

# 电力调度无功补偿技术研究

沈国强 李启庆

国网西藏电力有限公司昌都供电公司

**摘要:** 电力调度的首要任务是实现针对功率进行调度,然而伴随着我国经济持续发展,电力系统联网容量以及输电电压也越来越高,因此电力调度工作任务越来越繁重,而现在社会对电力的需求越来越大,因此对电网安全稳定地运行提出了更多要求。电网运行时会有部分无功功率产生,而这些无功功率会造成电能严重浪费,因此需要想方设法进行无功功率调整,将电能浪费降到最低。而且无功补偿对电网的安全,稳定,优质和经济运行都具有十分重要的意义,因此在进行电力调度时,可将无功补偿技术充分利用起来,从而使电能浪费最小。又因电力系统无功功率不足,可使电压降低,而电压降低又使电力系统解体,所以应合理地选择无功补偿方案,为了有效地改善电力系统稳定性、有效地减少网损、并改善电压质量。

**关键词:** 电力调度;无功补偿;技术;措施

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.05.105

## 一、无功补偿的概念和基本原理

无功补偿技术是在进行电力调度时,通过对相关电网设备进行利用,使得输送时尽量不产生输送功率,并且在某种程度上提高了电网输送对用户的利用因数,进而降低了电能输送时的电量消耗,给人们生产和生活带来了较为稳定的电压质量。电力调度无功补偿技术关键是电网输送时产生部分无功功率并利用无功技术使电力设备产生对应磁场。如电力运输通过电压器后通过电变磁再变电所包含的内容确保了变压器一次线圈内磁场和二次线圈内电压的容量。增强变压器中电、磁等感应效率以提高电网整体电力调度功率。大多数时候电网内电力调度无功补偿功率都处在一个下降的层次,用电设备即使能够得到充足的电力,但不能保证连续运行于额定功率,因而使用用电设备常在低电压下运行,影响用电效益和设备运行质量。一般电能都是由电厂生产通过电力调度进行输送,即使是利用变压器先行升压再降压以减少输送损耗,但电力调度无功功率仍然要减少许多,不能满足用户要求负载具有稳定电压。

## 二、电力调度中无功补偿常见技术

### (一) 同步电机的技术

在电力系统中,同步电机属于重要的组成部件,通过对其进行科学合理的管理和控制,可以提高系统运行的稳定性和可靠性。在实际应用中,同步电机的转速为零,但是在工作中仍然会产生大量的无功功率。由于同步电机具有一定的惯性,在启动过程中不能快速启动,需要一定时间才能达到额定转速,因此需要对其进行无功补偿。在实际应用中,通过对同步电机进行无功补偿可以降低无功功率,提高系统运行效率。同时,同步电

机也是一种理想的谐波源。通过对同步电机进行无功补偿可以有效降低谐波对电力系统的影响。在实际应用中,同步电机不仅可以通过补偿电容器降低无功功率,还可以通过增加电容器组来降低无功功率。在实际应用中,可以根据系统运行状况来选择合适的补偿方式和补偿容量。另外,还可以在不影响系统稳定运行的前提下采用无功补偿设备。

### (二) 并联电容器技术

在无功补偿技术中,并联电容器技术的应用具有重要的意义。电容器可以在交流电网中无功功率补偿,在一定程度上减少了电网损耗,降低了电网电压的波动,从而提高了电网运行的稳定性和可靠性。目前,并联电容器技术主要分为固定电容器和可变电容器两种类型,其中固定电容器是一种应用较为广泛的无功补偿设备,其具有较好的稳定性和可靠性,在一定程度上弥补了可变电容器存在的缺陷。在实际工作中,可以根据电压等级的不同选择合适的固定电容器和可变电容器。固定电容器主要安装在变电站和变压器低压侧,其容量一般为6kVA~100kVA。随着电力系统负荷的不断变化,固定电容器的容量也会发生相应变化。在正常运行状态下,固定电容器一般不会出现过载情况。在一些负荷较低的情况下,可以适当增加固定电容器容量。通过分析并联电容补偿技术基本原理可知,电容主要是通过向电网输送无功功率来实现补偿效果。从实际应用角度来看,并联电容补偿技术具有较好的经济性和可靠性,具有较好的发展前景。

### (三) 静止无功补偿器技术

#### 1. 可控硅电力电子控制装置

可控硅电力电子控制装置是目前世界上最先进的静止无功补偿器,具有体积小、重量轻、效率高和运行可靠等优点。可控硅电力电子控制装置的结构主要包括三相电压型变流器、晶闸管控制电抗器和功率开关。可控硅电力电子控制装置的工作原理是在晶闸管的控制下,通过改变功率开关器件的导通角来实现对系统电压的调节,进而达到对电力系统无功功率补偿的目的。目前,可控硅电力电子控制装置已经应用在高压大容量变流器上。可控硅电力电子控制装置具有结构简单、体积小、重量轻和效率高等优点,但是其价格相对较高,而且不能实现对系统电压的平滑调节,在对电网无功补偿时会电网造成一定的冲击,因此该装置仅适合于较小规模的动态补偿。

### 2. 晶闸管控制电抗器

晶闸管控制电抗器主要由可控硅装置、晶闸管和电抗器组成,该装置通过改变晶闸管的导通角来控制电抗器的导通角,进而对电网中的无功功率进行补偿。其中,可控硅装置的主要功能是将直流电压变为交流电压,通过调节可控硅的导通角来改变直流电流大小,从而实现对电网电压的调节。晶闸管控制电抗器是一种连续可调型晶闸管控制电抗器,该装置具有较高的功率因数,而且可以有效降低电网中的谐波含量。由于可控硅装置具有较高的导通角,所以晶闸管控制电抗器可以对电网中的无功功率进行动态补偿。然而,可控硅装置存在一定的缺点,即可控硅装置的容量较小,而且存在损耗较大、响应速度较慢等缺点。另外,可控硅装置容易受电网电压波动等因素影响,导致其发生误动作。因此,在实际应用中要注意选择合适的电抗器容量和运行电压。

### 3. 可调电容

可调电容是一种新型的电力电子元件,它主要由充电电容器、放电电容器和储能装置组成。其充电电容可以根据系统的实际需要进行调节,进而实现对电网的动态补偿。可调电容在电网中的作用是抑制系统中的谐波,提高电网功率因数,改善电网的电压质量。

可调电容的调节功能主要通过储能装置来实现,即储能电容器和放电电容器。在系统电压发生变化时,储能电容器会吸收系统中的无功功率,而放电电容器会释放系统中的无功功率,进而保证电网电压在规定范围内。同时,还可以通过放电电容器将电网中的无功功率反馈回系统,保证系统电压在规定范围内。若系统中含有谐波时,放电电容器会将谐波电流释放回电力系统。

### (四) 静止无功发生器技术

静止无功发生器(Static Var Generator, SVG)技术是一种基于电力电子技术的新颖动态无功补偿装置,可以在系统运行过程中发出与电网等功率的无功分量,实现对系统电压和电流的快速跟踪,可以有效降低谐波含量。SVG技术可以单独使用,也可以与其他无功补偿装置联合使用。该技术具有显著的补偿效果,通过将 SVG安装在系统中,可以有效降低电网谐波含量和无功分量。SVG技术具有良好的发展前景,在未来电力系统中具有广阔的应用前景。

静止无功发生器技术具有以下几个优点:

(1) 响应速度快。在电力系统中应用 SVG技术,可以实现对系统电压和电流的快速跟踪,降低了电网谐波含量,提高了电力系统的运行效率。

(2) 补偿效果好。静止无功发生器技术可以对系统中的谐波进行有效抑制,从而提高了电网电压质量和电能质量。此外,SVG技术还具有良好的补偿效果和无功补偿效果,通过将 SVG安装在电网中,可以实现对无功功率的快速跟踪。

(3) 应用灵活。SVG技术是一种柔性的动态补偿装置,不仅可以对系统进行无功补偿,还可以对系统中的电流进行调节。通过将 SVG安装在电网中,可以实现对电网电压和电流的快速跟踪,避免了传统无功补偿技术存在的问题。

(4) 安全可靠。SVG技术不会产生谐波和涌流等问题,具有良好的安全可靠。此外,在使用 SVG技术进行无功补偿时不会对电网产生影响,从而提高了电力系统运行效率和稳定性。

### (五) 有源电力滤波器

有源电力滤波器的工作原理是在检测电网电流和谐波的基础上,通过对控制指令进行计算,产生与电流大小和方向相反的指令信号,并控制电力电子器件产生与指令信号相一致的开关动作,对电网谐波进行消除。有源电力滤波器可以实现动态补偿功能,提高电网谐波治理水平。与传统无功补偿技术相比,有源电力滤波器具有响应速度快、补偿精度高、使用寿命长等优势,适用于对谐波要求较高的场合。随着科技的不断发展,有源电力滤波器也在不断改进。目前,国外已经研制出多种型号的有源电力滤波器,并在实际应用中取得了良好效果。

通过对无功补偿技术和有源电力滤波器进行研究可以看出,无功补偿技术和有源电力滤波器的结合是提高

电网电压稳定性、保证电网电能质量的重要途径。因此，在实际工作中要积极采取科学合理的方法进行无功补偿和谐波治理。此外，在电网电压不稳定的情况下，要及时调整无功补偿设备的容量和安装位置，确保电网电压处于稳定状态。另外，还需要加强对无功补偿装置的维护管理和运行控制，为无功补偿技术应用提供可靠保障。

### 三、电力调度无功补偿的常用方法

电力调度无功补偿主要采用两种常用的方式：第一种方式是固定补偿法，即在系统中安装电容器，通过电容器进行无功补偿，从而提高电网运行质量。此种补偿方式具有明显的优势，可以有效控制电网的无功功率，提高电网运行质量。但是在实际应用过程中，由于安装容量和安装位置的限制，不能有效发挥电容器的作用。

第二种方式是分组补偿法，即根据电网的实际情况将电容器分组安装在母线上，然后通过控制开关对其进行控制。此种方式可以有效提高电容器的作用效果，但是需要结合实际情况选择合适的分组数量和分组位置。

### 四、电力调度中的无功补偿技术的应用

#### （一）确定无功补偿现实容量

决定无功补偿的现实容量必须深刻认识到各地区的情况，并充分的与现实状况相结合，对于变电站来说完成合理的调整工作。根据各区域情况，对变电站内相关变压器及低负荷进行合理无功补偿，并有效利用电气自动化中先进的技术方法及设备，完成对容量的高效分配。此外，相关员工一定要提高培训强度以防回送问题出现。还要在对供电系统进行评估时，科学合理地对电能质量进行评估，与电能质量有着紧密关联的就是电压。在当前阶段，电气自动化系统在不断地发展过程中，有关功率因素造成大量无功状况的出现，它对电力系统安全稳定的运行造成了严重的影响。并且在无功补偿技术的有效运用中，一定要进一步分析其运用需求，才能科学合理地选择无功补偿技术以保证电气自动化系统能够安全稳定地运行。

#### （二）实现配电网电容器组的补偿

在实际工作中，要十分重视无功电流合理输送，因为电流输送更易导致电能减少，如果变压器机组负荷较高，要对电网的一端做到对电容器组进行有效分配，然后再达到合理补偿。与此同时，无功补偿技术在电气自动化系统中的合理运用能够增强电气自动化系统的安全性和稳定性，有效地缓解了资源的严重浪费。当前，变电站一般采用无功补偿技术进行补偿，但就实际应用情

形而言，发变电在实际运行期间存在无功流现象，并且在经过变电站之后会被输送到低压线路。长距离传输过程中无功流对电气系统稳定性造成了严重的影响。在这种情况下，相关管理机构必须根据现实情形开展无功补偿工作。

### 五、电力调度无功补偿技术应用措施

#### （一）提升无功补偿技术的配置方案

一切无功补偿技术均以改善电网运输功率因数为目的，以最大限度地减少系统无功功率消耗为目的。根据电能传输所消耗无功功率是一定的，在配置无功补偿设备时应该遵循有关配置原则——分级补偿和就地平衡原则。针对电力调度串并联，传输距离和补偿要求，集中管理电力调度区域无功补偿装置。把电力补偿技术配置需求和电力调度效益均衡开发。

#### （二）提升调度人员的工作与管理水平

调度员既要重视有功功率调度工作，又要合理分配无功补偿技术中无功功率，时刻维持电网输送无功功率下降程度，减少无功功率对电网运输，调度的损失，促进电力调度时有功功率稳定。在运用无功补偿技术时，要尽可能避免远距离电网调度传输。在无功补偿技术应用中，通过分级补偿和分层分区模式实现平衡管理，及时检测无功补偿设备故障情况，促进无功补偿设备故障检测高效。

### 结束语

电力调度无功补偿技术及相关设备装置对电力系统正常运行和电能利用的有效发挥着关键作用，因此有关调度人员应了解各项补偿技术，把握有关装置配置原则，从而将无功补偿技术与无功补偿装置良好融合，使得无功补偿达到均衡，从而提高了相关功率因数，最终达到节能降耗的目标，使得电力系统运营成本有效下降。

### 参考文献

- [1] 沈力. 无功补偿技术在电力调度中的探讨[J]. 劳动保障世界, 2017(33): 73.
- [2] 朱永民. 无功补偿技术在电力调度管理中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2017(22): 259.
- [3] 熊沁怡, 徐驰. 研究智能无功补偿技术在电力自动化中的应用[J]. 科技创新与应用, 2016, (29): 171-171.
- [4] 丁跃兵, 谷雷, 房昊. 电气自动化中的无功补偿技术研究[J]. 电子乐园, 2019, 0(30): 0052-0052.