



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203562784 U

(45) 授权公告日 2014. 04. 23

(21) 申请号 201320658307. 1

(22) 申请日 2013. 10. 24

(73) 专利权人 国家电网公司

地址 100033 北京市西城区西长安街 86 号

专利权人 国网浙江岱山县供电公司

(72) 发明人 贺伟军 虞伟 王立军 姜才军
戴浩斌

(74) 专利代理机构 杭州九洲专利事务所有限公
司 33101

代理人 翁霁明

(51) Int. Cl.

H02J 3/18 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

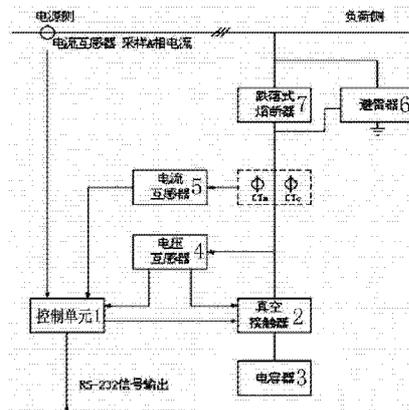
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 实用新型名称

10kV 线路的无功补偿装置

(57) 摘要

一种 10kV 线路的无功补偿装置, 它主要由控制单元, 真空接触器, 电容器, 电压互感器和电流互感器, 避雷器, 户外跌落式熔断器组成; 所述的控制单元包括一分别与能采集高压电网线电压信号的电压互感器、能采集线电流信号的户外电流互感器以及一组采集电容器电流信号的户内电流互感器相连的控制器, 该控制器通过控制回路分别与一组真空接触器相连并进而连接可完成投切动作的电容器; 它具有投资小、见效快、收益高、切实可行的、能较大幅度降低线损, 提高电能质量等特点。



1. 一种 10kV 线路的无功补偿装置, 它主要由控制单元, 真空接触器, 电容器, 电压互感器和电流互感器, 避雷器, 户外跌落式熔断器组成; 其特征在于: 所述的控制单元包括一分别与能采集高压电网线电压信号的电压互感器、能采集线电流信号的户外电流互感器以及一组采集电容器电流信号的户内电流互感器相连的控制器, 该控制器通过控制回路分别与一组真空接触器相连并进而连接可完成投切动作的电容器。

2. 根据权利要求 1 所述的 10kV 线路的无功补偿装置, 其特征在于: 在电容器投切回路中串接有可对装置进行短路保护的户外跌落式熔断器以及避雷器; 所述的电压互感器连接在高压电网的 B、C 相之间, 并为控制器和控制回路提供电源; 所述的户外电流互感器为一户外穿心式电流互感器, 它被置于高压电网的 A 相线路上获取线电流信号。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的 10kV 线路的无功补偿装置, 其特征在于: 所述的控制器为一能够进行信号采集处理和控制输出的、带有存储器的单片机, 所述的单片机通过两个继电器输出构成的控制回路连接真空接触器, 还分别连接有数码显示器, 操作键盘, 看门狗以及串行通信接口。

10kV 线路的无功补偿装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及的是一种 10kV 线路的无功补偿装置,属于电网的配置设备技术领域。

背景技术

[0002] 随着国民经济的迅速发展,城网、农网的用电量日趋增大,电网的供电质量越来越受到供电部门的重视。随着一期、二期电网改造完成,电网的供电质量得到很大改善和提高,但是还存在着功率因数偏低,无功补偿不合理、线损较大等问题。为此国家电网公司要求各级供电公司重视线损的管理,合理的补偿无功,提高功率因数,提高电网效益。

实用新型内容

[0003] 本实用新型的目的在于克服现有技术存在的不足,而提供一种能对线路中所分布的电力变压器消耗的无功功率进行补偿,从而减少上一级变电站对 10kV 线路的无功输送,提高配电线路的功率因数,达到在线路上降损节能效果的 10kV 线路的无功补偿装置。

[0004] 本实用新型的目的在于通过如下技术方案来完成的,它主要由控制单元,真空接触器,电容器,电压互感器和电流互感器,避雷器,户外跌落式熔断器组成;其特征就在于所述的控制单元包括一分别与能采集高压电网线电压信号的电压互感器、能采集线电流信号的户外电流互感器以及一组采集电容器电流信号的户内电流互感器相连的控制器,该控制器通过控制回路分别与一组真空接触器相连并进而连接可完成投切动作的电容器。

[0005] 本实用新型在电容器投切回路中串接有可对装置进行短路保护的户外跌落式熔断器以及避雷器;所述的电压互感器连接在高压电网的 B、C 相之间,并为控制器和控制回路提供电源;所述的户外电流互感器为一户外穿心式电流互感器,它被置于高压电网的 A 相线路上获取线电流信号。

[0006] 本实用新型所述的控制单元为一能够进行信号采集处理和控制输出的、带有存储器的单片机,所述的单片机通过两个继电器输出构成的控制回路连接真空接触器,还分别连接有数码显示器,操作键盘,看门狗以及串行通信接口。

[0007] 本实用新型能对线路中所分布的电力变压器消耗的无功功率进行补偿,从而减少上一级变电站对 10kV 线路的无功输送,提高配电线路的功率因数,达到在线路上降损节能效果;具有投资小、见效快、收益高、切实可行的、能较大幅度降低线损,提高电能质量等特点。

附图说明

[0008] 图 1 是本实用新型所述整体结构组成原理图。

[0009] 图 2 是本实用新型所述整体结构组成框图。

[0010] 图 3 是本实用新型所述控制器结构组成框图。

具体实施方式

[0011] 下面将结合附图对本实用新型做详细的介绍:图 1、2 所示,本实用新型主要由控制单元 1,真空接触器 2,电容器 3,电压互感器 4 和电流互感器 5,避雷器 6,户外跌落式熔断器 7 组成;所述的控制单元 1 包括一分别与能采集高压电网线电压信号的电压互感器 4、能采集线电流信号的户外电流互感器 5 以及一组采集电容器 3 电流信号的户内电流互感器 8 相连的控制器 11,该控制器 11 通过控制回路 12 分别与一组真空接触器 2 相连并进而连接可完成投切动作的电容器 3。

[0012] 本实用新型在电容器投切回路中串接有可对装置进行短路保护的户外跌落式熔断器 7 以及避雷器 6;所述的电压互感器 4 连接在高压电网的 B、C 相之间,并为控制器 11 和控制回路 12 提供电源;所述的户外电流互感器 5 为一户外穿心式电流互感器,它被置于高压电网的 A 相线路上获取线电流信号。

[0013] 图 3 所示,本实用新型所述的控制器 11 为一能够进行信号采集处理和控制输出的、带有存储器 14 的单片机 13,所述的单片机 13 通过两个继电器输出构成的控制回路 12 连接真空接触器 2,还分别连接有数码显示器 15,操作键盘 16,看门狗 17 以及串行通信接口 18。

[0014] 本实用新型能够实现分级投切,使得高压线路的无功补偿更加精细。众所周知,单组无功补偿装置不能做到精细补偿,而多组等容的装置虽能做到相对精细的补偿,但是其电容器的组数要多,每组电容器都要配备相应的开关和保护设备,这就大大增加了设备的成本,使节能降损的先期投入成本较大,也使节能降损的效益降低。如果使用不等容投切,就可大大减少设备成本,使用户的效益最大化。举例说明,要补偿 300kVar 的电容,级差为 100kVar,如果采用等容投切,就需要 3 台电容器和 3 台开关,而如果采用不等容投切,采用补偿一个 100kVar 和一个 200kVar 的方法,就只需要两台电容器和两台开关,这就节省了 1 台开关和 1 套保护装置的费用,并且减少了故障点。

[0015] 本实用新型采用真空接触器来投切电容器。真空接触器的触头由特殊材料制成,特别适合开断容性电流。

[0016] 本实用新型还可通过无线通讯模块、GPRS 或 CDMA 等通讯方式实现近程控制和遥测遥调。

[0017] 本实用新型可以将高低压元部件集成在各自的箱体,方便用户操作。

[0018] 本实用新型实施后有非常大的经济效益和社会效益,主要表现:

[0019] 1、降低电网中的功率损耗和电能损失,线路功率因数从 0.84 提升到 0.98,每度电按照 0.5 元计算,若按一年时间运行,计算出安装点 1 可节约费用为 4.6 万元,利用同样的计算方法,可计算出安装点 2 一年节省的费用为 4.7 万元,因此,在 10kV 竹山 012 线上加装无功补偿后,一年共节省的费用为 9.3 万元左右。

[0020] 2、提高设备的供电能力

[0021] 3、改善电能质量,提高 10kV 线路在用户侧的电压合格率

[0022] 4、优化 10kV 以上各级电网无功潮流,提高电的安全性和稳定

[0023] 5、由于供电质量的提高,可鼓励广大用户用电的积极性。

[0024] 实施例:

[0025] 10kV 柱上无功补偿装置,就是根据电网的实际状况,利用无功电源的补偿作用,实

现电压无功综合控制,对于提高电压合格率和降低网损有很大的作用。它采用并联电容器的方法,既能对 10kV 输电线路的无功损耗进行自动补偿,又能稳定线路电压。同时在利用了计算机网络和通讯技术之后,可实现对自动控制装置的远程监测和远程控制,从真正意义上提高了输配电系统的自动化,增加电力系统的经济效益。

[0026] 因此,在 10kV 线路上进行单点集中补偿的最佳位置是在负荷的集中点处,这样的补偿节电效率高;对于线路较长或分支较多,分支负荷较大,负载的自然功率因数较低的线路可采用多点补偿,补偿的位置确定可选择在负荷集中的多点。根据负荷的分布情况,为了能够合理有效的对线路进行补偿,10kV 竹山 012 线路宜采用多点进行分散补偿。

[0027] 安装点 1 暂选在主干线竹浦开关前的一个开关前端;安装点 2 悬在主干线竹浦开关至前一开关之间配变容量的三分之二处(具体位置详见图安装位置示意图),补偿的无功容量选择在平时负荷的基础上留有余量,根据补偿的无功容量大小选择补偿方式。

[0028] 10kV 线路上的无功补偿主要是对线路中所分布的电力变压器消耗的无功功率进行补偿,从而减少上一级变电站对 10kV 线路的无功输送,提高配电线路的功率因数,达到在线路上的降损节能效果。

[0029] 因此,在 10kV 线路上进行单点集中补偿的最佳位置是在负荷的集中点处,这样的补偿节电效率高;对于线路较长或分支较多,分支负荷较大,负载的自然功率因数较低的线路可采用多点补偿,补偿的位置确定可选择在负荷集中的多点。根据负荷的分布情况,为了能够合理有效的对线路进行补偿,10kV 竹山 012 线路宜采用多点进行分散补偿。

[0030] 安装点 1 暂选在主干线竹浦开关前的一个开关前端;安装点 2 悬在主干线竹浦开关至前一开关之间配变容量的三分之二处(具体位置详见图安装位置示意图),补偿的无功容量选择在平时负荷的基础上留有余量,根据补偿的无功容量大小选择补偿方式。

[0031] 1). 经过统计,安装点 1 至安装点 2 后的配变总容量 3550kVA。

[0032] 线路的负载率按用户提供的最大电流计算:

$$[0033] \quad \eta = \frac{S'}{S} \times 100\% = \frac{\sqrt{3}UI}{S} \times 100\% = 43\%$$

[0034] 式中 S' : 线路实际的视在功率, kVA;

[0035] S : 线路总容量, kVA;

[0036] U : 变电站出口电压, kV;

[0037] I : 线路的最大电流, A;

[0038] 有功功率: $P = \eta \times S \times \cos \phi_1$

[0039] 式中 S : 安装点 1 到安装点 2 之间的总容量, kVA;

[0040] $\cos \phi_1$: 补偿前的功率因数

[0041] 补偿前功率因数以 0.84 计算,补偿后的功率因数达到 0.98,需要补偿的无功容量为:

$$[0042] \quad Q_c = P \times (\operatorname{tg}(\cos^{-1} \phi_1) - \operatorname{tg}(\cos^{-1} \phi_2))$$

[0043] 式中 $\cos \phi_2$, 补偿后的功率因数

[0044] 以上计算中所采用的计算数据都为额定电压 10kV 下的计算值,为了电容器的安全运行,现选用额定电压为 11kV 的电容器,则根据电容器安装容量与有效补偿容量之间的关系($Q_c = \omega C U^2$),可计算出安装点实际需要补偿的无功容量为 687kVar,实际补偿可以选

择 650kVar, 补偿方式为 : 静补 50kVar+ 动补 200kVar+ 动补 400kVar。

[0045] 2). 经过统计, 安装点 2 至线路末端后的配变总容量 3465kVA。

[0046] 线路的负载率按用户提供的最大电流计算 :

$$[0047] \quad \eta = \frac{S'}{S} \times 100\% = \frac{\sqrt{3}UI}{S} \times 100\% = 43\%$$

[0048] 式中 S' : 线路实际的视在功率, kVA ;

[0049] S : 线路总容量, kVA ;

[0050] U : 变电站出口电压, kV ;

[0051] I : 线路的最大电流, A ;

[0052] 有功功率 : $P = \eta \times S \times \cos \phi_1$

[0053] 式中 S : 安装点 2 到线路末端的总容量, kVA ;

[0054] $\cos \phi_1$: 补偿前的功率因数

[0055] 补偿前功率因数以 0.84 计算, 补偿后的功率因数达到 0.98, 需要补偿的无功容量为 :

$$[0056] \quad Q_c = P \times (\operatorname{tg}(\cos^{-1} \phi_1) - \operatorname{tg}(\cos^{-1} \phi_2))$$

[0057] 式中 $\cos \phi_2$, 补偿后的功率因数

[0058] 以上计算中所采用的计算数据都为额定电压 10kV 下的计算值, 为了电容器的安全运行, 现选用额定电压为 11kV 的电容器, 则根据电容器安装容量与有效补偿容量之间的关系 ($Q_c = \omega C U^2$), 可计算出安装点实际需要补偿的无功容量为 670kVar, 实际补偿可以选择 550kVar, 补偿方式为 : 静补 50kVar+ 动补 200kVar+ 动补 300kVar。

[0059] 图 1 所示, 控制柜内装有两台高压电容器和高压真空接触器, 通过单片机控制高压真空接触器的开合, 完成投切动作。采用高压熔断器为电容提供保护。PT 采样高压电网的 B、C 相之间的线电压, 除了提供电压信号, 还为控制器和控制回路提供电源。CT 采样线电流, 为控制器提供电流采样信号。CT1-CT4 采样电容器电流, 电容器的过流保护和缺相保护提供硬件支持。控制器将采集到的线电压、线电流、电容器电流的信号进行分析、计算, 经过判断, 输出控制信号, 控制真空接触器关合和开断。

[0060] 图 2 所示, 本实用新型主要由控制单元、真空接触器、电容器、电压互感器和电流互感器、避雷器、户外跌落式熔断器等七部分组成 ; 控制单元根据电压互感器和电流互感器的实时数据进行处理和判断, 控制电容器的投切。真空接触器接收和执行来自控制单元的指令, 完成电容器的投切动作。户外跌落式熔断器对装置进行短路保护, 一旦装置有短路故障, 跌落式熔断器立刻跳开, 防止对装置和线路造成损害。

[0061] 图 3 所示, 本实用新型采用单片机作为信号采集处理和控制输出的核心, 通过新型的智能电表芯片对电压、电流进行采集, 经单片机运算处理后, 控制两个继电器的输出以实现电容器的投切。实现了 10 分钟保护、过流保护、缺相保护、延时保护等多种保护功能, 使得系统工作更加稳定有效。

[0062] 在单片机软件设计中采用了结构化和模块化的设计方法。初始化程序中, 除了对寄存器赋值, 还要读取 E2PROM 中的数据判断电容器在上次掉电前是否发生故障, 如存在故障则不进行控制。单片机采样数据, 是从测量芯片中读取计算好的电压、电流、有功等有效数据。为保证电容器切后充分放电, 设计了 10 分钟保护函数, 在此间不进行控制。在程序设

计时,侧重电容器的保护,实现的保护功能有:欠压保护、过压保护、过流保护和缺相保护,从软件上保证了装置的安全运行。

[0063] 本实用新型的选型:

[0064] (1) 根据具体线路合理选择安装点;

[0065] (2) 根据负荷性质选择合适的电抗率;

[0066] (例如线路中有整流变、中频炉、变频器、闸机等非线性负荷时,装置必须匹配合适的电抗率)原则如下:

[0067] 电抗率的选择,应使装置接入处 n 次谐波含量和电容器上 n 次谐波值均不超过有关标准规定的限值。

[0068] 当仅需要限制合闸涌流时,宜选用电抗率为 $0.1\% \sim 1\%$ 的阻尼电抗器。

[0069] 为抑制 5 次及以上谐波放大,宜选用电抗率为 $4.5\% \sim 6\%$ 的电抗器;抑制 3 次及以上谐波放大,宜选用电抗率为 $12\% \sim 13\%$ 的电抗器。

[0070] (3) 合理确定补偿容量和级数;

[0071] 级数的选择要根据电容器的容量和当地负荷的变化情况来定。当无功缺额较大,变化较大时,如果选择单级的投切方式,补偿就显得不够精细,投切次数少,利用率低,节能效果不好。这时选择多级的投切方式就能起到更好的补偿效果;而无功缺额较小,变化也相对较小时,单极的投切方式就能够满足无功补偿的需要。

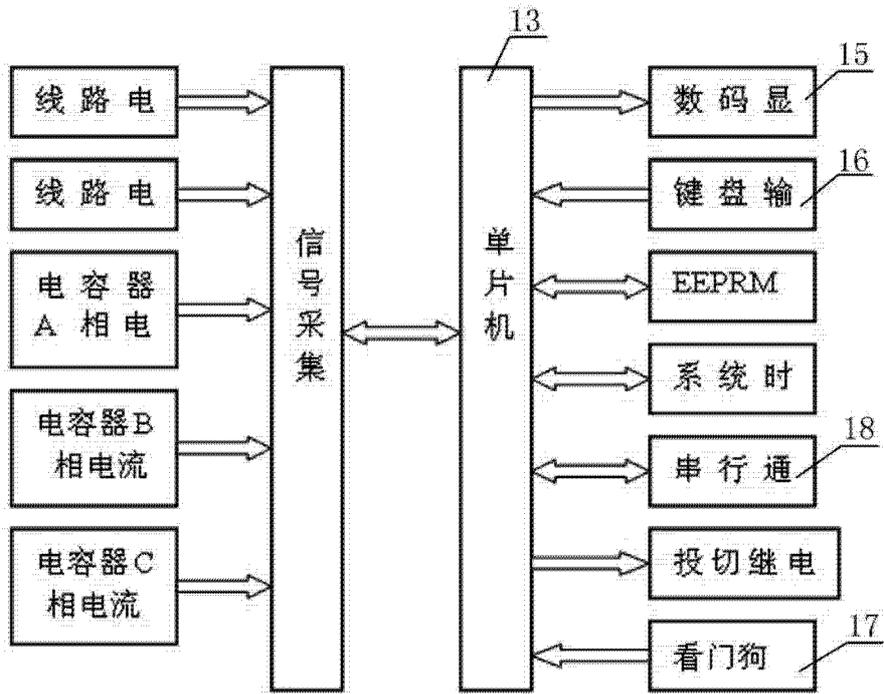


图 3