

变电站 35 kV 系统小电阻接地方案研究

唐艳波

(青岛供电公司, 山东 青岛 266012)

摘要: 根据变电站 35 kV 负荷的性质, 提出经小电阻接地的方案, 并在进行充分分析的基础上, 重点介绍了中性点电阻接入系统的方式; 接地变直接接于主变 Δ 线圈引线, 经 Z 型接地变中性点接小电阻接地; Z 型接地变经高压开关接在 35 kV 母线上。还介绍了接地变及电阻柜的选择、保护配置和设计的原则, 为今后 35 kV 系统经小电阻接地的改造提供了成功的运行经验。

关键词: 小电阻; 接地; 中性点; 保护配置

中图分类号: TM 711

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)05-0099-03

0 引言

青岛市南京路变电站担负着市区主要供电任务, 其所辖的 35 kV 线路给 14 座 35 kV 变电站、18 个 35 kV 用户供电。目前南京路变电站 35 kV 系统电缆线路约占 70%, 架空线路约占 30%, 总电容电流近 400 A, 预计 35 kV 系统电容电流可达 600 A。改造前, 南京路变电站 35 kV 系统一直采用中性点经消弧线圈接地方式, 2000~2004 年, 南京路变电站共发生单相接地故障跳闸 24 次, 15 次为永久性故障, 占 62.5%。

电缆线路为主的电网中, 由于电缆受外界环境影响小, 接地故障一般都是永久性故障。电缆发生接地故障时, 接地电弧为封闭性电弧, 不宜自行熄灭, 若不及时跳闸, 将造成相间故障, 扩大事故。另外, 电缆为弱绝缘设备, 在消弧线圈接地系统中, 由于查找时间过长, 易发展成相间故障^[1-2]。统计结果表明, 有 30% 的单相接地故障在查找过程中, 引起跳闸或闪络, 并多次烧坏电缆头, 经济损失较大。同时, 考虑到公用变电站已全部采用双电源供电, 单相接地跳闸不会影响供电可靠性, 决定将南京路变电站 35 kV 系统改为小电阻接地系统。

1 中性点接地电阻接入系统的方式

改造前南京路变电站运行 2 台 220/35/10 kV 变压器, 接线组别为 Y/ Δ /Y, 其中 220 kV 和 35 kV 为双母线带旁路接线, 10 kV 为单母线带分段接线, 正常分列运行, 在分段开关上设有备自投装置。由于 35 kV 侧为 Δ 接线, 需增加接地变, 形成人为的中性点。中性点经小电阻接地系统严禁失地, 在接地电阻退出运行前应将相应的负荷转移到其他小电阻接地系统。因小电阻的阻值直接决定接地电流的大小, 决定保护动作的定值, 故不允许出现 2 个或多个接地电阻并列运行的情况。考虑到接地变压器的重要性, 南京路站采用专用接地变压器与站用变压

器分开^[3], 以免因接地变故障影响系统运行。

1.1 方式一

接地变直接接于主变 Δ 线圈引线, 经 Z 型接地变中性点接小电阻接地。该方式不占用 35 kV 间隔, 若 35 kV 母线并列运行, 则需在接地变前加断路器, 增加备自投装置, 2 台小电阻一主一备; 若 35 kV 母线分列运行, 系统运行方式比较简单, 只需在 35 kV 母联断路器上增加备自投装置, Z 型接地变直接接于主变 Δ 线圈引线, 接地变故障直接引起主变跳闸, 当 1 台主变跳闸失去小电阻后, 通过备自投将负荷转移到运行主变。

1.2 方式二

Z 型接地变经高压开关接在 35 kV 母线上。该方式占用一个 35 kV 间隔, 接地变发生故障不会影响主变运行, 只需跳开 35 kV 断路器。若并列运行, 则需增加备自投装置, 2 台小电阻一主一备; 若 35 kV 母线分列运行, 需增加 2 套备自投装置, 当 1 台接地变故障失去小电阻后, 通过备自投将负荷转移到运行接地变所在母线, 当 1 台主变故障时, 也需通过母联断路器将负荷转移, 同时将本台主变所带 35 kV 母线上的小电阻切除。

南京路变电站主变容量为 2400 MV·A, 最高负荷可达到 190 MW, 即使负荷超过 2400 MW, 也可通过系统调出负荷。综合考虑系统运行方式、设备及保护配置等方面^[4], 决定采用 1.1 接线方式(见图 1), 35 kV 母线分列运行。上海电力公司几乎全部采用

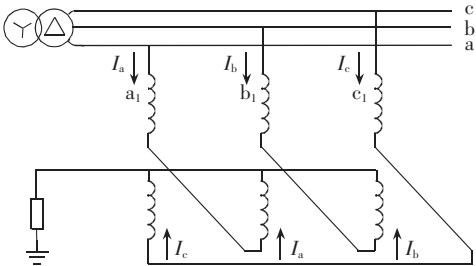


图 1 小电阻接地的接线方式

Fig.1 Connection pattern of grounding via small resistance

此种接线方式,不但简化了保护的配置,同时设备的短路容量也减少了一半,有利于设备的运行。

2 一次设备选择

2.1 接地变压器选择

由于南京路变电站 35 kV 侧为 Δ 接线,中性点无法直接引出,需采用一 Z 型接线的接地变压器人为制造一中性点。Z 型接地变的铁芯为三相三柱式,每个芯柱上的绕组平均分为 2 段,2 段绕组极性相反,三相绕组按 Z 型连接法接成星型接线,如图 1 所示。

Z 型接地变的主要特点是:对正序、负序电流呈现高阻抗(相当于激磁阻抗),绕组中只流过很小的励磁电流,损耗很小;当系统发生单相接地故障产生零序电流时,同芯柱上 2 绕组流过相等的零序电流,2 绕组产生的磁通相互抵消,对零序电流呈现低阻抗(相当于漏抗),零序电流在绕组上的压降很小^[5]。

2.2 接地电阻柜选择

在中性点经小电阻接地系统中,要求小电阻有更高的可靠性。如果中性点电阻发生故障,将使系统处于不接地状态,这时若发生单相接地故障,流经故障线路故障电流仅为系统的单相接地电容电流,故障电流远小于带电阻接地时的数值,零序保护可能拒动;由于系统单相接地电容电流远大于 10 A,往往会引起波及整个系统且幅值很高的间歇性弧光接地过电压和谐振过电压,有时造成非故障相绝缘击穿,危害系统的安全运行。因此,根据调研结果,选择了深圳华力特公司生产的不锈钢电阻柜,该电阻柜电阻率大、电阻值稳定、强度高、韧性高、机械性能稳定且能承受较高的运行温度,能够满足要求。

2.3 接地电阻及接地变容量确定

中性点电阻的选择主要考虑限制间歇性弧光接地过电压的倍数、继电保护的灵敏度、对通信线路的干扰、接触电压及跨步电压等因素。从限制弧光接地过电压水平考虑,可取 $R_N = U_X / (1 \sim 4) I_C$;从对通信线路的干扰方面考虑,上海供电公司对于 35 kV 接地短路电流为 1 kA 和 2 kA 的系统分别进行电磁感应电压计算,均低于规程 DL5033-94^[6]的规定;从微机保护的灵敏度考虑,目前使用的微机保护对以上 2 种电流数值均能满足要求,另外深圳市供电公司对于中性点经 15 Ω 电阻接地系统进行测试,单相接地时的跨步电压和接触电压不易危及人身安全。综合以上因素,选用 $R_N = 35 \times 1000 \div \sqrt{3} \div 1300 \approx 15.5 (\Omega)$ 。

系统发生单相接地故障时,流过接地变各相的短时电流为 $1300/3$ A,由 IEEE-C 62.92.3 标准规定变压器 10 s 的允许过载系数为额定容量的 10.5 倍,故换算到绕组持续运行的电流为 $1300 \div 3 \div 10.5$ A,接

地变额定容量可选为

$$S_e = 3 \times 35 \div 1.732 \times (1300 \div 3 \div 10.5) \approx 2502 (\text{kV} \cdot \text{A})$$

实际选用了标准容量为 3150 kV·A 的接地变压器。

3 保护配置与设计原则

3.1 接地变及主变保护配置

接地变直接接于 35 kV 母线上,电源侧装设三相两段式电流保护,作为接地变内部相间故障的主保护,直接跳主变各侧断路器。高压侧 TA 二次侧采用 Δ 接线不反映系统接地故障,可提高接地变内部相间故障的灵敏度。相间保护动作时间不参与和其他元件配合,简化了整定计算。

接地变中性点设两段零序电流保护,作为主变单相接地故障主保护及馈线单相接地的总后备,一段 t_1 时限跳 35 kV 母联, t_2 时限跳 35 kV 主变总开关;二段跳主变各侧开关。中性点 TA 变比为 600/5,最后一段定值为 200~300 A。

原有主变保护及二次回路不变,对于主变 35 kV 侧故障,差动保护只反映相间故障。

3.2 35 kV 线路接地保护配置

35 kV 线路增设两段零序电流保护,作为线路单相接地故障的主保护及后备保护^[7]。原线路(电容器)保护为 LFP-966(963)型微机保护,通过更换软件实现,二次回路接线不动。

3.3 35 kV 母线保护

母线充电保护中增设零序电流保护,作为空充母线时单相接地故障的主保护,目前采用 BP-2B 微机型母线保护,具有此功能。母线的单相接地故障依靠接地变的零序电流保护切除,因此,母差保护只反映母线相间故障。

3.4 35 kV 终端变电站及用户

终端变电站主变高压侧增设一段零序电流保护(带延时),作为变压器引出线及内部单相接地故障的主保护。微机保护大都具有零序电流保护功能,通过利用现有的微机保护,实现单相接地故障的保护功能,不需增加继电器。对于非微机型装置通过增加专门的零序电流保护装置并经过改造更换为微机保护。

保留反映零序电压的单相接地信号,以引起运行人员的注意。

4 结语

南京路变电站 35 kV 系统改为小电阻接地系统运行仅 1 年,目前已成功动作 3 次,发生单相接地故障后的线路保护及接地变压器保护动作逻辑正确,并且现场保护装置录波与理论计算相吻合。

中性点经小电阻接地方式可有效地降低系统操

作过电压、限制间歇性弧光接地过电压、消除大部分系统谐振过电压、在短时内有选择地切除接地故障线路,而且单相接地故障保护配置方便,是今后以电缆线路为主的城市配电网的发展趋势。

本文详细介绍了 35 kV 系统改为小电阻接地系统的方案确定、保护配置及设计注意事项,为今后 35 kV 系统经小电阻接地的改造提供了成功的运行经验。

参考文献：

[1] 中华人民共和国电力工业部. DL/T621-1997 交流电气装置的接地[S]. 北京:中国电力出版社,1998.

[2] 中华人民共和国电力工业部. DL/T620-1997 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合[S]. 北京:中国电力出版社,1997.

版社,1997.

[3] 戈东方. 电力工程电气设计手册:电气一次部分[M]. 北京:水利电力出版社,1989.

[4] 何仰赞. 电力系统分析[M]. 北京:机械工业出版社,1984.

[5] 解光润. 电力系统接地技术[M]. 北京:中国电力出版社,1991.

[6] 中华人民共和国电力工业部. DL5033-94 送电线路对电信线路危险影响设计规程[S]. 北京:中国电力出版社,1994.

[7] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护规定汇编[M]. 2 版. 北京:中国电力出版社,2000.

(责任编辑:李 玲)

作者简介：

唐艳波(1969-),女,山东莱州人,工程师,硕士,主要从事变电专工工作。

Study on grounding via small resistance of 35 kV system in substation

TANG Yan-bo

(Qingdao Power Supply Company, Qingdao 266012, China)

Abstract: According to the characteristics of 35 kV load of substation,a scheme of grounding via small resistance is presented. Analysis focuses on the connection mode of neutral resistance:the Z-type grounding transformer,which is grounded via small resistance at its neutral point,is directly connected to the winding of delta-type main transformer;the Z-type grounding transformer is connected to 35 kV busbar via high-voltage switch. The selection of grounding transformer and resistance cabinet,the protection configuration and the design principle are also introduced,which provide experiences of 35 kV system retrofitting in grounding via small resistance.

Key words: small resistance; grounding; neutral point; protection configuration

+++++