

# 目录

1 引言 .....	3
2 继电保护相关理论知识 .....	4
2.1 继电保护的概述 .....	4
2.2 继电保护的任任务 .....	5
2.3 继电保护基本原理 .....	5
2.3.1 反映电气量的保护 .....	5
2.3.2 反映非电气量的保护 .....	6
2.4 对继电保护装置的要求 .....	6
2.5 继电保护装置的组成 .....	8
2.6 工作回路 .....	9
3 某电力变压器继电保护设计 .....	9
3.1 设计基本资料 .....	9
3.2 本系统故障分析 .....	10
3.3 本设计继电保护装置原理概述 .....	10
3.3.1 纵差动保护 .....	10
3.3.2 变压器瓦斯保护 .....	12
3.3.3 平行双回线路横联方向差动保护 .....	13
3.3.4 复合电压启动的过电流 .....	13

3.3.5 变压器中性点直接接地零序电流保护工作原理	14
3.3.6 过电流保护的构成及工作原理 .....	16
4 短路电流计算和继电保护设计整定 .....	17
4.1 初始数据 .....	17
4.2 设计计算 .....	17
4.2.1 画出短路等值电路 .....	18
4.2.2 短路电流计算 .....	19
4.2.3 保护装置的配置 .....	20
4.2.4 各保护装置的整定计算 .....	21
4.3 保护配置图 .....	27
4.3.1 .....	三段式电流保护接线图..... 27
4.3.2 差动保护单相原理图 .....	28
4.3.3 复合电压启动的过电流保护原理图 .....	29
4.3.4 零序电流保护和中性点间隙接地保护原理图 .....	30
5 课程设计心得与体会 .....	30
参 考 文 献 .....	32

## 1 引言

电网继电保护和安全自动装置是电力系统的重要组成部分，对保证电力系统的正常运行，防止事故发生或扩大起了重要作用。继电保护是对电力系统中发生的故障或异常情况进行检测，从而发出报警信号，或直接将故

障部分隔离、切除的一种重要措施。应根据审定的电力系统设计（二次部分）原则或审定的系统接线及要求进行电网继电保护和安全自动装置设计。设计应满足《继电保护和安全自动装置技术规程（SDJ6-83）》、《110~220kV电网继电保护与安全自动装置运行条例》等有关专业技术规程的要求。

继电保护是保障电力设备安全和防止及限制电力系统长时间大面积停电的最基本、最重要、最有效的技术手段。许多实例表明，继电保护装置一旦不能正确动作，就会扩大事故，酿成严重后果。因此，加强继电保护的设计和整定计算，是保证电网安全稳定运行的重要工作。实现继电保护功能的设备称为继电保护装置。本次设计的任务主要包括了六大部分，分别为运行方式的选择、电网各个元件参数及负荷电流计算、短路电流计算、继电保护距离保护的整定计算和校验、继电保护零序电流保护的整定计算和校验、对所选择的保护装置进行综合评价。其中短路电流的计算和电气设备的选择是本设计的重点。通过分析，找到符合电网要求的继电保护方案。

电力系统和继电保护技术的不断发展和安全稳定运行，给国民经济和社会发展带来了巨大动力和效益。但是，电力系统一旦发生自然或人为故障，如果不能及时有效控制，就会失去稳定运行，使电网瓦解，并造成大面积停电，给社会带来灾难性的后果。因此电网继电保护和安全自动装置应符合可靠性、安全性、灵敏性、速动性的要求。要结合具体条件和要求，本设计从装置的选型、配置、整定、实验等方面采取综合措施，突出重点，统筹兼顾，妥善处理，以达到保证电网安全经济运行的目的。

## 2 继电保护相关知识

### 2.1 继电保护的概述

---

研究电力系统故障和危及安全运行的异常工况，以探讨其对策的反事故自动化措施。因在其发展过程中曾主要用有触点的继电器来保护电力系统及其元件（发电机、变压器、输电线路等），使之免遭损害，所以沿称继电保护。

## 2.2 继电保护的任務

当电力系统发生故障或异常工况时，在可能实现的最短时间和最小区域内，自动将故障设备从系统中切除，或发出信号由值班人员消除异常工况根源，以减轻或避免设备的损坏和对相邻地区供电的影响。

## 2.3 继电保护基本原理

继电保护装置的作用是起到反事故的自动装置的作用，必须正确地区分“正常”与“不正常”运行状态、被保护元件的“外部故障”与“内部故障”，以实现继电保护的功能。因此，通过检测各种状态下被保护元件所反映的各种物理量的变化并予以鉴别。依据反映的物理量的不同，保护装置可以构成下述各种原理的保护。

### 2.3.1 反映电气量的保护

电力系统发生故障时，通常伴有电流增大、电压降低以及电流与电压的比值（阻抗）和它们之间的相位角改变等现象。因此，在被保护元件的一端装设的种种变换器可以检测、比较并鉴别出发生故障时这些基本参数与正常运行时的差别，就可以构成各种不同原理的继电保护装置。电力系统发生故障后，工频电气量变化的主要特征是：

（1）电流增大：短路时故障点与电源之间的电气设备和输电线路上的电流将由负荷电流增大至大大超过负荷电流。

（2）电压降低：当发生相间短路和接地短路故障时，系统各点的相间电压或相电压值下降，且越靠近短路点，电压越低。

（3）电流与电压之间的相位角改变：正常运行时电流与电压间的相位角是负荷的功率因数角，一般约为 $20^\circ$ ，三相短路时，电流与电压之间的相位角是由线路的阻抗角决定的，一般为 $60^\circ \sim 85^\circ$ ，而在保护反方向三相

短路时，电

流与电压之间的相位角则是  $180^\circ$  ( $-60^\circ \sim -85^\circ$ )

(4) 测量阻抗发生变化：测量阻抗即测量点（保护安装处）电压与电流之比，正常运行时，测量阻抗为负荷阻抗；金属性短路时，测量阻抗转变为线路阻抗，故障后测量阻抗显著减小，而阻抗角增大。

(5) 不对称短路时，出现相序分量，如两相及单相接地短路时，出现负序电流和负序电压分量；单相接地时，出现负序和零序电流和电压分量。这些分量在正常运行时是不出现的。

利用短路故障时电气量的变化，便可构成各种原理的继电保护。

### 2.3.2 反映非电气量的保护

如反应温度、压力、流量等非电气量变化的可以构成电力变压器的瓦斯保护、温度保护等。

## 2.4 对继电保护装置的要求

继电保护装置为了完成它的任务，必须在技术上满足选择性、速动性、灵敏性和可靠性四个基本要求。对于作用于继电器跳闸的继电保护，应同时满足四个基本要求，而对于作用于信号以及只反映不正常的运行情况的继电保护装置，这四个基本要求中有些要求可以降低。

### (1) 选择性

选择性就是指当电力系统中的设备或线路发生短路时，其继电保护仅将故障的设备或线路从电力系统中切除，当故障设备或线路的保护或断路器拒动时，应由相邻设备或线路的保护将故障切除。

### (2) 速动性

速动性是指继电保护装置应能尽快地切除故障，以减少设备及用户在大电流、低电压运行的时间，降低设备的损坏程度，提高系统并列运行的稳定性。

般必须快速切除的故障有：



1) 使发电厂或重要用户的母线电压低于有效值（一般为 0.7 倍额定电压）。

2) 大容量的发电机、变压器和电动机内部故障。

3) 中、低压线路导线截面过小，为避免过热不允许延时切除的故障。

4) 可能危及人身安全、对通信系统或铁路信号造成强烈干扰的故障。

故障切除时间包括保护装置和断路器动作时间，一般快速保护的动作为

0.04s ~ 0.08s，最快的可达 0.01s ~ 0.04s，一般断路器的跳闸时间为 0.06s ~ 0.15s，最快的可达 0.02s ~ 0.06s。

对于反应不正常运行情况的继电保护装置，一般不要求快速动作，而应按照选择性的条件，带延时地发出信号。

### (3) 灵敏性

灵敏性是指电气设备或线路在被保护范围内发生短路故障或不正常运行情况时，保护装置的反应能力。保护装置的灵敏性是用灵敏系数来衡量。

能满足灵敏性要求的继电保护，在规定的范围内故障时，不论短路点的位置和短路的类型如何，以及短路点是否有过渡电阻，都能正确反应动作，即要求不但在系统最大运行方式下三相短路时能可靠动作，而且在系统最小运行方式下经过较大的过渡电阻两相或单相短路故障时也能可靠动作。

系统最大运行方式：被保护线路末端短路时，系统等效阻抗最小，通过保护装置的短路电流为最大运行方式；

系统最小运行方式：在同样短路故障情况下，系统等效阻抗为最大，通过保护装置的短路电流为最小的运行方式。

### (4) 可靠性



可靠性包括安全性和信赖性，是对继电保护最根本的要求。

安全性：要求继电保护在不需要它动作时可靠不动 即不发生误动作，

信赖性：要求继电保护在规定的保护范围内发生了应该动作的故障时 可靠动作，即不拒动。

继电保护的误动作和拒动作都会给电力系统带来严重危害。

即使对于相同的电力元件，随着电网的发展，保护不误动和不拒动对系统的影响也会发生变化。

以上四个基本要求是设计、配置和维护继电保护的依据，又是分析评价继电保护的基础。这四个基本要求之间是相互联系的，但往往又存在着矛盾。因此，在实际工作中，要根据电网的结构和用户的性质，辩证地进行统一。继电保护相当于一种在线的开环的自动控制装置，根据控制过程信号性质的不同，可以分模拟型（它又分为机电型和静态型）和数字型两大类。对于常规的模拟继电保护装置，一般包括测量部分、逻辑部分和执行部分。测量部分从被保护对象输入有关信号，再与给定的整定值比较，以判断是否发生故障或不正常运行状态；逻辑部分依据测量部分输出量的性质、出现的顺序或其组合，进行逻辑判断，以确定保护是否应该动作；执行部分依据前面环节判断得出的结果予以执行：跳闸或发信号。

## 2.5 继电保护装置的组成

一般情况而言，整套继电保护装置由测量元件、逻辑环节和执行输出三部分组成。

(1) 测量比较部分：测量比较部分是测量通过被保护的电气元件的物理参量，并与给定的值进行比较，根据比较的结果，给出“是”非“”性质的一组逻辑信号，从而判断保护装置是否应该启动。

(2) 逻辑部分：逻辑部分使保护装置按一定的逻辑关系判定故障的类型和范围，最后确定是应该使断路器跳闸、发出信号或是否动作及是否延时

等，并将对应的指令传给执行输出部分。

(3) 执行输出部分：执行输出部分根据逻辑传过来的指令，最后完成保护装置所承担的任务。如在故障时动作于跳闸，不正常运行时发出信号，而在正常运行时不动作等。

## 2.6 工作回路

要完成继电保护任务，除了需要继电保护装置外，必须通过可靠的继电保护工作回路的正确工作，才能完成跳开故障元件的断路器、对系统或电力元件的不正常运行发出警报、正常运行状态不动作的任务。

继电保护工作回路一般包括：将通过一次电力设备的电流、电压线性地转变为适合继电保护等二次设备使用的电流、电压，并使一次设备与二次设备隔离的设备，如电流、电压互感器及其与保护装置连接的电缆等；断路器跳闸线圈及与保护装置出口间的连接电缆，指示保护动作情况的信号设备；保护装置及跳闸、信号回路设备的工作电源等

## 3 某电力变压器继电保护设计

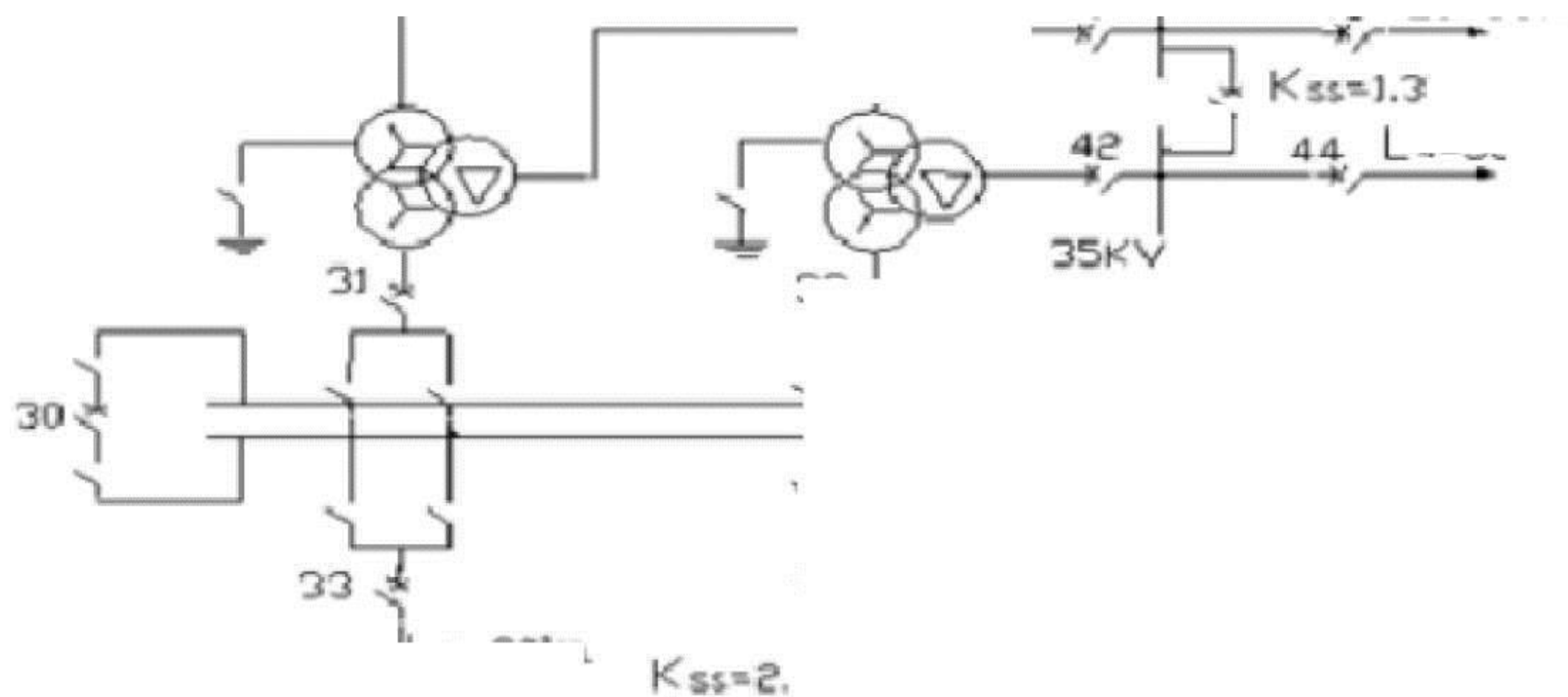
### 3.1 设计基本资料

某变电所的电气主接线如图所示。已知两台变压器均为三绕组、油浸式、强迫风冷、分级绝缘，其参数： $S_N 31.5\text{MVA}$ ，电压：

$110/42.5\%/38.5/22.5\%/11\text{kV}$ ，接线： $Y_N/y/d_{11}(Y_0/y/11/12)$ 。短路

电压： $U_{HM}(\%) 10.5$ ； $U_{H,L}(\%) 17$ ； $U_{ML}(\%) 6$ 。两台变压器同时运行，

110kV 侧的中性点只有一台接地；若只有一台运行，则运行变压器中性点必须接地，其余参数如图所示。



### 本系统故障分析

本设计中的电力系统具有非直接接地的架空线路及高压侧中性点接地的电力变压器等主要设备。就线路来讲，其主要故障为单相接地、两相接地和三相接地。

电力变压器的故障，分为外部故障和内部故障两类。变压器的外部故障常见的是高低压套管及引线故障，它可能引起变压器出线端的相间短路

图 变电所电气主接

或引出线碰接外壳。变压器的内部故障有相间短路、绕组的匝间短路和绝缘损坏。

变压器的不正常运行、过负荷、由于外部短路引起的过电流、油温上升及油面下降、产生气体等故障都有可能让继电保护动作。

## 3.3 本设计继电保护装置原理概述

### 3.3.1 纵差动保护

三绕组变压器差动保护的原理是按循环电流原理构成的。正常运行和外

可能是一侧流入另两侧流出，也可能由两侧流入，而从第三侧流出。所以，若将任何两侧电流相加再和第三侧电流相比较，就构成三绕组变压器的纵差动保护。其原 第 10 页 共 25 页

理接线如图 3-1 所示

当正常运行和外部短路时，若不平衡电流忽略不计，则流入继电器的电流为零。即  $i_R = i_{I2} + i_{II2} + i_{III2} = 0$ 。

当内部短路时，流入继电器的电流则为  $i_R = i_{I2} + i_{II2} + i_{III2} = \sum i_K / n_a$  即等于各侧短路电流（二次值）的总和。

可见在正常及区外短路时，保护不会动作，而发生内部故障时，保护将灵敏动作。为保证三绕组变压器差动保护的可靠性和灵敏性，应注意以下几点

(1) 各侧电流互感器的变比应统一按变压器最大额定容量来选择。

(2) 外部短路时的三绕组变压器比双绕组变压器的不平衡电流大，宜采用带制动特性的 BCH-1型差动继电器，若 BCH-1型仍不满足灵敏度要求，可采用二次谐波制动的差动保护。

(3) 为解决实际变比与计算变比不一致而引起的不平衡电流，以保证每两侧线圈之间的平衡，对 BCH-1型差动保护，应将两组平衡线圈分别接在二次电流较小的两侧。

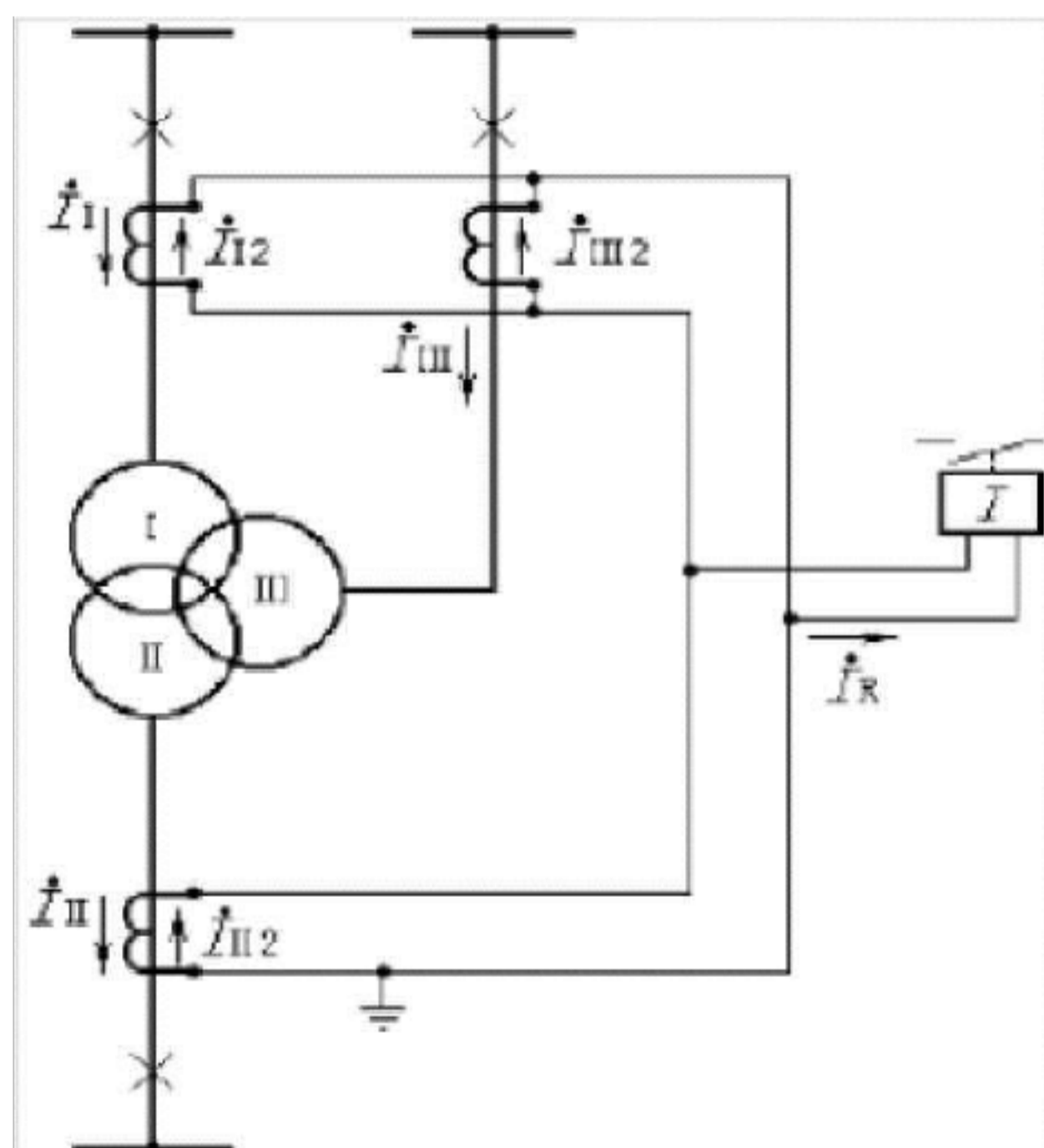


图 3.2 三绕组变压器差动保护单相原理图

本设计采用较经济的 BCH-1型带有速饱和变流器的继电器，以提高保护装置 的励磁涌流的能力。

### 3.3.2 变压器瓦斯保护

变压器瓦斯保护的主要元件就是瓦斯继电器， 变压器瓦斯保护是利用安装在 变压器油箱与油枕间的瓦斯继电器来判别变压器内部故障； 当变压器内部发生故 障时，电弧使油及绝缘物分解产生气体。故障轻微时，油箱内气体缓慢的产生， 气体上升聚集在继电器里，使油面下降，继电器动作，接点闭合，这时让其作用 于信号，称为轻瓦斯保护；故障严重时，油箱内产生大量的气体，在该气体作用 下形成强烈的油流，冲击继电器，使继电器动作，接点闭合，这时作用于跳闸并 发信，称为重瓦斯保护。其原理接线图如图 3-2.

图中：瓦斯继电器 KG的上触点接至信号，为轻瓦斯保护；下触点为重 瓦斯 保护，经信号继电器 KS 连接片 XE起动出口中间继电器 KOMKOM 的两对触点 闭合后，分别使断路器 QF1、 QF2 跳闸线圈励磁。跳开变压器 两侧断路器，即

直流+ KG KS XE KOM

直流- ， 起动 KOM

直流+ KOM QF1

YT 直流- ， 跳开断路器 QF1。

直流+ KOM QF2

YT 直流- ， 跳开断路器 QF2。

再有，连接片 XE也可接至电阻 R，使重瓦斯保护不跳闸而只发信号。



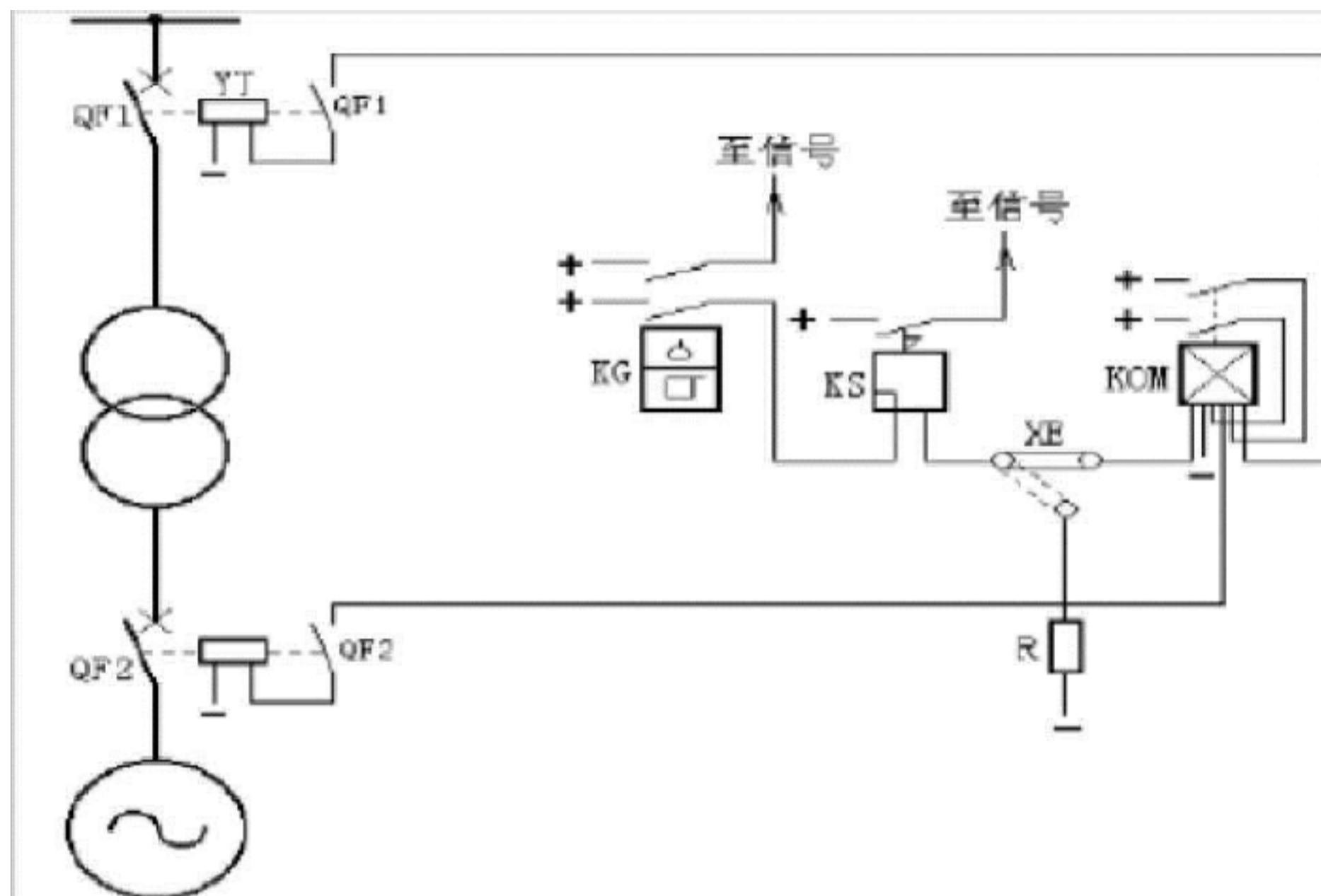


图 3.3 变压器瓦斯保护原理接线图

### 3.3.3 平行双回线路横联方向差动保护

平行双回线路横联方向差动保护是通过比较两线路的电流相位和数值相同与否鉴别发生的故障，由电流起动元件、功率方向元件和出口执行元件组成，电流起动元件用以判断线路是否发生故障，功率方向元件用以判断哪回线路发生故障，双回线路运行时能保证有选择的动作。该保护动作时间 $0S$ ，由于横联保护在相继动作区内短路时，切除故障的时间将延长一倍，故加装一套三段式电流保护，作为后备保护。

### 3.3.4 复合电压启动的过电流

当保护区内发生不对称故障，系统出现负序电压，负序过滤器 13 有电压输出使继电器 7 常闭触点打开，欠压继电器 8 失压，常闭触点闭合，接通中间继电器 9，若电流继电器 4、5、6 任何一个动作，则启动时间继电器 10，经过整定时限后，跳开两侧断路器。在对称短路情况下，电压继电器 7 不启动，但欠压继电器 8 因电压降低，常闭触点接通，保护启动。

负序电压整定值，可取额定电压的 6%；电流整定值，可取大于变压器额定电流，但不必大于最大电流（例如并联运行的变压器断开一台时）。



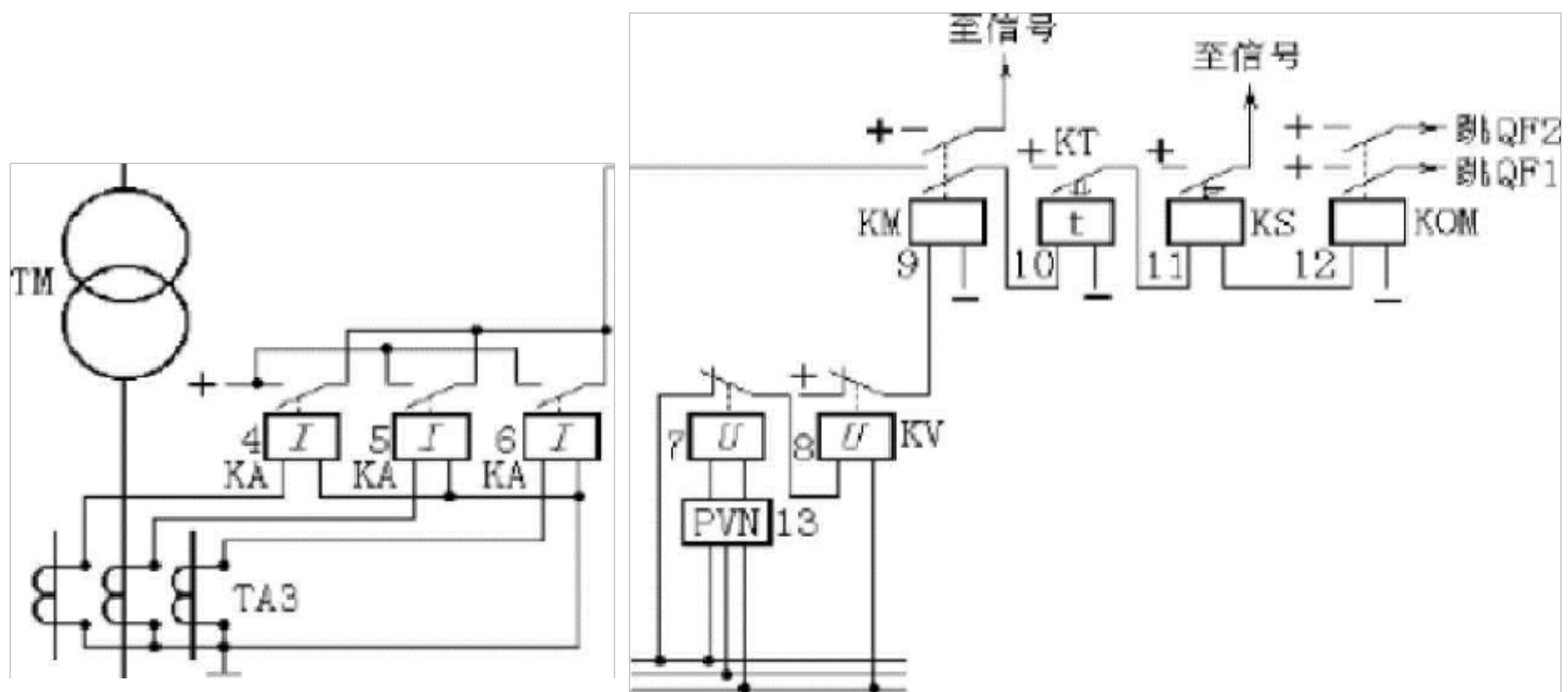


图 3.4 复合电压启动的过电流保护原理图

### 3.3.5 变压器中性点直接接地零序电流保护工作原理

目前大电流接地系统普遍采用分级绝缘的变压器，当变电站有两台及以上的分级绝缘的变压器并列运行时，通常只考虑一部分变压器中性点接地，而另一部分变压器的中性点则经间隙接地运行，以防止故障过程中所产生的过电压破坏变压器的绝缘。为保证接地点数目的稳定，当接地变压器退出运行时，应将经间隙接地的变压器转为接地运行。由此可见并列运行的分级绝缘的变压器同时存在接地和经间隙接地两种运行方式。为此应配置中性点直接接地零序电流保护和中性点间隙接地保护。这两种保护的原理接线如图 E-127 所示

**中性点直接接地零序电流保护：** 中性点直接接地零序电流保护一般分为两段，第一段由电流继电器 1、时间继电器 2、信号继电器 3 及压板 4 组成，其定值与出线的接地保护第一段相配合，0.5s 切母联断路器。第二段由电流继电器 5、时间继电器 6、信号继电器 7 和 8 压板 9 和 10 等元件组成。定值与出线接地保护的最后一段相配合，以短延时切除母联断路器及主变压器高压侧断路器，长延时切除主变压器三侧断路器。

**中性点间隙接地保护：** 当变电站的母线或线路发生接地短路，若故障

元件的

保护拒动，则中性点接地变压器的零序电流保护动作将母联断路器断开，如故障点在中性点经间隙接地的变压器所在的系统中，此局部系统变成中性点不接地系统，此时中性点的电位将升至相电压，分级绝缘变压器的绝缘会遭到破坏，中性点间隙接地保护的任务就是在中性点电压升高至危及中性点绝缘之前，可靠地将变压器切除，以保证变压器的绝缘不受破坏。间隙接地保护包括零序电流保护和零序过电压保护，两种保护互为备用。

零序电流保护由电流继电器 12、时间继电器 13、信号继电器 14 和压板 15 组成。一次启动电流通常取 100A 左右，时间取 0.5s。110kV 变压器中性点放电间隙长度根据其绝缘可取 115~158mm 击穿电压可取 63kV（有效值）。当中性点电压超过击穿电压（还没有达到危及变压器中性点绝缘的电压）时，间隙击穿，中性点有零序电流通过，保护启动后，经 0.5s 延时切变压器三侧断路器。

零序电压保护由过电压继电器 16、时间继电器 17、信号继电器 18 及压板 19 组成，电压定植按躲过接地故障母线上出现的最高零序电压整定，110kV 系统一般取 150V；当接地点的选择有困难、接地故障母线  $3U_0$  电压较高时，也可整定为 180V，动作时间取 0.5s。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/635103311100011121>