

电力系统电压和无功电力技术导则

(试行)

1 总则

1.1 电压是电能质量的重要指标。电压质量对电力系统的安全与经济运行,对保证用户安全生产和产品质量以及电器设备的安全与寿命,有重要的影响。本导则规定了电力系统各级母线和用户受电端电压的允许偏差值以及电压与无功调整的技术措施。

1.2 电力系统的无功补偿与无功平衡,是保证电压质量的基本条件。有效的电压控制和合理的无功补偿,不仅能保证电压质量,而且提高了电力系统运行的稳定性和安全性,充分发挥了经济效益。

1.3 电力系统各部门(包括自备电厂和用电单位)在进行规划、设计、基建、运行及用电管理等方面的工作时,应遵守本导则。

2 名词、术语

2.1 系统额定电压

电力系统各级电压网络的标称电压值。

系统额定电压值是:220、380 V,3、6、10、35、63、110、220、330、500 kV。

其中,220 V 为单相交流值,其余均为三相交流值。

2.2 电压偏差

由于电力系统运行状态的缓慢变化,使电压发生偏移。其电压变化率小于每秒1%时的实际电压值与系统额定电压值之差。

2.3 无功电源

发电机实际可调无功出力、线路充电功率、以及包括电业部门及电力用户无功补偿设备在内的全部容性无功容量。

2.4 自然无功负荷

电力用户补偿前的无功负荷、发电厂(变电所)厂用无功负荷、以及各级电压网络变压器和电抗器及线路的无功消耗之总和。

2.5 无功补偿设备

包括电业及电力用户网络中的并联电容器、串联电容器、并联电抗器、同期调相机和静止型动态无功补偿装置。

2.6 无功补偿容量

电业部门及电力用户无功补偿设备的全部容性无功和感性无功容量。

2.7 逆调压方式

在电压允许偏差值范围内,供电电压的调整使电网高峰负荷时的电压值高于电网低谷负荷时的电压值。

3 基本要求

3.1 电力系统各级网络,必须符合电压允许偏差值的要求。

3.2 电力系统的无功电源与无功负荷,在高峰或低谷时都应采用分(电压)层和分(供电)区基本平衡的原则进行配置和运行,并应具有灵活的无功电力调节能力与检修备用。

3.3 在规划、设计电力系统时,必须包括无功电源及无功补偿设施的规划。

在发电厂和变电所设计中,应根据电力系统规划设计的要求,同时进行无功电源及无功补偿设施的设计。

3.4 电力系统应有事故无功电力备用,以保证负荷集中地区在下列运行方式下,保持电压稳定和正常供电,而不致出现电压崩溃。

3.4.1 正常运行方式下,突然失去一回线路、或一台最大容量无功补偿设备、或本地区一台最大容量发电机(包括发电机失磁)。

3.4.2 在正常检修方式下,发生 3.4.1 所述事故,允许采取必要的措施,如切负荷、切并联电抗器等。

3.5 无功补偿设备的配置与设备类型选择,应进行技术经济比较。220 kV 及以上电网,应考虑提高电力系统稳定的作用。

3.6 加强受端系统最高一级电压网络的联系及电压支持,创造条件尽可能提高该级系统短路容量,对保持电压正常水平及防止电压失稳具有重要意义。配电网络则应采用合理的供电半径。

3.7 要按照电网结构及负荷性质,合理选择各级电压网络中升压和降压变压器分接开关的调压范围和调压方式。电网中的各级主变压器,至少应具有一级有载调压能力,必要时可选用两级有载调压变压器。

4 电压允许偏差值

4.1 用户受电端的电压允许偏差值

4.1.1 35 kV 及以上用户的电压变动幅度,应不大于系统额定电压的 10%。其电压允许偏差值,应在系统额定电压的 90%~110% 范围内。

4.1.2 10 kV 用户的电压允许偏差值,为系统额定电压的 $\pm 7\%$ 。

4.1.3 380 V 电力用户的电压允许偏差值,为系统额定电压的 $\pm 7\%$ 。

4.1.4 220 V 用户的电压允许偏差值,为系统额定电压的 $+5\% \sim -10\%$ 。

4.1.5 特殊用户的电压允许偏差值,按供用电合同商定的数值确定。

4.2 发电厂和变电所的母线电压允许偏差值

4.2.1 500(330)kV 母线:正常运行方式时,最高运行电压不得超过系统额定电压的 $+10\%$;最低运行电压不应影响电力系统同步稳定、电压稳定、厂用电的正常使用及下一级电压的调节。

向空载线路充电,在暂态过程衰减后线路末端电压不应超过系统额定电压的 1.15 倍,持续时间不应大于 20 min。

4.2.2 发电厂和 500 kV 变电所的 220 kV 母线:正常运行方式时,电压允许偏差为系统额定电压的 $0 \sim +10\%$;事故运行方式时为系统额定电压的 $-5\% \sim +10\%$ 。

4.2.3 发电厂和 220(330)kV 变电所的 110~35 kV 母线:正常运行方式时,为相应系统额定电压的 $-3\% \sim +7\%$;事故后为系统额定电压的 $\pm 10\%$ 。

4.2.4 发电厂和变电所的 10(6)kV 母线:应使所带线路的全部高压用户和经配电变压器供电的低压用户的电压,均符合 4.1.2、4.1.3、4.1.4、4.1.5 各条款中的规定值。

5 无功电力平衡和补偿

5.1 330~500 kV 电网,应按无功电力分层就地平衡的基本要求配置高、低压并联电抗器,以补偿超高压线路的充电功率。一般情况下,高、低压并联电抗器的总容量不宜低于线路弃电功率的 90%。高、低压并联电抗器的容量分配应按系统的条件和各自的特点全面研究决定。

5.2 330~500 kV 电网的受端系统,应按输入有功容量相应配套安装无功补偿设备。其容量(kvar)宜按输入容量(kW)的 40%~50% 计算。分别安装在由其供电的 220 kV 及以下变电所中。

5.3 220 kV 及以下电网的无功电源安装总容量,应大于电网最大自然无功负荷,一般可按最大自然无功负荷的 1.15 倍计算。

5.4 220 kV 及以下电网的最大自然无功负荷,可按式(1)计算:

$$Q_D = KP_D \quad (1)$$

式中: Q_D ——电网最大自然无功负荷, kvar;

P_D ——电网最大有功负荷, kW;

K ——电网最大自然无功负荷系数。

电网最大有功负荷,为本网发电机有功功率与主网和邻网输入的有功功率代数值的最大值。

K 值与电网结构、变压级数、负荷组成、负荷水平及负荷电压特性等因素有关,应经过实测和计算确定(实例和计算方法见附录 A),也可以参照表 1 中的数值估算。

表 1 220 kV 及以下电网的最大自然无功负荷系数

变压级数	电 网 电 压, kV				
	220	110	63	35	10
	最大自然无功负荷系数 K , kvar/kW				
220/110/35/10	1.25~1.4	1.1~1.25		1.0~1.15	0.9~1.05
220/110/10	1.15~1.30	1.0~1.15			0.9~1.05
220/63/10	1.15~1.30		1.0~1.15		0.9~1.05

注: 本网中发电机有功功率比重较大时,宜取较高值;主网和邻网输入有功功率比重较大时,宜取较低值。

5.5 220 kV 及以下电网的容性无功补偿设备总容量,可按式(2)计算:

$$Q_C = 1.15Q_D - Q_G - Q_R - Q_L \quad (2)$$

式中: Q_C ——容性无功补偿设备总容量;

Q_D ——最大自然无功负荷;

Q_G ——本网发电机的无功功率;

Q_R ——主网和邻网输入的无功功率;

Q_L ——线路和电缆的充电功率。

5.6 电网的无功补偿水平用无功补偿度表示,可按式(3)计算:

$$W_B = \frac{Q_C}{P_D} \quad (3)$$

式中: W_B ——无功补偿度, kvar/kW;

Q_C ——容性无功补偿设备容量, kvar;

P_D ——最大有功负荷(或装机容量), kW。

5.7 220 kV 及以下电压等级的变电所中,应根据需要配置无功补偿设备,其容量可按主变压器容量的 0.10~0.30 确定。在主变压器最大负荷时,其二次侧的功率因数不小于表 2 中所列数值,或者由电网供给的无功功率与有功功率比值不大于表 2 中所列数值。

5.8 10(6)kV 配电线路上宜配置高压并联电容器,或者在配电变压器低压侧配置低压并联电容器。电容器的安装容量不宜过大,一般约为线路配电变压器总容量的 0.05~0.10,并且在线路最小负荷时,不应向变电所倒送无功。如配置容量过大,则必须装设自动投切装置。

表 2 220 kV 及以下变电所二次侧功率因数规定值

电压等级, kV	220	35~110
功率因数	0.95~1	0.9~1
无功功率/有功功率	0.33~0	0.48~0

注: 1. 由发电厂直接供电的变电所,其供电线路较短时,功率因数可取表 2 中较低值。其他变电所的功率因数应取较高值。

2. 经技术经济比较合理时,功率因数可高于表中上限值。