

「电力系统」

凤台电厂500 kV升压站扩建第三串和启备变受电调试

文/1.西安热工研究院有限责任公司 2.江西江联国际工程有限公司 牛利涛¹ 牛洪涛² 员文康¹ 杨志龙¹

介绍了凤台电厂500 kV升压站扩建第三串和启备变间隔的设备特点以及首次受电调试的过程,并阐述了调试过程中暴露出的问题及相应的分析处理;针对母差保护和启备变差动保护电流回路极性校验的难点,提出了利用短路电流校验差动保护极性的方法,并且给出了危险点分析和预防措施,以期给同类型工程的调试提供借鉴。

工程概况及特点

凤台电厂位于安徽省淮南市凤台县,一期建设规模为两台600 MW机组,升压站采用500 kV电压等级。升压站采用2/3接线方式,设两条母线,两条出线。二期建设规模为两台660 MW燃煤机组,为满足二期两台机组启动备用电源的需要和并网发电的需要,在一期升压站的基础上,扩建第三串和启备变间隔。500 kV升压站第三串和启备变间隔在2012年12月开工建设,2013年6月受电一次成功,为二期两台机组分部试运和年底投产发电做好了准备,二期两台机组在2013年12月一次顺利完成了168 h试运行。

1. 500 kV第三串和启备变间隔

凤台电厂二期工程建设两台660 MW燃煤机组,基于经济方面的考虑,在原有升压站的基础上扩建第三串和启备变间隔,满足两台机组启动备用电源的需要和并网发电的需要,母线不设分段。第三串由5031、5032和5033三个断路器和相关的接地刀开关和隔离开关组成,采用2/3接线方式,二期3号发变组T接于5032、5033间隔,4号发变组T接于5031、5032间隔。启备变间隔通过5000断路器接于I母。基于短路容量的考虑,用于母差保护的电流互感器,除了启备变间隔为2 000/1 A外,其他的全部为4 000/1 A。启备变采用特变电工生产的50 MV·A有载调压变压器,变压器高压侧电压为500 kV,低压侧电压为6 kV。

2. 保护系统及自动化装置

二期工程不再设置新的母差保护和故障录波器,通过升级原有的母线保护和故障录波器来实现,升级的主要目的是增加电流间隔和跳闸出口满足二期扩建的需要。母差保护为ABB公司生产的REB670型母线保护,母线故障录波器采用的是上海涌能生产的YS-89A型故障录波装置。

扩建部分每个断路器设置单独的断路器保护,5031、5032间隔,5032、5033间隔设置有短引线保护,短引线保护采用双重化配置。断路器保护采用的是南京自动化股份有限公司生产的PSL632U型断路器保护,短引线保护采用的是PSL608U型短引线保护。

受电调试进度

(1) 一次、二次设备的静态调试

2013年4月,进入调试现场。首先核对一次设备的型号与设计相符,依次完成了一次设备的单体试验、新扩建间隔的整体耐压试验和启备变的特殊性试验。核对电流互感器和电压互感器的电流(压)比与设计相符;确认电流回路和电压回路接线正确性,保证电流回路无开路、电压回路无短路;确认控制回路接线准确无误。完成断路器测控柜、断路器保护柜、短引线保护柜的静态调试工作。完成母差保护和母线故障录波器的升级改造工作。确认启备变保护系统二次回路接线

准确, 确认起备变系统在DCS画面显示的正确性。

(2) 保护系统和NCS系统的传动试验

2013年5月, 完成新扩建间隔断路器保护, 短引线保护的带开关传动试验, 确认了保护出口的正确性和可靠性; 对起备变保护系统的电量保护和非电量保护进行了传动试验, 确认了保护出口的正确性和可靠性; 在NCS画面上对新扩建间隔的断路器, 刀开关进行了传动试验, 验证了NCS出口的正确性, 验证了五防闭锁逻辑。

(3) 扩建间隔 II 母一次、二次系统接入和母线充电

(4) 扩建间隔 I 母一次、二次系统接入和母线充电

(5) 升压站短路试验校验母差保护及电流回路接入的正确性

如图1所示, 在升压站K1和K2点处设置短路点, 利用2号机组作为短路试验电源, 利用短路电流校验 I 母母差保护电流回路的正确性, 确认 I 母母差保护电流回路极性和变比设置合理, 确认短引线保护的接线准确。短引线保护和I母母差保护投入运行。

(6) 起备变低压侧短路校验起备变差动保护及其他电流回路

在起备变低压侧设置K3、K4、K5和K6短路点(见图1), 通过短路电流校验起备变差动保护电流回路的正确性, 确认差动保护电流回路极性和变比设置合理。起备变差动保护投入运行。

(7) 2号机组带 I 母和起备变零起升压

短路试验结束后, 确认短路装置拆除完毕, 投入起备变所有保护, 2号机组通过 I 母对起备变零起升压。缓慢增加2号机励磁, 升2号发电机机端电压至100%额定电压, 检查起备变高压侧二次电压正常, 对起备变高压侧电压和2号主变电压进行二次核相, 对起备变高压侧电压和起备变低压侧电压进行二次核相, 确认了一次回路连接的正确性。

(8) 利用环流检查电厂500 kV II 母母差的正确性

I 母零起升压结束后, 进行 I 母冲击试验和第三串合环运行。利用合环电流检查5033间隔接入 II 母母差保护的电流回路的正确性。检查无误后, II 母差保护投入运行。

(9) 凤台电厂起备变全压冲击试验, 起备变

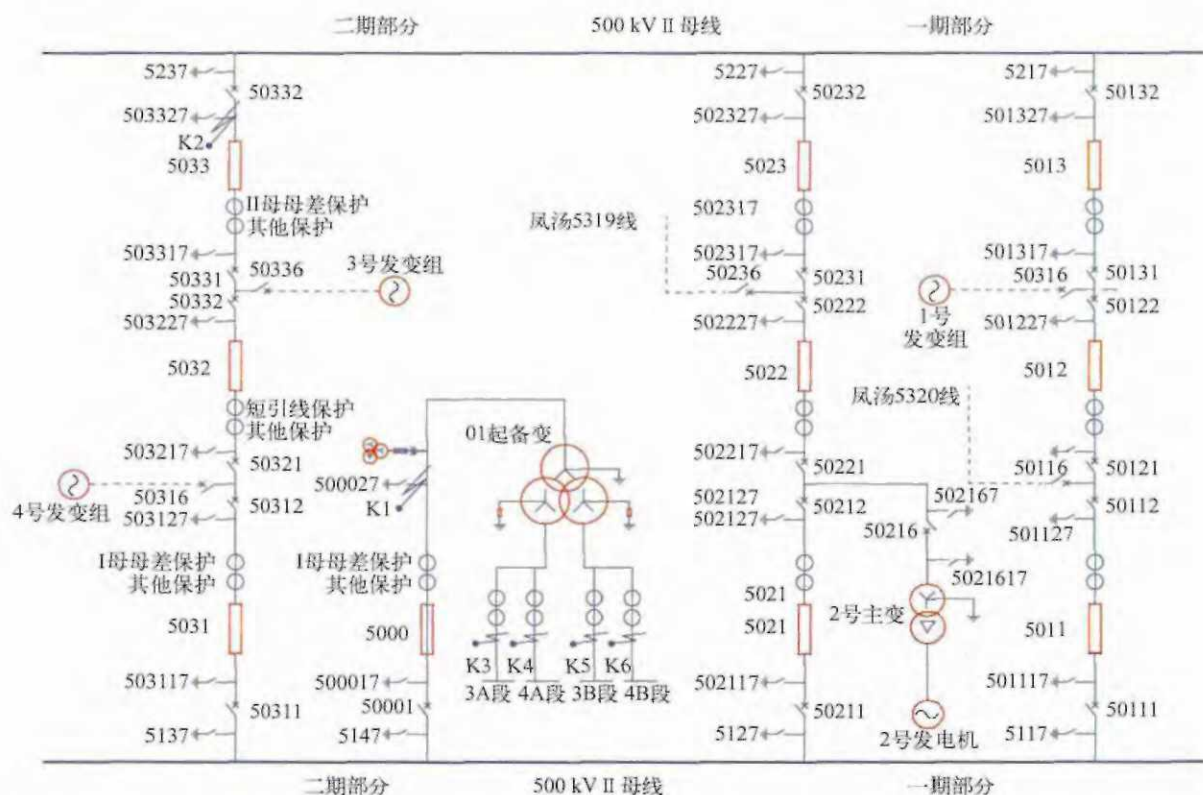


图1 短路试验示意图

投运。

调试中的问题及处理

1. 母线故障录波器扩容

母线故障录波器扩容是为了增加新的电流间隔,满足扩建间隔事故追忆的需要。升级的难点是更换电流回路采样板和增加新的电流回路端子。在更换采样板的过程中,需要将原来的电路回路在端子排上封死,保证电流回路的完整性。由于故障录波器的电流是和保护装置共用的,稍有不慎就会造成保护误动作。所采取的安全措施是:

1) 核对设计院蓝图和厂家白图,确认需要封死的间隔A、B、C三相电流位置。

2) 在端子外侧短接相应A、B、C三相电流端子。

3) 用钳形电流表测量该间隔内侧电流,确认无电流后再断开相应间隔A、B、C相电流端子滑块。

2. 母差保护扩容接入和传动试验

母差保护扩容的原则是不影响到原有的间隔,包括原有的电流回路、跳合闸出口等,首先在端子排对已有的回路进行标记,然后再进行升级改造。升级改造的过程分两步进行,第一步是母差保护本身的升级改造,向调度申请母差保护转检修,然后进行母差保护的升级改造;第二步是在母线搭接过程中进行新扩建间隔的二次回路接入和保护传动试验。重点需要说明的是,施工人员可以在二次回路接入前将二次线整理到相应位置,但是未经许可不可接入,尤其是断路器失灵动作启动母差保护失灵的接线,本厂母差保护为ABB公司生产的REB670型母线保护,母差失灵保护没有低电压判据,断路器失灵动作直接动作于跳母线全部开关。

3. NCS传动的特点及预防工作

本期NCS通过光纤和一期升压站的NCS通信,五防闭锁逻辑增加了扩建间隔断路器、刀开关的内容。调试阶段,NCS系统的逻辑并未得到完全验证。传动时的危险点是误动一期运行设备,所采取的安全措施是:

1) 首先在间隔层对二期设备进行传动试验,确认II期NCS系统出口的准确性和可靠性。

2) 在NCS画面对二期设备的操作之前,首先将一期所有断路器、隔离开关转为就地控制,然后再进行二期设备的传动试验。

3) 五防逻辑中,尽量采用实际操作一次设备完成,不具备条件的例如母线地刀等,采用短接节点的方法模拟验证。

4. 母差保护和起备变保护电流回路校验的难点和解决办法

(1) 差动保护校验的难点

根据《继电保护及电网安全自动装置检验条例》的规定,母差保护在新接入设备之后以及新投运的起备变差动保护在正式投运之前,必须用一次电流校验,以判断新接入的电流回路接线是否牢靠、极性是否正确以及电压比设置是否合理。起备变间隔不是完整串,不能用环流校验母差保护电流回路的正确性。在以往的工程中,有利用负荷电流检查差动保护极性的先例,但是本工程起备变容量有限(50 MV·A),且高压侧为500 kV,接入母差保护的电流互感器电流比为2 000/1 A,起备变间隔满负荷二次电流只有29 mA左右,且在工程初期难以组织大的负荷。提供临时负载,需要提供额外的电抗器组,租赁临时负荷的费用较大,采购供货需要一定的周期,并且属于一次性使用,不太经济。如何校验母差保护和起备变差动保护中电流回路正确性是一个迫切需要解决的问题,该问题能否顺利解决关系到电网的安全和工程的进度。

(2) 解决办法

结合电厂的实际情况,此时凤台电厂2号机组调修结束,准备恢复并网发电。经调试牵头,业主、安装、设计共同研究确认,提出了一个利用2号机作为短路电源,在500 kV升压站和起备变低压侧分别设置短路点,通过短路电流确认差动保护电流回路正确性的试验方法。短路点的设置共有6个(见图1),即K1、K2、K3、K4、K5和K6,试验分两部分进行。第一部分进行升压站内的短路试验即K1、K2点,校验I母母差保护新接入电流回路的极性;第二部分进行起备变低压侧短路试验即K3、K4、K5、K6点,校验起备变保护电流回路的正确性。其中,K1、K2点利用500027及503327地刀作为短路装置,并且在500027及503327地刀上加装一组辅助短路线,K3、K4、K5和K6点采用短路小车作为短路装置。

(3) K1、K2点短路试验校验I母母差保护电流回路的正确性。

2号机组缓缓增磁,升2号主变高压侧电流为360 A左右时,此时起备变5000间隔电流为200 A左

右, 5031间隔电流为160 A左右, 检查 I 母母差保护 I 屏、II 屏差动保护电流, 校验差动保护电流回路极性和变比设置是否合理。以 I 母母差保护 I 屏为例, 校验结果见表1。

表1 短路试验时母差保护采样

对应 间隔	5011 间隔	5021 间隔	5031 间隔	5000 间隔	差流	制动 电流
电流比	4 000/1	4 000/1	4 000/1	2 000/1	—	—
A相/mA	0	90	40	100	0	90
B相/mA	0	90	40	100	0	90
C相/mA	0	90	40	100	0	90
结论	正确					

(4) 6 kV K3、K4、K5和K6点短路试验校验起备差动保护电流回路的正确性

2号机组缓缓增磁, 升2号主变高压侧电流为23 A左右时, 此时起备变5000间隔电流为23 A左右, 起备变低压侧3A、3B、4A和4B分支电流约为500 A, 检查起备变保护A屏、B屏差动保护电流, 校验差动保护电流回路极性和电流比设置是否合理。以保护A屏为例, 记录见表2。

表2 短路试验时起备变差动采样

项目	电流比	A相 (A)	B相 (A)	C相 (A)
起备变高压侧	100/1	0.23	0.23	0.23
3A分支	4 000/1	0.12	0.12	0.11
3B分支	4 000/1	0.12	0.12	0.12
4A分支	4 000/1	0.12	0.12	0.12
4B分支	4 000/1	0.12	0.11	0.12
差流	—	0.00	0.00	0.00
结论	正确			

(5) 短路试验过程中的危险点和预防措施

短路试验过程中, 危险点较多。针对这种情况, 进行危险源分析, 提出了相应的预防措施。

表3 危险点和预防措施

序号	危险点	预防措施
1	防止短路电流过大, 短路点开路, 引起过电压	短路点设置按短路容量的1.5倍考虑; 装设紧急停机按钮用于紧急灭磁; 临时修改发电机定子过电压的定值为0.3倍额定电压, 0 s跳闸; 退出短路试验回路中的断路器和隔离开关的控制电源; 励磁调节步长为最低; 提前做好准备, 熟悉测量位置, 准备好测量工具, 减少测量时间

(续)

2	防止短路试验过程中2号机组超速	临时解除并网开关送给DEH的并网信号; 解除热工控制中“并网后带5%初负荷”的逻辑
3	K1、K2点短路试验时II母母差保护误动作	在K1 短路点时要注意对5033断路器间隔接入II母母差保护的两组电流回路在端子箱封口接地, 打开至母差保护的全部电流回路联片, 防止电流回路串入到II母差保护
4	5033断路器失灵保护误动作启动II母母差保护, 造成母差保护误动	退出5033断路器失灵保护压板, 并用胶布贴好; 拆除5033断路器失灵保护启动母差保护出口

(6) 运行数据和结论

短路试验结束后, 进行了500 kV升压站第三串和起备变受电, 差动保护可靠投入, 运行良好。运行后的数据如表4和表5所示。

表4 运行时母差保护运行数据

对应 间隔	5011 间隔	5021 间隔	5031 间隔	5000 间隔	差流	制动 电流
电流比	4 000/1	4 000/1	4 000/1	2 000/1	—	—
A相/mA	156	9	142	10	0.00	156
B相/mA	156	10	142	9	0.00	156
C相/mA	156	10	141	9	0.00	156
结论	正确					

表5 运行时起备变运行数据

项目	电流比	A相 (A)	B相 (A)	C相 (A)
起备变高压侧	100/1	0.25	0.25	0.25
3A分支	4 000/1	0.21	0.21	0.21
3B分支	4 000/1	0.10	0.10	0.10
4A分支	4 000/1	0.12	0.12	0.12
4B分支	4 000/1	0.09	0.09	0.09
差流	—	0.00	0.00	0.00
结论	正确			

运行后的差动保护数据再次表明, 利用短路试验校验母差保护和起备变差动保护电流回路正确性的方法是可靠的, 达到了预期的目标。此方法的运用为500 kV升压站第三串和起备变受电提供了技术支持, 为二期两台机组分部试运和并网发电争取了宝贵的时间。

通过对凤台电厂升压站扩建启动试验过程问题的分析处理, 为今后同类型的工程提供借鉴经验。EA

(收稿日期: 2014.12.25)

[责任编辑: 刘群彦]