

# 中 CHINA EXCELLENT DATA CENTER 国 优秀数据中心



www.cra-ccua.org.cn  
2023年第3期  
总第96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



## 2023数据中心年会(青岛)成功召开

- 数据中心运行应急管理
- 碳中和背景下的制冷技术应用

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 Qiyang

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。

# 2023-03 目录 CONTENTS

## 封面 | COVER

- 01 2023数据中心年会(青岛)成功召开

## 会员介绍 | MEMBERSHIP INTRODUCTION

- 05 太极计算机股份有限公司  
06 大航有能电气有限公司  
07 合力光桥智慧科技(北京)有限公司

## 运维管理 | OPERATION & MAINTENANCE MANAGEMENT

- 08 以PUE为核心的云数据中心规划设计的初步探讨 / 朱维新  
13 数据中心运行应急管理 / 杨晓平  
17 DCIM 中的机柜资产条在数据中心机房的应用实践与探讨 / 付连凯 曹辉义 张恒新 周睿彦 张伟

## 样板案例 | TEMPLATE CASE

- 20 2022年南京电信吉山数据中心B1机楼一期动力基础设施配套新建项目  
23 豆讯云计算数据中心项目  
26 温州银行温银大厦数据中心工程

## 解决方案 | SOLUTION

- 29 以数据中心项目为视角的SRM采购管理系统 / 韩征 刘富

## 绿色节能 | ENERGY CONSERVATION

- 33 碳中和背景下的制冷技术应用 / 孔令军

## 行业热点 | INDUSTRY HOT SPOTS

- 37 工业和信息化部办公厅关于组织开展2023年度国家工业和信息化领域节能降碳技术装备推荐工作的通知  
38 工信部副部长张云明：加快推进数据中心节能改造，持续提升数据中心可再生能源利用水平  
39 央行发布《金融数据中心能力建设指引》，规定5个部分的能力要求

## 协会动态 | ASSOCIATION DYNAMIC

- 41 展现数据中心行业自信 共建美好数字中国  
43 算力筑基，低碳前行——罗格朗数据中心解决方案 赋能产业绿色可持续发展  
45 年会第二站精彩全记录：参观数字恒华智慧产业园  
46 聚焦金融 探索未来——2023华为数据中心碳索思享会

## 业界要闻 | INDUSTRY NEWS

- 48 科华助力杭州亚运会，璀璨亚洲体育盛事  
48 双登 | 为亚运护航，为祖国喝彩

# 2023-03 目录 CONTENTS



**P01** 2023数据中心年会(青岛)成功召开



**P13** 数据中心运行应急管理



**P33** 碳中和背景下的制冷技术应用

广告索引  
Advertising directory  
2023/3

封二	恒华数字科技集团有限公司
封二对页	科华数据股份有限公司
前彩一	罗格朗中国
前彩二	Delta (台达集团)
后彩四	深圳市艾特网能技术有限公司
后彩三	中山泽安科技有限公司
后彩二	北京长城电子工程技术有限公司
后彩一	珠海派诺科技股份有限公司
封三对页	北京科海致能科技有限公司
封三	中电科数字技术股份有限公司
封底	北京国信天元质量测评认证有限公司



## 2023数据中心年会(青岛)成功召开

2023年初,中共中央、国务院印发《数字中国建设整体布局规划》,明确建设数字中国是数字时代推进中国式现代化的重要引擎。作为数字基础设施的重要部分,数据中心行业管理水平亟待提升,数字化转型、智能化改造等亟待加强。

为促进行业发展交流,推广行业先进理念,由中国计算机用户协会指导,中国计算机用户协会数据中心分会主办,青岛西海岸新区工业和信息化局(科技局、大数据局)协办,恒华数字科技集团有限公司、北京国信天元质量测评认证有限公司承办的“2023数据中心全生命周期管理高峰论坛暨中国计算机用户协会数据中心分会第29届年会”于2023年9月7日在青岛召开,近500人参加了此次盛会。

出席会议的领导有:中国计算机用户协会理事长宋显珠、副理事长兼秘书长唐群、数据中心分会理事长王智玉,青岛西海岸新区工业和信息化局(科技局、大数据局)局长隋俊昌,北京中关村实验室党委副书记、总工傅首清,中国电子质量管理协会秘书长李勃,国家级南通经济技术开发区管理委员会大数

据产业发展局局长朱建国,恒华数字科技集团有限公司董事长陈兴华,以及青岛区各个政府部门及开发区、管委会的参会代表。

会议设立了主论坛和两个分论坛,分论坛分别是共建美好数字中国专场、算力筑基,低碳前行——罗格朗数据中心解决方案专场。主会场上半场由数据

中心分会常务副理事长兼秘书长蔡红戈主持。

### 上升行业 未来可期

在主论坛上,中国计算机用户协会理事长宋显珠为大会致辞。他表示近年来我国不断提高数字中国战略高度,以算力基础设施为代表的新兴产业正处



宋显珠

中国计算机用户协会理事长



蔡红戈

中国计算机用户协会数据中心分会  
常务副理事长兼秘书长

隋俊昌

青岛西海岸新区工业和信息化局  
(科技局、大数据局)局长

于战略机遇期。数据中心作为信息化关键基础设施,有力促进了我国传统产业高端化、智能化、绿色化发展。宋显珠指出,29年来的年会既总结出了行业的发展脉络,也反映出了业界对分会工作的肯定。他总结了未来协会工作方向的三个坚持:党建引领、协会定位、聚焦用户。

本次会议邀请到青岛西海岸新区工业和信息化局(科技局、大数据局)局长隋俊昌,他表示,数字经济是当今世界的科技革命先导,产业变革前沿,也是抢占全球竞争最高点的关键领域。新区数字经济新动能发展势头良好,数据中心为西海岸新区建设起到了非常基础性的作用,目前新区已建成39个数据中心。本次活动的举办必将为全区数字经济的发展营造更加良好的范围。同时希望借助这次活动,能够与中国计算机用户协会建立起长期密切的联系,共同推进新区乃至全国数据中心的建设和发展;同时也希望与各位嘉宾、领导,借由此次契机充分交流和分享经验。

### 金秋时节 硕果可摘

本次会议正式发布了数据中心分会研究成果。在发布环节,专家委员会主任黄群骥主持并发言,他表示,数据中心分会充分发挥专家委员会青年专

家工作组的工作热情和各个专业领域的的能力,围绕协会调查的行业关注热点问题,开展了数据中心供电、制冷、智能化等七项覆盖数据中心全生命周期内容的课题研究工作,希望这份优秀的研究成果能转化为行业应用,促进行业发展提质增效。

认证,是一种信用保证形式。按照国际标准化组织的定义,是指由国家认

可的认证机构证明一个组织的产品、服务、管理体系符合相关标准、技术规范或强制性要求的合格评定活动。

数据中心项目设计、建设的国标等级、绿色等级以及运维服务机构的服务能力,通过认证机构的审核获得认证证书并在国家认监委网站上公示,表示该单位的数据中心设计方案、整体工程项目产品或服务能力达到了国家及行



从左至右:张圣悦、江峰、李培仁、黄群骥、杨威、李晓雯、叶晓剑



数据中心认证授牌仪式



**孔令军**

国家气象信息中心副处长、  
数据中心分会专家委员



**张瑾**

中国中元国际工程有限公司数据中心与智能化事业部总经理、数据中心分会专家委员



**马杭英**

恒华集团预制化产品总监



**林建**

科华数据数通副总裁、金融事业部总经理



**曹维兵**

艾特网能产品行销部总监



**王飞**

同方数据中心事业部技术主管



**王子其**

珠海派诺副总裁  
兼数据中心行业线总经理



**刘江涛**

北京皓扬云数据科技有限公司副总经理、  
数据中心分会专家委员

业规范标准的要求，圆满完成了预期目标，具有示范意义和引领作用。

为了表示分会对会员单位工作成绩的充分肯定，本届年会特设数据中心认证授牌仪式，由数据中心分会理事长王智玉、常务副理事长兼秘书长蔡红戈为2023年度认证达标会员单位代表们进行了授牌。

### 实践案例 倾情分享

国家气象信息中心作为WMO全球气象电信系统区域通信枢纽，负责建设运维着国内规模最大的超算、资源池等气象信息系统，一直高度重视气象数据(超算)中心的节能减排。从“氟利昂空调”到“水冷背板(RDHx)”直至“芯片液冷”，从PUE1.6至PUE1.4、PUE1.2，国家气象信息中心副处长、数据中心分会专家委员孔令军以线上视频的方式分享了国家气象信息中心

二十年来的制冷技术应用情况，并进行了总结，分享了相关经验。

中国中元国际工程有限公司数据中心与智能化事业部总经理、数据中心分会专家委员张瑾在会上分享了数据中心建设发展在规划、建筑、工艺、机电、建设模式、建设标准上发生的转变、演进，以及在国家“双碳”政策背景下的大型数据中心规划设计特点及实践案例。

### 全能方案 产品先兵

运行中的数据中心持续产生巨大的热量，冷却系统作为维持数据中心环境温度的重要基础设施，同时也是数据中心节能潜力最大的系统，因此冷却系统的数字化变革成为新型数据中心的重要组成部分。恒华数字科技集团有限公司预制化产品总监马杭英在会上介绍了恒华集团凭借二十多年的数据中



心全生命周期服务经验，推出的恒华智慧冷站产品，该产品具有布局合理、高度集成、节约占地、质量可靠、性能优越等特点，依托智慧化的控制系统，充分发挥制冷系统的潜能。

科华数据自1989年开始服务金融行业，至今已可靠陪伴行业超过30年。科华数据股份有限公司数通副总裁、金融事业部总经理林建在会上解读了“双碳战略”融合《金融科技发展规划》对于打造新型数字基础设施的新要求，介绍了科华数据在金融数据中心的最佳实践以及科华低碳安全的“极智”金融数据中心解决方案。

数据算力中心的节能技术，创新无止境，艾特网能多年来始终致力于该领域的深度研发，深圳市艾特网能技术有限公司产品行销部总监曹维兵发表的演讲《数据算力中心节能技术实践》，对数据算力中心节能技术进行了介绍，并深度剖析了数据中心全新节能

利器——冰鼎悬浮多联热管冷源系统。

随着金融业务的数字化、信息化和大数据发展，金融数据中心的建设指标越来越严苛，关乎着金融安全、业务连续性。同方股份有限公司数据中心事业部技术主管王飞结合在金融领域的业务积累和建设经验，从金融数据中心的可靠、节能、安全、运维四个维度，进行了工程技术应用总结，为新一代金融绿色数据中心建设提供解决方案。

许多老旧数据中心受技术和设备的限制，难以达到PUE政策要求的指标。珠海派诺科技股份有限公司副总裁兼数据中心行业线总经理王子其，在会上探讨了如何通过先进的技术手段以及新能源的应用，实现数据中心更高的能源使用效率，减少碳足迹。

北京皓扬云数据科技有限公司副总经理、数据中心分会专家委员刘江涛在会上发表演讲，他指出，算力就是生产力，而数据中心作为算力的载体，为

数字经济提供不可或缺的重要支撑。大模型时代下的IDC，数据中心面临面对网络带宽、能源消耗、散热运维、碳排放等攻坚难点，皓扬云作为新一代数据中心的开拓者和引领者，拥有充沛的电力资源和国内最大的网络生态环境，为京津冀地区未来算力的绿色发展持续赋能。

本次会议特设展位区，为与会者提供了一个近距离接触、互相了解和沟通的平台。会议期间展位区交流热烈、人流涌动，供给侧与应用侧深入交流沟通。

在数据中心分会成立29周年之际，诚挚感谢在成长路上予以指导的领导单位、积极踊跃的专家委员、大力支持的会员单位。我们坚信，在各方的共同努力下，协会将继续发挥平台与桥梁作用，为行业创造更多交流与合作的机会，与行业携手建设更加环保、高效、可靠的数据中心，为社会的数字化转型和发展做出更大的贡献。📍



## 太极计算机股份有限公司

太极计算机股份有限公司(以下简称“太极股份”)是国内电子政务、智慧城市和关键行业信息化的领先企业,2010年在深圳证券交易所中小板上市。公司以“做中国最优秀的数字化服务提供商”为愿景,致力于成为“智能应用的引领者、数据运营的国家队、自主可控的主力军、员工价值的成就者”,面向政府、公共安全、国防、企业等行业提供信息系统建设和云计算、大数据等相关服务,涵盖信息基础设施、业务应用、数据运营、网络信息安全等综合信息技术服务。

成立三十余年来,太极股份以客户需求为导向,砥砺奋进,精耕细作,打造一体化整体解决方案,形成了全行业、全领域的业务覆盖,是国家重大信息系统总体设计和工程建设的主要承担者,是国家电子政务政策和相关标准制定的倡导者与积极参与者,为党的领导和国防、外交、公共安全、宏观经济、金融、民生服务、工业生产等提供了重要的信息化支撑作用,主要客户包括中央部委、地方政府、大型集团企业等。

作为中国电子科技集团有限公司软件和信息服务业的龙头企业,太极股份树立了可信赖的国家队形象。公司坚持创新驱动,被列为国家科技部和中关村科技园区创新试点示范单位,连续多

年被认定为国家规划布局内重点软件企业和全国软件产业收入前百家企业。公司还携手合作伙伴和产业机构,共创和谐生态环境,是多个行业学协会的发起者和重要参与单位,是中国软件行业协会副理事长单位、中国智慧城市产业技术创新战略联盟副理事长单位、北京软件和信息服务行业协会会长单位、智慧北京促进联盟理事长单位。

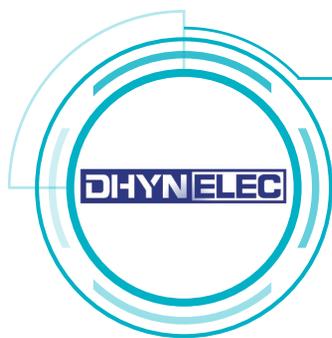
进入数字化时代,太极股份坚持以“数据驱动、云领未来、网安天下”为核心战略指引,聚焦政务、公共安全、国防和企业等领域,重点发展行业智能应用、云服务、数字化信息基础设施以及自主可控,着力打造数据服务、业务流程和自主可控等核心技术能力,推进公司业务数字化转型,推动“数字中国”建设,通过拥抱智能科技,创新融合,让我们的世界更智慧。

“太极数字基础”业务是太极股份“三纵两横”业务体系的重要支撑,自1993年开展智能化业务,坚持“IB+IT”技术融合理念,在数据中心EPC与运营服务、建筑、园区、城市等领域的智能化工程服务积累多年,具备成熟和完善的管理体系与人才梯队,在政府、金融、公共事业、民生、企业、能源、地产等行业蕴蓄了坚实基础,形成了卓越的品牌与行业影响力。



面对数字经济快速发展带来的新机遇和新挑战,公司创新大数据、云计算、物联网、人工智能等技术的融合应用,立足于新型数据中心建设服务与运营、基础设施创新融合与智能升级、设施智慧物联与数据运营服务,推动产业数字化升级,为用户提供包括咨询、工程交付、运维运营、产品研发以及产融结合的全产业链服务,聚焦数字基础设施,打造“数字时代新基建”。

进入数字化时代,太极数字基础设施建设服务以“智能驱动、数聚新基、建运相融”为核心战略,推进传统基础设施的“数字+”与“智能+”,着力锻造“设施管理、数据运营、绿能建设、安全可控”的核心技术能力,致力成为新型基础设施数字化服务与建设运营的领先者。🏢



## 大航有能电气有限公司

大航有能，起源于1974年扬中县日用五金厂。2002年，与中国华电集团南京电力自动化设备总厂强强联合，诞生了“南自通华”。2012年，更名为“有能集团”。2017年，扬中市人民政府投资的大航控股集团有限公司对有能集团实行战略重组，承接有能电气的无形资产，并收购“有能集团江苏电气有限公司”的全部股权，2018年更名为“大航有能电气有限公司”。

公司建有院士专家工作站、博士后工作站和多个省级工程技术中心，与东南大学、西安交通大学等知名高校进行广泛产学研合作，形成以专家研究

为前沿、专业研发为主体的科研开发体系。产品涉及35kV及以下高低压开关柜、箱式变电站、配电箱、高低压母线槽、变压器等，是Schneider、ABB、SIEMENS等国际著名公司的战略合作伙伴及品牌柜授权企业。

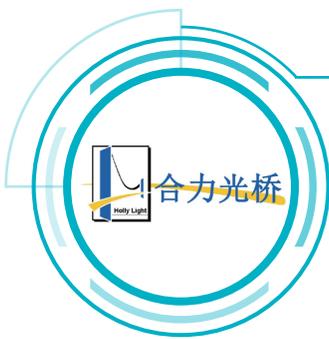
风雨兼程半世纪，国家火炬计划扬中电力电器产业基地骨干企业、高新技术企业、守合同重信用企业、CQC中国强制性产品认证A级企业、国家首批颁发高低压开关柜生产许可证单位、全国石油石化电气成套设备技术中心单位等见证着企业的成长，高低压开关柜被国家经贸委列为全国城乡电网建设与改造

推荐产品，荣获国家重点新产品、国家免检产品、江苏省名牌产品等称号。

“品质源于专业，专业成就卓越”，大航有能的产品广泛应用于发电、电网、石化、交通、医疗卫生、数据中心、新能源等行业，为五大发电企业、中石化、中石油、中海油、中国移动、国家电网等国内大型企业提供产品和服务，产品远销东南亚、中东、非洲、欧洲等国家和地区。

未来，大航有能将继续依托大航的资源优势和有能的历史底蕴，致力于工程电气、智能配电、能源互联专业的深耕细作，努力打造成为中国电气行业的实业巨舰，为振兴民族工业砥砺前行！





# 合力光桥智慧科技(北京)有限公司

## 企业简介

合力光桥智慧科技(北京)有限公司成立于2001年,注册资金9803万元,现在主要经营场所为北京市西城区太平街6号富力摩根D座608、702-703室。公司现具有国家建设部核定的电子与智能化工程专业承包壹级、建筑装饰装修工程专业承包贰级、消防设施工程专业承包贰级、通信工程施工总承包贰级、钢结构工程专业承包叁级、建筑机电安装工程专业承包贰级、建筑工程施工总承包贰级、机电工程施工总承包贰级、劳务分包不分等级、防水防腐保温工程专业承包贰级、特种工程(结构补强)专业承包不分等级、安防工程企业设计施工维护能力证书-壹级,同时获得了的ISO质量体系认证、环境体系认证、职业健康体系认证、信息安全管理体系认证证书、信息技术服务管理体系认证证书、企业信用等级AAA证书、高新技术企业证书。主要从事安防改造工程、智能楼宇控制设计与施工、IDC数据机房建设、综合布线、监控系统集成施工、安防及IT设备维修维护;冷机、水泵、冷却塔的设计与采购、施工。合力光桥是国内的智能建筑和数据机房全面解决方案的提供商,是电信运营商及数据中心的主要合作伙伴。

公司现主要承建中国联通、中国

移动、中邮物流、南水北调管理局、润泽科技、康盛机房、华为等相关客户的相关业务,主要内容包括但不限于IDC机房建设工程、弱电安防工程、网络工程、综合布线、移动基站安装、调试及基站监控、应用软件开发、电信增值业务、宽带小区建设、设备维修维护等。机房装修工程、供配电系统(含ups系统、照明系统、应急照明系统)、BA系统、空调系统、综合布线系统、kvm系统、综合监控系统(包含精密空调监测子系统、ups监测子系统、机柜电流监测子系统、门禁监控子系统、温湿度监测子系统、供配电监测子系统、漏水监测子系统、视频监控子系统)的供货、安装、调试、验收、培训、移交、维护和保修等工作。

## 典型案例

- 1.北京联通木樨园IDC机房建设项目
- 2.中国联通北京土城数据中心供暖节能改造工程
- 3.中国联通北京土城数据中心供暖节能改造工程项目
- 4.中央政法委信息化机房项目
- 5.廊坊润泽数据中心A-1、A-2、A-5、A-6栋建设施工
- 6.北京西客站IDC机房建设项目
- 7.上地云中心数据机房建设项目

- 8.联通云数据中心机房建设项目
- 9.南水北调中线干线工程建设管理局中心机房标准化整治项目
- 10.中国联通云数据有限公司客户接入工程
- 11.中央政法委信息化机房项目
- 12.康盛工业园30号楼五层数据中心建设工程
- 13.联通云数据有限公司廊坊基地DC5机房楼基础配套工程
- 14.润泽(佛山)国际信息港(一期)A-2、A-3数据中心机电工程
- 15.中国联通北京冬奥会技术运行中心保障及配套智慧通信枢纽项目
- 16.国家电投集团贵安数据中心一期项目
- 17.北京基地6B三层5、6号IDC机房视频门禁监控项目
- 18.中国移动延庆分公司综合楼装修(弱电)工程
- 19.营运中心监控改造项目
- 20.“中国好粮油”低温样品库建设项目——设备采购及安装
- 21.北京联通IT终端及局域网代维和日常维修项目
- 22.中国移动北京公司城区三分公司2018年弱电类维修项目
- 23.中国移动北京分公司营业厅维护服务合同



# 以 PUE 为核心的云数据中心 规划设计的初步探讨

文 / 湖南省计算机用户协会专家智库 朱维新

**摘要:** GB40879-2021《数据中心能效限定值及能效等级》的发布,对数据中心的建设提出了更高的要求,本文以 1000 个机架为假定规模,以 PUE 值为 1.3 为控制目标,以亚热带南部地区的城市为例,对数据中心的规划设计进行探讨并得出结论。

**关键词:** PUE; 规划设计

## 一、关于 PUE 的设计主要考虑的参数

根据 GB40879-2021《数据中心能效限定值及能效等级》的要求,数据中心电能比设计值计算公式为:

$$R_D = \frac{E_D}{E_{DIT}}$$

其中:

$R_D$  ——数据中心电能比设计值;

$E_D$  ——总耗电量的规划设计值(kWh);

$E_{DIT}$  ——信息设备规划设计值(kWh);

$E_D$  = 冷却系统 + 供配电系统 + 辅助设备

冷却系统 = 末端空调设备 + 湿度调节设备 + 室外冷却系统 + 制冷输送设备 + 新风机及送风 + 回风 + 风阀

供配电系统 = 变压器 + 配电柜 + 发电机 + UPS(HVDC) + 电池 + PDU

其他辅助设备 = 照明 + 安防 + 灭火 + 防水设备 + 传感器 + 建筑 BMS

$E_{DIT}$  = 数据处理设备 + 交换设备 + 存储设备辅助电子设备

其中:辅助电子设备指安装在机房内的网络管理设备、可视化显示器、控制终端。

设定 PUE 目标值为 1.3,规划思路是:确定 IT 设备的功耗, PDU 的损耗、和配电列头柜至设备柜的损耗;计算风量

冷量的需求、UPS 回路的线损、UPS 的损耗、冷却系统和新风其他市电回路功耗及线阻、整体市电需求功耗、空调与 UPS 选型;最终调整修正上述设计参数最终值。

## 二、IT 设备功耗的估算

IT 设备用电规划,传统数据中心机房设计人员习惯使用每机架的功耗来估算 IT 设备功耗,但是这种估算使机房 PUE 运行的实测值与设计值往往偏差很大,主要是因为这种估算方式混淆了机架供电能力和 IT 设备实际用电需求的区别。

根据数据中心 IT 设备的使用管理方式确定单机架供电能力和 IT 设备实际功耗是符合实际的可行办法。

### 1. IT 设备功耗的计算

IT 设备耗电分析:要考虑 IT 设备的应用类型和机柜的空间利用,以及不同机架的用途,管理的便利性等多方面考虑。本文的重点不是讨论某一款主机,而是计算推导的过程。

当前的数据中心机房建设以云计算为主要建设方式,温冷数据存储、高性能计算为次要方式。

数据中心设计人员往往会被数据处理设备的标称功耗吓到,在通常情况下,从电源到主板,从线缆到连接器等都有为短时峰值电流留下的裕量设计。当以标称功率来作为设

计划依据时,往往实测值与设计值会产生较大的偏差,所以IT设备的用电需要以实际的平均工作状态作为总电能规划的依据。

在云管理的模式下,CPU的物理占用超过70%,就要将业务漂移到其他宿主机上。以下为云数据中心的主要IT设备类型及其用电量推导。

(1) 计算服务器(CPU类型)

表1 计算服务器(CPU类型)功耗估算表

耗电部件	数量(台)	单位功率(W)		总功率(W)	
		X86 32核	ARM 64核	X86 32核	ARM 64核
CPU	2	180	20	360	40
内存 256G	1	230	300	230	300
固态硬盘	2	3	3	6	6
机械硬盘	2	8	8	16	16
网卡	5	6	6	30	30
主板	1	25	25	25	25
显卡	1	40	40	40	40
风扇	2	9	9	18	18
合计				725	475
70%负载				507.5	332.5

注:以X86机构类型服务器估算服务器功耗(单位W)

(2) 计算服务器(CPU+GPU)

表2 计算服务器(CPU+GPU)功耗估算表

耗电部件	数量(台)	单位功率(W)		总功率(W)	
		X86 32核	ARM 64核	X86 32核	ARM 64核
CPU	1	180	20	180	20
GPU	1	290	290	290	290
内存 256G	1	230	300	230	300
固态硬盘	2	3	3	6	6
机械硬盘	2	8	8	16	16
网卡	5	6	6	30	30
主板	1	25	25	25	25
显卡	1	40	40	40	40
风扇	2	9	9	18	18
合计				835	745
70%负载				584.5	521.5

GPU以RTX6000估算,可满足绝大部分情况下的图形处理需要

(3) 高性能计算GPU服务器(4U)

表3 高性能计算GPU服务器(4U)功耗估算表

耗电部件	数量(台)	单位功率(W)		总功率(W)	
		X86 < 32核	ARM 64核	X86 32核	ARM 64核
CPU	1	150	20	150	20
GPU	8	290	290	2320	2320
内存 512G	1	300	300	300	300
2.5寸机械硬盘	36	5	10	180	360
网卡	3	6	6	18	18
主板	1	25	25	25	25
显卡	1	40	40	40	40
风扇	2	9	9	18	18
合计				3051	3101
70%负载				2135.7	2170.7

(4) 存储服务器

表4 存储服务器功耗估算表

耗电部件	数量	单位功率(W)		总功率(W)	
		X86 < 32核	ARM 64核	X86 32核	ARM 64核
CPU	4	150	20	600	80
内存 512G	1	300	300	300	300
2.5寸机械硬盘	36	5	10	180	360
网卡	3	6	6	18	18
主板	1	25	25	25	25
显卡	1	40	40	40	40
风扇	2	9	9	18	18
合计				1181	841
70%负载				826.7	588.7

注:以X86机构类型服务器估算服务器功耗(单位W)

(5) 温冷数据存储服务器

以每机架10P存储容量计算,最大8kW,待机0.1kW,工作功率4kW。交换机工作功耗计算(单位W)见表5。

表5 交换机工作功耗估算表

交换机					
耗电部件	数量(台)	最大功率(W)	工作功率(W)	总功率(W)	
				最大	工作
48口万兆光交	2	300	150	600	300
24口千兆电口交换机	1	50	25	50	25
合计				650	325

表6 云计算中心机房42U机架空间利用和功耗表

序号	用途	空间 U	工作功耗 (W)						功耗	同时率	总工作功率
			服务器	数量	功耗	交换机	数量	功耗			
1	CPU 算力 1	38	2U 服务器	10	507	万兆	2	150	5371	0.8	4297
2			4U 服务器			千兆	1	25			
3	CPU 算力 2	38	2U 服务器			万兆	1	150	4704	0.8	3763
4			4U 服务器	6	759	千兆	0.5	25			
5	CPU+GPU 算力 3	38	2U 服务器	10	584	万兆	1	150	6015	0.8	4812
6			4U 服务器			千兆	1	25			
7	GPU 算力	38	4U 服务器	6	2136	万兆	1	150	12966	0.8	10373
8	存储	38	4U 服务器	6	826	万兆	1	240	5196	0.8	4157
9	温冷数据	38	10P	1	4000	千兆	1	25	4025	1	4025
10	超融合	38	2U 服务器	11	607	万兆	2	150	6977	0.8	5582

## 2. 服务器机柜工作负荷计算

云计算中心机房42U机架空间利用和功耗见表6。

## 3. IT设备柜负荷计算小结

(1) 高性能计算为用电负荷最高额度机柜；工程实务中高性能计算机柜有20台，可以建成至少实现2P的CPU算力+10P的GPU算力。应当为高性能计算单独设置一个区域。

(2) 温冷数据存储，只有在调试和瞬间启动时，需要8kW的供电需求，其他机柜类型最大为9kW，工作功耗均低于5.5kW。因此，机柜的配电建议为：高性能计算30个柜位，供电能力为15kW，总负荷按照10kW/柜为基数进行控制；其余机柜按照10kW供电能力，总负荷按照5.5kW/柜为基数进行控制，可以满足机柜空间充分利用的情况下所有的IT设备运行。

(3) 数据中心投产初期，机柜用途具有不确定性，所以全部以平均工作功率作为计算参考基数。

## 4. 主机房面积和柜位的规划

(1) 柜位计算：每冷通道设置以不超过15米计算，考虑空调末端、配电列头柜和冷通道门的设置，每个冷通道有42个IT设备柜位，1000个IT设备机架需要24组冷通道，其中一组为高性能计算通道。

(2) 主机房的面积需要：以每台设备柜需要4.5平方米计算，主数据中心规划面积为5400平方米。辅助支撑用房按照8100平方米估算(主机房面积的1.5倍)。

## 5. IT设备用电总体规划

每个冷通道用电负荷规划见表7。

每个冷通道UPS回路供电按照221kW进行控制，其中IT设备217kW，PDU损耗为4kW，配电列头柜总开工选型为

表7 每个冷通道UPS负荷表

序号	名称	需求	单位	UPS 负荷	负荷合计
1	服务器	38	位	5.5	209
2	布线列头柜	2	位	1	2
3	东西向交换机	1	位	3	3
4	东西向安全	1	位	3	3
5	空调末端	6	位	0	0
6	配电列头柜	2	位	0	0
7	小计 1				217
8	PDU+ 线损	IT 设备用电的 2%			4
9	小计 2	PDU+ 小计 1			221

注：1. 数据中心初期，PDU损耗可以达到10%，需要注意。2. 云中心的工程实务经验，满载配电列头柜至PDU的线损按照2%估算

380V/240kW，400A开关；分回路开关为：10kW/220V，63A。

该类型冷通道共计23组，UPS供电回路为：5090kW。其中IT设备用电负荷为：4991kW；PDU+线损为：92kW。

高性能计算冷通道1组，需要UPS供电316kW；其中：IT设备300kW，PDU+线损为16kW(计算节点待机时间比较多，PDU损耗高于云计算。)

IT用电规划为：5291kW，UPS回路供电需求为：5406kW。

## 6. IT设备规划小结

以1000个机柜计算，IT设备的用电为5291kW，是计算PUE值的参数。

## 三、IT设备回路的UPS选型规划

UPS选型参数基础参数=(IT设备规划功耗+PDU及线损+UPS输出至配电列头柜的线损2%)/UPS整机效率96%×1.2余量

UPS总=(5406×1.02)/0.96×1.2=6893kVA, 根据GB50174-2017数据中心设计规范, 每组UPS不能超过4台, 大型UPS中600kVA是最具充分市场竞争能力和较高成熟度的产品, 每组UPS最大为2400kVA, 则需要三组。

验算: UPS总/3+ 电池充电功率60kW/0.96=6893/3+62.5=2360kVA, 小于2400kVA; 因此每组选用600kVA的UPS4台, 供6组组成三个2N回路, 方案是可行的。

#### 四、其他市电用电规划(不含空调)

##### 1. 新风功率计算

数据中心面积需求为5400平方米, 室内容积约25920立方米; 按照维持必要的正压所需进行计算。

GB50174-2017《数据中心机房设计规范》第5.4.6条要求7.4.5空调系统的新风量应取下列两项中的最大值: 按工作人员计算, 每人40m<sup>3</sup>/h; 维持室内正压所需风量。

机房投入运行以后, 进行安装调试维护等工作以20人计算, 需要新风800m<sup>3</sup>/h; 以维持正压需求计算, GB50174并未给出参数, 《采暖通风与空气调节设计规范》中亦无此项规定。为避免房间正压过大而使新风不能进入, 并对室内空气组织产生不利影响, 新风量参照乱流洁净室的设计, 可

按1-2次换气/h来计算新风量, 取值1.5能够满足需要。

基本参数: 数据中心机房区需风量为38880m<sup>3</sup>/h。选择初中效新风机总量为40000m<sup>3</sup>/h(功率20kW)。

##### 2. UPS输出效率损耗计算

数据中心UPS需求为5406kW, 整机效率以96%计算, UPS转为5406kW×4%≈216kW, 以此作为UPS间的冷量需求参数之一。

##### 3. 照明功耗

数据中心及辅助支撑用房大部分时间为无人状态, 所以照明平均工作功率按照0.5kW计算。其中数据中心机房按照热通道配置照明回路, 按需进行照明控制。

##### 4. 柴油发电机和蓄电池维护功耗

以柴发每季度运行一次、电池充放电维护每季度一次, 计算平均功耗0.5KW/h。

##### 5. 数据中心机房外显示控制主机等功耗

根据工程实务经验, 包含监控、极早期预警系统按照25kW考虑。

##### 6. 消防系统功耗

按照10kW(含UPS电池间和楼层配电间, 备品备件室)计算。

表8 UPS回路线损表

名称	负载需求(kW)	单位	数量	电阻率	截面积	长度	电阻	损耗	总计(kW)
UPS输出至配电列头柜	1802	组	3	0.0283	4800	80	0.0005	10.60663	32
ATS柜电至UPS输入段	1834	项	9	0.0283	7200	80	0.0003	7.32302	66
一次转二次损耗	1900	组	3	/	/	/	/	1%	19

表9 对空调用电量约束的计算表

序号	用电项目名称	单位	数量	UPS回路功耗(kW)	合计(kW)
1. UPS回路用电					
1.1	UPS回路需求	项	3	1919	5757
小计1					5757
2. 除空调外其他市电用电					
2.1	照明	项	1	1	1
2.2	新风	项	1	25	25
2.3	动环监控等	项	1	20	20
2.4	消防	项	1	30	30
小计2					76
合计1			小计1+小计2		5833
3. 空调及相关					
3.1	空调用电		空调功耗设为X		X
3.2	市电回路线损		取(X+小计2)×2%		?
3.3	市电回路一次转二次损耗		取(X+3.2)×1%		?
4. PUE参数					
PUE值	1.3				
IT设备功耗	/	项	1	5291	/

表 10 标准总需冷量需求表

序号	名称	单位	数量	电负荷	电热转换系数	冷量 kW	冷量合计
1	IT 设备柜	项	1	5406	97%	5243.82	5244
2	机房结构	m <sup>2</sup>	5400	0	0	0.15	810
3	配电列头柜	台	48	0	0	0.3	14
4	照明	项	1	15	97%	14.55	15
5	动环监控	项	1	10	97%	9.7	10
6	新风消防	项	1	20	97%	19.4	19
7	UPS 效率转化	项	1	216.24	97%	210	210
8	电池充电功率	kW	1	1351	0.004	5	5
9	合计	/	/	/	/	/	6327
10	27°C送风调节值	/	/	/	/	/	5378

## 7. UPS回路输入段线损

$$R = \rho \times L / S$$

其中： $R$  = 电阻； $\rho$  = 电阻率（铝）； $S$  = 截面积  $L=150\text{m}$ ；  
计算电阻  $R=0.047$ 。

$$P = I^2 \times R$$

其中： $P$  = 功率， $I$  = 电流， $R$  = 电阻。

UPS回路线损见表8所示。

## 五、PUE对空调功耗的约束值

### 1. 对空调用电量约束的计算

不含空调，市电功耗为6271kW，在PUE为1.3的强约束条件下，设空调功耗为X带入计算公式：

$$1.3 = (5833 + (X + (x + 76) \times 2\%) \times 1.01) / 5291, \text{解得 } X = 1001\text{kW}$$

对空调用电量约束的计算见表9所示。

### 2. 小结

制冷系统的总功耗不能超过1001kW。

## 六、需冷量及制冷系统选型规划计算

### 制冷系统选型说明：

1. 风冷型空调的室外干球温度25°C，室内29°C状况下，EER不会 > 5，所以风冷型行间空调方案可以放弃。

2. 氟泵方案：在海口0°C -10°C的温度分布系数不到140小时，且海口历史上也没有低于6°C的气温，所以氟泵方案在海口没有使用价值。

3. 水系统：考虑冷水空调末端用电约100kW左右，水泵和冷却塔的功耗100kW计算（10米扬程，4台机组）。海口20°C -30°C的分布系数为0.632，10°C -20°C的分布系数为0.224，在室内27°C -29°C送风温度工况下，选用能效比高于7的冷冻水机组。主要竞争机型大概率在磁悬浮机组之间展开。

4. 热管方案：PUE值会有一点降低，以1000机架规模，热管也存在长配管的情况，所以需要使

用末端也需要使用风扇，所以功耗与水冷机组相当，且投资相当于水冷机组的2-3倍。

5. 冷门方案：功耗与冷水机组相当，投资与热管相当。

6. 液冷方案：PUE会进一步降低，但不会低于1.2，投资将达到水冷方案的5倍以上。同时需要专门的IT设备，该方案不适合在云计算中心使用。

## 七、总用电量及能机规划

1. 1000个IT设备机架，用电总负荷为6878kW，需用效率大于99%的3组2×2400kVA的变压器。

2. UPS选用600kVA的整机效率大于96%，共计24台，构成三个2N回路。

3. 空调应选用能耗比大于7的冷冻水机组。

## 八、结论

1. 在亚热带南部代表城市海口，数据中心PUE小于1.3是可以做到的，需要对设备的选型进行严格的计算；

2. 制冷系统应选用磁悬浮类的冷水机组，能效比大于7；

3. UPS的整机效率需要大于96%；

4. 低压线路应尽可能短；

5. 需要完备的智能化控制措施；

6. 柴油发电机组距离ATS柜的距离应尽可能短，建议50米以内。

### 作者简介：

朱维新，高级工程师。数据中心机房建设资深从业者、政府信息化资深从业者。湖南省计算机用户协会专家智库成员、海南省应急研究院副院长，曾任海南省信息化专家协会会员、海南省第一届安防协会专家委副主任。在政务信息化和国企数字化建设等方面具有独到见解和丰富的实践经验。