

3.2.5.4 当符合下列条件,且认为有必要时,可采用非同步重合闸方式:

- a. 流过发电机、同步调相机或电力变压器的冲击电流不超过规定值时;
- b. 在非同步重合闸所产生的振荡过程中,对重要负荷的影响较小,或者可以采取减小其影响(例如尽量使电动机在电压恢复后,能自动起动,使同步电动机失步后,实现再同步等)时;
- c. 重合后,电力系统可以迅速恢复同步运行时。

3.2.6 当采用非同步重合闸方式时,应根据实际情况采取措施,以防止本线路或其他线路的保护不正确动作。

3.2.7 220~500 kV 线路应根据电力网结构和线路的特点确定重合闸方式。对 220 kV 线路,满足本标准 3.2.5.1,3.2.5.2,3.2.5.3 条有关采用三相重合闸方式的规定时,可装设三相重合闸装置,否则装设综合重合闸装置;对 330~500 kV 线路,一般情况下应装设综合重合闸装置。

3.2.8 在带有分支的线路上使用单相重合闸装置时,分支侧的自动重合闸装置采用下列方式:

3.2.8.1 分支处无电源方式

a. 分支处变压器中性点接地时,装设零序电流起动的低电压选相的单相重合闸装置。重合后,不再跳闸;

b. 分支处变压器中性点不接地,但所带负荷较大时,装设零序电压起动的低电压选相的单相重合闸装置,重合后,不再跳闸。当负荷较小时,不装设重合闸装置,也不跳闸。

如分支处无高压电压互感器,也可在变压器(中性点不接地)中性点处装设一个电压互感器,当线路接地时,由零序电压保护起动,跳开变压器低压侧三相断路器,然后重合闸,重合后,不再跳闸。

3.2.8.2 分支处有电源方式

a. 如分支处电源不大,可用简单的保护将电源解列后,按 3.2.8.1 条规定处理;

b. 如分支处电源较大,则在分支处装设单相重合闸装置。

3.2.9 当采用单相重合闸装置时,应考虑下列问题,并采取相应措施:

a. 重合闸过程中出现的非全相运行状态,如有可能引起本线路或其他线路的保护装置误动作时,应采取措施予以防止;

b. 如电力系统不允许长期非全相运行,为防止断路器一相断开后,由于单相重合闸装置拒绝合闸而造成非全相运行,应采取措施断开三相,并应保证选择性。

3.2.10 当装有同步调相机和大型同步电动机时,线路重合闸方式及动作时限的选择,宜按对双侧电源线路的规定执行。

3.2.11 5.6 MV·A 以上低压侧不带电源的单组降压变压器,如其电流侧装有断路器和过电流保护,且变压器断开后将使重要用电设备断电,可装设变压器重合闸装置。当变压器内部故障时,应用瓦斯和差动(或电流速断)保护将重合闸闭锁。

3.2.12 当变电所的母线上设有专用的母线保护,且必要时,可采用母线重合闸方式。

当重合于永久性故障时,母线保护应能可靠动作,切除故障。

3.3 自动投入

3.3.1 在下列情况下,应装设备用电源和备用设备的自动投入装置(以下简称自动投入装置):

- a. 装有备用电源的发电厂厂用电源和变电所所用电源;
- b. 由双电源供电,其中一个电源经常断开作为备用的变电所;
- c. 降压变电所内有备用变压器或有互为备用的母线段;
- d. 有备用机组的某些重要辅机。

3.3.2 自动投入装置应符合下列要求:

- a. 应保证在工作电源或设备断开后,才投入备用电源或设备;
- b. 工作电源或设备上的电压,不论因任何原因消失时,自动投入装置均应动作;
- c. 自动投入装置应保证只动作一次。

3.3.3 发电厂用备用电源自动投入装置,除 3.3.2 条的规定外,还应符合下列要求:

3.3.3.1 当一个备用电源同时作为几个工作电源的备用时,如备用电源已代替一个工作电源后,另一工作电源又被断开,必要时,自动投入装置应仍能动作。

3.3.3.2 有两个备用电源的情况下,当两个备用电源为两个彼此独立的备用系统时,应各装设独立的自动投入装置,当任一备用电源都能作为全厂各工作电源的备用时,自动投入装置应使任一备用电源都能对全厂各工作电源实行自动投入。

3.3.3.3 自动投入装置,在条件可能时,可采用带有检定同期的快速切换方式;也可采用带有母线残压闭锁的慢速切换方式及长延时切换方式。

3.3.4 应校验备用电源和备用设备自动投入时过负荷的情况,以及电动机自起动的情况,如过负荷超过允许限度,或不能保证自启动时,应有自动投入装置动作时自动减负荷。

3.3.5 当自动投入装置动作时,如备用电源或设备投于故障,应使其保护加速动作。

3.4 自动低频减载

3.4.1 电力系统中,应装设足够数量的自动低频减载装置。当电力系统因事故发生功率缺额时,由自动低频减载装置断开一部分次要负荷,以防止频率过度降低,并使之很快恢复到一定数值,从而保证电力系统的稳定运行和重要负荷的正常工作。

3.4.2 自动低频减载装置的配置及其断开负荷的容量,应根据最不利的运行方式下发生事故时,整个电力系统或其各部分,实际可能发生的最大功率缺额来确定。例如考虑断开孤立发电厂中容量最大的发电机,断开输送功率最大的线路或断开容量最大发电厂,以及考虑由于联络线事故断开,而引起电力系统解列等。

3.4.3 电力系统中应装设具有下列特点的自动低频减载装置:

3.4.3.1 基本段快速动作

基本段一般按频率分为若干级。装置的频率整定值应根据电力系统的具体条件,保证大型火电厂安全运行,以及由继电器本身的特性等因素决定。起始运行频率,宜取为 49 Hz。

3.4.3.2 后备段带较长时限

后备段可分为若干级,最小动作时间约为 10~15 s。

3.4.4 对局部地区事故,如功率缺额很大,为了防止电压急剧下降时,自动低频减载装置失效,宜装设其他自动减载装置。其他自动减载装置可由下列因素起动:发电机、线路或变压器断开或过负荷;输送功率方向改变、频率下降的变化率以及母线电压下降等。

3.4.5 如在小容量电力系统的短路过程中,由于短路功率突增使频率下降,可能引起自动低频减载装置误动作时,以及在自动重合闸装置或备用电源自动投入装置动作过程中,由于同步调相机和电动机反馈的影响可能误动作时,应采取相应措施。

3.5 系统安全自动控制

3.5.1 在电力系统中,除应采用本标准有关条款规定的控制保护和安全自动装置之外,还可根据具体情况和一次设备的条件,采取下列自动措施,以防止扩大事故,保证系统稳定。

3.5.1.1 对功率过剩与频率上升的一侧:

- a. 对发电机快速减出力;
- b. 切除部分发电机;
- c. 短时投入电气制动。

3.5.1.2 对功率缺额或频率下降的一侧:

- a. 切除部分负荷(含抽水运行的蓄能机组);
- b. 对发电机组快速加出力;
- c. 将发电机快速由调相改发电运行,快速起动备用机组等。

3.5.1.3 在预定地点将系统解列。

3.5.1.4 断开线路串联补偿的部分电容器。

3.5.1.5 快速控制静止电压补偿。

3.5.1.6 直流输电系统输送容量的快速调制。

上述安全自动装置可在电力系统发生扰动时(反应保护联锁,功率突变,频率或电压变化及两侧电动势相角差等)起动。并根据系统初始运行状态和故障严重程度,进行综合判断,发出操作命令。

当上述安全自动装置的起动部分和执行部分不在同一地点时,可采用远方的信号传送装置。

3.5.2 电力系统中,应考虑由于各种原因引起稳定破坏的可能性。为了防止由此引起电力系统长期大面积停电和对重要地区的破坏性停电,应在电力系统中预先安排的,尽可能使功率平衡的解列点上,装设解列装置。当系统发生振荡时,将系统分割成各自保持同步的供需尽可能平衡的区域。解列点要根据系统发展情况进行配置,在运行中,可根据潮流变化情况进行调整。

3.5.2.1 在下列情况下应设置解列点:

- a. 当系统中非同步运行的各部分可能实现再同步,且对负荷影响不大时,应采取措施,以促使其拉入同步。如果发生持续性的非同步过程,则经过规定的振荡周期数后,在预定地点将系统解列;
- b. 当故障后,难以实现再同步或者对负荷影响较大时,应立即在预定地点将系统解列;
- c. 并列运行的重负荷线路中一部分线路断开后,或并列运行的不同电压等级线路中主要高压送电线路断开后,可能导致继续运行的线路或设备严重过负荷时,应在预定地点解列或自动减载;
- d. 与主系统相连的带有地区电源的地区系统,当主系统发生事故、与主系统相连的线路发生故障,或地区系统与主系统发生振荡时,为保证地区系统重要负荷的供电,应在地区系统设置解列点;
- e. 大型企业的自备电厂,为保证在主系统电源中断或发生振荡时,不影响企业重要用户供电,应在适当地点设置解列点。

3.5.2.2 解列装置可按下列原理构成:

- a. 反应频率或电压的下降;
- b. 反应功率或电流大小及方向的变化;
- c. 反应发电厂和联络线的过负荷;
- d. 反应两侧电动势相角差达到极限值;
- e. 反应失步时电气参数的变化。

3.5.3 电力系统故障或振荡解列后,为了使解列后的局部系统功率供需平衡,加速恢复系统稳定运行,可根据具体情况采取以下措施:

- a. 低频或低压减载及连锁减载;
- b. 发电机快速改变出力;
- c. 快速起动备用机组,或将调相运行的发电机自动改为发电运行;
- d. 以水电厂为主的系统,当系统中负荷突然减少后,系统频率升高将引起系统中汽轮发电机超速时,应装设反应频率升高的解列装置,将水电厂部分发电机解列或断开,或将火电厂解列,单独带地区负荷;
- e. 投切并联电抗器及并联电容器。

3.6 同期并列

3.6.1 发电厂内,下列断路器应能进行同期操作:发电机、发电机双绕组变压器组高压侧、发电机三绕组变压器组各电源侧、双绕组变压器低压侧或高压侧、三绕组变压器各电源侧、母线分段、母线联络、旁路、35 kV 及以上系统联络线,以及其它可能发生非同期合闸的断路器。

3.6.2 在正常情况下,同步发电机的并列应采用准同期方式,在故障情况下,水轮发电机可采用自同期方式,100 MW 以下的汽轮发电机,也可采用自同期方式。

3.6.3 采用自同期方式的发电机,应符合定子绕组的绝缘及端部固定情况良好,端部接头无不良现象,自同期并列时,定子超瞬变电流的周期分量不超过允许值的要求。

3.6.4 在发电厂中,应按下列规定装设同期并列装置:

3.6.4.1 准同期装置

对单机容量为 6 MW 及以下的发电厂,可装设带相位闭锁的手动准同期装置;对单机容量为 6 MW 以上的发电厂,应装设自动准同期装置和带相位闭锁的手动准同期装置。

3.6.4.2 自同期装置

水电厂宜装设自动同期装置;单机容量为 100 MW 以下的火电厂,可装设手动或半自动自同期装置。

3.6.5 在变电所中,当有调相机时,或有经常解列和并列的线路时,应装设带相位闭锁的手动准同期装置。必要时,还可装设半自动准同期装置或捕捉同期装置。

3.7 自动调节励磁

3.7.1 发电机均应装设自动调节励磁装置,并且自动调节励磁装置应具备下列功能:

- a. 在电力系统发生故障时,按给定的要求强行励磁;
- b. 在正常运行情况下,按给定要求保持电压;
- c. 在并列运行发电机之间,按给定要求分配无功负荷;
- d. 提高静态稳定极限;
- e. 对 200 MW 及以上的发电机,还应具有过励限制、低励限制和功角限制等功能。

3.7.2 调相机均应装设自动调节励磁装置,并且自动调节励磁装置应具备 3.7.1 条所规定的相应功能。

3.7.3 水轮发电机的自动调节励磁装置,应能限制由于转速升高而引起的过电压,当须大量降低励磁时,自动调节励磁装置应能快速减磁,否则应增设单独快速减磁装置。

3.7.4 作为自动调节励磁装置强行励磁作用的后备措施,并作为某些不能满足强行励磁要求的自动调节励磁装置的补充措施,汽轮发电机和调相机均应装设继电强行励磁装置。

继电强行励磁装置应符合下列规定:

3.7.4.1 继电强行励磁装置由低电压继电器构成时:

a. 并列运行各机组的继电强行励磁装置,应分别接入不同相别的电压,以保证发生任何类型的相间短路时,均有一定数量的同步电机进行强行励磁;

b. 在某些类型相间短路情况下,若自动调节励磁装置不能保证强行励磁,则继电强行励磁装置接入电压的相别,应与自动调节励磁装置相配合,以便有自动调节励磁装置不能反应时,继电强行励磁装置能够动作。

3.7.4.2 为避免继电强行励磁装置与自动调节励磁装置电压相别相互配合上的复杂性,以及为提高继电强行励磁装置的灵敏性,也可采用正序电压或复合电压(全电压和负序电压)起动的继电强行励磁装置。

3.7.4.3 电压互感器一次或二次侧发生断线故障时,继电强行励磁装置不应误动作。

3.7.4.4 当备用励磁机代替工作励磁机时,继电强行励磁装置应切换到备用励磁机上。

3.7.5 发电机和调相机的自动调节励磁装置,应接到机端电压互感器上。

当由电压互感器供给励磁功率时,应装设自动调节励磁装置专用的电压互感器。

当自动调节励磁装置只由电压互感器取测量信号时,可不装设自动调节励磁装置专用的电压互感器。

3.7.6 复式励磁装置应接于发电机机端电流互感器上。

3.7.7 同步电动机应装设继电强行励磁装置。

带冲击负荷的同步电动机,宜装设自动调节励磁装置,不带冲击负荷的大型同步电动机,也可装设自动调节励磁装置。

3.8 自动灭磁

3.8.1 发电机应按下列规定装设自动灭磁装置

3.8.1.1 1 MW 以下的发电机, 可在励磁机励磁回路内串联接入灭磁电阻。

3.8.1.2 1 MW 及以上、6 MW 以下的发电机, 可采用对电阻放电的灭磁方式, 也可采用只在发电机励磁回路和励磁机励磁回路串联电阻的方式。

3.8.1.3 6 MW 及以上的发电机, 可采用对电阻放电的灭磁方式, 也可以采用对消弧栅放电的灭磁方式。在励磁机励磁回路内可采用串联接入电阻的方式。对于大、中型汽轮发电机和水轮发电机、励磁机励磁回路, 可采用对电阻放电逆变灭磁、非线性电阻灭磁等灭磁方式。

3.8.2 灭磁电阻应符合以下要求:

发电机励磁回路的灭磁电阻, 其电阻值可约为发电机励磁绕组热状态电阻的 4~5 倍, 通流容量宜为 0.1~0.2 倍发电机额定励磁电流。

励磁机励磁回路内串联接入的灭磁电阻, 其电阻值可约为发电机励磁绕组热状态电阻值的 10 倍, 通流容量宜为 0.05~0.1 倍励磁机额定励磁电流。

3.8.3 当采用对消弧栅放电的灭磁方式时, 灭磁过程基本结束后, 应投入异步电阻。异步电阻值可为发电机励磁绕组热状态电阻值的 4~5 倍。异步电阻还作为过电压放电器的放电电阻使用, 通流容量宜为 0.05~0.2 倍发电机额定励磁电流。

3.8.4 调相机和同步电动机的自动灭磁装置应符合的要求, 与同类型发电机相同。

3.9 自动故障记录

3.9.1 为了分析电力系统事故及继电保护和自动装置在事故过程中的动作情况, 以及为迅速判定线路故障点的位置, 在主要发电厂, 220 kV 及以上变电所和 110 kV 重要变电所, 应装设故障录波器或其它类型的自动故障记录装置。

3.9.2 电网中装设的故障录波器或其它类型的自动故障记录装置, 在电力系统故障时, 应快速起动, 在系统振荡时, 亦应可靠起动, 记录的参数应根据系统运行要求确定。

3.9.3 300 MW 及以上发电机和 330 kV 及以上变电所, 应具有故障时的事件顺序记录。220 kV 重要变电所, 也宜具有上述功能。

4 二次回路

4.1 本章适用于与继电保护和自动装置有关的二次回路。

4.2 二次回路的工作电压不应超过 500 V。

4.3 互感器二次回路连接的负荷, 不应超过继电保护和自动装置工作准确等级所规定的负荷范围。

4.4 发电厂和变电所, 应采用铜芯的控制电缆和绝缘导线。

4.5 按机械强度要求, 控制电缆或绝缘导线的芯线最小截面为, 强电控制回路, 不应小于 1.5 mm^2 , 弱电控制回路, 不应小于 0.5 mm^2 。

电缆芯线截面的选择还应符合下列要求:

a. 电流回路: 应使电流互感器的工作准确等级符合本标准 2.1.9 条的规定。此时, 如无可靠根据, 可按断路器的断流容量确定最大短路电流;

b. 电压回路: 当全部继电保护和自动装置动作时(考虑到发展, 电压互感器的负荷最大时), 电压互感器至继电保护和自动装置屏的电缆压降不应超过额定电压的 3%;

c. 操作回路: 在最大负荷下, 电源引出端至分、合闸线圈的电压降, 不应超过额定电压的 10%。

4.6 屏(台)上的接线, 以及断路器, 隔离开关等传动装置的接线, 除断路器电磁合闸线圈外, 应采用铜芯绝缘导线。

在绝缘导线可能受到油浸蚀的地方, 应采用耐油绝缘导线。

4.7 安装在干燥房间里的配电屏, 开关柜等的二次回路, 或采用无护层的绝缘导线, 在表面经防腐处理

的金属屏上点敷布线。

4.8 当控制电缆的敷设长度超过制造长度,或由于配电屏的迁移而使原有电缆长度不够,或更换电缆的故障段时,可用焊接法连接电缆(在连接处应装设连接盒),也可用其他屏上的接线端子来连接。

4.9 控制电缆应选用多芯电缆,并力求减少电缆根数。

对双重化保护的电流回路,电压回路,直流电源回路,双套跳闸线圈的控制回路等,两套系统不宜合用同一根多芯电缆。

4.10 屏(台)内与屏(台)外回路的连接,某些同名回路(如跳闸回路)的连接,同一屏(台)内各安装单位的连接。

屏(台)内同一安装单位各设备之间的连接,以及电缆与互感器、单独设备的连接,可不经端子排。

对于电流回路,需要接入试验设备的回路、试验时需要断开的电压和操作电源回路,以及在运行中需要停用或投入的保护,应装设必要的试验端子,试验端纽(或试验盒),连接片和切换片,其安装位置应便于操作。

属于不同安装单位或不同装置的端子,应分别组成单独的端子排。

4.11 在安装各种设备、断路器或隔离开关的连锁接点、端子排和接地线时,应能在不断开 3 kV 及以上一次接线的情况下,保证在二次回路端子排上安全地工作。

4.12 电流互感器的二次回路应有一个接地点,并在配电装置附近经端子排接地。但对于有几组电流互感器连接在一起的保护装置,则应在保护屏上经端子排接地。

4.13 电压互感器的一次侧隔离开关断开后,其二次回路应有防止电压反馈的措施。对电压及功率自动调节装置的交流电压回路,应采取措施,以防止电压互感器一次或二次侧断线时,发生误强励或误调节。

4.14 电压互感器的二次侧中性点或线圈引出端之一,应接地。接地方式分直接接地和通过击穿保险器接地两种。向交流操作的保护装置和自动装置操作回路供电的电压互感器,其中性点应通过击穿保险器接地。采用 B 相直接接地的星形接线的电压互感器,其中性点也应通过击穿保险器接地。

电压互感器的二次回路只允许有一处接地,接地点宜设在控制室内,并应牢固焊接在接地小母线上。

4.15 在电压互感器二次回路中,除开口三角形线圈和另有专门规定者(例如自动调节励磁装置)外,应装设熔断器或自动开关。接有距离保护时,如有必要,宜装设自动开关。

在接地线上不应安装有开断可能的设备。当采用 B 相接地时,熔断器或自动开关应装在线圈引出端与接地点之间。

电压互感器开口三角形线圈的试验用引出线上,应装设熔断器或自动开关。

4.16 各独立安装单位二次回路的操作电源,应经过专用的熔断器或自动开关,其配置原则应按下列规定进行:

4.16.1 在发电厂和变电所中,每一安装单位的保护回路和断路器控制回路,可合用一组单独的熔断器或自动开关。

4.16.2 对具有两个跳闸线圈和采用双重快速保护的安装单位,宜按双电源分别设置独立的熔断器或自动开关。

4.17 发电厂和变电所中重要设备和线路的继电保护和自动装置,应有经常监视操作电源的装置。各断路器的跳闸回路,重要设备和线路的断路器合闸回路,以及装有自动合闸装置的断路器合闸回路,应装设监视回路完整性的监视装置。

监视装置可采用光信号或声光信号。

4.18 在可能出现操作过电压的二次回路中,应采取降低操作过电压的措施,例如对电感大的线圈并联消弧回路。

4.19 在有振动的地方,应采取防止导线接头松脱和继电器误动作的措施。

4.20 屏(台)和屏(台)上设备的前面和后面,应有必要的标志,标明其所属安装单位及用途。屏(台)上

的设备,在布置上应使各安装单位分开,不允许互相交叉。

4.21 接到端子和设备上的电缆芯和绝缘导线,应有标志,并避免跳、合闸回路靠近正电源。

4.22 当采用静态保护时,根据保护的要求,在二次回路中宜采用下列抗干扰措施:

4.22.1 在电缆敷设时,应充分利用自然屏蔽物的屏蔽作用。必要时,可与保护用电缆平行设置专用屏蔽线。

4.22.2 采用铠装铅包电缆或屏蔽电缆,在屏蔽层两端接地。

4.22.3 强电和弱电回路不宜合用同一根电缆。

4.22.4 电缆芯线之间的电容充放电过程中,可能导致保护装置误动作时,应使用不同的电缆中的芯线,将相应的回路分开,或采用其他措施。

4.22.5 保护用电缆与电力电缆不应同层敷设;

4.22.6 保护用电缆敷设路径,尽可能离开高压母线及高频暂态电流的入地点,如避雷器和避雷针的接地点、并联电容器、电容式电压互感器、结合电容及电容式套管等设备。

附录 A
本标准用词说明
(参考件)

对本标准中的用词说明如下：

A1 表示条文执行严格程度的用词。

A1.1 表示很严格，非这样作不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

A1.2 表示严格，在正常情况下都应当这样作的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

A1.3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样作的用词：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

A2 表示应按其他有关标准规范的规定执行时，写为“应按……执行”或“应符合……要求或规定”。表示非必须按照所指的标准规范执行的，写为“可参照……”。

A3 连词的用法：

“和”，“与”字，一般用于两个类型相同的词和词组的连接，表示并列的关系。

“及”字，一般用于前后不能颠倒过来的两个词或词组的联接。

附加说明：

本标准由中华人民共和国能源部提出。

本标准由全国继电器、继电保护及自动装置标准化技术委员会归口。

本标准由能源部东北电力设计院负责起草。

本标准主要起草人李元龙、李向贤、王进洪。