

调压式电压无功自动调节装置

陶梅¹ 江钧祥² 纪永新³

(1. 安徽省电力科学研究院, 230022, 合肥; 2. 合肥华威自动化有限公司, 231131, 安徽; 3. 淮北供电公司, 235000, 安徽)

无功补偿装置除了改变投切电容器数量来调节无功输出外, 用改变电容器端电压的方法同样可以调节无功输出。根据此原理工作的无功补偿装置, 称为调压式电压无功自动调节装置(以下简称装置)。

1 基本工作原理

在调节理念和手段上与目前广泛采用的改变投切电容器数量相比实现了新的突破。其基本工作原理是, 电容器组固定接入, 不采用操作断路器投切电容器组的方式来调节无功, 而是在母线与电容器之间接入一个调压器, 根据系统无功需要, 运用 $Q = U^2 \omega C$ 原理, 调节调压器的分接头, 改变施加于电容器的端电压, 从而改变电容器组的无功输出, 使之与系统的无功需求相适应。装置的工作原理框图、一次接线图如图 1、图 2 所示。

装置的技术关键在于电容器自耦调压变压器与

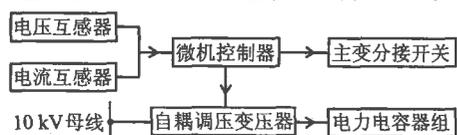


图1 装置工作原理图

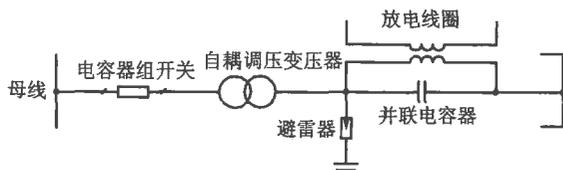


图2 装置系统一次接线图

控制器的开发与AVC(无功电压自动控制)等设备的接口。

2 装置的组成

装置主要由下列三部分组成:

(1) 自耦调压变压器(调压器): 调压器连接于母线与电容器之间, 通过调节其分接头, 改变施加于电容器端电压, 达到调节无功输出的目的。装置采用有载自耦调节方式, 调压中不会产生有害的过电压、过电流, 其损耗较小, 约为0.2%。

(2) 微机控制器: 采用单片机技术, 九区图原理, 与AVC系统接口。根据采集的系统电压、电流参数, 进行计算分析判断并发出命令, 调节调压器的输出电压(即调节无功输出量)或调节变电站主变分接开关, 以调整电压保证母线电压合格率。

(3) 容性无功源: 集合式高压并联电容器或高压并联电容器组, 要求其容量能满足系统最大无功需要。

3 装置的主要性能与特点

(1) 装置无功输出范围为 $(36\% \sim 100\%) \times$ 电容器组额定容量。调压器共分九档调节输出电压, 每档可调节5%的电压。调压器可以使电容器组在较低的电压水平投入, 从而可有效降低合闸涌流和过电压的影响。在调节过程中, 不需要对电容器组进行再投、切, 不会产生过电压, 保证了电容器组的

面 S 、长度 l 有关)、年运行时间、电价、经济寿命年限等因素有关, 可以用下式表示。

$$C_J = I_{\max}^2 R l F$$

在表1中可查得LGJ-25型电缆的 R_{25} 为 $1.38 \Omega/\text{km}$, LGJ-50型电缆的 R_{50} 为 $0.65 \Omega/\text{km}$ 。由前述可知, t_{\max} 为4000 h(即 T 为2600 h)时 F 为9.827元/W。

LGJ-25型电缆运行30年损耗费用

$$C_{J25} = I_{\max}^2 R_{25} l F = 27^2 \times 1.38 \times 13.5 \times 9.827 \approx 133463 \text{ (元)}$$

LGJ-50型电缆运行30年损耗费用

$$C_{J50} = I_{\max}^2 R_{50} l F = 27^2 \times 0.65 \times 13.5 \times 9.827 \approx 62863 \text{ (元)}$$

LGJ-25型电缆运行30年总费用

$$C_{T25} = C_{J25} l + C_{J25} = 88344 + 133463 = 221807 \text{ (元)}$$

LGJ-50型电缆运行30年总费用

$$C_{T50} = C_{J50} l + C_{J50} = 126522 + 62863 = 189385 \text{ (元)}$$

可见, 按本文求出的经济电流密度值选取的电

安全,延长了其使用寿命。由于电容器组始终不脱离电网,因此可做到适时调节。

(2)根据系统的电压无功参数,按照九区图与模糊控制原理,及时调整母线电压与功率因数在合格范围内,提高母线电压合格率并将线损降到最小。

(3)显示电压、电流、功率因数、无功功率、有功功率、主变运行方式与分接开关档位、电容器运行状态和无功出力、断路器通断状态等各种运行参数。

(4)具有 RS232 或 RS485 通信接口,可实现与调度自动化等系统接口。

(5)具有完善的保护和闭锁功能。主要具有微机硬件保护电路,动态自检电路,微机出现任何电路故障均不会有误动作输出,抗谐波干扰功能;当电容器出现故障跳闸,调压器故障瓦斯动作跳闸报警并闭锁等。

4 效果

装置安装在我省某变电站,该站有两组容量为 3 600 kvar 的 10 kV 集合式高压并联电容器。目前高峰负荷为 $13 + j6.2$ MVA,低谷负荷为 $8 + j3.2$ MVA,故在高峰负荷段只能投一台电容器,而在低

谷段就不能投电容器,致使电容器投运率和经济效益偏低。

装置运行后,不管高峰与低谷,电容器组均能投运,电容器组投运率为 100%;功率因数与电压合格率均大为提高,经济效益十分显著。装置投入前/后部分测试数据如表 1 所示。

5 结语

(1)采用调节电容器的端电压来改变电容器输出的无功容量,解决了电容器投切过程中的过电压、涌流等问题,改滞后调节为适时调节,提高了电压合格率和降低网损。

(2)装置可广泛应用于电力系统和大宗用户的无功补偿调节,提高电容器组投运率,大幅减少电容器开关的动作次数,延长了电容器和开关的工作寿命,提高电网运行的安全可靠。

(3)为进一步提高电压无功管理水平,对目前存在着容量偏大、投运率低、经济效益差等问题的一些集合式高压并联电容器(包括高压并联电容器组)调节手段进行改造是十分必要的,调压式电压无功自动调节装置是一个有效的技术改进手段。

表 1 装置投入前/后部分测试数据

时间/单位	1:00	3:00	5:00	7:00	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00	19:00	21:00	23:00
电流/A	397.639/ 359.536	389.823/ 292.123	397.639/ 347.812	403.501/ 435.742	448.443/ 418.156	491.431/ 467.983	421.087/ 424.018	516.833/ 455.282	491.431/ 459.190	527.580/ 493.385	516.833/ 449.420	426.949/ 350.743
有功/MW	6.269/6.425	6.328/ 5.332	7.168/ 6.191	6.464/ 7.753	7.968/ 7.539	8.788/ 8.456	7.617/ 7.753	9.179/ 8.105	8.749/ 8.203	9.472/ 8.828	9.433/ 8.144	6.777/ 6.425
无功/Mvar	3.144/0.996	3.086/ 0.371	0/0.977	2.988/ 1.230	0.762/ 1.113	0.762/ 1.172	0.020/ 0.644	1.289/ 2.129	0.820/ 1.211	0.020/ 0.586	0.020/ 0.312	3.164/ 0.117
功率因数	0.878/ 0.985	0.881/ 0.994	0.999/ 0.977	0.893/ 0.976	0.985/ 0.980	0.993/ 0.984	1.000/ 0.992	0.984/ 0.983	0.990/ 0.981	0.999/ 0.993	0.998/ 0.997	0.897/ 0.998

参考文献

[1] GB/T11024.1—2001 标准电压 1 kV 及以上交流电力
系统用并联电容器[S].

[2] DL/T628—1997 集合式高压并联电容器订货技术条件
[S].

[3] DL/T840—2003 高压并联电容器使用技术条件[S].
(编辑 伟明) 【产品 无功功率 选择应用】

缆线芯截面比按现有经济电流密度值选取的电缆线芯截面可以节约更多的电能,在总费用上也更经济。

3 结语

以上分析以及对实例的计算表明,当前我国所使用的经济电流密度值偏大。若仍按该数据选取电缆线芯截面,将达不到电缆运行期经济最优化的效果。

表 5 所列出的经济电流密度值除了适用于钢芯铝绞线之外,同时也适用于铝绞线,在工程设计中可

直接参考使用。对于其他种类的电缆,建议参照本文选用的 IEC 287-3-2/1995 中的公式重新计算,不要直接根据我国早期给出的经济电流密度值选取电缆线芯截面。

参考文献

[1] IEC 287-3-2/1995 电力电缆截面的经济最佳化
[S].

(编辑 志皓)

【电力电缆 标准 节能 计算】