

基于双向配置方向过流继电器的反时限后备保护 优化整定策略

胡傲¹,黄景光¹,翁汉珺¹,宫娅宁¹,苏舒²,林湘宁²

(1. 三峡大学 电气与新能源学院,湖北 宜昌 443002;

2. 华中科技大学 强电磁工程与新技术国家重点实验室,湖北 武汉 430074)

摘要: 提出一种双向配置方向过流继电器,该继电器配有2套反时限特性保护,根据故障方向设定每套保护的参数。双向配置方向过流继电器采用连接在同一条母线不同线路上的保护对,有效提高了保护系统的速动性和灵敏性。双向配置方向过流继电器的整定计算被转化为一种优化问题,将继电器间的配合问题抽象为约束条件,将主保护和备用保护的动作时间之和抽象为目标函数。IEEE 30节点的仿真结果表明,与传统保护方案相比,双向配置方向过流继电器能明显提升保护系统的速动性。

关键词: 继电保护;反时限特性;方向过流继电器;优化;保护配合;整定计算;电力系统

中图分类号: TM 77

文献标识码: A

DOI: 10.16081/j.issn.1006-6047.2016.10.025

0 引言

电力系统的优化整定计算问题实质是为了电网更好地安全稳定运行,满足更高的“四性”要求^[1]。整定计算是否准确决定了保护装置切除故障的能力。我国现阶段保护系统的配置仍然是以定时限保护为主,文献[2]指出它的保护范围受系统运行方式以及电网接线方式影响比较大;文献[3]指出在具有多级保护的线路中,离电源端越近,保护的速动性就越差,保护动作时间就越长;文献[4]指出在重负荷线路中,其灵敏度系数较低,发生近端故障时且主保护拒动的情况下,轻者会丢失大量负荷,并导致同断面其他线路严重过载威胁设备安全,重者则会引起系统性安全事故甚至电网解列。

定时限的诸多问题使得国内外学者纷纷寻找另一种特性的保护,即反时限保护,它反映了电流与时间之间反比的关系,它的选择特性避免了与灵敏性的冲突,且反时限保护的经济可靠^[5]等优点使其在欧美电网保护中有了较好的应用,但反时限继电器在整定计算方面仍然存在一些问题。

国内外对于复杂环网的整定计算研究起步较早,早在20世纪80年代就有学者把继电器的参数整定计算抽象为利用数学算法转化为优化问题求解,文献[6]提出了优化整定的概念,即确定一个目标函数和若干个约束条件,求出反时限过流保护全局最优解。然而由于电力系统结构复杂多变,为了更

准确地反映所对应的结构,在整定计算中又相应添加约束条件,这使得计算过程变得复杂。文献[7-8]提出首先对约束条件进行处理,通过分析继电器间的配合关系以及保护参数的约束关系,排除一些不必要的约束,一定程度上加速了整定流程;文献[9]将故障位置的变化可能引起保护对的变化考虑进来,从不失配的角度全面分析了所有相邻保护,做到了精确配合,无一遗漏;文献[10-15]从理论上介绍了数学规划法求解全局最优解,但对于非线性、离散变量问题容易陷入局部最优解;文献[16-18]克服了数学规划法的困境,采用更加先进的智能优化算法,操作简单,容易建模。

方向过流继电器因其经济实用的特点在传统整定计算方案中得到了广泛应用,同时,它还能定向判断故障电流避免保护误动,这在单侧电源供电的辐射形电力系统中无疑是最佳选择。但在环网系统中,由于网络结构复杂,加之故障电流为双向流动,这种只配有一套方向过流保护的继电器显然不能同时反映2个方向的故障电流。因此美国 Easun Reylooe 电气公司设计制造出一种新型继电器,即双向配置方向过流继电器,它弥补了单向过流继电器的缺陷,可以同时反映2个方向的故障电流,改变了传统方案中的主、后备保护对,给复杂环网整定计算带来了新思路。

本文采用改进型粒子群优化算法对双向过流继电器实现参数整定计算,针对反时限过流保护在各种故障状态下保护间的选择性,提出了保护间参数约束条件和保护判据,有效地保证了任意故障下保护的选择性。

收稿日期:2015-10-14;修回日期:2016-08-21

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51477090);国家电网公司科技项目(JB71-15-001)

Project supported by the National Natural Science Foundation of China(51477090) and Science and Technology Program of SGCC(JB71-15-001)

1 基于反时限特性的新型过流继电器

1.1 反时限特性及标准

反时限保护在性能上优于阶梯型折线的定时限保护,在保证选择性的同时,又能克服定时限近电源端保护时间偏大的情况,目前关于反时限特性继电器的标准有 IEC255-03 与 IEEE Std C37.112—1996 2 种,本文主要采用国际电工委员会标准,通用公式如下:

$$t = T_{DS} \frac{A}{(I/I_{pu})^B - C} \quad (1)$$

其中, t 为继电器的动作时间; T_{DS} 为继电器时间整定系数; I 为流过继电器的实际电流值; I_{pu} 为继电器的启动电流; A 、 B 为不同反时限特性方程所取常数,普通反时限特性取 $A=0.14$ 、 $B=0.02$,非常反时限特性取 $A=13.5$ 、 $B=1$,极端反时限特性取 $A=80$ 、 $B=2$; C 通常为 1。

1.2 双向配置方向过流继电器的工作原理

双向配置方向过流继电器配备了 2 套反时限特性保护,为便于区分,将 2 个方向一个规定为正向,另一个规定为反向,且每套反时限保护的参数根据各自方向设定,通常正向保护在线路发生故障时首先动作,当其失灵时,反向保护作为备用保护切除故障。这里所说的正向和反向保护并非同一继电器内的 2 套保护,而是主、后备保护对的 2 套保护。

双向配置方向过流继电器的应用改变了以往寻求主、后备保护对的方法,它是根据一种就近后备的原则,即连接在同一条母线不同线路的所有双向配置方向过流继电器。根据这种原则得出的主、后备保护对不同于传统方案里继电器间跨越式的联系,其不仅拉近了保护对之间的距离,而且当故障发生且主继电器失灵时,备用继电器在一定程度上提升了系统速动性。

对于复杂的环网系统,由于传统的方向过流继电器只能判别来自初始设置方向的故障电流,所以其作为后备继电器并不占有优势,而双向配置方向过流继电器则弥补了传统单向继电器的不足,它可以充分发挥就近后备的优势,从而在速动性方面有了很大改善。

图 1 为含 6 个传统方向过流继电器的三母线系统实例,该方案下的保护配置方式见表 1。例如,当故障发生在点 A 时, R_1 作为主继电器动作,如果 R_1 拒动,则 R_5 作为备用继电器动作;同样地,点 A 故障时, R_2 将作为主继电器负责隔离故障,当其拒动时, R_6 便作为后备保护动作。

双向配置方向过流继电器具备高灵活性和协调能力的优点,当线路发生故障时,继电器会在正、

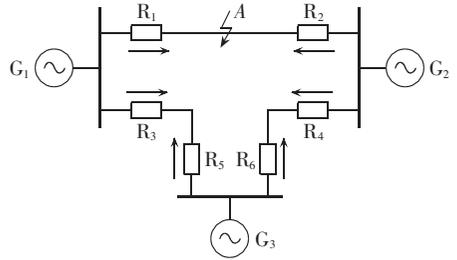


图 1 含传统方向过流继电器的三母线系统
Fig.1 Three-bus system with conventional directional overcurrent relays

表 1 传统保护方案与本文所提保护方案的主、备用继电器

Table 1 Primary and backup relays for conventional and proposed protection schemes

主继电器	备用继电器	
	传统方案	本文方案
R_1	R_5	R_3
R_2	R_6	R_4
R_3	R_2	R_1
R_4	R_1	R_2
R_5	R_4	R_6
R_6	R_3	R_5

反 2 个方向动作,其时间特性如图 2 所示。当故障电流按设定的正方向流动时,继电器将作为主保护,相反则作为后备保护。继电器有 2 对不同的参数设置: T_{DS}^{fw}, I_{pfw} 作为主保护参数, T_{DS}^{rv}, I_{prv} 作为后备保护参数。图 3 为含 6 个双向配置方向过流继电器的三母线系统实例,该方案下的保护配置方式见表 1。例如,当故障出现在点 A 时, R_3 将作为 R_1 的后备保护, R_4 将作为 R_2 的后备保护。同样,对于相同的故障定位,当 R_1 启动正向动作保护时, R_3 将启动反向动作保护。

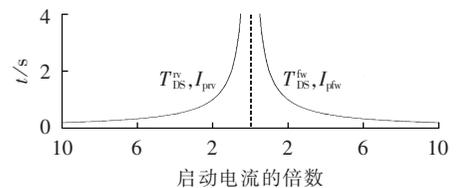


图 2 双向配置方向过流继电器的时间特性
Fig.2 Time characteristic of bidirectional overcurrent relay

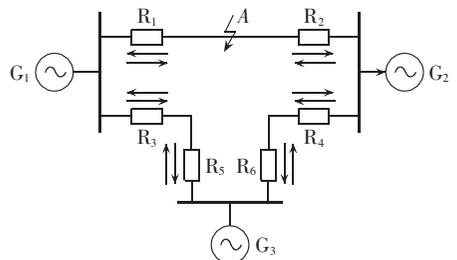


图 3 含双向配置方向过流继电器的三母线系统
Fig.3 Three-bus system with bidirectional overcurrent relays

2 反时限后备保护优化整定策略

2.1 基于双向配置方向过流继电器的整定配合方案

前文已指出现阶段应用定时限保护的环网整定策略存在的一些问题,而反时限保护的应用在很大程度上解决了定时限保护的不足,加之双向配置方向过流继电器是依据反时限特性设计制造,因此在研究反时限后备保护优化整定策略时其理当为首选。

过流继电器的动作时间与其短路电流呈反比例函数关系,如式(2)所示。

$$t_{ij} = T_{DSi} \frac{A}{\left(\frac{I_{scij}}{I_{pi}}\right)^B - 1} \quad (2)$$

其中, i 表示继电器标识符; j 表示故障位置标识符;常数参数 A 和 B 通常随着过流继电器类型的变化有不同取值,本文将 A 设置为 0.14, B 设置为 0.02; I_{scij} 为流过继电器的故障电流; I_{pi} 为启动电流。如第 1 节所述,每个双向配置方向过流继电器都有一对主、后备动作装置。最优目标是在满足所有保护配置原则下最小化继电器保护装置的動作时间。目标函数可描述为式(3)。

$$T = \sum_{j=1}^M \left(\sum_{i=1}^N t_{fwij} + \sum_{k=1}^N t_{rvkj} \right) \quad \forall i, k \in \Omega \quad (3)$$

其中, Ω 为主、后备继电器的集合; N 为继电器总数; M 为所有馈线故障点总数; t_{fwij} 和 t_{rvkj} 分别为对于故障点 j ,继电器 R_i 的正向動作时间与继电器 R_k 的反向動作时间,其线性关系可分别描述为式(4)和式(5)。

$$t_{fwij} = T_{DSi}^{fw} \frac{A}{\left(\frac{I_{scfwij}}{I_{pfiwi}}\right)^B - 1} \quad (4)$$

$$t_{rvkj} = T_{DSk}^{rv} \frac{A}{\left(\frac{I_{scrvkj}}{I_{prvkj}}\right)^B - 1} \quad (5)$$

其中, T_{DSi}^{fw} 和 T_{DSk}^{rv} 分别为继电器 R_i 和 R_k 的正向时限整定值和反向时限整定值; I_{pfiwi} 和 I_{prvkj} 分别为继电器 R_i 和 R_k 的正、反方向启动电流;由于故障点 j 的故障电流通过正向继电器 R_i ,因此被标识为 I_{scfwij} ,同理由于故障点 j 的故障电流通过反向继电器 R_k ,因此被标识为 I_{scrvkj} 。解决保护配置问题必须满足下式:

$$t_{rvkj} - t_{fwij} \geq d_{CTI} \quad \forall i, k, j \quad (6)$$

其中, d_{CTI} 为协调时间间隔(CTI),表示主继电器动作和备用继电器動作时间差最小值,为在任意故障下满足选择性要求,将在 2.2 节专门讨论。此外这些定值也要满足约束条件,可描述如下:

$$I_{pfiwi} \geq I_{pi_min}, \quad I_{prvkj} \leq I_{pi_max} \quad (7)$$

$$T_{DSi}^{fw} \geq T_{DSi_min}, \quad T_{DSi}^{rv} \leq T_{DSi_max} \quad (8)$$

其中, I_{pi_min} 和 I_{pi_max} 分别为继电器 R_i 启动电流的最小和最大值; T_{DSi_min} 和 T_{DSi_max} 分别为继电器 R_i 的时

限整定值的最小值和最大值。

保护配置需要优化的 2 个主要变量为 2 个方向的 T_{DS} 和 I_p ,从式(4)和式(5)中可以看出,继电器的動作时间和启动电流之间是非线性关系。因此,优化模型可以被描述为一个非线性规划问题。

2.2 同种类型特性曲线在任意故障情况下满足选择性的保护判据

为避免发生保护间抢动,主、后备保护之间应留有一定的时间间隔。由于反时限过流保护的動作时间与短路电流呈非线性关系,在某种故障下主、后备保护有正确的配合关系并不能保证在任意故障情况下满足选择性。如图 4 所示,保护 R_1 是保护 R_2 的后备保护,在近端故障时,短路电流较大,两保护動作关系正确;但随着故障位置逐渐远离电源点,短路电流逐渐减小,保护 R_1 的動作时间比 R_2 的動作时间增加得更慢,保护间失去选择性。当保护满足任意故障下的选择性时,則動作特性曲线不存在交点。

$$\Delta t = t_1 - t_2 > 0 \quad (9)$$

其中, Δt 为主、后备保护動作时间差; t_1 为后备保护 R_1 的動作时间; t_2 为主保护 R_2 的動作时间。

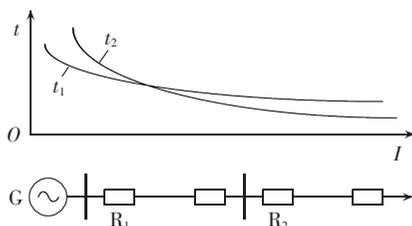


图 4 不满足选择性的動作特性

Fig.4 Operative characteristic when selectivity is not satisfied

保护系统中,主、后备保护往往采用相同类型的反时限特性曲线,即特性曲线常数 A 和 B 取值相同。将式(1)代入式(9),則满足式(9)等价于满足:

$$y = kx - b > 0 \quad (10)$$

$$k = \frac{T_{DS1}}{I_{p2}^B} - \frac{T_{DS2}}{I_{p1}^B}, \quad x = I^B, \quad b = T_{DS1} - T_{DS2}$$

式(10)为一元一次函数,当斜率 $k < 0$ 时,在故障电流数值很大的情况下, $y < 0$,不能满足选择性要求,因此必须满足 $k > 0$ 。

记 $I_{p_max} = \max\{I_{p1}, I_{p2}\}$,当 I_{p_max} 可以令 $y > 0$ 时,能保证在任意故障电流下都满足式(10),将 $I_{p_max} = I_{p1}$ 、 $I_{p_max} = I_{p2}$ 分别代入式(10)得到在整个保护范围内都满足式(10)的参数关系为:

$$\begin{cases} I_{p1} > I_{p2} \\ \left(\frac{I_{p1}}{I_{p2}}\right)^B > \frac{T_{DS2}}{T_{DS1}} \end{cases} \quad (11)$$

$$\frac{d\Delta t}{dI} = \frac{AB}{I^{1-B}} \left[\frac{I_{p2}^B T_{DS2}}{(I^B - I_{p2}^B)^2} - \frac{I_{p1}^B T_{DS1}}{(I^B - I_{p1}^B)^2} \right] \quad (12)$$

在式(11)的约束下有 $\frac{d\Delta t}{dI} < 0$, 主、后备保护动作时间之差随故障电流的减小而单调递增。

因此,主、后备保护采用同种动作特性时,只要在最严重预想事故下满足选择性要求,式(11)就可作为保护在任意故障情况下满足选择性的参数约束条件,如图 5 所示。

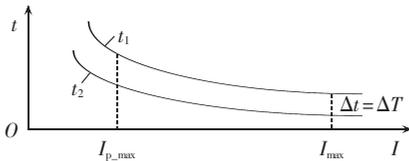


图 5 满足参数约束的动作特性

Fig.5 Operative characteristic when characteristic parameter constraints are satisfied

3 算例验证

采用双向配置方向过流继电器的反时限保护方案进行 IEEE 30 节点部分系统仿真实验,如图 6 所示。

图 6 所示系统有 3 个 132 kV/33 kV、总容量为 50 MV·A 的变电站,链接母线 2、8 和 12。变电站 33 kV 侧装配了 28 个方向型过流继电器,每个分布式电源按额定 5 MV·A 工作且功率因数全部统一。

分布式电源机组进线系统通过一个 480 kV/33 kV 的升压变压器,其暂态电抗为 5%,节点设置在所有线路的中点位置($F_{15}-F_{30}$),便于进行三相短路分析。

通过 MATLAB 对继电器参数实现整定计算,本文摘取部分节点的整定结果。表 2、表 3 分别为传统和新方案下的继电器参数设置,表中电流均为标么值。通过数据对比发现,新型继电器的参数整定发生很大变化,明显可看出摆脱了传统继电器的一套保护既充当主保护又充当备用保护的特点,且备用保护和主保护之间有一定时间间隔,避免了保护发生

表 2 传统保护方案的 T_{DS} 与 I_p 最优设置
Table 2 Optimal settings of T_{DS} and I_p for conventional protection scheme

继电器	T_{DS}/s	I_p
R ₁₅	0.351 3	0.068 4
R ₁₆	0.277 3	0.060 5
R ₁₇	0.100 0	0.464 8
R ₁₈	0.100 0	0.455 8
R ₁₉	0.100 0	0.241 2
R ₂₀	0.288 8	0.078 9
R ₂₁	0.596 6	0.016 6
R ₂₂	0.224 3	0.096 1
R ₂₃	0.417 6	0.062 7
R ₂₄	0.100 0	0.166 1
R ₂₅	0.283 6	0.150 2

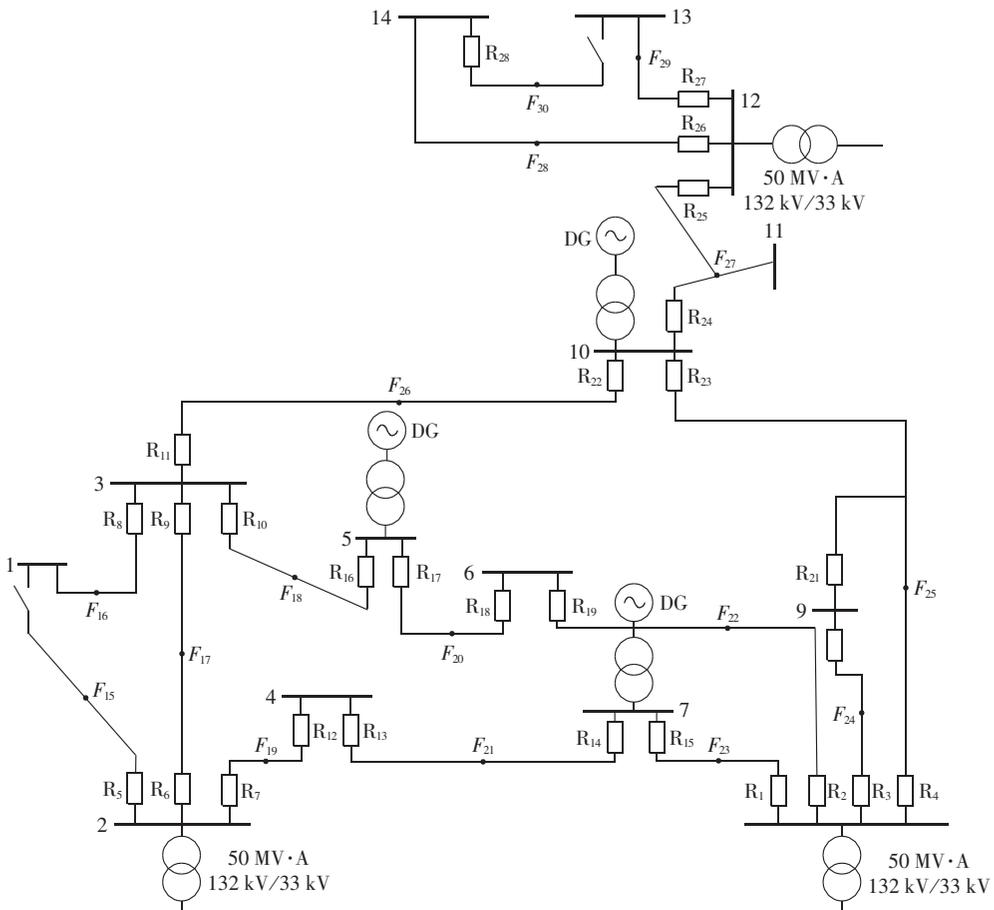


图 6 IEEE 30 节点系统图
Fig.6 IEEE 30-bus system

表 3 本文所提继电器方案的参数设置
Table 3 Settings for proposed protection scheme

继电器	T_{IS}^{fw}/s	I_{plw}	T_{IS}^{rv}/s	I_{prv}
R ₁₅	0.1	0.068 4	0.200 8	0.110 7
R ₁₆	0.1	0.060 5	0.176 6	0.101 1
R ₁₇	0.1	0.027 9	0.170 8	0.104 1
R ₁₈	0.1	0.027 9	0.185 0	0.113 7
R ₁₉	0.1	0.067 3	0.182 0	0.106 1
R ₂₀	0.1	0.078 9	0.186 2	0.111 0
R ₂₁	0.1	0.016 6	0.175 4	0.148 9
R ₂₂	0.1	0.019 7	0.144 3	0.523 0
R ₂₃	0.1	0.062 7	0.176 1	0.062 7
R ₂₄	0.1	0.024 3	0.263 7	0.024 3
R ₂₅	0.1	0.048 5	0.100 0	0.166 1

误动。这是因为传统方案里 R₁ 只配备了 1 套保护,它既要满足作为主继电器的约束条件,同时也要满足作为 R₁₄ 的备用继电器的约束条件,需要指出的是,同样是 R₁,当其配备了 2 套保护时,不论作为主继电器还是备用继电器,它都有其对应的保护,从而能更有效地发挥其性能。

从图 7 可以很直观地看出,利用双向配置方向过流继电器保护的動作时间明显优于传统保护方案,尤其当故障发生在点 F₂₀—F₂₄ 时,保护的動作时间平均缩减 50% 以上,这与就近选取备用保护密切相关。例如,当点 F₁₈ 故障时,主继电器 R₁₀ 和 R₁₆ 分别动作,如果 R₁₀ 拒动,则它的备用继电器 R₉ 和 R₁₁(在传统方案中 R₆ 和 R₂₂ 是其备用继电器)分别动作,R₁₇ 作为 R₁₆ 的备用继电器动作(当 R₁₆ 拒动时)。通过图 7 中 F₁₈ 的柱状图可以看出,应用新保护方案可以更迅速地切除故障。相比传统保护配置方案,新方案中备用继电器不再跨越整条线路,这无疑缩减了故障电流的传播时间。新方案的仿真结果展示出绝对的优越性。通过计算,在 F₁₅—F₂₅ 分别发生故障时,传统保护中继电器总的動作时间为 46.933 6 s,而应用了双向配置方向过流继电器后,動作总时间为 25.046 1 s,双向配置方向过流继电器可以实现更快的故障隔离。

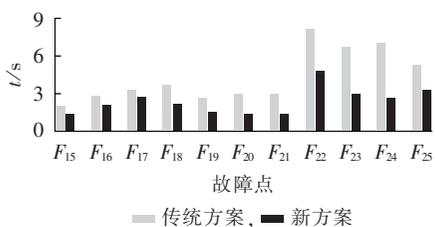


图 7 2 种保护方案的主、备用继电器最优動作时间
Fig.7 Comparison of total operation time between two schemes

4 结论

本文运用双向配置方向过流继电器,建立了反时

限保护整定计算模型。PSCAD 仿真验证表明,本文方案提高了保护的速动性。此外,本文还提出了同种类型特性曲线在任意故障下满足选择性的保护判据,从而避免了保护误动、抢动;同时还基于双向配置方向过流继电器提出了就近后备的概念,使复杂环网在寻求主、后备保护对时更加简单、准确,在一定程度上提高了环网整定计算的效率,不受网络结构的限制,改进了优化整定的方法。

参考文献:

- [1] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护规定汇编[M]. 北京: 中国电力出版社,1997:47-48.
- [2] 郭煜华,姜军,范春菊,等. 改进的配电网反时限过电流保护[J]. 电力自动化设备,2015,35(10):45-50.
GUO Yuhua,JIANG Jun,FAN Chunju,et al. Improved inverse-time over-current protection for distribution network[J]. Electric Power Automation Equipment,2015,35(10):45-50.
- [3] 张保会,尹项根. 电力系统继电保护[M]. 2版. 北京:中国电力出版社,2009:18-30.
- [4] 汤涌,卜广全,易俊. 印度“7.30”、“7.31”大停电事故分析及启示[J]. 中国电机工程学报,2012,32(25):167-174.
TANG Yong,BU Guangquan,YI Jun. Analysis and lessons of the blackout in Indian Power Grid on July 30 and 31,2012[J]. Proceedings of the CSEE,2012,32(25):167-174.
- [5] CHUNG J L,LU Y,KAO W S,et al. Study of solving the coordination curve intersection of inverse-time overcurrent relays in subtransmission systems[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 2008,23(4):1780-1788.
- [6] URDANETA A J,NADIRA R,PEREZ JIMENEZ L G. Optimal coordination of directional overcurrent relays in interconnected power systems[J]. IEEE Transactions on Power Delivery,1988,3(3):903-911.
- [7] KAREGAR H K,ABYANEH H A,OHIS V,et al. Pre-processing of the optimal coordination of overcurrent relays[J]. Electric Power Systems Research,2005,75(2):134-141.
- [8] EZZEDDINE M,KACZMAREK R. Reduction of effect of coordination constraints in the linear optimization of operating times of overcurrent relays[C]//MELECON 2008-The 14th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference,2008. Ajaccio,France;IEEE, 2008:707-712.
- [9] AGGARWAL C,MANGALVEDEKAR H A,CHAUDHARI H B. Effect of fault location on optimal coordination of directional over current relay[J]. TENCON 2008-2008 IEEE Region 10 Conference,2008. Hyderabad,India;IEEE,2008:1-5.
- [10] ELREFAIE H B. A parallel processing algorithm for coordination of directional overcurrent relays in interconnected power systems[J]. IEE Proceedings-Generation,Transmission and Distribution,1994,141(5):514.
- [11] CHATTOPADHYAY B,SACHDEV M S,SIDHU T S. An on-line relay coordination algorithm for adaptive protection using linear programming technique[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 1996,11(1):165-173.
- [12] URDANETA A J,RESTREPO H,MARQUEZ S,et al. Coordination of directional overcurrent relay timing using linear programming[J]. IEEE Transactions on Power Delivery,1996,

- 11(1):122-129.
- [13] BIRLA D, MAHESHWARI R P, GUPTA H O. A new nonlinear directional overcurrent relay coordination technique, and banes and boons of near-end faults based approach[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 2006, 21(3):1176-1182.
- [14] 李滨, 韦化, 李佩杰. 电力系统无功优化的内点非线性互补约束算法[J]. 电力自动化设备, 2010, 30(2):53-58.
LI Bin, WEI Hua, LI Peijie. Interior-point nonlinear algorithm with complementarity constraints for reactive-power optimization [J]. Electric Power Automation Equipment, 2010, 30(2):53-58.
- [15] ZEINELDIN H, EL-SAADANY E F, SALAMA M A. Optimal coordination of directional overcurrent relay coordination[C]// IEEE Power Engineering Society General Meeting, 2005. [S.l.]: IEEE, 2005:1101-1106.
- [16] 刘述奎, 李奇, 陈维荣, 等. 改进粒子群优化算法在电力系统多目标无功优化中应用[J]. 电力自动化设备, 2009, 29(11):31-36.
LIU Shukui, LI Qi, CHEN Weirong, et al. Multiobjective reactive power optimization based on modified particle swarm optimization algorithm[J]. Electric Power Automation Equipment, 2009, 29(11):31-36.
- [17] MANSOUR M M, MEKHAMER S F, EL-KHARBAWE N. A modified particle swarm optimizer for the coordination of directional overcurrent relays[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 2007, 22(3):1400-1410.
- [18] 周任军, 李绍金, 李红英, 等. 空间粒子群优化算法及其在电力系统环保经济负荷分配中的应用[J]. 电力自动化设备, 2014, 34(9):7-12.
ZHOU Renjun, LI Shaojin, LI Hongying, et al. Space particle swarm optimization algorithm and its application in environmental & economic load distribution of power system[J]. Electric Power Automation Equipment, 2014, 34(9):7-12.

作者简介:



胡 傲(1990—), 男, 江苏沐阳人, 硕士研究生, 主要从事电力系统继电保护及动态模拟工作(E-mail: 84210983@qq.com)。

Setting optimization of inverse-time backup protection based on bidirectional overcurrent relays

HU Ao¹, HUANG Jingguang¹, WENG Hanli¹, GONG Yanning¹, SU Shu², LIN Xiangning²

(1. College of Electrical Engineering & New Energy, China Three Gorges University, Yichang 443002, China;

2. State Key Laboratory of Advanced Electromagnetic Engineering and Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: A bidirectional overcurrent relay configured inversely with two inverse-time protections is proposed, whose parameters are set respectively according to the fault directions. It applies a pair of protections for different lines of same bus to effectively improve the quickness and sensitivity of protection system. The calculation of its settings is converted into a setting optimization problem, which abstracts the coordination between relays as the constraints and the total operation time of primary and backup protections as the objective function. The simulative results of IEEE 30-bus system illustrate that, the protection scheme based on the bidirectional overcurrent relays has obviously higher system quickness than conventional protection scheme.

Key words: relay protection; inverse time-lag characteristic; directional overcurrent relay; optimization; protection coordination; setting calculation; electric power systems