等,主要作用是隔离冷源侧与用冷侧回路,并在其内部提供冷源侧与用冷侧的热交换能力,此外,还能够起到对压力、流量、温度、露点控制、水质洁净度及泄漏监测的作用。

用冷侧系统包括供回液支管、快速接头等关键部件。供回液支管主要用于将从CDU分配进入各机架内的冷却工质再次均匀分流到各IT设备,并从出液端收集回流冷却液。

冷源侧包括室外散热系统、动力循环系统。散热系统主要包括开式冷却塔、闭式冷却塔、干冷器等主要设备;动力循环系统主要包括管道阀门、循环水泵等主要部件。

根据冷却液和发热设备接触换热方式的不同,液冷技术可分为冷板式液冷、浸没式液冷和喷淋式液冷。

冷板式液冷通过把冷板与发热器件紧密固定,将发热器件的热量传导给冷板中的冷却液,并将冷却液中的热量运输至后端冷却。液冷数据中心应用场景中,冷板式液冷对于服务器芯片组件及附属部件改动较小,主要途径为加装液冷模块,采用集中式或分布式CDU供液、Manifold分液,对芯片、内存等部件进行精准制冷,如图1所示。

目前,冷板式液冷数据中心已形成相对成熟的解决方案,通过冷板和CDU带走IT设备超过80%~90%的热量,该部分直接由冷却塔带走;另外10%~20%的热量可通过风冷空调带走。

冷板液冷中,根据载冷介质相态是否发生变化,又可细分为单相冷板液冷及两相冷板液冷。单相冷板液冷的

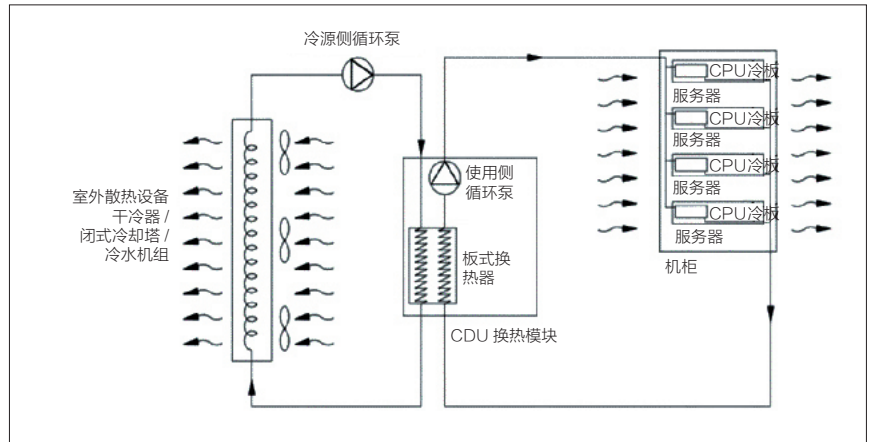


图1 冷板液冷原理示意图

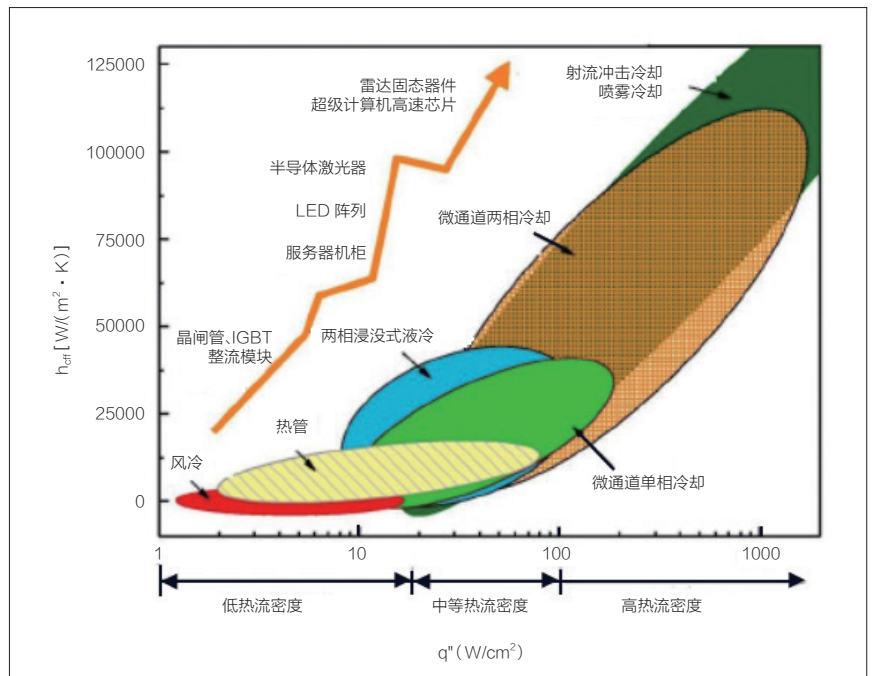


图2 不同热流密度冷却方案

却循环中,载冷剂在芯片侧吸收热量,温度提升,在CDU侧释放热量,温度下降,利用载冷剂的温度变化进行显热型的热量交换,不发生相态变化,常见的载冷剂有去离子水、乙二醇混合液等。泵驱两相冷板液冷在冷却循环中,液态的载冷剂在芯片侧吸收热量时汽化,在CDU侧释放热量时,又由汽态转化成液态,热力循环过程中,发生相态的转换,常见的载冷剂有R134a、R236fa等。

2. 系统特点

在散热方面上,单相冷板冷却利用工质的显热带走热量,其换热能力有限,并且冷却后温度不均匀,热应力较高,单相冷板冷却技术的冷却热流密度在 $2.68\text{W}/\text{cm}^2 \sim 170\text{W}/\text{cm}^2$ 之间,如图2所示。

两相冷板冷却技术可以同时利用工质的显热和汽化潜热,电子元件表面温度分布更加均匀,换热能力更强,有试验研究表明其最大热流密度可达到

表1 冷板液冷用冷侧CLF贡献值表

项目	单相冷板液冷	两相冷板液冷
IT总功率(kW)	1000	1000
风冷负荷(kW)	300	300
液冷负荷(kW)	700	700
用冷侧配置	单相冷板液冷CDU(循环水泵)	双相冷板液冷CDU(循环泵)
用冷侧功率(kW)	4.5 × 2	0.82 × 2
用冷侧年耗电量(万kWh)	7.844	1.437
CLF贡献值	0.009	0.0016

1000W/cm²；在浸没液冷没有完全应用之前，两相冷板液冷可用于解决更高功率密度的芯片散热问题。

在散热系统能效上，根据Marcinichen等在一种用于刀片服务器的芯片和电路板散热的混合两相冷却循环系统中的研究中，采用R134a、R1234ze和水(单相冷却循环)3种不同流体冷却能效研究中显示，水冷却循环的泵送功率是两相R134a冷却循环泵送功率的5.5倍，是R1234ze冷却循环的4.4倍。现行市场中成熟的单相冷板用CDU，350kW换热量配置的水泵功率约为4.5kW，现行市场中泵驱两相冷板液冷的CDU产品较少，无法根据产品配置信息得知功耗，根据现有的研究推算出，两相冷板液冷的CDU功耗约为0.82kW。

根据上述系统分析数据可进行如下计算，见表1。

根据上述计算对比可知，单相冷板液冷用冷侧对空调系统的CLF的贡献值约为0.009，而泵驱两相冷板液冷用冷侧对空调系统的CLF贡献值约为0.0016。则同样配置的液冷冷源侧系统，同样配置的风冷侧空调系统，项目整体PUE计算中，用冷侧使用两相冷板液冷的冷却系统要比使用单相冷板

液冷的冷却系统的CLF值低0.0074。

两相冷板运用在数据中心进行芯片冷却时，不仅解决了更高功率密度散热的问题，同时也进一步能降低空调系统的能耗值。

三、系统设备及冷却介质

两相冷板式液冷系统包括冷源侧(室外)和用冷侧(室内)两部分，冷源侧指将用冷侧的热量排至室外环境或其他热回收单元的环路；用冷侧指从服务器带走热量并在冷源侧进行散热的环路，两个系统通过CDU(冷量分配单元)中的板式换热器发生间接换热。核心部件包括冷源侧的冷却塔(用于散热)，用冷侧的液冷板(位于服务器内部)、工质回液歧管 manifold(位于机柜上)、快速接头(用于连接服务器)、用于连接冷源侧和用冷侧的关键部件CDU以及冷却工质。

1. 系统设备

冷板式液冷机柜应通过结构设计，可实现支持液冷垂直分液单元安装，在支持液冷相关设备的同时，宜考虑最大程度利用现有空间。

液冷换热单元又称“冷量分配单元”，简称“CDU”，是指用于用冷侧高温液态冷却介质与冷源侧冷源进行换

热，并对液冷IT设备提供冷量分配和智能管理的模块。CDU为室内系统的冷却介质提供循环动力，保证冷却介质持续循环，源源不断地带走热量。同时综合分析系统运行状态，调节系统中总冷却介质的流量、流速，实时调配负载均衡。

快速接头是一种包含公头和母头、且公头和母头都带流体截断功能的快速插拔接头。当公头和母头连接时，流体接通，为热源芯片上的冷板供液；当公头和母头断开时，冷板供液中断，同时流体不会泄漏到系统或者冷板外。

分集液器(Manifold)，竖直安装在机柜内后部，一供一回两根管路分别安装在机柜两侧或同侧，主要作用是将液冷换热单元CDU提供的冷却介质分配到机柜各台液冷服务器中。Manifold是介于CDU与冷板之间的关键部件，manifold向各层单板均匀分配冷却工质，带走电子信息设备高热流密度的发热量。

液冷板是一种高效的散热设备，它通过在板表面构建细小的水道和冷却通道，利用流体流经这些通道时，有效地将热量传递到冷却介质中，并通过冷却介质的流动带走热量，从而达到散热的目的。液冷板通常由热导率高且耐

表2 冷却介质特性对比

参数	R134A	R236FA	R245FA	R407C
化学成分	1,1,1,2-四氟乙烷	1,1,1,3,3,3-六氟丙烷	1,1,1,3,3-五氟丙烷	R32, R125, R134A 混合
沸点(°C)	-26.3	-1.4	15.3	-43.6
蒸发潜热(kJ/kg)	216	211	195	245
工作压力(MPa)	0.6-1.2	1.8-2.5	0.8-1.2	0.7-1.2
热导率(W/(m·K))	0.082	0.072	0.071	0.072
比热容(kJ/(kg·K))	1.42	1.38	1.46	1.38
GWP	1430	6300	950	1700
ODP	0	0	0	0
安全等级(ASHRAE)	A1	A1	A1	A1

腐蚀的铜或铝制成,具有多个薄片状通道,这些通道内填充着液态介质。设计方面,冷板可以根据不同的需求进行结构设计优化,主要的内部流道形式包括沟槽、扣合翅片、铲齿、折叠翅片以及更复杂的微通道结构。

2. 两相液冷冷却介质

目前,泵驱两相冷板液冷冷却尚处于深入研究阶段,投入市场中,大规模应用的两相冷板液冷较少,就目前的各种研究种,常用的冷却介质有R134a、R236fa等。

泵驱两相冷板式液冷系统中,R134a是一种极具应用潜力的制冷剂,广泛用于汽车空调、中央空调以及其他需要高效散热的应用场景。其沸点为-26.3°C,适合在中低温环境下使用,这使得它在数据中心、通信基站等高散热设备中能够有效控制温度波动。R134a的蒸发潜热为216kJ/kg,相比其他传统工质,能够在吸收显著热量的同时保持较低的工作压力,为泵驱冷板系统提供稳定且高效的散热条件。

R134a在标准大气压下的饱和蒸汽压约为7.92 MPa,而在常用的20°C至60°C的冷却温度范围内,其热容、导热系数和粘度稳定在较适合热传递的数值范围内。其中,R134A的导热

率为0.082W/(m·K),较好的导热性能能让冷板迅速吸收并传导设备热量。在40°C时,R134A的比热容约为1.42kJ/(kg·K),这使得它在实际应用中能够有效地吸收热量,降低整体系统的温升。

在高精度冷却需求场景中,R134A冷板系统的响应时间较短,具备良好的温控精度。R134A冷板液冷系统能够使温度波动控制在±0.5°C以内,大大提升了设备的稳定性和性能表现。此外,由于R134A蒸发温度较低,其温度恢复时间短,适用于对温控精度和响应速度要求较高的制冷中。

R236fa是常用于高效热管理系统中的制冷剂,具备优良的化学稳定性、低毒性和不可燃性。其在泵驱两相冷板液冷系统中的应用表现尤为突出,特别适合用于中低温冷却场景。R236FA的沸点为-1.4°C,相对较高的沸点便于在温控精度需求较高的设备中实现更好的温度控制。其蒸发潜热为211kJ/kg,能够有效地带走设备散热,为热负荷较高的场景提供高效的冷却方案。

R236fa的热导率为0.072W/(m·K),与其他制冷剂相比略低,但在工作温度范围内仍能保持较好的传热效果。在高密度的服务器散热中,R236FA冷板系

统可以维持温度在30°C~50°C之间,这有效满足了芯片温度的控制需求。对于一个功率密度为500W的服务器单元,利用R236FA的系统在其核心温度上升至85°C时将其冷却,能够有效将散热温度保持在60°C以下。

R236FA冷板液冷系统具备较快的响应时间,能够在温控精度上达到±0.5°C的稳定性。冷却一台高精度工业设备时,R236FA的液冷系统能将设备内部温度稳定在所需的操作范围内,减少因温度波动对设备性能的影响。尤其在半导体制造和精密光学设备的冷却中,R236FA的液冷系统可在负载增加时快速响应,使得温度恢复时间控制在10秒以内,从而保持设备的运行稳定性。

目前科研阶段,常见的冷却工质还有R245fa、R407C等各种冷却介质,常见的冷却介质对比如表2所示。

可以看出每种工质在泵驱两相冷板液冷系统中都有独特的优势和适用场景。

R134a适合低温应用,在低压冷却需求中表现出色,价格适中,适合数据中心和普通散热需求的设备。R236fa适合中温、高压环境中使用,但较高的GWP使其在应用时需加强封闭和环保

管理,适用于对冷却效率有较高要求的工业设备。

R245fa因其较高沸点和低GWP值,在环保要求高且散热需求量大的环境中较具优势,例如在5G通信基站和云计算设备中使用。R407C在较低温度下具有高蒸发潜热,散热效率最佳,且价格适中,是适合大规模部署的优选工质,可应用于数据中心和高密度计算设备的冷却中。

四、两相冷板液冷系统应用解决方案

随着核心芯片的热功率密度越来越高,当芯片的散热功率达到 $50\text{W}/\text{cm}^2$ 时,传统的风冷散热技术无法满足芯片的散热需求;当芯片的散热功率达到 $170\text{W}/\text{cm}^2$ 时,单相的液冷冷板散热技术也逐渐达到其散热能力的最大值,当芯片的散热功率进一步提高时,可选的冷却技术只有浸没液冷及两相冷板液冷技术。现阶段浸没液冷对服务器的改动较大以及浸没冷却液的安全及管理等问题,使得市场上的认可度普遍较低。

两相冷板液冷技术相对于浸没液冷技术,对服务器的改造量小;载冷剂不与芯片直接接触,安全度高;两相冷板的载冷剂封闭运行,闭环管理,载冷剂泄露挥发的可能性小,对运维环境更友好。同时两相冷板液冷相对于单相冷板液冷散热技术,能解决更高功率密度的散热需求,在浸没液冷尚未大规模应用前,两相冷板液冷技术是解决大功率散热密度芯片的最佳解决方案。

泵驱两相液冷冷板解决方案的设计常规按照系统结构分为两部分内容,一部分为用冷侧系统设计,一部分为冷源侧系统设计。

用冷侧系统的设计,一般由专业厂商结合自家产品特定进行深化完成,

在用冷侧的设计时主要考虑冷却介质、系统管路、及换热冷板的设计。不同的冷却介质可提供不同的温控精度以及稳定的蒸发温度,根据被冷却芯片的温控要求,来选择更合适的用冷侧冷却介质。冷却介质的蒸发温度和种类确定后,根据所选冷却介质热物理性质,确定其在CDU换热侧的冷凝温度值。

冷板液冷循环管路管径则应该根据末端负载负荷及管路路由长度结合循环泵所提供动力综合确定。换热冷板的选择需考虑被冷却电子设备的热流密度,选择合适的微通道冷板。

在用冷侧确定好冷却负荷、冷却介质后,即可进行冷源侧的设计。根据确定好的冷却介质的冷凝温度,即可确定冷源侧的供回水温度及温差,根据用冷侧所负担的全部冷却负荷确定冷源侧的供回水流量,然后选择冷源侧冷却塔及循环水泵。

泵驱两相冷板液冷的系统设计与常规的单相冷板液冷之间最大的不同就是冷源侧的供回水温度及温差通常要结合用冷侧冷却工质的冷凝温度来确定。而单相冷板式液冷在冷源侧设计时,通常不需要特别清楚用冷侧的冷却介质的物理性质,就可以进行提前预留。这种做法在泵驱两相冷板液冷的设计种是不可取的,冷源侧提供到CDU的水温过高或过低,都会造成冷却介质的状态转换的不完全,如冷凝温度过高,则冷却介质在冷凝过程种无法完全液化,进而会影响到电子设备的冷却性能。

五、结语

本文结合当下数据机房的节能要求及现阶段芯片高热流密度的发展趋势,介绍了液冷泵驱两相冷板冷却技术。泵驱两相冷板液冷利用工质的显热和潜热进行冷却换热,其热流密度大,

换热能力强,冷却温度稳定,热应力小等优势能较好的解决当下数据中心节能及散热等关键性问题。


1.本文介绍了泵驱两相冷板液冷的系统组成及对现行研究中的常见工质进行了对比;

2.本文根据现行研究理论,对比了泵驱两相冷板液冷与单相冷板液冷用冷侧对CLF的贡献值,泵驱两相冷板液冷系统的CLF值相对单相冷板液冷系统的CLF值低0.0074;

3.本文介绍了泵驱冷板液冷与单相冷板液冷在设计上的不同,泵驱两相冷板液冷在供回水温度及温差选择上均与单相冷板有着较大差异。

同时,在研究的过程中,也意识到泵驱两相冷板在大规模的应用上还有很长的路要走。比如如何解决冷板微通道换热的问题、如何减少冷却介质在气化过程中对换热的影响、不同的冷却介质在系统搭配上如何进行选择等等一系列工程上的问题等待去进一步的研究讨论。

参考文献

- [1]《2023-2024年中国人工智能算力发展评估报告》浪潮信息。
- [2]《大型数据中心浸没式液冷与风冷投资成本分析》兰洋科技 2023.3.16。
- [3]《单相浸没式直接液冷数据中心设计规范》T/CIE 087-2020。
- [4]《单相浸没式液冷数据中心设计要求》YD/T 4274-2023. 

作者简介:

方坤,毕业于天津大学,硕士研究生,工程师职称,现于北京电信规划设计院有限公司从事数据中心空调规划设计工作。

打造下一代数据中心 核心是什么？

——专访科华数据高级副总裁陈晓、副总裁林清民

算力之海深阔，算力之景壮伟。AI、云计算、大数据等技术迅猛发展，功率密度和能耗急剧攀升，潮涌之下，如何屹立？

11月27日，科华数据股份有限公司(以下简称科华数据)在京举办“精耕产品力，共绘新远景”科华数据中心年度论坛，中国计算机用户协会数据中心分会编辑在论坛上采访到科华数据高级副总裁、云集团总裁陈晓、科华数据副总裁林清民，就数据中心行业未来趋势、科华的数据中心产品力进行了深入探讨。

下一代数据中心 以高质量匹配用户需求为核心

论坛开篇，科华数据高级副总裁、云集团总裁陈晓先生即指出，下一代数据中心具备极致可靠、超高密度、弹性预制、绿色低碳、多样算力等特性，也必定是更懂客户的、恰到好处的数据中心。

针对“恰到好处的数据中心”，在采访中他补充道：不同用户对数据中心需求大体一致，但往下细究肯定是有差异的。譬如交易类数据中心更追求可靠，互联网行业的某些业务相当重视TCO。

陈晓先生认为：“数据中心固然是越先进越好，但我们坚信，高质量匹配用户需求的才是最好的。”科华数据所描摹的下一代数据中心，必须充分考虑



科华数据高级副总裁、云集团总裁陈晓

合规、安全、低碳等多个维度的需求，更重要的是以用户为核心。

这要求数据中心全生命周期解决方案提供商要始终确保用户需求最高优先级，自项目规划设计阶段始，至业务永续运维阶段终。

陈晓先生介绍，科华数据“4+X”(RASable 全场景式)数据中心解决方案，分别对应大型算力基础设施定制规划与建设、关键基础设施场景、多样算力资源服务场景、全栈智能运维服务场景，正是为满足用户核心需求应运而生。

其次，基于科华数据三十六载电力电子核心技术积淀及十数年数据中心建设运维经验，伴随行业及用户共同跨越时代变革，科华数据在场景实践中积淀了深厚的“理解力”。而理解力之下，

是科华数据的研发力、人才力、产品力、制造力垒起的坚实支撑。

科华数据解耦型液冷解决方案 助力实现可靠、绿色、高密

正如陈晓先生在论坛上所言，可靠、绿色、高密是数据中心发展的必由之路。针对AI算力浪潮下的超高密度需求，液冷技术以其高效的散热能力和能源使用效率，已经成为全球的行业热点手段，是趋势技术之一。

科华数据副总裁林清民介绍，科华解耦型液冷解决方案以超高密度预制化液冷算力仓(简称POD)为代表产品，可适配于英伟达GPU，专为高密高算力数据中心服务。

从技术维度上讲，科华数据解耦型液冷解决方案采用冷板式液冷技术，通过液体与服务器硬件的间接接触，实现

高效散热。解耦型液冷解决方案实现了服务器与液冷系统的解耦，即服务器与液冷系统可以独立升级、维护和更换。

林清民先生进一步介绍说，这种设计提高了设备的兼容性和可扩展性，使得用户在升级服务器或液冷系统时更加灵活便捷，无需担心兼容性问题，助力用户更灵活更迅捷地拥抱AI浪潮，满足高功率密度绿色节能数据中心发展需求。

谈到液冷数据中心的应用案例，林清民先生分享了科华数据在国内推广解决方案的经验。他表示，科华数据液冷板式液冷技术已经在科华自建数据中心、中国移动长三角(苏州)数据中心、奇异摩尔项目、嘉庚实验室液冷智算中心、华东地区某银行获得认可与应用，覆盖了通信、互联网、科研教育、金融等多个关键行业。

多元化算力产品矩阵 携手用户拥抱AI之势

AI产业热潮之下，市场对于智能算力资源的需求将愈发旺盛，算力未来的发展空间非常巨大。作为基础底座的数据中心，需要一双“千里眼”，提前进行业务判断和规划布局。

谈到AI算力蓬勃发展，算力集群规模扩大带来的变化，陈晓先生和林清民先生都认为：随着集群规模的扩大，对基础设施的需求也显著增加，且百卡集群、千卡集群、万卡集群在基础设施需求上存在显著的差异和挑战。

科华数据在基础设施方面的实力同样强劲。目前，科华数据已在北上广及周边城市自建自营10大数据中心，其中云著数据中心是科华首个液冷数据中心，单机柜功率最高可达40kW，可为高性能计算和AI应用提供更为强大的支持。科华数据在智算中心发展中



科华数据副总裁林清民

融合了“算力”“算液”“算效”，让算力从“用得了”“用得起”到“用的好”。

陈晓先生介绍，为应对不同的行业需求，以用户需求为导向，融合多行业场景解决方案和科华丰富的产品矩阵及技术底蕴来帮助客户实现价值。其中，科华数据拥有一系列丰富多元的智算产品体系，包括AI裸金属、GPU算力池、边缘计算、混合云和本地算力资源池等。科华数据还积极接入上海算力交易平台等算力公共交易平台，为客户提供灵活调度异构算力资源的服务。

陈晓先生还提到，科华数据积极推进合作伙伴建设，可以提供更高效能的基础设施智算底座，更多样化的算力资

源，更具效率的算力平台。同时携手上下游合作伙伴共建，共同打造更加完善的算力伙伴体系，携手赋能千行百业，引领算力行业的良性高质量发展。

通过这次深入的访谈，我们可以看到科华数据的服务理念、领导地位、前瞻的布局与技术探索。科华数据的产品解决方案满足了高密度散热的需求，助力用户突破PUE瓶颈，为数据中心的绿色可靠发展提供了强有力的支持。随着算力世界的不断发展，相信科华数据将以用户为核心，不断迭代算力产品矩阵，引领下一代数据中心，同时携手上下游合作伙伴，共建算力产业生态，为数字化转型贡献力量。📍



超高密度预制化液冷算力仓

十年磨砺，铸就数据中心发展新高度

——北京泰豪数据中心业务历程纪实

一、数据驱动治理，泰豪引领行业新趋势

为加快推动数字经济与实体经济深度融合，北京泰豪智能工程有限公司(以下简称“北京泰豪”)率先确立以“数据驱动治理运营服务商”为核心定位的公司战略升级，全面加速各项业务创新发展。

数据中心——作为支撑数字经济发展的关键基础设施，是北京泰豪公司深入实施“数据驱动治理”战略而重点支持打造的业务板块。



北京泰豪数据驱动治理业务总图

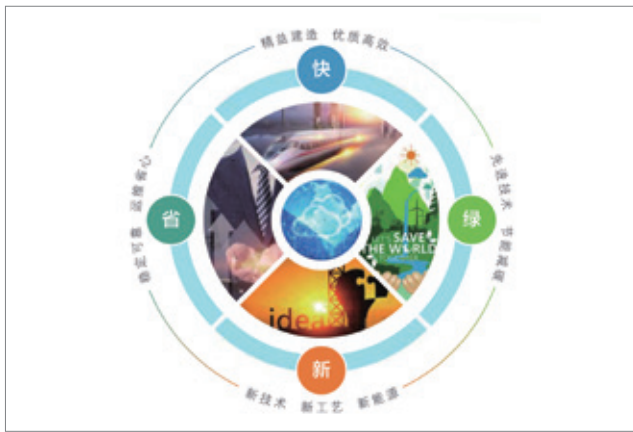
在“新基建”“东数西算”工程、数字中国建设等一系列政策的推动下，近年来，北京泰豪数据中心业务取得长足发展，市场规模与行业影响力不断提升。参与了150余个不同行业、不同规模数据中心项目建设，合同总额超120亿元规模，业务遍及京、津、冀、晋、蒙华北五省，以及长三角、粤港澳、成渝和宁夏等国家算力网络枢纽节点主要区域。

北京泰豪累计交付各类数据中心近40万个标准机架，IT功率负荷达1000MW规模，获得中国安装工程优质奖(中国安装之星)1项、北京市优质安装工程奖2项，以及数据中心行业实施样板工程、数据中心优秀建设单位、中国优秀数据中心工程企业等十余项荣誉称号，合同业绩连续三年位居行业排名前十之列，已发展成为国内领先的数据中心基础设施服务商。

十年磨一剑，从萌芽到参天。一项项行业标杆项目的精心打造，见证了北京泰豪数据中心业务发展由小到大、由弱变强的壮丽征程。

1. 锚定目标，高标准起点

2015年，我国正式提出并加快实施“互联网+”行动计划和“国家大数据战略”，全面推动互联网信息基础设施建设与发展。伴随大数据、云计算、人工智能、工业互联网等新一代信息技术的迅猛崛起，我国数据中心行业迎来了快速发展的黄金时期。



业务理念——快、绿、新、省

北京泰豪公司敏锐洞察数据中心行业市场脉搏，聚焦大型数据中心基础设施工程建设需求，组建涵盖数据中心设计、建设和运维管理的高素质专业团队，坚持高品质、高起点的原则，以打造数据中心行业标杆的初心目标，先后承建包括中国人寿、中关村软件园、万国数据、有孚网络、中国航信等在内的大型数据中心项目建设，工程管理与交付能力获得了业界高度赞誉和市场客户的普遍信赖。



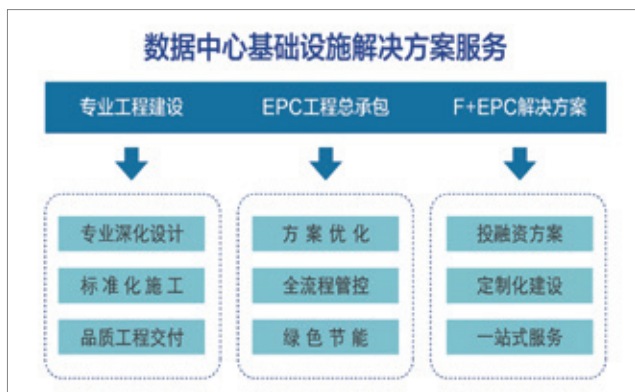
北京泰豪承建万国数据(北京)算力中心集群

风起青萍之末，聚势成林，参天而立。

这一系列具有行业标杆影响力的大型数据中心项目承建与交付，不仅凸显了北京泰豪在数据中心业务领域的高位起点，更为未来数据中心业务的持续发展与壮大，奠定了坚实的基础。

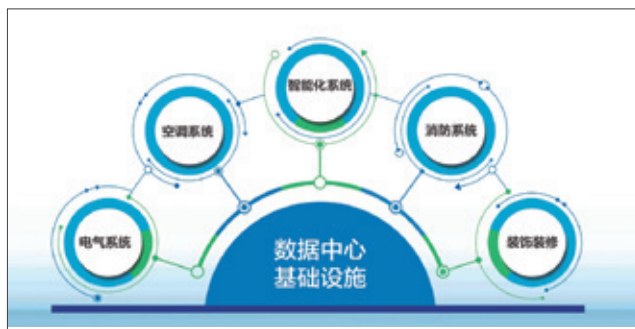
2. 敏捷建造，高品质项目交付

伴随云计算、流媒体、电子商务等互联网新业态的快速发展，市场对数据中心项目工程建设与交付也提出了更高的要求。



北京泰豪数据中心业务架构

北京泰豪在深刻理解不同行业、不同终端用户数据中心建设特点的基础上，打造具有综合优势的数据中心工程技术服务体系，助力实现缩短建设周期、高效施工管理、易于运维的高品质项目交付目标。积极推进模块化、预制化、BIM方案等先进建造工艺技术应用，重视施工图纸全过程深化设计，不断优化完善施工组织流程和过程管理标准。



数据中心基础设施工程建设

在高品质工程交付的同时，北京泰豪整合优质合作资源，不断提升数据中心整体解决方案服务能力。与数据中心关键机电设备厂商建立战略合作，打造具有市场竞争力的供应链合作体系，大力推进数据中心EPC总承包建设模式，成功完成

合盈数据怀来金融科技园、交通银行上海新同城、凯德集团涿州科技园等多个超大型数据中心机电工程总承包建设交付。



北京泰豪承建金融政企行业标杆项目

品质至上，追求卓越。北京泰豪持续推进数据中心技术应用创新，不断提升工程建设管理能力，为客户提供更加高效、安全、可靠的数据中心项目交付服务。

3. 绿色低碳，推动节能技术创新

在“碳中和、碳达峰”战略实施背景下，实现数据中心绿色低碳可持续发展，已成为行业发展的内在要求和必然趋势。



泰豪绿色节能数据中心园区

北京泰豪以数据中心全生命周期绿色低碳为目标，不断推进节能技术研发与应用创新，打造数据中心绿色低碳解决方案。在数据中心节能应用方面，拥有丰富的间接蒸发冷却、风冷氟泵空调、液冷等高效制冷技术实践经验，成熟的供电系统与智能化运营技术体系，助力项目建设与运营阶段PUE值的降低与优化。



北京泰豪承建合盈数据(怀来)新型绿色算力集群

北京泰豪积累了丰富的绿色数据中心建设经验,所承建项目中有6个项目入选国家绿色数据中心名单、3个项目被评为北京市绿色数据中心,获得中国IDC产业绿色算力中心建设服务奖、低碳技术践行者奖等多项荣誉。



BIM技术为数据中心工程建设赋能

北京泰豪积极参与推动数据中心行业绿色低碳发展,是中国通信工业协会数据中心委员会和中国计算机用户协会数据中心分会的理事单位,参与编制《数据中心全生命周期绿色算力评价标准》《零碳数据中心建设标准》等具有影响力的技术文件,推进液冷技术在数据中心应用研究,探索光伏、储能等清洁能源的零碳数据中心建设。

4. 高效运维,提升管理效率

数据中心资产运营规模持续扩大,各专业系统设备及配套技术复杂性不断增加,使得数据中心环境基础设施运维管理工作重要性日益凸显。

北京泰豪在数据中心机电总承包施工建设的基础上,组建专业的数据中心运维团队,构建起数据中心“工程+运维”的一站式服务体系,发挥在工程技术、设备制造和智能化应用管理的优势,致力为客户提供基础设施运维、驻场代维、节能优化以及智能化升级等高品质运维服务。



北京泰豪承建万国数据(廊坊)算力中心集群

在数据中心行业“降本增效”发展趋势下,北京泰豪积极推动新型节能措施、技术优化、智慧化管理及AI技术创新,有效降低制冷、配电系统能耗,优化运维流程管理体系,不断提升运维管理智能化水平,全方位降低数据中心运维成本。

二、追求卓越,创新引领未来

北京泰豪始终坚持“创新、绿色、高效”的发展理念,以技术创新为引擎、绿色低碳为航标,不断提升数据中心业务综合实力和服务品质,致力为我国算力产业及数字经济高质量发展注入强劲动力。

在市场营销策略方面,北京泰豪聚焦重点区域和重点行业市场需求,深耕细作,致力打造阵地式、集群化的数据中心业务发展格局,成功交付一批高标准、具有较高知名度的大型数据中心项目建设,如:万国数据北京/廊坊算力集群的近20个项目、合盈数据怀来科技产业园5个算力中心、火山云大同太行算力中心、凯德集团涿州中珑云、中联数据内蒙亚信/蔚县等,直接或间接为字节跳动、阿里云、美团、腾讯、亚马逊等互联网巨头提供专业服务。



北京泰豪承建大型数据中心项目

同时,北京泰豪致力金融、政企行业数据中心样板工程打造,成功实施交付交通银行上海新同城数据中心、中国银行总行和林格尔金融科技中心、中国铁路集团主数据中心、国税总局北京数据中心、济南超算中心等,以高水平的施工管理为客户打造具有行业示范效应的样板工程。

九万里风鹏正举,壮志凌云,绘制宏伟蓝图。

展望未来,北京泰豪将以更加坚定的步伐,持续精进,不断优化完善数据中心全生命周期解决方案服务体系,巩固并提升在行业的领先地位,加快推动公司“算力+产业”发展的战略新升级,以更加积极的姿态助推我国算力产业高质量发展。🚀



重庆磐谷动力技术有限公司

重庆磐谷动力技术有限公司(以下简称“磐谷”),位于重庆市永川区凤凰湖国家级高新技术工业园。专业从事高速清洁大功率柴油发动机和燃气发动机研发、生产、销售和服务的国家专精特新“小巨人”企业,国家高新技术企业,重庆市专精特新企业、重庆市优秀民营企业、重庆民营企业100强,拥有重庆市企业技术中心,是目前全球屈指可数的几家具备研发制造高速大马力柴油与燃气发动机的专业厂商之一。

早在1991年,磐谷创始人温国生先生便进入柴油发电机组行业;2003年1月高速大马力发动机研发立项;2006年制造基地落户重庆永川,前称“重庆科克发动机技术有限公司”;2012年国内首台缸径170mm V20气缸

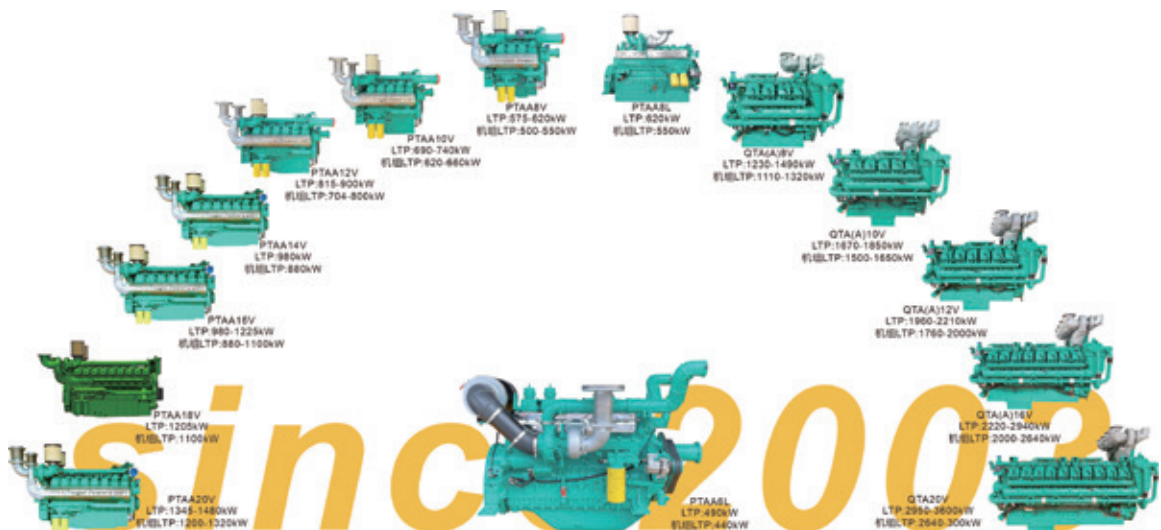
输出功率2500kW@1500rpm柴油发动机在磐谷问世;2021年公司更名为“重庆磐谷动力技术有限公司”;2023年高标准全新研发制造基地投入使用。

磐谷开创了众多国内外行业第一,是全球首台缸径128/132/135mm V型14/16/20气缸发动机发明者,缸径177/180/185mm V型10/12/14/16/20气缸发动机发明者。集团公司先后获得国内外专利近200件,其中授权发明专利28项,荣获中国优秀专利奖,国家知识产权优势企业等殊荣。

自立项伊始,磐谷便确立了让世界聆听中国的声音的企业使命,坚持“品质如磐虚怀若谷”的价值观,秉承“技术创新造福人类”的愿景。持续大量研发投入,收获了众多品质可靠的系列柴

油发动机、柴油发电机组、燃气发动机和燃气发电机组产品。其中柴油机有P和Q两个系列,燃气发动机有R和J两个系列。采用模块化极简设计,通过气缸数变化来满足不同输出功率发动机研发制造,有L6/L8/V8/V10/V12/V14/V16/V20气缸,输出功率490kW-3600kW@1500rpm。同系列发动机之间零部件通用性>80%,全系列产品有平台先进、制造精益、绿色低碳、马力强劲、超长质保、降本增效等显著特点。

自2010年首台柴油发动机交付用户以来,磐谷为全球众多数据中心、先进制造、半导体、通信、基础设施、能源化工、文教医疗等领域的用户提供可靠动力能源。🔋



磐谷发动机产品



深圳达实智能股份有限公司

深圳达实智能股份有限公司，成立于1995年，2010年6月在深交所成功上市，股票代码002421。公司依托于先进的云边协同实时数据处理技术，为用户提供一系列自主研发的物联网平台产品、边缘控制产品和终端应用产品。这些产品不仅技术领先，而且高度集成，能够满足不同用户在设备设施和空间场景智能化方面的需求。达实智能以“万物智联，心心相通”为经营使命，其产品及解决方案已经广泛应用于建筑楼宇、医院、城市轨道交通、数据中心等多个市场领域，为用户营造一个节能低碳、高效智慧、安全温暖的工作和生活环境。

在数据中心这一细分市场，达实智能凭借数十年的行业深耕和不断积累的技术经验，已经成为行业内的佼佼者。公司通过专业的项目设计规划、高标准的现场施工与项目管理、以及完善的后期运营与维护能力，为客户提供高效、专业的数据中心整体解决方案。在研发方面，达实智能不断加大投入，成功推出了达实数据中心精准能效管理系统、精准能效控制柜等创新产品，进一步巩固了其在数据中心能效管理领域的专家地位。

达实智能的数据中心解决方案以其安全、稳定、绿色、高效的特点，赢



光明生命科学大数据中心项目

得了万国数据、世纪互联、招商证券、中金财富、国家超算等不同行业知名客户的信任与合作。这些合作不仅证明了达实智能在数据中心领域的专业能力，也展示了其解决方案的广泛适用性和强大竞争力。目前，达实智能的数据中心业务已经覆盖全国各地。

达实智能的成功，源于其对技术创新的不懈追求和对市场需求的深刻理解。公司始终坚持以客户为中心，以质量为生命，以创新为动力，不断推动产品和服务的升级，以满足日益增长的市场需求。在未来，达实智能将继续秉承“万物智联，心心相通”的理念，通过不断的技

术创新和市场拓展，为全球客户提供更加智能、高效、绿色的产品和服务，为构建更加美好的智慧城市贡献力量。



力合报业大数据中心



北京皓扬云数据科技有限公司

北京皓扬云数据科技有限公司(以下简称:皓扬数据)作为业界领先的超大型数据中心解决方案运营商,始终坚持“可持续发展的战略,以“碳达峰、碳中和”为目标,公司不断探索绿色节能技术,力求打造长期可持续发展的生产力,向客户提供高标准、高定制、高扩展、低能耗的数字基础设施服务。

皓扬数据由赖宁宁先生与文立先生共同创立,两位创始人在互联网数据中心和通信基础设施的行业经验均超过25年,核心管理团队也均来自业内15年以上经验的资深专家及管理人员,皓扬数据致力于为客户提供全生命周期的定制化解决方案,大规模快速交付运营能力以及高扩展、高附加值的设施运营管理平台。目前,公司在全国范围内拥有两个超大规模基地型数据中心、三个交换中心以及三个孵化项

目,覆盖了北京、上海、广州、深圳等超一线城市及周边地区。皓扬数据为云计算、互联网、金融、政企等行业客户提供高标准、高品质的数字化基础设施服务。

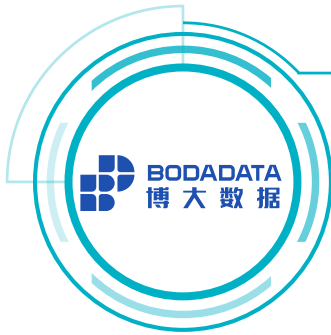
皓扬廊坊1号数据中心园区与保定1号数据中心产业园是公司的重要支柱。廊坊1号数据中心园区地处京南,规划两座数据中心,拥有超过15000P规模的智算能力。它按照国家A级标准建设,总电力容量超过400MW。在追求低能耗的同时,该数据中心还具备高标准、高扩展、高定制以及大规模快速交付能力,为客户提供全方位的解决方案。保定1号数据中心产业园则位于河北省保定市定兴县,紧邻雄安新区,规划五座数据中心,总电力容量达120MW。该数据中心遵循绿色节能的设计理念,具备可持续性、高可靠性、

灵活性和经济性等特点。它为环首都和雄安地区提供集安全、智能、高效、专业、绿色于一体的全方位数据中心服务。目前两个项目多家互联网头部企业已入驻。

皓扬数据秉持“更加开放和可持续发展”的经营理念。在数据中心的建设与运营中,始终站在客户角度为其定制符合业务发展需求的数据中心解决方案,并不断探索领先的技术方案和产品助力客户的业务增长,满足客户长期可持续发展的需求,伴随客户一同成长的同时,推动整个行业的高质量发展。

面对未来算力和数据量的持续增长,在基础设施方面,皓扬数据与时俱进,不断在降低用户成本和提高可持续扩展性方面扩大竞争力,向客户提供超越预期的数据中心解决方案。🏠





广州博大数据科技有限公司

博大数据作为领先的融合算力基础设施服务商，其核心团队拥有超过20年的行业运营管理经验，积累了丰富的通用算力、智能算力及边缘算力资源，并具有强大的算力建设能力、平台服务能力以及算力运营能力，致力于打造一体化数据与算力融合的数字基础设施平台，赋能数字经济可持续发展。

在战略布局上，博大数据已在全国范围内部署了以北京、上海、广州、深圳、成都、武汉为核心的环首都、长江经济带、粤港澳大湾区及成渝区域的超大规模算力基础设施集群，总面积超过30万平方米，拥有机柜数近6万个。不仅满足企业在核心城市的业务布局，还将进一步助力企业核心与边缘形态共存的算力

集群演变。此外，博大数据积极进行国际化布局，不断通过资源整合打造全球数字生态，加速拓展海外市场。

在产品服务上，博大数据专注为超大型客户提供选址咨询、规划设计、投资建设、交付运营等端对端服务；针对零售型客户，提供以数字化基础设施为主的一站式解决方案；针对人工智能和高性能计算场景，博大数据提供专业的智能算力基础设施、GPU算力服务及算力调度，满足客户大规模训练、推理和高精度科学计算中对计算、存储、网络等环节的多样性需求。丰富的行业运营管理经验及卓越的国际化核心管理团队，使博大数据有效整合上下游资源，打造算力生态体系，为千行百业的全景数字世界运行提供坚实的保障。

秉承共赢(Win-win)、共创(Co-Innovate)、服务(Service)、高效(Efficiency)的WISE理念，博大数据已为国内外逾2000家优质企业客户提供服务，并深受人工智能企业、大型互联网公司、金融机构、TME、零售及跨国公司等客户及行业的高度认可，并荣获多项殊荣。

此外，博大数据积极践行可持续发展理念，将环境、社会和公司治理(ESG)管理融入到公司发展中，发挥科技向善力量，共同推动全球数字经济的高质量可持续发展。



博大数据深圳前海智算中心



博大数据河北廊坊智算中心



思洛特电气(北京)有限公司

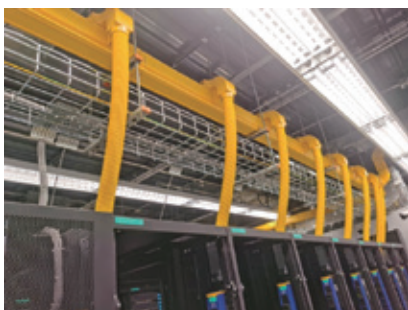
思洛特电气(北京)有限公司位于北京市石景山首钢工业园区,公司主营产品为数据中心线缆管理产品,包括PPO光纤槽道、网格桥架、线槽、梯架、抗震/成品支架等相关配套产品。公司设有思洛特电气(浙江)有限公司、思洛特电气(江苏)有限公司两个生产中心,在上海、广东、天津、成都、重庆、西安等多个城市设有分支机构及办事处以服务国内广大用户。



众所周知,PPO性能卓越,具备低烟、无卤、耐高温、阻燃自熄等优良特性,是数据中心光纤槽道的优选材质。但因PPO熔点高、粘性大,难于生产制造,尤其是槽体的挤塑成型难度极大,是本行业国内外公认的应用推广之阻滞瓶颈。

思洛特前身是国内第一个PPO光纤槽道制造工艺研发团队,成立于2012年。团队历经四年艰难攻关,于2015年首创具有自主知识产权的PPO光纤槽挤塑、注塑制造工艺,打破了国际上对PPO光纤槽的垄断,思洛特也因此成为迄今为止全球极少数掌握PPO槽体挤塑成型工艺的制造商之一。

2020年,思洛特重新规划和调整



了产品线,集中资源加大对PPO产品的研发力度,相继攻克400×100mm、600×100mm等超大型槽体的成型工艺,创新性设计出符合超大型槽体组装方式和具有专利结构的连接组件,Fodex®产品方案得到了极大的完善,可以响应数据中心行业对光缆/光纤敷设的几乎所有需求。

思洛特秉承向用户提供优质产品

的原则,所有产品均达到或超过国家相关标准,部分产品性能指标远远超过国内外行业标准要求。思洛特在金融、IDC、电力、军队、交通、政府、教育、广电、石化、机场、企业等行业均有着较为广泛的应用,比如:中国工商银行总行、中国银行总行、交通银行总行、中国铁路集团总公司主数据中心、国家电网数据中心、江苏有线、教育部、国家统计局、世纪互联、小米、北京广播电视台、四川绵阳军民融合大数据等等。

思洛特秉承守正创新、笃行致远精神,以技术和市场为驱动,立志打造成具有自主知识产权的创新型高端民族品牌,护航数据中心信息通道的安全。🔒

