

继电保护和安全自动装置
技术规程

1 总则

1.1 本规程为电力系统继电保护和安全自动装置的科研、设计、制造、施工和运行等有关部门共同遵守的基本原则。

1.2 本规程适用于 3kV 及以上电力系统中电力设备和线路的继电保护和安全自动装置。

1.3 继电保护和安全自动装置应符合可靠性(信赖性和安全性)、选择性、灵敏性和速动性的要求。当确定其配置和构成方案时,应综合考虑以下几个方面:

- a.电力设备和电力网的结构特点和运行特点;
- b.故障出现的概率和可能造成的后果;
- c.电力系统的近期发展情况;
- d.经济上的合理性;
- e.国内和国外的经验。

1.4 继电保护和安全自动装置是电力系统的重要组成部分。确定电力网结构、厂站主接线和运行方式时,必须与继电保护和安全自动装置的配置统筹考虑,合理安排。

继电保护和安全自动装置的配置方式要满足电力网结构和厂站主接线的要求,并考虑电力网和厂站运行方式的灵活性。

对导致继电保护和安全自动装置不能保证电力系统安全运行的电力网结构形式、厂站主接线形式、变压器接线方式和运行方式,应限制使用。

1.5 应根据审定的电力系统设计或审定的系统接线图及要求,进行继电保护和安全自动装置的系统设计。在系统设计中,除新建部分外,还应包括对原有系统继电保护和安全自动装置不符合要求部分的改造设计。

为便于运行管理和有利于性能配合,同一电力网或同一厂站内的继电保护和安全自动装置的型式,不宜品种过多。

1.6 电力系统中,各电力设备和线路的原有继电保护和安全自动装置,凡能满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性要求的,均应予以保留。凡是不能满足要求的,应逐步进行改造。

1.7 继电保护和安全自动装置的新产品,应按国家规定的要求和程序进行鉴定,合格后,方可推广使用。设计、运行单位应积极创造条件支持新产品的试用。

2 继电保护

2.1 一般规定

2.1.1 电力系统中的电力设备和线路,应装设短路故障和异常运行保护装置。电

力设备和线路短路故障的保护应有主保护和后备保护，必要时可再增设辅助保护。

2.1.1.1 主保护是满足系统稳定和设备安全要求，能以最快速度有选择地切除被保护设备和线路故障的保护。

2.1.1.2 后备保护是主保护或断路器拒动时，用以切除故障的保护。后备保护可分为远后备和近后备两种方式。

a.远后备是当主保护或断路器拒动时，由相邻电力设备或线路的保护来实现的后备。

b.近后备是当主保护拒动时，由本电力设备或线路的另一套保护实现后备的保护；是当断路器拒动时，由断路器失灵保护来实现的后备保护。

2.1.1.3 辅助保护是为补充主保护和后备保护的性能或当主保护和后备保护退出运行而增设的简单保护。

2.1.1.4 异常运行保护是反应被保护电力设备或线路异常运行状态的保护。

2.1.2 继电保护装置应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

2.1.2.1 可靠性是指保护该动作时应动作，不该动作时不动作。

为保证可靠性，宜选用可能的最简单的保护方式，应采用由可靠的元件和尽可能简单的回路构成的性能良好的装置，并应具有必要的检测、闭锁和双重化等措施。保护装置应便于整定、调试和运行维护。

2.1.2.2 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(如起动与跳闸元件或闭锁与动作元件)，其灵敏系数及动作时间，在一般情况下应相互配合。

当重合于本线路故障，或在非全相运行期间健全相又发生故障时，相邻元件的保护应保证选择性。在重合闸后加速的时间内以及单相重合闸过程中，发生区外故障时，允许被加速的线路保护无选择性。

在某些条件下必须加速切除短路时，可使保护无选择性动作，但必须采取补救措施。例如采用自动重合闸或备用电源自动投入来补救。

2.1.2.3 灵敏性是指在设备或线路的被保护范围内发生金属性短路时，保护装置应具有必要的灵敏系数。灵敏系数应根据不利正常(含正常检修)运行方式和不利的故障类型计算。

各类短路保护的灵敏系数不宜低于表 1 所列数值。

2.1.2.4 速动性是指保护装置应能尽快地切除短路故障，其目的是提高系统稳定性，减轻故障设备和线路的损坏程度，缩小故障波及范围，提高自动重合闸和备用电源或备用设备自动投入的效果等。

2.1.3 制定保护配置方案时，对稀有故障，根据对电网影响程度和后果，应采取相应措施，使保护能按要求切除故障。对两种故障同时出现的稀有情况，仅保

证切除故障。

表 1

保护分类	保护类型	组成元件		灵敏系数	备 注
主 保 护	带方向和不带方向的电流保护或电压保护	电流元件和电压元件		1.3~1.5	200km 以上线路，不小于 1.3；50~200km 线路，不小于 1.4；50km 以下线路，不小于 1.5
		零序或负序方向元件		2.0	
	距离保护	起动元件	负序和零序增量或负序分量元件	4	距离保护第三段动作区末端故障，大于 2
			电流和阻抗元件	1.5	线路末端短路电流应为阻抗元件精确工作电流 2 倍以上。200km 以上线路，不小于 1.3；50~200km 线路，不小于 1.4；50km 以下线路，不小于 1.5
		距离元件		1.3~1.5	
	平行线路的横联差动方向保护和电流平衡保护	电流和电压起动元件		2.0	线路两侧均未断开前，其中一侧保护按线路中点短路计算
				1.5	线路一侧断开后，另一侧保护按对侧短路计算
		零序方向元件		4.0	线路两侧均未断开前，其中一侧保护按线路中点短路计算
				2.5	线路一侧断开后，另一侧保护按对侧短路计算
	方向比较式纵联保护	跳闸回路中的方向元件		3.0	
		跳闸回路中的电流和电压元件		2.0	
		跳闸回路中的阻抗元件		1.5	个别情况下，为 1.3
	相位比较式纵联保护	跳闸回路中的电流和电压元件		2.0	

		跳闸回路中的阻抗元件	1.5	
	发电机、变压器、线路和电动机纵差保护	差电流元件	2.0	
	母线的完全电流差动保护	差电流元件	2.0	
	母线的不完全电流差动保护	差电流元件	1.5	
	发电机、变压器、线路和电动机的电流速断保护	电流元件	2.0	按保护安装处短路计算
后备保护	远后备保护	电流、电压和阻抗元件	1.2	按相邻电力设备和线路末端短路计算(短路电流应为阻抗元件精确工作电流 2 倍以上), 可考虑相继动作
		零序或负序方向元件	1.5	
	近后备保护	电流、电压和阻抗元件, 负序或零序方向元件	1.3	按线路末端短路计算
			2.0	
辅助保护	电流速断保护		1.2	按正常运行方式保护安装处短路计算

注: ① 主保护的灵敏系数除表中注出者外, 均按保护区末端短路计算。

② 保护装置如反应故障时增长的量, 其灵敏系数为金属性短路计算值与保护整定值之比; 如反应故障时减少的量, 则为保护整定值与金属性短路计算值之比。

③ 各种类型的保护中, 接于全电流和全电压的方向元件的灵敏系数不作规定。

④ 本表内未包括的其他类型的保护, 其灵敏系数另作规定。

2.1.4 在各类保护装置接于电流互感器二次绕组时, 应考虑到既要消除保护死区, 同时又要尽可能减轻电流互感器本身故障时所产生的影响。

2.1.5 当采用远后备方式, 变压器或电抗器后面发生短路时, 由于短路电流水平低, 而且对电网不造成影响以及在电流助增作用很大的相邻线路上发生短路等情况下, 如果为了满足相邻保护区末端短路时的灵敏性要求, 将使保护过分复杂或在技术上难以实现时, 可以缩小后备保护作用的范围。

2.1.6 如由于短路电流衰减、系统振荡和电弧电阻的影响, 可能使带时限的保护拒绝动作时, 应根据具体情况, 设置按短路电流或阻抗初始值动作的瞬时测定

回路或采取其他措施。但无论采用哪种措施，都不应引起保护误动作。

2.1.7 电力设备或电力网的保护装置，除预先规定的以外，都不允许因系统振荡引起误动作。

2.1.8 保护用电流互感器(包括中间电流互感器)的稳态比误差不应大于 10%，必要时还应考虑暂态误差。对 35kV 及以下电力网，当技术上难以满足要求，且不致使保护不正确动作时，才允许较大的误差。

原则上，保护装置与测量仪表不共用电流互感器的二次绕组。当必须共用一组二次绕组时，仪表回路应通过中间电流互感器或试验部件连接。当采用中间电流互感器时，其二次开路情况下，保护用电流互感器的稳态比误差仍应不大于 10%。

2.1.9 在电力系统正常运行情况下，当电压互感器二次回路断线或其他故障能使保护误动作时，应装设断线闭锁或采取其他措施，将保护装置解除工作并发出信号。当保护不致误动作时，应设有电压回路断线信号。

2.1.10 为了分析和统计继电保护的工作情况，保护装置设置指示信号，并应符合下列要求：

2.1.10.1 在直流电压消失时不自动复归，或在直流电源恢复时，仍能重现原来的动作状态。

2.1.10.2 能分别显示各保护装置的动作情况。

2.1.10.3 在由若干部分组成的保护装置中，能分别显示各部分及各段的动作情况。

2.1.10.4 对复杂的保护装置，宜设置反应装置内部异常的信号。

2.1.10.5 用于起动顺序记录或微机监控的信号触点应为瞬时重复动作触点。

2.1.10.6 宜在保护出口至断路器跳闸的回路内，装设信号指示装置。

2.1.11 为了便于分别校验保护装置和提高其可靠性，主保护和后备保护宜做到回路彼此独立。

2.1.12 采用静态保护装置时，对工作环境、电缆、直流电源和二次回路，应采取相应的措施，以满足静态保护装置的特殊技术要求。

2.1.13 当采用蓄电池组作直流电源时，由浮充电设备引起的波纹系数应不大于 5%，电压波动范围应不大于额定电压的 $\pm 5\%$ 。放电末期直流母线电压下限不低于额定电压的 85%，充电后期直流母线电压上限不高于额定电压的 115%。

当采用交流整流电源作为保护用直流电源时，应符合下列要求：

2.1.13.1 在最大负荷情况下保护动作时，直流母线电压不应低于额定电压的 80%，最高不应超过额定电压的 115%。应采取限幅稳定(电压波动不大于 $\pm 5\%$)和滤波(波纹系数不大于 5%)措施。

2.1.13.2 如采用复式整流，则应保证各种运行方式下，在不同故障点和不同相别短路时，保护与断路器均能可靠动作于跳闸；电流互感器的最大输出功率应满足直流回路最大负荷的需要。

2.1.13.3 对采用电容储能电源的变电所和水电厂，其电力设备和线路除应具有可

靠的远后备保护外，还应在失去交流电源的情况下，有几套保护同时动作时，保证保护与有关断路器均能可靠动作于跳闸。同一厂所电源储能电容的组数应与保护的级数相适应。

2.1.13.4 当自动重合闸装置动作时，如重合于永久性故障，应能可靠跳闸。

2.1.14 采用交流操作的保护装置时，短路保护可由被保护电力设备或线路的电流互感器取得操作电源，变压器的瓦斯保护、中性点非直接接地电力网的接地保护和自动低频减载等，可由电压互感器或变电所(或水电厂)所用变压器取得操作电源。必要时，可增加电容储能电源作为跳闸的后备电源。

2.2 发电机保护

2.2.1 电压在 3kV 及以上，容量在 600MW 及以下发电机，应按本节的规定，对下列故障及异常运行方式，装设相应的保护装置。

- a. 定子绕组相间短路；
- b. 定子绕组接地；
- c. 定子绕组匝间短路；
- d. 发电机外部相间短路；
- e. 定子绕组过电压；
- f. 定子绕组过负荷；
- g. 转子表层(负序)过负荷；
- h. 励磁绕组过负荷；
- i. 励磁回路一点及二点接地；
- j. 励磁电流异常下降或消失；
- k. 定子铁芯过励磁；
- l. 发电机逆功率；
- m. 低频；
- n. 失步；
- o. 其它故障和异常运行。

2.2.2 各项保护装置，根据故障和异常运行方式的性质，按本节各条的规定分别动作于：

a. 停机断开发电机断路器、灭磁；对汽轮发电机，还要关闭主汽门；对水轮发电机还要关闭导水翼。

b. 解列灭磁断开发电机断路器，灭磁，汽轮机甩负荷。

c. 解列断开发电机断路器，汽轮机甩负荷。

d. 减出力将原动机出力减到给定值。

e. 缩小故障影响范围例如双母线系统断开母线联络断路器等。

f. 程序跳闸对于汽轮发电机首先关闭主汽门，待逆功率继电器动作后，再跳开发电机断路器并灭磁；对于水轮发电机，首先将导水翼关到空载位置，再跳开发电机断路器并灭磁。

g. 信号 发出声光信号。

2.2.3 对发电机定子绕组及其引出线的相间短路故障，应按下列规定配置相应的保护作为发电机的主保护。

2.2.3.1 1MW 及以下单独运行的发电机，如中性点有引出线，则在中性点侧装设过电流保护；如中性点无引出线，则在发电机端装设低电压保护。

2.2.3.2 1MW 及以下与其它发电机或与电力系统并列运行的发电机，应在发电机机端装设电流速断保护。如电流速断保护灵敏系数不符合要求，可装设纵联差动保护；对中性点没有引出线的发电机，可装设低压过流保护。

2.2.3.3 对 1MW 以上的发电机，应装设纵联差动保护。

2.2.3.4 对发电机变压器组，当发电机与变压器之间有断路器时，发电机装设单独的纵联差动保护；当发电机与变压器之间没有断路器时，100MW 及以下发电机，可只装设发电机变压器组共用纵联差动保护，100MW 以上发电机，除发电机变压器组共用纵联差动保护外，发电机还应装设单独的纵联差动保护，对 200~300MW 的发电机变压器组亦可在变压器上增设单独的纵联差动保护，即采用双重快速保护。

2.2.3.5 对 300MW 及以上汽轮发电机变压器组，应装设双重快速保护，即装设发电机纵联差动保护、变压器纵联差动保护和发电机变压器组共用纵联差动保护；当发电机与变压器之间有断路器时，装设双重发电机纵联差动保护。

2.2.3.6 应对纵联差动保护采取措施，例如用带速饱和电流互感器或具有制动特性的继电器，在穿越性短路及自同步或非同步合闸过程中，减轻不平衡电流所产生的影响，以尽量降低动作电流的整定值。

2.2.3.7 如纵联差动保护的動作電流整定值大于发电机的额定电流，应装设电流回路断线监视装置，断线后动作于信号。

2.2.3.8 本条中规定装设的过电流保护、电流速断保护、低电压保护、低压过流和纵联差动保护，均应动作于停机。

2.2.4 对发电机定子绕组的单相接地故障，接地保护应符合以下要求：

2.2.4.1 发电机定子绕组单相接地故障电流允许值取制造厂的规定值，无规定时，可参照表 2 中所列数据。

表 2 发电机定子绕组单相接地故障电流允许值

发电机额定电压 (kV)	发电机额定容量 (MW)		故障电流允许值 (A)
6.3	≤50		4
10.5	汽轮发电机	50~100	3
	水轮发电机	10~100	
13.8~15.75	汽轮发电机	125~200	2
	水轮发电机	40~225	
18~20	300~600		1

注：对于氢冷发电机为 2.5A。

2.2.4.2 与母线直接连接的发电机：当单相接地故障电流(不考虑消弧线圈的补偿作用)大于允许值(参照表 2)时，应装设有选择性的接地保护装置。

保护装置由装于机端的零序电流互感器和电流继电器构成。其动作电流按躲过不平衡电流和外部单相接地时发电机稳态电容电流整定。接地保护带时限动作于信号。但当消弧线圈退出运行或由于其它原因使残余电流大于接地电流允许值时，应切换为动作于停机。

当未装接地保护或装有接地保护，但由于运行方式改变及灵敏系数不符合要求等原因不能动作时，可由单相接地监视装置动作于信号。

为了在发电机与系统并列前检查有无接地故障，应在发电机机端装设测量零序电压的电压表。

2.2.4.3 发电机变压器组：对 100MW 以下发电机，应装设保护区不小于 90% 的定子接地保护；对 100MW 及以上的发电机，应装设保护区为 100% 的定子接地保护。保护装置带时限动作于信号，必要时也可动作于停机。

为检查发电机定子绕组和发电机电压回路的绝缘状况，应在发电机机端装设测量零序电压的电压表。

2.2.5 对发电机的定子匝间短路，应按下列规定装设定子匝间短路保护：

2.2.5.1 对于定子绕组为星形接线，每相有并联分支且中性点有分支引出端子的发电机，应装设单继电器式横差保护。

横差保护应瞬时动作于停机，但汽轮发电机励磁回路一点接地后，为防止横差保护在励磁回路发生瞬时第二点接地时误动作，可将其切换为带短时限动作于停机。

2.2.5.2 50MW 及以上发电机，当定子绕组为星形接线，中性点只有三个引出端子时，根据用户和制造厂的要求，也可装设专用的匝间短路保护。

2.2.6 对发电机外部相间短路故障和作为发电机主保护的后备，应按下列规定配置相应的保护：

2.2.6.1 对于 1MW 及以下与其它发电机或电力系统并列运行的发电机，应装设过电流保护。保护装置宜配置在发电机的中性点侧，其动作电流按躲过最大负荷电流整定。

2.2.6.2 1MW 以上的发电机，宜装设复合电压(包括负序电压及线电压)起动的过电流保护。电流元件的动作电流可取为 1.3~1.4 倍额定值；低电压元件接线电压，其动作电压，对汽轮发电机可取为 0.6 倍额定值，对水轮发电机可取为 0.7 倍额定值。负序电压元件的动作电压可取 0.06~0.12 倍额定值。

2.2.6.3 50MW 及以上的发电机，可装设负序过电流保护和单元件低压起动过电流保护。负序电流元件的动作电流可取为 0.5~0.6 倍额定值；电流元件的动作电流和低电压元件的动作电压按 2.2.6.2 条确定取值。当上述保护不能满足要求时，可采用低阻抗保护。

2.2.6.4 自并励(无串联变压器)发电机，宜采用低电压保持的过电流保护，或采用带电流记忆的低压过电流保护，也可采用精确工作电流足够小的低阻抗保护。

2.2.6.5 并列运行的发电机和发电机变压器组的后备保护，对所连接母线的相间短路故障，应具有必要的灵敏系数，并不宜低于表 2.1.2.3 所列数值。

2.2.6.6 对于 600MW 发电机，装设了定子绕组反时限过负荷及反时限负序过负荷保护，且保护综合特性对发电机变压器组所连接高压母线的相间短路故障具有必要的灵敏系数，并满足时间配合的要求，可不再装设第 2.2.6.3 条规定的后备保护。

2.2.6.7 本条中规定装设的各项保护装置，宜带有二段时限，以较短的时限动作于缩小故障影响范围或动作于解列，以较长的时限动作于停机。

2.2.7 对发电机定子绕组的异常过电压，应按下列规定装设过电压保护。

2.2.7.1 对于水轮发电机，应装设过电压保护，其整定值根据定子绕组绝缘状况决定。在一般情况下，动作电压可取为 1.5 倍额定电压，动作时限可取为 0.5s。对可控硅整流励磁的水轮发电机，动作电压可取 1.3 倍额定电压，动作时限可取为 0.3s。

2.2.7.2 对于 200MW 及以上的汽轮发电机，宜装设过电压保护，其整定值根据定子绕组的绝缘状况决定。在一般情况下，动作电压可取为 1.3 倍额定电压，动作时限可取为 0.5s。

2.2.7.3 过电压保护宜动作于解列灭磁。

2.2.8 对过负荷引起的发电机定子绕组过电流，应按下列规定装设定子绕组过负荷保护。

2.2.8.1 定子绕组非直接冷却的发电机，应装设定时限过负荷保护，保护装置接一相电流，带时限动作于信号。

2.2.8.2 定子绕组为直接冷却且过负荷能力较低(例如低于 1.5 倍、60s)的发电机，过负荷保护由定时限和反时限两部分组成。

定时限部分：动作电流按在发电机长期允许的负荷电流下能可靠返回的条件整定，带时限动作于信号，在有条件时，可动作于自动减负荷。

反时限部分：动作特性按发电机定子绕组的过负荷能力确定，动作于解列或程序跳闸。保护应能反应电流变化时发电机定子绕组的热积累过程。不考虑在灵敏系数和时限方面与其它相间短路保护相配合。

2.2.9 发电机转子承受负序电流的能力，以 $I_2^2 \cdot t \leq A$ 为判据。其中 I_2 为以额定电流为基准的负序电流标么值； t 为时间(s)； A 为常数。

对不对称负荷、非全相运行以及外部不对称短路引起的负序电流，应按下列规定装设发电机转子表层过负荷保护。

2.2.9.1 50MW 及以上， $A \geq 10$ 的发电机，应装设定时限负序过负荷保护。保护装置与 2.2.6.3 条所述的负序过电流保护组合在一起。保护装置的动作电流按躲过发电机长期允许的负序电流值和躲过最大负荷下负序电流滤过器的不平衡电流值整定，带时限动作于信号。

2.2.9.2 100MW 及以上 $A < 10$ 的发电机，应装设由定时限和反时限两部分组成的转子表层过负荷保护。

定时限部分：动作电流按躲过发电机长期允许的负序电流值，和按躲过最大负荷下负序电流滤过器的不平衡电流值整定，带时限动作于信号。

反时限部分：动作特性按发电机承受负序电流的能力确定，动作于解列或程序跳闸。保护应能反应电流变化时发电机转子的热积累过程。不考虑在灵敏系数和时限方面与其它相间短路保护相配合。

2.2.10 对励磁系统故障或强励时间过长引起的励磁绕组过负荷，在 100MW 及以上，采用半导体励磁系统的发电机上，应装设励磁绕组过负荷保护。

对于 300MW 以下，采用半导体励磁系统的发电机，可装设定时限励磁绕组过负荷保护，保护装置带时限动作于信号和动作于降低励磁电流。

对 300MW 及以上发电机，保护可由定时限和反时限两部分组成。

定时限部分：动作电流按正常运行最大励磁电流下能可靠返回的条件整定，带时限动作于信号，并动作于降低励磁电流。

反时限部分：动作特性按发电机励磁绕组的过负荷能力确定，并动作于解列灭磁。保护应能反应电流变化时励磁绕组的热积累过程。

2.2.11 对发电机励磁回路的接地故障，应按下列规定装设励磁回路接地保护或接地检测装置。

2.2.11.1 1MW 及以下水轮发电机，对一点接地故障，宜装设定期检测装置。1MW 以上水轮发电机，应装设一点接地保护装置。

2.2.11.2 100MW 以下汽轮发电机，对一点接地故障，可采用定期检测装置。对两点接地故障，应装设两点接地保护装置。

2.2.11.3 转子水内冷汽轮发电机和 100MW 及以上的汽轮发电机，应装设励磁回路一点接地保护装置，并可装设两点接地保护装置。对旋转整流励磁的发电机，宜装设一点接地故障定期检测装置。

2.2.11.4 一个控制室内集中控制的全部发电机，公用一套一点接地定期检测装置。

每台发电机装设一套一点接地保护装置。

能够正常投入运行的两点接地保护装置，每台发电机装设一套。

正常不投入运行，一点接地后再投入运行的两点接地保护装置，在一个控制室内集中控制的全部发电机可共用一套。

2.2.11.5 一点接地保护带时限动作于信号；两点接地保护应带时限动作于停机。

2.2.12 对励磁电流异常下降或完全消失的失磁故障，应按下列规定装设失磁保护装置。

2.2.12.1 100MW 以下，不允许失磁运行的发电机，当采用半导体励磁系统时，宜装设专用的失磁保护。100MW 以下，但失磁对电力系统有重大影响的发电机及 100MW 及以上发电机，应装设专用的失磁保护。对 600MW 的发电机可装设双重化的失磁保护。

2.2.12.2 失磁保护由阻抗元件、母线低电压元件和闭锁(起动)元件组成。

阻抗元件用于检出失磁故障；母线低电压元件用于监视母线电压保障系统安全；闭锁(起动)元件用于防止保护装置在其它异常运行方式下误动作。

阻抗元件可按静稳边界或异步边界整定。

母线低电压元件的动作电压，按由稳定运行条件决定的临界电压整定。

闭锁元件应保证在外部短路、系统振荡以及电压回路断线等情况下防止保护装置误动作。当采用自同步并列时，还应采取防止保护装置误动作的措施。

发电机正常进相运行时，保护装置不应误动作。

2.2.12.3 对汽轮发电机，失磁后母线电压低于允许值时，带时限动作于解列或程序跳闸。失磁后当母线电压未低于允许值时，动作于信号、切换厂用电源，在有条件时也可动作于自动减出力。

对于水轮发电机，失磁保护宜带时限动作于解列。

2.2.13 300MW 及以上发电机，应装设过励磁保护。保护装置可由低定值和高定值二部分组成。

低定值部分：带时限动作于信号和降低励磁电流。

高定值部分：动作于解列灭磁或程序跳闸。

汽轮发电机装设了过励磁保护可不再装设过电压保护。

2.2.14 对发电机变电动机运行的异常运行方式，200MW 及以上汽轮发电机，宜装设逆功率保护。对燃汽轮发电机，应装设逆功率保护。保护装置由灵敏的功率继电器构成，带时限动作于信号，经长时限动作于解列。

2.2.15 对低于额定频率带负载运行的异常运行状态下 300MW 及以上汽轮发电机，应装设低频保护。保护装置由灵敏的频率继电器和计时器组成。保护动作于信号，并有累计时间显示。

2.2.16 对失步运行，300MW 及以上发电机宜装设失步保护。保护可由双阻抗元件或测量振荡中心电压及变化率等原理构成，在短路故障、系统稳定振荡、电压回路断线等情况下，保护不应误动作。

通常保护动作于信号。当振荡中心在发电机变压器组内部，失步运行时间超过整定值或电流振荡次数超过规定值时，保护还应动作于解列。必要时并应装设电流闭锁装置，以保证断路器断开时的电流不超过断路器额定失步开断电流。

2.2.17 对 300MW 及以上汽轮发电机，发电机定子绕组过负荷、负序电流过负荷、定子铁芯过励磁，励磁电流异常下降或消失等异常运行方式，保护动作于停机，宜采用程序跳闸方式。

采用程序跳闸方式，由逆功率继电器作为闭锁元件，其整定值为 $(1\sim3)\%$ 发电机额定功率。

2.2.18 对调相运行的水轮发电机，在调相运行期间有可能失去电源时，应装设解列保护，保护装置带时限动作于停机。

2.2.19 对 200MW 及以上发电机，其机端和中性点侧的电流互感器，应装设断线保护，以防止电流回路开路时产生的高电压危及人身安全或造成设备损坏。断线保护应将电流互感器二次侧电压限制在安全电压以下，并动作于信号。

2.2.20 对于发电机起动过程中发生的故障、突然加电压、断路器断口闪络及发电机轴电流过大等故障和异常运行方式，可根据机组特点和电力系统运行的要

求，采取措施或增设相应保护。

2.3 电力变压器保护

2.3.1 对电力变压器的下列故障及异常运行方式，应按本节的规定装设相应的保护装置。

- a.绕组及其引出线的相间短路和在中性点直接接地侧的单相接地短路；
- b.绕组的匝间短路；
- c.外部相间短路引起的过电流；
- d.中性点直接接地电力网中，外部接地短路引起的过电流及中性点过电压；
- e.过负荷；
- f.过励磁；
- g.油面降低；
- h.变压器温度及油箱压力升高和冷却系统故障。

2.3.2 0.8MVA 及以上油浸式变压器和 0.4MVA 及以上车间内油浸式变压器，均应装设瓦斯保护：当壳内故障产生轻微瓦斯或油面下降时，应瞬时动作于信号；当产生大量瓦斯时，应动作于断开变压器各侧断路器。

带负荷调压的油浸式变压器的调压装置，亦应装设瓦斯保护。

2.3.3 对变压器引出线、套管及内部的短路故障，应按下列规定，装设相应的保护作为主保护。保护瞬时动作于断开变压器的各侧断路器。

2.3.3.1 对 6.3MVA 以下厂用工作变压器和并列运行的变压器，以及 10MVA 以下厂用备用变压器和单独运行的变压器，当后备保护时限大于 0.5s 时，应装设电流速断保护。

2.3.3.2 对 6.3MVA 及以上厂用工作变压器和并列运行的变压器。10MVA 及以上厂用备用变压器和单独运行的变压器，以及 2MVA 及以上用电流速断保护灵敏度不符合要求的变压器，应装设纵联差动保护。

2.3.3.3 对高压侧电压为 330kV 及以上变压器，可装设双重差动保护。

2.3.3.4 对于发电机变压器组，当发电机与变压器之间没有断路器时，按第 2.2.3.4 条规定执行。

2.3.4 纵联差动保护应符合下列要求：

- a.应能躲过励磁涌流和外部短路产生的不平衡电流。
- b.应在变压器过励磁时不误动。

c.差动保护范围应包括变压器套管及其引出线。如不能包括引出线时，应采取快速切除故障的辅助措施。但在某些情况下，例如 60kV 或 110kV 电压等级的终端变电所和分支变电所，以及具有旁路母线的电气主接线，在变压器断路器退出工作由旁路断路器代替时，纵联差动保护亦可以利用变压器套管内的电流互感器，而对引出线可不再采取快速切除故障的辅助措施。

2.3.5 对由外部相间短路引起的变压器过电流，应按下列规定装设相应的保护作为后备保护。保护动作后，应带时限动作于跳闸。

2.3.5.1 过电流保护宜用于降压变压器，保护的整定值应考虑事故时可能出现的

过负荷。

2.3.5.2 复合电压(包括负序电压及线电压)起动的过电流保护，宜用于升压变压器、系统联络变压器和过电流保护不符合灵敏性要求的降压变压器。

2.3.5.3 负序电流和单相式低电压起动的过电流保护，可用于 63MVA 及以上升压变压器。

2.3.5.4 当按第 2.3.5.2 和第 2.3.5.3 条装设保护不能满足灵敏性和选择性要求时，可采用阻抗保护。

2.3.6 外部相间短路保护应装于变压器下列各侧，各项保护的接线，宜考虑能反应电流互感器与断路器之间的故障。

2.3.6.1 双绕组变压器，应装于主电源侧，根据主接线情况，保护可带一段或两段时限，较短的时限用于缩小故障影响范围；较长的时限用于断开变压器各侧断路器。

2.3.6.2 三绕组变压器和自耦变压器，宜装于主电源侧及主负荷侧。主电源侧的保护应带两段时限，以较短的时限断开未装保护侧的断路器。当上述方式不符合灵敏性要求时，可在所有各侧均装设保护，各侧保护应根据选择性的要求装设方向元件。

2.3.6.3 低压侧有分支，并接至分开运行母线段的降压变压器。除在电源侧装设保护外，还应在每个支路装设保护。

2.3.6.4 对发电机变压器组，在变压器低压侧，不应另设保护，而利用发电机反应外部短路的后备保护。在厂用分支线上，应装设单独的保护，并使发电机的后备保护带两段时限，以便在外部短路时，仍能保证厂用负荷的供电。

2.3.6.5 500kV 系统联络变压器高、中压侧均应装设阻抗保护。保护可带两段时限，以较短的时限用于缩小故障影响范围；较长的时限用于断开变压器各侧断路器。

2.3.7 多绕组变压器的外部相间短路保护，根据其型式及接线的不同，可按下述原则进行简化。

2.3.7.1 220kV 及以下三相多绕组变压器，除主电源侧外，其他各侧保护可仅作本侧相邻电力设备和线路的后备保护。

2.3.7.2 保护对母线的各类故障应符合灵敏性要求。保护作为相邻线路的远后备时，可适当降低对保护灵敏系数的要求。

2.3.8 110kV 及以上中性点直接接地的电力网中，如变压器的中性点直接接地运行，对外部单相接地引起的过电流，应装设零序电流保护。零序电流保护可由两段组成。

2.3.8.1 110kV、220kV 中性点直接接地的变压器，每段可各带两个时限，并均以较短的时限动作于缩小故障影响范围，或动作于本侧断路器；以较长的时限动作于断开变压器各侧断路器。

2.3.8.2 330kV、500kV 变压器，高压侧零序一段带时限动作于变压器本侧断路器，二段设一个时限。动作于断开变压器各侧断路器。

2.3.8.3 对自耦变压器和高、中压侧中性点都直接接地的三绕组变压器，当有选择性要求时，应增设方向元件。

2.3.8.4 双绕组及三绕组变压器的零序电流保护，应接到中性点引出线上的电流互感器上，零序电流方向保护也可接入高、中压侧电流互感器的零序回路。自耦变压器的零序电流保护，应接入高、中压侧电流互感器的零序回路。当自耦变压器断开一侧以后，内部又发生单相接地时，若零序电流保护的灵敏性不符合要求，则可在中性点侧增设零序电流保护。

2.3.9 110kV、220kV 中性点直接接地的电力网中，如低压侧有电源的变压器中性点可能接地运行或不接地运行时，则对外部单相接地引起的过电流，以及对因失去接地中性点引起的电压升高，应按下列规定装设保护。

2.3.9.1 全绝缘变压器

应按第 2.3.8 条中的规定装设零序电流保护，并增设零序过电压保护。当电力网单相接地且失去接地中性点时，零序过电压保护经 0.3~0.5s 时限动作于断开变压器各侧断路器。

2.3.9.2 分级绝缘变压器

a.中性点装设放电间隙时，应按 2.3.8 条的规定装设零序电流保护，并增设反应零序电压和间隙放电电流的零序电流电压保护。当电力网单相接地且失去接地中性点时，零序电流电压保护约经 0.3~0.5s 时限动作于断开变压器各侧断路器。

b.中性点不装设放电间隙时，应装设两段零序电流保护和一套零序电流电压保护。零序电流保护第一段设置一个时限，第二段设置两个时限，当每组母线上至少有一台中性点接地变压器时，第一段和第二段的较小时限动作于缩小故障影响范围。零序电流电压保护用于变压器中性点不接地运行时保护变压器，其动作时限与零序电流保护第二段时限相配合，用以先切除中性点不接地变压器，后切除中性点接地变压器。当某一组母线上的变压器中性点都不接地时，则不应动作于断开母线联络断路器，而应当首先断开中性点不接地的变压器；此时零序电流保护可采用一段，并带一个时限。

2.3.10 一次电压为 10kV 及以下，绕组为星形-星形连接，低压侧中性点接地的变压器，对低压侧单相接地短路应装设下列保护之一：

2.3.10.1 接在低压侧中性线上的零序电流保护；

2.3.10.2 利用高压侧的过电流保护，保护宜采用三相式，以提高灵敏性。

保护带时限动作于跳闸。当变压器低压侧有分支线时，宜利用分支过电流保护，有选择地切除各分支回路的故障。

2.3.11 0.4MVA 及以上变压器，当数台并列运行或单独运行，并作为其他负荷的备用电源时，应根据可能过负荷的情况，装设过负荷保护。对自耦变压器和多绕组变压器，保护应能反应公共绕组及各侧过负荷的情况。

过负荷保护采用单相式，带时限动作于信号。

在无经常值班人员的变电所，必要时，过负荷保护可动作于跳闸或断开部

分负荷。

2.3.12 高压侧电压为 500kV 的变压器，对频率降低和电压升高引起的变压器工作磁密过高，应装设过励磁保护。保护由两段组成，低定值段动作于信号，高定值段动作于跳闸。

2.3.13 对变压器温度及油箱内压力升高和冷却系统故障，应按现行电力变压器标准的要求，装设可作用于信号或动作于跳闸的装置。

2.4 3~10kV 中性点非直接接地电力网中的线路保护

3~10kV 中性点非直接接地电力网的线路，对相间短路和单相接地，应按本节的规定装设相应的保护。

2.4.1 相间短路保护应按下列原则配置。

2.4.1.1 保护装置如由电流继电器构成，则其应接于两相电流互感器上，并在同一网路的所有线路上，均接于相同两相的电流互感器上；

2.4.1.2 保护应采用远后备方式；

2.4.1.3 如线路短路使发电厂厂用母线或重要用户母线电压低于额定电压的(50~60)%，以及线路导线截面过小，不允许带时限切除短路时，应快速切除故障；

2.4.1.4 过电流保护的时限不大于 0.5~0.7s，且没有第 2.4.1.3 条所列情况，或没有配合上的要求时，可不装设瞬动的电流速断保护。

2.4.2 对相间短路，应按下列规定装设保护。

2.4.2.1 单侧电源线路

可装设两段过电流保护，第一段为不带时限的电流速断保护；第二段为带时限的过电流保护，保护装置可采用定时限或反时限特性的继电器。

带电抗器的线路，如其断路器不能切断电抗器前的短路，则不应装设电流速断保护。此时，应由母线保护或其他保护切除电抗器前的故障。

自发电厂母线引出的不带电抗器的线路，应装设无时限电流速断保护，其保护范围应保证切除所有使该母线残余电压低于额定电压(50~60)%的短路。为了满足这一要求，必要时，保护可无选择性动作，并以自动重合闸或备用电源自动投入来补救。

保护装置仅装在线路的电源侧。

2.4.2.2 双侧电源线路

a.可装设带方向或不带方向的电流速断保护和过电流保护。

b.对下列线路，当本条 a 项规定的保护不符合选择性，灵敏性和速动性的要求时，可采用下列保护方式：

短线路，以带辅助导线的纵联保护(导引线保护)作主保护，带方向或不带方向的电流保护作后备保护。导引线保护如需敷设专用辅助导线时，其长度不宜超过 1~2km。

并联的电缆线路，以横联电流差动保护作主保护，带方向或不带方向的电流保护作后备保护。

2.4.2.3 并列运行的平行线路

宜装设横联差动保护(横联方向差动保护或电流平衡保护)作为主保护。以接于两回线电流之和的电流保护,作为两回路同时运行的后备保护,及一回线断开后的主保护及后备保护。

2.4.2.4 环形网络中的线路

为了简化保护,可采用故障时先将网络自动解列而后恢复的方法,对于不宜解列的线路,可参照第 2.4.2.2 条的规定。

2.4.2.5 发电厂厂用电源线

发电厂厂用电源线(包括带电抗器的电源线),宜装设纵联差动保护和过电流保护。

2.4.3 对单相接地故障,应按下列规定装设保护。

2.4.3.1 在发电厂和变电所母线上,应装设单相接地监视装置。监视装置反应零序电压,动作于信号。

2.4.3.2 有条件安装零序电流互感器的线路,如电缆线路或经电缆引出的架空线路,当单相接地电流能满足保护的选择性和灵敏性要求时,应装设动作于信号的单相接地保护。

如不能安装零序电流互感器,而单相接地保护能够躲过电流回路中不平衡电流的影响,例如单相接地电流较大,或保护反应接地电流的暂态值等,也可将保护装置接于三相电流互感器构成的零序回路中。

2.4.3.3 在出线回路数不多,或难以装设选择性单相接地保护时,可用依次断开线路的方法,寻找故障线路。

2.4.3.4 根据人身和设备安全的要求,必要时,应装设动作于跳闸的单相接地保护。

2.4.4 对线路单相接地,可利用下列电流,构成有选择性的电流保护或功率方向保护。

2.4.4.1 网络的自然电容电流;

2.4.4.2 消弧线圈补偿后的残余电流,例如残余电流的有功分量或高次谐波分量;

2.4.4.3 人工接地电流,但此电流应尽可能小些,不宜大于 10~20A;

2.4.4.4 单相接地故障的暂态电流。

2.4.5 可能时常出现过负荷的电缆线路,应装设过负荷保护。保护宜带时限动作于信号,必要时可动作于跳闸。

2.5 35kV 及以上中性点非直接接地电力网中的线路保护

35kV 及以上中性点非直接接地电力网的线路,对相间短路和单相接地,应按本节的规定装设相应的保护。

2.5.1 对相间短路,保护应按下列原则配置。

2.5.1.1 保护装置采用远后备方式;

2.5.1.2 如线路短路,使发电厂厂用母线电压低于额定电压的(50~60)%时,应快速切除故障。

2.5.1.3 110kV 性点非直接接地电力网的线路，可参照第 2.6 条的有关规定装设保护。

2.5.2 对相间短路，应按下列规定装设保护装置：

2.5.2.1 单侧电源线路

可装设一段或两段式电流电压速断保护和过电流保护。

由几段线路串联的单侧电源线路及分支线路，如上述保护不能满足速动性或灵敏性要求时，速断保护可无选择地动作，但应以自动重合闸来补救。此时，速断保护应躲开降压变压器低压母线的短路。

2.5.2.2 复杂网络的单回线路

a.可装设一段或两段式电流电压速断保护和过电流保护，必要时，保护应具有方向性。如不满足选择性、灵敏性和速动性的要求或保护构成过于复杂时，宜采用距离保护。

b.电缆及架空短线路，如采用电流电压保护不满足选择性、灵敏性和速动性要求时，宜采用导引线或光纤通道等纵联保护作为主保护，以带方向或不带方向的电流保护作为后备保护。

c.对于环形网络，为了简化保护，可采用故障时先将网络自动解列而后恢复的方法。

2.5.2.3 平行线路

平行线路宜分裂运行，如必须并列运行时，可装设横联保护作为主保护，以阶段式电流保护作为后备保护。

2.5.3 对单相接地故障，保护的装设原则及构成方式应按本规程第 2.4.3 条和第 2.4.4 条的规定执行。

2.5.4 可能时常出现过负荷的电缆线路，或电缆与架空混合线路，应装设过负荷保护。保护宜带时限动作于信号，必要时可动作于跳闸。

2.6 110~220kV 中性点直接接地电力网中的线路保护

110~220kV 直接接地电力网的线路，应按本节的规定装设反应相间短路和接地短路的保护。

2.6.1 全线速动保护应按下列原则配置：

2.6.1.1 符合下列条件之一时，应装设一套全线速动保护。

a.根据系统稳定要求有必要时；

b.线路发生三相短路，如使发电厂厂用母线电压低于允许值(一般约为 70% 额定电压)，且其他保护不能无时限和有选择地切除短路时；

c.如电力网的某些主要线路采用全线速动保护后，不仅改善本线路保护性能，而且能够改善整个电网保护的能。

2.6.1.2 对 220kV 线路，符合下列条件之一时，可装设二套全线速动保护。

a.根据系统稳定要求；

b.复杂网络中，后备保护整定配合有困难时。

2.6.2 后备保护应按下列原则配置。

2.6.2.1 110kV 线路宜采用远后备方式。

2.6.2.2 220kV 线路宜采用近后备方式。但某些线路，如能实现远后备，则宜采用远后备，或同时采用远、近结合的后备方式。

2.6.3 对接地短路，应按下列规定之一装设保护。

2.6.3.1 对 220kV 线路，当接地电阻不大于 $100\ \Omega$ 时，保护应能可靠地、有选择地切除故障。

2.6.3.2 宜装设阶段式或反时限零序电流保护。

2.6.3.3 可采用接地距离保护，并辅之以阶段式或反时限零序电流保护。

2.6.3.4 符合本规程第 2.6.1 条规定时，除装设全线速动保护外，还应按第 2.6.3.2 或第 2.6.3.3 条规定，装设接地后备保护。

2.6.4 对相间短路，应按下列规定装设保护装置。

2.6.4.1 单侧电源单回线路，可装设三相电流电压保护，如不能满足要求，则装设距离保护；

2.6.4.2 双侧电源线路宜装设距离保护；

2.6.4.3 正常运行方式下，保护安装处短路，电流速断保护的灵敏系数在 1.2 以上时，可装设电流速断保护作为辅助保护；

2.6.4.4 符合本规程第 2.6.1 条规定时，除装设全线速动保护外，还应按第 2.6.4.2 条或第 2.6.4.3 条规定，装设相间短路后备保护和辅助保护装置。

2.6.5 符合本规程第 2.6.1 条的规定，需要装设全线速动保护的电缆短线路及架空短线路，可采用导引线保护或光纤通道的纵联保护作为主保护。接地和相间短路保护分别按第 2.6.3 条和第 2.6.4 条中的相应规定装设。

2.6.6 并列运行的平行线，宜装设横联保护。

2.6.7 对带分支的 110~220kV 线路，可装设与不带分支时相同的保护，但应考虑下述特点，并采取必要的措施。

2.6.7.1 当线路有分支时，线路侧保护对线路分支上的故障，应首先满足速动性，对分支变压器故障，允许跳线路侧断路器。

2.6.7.2 分支线路上，无论采用何种电力载波纵联保护，均应按下列规定执行：

a. 不论分支侧有无电源，当纵联保护能躲开分支变压器的低压侧故障，并对线路及其分支上故障有足够灵敏性时，可不在分支侧另设纵联保护，但应装设高频阻波器。当不符合上述要求时，在分支侧可装设低压侧故障的高频闭锁发信装置。当分支侧有电源且须在分支侧快速切除线路故障时，宜在分支侧装设纵联保护；

b. 用于带分支线路的纵联保护，在外部故障时，不应由于分支侧负荷电流的影响，或各侧流过的故障电流不相等而误动作。必要时，还应采取措施防止高频信号由于差拍而引起误动作；

c. 母线差动保护动作后，不应停发高频闭锁信号，以免线路对侧跳闸，使分支线与系统解列。

2.6.7.3 对并列运行的平行线上的平行分支，如有两台变压器，宜将变压器分接

于每一分支上。且高、低压侧都不宜并列运行。当低压侧分开运行时，线路侧横联差动保护的起动元件，应按躲开变压器低压侧故障整定。当低压侧并列运行时，不论分支侧是否有电源，宜装设包括变压器在内的横联差动方向保护。

2.6.7.4 如分支变压器低压侧有电源，还应对高压侧线路故障装设保护装置，并可采用下列保护方式：

- a. 方向电流保护或距离保护。
- b. 零序电流或零序电压保护分别用于中性点接地或不接地的分支变压器。
- c. 电压保护当分支侧为小电源时采用。
- d. 电力线载波纵联保护按第 2.6.7.2 条规定执行。
- e. 有解列点的小电源侧按无电源处理，不装设保护。

当分支变压器低压侧无电源，但线路采用单相重合闸时，对高压侧线路故障，宜采用简单的零序电流或零序电压保护。

2.6.8 电力线载波纵联保护通道，应按以下原则设计：当线路上只装设一套载波纵联保护时，载波保护宜采用完全独立的载波通道。线路上配置二套载波纵联保护时，另一套载波保护可与通信复用通道。

2.6.9 对各类双断路器接线方式的线路，其保护宜按线路为单元装设，重合闸装置及失灵保护等宜按断路器为单元装设。

2.6.10 电缆线路或电缆架空混合线路，应装设过负荷保护。保护宜动作于信号，必要时可动作于跳闸。

2.7 330~500kV 中性点直接接地电力网中的线路保护

2.7.1 330~500kV 电力网中，对继电保护的配置和对装置技术性能的要求，应考虑下列问题：

2.7.1.1 输送功率大，稳定问题严重，要求保护的可靠性及选择性高、动作快。

2.7.1.2 采用大容量发电机、变压器，线路采用大截面分裂导线及不完全换位所带来的影响。

2.7.1.3 线路分布电容电流明显增大所带来的影响。

2.7.1.4 系统一次接线的特点及装设串联补偿电容器和并联电抗器等设备所带来的影响。

2.7.1.5 采用带气隙的电流互感器和电容式电压互感器后，二次回路的暂态过程及电流、电压传变的暂态过程所带来的影响。

2.7.1.6 高频信号在长线路上传输时，衰耗较大及通道干扰电平较高所带来的影响。

2.7.2 对 330~500kV 线路，一般情况下，应按下列原则实现主保护双重化：

2.7.2.1 设置两套完整、独立的全线速动主保护；

2.7.2.2 两套主保护的交流电流、电压回路和直流电源彼此独立；

2.7.2.3 每一套主保护对全线路内发生的各种类型故障(包括单相接地、相间短路、两相接地、三相短路、非全相运行故障及转移故障等)，均能无时限动作切除故障；

2.7.2.4 每套主保护应有独立选相功能，实现分相跳闸和三相跳闸；

2.7.2.5 断路器有两组跳闸线圈，每套主保护分别起动一组跳闸线圈；

2.7.2.6 两套主保护分别使用独立的远方信号传输设备。

若保护采用专用收发信机，其中至少有一个通道完全独立，另一个可与通信复用。如采用复用载波机，两套主保护应分别采用两台不同的载波机。

2.7.3 330～500kV 线路的后备保护应按下列原则配置：

2.7.3.1 线路保护采用近后备方式。

2.7.3.2 每条线路都应配置能反应线路各种类型故障的后备保护。当双重化的每套主保护都有完善的后备保护时，可不再另设后备保护。只要其中一套主保护无后备，则应再设一套完整的独立的后备保护。

2.7.3.3 对相间短路，后备保护宜采用阶段式距离保护。

2.7.3.4 对接地短路，应装设接地距离保护并辅以阶段式或反时限零序电流保护；对中长线路，若零序电流保护能满足要求时，也可只装设阶段式零序电流保护。接地后备保护应保证在接地电阻不大于 300 Ω 时，能可靠地有选择性地切除故障。

2.7.3.5 正常运行方式下，保护安装处短路，电流速断保护的灵敏系数在 1.2 以上时，还可装设电流速断保护作为辅助保护。

2.7.4 根据一次系统过电压的要求装设过电压保护。

2.7.5 对各类双断路器接线方式的线路，其保护应符合第 2.6.9 条的有关规定。

2.8 母线保护和断路器失灵保护

2.8.1 对发电厂和变电所的 35～110kV 电压的母线，在下列情况下应装设专用的母线保护：

2.8.1.1 110kV 双母线。

2.8.1.2 110kV 单母线，重要发电厂或 110kV 以上重要变电所的 35～66kV 母线，按第 2.6.2.1、第 2.6.2.2 条的要求，需要快速切除母线上的故障时。

2.8.1.3 35～66kV 电力网中，主要变电所的 35～66kV 双母线或分段单母线需快速而有选择地切除一段或一组母线上故障，以保证系统安全稳定运行和可靠供电时。

2.8.2 对 220～500kV 母线，应装设能快速有选择地切除故障的母线保护。对 1 个半断路器接线，每组母线宜装设两套母线保护。

2.8.3 对于发电厂和主要变电所的 3～10kV 分段母线及并列运行的双母线，一般可由发电机和变压器的后备保护实现对母线的保护。在下列情况下，应装设专用母线保护：

2.8.3.1 须快速而有选择地切除一段或一组母线上的故障，以保证发电厂及电力网安全运行和重要负荷的可靠供电时。

2.8.3.2 当线路断路器不允许切除线路电抗器前的短路时。

2.8.4 专用母线保护应考虑以下问题：

2.8.4.1 对于双母线并联运行的发电厂或变电所，当线路保护在某些情况下可能

失去选择性时，母线保护应保证先跳开母联断路器，但不能影响系统稳定运行。

2.8.4.2 为防止误动作，应增设简单可靠的闭锁装置(1 个半断路器接线的母线保护除外)。

2.8.4.3 母线保护动作后，(1 个半断路器接线除外)对不带分支的线路，应采取措施，促使对侧全线速动保护跳闸。

2.8.4.4 应采取措施，减少外部短路产生的不平衡电流的影响，并装设电流回路的断线闭锁装置。

2.8.4.5 在一组母线或某一段母线充电合闸时，应能快速而有选择地断开有故障的母线。在母线倒闸操作时，必须快速切除母线上的故障；同时又能保证外部故障时不误动作。

2.8.4.6 双母线情况下，母线保护动作时，应闭锁可能误动的横联保护。

2.8.4.7 当实现母线自动重合闸时，必要时应装设灵敏元件。

2.8.4.8 对构成环路的各类母线方式(如 1 个半断路器方式和双母线双分段方式等)，当母线短路，该母线上所接元件的电流可能自母线流出时，母线保护不应因此而拒动。

2.8.4.9 在各种类型区外短路时，母线保护不应由于电流互感器饱和以及短路电流中的暂态分量而引起误动作。

2.8.4.10 母线保护宜适应一次各种运行方式，并能满足双母线同时故障及先后故障的动作要求。

2.8.5 对 3~10kV 分段母线，宜采用不完全电流差动式母线保护，保护仅接入有电源支路的电流。保护由两段组成：其第一段采用无时限或带时限的电流速断保护，当灵敏系数不符合要求时，可采用电流闭锁电压速断保护；第二段采用过电流保护，当灵敏系数不符合要求时，可将一部分负荷较大的配电线路接入差动回路，以降低保护的起动电流。

当有电源的支路经常接在不同的母线上运行时，宜在所有有电源的支路上(发电机除外)装设单独的电流闭锁电压速断保护。

2.8.6 在 220~500kV 电力网中，以及 110kV 电力网的个别重要部分，可按下列规定装设断路器失灵保护：

2.8.6.1 线路保护采用近后备方式，对 220~500kV 分相操作的断路器，可只考虑断路器单相拒动的情况。

2.8.6.2 线路保护采用远后备方式，如果由其他线路或变压器的后备保护切除故障将扩大停电范围(例如采用多角形接线，双母线或分段单母线等时)，并引起严重后果时。

2.8.6.3 如断路器与电流互感器之间发生故障，不能由该回路主保护切除，而由其他线路和变压器后备保护切除又将扩大停电范围，并引起严重后果时。

2.8.7 断路器失灵保护应符合下列要求：

2.8.7.1 为提高动作可靠性，必须同时具备下列条件，断路器失灵保护方可起动：

a.故障线路或设备的保护能瞬时复归的出口继电器动作后不返回；

b.断路器未断开的判别元件，可采用能够快速复归的相电流元件。相电流判别元件的定值，应在保证线路末端故障有足够灵敏度的前提下，尽量按大于负荷电流整定。

2.8.7.2 一般不考虑由变压器保护起动断路器失灵保护。如变压器保护起动断路器失灵保护时，也必须设有相电流元件，并不允许由瓦斯保护动作起动失灵保护。

2.8.7.3 发电机变压器组的保护，宜起动断路器失灵保护。考虑到发电机故障时，发电机保护可能延时返回，为了提高安全性，断路器未断开的判别元件，宜采用双重化构成和回路的方式。

2.8.7.4 断路器失灵保护动作时间，应按下述原则整定：

a.宜无时限再次动作于本断路器跳闸；

b.对双母线(或分段单母线)接线，以较短时限(大于故障线路或电力设备跳闸时间及保护装置返回时间之和)动作于断开母联或分段断路器；

c.再经一时限动作于断开与拒动断路器连接在同一母线上的所有有电源支路的断路器。

2.8.7.5 断路器失灵保护，当采用多元件公用出口时，其出口回路应经闭锁触点控制，以减少较多一次元件被误切除的可能性。

断路器失灵保护的出口回路可与母差保护共用，也可单独设置。当与母差保护共用时，闭锁元件的灵敏系数应按失灵保护的要求整定。

2.8.7.6 断路器失灵保护动作时，应对有关断路器的自动重合闸装置进行闭锁。

2.8.7.7 1 个半断路器接线方式的断路器失灵保护中，反映断路器动作状态的相电流判别元件宜分别检查每台断路器的电流，以判别那台断路器拒动。当一串中的中间断路器拒动时，则应采取使对侧断路器跳闸的措施，并闭锁重合闸。

多角形接线方式的断路器，可按上述原则处理。

2.8.8 旁路断路器和兼作旁路的母联断路器或分段断路器上，应装设可代替线路保护的装置。

在旁路断路器代替线路断路器期间，如必须保持线路纵联保护运行，可将该线路的一套纵联保护切换到旁路断路器上，或者采用其他措施，使纵联保护继续运行。

母线或母线分段断路器上，可装设相电流或零序电流保护，作为母线充电合闸的保护。

2.8.9 对 220~500kV 的母线及变压器断路器，当非全相运行可能引起电力网中其他保护越级跳闸，因而造成严重事故时，应在该断路器上装设非全相运行保护。

2.9 同步调相机保护

2.9.1 同步调相机的保护可参照第 2.2 条对同容量、同类型的发电机保护的规定装设保护，但尚应考虑下列特点：

2.9.1.1 当启动时，如过负荷保护可能动作，应使它暂时退出运行。

2.9.1.2 可不装设反应外部短路的过电流保护，但应装设反应内部短路的后备保护。反应内部短路的后备保护，可采用方向过电流保护，带时限动作于断开调相机。

2.9.1.3 调相机失磁保护，可由无功方向元件和低电压元件组成。当无功反向，且电压低于允许值时，动作于断开调相机；当无功反向，而电压高于允许值时，动作于信号。调相机失磁保护，应设置必要的闭锁元件，以防止振荡、短路或电压回路断线等异常情况下，保护误动作。

2.9.1.4 根据调相机的具体情况，可参照第 2.2.5 条，装设匝间短路保护。

2.9.2 当调相机供电电源因故断开后，在变电所装设的自动低频减载装置可能因调相机的反馈而误动作，或电源侧的自动重合闸动作，将造成非同步合闸，而调相机又不允许非同步合闸时，则应装设调相机的解列保护。

解列保护可选用下列方式：

- a. 低频闭锁的功率方向保护。
- b. 反应频率变化率的保护。

保护应在自动低频减载装置和自动重合闸装置动作前将调相机断开。如调相机须在电源恢复后再起动，可仅动作于灭磁，在电源恢复后，再投入励磁，实现再同步。

2.10 电力电容器保护

2.10.1 对 3kV 及以上的并联补偿电容器组的下列故障及异常运行方式，应按本节规定装设相应的保护。

- a. 电容器组和断路器之间连接线短路；
- b. 电容器内部故障及其引出线短路；
- c. 电容器组中，某一故障电容器切除后所引起的过电压；
- d. 电容器组的单相接地故障；
- e. 电容器组过电压；
- f. 所联接的母线失压。

2.10.2 对电容器组和断路器之间连接线的短路，可装设带有短时限的电流速断和过流保护，动作于跳闸。速断保护的動作电流，按最小运行方式下，电容器端部引线发生两相短路时有足够灵敏系数整定。过流保护的動作电流，按电容器组长期允许的最大工作电流整定。

2.10.3 对电容器内部故障及其引出线的短路，宜对每台电容器分别装设专用的熔断器。熔丝的额定电流可为电容器额定电流的 1.5~2.0 倍。

2.10.4 当电容器组中，故障电容器切除到一定数量，引起电容器端电压超过 110% 额定电压时，保护应将整组电容器断开。为此，可采用下列保护之一：

2.10.4.1 单星形接线电容器组的零序电压保护，电压差动保护或利用电桥原理的电流平衡保护等；

2.10.4.2 双星形接线电容器组的中性点电压或电流不平衡保护。

2.10.5 对电容器组的单相接地故障，可参照本规程 2.4.4 条的规定装设保护，但

安装在绝缘支架上的电容器组，可不再装设单相接地保护。

2.10.6 对电容器组，应装设过电压保护，带时限动作于信号或跳闸。

2.10.7 电容器装置应设置母线失压保护，当母线失压时，带时限动作于跳闸。

2.10.8 串联补偿电容器组，应装设反应下列故障及异常情况的保护：

2.10.8.1 对电容器内部故障及其引出线上的短路，应装设平衡保护，保护应在一个电容器组内，部分熔丝熔断时，带时限动作于信号。

2.10.8.2 对有可能发生过负荷的串联电容器组可装设反应线路电流的过负荷保护，带时限动作于信号。

2.11 并联电抗器保护

2.11.1 对并联电抗器的下列故障及异常运行方式，应装设相应的保护：

- a.线圈的单相接地和匝间短路及其引出线的相间短路和单相接地短路；
- b.油面降低；
- c.温度升高和冷却系统故障；
- d.过负荷。

2.11.2 并联电抗器(干式电抗器除外)应装设瓦斯保护。当并联电抗器内部产生大量瓦斯时，保护动作于跳闸；当产生轻微瓦斯或油面下降时，保护动作于信号。

2.11.3 对并联电抗器内部及其引出线的相间短路和单相接地短路，应按下列规定装设相应的保护：

2.11.3.1 63kV 及以下并联电抗器，应装设电流速断保护。保护瞬时动作于跳闸。

2.11.3.2 330～500kV 并联电抗器，应装设纵联差动保护。保护瞬时动作于跳闸。

2.11.3.3 作为速断保护和差动保护的后备，尚应装设过电流保护。保护整定值按躲过最大负荷电流整定，保护带时限动作于跳闸。

2.11.3.4 双星形接线的并联电抗器组，可装设中性点差流保护，作为电抗器内部匝间短路的主保护。保护按两段式配置，一段动作于信号，另一段带时限动作于跳闸。

2.11.3.5 330～500kV 并联电抗器，应装设匝间短路保护。保护带时限动作于跳闸。

2.11.4 对 330～500kV 并联电抗器，当电源电压可能升高并引起并联电抗器过负荷时，应装设过负荷保护。保护带时限动作于信号。

2.11.5 对于并联电抗器温度升高和冷却系统故障，应装设动作于信号或带时限动作于跳闸的装置。

2.11.6 接于并联电抗器中性点的接地电抗器，应装设瓦斯保护。当产生大量瓦斯时，保护动作于跳闸；当产生轻微瓦斯或油面下降时，保护动作于信号。

对三相不对称等原因引起的接地电抗器过负荷，宜装设过负荷保护。保护带时限动作于信号。

2.11.7 330～500kV 线路并联电抗器无专用断路器时，其动作于跳闸的保护，应采取使对侧断路器跳闸的措施。

2.12 异步电动机和同步电动机保护

2.12.1 电压为 3kV 以上的异步电动机和同步电动机，对下列故障及异常运行方式，应装设相应的保护：

- a. 定子绕组相间短路；
- b. 定子绕组单相接地；
- c. 定子绕组过负荷；
- d. 定子绕组低电压；
- e. 同步电动机失步；
- f. 同步电动机失磁；
- g. 同步电动机出现非同步冲击电流；
- h. 相电流不平衡。

2.12.2 对电动机的定子绕组及其引出线的相间短路故障，应按下列规定装设相应的保护：

2.12.2.1 2MW 以下电动机，装设电流速断保护。保护宜采用两相式；

2.12.2.2 2MW 以上电动机，或 2MW 以下，但电流速断保护灵敏系数不符合要求的电动机，装设纵联差动保护。

2.12.2.3 上述保护应动作于跳闸。对于有自动灭磁装置的同步电动机保护还应动作于灭磁。

2.12.3 对单相接地，当接地电流大于 5A 时，应装设单相接地保护。

单相接地电流为 10A 及以上时，保护带时限动作于跳闸；单相接地电流为 10A 以下时，保护可动作于跳闸，也可动作于信号。

2.12.4 下列电动机应装设过负荷保护：

2.12.4.1 生产过程中易发生过负荷的电动机。保护应根据负荷特性，带时限动作于信号或跳闸；

2.12.4.2 起动或自起动困难，需要防止起动或自起动时间过长的电动机。保护动作于跳闸。

2.12.5 下列电动机应装设低电压保护，保护应动作于跳闸：

2.12.5.1 当电源电压短时降低或短时中断后又恢复时，为保证重要电动机自起动而需要断开的次要电动机；

2.12.5.2 当电源电压短时降低或短时中断后，不允许或不需要自起动的电动机；

2.12.5.3 需要自起动，但为保证人身和设备安全，在电源电压长时间消失后，须从电力网中自动断开的电动机；

2.12.5.4 属 I 类负荷并装有自动投入装置的备用机械的电动机。

2.12.6 2MW 及以上电动机，为反应电动机相电流的不平衡，并作为短路主保护的后备保护，可装设负序过流保护。保护动作于信号或跳闸。

2.12.7 对同步电动机失步，应装设失步保护。保护带时限动作。对于重要电动机，动作于再同步控制回路，不能再同步，或不需要再同步的电动机，则应动作于跳闸。

失步保护可按下列原理构成：

2.12.7.1 反应转子回路出现的交流分量；

2.12.7.2 反应定子电压与电流间相角的变化；

2.12.7.3 反应定子过负荷。这种方法用于短路比在 0.8 及以上，且负荷平衡的电动机。

2.12.8 对负荷变动大的同步电动机，当用反应定子过负荷的失步保护时，应增设失磁保护。失磁保护带时限动作于跳闸。

2.12.9 对不允许非同步冲击的同步电动机，应装设防止电源中断再恢复时造成非同步冲击的保护。

保护可反应功率方向、频率降低、频率下降速度或由有关保护和自动装置联锁动作。

保护应确保在电源恢复前动作。重要电动机的保护，宜动作于再同步控制回路；不能再同步或不需要再同步的电动机，保护应动作于跳闸。

3 安全自动装置

3.1 一般规定

3.1.1 在电力系统中，应装设安全自动装置，以防止系统稳定破坏或事故扩大，造成大面积停电，或对重要用户的供电长时间中断。

3.1.2 电力系统安全自动装置，是指在电力网中发生故障或异常运行时，起控制作用的自动装置。如自动重合闸、备用电源和备用设备自动投入、自动切负荷、自动低频减载、火电厂事故减出力、水电厂事故切机、电气制动、水轮发电机自动起动和调相改发电、抽水蓄能机组由抽水改发电自动解列及自动调节励磁等。

3.1.3 安全自动装置应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

3.1.3.1 可靠性是指装置该动作时，应可靠动作；不该动作时，应可靠不动作的性能。为保证可靠性，装置应简单可靠，具备必要的检测和监视措施，并应便于运行维护。

3.1.3.2 选择性是指安全自动装置应根据故障和异常运行的特点，按预期的要求实现其控制作用。

3.1.3.3 灵敏性是指安全自动装置的起动元件和测量元件，在故障和异常运行时，能可靠起动和进行正确判断的性能。

3.1.3.4 速动性是指维持系统稳定的自动装置要尽快动作；限制事故影响的自动装置，应在保证选择性前提下尽快动作的性能。

3.2 自动重合闸

3.2.1 自动重合闸装置应按下列规定装设：

3.2.1.1 3kV 及以上的架空线路和电缆与架空混合线路，在具有断路器的条件下，如用电设备允许且无备用电源自动投入时，应装设自动重合闸装置。

3.2.1.2 旁路断路器和兼作旁路的母线联络断路器或分段断路器，应装设自动重合闸装置。

3.2.1.3 低压侧不带电源的降压变压器，可装设自动重合闸装置。

3.2.1.4 必要时，母线故障可采用母线自动重合闸装置。

3.2.2 自动重合闸装置应符合下列基本要求：

3.2.2.1 自动重合闸装置可按控制开关位置与断路器位置不对应的原理起动，对综合重合闸装置，尚宜实现由保护同时起动的方式。

3.2.2.2 用控制开关或通过遥控装置将断路器断开，或将断路器投于故障线路上，而随即由保护将其断开时，自动重合闸装置均不应动作。

3.2.2.3 在任何情况下(包括装置本身的元件损坏，以及继电器触点粘住或拒动)，自动重合闸装置的动作次数应符合预先的规定(如一次重合闸只应动作一次)。

3.2.2.4 自动重合闸装置动作后，应自动复归。

3.2.2.5 自动重合闸装置应能在重合闸后，加速继电保护的动作。必要时，可在重合闸前加速其动作。

3.2.2.6 自动重合闸装置应具有接收外来闭锁信号的功能。

3.2.3 自动重合闸装置的动作时限应符合下列要求：

3.2.3.1 对单侧电源线路上的三相重合闸装置，其时限应大于下列时间：

a.故障点灭弧时间(计及负荷侧电动机反馈对灭弧时间的影响)及周围介质去游离时间；

b.断路器及操作机构复归原状，准备好再次动作的时间。

3.2.3.2 对双侧电源的三相和单相重合闸装置或单侧电源的单相重合闸装置，其时限除应考虑第 3.2.3.1 条要求外，还应考虑线路两侧继电保护以不同时限切除故障的可能性，及潜供电流对灭弧的影响。

3.2.3.3 电力系统稳定的要求。

3.2.4 110kV 及以下单侧电源线路的自动重合闸装置，按下列规定装设：

3.2.4.1 采用三相一次重合闸方式。

3.2.4.2 当断路器断流容量允许时，下列线路可采用两次重合闸方式：

a.无经常值班人员变电所引出的无遥控的单回线；

b.给重要负荷供电，且无备用电源的单回线。

3.2.4.3 由几段串联线路构成的电力网，为了补救电流速断等速动保护的无选择性动作，可采用带前加速的重合闸或顺序重合闸方式。

3.2.5 110kV 及以下双侧电源线路的自动重合闸装置，按下列规定装设：

3.2.5.1 并列运行的发电厂或电力系统之间，具有 4 条及以上联系的线路或 3 条紧密联系的线路，可采用不检查同步的三相自动重合闸方式。

3.2.5.2 并列运行的发电厂或电力系统之间，具有 2 条联系的线路或 3 条联系不紧密的线路，可采用下列重合闸方式：

a.同步检定和无电压检定的三相重合闸方式。

b.并列运行双回线路，也可采用检查另一回线路有电流的自动重合闸方式。

3.2.5.3 双侧电源的单回线路，可采用下列重合闸方式：

a.解列重合闸方式，即将一侧电源解列，另一侧装设线路无电压检定的重合闸方式。

b.当水电厂条件许可时，可采用自同步重合闸方式。

c.为避免非同步重合及两侧电源均重合于故障线路上，可采用一侧无电压检定，另一侧采用同步检定的重合闸方式。

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。

3.2.7 220~500kV 线路，应根据电力网结构和线路的特点确定重合闸方式。对220kV 线路，满足本规程第 3.2.5.1、第 3.2.5.2、第 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。330~500kV 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，按第 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：

3.2.9.1 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。

3.2.9.2 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 5.6MVA 以上低压侧不带电源的单组降压变压器，如其电源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，除第 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于自动减负荷。

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，应装设足够数量和自动低频减载装置。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的发电厂，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，以及继电器本身的特性等因素决定。起始运行频率，宜取为 49Hz。

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 10~15s。

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启动：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低电压下降等。

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，除应采用本规程有关章节规定的继电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，采取下列自动控制措施，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，快速启动备用机组等。

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、频率或电压变化及侧电动势相角差等)启动，并根据系统初始运行状态和故障严重

程度，进行综合判断，发生操作命令。

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：

3.5.3.1 低频或低压减载及连锁减载。

3.5.3.2 发电机快速改变出力。

3.5.3.3 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。

3.5.3.4 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。

3.5.3.5 投切并联电抗器及并联电容器。

3.6 同步并列

3.6.1 发电厂内，下列断路器应能进行同步操作：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、35kV 及以上系统联络线，以及其它可能发生非同步合闸的断路器。

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

3.6.3 采用自同步方式的发电机，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、自同步并列时，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步并列装置：

3.6.4.1 准同步装置

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

3.6.4.2 自同步装置

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

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步装置。必要时，还可装设半自动准同步装置或捕捉同步装置。

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 200MW 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发电机励磁功率时，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 1MW 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 1MW 及以上、6MW 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 6MW 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安全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，220kV及以上变电所和110kV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 300MW及以上发电机和330kV及以上变电所，应具有故障时的事件顺序记录。220kV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安全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500V。

4.3 互感器二次回路连接的负荷，不应超过继电保护和安全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1.5mm²弱电控制回路，不应小于0.5mm²

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规程第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：当全部继电保护和安全自动装置动作时(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安全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直敷布线。

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、试验端钮(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触点、端子排和接地线时，应能在不断开 3kV 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，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绕组引出端之一，应接地。接地方式分直接接地和通过击穿保险器接地两种。向交流操作的保护和安全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，除开口三角形绕组和另有专门规定者(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互感器绕组引出端与接地点之间。

电压互感器开口三角形绕组的试验用引出线上，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安全自动装置，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，均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，且屏蔽层在两端接地。

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

本规程用词说明

(补 充 件)

根据国家基本建设委员会 1980 年 2 月颁发的《工程建设标准规范管理办法》的规定，对本规程中的用词说明如下：

1 表示条文执行严格程度的用词。

1.1 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”

反面词采用“严禁”

1.2 表示严格，在正常情况下都应当这样做的用词：

正面词采用“应”

反面词采用“不应”或“不得”

1.3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”

反面词采用“不宜”

2 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……”。

3 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：

本标准由能源部科技司提出。

本标准由能源部科技司、能源部继电保护标准化技术委员会归口，由能源部东北电力设计院负责起草。

主要起草人：李元龙、李向贤、王进洪。