(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209675947 U
(45)授权公告日 2019.11.22

(21)申请号 201920659252.3

(22)申请日 2019.05.09

(73)专利权人 浙江朗松智能电力设备有限公司
地址 314500 浙江省嘉兴市桐乡市经济开发区二期工业区A-02地块11幢标准厂房533室

(72)发明人 陈龙 李磊 李大鹏

(74)专利代理机构 杭州斯可睿专利事务所有限公司 33241
代理人 戚正云

(51)Int.Cl.
H02J 3/18(2006.01)
G01D 21/02(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

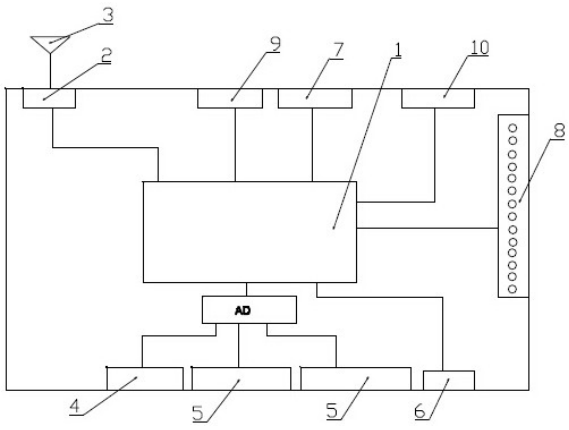
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)实用新型名称

一种无功补偿控制装置

(57)摘要

本实用新型涉及电力设备领域，尤其是一种无功补偿控制装置，包括无线射频模块、天线、MCU控制器、三相电压采集电路、2组三相电流采集电路、电容投切电路、报警输出电路、温度控制电路，其中MCU控制器分别与三相电压采集电路、三相电流采集电路、电容投切电路、报警输出电路、温度控制电路进行连接。本实用新型所得到的一种无功补偿控制器，具有电容器无线测温和容值检测。



CN 209675947 U

1.一种无功补偿控制装置，其特征是：包括无线射频模块、天线、MCU控制器、三相电压采集电路、2组三相电流采集电路、电容投切电路、报警输出电路、温度控制电路，其中MCU控制器分别与三相电压采集电路、三相电流采集电路、电容投切电路、报警输出电路、温度控制电路进行连接，所述的三相电压采集电路直接与电网三相电源连接，用于检测电网三相电压，其中一组三相电流采集电路用于检测电网电源侧总电流，另一组三相电流采集电路用于检测电容柜总电流；在电容柜内部的电容器上设置有无线测温模块，无线测温模块发射的信号通过天线和无线射频模块输送至MCU控制器。

2.根据权利要求1所述的一种无功补偿控制装置，其特征是：还包括按键、液晶显示屏，其中按键用于对MCU控制器内部参数进行设定，液晶显示屏用于显示MCU控制器接收及输出的参数。

一种无功补偿控制装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及电力设备领域，尤其是一种无功补偿控制装置。

背景技术

[0002] 目前我国的电力系统的规模日益扩大，各种电气设备工作所需要的无功功率也在不断增加，电容器作为无功补偿装置的核心元器件，可以起到提高功率因数，改善电压质量，降低线路损耗，提高系统或变压器的输出功率，减少电压波动，达到系统稳定运行目的，是电力系统安全运行的重要保障。但由于电网运行状况复杂，冲击性设备、非线性设备等设备运行导致电压波动、闪变、谐波。电容器在长期运行过程中，电压波动、闪变、过压、谐波使电容器过负荷运行，电容器介质中的附加有功损耗加大，这部分损耗表现为发热，使得电容器运行温度升高。电容器对温度很敏感的，当电容器的温度过高时，很容易造成电容器的热击穿，过电压、过电流进一步加速破坏电容器的绝缘性能。有的电容器使用环境恶劣，加上夏天室内空气湿热，电容器正常运行产生的热量不能及时有效的散发，使得电容器外壳表面散热的动态平衡被破坏，导致电容器运行中温度上升较快，从而加速了电气设备绝缘介质的老化速度，电容器的绝缘介质会因为长期处在高场强和高温下运行，导致介质损耗增加，导致介质击穿，使得电容器温度升高，容值衰减。

[0003] 电容器投入运行后，容值不断的衰减，有可能电容器内部温度过高。而现有低压无功补偿控制器只有电容投切，不能检测每个控制输出电容器温度，不能检测电容器容值。电容器容值测量一般靠定期通过专用仪器一台一台单独测量电容器容值，非常费时费力。电容器过热保护方法是采用额外的温度控制器测量电容器外壳温度，温度控制器输出回路与电容器投切开关控制回路串联，而温度控制器输出回路较少，因此需要大量的线缆，电容器测温点也有限。

实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的是为了解决上述技术的不足而提供一种具有电容器无线测温和容值检测的无功补偿控制器。

[0005] 为了达到上述目的，本实用新型所设计的一种无功补偿控制装置，包括无线射频模块、天线、MCU控制器、三相电压采集电路、2组三相电流采集电路、电容投切电路、报警输出电路、温度控制电路，其中MCU控制器分别与三相电压采集电路、三相电流采集电路、电容投切电路、报警输出电路、温度控制电路进行连接，所述的三相电压采集电路直接与电网三相电源连接，用于检测电网三相电压，其中一组三相电流采集电路用于检测电网电源侧总电流，另一组三相电流采集电路用于检测电容柜总电流；在电容柜内部的电容器上设置有无线测温模块，无线测温模块发射的信号通过天线和无线射频模块输送至MCU控制器。

[0006] 还包括按键、液晶显示屏，其中按键用于对MCU控制器内部参数进行设定，液晶显示屏用于显示MCU控制器接收及输出的参数。

[0007] 一种使用上述无功补偿控制装置进行电容投切的方法，在MCU控制器在投入运行

前，通过按键设定电容投切回路每组电容器的容量及电容器外壳温度过温超限保护值；MCU控制器运行时实时采集电网三相电压、电网侧总电流、电容柜总电流，计算出系统功率因数，所需无功功率，MCU控制器采用优化循环控制算法控制相应电容投入运行，无线射频模块与电容器无线测温模块通过天线进行通信，电容器的无线测温模块周期性检测电容器外壳顶部温度后将电容器温度发送给MCU控制器，当电容器温度超过设定上限值，MCU控制器切断该电容回路并输出报警，对电容器进行降温，然后投入其他电容器。

[0008] 当给电容器两端施以正弦交流电压时，它发出的无功功率称为无功容量。低压无功补偿控制器可根据公式Q＝UI和C＝Q/2πfU^2(Q为无功功率，U为电容器两端电压、I电容器电流、f为电网频率，其中U，I，f为本控制器实际测量)，从投入第1次电容器开始记录投入前电容柜总容值Ci和投入后电容柜的总容值Ca，通过投切前后实时计算的电容柜总容值差值Cnn＝Ca-Ci(n＝1，2，3-18，n为投切回路的第n组)来计算投入第n组电容器的容值Cnn。电容器容值衰减率α＝(Cn-Cnn)/Cn与10％(电容器失效国家标准容值偏差值)相比较，判断电容器是否达到了失效状态。当无功补偿控制器检测到电容器容值衰减值超过电容器行业相关标准，控制电容器退出运行。

[0009] 低压无功补偿控制器实时检测电容柜的总电流，当系统过压、谐波导致电容器电流一段时间持续超过电容器电流保护限值，同时电容器温度急剧上升，或者电容器容量衰减比较严重，低压无功补偿控制器可及时切断相应电容投切回路，保护电容器，让电容柜运行更安全。

[0010] 本实用新型所得到的一种无功补偿控制器，其具有以下优点：

[0011] 无功补偿控制器通过无线射频模块与电容器无线测温模块之间无线通信连接，可实时检测每只电容器温度，过热自动切断电容器运行，延长电容器使用寿命，也克服传统有线测温需要大量电缆，接入温度传感器数量限制。

[0012] 无功补偿控制器实时检测电容柜电流，当电容器电流过大，可切除电容器运行，避免电容器长时间过载运行，避免电容器谐振发生，使电容柜运行更安全。

[0013] 无功补偿控制器具有检测电容器容值功能，电容器运行过程中，容值不断的衰减，当电容器容值衰减严重，或者电容器投切回路出现故障，可自动禁止电容器投入运行并报警，这样可以帮助维护检修人员，快速查找故障电容器及评估电容器使用寿命。

[0014] 无功补偿控制器具有电容器温度和容值检测功能，减少了加装温度控制器，容值检测设备购买成本，也减少了电缆接线、安装成本，同时由无功补偿控制器统一控制，避免传统的温度控制器，无功补偿控制器，容值测试设备各自工作的可靠性降低。

附图说明

[0015] 图1为本实用新型的使用电气原理框图；

[0016] 图2为本实用新型的控制结构示意图。

具体实施方式

[0017] 下面通过实施例结合附图对本实用新型作进一步的描述。

[0018] 实施例1：

[0019] 如图2所示，本实施例描述的一种无功补偿控制装置，包括无线射频模块2、天线3、

MCU控制器1、三相电压采集电路4、2组三相电流采集电路5、电容投切电路9、报警输出电路8、温度控制电路10，其中MCU控制器1分别与三相电压采集电路4、三相电流采集电路5、电容投切电路9、报警输出电路8、温度控制电路10进行连接，所述的三相电压采集电路4直接与电网三相电源连接，用于检测电网三相电压，其中一组三相电流采集电路5中设置电网电源侧的电流互感器用于检测电网电源侧总电流，另一组三相电流采集电路5中设置电容柜侧电流互感器用于检测电容柜总电流；在电容柜内部的电容器上设置有无线测温模块，无线测温模块发射的信号通过天线3和无线射频模块2输送至MCU控制器1。

[0020] 还包括按键6、液晶显示屏7，其中按键6用于对MCU控制器1内部参数进行设定，液晶显示屏7用于显示MCU控制器1接收及输出的参数。

[0021] 如图1所示，一种使用上述无功补偿控制装置进行电容投切的方法，在MCU控制器在投入运行前，通过按键设定电容投切回路每组电容器的容量及电容器外壳温度过温超限保护值；MCU控制器运行时实时采集电网三相电压、电网侧总电流、电容柜总电流，计算出系统功率因数，所需无功功率，MCU控制器采用优化循环控制算法控制相应电容投入运行，无线射频模块与电容器无线测温模块通过天线进行通信，电容器的无线测温模块周期性检测电容器外壳顶部温度后将电容器温度发送给MCU控制器，当电容器温度超过设定上限值，MCU控制器切断该电容回路并输出报警，对电容器进行降温，然后投入其他电容器。

[0022] 上述三相电压检测电路与三相电流检测电路分别将三相电压、三相电流采集到的模拟信号经AD转换成数字信号给MCU控制器，MCU控制器采用DFT算法快速计算出电网三相的功率因数、有功功率、无功功率，频率等电参量。

[0023] 当给电容器两端施以正弦交流电压时，它发出的无功功率称为无功容量。用如下公式表示(其中Q为无功功率，U为电容器两端电压，I为流入电容器电流，ω为角频率，C为电容器容值，Xc为电容器容抗，f为电网频率，π为常数3.141592654)：

[0024] Q＝UI，Q＝U2ωC(欧姆定律)，Q＝U2/Xc＝2πfCU^{2}由此可推出电容器容值C＝Q/2πfU^2＝I/2πfU。

[0025] 一种具有电容器无线测温和容值检测的无功补偿控制装置与电容柜电流互感器相连，无功补偿控制器检测电容柜总电流，该电流主要是容性无功基波电流和谐波电流，把电流按周期性函数I＝x(t)＝x(t+KT)，式中T为周期，k取整数值，$f=\frac{1}{T}$，f为电力系统的频率$w=\frac{2\pi}{T}$，是系统的角频率；它可以用傅立叶级数展开成：

[0026] $I=x(t)=A_0+\sum_{n=1}^{\infty}A_n\cos(nwt)+B_n\sin(nwt)$，(其中，A0为直流分量；n为谐波的次数)

[0027] 实际测量电容柜电流时，FFT只能对时域宽度为有限长的信号进行变换，这毫无疑问是对无限长信号进行了截断处理，并且FFT变换所得的结果是所选采样区间基波频率的整数倍，由此产生的栅极效应和频谱泄漏自然会对谐波的测量带来误差，解决此类问题的常用办法是进行加窗以减少泄漏。由于电力信号主要含整数次谐波，余弦窗具有主瓣窄、旁瓣低、旁瓣幅值跌落速度快、在一定时有最小主瓣宽度等特点，只要选取观测时间是信号周期的整数倍，基频谱在各次整数倍谐波频率处幅值为零，谐波间泄漏误差较小，故选用海明窗的余弦窗：

[0028] $w_{hm}(n)=0.54-0.46\cos\frac{2\pi}{N-1}$,

[0029] 谐波信号加海明窗为：

[0030] $X_{hm}=X(nT_S)\times w_{hm}(n)$,n＝1,2,3,...,N-1,(式中X(nTs)为信号的采样序列,Ts为采样间隔,$w_{hm}(n)$为海明窗)

[0031] MCU控制器对电容柜电流信号经加窗后的采样序列应用FFT并进行插值算法可得到电网基本电流i,电网频率f,电网电压u,带入到容值计算公式C＝I/2πfU。电容柜的总容值C＝i/2πfu。

[0032] 无功补偿控制器投入工作前,需要设定各投切回路电容器的无功功率容量Qn(n＝1,2,3-18,控制器有18个投切回路),由电容器容值公式$C=Q/2\pi fU^2$可计算出电容器Qn对应的额定容值Cn(n＝1,2,3-18,控制器有18个投切回路)。低压无功补偿控制器工作时,根据功率因数和系统无功功率来控制电容器投切。

[0033] 低压无功补偿控制器可根据公式Q＝UI,$C=Q/2\pi fU^2$(U、I、f为控制器实际测量值),从第1次投入电容器开始记录投入前电容柜总容值Ci和投入后电容柜的总容值Ca,通过投切前后实时计算的电容柜总容值差值Cnn＝Ca-Ci(n＝1,2,3-18,n为投切回路的第n组)来计算投入第n组电容器的容值Cnn。电容器容值衰减率α＝(Cn-Cnn)/Cn与10％(电容器失效国家标准容值偏差值)相比较,判断电容器是否达到了失效状态。当无功补偿控制器检测到电容器容值衰减值超过电容器行业相关标准,控制电容器退出运行。

[0034] 无功补偿控制器周期性给电容器无线测温装置无线发送广播指令轮询各电容器实时温度,电容器无线测温装置接收到无功补偿控制器的指令后按照相应规则将电容器的温度数据无线发送给无功补偿控制器上的无线射频模块,无线射频模块将接收到的各电容器温度传给MCU控制核心。当电容器外壳温度超过设定的过温保护上限值,电容器无线测温模块立即将电容器温度等信息无线发送给无功补偿控制器,无功补偿控制器切除该过温电容器,让电容器退出运行,电容器逐渐冷却到目标下限值,然后无线测温模块将过热解除指令发给无功补偿控制器。

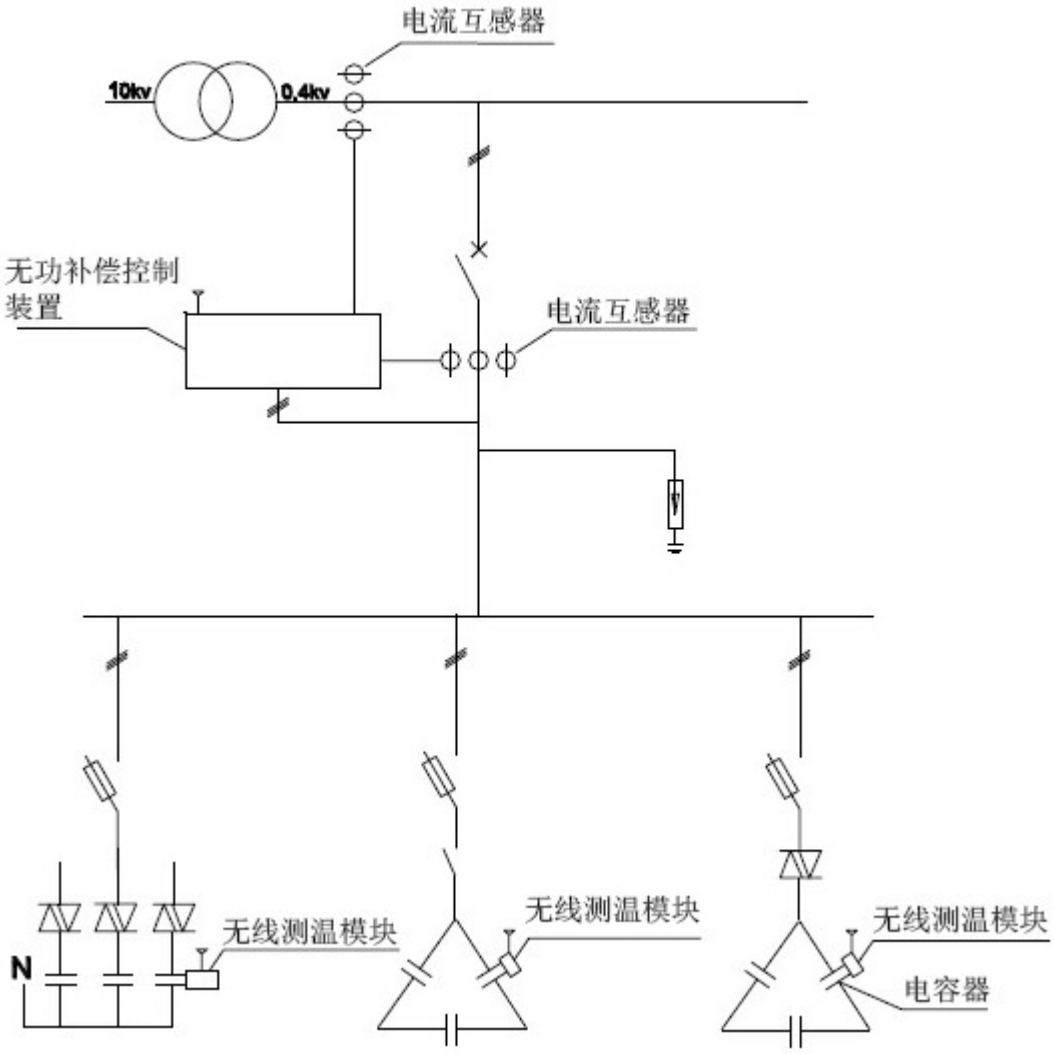


图1

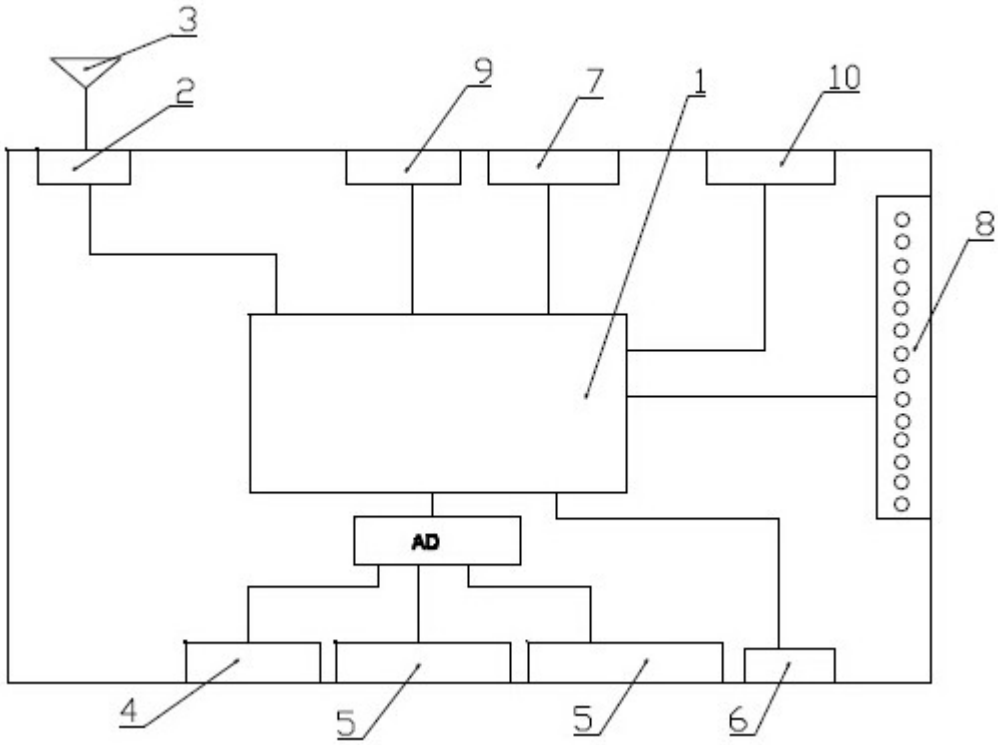


图2