

文本复制检测报告单(全文标明引文)

№:ADBD2021R_2021072316122920210727143656311184325044 检测时间:2021-07-27 14:36:56

检测文献: 1142301028-邓业-智能变电站站用交直流系统研究与应用-电气工程-刘崇茹

作者: 邓业

检测范围: 中国学术期刊网络出版总库

中国博士学位论文全文数据库/中国优秀硕士学位论文全文数据库

中国重要会议论文全文数据库

中国重要报纸全文数据库

中国专利全文数据库

图书资源

优先出版文献库

学术论文联合比对标

互联网资源(包含贴吧等论坛资源)

英文数据库(涵盖期刊、博硕、会议的英文数据以及德国Springer、英国Taylor&Francis 期刊数据库等)

港澳台学术文献库

互联网文档资源

源代码库

CNKI大成编客-原创作品库

个人比对标

时间范围: 1900-01-01至2021-07-27

检测结果

去除本人文献复制比: 36.2%

跨语言检测结果: 0%

去除引用文献复制比: 33.7%

总文字复制比: 36.2%

单篇最大文字复制比: 8.3% (智能变电站站用电源系统的设计及应用)

重复字数: [12726]

总段落数: [4]

总字数: [35177]

疑似段落数: [4]

单篇最大重复字数: [2913]

前部重合字数: [2173]

疑似段落最大重合字数: [3825]

后部重合字数: [10553]

疑似段落最小重合字数: [1963]



指 标: ☐ 疑似剽窃观点 ☒ 疑似剽窃文字表述 ☐ 疑似整体剽窃 ☐ 过度引用

表 格: 0

公 式: 没有公式

疑似文字的图片: 0

脚注与尾注: 0

36.6%(3645)	36.6%(3645)	1142301028-邓业-智能变电站站用交直流系统研究与应用-电气工程-刘崇茹_第1部分 (总9960字)
43.6%(3825)	43.6%(3825)	1142301028-邓业-智能变电站站用交直流系统研究与应用-电气工程-刘崇茹_第2部分 (总8774字)
36.9%(3293)	36.9%(3293)	1142301028-邓业-智能变电站站用交直流系统研究与应用-电气工程-刘崇茹_第3部分 (总8914字)
26.1%(1963)	26.1%(1963)	1142301028-邓业-智能变电站站用交直流系统研究与应用-电气工程-刘崇茹_第4部分 (总7529字)



(注释: 无问题部分 文字复制部分 引用部分)

1. 1142301028-邓业-智能变电站站用交直流系统研究与应用-电气工程-刘崇茹_第1部分 总字数: 9960

相似文献列表

去除本人文献复制比: 36.6%(3645)

文字复制比: 36.6%(3645)

疑似剽窃观点: (0)

1	智能变电站站用电源系统的设计及应用 苗梅(导师: 张东英; 刘志强) - 《华北电力大学硕士论文》 - 2011-06-01	15.6% (1551) 是否引证: 否
2	并联智能蓄电池模块技术的应用研究.doc	10.7% (1062)

	- 《网络 (https://www.niuwk.co) 》 - 2020	是否引证: 否
3	智能变电站站用电源系统的设计及应用 - 豆丁网 - 《互联网文档资源 (http://www.docin.com) 》 - 2017	9.5% (944) 是否引证: 否
4	5746167_官洪涛_110kV变电站一体化电源系统研究与应用 官洪涛 - 《学术论文联合比对库》 - 2018-09-08	6.8% (674) 是否引证: 否
5	基于McWill的智能配电网故障定位系统的研究 王东亮 - 《学术论文联合比对库》 - 2012-02-29	5.6% (560) 是否引证: 否
6	基于McWill的智能配电网故障定位系统的研究 王东亮(导师: 杨国田) - 《华北电力大学(北京)硕士论文》 - 2012-03-01	5.6% (560) 是否引证: 否
7	国内外智能电网的发展现状与分析 宋菁;唐静;肖峰; - 《电工电气》 - 2010-03-15	5.5% (546) 是否引证: 否
8	zbzxj0118okQQ527238610 - 《学术论文联合比对库》 - 2011-11-04	5.5% (546) 是否引证: 否
9	2高压直流保护统计分析及运行管理系统的设计与实施 - 《学术论文联合比对库》 - 2016-11-01	5.5% (544) 是否引证: 否
10	高压直流统计分析及运行管理系统的设计与实施 陈灵艳 - 《学术论文联合比对库》 - 2016-11-01	5.5% (544) 是否引证: 否
11	11835114_张婷_电力智能监测系统的设计与实现 张婷 - 《学术论文联合比对库》 - 2017-10-06	5.3% (530) 是否引证: 否
12	电力产业集群产业园建设可行性计划书 - 图文 - 百度文库 - 《互联网文档资源 (https://wenku.baidu.com) 》 - 2019	5.2% (518) 是否引证: 否
13	21_GS13218FD-陈灵艳 陈灵艳 - 《学术论文联合比对库》 - 2016-11-02	4.6% (455) 是否引证: 否
14	5007719_孟炎_新一代智能变电站二次系统新技术的应用 孟炎 - 《学术论文联合比对库》 - 2018-04-12	4.3% (431) 是否引证: 否
15	新一代智能变电站二次系统新技术的应用 孟炎 - 《学术论文联合比对库》 - 2018-04-10	4.0% (403) 是否引证: 否
16	6878252_陈俊生 陈俊生 - 《学术论文联合比对库》 - 2019-05-05	4.0% (396) 是否引证: 否
17	智能电网论文总结 - 豆丁网 - 《互联网文档资源 (http://www.docin.com) 》 - 2013	3.7% (364) 是否引证: 否
18	智能电网技术现状和发展前景综述报告 - 豆丁网 - 《互联网文档资源 (http://www.docin.com) 》 - 2017	3.6% (363) 是否引证: 否
19	二次设备模块化设计 夏贵斌; - 《民营科技》 - 2014-10-20	2.8% (278) 是否引证: 否
20	姜超一论文20140930 姜超 - 《学术论文联合比对库》 - 2014-10-15	2.6% (257) 是否引证: 否
21	207-孟炎-2013212073268-新一代智能变电站二次系统新技术的应用盲审版-导师杜志叶 孟炎 - 《学术论文联合比对库》 - 2018-10-15	2.6% (256) 是否引证: 否
22	新一代智能变电站二次系统新技术的应用 孟炎 - 《学术论文联合比对库》 - 2018-10-09	2.6% (256) 是否引证: 否
23	16051670_姓名_新一代智能变电站二次系统新技术的应用 姓名 - 《学术论文联合比对库》 - 2018-10-11	2.6% (256) 是否引证: 否
24	电力用户信息采集系统 - 《学术论文联合比对库》 - 2018-04-01	2.3% (232) 是否引证: 否

原文内容

1
硕士学位论文
智能变电站站用交直流系统研究与应用
The research and application of Station-Used Power
System in Intelligent Substation
2021 年 7 月 2
国内图书分类号: 学校代码: 10079

国际图书分类号： 密级： 公开

工学硕士学位论文智能变电站站用交直流系统研究与应用

硕士研究生：

导师：

申请学位： 工学硕士

学科：

专业： 电气工程

所在学院： 电气与电子工程学院

答辩日期： 2021 年 8 月

授予学位单位： 华北电力大学 3

Classified Index: ×××× (Times New Roman 小 4 字)

U.D.C: ×××× (Times New Roman 小 4 字)

Dissertation for the Master Degree in Engineering

The research and application of Station-Used Power

System in Intelligent Substation

Candidate:

Supervisor:

Academic Degree Applied for: Master of Engineering

Speciality:

School:

School of Electrical and Electronic

Engineering

Date of Defence: August, 2017

Degree-Conferring-Institution:

North China Electric Power

University 4

华北电力大学硕士学位论文原创性声明

本人郑重声明：此处所提交的硕士学位论文《智能变电站站用交直流系统研

究与应用》，是本人在导师指导下，在华北电力大学攻读硕士学位期间独立进行研究工作所取得的成果。据本人所知，论文中除已注明部分外不包含他人已发表或撰写过的研究成果。对本文的研究工作做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式注明。本声明的法律结果将完全由本人承担。

作者签名： 日期： 年月日

华北电力大学硕士学位论文使用授权书

《智能变电站站用交直流系统研究与应用》系本人在华北电力大学攻读硕士学位期间在导师指导下完成的硕士学位论文。本论文的研究成果归华北电力大学所有，本论文的研究内容不得以其它单位的名义发表。本人完全了解华北电力大学关于保存、使用学位论文的规定，同意学校保留并向有关部门送交论文的复印件和电子版本，允许论文被查阅和借阅，学校可以为存在馆际合作关系的兄弟高

校用户提供文献传递服务和交换服务。本人授权华北电力大学，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文，可以公布论文的全部或部分内容。

本学位论文属于（请在以上相应方框内打“√”）：

保密□，在年解密后适用本授权书

不保密□

作者签名： 日期： 年月日 导师签名： 日期： 年月日

摘要

I

摘要

随着智能变电站技术逐渐成熟，对站用交直流电源系统的可靠性要求也越来越高，采用串联蓄电池的交直流一体化电源系统在运行过程中，暴露出了在线运维不方便、冗余配置不经济等问题，已不能完全满足智能变电站的要求，迫切需要朝着智能、节能、经济、可靠的发展方向。

本论文主要对采用并联蓄电池工作方式的智能直流电源布置系统（以下简称并联智能直流电源系统）在智能变电站的应用进行论证。研究及论证结果表明：

采用并联智能直流电源系统，在常规交直流一体化电源布置方案的基础上，通过将单只蓄电池与匹配的 AC/DC 充电回路，DC/DC 升压回路等元器件重新设计为“智能电池组件”，并将 1 只或多只组件进行并联，形成满足实际应用中需要的直流电源系统，替代传统的充电模块、蓄电池组以及电池巡检仪等设备。既具备了智能交直流一体化电源系统对站用电源系统分散数据采集控制、集中监控以及远程实时查看各电源参数、运行状态好和事件信息的优势，又解决了蓄电池在串联方式下单个蓄电池质量及连接线影响整组蓄电池可靠性等问题。

经综合论证，本论文推荐 220kV 某变电站采用并联智能直流电源系统，预留应急发电车接口，作为紧急情况下对站用电的补充。通过全寿命周期成本分析法，将采用并联智能直流电源系统与常规交直流一体化电源系统对比，证明了采用并联智能直流电源系统经济可行性。另外伴随智能化技术飞速发展，高新制造工艺的应用以及智能模块的批量生产导致成本大幅度下降后，它的优势会更加明显，最后结合粒子群算法给出了蓄电池更换优化方案的求解步骤与方法。

关键词：智能变电站；站用电；一体化电源；并联智能直流电源

With the gradual repining technique of intelligent substation,there will be higher and higher requirement for reliability in the station-used power system,some problems such as inconvenience of online operation and maintenance and uneconomical redundancy configuration are exposed during the running of the AC and DC integrated power system using series connecting storage battery,which could not meet the need of Intelligent Substation any more,so moving towards to the direction of intelligence, energy conservation、inexpensiveness and reliability is urgent.

This paper focuses on the application of intelligent DC power arranged system

(abbreviation as “intelligent parallel-connection DC power system”, IP-DC-PS) using parallel connection storage battery in smart substation. Research and demonstration results showed that: on the basis of traditional AC and DC integrated power system,using IP-DC-PS,and designing single storage battery with matched AC/DC charging circuit and DC/DC booster circuit as “intelligent battery module” creatively,the DC power system that replacing the charging module、storage batteries and inspection device in traditional design has been made by connecting one or more modules in parallel. Not only dose the IP-DC-PS have the superiorities of intelligent

AC and DC integrated power system,which could realize disperse data acquisition、 control and centralized supervisory management,check up parameters of power source in a long distance 、 running status 、 event information,but also it can resolve the reliability problem that the quality of single storage battery and its connecting lines have effect on the whole batteries connected in series.

After a comprehensive demonstration,this paper recommends the application of intelligent parallel connection DC power system in one 220kV substation,and as the supplement of the station-used power system in emergency situations,emergent interfaces of power car have been reserved in the substation.With the analysis of whole-life cycle cost,comparing the cost of using IP-DC-PS with the one using traditional AC and DC power system,the economic feasibility of using IP-DC-PS has been demonstrated. With the rapid development of intelligent technology,the using of high and new manufacturing crafts and the mass production of intelligent module will cause the reduction of the production cost,and its advantage will become more apparent. Finally, combined with particle swarm optimization algorithm, the solution steps and methods of battery replacement optimization scheme are given.

Keywords: Intelligent Substation, Station Electricity, Integrated Power, Intelligent parallel connection DC power

目录

III

目录

摘要

..... I	
Abstract.....	
..... II	
目录	
..... III	
第 1 章绪论	1
1.1 课题背景及研究的目的和意义.....	1
1.2 国内外研究现状及发展动态.....	2
1.3 站用电系统现状及存在问题.....	3
1.3.1 站用直流电源系统.....	3
1.3.2 站用交流电源系统.....	4
1.3.3 站用交流不间断电源系统.....	4
1.3.4 通信电源系统.....	4
1.3.5 存在问题.....	4
1.4 并联智能直流电源系统可行性分析.....	5
1.5 本文主要研究内容.....	6
第 2 章智能站交直流一体化系统的总体设计.....	8
2.1 智能站交直流一体化电源系统组成.....	8
2.1.1 智能站交流系统负荷分类.....	8
2.1.2 智能站直流系统.....	9
2.1.3 智能站一体化监控系统.....	11
2.2 智能站交直流一体化电源系统设计.....	11

2.2.1 220kV 智能站交流系统接线方式设计..... 11

2.2.2 智能站直流系统设计..... 12

2.3 智能站一体化监控系统设计..... 15

2.4 本章小结..... 16

第 3 章智能站并联智能直流电源系统的总体设计..... 17

3.1 并联智能直流电源系统构成..... 17

3.1.1 蓄电池组..... 17

3.1.2 智能电池组件..... 17

3.2 并联智能直流电源系统设计..... 18

3.2.1 集中式并联智能直流方案设计..... 18

3.2.2 分布式并联智能直流电源方案设计..... 20

3.3 本章小结..... 21

目录..... 21

IV

第 4 章采用并联蓄电池的交直流一体化电源设计方案..... 22

4.1 采用并联智能直流电源的交直流一体化电源系统设计..... 22

4.1.1 220kV 某变电站直流蓄电池容量选择..... 22

4.1.2 采用集中式布置的交直流一体化电源系统设计..... 23

4.1.3 采用分布式布置的交直流一体化电源系统设计..... 23

4.1.4 并联智能直流系统均流设计..... 24

4.2 并联智能直流电源系统运行维护..... 25

4.2.1 蓄电池日常维护要求对比..... 26

4.2.2 蓄电池故障、异常更换要求对比..... 27

4.3 本章小结..... 27

第 5 章并联智能直流系统应用情况与成效分析..... 28

5.1 并联智能直流系统应用..... 28

5.2 基于全寿命周期的直流系统效益分析..... 28

5.2.1 全寿命周期经济效益分析原理..... 28

5.2.2 220kV 某变电站成本分析..... 31

5.3 基于粒子群算法的全经济寿命的变电站直流系统检修策略优化研究..... 33

5.3.1 直流系统蓄电池故障模型分析..... 33

5.3.2 直流系统蓄电池故障模型构建..... 34

5.3.3 基于粒子群算法的直流系统蓄电池检修策略优化模型求解..... 37

5.3.4 算例分析..... 40

5.4 本章小结..... 46

第 6 章结论..... 47

参考文献..... 48

8

第 1 章绪论 1

第 1 章绪论

1.1 课题背景及研究的目的和意义近年来，随着信息传输、处理技术，继电保护软件应用技术的发展，以及电子互感器、智能操作机构箱、一次设备带电监测技术的日趋成熟，智能变电站得以在电力系统内广泛应用。随着变电站综合自动化程度的越来越高以及大量无人值班站投运，如何提高站用电源整体的设计、制造、运行管理水平是我们面临的首要问题。[1-3]

为适应智能变电站信息数字化、通信平台网络化、信息共享标准化的特点，站用电系统采用交直流一体化电源后，在资源整合、自动化水平、管理模式等方面都有了较大的突破，通过对传统变电站交流电源系统、逆变电源系统、通信电源系统及站用直流电源系统的一体化设计布置，通过一体化监控单元转换后接入自动化系统，上送至远方控制中心。解决了传统变电站站用电源自动化程度不高、经济性差、安装服务协调难、运行维护不方便等问题，通过站用电源网络化、智能化、一体化布置有效提高了站用电运行的安全可靠性和电源管理水平。[4-6]

智能变电站交直流一体化电源系统在电气方面主要由交流系统、逆变电源系统、直流系统、通信电源系统四项分系统组成。交流系统可通过变电站监控系统或集控中心实现远程切换，并集成了电源智能监控单元、ATS 开关、电流互感器、智能电路于一体；逆变电源模块可监测每回交流回路断路器位置状态、事故跳闸信号、单相电流功能，每个馈线模块为独立的智能装置，具备与逆变及通信电源总监控器连接的通信接口；变电站直流系统，采用原站用直流系统的配置方案蓄电池和充

电装置的容量考虑全站所有直流负荷包括站用和通信负荷；通信电源系统同直流监控模块配合实现 DC/DC 通信电源模块故障、本模块直流输出电压值、

本模块直流输出电压过高过低告警状态和参数量的监视。

目前投产的智能变电站中，站用电系统都采用了交直流一体化的布置方式，

但对直流回路的设计却一直未见创新，因此也和常规站用电系统一样存在以下几方面问题：1、串联式蓄电池组单个故障点影响整组蓄电池运行。2、不能在线核容更换。3、新旧电池难以匹配。4、冗余配置不经济。一种基于并联蓄电池工作方式的智能直流电源布置方案能有效解决上述问题，同时也具备交直流一体化带来的优势。该方案采用智能电池组件+蓄电池+监控系统取代传统直流系统频电源模块+蓄电池组+调压硅链+蓄电池巡检仪+监控系统的配置方式，实现蓄电池的间接并联使用，避免了传统直流系统蓄电池串联使用的一致性要求、维护难、

可靠性低的缺点。采用模块化设计，提升了运行维护的方便性，实现蓄电池的在

第 1 章绪论 2

线检修，不停电更换，可进行蓄电池在线全容量自动核容，极大的减少了运维单位的维护工作量；蓄电池间相互独立，可实现电池混用（新旧电池、不同品牌电池、不同类型），提高蓄电池使用率，实现资源充分利用，经济环保；模块与蓄电池一对一组合，对蓄电池进行精细化、全寿命周期管理，实时在线监控电池的性能状态，提高蓄电池使用寿命及系统可靠性。[7-9]

1.2 国内外研究现状及发展动态

2006 年，美国 IBM 公司与全球电力专业研究机构、电力企业合作开发了“智

能电网”解决方案。近年来，美国从节能减排、降低污染角度提出绿色能源环境气候一体化振兴经济计划，智能电网是其中重要的组成部分。2008 年 4 月，美国科罗拉多州波尔得市已经建成成为全美第一个智能电网城市，于此同时，美国还有 10 多个州正在开始推进智能电网发展计划。2009 年 4 月，美国政府宣布了一项约 40 亿美元的用于开发新的电力传输技术计划。此后，美国能源部长表示，

政府向美国企业提供 24 亿美元，用于制造混合动力车和车用电池，美国能源部也在加强车用电池的研究作为新型电网最重要的客户工具，电池可以更大创造智能电网的应用运转空间。

目前，英、法、意等国都在加快推动智能电网的应用和变革，意大利的局部电网已经率先实现了智能化。2009 年初，欧盟有关圆桌会议进一步明确要依靠智能电网技术将北海和大西洋的海上风力、欧洲南部和北非太阳能融入欧洲电网，已实现可再生能源大规模集成的跳跃式发展。在欧洲已经有大量的电力企业如火如荼地开展智能电网建设实践，内容覆盖发电、输电、配电和售电等环节。

这些电力企业通过促成技术与具体业务的有效结合，使智能电网建设在企业生产过程中切实发挥作用，从而最终达到提高运营绩效的目的。

2015 年七月初，中国电网产业部门召开了年度会议。在此会议上，发布了

2014 年的工作报告并规划了 2015 年的目标进展，同时宣布到 2020 年的初步投

资和发展目标。会议上制订了对智能电网、能源和互联网行业以及微电网的特殊战略方针。这些规划为中央政府当前正在起草的第十三个五年计划(此五年计划制订中国 2016 至 2020 年的发展战略)拉开了序幕。

国家发改委于 7 月 6 日发布了“促进智能电网发展的准则”，该准则强调六个主要的发展方向：1. 加强传输和分布网络，通过部署弹性交流供电系统(FACTS)

和高压直流电(HDVC)等设施来加强传输和分布网络；2. 电动汽车充电设施，加快部署电动汽车充电基础设施，为汽车和电网的整合开发高效的运作机制；3.

能源储存，在公共事业领域，鼓励能源储存与集中式的风力和光伏发电站整合。

同时试点终端用户的能源储存；4. 能源效率，鼓励企业和工业园区试用集成的太阳能光伏、冷热电三联供(CCHP)系统和节能照明系统等；5. 需求侧管理 - 准则呼

第 1 章绪论 3

吁加快建设需求侧管理(DSM)平台；6. 分布式发电 - 鼓励微电网和分布式发电，

解决偏远地区的电力短缺问题；

随着新一轮电改方案逐步落实，市场进一步打开，再加上国内打造智能微电网的新兴产业竞争激烈，我国智能电网发展空间将在一定程度上得到拓展。为此，

2015 年，国家电网公司计划完成 6 类 41 项智能电网创新示范工程建设任务。在

未来的 10 年至 20 年将是我国智能电网建设的主要时期，对智能电网的投资规模预计会接近 4 万亿元。

智能变电站采用了先进、可靠的传感器技术、通信技术和智能分析、控制技术，能够及时掌握各种设备的状态参数和运行数据，为变电站的经济、可靠运行提供强大的数据支撑，使整个变电站系统始终工作在最佳状态。随着智能变电站那在我国逐步推广，对站用电电源的要求越来越高。[10-12]

采用并联蓄电池工作方式的变电站交直流智能一体化电源系统，立足现有技术发展水平，通过对新设备(一体化电源监控模块、并联蓄电池等)的应用，构筑电源智能一体化硬件平台；通过数字化网络技术的应用，实现信息共享和互操，建立电源智能一体化软件平台，极大地节省了设备检修维护、更换成本，使站用交直流电源成为安全、便利的一体化智能系统。使站用电电源成为智能变电站的有机组成部分，为智能电网的安全稳定提供有力保障。

1.3 站用电系统现状及存在问题目前站用变交直流系统主要采用了交直流一体化电源系统，通过借鉴智能化变电站核心思想，针对站用电特点来实现站用电系统智能化。该系统整合站用直流电源系统、交流电源系统、UPS 电源系统、通信电源系统，通过对上述子系统的一体化设计、一体化配置、一体化监控；采用一体化监控模块将站用电电源各子系统通信网络化，实现站用电电源信息共享，健全数字化电源软件平台，通过将站用电电源所有开关智能模块化，大量减少模块外的二次接线和跨屏二次电缆，一体化监控单元能将智能化电源硬件平台上送的运行工况和信息数据转换为标准模型数据进行展示，并通过以太网接口采用 IEC61850 规约接入站内智能监控系统，并上传至远方控制中心使站用电电源系统成为整体的开放式系统。[13-15]

1.3.1 站用直流电源系统站用直流电源系统电压采用 220V 或 110V，为变电站控制、保护、自动装置、智能单元以及断路器分合等提供直流电源。作为独立的电源即使在全站全停的情况下，仍应能保证继电保护装置、自动装置、控制及信号装置和

断路器等的可靠工作，同时还能供给事故照明用电。因直流系统的负荷极为重要，所以直流电源应有高度的可靠性和稳定性。
[16-18]220kV 变电站采用两组阀控式铅酸蓄电池

第 1 章绪论 4

组，分别接于不同的直流母线，直流母线采用单母分段方式。正常情况下直流负荷由站用交流系统通过整流来供电，蓄电池处于浮充电状态；当交流失去时挂接在直流母线上的蓄电池组开始放电，为直流负荷提供可靠、稳定的电源。

1.3.2 站用交流电源系统

220kV 变电站采用两台站用变压器提供站用交流电源，系统采用单母分段接线

线，为主变压器冷却、消防水喷淋、分接开关、在线滤油等提供电源，为断路器储能、继电器、加热除湿等提供电源，为隔离开关提供操作电源，为整流装置提供电源，为交换机、打印机等提供电源。另外，站用交流电源还提供变电站内的照明、生活用电以及检修等电源。如果站用交流电源失去，将影响变电站设备的正常运行，甚至引起系统停电和设备损坏事故。

1.3.3 站用交流不间断电源系统站用交流不间断电源系统为监控系统、电能计量、数据网、微机防误装置等重要负荷提供可靠的交流电源，是变电站自动化系统的关键电源设备，可为变电站自动化系统提供稳定、不间断、高质量的电源，是自动化系统安全稳定运行的基础。交流不间断电源系统有三路输入电源，两路交流电源，一路直流电源，正常情况下由站用交流输入提供，当站用电失去时，由直流系统通过逆变、滤波后提供。

1.3.4 通信电源系统通信电源系统电压采用 48V，为站内调度交换机、通讯配线架、电力载波机等设备提供电源。通信电源部分采用直流输入充电模块，和通用充电模块相比只是短接整流环节。站用直流通过高频开关转换电压为直流 48 V，并非通过变压器转换完成。

1.3.5 存在问题随着智能站的不断推广，交直流一体化电源系统设计、制造逐渐成熟，实现了交流电源系统、直流电源系统、UPS 不间断电源系统、通信电源系统由同一设计院设计，统一组屏，统一供货商生产、安装及调试，运行部门统一对各电源系统进行管理维护。[19-21]但对于站用电源系统中的直流部分仍存在诸多问题尚待解决。

1、串联蓄电池组可靠性低，单个故障影响整组蓄电池运行。在正常运行时，

蓄电池组处于浮充状态，不需蓄电池对负荷进行供电，变电站蓄电池组因全站交流系统失电，而发挥作用的蓄电池组数量仅为极少部分，但即使是这些极少部分蓄电池组，每年的事故仍时有发生。由于蓄电池采用了串联的接线方式，蓄电池

第 1 章绪论 5

组中发生单只蓄电池接线故障、内部故障、容量下降等问题时，都会使得全站交流系统失电情况下蓄电池组不能发挥应有作用。

2、蓄电池不能在线核容更换。目前变电站采用的蓄电池大部分为铅酸蓄电池，因铅酸蓄电池组容量的记忆效应，只能靠定期离线全容量核容实验才能真正确定实际容量。即使发现蓄电池内部存在质量问题也需要退出蓄电池组进行更换维护；串联模式下，蓄电池巡检装置只能对单体电池端电压进行监测，无法对其实际容量进行在线监测。

3、新旧电池难以匹配。当蓄电池组出现单个电池故障，更换新蓄电池后，

由于新旧电池容量、内阻与原运行电池性能不匹配，会造成整组电池性能迅速下降，影响整组蓄电池组的整体使用寿命，对资产全寿命周期管理工作照成不利影响。

4、冗余配置不经济。为保证站用交流失去的情况下，蓄电池能满足站内直流负荷和重要交流负荷的持续供电，根据电力工程直流系统设计技术规程规定，

蓄电池在放电末期要求保证满足蓄电池组出口端电压值应大于蓄电池标称电压的 87.5%。因此在考虑蓄电池容量时要留有适当余量，需要串联更多的蓄电池以保证放电时端电压满足要求，因此需要改进蓄电池接线方式来改善冗余配置的经济性。
[22-25]

1.4 并联智能直流电源系统可行性分析为避免上述站用电源直流系统设计存在的问题，考虑采用并联蓄电池工作方式的智能直流电源布置方案，即将蓄电池采取并联方式接入站用直流系统。通过设计优化、系统联动、设备档案统一管理的方法，实现站用电源安全化、网络智能化，实现效益最大化目标。[26-27]

近年来，采用并联蓄电池工作方式的智能直流电源布置系统在 110kV 变电站已有成功运行的经验，但在 220kV 变电站及 500kV 变电站尚没有运行实例。

下面从技术上对在 220kV 变电站推行智能站用交直流一体化电源系统的进行可行性分析：

1、实现站用电源资源节约型设计。多并联蓄电池模块组取代传统设计中的充电模块、蓄电池组、蓄电池巡检设备配置；组屏数量、基建面积缩小；实现直流系统在线维护，节省二次维护投资；并联蓄电池模块信息完全通过通信网络数字交互，节省管理投资。

2、实现站用电源工业化设计，并联用智能蓄电池模块为 AC/DC、DC/DC、微电子技术、通信技术等高技术的高集成化综合体，为标准模块化设计，进一步推动了站用电源的工业化设计

3、实现站用电源环境友好型设计。多并联蓄电池模块组使用的铅酸蓄电池

第 1 章绪论 6

数量大为减少。经测算：使用蓄电池模块后 20 只 12V/200AH 铅酸蓄电池可代替

208 只 2V/200AH 铅酸蓄电池。经试用后，并联用蓄电池模块将配置磷酸铁锂电池，

对环境友好型设计贡献更大。

4、推进智能电网、智能变电站技术发展。信息数字化、管理智能化符合智能电网、智能变电站技术发展方向；并联用智能蓄电池模块实现了上行下达信息数字化传输，可实现在线式蓄电池核容实验等高级程序化管理功能；[28-30]灵活使用并联用智能蓄电池模块技术将推动智能电网、智能变电站技术发展。智能变电站中可结合保护测控按间隔分散就地安装，使用并联用智能蓄电池模块实现电源分散就地布置，取消常规电缆沟设计，进而逐步取消控制室设计，变电站设计模式发生根本性变化，产生可观的社会、经济效益。[31-32]

1.5 本文主要研究内容智能、节能、经济、可靠是智能变电站站用电源的发展方向，本文在常规交直流一体化电源布置方案的基础上，通过将单只蓄电池与匹配的 AC/DC 充电电路，DC/DC 升压电路等器件创新设计为“智能电池组件”，并通过 1 只或多只组件并联，组成满足实际需要的直流电源系统，取代传统设计中的充电模块、蓄电池组、蓄电池巡检设备配置。通过

上述配置之后，既集合了智能交直流一体化电源系统的优势，又解决了蓄电池串联方式下单只蓄电池质量及连接线影响整组电

池可靠性等问题。并联智能电池模块与传统蓄电池组设计进行对比如下表 1-1。

表 1-1 并联智能电池模块与传统蓄电池组设计对比具备优势传统串联蓄电池组设计并联用智能电池模块放电电压更加稳定

电池串联后电压叠加，随放电母线电压下降通过 DC/DC 稳压带负荷方式更加可靠所有负荷集中在同一直流母线可按负荷类型分

段冗余配置更加合理整组蓄电池冗余配置多模块并联冗余直流系统组成更加智能充电模块+蓄电池组+蓄电池巡检+绝缘检测+直

流监控+馈线多并联用智能电池模块+绝缘检测+馈线一次投资≤常规设计一次投资蓄电池维护更省力离线在线人工操作蓄电池组

退出运行，

并做全容量核容试验，至少需要 2 人 1 天工时 1000 元 RMB。

在线维护，节约离线全容量核容试验费用 1000 元 RMB/

次/组。

检修更换更方便停电退出检修在线检修更换停电操作费 200 元/次节约停电操作费 200 元/次

第 1 章绪论 7

安装方式灵活集中分散、集中均可防爆防燃隔离更经济专设蓄电池室设计中已考虑以 10 平米面积，5000 元/平米基建费

，加空调、风机、电缆 1

万计算，需投资 6 万。

节约 6 万基建投资。

更加环保DC220V/200AH使用2V铅酸蓄电

池 104（或 108）只。

DC220V/200AH 使用 12V 铅酸蓄电池 10 只，大大减少铅酸蓄电池使用量，如改用磷酸铁锂电池则更环保。

指 标
疑似剽窃文字表述
<div><div>1. 摘要</div><div>I</div><div>摘要</div><div>随着智能变电站技术逐渐成熟，对站用交直流电源系统的可靠性要求也越来越高，</div><div>2. 通过将单只蓄电池与匹配的 AC/DC 充电回路，DC/DC 升压回路等元器件重新设计为“智能电池组件”，并将 1 只或多</div><div>只组件进行并联，形成满足实际</div><div>3. 智能交直流一体化电源系统对站用电源系统分散数据采集控制、集中监控以及远程实时查看各电源参数、运行状态好和</div><div>事件信息的优势，</div><div>4. 通过全寿命周期成本分析法，将采用并联智能直流电源系统与常规交直流一体化电源系统对比，</div><div>5. 研究现状及发展动态</div><div>2006 年，美国 IBM 公司与全球电力专业研究机构、电力企业合作开发了“智</div><div>能电网”解决方案。</div><div>6. 美国从节能减排、降低污染角度提出绿色能源环境气候一体化振兴经济计划，智能电网是其中重要的组成部分。2008</div><div>年 4 月，美国科罗拉多州波尔得市已经营建成为全美第一个智能电网城市，于此同时，美国还有 10 多个州正在开始</div><div>推进智能电网发展计划。2009 年 4 月，美国政府宣布了一项约 40 亿美元的用于开发新的电力传输技术计划。此后</div><div>，美国能源部长表示，</div><div>政府向美国企业提供 24 亿美元，用于制造混合动力车和车用电池，美国能源部也在加强车用电池的研究作为新型电网</div><div>最重要的客户工具，电池可以更大地创造智能电网的应用运转空间。</div><div>目前，英、法、意等国都在加快推动智能电网的应用和变革，意大利的局部电网已经率先实现了智能化。2009 年初</div><div>，欧盟有关圆桌会议进一步明确要依靠智能电网技术将北海和大西洋的海上风力、欧洲南部和北非太阳能融入欧洲电网</div><div>，已实现可再生能源大规模集成的跳跃式发展。在欧洲已经有大量的电力企业如火如荼地开展智能电网建设实践，内容</div><div>覆盖发电、输电、配电和售电等环节。</div><div>这些电力企业通过促成技术与具体业务的有效结合，使智能电网建设在企业生产过程中切实发挥作用，从而最终达到提</div><div>高运营绩效的目的。</div><div>7. 使站用电源成为智能变电站的有机组成部分，为智能电网的安全稳定提供有力保障。</div><div>1.3 站用电系统现状及存在问题目前站用</div><div>8. 站用交流电源系统</div><div>220kV 变电站采用两台站用变压器提供站用交流电源，系统采用单母分段接</div><div>线，</div><div>9. 变电站自动化系统提供稳定、不间断、高质量的电源，是自动化系统安全稳定运行的基础。</div><div>10. 输入充电模块，和通用充电模块相比只是短接整流环节。站用直流通过高频开关转换电压为直流 48 V，并非通过变压</div><div>器转换完成。</div><div>11. 变电站蓄电池组因全站交流系统失电，而发挥作用的蓄电池组数量仅为极少部分，但即使是这些极少部分蓄电池组，每</div><div>年的事故时仍有发生。</div><div>12. 全站交流系统失电情况下蓄电池组不能发挥应有作用。</div><div>2、蓄电池不能在线核容更换。目前变电站采用的蓄电池大部分为铅酸蓄电池，因铅酸蓄电池组容量的记忆效应，只能</div></div>

- 靠定期离线全容量核容实验才能真正确定实际容量。即使发现蓄电池内部存在质量问题也需要退出蓄电池组进行更换维护；
13. 变电站及 500kV 变电站尚没有运行实例。
下面从技术上对在 220kV 变电站推行智能站用交直流一体化电源系统的进行可行性分析：
1、实现站用电源资源节约型设计。多并联蓄电池模块组取代传统设计中的充电模块、蓄电池组、蓄电池巡检设备配置；组屏数量、基建面积缩小；实现直流系统在线维护，节省二次维护投资；并联蓄电池模块信息完全通过通信网络数字交互，节省管理投资。
2、实现站用电源工业化设计，并联用智能蓄电池模块为 AC/DC、DC/DC、微电子技术、通信技术等高技术的高集成化综合体，为标准模块化设计，进一步推动了站用电源的工业化设计
3、实现站用电源环境友好型设计。多并联蓄电池模块组使用的铅酸蓄电池
第 1 章绪论 6
数量大为减少。经测算：使用蓄电池模块后 20 只 12V/200AH 铅酸蓄电池可代替 208 只 2V/200AH 铅酸蓄电池。
14. 通过将单只蓄电池与匹配的 AC/DC 充电电路，DC/DC 升压电路等器件创新设计为“智能电池组件”，并通过 1 只或多只组件并联，组成满足实际需要
15. 负荷方式更加可靠所有负荷集中在同一直流母线可按负荷类型分段冗余配置更加合理整组蓄电池冗余配置多模块并联冗余直流系统组成更加智能充电模块+蓄电池组+蓄电池巡检+绝缘检测+直流监控+馈线多并联用智能电池模块+绝缘检测+馈线一次投资≤常规设计一次投资蓄电池维护更省力离线在线人工操作蓄电池组退出运行，并做全容量核容试验，至少需要 2 人 1 天工时 1000 元 RMB。
在线维护，节约离线全容量核容试验费用

2. 1142301028-邓业-智能变电站站用交直流系统研究与应用-电气工程-刘崇茹_第2部分 总字数：8774

相似文献列表		
去除本人文献复制比：43.6%(3825) 文字复制比：43.6%(3825) 疑似剽窃观点：(0)		
1	智能变电站站用电源系统的设计及应用 - 豆丁网 - 《互联网文档资源 (http://www.docin.com) 》 - 2017	9.5% (832) 是否引证：否
2	智能变电站站用电源系统的设计及应用 苗梅(导师：张东英;刘志强) - 《华北电力大学硕士学位论文》 - 2011-06-01	8.5% (749) 是否引证：否
3	变电站站用电源系统关键技术研究 谢伟东(导师：王克英;谢应祥) - 《华南理工大学硕士学位论文》 - 2010-10-20	8.0% (701) 是否引证：否
4	Y2019252818_颜隆泰_一体化电源在智能变电站的应用研究 颜隆泰 - 《学术论文联合比对库》 - 2019-11-01	7.1% (620) 是否引证：否
5	智能电力操作直流电源系统的研究 赵洪伟(导师：祁兵;张帆) - 《华北电力大学硕士学位论文》 - 2014-06-01	5.9% (522) 是否引证：否
6	变电站直流电源系统的设计与可靠性研究 尚晋(导师：王克英;王文洪) - 《华南理工大学硕士学位论文》 - 2010-10-10	5.8% (510) 是否引证：否
7	031 031 - 《学术论文联合比对库》 - 2014-05-09	5.7% (504) 是否引证：否
8	001 001 - 《学术论文联合比对库》 - 2013-12-17	5.7% (502) 是否引证：是
9	5746167_官洪涛_110kV变电站一体化电源系统研究与应用 官洪涛 - 《学术论文联合比对库》 - 2018-09-08	4.8% (419) 是否引证：否
10	变电站交直流一体化电源系统的设计与应用 王炳林;郭巍; - 《冶金动力》 - 2013-05-15	4.2% (368) 是否引证：是
11	供电系统中高频开关直流电源的设计 杨佳(导师：钱晓龙) - 《东北大学硕士论文》 - 2012-06-01	3.9% (341) 是否引证：否
12	变电站交流自动切换系统的技改设计 - 道客巴巴 - 《互联网文档资源 (http://www.doc88.com) 》 - 2019	2.9% (255) 是否引证：否
13	高频开关电源直流系统 徐睿(导师：颜世钢) - 《山东大学硕士论文》 - 2008-10-15	2.8% (245) 是否引证：否
14	变电站直流电源智能监控系统研究及应用 许建刚(导师：林俐;魏旭) - 《华北电力大学硕士论文》 - 2014-06-01	2.6% (229) 是否引证：否
15	变电站直流电源系统技术规范 - 百度文库 - 《互联网文档资源 (https://wenku.baidu.com) 》 - 2019	2.4% (212) 是否引证：否
16	变电站直流电源系统技术规范 - 豆丁网	2.4% (212)

	- 《互联网文档资源 (http://www.docin.com) 》 - 2013	是否引证: 否
17	赵书强论文1 赵书强 - 《学术论文联合比对库》 - 2014-09-04	2.4% (208) 是否引证: 否
18	王爽 论文 - 《学术论文联合比对库》 - 2012-10-23	2.1% (183) 是否引证: 否
19	二次设备模块化设计 夏贵斌; - 《民营科技》 - 2014-10-20	1.8% (159) 是否引证: 否
20	数字化站用电电源交直流一体化系统技术规范书36 - 百度文库 - 《互联网文档资源 (https://wenku.baidu.com) 》 - 2019	1.4% (119) 是否引证: 否
21	06-电源部分技术规范书 (含直流屏、蓄电池、UPS屏). doc - 《互联网文档资源 (https://max.book118.com) 》 - 2019	1.3% (114) 是否引证: 否
22	E8-电源部分技术规范书 (含直流屏、蓄电池、UPS屏、试验电源屏) 20160930最终版 - 百度文库 - 《互联网文档资源 (https://wenku.baidu.com) 》 - 2019	1.2% (107) 是否引证: 否
23	浅谈变电站直流系统的运行维护管理 魏红;刘永杰; - 《内蒙古科技与经济》 - 2010-02-28	1.2% (105) 是否引证: 否
24	变电站站用电节能分析与节能评价 唐晓莹(导师: 林声宏;邓杰锋) - 《华南理工大学硕士学位论文》 - 2015-04-18	1.0% (87) 是否引证: 否
原文内容		

在具备上述优势的同时, 并联智能蓄电池项目也存在部分缺点: 1、抗冲击能力不强, 传统串联蓄电池相当于大电容有较强的抗冲击能力, 并联智能蓄电池元器件在抗冲击存在些许不足, 但可以通过冗余设计, “短时超额输出+输出电解电容”应对。2、馈线短路时短路电流较传统站大, 传统站通过蓄电池供给短路电流, 并联智能蓄电池组通过“输出电解电容+旁路隔离变压器整流回路”供给短路电流, 可以通过合理配置馈线级差, 缩短短路时间来应对。[33-34]

并联智能蓄电池组的布置方式充分满足了智能变电站对智能、可靠、经济的站用电系统的要求, 将是今后智能变电站一体化电源布置的发展方向, 本文主要的工作是:

1、设计通用智能站用直流系统的功能, 提出若干设计原则和要求。

2、对并联蓄电池方式的直流系统中不同的布置方式进行讨论, 与一体化设计方案进行对比, 同时针对不同布置方式下的直流系统可靠性、经济性进行了分析设计, 经分析提出站内节能的设计方案。

3、结合 220kV 某变电站, 对智能变电站站用直流系统的具体工程应用进行了工程设计, 结合 220kV 某变电站工程进行了蓄电池容量、直流电压的选择计算。

最后分析了采用智能并联蓄电池后对设计、施工、调试、运行等各方面的影响和应对措施。

4、通过全寿命周期成本分析法, 对比了并联智能直流电源系统与常规一体化电源系统成本。[35]

第 2 章智能站交直流一体化系统的总体设计 8

第 2 章智能站交直流一体化系统的总体设计

2.1 智能站交直流一体化电源系统组成目前智能变电站均采用了交直流一体化电源系统设计, 将变电站保障设备运行和日常工作生活用交流电源系统、直流电源系统、不间断电源系统、逆变电源、

直流变换电源、通信电源系统进行了系统设计; 通过一体化监控模块将站用电源各子系统进行集中监控, 实现站用电源信息共享, 建立统一的电源软件管控平台;

通过开关智能模块化在站用电源上的使用, 实现了模块外无需二次接线, 大大减少了跨屏的二次电缆, 数字化电源硬件平台得以建立; 各电源进行一体化设计、

一体化配置、一体化监控, 其运行工况和信息数据能够上传至远方控制中心, 能实现就地和远方控制功能, 能实现站用电源设备的系统联动。

2.1.1 智能站交流系统负荷分类智能站交流系统是保证站内一二次设备安全稳定运行的基础, 包括了主设备正常运行时的交流负载、直流负载、交流不间断供电电源系统。

2.1.1.1 智能站交流负荷通过对 220kV 变电站的站用交流系统进行汇总分析, 站内交流负荷归纳起来可分为以下几类:

- (1) 主变控制箱动力电源, 如冷却风扇机电源、泡沫喷淋装置电源等。
- (2) 主变、站用变有载调压机电源、端子箱加热除湿电源。
- (3) 就地配电装置交流动力电源, 如断路器、隔离开关交流电机和机构箱加热照明电源。
- (4) 配电室(开关室、无功设备室、GIS 设备室)检修电源、照明动力电源。
- (5) 站用变室交流设备电源, 如照明, 风机, 温控器电源。
- (6) 主控楼(继保室、通信室、保安室)交流设备电源, 如空调、照明等等。
- (7) 直流系统充电机电源。
- (8) UPS、逆变器交流电源。
- (9) 消防系统交流电源, 如消防泵马达电源、控制电源、照明电源、火灾报警电源等。
- (10) 污水处理系统交流电源。
- (11) 安保系统交流电源, 如电子围栏电源, 视频监控系统电源, 摄像头电源等。

第 2 章智能站交直流一体化系统的总体设计 9

(12) 检修电源箱电源。

变电站设备应按照负载均分、三相平衡的原则，分别接到 380V 两段工作母线上。采用双电源切换回路供电设备，两路交流输入电源应分别接到 380V 两段工作母线上，包括直流充电机、变电站交流不间断电源系统、消防水泵电机电源、主变冷却器交流电源及通信设备等重要回路，应分别采用馈线开关专用供电方式，配置备自投装置。

冗余配置的单电源设备，其交流输入电源应分别取自 380V 不同段工作母线。采用环形网络供电干线的两回交流输入电源应分别接到 380V 两段工作母线上，正常时为开环运行。非冗余配置的单电源设备，包括照明、暖通、检修、加热、生活水泵等，分别接到 380V 两段工作母线上。

2.1.1.2 智能站直流负荷智能站直流负荷按功能可分为控制负荷和动力负荷，其中控制负荷包括：电气控制、信号、测量负荷，继电保护、自动装置和监控系统负荷；动力负荷包括：

各类直流电动机、高压断路器电磁操动合闸机构、交流不间断电源装置、DC/DC 变换装置、直流应急照明负荷。

智能站直流负荷按性质分可分为经常负荷、事故负荷和冲击负荷，其中经常负荷包括：长明灯、连续运行的直流电动机、逆变器、电气控制装置、保护装置、

自动装置、DC/DC 变换装置等；事故负荷包括：事故中需要运行的直流电动机、

直流应急照明、交流不间断电源装置等；冲击负荷包括：高压断路器跳闸、直流电动机启动电流、其他冲击负荷等

2.1.1.3 智能站交流不间断电源系统智能站交流不间断电源系统简称 UPS，由整流器和逆变器等组成的一种电源装置，他与直流电源的蓄电池组配合，能提供符合要求的交流不间断电源。由于与不接地系统的蓄电池组相连接，所以该装置的直流输入部分与交流部分是隔离的。智能变电站 UPS 的负荷包括：微机监测、监控系统、微机防误系统、电能计费系统、自动和保护装置、需辅助电源的变送器、火灾监测系统、打印机负荷、

系统调度通信系统等。

2.1.2 智能站直流系统智能站直流系统由蓄电池、充电装置、直流负载、直流系统绝缘监测装置等组成。正常运行时，站内直流负载由交流系统通过整流回路进行供电，220kV 系统的控制、保护等自动装置电源均采用接自不同直流母线的双回路进行供电，并配置完善的备自投装置。

2.1.2.1 蓄电池组

第 2 章智能站交直流一体化系统的总体设计 10

在智能站中蓄电池组作为传动、保护、控制、通信等装置的独立直流电源，

是直流操作系统中必不可少的组成部分。过去的固定铅酸蓄电池分为开口式、防酸式和防酸防爆式等，它们体积大，电解液为腐蚀性液体（如溅出会伤人和损物，

使用过程产生氢、氧气体，伴着酸雾，对环境带来污染），运行操作复杂等缺点。

蓄电池经过了过去几十年的发展，在变电站直流系统广泛使用的阀控密封铅酸蓄电池基本上克服了一般铅酸电池的缺点，逐步取代了其他形式的铅酸蓄电池。

虽然阀控密封铅酸蓄电池具备了较大优势，但为了保证蓄电池在紧急情况下的能达到规定的使用时间，需要对蓄电池进行在线监测及维护，通过在电池运行过程中把握电池的真实运行状态，确保蓄电池能够提供足够的后备动力。主要意义包括：预警容量不足的电池；改善电池的使用环境，延长电池的使用寿命；掌握电池的实时状况，尤其是电池的容量衰减，通过及时更换有问题的电池，避免停电后设备不能正常运转；同时可以避免盲目更换电池，减少电池更换费用；降低电池现场维护费用；实现集中监控和网络化管理，降低维护管理成本，提高社会效益。

2.1.2.2 充电装置智能变电站中，为直流系统提供电源，同时具备向蓄电池持续充电的装置，

称为充电装置，是直流系统电源的必要组成部分。目前充电方式发展较为成熟稳定的为高频开关整流装置。高频整流模块一般采用 $N+1$ 并联冗余方式供电，即在 N 个充电模块满足电池组的充电电流和运行负荷电流的基础上，增加 1 个充电模块。通过高频整流模块内置的监控板实现对监测整流模块运行参数的实时监测，并通过接口传送给直流电源监控装置，且同时接收监控装置发来的各种控制命令。

2.1.2.3 调压装置对于阀控铅酸蓄电池直流操作电源，充电装置对电池组的充电电压将超过直流控制母线允许的变化范围，在充电装置、蓄电池组与直流控制母线之间需要串联一个母线调压装置进行降压，把直流控制母线的电压稳定在规定的范围内。

硅链电压自动调节装置由自动控制电路、调节开关、大电流直流继电器和分组降压硅链等组成，在动力母线电压从最大值连续下降时，自动调压装置始终控制母线上的电压保持在整定值，动力母线电压从最小值逐渐上升到最大值时，自动调压装置也能使控制母线上的电压保持整定值。设有手动调节功能。使动力母线电压值不变，每次手动调压一档使控制母线电压变化一次直至调整到控制母线电压与动力母线电压相等为止。也可进行逆向电压调节。具有自动调节和手动调节迅速手滑，工作稳定可靠，重量轻，安装方便等优点。配置降压管芯组成的降压硅链具有 PN 正向特征一致性好，降压电压稳定，动态电阻小等优点。并可根据要求进行任意组合，确保整机产品的可靠性和优越性，最大限度优化电源系统

第 2 章智能站交直流一体化系统的总体设计 11

设计，达到完美，可靠合理的应用。

2.1.2.4 直流系统监测装置直流电源监控装置是整个直流电源系统的控制和管理核心，主要对系统中各功能单元和蓄电池进行长期自动监测，获取系统中的各种运行参数和状态，根据测量数据及运行状态及时进行处理，并以此为依据对直流电源系统进行控制实现电源系统的全自动智能化管理。

2.1.3 智能站一体化监控系统智能变电站中，一体化监控系统负责整站的交、直流系统的实时监测、控制、

管理功能。通过配置一体化监控模块，用于采集站用电源各子系统信息。采用分散测控、集中管理的模式，将交流进线智能监控模块、交直流馈线智能监控模块、

蓄电池监测模块、高频开关监测模块等智能监控设备分散安装在各电源柜内，通过总线方式将各智能监测设备与一体化总监控装置进行连接，一体化总监控装置通过 IEC61850 通信标准直接接入自动化系统的 MMS 网，实现对站用交直流一体化电源系统的监控和远程维护管理。

2.2 智能站交直流一体化电源系统设计

2.2.1 220kV 智能站交流系统接线方式设计

220kV 变电站站用交流系统一般有如下几种接线方式，如下图 2-1、2-2、2-3。

图 2-1 两进线单母线图 2-2 两进线一母联单母分段线

第 2 章智能站交直流一体化系统的总体设计 12

图 2-3 两电源一紧急电源方式

220kV 智能变电站目前典型设计方案采用方案二（图 2-2）。采用分别接于站

内 35kV I、II 段母线的接地变为站内交流负荷进行供电，380V 母线采用单母分段接线方式。根据 220kV 变电站站用交流系统设计要求，不在进线开关和分段开关处设置备自投，而是采用重要负荷侧双路电源供电，在双路供电的负荷侧设置 ATS 或备自投装置，具体接线方式详见下图 2-4。

图 2-4 220kV 智能站交流系统接线图

2.2.2 智能站直流系统设计

2.2.2.1 智能站直流系统接线方式设计

220kV 智能站要求采用两套独立的直流系统，实现控制和保护装置的双电源

模式，因此直流系统在考虑接线方式时应考虑两套独立的直流系统，两套系统间采用母联方式互联，以便在特殊情况下进行并列。直流系统馈出网络采用辐射状供电方式，并按照电压等级设置分屏。除蓄电池出口采用总熔断器以外，其余全

第 2 章智能站交直流一体化系统的总体设计 13

部采用直流专用断路器，同时考虑断路器上下级的级差配合。常见的 220kV 变电站直流母线接线方式见图 2-5。

图 2-5 直流系统接线图

2.2.2.2 智能站直流供电电压设计根据《电力工程直流系统的设计规范》，控制操作直流系统电压采用 220V

或者 110V。相比于 110V 直流系统，220V 直流系统具备如下优势：智能站的智能终端和合并单元安装于开关场地，离控制室距离较远，相同功率情况下，电缆

第 2 章智能站交直流一体化系统的总体设计 14

中流过的电流 220V 比 110V 小一半，减少了损耗和压降，同时因电流较小，选择的控制电缆截面可以适当减少，节省投资；220V 直流系统比 110V 直流系统抗电磁干扰能力强。但也存在部分劣势：蓄电池配置个数翻倍，占地面积也较大。

因大部分用的电磁操作机构的断路器，关闭直流电源的电源是必须的，在此状态下，为了满足直流电源的回路电压需求，减少的直流的电力电缆的投资就是影响电力系统直流额定电压的关键原因，所以本次选择 220V 直流系统，确保变电站直流系统供电电压的稳定。

2.2.2.3 智能站蓄电池设计根据 220kV 智能站接线方式和电压选择，综合考虑智能变电站智能终端、

合并单元、交换机等设备较多，按照无人值班事故放电两小时考虑，选择两组容量为 500AH 的阀控式密封铅酸蓄电池组，每个单体蓄电池电压 2V，浮充电，串联 103 只，分设两个蓄电池室，每组蓄电池室配置有防爆要求的通风装置和遮阳装置，防止阳光直照。两组蓄电池电缆选用阻燃电缆，分别敷设在各自独立的通道内，在穿越电缆竖井时，加穿金属套管。

2.2.2.4 智能站直流充电装置设计目前广泛采用的充电装置为可控硅整流和高频开关整流模块。

(1) 可控硅整流电源。采用晶闸管的导通角来调整电压的硅可控整流器被称为相控整流电源。相控整流电源的不足之处在于：由于其整流的原理导致的高次谐波无法避免，输出电压纹波过大，减少电池寿命；增加了降压变压器，转换效率降低、体积大、笨重这导致可维护性也比较差；充电装置发生故障时，必须重新退出运行后才可以对系统进行维护和检修，这样就大大降低了系统的稳定性。

(2) 高频开关整流模块。高频开关整流装置采用模块化结构，运行过程中，N+1 个模块同时运作并自动均流。所以当系统中某一电源模块出现故障时，

故障模块会自动退出，其他模块就重新均流保持系统的正常运行。故障模块可以实时更换，不需要断电进行，并不影响其他装置工作。高频开关整流模块具有低纹波电压和稳定的输出电压，同时具备灵敏而迅速的特点，即时电压不稳定的偏差达到 ±20%，浮充电模式依然保持自己稳定的电流，延长了阀控式铅酸蓄电池使用寿命。当然目前还存在部分劣势：一是价格偏高，二是负荷重时发热情况严重，但这并不能影响高频开关电源直流系统的超强的优势。

通过对比上述两种充电装置，考虑选择高稳定性输出的高频开关整流模块，

采用改善充电装置安装环境的方法避免出现严重发热的情况，综合考虑长期运行下的检修维护成本、对蓄电池的使用寿命等因素，高频开关相比于可控硅整流装置具备较大优势。

第 2 章智能站交直流一体化系统的总体设计 15

2.2.2.5 智能站调压硅链设计为保证智能站各直流设备的正常运行，在本次设计中对调压装置的提出了更高的要求进行，不仅需要具备自动、手动功能，还需增加调压硅链开路保护功能：

可以准确的判断出硅链的开路位置，同时能迅速地将开路部分短接，并且其它部分硅链还能正常使用，同时能以继电器接点的形式将开路故障信号送出。在保护动作过程中，电压波动小于规定范围。

2.2.2.6 智能站直流监测系统设计智能站直流监测系统目前主要用于直流接地故障的预防和报警，通过加装在各进线、馈线、母线上的传感器，实现对母线绝缘性能进行实时监测。绝缘监察装置应具有监测正、负母线同时绝缘降低功能，可通过设置选择自动或手动投入方式。投入自动方式时宜每 1 小时进行一次正、负母线同时绝缘降低检测。

将所有传感器的输出都接到采集模块，采集模块上送给直流绝缘监察装置，

实现对传感器输出的实时监测，当直流电源系统出现绝缘水平下降或接地故障时，绝缘监察装置对各路传感器进行巡检，计算并显示出接地回路、接地极性、

接地电阻以及正负母线对地电压，从而诊断出故障所在，并能够进行有效地抢修事件记录功能，事件记录应具有掉电保持功能。不宜采用对直流母线注入低频信号工作方式查找接地的绝缘监察装置，以减少对直流母线影响。同时按照国网十八项反措要求，绝缘监察装置应具备检测交流窜入直流系统的报警信号，防止发生交流窜入直流造成保护误动。

2.3 智能站一体化监控系统设计智能站一体化监控系统将站用交流系统、直流系统、UPS 电源及通信直流电源系统统一设

计、监控，设立智能站用交直流一体化电源系统的总监控模块，所有智能模块均通过通信将信息接入总监控模块，包括交流进线模块、交流馈线模块、通信 DC/DC 模块、充电模块、直流系统监控模块、逆变电源模块等。

该系统的监控具备如下功能：

(1)通信功能：监控装置通过汇总各交流、直流、DC/DC 通信电源、UPS 等电源系统的信息后通过以太网、IEC61850 规约与监控系统进行通讯，上送各类遥信、遥测量，下达各种监控遥控、遥调命令。

(2)人机交互功能：直观地示交直流系统的电压、电流、功率等数据；也可以通过接线图的方式形象的显示 UPS、蓄电池、开关等遥信状态；并可在交互界面下实现对下遥控、遥调等控制。

(3)报警功能：系统检测的数据可以进行报警阈值设定，可以选择报警范围，并及时反应系统的报警信息，通过声、光信号进行提醒；

第 2 章智能站交直流一体化系统的总体设计 16

(4)历史记录功能：历史告警自动存储，可以根据用户的要求保存数据的历史记录和歷史告警；

(5)逻辑处理功能：直流绝缘告警，当只有支路漏电流越限告警，而母线绝缘电阻无告警，可自动进行逻辑判断为支路漏电流越限为误告警，同时可以根据监测到得数据判断接地告警和交流窜入直流告警。

(6)程序化联动控制功能：将任务进行编程并固化在总监控模块中，一旦程序被激活即可进行程序化联动控制。

2.4 本章小结本章主要介绍了两个内容：（1）220kV 智能变电站站用交直流一体化电源系

统的主要构成，并对各组成部分进行了简要介绍；（2）重点说明了整个系统的设

计规则，按照规则对站用电交流系统、直流电压、蓄电池、充电装置、一体化监

控系统等相关设备进行了深入的阐述说明。

下面一章将对并联蓄电池的相关运行模式进行介绍，同时探讨应用于一体化电源系统的可行性。

第 3 章智能站并联智能直流电源系统的总体设计 17

第 3 章智能站并联智能直流电源系统的总体设计

3.1 并联智能直流电源系统构成随着智能变电站的普及，变电站站用电系统的可靠性尤为重要，但目前使用的站用交直流一体化电源系统仍未有提高可靠性的创新设计，并联智能直流电源系统的出现为智能变电站交直流一体化电源提供了一个新的设计思路，采用智能电池组件、蓄电池、监控系统代替传统直流系统高频电源模块、蓄电池组、调压硅链、蓄电池巡检仪、监控系统的配置方案，避免了传统直流系统蓄电池串联使用的一致性要求、维护难、可靠性低的缺点。

3.1.1 蓄电池组区别于常规串联蓄电池组，并联蓄电池组要求单体蓄电池能提供更大的单体容量，因此并联蓄电池组选择单体蓄电池时，不能按照常规站选用 2V 端电压的单体蓄电池，而要选择 12V 端电压的单体蓄电池，以减少相同负载情况下电流值，防止蓄电池过热影响使用寿命。通过与智能电池组件配合，可以实现分布式和集中式布置方式。详见下图 3.1。

图 3.1 并联蓄电池示意图

3.1.2 智能电池组件通过将单只蓄电池与匹配的 AC/DC 充电电路，DC/DC 升压电路等器件创新设计为智能电池组件，通过一只或多只组件并联，组成满足实际需要的直流电源系统，取代传统设计中的充电模块、蓄电池巡检模块，解决蓄电池串联方式下单只蓄电池质量及连接影响整组蓄电池可靠性，防爆防燃不易处理，不能在线更换及核容试验，新旧电池不匹配，较难分散布置、冗余配置不经济等问题。

智能组件实现了上行下达信息数字化传输，可实现在线式蓄电池核容等高级程序化管理功能，电池在线核容：单组件电池分别核容，通过短时关闭 AC/DC

电路，电池放电带载，累加电池放电容量；电池放电到下限电压时，重启 AC/DC

第 3 章智能站并联智能直流电源系统的总体设计 18

电路，充电并带载。详见下图 3-2。

图 3-2 蓄电池在线核容通过采用智能组件后，智能变电站可结合保护测控按间隔分散就地安装，使用并联用智能蓄电池模块实现电源分散就地布置，取消常规电缆沟设计，进而逐步取消控制室设计，变电站设计模式发生根本性变化。

3.2 并联智能直流电源系统设计根据智能并联蓄电池的构成模式，可以将并联智能直流电源系统分为集中式直流方案设计、分布式直流电源方案设计两种类型。其中集中式直流方案设计中可以将并联蓄电池组与常规串联蓄电池组并列应用；而分布式直流电源方案可以将蓄电池组分散布置，不需设置单独的蓄电池室。

3.2.1 集中式并联智能直流方案设计

3.2.1.1 集中式并联智能直流方案设计将各并联蓄电池组件+蓄电池组全部并列后，接入直流母线，然后通过直流馈线对各支流负荷进行供电的方式称为集中式并联智能直流方案设计。该方案保留了交直流一体化电源系统内的直流母线，通过辐射状供电方式，为直流系统各类负荷提供稳定的供电方案。

集中式并联智能直流方案具备优势：通过采用并联蓄电池的供电方式，实现了蓄电池在线核容、单台蓄电池故障无需停电更换，冗余配置合理，不会造成直流母线电压波动。通过集中布置的并联蓄电池组，使运维、操作人员更直观的，

方便统一维护管理。虽然并联智能直流方案具备上述优势，但也还存在部分不足：

1、根据设计规范要求蓄电池容量超过 300AH 需要设置独立的蓄电池室，蓄电池室内需满足相关防火防爆的要求。

指 标
疑似剽窃文字表述
1. 发展方向，本文主要的工作是： 1、设计通用智能站用直流系统的功能，提出若干设计原则和要求。 2、对 2. 结合 220kV 某变电站工程进行了蓄电池容量、直流电压的选择计算。 最后分析了采用智能并联蓄电池后对设计、施工、调试、运行等各方面的影响和应对措施。

3. 交流电源系统、直流电源系统、不间断电源系统、逆变电源、直流变换电源、通信电源系统进行
4. 通过一体化监控模块将站用电源各子系统进行集中监控，实现站用电源信息共享，建立统一的电源软件管控平台；通过开关智能模块化在站用电源
5. 电源进行一体化设计、一体化配置、一体化监控，其运行工况和信息数据能够上传至远方控制中心，能实现就地和远方控制功能，能实现站用电源设备的系统联动。
6. 消防系统交流电源，如消防泵马达电源、控制电源、照明电源、火灾报警电源等。
(10)
7. 电源箱电源。
变电站设备应按照负载均分、三相平衡的原则，分别接到 380V 两段工作母线上。采用双电源切换回路供电设备，两路交流输入电源应分别接到 380V 两段工作母线上，
8. 直流充电机、变电站交流不间断电源系统、消防水泵电机电源、主变冷却器交流电源及通信设备等重要回路，应分别采用馈线开关专用供电方式，配置备自投装置。
冗余配置的单电源设备，其交流输入电源应分别取自 380V 不同段工作母线。采用环形网络供电干线的两回交流输入电源应分别接到 380V 两段工作母线上，正常时为开环运行。非冗余配置的单电源设备，包括照明、暖通、检修、加热、生活水泵等，分别接到 380V 两段工作母线上。
- 2.1.1.2
9. 负荷智能站直流负荷按功能可分为控制负荷和动力负荷，其中控制负荷包括：电气控制、信号、测量负荷，继电保护、自动装置和监控系统负荷；动力负荷包括：
各类直流电动机、高压断路器电磁操动合闸机构、交流
10. 直流应急照明负荷。
智能站直流负荷按性质分可分为经常负荷、事故负荷和冲击负荷，其中经常负荷包括：长明灯、连续运行的直流电动机、
11. 交流不间断电源系统简称 UPS，由整流器和逆变器等组成的一种电源装置，他与直流电源的蓄电池组配合，能提供符合要求的不间断交流电源。由于与不接地系统的蓄电池组相连接，所以该装置的直流输入部分与交流部分是隔离的。
12. 蓄电池经过了过去几十年的发展，在变电站直流系统广泛使用的阀控密封铅酸蓄电池基本上克服了一般铅酸电池的缺点，逐步取代了其他形式的铅酸蓄电池。
13. 蓄电池进行在线监测及维护，通过在电池运行过程中把握电池的真实运行状态，确保蓄电池能够提供足够的后备动力。主要意义包括：预警容量不足的电池；改善电池的使用环境，延长电池的使用寿命；掌握电池的实时状况，尤其是电池的容量衰减，通过及时更换有问题的电池，避免停电后设备不能正常运转；同时可以避免盲目更换电池，减少电池更换费用；降低电池现场维护费用；实现集中监控和网络化管理，降低维护合管理成本，提高社会效益。
14. 每次手动调压一档使控制母线电压变化一次直至调整到控制母线电压与动力母线电压相等为止。也可进行逆向电压调节。具有自动调节和手动调节迅速手滑，工作稳定可靠，重量轻，安装方便等优点。配置降压管芯组成的降压硅链具有 PN 正向特征一致性好，降压电压稳定，动态电阻小等优点。并可根据要求进行任意组合，确保整机产品的可靠性和优越性，最大限度优化电源系统
- 第
15. 采用分散测控、集中管理的模式，将交流进线智能监控模块、交直流馈线智能监控模块、蓄电池监测模块、高频开关监测模块等智能监控设备分散安装在各电源柜内，通过总线方式将各智能监测设备与一体化总监控装置进行连接，一体化总监控装置通过 IEC61850 通信标准直接接入自动化系统的 MMS 网，实现对站用交直流一体化电源系统的监控和远程维护管理。
- 2.2 智能站交直流一体化电源系统设计
- 2.2.1 220kV 智能站交流系统接线方式设计
- 220kV 变电站站用
16. 电压设计根据电力工程直流系统设计技术规范，控制操作用直流系统电压采用 220V 或者 110V。
17. 按照无人值班事故放电两小时考虑，选择两组容量为 500AH 的阀控式密封铅酸蓄电池组，
18. 监测。绝缘监察装置应具有监测正、负母线同时绝缘降低功能，可通过设置选择自动或手动投入方式。投入自动方式时宜每 1 小时进行一次正、负母线同时绝缘降低检测。
将所有传感器的输出都接到
19. 抢修事件记录功能，事件记录应具有掉电保持功能。不宜采用对直流母线注入低频信号工作方式查找接地的绝缘监察装置，以减少对直流母线影响。
20. 直流电源系统统一设计、监控，设立智能站用交直流一体化电源系统的总监控模块，所有智能模块均通过通信将信息接入总监控模块，包括交流进线模块、交流馈线模块、通信 DC/DC 模块、充电模块、直流系统监控模块、逆变电源模块等。
21. 系统的监控具备如下功能：
(1)通信功能：监控装置通过汇总各交流、直流、DC/DC 通信电源、
22. 直观地示交直流系统的电压、电流、功率等数据；也可以通过接线图的方式形象的显示 UPS、蓄电池、开关等遥信状态；并可在交互界面下实现对下遥控、遥调等控制。

- (3)报警功能：系统检测
23. 历史记录功能：历史告警自动存储，可以根据用户的要求保存数据的历史记录和歷史告警；
- (5)逻辑处理功能：直流绝缘告警，当只有支路漏电流越限告警，而母线绝缘电阻无告警，可自动进行逻辑判断为支路漏电流越限为误告警，
24. 程序化联动控制功能：将任务进行编程并固化在总监控模块中，一旦程序被激活即可进行程序化联动控制。
25. 智能组件后，智能变电站可结合保护测控按间隔分散就地安装，使用并联用智能蓄电池模块实现电源分散就地布置，取消常规电缆沟设计，进而逐步取消控制室设计，变电站设计模式发生根本性变化。

3. 1142301028-邓业-智能变电站站用交直流系统研究与应用-电气工程-刘崇茹_第3部分 总字数：8914		
相似文献列表		
去除本人文献复制比：36.9%(3293) 文字复制比：36.9%(3293) 疑似剽窃观点：(0)		
1	超级电容用于智能变电站直流供电系统的研究 李春敏(导师：张晓冬) - 《北京交通大学硕士论文》 - 2016-03-01	18.4% (1638) 是否引证：否
2	国家电网公司变电运维管理规定（试行） 第24分册 站用直流电源系统运维细则.pdf-文档在线预览 - 《互联网文档资源（ https://max.book118. ）》 - 2019	7.0% (624) 是否引证：否
3	直流电源系统运行范例国家电网公司 - 百度文库 - 《互联网文档资源（ https://wenku.baidu. ）》 - 2019	5.9% (526) 是否引证：否
4	标准电站Microsoft Word 文档 (2)-百度文库 - 《互联网文档资源（ http://wenku.baidu.c ）》 - 2012	5.8% (517) 是否引证：否
5	直流电源系统检修规程 - 《互联网文档资源（ http://www.doc88.com ）》 - 2019	5.6% (500) 是否引证：否
6	浅析免维护蓄电池的原理、运行与维护 王华莹； - 《山东电机工程学会第四届供电专业学术交流会论文集》 - 2007-08-01	5.6% (496) 是否引证：否
7	19直流电源系统运行规范 - 百度文库 - 《互联网文档资源（ https://wenku.baidu. ）》 - 2019	4.7% (419) 是否引证：否
8	超级电容在智能变电站直流供电系统中的应用 李顺昕;霍菲阳;刘丽;李莉;张晓冬; - 《电子设计工程》 - 2017-07-20	4.6% (413) 是否引证：否
9	通信用阀控式铅酸蓄电池的技术与维护1111-百度文库 - 《互联网文档资源（ http://wenku.baidu.c ）》 - 2012	4.6% (406) 是否引证：否
10	直流电源系统管理规范-百度文库 - 《互联网文档资源（ http://wenku.baidu.c ）》 - 2012	4.5% (402) 是否引证：否
11	丽水电网蓄电池在线监控系统的设计与研究 潘华(导师：马皓;刘洪鑫) - 《浙江大学硕士论文》 - 2011-01-05	4.1% (364) 是否引证：否
12	43_吴迪_沈阳滂江220kV变电站新建工程可行性研究报告 吴迪 - 《学术论文联合比对库》 - 2017-03-17	4.0% (360) 是否引证：否
13	辽阳隆昌220kV输变电工程可行性研究报告 - 《学术论文联合比对库》 - 2017-09-18	4.0% (359) 是否引证：否
14	智能变电站站用电源系统的设计及应用 苗梅(导师：张东英;刘志强) - 《华北电力大学硕士论文》 - 2011-06-01	3.9% (349) 是否引证：否
15	考试题 - 道客巴巴 - 《互联网文档资源（ http://www.doc88.com ）》 - 2019	3.8% (335) 是否引证：否
16	7_杜晓菲_连接带热电厂220kV送出工程设计方案的研究 杜晓菲 - 《学术论文联合比对库》 - 2016-10-11	3.6% (323) 是否引证：否
17	变电站直流电源系统的原理及维护 涂文锋;张健; - 《电源技术应用》 - 2013-05-15	3.5% (316) 是否引证：否
18	1-3638735_张记飞_虎园220kV智能化变电站的研究和设计 张记飞 - 《学术论文联合比对库》 - 2016-10-13	3.3% (298) 是否引证：否
19	3601880_张记飞_虎园220kV智能化变电站的研究和设计 张记飞 - 《学术论文联合比对库》 - 2016-09-20	3.3% (298) 是否引证：否
20	山东电力集团公司110kV-500kV变电站智能化典型配置方案-百度文库 - 《互联网文档资源（ http://wenku.baidu.c ）》 - 2012	2.9% (261) 是否引证：否
21	500kV变电运行竞赛笔试试题及标准答案A.doc - 《网络（ https://www.niuwk.co ）》 - 2020	2.7% (244) 是否引证：否

22	技师、高级题库(1) - 百度文库 - 《互联网文档资源 (https://wenku.baidu.) 》 - 2020	2.4% (218) 是否引证: 否
23	全寿命周期理论分析变电站工程 郑建华; - 《农村电气化》 - 2012-04-10	2.2% (197) 是否引证: 否
24	201609041626111553_郭钊平_变电站直流系统蓄电池组在线状态评估的研究 郭钊平 - 《学术论文联合比对库》 - 2016-09-04	1.8% (160) 是否引证: 否

原文内容

2、集中式布置的并联蓄电池在引入直流母线柜时，仍需采用电缆敷设方式，根据国网十八项反措要求，两组蓄电池组直流电缆需独立敷设，且需采用阻燃电缆，穿越电缆竖井还需加装金属套管。根据并联蓄电池的特殊联接方式，在组屏安装时，可以采用防火防爆材料将

第 3 章智能站并联智能直流电源系统的总体设计 19

蓄电池与智能组件进行隔离，达到更加完善的防火防爆要求。集中式并联智能直流系统接线方式见图 3-3。

图 3-3 集中式并联智能直流系统接线方式

3.2.1.2 与常规串联蓄电池组并列应用设计在 220kV 及以上变电站要求采用两组蓄电池，两套独立的直流系统，因此采用集中式并联智能直流方案设计时，还可以与串联蓄电池组并列运行，该应用模式可以更为直观的体现为并联蓄电池供电提供的优越性和便利性。当然，该模式仅作为并联蓄电池应用中的过渡阶段，为使用者提供一个新的选择，同时不会对直流系统造成太大改动，运维、检修人员可以通过日常接触，逐步加深对并联蓄电池运作模式的了解。

该模式同样存在上述集中式布置方式下的不足，同时因一个变电站采用了两种不同供电方式的蓄电池，在日常运行维护过程中运维、检修人员需要掌握两组不同接线原理的设备运行模式 and 操作方法，需要运维、检修单位增加相关的培训工作，为日常运维工作增加了部分工作量，但相比于两组均采用串联方式下的供电方式还是具有较大优势。与常规串联蓄电池组并列接线方式详见 3-4

第 3 章智能站并联智能直流电源系统的总体设计 20

图 3-4 与常规串联蓄电池组并列接线方式

3.2.2 分布式并联智能直流电源方案设计根据并联蓄电池的特点，直流系统对供电方式的布置上更加灵活多样，不仅可以采用和串联蓄电池同样的集中布置，还可以采用分布式的布置方式，即将蓄电池组就地安装，减少直流系统的远距离输送导致的故障影响到对设备的可靠供电，该设计方式不需要远距离铺设直流电缆，无需设置单独的蓄电池室，控制、

保护电源就地化布置后大大降低了直流系统绝缘故障的发生概率。采用分布式并联智能直流布置方案，将原有的直流母线布置方式改为就地布置方式，类似于交流系统的交流分屏模式，蓄电池放置于就地屏柜内，屏柜采用专用的防火防爆设计，单个蓄电池故障不会导致全站蓄电池全失。

当然，虽然分布式直流布置方案相比集中式布置方式具备部分优势，但同样也存在部分不足：1、蓄电池较为分散，增加了运维检修人员日常巡视、维护的时间；2、相比于集中式布置的并联蓄电池组，为防止由于单个蓄电池故障导致重要的直流负荷失电，需要各蓄电池组均留有一定裕度，增加了蓄电池组数，通过合理的负荷划分，该项裕度可以控制在合理范围内。分布式并联智能直流电源方案见图 3-5

第 3 章智能站并联智能直流电源系统的总体设计 21

图 3-5 分布式并联智能直流电源接线方式

3.3 本章小结本章主要介绍了两个内容：（1）并联智能直流电源系统主要构成部分；（2）

并联智能直流电源系统设计方案，重点介绍了并联蓄电池可用于变电站站用电源的不同方式，通过深入阐述了不同布置方式下的优缺点。

下面一章将对 220kV 变电站采用并联智能直流系统进行探讨设计，重点介绍并联蓄电池投产后的运维、检修工作相比于传统方式所具备的优势。

第 4 章采用并联蓄电池的交直流一体化电源设计方案 22

第 4 章采用并联蓄电池的交直流一体化电源设计方

案

4.1 采用并联智能直流电源的交直流一体化电源系统设计

4.1.1 220kV 某变电站直流蓄电池容量选择按照满足变电站交流电源事故全停点状态下 2 消失放电容量选择蓄电池容量，考虑远景接线规模下的计算机监控、继电保护、故障录波、合并单元、智能终端、交换机等设备数量，站用主要支流负荷统计表如下表 4-1：

表 4-1 直流系统负荷电流技术参数一览表序号负荷名称负荷数量

(台)

负荷单体容量

(kW)

负荷总容量

(kW)

负荷系数计算容量 (kW)

负荷电流 (A)

经常电流 (A)

事故初期

(1min) 放电电流 (A) 1

测控保护录波类经常负荷 168 0.035 5.88 0.6 3.53 16.05 16.05 26.73 2

合并单元经常性负荷 82 0.04 3.28 0.6 1.97 8.95 8.95 14.91 3

智能终端经常性负荷 86 0.06 5.16 0.6 3.1 14.09 14.09 23.45 4

交换机经常性负荷 84 0.06 5.04 0.6 3.02 13.73 13.73 22.91

5 UPS 电源 1 10 10 0.6 6 27.27 27.27

6 断路器操作 1 1 1 9.09

经常性电流 I_{jc} 52.82

电流统计 I_1 115.27

对于标称电压 220V 的直流系统，根据电力系统行业标准 DL/T5044-2004《电力工程直流系统设计技术规程》及《电力工程直流系统设计手册》（第二版）的相关表格，得到如下参数：

2h 放电时间的容量换算系数： $K_{c120}=0.344$

可靠系数： $K_{rel}=1.40$

根据电流换算法的计算公式，得到蓄电池容量为：

第 4 章采用并联蓄电池的交直流一体化电源设计方案 23

$C_{c1}=K_{rel} \cdot I_1 / K_{c120}=1.4 \cdot 115.27 / 0.344=469.12$ (Ah)

按标称容量，蓄电池容量取 500Ah。

4.1.2 采用集中式布置的交直流一体化电源系统设计

4.1.2.1 集中式布置的直流系统采用集中式布置的并联智能直流系统所构成的交直流一体化电源系统与常规串联蓄电池类似，直流系统采用两段单母接线，两段直流母线之间设置联络开关。每组蓄电池及其充电装置分别接入不同母线段。直流系统接线满足正常运行时两段母线切换时不中断供电的要求，切换过程中允许 2 组蓄电池短时并列运行。对于智能控制柜，以柜为单位配置直流供电回路。

当智能控制柜内仅布置有单套配置（或双重化配置中的某一套）的保护测控、

合并单元智能终端、过程层交换机等装置时，配置一路公共直流电源。当智能控制柜内同时布置有双重化配置的保护测控、合并单元、智能终端、过程层交换机等装置时，配置两路公共直流电源。智能控制柜内各装置公用直流电源，采用独立空开分别引接。

直流系统采用主分屏两级方式，辐射型供电。根据直流负荷分布情况，在负荷集中区设置分屏，个单元的测控、保护、故障录波、自动装置等负荷均从直流分屏引接。直流馈线屏至每面分屏每段各引一路电源。馈线开关采用直流专用空气开关，分馈线开关与总开关额定电流级差保证 3 倍以上。

根据蓄电池容量核算为 500Ah，需设置专用蓄电池室，两组蓄电池之间设防火隔离墙。直流系统主馈线屏与智能蓄电池组临近布置，并布置与负荷中心。

4.1.2.2 集中式布置的交流系统站用交流系统从两台主变压器低压侧分别引接 2 台容量相同、可互为备用、

分列运行的站用工作变压器。每台工作变压器按全所负荷选择。为提高供电可靠性，站用交流系统采用单母线分段接线，每台站用变各带一段母线，同时带电分列运行。交流系统为 380/220V 中性点接地系统，采用空气开关分段，重要负荷采用双回路供电，全容量备用。

4.1.3 采用分布式布置的交直流一体化电源系统设计目前，智能变电站直流供电系统普遍采用一体化直流电源结构。该种电源结构需要选用大容量的蓄电池组，一旦发生电源故障，极易导致整个直流系统瘫痪，

严重时甚至会造成电力系统大面积停电。常规的变电站集中式的直流电源系统结构框图如图 4-1 所示，直流系统各负载均从直流母线获取电源，由于线路电流较大，且传输距离较远，导致由线路引起的压降过大，造成负载的供电电压均波动较大，降低了直流系统的供电质量；并且，该种供电方式布线复杂，传输距离远，

第 4 章采用并联蓄电池的交直流一体化电源设计方案 24

容易对系统中其他信号造成电磁干扰，影响信号的有效、准确传递。

分布式直流供电系统用并联蓄电池组作为后备电源，采用标准模块化设计，

多模块分散并联冗余方式取代传统集中式直流供电系统中充电机、串联蓄电池组、蓄电池巡检的设计，分布式布置供电系统是按照负荷性质兼顾地理位对直流供电系统负荷进行分组，并根据实际需求配不同容量的并联蓄电池组。各个模块提供给负载的电压质量只与模块本身有关，且按与负载就近原则进行配置，因此电压稳定。

与一体化电源不同，分布式直流供电系统采用供电电源标准模块化设计，将各类负载需要的电源系统分别通过高效率的设计与高密度的安装技术封装在一个较小的空间里面，这将大大减小其体积与重量，并且有效提高电源的可靠性及电能质量。

4.1.4 并联智能直流系统均流设计并联智能蓄电池采用并联冗余模式对变电站直流供电系统进行容量配置，然而，一般情况下很难达到各个并联用蓄电池模块的特性完全一致，因此，不能将其直接进行并联。为了防止有的并联用蓄电池重载运行有的蓄电池轻载运行，即各并联模块的负载电流不一致，需要在各模块进行并联使用时采用并联均流技术。

采用并联均流技术可使电流应力降低，电源的可靠性提高。并联模块输出电流不平均的根本原因是各个蓄电池模块参数的不一致，各并联蓄电池有其各自的输出特性曲线。图4-1为两个电源模块并联运行时的等效电路及其输出特性曲线。

图 4-1 并联均流原理图根据图 4-1 可知，若两并联电源模块特性完全一致，则两模块的对外特性重合，负载电流均匀分配。若其中一个电源模块的等效电压值较高，输出电阻较小，

该模块将负担大部分的负载电流，有可能导致该模块重载或过载；而另一电源模块，则承受较小的负载电流，使其轻载或空载运行，不能有效利用其能量可见，

第 4 章采用并联蓄电池的交直流一体化电源设计方案 25

在并联电源系统中各个电源模块依据其对外特性来承担相应的负载电流，各个模块对外特性的差异造成了负载电流分配不均匀。均流精度是用来衡量系统均流性

能优劣的参数。其定义为：

$CS=$

N

$I_{\max I} (4-1)$

式中, ΔI_{\max} 为所有并联电源模块中输出的最大电流值与最小电流值之差, I

为并联电源模块的总负载电流, N 为并联电源模块数, CS 即为均流精度。

目前, 随着并联电源系统的快速发展, 对多模块电源并联运行的研究越来越多。国内外学者对均流技术进行了广泛的深入研究。目前, 在多模块电源并联运行系统中, 采用的均流技术方法主要有输出阻尼法、主从设置法、平均电流法、

最大电流法、热应力自动均流法及外加均流巧制器法。另外, 中央电流限制控制法、交错结构法及电流分配器法等新型均流控制技术也正在蓬勃发展。

下面通过对几种常见均流技术的对比, 可看出其各有特点。下面对其作简单的总结。

1. 输出阻尼法是最简单的均流方法, 通过改变并联电源模块的等效内阻实现均流, 各并联电源模块相对独立。但该方法适用于对电压调整率要求较低场合,

适用于小功率电源系统。

2. 主从设置法通过采用双环控制的方式来提高系统的均流效果。其缺点主要是: 主从电源模块间须有通讯联系, 增加了系统的复杂程度; 若主模块故障, 则系统丧失均流能力; 其电压环带宽大, 系统易受干扰; 不适用于并联冗余方式的电源系统。

3. 平均电流法均流效果好, 可靠性比较高。但是, 若均流母线短路或者与其相连的并联电源模块停止运行, 将造成系统无法正常工作。

4. 最大电流法采用最大输出电流电源模块作为主模块, 均流母线电压反映最大输出电流信号。该方法均流效果好, 控制方法多, 能够实现较好的冗余, 适用于并联冗余式的电源系统。

5. 外加均流控制器法虽然也可获得较好的均流效果与电压调整率, 但需要外加均流控制器, 增加了系统控制环的设计难度, 一定程度上降低了系统的可靠性,

限制了该方法的使用范围。

220kV 变电站中直流电源系统发挥着重要作用, 要求直流系统具备高可靠

性, 因此通过上述几种均流技术的对比, 选择均流技术成熟、能自动均流调节、可扩充性好的最大电流法均流技术。

4.2 并联智能直流电源系统运行维护

第 4 章采用并联蓄电池的交直流一体化电源设计方案 26

并联智能直流电源系统因采用了模块化设计, 提升了运维方便性, 实现了蓄电池的在线检修, 不停电更换, 可进行蓄电池在线全容量自动核容, 大大减少了运行单位的维护工作量。

4.2.1 蓄电池日常维护要求对比采用并联智能蓄电池的直流电源系统, 蓄电池的日常巡视检查要求与常规蓄电池无太大区别, 但通过并联的智能组件能实现蓄电池的在线全容量核容, 常规蓄电池组只能通过停电方式下进行核对性充放电及蓄电池内阻测试, 根据规程要求, 常规串联蓄电池组核对性放电、内阻测试要求如下:

1. 一组阀控蓄电池组核对性放电全站仅有一组蓄电池时, 不应退出运行, 也不应进行全核对性放电, 只允许用 I_{10} 电流放出其额定容量的 50%。在放电过程中, 蓄电池组的端电压不应低于

$2V \times N$ 。放电后, 应立即用 I_{10} 电流进行限压充电—恒压充电—浮充电。反复放充

(2~3) 次, 蓄电池容量可以得到恢复。若有备用蓄电池组替换时, 该组蓄电池可进行全核对性放电。

2. 两组阀控蓄电池组核对性放电全站若具有两组蓄电池时, 则一组运行, 另一组退出运行进行全核对性放电。

放电用 I_{10} 恒流, 当蓄电池组电压下降到 $1.8V \times N$ 时, 停止放电。隔 (1~2) h

后, 再用 I_{10} 电流进行恒流限压充电—恒压充电—浮充电。反复放充 (2~3) 次,

蓄电池容量可以得到恢复。若经过三次全核对性放充电, 蓄电池组容量均达不到其额定容量的 80% 以上, 则应安排更换。

阀控蓄电池在运行中电压偏差值及放电终止电压值的规定详见表 4-2。

表 4-2 阀控蓄电池在运行中电压偏差值及放电终止电压值的规定 阀控密封铅酸蓄电池标称电压 (V)

2V 6V 12V

运行中的电压偏差值 ± 0.05 ± 0.15 ± 0.3

开路电压最大最小电压差值 0.03 0.04 0.06

放电终止电压值 1.80 5.40 (1.80×3) 10.80 (1.80×6)

3. 蓄电池组内阻测试测试工作至少两人进行, 防止直流短路、接地、断路。蓄电池浮充状态内阻一般在 1Ω 左右。蓄电池静止状态内阻一般在不大于 1Ω 。测试时连接测试电缆应正确, 按顺序逐一进行蓄电池内阻测试。

相比于传统串联蓄电池的维护工作, 并联蓄电池在日常运维工作中只需在智能组件中对各组蓄电池进行操作, 可实现在线核容、测试内阻等工作, 确保维护工作不影响到变电站稳定运行。

第 4 章采用并联蓄电池的交直流一体化电源设计方案 27

4.2.2 蓄电池故障、异常更换要求对比常规串联蓄电池发生蓄电池漏液、鼓肚等老化现象, 需要更换时需要将蓄电池退出系统运行, 然后对蓄电池进行更换。由于新电池串入旧电池中使用, 由于旧电池的容量会逐渐下降, 电流减少, 整组蓄电池的容量由旧电池决定, 新电池不能完全发挥作用, 而且新旧蓄电池往往存在内阻不一致, 均衡性问题难以解决。

因此在蓄电池出现老化或故障时, 往往采用停电方式下, 整组蓄电池更换的方式保证整组蓄电池容量满足供电要求。

采用并联智能直流电源系统的蓄电池, 若出现蓄电池故障或异常需要更换时, 只需要对单个蓄电池进行更换即可, 因蓄电池并联使用, 单个蓄电池内阻不影响其他蓄电池的正常运行, 因此能实现不同厂家、不同内阻的蓄电池并联使用。

在配置蓄电池时, 往往采用冗余配置, 在更换单组蓄电池过程中, 无需对整组蓄电池组进行停电, 可以实现不停电更换蓄电池。

通过上述对比可以发现, 相比于传统串联蓄电池的维护工作, 串联蓄电池在单只蓄电池出现故障时, 往往需要停电更换整组电池, 而并联蓄电池可以实现不停电更换单只蓄电池, 对提高智能站运行可靠性优势明显。

4.3 本章小结本章主要介绍了两方面内容: 1、对并联智能直流系统应用于交直流一体化系统的设计方案进行介绍, 深入阐

述了并联蓄电池所具备的集中式布置和分散式布置方式。2、通过对比串联和并联方式下的蓄电池组维护、检修的优缺点，体现并联智能直流系统具备的明显优势。

下一章将采用全寿命周期成本分析法，对比并联智能直流电源系统与常规一体化电源系统成本，通过经济性角度开展对比分析。

第 5 章 并联智能直流系统应用情况与成效分析 28

第 5 章 并联智能直流系统应用情况与成效分析

5.1 并联智能直流系统应用该课题通过试运行情况，可以实现以下功能：

通过蓄电池智能组件柜对蓄电池健康状态在线评估，可以预警蓄电池的性能变化，确保蓄电池工作在健康状态，为变电站安全运行保驾护航。

通过实现蓄电池在线核容，解决人员短缺、无法按时完成蓄电池核对性放电维护的问题，有效降低运行维护人员的劳动强度、工时和费用。

通过实现蓄电池故障的不停电更换，减少变电站运维、检修人员大量的操作步骤，消除了潜在的安全隐患，同时不停电更换增加了变电站直流系统的供电可靠性。

通过实现单个蓄电池故障单个更换，减少了老旧蓄电池更换的频率，提升设备利用率的同时未影响系统的安全可靠运行。

5.2 基于全寿命周期的直流系统效益分析

5.2.1 全寿命周期经济效益分析原理电气设备的全寿命周期成本（LCC）是指包括设备购置、安装、运行、检修、改造直至报废的过程发生的费用。主要采用如下模型：

$$LCC=CI+CO+CM+CF+CD+CE \quad (5-1)$$

式中 CI—初始投资成本

CO—运行成本

CM—检修维护成本

CF—故障成本

CD—退役处置成本CE—环境成本图5-1 为电气设备寿命周期成本分解结构图，详细展示了各成本模块的构成。

其中的具体构成，将在各类设备的 LCC 结构分解与计算说明。

第 5 章 并联智能直流系统应用情况与成效分析 29

图 5-1 电气设备寿命周期成本分解结构图在 LCC 计算时，设定利率 i（可参考近几年平均利率，如取 6%）；年份变量为 n 年，LCC 计算年数为 a 年。n 在 0~a 之间变化。LCC 各模块成本在 0~a 年间发生。

当各厂家的计算年数 a 相同时，事宜采用现值法对不同厂家进行比较；当各厂家的计算年数 a 不同时，适宜采用年值法进行比较。采用以下公式对现值转化为等额年金进行比较等额年金=LCC现值*i（1+i）a/〔（1+i）a-1〕（5-3）

第 5 章 并联智能直流系统应用情况与成效分析 30

LCC 建模时尽量详尽，实际应用时，考虑到存在的不确定性，为简化计算和便于对比，一些非重要因素，且不影响实际评价结果时，可适当忽略。

考虑到本次主要进行站用直流系统采用并联蓄电池后的费用变化分析，全寿命周期费用可简化成 LCC 变化部分，即只计算 ΔLCC：

$$\Delta LCC=\Delta CI+\Delta CO+\Delta CM+\Delta CF+\Delta CD \quad (5-4)$$

式中 ΔCI、ΔCO、ΔCM、ΔCF、ΔCD 均为采用智能并联蓄电池后的费用差值。

LCC 计算方法包括现值法、终值法、等额年金法等。本工程采用现值法进行计算。理论计算结果还要基于运行年限、年利率和通货膨胀率进行修正。根据本工程进行设计时的年利率，年贴现率暂按 6%进行修正，由于通货膨胀率的数据与国民经济发展关系密切，目前还难以获取一个合理的数据，故本阶段的计算中暂不对此进行修正。

年故障成本又称为年可靠成本。可靠性成本可简化为设备停电后给供电公司造成的经济损失，计算公式为：

$$\Delta CF=\Delta LOSS=\Delta P\times AIHC\times k \quad (5-5)$$

其中，ΔLOSS 为采用智能并联蓄电池后，因停电造成的直接经济损失（万元）；ΔP 为采用智能并联蓄电池后，因故障造成的损失负荷（kW）；AIHC 为平均停电时间；k 为购售电单价（元/kWh）。

报废成本，根据历史统计数据，直流系统设备成本中设备残值取平均值，

近似值为初始投资的 2%。

年维修成本，根据年维护经验，年维护成本按照经验取初始投入成本的 4%

左右，计算公式可以简化为：

$$\Delta CM=\Delta CI\times 4\% \quad (5-6)$$

年运行成本，包括设备运检+能耗等费用，按照经验可以进行近似处理，琦计算公式可以简化为，其中 α 为经验系数：

$$\Delta CO=\Delta CI\times \alpha \times \Delta CI \quad (5-7)$$

环保成本，考虑到配电网工程项目全寿命周期分析过程中，配电网的环保成本受电网建设和工程项目所在地区的地理环境、网架结构与及运行情况、经济发展情况和周边居民群众对网建设项目的理解认可度的影响，难以对环保成本进行直接计算。

各项成本在计算、分析时均根据有关规程规定并结合运行经验和运行习惯等进行计算具体计算条件和方法如下：

1. 变电站使用年限按 30 年计算。

2. 蓄电池预期寿命 15 年，目前受制于运行环境、运行维护保养及时及设备制造工艺等多方面因素，一般蓄电池使用 10 年左右就需更换，采用并联智能直流系统方式下的蓄电池，每个蓄电池搭配一套智能组件，实现实时检测内阻、核

第 5 章 并联智能直流系统应用情况与成效分析 31

容等智能监控手段，可使蓄电池使用寿命达到预期值，在变电站全寿命周期内需只更换一次。

3. 采用并联蓄电池后，所具备的单体故障带电更换，不影响其余蓄电池组的正常运行，在线核容、检测内阻不需安排工作人员对蓄电池退出运行后核容，大大降低了维护检修成本。

5.2.2 220kV 某变电站成本分析

5.2.2.1 初始投资成本分析初始投资成本主要包括设备购置费、安装调试费和其他费用。购置费包括设备费、专用工具及初次备品备件费、现场服务费、供货商运输费等；安装调试费包括业主方运输费、设备建设安装费和设备投运前的调试费；其他费用包括培训费、验收费、特殊试验费和状态监测装置费等。

指 标
疑似剽窃文字表述
<div><div>1. 直流系统采用两段单母接线，两段直流母线之间设置联络开关。每组蓄电池及其充电装置分别接入不同母线段。直流系统接线满足正常运行时两段母线切换时不中断供电的要求，切换过程中允许 2 组蓄电池短时并列运行。对于智能控制柜，以柜为单位配置直流供电回路。</div><div>2. 当智能控制柜内同时布置有双重化配置的保护测控、合并单元、智能终端、过程层交换机等装置时，配置两路公共直流电源。智能控制柜内各装置公用直流电源，采用独立空开分别引接。 直流系统采用主分屏两级方式，辐射型供电。根据直流负荷分布情况，在负荷集中区设置分屏，个单元的测控、保护、故障录波、自动装置等负荷均从直流分屏引接。直流馈线屏至每面分屏每段各引一路电源。馈线开关采用直流专用空气开关，分馈线开关与总开关额定电流级差保证 3 倍以上。</div><div>3. 为提高供电可靠性，站用交流系统采用单母线分段接线，每台站用变各带一段母线，同时带电分列运行。</div><div>4. 设计目前，智能变电站直流供电系统普遍采用一体化直流电源结构。该种电源结构需要选用大容量的蓄电池组，一旦发生电源故障，极易导致整个直流系统瘫痪，严重时甚至会造成电力系统大面积停电。常规的变电站集中式的直流电源系统结构框图如图 4-1 所示，直流系统各负载均从直流母线获取电源，由于线路电流较大，且传输距离较远，导致由线路引起的压降过大，造成负载的供电电压均波动较大，降低了直流系统的供电质量；并且，该种供电方式布线复杂，传输距离远，</div><div>5. 蓄电池组作为后备电源，采用标准模块化设计， 多模块分散并联冗余方式取代传统集中式直流供电系统中充电机、串联蓄电池组、蓄电池巡检的设计,分布式布置供电系统是按照负荷性质兼顾地理位对直流供电系统负荷进行分组,并根据实际需求配不同容量的</div><div>6. 各个模块提供给负载的电压质量只与模块本身有关，且按与负载就近原则进行配置，因此电压稳定。 与一体化电源不同，分布式直流供电系统</div><div>7. 电源标准模块化设计，将各类负载需要的电源系统分别通过高效率的设计与高密度的安装技术封装在一个较小的空间里面，这将大大减小其体积与重量，并且有效提高电源的可靠性及电能质量。</div><div>4.1.4 并联智能直流系统均流设计并联</div><div>8. 采用并联冗余模式对变电站直流供电系统进行容量配置，然而,一般情况下很难达到各个并联用蓄电池模块的特性完全一致，因此，不能将其直接进行并联。为了防止有的并联用</div><div>9. 载运行，即各并联模块的负载电流不一致，需要在各模块进行并联使用时采用并联均流技术。 采用并联均流技术可使电流应力降低，电源的可靠性提高。并联模块输出电流不平均的根本原因是各个蓄电池模块参数的不一致，各并联蓄电池有其各自的输出特性曲线。图4-1为两个电源模块并联运行时的等效电路及其输出特性曲线。</div><div>10. 根据图 4-1 可知，若两并联电源模块特性完全一致，则两模块的对外特性重合，负载电流均匀分配。若其中一个电源模块的等效电压值较高，输出电阻较小， 该模块将负担大部分的负载电流，有可能导致该模块重载或过载；而另一电源模块，则承受较小的负载电流，使其轻载或空载运行，不能有效利用其能量可见，</div><div>11. 并联电源系统中各个电源模块依据其对外特性来承担相应的负载电流,各个模块对外特性的差异造成了负载电流分配不均匀。均流精度是用来衡量系统均流性能优劣的参数。</div><div>12. 目前，随着并联电源系统的快速发展，对多模块电源并联运行的研究越来越多。国内外学者对均流技术进行了广泛的深入研巧。目前，在多模块电源并联运行系统中，采用的均流技术方法主要有输出阻尼法、主从设置法、平均电流法、最大电流法、热应力自动均流法及外加均流巧制器法。另外，中央电流限制控制法、交错结构法及电流分配器法等新型均流控制技术也正在蓬勃发展。</div><div>13. 通过对几种常见均流技术的对比，可看出其各有特点。下面对其作简单的总结。 1. 输出阻尼法是最简单的均流方法，通过改变并联电源模块的等效内阻实现均流，各并联电源模块相对独立。但该方法适用于对电压调整率要求较低的场合， 适用于小功率电源系统。 2. 主从设置法通过采用双环控制的方式来提高系统的均流效果。其缺点主要是：主从电源模块间须有通讯联系，增加了系统的复杂程度；若主模块故障，则系统丧失均流能力；其电压环带宽大，系统易受干扰；不适用于并联冗余方式的电源系统。 3. 平均电流法均流效果好，可靠性比较高。但是，若均流母线短路或者与其相连的并联电源模块停止运行，将造成系统无法正常工作。 4. 最大电流法采用最大输出电流电源模块作为主模块，均流母线电压反映最大输出电流信号。该方法均流效果好，控制方法多，能够实现较好的冗余，适用于并联冗余式的电源系统。 5. 外加均流控制器法虽然也可获得较好的均流效果与电压调整率，但需要外加均流控制器，增加了系统控制环的设计难度，一定程度上降低了系统的可靠性， 限制了该方法的使用范围。</div></div>

14. 一组阀控蓄电池组核对性放电全站仅有一组蓄电池时，不应退出运行，也不应进行全核对性放电，只允许用 I10 电流放出其额定容量的 50%。在放电过程中，蓄电池组的端电压不应低于 $2V \times N$ 。放电后，应立即用 I10 电流进行限压充电—恒压充电—浮充电。
15. 若有备用蓄电池组替换时，该组蓄电池可进行全核对性放电。
2. 两组阀控蓄电池组核对性放电全站若具有两组蓄电池时，则一组运行，另一组退出运行进行全核对性放电。放电用 I10 恒流，当蓄电池组电压下降到 $1.8V \times N$ 时，停止放电。
16. 若经过三次全核对性放充电，蓄电池组容量均达不到其额定容量的 80% 以上，则应安排更换。阀控蓄电池在运行中电压偏差值及放电终止电压值的规定详见表
17. 可以预警蓄电池的性能变化，确保蓄电池工作在健康状态，为变电站安全运行保驾护航。
通过实现
18. 解决人员短缺、无法按时完成蓄电池核对性放电维护的问题，有效降低运行维护人员的劳动强度、工时和费用。
通过实现蓄电池故障的
19. LCC 计算方法包括现值法、终值法、等额年金法等。本工程采用现值法进行计算。理论计算结果还要基于运行年限、年利率和通货膨胀率进行修正。根据本工程进行设计时的年利率，年贴现率暂按 6% 进行修正，由于通货膨胀率的数据与国民经济发展关系密切，目前还难以获取一个合理的数据，故本阶段的计算中暂不对此进行修正。
年故障成本

4. 1142301028-邓业-智能变电站站用交直流系统研究与应用-电气工程-刘崇茹_第4部分 总字数: 7529

相似文献列表

去除本人文献复制比: 26.1%(1963) 文字复制比: 26.1%(1963) 疑似剽窃观点: (0)		
1	<u>变电站直流系统蓄电池状态预测研究</u> 杨森(导师: 孙会琴;谢达) - 《河北科技大学硕士论文》 - 2020-06-30	20.3% (1530) 是否引证: 否
2	<u>智能变电站站用电源系统的设计及应用</u> - 豆丁网 - 《互联网文档资源 (http://www.docin.com)》 - 2017	3.6% (269) 是否引证: 否
3	<u>智能变电站站用电源系统的设计及应用</u> 苗梅(导师: 张东英;刘志强) - 《华北电力大学硕士论文》 - 2011-06-01	3.5% (264) 是否引证: 否
4	207-刘明真-2015212073211-分布式光伏选址定容规划研究——以HB供区为例 刘明真 - 《学术论文联合比对应》 - 2019-04-11	2.4% (178) 是否引证: 否
5	6387469 分布式光伏选址定容规划研究 - 《学术论文联合比对应》 - 2019-03-23	2.4% (178) 是否引证: 否
6	【废旧电池回收价格-认准杭州平胜物资回收-临安废旧电池回收】-易龙商务网 - 《网络 (https://www.etlong.c)》 - 2019	1.3% (101) 是否引证: 否
7	22太原废UPS蓄电池回收、太原旧UPS电源收购—太原百业网 - 《网络 (http://ty.100ye.com/)》 - 2011	1.3% (101) 是否引证: 否
8	17废旧铅酸蓄电池收购, 环保回收, 利国利民—武汉百业网 - 《网络 (http://wh.100ye.com/)》 - 2012	1.3% (101) 是否引证: 否
9	废旧铅酸蓄电池回收利用流程工艺探析_洲际电池网 - 《网络 (http://blog.sina.com)》 - 2014	1.3% (101) 是否引证: 否
10	【机房ups电源-ups电源-合肥艾瑞电子(查看)】-易龙商务网 - 《网络 (https://www.etlong.c)》 - 2019	1.1% (80) 是否引证: 否
11	安徽电动汽车电池回收诚信企业 有口皆碑 南京振欣再生资源供应 - 《网络 (https://nanjingzhenx)》 - 2020	0.5% (37) 是否引证: 否
12	<u>电动自行车用铅酸蓄电池的充电技术及正确使用</u> 周柏青;潘海燕; - 《蓄电池》 - 2007-03-25	0.5% (35) 是否引证: 否
13	<u>铅酸蓄电池资源化循环运用技术与探讨</u> 杨红飞;任兴平;刘元斌;夏世德;刘船; - 《资源节约与环保》 - 2014-05-25	0.5% (34) 是否引证: 否

原文内容

并联智能蓄电池设计方案中采用智能组件代替了充电屏、蓄电池在线检测装置及调压硅链;采用 12V 并联蓄电池后蓄电池初始投资也得以减少, 因目前

500Ah 国内无法制造, 需要依靠进口费用相对较高, 但随着我国制造工艺的不断

提高, 今后应用于变电站的 500Ah 蓄电池造价将逐渐降低, 应用成本有待进一步降低; 并联智能蓄电池放置于防爆设计的蓄电池组件柜内, 若采用集中式布置,

设置在独立的蓄电池室, 房间相比串联方式节省一半空间, 若采用分散布置, 无需设置独立的蓄电池室。

系统蓄电池必然故障概率密度函数时，以单个设备的故障概率为基础，同时评估供电路径的最小割集，得到必然故障的概率模型计算公式，如下：

$$P_{SOH} = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L P_{SOH_i} \quad (5-8)$$

第 5 章 并联智能直流系统应用情况与成效分析 35

TS
OH avg
SOH

$$L \quad (5-9)$$

以下图某 110kV 变电站为例进行简要分析说明，该站站用电源是 10kV 低压母线，站用负荷可通过转接线灵活切换至两条低压母线中的其中 1 条。

图 5-5 某 110kV 变电站接线图考虑 1 个元件或者 2 个元件造成低压母线失压的情况。N-1 和 N-2 情况下的最小割集见表 5-3。根据表 5-3 可知，该站为双回路供电，不存在 N-1 故障造成低压母线失压的情况，N-2 故障的最小割集则包括多个元件及其混合故障，分别为高压侧元件、低压侧元件、主变和其混合故障。由此可知，变电站蓄电池的历史运行状态将影响蓄电池的必然故障概率，蓄电池健康状态与母线失压概率密度函数密切相关。其中 SOH 为变量，随蓄电池的健康状态变化，Lavg 为常数。

因此，对于必然故障评估模型而言，关键在于辨识最小割集中相关设备的停电时长的概率，即 $(t/T)_i$

SOH
P 的求解。

第 5 章 并联智能直流系统应用情况与成效分析 36

表 5-3 N-1 与 N-2 最小割集表根据以上分析可知，计算变电站蓄电池必然故障概率的关键因素就在于求得以蓄电池供电时长为阈值的供电最小割集停电概率，即 $(t/T)_i$

SOH
P，其中 SOH 为蓄电池的供电时长。流程如图 5-5 所示：

图 5-6 蓄电池必然概率求解流程

如上图所示，根据直流负荷的大小估算蓄电池的供电时长TS
OH

，以此来作为设备的停电频率。之后带入到故障模型中，进而计算出蓄电池的设备停电概率 $(t/T)_i$

SOH
P 以及最小割集失压的概率，最终得到蓄电池直流系统的必然故障概率 $(t/T)_L$

OSS SOH
P。

第 5 章 并联智能直流系统应用情况与成效分析 37

5.3.3 基于粒子群算法的直流系统蓄电池检修策略优化模型求解

(1) 直流系统蓄电池平均年成本分析变电站的投资费用中、运行过程中和故障时都含有蓄电池的平均年成本，根据设备经济寿命的计算方法，蓄电池的总成本如下：

$$AC = OC + IC + FC \quad (5-10)$$

其中 AC 为设备从投入使用到报废的时间段内的平均年费用，OC、IC、FC 是根据设备从投入使用到报废的时间段内的平均年运行成本、平均年投资成本以及平均年故障损失成本。分别分析以上三种成本的计算方法：

平均年运行成本根据蓄电池运行成本的定义，平均年运行成本可分为基础成本和劣化增长成本两类，即：0

$$\frac{10C}{N} \quad (5-11)$$

其中 OC 为每年固定的基础运维成本，为劣化递增成本。

针对变电站直流系统蓄电池，这两部分的成本则为：

图 5-7 变电站蓄电池平均年运行成本构成计算方法为：

$$OC = \frac{12}{4} \times \frac{charge}{F} + \frac{depreciation}{4} \quad (5-12)$$

其中 OC 为基础运行成本，chargeOC 为充电时运行的电费成本，depreciationC 为充电时的折旧成本。

平均年投资成本

变电站直流系统蓄电池的平均年投资成本为：pur rec
B B

$$IC \quad (5-13)$$

第 5 章 并联智能直流系统应用情况与成效分析 38

其中 p_{ur}

B 为蓄电池购置费用, r_{ec}

B 为蓄电池回收价格。

平均年故障损失成本偶然故障对应的损失成本为: 1

$$(t)Ca_{cc}acc_{f_{pur}}tFC_{nB} \quad (5-14)$$

其中 C_f 为直流系统蓄电池购买、输送和调试时价格, a_{cc}

为蓄电池的偶然故障概率, t 为投运时间, λ 为偶然故障模型中辨识得到的参数, 其随着蓄电池投运时间而发生变化

(2) 综上所述, 蓄电池的平均年成本可以分为 3 个部分, 分别为投资费用、运行费用和故障损失费用。公式如下: (5-15)

相关参数含义如下:

优化目标函数优化目标函数的目标是使蓄电池平均年成本最小, 目标函数如下:

第 5 章并联智能直流系统应用情况与成效分析 39

$$F(x) \min AC \min OC \quad IC \quad FC \quad (5-17)$$

优化约束条件平均年运行成本、平均年投资成本以及平均年故障损失成本为正值, 既 $\lambda \geq 0, \lambda \geq 0, \lambda \geq 0$ $st \quad OC \quad st \quad IC \quad st \quad FC$ (5-18)

蓄电池发生故障的概率为正, 并且容量是逐渐退化, 即

$$SOH_{st} \geq 0, \quad SOH_{st} \geq 0, \quad SOH_{st} \geq 0$$

$$SOH_{st} \geq 0, \quad SOH_{st} \geq 0, \quad SOH_{st} \geq 0 \quad (5-19)$$

其中 S

OH

T 为蓄电池当前健康情况下的供电时长, S

OH_{max}

T 为蓄电池额定容量时的供电时长。 λ 为威布尔分布中的参数, 且均大于 0。

(3) 改进的粒子群算法计算流程粒子群算法的关键在于粒子的速度, 而在寻优过程中传统的粒子群算法是依据粒子的适应度进行速度修正, 容易造成产生局部最优解, 而不是全局最优解。

针对这一问题进行改进, 粒子群算法中的速度公式修正为:

$$(k+1) \quad v_k = v_k + c_1 r_1 (p_{best} - x_k) + c_2 r_2 (g_{best} - x_k)$$

$$(P \quad F \quad (X)) \quad (P \quad F \quad (X)) \quad i \quad k \quad k \quad i \quad k \quad k \quad i$$

$$V \quad V \quad C \quad rand \quad C \quad rand \quad (5-20)$$

其中 ω 为惯性系数; 进一步在粒子的惯性中加入时效性。将上式进一步修正,

见下式: $\max \quad \min \quad \max \quad \max$

$$X \quad XX \quad T$$

$$T \quad (5-21)$$

其中 $\max \quad \min$

X 、 X 分别迭代过程中函数的最大值和最小值对应的解空间向量。

T 为迭代次数。

详细的流程如下:

第 1 步: 建立蓄电池检修故障模型对应的空间向量, 并生成随机的初始向量。

同时, 设定粒子的初始速度为 (0)

$$V \quad [0, 0, 0] \quad (5-22)$$

第 2 步: 建立目标函数。记作 $F(x) \min OC \quad IC \quad FC$ (5-23)

第 3 步: 生成初始粒子群, 并随机赋值, 记作

$$X \quad X_r \quad random \quad (5-24)$$

第 4 步: 修正粒子速度:

$$(k+1) \quad v_k = v_k + c_1 r_1 (p_{best} - x_k) + c_2 r_2 (g_{best} - x_k)$$

$$(P \quad F \quad (X)) \quad (P \quad F \quad (X)) \quad i \quad k \quad k \quad i \quad k \quad k \quad i$$

$$V \quad V \quad C \quad rand \quad C \quad rand \quad (5-25)$$

第 5 步: 对粒子的位置进行修正:

第 5 章并联智能直流系统应用情况与成效分析 40

$$(k+1) \quad (k) \quad (k)$$

$$X \quad V \quad X \quad (5-26)$$

第 6 步: 通过上述的迭代逐步得到粒子速度为 0 位置, 则该位置为求得的最优解。

图 5-8 改进粒子群算法的蓄电池优化求解步骤

5.3.4 算例分析选取某两座 110kV 变电站进行粒子群算法计算分析, 该变电站站内设备、负荷见下表:

表 5-4 变电站负荷统计

第 5 章并联智能直流系统应用情况与成效分析 41

如上表所示, A 变电站位于市中心城区, 于 2018 年 10 月投运; B 变电站位于市城郊地区, 于 2019 年 5 月投运, 两座变电站一次设备投运后没有更换。为计算方便, 以变电站投运年限作为设备的运行年限, 即截止 2021 年, 设备分别运行 3 年与 2 年。A 变电站平均负荷为 52.3 兆千瓦, B 变电站平均负荷为 14.7

兆千瓦，且 A、B 变电站负荷分别按照 3%和 6%增长率估算。

(a) 110kV A 变电站站内接线 (b) 110kV B 变电站站内接线

图 5-9 变电站站内接线A 和 B 变电站都采用某某公司的蓄电池产品，购置价格为 18000 元/台。其对应的型号以及技术参数如下表所示：

表 5-5 技术参数表

第 5 章并联智能直流系统应用情况与成效分析 42

根据以上技术参数，估算所需要的参数进行折算，对应的结果如下表所示：

表 5-6 经济寿命计算相关参数运行费用计算时按照居民电价 0.57 元/千瓦时计算。

(1) 蓄电池平均年化运行成本与投资成本估算对应变电站蓄电池平均年成本、平均年投资成本，计算过程如下：

表 5-7 平均年运行成本参数估算可得，蓄电池运行成本：18500104 (12 30.02 4 41.72) 54820.48 925 55745.48 20 0C

第 5 章并联智能直流系统应用情况与成效分析 43

蓄电池的平均年投资成本：

$IC\ 104(500\ 50) / N\ 46800 / N$

其中 N 为蓄电池运行年限。

根据偶然性故障概率和必然性事故概率计算概率分布函数中的参数，见下表：

表 5-8 分布函数参数蓄电池的偶然故障损失成本可以表示为：

将其代入后得到变电站蓄电池偶然故障损失分别如下表所示：

表 5-9 变电站蓄电池偶然故障年化损失：

根据变电站设备故障分布、停运故障分布、站内最小割集计算得出 2 座变电站必然故障概率计算结果。

两座变电站中蓄电池必然故障概率估算结果：

表 5-10 必然故障概率计算结果

第 5 章并联智能直流系统应用情况与成效分析 44

计算得到 2 个变电站的运行成本、投资成本、故障损失，其结果如下表所示。

表 5-11 两座变电站蓄电池经济寿命估算结果改进的粒子群算法求解步骤：

目标函数以及相关的参数如下所示：

模型的约束条件则为：

成本非负约束：. 0 . 0 . 0 st OC st IC st FC (5-27)

故障模型参数约：

, max . 0 . 0 . 0

SOH SOH st T T st st (5-28)

粒子空间向量为

第 5 章并联智能直流系统应用情况与成效分析 45 (0) 1 1 2 2 208 208

$V [(v, t), (v, t),, (v, t)]$ (5-29)

运行成本估算公式： (5-30)

偶然故障损失和必然故障损失的估算公式 (5-31)

根据每个粒子的适应度函数对粒子的速度进行修正。其对应的修正公式可以表示为： (5-32)

根据粒子的速度对粒子的位置进行修正。其对应的修正公式如下式所示：

(k 1) (k) (k)

$X\ V\ X$

通过上述步骤对粒子的位置和速度进行修正。当粒子的位置与个体最优和全局最优结果依然存在差异时，对应的粒子产生一个修正的速度。在粒子逐渐靠近最优结果的同时，速度则会不断降低。

最终得出的计算结果为：

表 5-12 蓄电池优化方案结果

第 5 章并联智能直流系统应用情况与成效分析 46

由上表可知，由于设备的运行年限和负荷大小不同，对应的蓄电池更换时间节点存在差异。A 站的最佳更换时间节点为蓄电池投运后 69 个月，B 变电站由于负荷较小、站内设备运行时间也相对较短，因此对应的更换时间节点会延长，其最佳更换时间节点为蓄电池投运后的 88 个月。

5.4 本章小结本章主要介绍了两方面内容：1、重点阐述了并联蓄电池布置方式下所具备的优势。2、通过全寿命周期成本分析法，对比并联智能直流电源系统与常规一体化电源系统成本，展示了本方案具备的较大的经济效益，最后结合粒子群算法给出了蓄电池更换优化方案的求解步骤与方法。

第 6 章结论 47

第 6 章结论

智能、节能、经济、可靠是智能变电站站用电源的发展方向，并联智能蓄电池直流系统为智能变电站交直流一体化电源提供了一个新的设计思路，采用智能电池组件、蓄电池、监控系统代替传统直流系统高频电源模块、蓄电池组、调压硅链、蓄电池巡检仪、监控系统的配置方案，避免了传统直流系统蓄电池串联使用的一致性要求、维护难、可靠性低的缺点。

本文将采用并联智能蓄电池应用于某 220 千伏变电站工程中，提出了具体的应用方案，最后通过全寿命周期成本分析法，对比智能站并联智能蓄电池与常规交直流一体化系统的成本，论证了采用并联智能蓄电池系统的经济可行性，最后结合粒子群算法给出了蓄电池更换优化方案的求解步骤与方法。

参考文献
48

参考文献

- [1] 梁屿,张静,.智能变电站一体化电源的优化设计[J].动力与电气工程.2012(29).
- [2] 王炳林,郭巍,.变电站交直流一体化电源系统的设计与应用[J].冶金动力.2013(5).
- [3] Vojdani A. Smart Integration [J]. Power and Energy Magazine, 2008, (6):71-79
- [4] 黄华勇,游步新,全智,杨庭军,.通信在线监视分析系统在智能变电站中的应用[J].电力自动化设备,2011,(4).
- [5] 张丰,郭碧媛,.变电站智能操作票系统与程序化操作系统结合方式探讨[J].电力自动化设备,2010,(12).
- [6] IEC, IEC61850. Communication networks and systems in substations-Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM)-Mapping to MMS (ISO/IEC9506 Part1 and Part2) over ISO 8802-3 DraftEd 1.0, 2004
- [7] IEC61850, Communication networks and system in Substations: Part 7-2 Basic communication structure for substation and feeder equipment Abstract communication service interfaces, 2003.
- [8] The technical report of communication networks and systems for power utility automation-Part 90-1: Use of IEC 61850 for the communication between substations[R]. IEC, 2011.
- [9] 鲁东海,孙纯军,王晓虎,.智能变电站中在线监测系统设计[J].电力自动化设备,2011,(1).
- [10] Sanchez, J. A.; Arriola, J.; Baroja, H.; "Key point for the future challenges of the SmartGrids: The architecture of the Smart T-Station," SmartGrids for Distribution, 2008. IET-CIRED. CIRED Seminar, vol., no., pp. 1-4, 23-24 June 2008.
- [11] 杨忠亮. 数字化智能变电站中的典型电源系统[J]. 电源技术应用. 2012(8).
- [12] 罗秋宇. 智能变电站交直流一体化电源系统的分析及其应用[J]. 电源技术应用. 2012(10).
- [13] 杨忠亮,刘平,.智能变电站站用电预案系统[J]. 低压电器. 2012(13).
- [14] Hart DG. Using AMI to realize the smart grid[C]. The Proceeding of 2008 PES General Meeting, 2008, 1(2):1369-1376
- [15] Hart DG. Using AMI to realize the smart grid[C]. Power and Energy Society General Meeting-Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, Pittsburgh, Pennsylvania, USA, 2008. Su, Y. C. Wang, X. M, Research of data acquisition method on smart substation, Power System Technology, 2010, (25):1-4
- [16] Jenkins N, Strbac G. Effects of small embedded generation on power quality [C]// IEE Colloquium on Issues in Power Quality, Coventry, UK, November 1995.
- [17] 王洪,邢静原,刘亮,杨静,.直流电源在智能化变电站中的应用与改进[J].
- 参考文献
- 49
- 华北电力技术. 2011(8).
- [18] 朱萍. 智能变电站直流系统远程维护方案研究[J]. 电源技术应用. 2013(12).
- [19] Luc Hossenlopp. 20 Years of Substation Automation Systems Changes Analysis and Future Perspectives. AREVA T&D, 2006. 24-26.
- [20] Jiang ZH, Li FX, Qiao W, et al. A vision of smart transmission grids[R]. PES General Meeting IEEE. 2009: 1210.
- [21] Gandomkar M, Vakilian M, Ehsan M. A genetic-based tabu search algorithm for optimal DR allocation in distributed networks [J]. Electric Power Components & Systems Trans, 2005, 33 (12):1351-1362.
- [22] 杨建华,朱萍,常伯涛,.智能变电站交直流一体化电源应用研究[J]. 电源技术应用. 2013(11).
- [23] 李凯. 如何优化智能变电站的直流电源系统[J]. 电力技术资讯. 2013(12).
- [24] 电力行业电力规划设计标准化技术委员会. 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.
- [25] 殷建刚,彭丰,杨兵,.并联智能直流电源系统在某 110kV 变电站中的应用[J]. 湖北电力, 2014, (4).
- [26] 韩本帅,慈春秀,林泽源,崔海鹏,孙中尉,.通信电源与站用直流电源整合问题探讨[J]. 山东电力技术. 2013(2).
- [27] 韩国政,徐丙堆,.基于 IEC61850 标准的智能配电终端建模[J]. 电力自动化设备, 2011, (2).
- [28] Steve Girard, Anthony Maynard. Automated battery charger/analyzer. Autotestcon' 98[A]. IEEE System Readiness Technology Conference[C]. 1998:321-326
- [29] Hamronhan Singh, Thiurmalai Palnaismay. Advanced Battery Analyze/Charger Program in Autotestcon[A]. IEEE Systems Readiness Technology Conference[C], 1997:652-659
- [30] Stefanakos. E. K., Thexton A. S. Remote battery monitoring and management field trial. INTELEC 97. 19TH International. Telecommunications energy Conference, Proceedings Power and energy systems readiness technology conference[C], 1997: 653-657
- [31] 郑郁正. 蓄电池直流电源系统智能控制系统的设计[J]. 成都气象学院学报, 1995, 10(1):69-77

[32] 王锐,陈延昌,许沛丰. 变电站站用电源一体化方案的探讨[J]. 供用电, 2008, 25 (6):44-45

[33] 欧繁. 变电站直流系统关键技术研究[D]. 广州:华南理工大学, 2005

[34] 林炜玲. 变电站直流系统技术改造的研究[D]. 广州:华南理工大学, 2004

[35] 林辉,陈巍,张颖. 全寿命周期成本分析在变电站设计建设中的应用研究[J]. 中国科技信息, 2009, 23:29-31

指 标
疑似剽窃文字表述
<div>1. 铅酸蓄电池组在使用期限内, 逐渐就会出现充电困难、容量降低、自放电严重而导致失效报废。</div> <div>2. 电解液倒入沉淀池进行药物处理; 拆解废旧铅酸蓄电池, 将外壳送至塑料回收厂进行专业处理; 分拣废旧铅酸小计</div> <div>3. 蓄电池隔板, 送至专业厂回收处理; 分拣废极板送入大型反射炉冶炼, 制成铅锭, 循环利用; 冶炼过程中产生的废渣, 送专业炼铁厂处理, 至此废旧铅酸蓄电池环保回收流程结束。</div> <div>本方案中全寿命周期范围内蓄电池组的用量仅为一体化站的 1/10, 蓄电池组的处置成本也相应减至</div> <div>4. 环境发生变化而出现的故障, 该类故障没有规律性, 因为影响变电站运行环境的变化诱因太多而且复杂,</div> <div>5. 偶然故障诱发蓄电池功能失效; 其二是变电站内母线突然失压, 而蓄电池长时间持续供电导致的必然故障。蓄电池偶然故障的概率服从威布尔分布, 见图 5-3, 随着蓄电池供电时间的延长呈现浴盆状分布。</div> <div>蓄电池的必然概率则受到</div> <div>6. 为双回路供电, 不存在 N-1 故障造成低压母线失压的情况, N-2 故障的最小割集则包括</div> <div>7. 失压概率密度函数密切相关。其中 SOH 为变量, 随蓄电池的健康状态变化, Lavg 为常数。</div> <div>8. 根据直流负荷的大小估算蓄电池的供电时长TS</div> <div>OH</div> <div>, 以此来作为设备的停电频率。</div> <div>9. 图 5-8 改进粒子群算法的蓄电池优化求解步骤</div> <div>5.3.4 算例分析选取某两座 110kV 变电站进行粒子群算法计算分析, 该变电站站内设备、</div> <div>负荷</div> <div>10. 如上表所示, A 变电站位于市中心城区, 于 2018 年 10 月投运; B 变电站位于市城郊地区, 于 2019 年 5 月投运</div> <div>, 两座变电站一次设备投运后没有更换。为计算方便, 以变电站投运年限作为设备的运行年限, 即截止 2021 年, 设备</div> <div>分别运行 3 年与</div> <div>11. 估算所需要的参数进行折算, 对应的结果如下表所示:</div> <div>表 5-6 经济寿命计算相关参数</div> <div>12. 当粒子的位置与个体最优和全局最优结果依然存在差异时, 对应的粒子产生一个修正的速度。在粒子逐渐靠近最优结果</div> <div>的同时, 速度则会不断降低。</div> <div>13. 设备的运行年限和负荷大小不同, 对应的蓄电池更换时间节点存在差异。A 站的最佳更换时间节点为蓄电池投运后 69</div> <div>个月, B 变电站由于负荷较小、站内设备运行时间也相对较短, 因此对应的更换时间节点会延长, 其最佳更换时间节点</div> <div>为蓄电池投运后的 88 个月。</div> <div>5.4</div> <div>14. 工程中, 提出了具体的应用方案, 最后通过全寿命周期成本分析法, 对比智能站并联储能蓄电池与常规交直流一体化系</div> <div>统的成本, 论证了采用</div>

说明: 1. 总文字复制比: 被检测论文总重合字数在总字数中所占的比例

2. 去除引用文献复制比: 去除系统识别为引用的文献后, 计算出来的重合字数在总字数中所占的比例

3. 去除本人文献复制比: 去除作者本人文献后, 计算出来的重合字数在总字数中所占的比例


4. 单篇最大文字复制比: 被检测文献与所有相似文献比对后, 重合字数占总字数的比例最大的那一篇文献的文字复制比


5. 指标是由系统根据《学术论文不端行为的界定标准》自动生成的

6. 红色文字表示文字复制部分; 绿色文字表示引用部分; 棕灰色文字表示作者本人文献部分

7. 本报告单仅对您所选择比对资源范围内检测结果负责



 amlc@cnki.net

 <http://check.cnki.net/>

 <http://e.weibo.com/u/3194559873/>