

浦项站中性点经小电阻接地的方案与设计

于立涛¹, 赵颖², 徐鹏²

(1. 青岛供电公司, 山东 青岛 266002; 2. 青岛电力设计院, 山东 青岛 266002)

摘要: 根据浦项变电站的负荷性质, 提出经小电阻接地的设计方案, 采取在低压侧不接地系统中增加接地点的方法。对两种常用的接地变: Z型变和 $Y_0/$ 型变进行了说明, 并分析了单相接地时接地变的电流分布。重点介绍了接地变容量的选择依据和接地变的保护配置原则, 指出接地变高压侧 CT 在设计中应采用 Δ 型接线以利于整定计算。最后提出了可行的保护配置方案和继电保护整定原则, 以实现保护装置在系统单相接地时能够正确跳闸切除故障。

关键词: 小电阻; 接地; 设计; 整定

中图分类号: TM63 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)20-0043-03

1 浦项站配电网状况及运行方式

浦项站为一钢铁企业的 110 kV 新建变电站, 有两台 110/10.5 kV 的变压器, 接线组别为 $Y_0/$ -11 接线, 正常运行方式为一台变主供, 另一台热备用, 10 kV 为单母线分段接线, 即正常运行方式为一台主变带两段母线运行。因生产设备全部从外国进口, 所以 10 kV 所带负荷性质比较特殊, 对电能质量的要求相对较高, 不允许单相接地运行, 且 10 kV 线路全部为全电缆线路, 其电力电缆为非自恢复绝缘, 发生单相接地必为永久故障, 不允许继续运行, 必须迅速切除单相接地故障, 因此消弧线圈就不能充分发挥作用, 因此采用 10 kV 配电网经小电阻接地、单相接地直接跳闸的方式。对于单相接地直接跳闸影响供电连续性这一问题, 将从提高线路或设备的冗余度来解决。

2 接地变压器的选择

由于变压器 10 kV 侧为 Δ 形接线, 必须人为增加接地点以便接入中性点电阻。因该站为新建变电站, 10 kV 线路间隔比较充裕, 采取单独占用 10 kV 线路间隔的方式, 直接接在 10 kV 母线上。该站 10 kV 为单母线分段接线, 考虑到母线检修等情况, 10 kV 两段母线各设计一组接地装置, 但不允许两个接地装置并列运行, 以免接地电流过大, 引起设备损坏, 故按一主一备方式运行。

接地变回路与主变回路、所用变回路完全独立。接地变通常选择 Z 型或 $Y_0/$ 型接地变。

2.1 Z型接地变简介

Z型接地变的铁芯为三相三柱式, 每一铁芯柱

上有两个匝数相等、绕相相同的绕组反极性串联(绕组 a_1 与 b_2 、 b_1 与 c_2 、 c_1 与 a_2 分别末端相连)使通过线圈的电流大小相等, 方向相反。如图 1 所示。

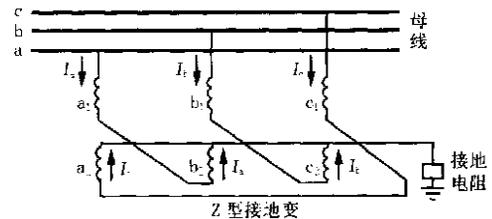


图 1 Z型变接线图

Fig. 1 Connection of z-type transformer

其主要特点是: 当电网正常运行时(即三相平衡负荷时), Z型变的励磁电流很小, 故损耗很小, 呈高阻状态; 当发生单相接地故障产生零序电压时, 则呈低阻状态, 变压器对地能产生故障电流。如图 2 所示。由于 Z型变具有结构简单、体积小、损耗小等优势, 因而作为接地系统的辅助设备得以广泛应用。

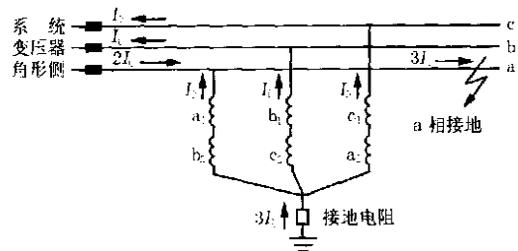


图 2 单相接地时 Z型接地变电流分布

Fig. 2 Current distribution of z-type grounding transformer when single-phase grounding occurs

2.2 $Y_0/$ 型接地变简介

将 $Y_0/$ 型接线的降压变压器接在母线上, 可利用其星形接线侧的中性点来加装接地电阻。根据

文献[1]分析: $Y_0/$ 接地变压器由于在侧不带任何负荷,所以这个变压器的存在与 Z 型变一样都不会影响正序或负序网络,而对于零序网络两者的表示方法也是相同的。单相接地时 $Y_0/$ 型接地变电流分布见图 3 所示。

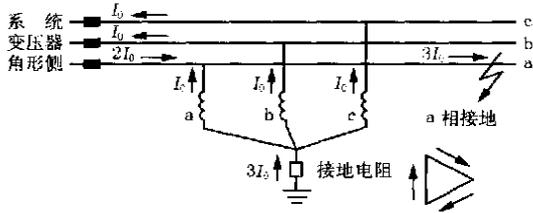


图 3 单相接地时 $Y_0/$ 型接地变电流分布

Fig. 3 Current distribution in $Y_0/$ grounding transformer when single-phase grounding occurs

3 接地电阻及接地变容量的计算

对于小电阻接地系统,中性点电阻的阻值可依据公式: $R_N = U_X / (2 \sim 3) I_C$ 求得。其中 R_N 为中性点电阻的阻值,单位 Ω 。 U_X 为网络相电压,单位 V。 I_C 为电网单相接地时的电容电流,单位 A。

根据浦项站所带生产设备绝缘水平等各方面的要求,将接地电流限制在不超过 300 A,故中性点电阻的阻值可近似取: $10.5 \times 1000 / \sqrt{3} / 300 = 20 \Omega$

对于 20 Ω , 300 A 的接地电阻,通过接地变中性点的短路电流要求为 300 A,则通过接地变各相绕组的短路电流为 $300 / 3 = 100$ A,接地变的短时容量为 $S_{d,r} = \sqrt{3} \cdot I_c \cdot U_{线} = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 10.5 = 1818.6$ kVA。

接地变额定容量的计算公式为:

$$S_{e,r} = S_{d,r} / k$$

根据 IEEE-C62. 92. 3 标准,按 10 s 热稳定条件,绕组的额定电流为短路时流过绕组电流的 1/10.5,即 $k = 10.5$,所以换算到持续运行(即长时间运行)变压器的额定容量 $S_{e,r} = S_{d,r} / 10.5 = 1818.6 / 10.5 = 173.2$ kVA。

4 接地变的保护配置及设计原则

该变电站选用 Z 型接地变接于 10 kV 母线上,接地变分别配置单相接地保护和相间过流保护。如图 4 所示。

接地变的单相接地保护配置如下:采用中性点 CT 构成的零序电流保护,可根据具体情况设二段零序电流保护作为接地变单相接地的主保护及系统单相接地的总后备保护。

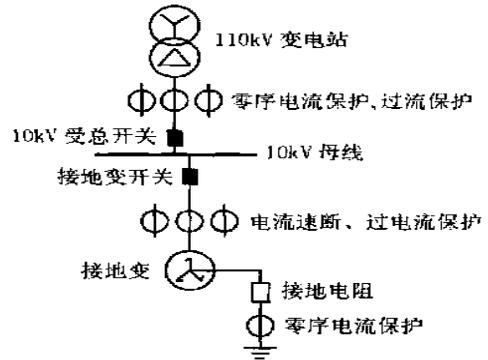


图 4 保护配置

Fig. 4 Scheme of protection configuration

接地变的相间过流保护配置如下:高压侧装设三相式 CT,设电流速断、过流保护,作接地变内部相间故障的主保护。在设计时应注意:若此三相式 CT 二次侧接成 Δ 型则不反映系统接地故障,这样可以提高对接地变内部相间故障有足够灵敏度,降低电流的整定值。即整定时不必考虑躲区外单相接地时流过接地变高压侧的接地电流,相间保护动作时间也不参与和其他元件配合,简化了整定计算。

5 主变及线路的接地保护配置

对于接地保护,零序电流的取得一般有零序电流滤过器和采用专门的零序 CT 两种方法,前者要考虑 CT 的不平衡电流,后者要考虑零序 CT 的外形尺寸是否满足实际设计要求。

110 kV 变压器的 10 kV 受总开关 CT 可以采用零序电流滤过器的接线方式构成零序电流保护,经延时动作于变压器各侧断路器,作为主变 Δ 型侧范围内单相接地故障的主保护。

而该站 10 kV 线路所带 10 kV 终端变压器,可采用同样方式装设零序电流保护作为 10 kV 终端变压器内部单相接地故障的主保护,考虑到空送变压器涌流的影响,可经 0.2 ~ 0.5 s 的延时动作于变压器各侧断路器。该站 10 kV 出线为辐射形线路,接地保护一般设二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。

6 结论

配电网电缆化是今后的发展趋势,文章从接地方案确定,相关接地保护配置到设计中需要注意的问题进行了分析,指出了合理选择接地方案和设计是保证小电阻接地系统可靠性的必要条件。

参考文献:

- [1] Anderson P M. Analysis of Faulted Power Systems [M]. Iowa: The Iowa State University Press, 1973.

收稿日期: 2004-02-05

作者简介:

于立涛(1974-),女,工程师,本科,主要从事继电保护计算、运行及管理工作; E-mail: yuz520@163.com

赵颖(1973-),女,工程师,本科,主要从事电力系统一次回路设计工作;

徐鹏(1973-),男,工程师,本科,主要从事电力系统二次回路设计工作。

Scheme and design of the neutral grounding via low resistance in Puxiang substation

YU Li-tao¹, ZHAO Ying², XU Peng²

(1. Qingdao Electric Power Supply Bureau, Qingdao 266002, China; 2. Qingdao Electric Power Design Institute, Qingdao 266002, China)

Abstract: The scheme of the neutral grounding via low resistance in Puxiang substation is put forward according to its load characteristics. It takes the method of adding the neutral grounding point in the low voltage system. Two transformers of ztype transformer and $Y_0/$ transformer are introduced, and current distribution in a grounding transformer when single phase grounding occurs is analyzed. The theory of protection and capacity selection of the grounding transformer is detailed. In order to make the setting calculation easy, delta connection of CT in the high voltage of the grounding transformer should be adopted in the design. In the end, it brings forward the protection and setting schemes, making sure that relay protections can cut off the fault when single phase grounding occurs.

Key words: low resistance; grounding; design; setting

(上接第 27 页 continued from page 27)

- [3] Rieder W F, Strof T W. Reliability of Commercial Relays during Life Tests at Low Electrical Contact Lo [J]. IEEE Trans on Components, Hybrids and Manufacturing Technology, 1992.
- [4] Frost B J. A New Generation of Relay Test Equipment Addresses Old Relay Measurement Problem [A]. Proceedings of 45th Relay Conference, 1998.
- [5] 杜太行,等(DU Tai-hang, et al). 继电器时间参数计算机检测技术(The Computer-based Test System for Time Par-

ameter of Relay) [J]. 继电器(Relay), 2002, 30(5): 37-39.

收稿日期: 2003-02-04; 修回日期: 2004-06-17

作者简介:

杜太行(1963-),男,博士,教授,博士生导师,长期从事电器检测与试验、计算机应用、工业自动化方面的研究; E-mail: thdu@hebut.edu.cn

王京保(1978-),男,硕士,研究方向为自动化。

Research of time parameter test technique for AC relay

DU Tai-hang, WANG Jing-bao, SUN Shu-guang, XU Xiao-ying

(School of Electrical Engineering and Automation, Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China)

Abstract: Under the AC load, measuring methods for relay's time parameters like operating time has become more and more attracted. The paper expounds a data processing technique based on computer. It works out the AC voltage peak value, through the variety of the voltage peak and the contact derivative voltage, it determines the state of contact and calculates the time parameters such as parameters of operating and releasing time. This method has been used in relay electric life testing equipment with a satisfactory result.

Key words: relay; AC load; time parameter; computer control and detection technique