

[无功补偿]

电气自动化系统中的无功补偿技术探究

文/运城职业技术大学 白 伟

近几年，随着国民经济的不断增长，电气行业的各个方面都在朝着自动化的方向发展。其中，无功补偿技术的不断完善对电气行业的发展起到了一定的支持作用。为了使电气自动化有更大的进步，需要针对无功补偿技术进行合理的优化处理。因此，就电气自动化系统中无功补偿技术的实际应用加以分析，希望能够推动电气自动化的进步与发展。

随着科学技术的不断进步，电气自动化系统研究取得了诸多成果，而电气自动化设备的实际应用使得各项技术手段都得到广泛的应用。其中，合理使用无功补偿技术能够最大限度地实现对电气自动化系统的应用，从而满足各方面的具体要求，加快发展与创新。

无功功率补偿的特点

在电气自动化技术中，无功功率补偿器是重要的组成部分。无功功率补偿器具有保护低压、高压和稳定等优点，为了确保电气设备的安全性，可以在局部发热过程中降低温度。本技术主要是在负荷功率因数相对较低的情况下使用，让电气设备的静电容量达到最小，减少不必要的损失。针对电网而言，变压器与异步电动机为最大的无功功率设备。一个变压器的无功功率能够达到50%，而异步电动机为60%。基于这部分数据分析可知，变压器、异步电动机等设备是主要的无功功率设备。无功功率补偿技术的实际应用还可以合理补偿大量无功功率消耗，保障整体的功率因数满足高效工作的需求，进而满足设备的能效需求。一般情况下，所有设备都需要实现高功率因数运行，而要实现高功率因数

运行，就要尽可能地减少设备的无功功率，降低有功功率损失。通过功率因数的改善作用，满足功率因数最大化的需求。

无功补偿技术的主要类型

1. 集中补偿技术

集中补偿技术是应用较多的无功补偿技术方式之一，一般在电气自动化设备中使用无功补偿技术时，首先就想到集中补偿技术。该方式主要是在母线上安装电容器，并适当调整功率因数，使变电站终端电压得到全面提升，从一定程度上对变压器无功损耗做出补偿。集中补偿技术的应用较为简单，无须投入过多精力、人力，其补偿设备在正常情况下能够按照变压器的负荷状态决定提供任何补偿，与人工力量比起来效率更高，可以让功率因数得到极大的提升。同时，集中补偿技术方式的显著优势在于补偿率较高，后续的管理与维护工作也非常简单，深受业内欢迎。

2. 分散补偿技术

分散补偿技术主要是在供配电线路之中使用，即在指定的位置上安装对应的电容器，不过安装位置和供电设备之间的距离较短。在安装环节，可以

按照分级补偿原则明确补偿的具体位置。分散补偿可以细分为三种拥有各自特点的技术方式：

1) 跟踪补偿技术。无功补偿的投切装置直接被看成为一种保护的装置，以此连接母线与电容器。这一补偿技术的优势较为显著，不仅补偿效果很好，安全性、稳定性也较高，备受青睐；劣势也比较明显，即投资成本过大。

2) 随机补偿技术。先利用电动机、熔断设备将电容器并联，再通过相关装备来补偿。其优势主要有安装、维护和管理都比较简便，后期维护工作也不会有较大支出。

3) 随器补偿技术。这是面向配电变压器的一种补偿技术，在配电变压器发生空载无功现象时就可进行随器补偿。它的优势在于经济适用，劣势是存在的局限性较大。

3. 就地补偿技术

顾名思义，就地补偿指的就是直接在电气自动化设备上安装补偿装置，进行直接补偿。这种无功补偿技术与并联电容器有所关联，能够有效实现设备无功功率补偿。在无功功率补偿得以实现之后，就可在一定程度上消除无功电流，从而控制线路能源消耗。另外，就地补偿技术可以使电压质量、供电效率等得到显著改善，同时保护线路及其中的电压，减少电压流失，进而大大提高电气自动化设备运行效益。

电气自动化中无功补偿技术的应用

1. 应用要点

由于无功补偿技术具有的基本特点，它在电气自动化系统之中得到了广泛的应用。不过，在实际的应用进程之中要格外注意实践性、区域性的特征，要结合具体的需求选择合理的无功补偿技术。同时，为了将无功补偿技术的作用发挥到极限，还应妥善解决电气自动化设备安装方面的问题，落实相对应的元器件的布局与关联处理，从而实现合理的设计，减少实际的损耗，满足时代发展提出的节能环保生产要求。同时，作为电气自动化企业，需要了解所有员工的无功补偿技术应用意识，强化定期培训，更有效地探究和使用无功补偿技术，最终满足电气自动化产业可持续发展的需要。

2. 具体应用

(1) 异步电动机

为了体现异步电动机使用效果，通过在实验室进行对应的模拟实验操作，验证电参量，以便对发电系统拥有的高功率因素作出准确判定。

在实际应用异步电动机的过程中，可选用恰当的实验方法，对异步电动机运行中无功补偿技术的运用情况进行分析。所以直接选择了2.2 kV·A电动机，还有三组四极笼型异步电动机，实验电路如图1所示。

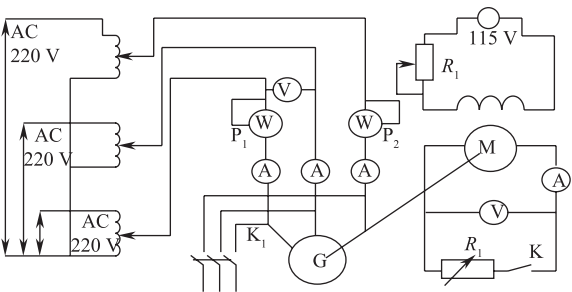


图1 实验电路图

在本次实验分析中选择了11组补偿电容，除第11组补偿电容选择的是AC 500 V、50 Hz以及CBB60-2 μF ，其余每一组补偿电容都是选择500 V、50 Hz和CBB60-4 μF 。在具体实验分析中，主要调整了三组调压器的转速、异步电动机的转速，为异步电动机输出差异化功率提供保障，同时合理使用无功补偿技术，做好对应的数据测量处理。在额定电压一直保持不变的前提下，实验数据测量结果见表1。

表1 异步电动机有功功率数据测量统计分析

电动机转速/ (r/min)	实际测量值/W	计算数值/W	误差 (%)
1 513	472	468	-0.85
1 525	1 101	1 095	-0.53
1 530	1 243	1 239	-0.40

基于上述实验数据及测量数据的分析可知：有机结合无功补偿技术和异步电动机，集中统一管理运行状态不同的异步电动机在补偿之前、补偿之后的功率因数，保证提高管理的科学性、有效性。因此，进一步促进实验的相关人员能够针对补偿前后对应的功率因数进行精准化、高效化的预测与管理，保障整个电气运行系统的安全、稳定运行。

(2) 无涌流电容投切器

针对电气自动化而言,抗干扰能力较强的投切器只有无涌流电容投切器。当下无功补偿装置还没有足够高的投切可靠性,要求在相应投切进程里面尽量提升功率因数,并且注意规避频繁投切的问题,以降低无功补偿装置本身损耗的成本。所以,在实际的设计环节需要利用有较高可靠性的磁保持继电器直接取代接触器,达到减小体积、降低成本的目的,实现无涌流的投切。在硬件设计方面,需要增加抗干扰措施,以此提升装置的可靠性;在软件上,通过计算线路的无功功率可以实现对投切电容器值的计算,避免出现过补或者补偿不足的问题。

例如,针对硬件方面的设计主要包含了参数采样、信号滤波、电容器投切以及人机界面的设计。其中,电压电流信号采样框架如图2所示。

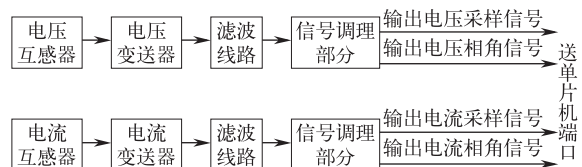


图2 电压电流信号采样框架

对于电容的投切,在三相电路之中只需要控制两相,就可以控制三相电容器的投切,节约了1/3的成本。其主回路控制线路如图3所示,工作原理为:当电容器投入之后,首先会触发双向晶闸管,等到导通之后将磁保持继电器合上;如果需要切断电容器,那么对应的顺序相反。由此可见,双向晶闸管工作时间较短,可以使参数有所下降,同时让磁保持继电器处于导通和切断的无弧状态。这样就能使设备的工作可靠性更高,使用寿命也会延长。

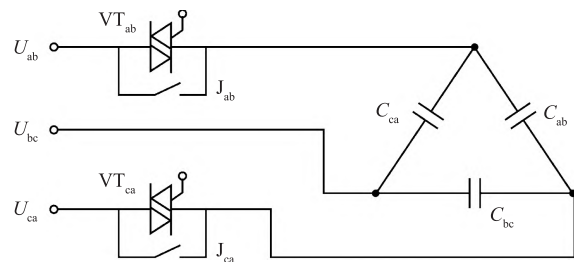


图3 主回路控制线路

采用传统方式来投切电容器,则会出现较大的涌流,而利用过零通断控制方式的双向晶闸管来投切电容器,则可以有效规避涌流。考虑到耐压,可以选择两个串联的过零导通广电耦合器。为了确保广电耦合器受压的均衡性,所以选择电阻均压的措施。

双线圈磁保持继电器的主要优点在于:只要给对应的线圈一个几十毫秒的脉冲,就可以保持其对应位置,节约电能。如果突然断电,需要在极短的时间内获取断电信息,并且能够为磁保持继电器提供断电脉冲,从而保障其可靠断开。

通过如此的硬件设计,可以确保无功补偿装置的投切可靠性。本装置利用晶闸管保持继电器,在投切电容时装置不会产生涌流、冲击,并且表现出操作简便、价格适宜以及节省电能等优势。通过实验,本设计取得了预期成效。

无功补偿技术发展前景

在当代社会,人们致力于开发和使用电气自动化设备,无功补偿技术随之诞生,其作用主要是解决电气自动化设备因为单相电力牵引负荷带来的一系列问题。但是,从当下国内使用电气自动化设备的状况看出,一些非线性问题是不容忽视的,表明无功补偿技术的发展空间十分广阔。有源滤波器是基于谐波注入式模式发展起来的,将其应用于无功补偿技术的可行性很大,意味着无功补偿技术在后续的发展中前景良好。再加上其具有的优势,为今后的电气自动化深度发展奠定了良好的基础。

结束语

总而言之,随着时代的进步,在科学技术水平持续提升的今天,无功补偿技术的出现使得电气行业自动化有了质的飞跃。在实践中只有真正了解电气自动化系统中的无功补偿技术应用,才能进行深入的探索和研究,从而真正掌握其实际应用途径,推动电气行业的可持续发展。EA

(收稿日期:2021-12-24)