

相间距离保护Ⅲ段在线路过负荷时的动作特性分析

刘高会¹, 王朝霞², 刘 敏³, 吴艳军¹, 师耀林¹, 王永峰¹

(1. 铜川供电局, 陕西 铜川 727031; 2. 安康供电局, 陕西 安康 725000; 3. 西安供电局, 陕西 西安 710032)

摘 要:结合不同原理构成的相间距离保护Ⅲ段在线路过负荷时是否会误动进行了分析, 并从继电保护的选择性方面对相间距离保护Ⅲ段的动作原理提出了要求及建议, 确保了继电保护整定计算的正确性和保护动作的选择性。

关键词:继电保护; 整定计算; 相间距离保护; 过负荷

Abstract It is analyzed whether the miss operation of interphase distance protection of stageⅢ will occur during line overload combining with different principles. The requirements and suggestions are proposed for the operating principle of interphase distance protection of stageⅢ in view of the selectivity of relay protection, which can guarantee the correctness of setting and calculation of relay protection and the selectivity of protection actions.

Key words relay protection; setting and calculation; interphase distance protection; overload

中图分类号: TM773 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003—6954(2010)05—0036—03

110 kV 线路的相间短路故障采用线路的相间距离保护来切除故障, 相间距离保护Ⅲ段的定值一般按照躲过线路的最大负荷电流进行整定, 随着双回线路、多回线路的并列运行及复杂的电网结构引起的运行方式多变, 相间距离保护Ⅲ段定值在计算时所采用的线路最大负荷电流有时很难确定, 在线路过负荷时相间距离保护Ⅲ段是否会误动是继电保护整定计算人员必须考虑的问题, 这里结合 110 kV 线路常见保护装置的動作原理, 对线路过负荷时相间距离保护Ⅲ段的動作特性进行了分析, 针对实际情况给出了解决方案。

1 相间距离保护Ⅲ段的整定

110 kV 电网继电保护一般采用远后备原则, 线路的相间距离Ⅲ段的定值整定应考虑与相邻线路、变压器的保护进行配合, 满足相邻线路、变压器的远后备灵敏度之外, 还需考虑躲过线路的最小负荷阻抗进行整定^[1]。最小负荷阻抗表示当母线电压处于电压波动允许范围内的最低值时, 线路上流过最大负荷电流时的负荷阻抗^[2]。最小负荷阻抗的计算如式(1), 按照躲过最小负荷阻抗整定的相间距离Ⅲ段的一次整定值^[3](以下所有的整定值均指一次整定值)见式(2)。

$$Z_{\text{fh min}} = \frac{0.9 \times U_e}{\sqrt{3} \times I_{\text{fh max}}} \quad (1)$$

$$Z_{\text{dz Ⅲ}} \leq K_k \times Z_{\text{fh min}} \quad (2)$$

式(1)、(2)中的 U_e 为额定电压, $I_{\text{fh max}}$ 为流过线路的最大负荷电流, K_k 为可靠系数, 按照《3~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程》中的相间距离保护Ⅲ段的整定原则, 要求取值不大于 0.7。图 1 中的双回线路西柳 1、2 保护采用 LH 变比为 600/5, 正常方式时两条线路并列运行带柳林变电站全站负荷, 最大负荷电流为 500 A。在系统事故情况下, 有可能通过西柳 1、2 线路向其它变电站输送负荷电流 400 A。因双回线的定值整定计算需要考虑单回线路运行的情况, 西柳 1、2 的相间距离保护Ⅲ段按照躲过 LH 允许的最大负荷电流 600 A 整定, 没有考虑在事故方式下且双回线路单回运行时的事故过负荷情况, 这种情况下单回线路的负荷电流将达到 900 A, 是相间距离保护Ⅲ段整定计算所采用的最大负荷电流的 1.5 倍。

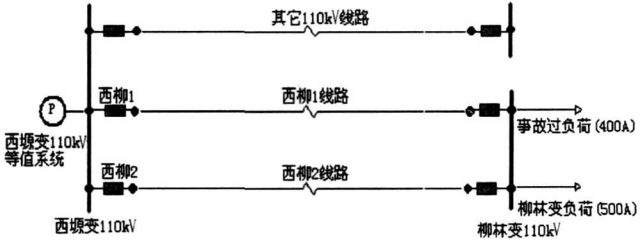


图 1 110 kV 线路示意图

2 相间距离保护Ⅲ段的动作情况分析

1) 采用方向阻抗继电器原理的相间距离保护Ⅲ

段的线路保护,主要有 RCS-941 系列、PRS-753 系列等保护装置,阻抗继电器动作特性见图 2。按照躲过线路最大负荷电流整定的相间距离Ⅲ段动作值为 $Z_{zd.Ⅲ}$,由此计算当负荷阻抗进入保护动作区时的临界动作值^[4],从陕西电力系统 110 kV 线路的实测参数可以看出,线路的正序阻抗角度一般在 $71^\circ \sim 79^\circ$ 之间,依据《电力系统电压和无功电力管理条例》中的规定,110 kV 及以上线路的负荷功率因数要达到 0.9 以上(对应的负荷功率因数角为 25.8°),因此设定方向阻抗继电器的动作灵敏角为 78° ,负荷的阻抗角为 26° 。由方向阻抗继电器的动作特性计算临界动作时的 Z_{fh} ,计算值见式(3),由计算结果可知在考虑系统电压的影响及满足继电保护可靠性要求的情况下,能够引起相间距离Ⅲ段误动作的最小负荷电流为 1.6 倍的整定计算时采用的最大负荷电流。因西柳 1、2 线路的相间距离Ⅲ段定值所采用的最大负荷电流为 600 A,因此保护所允许的最大负荷电流为 960 A,此时相间距离保护Ⅲ段不会误动作。

$$Z_{fh} = Z_{zd.Ⅲ} \times \cos(78^\circ - 26^\circ) = 0.616 Z_{zd.Ⅲ}$$

$$B \frac{1}{1.6} Z_{zd.Ⅲ} \quad (3)$$

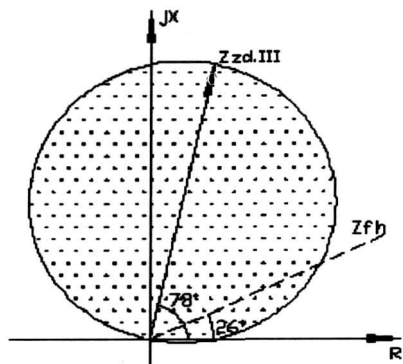


图 2 方向阻抗继电器动作特性示意图

2) 采用四边形阻抗继电器原理的相间距离保护Ⅲ段的线路保护,主要有 PSL620 等系列保护装置。如图 3 的四边形阻抗继电器为 PSL620D 线路保护的相间距离阻抗Ⅲ段的动作特性示意图^[5],动作范围为 F 线以上的四边形区域,四边形右侧边界线的角度与线路阻抗角相等。相间距离保护Ⅲ段的定值整定同式(2)。该装置的保护定值中需要整定距离保护电阻定值 R_{zd} ,来确定距离保护四边形特性的右边界,按照说明书的要求应可靠躲过本线路可能出现的最大负荷,并具有 1.5 倍以上的裕度,其整定值见式(4)。线路阻抗角同样设置为 78° ,负荷阻抗角设置

为 26° ,计算 Z_{fh} 与四边形右侧的交点处的电阻分量 R_{fh} 值,如式(5)所示。

$$R_{zd} = \frac{1}{1.5} \times Z_{fh} \cdot \sin \theta \quad (4)$$

$$R_{fh} = R_{zd} \times \left(1 + \frac{\sin 26^\circ \times \cos 78^\circ}{\sin 52^\circ}\right)$$

$$= 1.116 R_{zd} = \frac{1}{1.344} \times Z_{fh} \cdot \sin \theta \quad (5)$$

由式(5)可以看出,此时保护的最大允许电流只能达到相间距离Ⅲ段整定时所采用的最大负荷电流的 1.344 倍,西柳 1、2 线路的定值按照 600 A 整定时保护允许的最大负荷电流为 806 A,在事故过负荷时相间距离保护Ⅲ段会误动作。

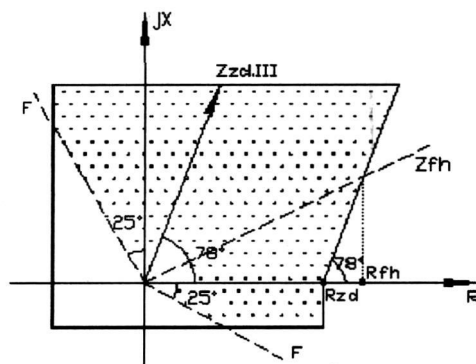


图 3 四边形阻抗继电器动作特性示意图

3 防范措施及方案

1) 采用方向阻抗继电器原理构成的相间距离保护Ⅲ段的保护装置,PRS-753 系列线路保护装置在线路过负荷时提出了一种解决思路^[6]。如果线路的实际负荷电流大于相间距离保护Ⅲ段计算所采用的最大负荷电流时,运行维护人员可以选择投入“负荷限制距离”定值,防止过负荷时相间距离保护Ⅲ段误动作。投入后的动作特性如图 4,图中阴影部分区域即为动作区域。图中标示的 R_y 即为“负荷限制电阻”定值, θ 为线路最大负荷时的负荷阻抗角。如果 θ 取值为 26° 时,计算见式(6),此时 R_y 等于 0.51 倍的 $Z_{fh} \cdot \sin \theta$, R_y 与 Z_{fh} 的连线形成负荷阻抗线,对负荷阻抗线下方的区域进行闭锁,防止过负荷时保护误动。同时认为负荷阻抗线的角度需要比负荷阻抗角稍大一些,以便躲过临界值。

$$R_y = \frac{\sin \theta}{\sin 60^\circ} \times Z_{fh} \cdot \sin \theta \quad (6)$$

2) 在线路的实际负荷电流大于相间距离保护Ⅲ

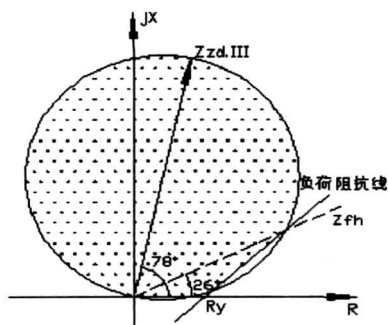


图 4 PRS-753D 的负荷限制方向阻抗继电器
动作特性示意图

段计算所采用的最大负荷电流时,考虑用相间距离保护Ⅲ段的测量阻抗角进行闭锁,因为线路在发生相间短路故障时,故障角一般在 70° 以上,而线路的负荷阻抗角一般为 26° ,考虑到一定的裕度,对测量阻抗角低于 30° 的相间距离保护Ⅲ段的阻抗继电器的动作区域进行闭锁,是一种值得尝试的方法^[7]。

3) 继电保护整定计算及运行维护工作,要熟悉不同厂家及不同产品的继电保护装置的动作原理及动作特性,能够从原理上进行分析,不同的保护装置其分析结果可能是不同的。

4) 以上从技术方面对线路过负荷时的相间距离保护Ⅲ段的动作原理提出了建议,在工作中要求继电保护整定计算人员必须熟悉各种事故预案及事故时

各条线路事故过负荷的具体情况,相间距离保护Ⅲ段的整定应可靠躲过事故过负荷时的负荷电流,这样相间距离保护Ⅲ段的保护范围会比只考虑正常最大负荷电流时的要小一些,对于 110 kV 保护远后备配置的原则来说,远后备的灵敏度会有所降低。

参考文献

- [1] DL/T 584-95, 3~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程 [S]. 中国电力出版社, 2001.
- [2] 贺家李, 宋从矩. 电力系统继电保护原理 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
- [3] 崔家佩, 孟庆炎, 陈永芳, 等. 电力系统继电保护与安全自动装置整定计算 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1993.
- [4] 南京南瑞继保电气有限公司. RCS-943A 高压输电线路成套保护装置技术说明书 [C]. 2006.
- [5] 国电南京自动化股份有限公司. PSL 620 系列数字式线路保护装置技术说明书 [C]. 2004.
- [6] 深圳南瑞科技有限公司. PRS-753D 光纤分相纵差成套保护装置技术说明书 [C]. 2007.
- [7] 王梅义. 高压电网继电保护运行与设计 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.

作者简介:

刘高会 (1973), 男, 陕西富平人, 高级工程师, 从事继电保护及自动装置的定值整定计算工作。

(收稿日期: 2010-06-22)

(上接第 25 页)

范和统一电网的继电保护工作起到了极大的促进作用。并且该体系向全国推广的前景广泛, 该项目的进一步实施, 将带来巨大的经济效益和社会效益。

参考文献

- [1] 洪行旅, 郝文斌, 吴端华, 等. 基于集中式网络结构的继电保护定值管理系统总体设计 [J]. 继电器, 2009, 37 (9): 82-85, 96.
- [2] 吴晨曦, 盛四清, 杜振奎, 等. 地区电网继电保护整定计算智能系统的研究 [J]. 继电器, 2004, 32 (7): 35-38, 44.
- [3] 陈金富, 石东源, 段献忠. 电网继电保护整定计算原则自定义技术研究 [J]. 继电器, 2007 (Z1).
- [4] 朱浩骏, 蔡泽祥, 侯汝峰, 等. 面向对象的图像化地区电网继电保护整定软件研究 [J]. 电网技术, 2004, 28 (22): 20-25.
- [5] 葛耀中, 赵梦华, 彭 鹏, 等. 微机式自适应馈线保护的

研究和开发 [J]. 电力系统自动化, 1999, 23 (3): 19-22.

- [6] 赖业宁, 韦 化, 文 杰, 等. 220~500 kV 电网继电保护整定计算专家系统 [J]. 继电器, 2001, 29 (3): 31-34.

作者简介:

杜凌翔 (1977), 男, 硕士, 工程师, 主要研究方向为电力系统分析及电网运行管理等。

吴端华 (1964), 女, 本科, 工程师, 主要研究方向为电力系统分析及电网运行管理等。

何 东 (1972), 男, 本科, 工程师, 主要研究方向为电力系统综合自动化等。

洪行旅 (1956), 男, 硕士, 副总工程师, 高级工程师, 主要研究方向为电力系统继电保护及调度管理系统等。

郝文斌 (1976), 男, 博士, 工程师, 主要研究方向为电力系统继电保护、变电所综合自动化及调度管理系统等。

(收稿日期: 2010-03-02)