

“110—220kV变电所定型屏”图册有关技术问题介绍(二)

(上接本刊1990年第二期介绍(一))

西南电力设计院 吴家兰

(三) 主变压器部分有关技术问题介绍

(1) 主变部分图纸组织:

主变部分按容量型式共分七个方案,原则上每个方案一种接线。图纸编排上,按屏出图,控制屏和保护屏分册编制。控制部分按电流电压回路、控制回路、信号回路、正面布置图 1 端子排图,电度表屏上面图及端子排等,其中大部分可活用,仅屏面图和端子排图与一次主接线方案,调压方式,指示灯数量等有关,从而,在订货图阶段,基本上可以作到不出图,仅列出设备参数就可订货。在施工图阶段,大部分图纸可活用,仅适当修改端子排图和绘制操作机械安装接线图即可。

为了减少控制回路图的数量,以及采用标准 2 号图出图,操作机械图单独一张,采用接口方式与控制回路配合。

保护屏单独编制成册,按屏出图,每块保护屏由一张属于本屏的接线图,一张屏上面图和一张端子排图 1 外加操作箱接线图,除端子排图与一次接线方式有关外,其他图纸均与接线方式无关而仅与变压器种类有关。

(2) 主变部分保护配置:

由于主变部分每个方案原则上考虑一种接线,考虑到保护的通用性要求,一种变压器一般只有一种比较完善的配置方案,这样做的理由是: 1. 由于110~220kV变电所

参考文献

- [1] 朱声石著. 高压电网继电保护原理与技术. 水利电力出版社.
- [2] 华中工学院编. 电力系统继电保护原理与运行. 水利电力出版社.

一般最终均有一定容量，即使初期较小，但经多次扩建，及系统容量的不断扩大，要求主变保护配置能适应发展的要求。2. 在整个工程中，保护装置的价格所占比例很小，不起主导作用，从而适当完善保护装置功能，减少保护屏种类不会明显地提高工程造价，这样做方案少，接线统一，给订货、调试带来方便。

保护配置如下

(i) 主保护

a、主变压器差动保护：正常运行时，差动回路接至独立电流互感器（以下简称CT）。当110~220kV侧上旁路时，切换到套管CT，以保证主变上旁路时，主变差动仍有效，但此时差动范围缩小，从主变110~220kV套管到旁路独立CT一段，需由后备保护动作切除故障。

b、瓦斯保护：为保护主变内部故障，有轻瓦斯和重瓦斯，轻瓦斯作用于信号，重瓦斯作用于跳闸。

(ii) 后备保护

a、复合电压方向及不带方向过流，作为主变相间短路及相邻元件相间短路的后备。其出口方式为带方向的第一时限跳分段或母联断路器，第二时限跳本侧断路器，不带方向的最后跳总出口。

复合电压方向及不带方向过流保护的电流回路，一般接至套管CT，以便上旁路运行时，后备保护仍有效。但对于单侧电源情况，如图1所示，当k—1点短路时，短路电流 I_k 仅流过CT1，如保护电流回路接至套管CT2，则保护不起作用，由于从套管CT2到独立CT1之间距离一般较长，不能忽略范围内的故障，故对于单侧电源情况，本定型屏图册仍考虑接至独立CT1。上旁路运行时，主变本身的后备相间保护失去作用，此时可依靠旁路开关所配的线路保护，经定值调整后，作为主变压器后备保护。

为了消除方向元件死区，方向元件电压回路接于对侧，具体地说，110kV侧复合电压方向过流保护的方向元件接于220kV侧，而220kV侧复合电压方向过流保护的方向元件接于110kV侧。

b、零序带方向和不带方向过流保护，作为主变接地短路及相邻元件接地短路的后备，其出口方式为带方向的第一时限跳分段断路器或母联断路器，第二时限跳本侧断路器，不带方向的最后跳总出口。将主变各侧开关跳开。

零序保护回路考虑通用性的要求，按如下功能设计，见图2所示。

具体功能如下：

i、中性点接地时，1QP₁脱开，此时零序联跳，间隙过流，零序过压不起作用，采用零序方向过流和零序过流作为接地短路的后备保护。

ii、中性点断开并经间隙接地时，1QP₁打到2位置，此时间隙过流，零序过压起

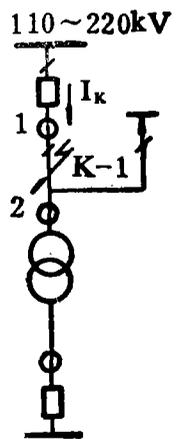


图1

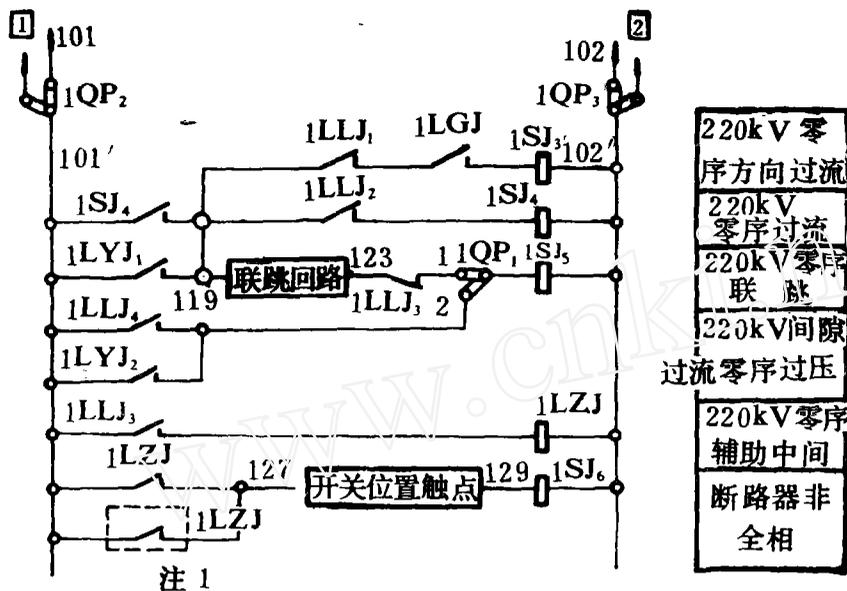


图 2

作用，过流保护一次动作电流值取100安左右，零序过压保护应躲开系统接地短路时，变压器中性点可能出现的最大零序电压，一般电压整定值为180伏左右。

iii、中性点断开不经间隙接地时，1QP₁打到1位置，此时为接地联跳保护，图2中联跳回路所接的为另一台主变压器的中性点零序电流继电器1LLJ₅，动合触点1LYJ₁，动合触点闭合表示母线上有零序电压，如本主变中性点不接地，则本主变中性点零序电流继电器1LLJ₅，动断触点闭合，整定1SJ₅时间继电器延时小于时间继电器1SJ₄的延时和1SJ₅第二时限的延时，以保证在发生接地故障时，先跳不接地变压器，后跳接地变压器。

1SJ₅时间继电器，作用于总出口，将主变各侧开关跳开。

零序方向过流保护以往一般要求接至主变中性点CT，但由于零序方向过流保护的零序功率方向继电器带负荷调试时，要求取得零序电压和电流，而正常运行时是设有 $3U_0$ 和 $3I_0$ 的，需要取得模拟电压和电流。在110~220kV电压互感器回路中，抽取了试验芯SaYM，如图3所示。试验芯SaYM的其中一个作用，即为可取得 $3U_0$ 的模拟电压，试验芯SaYM与YML之间的电压为 $(\dot{u}_B + \dot{u}_C)$ 即 $-\dot{u}_0$ 。此电压可模拟大电流接地系统A相发生接地故障时出现的零序电压 $3U_0$ ，本定型屏图册将零序功率方向继电器的电流回路接至主变套管CT，则零序电流也可方便的取得A相负荷电流来模拟 $3I_0$ 。满足了制造厂对零序方向继电器极性配合的要求。

不带方向的零序过流保护仍接至中性点，这样的接线简单，灵敏度高。

对于自耦变压器，零序保护配置在主变出口，由本侧电流互感器组成的滤过器上，而不能接到中性线回路的CT上，其原因是经过分析，在有些情况下，例如高压侧发生接地短路时，在某种阻抗匹配情况下，中性点电流会等于零，故不能正确反应外部单相

接地故障，即不能作相邻元件的后备。

(3) 复合电压闭锁过流采用各侧闭锁触点并联的讨论：

如图4所示。本定型屏图册三侧的复合电压闭锁触点1YZJ~3YZJ在17处是相连的，即1YZJ~3YZJ在17处是相连的，即1YZJ

~3YZJ动合触点是相互并联的，这样做可以提高各侧保护的灵敏度。

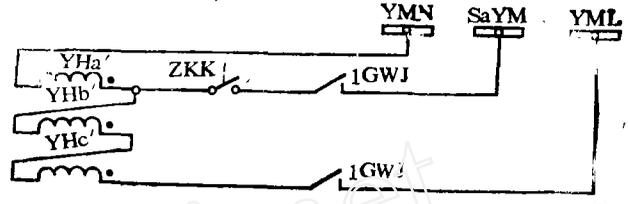


图3

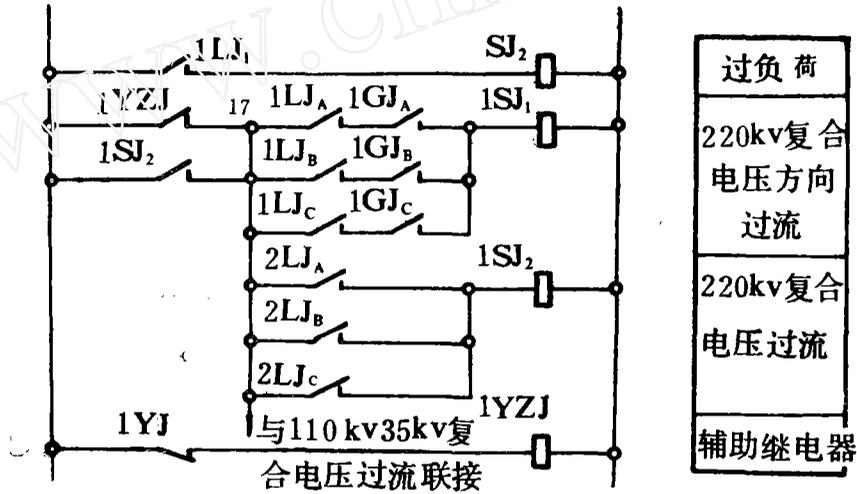


图4

如图5所示，K—1点故障时，根据220kV侧所供短路电流 I_{K1} 和110kV侧所供短路电流 I_{K2} 的方向，如方向元件的动作方向指向母线，则220kV侧复合电压闭锁方向过流及复合电压闭锁过流均应启动，另外110kV侧复合电压闭锁过流也要启动。显然，220kV侧复合电压闭锁元件的灵敏度大于110kV侧复合电压闭锁元件的灵敏度，采用三侧复合电压闭锁元件闭锁触点并联，就可以提高110kV侧保护的灵敏度。

图4中采用1SJ₂继电器动合触点自保持的作用也是提高复合电压闭锁过流保护的灵敏度。分析如下，见图5。当K—1点短路时，首先是220kV侧复合电压闭锁方向过流启动跳开分段和本侧断路器，当220kV侧断路器跳开后，220kV母线上电压恢复，1YZJ继电器返回，如无自保持，这时要靠110kV侧的复合电压闭锁元件2YZJ动合触点起作用，但显然灵敏度较低，如有了1SJ₂瞬动触点作为自保持，则当1YZJ启动后，其信号经2LJ_{A、B、C}动合触点，通过1SJ₂进

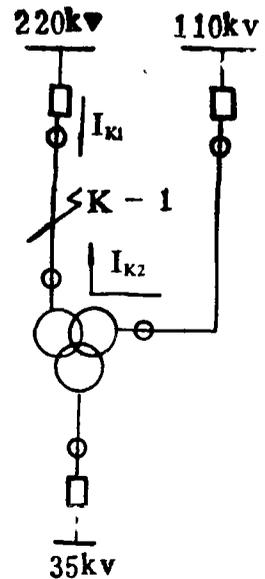


图5

行记忆，提高了整套保护的灵敏度。

(4) 零序保护采用低定值零序电压闭锁的讨论

见图2中零序保护有关回路，本定型屏图册对零序过流保护及零序方向过流保护采用低定值零序电压继电器1LYJ₁进行闭锁，其目的为防止零序保护误动作。

但由此而引起的问题是必须用时间继电器1SJ₄的瞬动触点进行自保持，才能防止保护的拒动，如图6所示。

当K-1点接地短路时，220kV侧零序方向过流及零序过流均要启动，零序方向过流第一时限跳220kV侧分段断路器，第二时限跳220kV侧断路器1DL，当1DL跳开后，220kV母线上零序电压消失，接于母线电压互感器上开口三角绕组的1LYJ返回，使不带方向的零序过流保护时间继电器1SJ₄失电返回，无法动作总出口，跳开主变各侧断路器，故必须采用1SJ₄的瞬动触点加以自保持，当零序过流一经启动，就将1LYJ₁动合触点短接，使出口不受母线零序电压的控制，也就防止了上面所提到的总出口拒动情况。在具体工程中可根据情况，采用低定值零序电压闭锁，也可不用低定值零序电压闭锁。

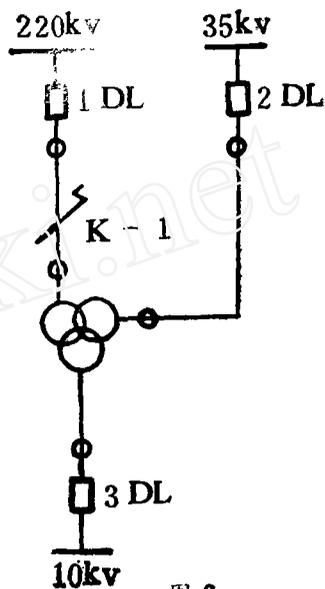


图6

(5) 主变上旁路时，为了使复合电压闭锁相间过流及零序过流仍能起作用，本图册采取了下列措施

(i) 电流回路：除单侧电源主变方案外，电流回路取自套管CT，这样，在上旁路时，保护的电流回路仍有效。

(ii) 电压回路：当变压器某一侧上旁路时，如图7所示。1G、2G、3G打开，4G合上，此时，后备保护所取的电压回路由于电压切换重动继电器失电，而无法得到电压，为了解决此问题，本图册在电压回路上采取了切换措施，见图8所示。增加了4G重动继电器作为切换用。当上旁路时，1G、2G打开，2YQJ₁、2YQJ₂失电，但由于4G合上，4YQJ₂带电，触点闭合，电压切换回路中，电压由旁路的[A710]、[B710]、[C710]、[L710]、[S_a710]经4YQJ₂触点切换至本侧，这样就保证了在上旁路时，仍能取得必需的电压。

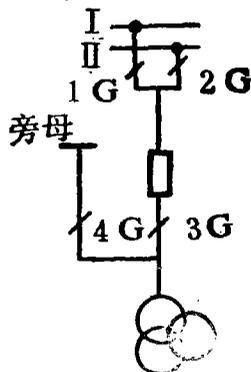


图7

当220kV、110kV采用母联兼旁路，分段兼旁路时，结合主接线，在电压切换回路上应作不同的处理，具体见表1。

说明：双母线采用母联兼旁路接线时，由于旁路仅接至I组母线，故上旁路时，仅需将630电压引入。

单母线接线时，本定型屏图册中，有二种接线型式，对220kV电压级是采用4把隔离刀闸的接线方式，而对110kV电压级是采用5把隔离刀闸的接线型式，具体接线见表

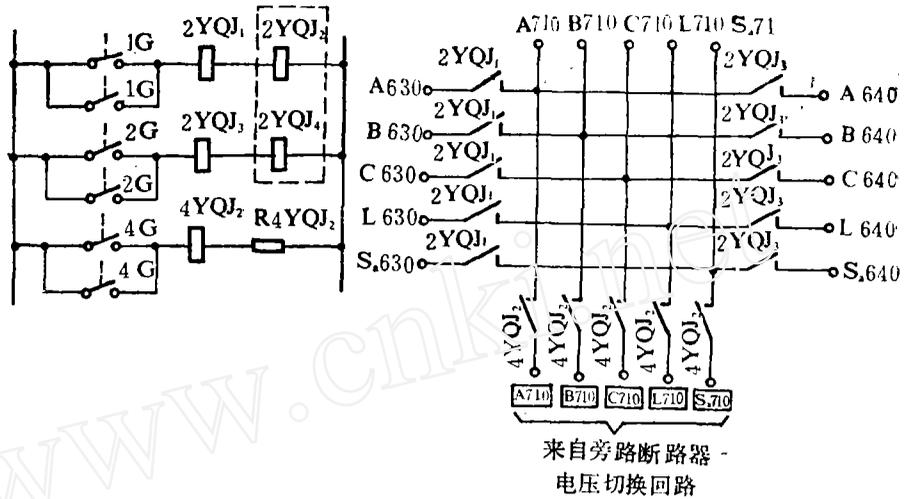


图 8

表 1

母线形式	双 母 线		单 母 线	
接线形式	专用旁路	母联兼旁路	220KV 分段兼旁路	110KV 分段兼旁路
主 接 线				
主 变 电 压 切 换 回 路				

1 所示。在 220kV 电压级分段兼旁路接线中，如主变接于 I 段母线，无论上旁路或不上旁路。均取 I 组母线电压 630，电压可不经切换继电器触点，直接接至 630。如主变接于 II 段母线，不上旁路时应取 II 组母线电压，而上旁路时须取 I 组母线电压 630，电压切换回路详见表 1 所示。对 110kV 电压级采用五把刀闸分段兼旁路接线时，不上旁路时根据所接母线段数，取 630 或 640，由于 110kV 分段兼旁路接线旁路开关对 I、II 段母线元件均可旁路，上旁路上时，则由分段兼旁路电压 720 切换来。为了隔离的要求，630、640 电压亦应经隔离开关重动继电器切换。

(iii) 直流回路：

主变直流回路的熔断器配置见图 9 所示总熔断器 01RD、02RD 下有三组分熔断器。

各侧断路器的控制回路及保护接于该侧熔断器下,保护总出口回路则接于01RD、及02RD熔断器下。在主变某一侧断路器检修,通过旁路断路器接入母线时,一般该侧熔断器可以拨去,使该侧控制回路断电,便于断路器检修和调整。由于该侧后备保护也接于此熔断器下,为保留后备保护的作用,直流回路和保护出口回路也要进行切换,切换回路见图2及图12,通过1QP₂、1QP₃和1QP₄3个切换片,可将此回路切至旁路断路器的直流回路。

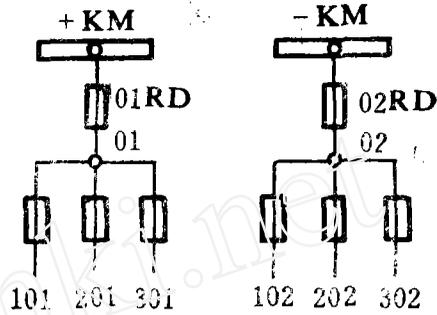


图9

(6) 非全相启动元件采用零序电压启动

本图册主变220kV侧断路器是采用分相操作机构的,对于分相操作的断路器,有可能出现单相拒跳、拒合的现象,在断路器非全相运行时,会产生负序和零序分量,对中性点不接地变压器中性点产生零序过压,危及变压器中性点绝缘。经计算,采用零序电流启动灵敏度较高,本典型屏图册采用零序电流启动方案,如图10所示。虚线所示的触点为另一台主变中性点零序电流继电器触点。这是因为,一般变电所中变压器不会每台均接地,但至少应有一台主变中性点接地,如一个变电所有二台主变,则一般为一台接地,一台不接地。假如不接地的一台主变220kV侧发生断路器非全相运行,本台主变中性点又取不到零序电流的情况下,就要靠另一台接地的主变压器的零序电流来启动非全相运行保护,所以必须二台主变的零序电流继电器触点并联,才能达到目的。



图10

在具体工程中,对主变220kV侧断路器,应尽量采用三相操作的断路器。

(7) 失灵启动回路的改进

220kV母线失灵保护动作时,将引起母线所接所有元件均跳闸,影响面大。根据统计,失灵保护误动情况多于拒动情况,尤其是如失灵保护引起误启动,则情况相当严重,按失灵启动的要求:(1)启动回路要求双重闭锁,以防误启动。(2)短路切除后不能马上复归的保护不能启动失灵保护。为此,失灵保护回路需作下列改进。

(i) 瓦斯保护出口回路分开

如图11所示,将变压器重瓦斯出口与其他保护出口分开,单独增加一个继电器BCJ₁出口,BCJ₁触点不引入断路器失灵保护的启动回路中,

(ii) 220kV侧加中间继电器出口,由于220kV侧复合电压闭锁的方向过流,零序方向过流第二时限及非全相跳220kV侧断路器的保护出口亦须启动失灵保护,出口时间继电器延时触点一般只有一个,故要增加一个出口继电器,如图12所示为220/110/6~35kV三卷变压器220kV侧出口回路,增加1BCJ出口继电器扩大触点。由于启动1BCJ的均为后备保护,加一中间转换环节所增加的时间对保护来说是无影响的。

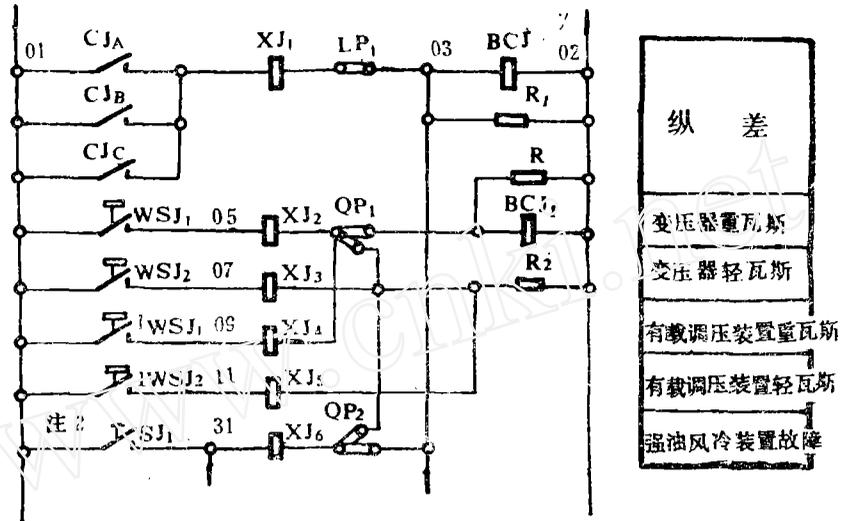


图 11

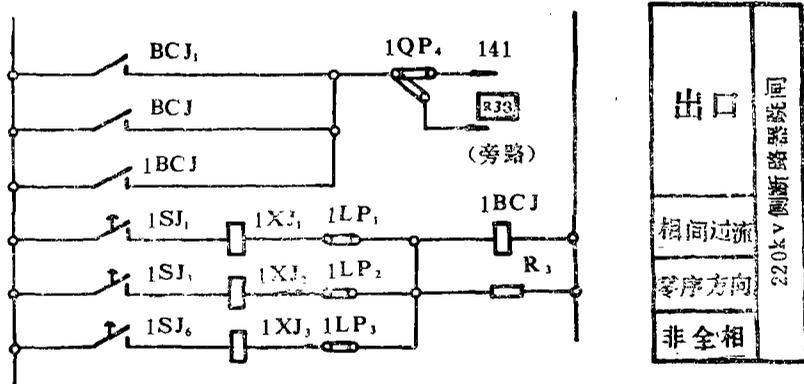


图 12

(iii) 采用相电流判别元件启动。

失灵保护启动回路的组成原则为保护启动，但断路器未断开，原启动回路采用断路器位置继电器触点串保护出口继电器触点组成，根据运行实践总结，断路器辅助触点不很可靠，现改为相电流判别元件启动，更为可靠。启动回路见图13。LJA、B、c三个电流继电器为相电流判别元件，代替原断路器位置继电器触点，BCJ为保护总出口继电器（不包括瓦斯保护）1BCJ为220kV侧出口跳闸继电器触点。

相电流判别元件应置于紧靠断路器的独立CT上，而不应置于套管CT上，原因为如果置于套管CT上，则当套管CT和独立CT之间短路时，如图14所示，k—1点短路，不能正确动作失灵保护。分析下列二种情况：

(a) 主保护（如变压器差动）正确动作，220kV侧断路器1DL拒动， I_{K1} 仍存在，

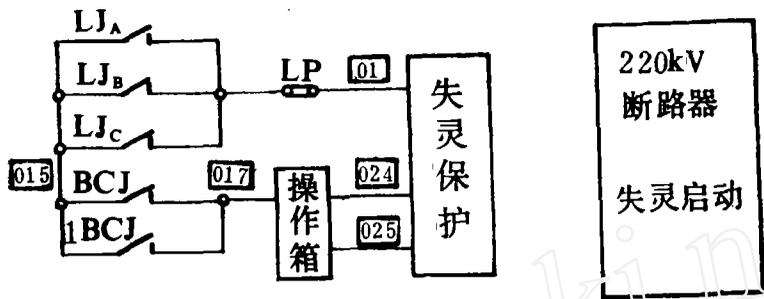


图 13

但由于 2DL、3DL 已跳开， I_{K2} 切断，按理，此时失灵保护应启动，但由于相电流判别元件接于套管中，因 I_{K2} 切断而误判为 1DL 未拒动而不能启动失灵保护。

(b) 如在 K-1 点故障，主保护未动作，由后备保护切除故障，由于故障点在 220kV 侧，220kV 侧复合电压闭锁方向过流能启动，110kV 侧复合电压方向过流不启动，220kV 侧复合电压方向过流出口时间继电器 1SJ₁ 启动后，见图 4，第一时限跳分段，第二时限跳本侧。此时，故障仍未完全切除，要等不带方向的综合电压过流下个时限跳总出口，由于相电流判别元件接于套管 CT，而 I_{K2} 的存在， $LJ_{A、B、C}$ 误判为 1DL 拒动。另外 1SJ₁ 第二时限动作后，由于 I_{K2} 仍存在，后备保护配置在套管中， $1LJ_{A、B、C}$ 处于动作状态，方向继电器电压回路接在 110kV 侧，所以 $1GJ_{A、B、C}$ 也不会返回，并且复合电压是三侧并联的，220kV 侧 1YZJ 虽已返回，但 110kV 侧 2YZJ 仍未返回故 1SJ₁ 不会返回，这将使失灵保护误启动。一般失灵保护延时为 0.3 秒，而后备保护二时限之间差 $\Delta t = 0.5$ 秒，在跳总出口前，失灵保护可能已先于变压器保护出口，这是不允许的，为了防止这种情况出现，需将失灵保护延时整定时间大于 0.5 秒，这将影响失灵保护速动性。根据以上分析，相电流判别元件应置于独立 CT 上。

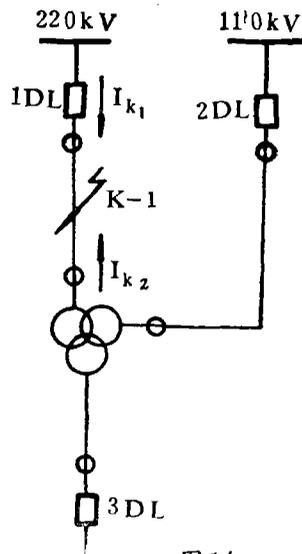


图 14