

[无功补偿]

无功补偿技术对低压电网功率因数的影响

文/杨 曦
大庆油田电力运维分公司

针对低压电网功率因数的提升，常见的技术手段为无功补偿。以供电企业实际发展情况为出发点，对低压电网功率因数的影响因素进行总结，并根据无功补偿技术的应用价值，论述了无功补偿技术在低压电网中的具体应用策略。

电力企业在执行供电业务时，往往会受到很多外部因素的影响，导致供电设备出现较高的电能损耗，引发严重的电力资源浪费现象，同时还会导致供电质量大幅下滑。为了解决该类问题，一些供电企业将无功补偿技术引入其中，旨在改善低压电网的运行质量，针对电网内部功率因数设定补偿计划，维护电力网络的有序运行。

无功补偿技术的应用原则

1. 平衡性原则

想要真正实现低压电网功率因数的提升，无功补偿技术的正确应用显得尤为重要，相关企业应注重低压电网内部无功补偿总体平衡与局部平衡之间的充分结合，保证低压电网局部平衡处于正常状态，避免低压电网内部功率因数出现较大改变。在实际低压电网运行中，相关管理者应将关注重点放在局部平衡维护上，提升低压电网供电质量的同时，使电网功率因数满足实际运转需求。

2. 综合性原则

无功补偿技术中，最为常见的补偿形式为集中无功补偿和分散无功补偿。从集中补偿形式应用角度来说，各电力企业通过补偿电容器的集中设计，达到集中补偿的效果。分散补偿是根据配电网实际建设特点，保证负荷区域处于分散状态，常见的

内容包括配电线路、变压器等。

低压电网功率因数的影响因素

1. 设备耗用无功功率

大多数情况下，低压电网中功率因数的出现，往往与低压电网运行时所产生的无功功率存在密切联系，为了尽可能降低电力资源损耗量，无功功率补偿操作的开展显得尤为重要。例如，电网内部有功功率数值不变，对应的无功功率数值下降，此时，低压电网内部功率因数会大幅提升，当无功功率数值为0时，对应的低压电网功率因数达到最大值，具体数值为1。因此，低压电网功率因数与无功功率之间存在反比关系。现阶段，常见的电网功率消耗设备主要包含电力变压器和异步电动机两种。实际运行时，这两种设备很容易使低压电网功率因数出现变化。

2. 供电电压超出限定数值

低压电网在运行中，如果供电电压没有处于限定范围之内，那么电网内部功率因数会出现很大程度的改变。从实际工作角度来说，引发低压电网供电电压数值不合理的因素有很多，如供电电压数值低于电网标准值或者明显超出电网标准值等，这些均会引发供电不稳定现象。如果供电电压在标准值以上，则无功功率因数同样会大幅提升，具体提升

比例范围在10%~35%。

3. 电网频率波动

电网频率波动问题会导致低压电网功率因数发生变化,不利于低压电网功率因数的稳定性维护。受此影响,异步电动机、变压器等装置的内部无功功率同样会发生变化。为了降低该类问题的出现概率,相关人员应根据实际运行情况,保证低压电网功率因数适当提升。无功补偿技术除了维护整个电网功率始终处于平衡状态之外,还能降低电网能量损耗,为供电业务有序开展奠定良好基础。

无功补偿技术的应用价值

无功补偿技术的应用主要是为了降低能源损耗数量,保证电网的长期稳定运行,提升电能输送效率,具体装置的运行原理如图1所示。从电网运行角度来说,为了保证运行效果,企业需要引入相关电力设备和系统,这些设备在使用过程中会增加损耗数量,致使无功功率数值大幅提升。该情况下,如果设备数量较多,无功功率总量同样较大,使低压电网功率因数大幅下降,一般来说,功率因数数值不会超过0.75。此时,如果电力企业能够合理应用无功补偿技术,大多数无功功率均能得到消除,使电网功率因数保持在0.95左右。除此之外,在无功补偿技术帮助下,同样能够降低电网运行成本。例如,在无功补偿技术应用后,电力设备性能可以得到更好发挥,使低容量设备能够应用于电网中,降低相关企业在设备引进方面的成本消耗,提升电网负荷能力。

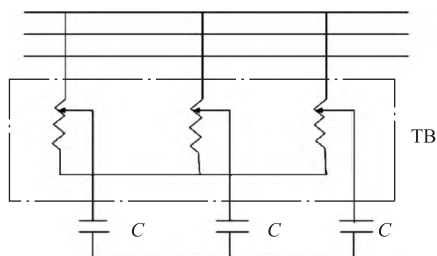


图1 无功补偿装置原理图

无功补偿技术在低压电网中的具体应用策略

1. 补偿方式的确定

(1) 随机补偿

随机补偿方式主要是将低压电容器组与相关设

备连接,依靠控制保护装置,维护电容器组与具体设备同时开展投切操作,为随机补偿模式创造有利条件。该类补偿模式具体优势表现为:①补偿设备与电力设备的投切、投退操作共同进行,不需要在电网运行时开展频繁的补偿容量调控操作;②随机补偿具备较强的适应能力,不会对电力设备运行状态提出更多限制;③随机补偿成本消耗不高,在该类补偿形式帮助下,电网系统运行成本会大幅降低;④随机补偿装置在安装和维修上涉及的操作步骤比较简单,相关问题出现概率较低,能够在电网运行可靠性维护方面展示出自身优势。

(2) 随器补偿

相比于随机补偿,随器补偿属于空载无功补偿范畴,针对补偿对象的确定,大多以配电变压器为主。为了确保随器补偿方式顺利进行,低压熔断器的应用显得尤为重要,能够使电容器与补偿设备之间建立良好的连接关系。随器补偿优势主要集中在以下几方面:①随器补偿的接线方式并不复杂,能够大幅缩短设备安装时间,安装效率处于较高状态;②依靠空载无功补偿模式,使农村电网中的无功消耗得到有效控制,避免电网损耗数量大幅提升;③随器补偿不仅对成本投入量方面要求较低,还能收获良好的补偿效果,具备明显的性价比优势,这也是目前电网无功补偿中的一种常见形式之一。

(3) 跟踪补偿

跟踪补偿方式主要是针对保护装置进行有序控制,常见的应用领域为配电变压器用户。相比于上述两种补偿模式,跟踪补偿所展示出的补偿性能优势更加明显。从环境角度来说,跟踪补偿对环境要求不高,运行方面更具灵活性特点,适应能力更强。跟踪补偿不会给相关装置带来较大的损耗,而且能延长设备的使用寿命,降低维护和保养难度。需要注意的是,跟踪补偿在装置首期的资金投入数量相对较高,涉及的设备种类较多,相关企业及工作人员需要投入更大的管理精力。

2. 容量选择

无功补偿技术应用时,只有确定最佳容量点,才能得到更好的无功补偿效果。针对补偿容量,相关人员可以应用单负荷补偿容量进行选择,并利用经验系数法或者计算法确定相应的补偿数值。例

如，经验系数法需要依靠电力设备级数信息以及具体的补偿要求，设定补偿容量，保证低压电网功率因数保持在0.96左右。具体的电力设备补偿容量以及经验系数对应情况见表1。计算法的应用，主要是根据功率向量关系执行无功补偿容量计算操作，获得具体的补偿容量数值。

表1 电力设备补偿容量以及经验系数

类型	一般电动机					冶金电动机	起重电动机
	2	4	6	8	10	10	8
电动机级数							
补偿容量	0.20	0.20~0.25	0.25~0.30	0.35~0.40	0.50	0.75	0.60

应用多负荷补偿模式时，应根据补偿前后功率因数的变化情况，确定具体的补偿容量。相比之下，该补偿形式安装过程并不复杂，能够呈现出良好的应用效果。需要注意的是，多负荷补偿模式很难在设备不连续运行状态下发挥作用，极容易出现过度补偿问题。

3. 无功补偿技术的配置

一些低压电网中的用电设备会产生无功功率，致使电网因数大幅下滑，增加电力资源浪费情况。因此，为了使电力系统始终处于稳定运行状态，相关企业应做好无功补偿技术应用。在该类补偿技术应用上，最为常见的补偿方式有分级补偿和就地补偿。针对无功补偿装置的配置，应提前明确最佳功率因数范围，通过整体和局部调整，使功率因数处于协调状态，避免出现总体功率因数较低但局部功率因数过高等问题。人们可以在配电变压器内部

安装具体的无功补偿装置，达到更好的局部补偿效果。

结束语

近年来，随着社会面用电量的大幅提升，低压电网的稳定运行显得尤为重要。为了避免供电质量出现问题，相关企业应做到无功补偿技术的合理应用，依靠低压电网功率因数提升，避免电力资源浪费现象，为电气企业发展创造更多有利条件。另外，还要关注无功补偿技术的应用注意事项，使整个补偿流程逐步完善。EA

(收稿日期：2023-01-01)

参考文献

[1] 戴发安，龚炳林．一起高低压无功补偿技术改造的成效实例[J]．中国盐业，2021(22)：51-54．
[2] 崔晓宏．关于无功补偿技术对低压电网功率因数的影响分析[J]．自动化应用，2021(10)：112-114．
[3] 苏珩．智能无功补偿技术在电气自动化中的应用[J]．数码世界，2020(9)：284-285．
[4] 吴鑒婧．无功补偿技术在低压电网中的应用研究[J]．电子元器件与信息技术，2020，4(8)：84-85．
[5] 卢芳芳．智能无功补偿技术在电力自动化中的应用[J]．电子技术与软件工程，2020(1)：88-89．

