

220kV 变电站直流电源系统的设计及研究

徐宏辉

杭州协东电力设计工程有限公司 浙江杭州 310000

DOI: 10.12238/ems.v7i3.12277

[摘要] 220kV 变电站是电力系统中不可或缺的环节, 其中升压变电站起到了将发电量转换成高电压实施长距离传输、降压变电站起到了将高压电量转换成工业居民可用电压。为了保证 220kV 变电站安全、稳定运行, 站内均配置一体化电源系统以保证计算机监控系统、继电保护系统、电能量计量系统、通信系统、不间断电源系统等系统在正常工况及事故工况持续运行, 从而实现电力系统的远方监控、远方调度、电力故障实时切除及恢复、故障分析等功能。本文从直流系统在 220kV 变电站中的实际应用, 以及从现行规范出发对 220kV 直流系统实际应用中的问题提出解决办法, 从而对直流系统的设计及建设提供重要参考。

[关键词] 变电站; 直流系统

引言

本文研究了 220kV 变电站的直流系统在实际工程中的应用及问题和解决办法。首先, 依据 DL/T5044-2014《电力工程直流电源系统设计技术规程》在 220kV 变电站中的应用。其次, 探讨在实际应用过程中出现的问题及解决办法。有助于直流系统在设计过程中避免由于传输距离较远, 直流电压压降不满足规范以及设备最低电压的要求。

1、220kV 变电站直流系统的实际应用

某地区 220kV 变电站, 规模 4*240MVA 主变, 220kV 出线 8 回, 220kV 采用双母线双分段接线; 110kV 出线 16 回, 110kV 采用双母线双分段接线; 35kV 出线 24 回 (含无功补偿设备及站用变), 35kV 采用单母线分段接线。

直流系统采用控制负荷和动力负荷合并供电模式, 直流系统采用单母分段接线方式, 直流网络采用辐射供电方式, 直流电压 220V。直流负荷包括全站的监控系统设备、保护装置

不同阶段负荷电流统计表

事故放电时间	1min	1~120min	120~240min	随机电流
放电电流 (A)	221.84	195.22	61.09	2.77

根据 DL/T 5044-2014《电力工程直流电源系统设计技术规程》附录 C 部分公式及表格, 通过阶梯计算法得:

第一放电阶段计算容量为 $C_{c1}=250.46\text{Ah}$,

第二放电阶段计算容量为 $C_{c2}=795.43\text{Ah}$,

第三放电阶段计算容量为 $C_{c3}=732.07\text{Ah}$,

随机负荷计算容量 $C_r=2.07\text{Ah}$ 。

将 C_r 叠加在 $C_{c2}\sim C_{c3}$ 中最大的阶段上, 并与 C_{c1} 比较, 取最大者为蓄电池的计算容量 $=795.43+2.07=797.50\text{Ah}$ 。

置、UPS、通信设备等。直流 220V 母线通过 DC/DC 变换装置向通信设备提供直流 48V 电源。全站设两组蓄电池组, 蓄电池容量按全站总负荷的 100% 和全站 220V 直流负荷事故供电 2 小时、48V 通信直流负荷事故供电 4 小时进行计算。根据直流负荷统计和直流系统计算结果, 选用 2 组 220V、800Ah 阀控密封式铅酸蓄电池, 每组蓄电池装设一套 280A/220V 高频充电装置, 作为充电和浮充电电源。

(1) 蓄电池个数确定

选用阀控式铅酸蓄电池组 (单体 2V), 其浮充电电压 2.23V, 按正常浮充运行时保证直流母线电压为额定电压的 105% 计算:

$$n = 1.05 \times 220 / 2.23 = 103.59$$

因此, 选择蓄电池 104 只。

(2) 蓄电池容量选择

不同阶段的负荷电流统计表:

选择蓄电池容量为 800Ah。

(3) 充电装置台数及型式

直流系统采用高频开关充电装置, 配置 2 套, 模块冗余配置, 每组模块的数量为:

铅酸蓄电池 10h 放电率电流 $I_{10} = 80\text{A}$, 经常性电流 $I_{jc} = 133.59\text{A}$, 单个模块的额定电流 $I_{me} = 40\text{A}$, 并取整得到 $n = 6$ 。

n 小于等于 6 时, $N+1$ 冗余配置, 故每组蓄电池高频开关电源模块的数量为 7, 每套选用 7 个 40A 模块充电, 直流充

电及馈线等设备由2面直流充电屏、4面直流馈线屏、6面直流分电屏、1面直流联络屏组成。

(4) 直流系统接线方式

直流系统采用两段单母线接线，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。

每组蓄电池均设专用的试验放电回路。试验放电设备经隔离和保护电器直接与蓄电池组出口回路并接。

(5) 直流系统供电方式

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，在负荷集中区设置直流分屏，各单元的测控、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。

馈线开关选用专用直流空气开关，分馈线开关与总开关额定电流级差保证3倍及以上。

(6) 直流系统设备分布

蓄电池采用组架安装方式布置于专用蓄电池室，两组蓄电池分别布置于不同的蓄电池室。

直流系统主馈屏和充电装置与蓄电池室临近布置，并且布置于负荷中心。

(7) 其它设备配置

每套充电装置配置1套微机监控单元，根据直流系统运行状态，综合分析各种数据和信息，对整个系统实施控制和管理，并通过DL/T 860标准将信息上传至一体化电源系统的总监控装置。

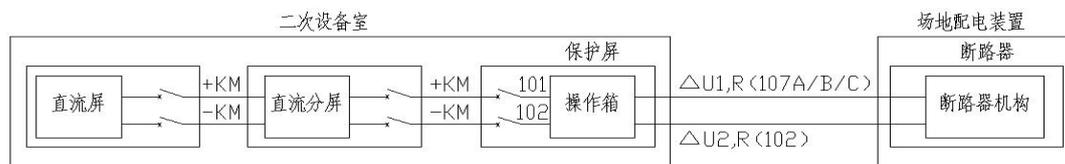
每套蓄电池配置1套蓄电池巡检仪，检测蓄电池单体运行工况，对蓄电池充、放电进行动态管理。蓄电池巡检装置具有单只蓄电池电压和整组蓄电池电压检测功能，并通过DL/T 860标准将信息上传至一体化电源系统的总监控装置。

在直流主馈屏和分屏上装设直流绝缘监察装置，在线监视直流母线的电压，过高或过低时均发出报警信号，并通过DL/T 860标准将信息上传至一体化电源系统的总监控装置。

蓄电池出口，充电装置直流侧出口回路、直流馈线回路和蓄电池试验放电回路装设保护电器。保护电器采用专用直流空气开关，分馈线开关与总开关之间至少保证3级级差。

2、220kV变电站直流系统的存在问题及解决方案

在一些老的敞开式常规220kV变电站，往往直流电源放置在二次设备室，距离最远端配电装置电气距离可达200~300米，这就需要校核直流电压压降能否满足规范要求和配电装置的最低电压要求。下图为220kV变电站直流系统至场地断路器的示意：



对于采用分相操作机构的断路器（220kV线路）： $\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = I \cdot R + 3I \cdot R \leq 5\% U_n$

对于采用三相操作机构的断路器（220kV主变）： $\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = I \cdot R + I \cdot R \leq 5\% U_n$

按事故放电末期（一般按事故放电2小时考虑），保证恢复供电的最远一台断路器能可靠合闸。事故放电末2小时直流系统母线电压 $87.5\% U_n$ ，断路器合闸线圈额定最小动作电压 $80\% U_n$ ，蓄电池出口至直流分屏母线压降控制 $\leq 1\% U_n$ ，直流母线至负荷 $\Delta U \leq 6.5\% U_n$ ，当负端三相共用一芯时： $I_n = 2.8A$ ， $L = 200m$ ，电缆截面 $S_c = 3.3mm^2$ ，当负端三相分别用一芯时：电缆截面 $S_c = 1.6mm^2$ 。

应当注意的是，电压压降校核应该根据前期直流屏至直流分屏、直流分屏至保护屏已有的电缆截面，计算实际的电

压压降，再验算保护屏至断路器机构的剩余压降以及验算满足工作电流，以此来选择直流电缆截面。

结论：建议控制回路中至分相断路器机构箱的直流电源电缆采用4芯，截面采用 $4mm^2$ ，当电气距离大于200m时，则建议使用4芯 $6mm^2$ 截面屏蔽控制电缆。

结束语

本文以实际220kV变电站直流系统的设计及应用，从规范角度及实际情况进行讨论和研究，提出建议及结论。对新建220kV变电站以及改造直流系统提供了参考，从而推动变电站直流系统设计的发展和实际应用有实际意义。

[参考文献]

[1]DL/T5044-2014《电力工程直流电源系统设计技术规程》