

3~110kV 电网继电保护装置运行整定规程

1 总 则

1.1 本规程是电力系统继电保护运行整定的具体规定，与电力系统继电保护相关的设计、调度运行部门应共同遵守。

1.2 本规程是3~110kV电网的线路、母线、并联电容器、并联电抗器以及变压器保护中与电网保护配合有关的继电保护运行整定的基本依据。线路纵联保护、断路器失灵保护等参照DL/T559-2007（原为DL/T559-94）《220kV~750kV电网继电保护装置运行整定规程》整定。

1.3 按照GB14258-2004《继电保护和安全自动装置装置技术规程》（简称规程）的规定，配置结构合理、质量优良和技术性能满足运行要求的继电保护及自动重合闸装置是电网继电保护的物质基础；按照本规程的规定进行正确的运行整定是保证电网稳定运行、减轻故障设备损坏程度的必要条件。

1.4 3~110kV电网继电保护的整定应满足选择性、灵敏性和速动性的要求，如果由于电网运行方式、装置性能等原因，不能兼顾选择性、灵敏性和速动性的要求，则应在整定时，保证基本的灵敏系数要求，同时，按照如下原则合理取舍：

- a. 地区电网服从主系统电网；
- b. 下一级电网服从上一级电网；
- c. 保护电力设备的安全；
- d. 保重要用户供电。

1.5 继电保护装置能否充分发挥作用，继电保护整定是否合理，继电保护方式能否简化，从而达到电网安全运行的最终目的，与电网运行方式密切相关。为此，继电保护部门与调度运行部门应当相互协调，密切配合。

1.6 继电保护和二次回路的设计师和布置，应当满足电网安全运行的要求，同时也应便于整定、调试和运行维护。

1.7 为了提高电网的继电保护运行水平，继电保护运行整定人员应当及时总结经验，对继电保护的配置和装置性能等提出改进意见和要求。各网省局继电保护运行管理部门，可根据本规程基本原则制定运行整定的相关细则，以便制造、设计和施工部门有所遵循。

1.8 对继电保护特殊方式的处理，应经所在单位总工程师批准，并备案说明。

2 继电保护运行整定的基本原则

2.1 3~110kV电网的继电保护，应当满足可靠性、选择性、灵敏性及速动性四项基本要求，特殊情况的

处理原则见本规程第 1.4 条。

2.2 继电保护的可靠性

2.2.1 继电保护的可靠性主要由配置结构合理、质量优良和技术性能满足运行要求的继电保护装置以及符合有关规程要求的运行维护和管理来保证。

2.2.2 任何电力设备（电力线路、母线、变压器等）都不允许无保护运行。运行中的电力设备，一般应有分别作用于不同断路器，且整定值有规定的灵敏系数的两套独立的保护装置作为主保护和后备保护，以确保电力设备的安全。对于不满足上述要求的特殊情况，按本规程第 1.8 条的规定处理。

2.2.3 3~110kV 电网继电保护一般采用远后备原则，即在临近故障点的断路器处装设的继电保护或该断路器本身拒动时，能由电源侧上一级断路器处的继电保护动作切除故障。

2.2.4 如果变压器低压侧母线无母线差动保护，电源侧高压线路的继电保护整定值对该低压母线又无足够的灵敏系数时，应按下述原则考虑保护问题。

a. 如变压器高压侧的过电流保护对该低压母线有规程规定的灵敏系数时，则在变压器的低压侧断路器与高压侧断路器上配置的过电流保护将成为该低压母线的主保护及后备保护。在此种情况下，要求这两套过流保护由不同的保护装置（或保护单元）提供。

b. 如变压器高压侧的过电流保护对该低压母线无灵敏系数时，则在变压器的低压侧断路器上应配置两套完全独立的过电流保护作为该低压母线的主保护及后备保护。在此种情况下，要求这两套过流保护接于电流互感器不同的绕组，经不同的直流熔断器供电并以不同时限作用于该低压侧断路器与高压侧断路器（或变压器各侧断路器）。

2.2.5 对中低压侧接有并网小电源的变压器，如变压器小电源侧的过电流保护不能在变压器其他侧母线故障时可靠切除故障，则应由小电源并网线的保护装置切除故障。

2.2.6 对于装有专用母线保护的母线，还应有满足灵敏系数要求的线路或变压器的保护实现对母线的后备保护。

2.3 继电保护的选择性：

2.3.1 选择性是指首先由故障设备或线路本身的保护切除故障，当故障设备或线路本身的保护或断路器拒动时，才允许由相邻设备、线路的保护或断路器失灵保护切除故障。为保证选择性，对相邻设备和线路有配合要求的保护和同一保护内有配合要求的两元件，其灵敏系数及动作时间，在一般情况下应相互配合。

2.3.2 遇如下情况，允许适当牺牲部分选择性。

a. 接入供电变压器的终端线路，无论是一台或多台变压器并列运行（包括多处 T 接供电变压器或供电线路），都允许线路侧的速动段保护按躲开变压器其他母线故障整定。需要时，线路速动段保护可经一短时限动作。

b. 对串联供电线路，如果按逐级配合的原则将过分延长电源侧保护的的动作时间，则可将容量较小的

某些中间变电所按 T 接变电所或不配合点处理，以减少配合的级数，缩短动作时间。

c. 双回线内部保护的配合，可按双回线主保护（例如一段距离保护）动作，或双回线中一回线故障时两侧零序电流（或相电流速断）保护纵续动作的条件考虑，确有困难时，允许双回线中一回线故障时，两回线的延时保护段间有不配合的情况。

d. 在构成环网运行的线路中，允许设置预定的一个解列点或一回解列线路。

2.3.3 变压器电源侧过电流最末一段保护的整定，原则上主要考虑为保护变压器安全的最后一级跳闸保护，同时兼作其他侧母线及出线故障的后备保护，其动作时间及灵敏系数视情况可不作为一级保护参与选择配合，但动作时间必须大于所有配出线后备保护的动作时间（包括变压器过流保护范围可能伸入的相邻和相隔线路）。

2.3.4 变压器外部故障时，如各侧绕组相电流大于变压器热稳定电流，变压器过电流保护的動作时间不应超过 2 秒。

2.3.5 线路保护范围伸出相邻变压器其他侧母线时，可按下列顺序优先的方式考虑保护动作时间的配合。

- a. 与变压器同电压侧的后备保护的动作时间配合；
- b. 与变压器其他侧后备保护跳该侧总路断路器动作时间配合；
- c. 与其他侧出线后备保护段的动作时间配合；
- d. 与其他侧出线保全线有规程规定的灵敏系数的保护段动作时间配合。
- e. 如其他侧的母线装有母线保护、线路装有纵联保护，需要时，也可以与其他侧的速动保护配合。

2.4 继电保护的灵敏性

2.4.1 电力设备电源侧的继电保护整定值应对本设备故障有规定的灵敏系数，对远后备方式，继电保护最末一段整定值还应对相邻设备故障有规定的灵敏系数。对于无远后备保护的电力设备，应酌情采取相应措施（例如主保护和后备保护互相独立的配置等）。

2.4.2 对于 110kV 电网线路，考虑到在可能的高电阻接地故障情况下的动作灵敏系数要求，其最末一段零序电流保护的电流定值不应大于 300A（一次值），此时，允许线路两侧零序保护相继动作切除故障。

2.4.3 在同一套保护装置中闭锁、起动和方向判别等辅助元件的灵敏系数应不低于所控的保护测量元件的灵敏系数。

2.5 继电保护的速动性：

2.5.1 地区电网满足主网提出的整定时间要求，下一级电压电网满足上一级电压电网提出的整定时间要求，供电变压器过电流保护时间满足变压器绕组热稳定要求，必要时，为保证设备和主网安全、保重要用户供电，应在地区电网或下一级电压电网适当的地方设置不配合点。

2.5.2 对于造成发电厂厂用母线或重要用户母线电压低于额定电压的 60% 的故障，或线路导线截面过小，不允许延时切除故障时，应快速切除故障。

2.5.3 35kV 及以下供电线路保护动作时间的整定，首先应考虑输电线路的热稳定安全，其次才考虑选择性的要求：

- a. 对于多级串供的单电源线路，如由于保护逐级配合的原因，临近供电变压器出口的线路保护动作时间过长，不能保证输电线路的热稳定安全，可采用前加速保护方式快速跳闸，并用顺序重合闸保证选择性。
- b. 临近供电变压器出口的线路，宜设置动作时间不大于 0.3 秒的限时速段保护。

2.5.4 手动合闸或重合闸重合于故障线路，应有速动保护快速切除故障。

2.5.5 采用高精度时间继电器，以缩短动作时间级差。综合考虑断路器跳闸断开时间，整套保护动作返回时间，时间继电器的动作误差等因素，在条件具备的地方，保护的配合可以采用 0.3s 的时间级差。

2.6 按下列原则考虑距离保护振荡闭锁装置的运行整定：

2.6.1 35kV 及以下线路距离保护一般不考虑系统振荡误动问题。

2.6.2 下列情况的 66-110kV 线路距离保护不应经振荡闭锁：

- a. 单侧电源线路的距离保护；
- b. 动作时间不小于 0.5s 的距离 I 段、不小于 1.0s 的距离 II 段和不小于 1.5s 的距离 III 段。

注：系统最长振荡周期按 1.5s 考虑。

2.6.3 有振荡误动可能的 66~110kV 线路距离保护装置一般应经振荡闭锁控制。

2.6.4 有振荡误动可能的 66~110kV 线路的相电流速断定值应可靠躲过线路振荡电流。

2.6.5 在单相接地故障转换为三相故障，或在系统振荡过程中发生不接地的相间故障时，可适当降低对保护装置快速性的要求，但必须保证可靠切除故障。

2.7 110kV 及以下电网均采用三相重合闸，自动重合闸方式的选定，应根据电网结构、系统稳定要求、发输电设备的承受能力等因素合理地考虑。

2.7.1 单侧电源线路选用一般重合闸方式。如保护采用前加速方式，为补救相邻线路速动段保护的无选择性动作，则宜选用顺序重合闸方式。

2.7.2 双侧电源线路选用一侧检无压，另一侧检同步重合闸方式，也可酌情选用下列重合闸方式：

- a. 带地区电源的主网终端线路，宜选用解列重合闸方式，终端线路发生故障，在地区电源解列（或跳闸联切）后，主网侧检无压重合。
- b. 双侧电源单回线路也可选用解列重合闸方式。

2.7.3 全线敷设电缆的线路，由于电缆故障多为永久性故障，一般不装设自动重合闸。

2.8 配合自动重合闸的继电保护整定应满足如下基本要求：

2.8.1 自动重合闸过程中，必须保证重合于故障时快速跳闸，重合闸不应超过预定次数，相邻线路的继电保护应保证有选择性。

2.8.2 零序电流保护的速断段和后加速段，在恢复系统时，如果整定值躲不开合闸三相不同步引起的零序电流，则应在重合闸后延时 0.1s 动作。

2.8.3 自动重合闸过程中，相邻线路发生故障，允许本线路后加速保护无选择性跳闸。

2.9 对 110kV 线路纵联保护运行有如下要求：

2.9.1 在旁路断路器代线路断路器运行时，应能保留纵联保护继续运行。

2.9.2 在本线路纵联保护退出运行时，如有必要，可加速线路两侧的保全线有灵敏系数段，此时，加速段保护可能无选择性动作，应备案说明。

2.10 只有两回线路的变电所，当本所变压器全部退出运行时，两回线路可视为一回线，允许变电所两回线路电源侧的保护切除两回线路中任一回线的故障。

2.11 对于负荷电流与线路末端短路电流数值接近的供电线路，过电流保护的电流定值按躲负荷电流整定，但在灵敏系数不够的地方应装设负荷开关或有效的熔断器。

需要时，也可以采用距离保护装置代替过电流保护装置。

2.12 在电力设备由一种运行方式转为另一种运行方式的操作过程中，被操作的有关设备均应在保护范围内，允许部分保护装置在操作过程中失去选择性。

2.13 在保护装置上进行试验时，除了必须停用该保护装置外，还应断开保护装置启动其他系统保护装置和安全自动装置的相关回路。

2.14 除母线保护外，不宜采用专门措施闭锁电流互感器二次回路断线引起的保护装置可能的误动作。

3 继电保护对电网接线和调度运行的配合要求

3.1 合理的电网结构是电力系统安全稳定运行的基础，继电保护装置能否发挥积极作用，与电网结构及电力设备的布置是否合理有密切关系，必须把它们作为一个有机整体统筹考虑，全面安排。对严重影响继电保护装置保护性能的电网结构和电力设备的布置、厂站主接线等，应限制使用，下列问题应综合考虑：

3.1.1 宜采用环网布置，开环运行的方式。

3.1.2 宜采用双回线布置，单回线—变压器组运行的终端供电方式。

3.1.3 向多处供电的单电源终端线路，宜采用 T 接的方式接入供电变压器。

以上三种方式均以自动重合闸和备用电源自动投入来增加供电的可靠性。

3.1.4 地区电源带就地负荷，宜以单回线或双回线在一个变电站与主系统单点联网，需要时，可在联网线路的一侧或两侧断路器上装设适当的解列装置(如跳闸联切、低电压、低频率、零序电压、零序电流、过电流、失步解列等装置)。

3.1.5 不宜在电厂向电网送电的主干线上接入分支线或支接变压器。

3.1.6 尽量避免短线路成串成环的接线方式。

3.2 继电保护能否保证电网安全稳定运行，与调度运行方式的安排密切相关。在安排运行方式时，下列

问题应综合考虑：

- 3.2.1 注意保持电网中各变电所变压器的接地方式相对稳定。
- 3.2.2 避免在同一厂、所母线上同时断开所连接的两个及以上运行设备(线路、变压器)，当两个厂、所母线之间的电气距离很近时，也要避免同时断开两个及以上运行设备。
- 3.2.3 在电网的某些点上以及与主网相连的有电源的地区电网中，应设置合适的解列点，以便采取有效的解列措施，确保主网的安全和地区电网重要用户供电。
- 3.2.4 避免采用多级串供的终端运行方式。
- 3.2.5 避免采用不同电压等级的电磁环网运行方式。
- 3.2.6 不允许平行双回线上的双 T 接变压器并列运行。
- 3.3 因部分继电保护装置检验或故障停运导致继电保护性能降低，影响电网安全稳定运行时，应采取下列措施：
 - 3.3.1 酌情停运部分电力设备，或改变电网运行接线、调整运行潮流，使运行中的继电保护动作性能满足电网安全稳定运行的要求。
 - 3.3.2 临时更改继电保护整定值，在不能兼顾选择性、灵敏性、速动性要求时，按第 1.4 条进行合理的取舍。
- 3.4 重要枢纽变电所的 110kV 母线差动保护因故退出危及系统稳定运行时，应采取下列措施：
 - 3.4.1 尽可能缩短母线差动保护的停用时间。
 - 3.4.2 不安排母线及连接设备的检修，尽可能避免在母线上进行操作，减少母线故障的几率。
 - 3.4.3 应考虑当母线发生故障时，由后备保护延时切除故障，不会导致电网失去稳定；否则应改变母线接线方式、调整运行潮流。必要时，可由其他保护带短时限跳开母联或分段断路器，或酌情按稳定计算提出的要求加速后备保护，此时，如被加速的后备保护可能无选择性跳闸，应备案说明。
- 3.5 对于特殊运行方式，在不能兼顾选择性、灵敏性、速动性要求时，同样可采用 3.3 条的处理原则。
- 3.6 对于正常设置全线速动保护的线路，因检修或其他原因全线速动保护退出运行时，应根据电网要求采取调整运行方式或调整线路后备保护动作时间的办法，保证电网安全。

4 继电保护整定的规定

4.1 一般规定

4.1.1 整定计算所需的发电机、调相机、变压器、架空线路、电缆线路、并联电抗器、串联补偿电容器的阻抗参数均应采用换算到额定频率的数值。下列参数应使用实测值：

- a. 三相三柱式变压器的零序阻抗；
- b. 66kV 及以上架空线路和电缆线路的阻抗；
- c. 平行线之间的零序互感阻抗；

d. 其他对继电保护影响较大的有关参数。

4.1.2 以下的假设条件对一般短路电流计算是许可的：

a. 忽略发电机、调相机、变压器、110kV架空线路和电缆线路等阻抗参数的电阻部分，66kV及以下的架空线路和电缆，当电阻与电抗之比 $R/X > 0.3$ 时，宜采用阻抗值 $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$ ，并假定旋转电机的负序电抗等于正序电抗，即 $X_2 = X_1$ 。发电机的正序电抗可采用 $t=0$ 时的纵轴次暂态电抗 X_d'' 的饱和值。

c. 发电机电势可以假定均等于1(标么值)且相位一致，只有在计算线路全相振荡电流时，才考虑线路两侧发电机综合电势有一定的相角差。

d. 不考虑短路电流的衰减。对利用机端电压励磁的发电机出口附近的故障，应从动作时间上满足保护可靠动作的要求。

e. 各级电压可以采用标称电压值或平均电压值，而不考虑变压器分接头实际位置的变动。

f. 不计线路电容电流和负荷电流的影响。

g. 不计故障点的相间电阻和接地电阻。

h. 不计短路暂态电流中的非周期分量。

对有针对性的专题分析和对某些装置特殊需要的计算时，可以根据需要采用某些更符合实际情况的参数和数据。

4.1.3 合理地选择运行方式是改善保护效果，充分发挥保护效能的关键之一。继电保护整定计算应以常见运行方式为依据。所谓常见运行方式，是指正常运行方式和被保护设备相邻近的部分线路和元件检修的正常检修方式，视具体情况，检修的线路和元件数量不宜超过该接点线路和元件总数的1/2。对特殊运行方式，可以按专用的运行规程或依据当时实际情况临时处理。

4.1.3.1 对同杆并架的双回线，应考虑双回线同时检修或同时跳开的情况。

4.1.3.2 有两台机组时，一般考虑一台机组停运，两台机组同时停运的方式，按特殊情况处理；有三台及以上机组时，一般应考虑其中两台容量较大的机组同时停运的方式，机组全部同时停运的方式，按特殊情况处理。

4.1.3.3 区域电网中，相邻的几个电厂全停时，应作为按特殊情况处理。

4.1.3.4 应以调度运行方式部门提供的系统运行方式书面资料为整定计算的依据。

4.1.3.5 110kV电网变压器中性点接地运行方式应尽量保持变电所零序阻抗基本不变。遇到使变电所零序阻抗有较大变化的特殊运行方式时，应根据运行规程规定或根据当时的实际情况临时处理。

a. 发电厂只有一台主变压器，则变压器中性点宜直接接地运行，当变压器检修时，按特殊情况处理。

b. 发电厂有接于母线的两台主变压器，则宜保持一台变压器中性点直接接地运行。如由于某些原因，正常运行时必须两台变压器中性点均直接接地运行，则当一台主变压器检修时，按特殊情况处理。

c. 发电厂有接于母线的三台及以上主变压器，则宜两台变压器中性点直接接地运行，并把它们分别

接于不同的母线上，当不能保持不同母线上各有一个接地点时，按特殊情况处理。

视具体情况，正常运行时也可以一台变压器中性点直接接地运行，当变压器全部检修时，按特殊情况处理。

d. 变电所变压器中性点的接地方式应尽量保持地区电网零序阻抗基本不变，同时变压器中性点直接接地点也不宜过份集中，以防止事故时直接接地的变压器跳闸后引起其余变压器零序过电压保护动作跳闸。

e. 自耦变压器和绝缘有要求的变压器中性点必须直接接地运行，无地区电源的单回线供电的终端变压器中性点不宜直接接地运行。

f. 当某一短线路检修停运时，为改善保护配合关系，如有可能，可以用增加中性点接地变压器台数的办法来抵销线路停运时对零序电流分配的影响。

4.1.4 有配合关系的不同动作原理的保护定值，允许酌情按简化方法进行配合整定。

4.1.5 计算保护定值时，一般只考虑常见运行方式下，一回线或一个元件发生金属性简单故障的情况。

4.1.6 保护灵敏系数允许按常见运行方式下的单一不利故障类型进行校验。线路保护的灵敏系数除去设计原理上需靠纵续动作的保护外，必须保证在对侧断路器跳闸前和跳闸后，均能满足规定的灵敏系数要求。

在复杂电网中，当相邻元件故障而其保护或断路器拒动时，允许按其他有足够灵敏系数的支路相继跳闸后的接线方式，来校验本保护作为相邻元件后备保护的灵敏系数。

4.1.7 为了提高保护动作的可靠性，单侧电源线路的相电流保护不应经方向元件控制。

双侧电源线路的相电流和零序电流保护，如经核算在可能出现的不利运行方式和不利故障类型下，均能与背侧线路保护配合，也可不经方向元件控制；在复杂电网中，为简化整定配合，相电流和零序电流保护宜经方向元件控制。为不影响相电流和零序电流保护的動作性能，方向元件要有足够的灵敏系数，且不能有動作电压死区。

4.1.8 躲区外故障、躲振荡、躲负荷、躲不平衡电压等整定，或与有关保护的配合整定，都应考虑必要的可靠系数。对于两种不同动作原理保护的配合或有互感影响时，应选取较大的可靠系数。

4.2 继电保护装置整定的具体规定

4.2.1 110kV 线路零序电流保护

4.2.1.1 单侧电源线路的零序电流保护一般为三段式，终端线路也可以采用两段式。

a. 零序电流 I 段定值按躲本线路末端接地故障最大三倍零序电流整定，线路附近有其他零序互感较大的平行线路时，参照第 4.2.1.4 条整定。

b. 三段式保护的零序电流 II 段电流定值，应按保本线路末端接地故障时有不小于第 4.2.1.10 条规定的灵敏系数整定，还应与相邻线路零序电流 I 段或 II 段配合，動作时间按配合关系整定。

c. 三段式保护的零序电流 III 段作本线路经电阻接地故障和相邻元件接地故障的后备保护，其电流一

次定值不应大于 300A，在躲过本线路末端变压器其他各侧三相短路最大不平衡电流的前提下，力争满足相邻线路末端故障时有第 4.2.1.11 条规定的灵敏系数要求；校核与相邻线路零序电流 II 段或 III 段的配合情况，动作时间按配合关系整定。

d. 终端线路的零序电流 I 段保护范围允许伸入线路末端供电变压器（或 T 接供电变压器），变压器故障时线路保护的无选择性动作由重合闸来补救。

终端线路的零序电流最末一段作本线路经电阻接地故障和线路末端变压器故障的后备保护，其电流定值应躲过线路末端变压器其他各侧三相短路最大不平衡电流，不应大于 300A（一次值）。

e. 采用前加速方式的零序电流保护各段定值可以不与相邻线路保护配合，其定值根据需要整定，线路保护的无选择性动作由顺序重合闸来补救。

4.2.1.2 双侧电源复杂电网的线路零序电流保护一般为四段式或三段式保护，在需要改善配合条件，压缩动作时间的线路，零序电流保护宜采用四段式的整定方法。

4.2.1.3 双侧电源复杂电网的线路零序电流保护各段一般遵循下述原则：

a. 零序电流 I 段作为速动段保护使用，除极短线路外，一般应投入运行。

b. 三段式保护的零序电流 II 段（四段式保护的 II 段或 III 段），应能有选择性切除本线路范围的接地故障，其动作时间应尽量缩短。

c. 考虑到在可能的高电阻接地故障情况下的动作灵敏系数要求，零序电流保护最末一段的电流定值不应大于 300A（一次值）。

d. 零序电流保护的整定公式见表 1。对未经方向元件控制的零序电流保护，还应考虑与背侧线路零序电流保护的配合。

表 1 110kV 线路零序电流保护整定表

名称	符号	电 流 定 值		动 作 时 间			
		公 式	说 明		正 常	重 合 闸 后	说 明
			参量含义	取值范围			
零序电 流 I 段	$I_{0.1}$	$I_{DZ.1} \geq K_k 3I_{0.max}$	$I_{0.max}$ 为区外故障最大零序电流	$K_k \geq 1.3$	$t_1 = 0$	动作值躲不过断路器合闸三相不同步最大三倍零序电流时，重合闸过程中带 0.1s 延时或退出运行	

零序电流 II 段	$I_{0, II}$	<p>1. 与相邻线路零序 I 段配合</p> $I_{DZ, II} \geq K_k K_F I'_{DZ, I}$ <p>2. 与相邻线路零序 II 段配合</p> $I_{DZ, II} \geq K_k K_F I'_{DZ, II}$ <p>3. 校核变压器 220kV (或 330kV) 侧接地故障流过线路的 $3I_0$,</p> $I_{DZ, II} \geq K'_k 3I_0$	<p>$I'_{DZ, I}$ 为相邻线路零序 I 段动作值</p> <p>$I'_{DZ, II}$ 为相邻线路零序 II 段动作值</p> <p>K_F 为最大分支系数</p>	<p>$K_k \geq 1.1$</p> <p>$K'_k = 1.1 \sim 1.3$</p>	<p>$t_{II} \geq \Delta t$</p> <p>$t_{II} \geq t'_{II} + \Delta t$</p> <p>$t_{II} \geq \Delta t$</p>	<p>后加速带 0.1s 延时</p>	<p>t'_{II} 为相邻线路零序 II 段动作时间</p>
零序电流 III 段	$I_{0, III}$	<p>1. 与相邻线路零序 II 段配合</p> $I_{DZ, III} \geq K_k K_F I'_{DZ, II}$ <p>2. 与相邻线路零序 III 段配合</p> $I_{DZ, III} \geq K_k K_F I'_{DZ, III}$ <p>3. 校核变压器 220kV (或 330kV) 侧接地故障流过线路的 $3I_0$</p>	<p>$I'_{DZ, II}$ 为相邻路零序 II 段动作值</p> <p>$I'_{DZ, III}$ 为相邻线路零序 III 段动作值</p> <p>K_F 为最大分支系数</p>	<p>$K_k \geq 1.1$</p>	<p>$t_{III} \geq t'_{II} + \Delta t$</p> <p>$t_{III} \geq t'_{III} + \Delta t$</p> <p>$t_{III} \geq t''_{II} + \Delta t$</p>	<p>后加速带 0.1s 延时</p>	<p>t'_{II} 为相邻线路零序 II 段动作时间</p> <p>t'_{III} 为相邻线路零序 III 段动作时间</p> <p>t''_{II} 为线路末端变压器 220kV (或 330kV) 侧出线接地保护 II 段最长动作时间</p>
零序电流 IV 段	$I_{0, IV}$	<p>1. 与相邻线路零序 III 段配合</p> $I_{DZ, IV} \geq K_k K_F I'_{DZ, III}$ <p>2. 与相邻线路零序 IV 段配合</p> $I_{DZ, IV} \geq K_k K_F I'_{DZ, IV}$ <p>3. 校核变压器 220kV (或 330kV) 侧接地故障流过线路的 $3I_0$</p>	<p>$I'_{DZ, III}$ 为相邻线路零序 III 段动作值</p> <p>$I'_{DZ, IV}$ 为相邻线路零序 IV 段动作值</p> <p>K_F 为最大分支系数</p>	<p>$K_k \geq 1.1$</p>	<p>$t_{IV} \geq t'_{III} + \Delta t$</p> <p>$t_{IV} \geq t'_{IV} + \Delta t$</p> <p>$t_{IV} \geq t'_{II} + \Delta t$</p>	<p>后加速带 0.1s 延时</p>	<p>t'_{III} 为相邻线路零序 III 段动作时间</p> <p>t'_{IV} 为相邻线路零序 IV 段动作时间</p> <p>t'_{II} 为线路末端变压器 220kV (或 330kV) 侧出线接地保护 II 段最长动作时间</p>

4.2.1.4 零序电流 I 段:

a. 零序电流 I 段电流定值按躲区外故障最大三倍零序电流整定, 在无互感的线路上, 零序电流 I 段的区外最严重故障点选择在本线路对侧母线或两侧母线上。当线路附近有其他零序互感较大的平行线路时, 故障点有时应选择在该平行线路的某处。例如: 平行双回线, 故障点有时应选择在该双回线之一的对侧断路器断开情况下的断口处, 见图 1 (a); 不同电压等级的平行线路, 其故障点有时可能选择在不同电压等级的平行线上的某处, 见图 1 (b)。

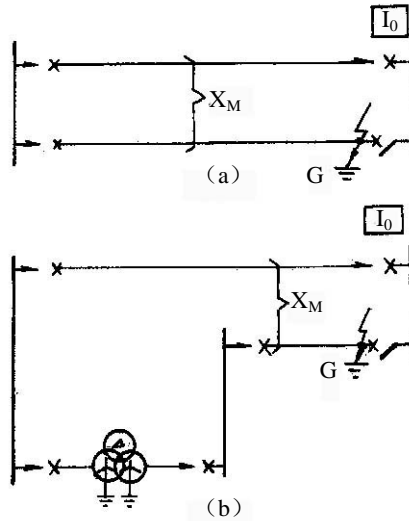


图 1 零序电流 I 段故障点的选择

(a) 平行双回线; (b) 不同电压等级的平行双回线

b. 在计算区外故障最大零序电流时, 一般应对各种常见运行方式及不同故障类型进行比较, 取其最大值。

如果所选择的停运检修路是与本线路有零序互感的平行线路, 则应考虑检修线路在两端接地的情况。

c. 由于在计算零序故障电流时没有计及可能出现的直流分量, 因此在按躲开区外故障最大三倍零序电流整定零序电流 I 段定值时, 可靠系数不应小于 1.3。

4.2.1.5 零序电流 II 段:

a. 三段式保护的零序电流 II 段电流定值应按保本线路末端故障时有不小于第 4.2.1.10 条规定的灵敏系数整定, 还应与相邻线路零序电流 I 段或 II 段配合, 保护范围一般不应伸出线路末端变压器 220kV (或 330kV) 电压侧母线, 动作时间按配合关系整定。

b. 四段式保护的零序电流 II 段电流定值按与相邻线路零序电流 I 段配合整定, 相邻线路全线速动保护能长期投入运行时, 也可以与全线速动保护配合整定, 电流定值的灵敏系数不作规定。

c. 如零序电流 II 段被配合的相邻线路是与本线路有较大零序互感的平行线路, 则应考虑该相邻线路故障, 在一侧断路器先断开时的保护配合关系。

当与相邻线路零序电流 I 段配合时：

如相邻线路零序电流 I 段能相继动作保护全线路，则本线路零序电流 II 段定值计算应选用故障点在相邻线路断路器断口处的分支系数 K_f 值，按与相邻线路零序电流 I 段配合整定。

如相邻线路零序电流 I 段不能相继动作保护全线路，则按下述规定整定：

如果当相邻线路上的故障点逐渐移近断路器断口处，流过本保护的 $3I_0$ 逐渐减少，见图 2 (a)，则本线路零序电流 II 段定值按与相邻线路零序电流 I 段配合整定。

如果当故障点移近断路器断口处，流过本保护的 $3I_0$ 下降后又逐渐回升，并大于相邻线路第 I 段末端故障流过本保护的 $3I_0$ ，但不超过本线路末端故障，流过本保护的 $3I_0$ 时，则本线路零序电流 II 段定值应按躲断路器断口处故障整定，见图 2 (b)。

同上情况，但在断路器断口处故障流过本保护的 $3I_0$ 大于在本线路末端故障流过本保护的 $3I_0$ 时，见图 2 (c)，本线路零序电流 II 段无法与相邻线路零序电流 I 段配合，只能与相邻线路零序电流 II 段配合，此时，允许双回线内部零序电流 II 段有不配合的情况。

零序电流 II 段的电流定值与相邻线路零序电流 II 段配合时，故障点一般可选在相邻线路末端。

4.2.1.6 零序电流 III 段：

a. 三段式保护的零序电流 III 段作本线路经电阻接地故障和相邻元件故障的后备保护，其电流定值不应大于 300A（一次值），在躲过本线路末端变压器其他各侧三相短路最大不平衡电流的前提下，力争满足相邻线路末端故障时有第 4.2.1.11 条规定的灵敏系数要求；校核与相邻线路零序电流 II 段、III 段或 IV 段的配合情况，并校核保护范围是否伸出线路末端变压器 220kV 或（330kV）电压侧母线，动作时间按配合关系整定。

b. 四段式保护的零序电流 III 段按下述方法整定：

如零序电流 II 段对本线路末端故障有规定的灵敏系数，则零序电流 III 段定值取零序电流 II 段定值。

如零序电流 II 段对本线路末端故障达不到第 4.2.1.10 条规定的灵敏系数要求，则零序电流 III 段按三段式保护的零序电流 II 段的方法整定。

4.2.1.7 零序电流 IV 段：

四段式保护的零序电流 IV 段按三段式保护的零序电流 III 段的方法整定。

4.2.1.8 零序电流保护最末一段与相邻线路零序电流保护配合整定有困难或动作时间过长时，如有必要，可按第 2.3.2 条规定设置适当的不配合点。

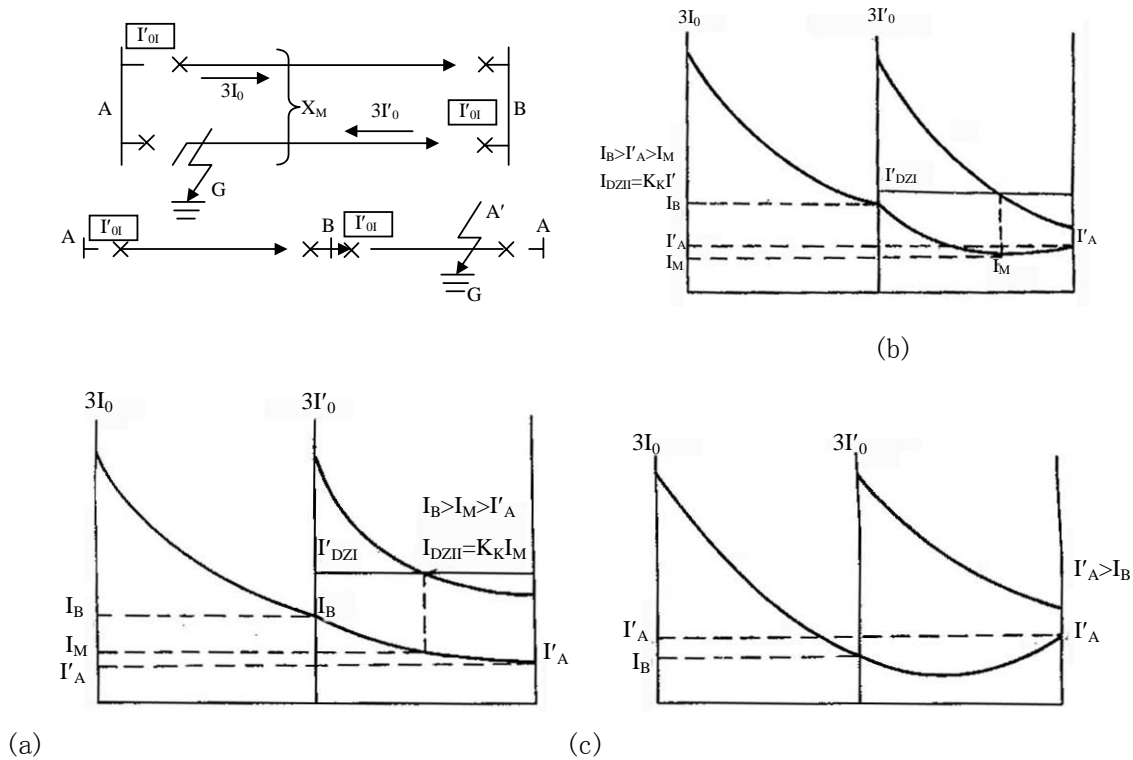


图2 平行互感线路零序电流保护之间的配合计算

I_B —本线路末端短路故障时，流进本线路的 $3I_0$ ；

I_M —相邻线路零序电流I段保护范围末端故障时流过本线路的 $3I_0$ ；

I'_A —断路器断口处故障时流过本线路的 $3I_0$ 。

4.2.1.9 分支系数 K_F 的选择，要通过常见各种运行方式的比较，选取其最大值。

在复杂的环网中，分支系数的大小与故障点的位置有关，在考虑与相邻零序电流保护配合时，按理应选用故障点在被配合段保护范围末端的 K_F 值，但为了简化计算，也可选用故障点在相邻线路末端的可能偏高的 K_F 值。

4.2.1.10 保全线有灵敏系数的零序电流定值对本线路末端金属性接地故障的灵敏系数应满足如下要求：

- 20km 以下线路，不小于 1.5；
- 20~50km 的线路，不小于 1.4；
- 50km 以上线路，不小于 1.3。

4.2.1.11 零序电流最末一段电流定值，对相邻线路末端金属性接地故障的灵敏系数力争不小于 1.2。

4.2.1.12 零序电流保护与接地距离保护配合时，可先找出接地距离的最小保护范围，与之配合的零序电流保护按躲开此处接地故障整定。

4.2.1.13 三相重合闸后加速一般应加速对线路末端故障有足够灵敏系数的零序电流保护段，如果躲不开后一侧合闸时，因断路器三相不同步产生的零序电流，则两侧的后加速保护在整个重合闸周期中均应

带 0.1s 延时。

4.2.1.14 当 110kV 线路零序电流保护范围伸出线路相邻变压器 220kV 或 (330kV) 电压等级母线时, 如配合有困难, 110kV 线路零序电流保护定值可以不与 220kV 或 (330kV) 电压等级的变压器零序电流保护配合, 但应与该侧出线接地距离保全段有灵敏系数的保护段配合。必要时, 也可以与 220kV 或 (330kV) 电压等级母线和线路的速动段保护配合。

4.2.1.15 当 110kV 电网线路配置微机阶段式相间和接地距离保护的情况下, 可考虑仅保留用于切除经电阻接地故障的一段零序电流保护。

4.2.2 接地距离保护

4.2.2.1 接地距离保护为三段式。

4.2.2.2 接地距离 I 段定值按可靠躲过本线路对侧母线接地故障整定。

4.2.2.3 接地距离 II 段定值按本线路末端发生金属性故障有足够灵敏度整定, 并与相邻线路接地距离 I 段配合。若仍无法满足配合关系, 按与相邻线路接地距离 II 段配合整定。

4.2.2.4 接地距离 II 段与相邻线路接地距离 I 段配合时, 准确的计算公式应该是:

a. 按单相接地故障或两相短路接地故障:

$$Z_{DZII} = K_k Z_1 + K_k K_{z1} Z'_{DZ1} + K_k \frac{(1+3K')K_{z0} - (1+3K)K_{z1}}{I_\phi + K3I_0} I_0 Z'_{DZ1} \quad (1)$$

或者将等式右侧第二项中的 K_{z1} (正序助增系数) 改用 K_{z0} (零序助增系数), 等式可写成如下形式:

b. 按单相接地故障:

$$Z_{DZII} = K_k Z_1 + K_k K_{z0} Z'_{DZ1} + K_k \frac{(K_{z1} - K_{z0})I_1 + 3(K'-K)K_{z0}I_0}{I_\phi + K3I_0} \quad (2)$$

c. 按两相短路接地故障:

$$Z_{DZII} = K_k Z_1 + K_k K_{z0} Z'_{DZ1} + K_k \frac{(K_{z1} - K_{z0})(I_\phi - I_0) + 3(K'-K)K_{z0}I_0}{I_\phi + K3I_0} Z'_{DZ1} \quad (3)$$

式中: K_{z1} 、 K_{z0} —分别为正序和零序助增系数;

K 、 K' —本线路和相邻线路零序补偿系数;

Z_1 —本线路正序阻抗;

Z'_{DZ1} —相邻线路接地距离 I 段阻抗定值;

I_1 、 I_0 —流过本线路的正序和零序电流;

I_{ϕ} —流过本线路的故障相电流。

假定 $K=K'$ ，当 K_{z0} 大于 K_{z1} 时，可略去式（1）中的最后一项；当 K_{z1} 大于 K_{z0} 时，可略去式（2）、式（3）中的最后一项，结果可以归纳为如下等式：

$$Z_{DZII} = K_k Z_1 + K_k K_z Z'_{DZ1} \quad (4)$$

式中： K_z — K_{z1} 和 K_{z0} 两者中的较小值。

4.2.2.5 接地距离 II 段保护范围一般不应超过相邻变压器的其他各侧母线。阻抗定值按躲变压器小电流接地系统侧母线三相短路整定时：

$$Z_{DZII} \leq K_k Z_1 + K_k K_{z1} Z_{T1} \quad (5)$$

式中： Z_1 —线路正序阻抗；

K_{z1} —正序助增系数；

Z_{T1} —变压器正序阻抗。

阻抗定值按躲变压器其他侧（中性点直接接地系统）母线接地故障整定时：

a. 按单相接地故障：

$$Z_{DZII} \leq K_k \times \frac{U_1 + U_2 + U_o}{I_1 + I_2 + I_o + K3I_o} = K_k \frac{E + 2U_2 + U_o}{2I_1 + (1 + 3K)I_o} \quad (6)$$

b. 按两相短路接地故障：

$$Z_{DZII} \leq K_k \frac{a^2 U_1 + a U_2 + U_o}{a^2 I_1 + a I_2 + (1 + 3K)I_o} \quad (7)$$

式（6）及式（7）中： U_1 、 U_2 、 U_o 和 I_1 、 I_2 、 I_o 相应地为在变压器其他侧母线故障时，在接地距离保护安装处所测得的各相序电压和各相序电流。

4.2.2.6 当相邻线路无接地距离保护时，接地距离 II 段可与相邻线路零序电流 I 段配合。为了简化计算，可以只考虑相邻线路单相接地故障情况，两相短路接地故障靠相邻线路相间距离 I 段动作来保证选择性。

由于保护动作原理不一致，接地距离保护与零序电流保护配合关系比较复杂，但为了简化计算和满足选择性要求，可用以下简化计算公式：

$$Z_{DZII} \leq K_k Z_1 + K_k K_z Z'_{II(II)}$$

式中： K_k —可靠系数；

K_z —相邻线路零序电流 I 段或 II 段单相接地保护范围末端故障时的最小助增系数

（选用正序助增系数与零序助增系数两者中的较小值）；

Z_1 —本线路正序阻抗；

$Z'_{1(I)}$ —相邻线路零序电流 I 段（或 II 段）保护范围所对应的线路正序阻抗值。

4.2.2.7 接地距离 III 段，按与相邻线路接地距离 II 段配合整定。若配合有困难，可与相邻线路接地距离 III 段配合整定。接地距离 III 段应对相邻线路末端有不小于 1.2 的灵敏度。

4.2.2.8 接地距离保护中应有对本线路末端故障有灵敏度的延时段保护，其灵敏系数满足如下要求：

- a. 50km 以下线路，不小于 1.5；
- b. 50~200km 线路，不小于 1.4；
- c. 200km 以上线路，不小于 1.3。

4.2.2.9 零序电流补偿系数 K 应按线路实测的正序阻抗 Z_1 和零序阻抗 Z_0 计算获得， $K = (Z_0 - Z_1) / 3Z_1$ 。实用值宜小于或接近计算值。

4.2.2.10 四边形特性阻抗元件的电阻和电抗特性根据整定范围选择，电阻特性可根据最小负荷阻抗整定，电抗和电阻特性的整定应综合考虑暂态超越问题和躲过渡电阻的能力。

4.2.2.11 接地距离保护的整定计算如表 2 所示。

表 2 接地距离保护整定计算表

名称	符号	阻抗定值		动作时间	说明
		公式	说明		
接地距离 I 段	Z_{0I}	1. 躲本线路末端故障 $Z_{DZ1} \leq K_k Z_1$	Z_1 为本线路正序阻抗 $K_k \leq 0.7$	$t_I = 0s$	参见第 4.2.2.2 条
		2. 单回线送变压器终端方式，送电侧保护伸入受端变压器 $Z_{DZ1} \leq K_k Z_1 + K_{KT} Z'_T$	$K_k = 0.8 \sim 0.85$ Z_1 为本线路正序阻抗 $K_{KT} \leq 0.7$ Z'_T 为受端变压器正序阻抗	$t_I \geq 0s$	
接地距离 II 段	Z_{0II}	1. 与相邻线路接地距离 I 段配合 $Z_{DZ11} \leq K_k Z_1 + K_k K_2 Z'_{DZ1}$	Z_1 为本线路正序阻抗 Z'_{DZ1} 为相邻线路接地距离 I 段动作阻抗 K_2 为助增系数，选用正序助增系数与零序助增系数两者中的较小值 $K_k = 0.7 \sim 0.8$	$t_{II} \geq t'_{I1} + \Delta t$	参见第 4.2.2.4 条 t'_{I1} 为相邻线路接地距离 I 段动作时间 Δt 为时间级差

		2. 按本线路末端接地故障有足够灵敏度整定 $Z_{DZ II} \leq K_{Im} Z_1$	$K_{Im}=1.3 \sim 1.5$	$t_{II} = 0.5s$ 或 $1.0s$	参见第 4.2.2.3 条 及第 4.2.2.8 条
		3. 与相邻线路接地距离 II 段配合 $Z_{DZ II} \leq K_k Z_1 + K_k K_2 Z'_{DZ II}$	Z_1 为本线路正序阻抗 $Z'_{DZ II}$ 为相邻线路接地距离 II 段动作阻抗 $K_k=0.7 \sim 0.8$ K_2 为助增系数, 选用正序助增系数与零序助增系数两者中较小值	$t_{II} \geq t'_{II} + \Delta t$	t'_{II} 为相邻线路接地距离 II 段动作时间 Δt 为时间级差
		4. 躲变压器另一侧母线三相短路 $Z_{DZ II} \leq K_k Z_1 + K_k K_{Z1} Z'T$	Z_1 为本线路正序阻抗 $Z'T$ 为相邻变压器正序阻抗 K_{Z1} 为正序助增系数 $K_k=0.7 \sim 0.8$	$t'_{II}=0.8s$	参见第 4.2.2.5 条
接 地 距 离 III 段	Z_{0III}	3. 按相邻线路末端接地故障有足够灵敏度整定 $Z_{DZ III} \leq K_{Im} (Z_1 + K_2 Z'_1)$	Z_1 为本线路正序阻抗, Z'_1 为相邻线路正序阻抗。 K_2 为助增系数, 选用正序助增系数与零序助增系数两者中的较大值。 $K_{Im}=1.2$		
		1. 与相邻线路接地距离 II 段配合 $Z_{DZ III} \leq K_k Z_1 + K_k K_2 Z'_{DZ II}$	Z_1 为本线路正序阻抗 $Z'_{DZ II}$ 为相邻线路接地距离 II 段动作阻抗 $K_k=0.7 \sim 0.8$ K_2 为助增系数, 选用正序助增系数与零序助增系数两者中的较小者	$t_{III} = t'_{II} + \Delta t$	t'_{II} 为相邻线路接地距离 II 段动作时间 参见第 4.2.2.7 条

	2. 与相邻线路接地距离 III 段配合	Z_1 为本线路正序阻抗 $Z'_{DZ III}$ 为相邻线路接地距离 III 段动作阻抗 $K_K=0.7\sim 0.8$ K_2 为助增系数, 选用正序助增系数与零序助增系数两者中较小者	$t_{II}=t'_{III}+\Delta t$	t'_{III} 为相邻线路接地距离 III 段动作时间 参见第 4.2.2.7 条
--	----------------------	--	----------------------------	---

注: 方向阻抗继电器的最大灵敏角整定, 一般等于被保护元件的正序阻抗角。

4.2.3 相间距离保护

4.2.3.1 相间距离保护一般为三段式。一些相间距离保护在三段式的基础上还设有不经振荡闭锁的相间距离 I 段和距离 II 段保护。

4.2.3.2 起动元件的定值应保证在本线路末端和保护动作区末端非对称故障时有足够的灵敏系数, 并保证在本线路末端发生三相短路时能可靠起动, 其灵敏系数具体取值如下:

- 负序电流分量起动元件在本线路末端金属性两相短路故障时, 灵敏系数大于 4。
- 单独的零序或负序电流分量起动元件在本线路末端金属性单相和两相接地故障时, 灵敏系数大于 4。
- 负序电流分量起动元件在距离 III 段动作区末端金属性两相短路故障时, 灵敏系数大于 2。
- 单独的零序或负序电流分量起动元件在距离 III 段动作区末端金属性单相和两相接地故障时, 灵敏系数大于 2。
- 相电流突变量起动元件在本线路末端各类金属性短路故障时, 灵敏系数大于 4, 在距离 III 段动作区末端各类金属性故障时, 灵敏系数大于 2。

4.2.3.3 相间距离 I 段阻抗定值, 按可靠躲过本线路末端相间故障整定。超短线路的 I 段阻抗, 宜退出运行。

4.2.3.4 相间距离 II 段阻抗定值, 按保本线路末端相间故障有不小于规定的灵敏系数整定, 并与相邻线路相间距离 I 段或 II 段配合, 动作时间按配合关系整定。

4.2.3.5 相间距离 II 段阻抗定值对本线路末端相间金属性故障的灵敏系数应满足如下要求:

- 对 50km 以上的线路不小于 1.3;
- 对 20~50km 的线路不小于 1.4;
- 对 20km 以下的线路不小于 1.5。可能时, 应考虑当线路末端经一定的弧光电阻故障时, 保护仍能动作。

4.2.3.6 圆特性的相间距离 III 段阻抗定值, 按可靠躲过本线路的事故过负荷最小阻抗整定, 并与相邻线路

的相间距离 II 段或距离 III 段配合。

4.2.3.7 四边形特性的相间距离 III 段阻抗定值按与相邻线路的相间距离 II 段或距离 III 段配合整定。

四边形特性阻抗元件的电阻和电抗特性根据整定范围确定，电阻特性按可靠躲过本线路事故过负荷最小阻抗整定。

4.2.3.8 相间距离 III 段的动作时间应按配合关系整定，对可能振荡的线路，还应大于振荡周期。

4.2.3.9 相间距离 III 段阻抗定值，对相邻线路末端相间故障的灵敏系数应力争不小于 1.2，确有困难时，可按相继动作校核灵敏系数。

4.2.3.10 上下级相间距离阻抗定值应按金属性短路故障进行配合整定，不计及故障电阻影响。

4.2.3.11 相间距离保护的整定公式见表 3。

表 3 相间距离保护整定表

名称	符号	阻 抗 定 值		动 作 时 间	
		公 式	说 明	公 式	说 明
I 段	Z_{I1}	1. 按躲本线末端故障整定 $Z_{DZ1} \leq K_k Z_L$ $\angle \theta = \angle \theta_L$	$K_k=0.8 \sim 0.85$ Z_L 为线路正序阻抗 $\angle \theta_L$ 为被保护线路正序阻抗角	$t_1=0''$	
		2. 单回线终端变压器方式伸入变压器内 $Z_{DZ1} \leq K_k Z_L + K_{KT} Z'_{T1}$	$K_k=0.8 \sim 0.85$ $K_{KT} \leq 0.7$ Z'_{T1} 为终端变压器并联等值正序阻抗	$t_1=0''$	
II 段	Z_{II}	1. 躲相邻线距离保护第 I 段 $Z_{DZII} \leq K_k Z_L + K'_{kK} K_z Z'_{DZI}$ $\angle \theta = \angle \theta_L$	K_z 为助增系数 Z'_{DZI} 为相邻线距离 I 段动作阻抗 $K_k=0.8 \sim 0.85$ $K'_{kK} \leq 0.8$	$t_{II} \geq \Delta t$	
		2. 躲变压器其他侧母线 $Z_{DZII} \leq K_k Z_L + K_{KT} K_z Z'_{T1}$ $\angle \theta = \angle \theta_L$	Z'_{T1} 为相邻变压器并联等值正序阻抗 $K_k=0.8 \sim 0.85$ $K_{KT} \leq 0.7$	$t_{II} \geq \Delta t$	
		3. 躲相邻线距离保护第 II 段 $Z_{DZII} \leq K_k Z_L + K'_{kK} K_z Z'_{DZII}$ $\angle \theta = \angle \theta_L$	Z'_{DZII} 为相邻距离 II 段动作阻抗 $K_k=0.8 \sim 0.85$ $K'_{kK} \leq 0.8$ Z_{DZII} 公式右侧 Z_L 、 Z'_{DZII} 和 Z'_{T1} 可假定阻抗角相等	$t_{II} \geq t'_{II} + \Delta t$	t'_{II} 为相邻线路距离 II 段动作时间
		4. 本线故障有规定的灵敏系数 $Z_{DZII} = K_M Z_L$ 5. 与相邻线路电流电压保护时间配合	灵敏系数 $K_M=1.3 \sim 1.5$	$t_{II} \geq t'_{II} + \Delta t$	t'_{II} 为相邻线路电流电压保护动作时间

III段	Z_{III}	1. 躲相邻线距离保护第II段 $Z_{DZIII} \leq K_k Z_L + K'_{kK} Z'_{DZIII}$	Z'_{DZIII} 为相邻距离II段动作阻抗 $K_k = 0.8 \sim 0.85$ $K'_{kK} \leq 0.8$	保护范围不伸出相邻变压器其他侧母线时: $t_{II} \geq t'_{IIz} + \Delta t$, 保护范围伸出相邻变压器其他侧母线时: $t_{II} \geq t'_{I+} + \Delta t$	t'_{IIz} 为相邻线路的距离II段动作时间 t'_{I+} 为本规程要求配合的保护动作时间($t'_{I+} > t'_{IIz}$ 时)
		1. 躲相邻线路距离保护第III段 $Z_{DZIII} \leq K_k Z_L + K'_{kK} Z'_{DZIII}$	Z'_{DZIII} 为相邻线路距离III段动作阻抗 $K_k \leq 0.8$ $K'_{kK} = 0.8 \sim 0.85$	$t_{III} \geq t'_{III+} + \Delta t$	t'_{III} 为相邻线路距离III段动作时间
		2. 与相邻变压器过电流保护时间配合		$t_{III} \geq t'_{I+} + \Delta t$	t'_{I+} 为相邻变压器被配合保护的動作时间
		3. 躲负荷阻抗 圆特性 $Z_{DZIII} \leq K_k Z_{FH}$	Z_{DZIII} 为阻抗元件所见到的事故过负荷最小负荷阻抗 Z_{FH} (应配合阻抗元件的实际动作特性进行检查)整定 $K_k \leq 0.7$		

注:

a. 所给定的阻抗元件定值, 包括幅值和相角两部分, 都应是在额定频率下被保护线路的正序阻抗值。但对有特殊规定的距离III段阻抗定值例外。

b. 表3适用于接于相间电压与相电流之差的相间阻抗元件。

c. 接线为其他方式的相间距离保护的整定计算可参照表3。

4.2.4 自动重合闸

4.2.4.1 自动重合闸的动作时间:

a. 单侧电源线路的三相重合闸时间除应大于故障点断电去游离时间外, 还应大于断路器及操作机构复归原状准备好再次动作的时间。

b. 双侧电源线路的三相重合闸时间除了考虑单侧电源线路重合闸的因素外, 还应考虑线路两侧保护装置以不同时间切除故障的可能性。

重合闸整定时间应等于线路对侧有足够灵敏系数的延时段保护的動作时间, 加上故障点足够断电去游离时间和裕度时间, 再减去断路器合闸固有時間, 即

$$t_{z\min} = t_{II} + t_D + \Delta t - t_K$$

式中 $t_{z\min}$ ——最小重合闸整定时间;

t_x ——对侧保护延时段動作时间;

t_D ——断电时间, 对三相重合闸不小于0.3s;

t_K ——断路器合闸固有時間;

Δt ——裕度时间。

c. 对分支线路，在整定重合闸时间时，尚应考虑对侧和分支侧断路器相继跳闸的情况下，故障点仍有足够的断电去游离时间。

d. 为提高线路重合成功率，可酌情延长重合闸动作时间：

单侧电源线路的三相一次重合闸动作时间不宜小于 0.7s；如采用二次重合闸，第二次重合闸动作时间不宜小于 5s。

多回线并列运行的双侧电源线路的三相一次重合闸，其无电压检定侧的动作时间不宜小于 5s。

大型电厂出线的三相一次重合闸时间一般整定为 10s。

4.2.4.2 如果分支侧变压器低压侧无电源，分支侧断路器可以在线路故障时不跳闸，但线路后加速电流定值应可靠躲过重合闸时分支侧最大负荷电流。

4.2.4.3 双侧电源的线路，除采用解列重合闸的单回线路外，均应有一侧检同期重合闸，以防止非同期重合闸对设备的损害。检同期合闸角的整定应满足可能出现的最不利方式下，小电源侧发电机的冲击电流不超过允许值。一般线路检同期合闸角整定在 30° 左右。

4.2.5 母线保护

4.2.5.1 具有比率制动特点的母线保护的差电流起动元件、母线选择元件定值，应可靠躲过正常运行最大不平衡电流，并躲过任一元件电流二次回路断线时由负荷电流引起的最大差电流，同时，差电流起动元件、母线选择元件定值之间也应有不大于 0.9 的配合系数：

$$a. I_{DZ} \geq K_k \times f_1 \times I_{FHmax}$$

式中： f_1 ——电流互感器最大误差系数，按 10% 的误差要求取 0.1；

I_{FHmax} ——正常运行时流过任一元件电流互感器的最大负荷电流；

K_k ——可靠系数，对采用同类型、同变比TA的母线保护不小于 2.0，对采用不同类型、不同变比TA的母线保护不小于 3.0。

$$b. I_{DZ} \geq K_k \times I_{FHmax}$$

式中： I_{FHmax} ——母线上一个元件在常见运行方式下的最大负荷电流；

K_k ——可靠系数，取 1.1~1.3

c. 差电流起动元件、选择元件定值，按连接母线的最小故障类型、以最小动作电流为基数校验灵敏系数，灵敏系数一般不小于 2.0，以保证母线短路故障在母联断路器跳闸前后有足够的灵敏度，若灵敏系数小于 2.0，可适当降低电流二次回路断线的动作条件。

4.2.5.2 具有比率制动特点的母线保护制动系数 K_z 的选取原则：

a. 差电流起动元件、选择元件制动系数 K_z 的选取，应可靠躲过外部故障时最大不平衡差电流，同时还应保证各种接线方式的母线在母联断路器（分段断路器）断开和合上的各种条件下均能可靠动作。

b. 对于制动系数 K_z 为差动电流与制动电流之比值的母线保护，在最不利的情况下， K_z 约为 0.33。视母线保护装置的具体情况，制动系数 K_z 可在 0.3-0.7 范围选取，复式比率制动的母线保护可按相应公式折算。

c. 对于不同母线接线的母线保护，差电流起动元件、选择元件制动系数 K_z 的选取可能不一致。

4.2.5.3 母线保护装置中的电流回路断线闭锁元件，其电流定值应躲过正常最大不平衡电流，一般可整定为电流互感器额定电流的 0.05-0.1 倍，动作时间大于母线联接元件保护的最大动作时间。

4.2.5.4 母线保护装置中的电流回路异常告警元件，其电流定值应躲过正常运行实测最大不平衡电流，一般可整定为电流互感器额定电流的 0.02-0.1 倍，

4.2.5.5 每一段母线都应设复合电压闭锁元件，包含低电压、零序电压、负序电压闭锁元件，以保证母线在各种故障情况下其电压闭锁有足够的灵敏度：

低电压闭锁元件定值按躲正常最低运行电压整定，一般可整定为母线额定运行电压的 0.6 倍~0.7 倍。

负序或零序电压闭锁元件定值按躲正常运行的最大不平衡电压整定。负序相电压 U_2 一般整定为 4~12V，三倍零序电压 $3U_0$ 一般整定为 4~12V。

电压闭锁元件的灵敏系数应比相应的电流起动元件高。

4.2.5.6 母联失灵（死区故障）电流元件按有无电流的原则整定，一般不应低于 $0.1I_N$ ，灵敏系数 ≥ 1.5 ；母联失灵时间元件应大于母联开关的跳闸灭弧时间加失灵保护返回时间及裕度时间，一般整定 0.2~0.25。

4.2.6 电流电压保护

4.2.6.1 速断保护

4.2.6.1.1 电流速断保护

a、双侧电源线路的方向电流速断保护定值，应按躲过本线路末端最大三相短路电流整定；无方向的电流速断保护定值应按躲过本线路两侧母线最大三相短路电流整定。对双回线路，应以单回运行作为计算的运行方式，对环网线路，应以开环方式作为计算的运行方式。单侧电源线路的电流速断保护定值，按双侧电源线路的方向电流速断保护的方法整定。计算公式如下：

$$I_{DZ.1} \geq K_K \cdot I_{D.\max}^{(3)}$$

说明： $K_K \geq 1.3$

$I_{D.\max}^{(3)}$ 应酌情取本线路对侧或两侧故障的数值

b、对于接入供电变压器的终端线路（含 T 接供电变压器或供电线路）：

如变压器装有差动保护，线路电流速断保护定值允许按躲过变压器其他侧母线三相最大短路电流整定，计算公式同上， $I_{D.\max}^{(3)}$ 表示变压器其他侧故障时本线路最大三相短路电流。

如变压器以电流速断作为主保护，则线路电流速断保护应与变压器电流速断保护配合整定，计算公式如下：

$$I_{DZ.I} \geq K'_K \cdot n \cdot I'_{DZ}$$

说明： I'_{DZ} 为并联运行变压器装设的电流速断定值

n 为并联变压器台数

$$K'_K \geq 1.1$$

c、电流速断保护应校核被保护线路出口短路的灵敏系数，在常见运行大方式下，三相短路的灵敏系数不小于 1 时即可投运。

d、时间定值整定为 0 秒。

4.2.6.1.2 电流电压速断保护

应根据具体情况，酌情选用下述整定方法：

a. 电压元件作为闭锁元件，电流元件作为测量元件。

电压定值按保测量元件范围末端故障时有足够的灵敏系数整定：

$$U_{DZ.I} = U_{CY.max} * K_{LM}$$

说明： $U_{CY.max}$ 为保护安装处的最高残压

$$K_{LM} \geq 1.5$$

电流定值按第 4.2.6.1.1 条有关部分整定。

b. 电流元件作为闭锁元件，电压元件作为测量元件。

电流定值按保本线路末端故障时有足够的灵敏系数整定。

电压定值按可靠躲过本线路末端故障的最小残压整定。

$$I_{DZ} \leq I_{D.min}^{(2)} / K_{LM}$$

$$U_{DZ.I} \leq U_{CY.min} / K_K$$

说明： $I_{D.min}^{(2)}$ 为本线路末端两相短路电流

$$K_{LM} \geq 1.5$$

$U_{CY.min}$ 为保护安装处的最低残压

$$K_K \geq 1.3$$

该保护如使用在双侧电源线路上，应装方向元件，整定方法同上。

c. 电流元件和电压元件均作为测量元件。

应以时间最长的运行方式作为整定运行方式。

电流定值按可靠躲过整定运行方式下本线路末端三相短路电流整定。

电压定值等于整定运行方式下，电流元件保护范围末端三相短路时保护安装处的残压。

$$I_{DZ.I} = I_{D}^{(3)} = E_{KT} / (Z_{KT} + Z_L / K_K)$$

$$U_{DZ.I} = \sqrt{3}I_{DZ.I}Z_L / K_K$$

说明： $I_{DZ.I}^{(3)}$ 为在正常运行方式下本线路 Z_L/K_K 处的数值
系统等值阻抗 Z_{Σ} 取正常运行方式的数值

$$K_K \geq 1.3$$

该保护如使用在双侧电源线路上，则应装方向元件，整定方法同上。

4.2.6.2 延时速断保护

4.2.6.2.1 延时电流速断保护

电流定值应对本线路末端故障有规定的灵敏系数，还应与相邻线路保护的测量元件定值配合，时间定值按配合关系整定（ $\Delta t=0.3\sim 0.5s$ ，以下同）。

该保护使用在双侧电源线路上又未经方向元件控制时，应考虑与背侧线路保护的配合问题。

a. 如相邻线路电流、电压元件均作为测量元件，其电流计算公式如下，两式计算结果取较大值。

$$I_{DZ.II} \geq K_K \cdot K_{F.max} \cdot I'_{DZ}$$

$$I_{DZ.II} \geq \frac{K_K \left(E_{XT} - \frac{U'_{DZ}}{\sqrt{3}} \right)}{Z_{XT.min} + Z_L}$$

说明： E_{XT} 为系统相电势

$Z_{XT.min}$ 为线路背侧系统在最大运行方式下的最小等值阻抗

I'_{DZ} 为相邻线路被配合段保护的电流定值

U'_{DZ} 为相邻线路被配合段保护的电压定值

$$K_K \geq 1.1$$

b. 如相邻线路只有电流或电压元件作为测量元件，其电流计算公式只用上面两式中的一式计算。

4.2.6.2.2 延时电流电压速断保护

应根据具体情况，酌情选用下述整定方法：

a. 电压元件作为闭锁元件，电流元件作为测量元件。

电压定值按保测量元件范围末端故障时有足够的灵敏系数整定，公式参见 4.2.6.1.2 的 a 部分。

电流定值按保本线路末端故障有规定的灵敏系数整定，还应与相邻线路保护测量元件定值配合。具体配合原则：

- 与相邻线路只有电流测量元件的速断保护配合整定，电流定值参见表 1 中公式(1)计算。
- 与相邻线路只有电压测量元件的电流电压速断保护配合，电流定值参见表 1 中公式(2)计算。
- 与相邻线路电流、电压元件均作为测量元件的电流电压速断配合，电流定值分别按照表 1 中公式

(1)、(2)中计算,取结果较大的值作为电流定值。

- 与相邻线路电流电压延时段保护配合时,原则同上述与瞬时速断保护配合,仅将 $I'_{DZ.I}$ 、 $U'_{DZ.I}$ 换成 $I'_{DZ.II}$ 、 $U'_{DZ.II}$ 。

时间定值按配合关系整定(, $\Delta t=0.3\sim 0.5s$)。

该保护如使用在双侧电源线路上又未经方向元件控制时,应考虑与背侧线路保护的配合问题。

b. 电流元件作为闭锁元件,电压元件作为测量元件。

电流定值按保测量元件范围末端故障时有足够的灵敏系数整定,公式参见4.2.6.1.2的b部分。

电压定值按保本线路末端故障有规定的灵敏系数整定,还应与相邻线路保护测量元件定值配合。具体配合原则:

- 与相邻线路只有电流元件作为测量元件的速断保护配合,电压定值参见表1中公式(5)计算。
- 与相邻线路只有电压元件作为测量元件的电流电压速断保护配合,电压定值参见表1中公式(6)计算。
- 与相邻线路电流、电压元件均作为测量元件的电流电压速断保护配合,电压定值分别按照表1中公式(5)、(6)中计算,取结果较大的值作为电流定值。
- 与相邻线路电流电压延时段保护配合,原则同上述与瞬时速断保护配合,仅将 $I'_{DZ.I}$ 、 $U'_{DZ.I}$ 换成 $I'_{DZ.II}$ 、 $U'_{DZ.II}$ 。

时间定值按配合关系整定(, $\Delta t=0.3\sim 0.5s$)。

该保护如使用在双侧电源线路上,则应装方向元件,整定方法同上。

c. 电流元件和电压元件均作为测量元件。

- 与相邻线路以电流元件为测量元件的电流电压保护配合时,应选用常见运行方式下的最大分支系数 $K_{F,max}$,本线路保护的电流元件定值应与相邻线路保护的电流元件定值配合,参见表4中公式(1)计算。

其电压元件应按在常见运行方式下本线路末端故障时与电流元件有相等的最低灵敏系数整定,参见表4中公式(7)计算,式中电流元件的 K_M 和 $U_{CY,max}$ 均用本线路末端短路的数值。也可以采用电压元件均与相邻线路电流元件配合的方法参见表4中公式(5)计算。

- 与相邻线路以电压元件为测量元件的电流电压保护配合时,本线路保护的电压元件定值应与相邻线路保护的电压元件定值配合,参见表4中公式(6)。

其电流元件定值应按在常见运行方式下本线路末端故障时与电压元件有相等的最低灵敏系数整定,参见表1中公式(3),式中本线路电压元件的 K_M 和 $I_{D,min}^{(2)}$ 是本线路末端短路的数值。也可以采用电流元件均与相邻线路电压元件配合的方法,参见表4中公式(2)。

- 与相邻线路电流元件和电压元件均作为测量元件的电流电压保护配合时,电流、电压元件应分别与相邻线路保护的电流、电压元件定值配合,参见表4中公式(1)(6)。
- 与相邻线路的各类测量原理的保护相配合时,在求出相邻线路保护的最小范围后,为了提高本线路保护的灵敏系数,也可以按本线路保护的电流元件和电压元件最小灵敏系数相等的公式整定,电流、电压定值参见表4中公式(4)(8)。与相邻线路电流电压延时段保护相配合时,将 $I'_{DZ.I}$ 、 $U'_{DZ.I}$ 换

成 $I'_{DZ.II}$ 、 $U'_{DZ.II}$ ； $Z_{F.min}$ 换成相邻线路全长 Z'_L 。

该保护使用在双侧电源线路上时，应装方向元件，整定方法同上。

表 4 电流电压保护整定表

名称	符号	电流或电压整定值
延时电流 电压速断	$I_{DZ.II}$	与相邻线路电流定值配合： $I_{DZ.II} = K_K K_{F.max} I'_{DZ.I} \quad (1)$ 其中： $K_K \geq 1.1$
		与相邻线路电压定值配合整定： $I_{DZ.II} = K_K (E_{XT} - U'_{DZ.I} / \sqrt{3}) / (Z_{XT.min} + Z_L) \quad (2)$ 其中： $K_K \geq 1.1$
		按在本线路末端故障时与电压元件有相等的最低灵敏系数整定： $I_{DZ.II} = I_{D.min}^{(2)} / K_{LM} \quad (3)$
		按电流和电压元件最小灵敏系数相等的原则整定的。 $I_{DZ.II} = \sqrt{K_K I_{DZ.MAX}^{(3)} I_D^{(3)}} = \sqrt{\frac{K_K U_{CY.min} I_{D.min}^{(3)}}{\sqrt{3} (Z_L + Z_{F.min} / K_{F.max})}} \quad (4)$ 其中： $U_{CY.min}$ 、 $I_D^{(3)}$ 、 U_{CY} 、 $I_{D.max}^{(3)}$ 均为在相邻线路保护最小保护范围 $Z_{F.min}$ 处故障时，本线路保护安装处的电气量，其中，当短路电流为 $I_D^{(3)}$ 时，对应残压为 $U_{CY.min}$ ，当短路电流为 $I_{D.max}^{(3)}$ 时，对应的残压为 U_{CY} 。 $K_K \geq 1.2$
$U_{DZ.II}$	$U_{DZ.II}$	与相邻线路电流定值配合整定： $U_{DZ.II} = (\sqrt{3} E_{XT} - 2 K_{F.max} \cdot I'_{DZ.I} Z_{XT.max}) / K_K \quad (5)$ 其中： $K_K \geq 1.1$
		与相邻线路电压定值配合整定： $U_{DZ.II} = \left(\frac{\sqrt{3} E_{XT} Z_L - U'_{DZ.I} Z_L}{Z_{XT.max} + Z_L} + U'_{DZ.I} \right) / K_K \quad (6)$ 其中： $K_K \geq 1.1$
		按在本线路末端故障时与电流元件有相等的最低灵敏系数整定： $U_{DZ.II} = U_{CY.max} K_{LM} \quad (7)$
		按电流和电压元件最小灵敏系数相等的原则整定： $U_{DZ.II} = \sqrt{\frac{U_{CY.min} U_{CY}}{K_K}} = \frac{\sqrt{3} I_{DZ.II} (Z_L + Z_{F.min} / K_{F.max})}{K_K} \quad (8)$ 其中： $U_{CY.min}$ 、 $I_D^{(3)}$ 、 U_{CY} 、 $I_{D.max}^{(3)}$ 均为在相邻线路保护最小保护范围 $Z_{F.min}$ 处故障时，本线路保护安装处的电气量。当短路电流为 $I_D^{(3)}$ 时，对应残压为 $U_{CY.min}$ ，当短路电流为 $I_{D.max}^{(3)}$ 时，对应的残压为 U_{CY} 。 $K_K \geq 1.2$

	公式符号 说明	E_{N} 为系统相电势 $K_{\text{F,max}}$ 为最大分支系数 Z 为本线路阻抗 $Z_{\text{N,max}}$ 为线路背侧系统最小运行方式的 最大等值阻抗 $Z_{\text{N,min}}$ 为线路背侧系统在最大运行方式下的 最小等值阻抗
--	------------	---

4.2.6.3 过电流保护

4.2.6.3.1 电流和时间定值应与相邻线路的延时段保护或过电流保护配合整定，其电流定值还应躲过最大负荷电流，最大负荷电流的计算应考虑常见运行方式下可能出现的最严重情况，如双回线中一回断开、备用电源自投、环网解环、由调度方式部门提供的事故过负荷、负荷自起动电流等。在受线路输送能力限制的特殊情况下，也可按输电线路所允许的最大负荷电流整定。该保护如使用在双侧电源线路上又未经方向元件控制时，应考虑与背侧线路保护的配合问题。电流计算公式如下，两式计算结果取较大值。

$$I_{\text{DZ.III}} \geq K'_K \cdot K_{\text{F,max}} \cdot I'_{\text{DZ.III}}$$

$$I_{\text{DZ.III}} \geq \frac{K_K}{K_f} \cdot I_{\text{FH,max}}$$

说明： $I'_{\text{DZ.III}}$ 为相邻线路过电流保护定值

$I_{\text{FH,max}}$ 为本线路的最大负荷电流

$$K_K \geq 1.2$$

$$K_f = 0.85 \sim 0.95$$

$$K'_K \geq 1.1$$

4.2.6.3.2 电压闭锁过电流保护

电流和时间定值按第 4.2.6.3.1 条有关部分整定，但其最大负荷电流的计算可以不考虑负荷自起动电流。

电压定值按躲过保护安装处最低运行电压整定（，负序电压元件按躲过电压互感器的不平衡负序电压整定）。

该保护使用在双侧电源线路上又未经方向元件控制时，应考虑与背侧线路保护的配合问题。

4.2.6.4 延时速断保护的测量元件定值在本线路末端故障时应满足如下灵敏系数的要求：

- a. 对 50km 以上的线路不小于 1.3；
- b. 对 20~50km 的线路不小于 1.4；
- c. 对 20km 以下的线路不小于 1.5。

过电流保护的电流定值在本线路末端故障时要求灵敏系数不小于 1.5，在相邻线路末端故障时力争灵

敏系数不小于 1.2。

电流电压保护中各类闭锁元件的动作灵敏系数应不低于所控测量元件的动作灵敏系数。

4.2.6.5 对不与其他线路构成环网的单回线路，其电流电压速断保护在本线路金属性短路时的保护范围按下述公式计算：

a. 电流测量元件的最小保护范围 $Z_{F.min}$ 、最大保护范围 $Z_{F.max}$ ：

$$Z_{F.min} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot E_{XT} / I_{DZ.I} - Z_{XT.min}$$

$$Z_{F.max} = E_{XT} / I_{DZ.I} - Z_{XT.min}$$

b. 电压测量元件的最小保护范围 $Z_{F.min}$ 、最大保护范围 $Z_{F.max}$ ：

$$Z_{F.min} = U_{DZ.I} \cdot Z_{XT.max} / (\sqrt{3}E_{XT} - U_{DZ.I})$$

$$Z_{F.max} = U_{DZ.I} \cdot Z_{XT.min} / (\sqrt{3}E_{XT} - U_{DZ.I})$$

4.2.7 反时限过电流保护

本条下述整定方法适用于单侧电源线路保护，该保护如使用在双侧电源线路上，又未经方向元件控制时，应考虑与背侧线路保护的配合问题。

4.2.7.1 电流速断部分

a. 线路电流速断定值按第 4.2.6.1 条有关部分整定。

b. 变压器电流速断定值按可靠躲过变压器其他侧母线故障整定。

c. 高压电动机专用线电流速断定值按可靠躲过电动机起动电流整定。

d. 对于电流速断和反时限部分共用出口触点的感应型反时限过电流继电器，其电流速断定值不宜小于反时限电流定值的 2 倍。

4.2.7.2 线路反时限过电流保护

线路反时限过电流保护电流定值应可靠躲过线路最大负荷电流，在本线路末端故障时要求灵敏系数不小于 1.5，在相邻线路末端故障时力争灵敏系数不小于 1.2，同时还应校核与相邻上一级保护的配合情况（注：电源侧为上一级，负荷侧为下一级，以下相同）。

a. 与相邻上一级（或下一级）反时限过电流保护的配合：

上一级反时限过电流保护的时限特性深度不应低于下一级反时限过电流保护的时限特性深度。

反时限过电流保护的电流定值应与相邻上一级（或下一级）反时限过电流保护的电流定值配合，配合系数为 1.1~1.2。

下一级线路保护安装处故障时分别流过两套反时限过电流保护的最大短路电流所对应的动作时间应配合，配合级差为 0.5~0.7s。

当下一级线路装有电流速断保护且能长期投入时，两套反时限过电流保护可在电流速断保护范围末端

作配合整定，即在电流速断保护范围末端故障时分别流过两套反时限过电流保护的最大短路电流所对应的动作时间应配合，配合级差为 0.5~0.7s。同时还应校验在常见运行方式下，下一级线路保护安装处故障时本线路反时限过电流保护的的动作时间，其值不小于一个时间级差。

b. 与下一级线路定时限过电流保护的配合：

反时限过电流保护的电流定值应与下一级定时限过电流保护的电流定值配合，配合系数为 1.1~1.2。

应求出下一级线路保护安装处故障时流过本线路的最大短路电流，并查出本线路反时限过电流保护对应的动作时间，此动作时间应大于下一级定时限过电流保护动作时间，配合级差为 0.5~0.7s。

当下一级线路装有电流速断保护且能长期投入时，可在电流速断保护范围末端作配合整定：即在电流速断保护范围末端故障时，流过反时限过电流保护的最大短路电流所对应的动作时间与定时限保护的的动作时间应配合，配合级差为 0.5~0.7s，同时还应校验常见运行方式下，下一级线路保护安装处故障时本线路反时限过电流保护的的动作时间不小于一个时间级差。

c. 与上一级定时限过电流保护的配合：

上一级定时限过电流保护的电流定值应与本线路反时限过电流保护电流定值配合，配合系数为 1.1~1.2。

求出上一级定时限过电流保护的的保护范围末端故障时，流过本线路反时限过电流保护的电流并查出对应的动作时间，此动作时间应小于上一级定时限过电流保护动作时间，配合级差为 0.5~0.7s。

4.2.7.3 高压电动机专用线反时限过电流保护定值按下述原则整定：

对只接入一台高压电动机的专用线，保护定值按可靠躲过电动机起动的电流时间曲线整定。

对接入多台高压电动机的专用线，保护定值按可靠躲过包括最大一台电动机起动的最大负荷的电流时间曲线整定。

同时，上述两种情况还应按 4.2.7.2 条的规定校核与上一级保护的配合情况。

4.2.7.4 供电变压器电源侧反时限过电流保护的电流定值应可靠躲过变压器本侧额定电流，同时，按第 4.2.7.2 的规定校核与上一级保护的配合情况并整定动作时间。必要时，还应校核变压器负荷侧出线保护与本保护的配合情况。

4.2.8 低电阻接地系统的电流保护

4.2.8.1 本规定适用于单侧电源低电阻接地系统中的线路、专用Z形接地变压器、连接于母线的电容器、电抗器等设备反应接地故障的保护装置，相电流保护的整定，按照本规程电流电压保护的规定执行。

4.2.8.2 低电阻接地系统中接地电阻的选取宜为6-30欧。

4.2.8.3 保护整定与运行要兼顾灵敏性、速动性和选择性，低电阻接地系统的设备发生单相接地故障，本设备的保护应可靠切除故障，允许短延时动作，但保护动作时间必须满足有关设备热稳定要求。只有当本设备保护或断路器拒动时，才允许由相邻设备的保护切除故障。

4.2.8.4 在低电阻接地系统中，考虑线路经高阻接地，一般线路零流保护最后一阶段定值不宜过大。

4.2.8.5 低电阻接地系统必须且只能有一个中性点接地运行，当接地变或中性点电阻失去时，相应电源主变同级开关必须同时打开。

4.2.8.6 接地变压器的接线方式：

- a. 接地变压器接于变电所相应的母线上。(见图1)
- b. 接地变压器直接接于变电所变压器相应的引线上。(见图2)
- c. 不宜采用几个中性点合用一个接地电阻的接线方式。

4.2.8.7 接地变压器中性点上装设零序电流 I 段、零序电流 II 段保护，作为接地变压器单相接地故障的主保护和系统各元件的总后备保护。接地变压器电源侧装设三相式的电流速断、过电流保护，作为接地变压器内部相间故障的主保护和后备保护。

4.2.8.8 接地变压器相间电流保护整定：

- a. 接地变压器接于低压侧母线，电流速段和过流保护动作后应联跳供电变压器同侧断路器，过电流保护动作时间宜与供电变压器后备保护跳低压侧断路器时间一致；
- b. 接地变压器接于供电变压器低压侧时，电流速段和过流保护动作后跳供电变压器各侧断路器。过电流保护动作时间宜大于供电变压器后备保护跳各侧断路器时间。
- c. 电流速断保护电流定值：

保证接地变电源侧在最小方式下二相短路时有足够灵敏度。

保证在充电合闸时，躲过励磁涌流，一般大于（7—10）倍接地变压器额定电流。

躲过接地变压器低压侧故障电流。

d. 过流保护电流定值：

躲过接地变额定电流。

躲过区外单相接地时流过接地变压器的最大故障相电流。

4.2.8.9 接地变压器零序电流保护整定

a. 零序电流 I 段定值：

电流定值保证单相接地故障有足够灵敏度；

与下级零序电流I段保护定值配合。

动作时间应大于母线各连接元件零序电流II段的最长动作时间。

b. 零序电流II段定值

电流定值保单相高阻接地故障有灵敏度；

可靠躲过线路的电容电流。

动作时间应大于接地变压器零序电流I段的动作时间。

c. 跳闸方式

接地变压器接于变电所相应的母线上，零序电流I段保护动作跳母联开关；零序电流II保护动作跳供电变压器的同侧开关。

接地变压器直接接于变电所变压器相应的引线上，零序电流I段保护第一时间跳母联开关，第二时间跳供电变压器同侧开关；零序电流II保护动作跳供电变压器各侧开关。

表5 接地变压器整定表

名称	符号	电流定值		动作时间		
		公式	说明		公式	说明
			参数含义	取值范围		
电流速断	$I_{DZ I}$	$I_{DZ I} = \frac{I_{Dmin}^{(2)}}{k_{LM}}$ $I_{DZ I} = (7-10) I_n$ $I_n = S_n / (\sqrt{3} U_n)$ $I_{DZ I} = 1.3 I_{Dmax}$	$I_{Dmin}^{(2)}$: 接地变电源侧最小三相短路电流; k_{LM} : 灵敏系数; I_n : 接地变额定电流; S_n : 接地变额定容量; U_n : 接地变额定运行电压。 I_{Dmax} : 接地变低压故障最大短路电流	$k_{LM} \geq 2$	$t=0$	
过流保护	$I_{DZ II}$	$I = K_k I_n$ $I_{DZ II} = K_k I_{Dmax}^{(1)}$	K_k : 可靠系数; I_n : 接地变额定电流; $I_{Dmax}^{(1)}$: 单相接地时最大故障电流;	$K_k \geq 1.3$	$t =$ $1.5 \sim$ $2.5s$	

零流 I 段	I_{0I}	$I_{DZ I} = \frac{I_{Dmin}^{(1)}}{k_{LM}}$ $I_{DZ I} = K_k I_{0II}$	$I_{min}^{(1)}$: 系统最小单相接地故障电流; k_{LM} : 灵敏系数; I_{0II} : 下级零流保护一段中最大定值; K_k : 配合系数。	$k_{LM} \geq 2$ $K_k \geq 1.1$	$t_{10} =$ $t_{0II} +$ Δt	t_{0II} : 母线上除接地变以外所有设备零流保护一段中最长时间定值; $\Delta t = 0.2 \sim 0.5s$
零流 II 段	I_{0II}	$I_{DZ I} = \frac{I_{Dmin}^{(1)}}{k_{LM}}$ $I_{DZ I} = K_k I_{0II}$ $I_{DZ I} \geq K_k I_c$	$I_{min}^{(1)}$: 系统最小单相接地故障电流; k_{LM} : 灵敏系数; I_{0II} : 下级零流保护最后一阶段中最大定值; K_k : 配合系数。 K_k 可靠系数; I_c 电容电流	$k_{LM} \geq 2$ $K_k \geq 1.1$ $K_k \geq 1.5$	$t_{0II} =$ $t_{10} +$ Δt $t_{0II 1} =$ $t_{0I} +$ Δt $t_{0II 2} =$ $t_{0II 1} +$ Δt	适用于3.1接线 零流 II 时间定值整定同零流 I 适用于3.2接线 t_{0I} 为接地变零流 I 段时间; $\Delta t = 0.3 \sim 0.5s$ 。 $t_{0II 1}$ 为接地变零流二段第一时限; $t_{0II 2}$ 为接地变零流二段第二时限。

4.2.8.10. 母线连接元件的电流保护

a. 母线连接元件(含站用变压器、电容器, 电抗器、出线)应配置二段零序电流保护、二段相电流保护作为该元件的主保护和后备保护, 其中, 相电流保护按照本规程电流电压保护的章节整定。

b. 零序电流 I 段保护

电流定值应对本线路单相接地故障有灵敏度, 且与相邻元件零流保护定值配合。

动作时间按逐级配合原则, 比下级零流 I 段保护时间定值高 Δt 。

c. 零流电流 II 保护

电流定值应对本线路经电阻单相接地故障有灵敏度、可靠躲过线路的电容电流、且与相邻元件零流保护定值配合。

动作时间与本线路相间过流保护相同。

d. 线路反时限零序电流保护，按与接地变压器零序电流保护配合整定，校核灵敏系数，在2倍动作电流时，继电器灵敏系数应不小于2。

表6 出线零序电流保护整定表

名称	符号	电流定值		动作时间		
		公式	说明		公式	说明
			参数含义	取值范围		
零流 I 保护	I_0	$I_{DZ} = \frac{I_{Dmin}^{(1)}}{k_{LM}}$ $I_{DZ} = K_k I'_{0I}$	$I_{Dmin}^{(1)}$: 系统最小单相接地故障电流; k_{LM} : 灵敏系数; K_k : 配合系数; I'_{0I} 下级设备零流 I 段保护中最大电流定值。	$k_{LM} \geq 2$ $K_k \geq 1.1 \sim 1.15$	$t = t'_{0I} + \Delta t$	t'_{0I} 下级零流 I 段保护时间定值中最长时间整定; $\Delta t = 0.2 \sim 0.5s$ 。
零流 II 保护	I_0	$I_{DZ} \geq K_k I'_{0II}$ $I_{DZ} \geq K_k I_c$	I'_{0II} : 下级设备零流 II 保护中, 最大电流整定值; I_c 电容电流	$K_k \geq 1.1 \sim 1.15$	$t_{0II} = t$	t : 本线相间过流时间。

4.2.8.11 母线保护

a. 低电阻接地系统，一般未装设专门的母线差动保护。

b. 由相应接地变压器的零序电流保护作为母线单相接地故障的保护，由供电变压器的过电流保护作为母线相间故障的保护。

4.2.8.12 备用电源自投装置

a. 电阻接地系统备用电源自投装置中后加速保护，可采用装设零流后加速保护或由相应接地变零流保护闭锁母联自投方式。

b. 零序电流整定值应保单相经电阻接地故障有灵敏度，动作时间应可靠躲过合闸产生的不平衡零序电流，一般整定为0.1-0.3秒。保护动作后跳开自投开关。

4.2.9 与电网配合有关的变压器保护

4.2.9.1 与电网配合有关的变压器各侧的零序电流和相电流保护，其主要作用是作为变压器、母线、母线上的出线及其他元件的后备保护，在某些情况下，例如母线本身未配置专用的母线保护时，还起到主保护作用。整定计算的基本原则是：

- a. 变压器保护区内外发生故障，如短路电流超过各侧绕组的热稳定电流时，相电流速断保护应以不大于2秒的时间切除故障，相电流速断保护不宜经复合电压闭锁。
- b. 各侧延时相电流保护的主要作用是本侧母线、母线的连接元件以及变压器的后备保护，对于两侧或三侧电源的变压器，为简化配合关系，缩短动作时间，相电流保护可带方向，方向宜指向各侧母线，同时，在各电源侧以不带方向的长延时相电流保护作为总后备保护。
- c. 为提高灵敏度，增加安全性，相电流保护宜经复合电压闭锁，各侧电压闭锁元件可以并联使用。
- d. 为缩短变压器后备保护的動作时间，变压器各侧不带方向的长延时相电流保护跳三侧的时间可以相同。如各侧方向过电流保护均指向本侧母线，跳本侧母联断路器和本侧断路器的时间也允许相同。
- e. 只有高压侧中性点接地的变压器零序电流保护不应经零序方向元件控制，零序电流取自变压器中性点电流互感器。
- f. 自耦变、高中压侧中性点均直接接地的变压器零序电流 I 段保护，如选择性需要，可经零序方向元件控制，方向宜指向本侧母线。零序电流 II 段保护不带方向，对于三绕组变压器，零序电流取自变压器中性点电流互感器，各侧零序电流 II 段保护跳三侧的时间可以相同。
- g. 躲变压器负荷电流的过电流保护按下述原则整定：

$$I_{DZ} = \frac{K_{rel}}{K_r} I_{L,max}$$

式中： K_{rel} —可靠系数，取 1.2~1.3

K_r —返回系数，电磁型取 0.85，微机型取 0.95；

$I_{L,max}$ —最大负荷电流，复合电压起动的过电流保护，只考虑本变压器的额定电流，无复合电压闭锁的过电流保护，最大负荷电流应适当考虑电动机的自起动系数。

h. 复合电压闭锁元件按下述原则整定：

$$U_{Op} = \frac{U_{min}}{K_{rel} \cdot K_r \cdot n_v}$$

式中： U_{min} —正常运行时可能出现的低电压，一般取 $U_{min}=0.9-0.95U_N$ （ U_N 为额定相间电压）

K_{rel} —可靠系数，取 1.1~1.2；

K_r ---返回系数，电磁型取 1.15—1.2，微机型取 1.05；

N_v ---电压互感器变比。

低电压元件按躲过电动机自启动时的电压整定：

① 低电压由变压器低压侧电压互感器供电时 $U_{OP} = (0.5 \sim 0.6) U_N / n_v$

② 低电压由变压器高压侧电压互感器供电时 $U_{OP} = 0.7 U_N / n_v$

负序电压应按躲过正常运行时出现的不平衡电压整定，

取 $U_{OP2} = (0.04 \sim 0.08) U_N / n_v$

式中： U_N ---额定相电压

4.2.9.2 单侧电源三个电压等级的变压器电源侧的复合电压闭锁过电流保护作为保护变压器安全的最后一级跳闸保护，同时兼作无电源侧母线和出线故障的后备保护。电源侧过电流保护一般应对无电源侧母线故障有 1.5 的灵敏系数。

a. 变压器的电源侧复合电压闭锁过流保护的定值应与两个负荷侧的复合电压闭锁过电流保护定值配合整定，配合系数一般取 1.05-1.1，动作后，跳三侧断路器。

b. 主负荷侧的复合电压闭锁过电流保护的电流定值按躲额定负荷电流整定，时间定值应与本侧出线保护最长动作时间配合，动作后，跳本侧断路器，如有两段时间，可先跳本侧断路器，再跳三侧断路器；在变压器并列运行时，还可先跳本侧母联断路器，再跳本侧断路器，后跳三侧断路器。

c. 由于低压母线无快速保护，可考虑低压负荷侧过电流保护为两段式，I 段电流定值保低压母线故障有灵敏度，时间定值与本侧出线保护或母联保护的 I 段配合，跳本侧断路器；II 段电流定值按躲负荷电流整定，时间定值与本侧出线保护或母联保护最末段时间配合，跳本侧断路器、再跳三侧断路器。

4.2.9.3 单侧电源两个电压等级的变压器过电流保护的整定原则与单侧电源三个电压等级的变压器的整定原则相同。

4.2.9.4 多侧电源变压器方向过电流保护宜指向本侧母线，各电源侧过电流保护作为总后备，其定值按下述原则整定：

a. 方向过电流保护作为本侧母线的后备保护，其电流定值按保本侧母线有灵敏度整定，时间定值应与出线保护相应段配合，动作后，跳本侧断路器；在变压器并列运行时，也可先跳本侧母联断路器，再跳本侧断路器。

b. 主电源侧的过电流保护作为变压器、其他侧母线、出线的后备保护，电流定值按躲本侧负荷电流整定，时间定值应与出线保护最长动作时间配合，动作后，跳三侧断路器。

c. 小电源侧的过电流保护作为本侧母线和出线的后备保护，电流定值按躲本侧负荷电流整定，时间定值应与出线保护最长动作时间配合，动作后，跳三侧断路器。在其他侧母线故障时，如该过电流保护没有灵敏度，应由小电源侧并网线路的保护装置切除故障。

4.2.9.5 中性点直接接地变压器的零序电流保护主要作为变压器内部、接地系统母线和线路接地故障的后备保护，一般由两段零序电流保护组成。

变压器零序电流保护中，应有对本侧母线接地故障灵敏系数不小于 1.5 的保护段。

4.2.9.6 单侧中性点直接接地变压器的零序电流 I 段电流定值，按母线有 1.5 灵敏系数整定，动作时间与线路零序电流 I 段或 II 段配合，动作后跳母联断路器，如有第二时间，则可跳本侧断路器。

零序电流 II 段电流和时间定值应与线路零序电流保护最末一段配合，动作后跳变压器各侧断路器，如有两段时间，动作后以较短时间跳本侧断路器（或母联断路器），以较长时间跳变压器各侧断路器。

$$I_{OP.0.I} = K_{rel} \times K_f \times I_{OP.L}$$

式中： $I_{OP.0.B}$ ——变压器中性点零序电流段；

K_{rel} ——可靠系数，取 1.1；

K_f ——零序电流最大分支系数；

$I_{OP.0.L}$ ——与之配合的线路零序电流段的最大动作电流。

4.2.9.7 两侧中性点直接接地的三个电压等级的变压器，高压侧、中压侧零序电流 I 段宜带方向，方向宜指向本侧母线，电流定值按保本侧母线有 1.5 灵敏系数整定，动作时间与本侧线路零序电流 I 段或 II 段配合，动作后跳母联断路器，如有第二时间，则可跳本侧断路器。

零序电流 II 段不带方向，对于三绕组变压器，零序电流取自变压器中性点电流互感器，

高压侧零序电流 II 段定值应与本侧线路零序电流保护最末一段配合，也应与中压侧零序电流 II 段配合。中压侧零序电流 II 段定值应与本侧线路零序电流保护最末一段配合，同时还应与高压侧的方向零序电流 I 段或线路零序电流保护酌情配合。零序电流 II 段动作后，跳变压器各侧断路器，如有两段时间，动作后以较短时间跳本侧断路器（或母联断路器），以较长时间跳变压器各侧断路器。

4.2.9.8 变压器 110kV 中性点放电间隙零序电流保护的一次电流定值一般可整定为 40—100A，保护动作后带 0.3—0.5s 延时跳变压器各侧断路器。为防止中性点放电间隙在瞬时暂态过电压误击穿，导致保护装置误动作，根据实际情况，动作时间可以适当延长，按与本侧出线后备保护动作时间配合整定。

4.2.9.9 中性点经放电间隙接地的 110kV 变压器的零序电压保护，其 $3U_0$ 定值一般整定为 150~180V（额定值为 300V），保护动作后带 0.3~0.5s 延时跳变压器各侧断路器。当变压器中性点绝缘水平低于半绝缘水平时，其中性点一般应直接接地运行。

间隙零序电压保护应接于本侧母线电压互感器开口三角绕组。

4.2.10 备用电源自动投入装置

4.2.10.1 电压鉴定元件

变压器电源侧自动投入装置的电压鉴定元件按下述规定整定：

a. 低电压元件：应能在所接母线失压后可靠动作，而在电网故障切除后可靠返回，为缩小低电压元

件动作范围，低电压定值宜整定得较低，一般整定为 0.15~0.3 倍额定电压。

在设计时可以采用下列几种原理构成的具备防止自动投入装置失压误动功能的自动投入装置：

1. 低电压元件可由两个电压继电器组成，其触点构成与门出口，两个电压继电器的电压可取自同一组电压互感器的不同相别，也可取自不同的电压等级或所用电系统。

2. 检查工作电源电压、电流均消失时起动的自动投入装置。

3. 检查工作电源电压消失，且工作电源开关处于跳位时起动的自动投入装置。

b. 有压检测元件：应能在所接母线电压正常时可靠动作，而在母线电压低到不允许自投装置动作时可靠返回，电压定值一般整定为 0.6~0.7 倍额定电压。

c. 动作时间：电压鉴定元件动作后延时跳开工作电源，其动作时间宜大于本级线路电源侧后备保护动作时间与线路重合闸时间之和。

4.2.10.2 备用电源投入时间

跳开工作电源时需联切部分负荷，则投入时间可整定为 0.1~0.5s。

电压鉴定元件动作时间与备用电源投入时间之和还应大于工作电源母线上所代电容器的低压保护动作时间。（如低压保护动作时间过长，可以考虑备自投在动作时联切相应的电容器）

4.2.10.3 后加速过电流保护：

a. 安装在变压器电源侧的自动投入装置，如投入在故障设备上，后加速保护应快速切除故障，本级线路电源侧速动段保护的非选择性动作由重合闸来补救，电流定值应对故障设备有足够的灵敏系数，同时还应可靠躲过包括自启动电流在内的最大负荷电流。在电流元件不能满足要求时，可以加电压闭锁元件。

b. 安装在变压器负荷侧的自动投入装置，如投入在故障设备上，为提高投入成功率，后加速保护宜带 0.2~0.3s 延时，电流定值应对故障设备有足够的灵敏系数，同时还应可靠躲过包括自启动电流在内的最大负荷电流。

4.2.11 解列装置

4.2.11.1 故障解列装置。

这是在电网发生故障时为提高保护性能、改善保护之间的配合关系而装设的解列装置，测量元件通常以电网故障电气量为判据（如故障时的过电流、低电压、零序电压、零序电流等），其定值按保预定的解列范围有足够的灵敏系数整定，同时，还应可靠躲过常见运行方式下的正常电气量或正常运行时的不平衡电气量。动作时间可根据解列的需要整定，不与其他保护配合。

4.2.11.2 安全自动解列装置。

这是为防止电网发生电压崩溃、频率崩溃、系统振荡等稳定事故而装设的解列装置，测量元件通常以电网运行时的异常电气量为判据（如低电压、低频率、过负荷、功率倒向、功角变化等）。为防止电网故障时安全自动解列装置误动作，一些安全自动解列装置的动作时间需要躲过系统保护切除故障的时间。安全

自动解列装置可根据电网运行要求并参照有关规定和说明整定。

4.2.12 并联补偿电抗器保护

4.2.12.1 差动保护。

由于电抗器投入时无励磁涌流产生的差电流，电抗器所装设的差动保护，不论何种原理，其动作值均可按 0.5~0.7 倍额定电流整定。

4.2.12.2 电流速断保护。

电流速断保护电流定值应躲过电抗器投入时的励磁涌流，一般整定为 2~3 倍的额定电流，在常见运行方式下，电抗器端部引线故障时灵敏系数不小于 1.3。

4.2.12.3 过电流保护。

过电流保护电流定值应可靠躲过电抗器额定电流，一般整定为 1.5~2 倍额定电流，动作时间一般整定为 0.5~1.0s。

4.2.12.4 零序电流保护

接于电阻接地系统的电抗器所装设的零序电流保护的零序电流定值按如下原则整定：

- a. 确保在最小接地故障电流时，零序电流定值的灵敏系数不小于 2。
- b. 躲过电流互感器单相断线的零序电流，一般不小于 1.1 倍的额定电流。
- c. 与上一级零序电流保护配合。

动作时间一般整定为 0.5~1.0s。

4.2.13 并联补偿电容器保护

4.2.13.1 延时电流速断保护。

- a. 速断保护电流定值按电容器端部引线故障时有足够的灵敏系数整定，一般整定为 2~3 倍额定电流。
- b. 考虑电容器投入过渡过程的影响，速断保护动作时间一般整定为 0.1~0.2s。
- c. 在电容器端部引出线发生故障时灵敏系数不小于 2。

4.2.13.2 过电流保护。

- a. 过电流保护应为三相式。
- b. 过电流保护电流定值应可靠躲电容器组额定电流，一般整定为 1.5~2 倍额定电流。
- c. 保护动作时间一般整定为 0.3~1s。

4.2.13.3 过电压保护。

- a. 过电压保护定值应按电容器端电压不长时间超过 1.1 倍电容器额定电压的原则整定。
- b. 过电压保护动作时间应在 1min 以内。
- c. 过电压保护可根据实际情况选择跳闸或发信号。
- d. 过电压继电器宜有较高的返回系数。

e. 过电压继电器宜优先选用带有反时限特性的电压继电器。

4.2.13.4 低电压保护。

低电压定值应能在电容器所接母线失压后可靠动作，而在母线电压恢复正常后可靠返回，一般整定为0.15~0.4倍额定电压。保护的动作时间应与本侧出线后备保护时间配合。

4.2.13.5 单星形接线电容器组的开口三角电压保护。

电压定值按部分单台电容器(或单台电容器内小电容元件)切除或击穿后，故障相其余单台电容器所承受的电压(或单台电容器内小电容元件)不长期超过1.1倍额定电压的原则整定，同时，还应可靠躲过电容器组正常运行时的不平衡电压。动作时间一般整定为0.1~0.2s。

电容器组正常运行时的不平衡电压应满足厂家要求和安装规程的规定。

4.2.13.6 单星形接线电容器组电压差动保护。

差动电压定值按部份单台电容器(或单台电容器内小电容元件)切除或击穿后，故障相其余单台电容器所承受的电压不长期超过1.1倍额定电压的原则整定。同时，还应可靠躲过电容器组正常运行时的段间不平衡差电压。动作时间一般整定为0.1~0.2s。

电容器组正常运行时的不平衡电压应满足厂家要求和安装规程的规定。

4.2.13.7 双星形接线电容器组的中性线不平衡电流保护。

电流定值按部分单台电容器(或单台电容器内小电容元件)切除或击穿后，故障相其余单台电容器(或单台电容器内小电容元件)所承受的电压不长期超过1.1倍额定电压的原则整定，同时，还应可靠躲过电容器组正常运行时中性点间流过的不平衡电流。动作时间一般整定为0.1~0.2s。

电容器组正常运行时中性点间流过的不平衡电流应满足厂家要求和安装规程的规定。

4.2.13.8 并联补偿电容器保护整定公式见表7，表中的整定公式适用于内部小元件接线为先并后串且无熔丝、同时外部接线也为先并后串的电容器组，或内部小元件接线为先并后串且有熔丝的单台密集型电容器。对其他接线方式的电容器组，可根据具体情况，按部分单台电容器(或单台电容器内小电容元件)切除或击穿后，故障相其余单台电容器(或单台电容器内小电容元件)所承受的电压不长期超过1.1倍额定电压的原则整定。

为延长电容器的使用寿命，应尽量减少电容器承受过电压的倍数和时间。因此，在躲过不平衡电流或电压的条件下，按表7公式整定时应尽量降低保护定值，以取得较高的灵敏系数。

表7 并联补偿电容器保护整定表

名称	符号	电流或电压整定值		动作时间	
		公 式	说 明	公 式	说 明
限时电流	I_{DZ}	$I_{DZ}=K_k I_E$	K_k 为可靠系数， $K_k=2\sim 3$	0.1~0.2s	

速断保护			I_E 为电容器组额定电流		
过电流 保护	I_{DZ}	$I_{DZ}=K_K I_E$	K_K 为可靠系数, $K_K=1.5\sim 2$	0.3~1s	
过电压 保护	U_{DZ}	$U_{DZ} = K_V \left(1 - \frac{X_L}{X_C}\right) U_E$	K_V 为过电压系数, $K_V=1.1$ X_L 为串联分路电抗器感抗 X_C 为分路电容器组容抗 U_E 为电容器组额定相间电压	不超过 60s	
低电压 保护	U_{DZ}	$U_{DZ}=0.15\sim 0.4U_E$	U_E 为电容器组额定相间电压	$t=t' + \Delta t$	t' 要 求配合的 后备保护 动作时间 Δ $t=0.3 \sim$ 0.5s
单星形 接线电容 器组开口 三角电压 保护	U_{DZ}	$U_{CH} = \frac{3\beta U_{EX}}{3N[M(1-\beta) + \beta] - 2\beta} \quad (1)$ $U_{CH} = \frac{3KU_{EX}}{3N(M-K) + 2K} \quad (2)$ $U_{DZ} = \frac{U_{CH}}{K_{LM}} \quad (3)$ $U_{DZ} \geq K_K U_{BP} \quad (4)$ $K = \frac{3NM(K_V - 1)}{K_V(3N - 2)} \quad (5)$	M 为每相各串联段并联的 电容器台数 N 为每相电容器的串联段 数 U_{EX} 为电容器组的额定相电 压(当有串联电抗器时,应乘 以 $[1-X_L/X_C]$ 的系数) U_{CH} 为开口三角零序电压 U_{BP} 为开口三角正常运行时 的不平衡电压 β 为单台电容器内部击穿 小元件段数的百分数,如电容 器内部为 n 段, 则 $\beta = \frac{1}{n} \sim \frac{n}{n}$ K_K 为可靠系数, $K_K \geq 1.5$	$t=0.1\sim$ 0.2s	

			<p>K 为因故障切除的同一并联段中的电容器台数, $K=1\sim M$ 的整数, 按公式(5)计算时取接近计算结果的整数</p> <p>K_V 为过电压系数, $K_V=1.1\sim 1.15$</p> <p>K_{LM} 为灵敏系数, $K_{LM}\geq 1$</p> <p>公式(1)、(2)适用于单台电容器内部小元件按先并后串且无熔丝、外部按先并后串方式联结的情况, 其中公式(1)适用于电容器未装设专用单台熔断器的情况, 公式(2)适用于电容器装有专用单台熔断器的情况。为提高定值的灵敏系数, 用公式(3)计算时应尽量降低定值, 同时, 还应可靠躲过正常运行时的不平衡电压</p>		
<p>单星形 接线电容 器组开口 三角电压 保护</p>	<p>U_{bz}</p>	$U_{CH} = \frac{3KU_{EX}}{3n(m-K)+2K} \quad (1)$ $U_{DZ} = \frac{U_{CH}}{K_{LM}} \quad (2)$ $U_{bz} \geq K_V U_{BP} \quad (3)$ $K = \frac{3nm(K_V - 1)}{K_V(3n - 2)} \quad (4)$	<p>m 为单台密集型电容器内部各串联段并联的电容器小元件数</p> <p>n 为单台密集型电容器内部的串联段数</p> <p>U_{EX} 为电容器组的额定相电压(当有串联电抗器时, 应乘以$[1-XL/XC]$的系数)</p> <p>U_{CH} 为开口三角零序电压</p> <p>U_{BP} 为开口三角正常运行时</p>	<p>$t=0.1\sim 0.2s$</p>	

			<p>的不平衡电压</p> <p>K_R为可靠系数, $K_R \geq 1.5$</p> <p>K为因故障切除的同一并联段中的电容器小元件数, $K=1 \sim m$的整数, 按公式(4)计算时取接近计算结果的整数</p> <p>K_V为过电压系数, $K_V=1.1 \sim 1.15$</p> <p>K_{LM}为灵敏系数, $K_{LM} \geq 1$</p> <p>公式(1)适用于每相装设单台密集型电容器、电容器内部小元件按先并后串且有熔丝连接的情况。为提高定值的灵敏系数, 用公式(2)计算时应尽量降低定值, 同时, 还应可靠躲过正常运行时的不平衡电压</p>		
单星形 接线电容 器组电压 差动保护	U_{bz}	$\Delta U_C = \frac{3\beta U_{EX}}{3N[M(1-\beta) + \beta] - 2\beta} \quad (1)$ $\Delta U_C = \frac{3K U_{EX}}{3N(M-K) + 2K} \quad (2)$ $U_{DZ} = \frac{\Delta U_C}{K_{LM}} \quad (3)$ $U_{bz} \geq K_R \Delta U_{bp} \quad (4)$ $K = \frac{3nm(K_V - 1)}{K_V(3N - 2)} \quad (5)$	<p>ΔU_C为故障相的故障段与非故障段的差压</p> <p>ΔU_{bp}为正常时不平衡差压</p> <p>其余符号的含义及说明与开口三角电压保护相同</p>	$t=0.1 \sim 0.2s$	
双星形 接线电容 器组中性	I_{bz}	$I_O = \frac{3MK I_E}{6N(M-K) + 5K} \quad (1)$	<p>I_O为中性点间流过的不平衡电流</p> <p>I_E为单台电容器额定电流</p>	$t=0.1 \sim 0.2s$	

线不平衡 电流保护	$I_o = \frac{3M\beta I_E}{6N[M(1-\beta) + \beta] - 5\beta} \quad (2)$ $I_{DZ} = \frac{I_o}{K_{LM}} \quad (3)$ $I_{DZ} \geq K_k I_{BP} \quad (4)$	I_{BP} 为正常时中性点间的不平衡电流 其他符号的含义及说明与单星接线开口三角电压保护相同		
--------------	--	--	--	--

4.2.14 地区电源联网的具体规定

4.2.14.1 地区电源如需与主网联网，应符合第 3.1.5 条规定的原则，同时还应满足下述解列要求。

- a. 联网线路地区电源侧的线路保护定值应按故障解列装置的要求整定，其解列范围应根据需要确定，故障时将地区电源与主网解列。
- b. 在地区电源侧应装低频和低压解列装置，低频率定值一般整定为 48~49HZ，动作时间一般整定为 0.2~0.5S。低电压定值按保证解列范围有足够的灵敏系数整定，一般整定为额定运行电压的 0.6~0.8 倍，需要时，可在联网线路上加装方向元件来限制电压的解列范围，动作时间一般整定为 0.2~0.5S。
- c. 解列断路器宜选择在主网与地区电源的功率平衡点上。

4.2.14.2 接有地区电源的主网终端变电所，如终端线路主网侧的保护投入运行，而变电所侧的保护未投入运行，则在终端线路故障时，应可靠跳开地区电源联网线路的断路器，将地区电源解列，为此，应在适当的地方装设解列装置（如低电压、过电流、零序电流、阻抗原理的解列装置，需要时，还可以加装方向元件）。

对中性点直接接地系统的主网终端变电所，如变压器的中性点不直接接地，且负荷侧接有地区电源，则变压器还应装设零序电压和间隙零序电流解列装置，三倍零序电压 $3U_0$ 定值一般整定为 10~15V（额定值为 300V），间隙零序电流一次定值一般可整定为 40~100A，保护动作后带 0.1~0.5S 延时，跳地区电源联网线路的断路器。

对中性点经小电阻接地系统的主网终端变电所，如负荷侧接有地区电源，则地区电源侧变压器应装设零序电压和零序电流解列装置，三倍零序电压 $3U_0$ 定值一般整定为 40~50V（单相接地时 $3U_0$ 为 100V），保护动作时间应与该侧所有设备零流保护有足够灵敏系数的保护段配合，跳地区电源变压器该侧断路器。

4.2.14.3 带地区电源的主网终端线路（和地区电源与主网的联网线路），宜选用解列重合闸方式，终端线路（或联网线路）发生故障，在地区电源解列后，主网侧检无压重合，地区电源侧不重合。

4.2.14.4 装有备用电源自投装置的主网终端变电所，如负荷侧接有地区电源，则变压器保护动作跳负荷侧断路器时，应联跳该侧地区电源联网线路的断路器，同时，母联（或分段）断路器的备用电源自投装置还应经无压检定元件控制，需要时还应经该侧地区电源联网线路的断路器辅助接点控制。同样，负荷侧母联（或分段）断路器的备用电源自投装置也应经无压检定元件控制，需要时还应经和其地区电源侧断路器辅助接点控制。