

一体化的变电站电源系统

刘成印¹,高峰²,马金平²,甄阳清²

(1. 山东工商学院 信息与电子工程学院, 山东 烟台 264005;

2. 济宁矿业集团, 山东 济宁 272000)

摘要: 通过高频开关电源的模块化技术、并联技术、提高开关频率技术等手段,优化结构,统一监控,将变电站电源多套设备集成在一套设备内。在直流操作电源中,因为合闸电力的减小,取消了降压装置;通信电源和逆变电源中,通过多模块并联提高可靠性,取消了蓄电池;形成了电源设备的一体化系统。电源设备一体化以后直接降低成本30%以上,提高电源系统的可靠性、可用性和可维护性。

关键词: 变电站; 操作电源; 通信电源; 逆变电源; 一体化电源

中图分类号: TM 91; TM 92

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2010)09-0111-03

1 变电站电源设备的现状

变电站直流操作电源系统(直流220 V或110 V系统)是用蓄电池储能,交流电正常且整流器完好时,蓄电池为冲击负荷提供补充电流;交流停电或整流器故障时,蓄电池为经常负荷、事故负荷及冲击负荷供电。它是变电站安全运行的重要设备^[1-3]。

变电站通信电源系统(直流48 V系统)也是用蓄电池储能,交流电正常且整流器完好时,由整流器为负荷供电;交流电停电或整流器故障时,由蓄电池为负荷供电。变电站通信电源与直流操作电源的结构基本相同,不同点是蓄电池的作用和控制母线前的降压装置相同。

变电站逆变电源系统一般不采用交流UPS,而是从直流操作电源系统取得直流电,通过逆变器输出交流电源,主要为一些重要的变电站设备(远动测控计算机、管理计算机、检修照明等)提供不间断电源,亦称电力UPS。

以上3种变电站电源设备,由于负载不同,以前还是以各自独立的设备为主,其各自的原理框图如图1所示。

在变电站随保护设备采购了直流操作电源,随通信设备采购了通信电源,随远动设备采购了电力UPS以后,出现了以下问题:

- 设备采购可能来自3个不同厂商,设备成本、安装成本及管理成本均较高;
- 运行维护负担较重,负责保护、远动、通信的技术人员,均应维护电源系统;
- 3套设备分别放在不同的地方,占地面积较大,变电站改造有时会出现困难;
- 电源设备集中监控不方便,3台设备需要3

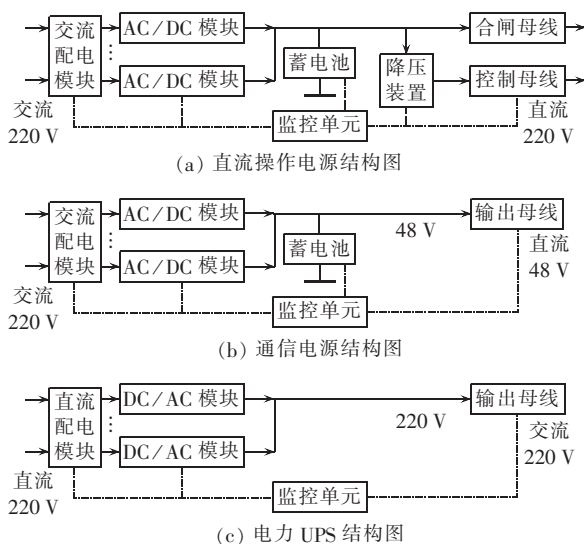


图1 变电站3种电源设备结构图

Fig.1 Three kinds of substation power supply equipment

个串口,加上变电站其他智能设备,需要监控的设备数量太多,集中监控终端设备的串口数量可能无法满足要求。

2 变电站电源设备的发展

随着科技进步,变电站对电源设备的要求在不断变化,电源设备本身的发展速度更是惊人。出现了以下一些新的情况:

- 变电站继电保护设备对直流电源的输入电压范围不断放宽,直流降压(调压)装置的作用逐步减小,其加大了系统损耗,降低了系统可靠性,去掉它将不再影响系统的正常运行^[4];
- 变电站的操作机构逐步采用了弹簧操作机构,其动作电流小,系统蓄电池的容量可以减小,蓄电池不再需要向合闸机构提供合闸补充电流,其作用向交流电断电后提供后备电源方向发展;
- 电源功率变换模块随着变换效率和开关频率

的提高,体积在逐年减小,近 10 年间,各类高频开关电源模块的体积平均减小了 50 % 以上,过去一个机柜才具有的电源容量,现在一个模块已经具备,这为电源设备的重新组合提供了条件。

电源功率变换器基本实现智能化,大多提供了智能通信接口,为不同类别电源模块的集中监控提供了方便。

3 变电站电源设备一体化解决方案

将以往变电站多套电源设备才能完成的电源变换功能集成到一套设备里的变电站电源设备一体化解决方案,其好处是降低了电源成本,提高了可靠性,且维护更加方便。

3.1 变电站一体化电源分类

变电站电源设备按现场实际需要,可以是不同种类电源设备的集成。在直流操作电源等相关标准^[5-6]的基础上,已经制定出一体化电源的电力行业标准^[7]。一般可以分为如表 1 所示的几种^[8]。

表 1 变电站一体化电源分类
Tab.1 Classification of integrative
substation power supply system

序号	名称	应用
1	DC、UPS	操作电源与 UPS 电源组合成一体化电源
2	DC、AC/DC	操作电源与逆变电源组合成一体化电源
3	DC、DC/DC	操作电源与 DC/DC 通信模块电源组合成一体化电源
4	DC、UPS、DC/DC 或 DC、DC/AC、DC/DC	操作电源与 UPS 电源、通信电源组合成一体化电源
5	DC、UPS、DC/DC、DC/AC	操作电源与 UPS、通信、逆变电源组合成一体化电源

3.2 UPS 与逆变电源

UPS 是指交流输入、交流输出,中间直流环节通过蓄电池储能,实现交流不间断供电的电源装置;逆变电源是指直流输入(输入接在操作电源的直流输出上),交流输出,由于在直流输入环节具有蓄电池,从而实现交流不间断电源的功能,也称电力 UPS。对于大型电厂、变电站,对交流不间断电源的容量需求较大,一般采用专用的 UPS 电源;而对交流不间断电源的容量需求较小时,一般采用电力 UPS,这样可以省去 UPS 中的蓄电池。采用直流操作电源、通信电源、逆变电源的组合电源可以满足非大型枢纽变电站对电源的全部要求。

3.3 蓄电池解决方案^[9]

一般情况下,500 kV 变电站的直流常规负荷为 10~15 A;220 kV 变电站的直流常规负荷为 5~8 A;110 kV 以下变电站的直流常规负荷为 3~5 A。变电站直流操作电源一般配备 200~400 A·h 容量的蓄电池,可以提供 20~40 A,持续 10 h 的放电。一台计算机设备的负荷小于 3 A,通信设备的负荷小于 3 A。

这样对于 500 kV 以下的非枢纽变电站,直流操作电源变换器容量在 40 A/220 V,蓄电池容量在 200~400 A·h,便可满足为通信电源(DC/DC)、逆变器(DC/AC)提供正常供电和交流断电后,蓄电池提供后备电源的要求,实现变电站电源的一体化。

3.4 通信电源的可靠性解决方案

在一体化电源中,通信电源采用 DC/DC 模块电源,其输入为直流操作电源的输出,含有蓄电池;输出 48 V(或 24 V)直接与负载相连,一般不再需要蓄电池。在 DC/DC 变换出现故障时,通信电源无输出,与 AC/DC 变换,输出有蓄电池的通信电源系统相比,可靠性下降。解决方法是:在通电电源输出端增加蓄电池,提高通信电源系统的可靠性。缺点是增加了一体化电源机柜布置负担和蓄电池维护工作量;另外,通信电源的 DC/DC 变换可以采用多个模块并联方式,一个通信电源模块的故障不影响系统的正常运行,同样可以提高通信电源的可靠性^[2-3]。

3.5 逆变电源的可靠性解决方案

逆变电源同样存在 DC/AC 故障导致逆变电源无法提供交流输出的问题。其解决方法是:通过采用多个 DC/AC 模块并联方式,一个 DC/AC 模块故障不影响 DC/AC 的输出;另外增加旁路回路,在全部 DC/AC 模块故障时,将交流输出切换到旁路回路,保证交流的正常输出。

3.6 变电站一体化电源解决方案^[10-17]

一般 500 kV 以下变电站可以采用 2~3 面蓄电池屏,一面一体化电源屏的结构,实现操作电源、通信电源、逆变电源的一体化要求,其原理结构如图 2 所示。

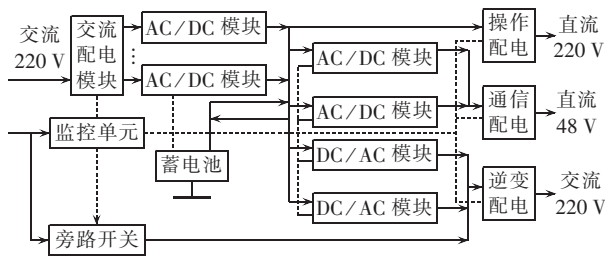


图 2 变电站一体化电源结构图

Fig.2 Structure of integrative substation power supply system

4 结语

变电站电源包括操作电源、通信电源、逆变电源等,随着各电源设备的模块化与并联技术的成熟、高频开关频率的提高、体积的减小等技术进步,将以上 3 种电源集成在一套设备内,通过优化结构、统一监控实现了电源设备的一体化。

电源设备一体化以后将直接降低成本 30 % 以上,简化了电源设备的结构,提高电源系统的可靠性、可用性和可维护性。一体化电源在一般非枢纽变电站中有广泛的市场需求。

参考文献:

- [1] 陈汎. 电力工程直流电源可靠性研究[J]. 电力设备, 2005, 6(9): 8-10.
CHEN Gong. Reliability study of DC power supply for power engineering[J]. Electrical Equipment, 2005, 6(9): 8-10.
- [2] 刘成印, 严仰光. 高频开关电源系统可靠性指标 MTBF 的计算方法[J]. 电工技术杂志, 2001(12): 4-5.
LIU Chengyin, YAN Yangguang. The method of calculating for reliability parameter MTBF of high-frequency switch power supply system[J]. Electrotechnical Journal, 2001(12): 4-5.
- [3] 刘成印, 严仰光. 电源模块 $N+K$ 工作方式对电源系统可靠性的影响[J]. 电源技术应用, 2001, 4(11): 19-20.
LIU Chengyin, YAN Yangguang. Influence on reliability of power supply system due to $N+K$ work pattern of power modules[J]. Power Supply Technologies and Applications, 2001, 4(11): 19-20.
- [4] 廖革文. 电力系统直流操作电源的发展趋势[J]. 电工技术杂志, 2003(5): 1-4.
LIAO Gewen. Development trends of DC operating power supply in power system[J]. Electrotechnical Journal, 2003(5): 1-4.
- [5] 刘百震, 盛和乐, 陈汎, 等. DL/T5044-2004 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.
- [6] 王典伟, 顾宽鸿, 卓乐友, 等. DL/T24-2000 电力系统用蓄电池直流电源装置运行与维护技术规程[S]. 北京: 中国电力出版社, 2000.
- [7] 王凤仁, 顾宽鸿, 孔祥军, 等. DL/T1074-2007 电力用直流和交流一体化不间断电源设备[S]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [8] 卓乐友. 电力行业标准《直流操作电源-交流不间断电源一体化装置规范》编制设想[J]. 电源技术应用, 2007, 10(4): 76-78.
ZHUO Leyou. Preliminary proposal for electric power industry standard: specifications on integrative device of DC operating power supply and UPS[J]. Power Supply Technologies and Applications, 2007, 10(4): 76-78.
- [9] 余红梅. 试论推广变电站一体化电源装置的可行性[J]. 电源技术应用, 2007(4): 67-68.
YU Hongmei. Discussion on the feasibility of promoting integrative power supply in substation[J]. Power Supply Technologies and Applications, 2007(4): 67-68.
- [10] 陈瑛. 变电站直流电源系统改造方案的分析[J]. 浙江电力, 2008(2): 73-75.
CHEN Ying. Analysis on transformation scheme of substation DC power supply system[J]. Zhejiang Electric Power, 2008(2): 73-75.
- [11] 汪梓坤. 变电站直流系统设计方案的合理选择[J]. 广东电力, 2002, 6(12): 46-48.
WANG Zikun. Selection of design schemes of substation DC system[J]. Guangdong Electric Power, 2002, 6(12): 46-48.
- [12] 庄博, 黄梅, 韩慧云. 变电站内智能型直流电源系统配置探讨[J]. 电力勘测设计, 2005, 3(6): 71-74.
ZHUANG Bo, HUANG Mei, HAN Huiyun. Discussion on system distribution of intelligent DC source in substation[J]. Electric Power Survey & Design, 2005, 3(6): 71-74.
- [13] 王少华, 龙慧, 刘红武. 基于 GZDW 系列高频开关直流操作电源系统在工厂中的应用分析[J]. 电气技术, 2007(11): 71-73.
WANG Shaohua, LONG Hui, LIU Hongwu. Analysis of the application of GZDW high frequency switch DC power system in plants[J]. Electrical Engineering, 2007(11): 71-73.
- [14] 胡雪梅, 陈福媛. 开关电源高频变换电路结构分析[J]. 电源技术应用, 2006, 9(9): 56-59.
HU Xuemei, CHEN Fuyuan. Analysis on high frequency transformation circuit construction of switching power supply[J]. Power Supply Technologies and Applications, 2006, 9(9): 56-59.
- [15] 李苇, 卢铭. 特高压变电站直流系统设计方案探讨[J]. 电力勘测设计, 2008, 6(12): 62-68.
LI Wei, LU Ming. Design scheme of DC system in ultra high voltage substation[J]. Electric Power Survey & Design, 2008, 6(12): 62-68.
- [16] 王根华. 通信直流系统与站用直流系统的整合[J]. 电力系统通信, 2006(4): 523-528.
WANG Genhua. Combination of communication DC system and substation DC system[J]. Telecommunications for Electric Power System, 2006(4): 523-528.
- [17] 单会芳. 无人值班变电站直流电源的选择与设计[J]. 电力学报, 2006(2): 77-79.
SHAN Huifang. The selection and design of unmanned substation's DC main power[J]. Journal of Electric Power, 2006(2): 77-79.

(编辑: 汪仪珍)

作者简介:

刘成印(1962-), 男, 黑龙江勃利人, 教授, 博士, 研究方向为电力电子技术、自动控制系统等(E-mail: lcy9270@163.com);

高峰(1977-), 男, 山东滕州人, 工程师, 硕士, 研究方向为煤矿机电及其自动化;

马金平(1966-), 男, 山东成武人, 高级工程师, 研究方向为矿山自动化与工程;

甄阳清(1973-), 男, 山东滕州人, 高级工程师, 硕士, 研究方向为工业工程与自动化。

Integrative substation power supply system

LIU Chengyin¹, GAO Feng², MA Jinping², ZHEN Yangqing²

(1. School of Information and Electronics Engineering, Shandong Institute of Business and

Technology, Yantai 264005, China; 2. Jining Mining Industry Group Co., Ltd., Jining 272000, China)

Abstract: With the new technologies of modularization, paralleling and high-switching frequency, multiple power supply equipments of substation are integrated into one device, which has optimized structure and is centrally monitored. As the switching current is reduced, the voltage-dropping device of DC power supply for operation is removed; as the reliability is improved by the paralleling of multiple modules, the batteries of power supply for communication and inverter are removed. The integrative solution for substation power supply system reduces directly the cost more than 30 % and enhances its reliability, availability and maintainability.

This work is supported by the Natural Science Foundation of Shandong Province(Y2007G26).

Key words: substation; power supply for operation; power supply for communication; inverter; integrative power supply