

# 配电网建设中无功补偿技术的应用分析

马岩 程旭 李先莹

国网保定供电公司

**摘要:**随着电网的扩大,对无功的需求也在逐渐增长。同时,由于电压的下降,电气设备的效率会下降,导致网络的传输效率下降,从而导致损失的增加。因而,正确处理配电网的无功补偿,不仅可以提高电网的安全性,还可以实现节能减排的目标。另外,在网损方面,采取无功功率补偿技术可以节省不必要的投入,同时也可以获得较高的收益。

**关键词:**配电网;无功补偿技术;应用

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.12.092

## 一、无功补偿技术

### (一)无功补偿概况

无功补偿又称无功补偿,是用来提高电网功率因数的一种技术手段。无功补偿不仅能提高电网的电压质量,而且能降低线路损耗和设备损耗,从而实现节能减排。无功补偿技术是一种新型的无功补偿技术,它是一种新型的无功补偿技术。一种将电能直接转化成电能,如机械能、热能,而只把电能转换成无功的一种方式。无功增加将使电网出力有所减少,无功消耗将增加电网出力。因此,采用无功补偿装置,在不改变现有用电设备的情况下,对电网进行无功补偿,可有效提高电网出力,提高电力资源的利用率。无功补偿技术的应用不仅能提高电网的供电效率,还能通过提高供电效率,减少由供电变压器造成的输电线损,改善供电环境,为电力系统的进一步发展创造有利条件。同时,随着电力市场的逐步开放,用户的用电需求也越来越大,为保障电力系统的正常运行和经济的快速发展,无功补偿的研究势在必行。无功补偿是提高电力系统供电效率的重要手段。在实际应用中,往往要采用多种无功补偿设备,才能对电路进行必要的补偿。无功补偿设备的选型要结合实际情况,合理规划。选择合适可降低电网损耗,改善供电品质,但若选用不当,则会引起电压波动,谐波增多,影响供电品质。

### (二)无功补偿的实现途径

无功补偿技术是目前电力系统中应用最广泛的一种技术。无功补偿是无功补偿技术中比较基本、实用的一种方法。在无功补偿中加入电抗器、电容器等元件,可优化电路系统,实现无功功率的有效补偿。然而,由于电容器、电抗器种类不同,其性能差异较大,为保证其安装及运行效果,必须在安装前对其进行检查,以保证其可靠运行。此外,无功补偿也可采用串联或并联两种方式。另一种方法是利用真空断路器进行无功补偿。采用真空断路器作无功补偿,具有投资少、操作简便、速

度快、适应性强等优点。这也是一种有效的提高电网功率的方法。然而在实际操作过程中,真空断路器合闸产生的高压有可能影响系统稳定运行,因此必须严格按照操作规程进行操作,以消除安全隐患,保证供电质量。

### (三)无功补偿运用的意义

无功补偿技术主要以电网调节为基础,以节能为目标,以节能为目标。无功补偿技术已广泛应用于电力系统。无功补偿技术中无功分配和电压运行是实现这一节能目标的重要手段。在电力系统中,电能消耗的主要来源是用电设备的损耗,因此,为了保证电力系统的稳定运行,必须做好无功补偿,以达到降低电网损耗、确保供电质量的目的。无功补偿技术是一种有效的无功补偿技术,它能有效地减少电网因故障而造成的损失,如图1所示。无功补偿能够改善输电网络的损耗情况,减少线路损耗,使整个电网更稳定地运行。无功补偿技术在电力系统中的主要应用,在提高电力质量和提高电力系统动态性能等方面具有显著效果。因此,无功补偿技术对电力系统的稳定运行具有十分重要的意义。对无功进行补偿,可以提高电网的效益。在用电设备运行时,可对其功率进行调整,并对其内部结构进行优化,从而提高其工作效率。无功补偿能提高电网功率因数,减少线路损耗,提高供电企业经济效益。无功补偿技术既能保证电网安全运行,又能达到“节能降耗”的目的;合理地选取无功补偿点,对减少网损、降低网损具有积极的意义。无功补偿技术能有效控制电网无功流量,保证电网正常运行。适当调整电网结构,既可提高电压稳定度,又可提高电网抵御外界扰动的能力;另外,将无功补偿技术应用到电力系统中,可以保证系统运行的安全性和稳定性。将无功补偿技术应用到动态补偿装置中,通过合理的调节方式,实现对系统性能的动态监测和实时优化。无功补偿技术能够支撑输电线路的输电能力,从而提高电能传输效率,提高电压稳定度。

## 二、无功补偿的方式

无功补偿方式具体有多种：①零补偿，是指补偿电路中容性电流和感性电流相等，容性电流完全抵消了感性电流，电力负荷是动态变化过程，只可能暂态出现，不可能稳态保持；②欠补偿，补偿电路中容性电流小于感性电流时的无功补偿；③过补偿，补偿电路中容性电流大于感性电流。电力用户发生过补偿会导致系统功率损耗增加，反而起到负作用。此外，还有全补偿、相补偿、随机补偿、跟踪补偿等方式。国内电网中比较常用的方式有：变电站的10kV出线上智能无功补偿装置（VQC装置）；应用于配电变压器的低压无功补偿装置；应用于10kV馈线的高压无功补偿装置；应用于负荷侧的无功就地补偿装置等。

#### （一）变电站集中补偿

该方法主要用于对35kV变电站主变及高压输电线进行无功补偿，根据主变容量的10%~15%确定补偿容量。电力系统因负荷的增加和运行工况的改变而产生的电压波动，必须采用动态无功补偿的方法。这种补偿方法需要用到并联电容器，静态补偿装置，同步调相机等设备。静态补偿装置可分为串联式和并联式两种。该方法的核心思想是从变压器本身出发，通过补偿变压器自身的无功损耗，从而降低因无功损耗而造成的线路损耗。电压等级越高，无功补偿能力越大。电力设备在接受电能时需要通过输电线，所以在配电线路、配电变压器和用户用电设备上都必须采用分布式补偿技术。目前，我国普遍采用的补偿方式是集中式或分散型。虽然这种方法操作简单、维护方便，但是对整个电网损耗的降低作用不大。

#### （二）配变低压侧补偿

对其进行补偿的主要途径是在变压器低压侧加装无功补偿装置。对配电台区而言，其负荷变动较大，往往处于低谷或高峰时段，以充分利用电力资源，因此在配电系统中进行无功补偿势在必行。由于不同时段的用电状况差异较大，为提高广大用户的功率因数，就地解决无功补偿问题，配变低压补偿需依靠辅助设备对其进行检测与维护，常见的设备有微机控制、分组投切电容器等。在运行过程中，可计算出无功功率。这种安装方式非常方便，可大面积应用，而且采用的电容器可靠性高，投资少，具有较高的实用价值。

#### （三）配电线路无功补偿

配电网无功补偿采用电容串联的方法，可提高线路端电压水平，达到有效补偿目的。目前，农村普遍采用的是低压并联电容补偿器。采用这一补偿法的优点是投资少，见效快。这种维护方式离变电站比较远，如果发生故障，维护起来比较麻烦，而且受外部环境因素的

影响也比较大。在实际操作过程中，由于操作人员的技术水平和设备本身的缺陷，造成了配电线路的损坏和故障。为此，应适当减少对控制与维护费用的投入，并考虑适当增设熔断器、避雷器等保护措施，以延长产品使用寿命。

#### （四）用电终端分散补偿

这种补偿策略主要是针对应用范围较广的大型电力设备，采用现场补偿技术，即随机补偿技术。采用就地补偿技术，可改善城市配电网的电压品质。将无功补偿技术应用于电网低压端，可取得很好的效果。它是把用户的电能按照一定的比例分配到各个电气设备上，使它们按一定的规律工作，以提高电能质量，提高功率因数，降低线损、电压损耗。农村电网无功负荷波动主要由开关的起动与匹配引起，采用用户就地补偿可有效降低无功波动，保证电网稳定运行。目前常用的补偿方法有两种，一是就地补偿法，二是就地补偿法。与前三种方案相比，该方案有三大优点：采用电力设备就地补偿可有效降低线路损耗；采用电力设备就地补偿，有利于电压质量的提高。电力设备局部补偿，以释放系统能量，提高电力线的供电效率。从实际应用角度看，该方案具有较好的经济效益和综合性能。

### 三、无功补偿技术的现实运用

#### （一）在真空断路器等元器件中的运用

将无功补偿技术应用于真空断路器及其他元件中，这是其中的一个方面。真空断路器因其体积小、质量轻、运行可靠等优点，已成为现代电力系统中的主流高压设备之一。然而，真空断路器在实际运行过程中还会产生一定的无功，从而降低电网功率因数，影响电网的稳定可靠运行。无功补偿技术是解决这一问题的有效途径。真空断路器采用无功补偿技术主要采用无功补偿装置。无功补偿装置主要有两类：一类是电容器，另一类是电感，它能在电路中产生等效无功，但反向无功，以消除真空断路器输出的无功，提高电网功率因数。同时，无功补偿技术通过对无功补偿设备中电容、电感的切换进行控制，实现无功动态控制。在不同负荷工况下，通过对无功补偿设备的切换状态进行控制，可以迅速调整电网无功，确保电网稳定可靠。

#### （二）在配电网中的运用

无功补偿技术在配电网中的应用也是非常普遍的，因为配电网中存在大量的感性负载。这些感性负载如电动机、变压器等会在运行时产生一定的无功功率，导致电网的功率因数降低，影响电网的稳定性和运行效率。在配电网中，无功补偿技术主要通过加入无功补偿电容器或电感器等元器件来实现。这些元器件可以吸收或释

放电能,抵消感性负载等元器件产生的无功功率。在实际应用中,无功补偿技术可以分为静态无功补偿和动态无功补偿2种类型。静态无功补偿技术主要包括固定补偿和可变补偿2种方式。其中,固定补偿通常使用固定容量的无功补偿电容器或电感器,可以对电网中的无功功率进行补偿,提高功率因数。而可变补偿则采用可变容量的无功补偿电容器或电感器,可以根据实际电网负载情况自动调节补偿容量,以达到最佳的补偿效果。动态无功补偿技术主要通过采用电力电子器件实现,包括静止无功补偿器(SVC)、静止无功补偿发生器(STATCOM)和动态无功补偿器(DSTATCOM)等。这些装置具有快速响应、可精确调节的特点,可以有效地抑制系统中的无功功率,提高电网的功率因数。无功补偿技术在配电网中的应用可以带来多方面的好处。首先,它可以提高电网的功率因数、减小电网损耗、降低电网的运行成本。其次,它可以提高电网的稳定性和可靠性,减少电网故障的发生概率,保障电力供应的稳定和安全。此外,无功补偿技术还可以降低电网的噪声和振动,提高电网的使用寿命,降低维护和更换成本。

### (三)在回路电流平衡中的应用

为了保证电网的稳定、可靠运行,电网中各环节的电流平衡至关重要。如果环路电流不均衡,就会引起电网电压的不稳定,从而影响电网的正常运行。电网负荷不平衡是电网负荷不平衡的一个重要原因。为解决这一问题,无功补偿技术常被应用于电网中。无功补偿技术是通过在电网中加入一定数量的电容或电感元件,使电网产生与回路电流不平衡但方向相反的无功,以消除环路电流不平衡,使环路电流达到平衡。其中,电容主要用来对电路中电感元件所产生的无功进行补偿,而电感主要用来对电路中电容元件所产生的无功进行补偿。无功补偿技术除静态补偿外,还可通过对无功补偿设备中电容、电感的切换来动态地控制回路电流的平衡。在不同负荷工况下,通过对无功补偿设备的切换状态进行控制,可以迅速调整回路电流,确保电网稳定可靠。指出无功补偿技术不仅适用于电网电流均衡,而且适用于其他电力系统。例如,电力系统中含有谐波成分,将严重影响电网的稳定可靠运行。采用无功补偿技术对电网谐波进行滤波处理,可有效地降低谐波对电网的冲击。另外,在电力系统中,电容器组常被用来进行电压调节与无功补偿,但同时也会产生一些无功,所以无功补偿技术也可应用于电容器组的补偿。

### (四)故障诊断

采用智能无功补偿技术,不仅能发现系统故障,而且能及时排除故障,减少不必要的经济损失。因此,将

无功补偿技术应用于电力自动化装置,可以为电力自动化装置提供更完备的功能支撑和保障。如利用无功补偿技术对电力系统故障进行故障诊断,可有效评估相关元件的运行状态,并结合安全运行规范对其进行评估,从而有效提高故障处理效率,保证系统安全、科学地运行。

此外,无功补偿技术还可应用于多种场合,如智能补偿切换开关、电容器与固定滤波器的联合处理、负荷功率因数控制等。随着电网规模的扩大和电网结构的复杂化,电力系统对电能质量提出了更高的要求。为了更好地解决单相电力牵引负荷对电力自动化装置造成的影响,应采取更科学、更规范的发展策略,以提高其实际应用效果。

### 结语

随着经济的快速发展,科学技术也取得了长足的进步。新的科学技术已经被广泛应用于实际工作中,其中无功补偿技术尤为突出。它可以有效地提高配电网的质量,减少损失,达到节能的目的。无功补偿技术在配电网中的应用,不但能够节省能耗,还可以实现电力系统经济、安全的运行,当下围绕我国“双碳”目标,社会经济快速发展,电能需求量高的现状,相信无功补偿技术应用范围会越来越广,并且要进一步细化应用要求,从设备容量出发,选择无功补偿的类型和方式,从而满足配电网在整体运行上的需求,为电力用户提供稳定优质的服务。

### 参考文献

- [1]孙梅.无功补偿技术在低压电网中的应用探讨[J].农机使用与维修,2019,(12):4-5.
- [2]王丽新.电网系统中无功补偿控制中电工电子技术的应用[J].电子世界,2019,(21):176-177.
- [3]闭志清.智能电网下的电力无功补偿技术分析[J].企业科技与发展,2019,(11):106-107.
- [4]雷政敏.无功补偿技术在低压电网中的应用探讨[J].低碳世界,2019,9(09):95-96.
- [5]万波.无功补偿在低压电网中的应用与研究[J].价值工程,2019,38(26):233-234.
- [6]李爱洲.农村电网无功补偿的标准设计探讨[C]//中国技术市场协会,中国高科技产业化研究会,中国生产力促进中心协会,中国科技体制改革研究会,发现杂志社.第十六届中国科学家论坛优秀论文集.广东电网责任有限公司茂名化州供电局,2019:4.
- [7]田一淳.电网无功补偿技术研究现状分析[J].通信电源技术,2019,36(05):39-43.