

[配电线路]

基于配电线路末端分布式补偿的三相不平衡调节装置设计分析

文/马海龙
大庆油田电力运维分公司

电网技术人员需要采取体系化、规范化和标准化的控制管理措施，对配电线路末端分布式各相结构进行有效调整、分析和把控，及时评估三相不平衡调节装置的运行功耗，完成精细化的分析控制。对三相不平衡调节装置的结构、危害进行简要分析，优化装置系统结构、整体布局及细节布局，旨在提高整个配电网系统的综合运作水平和效率。

当前，企业配电网线路末端经常存在严重的三相不平衡现象，要有效地解决三相不平衡问题，需要结合智能化技术及开关技术，以保证台区整体正常高效运作。但由于现阶段所使用的各类自动化软硬件系统无法实时高效地完成对三相不平衡问题的调整控制，并且调整控制的时间间隔也相对较长，在此期间极易导致相关事故的影响范围扩大，存在严重的安全隐患。此外在安装管理过程中也面临较大的工程量。随着电子科学技术的快速发展，有源补偿技术的使用较为常见，主要是将补偿装置安装在配电变压器0.4 kV一侧，帮助变压器达到三相平衡，但是在此期间仍存在部分线路电流不平衡的现象，给整个配电系统的运作带来较大的线损影响。要想实现对三相不平衡问题的高效管控以及对配电线路末端分布式结构的优化改善，需要使用三相不平衡微型装置。该装置具备一体化的结构功能，可结合电力电子技术将线路负荷有效地分配到末端区域，达成三相平衡的管控状态。通过实时高效的检测分析，结合有效的调整控制措施，保证整个系统满足三相负荷的运行标准，使整个台区的线路负荷电流达到一个相对均衡的状态，同时使线路中的线损、耗损得到有效控制。

三相不平衡的机理及危害分析

配电线路的末端分布式补偿三相不平衡调节装置的设计管控，完成对整体结构的布局设计之后，需要对其中的技术细节和技术背景进行高效控制。在对当前新型电力系统调节装置的布局优化过程中，使用三相不平衡补偿系统具备较大的现实意义，主要是在低压供电技术领域实现有效的负荷调节控制。需要严格参照架空配电线路以及设备运行规程，对配电变压器负荷电流不平衡度进行严格控制，将浮动值控制在15%以下，如果大于此标准，则应当做好高质量的单相负荷调整。通过细致深入的分析看出，当前导致三相不平衡的因素包含：首先，新的变电台区运行中无法对负荷进行准确有效的估算分析，未对单相负荷进行科学合理分配，致使出现三相不平衡问题，另外单相用户用电存在各种各样的因素，比如存在大量不可控的增容；其次，线路进行控制管理过程中，由于线路标识不清晰、不合理，系统设置存在较大的疏忽，导致整个系统的线路分配不合理；再次，由于单相负荷存在大功率接入的情况，在短时间内产生较大的电流波动、电压波动，从而给三相不平衡问题带来严重的影响；最后，单相负荷的用电也存在相应的时间间隔性、周期性，且存在不同的时间性，如无法进行

实时高效的检测分析,则导致三相不平衡问题。

三相不平衡给电力系统带来的影响较为明显,比如:配电变压器的有效输出功率大幅度降低,变压器的利用效率大幅度下降,增加电能损耗,同时,变压器系统过热被烧毁;当零序电流过大时,零线损毁,电器损坏;电压过高时,用户端电器设备的使用寿命降低,三相电动机损毁;三相电动机的用电设备效率降低浪费大量的电能,整个体系无法正常运转。总之,三相不平衡问题带来严重的电能损耗,供电品质大幅度降低,供电服务的质量下降。

配电线路末端分布式补偿的三相不平衡调节装置

现阶段,在线路的末端各个负荷分支处安装使用分布式补偿装置较为常见,可直接调节管控三相不平衡问题,对用户的用电负荷情况进行有效测量

分析。主要是通过检测负荷中每个谐波电流,评估其中的三相电流无功功率及相应的三相电压有功功率,实现对各项理化参数的有效管控。另外,通过自动化、信息化的分析,对其中的电流谐波畸变率进行有效测量,完成对功率因数的高效计算分析,再对三相不平衡问题进行有效控制。具体来说,需要参照计算结果制定出更加科学合理的决策及控制机制,参照外部环境温度及线路当前的运行工况,结合电能质量,明确三相不平衡调整管控的容量,结合无功功率分布式补偿等不同的管控模式,实现对三相不平衡的有效调节、管控。宏观层面上,整个分布式补偿三相不平衡调节系统包含较多的功能组成部分,如图1所示,在10 kV及0.4 kV处分别设置有相应的调控装置,同时涉及较多的分支负荷监控系统、监控体系,需结合分布式调节装置来实现对各分支负荷的有效把控,及时监测各分支负荷的实际状况,完成统筹分析、统筹控制,达成动态平衡。

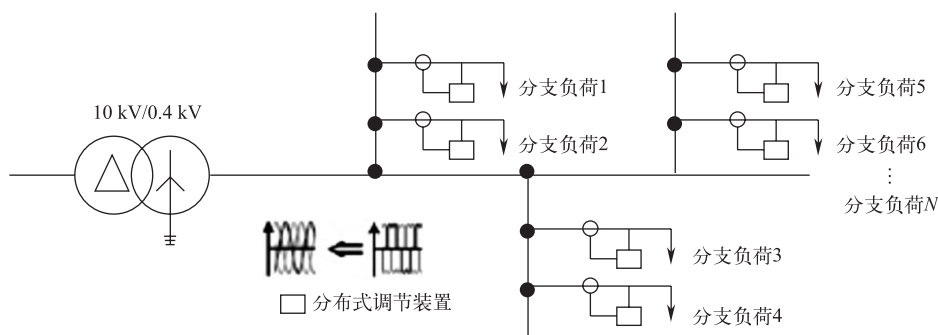


图1 系统整体结构

1. 整体布局

整体布局管控需要重点对各类信号源进行体系化控制。重点分析各分支结构的线路负荷状况,对分布式调节装置及各类输入输出单元进行高效控制,从整体层面完成综合控制。

分布式三相不平衡调节装置的使用较常见,主要是对整个体系中的控制单元、LC滤波、分布式补偿结构、不平衡负荷数据采集节点、开关及电频主电路进行体系化控制,通过对不平衡负荷进行高效分析和判断,评估电流平均值与负荷的最大电流的差值,结合相应的补偿容量完成有效的功率设计。在对功率进行管理控制的过程中,需要严格按照装置原理结构图,完成体系化布局,对无功电压及负荷的三相不平衡问题进行严格控制,对末端分支位

置进行实时高效的负载电流检测分析,及时评估是否达成平衡状态。另外,结合DSP对电流移动量进行有效分析,高效把控平衡状态下的各项参数,有效提取处理负荷电流中的谐波分量,结合IGBT开关的动作,借助PWM输出信号,结合控制变流器,实现高效化的转移控制,对方向相同、大小相等的电流进行有效并网处理,达成负荷端、终端的方向平衡状态。因此,分布式三相不平衡调节装置的整体布局优化,将数据采集单元所提供的各项数字信息传递给控制电路,结合电平电路进行高效率的计算分析,通过LC滤波完成调节控制,达成系统的平衡状态。另外也需要借助相应的接地开关,保证装置的运行安全,减少外部电能冲击所带来的不良影响。

2. 细节布局

三相不平衡问题进行统筹控制分析的,需优化完善细节部分,对细节功能中的模块结构进行高效把控,完成体系化、高效化的故障描述、故障分析,优化细节控制。合理设置分级控制、系统切换开关及相应的系统架构,参照系统功能模块的结构完成综合全面的布局。

现阶段配电线路末端分布式补偿三相不平衡调节设计管控,要有效管理控制信息变更和数据变更问题。技术优化管理要结合多个功能模块,建立起成熟完善的信息通信管理通道。实现对三相不平衡问题的高效调整,要结合电流互感器、发送器、切换箱和通信通道的使用,对每个切换箱所对应的用户群体进行实时高效的负荷监控、负荷切换,及时建立发送器与切换箱之间的通信通道。变电台区管理对三相输电线路进行实时高效的检测,将电流数据汇聚到发送器,由发送器对电流数据比较判断,对其中存在的方向不平衡问题有效管控,对负荷最低的相线进行有效平衡处理。切换箱在该过程中发挥着较大的作用。此外,通信通道管理控制结合电力有线通信及无线通信等不同的方式,通过高效测量、比较和分析完成电路的选相控制,完成对电路系统的定性化把控,实现对整个体系的高效描述、分析和判断。结合定时器电路控制电路开关的切换,完成有效的信息控制分析。管理过程中也需要对解码电路、分级控制电路和驱动电路进行合理设置,在切换箱内部完成各种电路线路的有效切换和把控,组合对应的切换开关,保证在收到解码器信息数据时,实现高效率的状态控制,提高控制管理品质和管控效率。另外,在管理管控活动中,也需要考虑成本问题和可靠性问题,尽可能在不影响用户正常用电的情况下完成三相不平衡电路的有效调

节。技术细节的把控应对切换箱进行高效设置,对其中的分级控制线路、继电器、内部电源和切换开关进行体系化设置,构建起相应的电路框架系统,构建成熟完善的拓扑结构,全方位地提高控制管理水平。切换箱电路如图2所示。

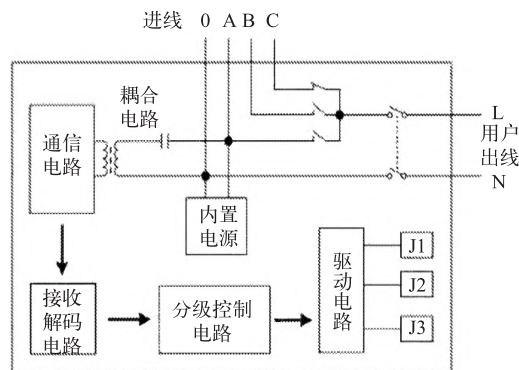


图2 切换箱电路

结束语

总体来说,当前配电线路末端分布式补偿三相不平衡调节装置的设计管控,需要分析整体结构的稳定性和可靠性,完善数据采集体系、数据处理体系及信息发送体系,保证整个系统的运作达到较为稳定的状态。EA

(收稿日期: 2023-01-06)

参考文献

- [1] 冯壮壮, 谷廷坤. 低效通信配电网的分布式电压控制[J]. 电气应用, 2021, 40(4): 8-15.
- [2] 吴善进, 夏澍, 雍耿飙. 基于三相不平衡的台区总表二次回路故障辨识方法[J]. 电气应用, 2022, 41(9): 78-84.

