上海磅帛实业发展有限公司
中国 上海 长阳路 235 号申茂大厦 1701-1702
电话：86-21-51273866 传真：86-21-51273860

电压质量对用电客户的影响及优化措施

摘要：分析了电压质量对用电设备寿命、用电设备工作性能、用电设备效率三个方面的影响，提出了无功分层平衡、逆调压实现无功平衡、优化电网结构的办法， 阐述了全网实施无功补偿、提高变压器有载调压利用率和加强无功电压运行管理的具体措施。

关键词：电压质量无功电力影响优化措施

由于电网设备都是设计在额定电压下工作的， 只有电网各级电压符合标准， 才能保证用电设备处在最佳工况下运行， 电压质量下降会造成用电设备出力降低，线损增加，电动机启动困难，严重时会造成用电设备损坏和产品报废， 电压质量的好坏已直接影响到用电设备的性能、生产效率和产品质量，距国外统计，一次电能质量的不稳定扰动（ 电压骤降低于90％，持续时间超过35 毫秒） 可能造成半导体芯片工厂约100 万美元的损失。因此，电压质量已受到越来越多用电客户的关注， 由于电压质量不可靠，投资商搬家的现象在国内已屡见不鲜，为满足广大用电客户对电压质量越来越高的需求， 供电企业必须认真分析电压质量对用电客户产生的影响，找出优化电压质量的措施并加以实施，以保证电网的安全运行和用户的高质量用电。

1．电压质量对用电客户的影响

1.1 对用电设备寿命的影响电压高于额定值的7％，白炽灯的寿命要缩短57％。电压低于额定值的10％，荧光灯的寿命要缩短10％以上。电压低于额定值的10％以下且负载增加时，异步电动机线圈会发热，可能会引起过负荷而烧毁电机。电压过高，会影响电热设备中发热元件的寿命。

1.2 对用电设备工作性能的影响

电压低于额定值的10％，电控系统的继电器、接触器线圈吸力下降，造成吸合不良，线圈发热，噪音增大。电压低于额定值的10％以下，荧光灯启动困难。电压低于额定值的10％，异步电动机转矩减小19％，启动时间延长。欠电压会导致用电设备不能正常工作。

1.3 对用电设备效率的影响

电压低于额定值的10％，白炽等的光通量下降30％左右，发光效率大大降低。电压低于额定范围时，异步电动机的效率下降。变压器的铁损与受电电压的平方成正比，电压升高，铁损增加，电压降低，铜损增高。电压过高、过低都会影响变压器的效率。

2．优化电压质量的措施

2.1 无功分层平衡

在交流电网中，应尽量避免无功的远距离传输，尤其是避免无功的过网传输，因此，无功应实行分层控制，分层平衡，力求通过变压器的无功尽量少，做到变压器低压侧无功不要向高压侧倒送， 高压侧过剩的无功，都流入低压侧母线上， 由电容（抗） 器补偿，并进行平衡，抑制无功不流入相邻电网以达到分层平衡，无功不过网的目的。

2.2 采用逆调压原理实现无功平衡

由于高峰负荷时， 无功负荷大， 无功电源到负荷点的压降大，低谷负荷时， 无功负荷小， 无功电源到负荷点的压降小，所以为使负荷端电压稳定，需要实现无功电源电压的逆调整，即高峰时电压要高一点，低谷时电压要低一点，按逆调后的要求确定目标电压，在这个目标电压下实现无功平衡。

2.3 无功补偿

（1)35kV 及以上变电站原则上只补偿主变压器无功损耗，并考虑留有一定的补偿裕度，可按主变容量的10%～15%来补偿，并同时配备自动投切装置。

（2）10kV 配电变压器容量在100kVA 及以上的用户，必须进行无功补偿，并应采用自动投切补偿装置，其补偿容量根据负荷性质来确定。10kV 配电线路可以根据无功负荷情况采取分散补偿的方式进行补偿。

（3)在配电变压器低压侧配置低压并联电容器进行随器补偿，电容器安装容量不宜过大，一般约为配电变压器总容量的5-10%，并且在线路最小负荷时，避免向变电站倒送无功。

（4)5kW 及以上的交流异步电动机应进行随机补偿，电容器与交流异步电动机同步投切，电容器的补偿容量为电机额定容量的20～30%。农村排灌用电是典型的季节性用电，每到排灌用电高峰， 用电负荷同时增加， 由于排灌线路供电半径大，排灌线路到达井口的端电压就非常低，严重影响了电机抽水出力。为此我们在机井旁安装了电容器与抽水电泵同步投切，既保证了受电端电压在电压合格范围内，又提高了抽水电泵的出力。随着居民生活用电负荷的快速增长，应积极推广家用分户无功补偿。

2.4 优化电网结构

（1）对于线径偏小，供电半径过大，线路迂回等情况应逐步进行技术改造或更换。必要时还应增加配变容量，调整安装位置。

（2）受端变电站应深入市区，靠近负荷中心。配电变压器也应设在负荷中心。

（3）110kV－10kV 配电线路首末端最大允许电压损失值不超过5％，380V 线路首末端最大允许电压损失值不超过5％，220V 线路首末端最大允许电压损失值不超过7％。10kV 及以下配电线路的供电半径，可根据电压损失允许值、负荷密度、供电可靠性并留有一定裕度的原则予以确定。

2.5 提高变压器有载调压安装率和利用率

（1）由于电压与无功密不可分，为防止频繁调节变压器分接头和频繁投切电容器，防止电压调节与电容器投切发生冲突， 变电站宜采用就地电压无功综合自动控制装置，不宜采用调压和投切电容器相互独立的两套自动控制装置。

(2）对于新建的变电站应采用节能型有载调压变压器，对已投运的无载调压变压器要逐步进行有载调压改造， 变压器的额定变比、调压方式、调压范围以及每档调压值，应满足变电站母线和用户受电端电压质量要求，并考虑电网发展的需要。

（3）对无人值班变电站，要求调度值班员实时监视变电站10kV 母线电压， 利用电压曲线、电压棒图和电压越限信号，根据电压变化趋势，提前进行电压调整。使电压曲线在没超过上、下限值时就及时被遥控调整，确保A 类电压合格率控制在合格范围内。根据我们对某一工厂4 个变电站8 台有载调压变压器调压情况的统计，2005 年全年调压次数如表1，全年A 类电压合格率达到99.98％。

表1：2003 年有载调压变压器调压情况的统计表

变电站名称	甲变调压次数（次）	乙变调压次数（次）
1 号变电站	1550	1489
2 号变电站	1120	1120
3 号变电站	756	760
4 号变电站	1282	1282
合计	4708	4651

2.6 加强无功电压的运行管理

（1）对已投入运行的无功补偿设备应严格按照相关运行规程，进行定期巡视检查、维护、检修， 发现问题及时处理，确保无功补偿设备、调压设备可用率达到96%及以上。

（2）地方电厂、企业自备电厂的机组必须按照调度命令，进行无功电力和电压的调整。

（3）为了防止低力率运行， 供电企业要严格执行力率调整电费，让用电客户装设无功补偿设备，与此同时，还要采取防倒送无功措施，杜绝低谷负荷时用电客户向电网倒送无功现象的发生。

（4）由于农村负荷峰谷差大，用电负荷率低，应采取各种调荷措施，实现移峰填谷，使负荷曲线趋于平稳，达到改善电网电压质量的目的。

（5）做好有载调压开关的日常运行管理，当操作次数达到规定次数时，要及时进行检

修维护。

（6）每月要根据配变台区的用电情况和三相负荷电流的测量情况，计算三相负荷不平衡度，当不平衡度超过或接近20%时，应及时采取措施制订调平方案调整三相负荷。调整低压电网三相负荷平衡时，不仅要注意均衡分配用电户数，更要注意用电户的用电量和用电性质。

（7）对大容量的异步电动机，且启动频繁的，应督促用电客户选择合适的启动方式，降低启动电流。

结束语

电力建设滞后于中国经济的发展，以至于引发了今天的电力“吃紧”，许多地区出现拉路限电，越是在这种形式下，越不能忽视电压质量在电网安全运行中的“分量”，因为电压质量已经成为电能供应市场的核心问题，并成为发电、输配电、电力客户越来越关注的焦点，研究和解决这一问题变得日益迫切。