

10kV 配电站无功补偿装置设定及防雷保护

10kV Power Distribution Station Reactive Compensation Device Setting and Lightning Protection

王永博

Yongbo Wang

中铁第五勘察设计院集团有限公司 中国·北京 102600

China Railway Fifth Survey and Design Institute Group Co., Ltd., Beijing, 102600, China

摘要: 10kV 配电站是中国主要的变电站类型之一,其能够适应中国的用电特点,完全可以满足乡镇企业和人民生活用电,能够保证用电的可靠性,经济合理等原则。

Abstract: 10kV power distribution station is one of the main substation types in China, which can adapt to the characteristics of Chinese electricity, fully meet the production and living electricity consumption of township enterprises and people, and ensure the reliability and economic rationality.

关键词: 配电站;无功补偿;防雷保护

Keywords: power distribution station; reactive compensation; lightning protection protection

DOI: 10.12346/etr.v3i12.5094

1 引言

10kV 配电站作为电网终端担当系统中重要的作用,在设计过程中要求做到防止破坏和降噪等。无功补偿装置的作用是在重负荷时发出感性无功功率,补偿负荷所需,以减少由于输送这些感性无功功率而在线路上产生的电压降落,提高负荷端电压。

2 无功补偿装置

2.1 无功补偿的方法

无功补偿装置有并联电容器、静止补偿器、同期调相机、静止同步补偿器等。其中,并联电容器具有投资省、装设不受自然条件限制、运行简便、可靠性高等优点,在用户负荷侧,应首选安装并联电容器进行补偿。并联电容器,包括晶闸管开关的并联电容器,都不能调节,只能分组投切以改变其供应的感性无功功率。针对电容器组适应无功负荷变化投切频繁问题,采用自动投切技术,可弥补其部分缺点。在谐

波严重的地区不宜装设并联电容器。电容器与调相机相比较,其优点是投资省、运行经济;结构简单,维护方便;容量可任意选择;适用性强。其缺点是不能连续调节;负荷的调节特性较差;对系统中的高次谐波有放大现象,谐波电流过大时,可能引起爆炸。静止补偿器是由并联电容器和并联电抗器组成,可自动投切电容器、电抗器组,调整无功出力,具有调压和平衡本地区无功负荷功能。其容量较大、投资较多,适用于装设在有调压要求的地区变电站内,实行集中补偿^[1]。

2.2 无功补偿电容器柜

无功补偿电容器柜应采用无功自动补偿方式,具有三相、单相混合补偿方式。补偿容量按单台变压器容量 20%~40% 配置,可按三相、单相混合补偿,保证用电高峰时功率因素达到 0.95 以上。低压电力电容器采用自愈式电容器,要求免维护、无污染、环保;过电流 $\geq 1.3 I_n$,浪涌电流 $\geq 200 I_n$ 。电容器装置的开关设备及导体等载流部分的

【作者简介】王永博(1989-),男,中国北京人,本科,工程师,从事铁路电力研究。

长期允许电流，高压电容器不应小于电容器额定电流的 1.35 倍，低压电容器不应小于电容器额定电流的 1.5 倍。电容器组应装设放电装置，是电容器组两端的电压从峰值（ $\sqrt{2}$ 倍额定电压）降至 50V 所需的时间，高压电容器不应大于 5min；低压电容器不应大于 1min。高压电容器组宜接成中性点不接地星形，容量较小时直接成三角形。低压电容器组应接成三角形。高压电容器组应直接与放电装置连接，中间不应设置开关或熔断器。低压电容器组和放电设备之间，可设自动接通的接点。

电容器组应装设单独的控制和保护装置，当电容器组为提高单台用电设备功率因数时，可与该设备共用控制和保护装置。单台高压电容器应设置专用熔断器作为电容器内部故障保护，熔丝额定电流宜为电容器额定电流的 1.5~2.0 倍。当电容器装置附近有高次谐波含量超过规定允许值时，应在回路中设置抑制谐波的串联电抗器。电容器的额定电压与电力网的标称电压相同时，应将电容器的外壳和支架接地。当电容器的额定电压低于电力网的标称电压时，应将每相电容器的支架绝缘，其绝缘等级应和电力网的标称电压相配合。室内高压电容器装置宜设置在单独房间内，当电容器组容量较小时，可设置在高压配电室内，但与高压配电装置的距离不应小于 1.5m。低压电容器装置可设置在低压配电室内，当电容器总容量较大时，宜设置在单独房间内。

安装在室内的装配式高压电容器组，下层电容器的底部距地面不应小于 0.2m，上层电容器装置顶部到屋顶净距不应小于 1.0m。高压电容器布置不宜超过三层。

电容器外壳之间（宽度）的净距不应小于 1.0m。电容器的排间距离，不宜小于 0.2m。装配式电容器组单列布置时，网门与墙距离不应小于 1.3m；当双列布置时，网门之间距离不应小于 1.5m。成套电容器柜单列布置时，柜正面与墙面距离不应小于 1.5m；当双列布置时，柜面之间距离不应小于 2.0m^[2]。

2.3 无功补偿的实现方式

第一，补偿点宜少。一般而言，多点补偿的降损效果要比单点补偿得好些，但多点补偿的安装费用和维护量都随补偿点的增多而成正比增长。所以，一条配电线路上宜采用单点补偿，不宜采用多点补偿。

第二，控制方式从简。杆上补偿不设分组投切，因为分组投切需要配置互感器这将增加维护量，加大投资，并影响电容器使用寿命。另外，要在配电线路负荷侧控制出线功率因数不易实现，而由电压或时间进行控制也不合理。当然，为避免补偿后因线路轻载产生过电压或过补偿等现象，程序应设置补偿容量上限约束，以保证在轻载时不至于过电压和过补偿的前提下，实现补偿地点和容量的最优化。

第三，补偿容量不宜过大。补偿容量太大将会导致配电线路在轻载时的过电压和过补偿现象。另外，杆上空间有限，太多的电容器同杆架设，既不安全，也不利于电容器散热。

建议按重载补偿后电源节点功率因数不超过 0.95 和轻载时功率因数达到 1 左右即可。

第四，接线宜简单。最好是每相只采用一台电容器装置，以降低整套补偿设备的故障率。对于谐波含量少的线路尽量不使用串联电抗器，以免引起电容器装置的过电压和减少电容器无功出力。

第五，保护方式也要简化。主要采用熔丝保护和氧化锌避雷器分别作为过流保护和过电压保护。

第六，防止电容器安装后产生谐振现象。

第七，并联电容器应与配电变压器同杆架设或就近架设，这样电容器可以配电变压器绕组为放电回路，在线路跳闸后或者自动重合闸时能迅速对配电变压器放电，有利于电容器安全运行。

2.4 电力电容器的选择

10kV 配电站其二次侧的电压为 0.4kV，其计算负荷为 800kW+650 k var，欲使其功率因数达到 0.95，需要进行无功补偿，根据设计思路选择的为 两组无功补偿，单个无功补偿单元对应补偿前的视在计算负荷，即：

$$S_c = \sqrt{(800/2)^2 + (650/2)^2} = 515\text{kVA}$$

功率因数，即：

$$\cos\phi = \frac{P_c}{S_c} = \frac{400}{515} = 0.78$$

确定无功补偿容量，即：

$$Q_{NC} = P_c(\tan\phi - \tan\phi') = 400 \times (\tan(\arccos 0.78) - \tan(\arccos 0.92)) = 189\text{k var}$$

选择电容器型号为：BSMJ0.44-20-3，此电容器的容量为：

$$q_{NC} = 20\text{k var}$$

需电容器组数为 $n = \frac{189}{20} = 9.45$ (取 10)，则每组电容器的容量为 189 k var，此时的视在计算负荷为

$$S_c = \sqrt{400^2 + (325 - 189)^2} = 420.0\text{kVA}$$

$$\frac{P_c}{S_c} = \frac{400}{420.0} = 0.952$$
，满足要求。

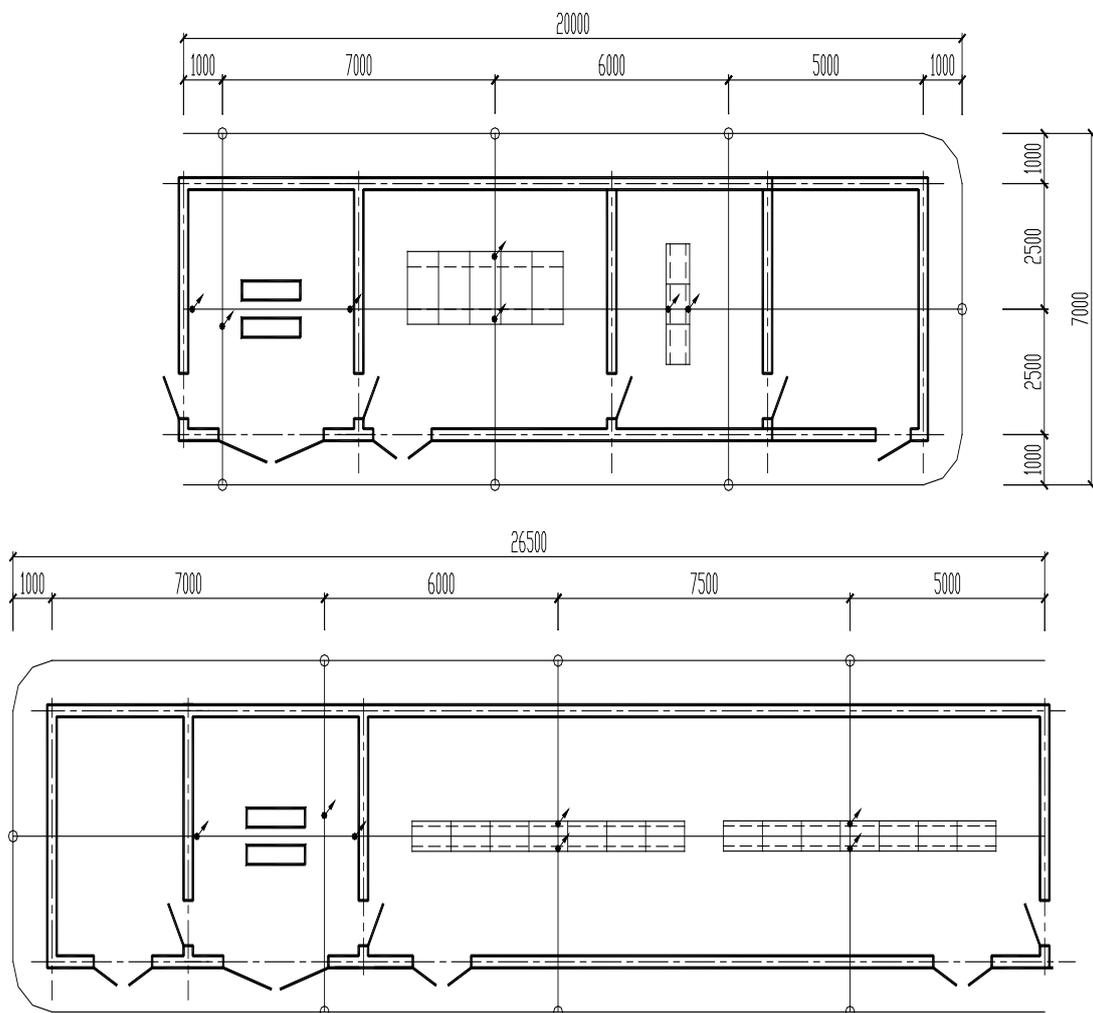
3 变电所的防雷保护、接地及过电压保护

3.1 避雷器的选择

10kV 侧避雷器选择用 HY5WZ 9-17/45 型避雷器，其技术参数见表 1。10kV 侧接地开关选用 JN15-12/31.5 型接地开关。

表 1 HY5WZ 9-17/45 型避雷器参数

型号	额定电压, kV	避雷器额定电压, kV	持续运行电压, kV	4 μ s 冲击电流, kA	雷电冲击电压, kV
HY5WZ 9-17/45	10.5	17	10	10	45



说明：①接地网埋设深度为0.8m；②接地线须与所有预埋铁件搭接焊接；③接地网连接点（含接地线）均采用搭接焊接搭接长度 $\geq 100\text{mm}$ 。

图1 接地布置图

3.2 接地网的布置

接地网布置见图1。

4 结语

研究和常规变电所具有重要的价值，其应用前景也极为广阔，中国在近一段时间内，由于经济快速、持续、稳定的发展，对电能需求量猛增，国家在电力建设上进行了大规模投资，在投资建设的过程中要求在保证电力系统供电的

可靠性和电力质量的基础上尽可能地减少投资，提高效益^[3]。

参考文献

- [1] 宋瑶.10kV配电网中低压无功补偿装置的设计与应用[J].水电水利,2019,3(11):57-58.
- [2] 李艳超.农村10kv供电线路电网无功补偿装置设计与研究[J].数码世界,2020,172(2):266.
- [3] F Dawalibi, W Xiong, J Ma.变电站及接地系统的暂态特性[J].IEEE期刊在工业的应用,1995,31(3):520-527.