

CHINA EXCELLENT DATA CENTER 中国优秀数据中心



www.cra-ccua.org.cn

2022年第4期

总第93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

数据中心PUE优化的深入研究

● 让数据中心能源更可靠更绿色
——访深圳市艾特网能电能有限公司副总经理夏冰

● 大数据中心数字安防的建设与思考

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。

2022-04 目录 CONTENTS

封面 | COVER

- 01 数据中心 PUE 优化的深入研究 / 王建军 杨威

专访 | EXCLUSIVE INTERVIEW

- 08 让数据中心能源更可靠更绿色——访深圳市艾特网能电能有限公司副总经理夏冰

会员介绍 | MEMBERSHIP INTRODUCTION

- 11 深圳市共济科技股份有限公司
12 北京中科合盈数据科技有限公司
13 本贸科技股份有限公司

规划设计 | PLANNING & DESIGN

- 14 关于数据中心层数方案的分析 / 朱晓波

运维管理 | OPERATION & MAINTENANCE MANAGEMENT

- 17 大数据中心数字安防的建设与思考 / 于谋川 王建民
19 集装箱式柴油发电机火灾危险性分析 / 任显宗 翟戎佳

绿色节能 | ENERGY CONSERVATION

- 21 大型数据中心机房照明低碳智能化在线改造实践探索 / 王彬 郑匡庆 宋奇

行业标准 | INDUSTRY STANDARD

- 24 国家标准《数据中心能效限定值和能效等级》正式实施
25 数据中心基础设施标识标志 (三)

解决方案 | SOLUTION

- 28 光大银行数据中心喷淋液冷散热系统创新应用实践 / 高健 宗帅

产品之窗 | PRODUCT PRESENTATION

- 32 数据中心预制化电力模块电源架构发展前景探讨 / 韩征
35 浅析金融数据中心不间断供电技术自主创新之路 / 林建

协会动态 | ASSOCIATION DYNAMIC

- 39 团体标准《数据中心用户满意度评定规范》《数据中心基础设施磷酸铁锂电池系统规范》通过立项论证
40 “踔厉奋发 笃行不怠”第十三届中国优秀数据中心峰会暨第 28 届年会在北京召开
42 我国数据中心标准化建设最新进展 / 黄群骥
44 数据中心不间断电源变迁与发展 / 尼米智
46 工程建设标准化现状及发展趋势 / 毕敏娜

业界要闻 | INDUSTRY NEWS

- 48 台达: 步伐稳健, 迈向更绿色更低碳的未来

2022-04 目录 CONTENTS



广告索引
Advertising directory
2022/4

封二
封二对页
前彩一
前彩二
后彩四
后彩三
后彩二
后彩一
封三对页
封三
封底

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



数据中心 PUE 优化的深入研究

文 / 中国计算机用户协会数据中心分会 青年专家王建军等 杨威

摘要: 介绍数据中心能耗现状,在当前形势下面临的挑战。按照建筑热工的五大分区定义典型城市、计算模型、PUE 计算标准和原则,选择目前行业常用的八种制冷技术路线进行方案比较,深入剖析并计算制冷部分电能利用效率。电气和其它部分电能利用效率针对不同的供电架构作了相对简单的归纳总结。

关键词: 数据中心; 制冷技术; 能效计算; PUE 研究

一、数据中心节能面临的挑战

(一) 数据中心能效现状

随着大数据、云计算、物联网、5G 等技术的蓬勃发展,作为数据存储、处理、传输的重要基础设施与载体,数据中心进入大量建设的浪潮。在 2020 年新基建、2022 年“东数西算”产业布局等政策的刺激下,数据中心更是迎来投资建设发展的高峰期。伴随着建设数量爆发式增长,数据中心作为能耗大户也越来越受到社会各界的关注。

在耗电量逐年上升的背景下,如何在有限的电力资源限制内,降低数据中心运行 PUE,减少单位算力的用电成本,更好地提升服务能力,是自始至终摆在广大数据中心从业人员面前的问题。2021 年度全国数据中心平均 PUE 为 1.49,华北、华东的数据中心平均 PUE 接近 1.40,华中、华南数据中心平均 PUE 值接近 1.60。数据中心的电能利用效率仍有较大的提升空间,随着绿色节能技术逐步在数据中心中进行推广与应用,数据中心 PUE 总体呈下降趋势。

(二) 数据中心能耗组成与节能

数据中心的总能耗主要由IT设备能耗、制冷设备能耗、供配电设备能耗、其他能耗(照明、新风等)组成。传统数据中心能耗中IT设备、制冷设备和供配电设备所耗电能的比
例大约为5:4:1,降低数据中心PUE的关键在于降低制冷设备的能耗。而制冷系统通常由冷源及空气处理设备及对应的输配系统组成,且运行能耗受数据中心所在地的自然气候条件影响极大,优化冷源及空气处理设备与输配系统性能、充分利用自然冷源成为降低制冷系统能耗的主要方向。

在传统数据中心的制冷系统中,风冷直膨冷却、风冷冷水机冷却与水冷冷机冷却被广泛应用,但存在着能源利用率低、能耗较大等问题。业界在分析制冷全过程中热传递的各个环节,开发出了诸多形式不同却行之有效的绿色节能技术。在空调设备节能、自然冷源利用方面,广泛使用的有风冷氟泵、间接蒸发冷却技术,悬浮蒸发氟泵耦合多联技术和液冷技术正逐渐探索应用。气流组织优化方面,行间级空调、弥漫式送风正逐渐取代传统的房间级空调地板下送风。

结合数据中心所在地的气候条件,因地制宜选择合适的节能技术,可有效降低数据中心整体运行PUE,响应国家对数据中心能效管理的相关政策。

二、PUE定义和计算模型

(一) 计算原则标准

本次依据《数据中心能效限定值及能效等级》GB40879-2021的相关规定对数据中心电能比进行计算分析。

$$R = \text{数据中心总耗电量} / \text{信息设备耗电量}$$
$$= \text{信息设备耗电量} + \text{制冷系统耗电量} + \text{供配电系统耗电量} + \text{其他辅助设施系统耗电量} / \text{信息设备耗电量}$$
$$= 1 + \text{CLF} + \text{PLF} + \text{其他(OLF)}$$

注:本次计算结合设定的模型,对数据机房CLF₁进行计算分析。其余部分冷却系统电能利用效率用CLF₂表示,假设数据中心采用2N供电忽略变配电设备效率影响CLF₂暂估0.017。

PLF受供电架构和设备选型影响,假设数据中心计算模型采用2N供电架构,正常运行状态下N单边负载率小于50%,在较为理想不同供电架构下的PLF值如表1所示,本文计算选用2N供电,高效变压器、模块化UPS供配电架构,PLF暂估0.071。

OLF根据项目经验暂估0.02。

$$PUE = \text{CLF}_1 + \text{CLF}_2 + \text{PLF} + \text{OLF} + 1$$

表 1 不同供配电架构 PLF 估算

供配电架构	PLF
2N 供电, 普通变压器、工频 UPS	0.155
2N 供电, 高效变压器、高频 UPS	0.090
2N 供电, 高效变压器、模块化 UPS	0.071
2N 供电, 高效变压器、模块化 UPS 一路 ECO, 动力 ECO	0.065
2N 供电, 高效变压器、模块化 UPS ECO	0.057

表 2 主机房室内设计工况

房间	冷通道		热通道	
	t (℃)	φ (%)	t (℃)	φ (%)
主机房	24 ± 1℃	最低露点温度 5℃, 最高湿度 60%	37 ± 1℃	最低露点温度 5℃, 最高湿度 60%

本文CLF₁的计算结合特定的数据中心模型,不同的制冷系统技术进行分析计算,在下文中CLF₁简称CLF。

(二) 计算模型定义

本次计算设置的数据中心模型如下:

- (1) 制冷系统按GB50174 A级数据中心标准设计。
 - (2) 单个数据中心主机房共设置6组微模块机柜,每组微模块包括32台服务器机柜,共计192台机柜,每台机柜功率按6kW。
 - (3) 数据中心主机房内负载率100%,同时使用系数取1.0。
 - (4) 机房热量来源主要有设备散热、维护结构热辐射、照明、人员及新风等,主要包括:机房内设备的散热;建筑围护结构得热;通过外窗进入的太阳辐射热;人体散热;照明装置散热;新风负荷;伴随各种散湿过程产生的潜热。
 - (5) 环境负荷按IT负荷的0.3%考虑,约为35kW,每个主机房冷负荷总计为1187kW。
 - (6) 制冷系统按照可以同时支持6个数据中心主机房设计、计算、分析。项目总计冷负荷需求为7122kW。
- 主机房室内设计工况见表2。

表 3 建筑热工一级区域指标

分区名称	分区指标			
	主要指标		辅助指标	
严寒地区	最冷月平均温度	$< -10^{\circ}\text{C}$	日平局温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数	$\geq 145\text{d}$
寒冷地区	最冷月平均温度	$\geq -10^{\circ}\text{C} \sim < 0^{\circ}\text{C}$	日平局温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数	$\geq 90\text{d} \sim < 145\text{d}$
夏热冬冷地区	最冷月平均温度	$\geq 0^{\circ}\text{C} \sim < 10^{\circ}\text{C}$	日平局温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数	$< 90\text{d}$
	最热月平均温度	$\geq 25^{\circ}\text{C} \sim \leq 30^{\circ}\text{C}$	日平局温度 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 的天数	$\geq 40\text{d} \sim < 110\text{d}$
夏热冬暖地区	最冷月平均温度	$\geq 10^{\circ}\text{C}$	日平局温度 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 的天数	$\geq 100\text{d} \sim \leq 200\text{d}$
	最热月平均温度	$\geq 25^{\circ}\text{C} \sim \leq 29^{\circ}\text{C}$		
温和地区	最冷月平均温度	$\geq 0^{\circ}\text{C} \sim \leq 13^{\circ}\text{C}$	日平局温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数	$\leq 90\text{d}$
	最热月平均温度	$\geq 18^{\circ}\text{C} \sim \leq 25^{\circ}\text{C}$		

表 4 各气候分区主要城市

气候类型	对应城市	气候类型	对应城市
严寒	西宁	夏热冬冷	南京
	长春		成都
	哈尔滨		合肥
	呼和浩特		上海
	乌鲁木齐		杭州
	沈阳		长沙
寒冷地区	拉萨	夏热冬暖	武汉
	银川		重庆
	兰州		南昌
	太原		桂林
	青岛		宁波
	北京		福州
	天津		广州
	郑州		南宁
	西安		海口
	大连		厦门
	济南		深圳
	石家庄		台北
温和	昆明		香港
	贵阳		澳门

表 5 各气候分区典型城市

气候类型	典型计算分析城市
严寒	呼和浩特
寒冷地区	北京
温和	贵阳
夏热冬冷	上海
夏热冬暖	深圳

3. 典型城市选取

计算城市选取结合国家针对一般建筑热工设计的 5 个气候区,列举分区名称、指标、主要城市。

- (1) 建筑热工一级区域指标见表 3。
- (2) 我国各气候分区所包含的主要城市见表 4。

本次模型计算分析每个气候分区选取一个典型城市见表 5。

4. 制冷技术路线选取

结合上节选定的 5 个典型城市,分别选择现行主流的 8 种制冷技术进行计算分析。

三、数据中心空调方案分析

(一) 风冷直膨冷却技术

1. 系统架构

风冷直膨冷却机房空调系统又称风冷式机房精密空调、风冷机房空调等,是单元式空气调节机的一种,系统架构上由室内机、室外机(冷凝器)及配套连接管路组成,见图 1。

2. 方案介绍

本项目为新建机房项目,机房要求采用模块化封闭冷通道形式。



图 1 风冷直膨冷却机房空调系统架构图

某数据机房共设置6套微模块机柜,每套微模块内32台机柜,共计192台机柜。

(1)房间级室内机方案

采用房间级风冷直膨冷却机房空调,每个主机房12台房间级空调,10+2冗余模式。

(2)列间级室内机方案

采用列间级风冷直膨冷却机房空调,机房每个微模块按5+1方式设置,正常情况下由6台空调机组同时运行,均分模块内热负荷。每个机房36台列间机房空调。空调采用行级制冷水平送风方式,空调管线采用地板走管方式,架高地板高度不宜小于300mm。

3. CLF 计算分析

根据气候特点,分别选取了夏热冬暖、夏热冬冷、温和、寒冷、严寒5个代表性气候地区,对采用风冷直膨冷却系统的CLF做了计算,汇总结果见表6-1、表6-2。

表 6-1 房间级空调 CLF 汇总

城市	呼和浩特	北京	上海	贵阳	深圳
CLF	0.230	0.238	0.243	0.241	0.251

表 6-2 列间空调 CLF 汇总

城市	呼和浩特	北京	上海	贵阳	深圳
CLF	0.223	0.231	0.236	0.232	0.246

(二)间接蒸发冷却技术

1. 系统架构

间接蒸发冷却机组为一体式设备,是取代制冷冷源、末端设备、水泵等部件的集成设备。因需室内风与室外风进行热量交换,设备要与室外联通,也要与室内联通。通常单层建筑直接贴外墙布置,房间送风直接进入室内,也可布置在屋顶向下送风。

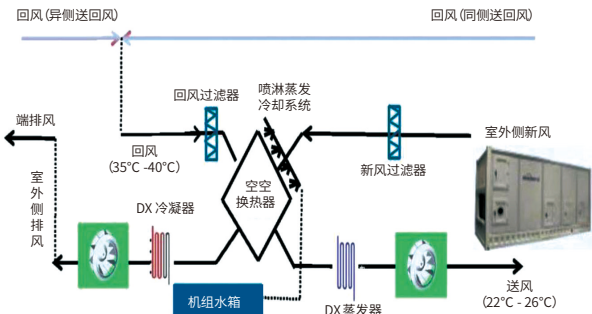


图2 间接蒸发冷却系统架构图

间接蒸发冷却机组由喷淋装置、换热芯体、室内风机、室外风机、机械制冷补充装置、控制系统等组成,见图2。

2. 方案介绍

某数据机房项目共有6个主机房,每个主机房设置6套微模块机柜,每套微模块内32台机柜,共计192台机柜。6台间接蒸发冷却空调,5+1冗余模式。

3. CLF 计算分析

根据气候特点,分别选取了夏热冬暖、夏热冬冷、温和、寒冷、严寒5个代表性气候地区,对采用风冷直膨冷却系统的CLF做了计算,汇总结果见表7。

表 7 CLF 汇总

城市	呼和浩特	北京	上海	贵阳	深圳
CLF	0.065	0.091	0.118	0.100	0.156

(三)悬浮蒸发氟泵耦合多联技术

1. 系统架构

悬浮蒸发氟泵耦合多联技术是一种结合磁悬浮(或气悬浮)无油技术、蒸发冷却技术、自然冷却技术、动力热管技术等综合的系统工程技术,其基于制冷剂侧氟泵自然冷却技术

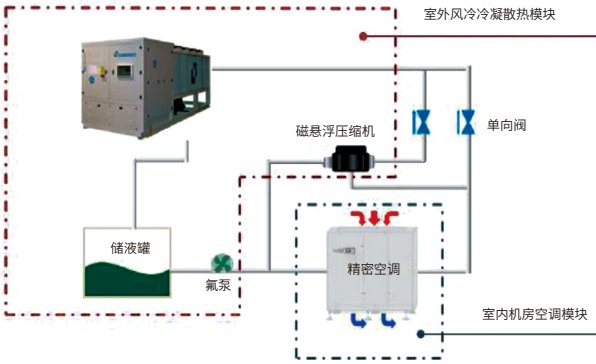


图3-1 风冷型悬浮蒸发氟泵耦合多联系统架构图

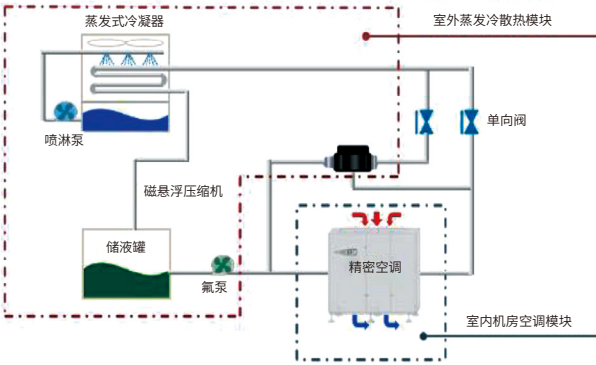


图3-2 蒸发冷型悬浮蒸发氟泵耦合多联系统架构图

及深度节能的蒸发式冷凝制冷剂自然冷却技术为依托,并创新采用高效变频磁悬浮压缩机(或气悬浮压缩机)、末端多联耦合技术(可连接不同形式的室内机)、变频节能技术等多项先进节能技术,综合实现制冷剂自然冷却节能效果。悬浮蒸发氟泵耦合多联技术根据冷凝方式可分为风冷型及蒸发冷型,其系统架构见图3-1、图3-2。

2. 方案介绍

某数据机房项目共有6个主机房,每个主机房设置6套微模块机柜,每套微模块内32台机柜,6台行级空调,5+1冗余模式。共计192台机柜,36台行级空调。

数据中心空调系统拟采用悬浮蒸发氟泵耦合多联技术,末端采用列间空调。

3. CLF 计算分析

根据气候特点,分别选取了夏热冬暖、夏热冬冷、温和、寒冷、严寒5个代表性气候地区,对蒸发冷型和风冷型的CLF做了计算,汇总结果见表8-1、表8-2。

表 8-1 风冷型 CLF 汇总

城市	呼和浩特	北京	上海	贵阳	深圳
CLF	0.098	0.121	0.139	0.131	0.175

表 8-2 蒸发冷型 CLF 汇总

城市	呼和浩特	北京	上海	贵阳	深圳
CLF	0.074	0.090	0.107	0.100	0.136

(四) 水冷冷冻水冷却技术

1. 系统架构

集中式水冷冷冻水系统架构见图4。

2. 方案介绍

某数据中心共有6个主机房。每个主机房共设置6套微

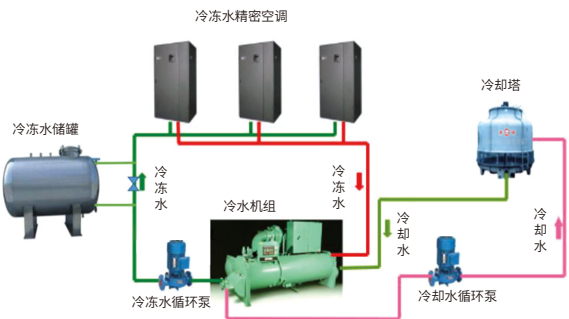


图4 集中式水冷冷冻水系统架构图

模块机柜,每套微模块内32台服务器,共计192台机柜,单机柜功率6kW。数据机房内机柜负载率100%,同时使用系数取1。

(1) 空调系统冷负荷计算

本项目共有6个主机房,每个主机房机柜散热量为1152kW,环境负荷按35kW考虑,每个主机房冷负荷总计为1187kW。项目总计冷负荷需求为7122kW。

(2) 设计概述

根据冷负荷需求,本工程冷源选用3台永磁变频离心式冷水机组,单台制冷量为1050RT,整体组成2用1备的形式。空调系统采用永磁变频离心式冷水机组+板式换热器+冷却塔的形式。冷冻水循环泵、板式换热器、冷却塔及冷却水泵均与冷水机组一一对应,冷冻机房内冷冻水供回水管均呈环路设计,板换冷水机组采用串联连接。冷冻水泵、冷却水泵均为变频水泵。对发热量大,温、湿度要求较高的机房采用冷冻水型列间空调,末端精密空调提供15/21℃冷冻水。冷却水系统采用环路设计,冷却水夏季供回水温度为33/39℃。

各区域的热载气流流入空调的回风口,空调机以70Pa~150Pa左右余压送风时,其回风口即产生相应的负压,从而使回风热载气流能顺畅地进入空调机,继而进行再循环、滤尘、调温、调湿、增压。主机房空调系统采用房间级冷冻水精密空调,每个主机房采用8+2配置。同时采用冷通道密封的设计,确保冷热隔离;机柜正面之间为冷通道,机柜后面空间为热通道。

3. CLF 计算分析

根据气候特点,分别选取了夏热冬暖、夏热冬冷、温和、寒冷、严寒5个代表性气候地区,对自然冷却风冷变频螺杆式冷水机组的PUE计算后汇总结果见表9。

表 9 CLF 汇总

城市	呼和浩特	北京	上海	贵阳	深圳
CLF	0.105	0.116	0.130	0.129	0.154

(五) 风冷冷机冷冻水冷却技术

1. 系统架构

集中式风冷冷冻水系统架构见图5。

2. 方案介绍

某数据机房项目共有6个主机房。每个主机房设置6套微模块机柜,每套微模块内32台机柜,6台列间空调,5+1冗余模式。每个主机房共计192台机柜,36台列间空调。

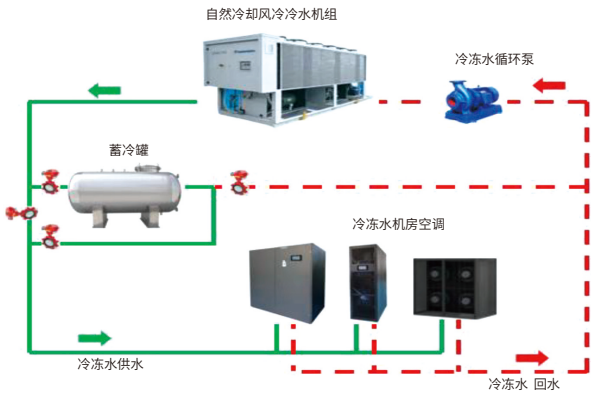


图5 集中式风冷冷冻水系统架构

3. CLF 计算分析

根据气候特点,分别选取了严寒、寒冷、夏热冬冷、温和、夏热冬暖5个代表性气候地区,对自然冷却风冷变频螺杆式冷水机组的CLF做了计算,汇总结果见表10。

表 10 CLF 汇总

城市	呼和浩特	北京	上海	贵阳	深圳
CLF	0.169	0.188	0.208	0.186	0.244

(六) 风冷氟泵冷却技术

1. 系统架构

风冷氟泵冷却技术系统架构见图6。

2. 方案介绍

(1) 房间级室内机方案

某数据机房项目共有6个主机房,每个主机房设置6套微模块机柜,每套微模块内32台机柜,12台房间级空调,10+2冗余模式,共计192台机柜,12台行级空调。

采用封闭热通道设计,通过封闭机柜背部热通道并和顶部天花连接到空调机房形成热通道回风,采用架高地板下送风或者下前式送风。

(2) 列间级室内机方案

某数据机房项目共有6个主机房。每个主机房设置6套微模块机柜,每套微模块内32台机柜,6台列间级空调,5+1冗余模式,共计192台机柜,36台行级空调。

封闭热通道设计,列间空调配合封闭热通道使用,就近精确制冷。

3. CLF 计算分析

根据气候特点,分别选取了夏热冬暖、夏热冬冷、温和、寒冷、严寒5个代表性气候地区,对采用风冷氟泵冷却系统



图6 风冷氟泵冷却技术系统架构

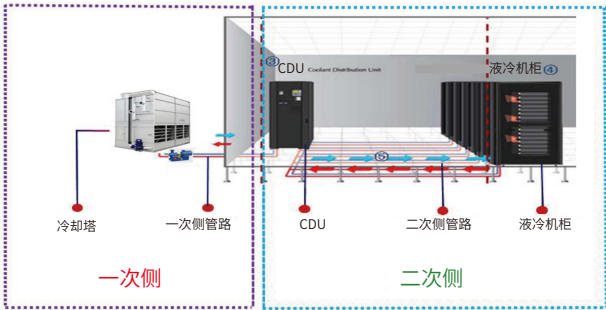


图7 板级液冷系统架构图

的CLF做了计算,汇总结果见表11-1、表11-2。

表 11-1 房间级室内机方案 CLF 汇总

城市	呼和浩特	北京	上海	贵阳	深圳
CLF	0.113	0.138	0.157	0.150	0.201

表 11-2 列间级室内机方案 CLF 汇总

城市	呼和浩特	北京	上海	贵阳	深圳
CLF	0.153	0.183	0.207	0.202	0.241

(七) 板级液冷技术

1. 系统架构

板级液冷系统分为一次侧和二次侧,一次侧主要包括外部冷源、一次侧管路、一次侧循环泵等,二次侧主要包括CDU、二次侧管路、液冷机柜,板级液冷系统架构见图7。

2. 方案介绍

主机房采用板级液冷方案,设计60台液冷服务器机柜,单机柜IT功率20kW,机柜负载率100%,同时使用系数取1.0,IT总功率为1200kW。板级液冷服务器的液冷散热比为75%,服务器液冷侧散热总需求为900kW,服务器风冷侧的散热需求为300kW,环境负荷也同样按IT负荷的0.3%(36kW)考虑,即项目风侧总冷负荷为336kW。

液冷侧冷源采用闭式冷却塔,风冷侧采用间接蒸发冷

+DX 补冷。共设置3个封闭热通道,采用弥散式送风吊顶热回风的气流组织形式。

3. CLF 计算分析

因板级液冷系统,对服务器而言,有液冷和风冷两套系统,因此需分别计算CLF。

对液冷侧CLF分析计算思路如下:在假定稳定的IT负荷需求下,二次侧水泵运行频率不变,根据室外环境温度的不同,优先调节冷却塔的风机频率(喷淋水泵定频),随着室外温度的降低,当风机频率运行至下限值时,调节风机的台数以及喷淋水泵的台数(也可调节一次侧水泵变频,本次分析对一次侧水泵做定频考虑,变频不展开分析)。

液冷CLF和风冷CLF均基于1200kW的IT总负载。

根据气候特点,分别选取了夏热冬暖、夏热冬冷、温和、寒冷、严寒5个代表性气候地区,对采用风冷氟泵冷却系统的CLF做了计算,汇总结果见表12。

表 12 CLF 汇总

城市	呼和浩特	北京	上海	贵阳	深圳
CLF	0.056	0.069	0.081	0.073	0.099

(八) 浸没式液冷技术

1. 系统架构

浸没式液冷系统架构见图8。

2. 方案介绍

主机房采用单相浸没式液冷方案,设计30个tank,单个tank功率40kW。数据机房内机柜负载率100%,同时使用系数取1.0,IT总功率为1200kW。机房总面积约200m²,环境冷/热负荷(根据不同城市,全年可能需制冷或制热)也按IT负荷的0.3%(36kW)考虑。

IT的发热量全部由封闭式冷却塔承担,冷却塔的供回水温度为35℃/45℃;环境冷/热负荷则由普通变频空调承担。

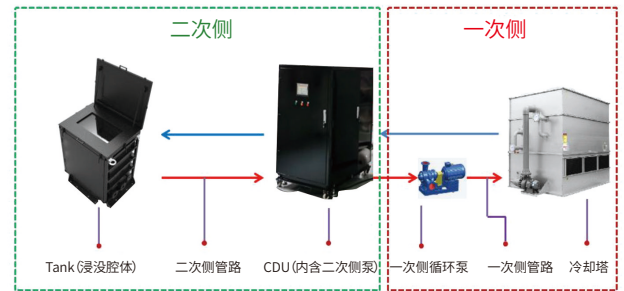
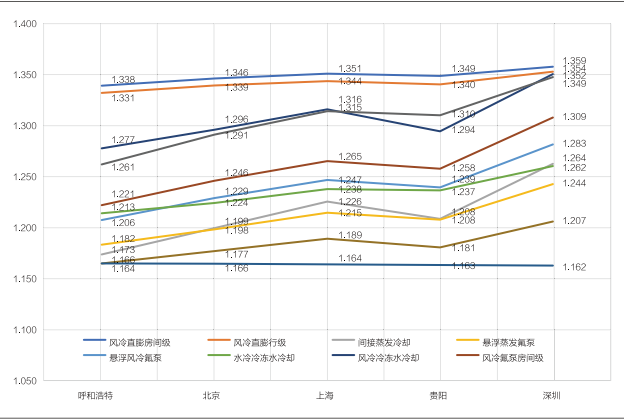


图8 浸没式液冷系统架构图

表 13 CLF 汇总

城市	呼和浩特	北京	上海	贵阳	深圳
CLF	0.0583	0.0576	0.0563	0.0550	0.0538

表 14 各典型城市 PUE 汇总



3. CLF 计算分析

以整个机房制冷系统进行CLF分析,包括液冷负荷和环境负荷,液冷负荷为1200kW,环境负荷为36kW(本案例的热负荷和冷负荷均按36kW考虑),其中液冷负荷由封闭式冷却塔承担,环境负荷由变频热泵空调承担。

根据气候特点,分别选取了夏热冬暖、夏热冬冷、温和、寒冷、严寒5个代表性气候地区,对采用风冷氟泵冷却系统的CLF做了计算,汇总结果见表13。

四、总结

研究结果表明不同的制冷技术受气候环境影响较大,充分利用室外冷源、冷源末端靠近ICT设备可显著提高制冷能效,同一种制冷技术在不同城市电能利用效率排序不同。

作者简介:

王建军,中国计算机用户协会数据中心分会专家委员会青年专家,华为数字能源技术有限公司数据中心领域技术总监,从事数据中心行业工作十余年,参编多部节能类、产品类国家标准规范。

杨威,北京电信规划设计院有限公司IDC业务总监,中国计算机用户协会数据中心分会专家委员会副主任、GDCT专家委专家,北京智能建筑协会设计分会副会长。主持北京副中心政务云计算中心、联通廊坊基地等多个数据中心设计工作。研究方向包括大型数据中心园区规划、机电系统节能、智能运维等。



深圳市艾特网能电能有限公司
副总经理夏冰

让数据中心能源更可靠更绿色

——访深圳市艾特网能电能有限公司副总经理夏冰

作为规模庞大的能源需求侧，数据中心的核心议题之一，就是如何获得、保证更充沛更优质的电能，有关电能的选取、模拟、监测、计算等工作覆盖从选址到运维的每个周期。

我国仍处于数据中心建设高峰期，预期用电需求与能源紧缺现状、绿色节能减排之间存在着客观的矛盾，这要求我们从数据中心用能体系出发，优化数据中心能源结构，提高数据中心能效水平。

深圳市艾特网能电能有限公司(以下简称“艾特电能”)基于电力电子核心技术能力的基础，不断扩展在数字能源领域的产品和能力。《中国优秀数据中心》编辑就艾特电能的定位、软硬实力、未来规划等方面，与深圳市艾特网能电能有限公司副总经理夏冰进行了采访与交流。

自主可控 追求卓越 做数字能源专家

深圳市艾特网能电能有限公司是深圳市艾特网能技术有限公司(以下简称“艾特网能”)控股的子公司,从定位上,夏冰表示,艾特网能定位于做卓越的数字能源专家,艾特电能是服务于这个定位的核心载体之一。具体分为两个领域,一个是数据中心供配电,一个是新能源和新型储能,两个领域的技术是同源的,但应用场景和特点有所不同。

稳定、安全的电能是数据中心用户单位简单朴素的第一诉求,是必须保证的绝对承诺。艾特网能作为业内主流品牌唯一国资控股的厂商,在数据中心领域提供自主可控、稳定可靠、绿色节能的UPS供配电全链路产品和解决方案,在市场上以艾特网能品牌呈现。这条完备的数据中心产品线包括:单机1-800k全系列UPS、配套蓄电池、中低压配电柜、智能母线、PDU等;户外集装箱式、室内方式的融合电力模块方案;以及UPS配套锂电。夏冰指出,UPS配套锂电是一个新的方向,原来主要应用在户外高速公路场景,目前逐渐应用在数据中心,但成本和安全性依然是客户关心的核心问题。

据国家发展改革委此前消息,从今

年2月“东数西算”工程正式启动截至6月底,新建数据中心规模已超过110万标准机架,项目总投资超过4000亿元。与此同时,数据中心能耗也预期将持续增长。践行双碳使命刻不容缓,艾特电能不断在新能源和新型储能领域研发、实践,推出新型储能系统、模块化储能变流器、超级充电桩等前沿产品,并根据海内外客户特点和需求做匹配的定位。

“此外,紧跟国家网络安全的要求,在关键领域践行自主可控使命,也是我们艾特电能的核心定位。”夏冰最早就职于世界五百强企业,由此进入数据中心行业,深深感受到客户对外资品牌的长期信赖。

随着各国对网络信息安全日益重视,核心技术自主可控成为一个必达的目标。“十四五”规划为“信创”战略指明了方向和路径,党的二十大报告中提到“坚决打赢关键核心技术攻坚战”,数据中心国产化趋势愈发明显。作为北京冬奥会的基础设施配套建设服务商,艾特电能提供了iPower供配电全链路解决方案来保证绝对安全的不断电。数据中心供配电全链路产品及解决方案广泛应用于金融、互联网、能源、政府等各行业,夏冰坚定道,“国产替代是

我们最值得骄傲的使命,在一个个关键行业突破外资品牌的垄断,真正做到自内而外的国产化。”

专业人才 自研自产 做安全可靠产品

牢牢把握住核心技术的艾特电能,把握了技术最基本也最重要的载体——人才。公司核心研发人员都有很强的世界五百强企业和上市公司背景,以及大量项目实践经历,研发人员多拥有专业背景、经年实践和技术实力。

开发领军人物延汇文总经理在清华大学电力电子专业毕业后进入世界五百强企业,后又担任某上市公司的技术总工程师,在UPS和新能源领域都积累了多项专利。温顺理总工程师在世界五百强企业长期负责UPS和工业产品的整体规划,是数据中心供配电技术委员会的副主任、深圳政府认定专家。

在产品研发环节,艾特电能第一强调可靠性。夏冰介绍:“我们在产品研发上最核心的原则是可靠性,涉及电的产品不能接受重大质量问题。”在保证产品可靠性的前提下,艾特电能也会遵循制造业的一些本质要求,比如标准产品的成本控制,差异产品的创新能力。公司持续响应双碳战略,坚持绿色节能的研发方向。另外,为了保证方案的一致性和客户使用的便利性,产品模块化设计也是艾特电能一个主要研发思路。

艾特网能的自主可控不仅仅指核心技术自主研发,也包括强大稳定的生产制造实力。依据业务规划和产能规划,艾特网能拥有非常完善、可持续发展的供应链体系:在广东中山建有数千平米的UPS供配电组装测试基地;在成立单独的电能公司后,在深圳光明建立近8000平米的电能制造基地。

依托强大的研发团队、研发实力





及制造能力,艾特电能的产品在财政部、国家知识产权局、腾讯、阿里、中国移动、中国电信、中国联通、北京市政府、中科院、清华大学、北京大学、茅台集团、中国商飞、国家电网、中广核、秦山核电、国家健康大数据中心等单位均有规模应用。

积极创新 保障可用 做稳定储能方案

要推动数据中心绿色高质量发展,储能是值得期待的有效技术之一,在行业已经有诸多应用与探索。

过去,储能在国内的数据中心一般用作备用电源。这方面艾特电能已经有成熟应用的UPS配套储能锂电池方案,目前正在研发带储能功能的UPS,并在发电机领域积极研发氢能等燃料

电池替代传统发电机的方式。

削峰填谷是储能系统应用较多的模式。夏冰提到,在长三角、珠三角等一些峰谷价差比较大的区域,且数据中心用户没有按固定电费结算的时候,完全可以应用新型储能帮助客户节省电费。针对确实可以峰谷套利的数据中心,艾特电能可提供配套的户外储能集装箱方案。

提升可再生能源在数据中心能源供应中的比重,也是达成节能降耗要求的一个热点途径。为了弥补新能源不连续、不平衡的缺点,储能系统往往成为配置新能源的必备条件。在新能源消纳以及各区域政策要求下,很多地方也需要配储,特别是中西部区域的数据中心。艾特电能有客户也在尝试新能源的

接入,比如腾讯在清远、仪征等数据中心都配置了屋顶光伏。

面对数据中心新能源配置储能的未来可能,夏冰认为:“我们应该理性看待这个议题,数据中心是个专业比较强的领域,首先是要保障可用性,在此基础上尝试应用一些新方案和新技术,另外还要遵循标准的要求。当新能源和新型储能对数据中心客户真正能产生稳定价值,应用也会越来越广泛。这一定是一个循序渐进的过程。”

为了达成“碳达峰、碳中和”的目标,双碳口号在百行百业吹响,艾特电能还能为各行业场景提供中小的新能源系统、工商业储能方案、行业绿电一体机,助力金融、交通、电力、电信等行业实现绿色节能目标。

访谈最后,夏冰表示艾特电能会积极响应二十大在数据中心和能源领域的规划纲领,加大在关键核心技术领域的研发投入,支持国家的网络安全和能源安全。数据中心依然是艾特电能的核心支撑业务;数据中心中应用新能源和燃料电池等绿色电源的比例将逐步提升,艾特电能将持续发力数字能源领域,为艾特网能品牌赋能。🔋



深圳市共济科技股份有限公司

深圳市共济科技股份有限公司成立于1996年，是国内领先的绿色智慧数据中心整体方案供应商，工信部认定的工业产品绿色设计示范企业，致力于让数据中心更加简单、安全、高效、节能。

共济在数据中心监控管理系统、模块化数据中心、节能改造及云运维服务等领域拥有广泛的行业覆盖和客户基础。在金融、互联网、通信、政府、能源、制造等多个行业，累计服务客户7000+，实施项目16000+，数据中心10000+，机房面积超过2700万平米，机架数量超过450万个，管理数据中心用电规模已超10万GW。

共济成立之初，便开发了国内第一

套全组态机房监控系统，是国内最早提出“绿色智慧数据中心”整体解决方案的企业。共济始终坚持重视产品技术创新性和前瞻性，至今已拥有超过200多项自主核心知识产权，近三年，公司产品连续入选工信部推荐《节能技术产品推荐目录》。

共济积极参与国家、行业标准和白皮书的制定：主编国内第一个模块化数据中心的绿色产品评范标准，指导行业发展；推出国内首个数据中心领域的产品全生命周期绿色评价数据库，指导产业绿色转型；推出绿色评价软件平台和自然冷蒸发冷却技术的高效制冷设备，助力企业绿色节能。

在今年7月验收的某个大型金融科技集团的项目中，通过共济自研的创新技术，在高温、高湿环境下，将数据中心关键能耗指标(PUE)降低到1.24。

通过与某电信运营商合作，采用共济空调自适应节能技术，节电率达到30.5%。数据显示，全年节电475万度，降低碳排放583吨。

共济一贯秉承“让数据中心更简单”的服务理念，倡导“成就客户，以人为本”的企业文化。未来，在数字经济和绿色低碳发展过程中，共济科技将一如既往地以创新的技术、卓越的品质，帮助客户实现数据中心价值密度较高的管理、运维工作，为全球客户提供一流绿色智慧数据中心整体解决方案。





北京中科合盈数据科技有限公司

北京中科合盈数据科技有限公司成立于2020年,是IDC领域的新生力量,致力于成为新型绿色算力集群领导者。合盈数据以构建绿色算力集群,引领数智赋能革新为使命,持续探索和深度构建“新型算力业务集群+绿色能源业务集群”联动模式,孵化具有绿色融合创新能力的新型算力基础设施可持续发展赋能平台,以助推数字经济生态的长足发展。在不断成长和创造价值的同时,合盈数据始终践行可持续发展理念,对社会和环境产生可衡量的积极影响,共筑更加平等、便捷、开放、包容的世界。

公司以“打造服务数据到数据服务赋能体系”为核心战略,提供一体化、多元化、梯次化的新型绿色算力基础设施服务体系,支撑多元化算力场景,充分满足企业用户现有业务和前瞻性业务对算力的需求,为企业、产业和区域发展赋能。

合盈数据在“数字经济”与“双碳”战略引导下,前瞻性地布局国家一体化大数据中心京津冀算力网络枢纽节点,先后落地合盈数据(怀来)科技产业园、合盈数据(廊坊)临空经济区大数据产业园等新型绿色算力集群。通过“源网荷储一体化”建设,探索绿色能源与数字经济创新融合的发展路径。未来,合

盈数据将不断升级“产业发展战略、平台合作模式、价值管理能力”,为地方政府、企业的低碳化、数智化转型提供整体解决方案和全程优质服务。

重点产品/服务:

(1) 超大规模算力基础设施:合盈数据以“打造服务数据到数据服务赋能体系”为核心战略,以超大规模绿色算力基础设施为依托,提供一体化、多元化、梯次化的新型绿色算力基础设施服务体系,支撑云计算中心、智算中心、超算中心等多元化算力场景,充分满足企业用户现有业务和前瞻性业务对算力的需求,为企业、产业和区域发展赋能。

(2) 绿色能源解决方案:合盈数据坚持数据算力、综合能源、新能源、碳资产业务集群融合发展路径,围绕碳中

和、可再生能源、综合能源管理推出绿色能源解决方案,打造“绿色供能+绿色用能”的创新集成体系和绿色数字经济产业生态链,创建环首都核心区域内最大源网荷储示范区,为数字经济发展奠定绿色零碳底座,推动国家能源转型升级。

(3) GED³数字产业生态:合盈数据GED³数字产业园作为新型绿色算力集群样板空间,为零碳算力一体化产业生态提供包括智慧园区、智慧物业、创新研究院、科技、人才、生活、体验馆等综合业态,推进5G、人工智能、大数据与实体经济的深度融合,助力打造数字能源生态智能平台,提升数据价值,赋能实体产业,创新引领中国算力基础设施产业绿色发展。🌐





本贸科技股份有限公司

本贸科技股份有限公司成立于1997年，总部位于深圳市南山区，专注以数据中心和数据服务为核心的全产业链上下游服务，涵盖大数据中心运营及运维、数据机房工程、云计算、光伏风电新能源工程、高新技术研发、建筑智能化系统工程等领域，为客户提供绿色、低碳、节能、智慧数据中心全生命周期综合解决方案。

本贸科技以数字经济新基建筑路者、服务“东数西算”国家战略为愿景，推动全国算力一体化协同发展。以开创性科技服务于数字经济发展，助力数字技术与实体经济融合发展，赋能传统产业转型升级，提供基于物联网、人工智能、云计算、大数据分析和互联网技术的城市智能化一站式服务。以专业创造价值，以绿色低碳为导向，积极部署新能源业务，落实国家“双碳”目标要求，推动创新型节能技术在数据中心全产业链的应用。

作为绿色低碳智能数据中心及数据服务的持续领跑者，本贸科技2016年成为国家高新技术企业，拥有一支由专家和博士、硕士领衔，资深专业技术人才为骨干的技术研发团队，拥有62项软件著作权和22项国家专利；具有互联网数据中心业务、互联网接入服务业务经营许可，拥有广东省安全技术

防范系统设计、施工、维修壹级，电子与智能化工程专业承包壹级、建筑智能化系统设计专项甲级、建筑机电安装工程专业承包壹级、数据中心运维(服务能力)贰级及等十多项完备的高等级行业资质；成功入选“2021年广东省专精特新企业”、“2021深圳500强企业榜”、“2020中国机房工程企业”前五强；是中国计算机用户协会理事单位、中国信息技术服务标准(ITSS)数据中心运营管理分组成员单位，深圳市信息行业协会、深圳市计算机用户协会的常务理事单位。

本贸科技遵循“君子务本，诚信正道，进德修业，立己达人”的核心价值观，连续多年入选“广东省守合同重信用企业”。“本贸品质”已服务来自政府机关、金融、交通、电力、通讯、医疗等行业的100+重要客户，长期与腾讯、阿里、百度、中兴、世纪互联等知名企业合作，提供高安全、高质量、高

可靠的数据中心全产业链上下游服务，帮助合作伙伴降本提质增效。本贸科技2020年起自建运营深圳坪山深宇数据中心(腾讯定制机房)、宝安松岗未来城市云数据中心(阿里定制机房)、广东云数据中心广州南沙基地(百度定制机房)等项目近10000个高功率机柜。参与国家“一带一路”建设，承建了“孟加拉达卡IDC数据中心项目”，荣获数据中心业界最知名权威Uptime TIER IV认证。

2021年3月，作为党报传媒集团的深圳报业集团战略入股本贸科技，持有30%股权成为本贸科技第二大股东，双方优势互补、资源共享，共同着力于规划、建设、运营绿色、低碳、智能的大数据中心等全产业链服务，全面推进“传媒+数据”战略，为我国智慧城市建设、数字经济高质量发展贡献力量。

