

电压差动保护的应用

广东省电力勘测设计院 张华贵

前 言

电流差动保护是广泛应用的一种差动保护。其原理简单易明，理论上能区别内部和外部短路。但实用上，由于大的外部短路电流而出现CT饱和时，引起电流差动保护误动，扩大了事故。电压差动保护（因所用继电器阻值高，也叫高阻差动保护）由于外部短路时不怕CT饱和，安全性好。在国外也就用得很多，但在我国用得很少。在我国500 kV的工程上，电压差动保护有它独特的用处，不可忽略。

一、电压差动保护与电流差动保护的比较

项 目	电 压 差 动 保 护	电 流 差 动 保 护
继电器整定值	电压（伏）	电流（安）
继电器阻值	高阻	低阻
CT饱和	不怕	怕
CT变比	相同	有中间CT，可不同
CT级别	Class 'X'级	5~10%误差级
CT断线监视	用电压元件发信号	用电流元件发信号
CT断线闭锁	用电压闭锁元件	用电压或其它闭锁
适用性	单母线	双母线、单母线、 $1\frac{1}{2}$ 开关的母线
	$1\frac{1}{2}$ 开关的母线 变压器Y ₀ 侧 并联电抗器等	发电机 Y ₀ /△变压器 并联电抗器等
制造上	简单	复杂

二、电压差动保护的動作原理

电压差动是电气设备（例如母线、并联电抗器、变压器Y₀侧等）的一种差动保护，

见图1。它与电流差动保护不同的地方在于：差动回路中所接的不是低阻电流继电器而是高阻电压继电器，按差电压（伏）整定。所用的CT不是5~10%误差的CT而是class 'X'级CT。其等效原理图示于图2。

理论上，当2个元件支路时电压差动保护在正常负荷情况时，CT二次电压大小相等，方向相反。作用到差电压回路的电压为0伏（当电路对称时）。在外部短路时，假设由于大的短路电流而使一侧CT饱和而另一侧CT不饱和的情况下，作用到差电压回路的电压为 $V_d = \frac{1}{n_{CT}} I_{Kmax} R_2$ 。因小于差动继电器的整定电压，继电器不动作，在外部短路，若CT均不饱和时，则差压比一侧CT饱和时的差压小，继电器不动作。内部短路时，CT二次电压方向相同，作用到差电压回路的电压，当大于差动继电器的整定电压时，继电器动作掉闸。上述四种情况，作用于继电器上的电压示于图3。

当差动保护的支路CT并联数 $n > 2$ 时，如多元件支路的母线，三支路的自耦变压器Yo侧，如500kV/220kV/中性线。此时的电压分布图应为多支路的，但内部短路，E向相同、外部短路，故障线的CT电势E反向是一定的，正确整定电压差动继电器的整定值，则能区别内部和外部短路。

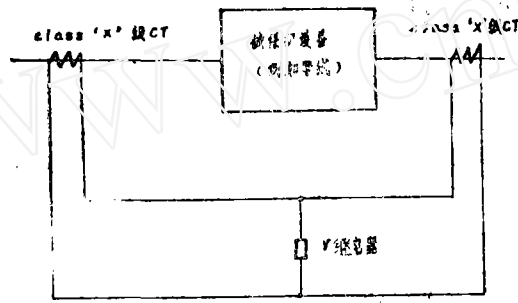
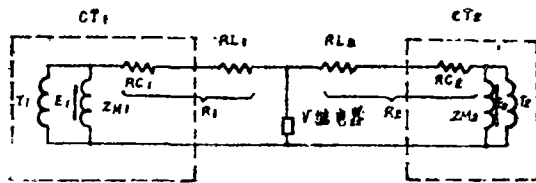


图1 电压差动保护图



RC—CT电阻 Z_M —CT激磁阻抗
RL—引线电阻 T—CT线圈

图2 电压差动保护的等效电路图

三、电压差动保护的整定值

为了保证电压差动继电器在最大外部短路电流时不动作及在内部短路时灵敏动作，

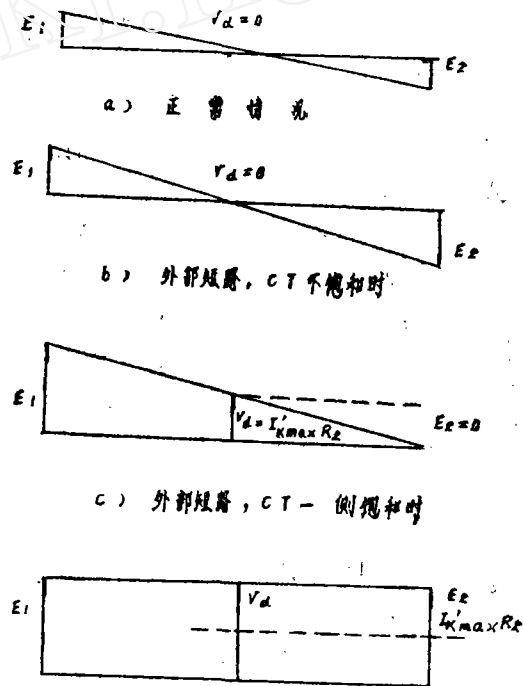


图3 电压差动保护的跨接电压图

继电器的电压整定公式为:

$$\frac{V_k}{2} \geq V_{set} > V_{dmax} \quad (1)$$

$$V_{set} = \frac{1}{n_{CT}} K_k I_{kmax} (R_{CT} + K_{jx} R_L) \quad (2)$$

式中: V_{dmax} 外部短路电流引起的最大差电压
(一侧CT饱和时)

V_{set} 继电器的电压整定值

V_k Class 'X' 级CT的拐点电压。

近等于CT感应电势的 E_{max} 值

I_{kmax} 最大外部短路电流, 最好取开关遮断电流。

R_{CT} CT二次电阻

R_L 饱和侧CT至继电器的回路电阻

K_{jx} 接线系数 三相短路时 $K_{jx} = 1$

单相短路时 $K_{jx} = 2$

K_k 可靠系数。

继电器有工频50周滤波器时取 $K_k = 1.1$

继电器无工频50周滤波器时取 $K_k = 2$

内部短路电流灵敏度校验

内部短路时, 最小短路电流应满足下列公式。

$$I_{kmin} > I_{DZ} = n_{CT} (I_P + I_{NR} + nI_M) \text{ 安} \quad (3)$$

式中: n_{CT} ——CT变比

I_P ——继电器在电压整定值 V_{set} 时对应的继电器电流

I_{NR} ——与继电器并联的非线性限压电阻在 V_{set} 时的分流

I_M —— V_{set} 时对应的CT励磁分流

n ——电压差动的并联CT数

一般, 非线性限压电阻分流很小, 可以忽略。

防止外部短路CT不饱和时, CT误差引起的最大差流的误动作校验。

$$I_{DZ} \geq K_k fi I_{kmax} \text{ 安} \quad (4)$$

式中: fi 按class 'X' 级CT的最大误差

$$fi = 0.005$$

I_{kmax} 最大外部短路电流

K_k 可靠系数

当(4)式不能满足时, 可用可调电阻与继电器并联使能满足, 即增大了 I_{DZ} , 但仍保持 V_{set} 不变。此时(4)式修正为

$$I_{DZ} = n_{CT} (I_P + I_{NR} + nI_M + I_R) \quad (5)$$

式中: $I_R = \frac{V_{set}}{R}$ R 为并联电阻值

四、电压差动保护对CT的要求

电压差动保护对CT有一些要求

1. 首先要用class 'X' 级CT。'X' 级CT属英国标准, 见B. S. 3938, 虽没列入IEC国际标准, 我国CT标准也没有'X' 级CT。但在英、瑞士、日等先进工业国均生产'X' 级CT。这种CT误差小, 最大匝比误差为 $\pm 0.25\%$ 。从(4)式可见, 由于 f_i 小, 则所产生的CT误差电流小。

2. Class 'X' 级CT, 其拐点电压 $V_x \geq 2 V_{...}$ 。当电压差动保护的整定值 $V_{...}$ (伏) 选定后, 应选用 $V_x \geq 2 V_{...}$ 的'X' 级CT, 以保证内部短路时有足够的灵敏度快速动作。

3. Class 'X' 级CT为低漏抗。

4. Class 'X' 级CT励磁电流 I_M 要小。从(3)式看, 这有利于 I_{DZ} 及 $I_{K...}$ 的降低。

5. 电压差动保护要求所接的Class 'X' 级CT的变比相同。

6. 从(2)式可见, 电压差动保护有工频50周滤波器时, K_L 值较小, 要求Class 'X' CT的拐点 V_x 较无工频50周滤波器时低。

五、防止CT断线电压差动保护的误动作及发出CT断线延时信号

CT断线时引起很大的差电流, 当负荷电流 $I_H > I_{DZ}$ 而CT断线时, 电压差动继电器误动作。为了防止保护的误掉闸, 应有CT断线闭锁装置、躲CT断线, 一般不采用加大 I_{DZ} 值的方法, 以免增大保护动作电流。加大 I_{DZ} 值的方法是调整与电压差动继电器并联的电阻R值。最常用的是加电压闭锁, 即用电压闭锁继电器($V < V_0$)的触点与电压差动继电器的触点串联出口掉闸。当CT断线时, 电压闭锁不动作, 闭锁了差动保护的误掉闸。

同时, 为了发出CT断线的延时信号, 一般是用灵敏电压继电器, 其线圈与电压差动继电器并联在差回路上, 其整定值一般为 $0.1 V_{...}$ 左右, CT断线时, 其触点经3秒延时发出CT断线信号。

六、电压差动保护的应用

根据电压差动保护的动作原理, 它有本身的特点, 它不同于电流差动保护。电流差动保护最怕的是CT的饱和, 因此电流差动要防外部短路时CT饱和的误动, 采用了很多措施, 使保护的构成复杂化。电压差动是根据外部短路, 即使CT饱和保护不会误动来设计制造的。它不怕CT饱和, 故其构成很简单。电压差动保护使用的是Class 'X' 级CT, 它的整定电压对应的动作电流很低, 使保护能够在低的内部短路电流动作, 灵敏性好。它的不利之处是要用同一变比且为Class 'X' 级CT。根据它的优缺点, 电压差动适用于500kV的 $1 \frac{1}{2}$ 开关接线的母线上作为母线保护。广东省的500kV沙角B厂和

江门500kV变电站,均选用电压差动作为 $1\frac{1}{2}$ 开关接线的母线保护。由于电压差动无中间CT,用于双母线作母线保护时,倒母线时要在主CT二次侧进行,故对双母线一般不推荐用电压差动而推荐用电流差动保护。因具有中间CT的电流差动,倒母线时可在中间CT二次侧进行,主CT二次侧不切换。

在500kV工程中,主变压器一般为自耦变压器,并选用电流差动保护作第一套主保护。可选择与它不同原理的电压差动保护作第二套主保护。但电压差动一般用在Y₀侧作分相电压差动或零相电压差动。

至于并联电抗器,除可用电流差动作其保护之外,也可用分相电压差动或零相电压差动保护。如500kV高压并联电抗器,当选用2套差动保护时,可用一套电流差动和一套电压差动保护。

七、结论

电压差动保护是一种元件差动保护。配Class 'X'级CT使用。在引进的500kV工程中,可以方便地选用'X'级CT及电压差动保护。因其简单可靠,特别适用为 $1\frac{1}{2}$ 开关接线的母线保护。

近期期刊目录

1. WXB—01型微机线路保护装置简介
2. 电力系统暂态稳定对继电保护和安全自动装置的要求
3. 多功能微机距离保护系统中单元阻抗继电器及其衍生继电器的构成方法及行为仿真
4. 叠加直流式定子接地保护存在的问题及对策
5. 并联电力电容器对变压器差动保护的影响及对策
6. JXJL—3型接地距离保护装置的设计原理简介
7. 国产500kV变压器保护的分析
8. SZY—5型微机运动原理介绍
9. SZY—5型数字式综合运动装置的遥信管理和事件顺序记录
10. JGBF—500,50C型晶体管高频闭锁方向保护装置等五个继电保护产品通过鉴定
《电力自动化设备》 87. 1.
11. DCL—1微机型电力故障录波装置。《电网技术》 87. 2.
12. 输电线路故障测距的计算方法
13. 500千伏线路塔窗的长波头操作波试验研究
14. 继电保护载波通道的频率选择与干扰计算。《东北电力技术》 87. 2.
15. 关于相敏式方向阻抗继电器有关问题的分析。《云南电力技术》 87. 1.