

中 CHINA
EXCELLENT DATA CENTER
国 优秀数据中心



www.cra-ccua.org.cn

2021年第3期

总第 88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



恒华
HENGHUA

重押科技再加码，恒华开拓新版图
——访恒华数字科技集团有限公司总经理陈兴华

● 您的数据中心电源够干净吗?
——浅析数据中心谐波的产生与治理

● 数据中心基础设施领域自动化运维工具的发展矛盾及趋势分析

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 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。

2021-03 目录 CONTENTS

专访 | EXCLUSIVE INTERVIEW

- 01 重押科技再加码，恒华开拓新版图
——访恒华数字科技集团有限公司总经理陈兴华

会员介绍 | MEMBERSHIP INTRODUCTION

- 05 双登集团股份有限公司
06 石家庄科林电气股份有限公司
07 天津提尔科技有限公司

规划设计 | PLANNING & DESIGN

- 08 UPS 蓄电池并联电路的特殊设计（二）/ 吕纯强

行业标准 | INDUSTRY STANDARD

- 15 新基建下数据中心的体系及政策 / 黄群骥
19 数据中心电子信息关键设备抗震的必要性 / 《数据中心基础设施施工及验收规范》编制组

运维管理 | OPERATION & MAINTENANCE MANAGEMENT

- 21 您的数据中心电源够干净吗？——浅析数据中心谐波的产生与治理 / 陈长征 张圣悦 任源瑞
26 数据中心基础设施领域自动化运维工具的发展矛盾及趋势分析 / 吴晓冬 董明训 张艳艳 王鲲
29 企业级数据中心应急响应预案的编制与实施 / 马珂彬

样板案例 | TEMPLATE CASE

- 30 深圳云计算创新中心
34 重庆云阳数智森林小镇大数据中心机房一期项目 EPC

产品之窗 | PRODUCT PRESENTATION

- 38 多层模块化变电站助力 IDC 行业腾飞
41 间接蒸发冷却机组

协会动态 | ASSOCIATION DYNAMIC

- 46 《数据中心基础设施标识标志》团体标准正式发布

业界要闻 | INDUSTRY NEWS

- 47 一舟天海系列模块化数据中心解决方案助力宁波某商业银行旗下分行数据中心项目
48 维谛（Vertiv）收购 E&I Engineering Group

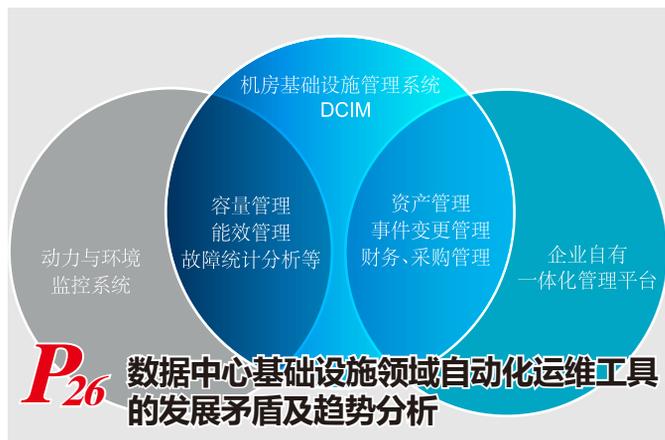
2021-03 目录 CONTENTS



P01 重押科技再加码，恒华开拓新版图



P21 您的数据中心电源够干净吗？
——浅析数据中心谐波的产生与治理



P26 数据中心基础设施领域自动化运维工具的发展矛盾及趋势分析

广告索引
Advertising directory
2021/3

封二	罗格朗中国
封二对页	北京长城电子工程技术有限公司
前彩一	深圳市海德森科技股份有限公司
前彩二	Delta (台达集团)
后彩四	德燊 (上海) 阀门科技有限公司
后彩三	深圳市艾特网能技术有限公司
后彩二	中电科数字技术股份有限公司
后彩一	北京北元电器有限公司
封三对页	阿尔西制冷工程技术 (北京) 有限公司
封三	科华数据股份有限公司
封底	北京国信天元质量测评认证有限公司



重押科技再加码 恒华开拓新版图

——访恒华数字科技集团有限公司
总经理陈兴华



导语：从20世纪八九十年代自建自用、小规模、低容量的机房，发展到如今市场规模几百亿的IDC，数据中心行业的发展正是三十多年来我国社会发展的一个缩影。而在数据中心行业发展的滚滚浪潮中，有一股来自青岛的强劲洪流，激荡、回旋、奔腾，逐渐发展成为高品质、高口碑、可信赖的力量。

2021年，是“十四五”开局之年，是开启全面建设社会主义现代化国家新征程起步之年，新一轮科技革命和产业变革蓬勃兴起，叠加新基建政策和双碳目标的影响，数据中心行业将进入一个新阶段。发展强劲的恒华数字科技集团有限公司乘势而上，从提高研发力度着手，强势注入科技基因，加强自身人力资源发展建设，无畏迎接日新月异的客户需求与行业变革。近日，中国计算机用户协会数据中心分会编辑采访到恒华数字科技集团有限公司总经理陈兴华，就恒华的发展历程、企业优势及企业文化进行探讨。

2021年4月16日，北京，在第十二届优秀数据中心峰会的现场，灯光闪动、大屏变幻，在行业专家及同仁的见证下，“青岛恒华机房设备工程有限公司”正式更名为“恒华数字科技集团有限公司”。

恒华总经理陈兴华上台发言：“在数据中心领域深耕细作了22年，如今的恒华从机房单一业务板块向多领域集团化方向发展，本次更名因势利导，目标实现产业战略转型升级。”

时光回溯到1999年，恒华在青岛成立。

把握三次历史机遇，注入更强科技属性

成立最初的几年，恒华专注于国外高端机房设备代理。

2000年起，现代机房渐渐形成规模，国家银行及重要商业银行纷纷在北京、上海建设数据中心，政府电子政务也在发展中，互联网企业如雨后春笋，此时国内机房发展已进入加速期。

恒华敏锐地感知到自己正身处一个朝气蓬勃的行业中。提到这次转变，陈兴华语气肯定地说：“2005年开始，我们意识到，如果没有属于自己的核心技术，贸易商、代理商未来将因为没有任何竞争力而逐渐被市场淘汰。”自此，恒华转变方向，开始涉足数据中心的整体解决方案，并于2008年成功拿到了电子与智能化工程专业承包资质，这使恒华正式迈过了数据中心行业的准入门槛。

恒华把握住了2010年左右金融和政府行业云计算普及的利好。陈兴华表示这是一个快速发展的时期：“有了准入门槛，我们经过多年积累、发展，抓住了金融、政务等云计算的契机，迅速

发展起来。”2020年，新基建浪潮掀起，恒华进入了一个崭新的高度，有机会走在前列，创造未来。

纵观恒华历经的三次影响较大的发展节点，可以说恒华准确切入了行业动态的发展方向，并充分利用了这几个时间段，从一个设备代理商一步步发展成为数据中心整体解决方案的提供商，凭借这些年积累的经验和技能，实现了企业的自我发展。

针对本次恒华的更名，陈兴华强调：“更名其实标志着恒华在数据中心、数字产业领域的加大投入。我们立足于数据中心，但又不仅仅局限于数据中心，我们会在大数据，软件开发等数据关联产业上进行全面的布局，把恒华数字科技集团打造成一个更强科技属性的国家高新技术企业。”

恒华将围绕数据中心行业进行上下游的拓展，例如建立大数据平台，针对数据中心的安全性以及节能低碳等要求，通过大数据的应用，对数据中心的安全进行全面预测及故障定位；在节能方面，恒华利用大数据分析以及人

工智能技术，将数据中心在运维过程中的PUE做到极致。

以技术塑魂，用服务立身，担行业责任

核心技术是企业的立身之本。作为一个服务型企业，陈兴华认为“我们的核心竞争优势来自于专业的技术优势以及稳定的人才队伍。”恒华的技术优势体现在诸多业务板块。

恒华目前的主要业务板块涉及到数据中心从前期到后期的全生命周期，提供数据中心咨询规划、设计实施、项目施工建设与管理、验证服务及智慧运维等全生命周期的整体解决方案服务，技术服务覆盖面很广。要支撑起这庞大业务体系，离不开恒华22载发展过程中沉淀的技术经验、不断创新的技术内核。

针对政府、企业等场景，恒华组织人力、物力、财力进行刻苦攻关，研究并试制成功一种移动中计算的集装箱数据中心，它具有高度信息化、智能化、集成化和可移动的特点，多年来获





得用户广泛好评。

对科技的重视也体现在恒华的智慧运维业务。智慧运维的重要落脚点在于智慧，因此，恒华加大了运维的“科技”元素投入，开发了“恒华智慧运维平台”。结合自主建立的大数据平台，恒华的运维摆脱了以人为主的简单服务，升华成为融合并固化了22年技术经验的和完善管理流程的体系性服务。

2020年底，恒华的智慧运维业务突破了亿元大关。面向未来，陈兴华笃定而自信，“我认为运维业务将是恒华在科技属性上的一个金牛业务。通过在全国市场拓展中获得的多样化的市场需求信息，来进一步完善我们的大数据平台，使之成为数据中心行业的智慧化转变做好先行者和贡献者。”

恒华始终秉持“与伙伴一起构建未来，创建行业内口碑最好的企业”的

使命，把客户放在第一位。2020年疫情期间，为保证工期，恒华花费人力物力按防疫要求对员工实施封闭式管理，保质保量保进度，圆满完成任务，赢得了客户的认可。

恒华也一直致力于数据中心行业标准的推动及完善，近年参与制定了数据中心领域的多项标准。今年6月，恒华承办了GB50462《数据中心基础设施施工及验收规范》中数据中心微模块、集装箱数据中心专题会议，参与对应章节的编写。陈兴华表示，GB50462的这次更新加入了微模块及集装箱数据中心的施工及验收规范，填补了空白，推动了标准的完善，使标准能更广泛地应用到相关的工作中去，推广至更多的应用场景。

得益于精湛的技术、完善的服务理念、建设行业的责任感，恒华在业内

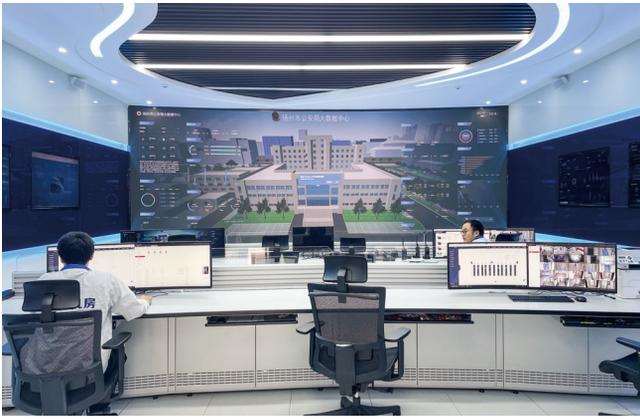
拥有良好的口碑，客户遍及政府机关、金融、交通、运营商、军工、科技及大型企事业单位。近期恒华成功中标了上海浦东发展银行股份有限公司合肥综合中心机房三期项目装修施工，京东2021- 京东智能产业园—昆山数字经济科技园机电工程施工总承包等项目。

聚焦人才优势，厚德载物，自强不息

“致天下之治者在人才，成天下之才者在教化。”企业需要经营业务，也需要经营人才，人才培养也是必要的。

正如陈兴华所言，恒华另一个核心竞争优势是稳定的人才队伍。这一点是如何做到的？

陈兴华介绍，恒华实施人才引进战略、建立人才培养体系；利用自身开发的大数据平台将相关人员的经验



进行固化，留下组织过程资产，极大地方便了人才引进和培养；可以说恒华已实现“人才”的良性运转。

恒华通过定期及不定期的全职业周期培训聚焦人才优势，打通人才成长路径。以新员工入职为例，新员工从入职开始即进入恒华的人才培养体系，融合“专业技能提升、职业素质修炼、职场角色转变”三维立体培训体系，通过新星计划雏鹰动力营项目、入职第一课新鹰特训营项目等开启新员工的职业启航；针对管理层及技术人员，未来恒华计划通过集团饶将储干培养及青训班、大咖秀等方式实现对管理人员及专业人才的培训。

恒华稳定坚实的人才队伍，并不是一天建成的。在公司成立之初恒华放弃依赖厂家工程师的售后服务，坚持组建了自己的售后服务团队。经过22年

的发展，恒华服务团队从人员到技术到理念，都站在了国内同行业的前沿。

如今，恒华“厚德载物，自强不息”的企业文化理念已在团队中深入人心。陈兴华解释道，“厚德载物”指做人，“自强不息”指做事，恒华人秉承了先做人后做事的原则，在行业内做好自己的事情，给客户一个美好的未来。恒华的使命是“做口碑最好的企业”，愿景是“与伙伴一起构建未来”，正好切合了“厚德载物，自强不息”的文化。

谈到行业面临新基建政策及双碳目标的现状，陈兴华指出了未来恒华的一个研发方向：节能降耗技术。

他认为，数据中心作为国家数字经济的基础设施，承载着数字经济发展的使命。数据中心的能耗其实是我们数字经济整体能源需求，虽然数据中心是为全国服务的，但在物理上还是

消耗了局部区域的相关能源。

“未来的数据中心一定是一个低能耗，低排放的数据中心，任何高能耗的数据中心都将会被逐步淘汰。”恒华将通过现有的大数据平台及智慧运维平台，为低耗能的数据中心建设做出自己应有的贡献。

结束语

通过本次采访，我们可以看见，恒华在历史机遇中敏锐决策，把握机会；发扬专业的技术优势，在技术上精益求精、不断奋进；建设稳定的人才队伍，“厚德载物，自强不息”。

恒华是数据中心分会的资深会员单位，发展壮大的过程体现了其坚韧拼搏的态度，相信未来的恒华，也将在新基建浪潮中继续精准把控发展方向，坚持科技、人才双通道发展，昂立潮头。🌀



双登集团股份有限公司

双登集团，大数据时代智慧能源专家，致力于研发、生产、销售锂离子电池、铅蓄电池、电源系统集成产品及能源存储解决方案。经过30多年的发展，成长为国内工业蓄电池领军企业，国家级高新技术产业集团、新能源领域的重点骨干企业，产品主要应用于绿色通信、智能电网、交通动力、能源再生等领域，在国内通信市场，市场占有率第一，全球前50强运营商中，与45家成为合作伙伴。

双登集团下属双登集团股份有限公司、湖北双登润阳新能源有限公司、江苏双登富朗特新能源有限公司、双登电缆股份有限公司、北京双登慧峰聚能科技有限公司、双登天鹏冶金江苏有限公司、江苏双登集团有限公司、

双登能源(美国)有限公司七家企业；拥有北京丰台总部基地，江苏泰州铅炭、铅酸生产基地，江苏泰州锂电生产基地，湖北润阳铅酸生产基地，江苏南通循环产业生产基地，江苏泰州电缆生产基地六大基地；设有上海、北京、南京、深圳以及国家认定企业技术中心五大研发平台。从电池到电源和系统，从生产到回收，构造能源绿色循环全产业链。设立42个国内办事处，分布全国各省市，设立5个海外销售分公司，4个海外HUB交付供应中心，满足全球交付及服务。目前公司拥有员工3000余名。

双登追求极致，塑造具有强劲可持续发展力，作为中国化学与物理电源行业协会、中国电池工业协会副理事长

单位，获得“国家环境友好企业”，“国家重点高新技术产业集团”、“中国电子信息百强企业”、“全球新能源企业500强”等荣誉。公司建有院士工作站、博士后科研工作站、国家认定的企业技术中心和检测中心，与全球著名高校、科研院所建立紧密的产学研合作，成立了以院士为首的30多位知名专家组成的技术委员会。公司先后承担了80多项国家和省级重点科技项目和产业化项目，包括“863计划”、强基工程、战略性新兴产业、科技成果转化、重点研发、工业支撑等项目。主导和参与了电池及电源系统20多个国家和行业标准的起草和修订。先后主导和参与了AGM、胶体、富液、风光互补电源系统、智能电网、新能源汽车、锂离子电池、燃料电池等多类产品国家和行业标准的起草和修订。

“铸造百年双登品牌，创造民族产业典范”。双登以前瞻的能源科技，坚定不移地推进绿色低碳事业，矢志不渝地实践“新能源、循环性、高科技”理念的信仰指引，注重从设计开发、绿色采购、体系管理、循环回收、节能减排五大环节重点管理，存储大爱和绿色能源，与全球客户共享绿色地球，为行业创造绿色模式，为人类营造绿色生活，为地球存储绿色未来。🌱





石家庄 科林电气股份有限公司

石家庄科林电气股份有限公司(股票代码603050)成立于2000年。主要涉及智能电网输配电及控制设备行业领域的研究,形成三大产品战略部署,分别为智能电网、新能源、互联网+,技术装备水平处于国内领先地位。先后助力了FAST天眼、央视大楼、中联大数据中心、北京冬奥会、北京机场、中俄输油管道等多个国家重点工程。是一家集研发、生产、销售、服务为一体的高新技术企业、工信部“互联网与工业融合创新试点企业”、工信部“服务型制造示范项目”企业、工信部制造业“双创”平台试点示范项目企业、河北省战略新兴产业双百强企业、河北省百强民营企业。

公司被认定为“国家企业技术中心”,形成了“一体两翼多平台”的科林创新体系,建有“河北省智能电网配用电技术创新中心”、“河北省配用电装备产业技术研究院”、“河北省院士工作站”、“博士后创新实践基地”、“河北省众创空间”、“河北省工业设计中心”、“河北省信息化与工业化融合公共服务示范平台”、“分布式光伏发电监控运维平台河北省工程实验室”等多个创新实践平台。

作为河北省“巨人计划”创新创业团队,以“创新驱动、人才强企”为支撑,打造高精尖人才团队。目前有多人任职全国标委会委员、全国行业学会理事参与国家行业标准制定及行业研讨、规划,多人荣获“河北省三三三人才”、多人获得“人才绿卡”,人才的引进与培养,提高了企业科技创新能力。并与清华大学、华北电力大学等多所高校建立了长期技术合作关系,进行了多领域、多层次、多学科的“产、学、研”合作。

科林电气销售规模不断扩大、市

场占有率逐年提高,产品销量处于行业领先地位,已经成为智能电网行业知名企业。在国网集中招标采购终端产品连续三年排名前五;电能表产品为河北省唯一入围并连续中标企业。经过十多年的发展,公司销售网络已遍布全国各地,在国内建有37个办事处,在巩固国内市场的同时,积极开拓海外市场,公司制定了一系列国际市场开拓举措,先后与巴基斯坦、印度、尼泊尔等国签订合作协议,海外国家正成为科林跨越发展的重要战略市场。📍





天津提尔科技有限公司

天津提尔科技有限公司成立于2019年07月19日，注册成本1080万元。企业经营范围包括：软件技术、自动化控制系统技术、数据中心设备技术开发、咨询、转让、服务；暖通设备、机械设备、制冷设备、计算机软硬件及辅助设备、电子产品销售、安装、维修；五金、交电、仪器仪表、文化体育用品销售；线路管道工程、通信工程、网络工程设计、施工；计算机软硬件及辅助设备、自动化控制系统、低压成套设备、工业电源设备、数据中心设备销售、安装等。公司汇集了一批具有深厚专业理论、丰富实践经验的网络能源专家和 AI 领域专家，凭借在数据中心基础设施领域的专业水平和成熟的技术而为大众所熟知，服务领域深入服务到政府、电力、能源等众多行业。

公司总装车间占地面积达1000m²。车间内含材料区、安装区、成品测试区等区域，车间采用军用标准设计为净化车间，可以充分满足设备总装的洁净度要求。公司具有完备的质量管理体系、环境管理体系以及职业健康安全管理体系认证证书，从设备的原材料采购、装配等各个阶段均按照行业内的高标准来要求自己，提供的高质量产品与同档次产品相比，价格更加贴近卖家

的需求，处于较低水平。在多地有售后服务支持团队，主要售后服务范围覆盖北京、天津、河北、山东、安徽、河南以及内蒙古等区域等地。可以实现原厂质保服务，包括在质保期内设备的现场维修、维护及电话技术支持等服务。

公司集设计、制造、安装、工程、维修、销售为一体，致力于向客户提供专业高效的数据中心基础设施一体化解决方案，以及多种绿色数据中心解决方案。公司现期较为成熟的产品方案包括智能一体化机柜、智能一体化排柜以及智能微模块，具有二十多项产品相关专利以及十几项软件著作权。智能一

体化机柜集成配电模块、UPS 模块、消防模块、监控一体机、IT 设备、蓄电池包以及机架空调等，可实现模块式瓶装，按需扩容。机组可实现整体运输，现场安装工序少，安装简便快捷，1小时即可安装完毕。各功能模块均为机架式，按需配置设备的同时减少占地面积。与传统的边缘型机房相比，智能一体化机柜更方便、更快捷、更节能、更高效。

提尔科技奉行“以客户为中心，服务铸就成功”的经营理念，力争为客户提供性价比更高的产品和服务，为客户创造更大价值！



UPS 蓄电池 并联电路的特殊设计(二)

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

(接上期 P12)

(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“特殊设计方案2”对 UPS 在蓄电池组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的情况下, 对后备时间有仍然为 15 分钟维持不变的要求, 所以蓄电池的选择和每组蓄电池组的设计同 2.1.1 节, 即所选一款蓄电池参数为: 12V/250AH, 后备 15min, 恒功率 4.9kW, 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 3.1.1 节。即 QF1 为 750V-/630A/3P; 电缆截面为 240(mm²)。

③ UPS 蓄电池分支电路的线路设计:

同 3.1.1 节。即 QF2-1 和 QF2-2 为 750V-/630A/3P; 电缆截面为 240(mm²); 电池间连接线缆载流量不小于 500A。

由此可见, 采用并联电路的“特殊设计方案2”, 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; 为满足蓄电池单组运行后备时间不变的要求而选择了相适应的大容量蓄电池, 其实质是更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、另一组能够正常工作时, UPS 完全能够在额定负载下确保系统正常应急运行, 其后备时间仍然为 15 分钟保持不变。

3.2 三蓄电池组并联电路的特殊设计

分析过程仍然用 2.1 节例题为例, 三蓄电池组并联电路如图 6 所示, 计算电路主要技术参数如下:

① 计算每组蓄电池串联数量 n:

$$n = U_n / U_d = 480V / 12V = 40 \text{ (节)}$$

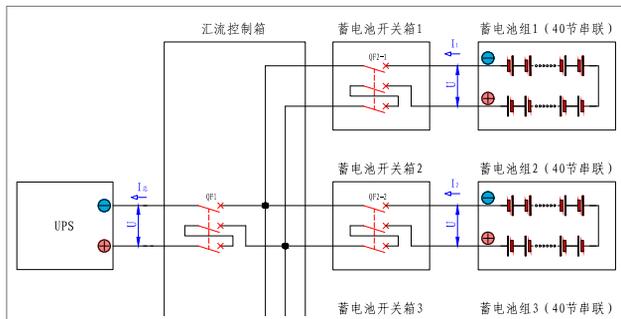


图 6 三并联蓄电池组线路设计示意图

② 计算蓄电池并联组数 N 和蓄电池数量：

$N=3$ ；蓄电池总数量 $=N \cdot n=3 \times 40=120$ 节。

③ 计算 UPS 在额定负载工作下需要蓄电池组提供的电能总功率 $W_{\text{总}}$ 和主电路的最大放电

电流 $I_{\text{总max}}$ ： $W_{\text{总}}=190\text{kW}$ ， $I_{\text{总max}}=0.466\text{kA}$ 。

3.2.1 特殊设计方案 1

(1) UPS 采用三蓄电池组并联电路的“特殊设计方案 1”时，UPS 系统的应急运行能力是：

① UPS 在蓄电池的三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 在蓄电池的两个分路正常工作，有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 1.5 倍正常放电功率下工作，所以后备时间将有所缩短，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 9 分钟。

(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：

把 $W_{\text{总}}=190\text{kW}$ 平均分摊给 120 节蓄电池，得到：

单节蓄电池的恒功率 $=W_{\text{总}}/(N \cdot n)=190/(3 \times 40)=190/120=1.59(\text{kW})$ ，查阅蓄电池产品资料，选一款蓄电池参数为：12V/86AH，后备 15min，恒功率 1.68kW，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，采用 3 组蓄电池并联运行，蓄电池总数为 120 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：

分支电路电压： $U_{\text{max}}=540\text{V}$ ；

分支电路电流：按照 UPS 在一个蓄电池分路因故不能工作，而由其余两个分路共同承担总后备放电电流计算： $I_{\text{支max}}=I_{\text{总max}}/2=0.466/2=0.233(\text{kA})$ ，由此选择分支电路的断路器和电缆线路：

a. QF2-1、QF2-2 和 QF2-3 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 250A、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 120(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 250A。

由此可见，采用三蓄电池组并联电路的“特殊设计方案 1”，蓄电池线路设计的主电路没有变化，而支电路的载流量是按照 2 个支路平均分摊主电路工作电流计算，这样，当一个蓄电池组分电路出现故障或维护检修时，其余 2 个蓄电池组完全能够保证 UPS 在额定负载下应急运行，但后备时间将远小于 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。

3.2.2 特殊设计方案 2

(1) UPS 采用三蓄电池组并联电路的“特殊设计方案 2”时，UPS 系统的应急运行能力是：

① UPS 在蓄电池的三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 在蓄电池的两个分路正常工作，有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 1.5 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。

(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：

把 $W_{\text{总}}=190\text{kW}$ 平均分摊给 80 节蓄电池，得到：

单节蓄电池的恒功率 $=W_{\text{总}}/((N-1) \cdot n)=190/((3-1) \times 40)=190/80=2.38(\text{kW})$ ，查阅蓄电池产品资料，选一款蓄电池参数为：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，采用 3 组蓄电池并联运行，蓄电池总数为 120 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：

同 3.2.1 节。即 QF2-1、QF2-2 和 QF2-3 为 750V-/250A/3P；电缆截面为 120(mm^2)；电池间连接线载流量不小于 250A。

由此可见，采用三蓄电池组并联电路的“特殊设计方案2”，蓄电池线路设计的主电路没有变化，而支电路的载流量是按照2个支路平均分摊主电路工作电流计算，这样，当一个蓄电池组分电路出现故障或维护检修时，其余2个蓄电池组完全能够保证UPS在额定负载下应急运行；本方案为满足蓄电池两组运行后备时间不变的要求而选择了相适应的大容量蓄电池，其实质是更好地提高了系统的安全可靠性，即当一个蓄电池组分电路出现故障或维护检修时，另两组能够完全确保UPS在额定负载下正常应急运行，并且后备时间仍然为15分钟保持不变。

3.3 四蓄电池组并联电路的特殊设计

分析过程仍然用2.1节例题为例，三蓄电池组并联电路如图7所示，计算电路主要技术参数如下：

①计算每组蓄电池串联数量 n ： $n=40$ （节）。

②计算蓄电池并联组数 N 和蓄电池数量： $N=4$ ；蓄电池总数量 $=N \cdot n=4 \times 40=160$ 节。

③计算UPS在额定负载工作下需要蓄电池组提供的电源总功率 $W_{总}$ 和主电路的最大放电电流 $I_{总max}$ ：

$$W_{总} = 190\text{kW}, I_{总max} = 0.466\text{kA}.$$

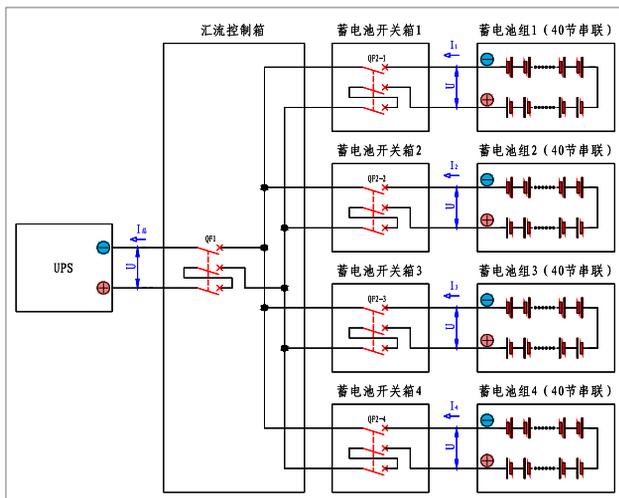


图7 四并联蓄电池组线路设计示意图

3.3.1 特殊设计方案1

(1)UPS采用四蓄电池组并联电路的“特殊设计方案1”时，UPS系统的应急运行能力是：

① UPS在蓄电池的四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在蓄电池的三个分路正常工作，有一个分路因

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：蓄电池在承担4/3倍正常放电功率下工作，后备时间将有所缩短，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11分钟。

(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：

把 $W_{总}=190\text{kW}$ 平均分摊给160节蓄电池，得到：

单节蓄电池的恒功率 $=W_{总}/(N \cdot n)=190/(4 \times 40)=190/160=1.19(\text{kW})$ ，查阅蓄电池产品资料，选一款蓄电池参数为：12V/65AH，后备15min，恒功率1.38kW，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，采用4组蓄电池并联运行，蓄电池总数为160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：

分支电路电压： $U_{max}=540\text{V}$ ；

分支电路电流：按照UPS在一个蓄电池分路因故不能工作，而由其余三个分路共同承担总后备放电电流计算： $I_{支max}=I_{总max}/3=0.466/3=0.156(\text{kA})$ ，由此选择分支电路的断路器和电缆线路：

a.QF2-1、QF2-2、QF2-3和QF2-4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250A、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70(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160A。

由此可见，采用四蓄电池组并联电路的“特殊设计方案1”，蓄电池线路设计的主电路没有变化，而支电路的载流量是按照3个支路平均分摊主电路工作电流计算，这样，当一个蓄电池组分电路出现故障或维护检修时，其余3个蓄电池组完全能够保证UPS在额定负载下应急运行，但后备时间将小于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。

3.3.2 特殊设计方案2

(1)UPS采用四蓄电池组并联电路的“特殊设计方案2”

时，UPS 系统的应急运行能力是：

① UPS 在蓄电池的四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 在蓄电池的三个分路正常工作，有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4/3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。

(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：

把 $W_{总}=190\text{kW}$ 平均分摊给120节蓄电池，得到：

单节蓄电池的恒功率 $=W_{总}/((N-1) \cdot n) = 190/((4-1) \times 40) = 190/120 = 1.59(\text{kW})$ ，查阅蓄电池产品资料，选一款蓄电池参数为：12V/86AH，后备15min，恒功率1.68kW，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，采用4组蓄电池并联运行，蓄电池总数为160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 (mm²)。

③ UPS 蓄电池分支电路的线路设计：

同3.3.1节。即 QF2-1、QF2-2、QF2-3和 QF2-4 为 750V- / 250A/3P；电缆截面为 70 (mm²)；电池间连接线缆载流量不小于160A。

由此可见，采用四蓄电池组并联电路的“特殊设计方案2”，蓄电池线路设计的主电路没有变化，而支电路的载流量是按照3个支路平均分摊主电路工作电流计算，这样，当一个蓄电池组分电路出现故障或维护检修时，其余3个蓄电池组完全能够保证 UPS 在额定负载下应急运行；为满足蓄电池三组运行后备时间不变的要求而选择了相适应的大容量蓄电池，其实质是更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，另三组能够完全确保 UPS 在额定负载下正常应急运行，其后备时间仍然为15分钟保持不变。

3.3.3 特殊设计方案3

(1) UPS 采用四蓄电池组并联电路的“特殊设计方案

3”时，UPS 系统的应急运行能力是：

① UPS 在蓄电池的四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 在蓄电池的两个分路正常工作，另外两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：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，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。

(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：

同3.3.1节。把 $W_{总}=190\text{kW}$ 平均分摊给160节蓄电池，得到：

单节蓄电池的恒功率 $=W_{总}/(N \cdot n) = 190/(4 \times 40) = 190/160 = 1.19(\text{kW})$ ，选一款蓄电池参数为：12V/65AH，后备15min，恒功率1.38kW，放电终止单格电压为1.7V；采用4组蓄电池并联运行，蓄电池总数为160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 (mm²)。

③ UPS 蓄电池分支电路的线路设计：

分支电路电压： $U_{max}=540\text{V}$ ；

分支电路电流：按照 UPS 在两个蓄电池分路因故不能工作，而由其余两个分路共同承担总后备放电电流计算： $I_{支max} = I_{总max}/2 = 0.466/2 = 0.233(\text{kA})$ ，由此选择分支电路的断路器和电缆线路：

a. QF2-1、QF2-2、QF2-3和 QF2-4 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250A、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120 (mm²)；

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250A。

由此可见，采用四蓄电池组并联电路的“特殊设计方案3”，蓄电池线路设计的主电路没有变化，而支电路的载流量是按照2个支路平均分摊主电路工作电流计算，这样，当2个蓄电池组分电路出现故障或维护检修时，其余2个蓄电池

组完全能够保证 UPS 在额定负载下应急运行,但后备时间将远小于 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。

3.3.4 特殊设计方案 4

(1) UPS 采用四蓄电池组并联电路的“特殊设计方案 4”时,UPS 系统的应急运行能力是:

① UPS 在蓄电池的四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 在蓄电池的两个分路正常工作,另外两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。

(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:

把 $W_{\text{总}}=190\text{kW}$ 平均分摊给 80 节蓄电池,得到:

单节蓄电池的恒功率 $=W_{\text{总}}/((N-2)\cdot n)=190/((4-2)\times 40)=190/80=2.38(\text{kW})$, 查阅蓄电池产品资料,选一款蓄电池参数为: 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,采用 4 组蓄电池并联运行,蓄电池总数为 160 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 $240(\text{mm}^2)$ 。

③ UPS 蓄电池分支电路的线路设计:

分支电路电压: $U_{\text{max}}=540\text{V}$;

分支电路电流: 按照 UPS 在两个蓄电池分路因故不能工作,而由其余两个分路共同承担总后备放电电流计算: $I_{\text{支 max}}=I_{\text{总 max}}/2=0.466/2=0.233(\text{kA})$, 由此选择分支电路的断路器和电缆线路:

a. QF2-1、QF2-2、QF2-3 和 QF2-4 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 250A、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 $120(\text{mm}^2)$;

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 250A。

由此可见,采用四蓄电池组并联电路的“特殊设计方案 4”,蓄电池线路设计的主电路没有变化,而支电路的载流量是按照 2 个支路平均分摊主电路工作电流计算,这样,当 2 个蓄电池组分电路出现故障或维护检修时,其余 2 个蓄电池组完全能够保证 UPS 在额定负载下正常应急运行,其后备时间仍然为 15 分钟保持不变。

四、UPS 蓄电池并联电路的特殊设计方案的意义

4.1 一般设计方案的优缺点和安全性

UPS 蓄电池电路采用 N 个蓄电池组并联供电的一般设计方案虽然能够满足 UPS 后备容量和后备时间的要求,但是这只满足 UPS 最低水平的安全可靠性能的供电需求。

4.1.1 优缺点

(1) 优点

① 在并联蓄电池组各个支路都能正常工作的情况下: UPS 能够满足满载应急供电;其后备时间能够满足设计要求,例如后备时间不小于 15 分钟。

② UPS 在小于额定负载的一定范围内正常工作的情况下: UPS 的并联蓄电池组的各个支路之间能够起到一定程度的热冗余备份作用。

③ 最大限度地降低了蓄电池并联电路的投资费用。

(2) 缺点

在并联蓄电池组有个别支路因故不能正常工作的非常应急供电情况下: UPS 就不能满载应急供电运行。如双蓄电池组并联电路在一路能正常工作而另一路因故不能正常工作的非常应急运行情况下,UPS 只能满足半载应急供电。

4.1.2 安全可靠性能分析

为方便分析起见,我们仍以双蓄电池组并联电路为例来进行分析。例如大中型数据中心机房 IT 设备 UPS 供电系统一般是由两个独立的、互为热备份的 UPS 组成,正常工作时,每台 UPS 最多只承担 50% 的额定负载,当一台 UPS 因故不能工作时,另一台能够承担 100% 的额定负载,假设这两台 UPS 都是采用双蓄电池组并联电路的,那么:

(1) 在两台 UPS 都正常的情况下: 当 UPS 正常应急供电时,每台 UPS 只承担 50% 的额定负载,其每个蓄电池组支路实际上只向 UPS 提供 25% 额定负载的直流电力;若当一台 UPS 的一个蓄电池组支路因故不能正常工作时,这时另一个正常工作的蓄电池组支路就将向 UPS 提供 50%

额定负载的直流电力，可见对 UPS 的正常应急供电也没有任何影响，这是因为另一个正常工作的蓄电池组支路在设计上就是能够向 UPS 提供 50% 额定负载的直流电力的。

(2) 在一台 UPS 正常工作而另一台 UPS 因故不能工作的情况下：当 UPS 正常应急供电时，这台 UPS 就要承担 100% 的额定负载了，其每个蓄电池组支路就要向 UPS 提供 50% 额定负载的直流电力；若当这台 UPS 的一个蓄电池组支路出现因故不能正常工作的情况时，这时另一个正常工作的蓄电池组支路由于受到设计参数的限制是不能向 UPS 提供大于 50% 额定负载的直流电力的，这就可能会出现 UPS 应急供电失败的事故。

(3) 有不少机房平时 IT 负荷就远小于额定负载，特别是新机房投运的最初几年，由于负载小，所以即使有时在互为冗余热备的两台 UPS 只有一台能够正常工作而另一台因故停运时，采用一般设计方案的 UPS 双蓄电池组并联电路在这种情况下也能胜任应急供电运行，这是因为前提是 IT 实际负载没有超过 50%。要注意的是：我们绝不能被这种看似正常的现象所欺骗，因为一旦实际负载增大到超过 50%，当 UPS 出现一个蓄电池组支路因故不能正常工作，UPS 在这种非常情况下满载应急供电运行，就会由于蓄电池支路超负荷而停机，给机房造成不应有的损失，这个问题必须引起高度重视。

4.2 特殊设计方案的优缺点和安全可靠性

UPS 蓄电池电路采用 N 个蓄电池组并联供电的特殊设计方案就是为克服一般设计方案的缺点，同时考虑到可以根据建设方对提高安全可靠性的具体需求的高低和投资预算费用的多少而选用的不同性能档次的设计方案。

4.2.1 特殊设计方案的优点

(1) 在并联蓄电池组有个别支路不能正常工作的非常应急供电运行情况下 UPS 仍然能满载应急供电，其后备时间长短可以根据设计所选蓄电池容量大小和并联蓄电池组设计电路的性能档次高低而有所不同。其典型方案示例由低到高排列汇集如下：

① UPS 双蓄电池组并联电路的特殊设计方案 1：UPS 能够在并联蓄电池组的一个支路正常工作而另一个支路因故不能工作的非常应急运行情况下满载应急供电，但其后备时间将有很大缩短，例如后备时间约为 5 分钟。

② UPS 双蓄电池组并联电路的特殊设计方案 2：UPS 能够在蓄电池组的一个支路正常工作而另一个支路因故不能工作的非常应急运行情况下满载应急供电，并且后备时间

不变，例如后备时间不小于 15 分钟。

③ UPS 三蓄电池组并联电路的特殊设计方案 1：UPS 能够在蓄电池组的两个支路正常工作而有一个支路因故不能工作的非常应急运行情况下满载应急供电，但其后备时间将有所缩短，例如后备时间约为 9 分钟。

④ UPS 三蓄电池组并联电路的特殊设计方案 2：UPS 能够在蓄电池组的两个支路正常工作而有一个支路因故不能工作的非常应急运行情况下满载应急供电，并且后备时间不变，例如后备时间不小于 15 分钟。

⑤ UPS 四蓄电池组并联电路的特殊设计方案 1：UPS 能够在蓄电池组的三个支路正常工作而有一个支路因故不能工作的非常应急运行情况下满载应急供电，但其后备时间将有所缩短，例如后备时间约为 11 分钟。

⑥ UPS 四蓄电池组并联电路的特殊设计方案 2：UPS 能够在蓄电池组的三个支路正常工作而有一个支路因故不能工作的非常应急运行情况下满载应急供电，并且后备时间不变，例如后备时间不小于 15 分钟。

⑦ UPS 四蓄电池组并联电路的特殊设计方案 3：UPS 能够在蓄电池组的两个支路正常工作而另两个支路因故不能工作的非常应急运行情况下满载应急供电，但其后备时间将有所缩短，例如后备时间约为 5 分钟。

⑧ UPS 四蓄电池组并联电路的特殊设计方案 4：UPS 能够在蓄电池组的两个支路正常工作而另两个支路因故不能工作的非常应急运行情况下满载应急供电，并且后备时间不变，例如后备时间不小于 15 分钟。

(2) UPS 的并联蓄电池组电路中各支路具有较好的热冗余备份作用。在上述的“典型方案示例汇集”中：

① UPS 双蓄电池组并联电路中的两个支路互为 (1+1) 热冗余备份，其中：“特殊设计方案 1”是低性能档次方案，“特殊设计方案 2”是高性能档次方案。

② UPS 三蓄电池组并联电路中的三个支路互为 (2+1) 热冗余备份，其中：“特殊设计方案 1”是低性能档次方案，“特殊设计方案 2”是高性能档次方案。

③ UPS 四蓄电池组并联电路中的四个支路互为 (3+1) 热冗余备份，其中：“特殊设计方案 1”是低性能档次方案，“特殊设计方案 2”是高性能档次方案。

④ UPS 四蓄电池组并联电路中的四个支路互为 (2+2) 热冗余备份，其中：“特殊设计方案 3”是低性能档次方案，“特殊设计方案 4”是高性能档次方案。

(3) 可以根据建设方对提高安全可靠性的具体需求高

低来选择合适的性能档次方案，节省 UPS 蓄电池并联电路的投资费用，得到良好的投资性价比。

4.2.2 特殊设计方案的缺点

(1) 投资费用较高。所选蓄电池组并联电路的性能档次越高，其投资费用就越高；

(2) 蓄电池占地面积较大，机房地面承载重量增加；

(3) 增加了相关电路系统的复杂性。

4.2.3 安全可靠性能分析

(1) 特殊设计方案与一般设计方案相比较，UPS 应急供电的安全可靠性能有了很大的提高，其中最关键、最显著的一点是：UPS 能够真正做到在出现一个蓄电池组支路因故不能正常工作时（即 UPS 非常应急运行时）满载应急供电运行，这是特殊设计方案所提高的最起码的安全可靠性能，也是我们需求的最重要的安全可靠性能。

(2) 特殊设计方案的低档次方案在 UPS 非常应急运行时，其后备时间将有所减少提示我们要准备好相关应急预案。

(3) 特殊设计方案的高档次方案在 UPS 非常应急运行时，其后备时间将符合设计后备时间要求，这就为 UPS 提升了最好的安全可靠性能。

五、结束语

本文主要献给大中型数据中心机房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，建议大家研读后做好以下几点：

(1) 当规划机房 UPS 系统时，建议采用蓄电池组并联电路热冗余备份方案的“特殊设计方案”，并预留适当的建

筑空间摆放设备；

(2) 当设计机房 UPS 系统时，建议在采用蓄电池组并联电路“特殊设计方案”时，最起码要做到在当 UPS 出现一个蓄电池组支路因故不能正常工作时（即 UPS 非常应急供电时）UPS 也能胜任满载应急供电运行；

(3) 在机房施工招标时，建议在图纸资料文件上明确标明：当 UPS 出现一个蓄电池组支路因故不能正常工作时其 UPS 应急供电运行必须满足的带载能力和后备时间、单只蓄电池的电压、每组蓄电池的串联数量、蓄电池组并联支路数量和冗余性能、直流总路电流、支路电流、总路和支路的电缆截面、直流断路器规格、蓄电池之间连接电线的载流量，蓄电池开关箱和汇流控制箱等相关技术参数，这有利于工程质量的过程控制和保障；

(4) 在运行机房的运维管理者应当搞清楚和充分掌握所管理的 UPS 电源系统的冗余备份能力、UPS 并联蓄电池组的冗余备份能力、UPS 一般应急带载能力和 UPS 非常应急带载能力和相关后备时间、实际负荷情况和变化发展趋势，有利于发现系统隐患和整改，有利于制定应急预案指导演练，提高运维质量。🔗

作者简介：

吕纯强，浩德科技股份有限公司总工程师。精通强电、弱电和暖通专业包括供配电、防雷接地、网络布线、监控安防、计算机通信和制冷通风专业的机房设备、规划设计、机房节能、工程管理、机房测评和运维管理。

