

# 中压配电线路保护分级配置的技术方案研究

周晓锋，宗绍磊，王 昆

（无锡供电公司，江苏 无锡 214000）

**摘 要：**本文结合中压配电线路的网架结构、运行方式与保护分级配置方案，分析了中压配电线路保护的配合模式，对正常运行方式与非正常运行方式下保护的逐级配合等技术方案进行介绍，对中压配电线路实现保护分级配置的基础条件与应用效果进行分析，为中压配电线路保护方面的发展方向与技术培训提供一些新的思路。

**关键词：**中压配电线路；保护分级；技术方案

## 0 引言

中压配电线路保护分级配置将线路各分段保护有效启用，在故障时能够有效缩小故障影响范围，快速定位故障区段，降低变电站开关跳闸率，将是今后中压配电线路保护的发展方向。本文将对中压配电线路保护分级配置的技术方案、应用效果进行分析，并提出实现保护分级的必备条件。

## 1 中压配电线路保护分级配置及整定概况

### 1.1 保护分级配置理念

中压配电线路不同于输电线路与高压配电线路，其网架结构复杂，涉及设备种类繁多。在接线形式方面分别有线路单辐射、单联络、双联络、电缆单环网、双环网等接线形式；在设备种类方面，分别有架空线、电缆、柱上开关、负荷开关、断路器、配变等；在站所种类方面，分别有变电站、开关站（开闭所）、总变（配电房）、分变、环网柜等。另外，区别于输电线路与高压配电线路的重要程度，中压配电线路故障影响范围相对较小（通常为一条线路而不是一片区域），因此，在保护配置方面大部分地区电网选择功能逻辑较简单、投资较少的电流保护。但中压配电线路实现保护分级配置仍有部分理念借鉴于输电线路及高压配电线路保护的逐级配合原则。

中压配电线路保护分级由逐级的电流保护构成，通过线路分段设备（开关站、柱上开关等），在可以实现切除故障的设备（断路器加保护装置）进行保护设置，在整定值与时间上均满足逐级配合的逻辑。

以图 1 为例，A 站为 110kV 变电站，B 站为 10kV 开关站，C 站为 10kV 环网柜，站所内所有开关均为断路器；4DL 为柱上开关，7DL 为用户分界断路器。保护按照 0.1~0.2 s 时间为一级级差，共设置四级级差。

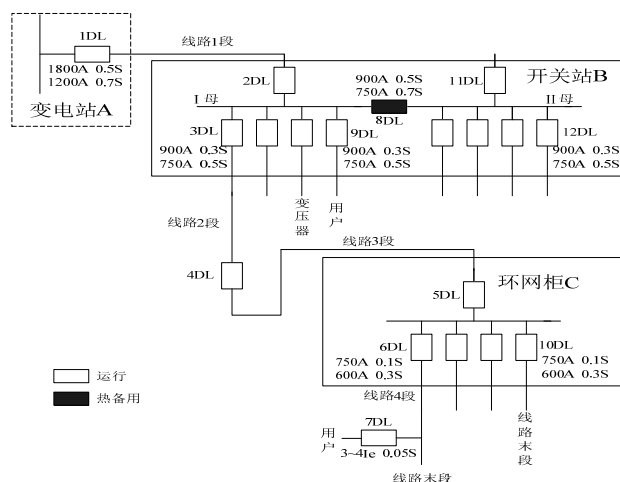


图 1 中压配电线路保护分级配置典型模型

### 1.2 保护分级配置整定原则

#### （1）变电站出线保护整定原则

在满足母线短路电流小于变压器低压侧额定电流的 6~7 倍（视变压器耐受短路电流能力、产品质量等实际情况设置，需进行数据验证，本文数值供参考）条件下，由于采用保护分级，可停用线路速断保护。若母线短路电流大于变压器低压侧额定电流的 6~7 倍，应启用线路速断保护，以防止线路出口短路故障对变压器的冲击。

限时速断保护按躲本线路配电变压器其它侧母线三相最大短路电流整定同时兼顾小方式本线路末

端故障有灵敏度,时间应与下一级线路限时速断保护配合;电流一般按 1500A~2000A 范围整定,时间 0.5 s。

过电流保护按躲配电线路允许的最大负荷电流整定,时间应与下一级线路过电流保护配合;电流一般按 1.5 倍 TA 额定电流整定( $\leq 1200\text{A}$ ),时间 0.7s。

线路系统侧重合闸启用,普通重合闸时间为 1s,检无压重合闸时间为 1.6s。

关于零序保护的整定原则,由于篇幅有限,本文暂不论述。

## (2) 配电站所保护整定原则

速断保护停用。

限时速断保护:按相关一次元件(开关、CT 或线路)中最小额定电流的 3~4 倍整定。

过电流保护:按相关一次元件(开关、CT 或线路)中最小额定电流的 1.3~1.5 倍整定。

重合闸启用,普通重合闸时间为 1 s。

## (3) 用户分界断路器保护的整定原则

过流保护按躲用户变压器其它侧故障最大短路电流及涌流考虑,一般按  $3\sim 4I_e$  (变压器额定电流)整定,时间 0.05 s。

# 2 保护分级配置模型分析

## 2.1 正常运行方式下逐级配合情况

以限时速断保护为例。

第一级:电源侧变电站出线保护。定值及时间:1800A/0.5s。

第二级:线路所接第一个开关站出线保护、分段断路器保护。定值及时间:900A/0.3s。

第三级:按线路具体接线,在第二级保护后端选择较大的负荷分界点进行设置,包括出线保护、分段断路器保护。定值及时间:750A/0.1s。

第四级:按线路具体接线,在第三级保护后端选择线路分段断路器、用户分界断路器、终端出线等进行设置。定值及时间: $3\sim 4 I_e/0.05\text{s}$ 。

## 2.2 非正常运行方式下逐级配合情况

### (1) 线路前段(图 1 中线路 1 段)故障

1DL 保护动作切除故障。开关站 B 可通过分段 8DL 转供负荷,在整定值与时间上仍与另一条线路配合。此时 I 母故障,存在越级跳闸可能,若分段开关与另一条线路同时跳闸,可通过另一条线

路重合闸进行补救。

### (2) 线路中段(图 1 中线路 2、3 段)故障

3DL 保护动作切除故障。线路中后段失电,根据线路具体联络进行负荷转供。前段保护仍维持级差。

### (3) 线路后段(图 1 中线路 4 段)故障

6DL 保护动作切除故障。其余范围不受影响,仍维持级差。

(4) 线路末端(图 1 中 7DL 后至用户线路或 10DL 后线路末端)故障

7DL 或 10DL 保护动作切除故障。其余范围不受影响,仍维持级差。

### (5) 开关站 B 合解环操作时

开关站 B 进行合解环操作,先将 8DL 开关改为运行,再将 11DL 改为热备用。

线路合环时将引起潮流重新分布,产生一定环流,可能超过设备保护定值。由于分段 8DL 开关有保护且整定值比变电站侧小,当合环环流超过整定值后,分段 8DL 保护先动作跳闸,对其余线路无影响。

线路合环后,若线路中后段(图 1 中线路 2 段以下)或终端发生故障,仍维持级差。若故障发生在开关站 B 进线、母线或线路 1 段范围内,视故障电流大小引起的保护动作情况不同:若故障电流(在变电站侧)小于 1800A,则引起一条线路跳闸与分段 8DL 开关跳闸,对另一条线路无影响;若故障电流大于 1800A,则可能引起两条线路同时跳闸,扩大故障影响范围;线路瞬间故障可通过重合闸补救。

线路解环后,开关站 B 内分段 8DL 开关、II 母出线开关维持级差。若 II 母母线故障且故障电流大于 1800A,可能引起 1DL 越级跳闸。

# 3 基础条件与应用效果

## 3.1 基础条件

### (1) 一、二次设备需具备条件

实现保护分级配置需要各方面综合考虑。一次设备方面,设备原为负荷开关的,需更换为可以切除故障电流的断路器;二次设备方面,原未配置保护的,需新配置保护,若上级电源变电站为小电阻接地方式,需考虑启用零序保护功能,在线路单相接地时保护能可靠切除故障。由此可能引起开

关站、环网柜等站所设备改造。

相对于联络开关、分段开关等设备，保护各级差一般考虑配置于重要的负荷汇集送出节点，例如开关站、环网柜等站所内，其作用更加明显。但站所内设备数量多，引起投资费用增大。

#### (2) 信号采集传输应具备条件

保护分级配置应与配电自动化系统或其他遥信采集系统配合。配电自动化系统实现各节点的遥信、遥测、遥控功能，配电线路各级保护动作后将保护动作、开关变位等信号传输至配电自动化主站，并可通过主站对站所内设备进行遥控。在未能实现配电自动化的站所，可考虑加装遥信采集装置，将信号传输至相应的监控平台。因此保护分级各节点的站所需要进行配电自动化及通信改造。

### 3.2 应用效果

#### (1) 缩小故障影响范围

线路发生故障，距离故障点最近的上一级保护动作跳闸，可有效缩小故障停电范围，对线路上其他分支无影响，有效提高供电可靠性。

#### (2) 应急处置快速高效

从保护跳闸情况即可快速判断故障点区段，调控人员可快速制订负荷转移方案，提高事故处理效率；运检人员可快速进行故障点定位与查找，减少故障抢修时间。

## 4 结束语

中压配电线路保护分级配置可有效缩小故障影响范围，快速定位故障区段，为配电网调控运行及故障抢修提供有力支撑。实现保护分级需要一定的设备基础条件，且需要跟配电自动化系统或其它遥信采集系统配合，以切实提升供电可靠性水平。保护分级配置作为提升配网供电可靠性的重要技术措施之一，将是今后配电网的发展趋势。

#### 参考文献：

- [1] 徐丙垠, 李天友, 薛永瑞. 智能配电网建设中的继电保护问题[J]. 供用电, 2012, 29(4): 17-25.
- [2] 杨献智. 中山配电网故障自动定位系统实践[J]. 电气技术, 2009, 23(12), 103-104.
- [3] 冯伟杰. 智能配网故障快速定位方法的研究与实现[D]. 广州: 华南理工大学, 2011.

#### 作者简介：

周晓锋（1983—），男，福建福清人，工程师、技师，电网运行方式管理；

宗绍磊（1981—），男，山东平度人，工程师、高级技师，电网运行方式管理；

王 昆（1972—），男，江苏泰州人，工程师、高级技师，电网调控运行管理。