

对 110 kV 变电站直流系统改造方案的探讨

徐 凯

(石嘴山供电局保护自动化所, 宁夏 石嘴山 753000)

摘要: 对于单电单充直流系统的 110 kV 综合自动化变电站, 在更换直流系统的过程中易出现直流消失、开关拒动等严重事故, 采用搭建临时直流系统与原有直流系统并列的方式, 实现对单电单充方式下 110 kV 综合自动化变电站直流系统的改造, 通过试验选择临时直流搭建方案, 制定了具体的直流系统改造具体实施步骤, 并对并列产生的环流等问题提出了相应的解决方案。

关键词: 直流系统; 直流改造; 环流

Discussion about replacement scheme for 110 kV substation DC system

XU Kai

(Shizuishan Power Supply Bureau, Shizuishan 753000, China)

Abstract: For single charging supply and single charger of DC system in a 110 kV substation integrated automation, it will subject to disappear or the switch will miss trip when DC power supply is replaced. This paper plans for finding a way out of the difficulties through a temporary DC system and the existing DC systems operate in parallel. By test, temporary DC system is built, implement process of DC reconstruct is made, and circulations caused by parallel operation are solved.

Key words: DC system; DC transformation; loop current

中图分类号: TM63; TM764 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)07-0116-03

0 引言

随着电力系统的发展, 变电站出现了越来越多的微机型保护装置和安全自动装置, 这就对站用直流电源提出了更高的要求。现在大部分 110 kV 常规变电站的直流系统采用电磁型直流设备即相控硅整流电源, 这些直流设备无论从效率、精度、纹波系数还是可靠性、稳定性上都已经不能满足电网的发展趋势和二次设备对直流电源质量的要求, 面临着被更换的命运。

1 直流系统概述

直流系统是为发电厂及大、中型变电所的控制回路、继电保护装置及其出口回路、信号回路、事故照明、应急电源、断路器分、合闸操作提供直流电源的电源设备的统称。直流系统是一个独立的电源, 它不受发电机、厂用电及系统运行方式的影响, 并在外部交流电中断的情况下, 保证由后备电源—蓄电池继续提供直流电源的重要设备。直流屏的可靠性、安全性直接影响到电力系统供电的可靠性和安全性。直流系统的可靠与否, 对变电站的安全运

行起着至关重要的作用, 是变电站安全运行的保证。

2 存在的问题

近年来, 随着电网的发展, 有许多 110 kV 常规变电站被改造成综自站, 因为常规变电站有人值守, 所以对直流系统的要求并不高, 老式的直流设备可以满足要求, 但是被改造成综自站后实现了无人值班, 原有直流设备的缺点(如发热量大、没有远方功能、功率因数低、体积较大等)却逐渐显现出来, 这些缺点显然与电网的发展趋势背道而驰, 所以必须对其进行改造。

现在对直流系统的改造一般是采用技术比较成熟的高频开关电源替代原有的相控式硅整流电源。改造后的直流系统应满足如下要求:

- 1) 重量和体积都较小。
- 2) 直流电源各项参数满足设备要求。
- 3) 要有微机控制和远端接口, 便于集中监控和智能化管理, 为无人值班创造条件。
- 4) 要便于日后的扩容, 并且方便维护。
- 5) 使用免维护蓄电池, 减少工作量。

而目前多数 110 kV 变电站都采用单电单充直

流系统供电模式,如图1所示。

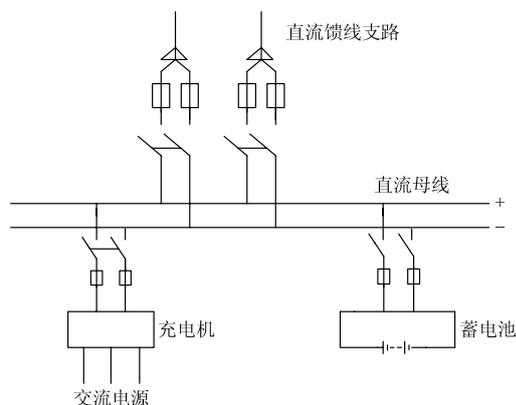


图1 典型 110 kV 变电站直流系统示意图

Fig.1 Typical scheme of DC system in a 110 kV substation

此直流供电模式下的110 kV综自变电站在改造过程中存在以下问题:

1) 在服役时间较长的变电站中,直流电源系碱性蓄电池组或需要日常维护的铅酸蓄电池,服役时间较长,已不能适应电力系统继电保护装置特别是微机保护装置对直流电源的安全技术要求,需要更换为微机控制智能型免维护蓄电池。

2) 在更换过程一旦发生断线,短路或者接地,都将有可能导致保护装置误动或者拒动,造成大面积停电事故,甚至可能造成电网事故。为了保证供电的安全可靠,就要求不停电进行直流系统更换,即在全站不失去直流电源的情况下更换。

3) 直流改造过程中,要求旧直流屏不能带电移出,新直流屏不能带电就位,以确保设备及人身安全。新、旧直流屏电路割接的难度大,在旧屏转换为新屏的过程中,如何确保继电保护及开关操作所需的直流电源安全可靠,成为本工程需解决的关键问题。

3 解决的方法

首先,在直流改造过程中对于合闸电源及控制电源需要做出以下两点说明:

①由于变电站断路器合闸电源平时空载,仅在断路器合闸时使用,允许短时停电,因此在更换过程中停用各馈线重合闸即可,所以我们不再对合闸电源进行说明。

②由于控制、保护电源及信号电源对电力设备的安全运行至关重要,绝不允许中断,因此,我们主要针对控制电源进行说明。

在对现场原有直流系统馈线网络进行仔细核查后,制定了更换方案,总体的更换思路是:搭建

一个简易的临时直流系统,利用临时系统转接负载。如图2所示。

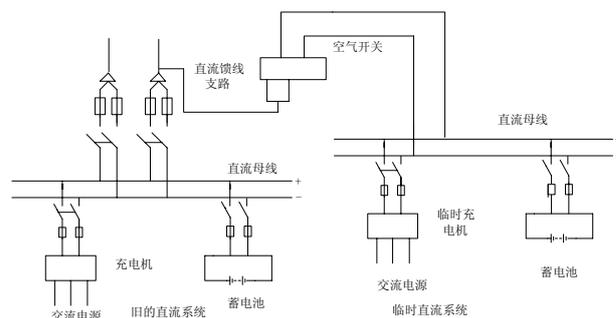


图2 施工方案示意图

Fig.2 Scheme of the construction plan

以馈线支路2为例进行说明。

用临时电缆将馈线支路直流由A点处引至空气开关的下侧(A点的位置在这条支路的受电侧电源接入点)。此时相当于将原来的直流电源引至空气开关的下方。此时在具体实施步骤上就面临两种选择。

选择一:

先断掉原有的直流系统,随后立即合上图中的空气开关,这样做的好处是两套直流系统间的转换过程简单、清晰,但是在这种比较快的转换过程中,瞬时的直流电压的变化,比较容易造成一些较为严重的后果,如保护装置误发信号、电源插件损坏、保护误动等。为了避免这些可能出现的问题,必然提前申请退出全站的保护出口压板,待直流系统转换完毕后恢复压板,而且还要在新的直流系统安装调试完毕后重复一次上述过程拆除临时直流电源。这样繁琐的操作过程,至少需要2 h左右,在这段时间内就相当于变电所在无保护的状态下运行,这是不能允许的。而且这样做中断了直流供电,与我们的初衷不符。

选择二:

先合上空气开关,将临时直流电源并入系统,然后拆去原有直流电源,在新的直流屏安装调试完毕后,重复以上步骤,拆掉临时直流系统即可。这样做的问题在于不同直流系统间容易产生压差,而且因为蓄电池的内阻较小,所以容易产生较大的环流(环流出现危害最大的情况是在两个电压不一样的蓄电池并列运行时冲击较大,影响蓄电池寿命)。但是这样做的优点也是显而易见的,首先可以确保在更换直流的过程中,不停止对外的直流供电,其次避免了更换过程中对保护装置压板的操作,因此我们选择这种方法。关于产生环流的问题,可以通过调整临时直流系统的电压,尽量缩小两套直流系

统间的电压差,缩短两套直流系统并联时间的方法,将环流的影响降到最低。

为了检验应采用何种方式并列,进行了试验,试验结果见表 1。

表1 试验数据
Tab.1 Test data

项目	试验结果	结论
整流器—电池系统与整流器—电池系统并列 (两系统间电位差较大)	示波器测得:环流 12.8 A;压差: 10 V	不采用
整流器与电池系统并列	示波器测得:环流 8.6 A;压差: 8.5 V	不采用
电池与电池系统并列(两系统间电位差较小,外特类别相同)。	示波器测得:环流 4.3 A;压差: 4.2 V;并列平稳、冲击小,负荷转换顺利。	采用

根据上述试验成功的并列方案,拟定了以下直流屏更换的“旧直流屏→临时直流电源系统→新直流屏”供电转换施工步骤:

- ① 用电池组和临时充电机搭建一个临时系统并将直流馈供支路转至临时直流系统空气开关下方;
- ② 将原直流系统的充电机停用,从临时直流系统引出一组直流电源接到空气开关上方(注意极性);
- ③ 合上空气开关(此时临时充电机不工作)将负载转至临时直流电源供电;
- ④ 断开旧直流屏的馈供支路;合上临时充电机的交流输入电源,使临时直流系统正常工作;
- ⑤ 断开旧直流屏交流输入电源,拆除旧直流屏;
- ⑥ 新直流屏就位,安装电池,连线,接交流,调试正常;
- ⑦ 重复上述步骤,即可将负载接入新的直流屏;
- ⑧ 检查核对各馈供支路极性正确,新屏运行正常;

更换后的直流系统满足变电站设备对直流系统可靠性、安全性等要求。

4 注意事项

在具体工作过程中,有以下几点需要注意的事项:

- 1) 更换前,需要对做为临时系统的蓄电池组进行仔细检查,将电池组充好电,测量其输出电压是否满足要求,以保证临时供电系统的可靠性。
- 2) 由于一般的临时充电机只有一路交流电源输入,为了避免失去交流电带来的一系列问题,更换前,应对站用低压备用电源自动投入功能进行试验。
- 3) 在不具备低压备用电源自动投入功能的情

况下,安排运行人员值班。

4) 电池容量选择和模块的配置。电池容量选择要进行直流负荷的统计,直流负荷按性质分为经常负荷、事故负荷、冲击负荷。经常负荷主要是保护、控制、自动装置和通信设置。事故负荷是指停电后必须由直流系统供电的负荷,如 UPS、通信设置等。冲击负荷是指极短时间内施加的大电流负荷,比如断路器分、合闸操作等。根据上述三种直流负荷统计就可以计算出事故状态下的直流持续放电容量。一般在 220 kV 的变电站直流系统的蓄电池要选择两组电池,电池容量是 150~200 AH, 110 kV 的变电站直流系统的蓄电池要选择一组电池,池容量是 100~150 AH, 35 kV 的变电站直流系统的蓄电池要选择一组电池,池容量是 50~100 AH。模块数量的配置是要全部模块出额定电流总值要大于等于最大经常负荷加蓄电池充电电流(蓄电池充电电流是按 $0.1c-0.2c(10)$),如 100 AH 的蓄电池组其充电电流是 $0.1c \cdot 100=10$ A,在不计算经常负荷的情况下,选用额定电流 5 A 电流的模块的话,两台模块就可以满足对蓄电池的充电,要实现 $N+1$ 冗余总共选择 3 台 5 A 模块。

5) 临时接线时考虑引线截面,各接头接触良好、牢固。

6) 尽量避免在更换过程中对变电站设备进行遥控分、合闸操作。如必须操作,只能在变电站手动分、合闸。

7) 更换过程中密切监视直流系统电压情况。

5 结束语

此种更换方案已经在我局几个 110 kV 变电站成功应用。通过两次直流并列切换,顺利实现了直流屏的更换。在整个施工过程中没有发生控制、保护信号的直流电源中断,没有发生短路或接地,经

(下转第 123 页 continued on page 123)

发挥资金效益,避免电网建设的短期行为。

参考文献

- [1] Willis H LEE. Power Distribution Planning Reference Book[Z]. North Carolina: ABB Power T&D Company Inc Cary, 1997.
- [2] 张建波,罗滇生,姚建刚,等.基于经济性分析的城网变电容载比取值方法研究[J].继电器,2007,35(13):39-43.
ZHANG Jian-bo, LUO Dian-sheng, YAO Jian-gang, et al. Research on Value of Capacity-load Ratio in Urban Power Network Planning Based on the Economical Analysis[J]. Relay, 2007, 35(13): 39-43.
- [3] 姜祥生.城网配电电压等级研究[J].电网技术,1999,23(2):31-35.
JIANG Xiang-sheng. An Investigation on Voltage Class for Urban Electric Network[J]. Power System Technology, 1999, 23(2): 31-35.
- [4] 卜学海,张炜,徐奇.我国目标网架初探[J].电网技术,2000,24(2):74-81.
BU Xue-hai, ZHANG Wei, XU Qi. On Target Frameworks of Power System for Nation-wide Interconnection[J]. Power System Technology, 2000, 24(2): 74-81.
- [5] 王凌,许跃进.基于实际线路结构的低压电网线损计算[J].继电器,2007,35(19):16-21.
WANG Ling, XU Yue-jin. Method for Calculating Low Voltage District Line Loss Based on Actual Network Structure[J]. Relay, 2007, 35(19): 16-21.
- [6] 陈戎生,姚成开,姜恩文,等.电力工程电气设备手册[M].北京:中国电力出版社,2000.146-397.
CHEN Rong-sheng, YAO Cheng-kai, JIANG En-wen, et al. Electrical Equipment Manual of Power Engineering[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2000.146-397.
- [7] 纪雯.电力系统设计手册[M].北京:中国电力出版社,2000.
JI Wen. The Design Manual of the Electric Power System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2000.
- [8] 秦广宇.110 kV直配35 kV方案在农村电网结构优化中的实施分析[J].电气应用,2007,4(3):38-40.
QIN Guang-yu. The Analysis on the Scheme of the 110 kV Supplied 35 kV Directly in Rural Power Network[J]. Electric Appliance, 2007, 4(3): 38-40.
- [9] 林启伟.自动化变电站微机保护若干问题探讨[J].继电器,2002,30(11):48-51.
LIN Qi-wei. Discussing on Several Problems of Microcomputer based Protection in Automation Substation [J]. Relay, 2002, 30(11): 48-51.
- [10] 徐奇.我国电网电压等级的理想分级[J].山西电力,2002,2(4):6-7.
XU Qi. The Ideal Gradation on Voltage on Power Network in our Country[J]. Shanxi Electric Power, 2002, 2(4): 6-7.

收稿日期:2009-04-07; 修回日期:2009-05-26

作者简介:

陈根永(1964-),男,副教授,硕士,主要从事电力系统运行与规划、继电保护方面的研究与教学工作; E-mail: cgyfyx@zzu.edu.cn

张新民(1982-),男,硕士研究生,主要从事电力系统运行与规划方面的研究;

孙启伟(1969-),男,硕士研究生,主要从事电力系统农网运行与规划方面的研究。

(上接第118页 continued from page 118)

直流屏更换的变电站所有电力设备运行正常,确保了系统安全、稳定运行,提高了供电可靠性,达到了预期的效果。

参考文献

- [1] 张乃国.电源技术[M].北京:中国电力出版社,1998.
- [2] 张惠,冯英.电源大全[M].成都:西南交通大学出版

社,1993.

- [3] 白忠敏,等.现代电力工程直流系统[M].北京:中国电力出版社,2002.

收稿日期:2009-04-16; 修回日期:2009-06-13

作者简介:

徐凯(1978-),男,本科,从事电力系统继电保护现场运行维护工作。E-mail: xukaiaaa@126.com