

[开关设备]

GIS不完全三母线方案

文/国网宁夏电力有限公司经济技术研究院 张 辰 龚鑫龙 张玲珠

GIS设备是变电站电力系统的重要组成部分，其电气主接线设计关系着变电站的安全性和可靠性。为解决重要输电通道供电可靠性问题，提出一种不完全三母线主接线方案设计。以110 kV和330 kV变电站为例，通过对不完全三母线与单母单分段、双母双分段主接线和间隔布置进行可靠性及经济技术性比较，确定不完全三母线的主要应用场合，在保障变电站安全可靠运行的情况下，合理降低工程投资。

GIS电气主接线需要考虑很多因素，包括电压等级、母线的形式、进线与出线的数量、元器件选型（断路器、隔离开关、接地开关、电压互感器和电流互感器等）的及防雷措施等。GIS电气主接线的种类有很多，常见的主接线形式有单母线、单母线分段、双母线和双母线分段等，不同主接线形式适用于不同的变电站系统。合理的电气主接线设计能够更经济地提高整个变电系统的可靠性。

不完全三母线主接线方式

不完全三母线是在传统双母线基础上增加一条母线，各进出线间隔跨接在三条母线中的任意两条母线，通过三组母联间隔实现三条母线的互联。与传统接线方式各间隔连接所有母线不同，不完全三母线各间隔只跨接在三条母线中的两条。在一些重要用电单位，不但要求供电设备具有高可靠性，而且要求整个供电系统具有高可靠性。本文通过一座典型变电站，对不同形式的主接线方式进行经济技术分析，进一步分析出三母线接线方式所适用的条件。

目前110 kV及330 kV变电站电气主接线形式主要有单母分段接线和双母双分段接线。在供电可靠性上，两种接线方式都具备在一定故障状态下线路正常供电的能力。

当双母线供电时，一条母线停电检修，另外一

条母线正常供电。但对于重要输电通道，单线路接单母线的运行存在风险，为提高该种情况下重要输电通道供电可靠性，提出了不完全三母线接线方式。该接线方式中母线共有三条，母线间通过三个母联间隔相互连接，不设置母线分段。单个进出线间隔同时接两条母线。双回出线的两个间隔避免同时接入两条相同母线。

不完全三母线接线方式至少包括三段母线构成的三母线、进线断路器、进线隔离开关、出线断路器、出线隔离开关、母联断路器、母联隔离开关和母线设备。单个进出线断路器及相应的隔离开关同时连接在两条母线之间。三母线设置有三组母联断路器及相应的隔离开关相互连接；三母线设置有进线断路器及相应的隔离开关，进线断路器及相应的隔离开关设置在相同的两段母线之间；三母线设置有出线断路器及相应的隔离开关，双回出线的两个断路器及相应的隔离开关避免同时接入两条相同母线；三条母线各设置一套母线设备，如图1所示。

在传统双母线的电气主接线形式下，不完全三母线的电气主接线增加一条母线，无须设置母线分段断路器及相应的隔离开关，当母线检修及主变压器检修时，单条母线停电，仍可保证重要输电通道双回路供电。

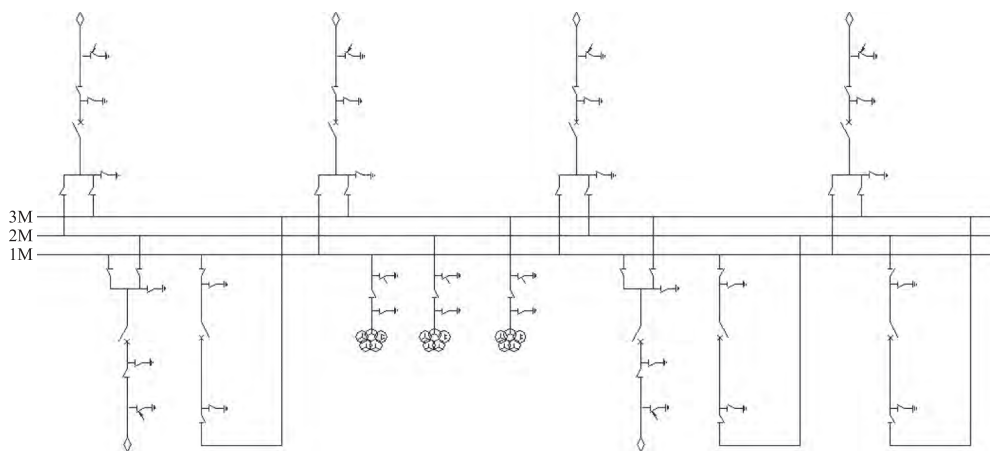


图1 不完全三母线主接线

不完全三母线与双母线接线方式的比较

1. 主接线

在110 kV及330 kV两种电压等级下，将不完全三母线接线方式与双母线双分段接线方式进行比较。

GIS 2进线10出线主接线方式，采用双母双分段接线共需要20个间隔。其中2个进线间隔，10个出线间隔，4个母线设备间隔，2个母联间隔，2个分段间隔。

GIS 2进线10出线主接线方式，采用不完全三母线接线共需要18个间隔。其中2个进线间隔，10个出线间隔，3个母线设备间隔，3个母联间隔。

在GIS接线形式相同时，采用不完全三母线与采用双母线双分段相比，增加1组母线，增加1个母联间隔，减少1个母线设备间隔，减少2个分段间隔。

2. 平面布置

在110 kV电压等级下，将不完全三母线平面布置方式与双母线双分段平面布置方式进行比较。

110 kV三母线主变压器进线间隔：间隔纵向尺寸增加2 450 mm，间隔内母线增加约5.6 m/三相，如图2所示；出线间隔：间隔纵向尺寸增加2 450 mm，间隔内母线增加约3.1 m/三相，如图3所示。

在330 kV电压等级下，将不完全三母线平面布置方式与双母线双分段平面布置方式进行比较。

330 kV三母线主变压器进线间隔：间隔纵向尺寸增加2 000 mm，间隔内母线增加约3.6 m/单相，如图4所示；出线间隔：间隔纵向尺寸增加2 000 mm，间隔内母线增加约7.2 m/单相，如图5所示。

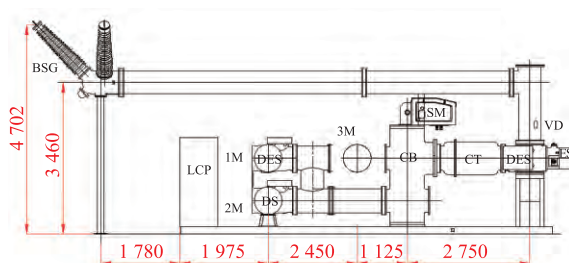


图2 110 kV三母线主变压器进线间隔断面图

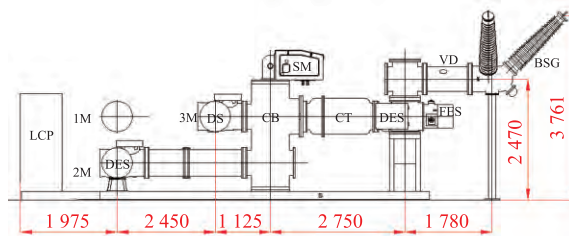


图3 110 kV三母线主变压器出线间隔断面图

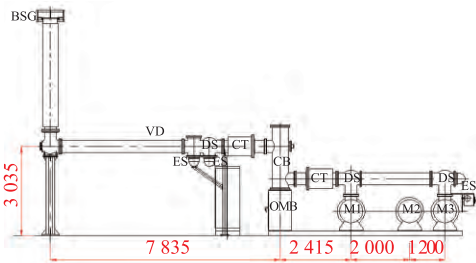


图4 330 kV三母线主变压器进线间隔断面图

3. 比较结果

(1) 间隔数量比较

间隔数量：与双母双分段接线相比，三母线接线整站沿母线方向需增加1组主母线，增加一个母联间隔，减少1个母线设备间隔，同时减少2个母联分段间隔。

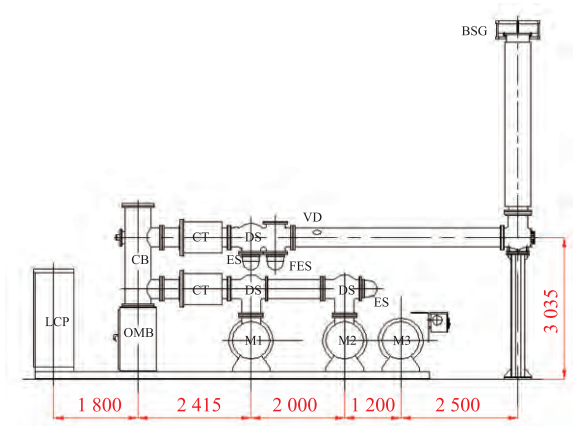


图5 330 kV三母线主变压器出线间隔断面图

(2) 母线方向长度

对于户外架空出线的GIS设备，三母线接线新增的母线设备间隔及母联间隔可分散布置在出线间隔中间，因此，新增母线设备间隔及母联间隔不增加母线

长度。同时由于三母线接线减少了母联分段间隔，因此，整站母线方向长度较双母双分段接线可减少。

对于户内GIS电缆出线，由于间隔排列较为紧凑，三母线接线新增的母线设备间隔及母联间隔无法分散布置在出线间隔中间，因此需增加母线长度，但由于三母线接线减少了母联分段间隔，因此最终整站母线方向长度与双母双分段接线基本一致。

(3) 间隔方向长度

与双母双分段接线相比，三母线接线增加了一组母线，因此间隔纵向尺寸需增加，110 kV设备增加2.45 m，330 kV设备增加2 m。

双母双分段接线方式与三母线接线的占地面积接近。

(4) 尺寸变化及占地面积

110 kV及330 kV GIS设备三母线接线与双母双分段接线尺寸与占地面积对比见表1。

表1 110 kV、330 kV三母线间隔尺寸

电压等级/kV	结构形式	分段开关布置形式	母线方向长度变化/m	间隔方向长度变化/m	三母线接线占地面积/m ²	双母双分段接线占地面积/m ²	三母线接线面积增加 (%)
330	户外	并排	-6	+2	2 923	2 577	13
330	户外	非并排	-12	+2	2 822	2 488	13
330	户内	并排	+3	+2	2 974	2 622	13
330	户内	非并排	-3	+2	2 873	2 533	13
110	户外	并排	-3	+2.45	1 125	941	19
110	户外	非并排	-6	+2.45	1 080	903	19
110	户内	并排	0	+2.45	1 170	978	19
110	户内	非并排	-3	+2.45	1 125	941	19

(5) 费用对比

以2进线10出线规模的110 kV及330 kV户外GIS设备为例，分别对采用双母双分段接线、三母线接线的设备费用进行了对比，结果见表2。

表2 110 kV、330 kV三母线与双母线费用对比

电压等级/kV	接线方式	间隔总数	除进出线外间隔数量/个	总费用/万元	折合单间隔费用/万元	三母线接线总费用增加 (%)
110	双母线	20	8	1 064	88.67	14
110	三母线	18	6	1 215.2	101.27	
330	双母线	20	8	5 782.4	481.87	3
330	三母线	18	6	5 983	498.58	

结论

通过以上对比分析，可以得到如下结论。

1) 双母双分段接线方式的进出线间隔本体可整间隔运输，现场工作量小。三母接线方式进出线间隔本体超长，无法整间隔运输，110 kV设备柜体单

独运输，330 kV设备本体解体运输，现场安装工作量大。

2) 与双母双分段接线方式相比，不完全三母线接线在任意一条母线检修时，仍能保证重要负荷双回路供电，避免了主变压器检修时单母线供电的风险。

3) 对于户外GIS设备，与双母双分段接线方式相比，不完全三母线接线110 kV的占地面积增加19%，330 kV的占地面积增加13%，设备费用110 kV的增加约14%，330 kV的增加约3%。

4) 对于拟采用户外GIS设备，接线方式为双母双分段的新建330 kV输变电工程，若330 kV出线数量较多，重要输电通道采用同塔双回架线且只能接于同一段母线上的情况较多时，建议采用不完全三母线接线替代双母双分段接线进行试点。EA

(收稿日期：2021-05-08)