

电力直流控制电源的缺陷分析及改进实践

张富刚¹, 张洪涛¹, 刘海东¹, 张华平²

(1. 洛阳供电公司, 河南 洛阳 471000; 2. 洛阳普莱德电气有限公司, 河南 洛阳 471003)

摘要: 分析了目前电力直流控制电源存在的缺陷及蓄电池组早期失效的原因, 论述了均充操作对蓄电池组造成损害的现状及解决方法。提出将蓄电池组串联充电改为每只蓄电池独立充电的方法解决蓄电池过充和欠充问题以及蓄电池单只更换问题, 通过为每只蓄电池设置备用通路的方法解决故障蓄电池自动旁路问题; 提出将蓄电池充电模块数字化方法在不增加蓄电池接线的前提下解决蓄电池监控问题并实现蓄电池性能预警。对每项改进是否会带来新的应用问题进行了理论探讨和数据分析, 提供了改进后样机的实测数据。

关键词: 电力直流控制电源; 充电方式; 充电模块数字化; 自动旁路; 性能预警

中图分类号: TM 910.6; TM 912

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2011)03-0142-05

发电厂和变电站中, 直流控制电源由蓄电池组、充电装置及直流屏等设备构成。直流控制电源广泛应用于各种类型的发电厂和变电站中, 是一种在正常和各种事故情况下都要保证可靠供电的电源系统, 是保证在电力事故状态下各种保护和自动化装置可靠工作和动作的“最后一道保安电源”^[1]。

1 目前电力直流控制电源存在的缺陷

目前广泛使用的直流控制电源都以 GZDW 型直流控制电源为原型, 只是近两年有少量产品增加了蓄电池端电压巡检装置。该机型为我国提高电网直流电源系统的自动化做出了重大贡献^[2], 但在 15 年的使用实践中, 业内也逐渐发现了它的不足, 下面对照原理图来分析它的缺陷。电力直流控制电源原理图如图 1 所示(图中, * 表示系统不设置硅降压装置时, 动力母线和控制母线合并; 图 2 同)。

a. 充电方式不合理, 蓄电池组内各单体蓄电池充电不均衡, 造成蓄电池过早失效。从图 1 中可以

看到, 整流模块是对整组蓄电池以浮充方式串联充电的。串联充电时, 流过每只单体蓄电池的电流都是相同的, 而蓄电池由于制造工艺、检验手段和装卸运输诸多因素的影响, 整批电池离散性是普遍存在的, 每块电池的端电压、内阻及自放电电流均存在一定的差异, 每只单体蓄电池的原始容量不可能做到完全相同, 即便是同一批出厂的蓄电池其容量偏差也较大, 因此, 在运行中将其作为一个整体用统一的电流长期浮充, 势必造成原始容量较小的蓄电池长期过充电, 原始容量较大的蓄电池长期欠充电。当阀控式密封铅酸蓄电池过充时, 电池的隔板、极板等由于电解氧化而遭到破坏, 造成电池板栅腐蚀加速, 活性物质松动, 而使容量失效。长期过充还会导致热失控, 其直接后果是蓄电池的外壳鼓包、漏气, 最后失效。当阀控式密封铅酸蓄电池欠充时, 负极上的化学反应和正极上的化学反应都不充分, 由于活性物质的硫酸化, 使得蓄电池内阻增加, 容量下降、寿命缩短。不合理的充电方式造成蓄电池过早失效。

b. 将适用于开口铅酸蓄电池的均衡充电概念 照搬到阀控式密封铅酸蓄电池, 加速了部分阀控密封铅酸蓄电池失水老化。我国电力直流控制电源使用的蓄电池经历了从老式开口式铅酸蓄电池到半开口防酸式铅酸蓄电池到阀控式密封铅酸蓄电池。1995 年设计 GZDW 型直流控制电源时, 阀控式密封铅酸蓄电池刚开始应用, 对新电池的了解不够深入, 采用了开口式铅酸蓄电池的充电程序。同样原因, 当时将适用于开口铅酸蓄电池的均衡充电概念也照搬到阀控式密封铅酸蓄电池。当时的术语是: 浮充电是在正常运行时, 充电装置承担经常负荷, 同时向蓄电池组补充充电, 以补充蓄电池的自放电, 使蓄电池以满容量的状态处于备用^[3]。均衡充电是为补偿蓄电池在使用过程中产生的电压不均匀现象, 使其恢复到规定的范围内而进行的充电, 以及大容量放电后的补

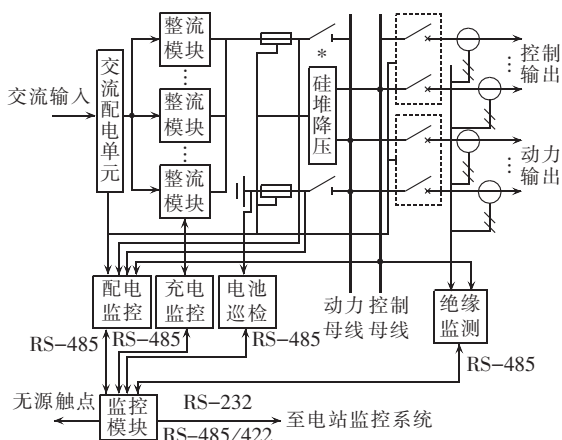


图 1 电力直流控制电源原理图

Fig.1 Schematic diagram of DC power supply

充充电,统称为均衡充电^[4]。但自2004年电力直流控制电源已广泛采用阀控式密封铅酸蓄电池^[5]后,已经有人发现问题了,2009年出版的文献[1]明确指出:阀控式密封铅酸蓄电池的水分损耗虽然较小,但水分损失后却不可能和防酸电池一样再加液,因此,阀控式铅酸蓄电池的浮充电运行寿命有可能极大短于普通防酸式铅酸蓄电池。2010年出版的文献[6]也指出:阀控式密封铅酸蓄电池在使用过程中,只需数月或1年,其容量就低于额定值的80%,或整组蓄电池虽然普遍较好,但其中个别蓄电池的性能急剧变差。文献[1,6]指出了寿命短的现象,没有分析水分损失的原因。本文认为水分损失的原因是目前的电力直流控制电源错误地引用了均衡充电概念;频繁地使用了均充。例如某产品说明书原文:“在长期浮充状态下,为保养蓄电池,系统每隔一定时间自动进行一次均衡充电(时间由用户设定,默认为720h),以保持电池容量。另外当用户认为必要时亦可通过按键操作随时进行手动均衡充电”。这是个严重错误,原因如下:对浮充运行的蓄电池组进行均充,其实质是过充,这种方式对早期的开口式铅酸蓄电池和后来的半开口式防酸铅酸蓄电池是有效的,确实能改善各单体电池的端电压差异,因为开口式及半开口式铅酸蓄电池都可以加液,不怕过充。2004年后电力直流控制电源已广泛采用阀控式密封铅酸蓄电池,而阀控式密封铅酸蓄电池是由单向阀密封的,对充电电压非常敏感,不能过充,过充就意味着失水、容量减小、热失控、早期报废。试验显示:第1组10只新阀控铅酸蓄电池用2.35V电压浮充(保持环境温度25℃),120d有蓄电池出现热失控;第2组10只新阀控铅酸蓄电池用2.30V电压浮充(25℃),约190d有蓄电池出现热失控;第3组10只新阀控铅酸蓄电池用2.28V电压浮充(25℃),约390d有蓄电池出现容量严重下降,可见过充对阀控式密封铅酸蓄电池是致命的。此外,整流模块对阀控铅酸蓄电池组的均充参数:理论上每只单体电池的均充电压为2.35V,这个电压对阀控蓄电池已经是破坏电压了,由于串联充电的不均匀性,实测得到的单体最大电压在2.38V左右,这个电压对阀控蓄电池是严重过充,且将使该只阀控蓄电池失水。整流模块每隔720h进行一次均充,相当于整流模块每隔720h就对蓄电池组中的某些单体蓄电池进行一次破坏,加速了部分阀控密封铅酸蓄电池失水老化。

c. 蓄电池组没有保护回路,最重要的部分最薄弱。蓄电池组是电源系统的重要组成部分,是系统的核心,是保证在电力事故状态下电站的各种保护和自动化装置可靠工作和动作的“最后一道防线”,因为一旦蓄电池出现问题,带来的必然是事故停电。从图1中可见,整流模块 $N+1$ 冗余备份,而蓄电池组却是孤立无援的,是单回路的,蓄电池组的容量完

全由容量最小的那只决定,即使108只电池中有107只都是200A·h,只要有一只的容量是10A·h,那么整组的电池容量也只能是10A·h,如果有一只电池极板开路或内阻异常增大,那么整组蓄电池的容量就是零或接近于零,只能是形同虚设了。这也是200A·h蓄电池组只能工作几分钟这种怪现象出现的原因。

d. 整流模块监控过度,蓄电池组监控缺失。目前所有电力直流控制电源的后台监控系统都可获得整流模块的各种运行参数,实施各种控制和操作,实现对整流模块的“四遥”功能。图1是目前较先进的电力直流控制电源的原理图,它的“电池巡检”也只是具备单体蓄电池的端电压巡检功能,而目前95%以上正在使用的电力直流控制电源无该功能。实际上,这唯一的蓄电池监控功能(意义不大)也是因为蓄电池浮充时的端电压与蓄电池的容量、内阻、自放电等参数无任何相关;甚至相反,比如阀控蓄电池失水后容量是下降的,但失水后电解液比重增加,它的端电压反而是上升的,即一只容量严重下降,内阻异常增大的蓄电池的浮充端电压却可能是完全正常的。仅关注蓄电池端电压是不够的,因为一组端电压完全正常的蓄电池组可能仅放电几分钟就没电了,合格的监控系统应该在蓄电池容量严重下降,蓄电池内阻异常增加,蓄电池内部自放电超标能及时发出警告。

e. 蓄电池的维护无法操作。对目前的电力直流控制电源,一些负责任的技术人员严格按照规定,每年对蓄电池组深度放电进行容量检测,通常大多数蓄电池是好的,少数几只蓄电池容量落后,对这些容量落后的蓄电池,虽然想尽办法,使用各种仪器进行容量恢复,但是,多数蓄电池的容量根本无法恢复。尝试更换少数新电池,又会引起组内其他电池更快的恶化,只好对仅投运了3年甚至1年的一百多只蓄电池整组更换。

f. 缺少对蓄电池恶性事故的预防能力,系统可靠性令人担忧。国家电网公司生产部2002年至2004年曾对14个省、市直流电源系统故障进行一次调查抽样统计,虽有一定的片面性和局限性,但反映出的问题却是触目惊心的:调查期间蓄电池故障5次,占35.7%;充电装置故障9次,占64.3%。在蓄电池5次故障中,蓄电池爆炸起火2次。另据了解,许多地方在统计时间区段外也曾发生过蓄电池爆炸事故,且多为阀控蓄电池。说明该类故障不但后果严重,而且在蓄电池事故中占较大比例^[7]。除了蓄电池自身安全阀质量问题外,充电装置的安全可靠性也要求考虑,如果不是充电装置对蓄电池进行了过充电,蓄电池的内部压力就不会达到爆炸的程度,如果充电装置具有自放电电流和单体蓄电池温度监测功能,蓄电池的热就失控不会发展到起火的程度。

2 电力直流控制电源的改进

改进后的电力直流控制电源原理见图 2。

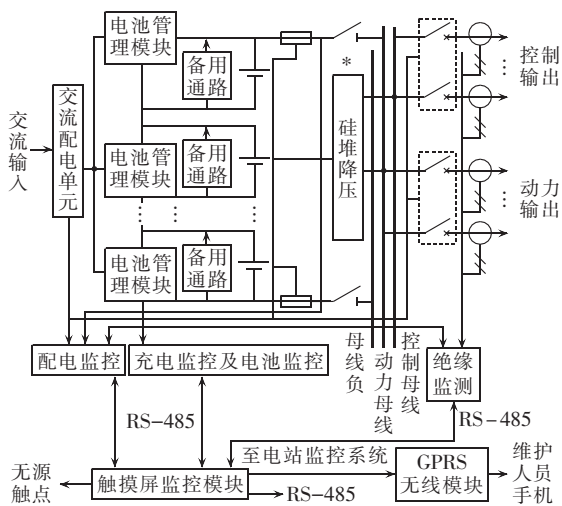


图 2 改进后的电力直流控制电源原理图

Fig.2 Schematic diagram of improved DC power supply

本文提出对电力直流控制电源进行以下改进。

a. 彻底抛弃传统的串联充电方式,改为每只蓄电池独立充电。阀控铅酸蓄电池对浮充电压要求非常严格,在偏离了正确使用条件下运行将造成严重后果,而目前的充电方式根本无法满足单体蓄电池严格的浮充电压要求,原因在于串联充电方式是总电压固定,每只单体蓄电池的充电电压动态分配,每只单体蓄电池的浮充电压完全不可控。图 2 所示的单体蓄电池独立充电方式使每只单体蓄电池拥有自己独立的蓄电池数字化管理模块,每只单体蓄电池的浮充电压可以精确到 0.001 V,充电曲线可以严格地按照厂家要求设定,从根本上避免了蓄电池的过充和欠充,可以确保蓄电池的使用寿命。

b. 允许随时更换单只蓄电池,方便维护。传统的电力直流控制电源由于充电方式决定,要求一组蓄电池必须容量匹配,不允许新旧蓄电池混用,也不允许更换单只蓄电池,必须整组更换,维护成本惊人。本文提出的独立充电方式使每只单体蓄电池拥有自己独立的数字化充电管理模块,各单体蓄电池之间不会相互影响,不必内阻匹配,不必容量匹配,允许新旧蓄电池混用,允许随时更换单只或多只蓄电池,简化了维护程序,降低了维护成本。

c. 为每只蓄电池设置备用通路,故障蓄电池应自动旁路。传统的电力直流控制电源要求 100 多只蓄电池必须每只完好,任何一只都不能出一点问题,否则就是严重事故,因为它的蓄电池组是单回路串联的,没有备用通路,任何一只蓄电池的问题就是整组蓄电池的问题。本文提出的蓄电池管理模块为每只蓄电池设置了备用通路,故障蓄电池可以被自动旁路,问题蓄电池自动退出而不影响整组蓄电池的工作。所提出的电力直流控制电源在某变电站试验显

示:停掉交流电源,蓄电池组放电几小时后,开始有容量较小的蓄电池因内阻增大,端电压严重下降而被自动旁路,当陆续有 8 只蓄电池被自动旁路后,变电站的电磁合闸等所有操作仍能正常进行。可见所提出的电力直流控制电源提高了蓄电池组的可靠性。

d. 加强蓄电池监控,及时发现蓄电池问题。传统的电力直流控制电源加装蓄电池巡检装置后只能监测到蓄电池的单体电压,受充电方式的限制,监测蓄电池的其他参数非常困难。本文提出的直流控制电源依托数字化蓄电池管理模块中先进单片机的强大运算及检测能力,除了可以监测蓄电池的端电压,还可以监测每只蓄电池的容量、内阻、自放电和温度等参数,可以及时发现蓄电池的各种问题,做到对每只蓄电池的性能和预计寿命心中有数,根据问题的轻重缓急制定维护计划,对系统进行维护。

e. 增加蓄电池活化功能,保持蓄电池最佳性能。过充对阀控铅酸蓄电池的损害是严重的,而轻微欠充则容易恢复,定期进行一下活化即可,有经验的用户通常会坚持宁愿稍微欠充也不过充的原则,略微调低蓄电池的浮充电压。管理模块具有蓄电池活化功能,可由用户设定是人工活化还是定期自动活化,保持蓄电池最佳性能。

f. 减少蓄电池接线数量,消除潜在故障点。传统的电力直流控制电源在加装蓄电池巡检装置时,要在每只蓄电池上加装 2 根检测导线,100 多只蓄电池就要加装 200 多根导线,不但施工麻烦,而且每加一根导线就增加了一个潜在故障点。本文提出的电力直流控制电源增加了蓄电池的备用通路,增加了蓄电池的监测参数,却没有增加蓄电池的接线,因为蓄电池管理模块是充电导线和检测导线共用的,蓄电池的每只端头上只需接一根导线。

g. 增加 GPRS 手机报警功能,使维护更及时。现在的变电站多数都是无人值守站,对于监测到的严重问题,本文采用 GPRS 报警模块自动向维护人员的手机发送短信及时提醒,使维护更及时。

h. 每只数字化充电管理模块都带有通信接口,可实现直流操作电源的集散化管理。本文提出的独立充电方式使每只单体蓄电池拥有独立的带有通信功能的数字化充电管理模块,符合今后直流控制电源向集散化管理发展的技术方向以及数字化变电站的设计要求^[8-10]。

3 改进带来的新疑问探讨

a. 模块数量增加了,是否会加大直流操作电源的体积?传统的直流控制电源只要 3~6 只整流模块即可,本文提出的直流控制电源却需要有 108 只蓄电池管理模块,可能会有体积增大的疑问。实际上原来的模块是高压(255 V),大电流输出的大功率模块,每只功率在 1.5~5.5 kW,大功率模块的开关频率

很难超过 20 kHz,相对体积较大。所提出的是低电压(2.25 V)的小功率模块,每只功率约 0.1 kW,低电压小功率模块的开关频率可达 800 kHz 以上,体积可以很小,本文样机使用的输出电流 60 A 的蓄电池管理模块体积只有 100 mm×51 mm×15 mm,将蓄电池管理模块串联成条状,安装在蓄电池柜的剩余空间内(每层蓄电池对应一条管理模块),不但没有增加体积,还节省出了原来整流模块的空间^[11-13]。

b. 蓄电池管理模块的输出电压只有 2.2 V,是否转换效率很低?对于开关电源,在次级必然要有一个整流输出环节。作为整流电路的主要元件,通常用的是整流二极管,其导通压降较高,快恢复二极管或超快恢复二极管可达 1.0~1.2 V,即使采用低压降的肖特基二极管,也会产生大约 0.6 V 的压降。这个压降完全是损耗,本文采用同步整流技术和通态电阻极低的专用功率 MOSFET 解决压降问题。在提出的应用中,采用了通态电阻仅为 0.003 Ω 的功率 MOSFET,在为 200 A·h 蓄电池充电时的峰值电流为 20 A,则其压降损耗仅为 $20 \times 0.003 = 0.06$ (V),损耗比例为 $0.06 / (0.06 + 2.25) = 2.59\%$ 。

c. 蓄电池管理模块是否也需要 $N+1$ 冗余备分?传统电力直流控制电源的整流模块为什么要 $N+1$ 冗余备分?因为它的整流模块需要提供较高的充电电压和较大的输出容量的大功率开关电源,它对器件和技术以及工艺要求都很高,目前大功率 IGBT 的开关频率是很难超过 20 kHz 的,而高耐压 MOSFET 如果用于大电流回路中结压降大,发热量大,散热困难,所以限于器件及工艺原因单体高频(>20 kHz)开关电源目前输出容量超过 6 kW 是很困难的,可靠性不能保证,所以大多采用小模块并联均流的运行方式,但模块数量和复杂程度的增加也带来了可靠性的降低,为此提出了 $N+1$ 冗余备分的概念,这实际上是陷入了一个技术上恶性循环的结果。本文提出的蓄电池管理模块是低电压小功率开关电源,它对器件和技术的要求低,可以选用功率和频率裕度都较大的器件,而且发热量很小,连冷却风扇都不需要,整体可靠性可以高出传统整流模块的 10 倍,从理论上,蓄电池管理模块完全不需要 $N+1$ 冗余备分。但为了进一步提高可靠性,蓄电池管理模块内部仍然采取 3 个 20 A 电路并联均流的设计,也就是模块内部已经是 $N+1$ 冗余了,不再需要多模块的外部 $N+1$ 冗余。另外,所有充电模块及电池采用热插拔可抽出式结构,对模块及蓄电池的更换和检修将不会影响系统的运行。备用通路的存在允许蓄电池组中的个别蓄电池及模块出现故障时,即使不及时维修也不影响系统正常运行(只是系统的总电压会略微降低一些,在允许范围内),更换检修模块和电池时也不会影响系统的正常运行,因此本文提出的系统不需要额外的冗余备分。

d. 蓄电池管理模块的热量是否会影响蓄电池寿命?开口式铅酸电池在充电时,除了活性物质再生外,还有硫酸电解质中的水逐步电解生成氢气和氧气。当气体从电池盖出气孔通向大气时,每 18 g 水分解产生 48 988 J 的热。而对于阀控式铅酸电池而言,充电时内部产生的氧气流向负极,氧气在负极板处使活性物质海绵状铅氧化,并有效地补充了电解而失去的水。由于氧循环抑制了氢气的析出,而且氧气参与反应又生成水。这样虽然消除了爆炸性的气体混合物的排出问题,但是这种密封式使热扩散减少了一种重要途径,而只能通过电池壳壁的热传导作为放热的唯一途径。因此,阀控铅酸蓄电池对热源是敏感的,电池安装时良好的通风和较低的室温是很重要的条件,过高的环境温度会影响阀控铅酸蓄电池的寿命。本文提出将蓄电池管理模块安装在蓄电池柜内,如果不采取措施的话,会使柜内的温度升高,其采用的办法是用隔热板将蓄电池柜隔离成 2 个空间,模块散热器和蓄电池分别在各自的空间内,消除了模块发热对蓄电池的影响。

e. 蓄电池管理模块的抗故障性能如何?安全性是否有保障?当蓄电池管理模块的外部连接出现直接短路时,管理模块不应该严重发热,更不能烧毁,否则会引起安全事故。提出在蓄电池管理模块外部长时间短路的情况下,短路时的模块温度不能高于正常工作温度;当短路故障排除后,管理模块自动恢复正常工作,不需要人工重启。

f. 蓄电池管理模块的旁路功能可靠吗?过电流能力如何?蓄电池管理模块为蓄电池准备了备用通路,当某只蓄电池出现问题失去容量时,管理模块自动将该蓄电池旁路,保障其他蓄电池的正常工作。备用通路的过流能力很强,20 A 管理模块允许通过 160 A 的旁路电流,40 A 模块允许通过 320 A 的旁路电流,满足电磁操作机构可能需要的短时大电流。

4 样机的实测数据

电力工业电力系统自动化设备质量检验测试中心对本文提出的样机(配备 200 A·h 蓄电池 108 只)进行了测试,各项数据全部合格^①。现简单列举如下:稳流精度为 0.324%,稳压精度为 0.496%,纹波系数为 0.495%,防护等级为 IP20,噪声为 50 dB,模块并联均流不平衡度为 0.5%,模块效率为 90.1%,模块功率因数为 0.946,2~19 次谐波最大值为 29.1%;限流限压性能、连续供电性能、监控功能都正常;模块输出短路试验在短路 20 min 无异常发热,短路排除后,各项功能正常;模块旁路电流检测在旁路电流 80 A 持续 1 h,模块无异常发热,功能正常;旁路电流 160 A 持续 1 min,模块无异常发热,功能正常;四遥

① 电力工业电力系统自动化设备质量检验测试中心。洛阳普莱德电气有限公司 PLDWD-09 独立充电式直流控制电源检验报告。南京:电力工业电力系统自动化设备质量检验测试中心,2009。

功能试验正常;不同容量新旧蓄电池混用试验功能正常,更换蓄电池时不必容量匹配;蓄电池容量检测功能在蓄电池容量减小至设定值以下时,管理模块能将其检出;蓄电池定期活化功能正常;绝缘性能、介质强度都合格。

5 结论

本文提出的对传统电力直流控制电源的改进方法,实测结果合格,各项保护功能齐备,达到了提高可靠性的预期目标。

参考文献:

- [1] 白忠敏,刘百震,於崇干,等. 电力工程直流系统设计手册[M]. 北京:中国电力出版社,2009:1-4,94-97,103.
- [2] 《电力工程直流电源系统 GZD、GZDW 直流电源柜设计选型手册》编写组. 电力工程直流电源系统 GZD、GZDW 直流电源柜设计选型手册[M]. 北京:中国电力出版社,1998:1-2,9-11.
- [3] 国家电力公司电力规划设计总院. DL/T 5120-2000 小型电力工程直流系统设计规程[S]. 北京:中国电力出版社,2000.
- [4] 中国电力企业联合会. DL/T 5044-2004 电力工程直流系统设计技术规程[S]. 北京:中国电力出版社,2004.
- [5] 李宏伟,张松林. 阀控式密封铅酸蓄电池实用技术问答[M]. 北京:中国电力出版社,2004:8,21-27.
- [6] 徐海明,周艾兵. 变电站直流设备使用与维护培训教材[M]. 北京:中国电力出版社,2009:70-78.
- [7] 国家电网公司生产部. 直流电源系统管理制度宣贯培训读本[M]. 北京:中国电力出版社,2006:45-46.
- [8] 李克俭,马兆敏,陈文辉,等. 集散控制直流电源系统设计[J]. 电力自动化设备,2010,30(5):118-119.

- LI Kejian, MA Zhaomin, CHEN Wenhui, et al. Design of DC power supply system with distributed control[J]. Electric Power Automation Equipment, 2010, 30(5): 118-119.
- [9] 马辉,赵永发,李煜东,等. 数字化变电站技术丛书设计分册[M]. 北京:中国电力出版社,2010:4-5.
- [10] 李华,李海丰,李存洲,等. 智能多电源监控系统[J]. 低压电器, 2003(2): 25-27, 31.
- LI Hua, LI Haifeng, LI Cunzhou, et al. Intelligent multi-power control system[J]. Low Voltage Apparatus, 2003(2): 25-27, 31.
- [11] JANG Yungtaek, JOVANOVIĆ M M. A new family of full-bridge ZVS converters[J]. IEEE Transactions on Power Electronics, 2004, 19(3): 701-708.
- [12] 刘胜利. 高频开关电源实用新技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2006:54-66.
- [13] 万山明,吴芳,黄声华. 低纹波电压 28 V/400 A 软开关直流电源设计[J]. 电力电子技术, 2007, 41(7): 56-58, 71.
- WAN Shanming, WU Fang, HUANG Shenghua. Design of low output ripple voltage 28 V/400 A DC power supply[J]. Power Electronics, 2007, 41(7): 56-58, 71.

(编辑:汪仪珍)

作者简介:

张富刚(1963-),男,河南偃师人,高级工程师,硕士,从事电力系统运行方式研究;

张洪涛(1972-),男,河南孟津人,高级工程师,硕士,从事变电站高压设备运行分析研究;

刘海东(1977-),男,河北怀来人,工程师,从事变电站直流系统运行分析研究;

张华平(1962-),男,吉林四平人,高级工程师,从事高频开关电源模块研究(E-mail:lypldgs@126.com)。

Defect analysis and improvement of DC power supply

ZHANG Fugang¹, ZHANG Hongtao¹, LIU Haidong¹, ZHANG Huaping²

(1. Luoyang Power Supply Company, Luoyang 471000, China;

2. Luoyang Pulai De Electric Co., Ltd., Luoyang 471003, China)

Abstract: The existing defects of DC power supply and the premature failure of storage battery group are analyzed. The damage of storage battery caused by totally charging operation and its countermeasures are discussed. Individual charging is proposed to avoid overcharging and undercharging of storage battery. The alternative pathway is set for each storage battery to implement the automatic bypass of faulty storage battery. The charging module digitalization is realized without additional wiring for storage battery supervision and performance warning. Discussion and data analysis are carried out for each improvement and the measured data of prototype are given.

Key words: electric DC control power supply; charging method; charging module digitalization; automatic bypass; performance warning