

任务 3-4 线路电流保护

教案头：

项目名称	项目三 二次回路的接线与微机保护		
学习型工作任务	任务 3-3 线路电流保护	学时	4
教学目标	知识目标	技能目标	素质目标
	1. 熟悉三段式电流保护的概念 2. 理解电力系统最大运行方式和最小运行方式 3. 理解无时限电流速断保护（电流 I 段）的工作原理 4. 理解限时电流速断保护（电流 II 段）的工作原理 5. 理解定时限过电流（电流 III 段）的工作原理	1. 能计算电流 I 段的定值，会进行微机线路保护的 I 段定值设置； 2. 能计算电流 II 段的定值，会进行微机线路保护的 II 段定值设置； 3. 能计算电流 III 段的定值，会进行微机线路保护的 III 段定值设置； 4. 能进行微机线路电流保护的装置的调试与测试。	1. 树立电力设备安全意识，提高电力系统保护重要性认识； 2. 培养胆大心细，做事严谨的工作作风； 3. 建立团结协作，良好沟通的工作模式。
工作任务	1. 三段式电流保护动作原理和整定计算 2. 微机线路电流保护的设置与测试		
教学重点	重点：三段式电流保护的工作原理和整定计算		
教学难点	难点：微机线路电流保护的设置与测试		
教学策略	1. 实验教学法（教-学） 2. 任务驱动法（做-练）		
教学组织形式	1. 教师讲解工作原理，并做示范实验 2. 学生分组做实验		
教学条件	供配电技术实训装置、智能供配电实训平台、综合保护测试仪		
作业	1. 提交电流保护实验报告 2. 做课后练习题		
备注			

教学内容：

一、任务概述

在供配电系统中，35KV 以下输电线路相间短路保护主要采用三段式电流保护，第 I 段为无时限电流速断保护，第 II 段为限时电流速断保护，第 III 段为定时限过电流保护，其中 I 段、II 段共同构成线路的主保护，III 段作为后备保护。本次任务主要是学习三段式电流保护的配置原则、工作原理及保护的整定计算方法。

二、知识准备

电网正常运行时，输电线路流过的是负荷电流，当输电线路发生短路时电流突然增大，电压突然降低，利用电流增大的特征构成的保护，称为电流保护。电流保护通常采用阶段式电流保护，主要包括无时限电流速断保护、限时电流速断保护和定时限过电流保护。

1. 无时限电流速断保护

输电线路发生短路故障时，反映电流增大而瞬时动作切除故障的保护，称为无时限电流速断保护，又称第 I 段电流保护或瞬时电流速断保护。

1) 工作原理

以图 4-37 所示的单侧电源网络为例，假设在每条线路上均装有电流速断保护，则当线路 AB 上发生故障时，希望保护 1 能瞬时动作，而当线路 BC 上故障时，希望保护 1 能瞬时动作，且它们的保护范围最好能达到本线路全长的 100%。但这种要求能否实现，还需要具体分析。

$$\text{三相短路电流计算公式: } I_k^{(3)} = \frac{E_s}{X_s + X_1 l} \quad (4-7)$$

$$\text{两相短路电流计算公式: } I_k^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{E_s}{X_s + X_1 l} \quad (4-8)$$

式中： E_s 为相电势； X_s 为系统电源等效电抗； X_1 为线路单位长度正序电抗； l 为故障点到保护安装处的距离（km）。

由式（4-7）和（4-8）可知，在电源电动势一定的情况下，短路电流与下列因素有关：

- ①系统电源等效电抗 X_s 。 X_s 和系统运行方式有关， X_s 最小时短路电流最大，称为最大运行方式； X_s 最大时短路电流最小，称为最小运行方式。
- ②故障点到保护安装处的距离 l 。故障点越远 l 越大，短路电流越小。
- ③短路故障类型。

由此得到图 4-37 中曲线 1、曲线 2。曲线 1 表示最大运行方式下三相短路电流变化曲线，曲线 2 表示最小运行方式下两相短路电流变化曲线。

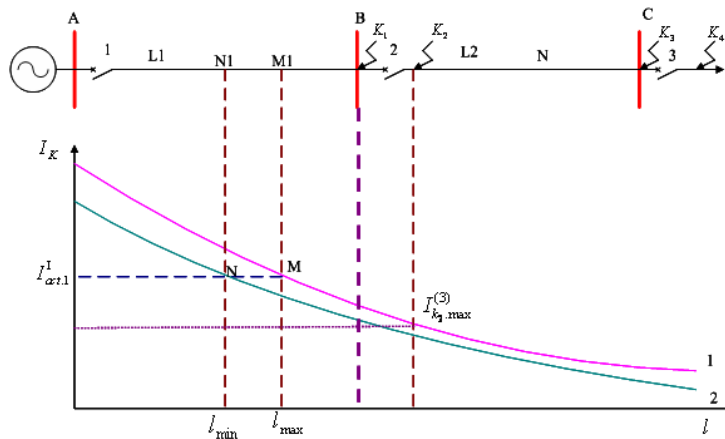


图 4-37 无时限电流速断保护动作整定分析图

2) 动作电流整定

从图 4-37 的曲线 1 上，可以找到线路任意一点在最大运行方式下三相短路电流的大小。例如线路 L2 的出口 K2 点短路时，其最大短路电流为 $I_{k2,max}^{(3)}$ 。按照选择性的要求，K2 短路时，应由保护 2 动作，保护 1 不应动作，为防止保护 1 误动，则要求保护 1 的动作电流大于 $I_{k2,max}^{(3)}$ ，即

$$I_{op,1}^I > I_{k2,max}^{(3)} \quad (4-9)$$

按上式选择了保护 1 的动作电流之后，保证了在线路 L2 上任意一点短路时，流过保护 1 的短路电流均小于其动作电流，保护 1 不会误动作。但当线路 L1 的末端 K1 点短路时，流过保护 1 的短路电流值与 K2 点短路时几乎相等，保护 1 也不动作，即保护 1 不能保护线路 L1 的全长。同样，保护 2 也无法区别 K3 点和 K4 点的短路电流，因此保护 2 也不能保护线路 L2 的全长。

因此，为保证选择性，必须提高保护 1 无时限电流速断保护的动作电流，应按大于本线路末端短路时的最大短路电流 $I_{k1,max}^{(3)}$ 来整定，即

$$I_{op,1}^I = K_{rel}^I I_{k1,max}^{(3)} \quad (4-10)$$

式中： K_{rel} 为可靠系数，一般取 1.2~1.3。

可见，无时限电流速断保护是依靠动作电流整定保证选择性的。

3. 保护范围和特点

无时限电流速断保护不能保护本线路的全长。如图 4-37 中线路 L1，在 M1 点后段发生短路时，短路电流 I_K 小于保护 1 的动作电流 $I_{op,1}^I$ ，保护不动作。

无时限电流速断保护范围受系统运行方式和短路类型的影响。在最大运行方式下三相短路时，保护范围最大，如图 4-37 中 AM 段；在最小运行方式下两相短路时，保护范围最小，如图 4-37 中 AN 段。最大保护范围 l_{max} 和最小保护范围 L_{min} 计算公式分别如下：

$$I_{op,1}^I = \frac{E_s}{X_{s,min} + X_l l_{max}} \quad (4-11)$$

$$I_{op,1}^I = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{E_s}{X_{s,max} + X_l L_{min}} \quad (4-12)$$

无时限电流速断保护灵敏度用保护范围占线路全长的百分数衡量。通常要求 $l_{max} \geq 50\%L$ ， $L_{min} \geq 15\%L$ ，才能装设无时限电流速断保护。

无时限电流速断保护的优点是可以瞬时动作。正因为无时限电流速断保护只保护本线路的一部分，动作时限不必与相邻线路配合，其速动性最好。

4. 原理接线

无时限电流速断保护单相原理接线如图 4-38 所示。正常运行时，流过线路的电流为负荷电流，小于保护的动动作电流，保护不动作。当在线路保护范围内发生短路时，短路电流大于保护的动动作电流，电流继电器 KA 动合触点闭合，启动中间继电器 KM，KM 动合触点闭合，启动信号继电器 KS（发出保护动作信号），并接通断路器的跳闸线圈 YT，断路器跳闸切除故障线路。

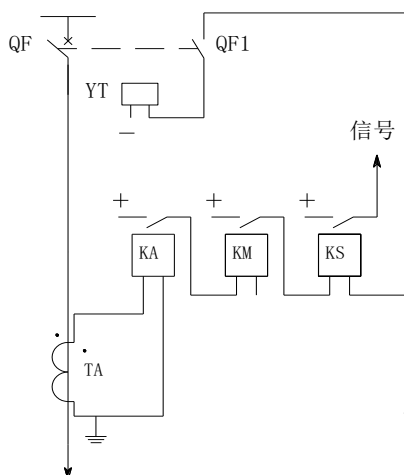


图 4-38 无时限电流速断保护单相原理接线图

接线图接入中间继电器 KM，一方面是利用 KM 的大容量触点代替 KA 的小容量触点，接通跳闸回路；另一方面是当线路上装有管型避雷器时，利用 KM 来增加保护装置的固有动作时间，以避免当避雷器放电动作时，引起电流速断保护的误动作。KS 的作用是指示保护动作，以便运行人员处理和分析故障。断路器辅助触点 QF 用于断开跳闸线圈的电流，防止 KM 触点损坏。

2. 限时电流速断保护

无时限电流速断保护虽然能实现快速动作，但不能保护本线路的全长，因此必须装设另一段保护——限时电流速断保护（也称第 II 段电流保护），用于保护无时限电流速断保护不到的后一段线路。

1) 动作电流整定

装设限时电流速断保护是为了保护本线路的全长，保护范围应延伸至下一线路；为了尽量缩短保护的时限，通常不超出下一线路第 I 段电流保护范围。因此，限时电流速断保护动作电流应按大于下一线路第 I 段电流保护的动作电流来整定。如图 4-39 所示，线路 L1 第 II 段电流保护的动作电流应为：

$$I_{op,1}^{II} = K_{rel}^{II} I_{op,2}^I \quad (4-13)$$

式中： K_{rel}^{II} 为可靠系数，一般取为 1.1~1.2

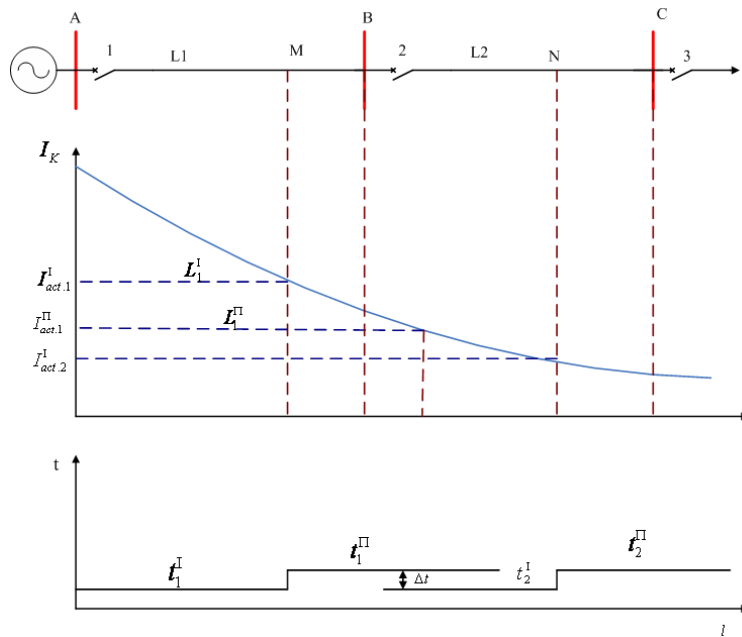


图 4-39 限时电流速断保护动作整定分析图

2) 动作时限整定

图 4-39 中，线路 L2 的 BN 段处于线路 L2 的第 I 段电流保护和线路 L1 的第 II 段电流保护的双重保护范围之内，在 BN 段发生短路时，必然出现这两段保护的同时动作。为了保证选择性，应由 L2 的第 I 段电流保护动作跳开 QF2，L1 的第 II 段电流保护不跳开 QF1。为此，L1 的第 II 段电流保护应带有一定的延时，动作慢于第 I 段电流保护，即

$$t_1^{II} = t_2^I + \Delta t \quad (4-14)$$

Δt ——时间级差，0.3~0.6s，一般取 0.5s。

3) 灵敏度校验

为了保证在极端的情况下限时电流速断保护也能保护本线路的全长，应校验在最小运行方式下在本线路末端发生两相短路时，流过保护的短路电流是否大于动作电流，使保护可靠动作。即灵敏系数

$$K_{sen} = \frac{I_{k.min}^{II}}{I_{op}^{II}} \geq 1.3 \sim 1.5 \quad (4-15)$$

当灵敏系数不满足要求时，限时电流速断保护应与下一线路的第 II 段电流保护配合，即动作电流为 $I_{op,1}^{II} = K_{rel}^{II} I_{op,2}^{II}$ ，动作时限为 $t_1^{II} = t_2^{II} + \Delta t$ 。

4) 原理接线

限时电流速断保护单相原理接线如图 4-40 所示。与无时限电流速断保护单相原理接线图相似，不同的是由时间继电器 KT 代替了中间继电器 KM，时间继电器 KT 的触点容量较大，可以直接接通跳闸回路。

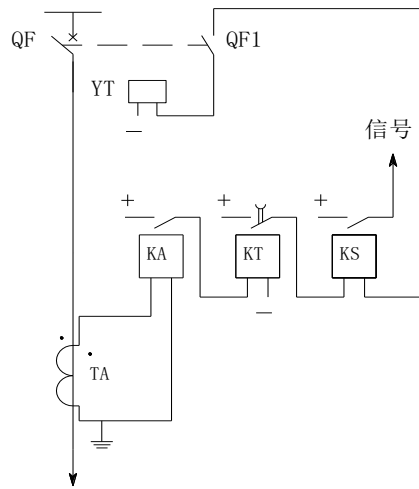


图 4-40 限时电流速断保护单相原理接线图

3. 定时限过电流保护

无时限电流速断保护和限时电流速断保护共同构成了线路的主保护。为防止本线路的主保护或断路器拒动，以及下一线路的保护或断路器拒动，必须还要给线路装设后备保护——定时限过电流保护（也称第 III 段电流保护），以作为本线路的近后备和下一线路的远后备。

1) 动作电流整定

通常定时限过电流保护按躲过最大负荷电流来整定。根据可靠性的要求，定时限过电流保护的動作电流应按以下两个条件来确定：

① 在被保护线路流过最大负荷电流 $I_{l,max}$ 时，定时限过电流保护不动作，即

$$I_{op}^{III} > I_{l,max}$$

② 为保证下一线路上的短路故障切除后，本线路上已启动的定时限过电流保护能可靠返回，返回电流 I_{re} 应大于流过保护的最大自启动电流 $K_{st} I_{l,max}$ ，即

$$I_{re} > K_{st} I_{l,max}$$

式中： K_{st} 为自启动系数，一般取 1.5~3。

因 $K_{re} = \frac{I_{re}}{I_{op}}$ ，故 $I_{re} = K_{re} I_{op}$ ，即

$$I_{op}^{III} > \frac{K_{st} I_{l,max}}{K_{re}}$$

为保证两个条件都满足，取以上两个条件中较大者为动作电流整定值。即

$$I_{op}^{III} = \frac{K_{rel} K_{st}}{K_{re}} I_{L,max} \quad (4-16)$$

式中： K_{rel} 为可靠系数，一般取 1.15~1.25； K_{re} 为电流继电器的返回系数，一般取 0.85~0.95。

2) 动作时限整定

如图 4-41 所示，线路 L1、L2、L3 均装设过电流保护。当 K1 点短路时，短路电流流过 L1 和 L2 保护安装处，因过电流保护按躲过负荷电流来整定，因而动作电流小，可能过电流保护 1、2 均启动。根据选择性的要求，应由保护 2 动作，为此应有 $t_1 > t_2$ 。

以此类推，当 K2 点短路时，应满足 $t_1 > t_2 > t_3$ 。

由此可见，定时限过电流保护动作时限的配合原则是，各保护装置的动作时限从用户到电源逐级增加一个级差 Δt ，如图 4-41 所示，其形状好似一个阶梯，故称为阶梯形时限特性。级差 Δt 一般取 0.5s。在电网终端的过电流保护时限最短，可取 0.5s，可作主保护；其他保护的时限较长，只能作后备保护。

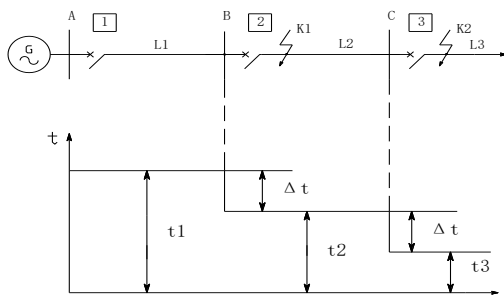


图 4-41 定时限过电流保护的動作時限

第 I 段电流保护依据动作电流整定保证选择性，第 II 段电流保护依据动作电流和时限整定共同保证选择性，第 III 段电流保护依据动作时限的“阶梯形时限特性”配合来保证。

3) 灵敏度校验

定时限过电流保护灵敏系数的校验分两种情况：

① 时限过电流保护作为本线路的后备保护，即近后备时，灵敏系数计算式为

$$K_{sen} = \frac{I_{k,min}}{I_{op}^{III}} \geq 1.3 \sim 1.5 \quad (4-17)$$

式中 $I_{K,min}$ ——系统在最小运行方式下，本线路末端两相短路时，流过保护的最小短路电流。

② 时限过电流保护作为相邻线路的后备保护，即远后备时，灵敏系数计算式为

$$K_{sen} = \frac{I_{k,min}}{I_{op}^{III}} \geq 1.2 \quad (4-18)$$

式中 $I_{K,min}$ ——系统在最小运行方式下，相邻线路末端两相短路时，流过保护的最小短路电流。

4) 原理接线

定时限过电流保护的原理接线图与限时电流速断保护相同，只是动作电流和动作时限不同。

4. 电流保护的接线方式

电流保护的接线方式是指电流保护中电流继电器线圈与电流互感器二次绕组之间的连接方式。流入继电器的电流与电流互感器二次侧流出电流的比值称为接线系数 K_{con} 。

下面介绍电流保护常用的接线方式。

1. 三相完全星形接线

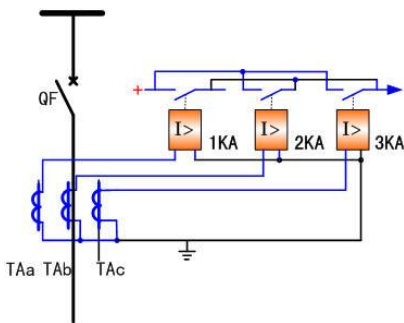


图 4-42 三相完全星形接线

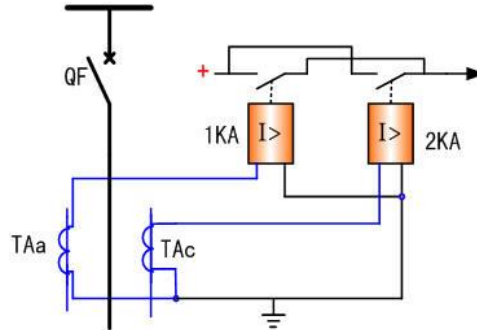


图 4-43 两相两继电器不完全星形接线

如图 4-42 所示。这种接线方式特点是：能反映三相短路、两相短路、单相接地短路等故障；流入继电器的电流与电流互感器二次侧流出电流相等，接线系数 $K_{con} = 1$ ；可提高保护动作的可靠性和灵敏性，广泛应用于发电机、变压器等贵重设备的保护。

2. 两相两继电器不完全星形接线

如图 4-43 所示。这种接线方式特点是：能反映三相短路、两相短路等各种相间短路，但对单相接地短路不能全部反映；流入继电器的电流与电流互感器二次侧流出电流相等，接线系数 $K_{con}=1$ ；接线简单、经济，广泛应用于中性点非直接接地系统，用于反应相间短路。

在中性点非直接接地系统中，发生单相接地故障时，短路电流就是较小的对地电容电流，相间电压仍然对称，往往允许继续运行 1~2h。因此，在这种电网中发生单相接地故障时，因短路电流较小，相间短路的电流保护不会动作，仅由接地保护发出预告信号。

小接地电流系统采用不完全星形接线时，各处保护装置的电流互感器应装设在同名的两相上（一般装设于 A、C 两相）。这样，一方面，在不同的线路发生两点接地短路时，可统计出有 2/3 的几率只切除一条线路，另一线路可继续运行，提高供电可靠性，如表 4-4 所示；另一方面，防止了不装于同名相时保护拒动，如线路 L1 装于 A、B 两相，L2 装于 B、C 两相，当发生线路 L1 的 C 相和线路 L2 的 A 相两点接地形成相间短路时，保护将会拒动。

表 4-4 不同线路的不同相别两点接地短路时不完全星形接线保护动作情况

线路L1 接地相别	A	A	B	B	C	C
线路L2 接地相别	B	C	C	A	A	B
L1 保护动作情况	动作	动作	不动作	不动作	动作	动作
L2 保护动作情况	不动作	动作	动作	动作	动作	不动作
停电线路数	1	2	1	1	2	1

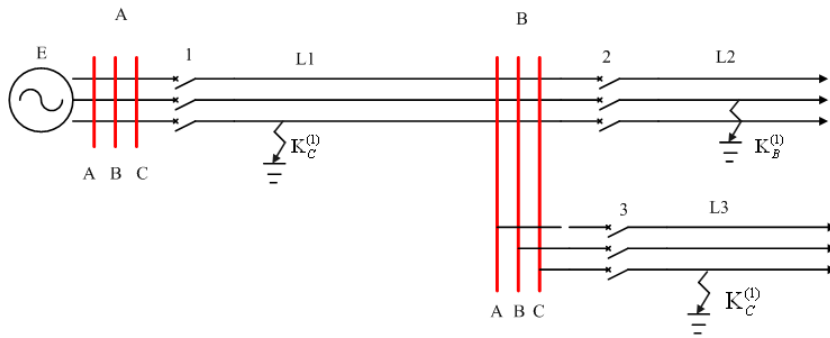


图 4-44 不同地点两点接地时工作分析图

两相不完全星形接线方式较简单经济，对中性点非直接接地系统在不同线路的不同相别上发生两点接地短路时，有 2/3 的机会只切除一条线路，这比三相完全星形接线优越。因此在中性点非直接接地系统中，广泛采用两相不完全星形接线。

3. 两相三继电器不完全星形接线

如图 4-45 所示。第三个继电器流过的是 A、C 两相电流互感器二次电流的和，其数值等于 B 相电流的二次值，从而能反映 B 相的电流，与采用三相完全星形接线相同，常用于 Y, d11 接线变压器保护。

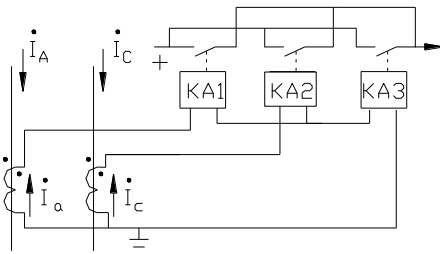


图 4-45 两相三继电器不完全星形接线

在变压器的 Δ 侧发生 AB 两相短路时，反应到 Y 侧的电流中，故障相的滞后相 B 相电流最大，是其他任一相的两倍，若采用两相两继电器不完全星形接线，B 相无继电器反应，灵敏系数将下降。采用两相三继电器不完全星形接线克服了这一缺点。

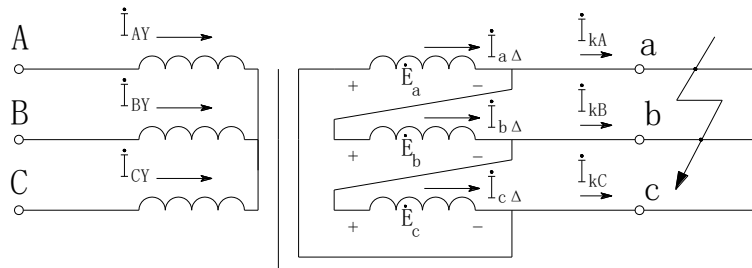
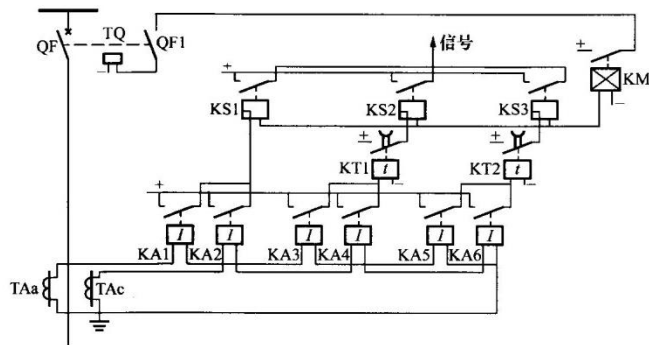


图 4-46 Y, d11 变压器 Δ 侧发生 AB 两相短路

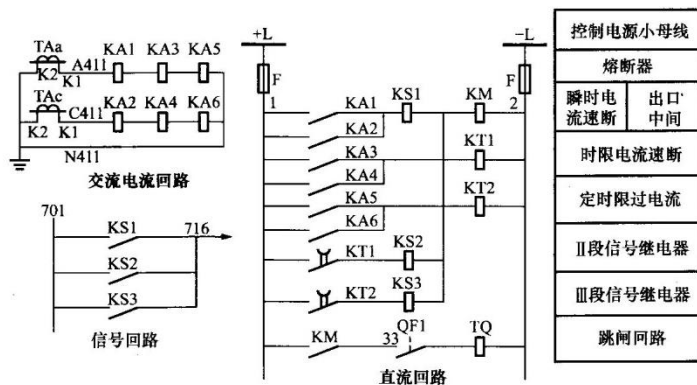
4. 三段式电流保护接线

阶段式电流保护由无时限电流速断保护、限时电流速断保护和定时限过电流保护组成，也称三段式电流保护，三段保护为或逻辑出口。其中 I 段无时限电流速断保护、II 段限时电流速断保护构成主保护，III 段定时限过电流保护是后备保护。保护展开接线图如图所示。

设在线路首端发生 AB 两相短路，短路电流将大于第 I 段、第 II 段和第 III 段动作电流，电流继电器 KA1、KA3、KA5 动作（C 相无短路电流，KA2、KA4、KA6 不动作），KA1、KA3、KA5 动合触点闭合，分别启动继电器 KM、KT1、KT2，KM 动合触点瞬时闭合，接通信号继电器 KS1、跳闸线圈 YT 回路，断路器 QF 跳闸，同时动合触点 KS1 闭合，发出事故信号。



(a)



(b)

图 4-47 三段式电流保护原理接线图

(a)原理图 (b)展开图

若在线路末端发生 AB 两相短路，短路电流将小于第 I 段动作电流，KA1 不动作。但短路电流将大于第 II 段和第 III 段动作电流，KA3、KA5 动作，KA3、KA5 动合触点闭合，分别启动时间继电器 KT1、KT2，经 0.5s 延时 KT1 动合触点闭合，断路器 QF 跳闸，并发出事故信号。

在线路首端发生 AB 两相短路时，若第 I 段拒动，则由第 II 段作后备经 0.5s 延时动作；若第 II 段也拒动，则由第 III 段以较长时限（根据阶梯形时限特性整定）动作，作本线路的近后备保护。与此相似，在线路末端发生 AB 两相短路时，第 III 段作第 II 段的近后备。

三、任务实施

1. 微机线路保护装置基本功能认知

1) 模拟系统正常、最大、最小运行方式

输电线路长短、电压级数、网络结构等都会影响网络等值参数。在实际中，由于不同时刻投入系统的发电机变压器数有可能发生改变，高压线路检修等情况，网络参数也在发生变化。在继电保护课程中规定：通过保护安装处的短路电流最大时的运行方式称为系统最大运行方式，此时系统阻抗为最小。反之，当流过保护安装处的短路电流为最小时的运行方式称为系统最小运行方式，此时系统阻抗最大。由此可见，可将电力系统等效成一个电压源，最大、最小运行方式是它在两个极端阻抗参数下的工况。实训步骤：

(1) 按照正确顺序启动实训装置：依次合上实训控制柜上的“总电源”、“控制电源 I”和实训控制屏上的“控制电源 II”、“进线电源”开关，依次合上 QS111、QS113、QF11、QS116、QF14、QF15 给输电线路供电。

(2) 设置微机线路保护装置：在“HSA-531 微机线路保护测控装置”主菜单栏中选择“保护定值”菜单，设定“一次电压比例系数”为 35，“一次电流比例系数”为 1，把装置中的所有保护退出，按“取消”

键或选择“退出”键后回到自动循环显示界面。

(3) 短路故障模拟：在控制柜上把系统运行方式拨到最大，按下 d1 按钮来模拟三相短路故障，记录微机装置上的电流电压值于下表。改变系统运行方式，读取微机装置在不同运行方式下的电流电压值（取 A 相电流电压）。并记录于下表 4-8 中：

表 4-8

项目	最大方式	正常方式	最小方式
Ua (kV)			
Ia (A)			

2) 模拟系统短路

输电线路的短路故障可分为两大类：接地故障和相间故障。而相间故障中的三相短路故障又比较点型，在此我们就以三相短路来完成实训项目。实训步骤：

(1) 按照正确顺序启动实训装置：依次合上实训控制柜上的“总电源”、“控制电源 I”和实训控制屏上的“控制电源 II”、“进线电源”开关。依次合上 QS111、QS113、QF11、QS116、QF14、QF15 给输电线路供电。（注：在做下面操作前一定要保证微机线路保护装置中的所有保护都处于退出状态）

(2) 把系统运行方式设置为最小，分别在 XL-1 段的 d1、d2 处和 XL-2 段的 d3 处发生三相短路故障，记录保护装置中的测量值于表 4-9。

表 4-9

项目	d1 处短路	d2 处短路	d3 处短路
电压 Ua (kV)			
电流 Ia (A)			

3) HSA-531 微机线路保护测控装置基本功能测试

(1) 按照正确顺序启动实训装置：依次合上实训控制柜上的“总电源”、“控制电源 I”和实训控制屏上的“控制电源 II”、“进线电源”开关，依次合上控制屏上的 QS111、QS113、QF11、QS116、QF14、QF15 给输电线路供电。

(2) 设置“HSA-531 微机线路保护测控装置”：在主菜单栏中选择“保护定值”菜单，设定“一次电压比例系数”为 35，“一次电流比例系数”为 1，“电流速断定值”为 2A，“限时速断定值”为 1.1A，“限时速断延时”为 0.5S，“过电流定值”为 0.5A，“过电流延时”为 1S，保存设置。按微机保护装置面板上的“取消”键返回主菜单栏，选择“保护投退”，按“确定”键进入后选择“速断”投入并保存，按“取消”键返回滚动显示画面。

(3) 在控制柜上把系统运行方式选择凸轮开关拨到最大位置处，按下 XL-1 段的短路按钮 d1，记录断路器的状态及动作值于表 3-1-1-3 中。

(4) 断路器动作后，待短路持续时间到，d1 处短路故障退出后，合上断路器 QF14。按下控制柜上微机线路保护装置上的“复归”键，消除抢先画面和事故灯，按“取消”键返回主菜单栏，选择“保护投退”，按“确定”键进入后选择“速断”退出并保存，再选择“限时速断”投入并保存，按“取消”键返回滚动显示画面。

(5) 在 XL-2 段的 d3 处发生短路事故，方法为手动按下 d3 短路事故模拟按钮。记录断路器的状态及动作值于表 4-9 中。

(6) 断路器动作后，待短路持续时间到，d3 处短路故障退出后，合上断路器 QF14。按下控制柜上微机

线路保护装置上的“复归”键，消除抢先画面和事故灯，按“取消”键返回主菜单栏，选择“保护投退”，按“确定”键进入后选择“限时速断”退出并保存，再选择“过电流”投入并保存，按“取消”键返回滚动显示画面。

(7) 在 XL-2 段的 d3 处发生短路事故，方法为手动按下 d3 短路事故模拟按钮。记录断路器的状态及动作值于表 4-10 中。

表 4-10

保护类型	断路器 (QF14) 的状态	动作值 (A)
速断		
限时速断		
过电流		

2. 微机定时限过电流保护

1) 按照正确顺序启动实训装置：依次合上实训控制柜上的“总电源”、“控制电源 I”和实训控制屏上的“控制电源 II”、“进线电源”开关。依次合上控制屏上的 QS111、QS113、QF11、QS116、QF14、QF15 给输电线路供电。

2) 参照附录 1 “保护整定计算”对微机保护装置过电流定值和时间进行定值整定，把“过电流定值”设为 0.5A，“过电流延时时间”设为 1S。投入“过电流”保护功能，其余功能都退出，保存设置。

3) 把系统运行方式设置为最小，打开控制柜上的电秒表电源开关，把“时间测量选择”拨至线路保护侧，工作方式采用“连续”方式，在 XL-1 段 d2 处进行三相短路，记录电流动作值及电秒表上数值于表 4-10 中。

4) 待短路故障按钮经延时跳起后，按下电秒表面板上“复位”按钮，清除电秒表数值，合上断路器 QF14，在 XL-2 段 d3 处进行三相短路，记录电流动作值及电秒表上数值于表 4-11 中。

表 4-11

故障位置	XL-1 线路 d2 处	XL-2 线路 d3 处
电 流 整 定 值 (A)		
时 间 整 定 值 (S)		
断路器能否动作		
电秒表数值 (S)		
电流动作值 (A)		

四、检查评价

- (1) 教师对各组学生实验逐个检查，检查动作电流和工作时间是否合理
- (2) 实验结束后各组组长对本组的试验进行自我评价。
- (3) 最后由老师对试验做总评，指出试验中存在问题并提出有效的解决办法。

五、总结

通过本次任务的实施，了解了微机保护的功能和特点，熟悉微机保护装置硬件结构，掌握了微机保护装置参数设定和三段式电流保护实验方法。