

# T 接线路纵联保护中方向元件配合的讨论

袁荣湘, 陈德树, 文明皓, 陈卫, 李岩, 张哲

(华中理工大学电力系, 湖北 武汉 430074)

**【摘要】** 对 T 接线路中纵联方向保护的各方向元件如何配合进行了探讨, 结果表明, 各方向元件的相互配合由于 T 接线路相对复杂的网络结构而更显困难, 在某些情况下纵联方向保护可能不能满足系统对保护的要求, 因此, 应仔细研究它们在相互配合的过程中存在的死区及误动的区域, 以便采取相应的补救措施弥补其不足。

**【关键词】** T 接线路; 纵联保护; 方向元件

## 1 引言

本文对在 T 接线路中应用闭锁式纵联方向保护时, 各方向元件如何配合进行了研究, 主要讨论了常见的方向元件: 正序故障分量方向继电器、负序故障分量方向继电器、零序故障分量方向继电器及方向阻抗继电器之间的相互配合。结果表明, 在 T 接线路中各方向继电器的性能与在普通线路中应用时相比较存在差别, 它们的相互配合则由于 T 接线路相对复杂的网络结构而更显困难, 在某些情况下纵联方向保护可能不能满足系统对保护的要求, 因此, 应仔细研究它们在相互配合的过程中存在的死区及误动的区域, 以便采取相应的补救措施(包括增加辅助判据或辅助保护等措施)弥补其不足, 在通道许可的情况下还可考虑采用具有更好选择性的电流差动保护。

## 2 方向元件的性能

在输电线路继电保护中, 常用的方向元件主要有: 零序分量方向继电器、负序分量方向继电器、正序故障分量方向继电器、阻抗方向继电器以及综合序分量方向继电器等, 在 T 接线路中, 序分量方向继电器在某些特殊情况下可能误判内部故障的方向, 必须对被保护的 T 接线路及其所在系统进行较详细的仿真计算, 以便决定使用序分量方向继电器是否恰当, 或采取措施克服拒动的发生。对于具有良好抗过渡电阻能力的  $I_0$  极化电抗继电器由于没有方向性, 通常与零序分量方向继电器配合使用, 因此,  $I_0$  极化电抗继电器实际上没有参加方向元件的配合。各方向元件性能的详细分析见参考文献<sup>[1]</sup>。下面分析各方向元件的相互配合。

## 3 方向元件的相互配合

### 3.1 序分量方向元件的配合

序分量方向元件在 T 接线路纵联方向保护中

应用与在普通线路中应用的不同之处是由于 T 接线路往往有较复杂的网络结构, 不同原理的方向元件在多端配合构成纵联保护系统时将存在相互配合的问题。T 接线路内部故障时序分量方向元件存在拒动的可能性, 分析见文献<sup>[1]</sup>。在 T 接线路外部故障时序分量方向元件则存在误动的可能性, 其误动可能有两个方面, 一是零序故障分量方向继电器与负序、正序故障分量方向继电器的相互配合不当时将可能误动, 一是 T 接线路中某一线路有同杆并架的平行线路, 或是双 T 形线路时, 其零序互感可能造成零序故障分量方向继电器的误动。

图 1 表示在相邻线路 Line-II 上 F 点发生接地故障而产生的零序电流, 通过零序互感在被保护的 T 接线路上产生零序电流, 各侧零序电流和零序电压间的相位关系都与 T 接线路内部短路时相同, 因此比较各侧零序功率方向的纵联保护将会误动作<sup>[3]</sup>。克服误动的措施可以采取提高电流、电压的门槛值的办法。

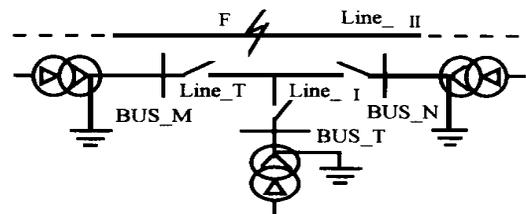


图 1 相邻线路零序互感的影响

由于电力系统中各元件正序参数与负序参数基本一致, 故负序故障分量方向继电器与正序故障分量方向继电器的性能亦差别不大, 只是在考虑方向元件对不同种类故障的反应及灵敏性时才决定其取舍与综合方式, 在纵联保护中的配合逻辑则容易满足。正序、负序故障分量方向继电器与零序故障分量方向继电器的配合则不然, 在 T 接线路外部有平行线路或平行线路时, 两者对外部故障的保护范围

界限将有所不同,从而可能造成保护误动。现以图 2 所示系统为例进行说明。为了比较清楚而简明地说明问题,假设 T 侧线路没有投入,即以平行双回线路为例说明。Line-I 为被保护线路,不妨设在线路 Line-II 不同地点短路时流过 Line-I 的正序电流(或负序电流)故障分量与零序故障分量电流均会改变方向,并设 F 点为正序(或负序)故障分量电流的方向改变点,P 点为零序故障分量电流的方向改变点,那么在 FP 之间的线路上故障时,线路 Line-I 上的正序(或负序)故障分量电流与零序故障分量电流方向相反,仿真计算表明,由于相应的序电压的相位亦在变化,在很多情况下纵联方向保护不会误动作,但在一定的系统参数(指两侧系统的正序、零序阻抗参数比相差悬殊等情况)时,可能出现一侧的正序(或负序)故障分量方向继电器动作,而另一侧的零序故障分量方向继电器动作,从而造成纵联保护误动作。克服此类误动的措施可以采取使正序(或负序)故障分量方向继电器和零序故障分量方向继电器相与逻辑输出动作的办法或采用反相动作方向元件。但此时应防止在内部故障时某一方向元件误判方向而闭锁保护,例如相间故障时,零序故障分量方向元件可能由于故障时系统有较大的不平衡输出,而零序电压与零序电流的门槛整定得太低而误判故障方向闭锁保护,文献<sup>[1]</sup>中算例的零序故障分量方向元件误判的情形等,前者可通过适当提高门槛值的办法防止拒动,后者则需考虑采用更好的方向元件,或者采取辅助措施专门对付某些特殊运行方式。

在 T 接线路纵联方向保护中,当某侧线路没有投入运行时,该侧收发讯机可能通过远方起动而误发闭锁信号使纵联保护在内部故障时拒动。解决方法是增加无电流停信的辅助判据。

### 3.2 不同原理方向元件的配合

序分量方向元件与阻抗方向元件的相互配合中,对于接地故障往往只用序分量方向元件,对于相间故障,阻抗继电器常采用带记忆的方向阻抗继电器,该继电器由于对在其附近的正、反向故障均具有良好的方向性,对远处的故障,序分量方向元件的保护范围通常大于阻抗方向元件的保护范围,因此在纵联保护中序分量方向元件与阻抗方向元件常采用逻辑或的方式输出。在 T 接线路中,当 T 接线路的某两端有较短的输电线路连接时,由于闭锁式纵联方向保护中的方向阻抗元件应是超范围的,此时纵联保护亦可能在外部故障时误动作。以图 2 所示系

统为例说明,设在 P 点发生两相接地故障,此时 M 侧方向阻抗元件判为正向故障,N 侧、T 侧均判为反向故障,而零序方向元件则不同。当 N 侧、T 侧的系统零序等值阻抗很小而 M 侧系统零序等值阻抗很大时,在 T 接线路中零序电流流向为 M 侧到 N 侧与 T 侧,此时 M 侧零序方向元件判为反向故障,N 侧、T 侧则判为正向故障,当序分量方向元件与阻抗方向元件与阻抗方向元件采用逻辑或的方式输出时,纵联保护将误动作。此例亦说明相间方向元件与接地方向元件存在配合问题,即在两相接地故障时,相间方向元件与接地方向元件均将反应故障的方向,在平行线路或环网中故障时其动作可能不一致,使方向纵联保护误动。克服这些误动的常用方法是使零序元件闭锁相间元件,或者只用负序方向元件,也可以采取增加反方向动作元件或与选相元件联合使用的措施。

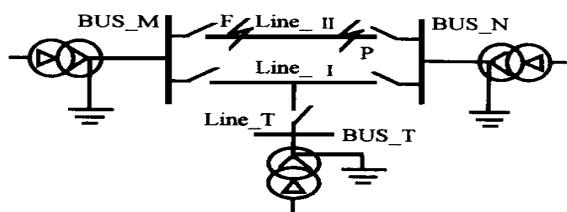


图 2 序分量方向元件的配合

### 3.3 功率倒送时方向元件的配合

对于反应故障分量的各序分量方向继电器及通常的零序、负序分量方向继电器等方向元件在短路功率倒送时均可能出现动作不协调。纵联方向保护中的方向元件主要是反应故障分量的各方向元件,下面分析反应故障分量的方向元件在功率倒送时的性能。仍以图 2 所示系统为例,为简明起见,设 T 侧线路不投入运行,有两类情形的误动。对于单个故障分量方向元件在功率倒送时将可能误动,如图 2 所示,在 Line-II 中 P 点故障时,当 Line-II 中 M 侧断路器先动作切除故障,此时 Line-I 中两侧的故障分量方向元件将反向,而 N 侧的方向元件可能动作快,当 M 侧方向元件返回慢时(也称为“触点竞赛”),于是有一段时间两侧方向元件均处于动作状态,使纵联方向保护误动。克服办法可采用防止倒向误动的闭锁回路或用软件延迟逻辑闭锁。对于不同的方向元件的相互配合在功率倒送时亦存在不协调而误动的情形。如图 2 所示,以稳态量方向元件与故障变化量方向元件的相互配合为例<sup>[3]</sup>,设在 Line-II 中的 P 点发生短路故障,由于稳态量方向元件与故障变化量方向元件在功率倒

送时的动作情况正好相反,如上假设线路 Line-II 中 M 侧断路器先跳,此时 N 侧的故障变化量方向元件将由不动转为动作,而 M 侧的稳态量负序方向元件一直处于动作状态,于是两侧正方向元件均将动作,从而使纵联保护误动。防止误动的措施是增设反方向闭锁元件。

### 3.4 非全相运行时方向元件的配合

在非全相运行过程中,由于存在稳态的零序电流和负序电流,因此,零序分量方向继电器和负序分量方向继电器将会发生误动作,对于反应零序分量的接地阻抗继电器,其保护范围亦将发生变化,接地阻抗继电器也可能误动作。但是,在非全相运行过程中,故障分量方向继电器具有良好的方向性,作为主保护的纵联方向保护,故障分量方向继电器的方向性维持时间短并不成为其短处,因此,纵联方向保护最好使用零序故障分量方向继电器、负序故障分量方向继电器、正序故障分量方向继电器及综合序故障分量方向继电器等故障分量方向继电器作为其方向元件,而用一般的零序方向保护和负序方向保护作为线路的后备保护。

### 3.5 合闸于故障时方向元件的配合

当线路断路器合闸于故障时,对于反应故障分量的方向元件,是否动作则要看保护用电压互感器是装在母线侧还是装在线路侧,如果电压互感器是装在母线侧,方向元件能够正确动作。如果电压互感器是装在线路侧,方向元件将拒动,此时则需要其它保护来动作切除故障。假如在纵联保护的方向元件中装有方向阻抗元件,则可使故障分量方向元件和方向阻抗元件为或的逻辑,通过后者来判断故障方向。应该注意的是两者在其它运行方式下采用或的逻辑是否合适及相间阻抗元件与接地阻抗元件对正向、反向故障是否有正确的方向性。从上面分析知道,对于相间故障可以采用上述方法,但是带记忆的方向阻抗元件则可能存在问题,方向阻抗元件是

否带记忆,最好判断一下继电器的测量电压是否很低,对于近区的合闸于相间短路的故障则仍需采取其它措施解决。对于所有的合闸接地短路的故障则均需采取其它辅助保护来切除故障。

## 4 结论

本文对 T 接线路中应用闭锁式纵联方向保护时,各方向元件如何配合进行了研究,主要讨论了纵联保护中序分量方向元件之间的配合,序分量方向元件与方向阻抗元件之间的配合,反应接地故障的方向元件与反应相间故障的方向元件之间的配合,也讨论了纵联保护中方向元件在功率倒送、非全相运行、合闸于故障等特殊运行方式下的性能,其结论将可以在 T 接线路纵联保护乃至其它形式输电线路的纵联保护的理论和实际中得到应用。由于方向高频保护具有占用通道容量少、能够快速切除线路首次发生的各种类型故障等优点,而在我国电力系统大容量的数据通道还不普及以及特殊的管理方式的现实,使得电流差动保护还不能普遍使用,因此对纵联方向保护进行深入讨论,以提高其性能与应用范围,将有助于推动我国输电线路继电保护技术的发展。

### [参考文献]

- [1] 袁荣湘等. T 接线路故障仿真计算与分析. 电力自动化设备, 1999, (1).
- [2] 陈德树. 计算机继电保护原理与技术. 水利电力出版社, 1992, 11.
- [3] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术(第二版). 水利电力出版社, 1995, 8.

收稿日期: 1998—10—20

作者简介: 袁荣湘(1965 - ), 男, 华中理工大学电力系统电自教研室, 讲师, 博士生, 从事电力系统保护与控制的科研教学工作; 陈德树(1930 - ), 男, 华中理工大学教授, 博士生导师, 从事电力系统继电保护与自动化的科研教学工作。

## INVESTIGATION FOR THE COORDINATION OF THE DIRECTIONAL RELAYS IN PILOT PROTECTION ON TEED LINES

YUAN Rong-xiang, CHEN De-shu, WEN Ming-hao, CHEN Wei, LI Yan, ZHANG Zhe  
(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430072, China)

**Abstract** In this paper, the coordination of directional relays in pilot protection on teed lines is investigated. It's results demonstrate that the property of directional relays on teed lines is different from that on normal lines and the coordination is more difficult for its relatively complex network structure. In some cases, the pilot protection may dissatisfy the demand of power system. Therefore, the conditions of rejective action or mistaken action in the course of coordination must be lucubrated in order to take the corresponding remedial measures.

**Key words** teed line; pilot relay; directional relaying