中国优秀数据中心
CHINA EXCELLENT DATA CENTER

www.cra-ccua.org.cn

2022年第3期

总第 92 期

中国计算机用户协会（CCUA）会刊　　主办单位：中国计算机用户协会数据中心分会

艾特网能：绿色高效安全，助力极致 PUE

——访深圳市艾特网能技术有限公司副总经理杜华锐

- 从“算力”到“风火水电”
  ——基于算力FLOPS的数据中心资源规划研究
- 数据中心绿色电力技术应用

中国 CHINA EXCELLENT DATA CENTER
优秀数据中心

2022年9月 总第92期 2004年10月创刊

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：北京市大兴区西红门镇兴创国际 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。

2022-03 目录 CONTENTS

专访 | EXCLUSIVE INTERVIEW
01 艾特网能：绿色高效安全，助力极致 PUE——访深圳市艾特网能技术有限公司副总经理杜华锐

会员介绍 | MEMBERSHIP INTRODUCTION
04 广州市保伦电子有限公司
05 北京大千仁合智慧数据科技有限公司

规划设计 | PLANNING & DESIGN
06 从“算力”到“风火水电”——基于算力 FLOPS 的数据中心资源规划研究 / 张圣悦 汤金锐

绿色节能 | ENERGY CONSERVATION
12 数据中心绿色电力技术应用 / 郑美英 杨威
18 EAC 智能热通道技术在机房节能和扩容改造的应用 / 盖炫 陶向东 金慧宁

运维管理 | OPERATION & MAINTENANCE MANAGEMENT
21 基于神经网络的 PC 服务器故障预测方法研究 / 孙元 周迪 冯帆
25 某数据中心 UPS 故障及更换案例分享 / 熊慧亮

产品之窗 | PRODUCT PRESENTATION
28 几种空调系统在数据中心的应用浅析
32 消防钢瓶超声波检测精准返厂创新解决方案

行业标准 | INDUSTRY STANDARD
35 数据中心基础设施标识标志（二）

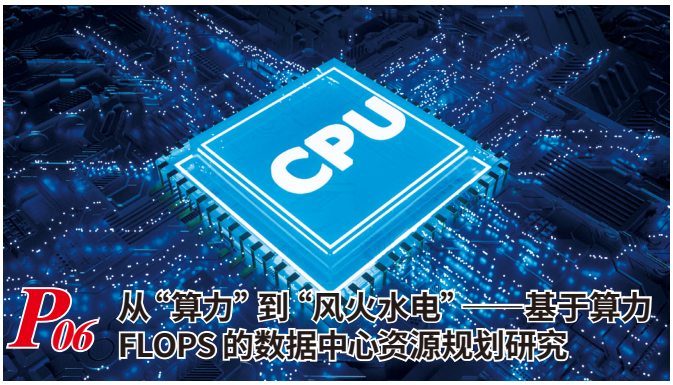
行业热点 | INDUSTRY HOT SPOTS
42 工信部：将加快推动数字基础设施领域节能提效相关标准制修订
43 核心产业规模达 1.5 万亿元我国算力发展水平逐步提升

协会动态 | ASSOCIATION DYNAMIC
44 GB50462《数据中心基础设施施工及验收标准》修订通过审查会
44 共话低碳数据中心构筑之路——“踔厉奋发 笃行不怠”聚焦行业热点专家沙龙泰豪专场圆满召开

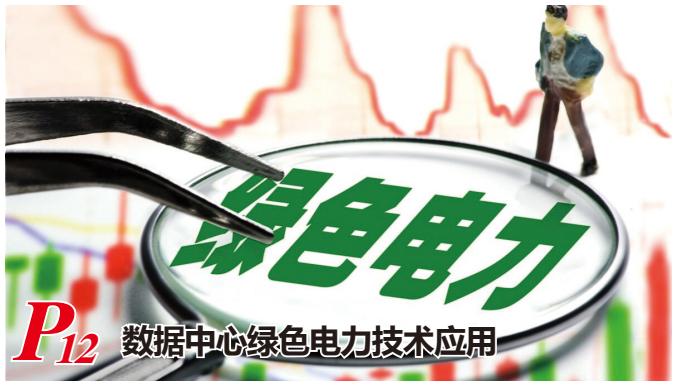
业界要闻 | INDUSTRY NEWS
46 宝之云华北基地正式开工
47 德衡数据亮相服贸会，携手合作伙伴从数据中心智能化运营探索数字原生
47 3 分钟看懂 | 国家级超算中心会选择什么样的末端配电?

2022-03 目录
CONTENTS

P01 艾特网能：绿色高效安全，助力极致 PUE
——访深圳市艾特网能技术有限公司副总经理杜华锐



P06 从“算力”到“风火水电”——基于算力 FLOPS 的数据中心资源规划研究



P12 数据中心绿色电力技术应用

广告索引
Advertising directory
2022/3

封二	华为数字能源技术有限公司
封二对页	德衡数据 / 上海蓝色帛缔智能工程有限公司
前彩一	北京真视通科技股份有限公司
前彩二	Delta（台达集团）
后彩四	公牛集团股份有限公司
后彩三	中电科数字技术股份有限公司
后彩二	北京科海致能科技有限公司
后彩一	捷通智慧科技股份有限公司
封三对页	北京新明月创新科技有限公司
封三	北京中金云网科技有限公司
封底	北京国信天元质量测评认证有限公司

艾特网能：
绿色高效安全，助力极致PUE
——访深圳市艾特网能技术有限公司副总经理杜华锐

数据中心这座“能耗巨兽”，是支撑未来经济社会发展的战略资源和公共基础设施，也是节能降耗的重点领域之一，备受社会关注。为了推动数据中心等新型基础设施绿色高质量发展，助力实现碳达峰碳中和目标，从中央到地方纷纷出台政策。

近日，工业和信息化部、国家发展改革委、财政部、生态环境部、住房和城乡建设部、国务院国资委、国家能源局等七部门近日联合印发《信息通信行业绿色低碳发展行动计划（2022-2025年）》，提出到2025年，全国新建大型、超大型数据中心电能利用效率（PUE）降到1.3以下。这场紧迫、严格的绿色大作战，席卷数据中心全行业，涵盖从规划设计到设备研发。

深圳市艾特网能技术有限公司（以下简称“艾特网能”）作为一家国资控股的数据中心全网能基础设施解决方案厂商，早已在数年前踏上践行数据中心绿色高质量发展的道路。《中国优秀数据中心》编辑采访到深圳市艾特网能技术有限公司副总经理杜华锐，就数据中心行业的高效节能减排手段、重点改进方面、未来的绿色发展等方面进行了访谈。

高效节能第一步

深圳市艾特网能技术有限公司(以下简称“艾特网能”)是国家级高新技术企业，于2019年底被具有80年历史的国有上市企业——黑牡丹(集团)股份有限公司(股票代码：600510)成功并购，成为国有上市企业控股子公司。

艾特网能致力于成为自内而外、卓越的数字能源基础设施专家，凭借自主创新研发能力以及多产品线制造能力，在数据热能管理产品和方案、电能管理产品和方案、智能管理产品和方案、模块化及预制化数据中心产品和方案均保持极具竞争力的优势，尤其是在创新节能的热能管理产品、模块化UPS、模块化和预制化数据中心方面，技术领先性和市场份额方面均属于业内领先水平。

作为集产品研发制造、工程设计施工、售前售后服务于一体的整体解决方案供应商，艾特网能在政府、金融、运营商、IDC等行业均有案例应用，帮助用户达成绿色节能的多维度优化提升。

面对数据中心这样一个复杂多专业的庞大建筑场所，节能减排的第一步，从哪里开始比较高效？艾特网能副总经理杜华锐从数据中心能耗构成开始拆解，以PUE在1.4左右的典型数据中心为例，能耗构成大概是服务器等主设备占70%、制冷空调占22%、供配电7%、其它配套1%。从这个构成可以看出，降耗的大头一定是服务器等主设备的节能降耗，从芯片、算法入手，从源头上降耗是根本，并且需要芯片、服务器、应用软件层面的优化，我们能做的，是控制好芯片温度，采用例如液冷等技术改善环境，为提高算力创造条件。

杜华锐强调，“制冷空调节能是数据中心最高效、最能看到成效的部分，从IDC能耗构成可以看到制冷空调是很大一部分，占我们能努力范畴的7成以上(22%÷30%)，所以采用节能低碳的制冷产品和方案是很重要的。”艾特网能在制冷产品的节能方面有着丰富的经验和多元化的产品及解决方案，可以为广大用户提供针对性的优化方案，助力数据中心低碳建设和运营。

此外，杜华锐认为供配电节能降耗也很重要。例如采用DR供配电架构可以提高功率设备的负载率，提高效率，且提高用能指标的利用率，增加产出；采用HVDC、UPS的ECO模式等，提高供配电链路的效率。并可以结合储能等方案，削峰填谷、或是以虚拟电厂参与到电网的调峰、调频中，获取额外的收益，也是很可观的节能手段。

持续节能每一步

2021年，我国宣布2030年前碳达峰、2060年前碳中和的战略目标。而在双碳目标提出之前，艾特网能就开始并一直致力于节能减碳产品的研发和推广。

早在2015年，艾特网能就率先推出和批量应用变频氟泵列间空调产品，助力为诸多模块化数据中心实现PUE在1.3-1.4的节能减碳目标。

从2016年开始，艾特网能的直接蒸发冷和间接蒸发冷产品就在张北、乌兰察布、清远、怀来、青海、西藏、上海等多个地区批量交付，助力诸多数据中心实现节能减碳目标，可将PUE控制在1.2-1.35之间。

在2018年，艾特网能率先提出基于悬浮离心压缩机、蒸发冷凝、主动热管、变频多联等技术推出的冷氟主机——蒸发冷热管冷机，并于同年小规模商用，且在2019年-2022年实现大批量交付，目前有数百套冷氟主机在线运行，助力多个大型数据中心实现在较炎热气候条件下仍然能保持PUE不高于1.25的低碳目标。

从2020年开始，艾特网能配合多

个客户提供服务器配套的液冷设备进行试点项目落地，并进行了液冷技术的深入研究，储备了相应的技术，随着液冷服务器、液冷IDC场地等产业链的成熟，随时可以大批量交付落地。

杜华锐还提到，艾特网能在2015年推出的节能拓扑的模块化UPS，已经在多个数据中心应用，实测在常用低于50%负荷的情况下能稳定实现双变换95%以上、ECO模式98%以上的效率，将纸面数据落到实处。

为了帮助实现建设阶段和运营阶段的全生命周期低碳目标，艾特网能的创新节能制冷方案及完善气流组织管理的模块化数据中心、预制化数据中心也在深圳、广州、北京、上海、重庆、清远等地大规模交付。

循环发展不停步

2020年，新基建政策让数据中心站上新的历史高度，扶摇直上；2021年，双碳目标提出，PUE跃为数据中心行业热词；2022年年初，8个国家算力枢纽节点、10个国家数据中心集群全部确认，全国一体化大数据中心体系完成总体布局设计，东数西算工程正式全面启动。在当下战略机遇与重大挑战并存的特殊时期，企业的长足发展更需要从宏观层面把握住行业未来趋势。

展望行业未来，杜华锐认为数据中心的节能和预制化是未来的发展趋势。他表示随着节能成为数据中心的准入门槛，数据中心建设者们也愿意为节能技术花更大的成本，节能技术的研究在资金支撑下也将注入新的活力，节能技术百花齐放的时代已经到来。

另外随着新基建、双碳、东数西算的进一步落实，数据中心建设需求量不断增加，且建设周期需要进一步缩短。尤其是数据中心枢纽节点多位于区域内人才聚集度相对较低的地方，对人力需求更少、建设更快更简单的模块化与预制化技术，将成为数据中心尤其是中大型数据中心不可或缺的建设方式。艾特网能已经交付诸多模块化和预制化数据中心，并具备IT方仓预制化、间接蒸发冷预制化、氟泵的预制化、电力模块的预制化、集装箱式数据中心等技术，可有效地服务于新基建、双碳、东数西算的数据中心建设需求。

通过本次访谈，我们可以看到艾特网能作为一家国资控股的数据中心全网能基础设施解决方案厂商，在帮助用户高质量绿色发展时专业精研的实力、持之以恒的努力、坚定不移的魄力，相信艾特网能将继续深耕数据中心基础设施领域，不断完善产品全线，为用户带来更加高效的绿色价值、实现极致PUE，为国家数字产业经济发展贡献自身的一份力量。

广州市保伦电子有限公司

广州市保伦电子有限公司(itc)成立于1993年，是一家集研发、生产、销售为一体的声光电视讯大型系统集成商。作为一家国内规模大、市场占有率高的企业，拥有超过100万的成功案例，成功进驻2008北京奥运会、2010上海世博会、2010广州亚运会场馆、2011深圳大运会、2022年杭州亚运会、2022年北京冬奥会、G20峰会等诸多重点项目建设。

总部位于广州市番禺区，拥有四栋营销办公大楼，三大研发团队，占地面积达32，000平方米，员工人数超过6000人，全球设立126个营销团队，全国销售经理达2000余名，覆盖全国各地及乡镇。

截至2021年，itc研发人员突破800人，自主研发产品。拥有独立研发大楼、软件开发中心以及广东省工程技术研究开发中心。

2016年在杭州设立研发中心，开始综合应用平台研究开发。工厂生产团队2000余人。五个工厂，厂房面积90，000平方米，五大车间(电子车间、五金车间-所有机器的面板机箱都自主配套生产、木工车间、喷涂车间、玻璃钢车间、表面处理氧化车间)。

电子工厂智能化主机终端设备年产150万台，舞台灯光及景观亮化工厂灯光亮化生产面积20，000平米，LED工厂LED生产面积40，000平米，专业音箱工厂扬声器、专业音箱年产600万只。

采用先进的检测设备对产品进行全方位的测试，保障提升产品性能质量。拥有7条专业SMT生产线，95%的线路板均采用SMT工艺，确保产品质量的一致性。

itc被认定为广东省高新技术企业、广东省数字广播会议系统工程技术研究中心、制造业骨干企业，拥有754项知识产权，全球合作伙伴超4万家，在全球15个国家和地区注册了“itc”商标，牵手56家国外优质战略合作伙伴！2021年荣获广州市“民营领军企业”、“科技领头羊”等称号，并连续多年获得“优质产品”、“知名品牌”、“创造力品牌”、“最具竞争力品牌”、“公共广播行业十大品牌”、“十大优秀会议品牌”等荣誉称号。

itc拥有“售前+售中+售后”的营销服务体系。售前：50余名专业方案讲师点对点产品推广交流、传递公司价值点、传达最新的行业信息，350名方案工程师，提供专业方案设计、设计项目针对性方案。售中：2000余名专业销售顾问配合投标、标书答疑，项目保护、24小时在线电话顾问。售后：700余名售后驻点工程师施工计划、布线指导、竣工验收、现场调试；全国128个驻点、4小时内抵达项目现场。

全系列产品均通过了ISO9001质量认证、ISO14001环境认证、ISO18001职业健康认证、ISO27001信息技术安全认证和CCCF消防认证、声频工程企业综合技术一级资质、国军标认证、高新技术企业、软件企业认证、各类发明专利、软件著作权、实用新型专利、外观专利、行业知名品牌等。共拥有100+项行业资质，包括电教育化馆、指挥中心、安防、公检法司、舞台演绎、医疗、智能建筑等行业。主导编制了《地铁数字广播系统技术规范》、《数字公共广播系统通用技术规范》等团体标准，拥有信创、国标、军用资质、政府采购平台等资质。

以及通过了3C认证、RoHS认证、CE认证、UL认证、EN认证、ETL认证及工信部入网许可证、H264检测报告、1080P高清检测报告，在未来，将不断满足全球范围内的各类认证需求。

公司典型案例有：深圳大运会、广州亚运会、上海世博会、北京奥运会、杭州亚运会、博鳌亚洲论坛、北京奥林匹克森林公园、港珠澳大桥、清华大学、上海东方明珠广场。

北京大千仁合智慧数据科技有限公司

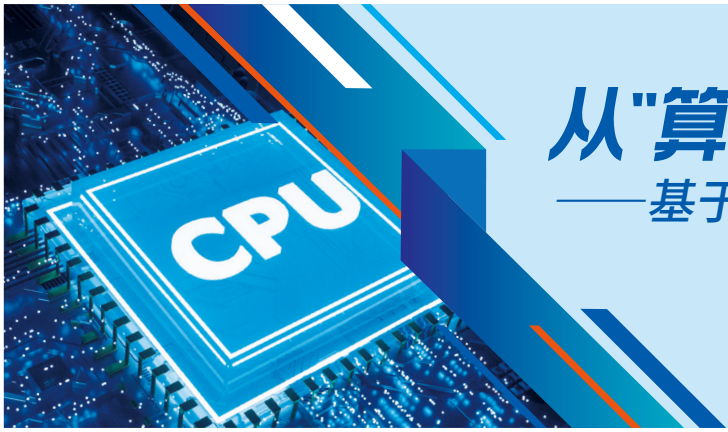
北京大千仁合智慧数据科技有限公司成立于2010年4月，注册资本5100万。公司始终秉承诚信、敬业、务实、创新的发展理念，历经十余年快速发展，已成为一家业务范围涵盖数据中心、系统集成、智慧城市、建筑智能化、机电安装、运营维护、检测验证等多领域的综合解决方案提供商。

立足当下，在科技不断快速发展的今天，大千仁合抢抓新基建、大数据、云计算、人工智能大发展的历史机遇，迅速适应外部环境变化，强化战略导向，着力提升自身综合业务实力。为支撑公司整体战略发展，目前公司已全面通过了ISO9001质量管理体系认证、ISO14001环境管理体系认证和ISO45001职业健康安全管理体系认证，并取得相关业内资质及荣誉。

经过十余年的发展和沉淀，公司已具备优秀的专家型技术队伍、完善的项目交付管理体系、高效的运维服务团队，为客户提供从项目前期咨询、规划设计、整体交付到后期运行维护的全生命周期的一站式服务。通过多年不懈的努力和专业的服务，赢得了包括政府机关、金融保险、文化体育、教育科研、互联网等多领域客户的信任和支持。

多年来，大千仁合先后承接了中科院、中国空间院、澳门科技大学登月实验室等国家重点行业数据中心的建造，为国家航天航空事业做出了贡献。同时公司着重培养企业员工的工匠精神，从企业高管到一线技术团队都时刻保持着对工作的热情和严谨的态度，对技术及工艺的革新有着执着的坚持和追求，追求卓越的创造精神、精益求精的品质精神、用户至上的服务精神。大千仁合在这十余年间时刻关注国家对于数据中心行业相关的政策法规，在保证项目安全、可靠、稳定的前提下，及早的推行绿色低碳、节能环保的理念。“重诚信、守契约、创技术、守专长、制精品、协作共赢”的理念已经深入企业文化之中，凭借多年的项目经验积累和客户的高度认可，目前公司已经与多个国内外知名企业达成了长期的战略合作，承接的项目均得到业主的高度认可。

展望未来，在国家政策大力倡导下，公司将站在“助力新基建，赋能中国数字化转型”的战略制高点上，继续秉承“诚信、敬业、务实、创新”的发展宗旨，遵照“诚信铸就品质，创新引领未来”的发展理念，致力于成为具有社会责任感、行业领先的综合解决方案提供商，力争通过最先进的技术和最优质的服务帮助我们的合作伙伴成功。



从"算力"到"风火水电"
——基于算力 FLOPS 的数据中心资源规划研究

文 / 中体彩科技发展有限公司 张圣悦 汤金锐

摘　要：随着数字经济的飞速增加，算力供应日益获得关注，作为算力基础设施的数据中心，有必要研究从算力需求出发的数据中心资源规划方法。本文通过算力的定义和计算公式，分析不同品牌型号的 CPU、服务器、机柜算力数据，研究不同情况下机柜算力密度和功率密度的差异；以固定业务算力需求为基准，测算不同机柜算力密度下的数据中心资源规划，分析不同资源规划下的优劣势，希望能为数据中心行业从业者提供一定的参考。

关键词：机柜算力；机柜功率；数据中心算力；数据中心资源

一、引言

2021年3月，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》将"加快数字化发展 建设数字中国"作为重要一章，提出"以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式和治理方式变革"。2021年我国数字经济规模已达45.5万亿元，同比名义增长16.2%，数字经济对国民经济发展的支撑作用愈加明显。

算力作为数字经济时代核心生产力，是数字经济持续高质量发展的基石。数据中心是算力基础设施，合理规划数据中心算力规模，对满足大到各行业、各地区，小到各企业、各业务场景的算力需求意义重大。信通院郭亮、中国电信王峰等分析算力构成，提出一种数据中心算力和算效的衡量方式[1]；信通院路博等研究我国算力情况，提出一种基础算力的量化测量方法[2]；信通院也开展了数据中心算力和算效的相关评估认证。

本文基于前期行业专家对数据中心算力的研究成果，详细计算分析CPU、服务器、机柜算力数据，从业务算力需求出发，研究数据中心机柜、基础设施资源规划，为数据中心建设与管理提供参考。

二、算力的定义

1.算力的概念

算力是数据中心的服务器通过对数据进行处理后实现结果输出的一种能力，是衡量数据中心计算能力的一个综合指标，数值越大代表综合计算能力越强。包含以CPU为代表的通用计算能力，和以GPU为代表的高性能计算能力。

在计算机系统的发展过程中，曾经提出过多种方法衡量算力，目前为止使用最广泛的是"浮点运算次数表示法"（简称"FLOPS"）。国内外不少文献以及服务器产品参数、国际超算排名都采用FLOPS对算力进行描述，工信部相关政策中也用FLOPS衡量数据中心算力。

FLOPS包含 3 种常见类型：

（1）双精度浮点数（FP64）：采用64位二进制来表达一个数字，精度最高，常用于处理的数字范围大而且需要精确计算的科学计算。

（2）单精度浮点数（FP32）：采用32位二进制来表达一个数字，精度次之，常用于多媒体和图形处理计算。

（3）半精度浮点数（FP16）：采用16位二进制来表达一个数字，精度最低，适合在深度学习中应用。

本文采用双精度浮点数（FP64）FLOPS来衡量算力。

2.通用算力和高性能算力

（1）通用算力

CPU作为通用处理器，偏重支持控制流数据。CPU每个物理核中大部分的硬件资源被做成了控制电路和缓存，用来提高指令兼容性和效率，只有小部分是用来做计算的逻辑运算单元（ALU），在常规业务场景时，CPU足以满足算力需求。

CPU芯片分为多种架构，主要包含X86、ARM等。其中X86为主流架构，以英特尔和AMD为代表的X86服务器CPU持续主导市场，占比超过96%；ARM架构主要应用在国产CPU上，如华为鲲鹏CPU、中国电子飞腾CPU等。

（2）高性能算力

GPU作为图形处理器，侧重于数据的计算，内部核心中绝大多数是用来做计算的逻辑运算单元（ALU），只有很少部分是作为控制单元和缓存单元，能够提供强大而高效的并行计算能力，在图形显示、信号处理、人工智能和物理模拟等高性能计算领域有着广泛的应用。除GPU外，FPGA（现场可编辑逻辑门阵列）、NPU（网络处理器）等高性能计算器件也逐渐受到关注。

但由于在常规业务场景下主要采用CPU作为运算处理单元，因此本文主要分析CPU通用算力。

3.通用算力的计算

数据中心的通用算力即为数据中心各型号CPU算力之和，公式如下：

$$CP_{通用算力}=\sum_{i=1}^{n}(CP_{CPUi}\times N_{CPUi})\#\# \quad (1)$$

公式（1）中，$CP_{通用算力}$代表数据中心通用算力之和，CP_{CPUi}代表为第i个型号CPU的算力，N_{CPUi}代表第i个型号CPU的数量。

三、算力测算

1. CPU算力

CPU的FLOPS算力与CPU核数、主频和单周期浮点运算能力均有关，而单周期浮点运算能力取决于CPU浮点计算单元数量和位宽，不同型号的CPU的算力有较大差距。CPU的FLOPS理论值计算公式如下：

CP_{CPUi}=内核数×主频×浮点单元数量×2×浮点单元位宽/64#　（2）

则根据公式（2），可以计算不同型号CPU的理论算力值[3]。Intel、AMD、华为部分型号CPU理论计算能力如表1所示。

从表1可以看出，同一品牌不同型号CPU的算力差异主要体现在核心数和主频上；不同品牌CPU算力差异主要体现在CPU浮点运算单元数量和位宽上。选择Platinum 8358P、EPYC 7643、鲲鹏920 5230进行具体对比：

（1）Platinum 8358P和EPYC 7643：同样为X86架构CPU，浮点运算单元数量均为2个，但浮点运算单元位宽分别是512bit和256bit，Platinum 8358P算力约为EPYC 7643的1.86倍。

（2）Platinum 8358P和鲲鹏920 5230：CPU架构分别为X86、ARM，浮点运算单元数量为2个、1个，浮点运算单元位宽分别是512bit、128bit，Platinum 8358P算力约为鲲

表1 部分型号CPU理论计算能力

序号	品牌	CPU型号	CPU架构	内核	主频（GHZ）	浮点单元数量	浮点单元位宽（bit）	热设计功耗（W）	算力（TFLOPS）
1	Intel	Gold 6326	X86	16	2.9	2	512	185	1.4848
2	Intel	Platinum 8358P	X86	32	2.6	2	512	240	2.6624
3	Intel	Platinum 9242	X86	48	3.8	2	512	350	5.8368
4	AMD	EPYC 7543	X86	32	2.8	2	256	225	1.4336
5	AMD	EPYC 7643	X86	48	2.3	2	256	225	1.7664
6	华为	鲲鹏920 5230	ARM	32	2.6	1	128	120	0.3328
7	华为	鲲鹏920 5250	ARM	48	2.6	1	128	150	0.4992

注：表中基础数据来自于各品牌CPU官网，理论值可能与实测值略有差距。