

# 750 kV 变电站 3/2 母线接线与倒闸操作方式优化

徐 闯<sup>1</sup> 石 辉<sup>1</sup> 印 欣<sup>1</sup> 常喜强<sup>2</sup> 王 飞<sup>2</sup>

(1. 国网新疆电力公司检修公司 新疆 阜康 831500;

2. 新疆电力调度控制中心 新疆 乌鲁木齐 830002)

**摘 要:** 新疆超高压枢纽变电站 750 kV 母线 3/2 接线形式与传统母线接线形式有着重要的区别,其电气主接线形式对电网供电可靠性和电网经济性有着至关重要的影响。重点分析新疆电网 750 kV 母线 3/2 接线形式,同时结合生产实际情况,对 3/2 接线方式下的倒闸操作进行了优化,并对特殊运行方式下的倒闸操作提出了优化建议。

**关键词:** 3/2 接线; 倒闸操作; 接线方式

**Abstract:** There is an important difference between 3/2 connection mode and the traditional busbar connection mode in Xinjiang 750 kV EHV substation, and its main electrical wiring has a critical influence on the reliability of power supply and the economy of power grid. The focus of analysis is on 3/2 connection mode of 750 kV busbar in Xinjiang power grid, and combined with the actual situation of the production, the switching operation under 3/2 connection mode is optimized, and the optimization suggestions for switching operation in special operating mode are proposed.

**Key words:** 3/2 connection; switching operation; wiring mode

中图分类号: TM861 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2014)01-0084-04

## 0 引 言

目前新疆 750 kV 变电站 8 座,高压侧母线全部采用 3/2 接线方式。这种接线方式的特点是两条线路之间有 3 组断路器,每条线路平均有一个半断路器,如图 1 所示。

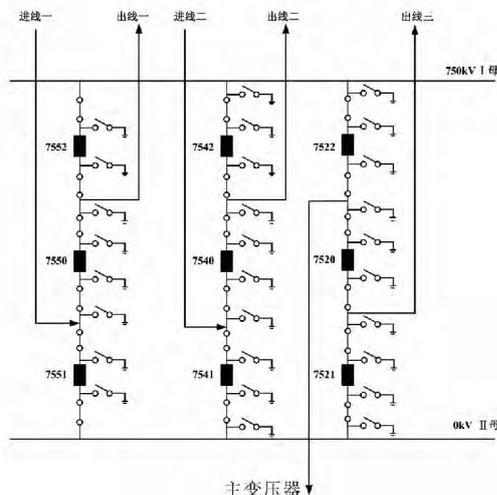


图 1 3/2 完整接线方式

从图 1 可以看出,3/2 完整接线方式没有多回

路集结点,并由两个元件(线路或发变组)引线,每串用 3 台断路器接向两组母线(I、II)组成一个半断路器接线,每一回输电线路经 1 台断路器接至母线,两条输电线路回路之间由 1 个联络断路器形成 1 串。

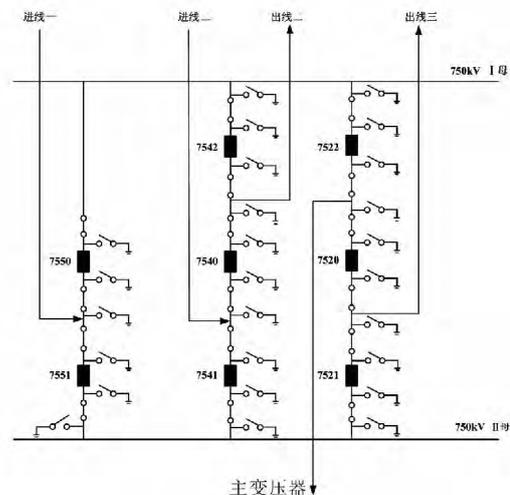


图 2 3/2 不完整接线方式

从图 2 可以看出,3/2 不完整接线时,有一串是由两个断路器连接,接于两母线之间,两断路器之间接一条线路。其余为完整 3/2 接线方式。

3/2 接线方式运行灵活、供电可靠,多用于 330 kV 及以上的超高压电网。由于这种接线方式与新疆传统 220 kV 变电站采用的双母线带旁路接线形式存在很大差别,并且电压等级更高,因此需要在运行中灵活掌握这种接线方式,提高技术水平与运行经验。

下面主要从运行方式、保护、检修灵活性等方面重点讨论 3/2 母线接线形式,同时对 3/2 接线方式下的倒闸操作进行了优化。对于增强运行经验、提高运维效率具有现实指导意义。

## 1 3/2 母线接线方式运行分析

### 1.1 线路开关数

表 1 开关数比较

接线形式	断路器	隔离开关
3/2 完整接线	9	18
3/2 不完整接线	8	16

从表 1 知,3/2 完整接线时,断路器和隔离开关比较多,导致电流互感器配置也较多,二次接线复杂,二次操作项目多。

### 1.2 主接线可靠性分析

用停电百分比进行定量比较分析电气主接线的可靠性,则停电百分比的数学表达式为

$$\text{停电百分数} = \frac{\text{停电回路数}}{\text{主接线总回路数}} \times 100\%$$

由图 1 所示 3/2 接线形式的故障停电可靠性数据分析见表 2。

表 2 3/2 完整接线的故障停电可靠性分析

运行情况	故障类别	停电回路数	停电百分比 /%
无设备检修	母线侧断路器故障	0	0
	母线故障	0	0
	中间断路器故障	0	0
中间短路器检修	母线侧断路器故障	1~2	16.6~33.3
	母线故障	1~2	16.6~33.3
母线断路器检修	中间断路器故障	2	33.3
	母线故障	0	0
母线检修	母线侧断路器故障	0	0
	母线故障	0	0
	中间断路器故障	1	16.6

从表 2 可以看出,采用 3/2 完整接线方式,故障停电回路数最多为 3 回,占全部回路数的 60%,不会发生全回路停电的现象。这是因为发生母线故障

或断路器故障时,不会影响线路供电。同时当断路器拒动时,事故不扩大,隔离开关只作为隔离电源使用,不需要切换母线。

### 1.3 一次设备检修、倒闸操作方面

通常来说,如果一串中接两条线路,应尽量一条接母线进线,一条母线出线,或接两条联系紧密的相邻线路,这样可以保证两条母线都故障时,仍有功率传送。当然,如果有两台主变压器,应分别接入两个串中。

在一般电气主接线中,母线比线路重要,一旦因为停电时误操作,直接带负荷拉母线侧隔离开关,导致母线故障,母线所在线路会全部停电,先拉负荷侧隔离开关,如果发生带负荷拉开关,只会造成线路故障,母线不会故障。而在 3/2 断路器接线方式下,线路或变压器比母线更为重要,因为即使母线故障,母线上所有断路器全部跳闸,仍然不会影响线路和主变压器供电,但是会影响运行的稳定性。

虽然 3/2 断路器接线方式下,带负荷拉开关发生的概率很低,各地方对于倒闸操作中隔离开关拉合的顺序没有明确规定,但是按照《安规》要求“停电拉闸操作必须按照断路器(开关)——负荷侧隔离开关(刀闸)——母线侧隔离开关(刀闸)的顺序依次进行”来确定拉闸顺序,考虑到断路器两侧隔离开关发生带负荷拉闸事故对系统影响程度的不同,在 3/2 接线方式下依然适用。

3/2 接线的隔离开关,仅仅只作为隔离电器使用,不需要倒闸操作。处理事故时利用断路器操作,消除事故迅速。同时由于断路器不需要代路操作,可任意停下来检修,及时发现缺陷,及时处理,保证断路器处于良好的工况,其边断路器、中间断路器、隔离开关操作简单,运行方便,设备检修条件好。

### 1.4 3/2 完整接线继电保护运行、检修

3/2 断路器接线方式下,线路保护不但按双重化进行配置,对每一个断路器还有一套专用的保护装置,这也导致在倒闸操作过程中,重合闸投退具有与以往不同的特点。

母线保护装置有两组独立的单母线差动保护,结构简单。当母线保护误动时跳开本母线的断路器,元件不会停电。保护装置校验时可停一条母线进行,此时另一母线故障,只要两线路之间的断路器正常,此时只会造成解列运行,而不会造成停电事故,几乎无影响。

断路器失灵保护启动回路是由所连接两个元件的保护出口和本身的判别元件构成,同时采用电压判别设备,故保护装置和电压切换回路比较复杂。

其电压电流回路元件的仪表,线路保护装置的电流回路,需接两组电流互感器,故交叉接线比较复杂,而母线保护装置电流回路是固定连接,比较简单。各元件的电压回路接于专用电压互感器,不需要切换,较简单。同时由于隔离开关不用倒闸操作,所以断路器和隔离开关各元件之间没有倒闸连锁,连锁回路简单。

控制回路由于联络断路器受两个元件控制,比较复杂。

### 1.5 灵活性和扩建性分析

表 3 灵活性和扩建性分析

接线方式	运行方式	检修停电	改扩建
3/2 完整接线	运行方式灵活多变	一台开关计划检修不停电 隔离开关不需要倒闸操作,同时也不需要二次回路切换和调整保护定值 开关检修间隔 10~15 年	扩建受限制

3/2 接线形式满足了运行方式的灵活性,但是在改扩建工程中受到很大限制。

## 2 3/2 接线过渡方式下值得注意的问题

750 kV 变电站在投运初期,各出线间隔都不完整,很少能一次组成 2 个以上的完整串,存在多种过渡方式。图 3 是比较常见的一种接线方式。

### (1) 3/2 接线不完整串产生的过渡方式变化

如图 3 所示,在 3/2 不完整接线形式中,若在 7530 检修状态下,发生 7520 开关跳闸,则系统可能解列为两部分。而此时,线路开关 7532、7531、7521 均处于运行状态,系统运行方式已经发生了较大变化,在稳控系统定值判断、事故处理等方面均需要特殊考虑。

又如 7531 母线侧隔离开关检修(或者 7521 母线侧隔离开关检修)时,若此时 7520(或者 7532)发生故障,则系统也可能解列为两部分运行。同时,如果完整串设备停运形成不完整串,也可能造成上述情况,需给予高度关注。

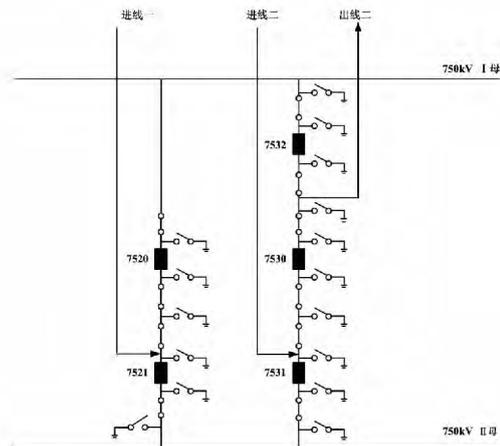


图 3 3/2 接线建设初期的不完整接线形式

## 3 倒闸操作方式优化

新疆 750 kV 变电站,站内设备多,设备区面积比较大,每次遥控操作电气设备,都需要在设备区检查实际位置。由于主控室距离设备区较远,需要来回往返,延长了倒闸操作时间,缩短了变电检修的有效工作时间,降低了操作效率。因此,如何提高倒闸操作效率,降低操作时间已成为 750 kV 变电站运维人员迫切需要解决的问题之一。

作为运维人员,在满足安规和运行规程的基础上,提出了如下优化倒闸操作的几个方面。

### (1) 优化操作步骤

合理调整操作顺序,优化操作线路。比如母线进行倒闸操作时,按照实际间隔顺序依次进行操作,尽量减少不必要的操作,比如保护压板投退等。

### (2) 安排辅助操作人员

安排辅助操作人员负责现场设备的检查,由辅助操作人员通过无线通讯设备(如对讲机)汇报现场设备实际位置,减少人员往返路程,缩短了操作时间。

### (3) 集中监控和现场操作相结合

因为 750 kV 变电站综合自动化程度高,可以采用集中监控下的操作模式,开关都能在监控后台计算机上遥控。另派一名变电运维人员专门在现场检查设备操作到位情况,并用对讲机向主控台汇报。由于在计算机上依靠软件规则更易实现完善的防误功能,因此这种操作方式比常规的现场操作更快捷、更安全,因而更有利于电网的安全运行。

## 4 结 语

重点分析了新疆 750 kV 变电站 3/2 母线接线方式,对 3/2 接线方式在运行的可靠性、检修方式下的灵活性与倒闸操作的安全性方面进行重点讨论,同时结合实际工作情况提出了几点优化倒闸操作效率的建议,对于新疆超高压电网运行维护具有十分重要的意义。

### 参考文献

[1] 何仕卿. 220 kV 母线保护改造问题[J]. 四川电力技术, 2009, 31(20): 73-74.

[2] 钟惠霞. 南方电网 500 kV 3/2 断路器主接线的特殊运行方式[J]. 电网技术, 1995(5): 35-39.  
[3] 范锡普. 发电厂电气部分[M]. 北京: 水利电力出版社, 1987.  
[4] 宋继成. 220~500 kV 变电所电气接线设计[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.  
[5] 广西电力设计院. 500 kV 玉林变初步设计[Z]. 1998.  
[6] 中南设计院. 500 kV 南宁变初步设计[Z]. 2000.

作者简介:

徐 闯(1981), 高级工程师, 主要研究方向为电力系统继电保护;

石 辉(1984), 工程师, 主要研究方向为现代电力系统运行与控制。

(收稿日期: 2013-09-06)

(上接第 70 页)

外冷风机是换流站内的主要噪声源,其噪声类型包括电磁噪声、机械噪声和空气动力学噪声。采取降噪措施时应统筹规划,遵循环保达标、技术可行、经济合理的原则进行治理。

2) 换流站内的设备噪声频谱特征具有频带较宽的特点,其中以中低频噪声为主,高频成分较弱。

3) 换流变压器在 100、400、500 Hz 的中心频率上出现峰值,中频带的声级较高,高频带的声级呈平缓下降的趋势,设备噪声以铁心振动噪声为主,因此应主要针对铁心采取降噪措施。

4) 平波电抗器在 100、200、400 Hz 的中心频率上有明显峰值,在中、高频上频率成分丰富并趋于平缓。设备噪声以铁心振动和线圈电磁振动为主,因此应针对铁心和线圈采取降噪措施。

5) 交流滤波器组在低频段的 50、100、125、200 Hz 的中心频率上出现峰值,在中、高频上趋于平缓,应主要针对电容器和电抗器采取降噪措施。

6) 换流站噪声控制应先合理选择换流站站址,其次尽可能地降低噪声源的数量和强度,然后考虑合理选择和优化设计方案,最后才考虑必要的隔声、消声等降噪治理措施。同时为了控制降噪成本,噪声控制工程应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。

### 参考文献

[1] 余尤好,陈志宝. 大型电力变压器的噪声分析与控制[J]. 变压器, 2007, 44(6): 23-26.  
[2] 马大酋. 噪声与振动控制工程手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.  
[3] 刘惠玲. 环境噪声控制[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2002.

[4] 邱宁,穆华宁,胡小龙. ±800 kV 换流站噪声控制研究[R]. 北京中国电力工程顾问集团公司, 2005.  
[5] Lan T S, Chiu M C. Optimal Noise Control on Plant Using Simulated Annealing[J]. Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineering, 2008, 32(3-4): 423-437.  
[6] 国家环境保护总局环境工程评估中心. 环境影响评价技术导则与标准[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2006.  
[7] GB 12349-90. 工业企业厂界噪声测量方法[S].  
[8] GB 12348-1990. 工业企业厂界噪声标准[S].  
[9] 南方电网技术研究中心. 云南—广东 ±800 kV 直流输电工程可听噪声研究报告[R]. 广州: 南方电网技术研究中心, 2006.  
[10] 刘培杰,孙海涛,王红卫. 噪声模拟软件 Cadna/A 在交通噪声预测评价中的应用[J]. 电声技术, 2008, 32(7): 64-67.  
[11] 河南电力试验研究院. 灵宝换流站可听噪声测试报告[R]. 郑州, 2005.  
[12] 韩辉,吴桂芳,陆家榆. ±800 kV 换流站阀厅与换流变压器采用一字形或面对面布置的噪声分析[J]. 电网技术, 2008, 32(9): 1-5.  
[13] 杨一鸣,章旭雯. 特高压直流换流站设备的降噪措施[J]. 高电压技术, 2006, 32(9): 149-152.  
[14] 张劲松. 高压直流换流站噪声综合治理研究[J]. 电力建设, 2007, 28(8): 14-16.  
[15] 高聚元,宋金鹏. 贵广直流肇庆换流站噪声治理工程设计方案[R]. 北京: 北京绿创声学工程股份有限公司, 2006.

作者简介:

叶春燕(1983), 硕士研究生, 工程师, 主要从事电磁环境监测及治理工作。

(收稿日期: 2013-10-08)