

[电网电压]

关于电力调度对电网无功及电压的调整方式分析

文/ 国网天津市电力公司武清分公司 黄常维

电网电压受无功设备投入与退出的影响较大，无功设备投入时，区域电网电压升高；无功设备退出电网时，电压降低。所以在进行无功补偿的同时，一定要合理调整区域电压，防止由于电压过高烧坏设备，或者电压过低造成供电质量降低。

电网无功补偿在电力系统中起到很重要的宏观调节作用，可以提高电网的功率因数，增加变电设备的效率，减少高压输电线路无用功，从而提高供电效率。如果某个供电区域能合理地配备无功补偿装置并采取合理的补偿方案，就能最大限度地减少线损，提高供电可靠性；反之，如果设备选择不当，则会造成区域性电压波动，产生较大的谐波，导致事故的发生。

无功调整基本原则

- 1) 电网无功功率在保证电压质量、降低电能损耗的前提下，实行分层、分区就地平衡的原则。应尽可能使无功功率就地供应，避免通过长距离线路输送无功功率。局部电网无功功率不足时，应先就地调整，无法调整时，再由电网调整。
- 2) 发电机运行功率因数应按电网要求进行调整。
- 3) 新投运发电机组应具备在有功功率额定值时，功率因数进相 0.95 运行的能力。对已投运的发电机组，有计划地进行进相运行的试验。
- 4) 由市调直接调度的具有进相运行能力的发电机组，其运行方式的改变按值班调度员的命令执行。

- 5) 无功补偿设备应按照电网无功功率优化计算结果优化配置，提高无功补偿设备的最优运行能力。
- 6) 220 kV 及以下电网的无功电源总容量应大于最大自然无功负荷，一般按 1.15 倍计算。
- 7) 200 kV 及以下电网在主变压器最大负荷时，其二次侧功率因数或由电网发出的无功功率与有功功率比值的正常范围，见表 1。

表 1 无功功率与有功功率比值的正常范围

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

- 8) 直供变电站，当供电线路距离较近时，功率因数应该取自表中低值，其他情况应取高值。
- 9) 无功补偿设备应视需要投入运行，以主变压器高压侧不向电网倒送无功功率为原则，只有当母线电压超出正常范围，且已无法调整时才能停运。
- 10) 各级调度应根据电网的负荷、潮流变化及设备的技术状况及时调整运行方式，缩短供电半径，减少迂回供电，降低线损，实现电网经济运行。

电压调整基本原则

电网电压调整实行逆调压：用电高峰时将区域各个母线电压调到电压越限范围的最大值，以保证供电线路末端的供电可靠性；用电低谷时将区域母线电压调到电压越限范围的最小值，以确保供电线路前端线路的供电可靠性。

1. 调整电压的方法

改变发电机、调相机的励磁电流，以调整无功出力；投切关键节点的并联电容器、并联电抗器等无功补偿设备；调整大型变电站有载调压变压器的分接头；改变大型发电厂间或发电厂内部机组间的出力分配，调整发电功率；起、停发电机组，改变发电机组出力；调整电网整体的运行方式；利用停电检修机会，改变无载调压变压器分接头。

2. 发电机、变压器对运行电压的要求

1) 发电机或调相机母线运行电压在额定电压的 $\pm 5\%$ 以内，最高运行电压由连接发电机母线的设备及发电机的安全决定，但不得超出额定电压值的 110% 。

2) 变压器实际工作电压值一般不得超过运行分接头额定电压的 105% ，根据变压器的结构特点，经过专业部门试验或生产厂家认可的变压器，允许提高至分接头额定电压值的 110% 。

3) 正常运行时发电厂和变电站母线电压的正常范围见表 2。

表 2 正常运行时发电厂和变电站母线电压的正常范围

(单位: kV)

电压等级	额定电压	正常范围	
		发电厂	变电站
500	500	490~540	485~525
220	220	220~242	213~235
110	110	107~117	103~117
35	35	34~37.5	37~37.5

4. 基本原则

1) 为了监视和调整电网电压，选择具有代表性的发电厂、枢纽变电站母线作为电压中枢点，具有调压能力的中枢点为控制点。

2) 根据负荷和电网电压的特点，按季度编制电网电压控制点的电压曲线和中枢点的电压正常范围，发给有关厂、站，以便调整和监视。

3) 当发电厂、变电站的母线电压超出正常范围时，首先应按照无功分层、分区就地平衡原则，调整发电机组和无功补偿设备的无功出力；其次再调整有载调压变压器的分接头，使电压达到正常范围。

4) 电压控制点的值班人员应主动按规定的电压曲线进行调整，使控制点的电压在电网用电高峰期间维持上限运行，电网用电低谷期间维持下限运行。当经过调整仍超过正常范围，且调整手段用完已无法调整，或发电机的定子和转子电流已经调满、机组功率因数已达到规程规定的最高功率因数时，应立即通知当值调度控制值班人员。电压中枢点的值班人员应经常监视母线电压，当发现电压超出正常范围时，应立即报告值班调度员。

5) 地调调度范围内的厂、站母线电压超出正常范围时，地调应首先进行调整；当经过调整仍超过正常范围，且调整手段用完已无法调整时，应立即报告上一级值班调度员，由上级负责进行调整。

6) 值班调度员应监视控制点和中枢点电压，并随时掌握电网无功出力和无功补偿设备运行情况，当接到值班人员关于电压超出正常范围的报告时，立即采取措施，使电压恢复正常。

7) 上级调度范围内无载调压变压器分接头的运行位置由上级调度单位直接管理。需要改变时，必须经上级调度批准。

8) 负责分析电网无功负荷组成、无功出力、无功补偿设备的运行及电压质量情况，发现问题及时采取措施解决。每季度应进行一次综合分析，计算出电网电压监测点电压合格率、电容器的高峰投入率，并向公司主管领导汇报。自备电厂应按照逆调压的原则，根据电压情况，自行调整发电机无功出力，满足电网调压和本厂电压要求。在上午、下午高峰负荷时间，发电机无功功率应多发，直至不再从电网输入无功功率；在夜间低谷负荷时间，发电机无功功率应少发，直至本厂电压达到允许最低值。经调整不能保证供电电压时，报值班调度员处理。

无功补偿异常现象及处理

当区域电网进行无功补偿且出现欠补偿的现象时，区域电网的无功功率虽然还会继续存在，但远远不够感性负载（如电力变压器、电动机等）消耗。无功功率过低会影响发电机的有功功率输出，降低供电设备的供电

能力，减少输电线路的效率，造成区域电网的线损增大，提高了国网公司的供电成本和终端用户的用电成本。此时，电力调度控制部门应当遥控投入备用补偿装置，以保证功率因数在合理范围。

当区域电网进行无功补偿且出现过补偿的现象时，会导致区域电力系统的电压过高，影响供电设备的绝缘性能，从而缩短电气设备使用寿命，容易产生过电压和谐振，造成电力系统故障，使得供电可靠性降低，同时也增加了有功损耗，提高了供电成本和用电成本。此时，电力调度控制部门应当遥控退出运行中的补偿装置，以保证功率因数在合理范围。

电网电压异常的处理

为了保证电压质量和电网安全稳定运行，各电压中枢点运行电压的极限允许范围规定见表 3。

表 3 各电压中枢点运行电压的极限允许范围规定
(单位: kV)

电压等级	上限	下限
500 (变电站)	550	490
	525	485
220	242	209
110	121	100
35	38.5	31.5
10	11	9

电网电压控制点的电压超出正常范围，厂站值班人员无须等待当值调度员的调度命令，应立即自行调整使电压恢复到正常范围之内。首先根据无功补偿的裕量合理投入或退出无功补偿设备，以达到区域调整电压目的；也可遥控主变压器的有载调压分接头来控制电压。

当调整手段已全部用完而电压仍超出正常范围时，应立刻上报上一级调度控制部门。值班调度员要采取一切措施使电压异常的持续时间不超过规定。

结束语

电网的无功补偿和电压调节一直是各地区调度最重要的工作之一，电压合格率很早就被纳入企业考核指标。电网无功补偿在电力系统中起到很重要的宏观调节作用，可以提高电网的功率因数，增加变电设备的效率，减少高压输电线路无用功，从而提高供电效率。

国网天津市电力公司管辖我国重要的重工业城市，一直将无功补偿设备的研发放在重要位置，每年都有多项国家级重点科技创新项目投入实际中。相比以前，人工烦琐的站内就地投切电容器、调节变压器分接头等操作，现在的设备早已实现智能化、高效化，而且大大减少了人员投入，相信在不久的将来，无功补偿和调压设备会有更大的突破。EA

(收稿日期: 2020.09.08)

浩亭利用数字服务节省设计时间

高效的工程数据管理可以帮助您在设计阶段节省时间和成本。全新数字服务极大促进了浩亭产品和解决方案的数据管理。

每个电气工程项目的背后均涉及众多单独的组件，并且因此构成一个完整的数据集合：2D/3D CAD 数据、数据表、型号表和证书构成每一份完备文档的组成部分。浩亭技术集团数字化转型总监 Andreas Wedel 说：“与设计本身相比，花在项目研究以及相关文档的收集、转换和存储上的时间要多出很多。”他和他的团队正是为此才致力于开发促进浩亭产品和解决方案数据管理的新功能。

“我们许多客户之所以一直使用老旧的浩亭产品目录，并非因为怀旧，而是由于旧产品目录里满是他们做的备注和书签，”Wedel 解释说。“我们希望在我们的在线产品目录中也能够提供这种实用的工作方式。”HARTING eShop很久之前就已经提供将商品添加

到愿望清单的功能。一项新功能就是可以为个别浩亭项料号添加自己的文本备注。这些备注可以通过 myHARTING 客户门户进行管理，并可对所有已备注料号进行过滤。

这一附加功能旨在快速提供电气设计文档必备的产品数据和文档。所有单件组件的设计数据、数据表和类型表汇集起来往往多达数百个文档。以前往往需要以单独地一步步地另外从提供商（包括浩亭）那里下载这些文件。利用新推出的数据管理器，现在从浩亭网站上简单一步即可以集合数据包形式获得多达 50 个浩亭料号的产品数据。（来源：浩亭）

