

工厂供配电系统中的无功补偿技术探究

惠施亚 曹哲 张野

鞍钢集团矿业有限公司 辽宁 鞍山 114000

【摘要】：近年来，经济发展迅速，工厂的供配电系统的运行状况越来越受重视，工厂的供配电系统在运行中出现了一些问题，而无功补偿技术可以有效提升工厂供配电系统的综合性能。本文旨在对工厂供配电系统中的无功补偿技术展开探索研究，希望能给工厂的供配电系统管理带来一些启发和借鉴。

【关键词】：供配电系统；运行状况；无功补偿技术；启发借鉴

引言

随着科学技术的不断升级，也对供配电系统的技术有了更高的要求。在工厂供配电系统中有效使用无功补偿技术，并将两者之间有效结合，能提高系统的功率因数。当供配电系统运行时，无功补偿可以对它进行自动控制，能减小供电变压器的能耗，降低运送线路的损坏情况，进而让运行效率得到了提升，环境也有了较大的改善，从而确保了系统的安全运行，因此，在实际工作中，要加以重视并应用到实际工作中。

一、工厂供配电系统使用无功补偿技术的重要意义。

1、减少工厂电费支出

供配电系统向工厂设备输出的功率有两种，一种为有功功率，一种为无功功率。供配电系统的电能功率在计费时，在有功功率和无功功率状态下都会消耗电级，要收取电费。而在实际运营中，无功功率对工厂经营并不能产生价值，因此，也就没有什么意义。而将无功补偿技术引入供配电系统，可以减小无功功率所占比率，以达到减少无功功率消耗电能，并进而减小了电费支出，提高了工作收益。

2、提高设备能力和电压质量。

当供配电系统的有功功率不变时，若将功率因数提高，那么就要进行无功补偿。在正弦交流电路中，电压和电流的有效值乘积为有功功率 P 。电路中的无功功率为 Q ，有功功率和无功功率组成视在功率为 S ，那么它们的对应关系如图 1 所示。

$$3 \text{ 种功率满足 } S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (1)$$

$$P = S \cos \phi = UI \cos \phi \quad (2)$$

$$Q = S \sin \phi = UI \sin \phi \quad (3)$$

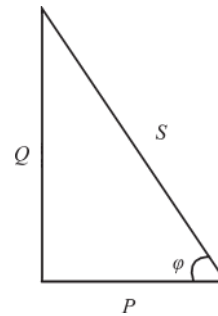


图 1 视在、无功和有功功率关系图

从公式及图 1 所示，在改善无功功率时，视在功率也在减小。那么，即将功率因数提高时，设备所需的容量也会相应降低，而设备的出力将会加大。所以，在供配电系统引入无功补偿技术，能有效提升电压的质量。因为应用无功补偿技术，减小了无功功率比率，无形中减小了电压消耗，让工厂的电压处于稳定状态。可以提升整个供配电系统的安全性，同时也减小了事故发生概率。

3、有利于变压器的选择。

工厂供配电系统在设计时对无功补偿技术的选择，一定程度上会对变压器的选择有直接影响。如果没有引入无功补偿技术，则无功功率的占比较高，那么选择变压器时则要尽量选择较大的变压器。如果选择了无功补偿技术，那么可以选用小容量变压器。小容量变压器主要有两个优点：其一是价格较低；其二是小容量变压器的能量消耗较低，可以进一步降低工厂的经营成本。

二、工厂供配电系统无功补偿技术研究。

(一) 无功补偿方式分析。

工厂配电系统引入无功补偿技术，若想选择最合理的方式，则要对各种无功补偿方式作进一步了解；同时还要综合考量到工厂的规模和生产经营的需要。下面来对几种无功补偿方式进行具体分析。

1、高压集中补偿方式和低压集中补偿方式。

工厂配电系统在使用这两种补偿方式时，要将无功补偿装置（高压电容器组）安装在变电所变压器的母线上。而变电变压器的母线分为高压和低压两种。当将其安装在高压母线上时，则为高压集中补偿方式，能有效减小高压母线的无功损耗。当将其安装在低压母线上时，则为低压集中补偿方式，接线比较简单。因此当两种补偿方式效果相差不大时，要尽量选择低压集中补偿方式。图2为牵引变电所的补偿系统。它所采用的集中补偿方式比较合理，能最大程度满足变电所电力系统的补偿需求。

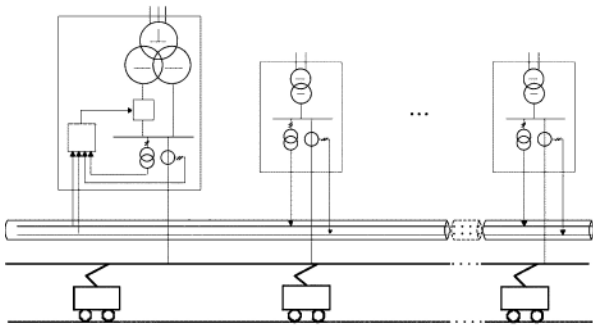


图2 某牵引变电所集中补偿系统图

2、分散补偿方式。

工厂供配电系统引入无功补偿技术时，判定究竟是选择分散补偿方式还是其它方式，要根据现场实际情况来进行判定。在选择分散补偿方式时，无功补偿装置的安装方式有两种。其一是将装置安装在变电所低压配电线路上；其二是将装置安装在变电所低压配电母线上。在安装时要依据电负荷的实际分布情况来判定。应用分散补偿式，则自动化程度较高，能有效降低工作人员的负担，因此，它在大型工厂中很受欢迎。

3、就地补偿方式。

跟集中补偿方式和分散补偿方式相比，就地补偿方式针对性更好，效果也更好。譬如，某工厂的设备能量消耗很大，而负荷较为平稳时，则可将无功补偿装置直接安装在这个设备附近，以进一步减小设备能量消耗。但就地补偿方式的局限性较大，成本也比较高，因此只适合小范围使用。并且在使用中，有时还需要结合集中补偿方式或分散补偿方式联合使用。这三种无功补偿方式使用的优缺点对比如表1所示。

(二) 工厂供配电系统无功补偿装置分析。

工厂供配电系统的无功补偿装置主要可分为普通补偿

装置、串联电抗器及无功发生器。这三类无功补偿装置各有优缺点。在对工厂供配电系统预先进行设计时，为了确保无功补偿使用的优越性，要对市面上的无功补偿装置进行对比。并依照工厂供配电系统的实际需求，选择最为科学合理的一种或几种无功补偿装置。目前，几种使用比较广泛的无功补偿装置效果对比如表2所示。

单独来对比无功补偿装置的性能，则要优先选用静止无功补偿器（SVG）跟电力有源滤波器（APF）。可是在实际使用过程中，还是要考虑到工厂的整体成本和工厂供配电系统的无功补偿需求。要结合多种因素进行考量，经过分析后，发现晶闸管投切电容器（TSC）跟静止无功补偿器（SVG）或电力有源滤波器（APF）的混合型装置更为实用。

不管选择哪种补偿装置，都要根据工厂的供配电系统的电网情况和线路需求来进行综合分析，再进行合理选择。若负荷变化快，则采用动态无功补偿装置。若线路情况较为平稳的话，则可以采用静态无功补偿装置。如果情况较为复杂的话，则依照具体的情况再进行选择，一般情况较为复杂的话，选择综合性补偿装置，则补偿的效果更好。

表1 3种无功补偿方式优缺点比较

无功补偿类型	优点	缺点
集中补偿	安装方便、运行可靠，利于控制电压、动态补偿，可实现无功功率就地平衡	对无功补偿装置控制性能、补偿精度要求较高
分散补偿	利于降低变压器、配电线路无功损耗	补偿容量相对较小，维护管理不便
就地补偿	投资小，维护方便、安装简单，配置灵活，会发生过补偿现象	用电设备使用较少时，无功补偿装置利用率低下

表2 常见的几种无功补偿装置比较

装置	响应速度	吸收无功	受谐波影响	谐波产生	控制策略	价格	体积
FC	-	固定	大	无	简单	低廉	大
TCR	较慢	连续	大	有	较简单	较高	大
TSC	较慢	分级	大	无	较简单	中	大
TCR+TSC	较慢	连续	大	有	较简单	较高	大
SVG	快	连续	小	无	复杂	高	小
APF	快	连续	小	无	复杂	高	小

结语

综上所述,在工厂供配电系统中合理引入无功补偿技术,则能提高供配电系统的整体性能,并且既节约了工厂电费支出,又提高了电压质量。因此,在对工厂供配电系统进行设计时,为了确保无功补偿技术的使用效果,要对各种无

功补偿方法和无功补偿装置的优缺点进行综合性分析,并与工厂的运营实际需求有机结合,进行综合考量后再进行科学合理选择,并制定科学规范化的无功补偿方案,最大程度消除高次谐波功率,提升供电品质,从而提高工厂供配电系统的工作效率,以促进企业经济效益的不断提升。

参考文献:

- [1] 齐鹏. 博物馆供配电系统的无功补偿实践探索——以太原市博物馆为例[J]. 文化创新比较研究, 2020, 4(1): 166-167.
- [2] 钟文娟. 污水处理厂无功补偿和功率因数调节分析[J]. 科技视界, 2020, (8): 99-100.
- [3] 王玲玲, 宋轶, 彭惟勇, 等. 供配电系统无功补偿对船企节能降耗的作用[J]. 设备理与维修, 2019, (4): 189-191.
- [4] 柳杨. 工厂供配电系统中的无功补偿技术探究[J]. 通信电源技术, 2020(11): 239-241.