

中华人民共和国水利电力部

电力系统安全稳定导则

水利电力出版社

2045/13

中华人民共和国水利电力部
电力系统安全稳定导则

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

850×1168毫米 32开本 0.5印张 11千字
1984年7月第一版 1984年7月北京第一次印刷

印数 00001—34770册 定价 0.15元

书号 15143·5440

2045/13

水利电力部电力生产司
关于正式出版《电力系统安全稳定导则》的函

(83)水电生供字第11号

水利电力出版社：

原电力工业部曾以(81)电生字第109号通知正式颁发了《电力系统安全稳定导则》，现将原电力工业部文件副本及导则送你社，请予出版。

1983年6月27日

中华人民共和国电力工业部

关于认真贯彻全国电网稳定会议文件的 通知（摘要）

（81）电生字第109号

几年来，电网稳定破坏事故频繁发生，引起大面积停电，损失重大。为了总结交流事故的经验教训，研究改进措施，我部于今年七月在大连召开了全国电网稳定会议。现将经过会议讨论后修订的《电力系统安全稳定导则》发给各单位。希各网局、省局以及各生产、设计、基建、计划、科研单位结合具体情况，研究贯彻。凡导则的个别条文与《电力工业技术管理法规》（试行）中的规定不一致的，按导则中的条文执行，法规中的相应条文，以后再作修改。对导则执行中提出的意见，希及时告我部。

一九八一年九月十六日

目 录

1	总则.....	1
2	保证电力系统安全稳定运行的基本要求.....	1
3	防止电力系统崩溃.....	5
4	对电力系统稳定计算分析的要求.....	6
5	电力系统静态稳定的计算分析.....	6
6	电力系统暂态稳定的计算分析.....	7
7	电力系统动态稳定的计算分析.....	8
8	电力系统再同步的计算分析.....	9
9	对有关部门的要求.....	9

1 总 则

1.1 为了实现电力系统的安全稳定运行，指导电力系统的规划、计划、设计、基本建设、生产运行和科研试验等部门有关电力系统安全稳定的工作，特制定本导则，各部门应共同遵守。

1.2 本导则适用于电压等级为220千伏及以上的电力系统。

1.3 电力系统规划、计划、设计、基本建设、生产运行和科研试验等部门，必须进行电力系统的安全稳定分析研究工作，在技术经济合理的前提下，加强电网结构和采用相应的技术措施。

2 保证电力系统安全稳定运行的基本要求

2.1 为保证电力系统的安全稳定运行，基本要求如下：

2.1.1 为保持电力系统正常运行的稳定性和频率、电压的正常水平，系统应有足够的静态稳定储备和有功、无功备用容量，并有必要的调节手段。在正常负荷波动和调节有功、无功潮流时，均不应发生自发振荡。

2.1.2 合理的电网结构是电力系统安全稳定运行的基础。在电网的规划设计中，应从全局着眼，统筹考虑，合理布局，搞好电网结构，加强主干网络，满足如下要求：

a. 能够适应发展变化和各种运行方式下潮流变化的需要，具有一定的灵活性；

b. 任一元件无故障断开，应能保持电力系统的稳定运行，且

不致使其它元件超过事故过负荷的规定运行；

c. 应有较大的抗扰动能力，并满足本导则中规定的各项有关要求；

d. 实现分层和分区原则。主力电源一般应直接接入高压主电网。

2.1.3 在正常运行方式（包括正常检修运行方式）下，系统中任一元件（发电机、线路、变压器、母线）发生单一故障时，不应导致主系统发生非同步运行，不应发生频率崩溃和电压崩溃。

2.1.4 在事故后经调整的运行方式下，电力系统仍应有按规定的静态稳定储备。其它元件允许按规定事故过负荷运行。

2.1.5 电力系统发生稳定破坏时，必须有预定措施，以缩小事故范围，减少事故损失。

2.2 电力系统在运行中应有足够的静态稳定储备，并满足如下要求：

2.2.1 在正常运行方式和正常检修运行方式下，按功角判据计算的静态稳定储备系数 $K_P\% \geq 15 \sim 20\%$ ；按无功电压判据计算的静态稳定储备系数 $K_U\% \geq 10 \sim 15\%$ 。

2.2.2 在事故后运行方式和特殊运行方式下， $K_P\% \geq 10\%$ ， $K_U\% \geq 8\%$ 。

2.3 根据电网结构和故障性质不同，电力系统发生大扰动时的安全稳定标准分为四类：

a. 保持稳定运行和电网的正常供电（详见2.4）；

b. 保持稳定运行，但允许损失部分负荷（详见2.5、2.6、2.7）；

c. 当系统不能保持稳定运行时，必须防止系统崩溃，并尽量减少负荷损失（详见2.9）；

d. 在满足规定条件的前提下，允许局部系统作短时间的非同步运行（详见2.10）。

2.4 如遇下列情况，当保护、重合闸和开关正确动作时，

必须保持电力系统稳定运行和电网的正常供电：

2.4.1 任何线路发生单相瞬时接地故障重合成功，应能恢复系统正常运行；

2.4.2 对同级电压的双回或多回线和环网，任一回线发生单相永久接地故障重合不成功及无故障断开不重合（对于水电厂的直接送出线，必要时可采用切机措施）；

2.4.3 主干线路各侧变电所同一电压等级的相邻线路发生单相永久接地故障重合不成功及无故障断开不重合；

2.4.4 任一台发电机组（除占系统容量比重过大者外）跳闸或失磁；

2.4.5 系统中任一大负荷突然变化（如冲击负荷，或大负荷突然退出）。

2.5 如遇下列情况，当保护、重合闸和开关正确动作时，必须保持电力系统稳定，但允许损失部分负荷：

2.5.1 单回线发生单相永久接地故障重合闸不成功，及无故障断开不重合（一般主要依靠按周波自动减负荷）；

2.5.2 母线单相接地故障（不重合）；

2.5.3 两级电压的电磁性环网，高一级电压线路发生单相永久接地故障重合不成功及无故障断开不重合（允许有计划解列）；

2.5.4 同杆并架双回线的异名两相同时发生单相接地故障不重合，双回线同时跳开；

2.5.5 两个电网之间的单回联络线因故障或无故障两侧断开，分开后的各电网应保持各自的稳定运行。送端系统的频率升高，不应引起发电机组过速保护动作；

2.5.6 占系统容量比重过大的发电机组跳闸或失磁。

2.6 应校核计算三相短路（不重合）时电力系统的稳定情况（如果多相故障时实现三相重合闸，则应校核重合于三相永久短路时的稳定情况），并采取各种可行措施（如快速保护，快速开关，电气制动，减出力，切发电机，有计划解列等），防止电

力系统失去稳定，但允许损失部分负荷。对现有运行系统，如即时实现上述要求有困难，则应努力创造条件，使其逐步满足要求，在实现上述要求的过程中，按2.9的原则处理。

2.7 低一级电网中的任何元件(包括线路、母线、变压器)发生各种类型的单一故障均不得影响高一级电压电网的稳定运行，但允许损失部分负荷。

2.8 电力系统如遇下列特殊情况，允许只按静态稳定储备送电：

2.8.1 为使水电厂不弃水或少弃水，或次要输电线路如发生稳定破坏但不影响主系统的稳定运行时，允许只按正常静态稳定储备送电；

2.8.2 在事故后运行方式下，允许只按事故后静态稳定储备送电。

对上述两种情况应有防止事故扩大的相应措施。

2.9 电力系统因下列情况导致稳定破坏时，必须采取预定措施，防止系统崩溃，避免造成长时间的大面积停电和对最重要用户(包括厂用电)的灾害性停电，使负荷损失尽可能减到最小，系统应尽快恢复正常运行：

- a.故障时开关拒绝动作；
- b.故障时继电保护和自动装置误动或拒动；
- c.自动调节装置失灵；
- d.多重故障；
- e.失去大电源；
- f.其它偶然因素。

2.10 为了使失去同步的电力系统能够迅速恢复正常运行，并减少运行操作，在全部满足下列三个条件的前提下，可以不解列，允许局部系统作短时间的非同步运行，而后再同步：

2.10.1 非同步运行时通过发电机、调相机等的振荡电流在允许范围内，不致损坏系统重要设备；

2.10.2 在非同步运行过程中，电网中枢变电所或重要负荷

变电所的母线电压波动最低值不低于额定值的75%，因而不致甩掉大量负荷；

2.10.3 系统只在两个部分之间失去同步，通过预定的手动或自动装置的调节，能使之迅速恢复同步运行。若调整无效（最长不得超过3~4分钟），则应在事先规定的适当地点解列。

2.11 当整个电力系统或某一局部范围内的系统失去主要电源，或因解列后产生了有功电力供需不平衡，均不得导致频率崩溃。

2.12 在负荷集中地区，当突然失去外部电源或发生本地区一台最大容量机组跳闸或失磁等情况时，均不得因缺少无功而导致电压崩溃。

3 防止电力系统崩溃

3.1 在规划电网结构时，应实现合理的分层分区原则；运行中的电力系统必须在适当地点设置解列点，并装设自动解列装置。当主系统发生稳定破坏时，能够有计划的将系统迅速而合理地解列为供需尽可能平衡（与自动按频率减负荷、过频率切水轮机组、低频自启动水轮发电机等措施相配合）而各自保持同步运行的两个或几个部分，防止系统长时间不能拉入同步或造成系统瓦解，扩大事故。

3.2 电力系统必须考虑可能发生的最严重事故情况并配合解列点的安排，合理安排自动低频减负荷的顺序和所切负荷数值。当系统全部或解列后的局部出现功率缺额时，能够有计划地按频率下降情况自动减去足够数量的次要负荷，以保证重要用户的不间断供电。

3.3 在负荷集中地区，如有必要应考虑当运行电压降低时，自动或手动切除部分负荷，或有计划解列，以防止发生电压崩溃。

4 对电力系统稳定计算分析的要求

4.1 电力系统稳定计算分析的任务，是确定电力系统的静态稳定、暂态稳定和动态稳定的水平；分析和研究提高稳定的措施；以及研究非同步运行后的再同步。

4.2 进行电力系统稳定计算分析时，应针对具体校验对象（线路、母线等），选择下列三种运行方式中对稳定最不利的情况进行稳定校验。

4.2.1 正常运行方式：包括正常检修运行方式，和按照负荷曲线以及季节变化出现的水电大发、火电大发、最大或最小负荷和最小开机等可能出现的运行方式。

4.2.2 事故后运行方式：电力系统事故消除后，在恢复到正常运行方式前所出现的短期稳态运行方式。

4.2.3 特殊运行方式：主干线路、大联络变压器等设备检修及其它对系统稳定运行影响较为严重的方式。

在正常运行方式下，被校验的系统必须达到本导则 2 规定的安全稳定标准。对事故后运行方式和特殊运行方式，也应尽量争取有较高的安全稳定水平，防止发生系统事故。

5 电力系统静态稳定的计算分析

5.1 静态稳定是指电力系统受到小干扰后，不发生自发振荡和非周期性的失步，自动恢复到起始运行状态的能力。

5.2 电力系统静态稳定计算分析的目的在于应用相应的判据确定电力系统的稳定性和输电线的输送功率极限，检验在给定方

式下的稳定储备。

5.3 静态稳定的计算条件如下：

5.3.1 在系统规划计算中，为简化校验内容，负荷用恒定阻抗代表，发电机用暂态电势恒定和暂态阻抗代表。

5.3.2 在系统设计和生产运行计算中，当校验重要主干输电线的输送功率时，发电机用暂态电势恒定和暂态阻抗代表，考虑负荷特性。

5.4 静态稳定储备系统的计算：

5.4.1 用 $\frac{dP}{d\delta}$ 判据和用小振荡法判别静态稳定时，静态稳定储备系数为：

$$K_P\% = \frac{P_{\text{极限}} - P_{\text{正常}}}{P_{\text{正常}}} \times 100\%$$

5.4.2 用 $\frac{dQ}{dU}$ 判据判别静态稳定时，静态稳定储备系数为：

$$K_U\% = \frac{U_{\text{正常}} - U_{\text{临界}}}{U_{\text{正常}}} \times 100\%$$

6 电力系统暂态稳定的计算分析

6.1 暂态稳定是指电力系统受到大干扰后，各同步电机保持同步运行并过渡到新的或恢复到原来稳态运行方式的能力。通常指保持第一或第二个振荡周期不失步。

6.2 暂态稳定计算分析的目的，是在规定运行方式和故障形态下，对系统稳定性进行校验，并对继电保护和自动装置以及各种措施提出相应的要求。

6.3 暂态稳定计算的条件如下：

6.3.1 在最不利地点发生金属性故障；

6.3.2 不考虑短路电流中的直流分量；

6.3.3 发电机可用暂态电抗及暂态电势恒定代表；

6.3.4 考虑负荷特性（在作系统规划时可用恒定阻抗代表负荷）；

6.3.5 继电保护、重合闸和有关自动装置的动作状态和时间，应结合实际可能情况考虑（例如，对于运行中的电力系统，输电线出口附近故障是否加速跳闸；两侧开关是否纵续重合于故障；零序电流速断是否纵续动作等等）。

6.4 暂态稳定的判据是电网遭受每一次大扰动（如短路，重合于故障，切除线路或机组等）后，引起电力系统机组之间的相对角度增大，在经过第一个角度最大值后作同步的衰减振荡，系统中枢点电压逐渐恢复。

7 电力系统动态稳定的计算分析

7.1 动态稳定是指电力系统受到小的或大的干扰后，在自动调节和控制装置的作用下，保持长过程的运行稳定性的能力。

7.2 电力系统有下列情况者，应作长过程的动态稳定分析校验：

7.2.1 系统中有大容量水轮发电机和汽轮发电机经较弱联系并列运行；

7.2.2 采用快速励磁调节或快速关汽门等自动调节措施；

7.2.3 有大功率的周期性冲击负荷；

7.2.4 电网间经弱联系线路并列运行；

7.2.5 分析系统事故有必要时。

7.3 动态稳定的计算条件如下：

7.3.1 发电机用相应的数学模型代表；

7.3.2 考虑调压器和调速器的等值方程式以及自动装置的动作特性；

7.3.3 考虑负荷的电压和频率动特性。

8 电力系统再同步的计算分析

8.1 再同步是指电力系统受到小的或大的扰动后，同步电机经过短时间非同步运行后再恢复到同步运行方式。

8.2 电力系统再同步计算分析的目的，是当运行中稳定破坏后或线路采用非同步重合闸时，研究系统变化发展趋向，并找出适当措施，使失去同步的两部分电网经过短时间非同步运行，能较快再拉入同步。

8.3 再同步的计算条件，与动态稳定相同，但发电机及其调速系统应进行完整的模拟。

8.4 电力系统再同步的校验内容：

8.4.1 在再同步过程中是否会造成系统中某些节点电压过份降低，是否影响负荷的稳定，是否会扩大为系统内部失去同步，是否会扩大为系统几个部分之间失去同步；

8.4.2 在非同步过程中流过同步电机电流的大小是否超过规定允许值，对机组本身的发热、机械变形及振动的影响；

8.4.3 再同步的可能性及其相应措施。

8.5 电力系统再同步的判据，是系统中任两个同步电机失去同步，经过若干非同步振荡周期，相对滑差逐渐减少并过零，然后相对角度逐渐过渡到某一稳定点就是再同步成功。

9 对有关部门的要求

9.1 规划部门在进行电网规划时，应考虑电力系统的安全稳定问题，对远景系统的稳定作出估算，在确定输电线的送电能力时，应估算其稳定水平。

9.2 设计部门在进行系统设计时，应对系统的稳定作出计算，并明确所需采取的措施。在进行年度建设项目设计时，应按工程分期对所设计的电力系统的主要运行方式进行安全稳定性分析，提出安全稳定措施，在工程设计的同时，应设计有关的安全稳定措施，并由生产部门配合，对原有电网有关安全稳定措施及故障切除时间等进行校核，必要时应提出改进措施。

9.3 计划和基建部门应落实与系统安全稳定有关的基建计划，并按设计要求施工。当一次设备投入系统运行时，相应的安全稳定技术措施应同时投入运行。

9.4 调度运行部门应按年、季、月全面分析电网的特点，考虑运行方式变化对系统稳定运行的影响，并检验继电保护和安全稳定措施是否满足要求等等，应特别注意在总结电网运行经验和事故教训的基础上，做好事故预想，对全网各主干线和局部地区稳定情况予以计算分析，提出改进电网安全稳定的具体措施（包括调度事故处理的具体条例）。当下一年度新建发、送、变电项目明确后，调度也应应对下一年度的各种运行条件下的系统稳定情况进行计算，并提出在运行方面保证稳定的措施。

9.5 各级生产部门的领导，应组织落实有关电力系统安全稳定的具体措施，认真分析与电力系统安全稳定运行有关事故（重大者应由有关网局或省局领导组织专人进行调查分析），及时总结经验，吸取教训，提出并组织落实反事故措施。

9.6 科研试验部门应根据电力系统的需要，研究改善与提高电力系统安全稳定的技术措施，并协助实现；改进与完善安全稳定计算分析方法；协助分析重大的电网事故。