中国 CHINA
EXCELLENT DATA CENTER
中国优秀数据中心

www.cra-ccua.org.cn
2021年第2期
总第 87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

双碳背景下数据中心空调系统节能技术研究

- UPS蓄电池并联电路的特殊设计
- 从一张图看数据中心的火灾风险和对策

中国 CHINA EXCELLENT DATA CENTER
优秀数据中心

2021年6月 总第87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　王建民　李崇辉
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：北京市海淀区中关村南大街 12 号百欣科技楼 101 室（100081）
Address：Room 101, BaiXin building, Zhongguancun, South Street 12, Haidian District, Beijing (100081)
传真 / Fax：010-64845679
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。

2021-02 目录 CONTENTS

特别报道 | SPECIAL REPORT
01 推进新基建　助力“十四五”
——第十二届中国优秀数据中心峰会在北京召开

会员介绍 | MEMBERSHIP INTRODUCTION
05 公牛集团股份有限公司
06 北京宏正腾达科技有限公司（ATEN China）
07 之江实验室

规划设计 | PLANNING & DESIGN
08 UPS 蓄电池并联电路的特殊设计（一）/ 吕纯强

运维管理 | OPERATION & MAINTENANCE MANAGEMENT
13 从一张图看数据中心的火灾风险和对策 / 杨晓平
16 关于解决智能化运维中信息孤岛问题的探索与实践 / 董明训 王鲲 龚子鹏 顾蓓 沙鹏 张艳艳 吴晓冬

绿色节能 | ENERGY CONSERVATION
20 双碳背景下数据中心空调系统节能技术研究 / 范强

市场趋势 | MARKET TREND
25 数据中心投资价值全解析（二）

样板案例 | TEMPLATE CASE
29 吉利汽车生态数据产业园项目

产品之窗 | PRODUCT PRESENTATION
33 GPU 超融合云桌面
36 工商银行与浪潮联合开发预制化数据中心

协会动态 | ASSOCIATION DYNAMIC
38 《超级计算数据中心设计要求》第三次讨论稿编制会议在宁波圆满召开
38 直击数据中心电气系统运维技能水平（中级）培训现场
39 数据中心绿色节能论坛：为碳达峰、碳中和做好准备
41 数据中心洁净 + 实施论坛：关注数据中心内环境 引领数据中心长足发展
43 华为低碳数据中心节能论坛：履行“碳”责任，打造华为绿色低碳数据中心
44 GB50462 分论坛：让数据中心企业在实际应用过程中“有据可依”

业界要闻 | INDUSTRY NEWS
46 后发先至，揭秘武汉建成全国首个人工智能计算中心的成功关键
47 ENJOYLink 欢联助力湖南长沙南雅医院智能化建设

2021-02 目录
CONTENTS

P01 推进新基建 助力“十四五”
——第十二届中国优秀数据中心峰会在北京召开

P08 UPS 蓄电池并联电路的特殊设计

P13 从一张图看数据中心的火灾风险和对策

广告索引
Advertising directory
2021/2

封二	德衡数据 / 上海蓝色帛缔智能工程有限公司
封二对页	中国电子系统工程第二建设有限公司
前彩一	青岛特锐德电气股份有限公司
前彩二	Delta（台达集团）
后彩四	德森特软件有限公司
后彩三	香江系统工程有限公司
后彩二	北京中金云网科技有限公司
后彩一	常州雷宁电磁屏蔽设备有限公司
封三对页	浙江德塔森特数据技术有限公司
封三	同方股份有限公司
封底	北京国信天元质量测评认证有限公司

推进新基建 助力“十四五”

第十二届中国优秀数据中心峰会在北京召开

4月16日，以“推进新基建 助力‘十四五’为主题的第十二届中国优秀数据中心峰会在京隆重召开。来自审计署、海关总署、统计局、人民银行、中国银联、中国银行、中国农业银行、中国工商银行、中国建设银行、中国民生银行、光大银行、招商银行、华夏银行、宁波银行、厦门国际银行、内蒙广电、中石油等特约领导、专家代表以及数据中心全生命周期的服务商代表近1000人参加了此次盛会。会议设立了主会场和数据中心绿色节能、数据中心洁净+实施、华为低碳数据中心与GB50462专场四个分论坛，现场规模空前盛大。

出席会议的领导及专家有：中国计算机用户协会理事长宋显珠，中国计算机用户协会副理事长兼秘书长唐群，数据中心分会理事长王智玉，数据中心分会常务副理事长兼秘书长蔡红戈，中国电子质量管理协会秘书长、数据中心分会专家李勃，中国电子技术标准化研究院产业发展研究中心副主任段炎斐。

中国计算机用户协会理事长宋显珠为大会致辞。他表示，党的十九届五中全会通过的中共中央关于国民经济和社会发展“十四五规划”里，将数据中心建设写到国家规划中，对数据中心建设来说是一个利好的事情；与此同时国家在建设现代化基础设施体系当中，也对加快建设新型基础设施的角度进行了落实，提出构建一体化数据中心体系，建设若干国家枢纽节点和大数据中心集群。数据中心行业的工作者们任重道远。

团体标准《数据中心绿色等级评价》发布

为贯彻落实我国节约资源、保护环境的国家政策方针，更好地实施绿色建筑发展战略，通过科学、合理评价数据中心建筑的建设改造的合理设计、健康运行，引导数据中心建筑健康可持

宋显珠
中国计算机用户协会理事长

李　勃
中国电子质量管理协会秘书长
数据中心分会专家委员

蔺昊欣
中国标准化研究院主任助理

全　武
同方股份有限公司主任工程师

团体标准《数据中心绿色等级评价》发布

续发展，数据中心分会牵头编制《数据中心绿色等级评价》。

中国计算机用户协会副理事长兼秘书长唐群、中国计算机用户协会副理事长兼标准委员会主任胡帆、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蔡红戈、北京国信天元质量测评认证有限公司市场总监朱磊、北京电信规划设计院有限公司IDC业务总监杨威、昆仑数智科技有限责任公司高级技术总监王建民参加了发布仪式。

随着新基建浪潮的持续升温，数据中心行业的快速发展对于从业者提出了新的要求，如何认知新格局清晰洞察产业成为重点。中国电子质量管理协会秘书长、数据中心分会专家委员李勃在本次大会上分享了《大数据中心时代》的报告。他表示，大数据时代的背景下，新基建将加快数据中心的演进历程。数据中心的功能开始分成了四个阶段：数据的存储管理、支撑核心计算、业务的运营支撑、数据运营服务中心。随着大数据时代的快速演进，新兴技术的演变造就了数据中心行业的快速发展。

“恒华数字科技集团”应运而生

为适应形势，因势利导，提升品牌价值，实现产业战略转型升级，青岛恒华机房设备工程有限公司正式更名为

恒华总经理陈兴华、数据中心分会常务副理事长兼秘书长蔡红戈登台发布更名仪式

战略合作协议签约仪式

“恒华数字科技集团有限公司”。

战略合作现场签约

在本次峰会上，上海德衡数据科技有限公司与数据中心分会秘书处单位北京国信天元质量测评认证有限公司达成了战略合作。德衡数据是国内技术领先的数据中心开发运营商，国信天元是专业从事数据中心机房检测及认证的第三方服务机构，未来，双方将在数据中心领域深度开展战略合作，拓宽彼此专业边界。

签约仪式后，德衡数据总裁赵汀发表演讲《开启面向未来的数字基建新模式》。国信天元市场总监朱磊带来《国标 A 级、绿色认证助力数据中心产业高质量发展》主题分享。

主论坛演讲精彩纷呈

本次峰会主论坛还邀请到多位行业大咖分享行业最新动态及技术，可谓精彩纷呈，干货满满，在此分享演讲集萃。

数据中心行业快速发展，不断传来利好消息的同时，在设计建设、能源消耗方面也产生很多问题，如何有效地缓解和解决这些问题？中国标准化研究院主任助理蔺昊欣在本次峰会上进行了解答。她介绍早在2016年，中国标准化研究院牵头研制了数据中心能效等级和能效限定值等能效方面的国家强制性标准。并从数据中心的能效评价和评判指标等多个角度对标准进行了分析和解读。

同方股份有限公司主任工程师全武以《从指标精细化谈数据中心能耗管理》为主题进行了精彩分享，他介绍，数据中心的运维能耗主要体现在制冷系统，而造成制冷系统能耗较高的主要原因是重建设、轻调试，重维持、轻节能，其中能耗主要包含冷源设备的能耗、输送系统的能耗、末端能耗，造成这种情况的根本原因是没有对其能耗指标进行系统的管理与控制，那么想要解决这些问题，主要通过以下三个方面进行调整，分别是系统节能原理、系统的运行调试、完善能耗的量化指标。

数据中心制冷一直是能耗标准评估的主要影响因素，为了降低数据中心的能耗，企业会选择改良制冷系统。深圳市证通电子股份有限公司数据中心技术总监林楚宏就《间接蒸发冷技术在南方区域的应用》进行了精彩分享。他指出，目前南方的数据中心制冷一般都会采用精密空调制冷，但是这就导致

林楚宏
深圳市证通电子股份有限公司
数据中心技术总监

蔡　睿
依米康科技集团股份有限公司
龙控产品总监

林　建
科华数据股份有限公司
金融数据中心总经理

周　君
青岛特锐德电气股份有限公司总裁

赵 汀
上海德衡数据科技有限公司总裁

朱 磊
北京国信天元质量测评认证有限公司
市场总监

张 凯
南京普天天纪楼宇智能有限公司
技术经理

数据中心耗电量极高，节能效果差。通过与间接蒸发冷却相结合，自然冷却和空调制冷相结合，可以缓解数据中心制冷的耗电成本，降低数据中心的PUE值。

依米康科技集团股份有限公司龙控产品总监蔡睿以《数据中心数字化运维管理》为主题进行了精彩演讲。他强调，数字化技术将扩大化数据的感知，并实现数据的自动化处理，如果仍然固守旧有的处理模式，将带来组织巨大的成本投入，如何有效地引入新兴技术，并高效匹配业务场景，成为决策者需考虑的重要议题。

科华数据深耕金融领域超过30年，在金融领域有着广泛的客户基础。此次科华数据股份有限公司金融数据中心总经理林建作了《以可靠，以极智，筑建金融科技4.0时代数据基石》主题汇报。金融企业在进行数字化转型的同时，也在思考如何建设一个可靠的、绿色的数据中心。林建现场讲演的数据中心AI智能微模块项目，是中国金融业少有的技术领先、配置高端的微模块数据中心，整体PUE低于1.3，具备智能化、模块化、绿色化的特点。

青岛特锐德电气股份有限公司总裁周君带来了《预制式模块化多能融合数据中心电力解决方案》的主题演讲，他指出了目前大规模数据中心建设和运维中，数据中心在电力消耗、资源浪费所展现出来的问题和弊端，以及分布式和小型化数据中心的解决方案所能带来的优势。同时他表示，未来在数据中心走向模块化、标准化、定制化的道路上，特锐德将秉承使命，陪伴大家同行。

上海德衡数据科技有限公司总裁赵汀在题为《开启面向未来的数字基建新模式》的报告中表示德衡数据一贯坚持技术创新和对品质的严格把控，已内化为公司的内核。面对新基建、数字化、产业化等为数据中心发展带来的新的机遇，德衡数据将继续探索全新的数字基建模式，为客户提供更多的细分解决方案，搭建产品化的供应链体系和智慧运营平台，这需要数据中心供应链上下游企业的支持，未来德衡数据将继续以开放而包容的心态，与众多数据中心企业展开合作与交流。

数据中心行业近年来市场竞争激烈，质量良莠不齐，认证，就是评判数据中心的一张重要信任证书。北京国信天元质量测评认证有限公司市场总监朱磊为大家带来《国标A级、绿色认证认证助力数据中心产业高质量发展》主题分享。北京国信天元质量测评认证有限公司专注数据中心机房检测及认证，在技术经验在案例数量等多个方面都处于行业领先的地位，朱磊在本次大会上讲解了国信天元的发展历程和目前在做的一些认证，以及数据中心范围内认证的具体实施步骤。

南京普天天纪楼宇智能有限公司技术经理张凯的报告主题是《天纪新型智能布线系统》，主要介绍了智能布线系统的发展历史、南京普天新型布线系统功能系统的特点。天纪新型智能布线系统采用链路下断后的解决方案，通过实时侦测链路的变化，节约人员成本；采用实时告警快速故障定位，节约了数据中心因为故障检查而造成的经济损失。他强调，南京普天天纪新型智能布线系统完全采用自主研发设计，在技术上不受限于任何企业。

会议现场参观有序，气氛热烈，人头攒动。40余家企业纷纷展示前沿技术、创新产品及案例，现场精彩不断，亮点层出不穷，企业人员也不断为前来交流的嘉宾进行详细的解答。

中国计算机用户协会数据中心分会主办的“优秀数据中心峰会”到目前为主已经成功举办十二届，在这期间持续不断地向业界传递数据中心产业的最新技术发展趋势，并对行业内的政策和标准进行持续深入的解读，同时也向业界推荐创新技术产品，不仅帮助数据中心企业更好地了解和执行相关的政策，同时对数据中心行业的发展起到了至关重要的作用。

四个分论坛的详细报道见P41。

公牛集团股份有限公司

公牛集团股份有限公司（股票代码：603195）创办于1995年，注册资本6亿，年销售额百亿，是中国制造业500强企业。公司专注于以转换器（插座等）、墙壁开关插座为核心的电工产品的研发、生产和销售，主要包括转换器（即延长线插座、移动式插座、机柜PDU等各类插座产品）、墙壁开关插座、LED照明、数码配件等电源连接和用电延伸性产品，同时，公司充分发挥在产品研发、营销、供应链及品牌方面形成的综合领先优势，逐步培育智能门锁、断路器、嵌入式产品、浴霸等新业务，形成了长期可持续发展的产业布局。广泛应用于家庭、办公、工业等用电场合。目前，公司拥有观海卫工业园东区、工业园西区、古窑、龙山等多个制造基地，员工总数超过1万人，建立了近100万家网点的线下实体营销网络和专业的线上电商营销网络，截至2018年底，公司共获得专利703项。

2020年2月6日，公司在上交所主板挂牌上市。一直以来，转换器都是公司的支柱业务，公司自1995年成立以来，便专业从事转换器领域的技术研发。目前在转换器领域，公司已经获得300多项国家专利，配备了全套顶级仪器设备131台，拥有国际水平的开发软件。过硬的品质让公牛生产或代工的插座进入了美、德、法、意、日、等30多个国家和地区中高端市场，公牛自主品牌也在印度、东南亚、中东等国家和地区设立了销售代理机构。

公牛集团股份有限公司紧紧契合国家战略重点任务，始终以“为客户提供安全舒适的用电体验”为使命，秉承“忠信诚和、专业专注”的核心价值观，通过持续的变革创新，为客户、员工、股东、社会创造持续增长的价值。

全体公牛人时刻铭记质量是客户选择公牛的理由，更是公牛生存与发展的基石；我们认为尊重规则流程，一次把事情做对，才是对效率最好的负责，我们发挥全员潜能，共同构建质量并持续改进；我们始终站在客户角度去平衡机会与风险，快速响应客户需求，实现可持续发展。

环境与可持续发展已经成为人类社会必须面对和解决的课题。多年来，公牛集团始终将和谐发展作为企业经营的重要理念之一，积极探索节能减排的生产方式，促进精益生产及产品价值提升，投身社会公益事业，并参与赈灾、扶贫、助教等慈善活动，为构建和谐社会竭尽企业社会责任。

随着新基建的浪潮和数据中心数量的增多以及管理要求的越来越精密，机房用电安全也越来越受到企业的重视，公牛凭借20多年在电连接方面的丰富经验，将依托于机房末端配电产品PDU，逐步为数据机房以及数据中心客户，提供高品质保证、高效节能、值得信赖的综合配电解决方案，公牛集团一直秉承为客户提供更加安全、专业、绿色、智能的用电环境。

北京宏正腾达科技有限公司 (ATEN China)

ATEN 始于1979年，作为全球IT设施智慧连接管理解决方案领导厂商，40多年来专注于研发创新与本地化服务，每年超过12%营收投入研发，产品覆盖10大行业，每年产品创新80+，共拥有超过500项全球专利，多达1800项的产品组合。在中国市场，ATEN 在能源、交通、金融、制造业等多个行业，将自主研发和本地化生产制造有机结合，为中国数以万计的用户成功部署了ATEN智慧连接解决方案，同时提供了专业迅捷客户定制服务及3日完修保障，奠定了 ATEN 在中国的市场领导地位。

电力作为在能源行业中的应用典范，ATEN 打造了覆盖发电、变电、输配电、用电等全流程运行的解决方案。创新的远程集中管控和智慧电力调度解决方案，让集中管理平台通过网络连接可直接进行信息管理与电力调度指控，并进一步提升了易用性与部署上的扩展性。

在交通行业中，智慧交通开始成为新基建主要聚焦点。提升交通服务水平以及乘客出行体验开始成为行业趋势，为在交通运维层面实现破局，ATEN 分别在地铁、铁路、空管等行业细分领域积累了丰富的解决方案。ATEN 远程集中管控解决方案，可瞬时响应和处置，以保证7×24小时不间断运行，为地铁、高铁的快捷、安全、准时提供了有力的保障。智慧空管方面，ATEN 有空管坐席协同管理解决方案，保证管理者实现决策者可视化和智能化。

在金融行业IT云架构、标准化弹性部署、快速响应与安全可控等新趋势下，ATEN 的集双网隔离操作、数据中心远程带外管理、集中认证与视频审计与能源管理在内的标准化智能运维解决方案。能耗精细化监测、全局的掌控、机柜微环境的监控及告警与细粒度的管理冷点及热点还可实现节能与调控。完成不同地域、不同机房所有IT设备的高度整合，全方位提升运维管理水平。

此外，制造业面临着安全生产、集中管控、效率提升、降低不良率与提高环保的问题与挑战。ATEN 智慧产线解决方案应运而生。在不影响硬件架构的条件下，支持共享模式、多人同时登入一台机台，完成监控与协同作业。该方案已在半导体封测、半导体晶圆、面板等多个行业得到广泛应用，既提高工效，又提升人机比例，并有效提升机台产能，减少机台购置成本，降低产品不良率。

多年的行业经验积累与创新性研发坚持下，ATEN 已成长为“智慧连接整体解决方案”领导者与开拓者。未来，ATEN 将继续坚持创新研发步伐，不断对自身技术、产品进行优化完善，从而实现轻松、安全、集中和高效管理的用户体验及优质服务。

之江实验室

之江实验室成立于2017年9月6日，坐落于杭州城西科创大走廊核心地带，是浙江省委、省政府深入实施创新驱动发展战略、探索新型举国体制浙江路径的重大科技创新平台。实验室以“打造国家战略科技力量”为目标，由浙江省人民政府主导举办，实行“一体两核多点”的运行架构，主攻智能感知、人工智能、智能网络、智能计算和智能系统五大科研方向，重点开展前沿基础研究、关键技术攻关和核心系统研发，建设大型科技基础设施和重大科研平台，抢占支撑未来智慧社会发展的智能计算战略高点。目前，之江实验室已获批牵头建设智能科学与技术浙江省实验室。

一、组织架构

之江实验室实行理事会领导下的主任负责制，采用目标导向、绩效管理、协同攻关、开放共享的新型运行机制。

二、科学研究

科学研究面向物理、信息、社会三元空间构建未来人机物融合的智能科学与技术体系，主要科研方向为智能计算、人工智能、智能感知、智能网络、智能系统等。聚焦智能科学与技术领域，之江实验室形成了“三院多中心”的科研组织架构体系。之江实验室聚焦国家战略、之江定位谋篇布局，坚持差异化、体系化、唯一性建设原则，形成了“多维超级感知科学装置”“超高灵敏量子极弱磁和惯性测量科学装置”等4个大科学装置的规划布局，同步推进了一批科研支撑基础设施的建设。

三、人才团队

之江实验室以灵活高效的引才用才机制，采取专职、双聘、兼聘等形式，吸引了一大批全球顶尖创新人才加盟，形成了一支“领域专精、层次高端、梯队有序”的科研队伍。截至2021年4月，之江实验室人才队伍总规模超过1800人。全职引进到岗85位学术带头人，以项目聘用等形式引进110位学术带头人。

四、创新体制

之江实验室是全国首个混合所有制事业单位性质的新型研发机构。实验室始终坚持科技创新和体制机制创新双轮驱动，在运行管理、科研组织、评价考核、引才用才等方面大胆创新、先行先试，形成了一系列具有之江特色的改革创新成果，为构建社会主义市场经济条件下关键核心技术攻关新型举国体制贡献“之江智慧”。

五、实验室园区

之江实验室园区位于杭州市余杭区南湖科学中心，规划总面积约1500亩，按照“打造智慧、绿色、低碳的未来城市样本”要求，建设数字化、生态化、智能化、集约化的世界一流实验室园区。园区一期工程约600亩已于2021年初投入使用。

以“打造未来社区和未来重大实验室样板”为目标，之江实验室结合自研技术，开发了智慧园区数字底座，并在园区一期规划了智慧科研、智慧办公、智慧基建、智慧生活、智慧服务等五大场景55项建设内容。

六、之江文化

以党的建设为统领，之江实验室深挖文化内核，创新活动载体，在严谨求实与开放合作的学术氛围中，在理性思想与人文情怀的交融碰撞下，以“科学精神、家国情怀”为核心的之江文化正在融入每一位之江人的血脉。

UPS 蓄电池并联电路的特殊设计（一）

文 / 浩德科技股份有限公司 吕纯强

摘　要：本文采用电路示意图和典型示例由浅入深地分析了 UPS 蓄电池并联电路的一般设计方案和特殊设计方案，通过对不同性能档次设计方案的对比分析，比较全面地阐述了数据中心机房 UPS 蓄电池并联电路的特殊设计方案的系统架构、特点、设计要点和安全可靠性能，对数据中心基础设施相关专业的规划工作者、设计工作者和运维管理工作者具有较好的指导性和实用性的参考意义。

关键词：UPS；蓄电池；蓄电池组；串联；并联

一、前言

UPS 是数据中心机房供配电的最后电源保障系统。正常供电时，市电经过 UPS 稳压、稳频、净化处理后向负载供电；在市电因故中断，柴油发电机应急供电失败后，UPS 能够在零时间把后备蓄电池直流电逆变为交流电向负载应急供电，确保机房重要负载用电不中断，并在一定的后备时间内正常用电。

UPS 应急供电的后备电源是由配套蓄电池组提供的直流电源，蓄电池在供电系统中的预备作用是储存电能，主要作用是应急释放电能，一旦市电中断，蓄电池由储存电能状态立即转为应急释放电能状态，即由蓄电池放电给逆变器，逆变器把蓄电池释放出的直流电转变为正弦交流电，从而维持交流电源输出。UPS 的蓄电池直流供电系统作为 UPS 的重要组成部分，其系统的安全可靠性能高低不仅与蓄电池的产品质量有关，而且更与组成蓄电池直流供电系统的电路有关。大型和中型 UPS 通常采用后备蓄电池并联电路系统，系统的设计性能档次质量不仅影响到其性价比，而且对 UPS 安全可靠运行和运维管理也会产生极其重要的影响。

本文将重点讨论 UPS 蓄电池并联电路的设计要求和性能分析，希望通过本文的讨论能够让数据中心机房的建设方相关专家真正精通如何在工程招标文件的技术规范书中提出更恰当的、更细致的、更完善的技术指标来实现其质量目标；也希望通过本文的讨论能够让数据中心机房的设计工作者在相关设计文件中能够更充分地、更清晰地体现为实现质量目标而采用的设备和材料的技术规格参数；希望本文有利于项目管理工作者在工程的实施中能够最大限度地把控施工质量，防止偏差。

二、UPS 蓄电池并联电路的一般设计

最基本的 UPS 蓄电池电路是由 UPS 和与其相配套的单蓄电池组及开关控制箱组成，UPS、蓄电池组和蓄电池开关控制箱之间采用电缆线路连接，其中蓄电池组是一个由一节节蓄电池串联起来组成符合 UPS 直流供电要求的直流电源设备。

由于蓄电池产品的容量是有限度的，大中型数据中心机房的 UPS 一般采用蓄电池组并联运行的蓄电池应急供电系统。当一组蓄电池的容量满足不了 UPS 应急供电容量要求时，就要增加蓄电池组的数量，多组蓄电池组采用并联电路，UPS 应急供电总容量由各组蓄电池分担，并联蓄电池

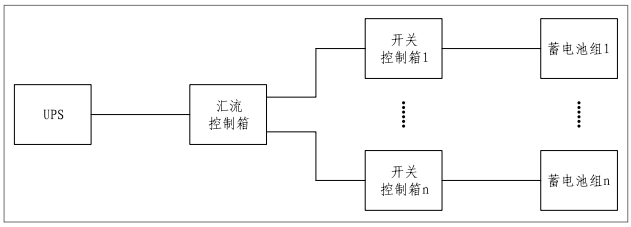

图1 UPS 蓄电池并联电路示意图

组的数量 N 通常不超过4组，即 N=1 ～ 4（取整数），如图1所示。

2.1 UPS 配套并联蓄电池组的设计和选型

通常，UPS蓄电池组并联使用的目的主要有以下几个方面：

（1）满足 UPS 在额定负载应急供电情况下蓄电池组连续放电的总功率的要求。

（2）满足 UPS 在额定负载应急供电情况下蓄电池组后备时间的要求。

（3）提高 UPS 系统的安全性和可靠性。

下面我们通过 UPS 配套单蓄电池组和双蓄电池组的最简示例来由浅入深地分析说明 UPS 蓄电池组的设计和选型。

例如：有一台 UPS，额定容量 S=200kVA，输出功率因数 P_F=0.95，UPS 额定直流电压标称值 U_n=480V，直流电压 U 工作范围是396V ～ 700V，逆变器的工作效率 μ=97.5%，要求采用单节电压12V 的铅酸蓄电池（即 U_d=12V），其后备时间 T=15min=0.25h。

计算电路主要技术参数如下：

计算每组蓄电池串联数量 n：

n= U_n/U_d=480/12=40（节）

计算 UPS 在额定负载应急供电情况下需要蓄电池组提供的电能总功率 $W_{总}$和总标称电

流 $I_{总标}$：$W_{总}$= S.PF=200×0.95=190（kW）

$I_{总标}$= $W_{总}$/（μ. U_n）=190/（0.975×480）=0.406（kA）

2.1.1 组建单蓄电池组，满足系统应急供电要求

为了便于分析比较，我们先看看 UPS 配套单蓄电池组电路的最简设计方案，图2是一个配套单组蓄电池组的 UPS 系统，蓄电池组采用40节12V 铅酸免维护蓄电池串联而成。

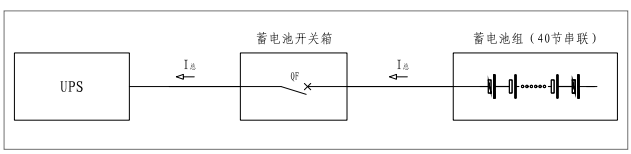

图2 UPS 配单蓄电池组电路示意图

（1）选配蓄电池：

如选配一款端电压为12V、容量为250AH 的蓄电池，该蓄电池后备时间为15min，恒功率放电功率为4.9kW，放电终止单格电压为1.7V（即放电终止端电压为10.2V）。

（2）组建蓄电池组：

一个 U_n=480V 的电池组需要串联40节蓄电池。单组总功率：$W_{单}$=4.9×40=196（kW）> $W_{总}$=190kW；单组标称电流：$I_{单标}$=196/480=0.408（kA）> $I_{总标}$=0.406kA；蓄电池组放电开始最高电压：$U_{始}$=U_{max}=2×1.125×6×40=540（V）< 700V，其中："2" 为蓄电池单格电压为2V，"1.125" 为浮充系数，"6" 为蓄电池内部单格数量为6个；蓄电池组放电终止电压：$U_{终}$=U_{min}=1.7×6×40=408（V）> 396V。可见采用12V/250AH 蓄电池40节串联组成的一组蓄电池是满足要求的。

（3）验算蓄电池组在额定负载工作情况下的后备时间：

以上所选的这款12V/250AH 的蓄电池，产品技术参数标明是在后备15min 的情况下其恒放电功率为4.9kW，由此组成的蓄电池组合系统在充足电时可以保证 UPS 在额定负载应急供电的15分钟之内持续提供电能总功率不小于196kW，所以所选蓄电池后备时间满足要求。

2.1.2 组建并联蓄电池组，提高系统应急供电的安全性和可靠性

图3是一个配套2个并联蓄电池组的 UPS 系统，每组蓄电池组均采用40节12V 铅酸免维护蓄电池串联而成，蓄电池总数为80节。

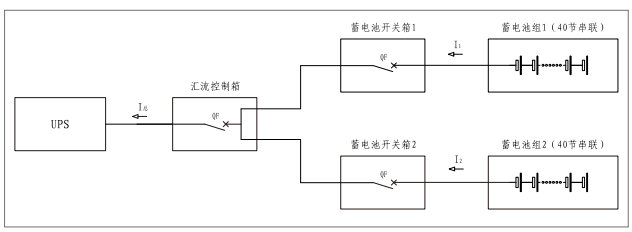

图3 UPS 配2个并联蓄电池组电路示意图

（1）选配蓄电池：

如选配一款12V/120AH 的蓄电池，该蓄电池后备15min 的恒功率为2.64kW，放电终止单格电压为1.7V。

（2）组建蓄电池组：

一个 U_n=480V 的电池组需要串联40节蓄电池。单组总功率：$W_{单}$=2.64×40=105.6（kW）< $W_{总}$；单组标称电流：$I_{单标}$=105.6/480=0.22（kA）< $I_{总标}$。可见采用一组蓄电池是不能满足要求的。

我们设计采用2组蓄电池并联运行。可以提供电能总功率为：$2\times W_{单}=2\times105.6=211.2(kW)>W_{总}=190(kW)$；可以提供电能总标称电流为：$2\times I_{单标}=2\times0.22=0.44(kA)>I_{总标}=0.406(kA)$，图中 $I_1=I_2$，$I_{总}=I_1+I_2$；蓄电池组放电开始最高电压 $U_{始}=U_{max}=2\times1.125\times6\times40=540(V)<700V$；蓄电池组放电终止电压 $U_{终}=1.7\times6\times40=408V>396V$。可见采用这样的两组蓄电池并联完全满足要求。

（3）验算两组蓄电池组在额定负载工作情况下的后备时间：

以上这款12V/120AH的蓄电池，在后备15min的情况下其恒放电功率为2.64kW，由此组成的2组并联运行的蓄电池的组合系统在充足电时可以保证UPS在额定负载应急供电15分钟之内持续提供电能总功率不小于211.2kW，所以所选蓄电池后备时间满足要求。

2.1.3 UPS采用单蓄电池组和并联蓄电池组的两种方案比较

（1）UPS采用单组蓄电池组

优点：电路简单，易于施工，节省投资费用；

缺点：当蓄电池组出现故障和维护检修时，就会影响UPS的正常运行。

（2）UPS采用并联蓄电池组

优点：当一个蓄电池组出现故障和维护检修时，另一个蓄电池组仍然可以正常工作，不会影响UPS的正常运行。

缺点：电路复杂，并联蓄电池组的数量越多就越复杂，施工工程量也要增加，投资费用较大。

2.1.4 蓄电池组并联电路的被动设计和主动设计

（1）UPS蓄电池组并联电路的被动设计

在为UPS设计配套蓄电池组时，如选择了相关蓄电池的市场最大容量规格，也不能满足UPS的后备供电容量和时间需求时，就只有采用蓄电池组并联了，并联蓄电池组的数量N根据UPS的后备供电容量和时间决定，当N=2时不能满足就采用N=3，当N=3时不能满足就采用N=4。每一个蓄电池组分路承担的后备放电功率是UPS总后备放电功率的1/N，承担的后备放电电流是UPS总后备放电电流的1/N，当一个蓄电池组出现故障和维护检修时，其余蓄电池组可以正常工作，但会降低UPS的1/N的额定带载能力。这就是蓄电池组并联电路的被动设计方法。

（2）UPS蓄电池组并联电路的主动设计

在为UPS设计配套蓄电池组时，如选择了相关蓄电池的某种容量规格，就能满足UPS的后备供电容量和时间的需求，但是，为了进一步提高UPS系统应急供电的安全性和可靠性，而采用蓄电池组并联，通常并联蓄电池组数N可以在2～4之间选择，并根据需求进一步提高UPS系统应急供电的安全性和可靠性的程度，适当放宽支路的容量，使得蓄电池系统不仅能满足UPS的后备供电容量和时间的需求，而且在UPS满载应急供电时其分蓄电池组支路间具有一定程度的热冗余备份能力。这就是蓄电池组并联电路主动设计方法。

由于大中型数据中心机房UPS电源系统追求的是高安全可靠性能，所以UPS一般采用蓄电池组并联电路。

2.2 UPS蓄电池电路参数计算和线路设计

UPS并联蓄电池组电路由主电路和分支电路组成，2个蓄电池组并联的电路有1个主路和2个相同的支路，3个蓄电池组并联的电路有1个主路和3个相同的支路，4个蓄电池组并联的电路有1个主路和4个相同的支路。要设计好主电路和分支电路，首先必须计算出电路的设计工作电流和设计工作电压。

2.2.1 蓄电池电路的设计工作电压

在前面的示例中，为便于简单明了地分析问题，我们定义了蓄电池组的直流电压标称值 U_n 的说法，进一步分析研究后，我们会发现，U_n 的值其实是一个抽象的概念，我们用仪表检测到的数值往往不是这样的数值，这是为什么呢？下面我们来详细分析。

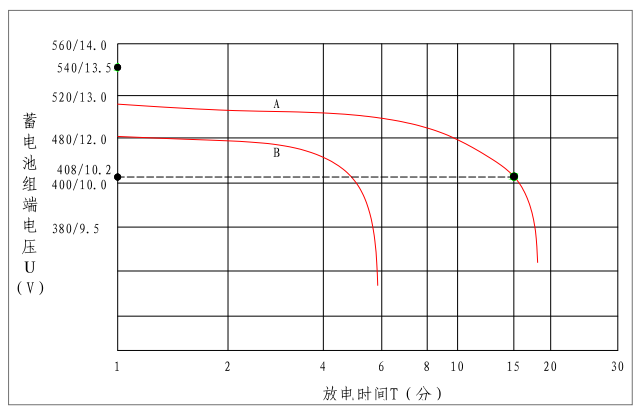

图4 蓄电池放电特性

参见图4所示，当UPS满载应急供电时，蓄电池组后备放电时的工作电压U是由工作开始前处在浮充状态时的最大值往放电终止值之间逐步下降的，详见图4中蓄电池组放电曲线A，蓄电池组端电压最大值 $U_{max}=U_{始}=540V$，蓄电池组端电压最小值 $U_{min}=U_{终}=408V$，全部放电期间是15分钟。

（1）UPS 蓄电池主电路的设计工作电压

UPS 蓄电池主电路的设计工作电压应该按照最大值设计，才能确保电路的直流耐压和长期安全运行，即把 U_{max}=540V 定为主电路的设计工作电压。

（2）UPS 蓄电池分支电路的设计工作电压

UPS 蓄电池分支电路的设计工作电压也应该按照最大值设计，才能确保电路长期安全运行，即把 U_{max}=540V 定为分支电路的设计工作电压。

2.2.2 蓄电池电路的设计工作电流

在前面的示例中，为便于简单明了地分析问题，我们定义了总标称电流 $I_{总标}$和单组标称电流 $I_{单标}$的说法，$I_{总标}$和 $I_{单标}$说法的前提是代入了蓄电池组的直流电压标称值 U_n 而计算的。进一步分析研究后，我们会发现，$I_{总标}$和 $I_{单标}$的值其实是一个抽象的概念，我们用仪表检测到的数值往往不是这样的数值，这是为什么呢？下面我们来详细分析：

当 UPS 满载应急供电时，在额定负载功率保持不变的情况下，蓄电池的放电功率 $W_{总}$= 190kW 是恒定不变的，由此可以计算出：

蓄电池主电路在 UPS 满载应急供电开始时的放电电流 $I_{始}=W_{总}/U_{max}$=190/540=0.352（kA），终止时的放电电流 $I_{终}=W_{总}/U_{min}$=190/408=0.466（kA）。由此看出蓄电池放电开始时由于电池组端电压最高，所以放电电流最小；蓄电池放电终止时由于电池组端电压最低，所以放电电流最大。

（1）UPS 蓄电池主电路的设计工作电流：

UPS 蓄电池主电路的设计工作电流应该按照主电路工作电流最大值设计，即 $I_{总}=I_{终}$=0.466kA=$I_{总max}$。

（2）UPS 蓄电池分支电路的设计工作电流：

UPS 蓄电池分支电路的设计工作电流应该按照支路工作电流最大值设计，即 $I_{支}=I_{总}/N$，其中 N 为并联蓄电池组的数量，如前图3示例，当 N=2时，则有 $I_{支}=I_{总max}/N$=0.466 /2 =0.233kA= $I_{支max}$。

2.2.3 蓄电池电路的线路设计

如图5所示，其中 QF1是主电路断路器，QF2-1和 QF2-2是两个并联的分电路断路器。

（1）UPS 蓄电池主电路的线路设计：

通过以上分析计算得出：UPS 蓄电池主电路的工作电压和工作电流均应按照主电路工作的最大值设计，即：U_{max}=540V，$I_{总max}$=0.466kA，由此选择主电路的断路器和电缆线路如下：

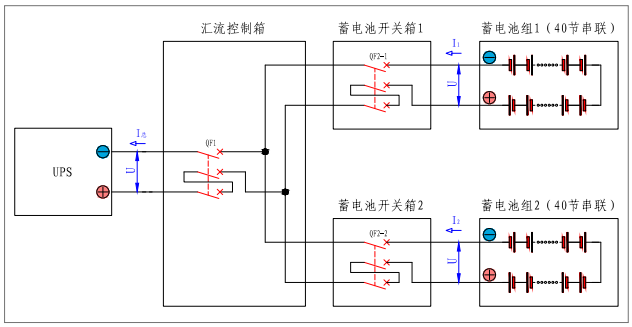

图5 双并联蓄电池组线路设计示意图

a.QF1空气断路器选择：采用塑壳直流断路器，规格为直流耐压750V、电流630A、极数3P；

b. 直流电缆选择：采用低压铜芯电缆，规格为耐压1000V、截面240（mm^2）。

（2）UPS 蓄电池分支电路的线路设计

通过以上分析计算得出：UPS 蓄电池分支电路的工作电压和工作电流均应按照分支电路工作的最大值设计，即：U_{max}=540V，$I_{支max}$=0.233kA，由此选择主电路的断路器和电缆线路。

QF2-1和 QF2-2空气断路器采用塑壳直流断路器，规格为直流耐压750V、电流250A、极数3P；直流电缆采用低压铜芯电缆，规格为耐压1000V、截面120（mm^2）；蓄电池间连接线采用低压铜芯电线或电气铜排，载流量不小于250A。

三、UPS 蓄电池并联电路的特殊设计

对于以上我们列举的 UPS 蓄电池组双并联电路做进一步分析，我们会发现这个电路虽然解决了单组蓄电池容量不够的问题，也解决了两组蓄电池热冗余互为备份的问题，但电路的安全可靠性还不是最好的，其并联电路的优越性并没有得到充分的应用，下面我们来进一步分析。

我们发现，在蓄电池组并联电路的一般设计中，为了达到最经济的成本目标，每个蓄电池组承担的后备容量和放电电功率是平均分配的：

在2个蓄电池组并联电路中，每一个蓄电池组承担的后备容量 $Q_{单}$是 UPS 需求后备直流电源总容量 $Q_{总}$的1/2，即 $Q_{单}=Q_{总}/2$，每一个蓄电池组承担的后备放电电功率是 UPS 需求后备直流电源总功率的1/2，即 $W_{单}=W_{总}/2$；在3个蓄电池组并联电路中，每一个蓄电池组承担的后备容量 $Q_{单}$是 UPS 需求后备直流电源总容量 $Q_{总}$的1/3，即 $Q_{单}=Q_{总}/3$，每

一个蓄电池组承担的后备放电电功率是UPS需求后备直流电源总功率的1/3，即 $W_{单}=W_{总}/3$；在4个蓄电池组并联电路中，每一个蓄电池组承担的后备容量 $Q_{单}$ 是UPS需求后备直流电源总容量 $Q_{总}$ 的1/4，即 $Q_{单}=Q_{总}/4$，每一个蓄电池组承担的后备放电电功率是UPS需求后备直流电源总功率的1/4，即 $W_{单}=W_{总}/4$。

我们在对分支线路设计时，通常对直流分线路的载流量和分蓄电池组放电功率都是按照总电路的1/N设计的，那么当其中一个分支电路因故不能工作时，直流总电路就会减少1/N的正常工作电流和减少1/N的正常后备电功率，这时UPS就不能满载应急供电了，如不能及时给UPS卸掉1/N的负载，UPS电路就会出现过载保护跳闸而断电现象。这就是说如果采用蓄电池组并联电路的一般设计，UPS并联蓄电池组冗余工作的优点发挥是有条件和限制的，即当一个蓄电池组分电路出现故障或维护检修时，UPS的额定负载必须在减少1/N时才能确保系统满负荷应急运行，这就让UPS系统的安全可靠性能大打折扣了。由此我们就提出了UPS蓄电池并联电路的特殊设计方案。

3.1 双蓄电池组并联电路的特殊设计

UPS蓄电池并联电路的特殊设计我们先用双蓄电池组并联电路来简明扼要地说明问题，参见图5所示。

3.1.1 特殊设计方案1

（1）UPS双蓄电池组并联电路的“特殊设计方案1”要求UPS系统的应急运行能力是：

① UPS在蓄电池的两个分路都正常工作的应急供电情况下：

a.UPS的带载能力：额定满负荷运行；

b.UPS的后备时间：不小于15分钟。

② UPS在蓄电池的一个分路正常工作，另一个分路因故不能工作的非常应急供电情况下：

a.UPS的带载能力：额定满负荷运行；

b.UPS的后备时间：由于蓄电池在承担2倍正常放电功率下工作，后备时间将大大缩短，所以具体放电时间根据所选不同品牌和规格的蓄电池有所差异，例如约5分钟（参见图4中的曲线B所示）。

（2）为满足UPS系统的应急运行能力的要求，对蓄电池组和蓄电池电路的线路设计如下：

①蓄电池组的设计：

由于方案1对UPS在蓄电池的一个分路工作正常，而另一个分路因故不能工作的非常应急供电情况下，对后备时间没有维持不变的要求，所以蓄电池的选择和蓄电池组的设计同2.1.2节，即所选一款蓄电池参数仍然为：12V/120AH，后备15min，恒功率2.64kW，放电终止单格电压为1.7V；一个端电压为480V的电池组由串联40节电池组成，蓄电池总数为80节。

② UPS蓄电池主电路的线路设计：

同2.2节。即QF1为750V-/630A/3P；电缆截面为240（mm^2）。

③ UPS蓄电池分支电路的线路设计：

U_{max}=540V，$I_{支max}=I_{总max}$=0.466kA，由此选择分支电路的断路器和电缆线路。

a.QF2-1和QF2-2空气断路器选择：采用塑壳直流断路器，规格为直流耐压750V、电流630A、极数3P；

b.直流电缆选择：采用低压铜芯电缆，规格为耐压1000V、截面240（mm^2）；

c.蓄电池间连接线：采用低压铜芯电线或电气铜排，载流量不小于500A。

由此可见，采用并联电路的“特殊设计方案1”，蓄电池线路设计的主电路没有变化，而分支电路的断路器和电缆电线容量均放大一倍，其实质是较好地提高了系统的安全可靠性能，即当一个蓄电池组分电路出现故障或维护检修时，UPS完全能够在额定负载下应急运行，但是后备时间将远小于15分钟，具体后备时间是根据所选不同品牌和规格的蓄电池的超大电流放电的特性而定。

3.1.2 特殊设计方案2

（1）UPS采用双蓄电池组并联电路的“特殊设计方案2”要求UPS系统的应急运行能力是：

① UPS在蓄电池的两个分路都正常工作的应急供电情况下：

a.UPS的带载能力：额定满负荷运行；

b.UPS的后备时间：不小于15分钟。

② UPS在蓄电池的一个分路正常工作，另一个分路因故不能工作的非常应急供电情况下：

a.UPS的带载能力：额定满负荷运行；

b.UPS的后备时间：仍然为15分钟，蓄电池在承担2倍正常放电功率下工作其后备时间不变，这就要求蓄电池的容量要重新选定。

（未完待续）