

20 kV 系统保护配置及整定方案

汤向华,施雄杰,东志清
(江苏省海门市供电公司,江苏海门 226100)

摘要: 20 kV 系统的中性点接地方式有经消弧线圈接地和小电阻接地 2 种方式,针对经小电阻接地的 20 kV 系统因中性点接地方式的不同而带来的继电保护方面的变化,在对 20 kV 系统的短路故障方面进行了详细分析和计算的基础上,提出了 20 kV 系统保护的配置原则和整定方案。

关键词: 20 kV 系统;保护配置;整定方案;接地方式

中图分类号: TM77

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2010)04-0054-02

当前我国的配电网基本上还是以 10 kV 系统为主,随着工业的快速发展,在经济发达地区,10 kV 系统容量小、损耗大的问题日益突出^[1]。20 kV 系统的出现当然也在情理之中,20 kV 系统已从原来的试点走向了推广^[2],目前 20 kV 系统的一二次设备研究已日趋成熟,但如何对保护进行合理配置和整定计算还处在仁者见仁、智者见智阶段。对于经消弧线圈接地的系统,与目前运行的 10 kV、35 kV 系统没什么区别;但对于经小电阻接地的系统而言,因为引入了零序电流,情况就大不一样。

1 保护配置的特点

现有的 35 kV 和 10 kV 配网系统为中性点不接地系统^[3],在发生单相接地故障时,接地电流仅为导线的对地电容电流,电流值很小,一般只有几安培,规程规定该系统还可以运行 2 个小时^[5],现场采用只发信不跳断路器的方式,因此对 35 kV 和 10 kV 中性点不接地系统只需配置相间过流保护,就能满足要求。而采用经小电阻接地方式的 20 kV 系统,发生单相接地故障时,会产生较大的短路电流,通常达到 600 A 左右,必须快速切除,因此需考虑增加零序过流保护作为单相接地故障的主保护,这就要求出线电流互感器(TA)需采用 3 相 3TA 接线方式以取得自产零序电流或是增加独立的零序 TA。在现场,对于主变 20 kV 侧零序过流和 20 kV 出线零序过流保护通常采用二段式。

2 原理和计算分析

根据《3~110 kV 电网继电保护运行整定规程》6.2.8 的要求^[1],10~35 kV 低电阻接地系统中接地电阻的选取宜为 6~30 Ω ,单相接地故障时零序电流(3I₀)以 1 000 A 内为宜^[5]。目前常见的 20 kV 接地系统变压器均为 Y/Yn0+D 接线方式,变压器中性点

安装有一个 20 Ω 的电阻器,主变低压侧有一个三角形接线的平衡线圈(如图 1 20 kV 系统的一次图),使得高压侧的零序电流经平衡线圈接地,切断了高压侧往低压侧输送零序电流的回路,迫使高压侧与 20 kV 低压侧各自成一个零序网络,互不影响,也使得零序保护的整定相对简单,同时考虑两相接地故障可由相过流保护动作切除,这里只考虑单相接地故障,则使得整定进一步的简单。

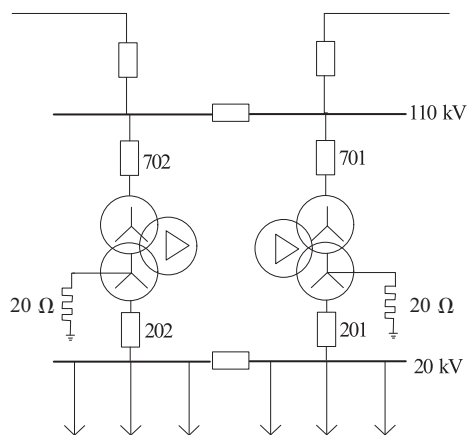


图 1 20 kV 系统的一次图

20 kV 零序网络图见图 2。

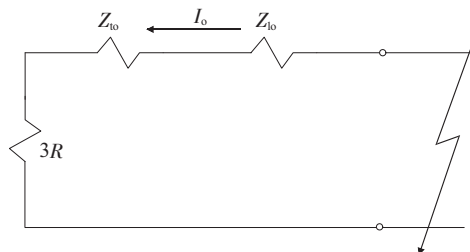


图 2 20 kV 零序网络图

以 63 000 kVA, $U\% = 10.76$, $Z_b = 10.76/63 = 0.170 8$ 的主变,主变出口故障($Z_{L0} = 0$)为例。

$$R = 20 \Omega$$

$$Z_b = U_{b2}/S_b = 212/100 = 4.41$$

$$R^* = 20/4.41 = 4.54$$

$$Z_0^* = R \times 3 + Z_{00}$$

$$3I_0^* = 3E / (R \times 3 + Z_{00} + 2 \times Z_{01})$$

$$= 3 / (4.54 \times 3 + j0.170 \times 8 \times 3) = 0.220 \text{ I (近似)}$$

$$Z_{01} = Z_{02} = Z_{00}$$

$$3I_0 = 0.220 \text{ I} \times 100 / (1.732 \times 21) = 605 \text{ A}$$

从以上计算可以看出, 相对于 20Ω 电阻来讲, 主变的正序、零序阻抗很小, 可以忽略, 相当于 20 kV 的电压直接加在 20Ω 电阻上产生的零序电流, 由此计算简化为:

$$I_0 = 3E / 3R = 21\,000 / 1.732 \times 20 = 606 \text{ A}$$

$3I_0$ 为 606 A 满足单相接地故障时零序电流 ($3I_0$) 在 $1\,000 \text{ A}$ 以内的要求, 但必须考虑到若有 N 台主变并列运行的话, 则零序电流将达 $N \times 606 \text{ A}$, 超过了 $1\,000 \text{ A}$ 的要求, 且根据规程规定低电阻接地系统必须且只能有一个中性点接地运行, 由此就必须在运行规程中规定主变不得并列运行。

在考虑出线的情况时, 则情况较复杂, 若是电缆出线零序阻抗相对较小, 如是长架空出线的线路阻抗较电缆阻抗会有 10 倍以上的比例, 定值计算必须充分考虑线路阻抗的影响, 以 10 km 架空出线 (LGJ-240) 为例, 电抗为 $(1.32 + j4) \Omega$ 。

(1) 考虑金属性接地, 则 $3I_0 = 3 \times 21\,000 / [1.732 \times 3(20 + 1.32 + j4)] = 559 \text{ A}$ 。

(2) 考虑过渡电阻 (20Ω) 接地, 则 $3I_0 = 3 \times 21\,000 / [1.732 \times 3(20 + 1.32 + j4 + 20)] = 292.2 \text{ A}$ 。

(3) 两相接地故障的零序电流可能会更小, 但两相接地时, 相间电流会很大, 完全可以由相间过流保护动作, 切除故障。

3 整定方案

3.1 线路零序一段

(1) 作为线路单相接地故障的主保护, 以 10 km 架空线单相接地零序电流 559 A 考虑, 并保证足够灵敏度, 线路的 I 段按保证灵敏度 2 倍整定。

$$I_{0dz1} = I_0 / 2 = 559 / 2 = 279.5 \text{ A}$$

(2) 躲不平衡电流 (设 $600/5$ 的 TA)

$$I_{0dz1} \geq 0.1 \times 600 \times 1.5 = 90 \text{ A}$$

(3) 零序 I 段的时限 $\geq 0.3 \text{ s}$, I 段增加 0.3 s 主要考虑: 躲线路配变励磁涌流的影响; 躲线路配变低压侧故障引起的不平衡电流的影响。

综合考虑 I_{0dz1} 取 $276 \text{ A} / 0.3 \text{ s}$ 。

参照《 $3 \text{ kV} \sim 110 \text{ kV}$ 电网继电保护运行整定规程》6.2.8 的要求: 保护整定与运行要兼顾灵敏性、速动性和选择性, 低电阻接地系统的设备发生单相接地故障, 本设备的保护应可靠切除故障, 允许短延时动作^[1]。

3.2 线路零序二段

(1) 线路的 II 段按保证灵敏度 4 倍整定

$$I_{0dz2} = I_0 / 4 = 559 \text{ A} / 4 = 139.8 \text{ A}$$

(2) 躲不平衡电流

$$I_{0dz2} \geq 0.1 \times 600 \times 1.5 = 90 \text{ A}$$

(3) 考虑按 20Ω 接地, 按灵敏度 2 倍整定

$$I_{0dz2} = I_0 / 2 = 292 \text{ A} / 2 = 146 \text{ A}$$

综合考虑 I_{0dz2} 取 $144 \text{ A} / 0.6 \text{ s}$ 。

根据《 $3 \text{ kV} \sim 110 \text{ kV}$ 电网继电保护运行整定规程》6.2.8 的要求: 在低电阻接地系统中, 应考虑线路经高阻接地故障的灵敏度, 线路零流保护最末一段定值不宜过大^[1]。

3.3 主变零序一段

(1) 作为线路单相接地故障的后备, 与线路零序 I 段配合。按保证足够灵敏度整定, 主变根据逐级配合的要求按 1.3 倍出线定值考虑。

$$I_{0dz1} = K I_0 \text{ 线路} = 1.3 \times 559 / 2 = 363.4 \text{ A}$$

(2) 躲不平衡电流

$$I_{0dz1} \geq 0.1 \times 600 \times 1.5 = 90 \text{ A}$$

(3) 零序 I 段的时限 $\geq 0.3 \text{ s}$ 。

综合考虑 I_{0dz1} 取 $360 \text{ A} / 0.7 \text{ s}$ 跳分段 / 1.0 s 跳本侧 / 1.3 s 跳主变各侧。

3.4 主变零序二段

(1) 应与线路零序二段配合。线路的 II 段按保证灵敏度 4 倍整定, 主变按 1.3 倍出线考虑。

$$I_{0dz2} = K I_0 \text{ 线路} = 1.3 \times 144 = 187.2 \text{ A}$$

(2) 躲不平衡电流 (及线路的电容电流)。

$$I_{0dz2} \geq 0.1 \times 600 \times 1.5 = 90 \text{ A}$$

综合考虑 I_{0dz2} 取 $180 \text{ A} / 1.0 \text{ s}$ 跳分段 / 1.3 s 跳本侧 / 1.6 s 跳主变各侧。

如果考虑 20 kV 出线可能会作为联络线转供对侧变电所的出线时, 可以在上述时限定值的基础上, 再增加一个级差^[4]。

上述分析中, 还需注意: 单相接地故障, 相过流保护与零序保护都将感受短路电流, 当相过流保护定值小于 606 A 时, 两者均有可能动作, 如果时限配合不合理的话, 有可能单相故障, 相过流保护先动作, 给故障后分析问题、排查故障带来不便, 因此在定值设置时, 应注意将相间过流定时限定值尽量抬高至 606 A 以上 (相间速动段一般定值较大), 时限定值大于零序二段时限, 确保单相故障, 零序保护先动作。

4 结束语

(1) 20 kV 系统须增加零序保护, 以便快速消除

(下转第 58 页)

电压。由于传统的人工记录并不可能做到记录时间准确,特别是记录数据的事后分析,人工绘制放电曲线就显得非常麻烦。在不能完全依赖人工的前提下,系统实现核对性放电操作的实时记录要求。

2.3 应用问题

由于现场直流监控设备厂家较多,直流在线监控系统的建立过程中存在一些厂家设备功能不全的问题。在直流在线监测方面,某些厂家设备具有数据上传的功能,但上传数据不全,没有覆盖全部采集数据,达不到在线维护直流设备的数据要求。因此,在实际建设该系统过程中需请厂家工程师现场分析设备原因,增加上传数据,同时利用计算机模拟调度主站,进行直流检测设备上传数据的调试。

3 结束语

目前,连云港供电公司通过该直流在线监控系统,直流设备维护人员能够在监控中心对各变电站

直流设备运行状态进行远方监控,免去了频繁对各个变电站的现场巡检,特别是在直流设备发生运行异常时,运行维护人员能及时收到报警信号和详细设备数据并及时处理,极大提高了变电站直流系统维护水平。根据统计,应用该系统的一年来,提前发现并消除直流设备缺陷8起,没有发生故障,而去年同期故障为5起,该系统的预控效果显著。

参考文献:

- [1] 贾志辉. 无人值班变电站集控系统的设计与研究[D]. 河北: 华北电力大学, 2006.
- [2] 国家电网公司. 国家电网公司十八项电网重大反事故措施[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [3] 黄益庄. 变电站综合自动化技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2000.

作者简介:

孙汝成(1975-),男,江苏连云港人,工程师,主要从事变电检修工作。

The Application of On-line Supervised and Control System for Substation DC Source

SUN Ru-cheng

(Lianyungang Power Supply Company, Lianyungang, Lianyungang 222003, China)

Abstract: The supervised and control system for substation DC source is proposed based on detail analysis of the problems in DC source supervise, control and maintenance process. This system can find DC equipment abnormal as soon as possible, so it can avoid some DC system fault that causes by equipment abnormal. The construction and implement method for the supervised and control system is described in this paper. Through applied in Lianyungang power system, good performance of the system show its validity and feasibility.

Key words: DC source; on-line supervised and control system; application research

(上接第55页)

单相短路故障给系统带来的影响;

(2) 2台主变以上变电所, 20 kV 系统不宜并列运行, 以降低单相故障时的短路电流;

(3) 主变 20 kV 系统零序网络是一个相对单独的网络, 可以考虑对主变 20 kV 系统和 20 kV 系统出线的零序过流定值进行规范统一;

(4) 在现场, 应注重相间保护和零序保护定值上的配合, 以便正确区分相间和单相故障。

参考文献:

- [1] DL/T 584—2007.3 kV~110 kV 电网继电保护装置[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.

- [2] 周小梅. 客户端 20 kV 变电所接地电阻值的探讨[J]. 江苏电机工程, 2009, 29(1): 26-28.

- [3] 付迎控, 王正刚, 邝石. 中压电网接地方式的综合选取方法[J]. 电网技术, 2006(15): 101-102.

- [4] 陈继森, 熊为群. 电力系统继电保护[M]. 北京: 水利电力出版社, 1995.

- [5] 聂宏展, 赵福伟, 袁桂东, 等. 66 kV 配电网中性点经电阻接地的研究[J]. 电网技术, 2007(14): 74-77.

作者简介:

汤向华(1978-),男,助理工程师,从事电网调度运行、继保整定工作;施雄杰(1966-),男,高级工程师,从事电网调度运行管理工作;东志清(1970-),男,工程师,从事电网继电保护保护管理工作。

A Protective Configuring and Setting Program for a 20 kV System

TANG Xiang-hua, SHI Xiong-jie, DONG Zhi-qing

(Haimen Power Supply Company, Haimen 226100, China)

Abstract: The neutral spot of a 20 kV system could be connected to earth by either arc-suppression coil or low-resistance. Considering the changes brought about by the different ways the neutral spot is connected to earth to the relay protection of the 20 kV system connected to earth by low-resistance, the paper puts forward a protective configuring and setting program for the 20 kV system on the basis of its deliberate analysis and calculation of the short-circuit faults of the 20 kV system.

Key words: 20 kV system; protective configuring; setting program; connected to earth