

# 一种基于环网柜带电显示器二次取电核相装置的研制

赵习武 刘明 于镭

国网江西省电力有限公司上饶供电分公司 江西 上饶 334000

**【摘要】**为减少停电，提高供电可靠性，“手拉手”、“环网”供电已成为城市配网的基本网架模式，在计划检修、突发故障跳闸或负荷转移时理论上一次系统具备进行合环操作条件。在配网系统中，环网柜是各路电源间连接的主要设备，合环点基本也是选在环网柜进出线的某一个开关，要进行合环操作，合环点两侧的电压差和相位差必须满足规程的要求，但因环网柜结构紧凑，进出线开关下端无法安装线路PT，目前是通过环网柜内与电缆相连的A、B、C高压传感器将10kV高电压转换为二次电压，接入与其三相对应带电显示器输入端，由于输出的电压信号较弱且波动较大，难以作为是否具备合环的技术判据，为安全稳妥起见，目前主环网倒电源操作仍然采用“先停后送”的方式，造成线路短时间停电。本项目通过研制稳压式带电显示器装置，提供平稳的二次电压及其相位角数据。远程核相装置，利用通讯装置将信号传输到配电自动化主站，当配网要自动化系统对预同期的两回电源线路数据判断符合条件后，可实现配电主环网线路远方不停电倒负荷。

**【关键词】**环网柜；带电显示器；二次电压

**【DOI】** 10.12252/j.issn.2096-627X.2020.02.133

## 一、主要研究内容

### 1.1 主要技术内容

1、研制稳压式带电显示器，提供平稳的二次电压及其相位角数据满足核相所采样的电压需求；

2、研制远程核相盒，将核相信号传输到自动化主站，可实现远程合环功能；

### 1.2 主要技术难点

(1) 通过研制稳压式带电显示器装置，提供平稳的二次电压及其相位角数据。远程核相装置，利用通讯装置将信号传输到配电自动化主站，当配网自动化系统对预同期的两回电源线路数据判断符合条件后，可实现配电主环网线路远方不停电倒负荷。

(2) 智能动态核相装置基于卫星GPS定时，确定多个不同单元采集的电压及其相位角数据属于同一时段，保障数据一致性。

(3) 本项目研发技术融入主动配电网试点项目，利用现有DTU通讯装置及配

电自动化系统，可实现多条配电线路同时进行远程核相，为配电主环网线路不停电倒负荷提供技术支持。

(4) 本项目研制的稳压式带电显示器和远传核相装置小巧，采用端子直插方式相互组合，操作人员可以随身携带和重复使用，低成本小装置实现了“大功能”，解决了“大难题”。

## 二、主要技术经济指标

### 2.1 带电显示器装置

1、对于三相系统，一次电压在40%~100%UN有显示；电压小于15%UN无显示；

2、显示单元响应时间不超过1s。

### 2.2 动态低压核相装置

1、当线对地电压的相位差超过30°时，核相装置显示“相位关系错误”，如果相位差不超过10°时，则应显示“相位关系正确”；

2、当线对地运行电压处在 $UN/\sqrt{3} \pm 8\%$ 范围内，能正确判断相位关系；

3、当核相各连接点之间的运行电压差异达到5%，核相装置能正确显示；

4、核相装置通讯距离>300米

## 三、产品设计整体思路

1、设计稳压式带电显示器，满足从高压传感器回路精准测量二次电压幅值和相角的需求；采用串联多个电阻实现分压采样要求，将二次电压AC5V~AC110V的交流电压分压为0V~2.0V的交流低压信号，再经过电压跟随电路和RC滤波电路，送到MCU单片机的12bit采样回路，从而实现高精度、快

速的模数转换。

2、设计电路需要充分考虑高压传感器输出电压信号的差异性，力求满足所有规格的高压传感器输出能力。

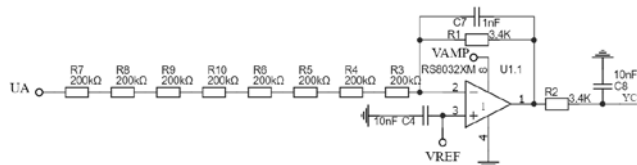


图1 采样测量电路设计

3、设计高精度测量需求的基准电源，并通过运放电路实现精准的可靠稳定。

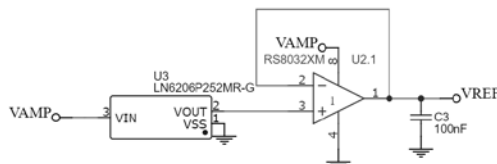


图2 基准电源电路设计

4、因局限于现场无PT环境的前提，产品需要设计超低功耗并使用后备电池工作，满足续航工作时间大于5年的设计标准。

5、带电指示器与远程核相终端之间，宜设计免布线方式，采用超低功耗无线433Mhz通讯模式；实现整个电房内所有带电指示器全覆盖自组网功能。

6、实现无线同步唤醒算法，以达到多个带电指示器与远程核相终端的精准同步时间，从而实现多路指示器的电压采集绝对同步。

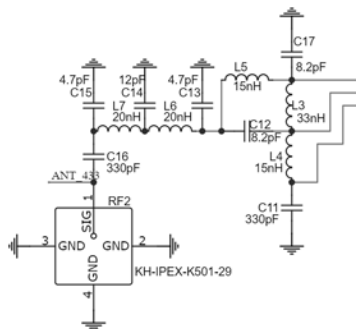


图3 无线通讯电路设计

7、远程核相终端设计高精度全球同步卫星时间，采用双模GPS/北斗卫星同步授时系统，高精度PPS秒脉冲机制及高精度低温票自守时方式，确保系统在执行同步核相时候的时钟精度小于100us，可实现远程合环功能。

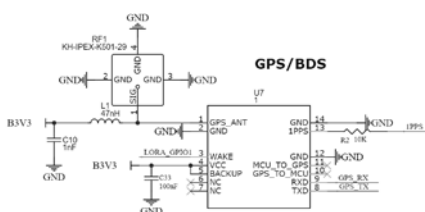


图4 GPS卫星同步电路设计

8、设计远程通讯功能，采用4G远程通讯模组配合专网APN通道，可对接配电自动化主站实现IEC101/IEC104通讯规约，实现遥测遥信数据（电压、角度）的主动上送和远程核相操作的遥控功能。

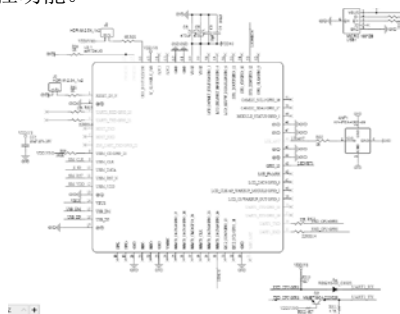


图5 远程4G模组电路设计

#### 四、产品功能特点

- 1、高精度电压、相位角测量功能：电压±1%；
- 2、相角±3%；宽范围电压测量功能：电压有效范围5V~110V；
- 3、轻便简洁的结构设计，满足各种柜子带电指示器的开口尺寸，方便直接替换现场带电指示器，保留带电指示器指示功能；
- 4、通过采集单元+高压核相仪，也可实现就地合环操作。根据操作任务需要，插入到环网柜对应2个回路的带电显示器面板孔中，通过高压核相仪比对电压差和角差，符合合环条件即可完成合环操作；
- 5、由PPS秒脉冲触发的多台带电指示器绝对时间同步，采用低功耗高精度无线全局唤醒功能，达到同步采样时间误差小于50us；
- 6、简洁面板及多功能按键的设计，方便现场运维及安装；
- 7、标准的电力通讯规约和电力专网的4G模组设计，方便后期对调配电自动化主站；
- 8、超低功耗的整机设计，长续航、长寿命，同时支持更换后备电池；
- 9、丰富的遥信遥测数据内容，让运维人员一目了然，清晰掌握全局动态；
- 10、远程核相终端宽电压设计，方便现场供电方式的直接接入；
- 11、采集单元可携带，并不一定要固定安装在某一柜子上，同时具备高精度定位系统，可实现设备定位。

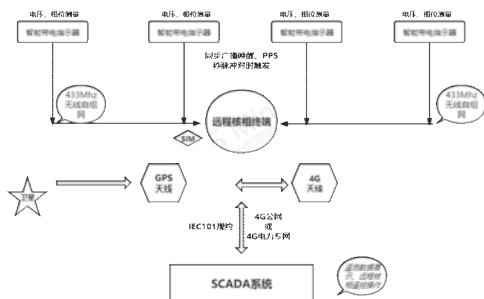


图6 系统组成图

#### 五、系统组成和网络

整体系统组成有：智能带电指示器、远程核相通讯终端、4G通讯天线、GPS/BD双模有源天线、SIM流量卡。

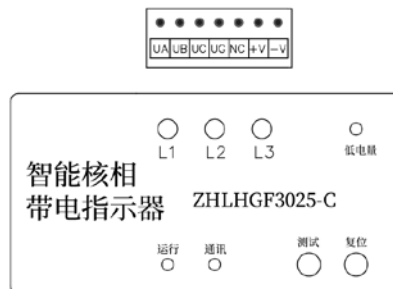


图7 带电指示器前后面板图



图8 远程核相装置后面板图

#### 六、远程组网途径

该系统组网采用本地433Mhz无线组网加远程4G公网/专网组网双结合方式，配合GPS/北斗定位授时模式，实现远程电压、相位角度的精准监测。并把相关数据和核相操作集成与配电自动化主站标准通讯规约中，方便统一远程操作及运维。

远程核相操作命令由IEC101规约的遥控指令实现，采用单点遥控方式，由配电自动化主站或云端平台发起遥控操作选择指令，遥控选择确认后，执行遥控命令并等待其确认并完成遥控结束命令。遥控完成后，可通过总召获取相关核相数据。

#### 七、操作说明

- 1、智能带电指示器：
  - a、运行灯：设备运行时闪烁。
  - b、通讯灯：设备与远程核相装置无线通讯时闪烁。
  - c、L1、L2、L3灯：分别代表A、B、C相有无电压，当按下测试键时，对应哪一相有电压，对应灯则会闪烁3次；无电压则不闪烁。
  - d、低电量灯：当按下测试键时，如电池电压小于2.8V，闪烁；大于2.8V 时则不闪烁。
  - e、当设备没有接三相电压时按下复位键，除低电量灯所有灯闪一次。
  - f、当设备接三相电压按下复位键，L1、L2、L3灯闪10次，除低电量灯其他灯闪一次。
- 2、智能多功能远程核相装置：
  - a、运行灯：设备运行闪烁。
  - b、网络灯：设备没有成功联网时，灯慢闪。设备成功联网后，灯快闪。
  - c、通讯灯：设备与带电显示器无线通讯时闪烁。

#### 参考文献

- [1] 邓海山. 电压互感器二次回路反馈电产生原因分析及对策[J]. 电工技术, 2018, 0 (3): 86-87.
- [2] 刘卫东. 电压互感器二次负荷对电压互感器计量绕组误差影响分析[J]. 电子元器件与信息技术, 2019, 3 (11): 20-22.