

# 变电站直流系统新型集中辐射式馈电网络的应用

刘青杨, 梁俊

(宁夏中卫供电局, 宁夏 中卫 755000)

**摘要:** 变电站直流系统的现状存在诸多问题, 这影响了变电站二次设备的安全稳定运行, 也降低了检修、运行维护的工作效率。经过对现场的研究分析, 提出了直流系统馈电网络设计的新思路。通过这种新型集中辐射式供电系统与现状比较和实际运行的效果检验, 阐述了这种新型集中辐射式供电系统的优点。

**关键词:** 直流系统; 馈电网络; 集中辐射; 直流接地

## Application of new concentrated radiation-feed network in DC system transformer substation

LIU Qing-yang, LIANG Jun

(Zhongwei Power Supply Bureau, Ningxia 755000, China)

**Abstract:** Gucheng transformer substation DC system is plagued with problems, which affected the safety and stable operation of the secondary equipment, also lower the working efficiency of repairing and running attention. After the on-site analysis, a new way about the design of DC system feed network is put forward. Through the comparison and reality run by this new concentrated radiation-feed system and current situation, the advantages of this new concentrated radiation-feed system are illustrated.

**Key words:** direct-current system; feed network; concentrated radiation; direct-current grounding

中图分类号: TM63

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2007)16-0068-03

## 0 引言

变电站直流系统直接关系到二次设备的安全稳定运行, 但现状却令人担忧。国内电网屡次发生因直流系统短路和接地故障而造成的电网事故, 原因既有人员的责任, 也有直流系统设备本身的问题。因此, 设计一种新型的直流馈电网络, 将直流系统常见故障发生的概率和影响面降到最低、或者发生故障时能够快速恢复, 最大程度减少因直流系统问题引起的电网事故是电力系统的一大课题。在 220 kV 变电所直流系统改造中, 通过对现场实际情况的调查和对国内直流系统接线方式的对比、研究, 提出并实施了一种新型的集中辐射式直流系统馈电网络。

## 1 220 kV 变电所直流系统馈电网络现状

### 1.1 直流系统接线形式

220 kV 古城变电所旧直流系统一般采用 1 组电池, 1 套高频充电装置, 单母线接线。这种接线形式已不能满足变电所直流系统安全、稳定运行的要求。其缺点是: 运行方式单一, 可靠性差; 直流系

统冗余度低, 当充电装置或电池组检修或故障对变电所直流供电产生极大影响。

### 1.2 直流馈电网络接线

馈电网络采用分层辐射式供电, 通过直流屏向负荷层的直流小母线供电, 再通过直流小母线向各个负荷供电。简图如图 1 所示。

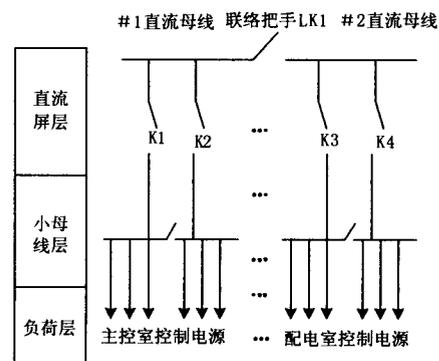


图 1 变电所原直流馈电网络

Fig.1 Original direct current feed network of transformer substation

这种馈电网络的缺点是:

1) 直流屏层的一个出线带若干路负荷, 当此出

线出现故障,将会影响所带的多路负荷正常运行。

2) 负荷层的直流小母线为裸露的铜元,装于屏顶。当接入新的负荷时需带电作业,工作危险系数大,易发生短路造成大量负荷失电。小动物误入或金属物品跌落都会造成直流短路而使大量负荷失电。

3) 直流系统发生接地时,由于每一直流支路上所带负荷多,不可能进行拉路寻找,特别是主控室的保护装置负荷,只能采用地毯式搜查的方式来查找直流接地。因此查找直流接地工作量极大。如果小母线发生直流接地则更是难以查找和消除。

4) 直流系统末级的某一支路发生短路故障越级时,会造成同一小母线上的负荷全部失电,失电面积过大。

### 1.3 直流系统开关和保护设备配置

变电所的直流系统层的电源部分采用隔离开关+熔断器的配置;馈线支路出线线和负荷层采用直流空气开关作为保护设备。同一性质的负荷层的直流小母线就地通过隔离开关连接。这种配置方式基本满足变电所稳定运行要求。

## 2 新型直流系统馈电网络

新型直流系统馈电网络的设计思路是:满足变电所直流系统冗余度的要求下,力求回路简单,维护方便,对于直流系统发生任何故障确保影响面最小并能以最快速度消除。

下面介绍新型直流馈电系统的构造。

### 2.1 直流系统接线形式

对于220 kV及以上变电所直流系统采用2组电池,2套高频充电装置,2面直流馈电屏,单母线分段接线。这种接线形式可以满足任一元件或装置发生故障而不会影响整个用电负荷的正常运行。对于110 kV变电所直流系统采用1组电池,2套高频充电装置,单母线接线。这种接线形式可以满足故障率较高的元件或装置(比如充电装置)故障时直流用电负荷正常运行,其他元件或装置,可以配备便携式备用电池组、备用充电机等设备。对于重要的110 kV变电所也可以按照220 kV变电所直流系统标准来配置。

### 2.2 直流馈电网络接线

2.2.1 根据直流负荷的性质,变电所内的用电负荷可以分为以下四种,根据这四种负荷,具体的网络接线形式如下:

1) 运行时不能断电的重要用电负荷供电,例如保护装置、开关操作、电压切换装置、公用信号装置等。馈电网络采用直接辐射式供电,直接供给到

每一个用电负荷间隔,取消了直流小母线这一中间环节。

2) 运行时短时停电不会造成影响的用电负荷。例如储能电机电源、电机打压电源等。馈电网络采用直流母线环网供电方式。

3) 对于10~35 kV安装于配电室的保护装置,由于单元数量多,与直流馈线屏距离远,馈电网络采用直流母线环网供电方式。

4) 为多个用电负荷组合而成,且不能分割。如主变单元、远动单元负荷。对于此类负荷,新型馈电网络在此类用电负荷屏上的端子排处设置端子直流小母线,单元内用电负荷全部从此处取用电源。

2.2.2 此外,对于有人值班变电所,信号电源回路也从主控制室独立出来,形成独立的电源回路,带全所的预告、事故信号设备。由于信号电源独立出来后无监视回路,因此通过公用电源设计一套信号电源的监视回路,用于起动光字牌来提醒运行人员注意。回路如图2所示。

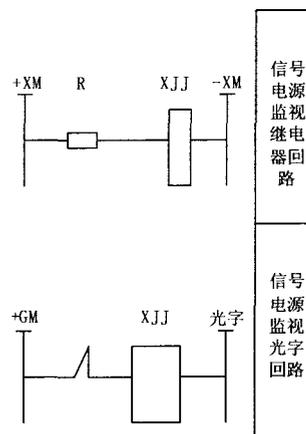


图2 信号电源监视回路

Fig.2 Signal power source monitoring circuit

当信号电源(XM)失压后,XJJ监视继电器动作,常闭触点XJJ启动信号电源监视光字,提醒运行人员检查信号电源。

2.2.3 对于220 kV电压等级及以上的保护设备,由于其保护及控制回路均为两套配置,因此在直流馈电屏处,其保护装置电源与断路器控制电源分开,且各为两套。新型直流馈电网络接线简图如图3所示。

### 2.3 直流系统开关和保护设备配置

新型直流馈电网络的直流系统层的电源部分采用隔离开关+熔断器的配置;馈线支路出线线和负荷层采用专用直流空气开关作为保护设备。同一性质的负荷层的直流小母线在直联联络屏处通过隔离开

关连接。根据短路容量计算和上下级开关的配合级次，具体空气开关和保险参数配置如表 1 所示。

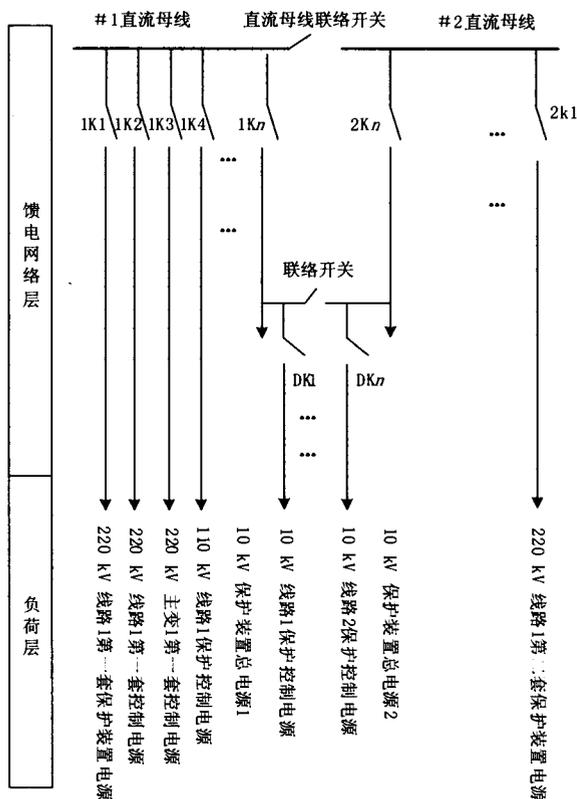


图 3 变电所新型直流馈电网络

Fig.3 New direct current feed network of transformer substation

表 1 直流空气开关（保险）配置表

Tab.1 DC air switch configuration table

电源开关用途	额定电流/A
蓄电池直流电源输入保险	200
充电机直流电源输出开关	63
储能、打压电源开关	40
事故照明电源开关	40
10 kV、35 kV 保护电源开关（直流母线环网型接线）	20
主变、远动单元电源开关	20
直供式保护、控制电源开关	10
PT 切换电源开关	10
信号电源电源开关	20

2.4 新型馈电网络的优缺点比较

1) 新型馈电网络大大减少了公用部分，各个重要直流负荷电源回路相互独立，减少了相互之间的不利影响。系统某一支路发生短路故障时，不会造

成其它直流用电负荷失电。提高了直流系统安全运行的可靠性。

2) 全部取消了装于屏顶的裸露的直流小母线，整个直流系统密闭运行，提高了直流系统运行的安全可靠。同时也使接入新的负荷时不需带电作业，降低工作危险系数，同时杜绝了发生直流小母线短路造成大量负荷失电现象。

3) 易于查找直流系统接地。各个直流负荷电源回路相互独立，可以快速确定是哪一间隔发生接地。大大提高了查找直流接地速度。

4) 便于直流系统日常运行维护和事故时的操作。直流系统馈电网络回路简单、清晰，各个馈电支路直接对应于基层用电负荷，一方面方便了运行人员的维护和操作，另一方面也杜绝了误操作、误碰造成的大面积直流停电的危险。

5) 新型馈电网络的缺点是电缆较多，施工难度较大。因此在设计施工阶段就要一次性规划好，并按照变电所的终期规划做好直流系统的备用裕度，防止以后出现返工。电缆数目较多时可以多设置几面馈电屏。做到一次到位，终身受益。

3 新型馈电网络的应用

新型馈电网络适用于各种规模的变电站，尤其是综合自动化变电站和中小型变电站。这类变电站间隔数目少，且多无人职守，新型馈电网络的馈电屏回路数目少、清晰，发生故障时波及面小，运行维护人员的定期维护工作也简单。大型变电站的二次设备多且重要，因此可以考虑多设几面馈电屏，按间隔性质分散配置，虽然造价较高，但对于变电站的安全稳定运行来讲，也是值得的。

4 结束语

完善和优化直流馈电系统的回路，是提高变电站直流系统供电可靠性的主要措施。本文提出的新型馈电网络在中卫电网已经得到了广泛实施，运行情况稳定，效果显著，对于其它电网的变电站直流系统设计和改造有着良好借鉴作用。随着电网规模的日益强大，变电站的二次设备的安全稳定运行也更加重要。在工作中不断地发现问题，解决问题。同时大力发展和应用新技术，只有这样才能使电网的二次设备运行更可靠，更安全。

参考文献

[1] 白忠敏，於崇干，刘百震，等. 现代电力工程直流系统[M].北京：中国电力出版社，2003.

$$\begin{cases} I_{resb} = \frac{1}{2}(I_{B\text{计算}} + I_{b\text{计算}}) = \frac{1}{2}|3I| \\ I_{resc} = \frac{1}{2}(I_{C\text{计算}} + I_{c\text{计算}}) = 0 \\ I_{resa} = \frac{1}{2}(I_{A\text{计算}} + I_{a\text{计算}}) = \frac{1}{2}|3I| \end{cases} \quad (19)$$

从式(18)、(19)中可以看出,在变压器差动保护范围内,110 kV 侧变压器引出线上发生单相接地时,其中有两相的差动电流较大,而且制动电流仅是差动电流的一半,证明采用修改后的差动保护能正确动作。

110 kV 侧变压器绕组上发生单相接地时的情况如图 12 所示。

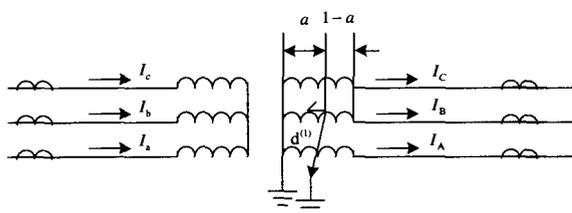


图 12 变压器绕组内单相故障原理图  
Fig.12 Schematic diagram of single phase fault in transformer windings

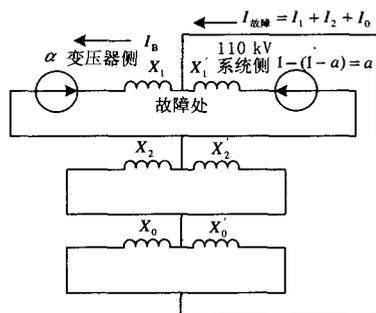


图 13 变压器绕组内单相故障等效序网图  
Fig.13 Equivalent sequence diagram of single phase fault in transformer windings

序网图可以等效为如图 13 所示。

从图 13 可以看出,除了电源强弱的变化,及阻抗分布的变化外,110 kV 侧变压器绕组上发生单相接地时的情况与变压器引出线上发生单相接地时的情况基本相同。当然,a 越接近 0,差动保护的灵敏度越小,而该情况是任何算法都不可避免的。

综上所述,利用方法 1 及方法 2 解决 Y<sub>N</sub>, Y 接线的变压器差动保护误动问题是可行的。

#### 4 结语

CSC-326GD 软件已经升级,从原理上解决了本文所述的问题。由于 Y<sub>N</sub>/y 接线变压器在现场中应用比较少,厂家及用户的整定调试人员往往忽略了该类型变压器的特点。本文从案例出发较详细地分析了 Y<sub>N</sub>/y 接线变压器可能产生误动的原理,提出了解决方法,并从理论上验证了解决方法的正确性。

#### 参考文献

- [1] 北京四方继保自动化股份有限公司. CSC-326G 数字式变压器保护装置说明书[Z].
- [2] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护技术问答(第二版)[M]. 中国电力出版社.

收稿日期: 2007-01-30; 修回日期: 2007-04-10

#### 作者简介:

杨小青(1971-),女,本科,讲师,从事继电保护教学及研究工作; E-mail:198214178fly@163.com

虞伟(1976-),男,本科,工程师,从事继电保护工作;

周行(1971-),女,本科,讲师,从事继电保护教学及研究工作。

(上接第 70 页 continued from page 70)

BAI Zhong-min, YU Chong-gan, LIU Bai-zhen, et al. Modern Power Engineering Direct-current System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2003.

- [2] 国家电网公司. 直流电源系统管理规范[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.

State Grid Corporation. Administrative Standard of Direct-current Power Source System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2006.

- [3] 周志敏, 周纪海, 纪爱华. 阀控式密封铅酸蓄电池实用技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.

ZHOU Zhi-min, ZHOU Ji-hai, JI Ai-hua. Practical Technique for Valve Regulated Lead Battery[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2004.

收稿日期: 2007-01-22; 修回日期: 2007-04-29

#### 作者简介:

刘青杨(1970-),男,工程师,从事继电保护检修管理工作; E-mail:lqy3111@tom.com

梁俊(1978-),男,工程师,从事继电保护检修工作。