

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

G08C 17/02 (2006.01)

G08C 17/00 (2006.01)

G01R 23/16 (2006.01)

专利号 ZL 200710019772. X

[45] 授权公告日 2008 年 12 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 100446047C

[22] 申请日 2007. 2. 9

[21] 申请号 200710019772. X

[73] 专利权人 河海大学常州校区

地址 213022 江苏省常州市常澄路 5 号

[72] 发明人 张金波 胡 钢

[56] 参考文献

CN1046982A 1990. 11. 14

CN1142873A 1997. 2. 12

CN2634489Y 2004. 8. 18

CN2328015Y 1999. 7. 7

US20030164714A1 2003. 9. 4

JP6 - 201764A 1994. 7. 22

审查员 保蕴钜

[74] 专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理有限公司

代理人 林 倩

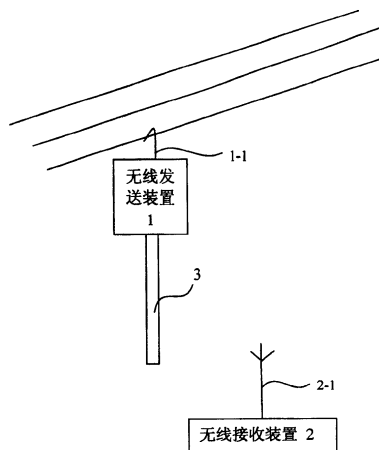
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称

电网谐波无线检测仪的电路装置及其工作方法

[57] 摘要

本发明涉及一种电网谐波无线检测仪的电路装置及其工作方法；该装置包括：用于通过场强法采集电网电压信号的无线发送装置和用于显示所测电网电压中谐波含量的无线接收装置；无线发送装置中，电极以接触或非接触方式靠近高压导线以采集高压电网电压；信号采集处理电路将所述高压电网电压通过场强法耦合检测电压；CPU 单元根据所述检测电压分析出电网电压中各次谐波的含量；发送模块将所述各次谐波的含量信息经调制后由电极发出；无线接收装置无线接收并显示模块显示所测电网电压中各次谐波的含量。 本发明不仅可以应用于基于场强法的高压电网谐波的无线检测上，还可应用于基于场强法的高压带电显示装置以及基于场强法的避雷器性能检测上。



1、一种电网谐波无线检测仪的电路装置，其特征在于：包括用于通过场强法采集电网电压信号的无线发送装置（1）和用于显示所测电网电压谐波含量的无线接收装置（2）；

无线发送装置（1）包括：电极（1-1）、信号采集处理电路（1-2）、第一CPU单元（1-3）和发送模块（1-4）；电极（1-1）与信号采集处理电路（1-2）的高压电网电压信号输入端相连；信号采集处理电路（1-2）的电网电压信号输出端接第一CPU单元（1-3）的检测电压信号输入端；第一CPU单元（1-3）的电压谐波信号输出端接发送模块（1-4）的调制信号输入端；发送模块（1-4）的调制信号输出端与所述电极（1-1）相连；无线发送装置（1）通过电极（1-1）挂设在高压被测导线上或与高压被测导线相靠近，以通过场强法采集高压电网电压；信号采集处理电路（1-2）用于将所述高压电网电压通过场强法耦合检测电压；第一CPU单元（1-3）根据所述检测电压分析出电网电压中各次谐波的含量；发送模块（1-4）将所述各次谐波的含量信息经调制后由电极（1-1）发送无线信号；

无线接收装置（2）包括：接收天线（2-1）、无线接收装置（2-2）、第二CPU单元（2-3）和显示模块（2-4）；接收天线（2-1）与无线接收装置（2-2）的信号输入端相连，无线接收装置（2-2）的解调输出端接第二CPU单元（2-3）的电压谐波信号输入端；第二CPU单元（2-3）的视频输出端接显示模块（2-4）；无线接收装置（2-2）通过接收天线（2-1）接收并解调来自无线发送装置（1）的无线信号，以获得所述各次谐波的含量信息，后送入第二CPU单元（2-3），最后通过显示模块（2-4）显示所测电网电压中各次谐波的含量。

2、根据权利要求1所述的电网谐波无线检测仪的电路装置，其特征在于：无线发送装置（1）还包括：驱动电路（1-5）和声光信号发生电路（1-6）；第一CPU单元（1-3）的声光信号控制输出端接驱动电路（1-5）的驱动控制输入端，驱动电路（1-5）的驱动控制输出端接声光信号发生电路（1-6）的控制信号输入端；第一CPU单元（1-3）通过驱动声光信号发生电路（1-6）以提示无线发送装置（1）是否工作正常。

3、根据权利要求2所述的电网谐波无线检测仪的电路装置，其特征在

于:无线发送装置(1)还包括:与第一CPU单元(1-3)的模拟电网电压信号输入端相连的频率可调方波发生器(1-7),用于产生工频基准方波信号,以在设备自检时模拟电网电压信号。

4、根据权利要求1或2所述的电网谐波无线检测仪的电路装置,其特征在于:信号采集处理电路(1-2)包括:电感线圈和采样分压电路;电极(1-1)与电感线圈相串联,采样分压电路与电感线圈相并联,用于在检测时对电感线圈两端的耦合电压进行采样分压,以获得所述检测电压并送入第一CPU单元(1-3)的检测电压信号输入端;

5、根据权利要求1或2所述的电网谐波无线检测仪的电路装置,其特征在于:信号采集处理电路(1-2)包括:电阻和采样分压电路;电极(1-1)依次串联电阻和采样分压电路,在检测时采样分压电路对电阻的耦合电压进行采样分压,以获得所述检测电压并送入第一CPU单元(1-3)的检测电压信号输入端。

6、上述电网谐波无线检测仪的电路装置的工作方法,包括如下步骤:

A、无线发送装置(1)通过电极(1-1)接触或靠近被测高压导线;

B、信号采集处理电路(1-2)将电极(1-1)采集的高压电网电压信号通过场强法耦合或成检测电压,并送入第一CPU单元(1-3)的检测电压信号输入端;

C、第一CPU单元(1-3)根据所述检测电压分析出电网电压中各次谐波含量的信息,后送入发送模块(1-4)的调制信号输入端;

D、发送模块(1-4)将所述各次谐波的含量信息经调制后由电极(1-1)发出无线信号;

E、无线接收装置(2)中,无线接收装置(2-2)通过接收天线(2-1)接收并解调来自无线发送装置(1)的无线信号,并获得所述各次谐波的含量信息;

F、第二CPU单元(2-3)获得所述各次谐波的含量信息,并通过显示模块(2-4)显示所测电网电压中各次谐波的含量。

7、根据权利要求6所述的电网谐波无线检测仪的电路装置的工作方法,其特征在于:在上述步骤C中,当第一CPU单元(1-3)根据所述检测电压分析电网电压中各次谐波含量的信息时,第一CPU单元(1-3)先连续采集所述检测电压的多个整周期波形并将这些波形信息存入第一CPU单元(1-3)

的缓冲存储器中；每采集一个整周期波形，第一CPU单元（1-3）就查看一次其缓冲存储器是否满，当此缓冲区满时即开始采用快速傅立叶变换对所述采集的多个整周期波形进行分析，并得出该电网电压中各次谐波的含量。

8、根据权利要求7所述的电网谐波无线检测仪的电路装置的工作方法，其特征在于：第一CPU单元（1-3）的声光信号控制输出端输出工作状态信号，经驱动电路（1-5）后控制声光信号发生电路（1-6），以提示无线发送装置（1）是否工作正常。

9、根据权利要求8所述的电网谐波无线检测仪的电路装置的工作方法，其特征在于：在上述步骤A-F之前，频率可调方波发生器（1-7）产生工频基准方波信号并送入第一CPU单元（1-3）的模拟电网电压信号输入端，以模拟电网电压信号进行设备自检；若声光信号发生电路（1-6）发出声光信号，则自检成功，无线发送装置（1）可工作正常；反之，则自检失败，无线发送装置（1）不能工作正常。

10、根据权利要求6所述的电网谐波无线检测仪的电路装置的工作方法，其特征在于：所述将电极（1-1）采集的高压电网电压信号通过场强法耦合检测电压的方法，包括：磁场耦合法和电场耦合法。

电网谐波无线检测仪的电路装置及其工作方法

技术领域

本发明涉及高压检测技术领域，特别是一种电网谐波无线检测仪的电路装置及其工作方法。

背景技术

随着电力电子技术的发展，电力电子装置带来的谐波问题对电力系统安全、稳定、经济运行构成潜在威胁，给周围电气环境带来了极大影响谐波被认为是电网的一大公害，同时也阻碍了电力电子技术的发展，因此，对电力系统谐波问题的研究已被人们逐渐重视。

谐波危害可以归结为：1) 消耗无功与增加线路损耗；2) 引起设备过载、降低设备绝缘等级、加速绝缘老化甚至引起火灾等；3) 降低负载工作性能(如使电机产生附加力矩等)；4) 影响计量准确度，影响继电保护等装置可靠运行；5) 对通信系统和计算机网络产生电磁干扰(EMI)等；6) 引起系统不稳定，危害电网安全运行。

电力系统谐波是指对周期性非正弦电量进行傅立叶级数分解，除了得到与电网基波频率相同的分量，还得到一系列大于电网基波频率的分量，这部分电量称为谐波。

目前高压电网线路上谐波检测通常采用检测变电站PT线端的电压的各次谐波含量来间接反映线路上的谐波情况，由于线路负载情况复杂，高压线路与变电站PT线端的谐波情况不完全相同，采用变电站PT线端的谐波情况这样不能真实反应高压线路上的谐波情况，为了准确测量高压电网线路上的谐波含量最好的方法是直接测量。

中国专利申请 89105302.6 公开了一种“电力系统谐波测量方法和测量仪”，中国专利申请 92106527.2 公开了一种“用电子计算机的电力谐波测量方法”，中国专利申请 98110414.2 公开了一种“电力系统谐波定量测量方法和测量仪”，中国专利申请 200310105446.2 公开了一种“测量工厂谐波的方法和测量仪”，这些测量装置都是采用有线方式进行电网谐波检测的，对于高压电网的检测，无法直接获得高压电网电压信号，上述现有技

术不宜采用。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是提供一种通过场强法直接获得高压电网电压的谐波信号且安全可靠的电网谐波无线检测仪的电路装置及其工作方法。

为解决上述技术问题，本发明的电网谐波无线检测仪的电路装置，包括用于通过场强法采集电网电压信号的无线发送装置和用于显示所测电网电压中谐波含量的无线接收装置；无线发送装置包括：电极、信号采集处理电路、第一 CPU 单元和发送模块；电极与信号采集处理电路的高压电网电压信号输入端相连；信号采集处理电路的电网电压信号输出端接第一 CPU 单元的检测电压信号输入端；第一 CPU 单元的电压谐波信号输出端接发送模块的调制信号输入端；发送模块的调制信号输出端与所述电极相连；无线发送装置通过电极挂设在在高压被测导线上或与高压被测导线相靠近，以通过场强法采集高压电网电压；信号采集处理电路用于将所述高压电网电压通过场强法耦合成检测电压；第一 CPU 单元可根据所述检测电压分析出电网电压中各次谐波的含量；发送模块将所述各次谐波的含量信息经调制后由电极发出无线信号；无线接收装置包括：接收天线、无线接收装置、第二 CPU 单元和显示模块；接收天线与无线接收装置的信号输入端相连，无线接收装置的解调输出端接第二 CPU 单元的电压谐波信号输入端；第二 CPU 单元的视频输出端接显示模块；无线接收装置通过接收天线接收并解调来自无线发送装置的无线信号，以获得所述各次谐波的含量信息，后送入第二 CPU 单元，最后通过显示模块显示所测电网电压中各次谐波的含量。

上述技术方案中，无线发送装置还包括：驱动电路和声光信号发生电路；第一 CPU 单元的声光信号控制输出端接驱动电路的驱动控制输入端，驱动电路的驱动控制输出端接声光信号发生电路的控制信号输入端；第一 CPU 单元通过驱动声光信号发生电路以提示无线发送装置是否工作正常。

上述技术方案中，无线发送装置还包括：与第一 CPU 单元的模拟电网电压信号输入端相连的频率可调方波发生器，用于产生工频基准方波信号，以在设备自检时模拟电网电压信号。

上述技术方案中，信号采集处理电路包括：电感线圈和采样分压电路；

电极与电感线圈相串联，采样分压电路与电感线圈相并联，用于在检测时对电感线圈两端的耦合电压进行采样分压，以获得所述检测电压并送入第一CPU单元的检测电压信号输入端；或信号采集处理电路包括：电阻和采样分压电路；电极依次串联电阻和采样分压电路，在检测时采样分压电路对电阻的耦合电压进行采样分压，以获得所述检测电压并送入第一CPU单元的检测电压信号输入端。

上述电网谐波无线检测仪的电路装置的工作方法，包括如下步骤：

A、无线发送装置通过电极挂设在被测高压导线上或与高压被测导线相靠近；

B、信号采集处理电路将电极采集的高压电网电压信号通过场强法耦合或检测电压，并送入第一CPU单元的检测电压信号输入端；

C、第一CPU单元可根据所述检测电压分析出电网电压中各次谐波含量的信息，后送入发送模块的调制信号输入端；

D、发送模块将所述各次谐波的含量信息经调制后由电极发出无线信号；

E、无线接收装置中，无线接收装置通过接收天线接收并解调来自无线发送装置的无线信号，并获得所述各次谐波的含量信息；

F、第二CPU单元获得所述各次谐波的含量信息，并通过显示模块显示所测电网电压中各次谐波的含量。

上述技术方案中，在上述步骤C中，当第一CPU单元根据所述检测电压分析电网电压中各次谐波含量的信息时，第一CPU单元先连续采集所述检测电压的多个整周期波形并将这些波形信息存入第一CPU单元的缓冲存储器中；每采集一个整周期波形，第一CPU单元就查看一次其缓冲存储器是否满，当此缓冲区满时即开始采用快速傅立叶变换对所述采集的多个整周期波形进行分析，并得出该电网电压中各次谐波的含量。

上述技术方案中，第一CPU单元的声光信号控制输出端输出工作状态信号，经驱动电路后控制声光信号发生电路，以提示无线发送装置是否工作正常。

上述技术方案中，在上述步骤A-F之前，频率可调方波发生器产生工频基准方波信号并送入第一CPU单元的模拟电网电压信号输入端，以模拟电网电压信号进行设备自检；若声光信号发生电路发出声光信号，则自检成功，

无线发送装置可工作正常；反之，则自检失败，无线发送装置不能工作正常。

上述技术方案中，所述将电极采集的高压电网电压信号通过场强法耦合检测电压的方法，包括：磁场耦合法和电场耦合法。

本发明具有积极的效果：（1）本发明将电网谐波检测装置分为两部分，即无线发送装置和无线接收装置，检测时，先将无线发送装置通过电极挂在高压导线上或与被测高压导线相靠近，便可进行检测；无线发送装置通过电极采集电网电压信号以分析出电网电压中各次谐波的含量，后将该各次谐波的含量信息调制后通过电极以无线信号发出；无线接收装置接收该无线信号，经解调后，即得到所述各次谐波的含量信息，最后通过显示模块显示。本发明的电网谐波检测装置在检测过程中，可以无线方式直接获得高压电网电压的谐波信号，故安全性高，可靠性好。（2）本发明中，无线发送装置中设有频率可调方波发生器，用于产生工频基准方波信号，以在设备自检时模拟高压电网电压信号，以及时判断该无线发送装置能否正常工作，如可检查无线通讯是否正常，进一步提高了本发明的安全性和可靠性。（3）本发明中，无线发送装置中采用声光信号发生电路，以在检测过程中判断该无线发送装置是否正常工作，进一步提高了本发明的可靠性。（4）本发明中，信号采集处理电路采用磁场耦合法和电场耦合法，结构简单，成本低廉，所采集得的检测电压无失真。（5）本发明的电网谐波无线检测仪在使用时，可手持无线接收装置观察检测结果，使用方便安全。（6）测量时，电极与被测高压导线相接触或不相接触，便于操作，安全方便；电极与被测高压导线不相接触时的间距为1-20cm，间距大小与被测电网电压的等级有关，电压越高，间距可以越大。（7）本发明还可以应用于基于场强法的高压带电显示装置以及基于场强法的避雷器性能检测装置上。

附图说明

图 1 为本发明的电网谐波无线检测仪用于高压电网谐波检测时的总体示意图；

图 2 为本发明的电网谐波无线检测仪中的无线发送装置的电路框图；

图 3 为本发明的电网谐波无线检测仪中的无线接收装置的电路框图；

图 4 为本发明的电网谐波无线检测仪用于低压电网谐波检测时的总体

示意图;

图 5 和图 6 为无线发送装置中的信号采集处理电路的两种电路原理图;

图 7 为本发明的无线发送装置中的 CPU 单元的程序流程框图。

具体实施方式

(实施例 1)

见图 1, 本实施例的电网谐波无线检测仪的电路装置包括: 用于场强法采集电网电压信号的无线发送装置 1 和用于手持显示所测电网电压中谐波含量的无线接收装置 2。

见图 2, 无线发送装置 1 包括: 电极 1-1、信号采集处理电路 1-2、第一 CPU 单元 1-3 和发送模块 1-4、驱动电路 1-5、声光信号发生电路 1-6 和频率可调方波发生器 1-7。

电极 1-1 为一金属导体, 该金属导体外表可以包裹绝缘层。电极 1-1 与信号采集处理电路 1-2 的高压电网电压信号输入端相电连接; 信号采集处理电路 1-2 的电网电压信号输出端接第一 CPU 单元 1-3 的检测电压信号输入端; 第一 CPU 单元 1-3 的电压谐波信号输出端接发送模块 1-4 的调制信号输入端; 发送模块 1-4 的调制信号输出端与所述电极 1-1 相电连接。

频率可调方波发生器 1-7 的工频信号输出端与第一 CPU 单元 1-3 的模拟电网电压信号输入端相连, 用于产生工频基准方波信号, 以在设备自检时模拟电网电压信号。只有当自检成功时, 才可进行高压电网线路谐波的检测。

第一 CPU 单元 1-3 的声光信号控制输出端接驱动电路 1-5 的驱动控制输入端, 驱动电路 1-5 的驱动控制输出端接声光信号发生电路 1-6 的控制信号输入端; 第一 CPU 单元 1-3 通过驱动声光信号发生电路 1-6 提示无线发送装置 1 是否工作正常。当无线发送装置 1 正常工作时, 声光信号发生电路 1-6 生成生光信号; 反之, 无生光信号生成。

见图 3, 无线接收装置 2 包括: 接收天线 2-1、无线接收装置 2-2、第二 CPU 单元 2-3 和显示模块 2-4。接收天线 2-1 与无线接收装置 2-2 的信号输入端相连, 无线接收装置 2-2 的解调输出端接第二 CPU 单元 2-3 的电压谐波信号输入端; 第二 CPU 单元 2-3 的视频输出端接显示模块 2-4, 以显示电网电压中各次谐波含量; 无线接收装置 2-2 通过接收天线 2-1 接收并解调来自无线发送装置 1 的无线信号, 以获得所述各次谐波的含量信息, 后送入第二 CPU 单元 2-3; 第二 CPU 单元 2-3 通过显示模块 2-4 显示所测电网电压中各次谐波的含量。

仍见图1,无线发送装置1上的电极1-1的顶部可以为全绝缘材料制成的弯曲部,也可以为导体,使用时通过绝缘操作杆3挂设于被测高压导线(或相靠近),以采集高压电网电压。电极1-1同时作为无线发送装置1的发射无线信号的天线。所述高压电网电压范围在0.6KV—500KV。

所述场强法包括磁场耦合法和电场耦合法。

当无线发送装置1采用磁场耦合法检测电网电压时,如图5,信号采集处理电路1-2包括:电感线圈L1和由电阻R1、R2构成的采样分压电路;电极1-1与电感线圈L1相串联,采样分压电路与电感线圈L1相并联,采样分压电路用于对电感线圈L1两端的耦合电压进行采样分压,以获得所述检测电压V1。检测时,所测高压导线周围的电磁信号在电感线圈L1上感应出电动势,该电动势经采样分压电路分压后得出所述检测电压V1,并送入第一CPU单元1-3的检测电压信号输入端。

当无线发送装置1采用电场耦合法检测电网电压时,如图6,信号采集处理电路1-2包括:电阻R3和采样分压电路即电阻R4;电极1-1依次串联电阻R3和R4,电阻R4用于对电阻R3的耦合电压进行采样分压,以在电阻R3和R4的接点处获得所述检测电压V1。检测时,所测高压导线周围的电场信号在电极1-1上感应出电荷,变换成电流后经电阻R3换成电压信号,通过采样分压电路即电阻R4分压后得出所述检测电压V1,并送入第一CPU单元1-3的检测电压信号输入端。

当第一CPU单元1-3获得的所述电网电压信号为一整周期的波形时,第一CPU单元1-3查看其缓冲区是否满,当此缓冲区满时即可采用快速傅立叶变换(FFT变换)对所述电网电压信号进行分析,并得出该电网电压中各次谐波的含量;最后第一CPU单元1-3的电压谐波信号输出端输出该各次谐波的含量信息,由发送模块1-4调制后通过电极1-1无线发出。可手持的无线接收装置2即可接收来自无线发送装置1的无线信号并由显示模块2-4显示所测电网电压中谐波。

所述基于傅立叶变换的谐波测量是当今应用最多也是最广泛的一种方法,精度较高、使用方便。第一CPU单元1-3可以采用嵌入式系统ARM、数字信号处理器DSP、现场可编程门阵列FPGA和单片机等。所述无线信号的频率在200-900MHz,调制方式可以采用ASK、PSK或FSK等。

上述电网谐波无线检测仪的电路装置的工作方法,包括如下步骤:

A、无线发送装置1通过电极1-1挂设在被测高压导线上;

B、信号采集处理电路 1-2 将电极 1-1 采集的高压电网电压信号通过场强法耦合检测电压，并送入第一 CPU 单元 1-3 的检测电压信号输入端；

C、第一 CPU 单元 1-3 根据所述检测电压分析出电网电压中各次谐波含量的信息，后送入发送模块 1-4 的调制信号输入端；其中，见图 7，当第一 CPU 单元 1-3 根据所述检测电压分析电网电压中各次谐波含量的信息时，第一 CPU 单元 1-3 先连续采集所述检测电压的多个（本实施例为 15 个，其他实施例中可以是 6 至 30 个）整周期波形并将这些波形信息存入第一 CPU 单元 1-3 的缓冲存储器中；每采集一个整周期波形，第一 CPU 单元 1-3 就查看一次其缓冲存储器是否满，当此缓冲区满时即开始采用快速傅立叶变换对所述采集的多个整周期波形进行分析，并得出该电网电压中各次谐波的含量。第一 CPU 单元 1-3 的缓冲存储器的容量越大，可采集的所述整周期波形就越多，测量结果就越可靠。

D、发送模块 1-4 将所述各次谐波的含量信息经调制后由电极 1-1 发出无线信号；

E、无线接收装置 2 中，无线接收装置 2-2 通过接收天线 2-1 接收并解调来自无线发送装置 1 的无线信号，并获得所述各次谐波的含量信息；

F、第二 CPU 单元 2-3 获得所述各次谐波的含量信息，并通过显示模块 2-4 显示所测电网电压中各次谐波的含量。

第一 CPU 单元 1-3 的声光信号控制输出端输出工作状态信号，经驱动电路 1-5 后控制声光信号发生电路 1-6，以提示无线发送装置 1 是否工作正常。

在上述步骤 A-F 之前，频率可调方波发生器 1-7 产生工频基准方波信号并送入第一 CPU 单元 1-3 的模拟电网电压信号输入端，以模拟电网电压信号进行设备自检；若声光信号发生电路 1-6 发出声光信号，则自检成功，无线发送装置 1 可工作正常；反之，则自检失败，无线发送装置 1 不能工作正常。

所述的磁场耦合法检测电网电压的工作原理如下：

当高压电网变化的电流较大时，周围场强也很高，电网谐波无线检测仪工作时，将无线发送装置 1 的电极 1-1 与高压单相线路接触（或接近），则根据电磁场理论在电极 1-1 上就可耦合出具有相应相位关系的工频电磁信号，该电磁信号又能在电感线圈上感应出相应电动势 ε_i 。

当电极 1-1 的高压电力线路的距离为 A 时，根据“毕奥-萨伐尔定律”

计算得出此时电极所处位置的磁感应强度为： $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi A}$ 。又根据电磁感应

定律知道，电动势 ε_i 的大小与穿过电感线圈的磁通量的变化率 $\frac{d\phi}{dt}$ 成正比即

$\varepsilon_i = -\frac{d\phi}{dt}$ 式中“-”号确定了感应电动势 ε_i 的方向，由于：

$$\phi = BS = \frac{\mu_0 N i \pi r_1^2}{2\pi A}$$

其中 N 为串联电感线圈的匝数， μ_0 为真空磁导率， r_1 为电感线圈的半径， i 为高压线的工频电流信号 $i = I_m \cos(\omega t + \varphi)$ 。

$$\text{于是得出： } \varepsilon_i = -\frac{d\phi}{dt} = \frac{\mu_0 N \pi r_1^2}{2\pi A} \frac{di}{dt} = \frac{\mu_0 N \pi r_1^2}{2\pi A} \omega I_m \sin(\omega t + \varphi)$$

可见 ε_i 的大小与高压电力线路电流 i 、电感线圈的各参数(r_1 、 N)、装置距离高压电力线路的距离 A 等有关； ε_i 的相位与原来线路电流 i 的相位相差 π 。

此电动势 ε_i 通过采样分压电路分压后，即得出所述电网电压信号，该方法适用于大电流的情况。

所述的电场耦合法检测电网电压的工作原理如下：

根据电场理论，输电线路通电情况下其周围工频电场变化频率很低，属准静态场范畴。导体在交变电场的作用下可以产生感应电荷，在导体内感应出的电荷，可以形成的感应电流。

根据 $i = C \frac{du}{dt}$ ， $i = \frac{dq}{dt}$ ， $C = \frac{S\varepsilon}{d}$ ， 则电荷的表达式为：

$$q = Cu = \frac{S\varepsilon u}{d} = \frac{S\varepsilon U_m \sin(\omega t + \varphi)}{d}$$

其中 q 为变化的电荷量， ε 为真空介电常数， S 为电容极板面积—导体的面积， d 为两电容极板之间的距离—高压线与导体之间的距离， u 为高压电力线的工频电压信号 $u = U_m \sin(\omega t + \varphi)$ 。

可见 q 的大小与高压电力线路的电压 u 、导线面积 S 、导线距离高压电力线路距离 d 等有关。将电机1-1上生成的感应电荷变换成电流信号后，经电阻转换成电压信号，通过采样分压电路分压后，即得出所述电网电压信

号,该方法适用于高电压的情况。

应用例1

实施例1的电网谐波无线检测仪可适用于低压电网谐波检测。

见图4,无线发送装置1中的信号采集处理电路1-2设有通过导线1-8与低压电网的火线L与零线N相点连接的低压电网电压信号输入端,用于采集低压电网电压。所测的低压电网的电压范围可在0-660V之间。电极1-1仅作为无线发送装置1发射无线信号的天线。

信号采集处理电路1-2将低压电网电压经采样分压电路分压后,即得出电网电压信号,并送入第一CPU单元1-3的检测电压信号输入端。

当第一CPU单元1-3获得的电网电压信号为一整周期波形时,第一CPU单元1-3查看其缓冲区是否满,当此缓冲区满时即可采用快速傅立叶变换(FFT变换)对所述电网电压信号进行分析,并得出该电网电压中各次谐波的含量;最后第一CPU单元1-3的电压谐波信号输出端输出该各次谐波的含量信息,由发送模块1-4调制后通过电极1-1发出相应的无线信号。可手持的无线接收装置2即可接收并显示所测电网电压中谐波。

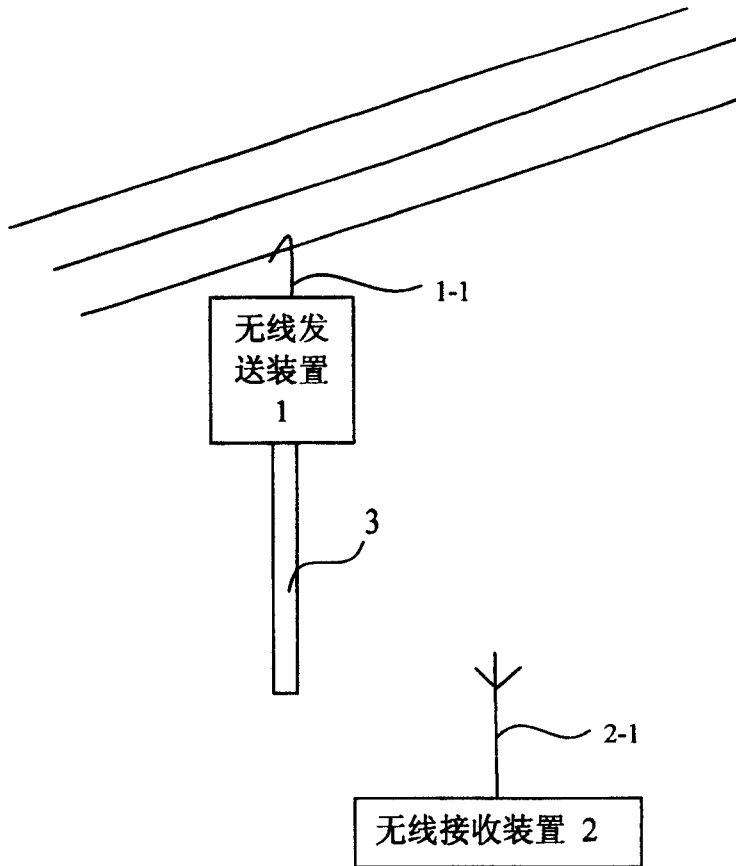


图 1

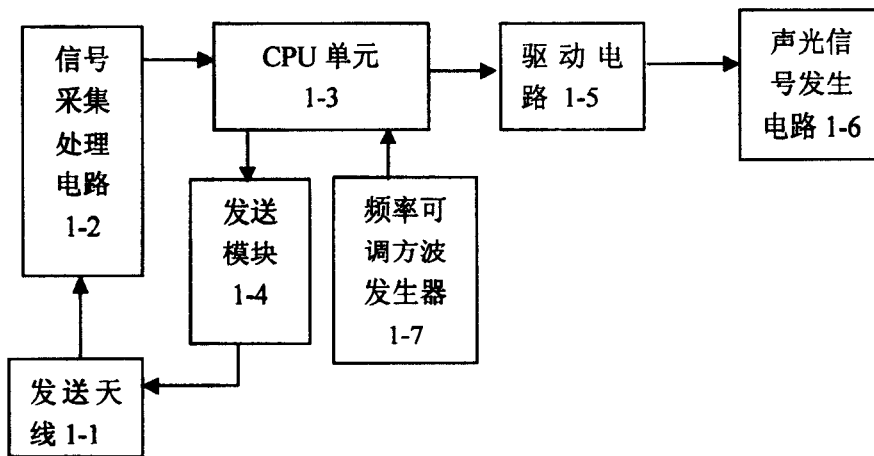


图 2

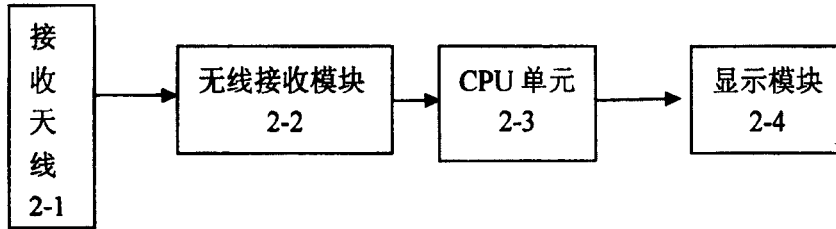


图 3

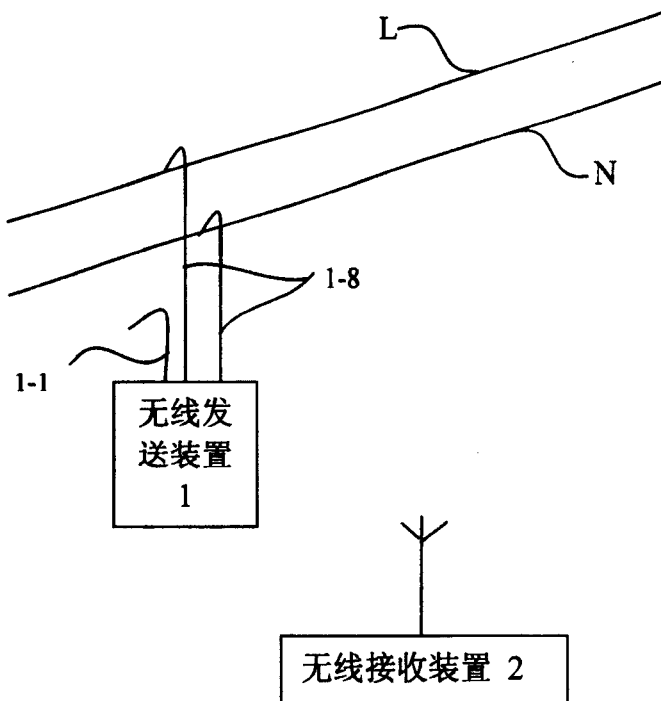


图 4

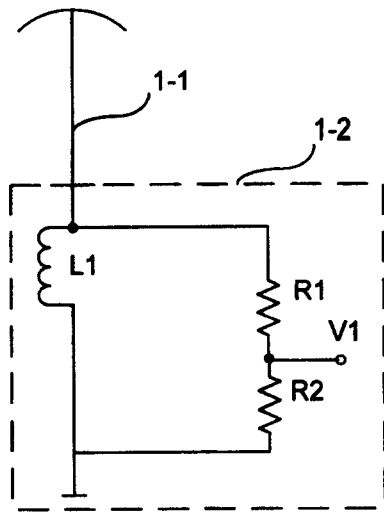


图 5

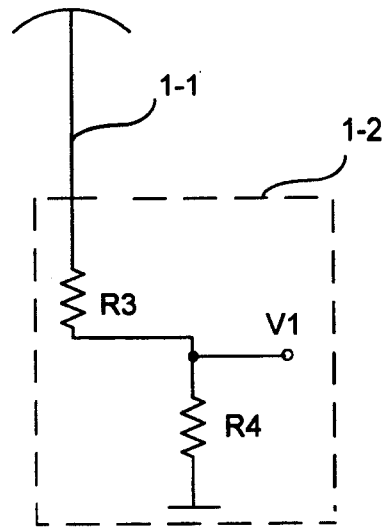


图 6

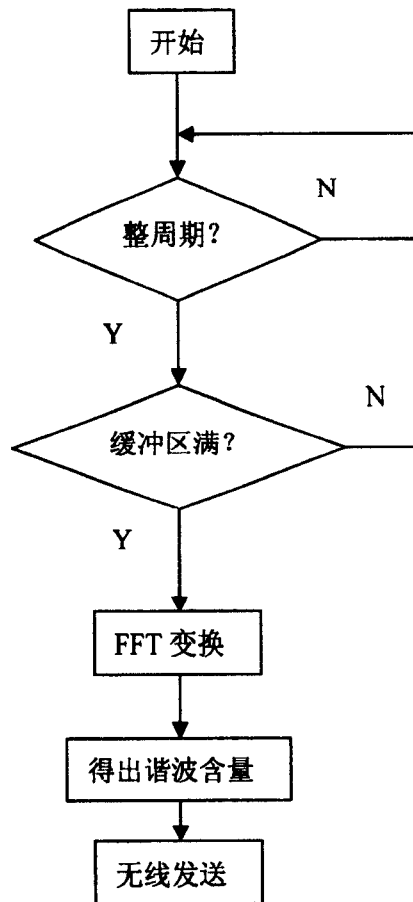


图 7