

Research on the County Adjustment Setting Integrated System Based on the Extension of Protecting and Coordinating Boundary

Xia Lin¹, Yueting Wang², Qiang Li¹, Fengzi Tian¹, Qian Shen³, Qitao Zhu¹

¹State Grid Zaozhuang Power Supply Company, Zaozhuang Shandong

²State Grid Yantai Power Supply Company, Yantai Shandong

³State Grid Jinan Power Supply Company, Jinan Shandong

Email: boulevard@126.com

Received: Feb. 5th, 2017; accepted: Feb. 25th, 2017; published: Feb. 28th, 2017

Abstract

In order to achieve the “first-class distribution network” construction goal, the original scheme focusing on the demand of the electric power system is changed into the other one combined with the user’s demand. The line switch protects transient time of the instantaneous period in the setting value strategy, and coordinates with boundary switch protection. It extends the original protected boundary to important users downstream, and coordinates with the transformer substation upstream, forming a set of relatively constant value based on the substation transformer. At the same time, with the coordination of boundary switch, intermediate switch of long transmission lines and its related protection section, the characteristics of the original protection scheme are overcome, namely, relying on the length of transmission lines and failure to guarantee the selective coordination because of the influence of the operation mode. On this basis, the “county adjustment setting integrated system” can be effectively achieved so as to realize the automation of distribution network setting management.

Keywords

First-Class Distribution Network, Protecting and Coordinating Boundary, Delivered Instant Protection, County Adjustment Setting Integrated System, Automation of Distribution Network Setting Management

基于保护配合边界扩展的地县调整定一体化系统的研究

林霞¹, 王玥婷², 李强¹, 田凤宇¹, 沈倩³, 朱其涛¹

¹国网山东省电力公司枣庄供电公司, 山东 枣庄

²国网山东省电力公司烟台供电公司, 山东 烟台

³国网山东省电力公司济南供电公司, 山东 济南

Email: boulevard@126.com

收稿日期: 2017年2月5日; 录用日期: 2017年2月25日; 发布日期: 2017年2月28日

摘要

为了实现“一流配电网”建设目标, 改变原有偏重于考虑电力系统需求的方案转变为兼顾消费者用户需求的方案, 线路开关保护定值制定策略的时段让渡时间, 向下与分界开关保护的配合协调, 将原有的保护分界向下游延伸至重要用户, 向上与变电站变压器配合, 形成一套以变电站变压器为基准相对固定的定值; 同时辅以分界开关及长线路的中间开关及其相应保护区段相配合, 克服原有的保护方案依赖于线路长度, 受运行方式影响无法保证配合选择性的特点。在此基础上, 可以有效实现“地县调整定一体化系统”, 实现配网定值管理的自动化。

关键词

一流配电网, 保护配合边界, 速动段让渡, 地县调整定一体化系统, 配网定值管理的自动化

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

“一流配电网”作为智能电网的一部分, 其中故障管理的概念是基于充分协调当地继电保护及控制开关装置与分界开关及配电自动化, 以期最大程度利用已有资源达到故障持续时间最小, 最大限度提高用户用电可靠性的目的。现有保护思想可以分为两类, 一个是加强配电自动化的建设, 通过大量的信息传递, 形成基于广域保护策略, 这种方式将保护的可靠性建立于网络通信的可靠性、及时性上[1] [2] [3] [4] [5]; 另一方面, 是立足于当前已有的保护设施, 通过有限的通信辅助, 寻找一种改进的保护方法, 以提高配网的供电质量与供电可靠性[6] [7] [8] [9] [10]。后种方法在保证经济合理的同时, 也可以在网络缺失时, 仍可以依赖于当地保护基本完成保护间的配合及正确动作[11] [12] [13] [14] [15]。

我国在配电自动化技术的推广应用方面做了大量的工作, 基本已经在各个供电公司得到应用, 但效果并没有达到预期的效果。其中一个重要的原因就是作为配电网继电保护没有重到应有的重视。之所以没有引起足够的重视, 主要是由于电力系统侧一直沿用输电线路的保护理念, 强调对电网侧设备及安全稳定运行的要求, 将系统侧保护的最外边界放在变电站出线开关上。因此配合边界也是放在出线开关上的后果即将电网设备的安全运行放在第一位, 不再考虑变电站出线开关与下级用户进线开关及配变的配合。这样做的直接后果即是当用户有故障时, 也会引起站内出线开关的无选择性误动, 然后通过重合闸补救。作为“一流配电网”建设的主要目标是提高用户的供电可靠性, 因此对于 10 KV 无时限的瞬动段无法提供一定延时以让出一定级差与下游配变配合的情况, 严重影响了这一重要目标的实现, 因此应考虑新的保护配合原则, 将电力系统的最后一级向下游扩展至边界开关, 并同时让配合空间也让渡一个级差给用户, 以便有选择性的进行保护分工协作。这样重新定位站内出线的保护功能

及定位，即不再作为主要保护线路的一级主保护，而是向上配合，与变电站主变低压侧的后备保护限时与过流保护相配合，将保护区段回缩，并与下游的用户相配合，实现有选择性的分段式保护动作区间配合。

本文即是将一直忽略的系统保护原则进行策略改造，以通过对当地保护的配合关系调整，快速有针对性的隔离故障，将原有的倾向于保护电力系统设备的保护思想进行调整，寻求一种平衡高效的保护策略：即是在保护电力系统设备的基础上，将配合的下游边界向用户侧扩展，力图给用户留出更多的配合空间；同时，通过二次重合闸及分界开关的一次重合闸配合进行补救，消除实在无法留出配合空间的场所，以大力提高对用户的供电可靠性。

本文通过对一种新的保护方案的论述，说明基于当地保护方案改进的新型保护方案，将用户保护也纳入其中，以更加细分的、倾向于用户供电可靠性的方案及二次重合闸方案，将对用户的供电水平提高到一个新的层面。改变原有偏重于考虑电力系统需求的方案转变为兼顾消费者用户需求的方案，线路开关保护定值制定策略的瞬时段让渡时间，向下与分界开关保护的配合协调，将原有的保护分界向下游延伸至重要用户，向上与变电站变压器配合，形成一套以变电站变压器为基准相对固定的定值；同时辅以分界开关及长线路的中间开关以及其相应保护区段相配合，克服原有的保护方案依赖于线路长度，受运行方式影响无法保证配合选择性的特点。在此基础上，可以有效实现“地县调整定一体化系统”，实现配网定值管理的自动化。

2. 基于保护配合边界扩展的保护配合系统

2.1. 保护配合总则

选定集中型配电线路，通常认为配置以下标准配置：

(1) 线路开关

应配置三段式定时限电流保护。

小电阻接地系统应配置零序过流保护与高灵敏度接地保护。

宜具备二次重合闸功能。

根据需要，可配置纵联差动保护。

(2) 分段开关

分段开关应参与馈线自动化逻辑判断，可采用“就地型”、“集中型”馈线自动化。

“就地型”馈线自动化，宜在主干线路配置“电压-时间型”馈线自动化，在分支线配置电流计数型控制器。

“集中型”馈线自动化，应配置一段式电流进行故障检测，以失压或零流判据确认故障后，上报主站。小电阻接地系统，应配置零序过流进行故障检测，检测出接地后，上报主站。

(3) 分界开关

应配置可平滑整定的两段式定时限电流保护，保护动作于断路器跳闸。

宜具备一次重合闸功能。

小电阻接地系统应配置零序过流保护与高灵敏度接地保护。

中性点不接地或经消弧线圈接地系统，应具有单相接地检测、隔离接地点功能。

(4) 用户进线开关

用户前配置分界开关时，用户进线开关可不配置保护，用户前未配置分界开关时，用户有两台及以上变压器时，用户进线开关宜配置保护。

配置保护的用户进线开关，功能配置要求同分界开关。

(5) 配电变压器

800 kVA 及以上的油浸变压器、1000 kVA 及以上的干式变压器，宜配置两段式电流保护，保护动作于断路器跳闸。

800 kVA 以下的油浸变压器、1000 kVA 以下的干式变压器可配置熔断器，如 20 I_e (I_e ，变压器额定电流)与上级保护过流 II 段不配合，宜配置两段式电流保护，保护动作于断路器跳闸。

其保护配置见图 1 所示。

2.2. 保护整定原则

(A) 线路开关

(1) 电流速断：

a) 应保证上级变压器限时速断保护的配合要求，应躲过所带所有配电变压器低压侧故障，可按所在

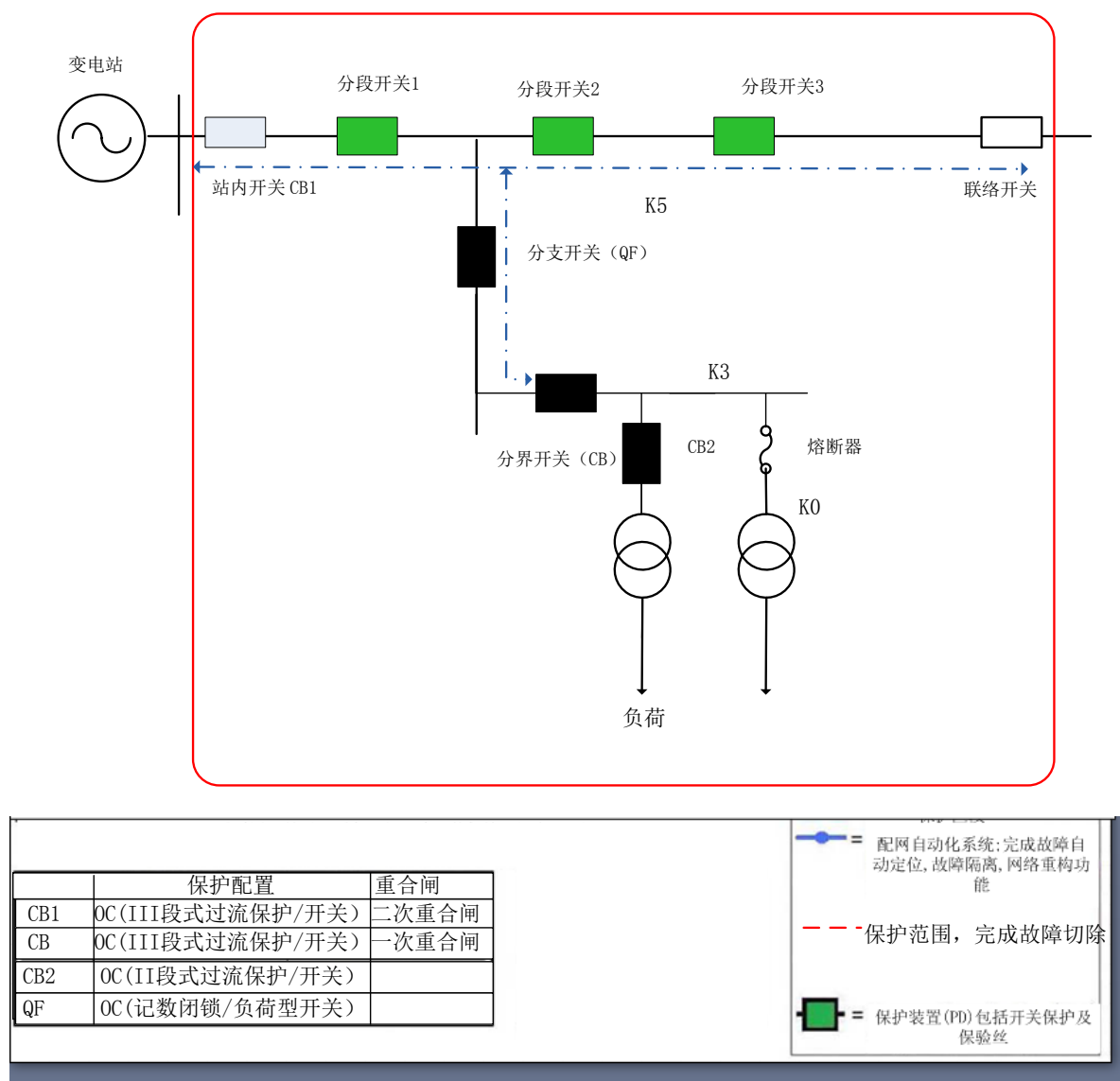


Figure 1. Primary diagram for extension-based boundary protection configuration

图 1. 基于扩展边界保护配置一次图

厂站 10 kV 母线故障有 1.7 倍灵敏度整定。二者矛盾时，按满足上级变压器配合要求整定。为防止 CT 饱和保护拒动，二次值超过 50 A 时，固定取值 50 A。城区内线路本段定值一次值不宜低于 1400 A。

b) 动作时间 0.15 s。

本段与下级分界开关电流速断重叠的保护范围内发生故障时，存在与分界开关同时跳闸的可能，由二次重合闸补救，实现上下级配合。

(2) 限时速断：

a) 应保证上级变压器过流保护的配合要求，应可靠躲过本线路最大负荷电流，可按 1~1.1 倍上级最小容量变压器额定电流整定。二者矛盾时，按满足上级变压器配合要求整定。为防止 CT 饱和保护拒动，二次值超过 50 A 时，固定取值 50 A。城区内线路本段定值一次值不宜低于 1200 A。

b) 动作时间 0.55 s。

(3) 定时过流：

a) 应保证本保护范围任一点发生金属性短路有不低于 1.3 的灵敏度，应躲过本线路最大负荷，可按 1.5 倍 CT 一次额定电流整定。二者矛盾时，按保证灵敏度整定。城区内线路本段定值一次值不宜低于 700 A。

动作时间与下级分界开关和线路中间断路器时间配合，时间级差 0.3 s。

(4) 重合闸：

a) 第一次重合闸时间 0.2 s。

b) 第二次重合闸时间 15 s。

(B) 线路中间断路器：

a) 应保证本保护范围任一点发生金属性短路有不低于 1.3 的灵敏度，应躲过本线路最大负荷，可按 1.5 倍 CT 一次额定电流整定。二者矛盾时，按保证灵敏度整定。

b) 动作时间与下级分界开关和线路中间断路器定时过流时间配合，时间级差 0.3 s。

分界开关

(1) 电流速断：

a) 应保证上级线路开关限时速断的配合要求，应与所带配电变压器电流速断或熔断器配合，可按线路开关的限时速断定值除以 1.05~1.1 的配合系数整定。二者矛盾时，按保证上级线路的配合要求整定。为防止 CT 饱和保护拒动，二次值超过 50 A 时，固定取值 50 A。满足配合的前提下，城区内分界开关本段定值一次值宜固定取值 1050 A。

b) 动作时间 0 s。

注：本段与下级配电变压器电流速断或熔断器重叠的保护范围内发生故障时，存在与配电变压器开关同时跳闸或熔断的可能，由分界开关重合闸补救，实现上下级配合。

(2) 定时过流：

a) 应保证上级线路开关定时过流的配合要求，应与所带配电变压器定时过流或熔断器配合，可按线路开关的定时过流段定值除以 1.05~1.1 的配合系数整定。二者矛盾时，按上级线路的配合要求整定。为防止 CT 饱和保护拒动，二次值超过 50 A 时，固定取值 50 A。满足配合的前提下，城区内分界开关本段定值一次值宜固定取值 600 A。

b) 动作时间 1.1 s。

重合闸时间 0.5 s。重合闸时间应该是大于上级重合闸时间加重合闸后加速判断时间。

(C) 用户进线开关

用户进线开关保护整定原则同分界开关，定值按分界开关相应段定值除以 1.05~1.1 的配合系数整定，时间相同。

(D) 配电变压器保护

熔断器的选择

熔断器的额定电流可按 2 倍配电变压器额定电流选择，100 kVA 以下的配电变压器可按 3 倍配电变压器额定电流选择，以保证躲过配电变压器过负荷、励磁涌流、冷启动电流、二次侧短路、雷击等。

(1) 电流保护

电流速断：

a) 应尽可能躲过配电变压器低压侧故障，应保证上级分界开关电流速断的配合要求，可按 20 倍配电变压器额定电流整定。二者矛盾时，按上级分界开关的配合要求整定。为防止 CT 饱和保护拒动，二次值超过 50 A 时，固定取值 50 A。本段定值一次值不宜超过 950 A。

b) 动作时间 0 s。

(2) 定时过流：

a) 应保证对配电变压器低压侧故障有灵敏度，应躲过最大负荷电流，应保证上级分界开关定时过流的配合要求，可按 5 倍配电变压器额定电流整定。同时保证与上级分界开关过流 III 段配合，三者矛盾时，按上级分界开关的配合要求整定。

b) 动作时间 0.8 s。

(E) 分支开关

电流计数型控制器，按照定时过流定值来整定，其值大小介于变电站出线定时过流定值与其下游所接分界开关定时过流定值之间，过流计数两次后失压跳闸。

2.3. 保护方案特性分析

通过以上的保护方案可以看出，原有的保护配合边界是 10 KV 出线开关，向下则采取的为尽量压级差的原则。这样做的原则是首先保电力系统主网安全稳定运行作为前提，因此当用户按照并网相关要求进行进线断路器的安装及保护配置时，往往会出现与变电站出线开关因保护区重叠同时跳闸的情况。更有甚者，由于用户开关性能及维护等原因会造成用户变压器故障而站内出线开关跳闸引起全线停电的情况。在现在“一流配网”建设中，对用户的供电可靠性及供电质量提出了更高要求。同时，随着对配网服务监管力度的加强，供电公司下一步会将服务下沿向下游用户侧推进(如图 2 所示)，因而采用有利于自动化实现的、不随电网规模变化而时时需变化的、最重要的是可以兼顾用户侧利益的稳定可靠的保护方案非常有必要。

而现在采取的保护策略即是：通过保护边界向下扩展至分界开关，将 10 KV 分界开关作为电力系统面向用户的第一道屏障，这一屏障向上与站内出线开关配合，向下总则是不再考虑与配变配合。而为了做到这一点特将 10 KV 的速动段取消，而以 0.15 s 的过流 I 段代替，同时其配合方向也是向上与变电站变压器的低压侧速动与过流相配合，不再象传统保护一样考虑躲线末或者保全灵敏度方式。同时，另一方面，由图可以看出，过流保护受运行方式影响较大，这一方案在采取了如图 3 所示，之所以选择向上与变压器这样做有以下好处：

站内出线保护选择与上游变压器配合，不再考虑线路长度，可以实现自动计算，有利于实现定值计算自动化；从以上整定原则可以看出，其正常均是按固定值给出定值；

由于出线与上游变压器配合，不再考虑向下保线路全长，所以当线路超过 8 KM 时，应考虑将分段开关替换为断路器，配置过流 II 段、III 段与站内出线配合，以保证对全线特别是出现长线路时的全线保护；

出线开关通过其速动段的退出，让渡出一段保护配合空间与边界开关保护，边界开关作为与用户产权划分点的同时，也作为电力系统侧保护的最边界关口，身兼保护与产权分界两种角色，并且很适合将

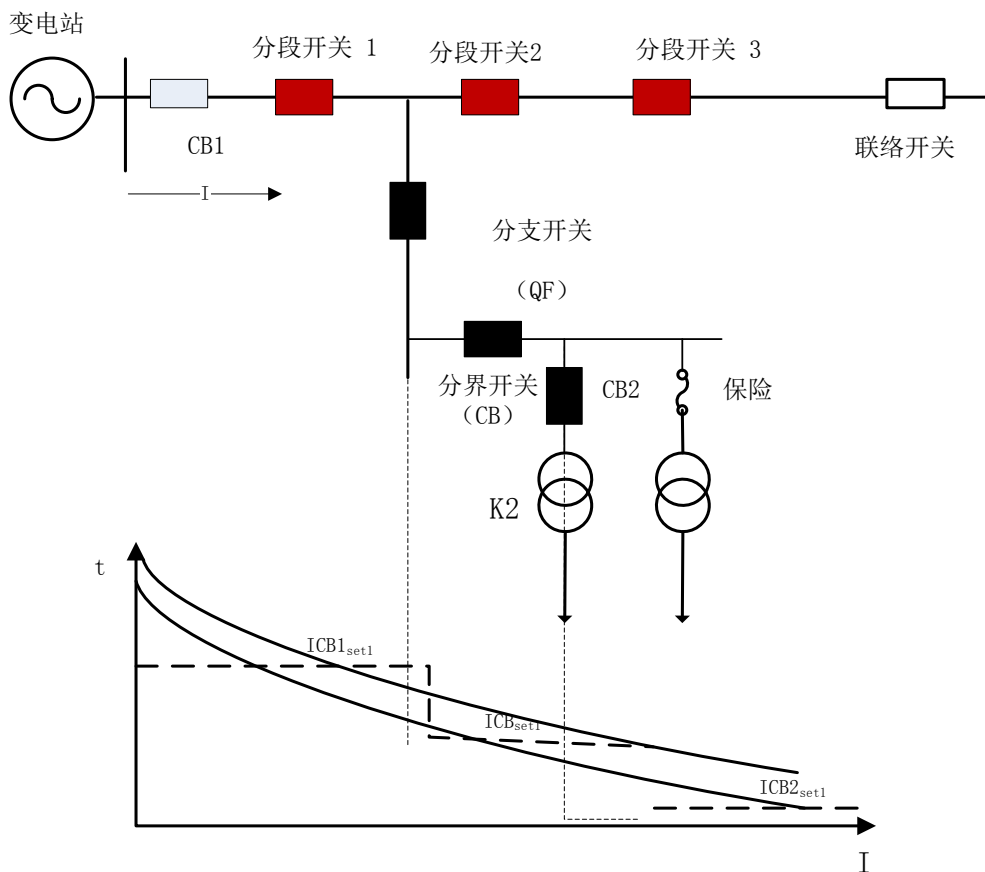


Figure 2. Diagram for protecting and coordinating relations corresponding to primary protection configuration

图 2. 基于一次保护配置相对应的保护间配合关系图及保护方案

这两种角色合二为一。

通过分界开关配置一次重合闸，站内开关配置二次重合闸，可以为用户提供一次瞬时故障跳闸时的补救机会，同时也可避免因断路器动作时间引起的站内开关与分界开关同时跳闸的问题；

通过由原来的 1 s 重合闸改为现在的 0.2 s 第一次重合闸，可以解决工业电机低压解扣问题。特别是电机类负荷占多数时，对于瞬时恢复负荷很有必要；同时对于用户普遍使用的电子类特别是智能化产品，0.2 秒可以完全忽略，对于用户来讲可以不引起感觉，这对用户的用电体验是有效提升的。

当采用 15 s 重合闸主要是模拟调度员强送一次操作，以应对“碎片”脱落临时性故障；这类故障一般是由树枝或动物引起，则需要一段时间进行“碎片”从导体或绝缘体脱落。

2.4. 保护方案中关分支开关上下级间重合闸配合特性分析

为了防止因分支与分界开关之间的故障引起站内开关跳闸，如 K3 点全线停电。特在分支开关配置了快速过流计数控制器，当发生两次过流分支控制器打开并闭锁分支开关，站内开关 CB1 经二次重合闸恢复全线供电。

分支开关做为介于线路开关与下游分界开关的中间环节，其实质是通过其上下游开关的重合闸配合来判别故障的具体位置。图表示的为配合正确时的动作序列，但是考虑到上下游开关同时跳闸时，应遵循以下方法进行考量。当故障位于分界开关下游且位于线路开关与分界开关的速断重叠区时(K0, K1, K2)

点,可能会发生线路开关与其下游所接分界开关同时跳闸的情况,线路开关 0.2 s 重合,后加速时间 0.1,分界开关因重合闸时间 0.4 s 合于故障瞬时跳开,出线开关因 0.15 s 不跳开,计数器不达失压过流两次动作值不会动作。具体动作序列如图 3 所示;

从以上分析可知,重合闸策略的采用不仅是提高对用户的供电可靠性,同时通过上下级间的重合闸间配合,可以将故障区段进一步锁定,也就是为故障判断又多提供了一次机会。

总之通过线路开关保护定值制定策略的瞬时段让渡时间,及向上与变电站变压器配合的方法,可以将给出一套相对固定的定值;而这一定值的完善需要与分界开关及长线路的中间开关以及其相应保护区段相配合,以克服原有的保护方案依赖于线路长度,受运行方式影响无法保证配合选择性的特点。同时通过线路开关与分界开关间的跳闸配合,将故障进一步锁定,通过这两个方面一起可大大提高供电可靠

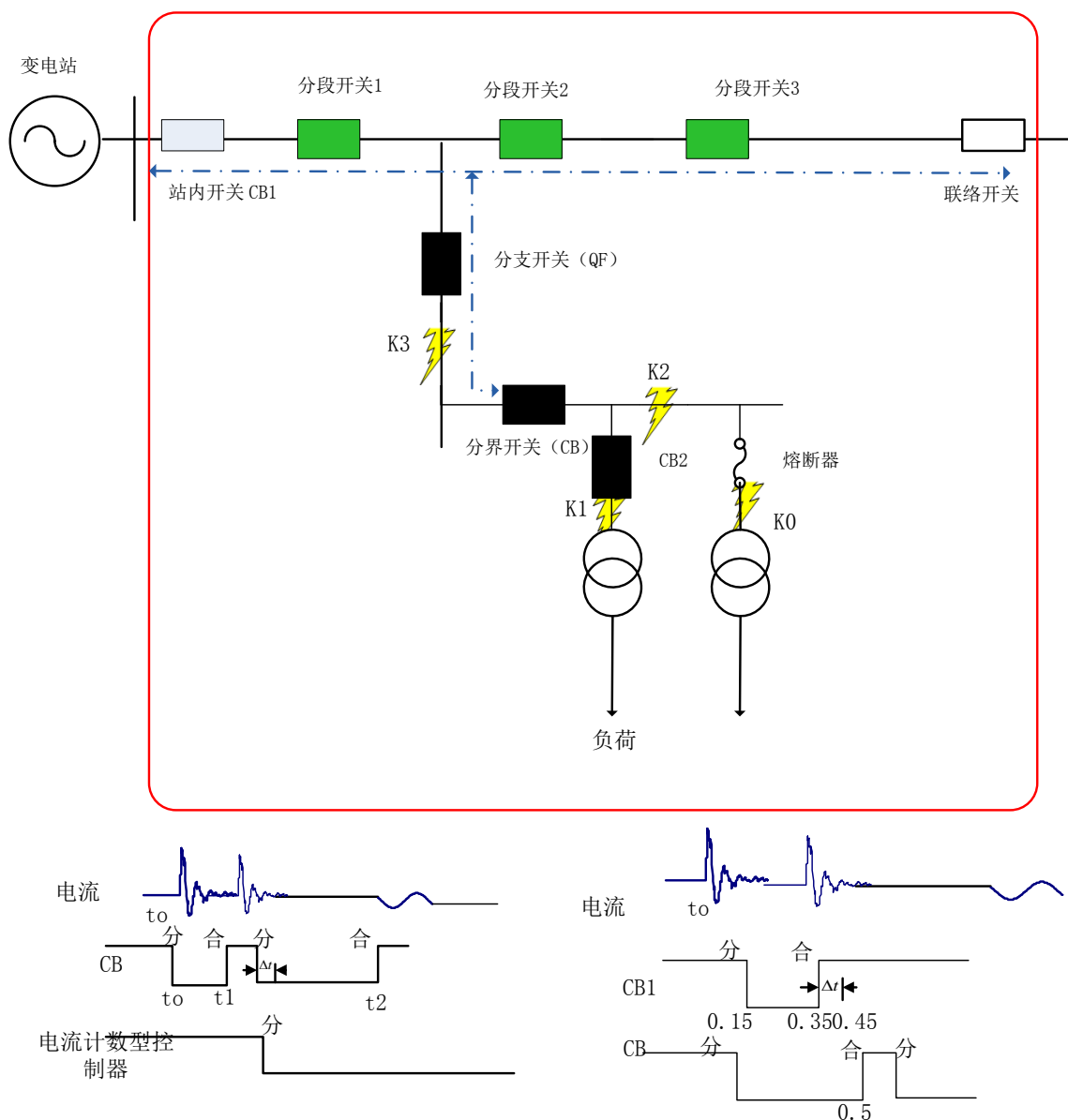


Figure 3. Action sequence diagram for superior and subordinate coordination of branch switch

图 3. 分支线配置电流计数型控制器的动作序列图

性，做到兼顾电网安全与用户利益的保护方案。

3. 基于保护配合原则的地县调整定一体化系统

地县调整定一体化系统总概

有了以上以变压器容量为配合基础的配网线路定值配合体系，当系统的高压侧一次系统建模完成后，相应的配网定值系统也就可以自动形成，总体流程图如图 4 所示。因此，其实质上这一系统可以认为是电力系统高电压等级建模之后，即可以根据变电站变压器容量生成低压配网的保护定值系统。在完成变压器建模后，再通过当地供电片区(输入线路长度)，经校验决定是否加装线路中间断路器形成最终保护方案。具体流程图所对应的操作界面如下图所示：①创建厂站；②建变压器及输入相关建数；③录入参数完毕后，图形中变压器图元根据参数做出相应变更，完成建模，如图 5 所示。

根据流程图可以进行相应变电站设定及线路保护配合关系及相关参数设定(如图 6，图 7 所示)，由选定的配合关系及变压器，线路的相关参数的设定，即可生成定值及相关保护整定计算书，(如图 8，图 9 所示)。

接下来，程序进入自动计算，并在计算完成后在保护安装处标注定值，如图 9 所示。

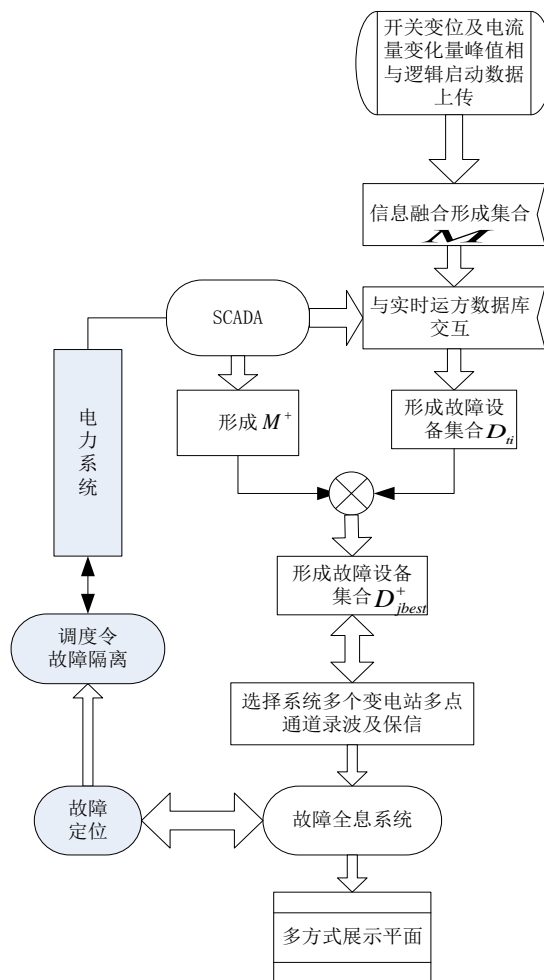


Figure 4. Flow chart for county adjustment setting integration system
图 4. 地县调整定一体化系统流程图

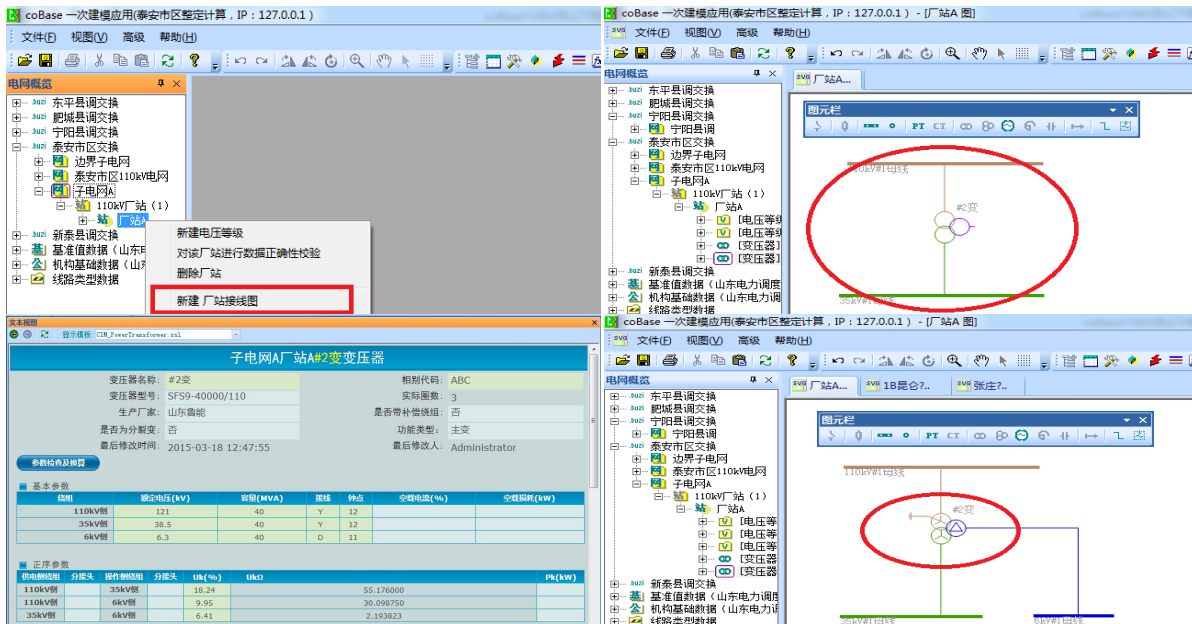


Figure 5. Flow chart for high voltage class modeling of the power system
图 5. 电力系统高电压等级建模流程图

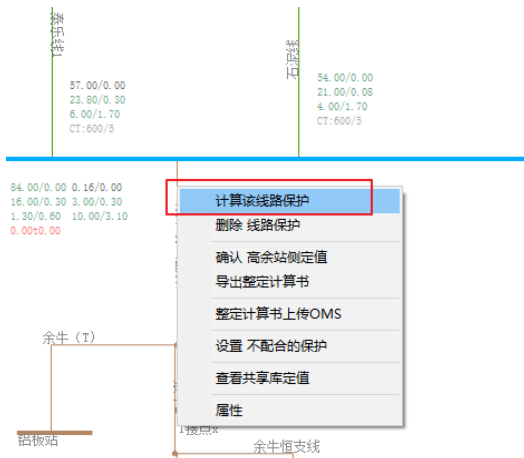


Figure 6. Single protection setting calculation
图 6. 单一保护整定计算图

请输入CTPT变比

| 保护 | CT一次值 | CT二次值 | PT一次值 | PT二次值 |
|----------------|-------|-------|--------|-------|
| 余牛线(高余)高余站侧 | 800 | 5 | 110000 | 100 |
| 3牛站站#2变110kV侧 | | 5 | 110000 | 100 |
| 3牛站站#1变10kV侧 | | 5 | 10000 | 100 |
| 余牛33牛站站侧 | | 5 | 110000 | 100 |
| 3牛站站#1变110kV侧 | | 5 | 110000 | 100 |
| 3牛站站#2变10kV侧 | | 5 | 10000 | 100 |
| 桃高牛支线3牛站站侧 | | 5 | 110000 | 100 |
| 3牛恒基站#2变10kV侧 | | 5 | 10000 | 100 |
| 3牛恒基站#1变110kV侧 | | 5 | 110000 | 100 |
| 3牛恒基站#1变10kV侧 | | 5 | 10000 | 100 |
| 3牛恒基站#2变110kV侧 | | 5 | 110000 | 100 |
| 余牛恒支线3牛恒基站侧 | | 5 | 110000 | 100 |

确定 取消

Figure 7. Configuration of CT parameters for line protection
图 7. 线路保护 CT 参数配置



Figure 8. Configuration of the CT parameter and the line protection principle
 图 8. 线路保护 CT 参数配置及线路保护原则配置





Figure 9. Automatic calculation of line protection setting

图 9. 线路保护自动导出定值

4. 结论

本文介绍了一种兼顾消费者用户需求的配网保护方案，通过线路开关保护定值制定策略的瞬时时段让渡时间，向下与分界开关保护的配合协调，将原有的保护分界向下游延伸至重要用户，向上与变电站变压器配合，形成一套以变电站变压器为基准相对固定的定值；同时辅以分界开关及长线路的中间开关以及其相应保护区段相配合，克服原有的保护方案依赖于线路长度，受运行方式影响无法保证配合选择性的特点。在此基础上，可以有效实现“地县调整定一体化系统”，实现配网定值管理的自动化。

参考文献 (References)

- [1] 杨韵, 周特军, 于芮技, 李银红. 大规模电力系统复杂数据的通用匹配方法[J]. 电力与能源, 2011, 36(5): 612-618.
- [2] 戴伟, 连晓华, 耿立松. 分布式继电保护整定计算系统[J]. 山东电力技术, 2010, 178(6): 34-40.
- [3] 罗建, 朱伯通, 蔡明, 等. 基于 CIM XML 的 CIM 和 SCL 模型互操作研究[J]. 电力系统保护与控制, 2011, 25(7): 18-22.
- [4] 罗杰, 程宏波, 陈赤培. 基于 CIM 模型的电力企业应用集成系统的研究与设计[J]. 电力系统保护与控制, 2008, 36(13): 74-77.
- [5] IEC61970 Energy Management System Application Program Interface Part 301: Common Information Modelbase. 2007.
- [6] 陈国炎, 张哲, 尹项根, 等. 基于证据理论融合的广域后备保护新方法[J]. 电工技术学报, 2014, 29(10): 246-256.
- [7] 邵雅宁, 唐飞, 刘涤尘, 等. 一种适用于 WAMS 量测数据的系统暂态功角稳定评估方法[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(6): 33-39.
- [8] 崔巍, 史永, 孙兵. 基于 IEC61970/61968 电网模型构建和整合[J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39(17): 60-63.
- [9] 韦钢, 言大伟, 胡吟, 易于. 考虑分布式电源的配网自动化方案[J]. 上海电力学院学报, 2012(1).
- [10] 曹贵明, 姜杰, 王富松, 李昌顺. 分布式电源的微网故障分析及保护方案研究[J]. 计算机仿真, 2012(1).
- [11] 于建成, 迟福建, 徐科, 李盛伟, 刘洪, 李昊扬, 李达. 分布式电源接入对电网的影响分析[J]. 电力系统及其自动化学报, 2012(1).
- [12] 胡汉梅, 郑红, 赵军磊, 曾从海. 基于配电网自动化的多 Agent 技术在含分布式电源的配电网继电保护中的研究[J]. 电力系统保护与控制, 2011(11).
- [13] 李乃永, 梁军, 赵义术, 刘益青. 考虑分布式电源随机性的配电网保护方案[J]. 电力系统自动化, 2011(19).
- [14] 马静, 王希, 米超, 王增平. 含分布式电源的配电网自适应保护新方法[J]. 电网技术, 2011(10).
- [15] 孙景钉, 李永丽, 李盛伟, 金强. 含分布式电源配电网保护方案[J]. 电力系统自动化, 2009(1).

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：sg@hanspub.org