

电气化铁路短距离 AT 供电线路的保护整定

楚振宇, 周晓东, 张 涛

(铁道部第三勘测设计院电化处, 天津 300142)

摘要: 文章通过对电气化铁路短距离 AT 供电线路的保护整定进行讨论, 得出现行的整定方式不适用于短距离 AT 供电线路的保护整定, 应根据实际情况进行整定计算。

关键词: 保护整定; AT 供电; 短距离; 阻抗

中图分类号: TM77; TM922.3

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2000)01-0033-02

交流电气化铁路自耦变压器供电方式(以下称 AT 供电方式)以其优良的通信防干扰性能和较高的技术经济综合效益在我国得到应用, 然而其牵引网阻抗的非线性给保护整定带来了困难。某 AT 供电方式牵引变电所在开通后多次发生馈线阻抗保护在馈线故障时段、段保护不动作, 段保护动作以及电流速断保护拒动的情况, 对供电设备安全运行和行车安全构成威胁。设计人员根据保护整定计算原则^[1,2]对整定过程进行复查没有发现问题。为此我们对该处牵引供电系统进行了分析。

1 系统状况

该处牵引供电系统包括牵引变电所、开闭所和分区所各一座, 分布如图 1 所示。其中, 开闭所和分区所

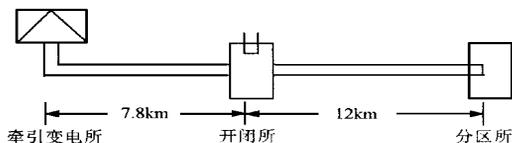


图1 牵引供电系统示意图

区所中设有自耦变压器, 实现上下行并联。接触网悬挂示意图如图 2 所示, 其中接触导线采用 TCG-110 型铜接触导线, 距离轨面高 6000mm, 承力索采用 $\Pi-120$ 型硬铜绞线, 结构高度 720mm, 弛度 600mm, 正馈线采用 LG-185 型钢芯铝绞线, 弛度 750mm, 钢轨为 60kg/m 型。根据地区供电局资料和变压器参数计算得牵引变电所 55kV 母线处最小短路电流为 1127A (折算到 110kV)

收稿日期: 1999-03-09

作者简介: 楚振宇(1971-), 男, 硕士, 工程师, 从事铁道电气化与自动化的设计研究工作。

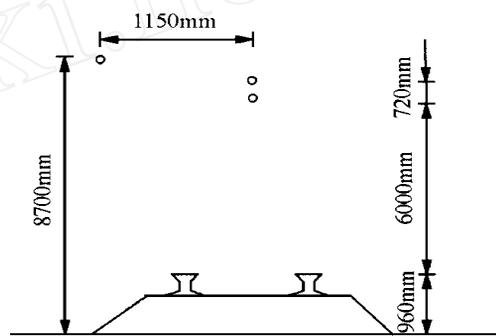


图2 接触网悬挂示意图

2 阻抗计算与分析

根据以上参数进行阻抗计算可得 AT 牵引网长回路阻抗 $Z_L = 0.058 + j 0.1398 / \text{km}$, 段中阻抗 $Z_d = 0.0889 + j 0.4227 / \text{km}$ 。根据资料^[2]中的公式进行计算, 可得该供电区间的 T-R 短路阻抗曲线和 T-F 短路阻抗曲线(图 3 中曲线 1、2) 以及上下行解列

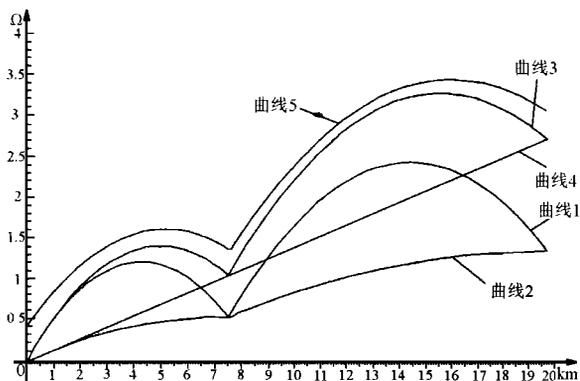


图3 AT阻抗曲线

运行的 T-R 短路阻抗曲线和 T-F 短路阻抗曲线(图 3 中曲线 3、4), 再根据资料^[1]中的整定原则进行整定, 可得三段阻抗整定值。

通过对计算过程和计算结果进行分析, AT 牵引

网牵引网单位阻抗本身很小,而该处供电臂距离很短,牵引网阻抗的小数值、非线性是造成保护误动的主要原因。

在进行电流速断保护整定时,为了保证选择性,通常引入可靠系数,取值范围一般为 $1.2 \sim 1.3$ ^[3]。将母线处最小短路电流折算成 55kV 侧阻抗,其数值为 24.395。取可靠系数等于 1.2,则引入可靠系数引起的阻抗增量为 4.879。由此可见,由于供电臂太短,线路阻抗较小,与系统阻抗和变压器阻抗相比显得很小,而整定计算时引入了可靠系数,阻抗增量的数值甚至已经大于最大线路阻抗,从而使电流速断保护失去了保护范围。

对于阻抗保护而言,由于供电臂太短,使得 AT 供电方式线路阻抗的非线性表现得特别突出, T-R 短路阻抗中段中阻抗占据主导地位,而整定原则以长回路阻抗为基准,从而导致保护范围缩小,灵敏度下降;由于供电臂太短,线路阻抗较小,AT 漏抗和过渡电阻对保护范围的影响已不容忽视。

AT 漏抗的影响

在计算 T-R 短路阻抗时采用的资料^[2]中的计算公式。该公式忽略了 AT 漏抗的影响,因而在线路出口处阻抗为 0,这与实际情况不符合。应用电气网络计算方法,可以求得计及 AT 漏抗影响的 T-R 短路阻抗,其阻抗曲线如图 3 中曲线 5 所示。从图 3 中曲线可以看出,当不计 AT 漏抗影响时 段的保护范围仅有 2km, 段的保护范围基本满足;当计及 AT 漏抗影响时 段的保护范围迅速下降到 1km, 段的保护范围基本满足。

过渡阻抗的影响

当短路发生时不可避免的存在过渡阻抗。过渡阻抗的存在将影响短路电流和电压的数值及其相位关系,而且一般是非线性的。由于该线路长度短,阻抗小,过渡阻抗对保护整定的影响较大,同时保护装置的整定值较小,则相对地受过渡阻抗的影响也较大。当考虑 AT 漏抗和过渡阻抗的影响之后, 段距离保护很可能已经失去保护范围, 段距离保护的阻抗整定值只比牵引变电所至开闭所的最大计算阻抗大出不到 1,而发生纯金属性短路的几率很小,过渡阻抗的存在使得 段距离保护的 保护范围大大减低,甚至低于理论上的 段距离保护的 保护范围。因此,从阻抗数值上来看,过渡阻抗的影响将大大超过 AT 漏抗的影响,也是造成该所馈线保护不动作的主要原因。

保护特性的影响

该牵引变电所的馈线保护装置采用具有四边形特性的方向阻抗继电器,其保护特性如图 4a 所示。由于 AT 漏抗与线路阻抗具有可比性,因此即使考虑了 AT 漏抗进行整定计算后,在变电所出口处发生短路时,保护装置可能仍然不能动作,如图 4a 所示。显然采用图 4b 所示的具有偏移四边形特性的方向阻抗继电器较为适宜。

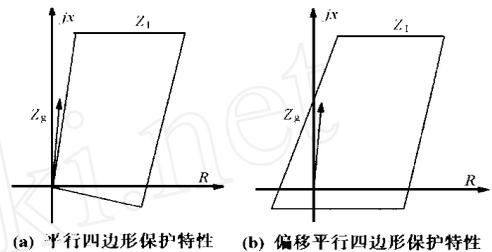


图 4 保护装置的保护特性

3 保护整定

根据对该处以及其它 AT 供电线路发生故障的实际情况进行分析发现,线路故障绝大多数为 T-R 短路故障,因此对于该处牵引供电系统而言,为了保证已所剩不多的选择性仍然沿用现行整定方法是不足取的。针对短距离 AT 供电线路,馈线距离保护的整定原则应进行如下调整:

- a. 取消电流速断保护;
- b. 段阻抗保护整定值取牵引变电所到开闭所的线路末端的 T-R 短路阻抗最大值整定;
- c. 段阻抗保护整定值取牵引变电所到分区所的线路的 T-R 短路阻抗最大值整定;
- d. 段阻抗保护整定值取全保护区(经开闭所至分区所)最大电抗的 1.2 倍整定。

4 结论

- 4.1 对于短线路 AT 供电线路,由于系统运行方式变化很大,被保护线路很短,电流速断保护很可能失去保护范围,此时不宜采用。
- 4.2 对于短线路 AT 供电线路,由于牵引网阻抗较小,被保护线路很短,因此距离保护受系统运行方式变化、AT 漏抗、过渡阻抗的影响很大, 段、段距离保护很可能失去保护范围,此时宜根据线路的实际状况进行保护整定。
- 4.3 距离保护在电力系统得到广泛应用的一个重要原因是 段的保护范围不受系统运行方式变化的影响,其它两段所受的影响也较小,保护范围比较稳定,在复杂网络中能够保证动作的选(下转第 47 页)

当 $U_a/ = 1, U_b/ = 0$ 时: T_7 导通, T_1 截止, T_2 截止, T_6 截止; T_8 截止, T_4 导通, T_2 导通, T_6 导通。继电器加的是反极性电压, 触点打开。由于 T_7 导通使 D_6 截止, 由于 T_1 截止使 D_5 截止。

当 $U_a/ = 1, U_b/ = 1$ 时: T_7, T_8 导通, $T_1 \sim T_6$ 均截止, 继电器线圈上没有电压, 触点于保持状态。

当 $U_a/ = 0, U_b/ = 0$ 时: T_7 截止, T_8 截止, T_1, T_4 都有可能导通, 但不会同时导通。

如果 T_1 先导通, 通过 D_5 会使 T_4, T_3 截止, D_3 的作用就是为了在这种情况下, 使 T_4 可靠截止保证 T_3 截止, D_4 的作用(不用电阻的原因)也是为了在这种情况下使 T_3 可靠截止。如果 T_4 先导通, 通过 D_6 会使 T_1, T_6 截止, D_1 的作用是使 T_1 可靠截止, 保证 T_2 的截止, D_2 的作用是使 T_6 可靠截止。

上述分析表明: 在 U_a, U_b 的所有四种取值状态下均不会有 T_2, T_6, T_5, T_3 同时导通的情况发生, $D_5,$

D_6 构成了复锁电路。

4.2 讨论

为什么 D_1 串电阻而 D_2 没有串电阻?

这是因为 T_6 导通时 IC_6 会远大于 T_1 导通时的 IC_1 , 因此要求 IB_6 也比较大才能保证 T_6 处于饱和导通, 使 VCE_6 降低, 使继电器线圈得到充足的电压。同样的道理 D_3 串电阻而 D_4 没有串电阻。

实测数据:

T_2, T_6 导通时, $VCE_2 = -0.36V, VCE_6 = 0.24V$, 线圈电压 $8.6V, P5U = 9.2V$ 。

5 结束语

实测数据显示, 该起动电路的效率是比较高的。应用在智能电表中, 经长期的实践证明这种电路是安全的可靠的。

The design for starting circuit of powerful magnetic self-perpetuating relay

YAN Xin-zhong

(Tianjin Light Industry Intitute, Tianjin 300222, China)

Abstract: In order to enhancing the self-protection of the starting circuit and reducing interference in intelligent chip of control circuit while relay starts, this paper improves the ordinary program of starting circuit of bipolar powerful magnetic self-perpetuating relay.

Keywords: magnetic self-perpetuating relay; bipolar relay

(上接第 34 页) 择性^[3]。而复线 AT 牵引网结构复杂, 阻抗曲线波动较大, 对于保护装置而言, 系统运行方式复杂, 故障种类多(除经常提到的 T-R、T-F、F-R 短路故障外还有 T 线、F 线断线等故障, 对于后两种故障当前距离保护元件尚无法进行保护), 而阻抗保护的整定原则针对单线长回路制订, 对复线而言已经大大降低了选择性, 常规距离保护的适用性受到限制, 有必要研究新的 AT 供电方式馈线保护方

式。

参考文献:

- [1] 铁路电力牵引供电自耦变压器方式技术规范. TB 10111-94, 1994.
- [2] 电气化勘测设计院. 电气化铁道设计手册—牵引供电系统. 中国铁道出版社, 1988.
- [3] 贺家李, 宋从矩. 电力系统继电保护原理(第二版). 水利电力出版社, 1985.

Protection setting of at feeder line with short distance in electrification railway

CHU Zhen-yu, ZHOU Xiao-dong, ZHANG Tao

(3rd Survey & Design Institute, 300142 Tianjin, China)

Abstract: A discussion of protection setting of AT feeder line with short distance in electrification railway is given in this paper. The conclusion shows that the current setting method does not adapt AT feeder line with short distance and its protection setting should be calculated and adjusted according to practical condition.

Keywords: protection setting; AT feeder line; short distance; impedance