



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103095381 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 21

(21) 申请号 201310022850. 7

(22) 申请日 2013. 01. 22

(73) 专利权人 长沙五维地科勘察技术有限责任公司

地址 410205 湖南省长沙市麓谷高新区瑞龙路 199 号麓谷坐标 A-604

(72) 发明人 席振铎 黄龙 宋刚 周胜 薛军平 张道军 龙霞 侯海涛

(74) 专利代理机构 长沙永星专利商标事务所 43001

代理人 周咏 林毓俊

(51) Int. Cl.

H04B 13/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102606145 A, 2012. 07. 25, 说明书第 0027 段 -0031 段, 附图 1-3.

CN 101932955 A, 2010. 12. 29, 权利要求 7.

CN 102457297 A, 2012. 05. 16, 说明书第 0040 段 -0056 段, 附图 1.

CN 101170279 A, 2008. 04. 30, 说明书第 9 页倒数第 4 段 - 第 7 页第 1 段, 附图 1.

US 2005194182 A1, 2005. 09. 08, 全文.

CN 102707323 A, 2012. 10. 03, 全文.

CN 202631750 U, 2012. 12. 26, 全文.

US 2007146565 A1, 2007. 06. 28, 全文.

审查员 许晨

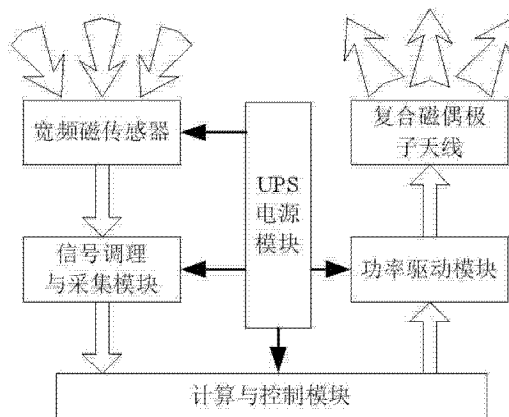
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

地下生命呼叫系统

(57) 摘要

本发明公开了一种地下生命呼叫系统,包括若干呼叫器,每个呼叫器包括功率驱动模块、复合磁偶极子天线、若干宽频磁传感器、信号调理与采集模块、计算与控制模块和 UPS 电源模块;计算与控制模块通过功率驱动模块控制复合磁偶极子天线发出磁场信号,宽频磁传感器接收其他呼叫器中复合磁偶极子天线发出的磁场信号,并将该信号传至信号调理与采集模块进行宽频信号处理,再传至计算与控制模块进行信号分析与处理;UPS 电源模块用于给宽频磁传感器、信号调理与采集模块、计算与控制模块和 UPS 电源模块供电。本发明采用全双工通信方式,其信号传输采用磁场信号,不受岩层环境影响,且信号覆盖范围广,安全可靠,配备后备电源,确保持续呼救。



1. 一种地下生命呼叫系统,其特征在于,包括若干呼叫器,每个呼叫器包括若干宽频磁传感器、信号调理与采集模块、复合磁偶极子天线、功率驱动模块、计算与控制模块和 UPS 电源模块;计算与控制模块通过功率驱动模块控制复合磁偶极子天线发出磁场信号,宽频磁传感器接收其他呼叫器中复合磁偶极子天线发出的磁场信号,并将该信号传至信号调理与采集模块进行宽频信号处理后,再传至计算与控制模块进行信号分析与处理;UPS 电源模块用于给宽频磁传感器、信号调理与采集模块、计算与控制模块和 UPS 电源模块供电;所述功率驱动模块包括电源逆变模块、主变压器、电压切换模块、整流滤波模块、发送模块和控制模块,整流滤波模块包括整流模块和滤波模块,控制模块包括 MCU;电源逆变模块与直流电源以及控制模块相连,用于将直流电逆变成交流电;主变压器与电源逆变模块相连,用于将交流电进行升压;电压切换模块与主变压器的副边线圈以及控制模块相连,用于进行变压器升压值档位的切换以及确保发送机整体工作效率;整流模块与电压切换模块以及主变压器相连,用于将升压交流电整流成直流电;滤波模块与整流模块相连,用于直流电的滤波;发送模块与滤波模块以及控制模块相连,用于形成发送信号;复合磁偶极子天线与发送模块相连,用于将放大后的信号发出;所述电源逆变模块包括场效应管 Q1、场效应管 Q2、场效应管 Q3 和场效应管 Q4;所述电压切换模块包括多路选择开关;所述滤波模块采用 LC- π 型滤波器,包括电容 C1、电感 L1 和电容 C2;所述发送模块包括场效应管 Q5、场效应管 Q6、场效应管 Q7 和场效应管 Q8;场效应管 Q1 的漏极接直流电源正极,其源极与场效应管 Q2 的漏极相连,同时与主变压器的原边 A 端相连,其栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连;场效应管 Q2 的栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连,其源极与直流电源负极相连;场效应管 Q3 的漏极接直流电源正极,其源极与场效应管 Q4 的漏极相连,同时与主变压器的原边 X 端相连,其栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连;场效应管 Q4 的栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连,其源极与直流电源负极相连;主变压器副边的多路抽头分别与电压切换模块的多路选择开关的输入连接端相连;该多路选择开关的控制端与控制模块中的 MCU 相连,用于从不同电压档位中选择一档电压传输至整流模块,该多路选择开关的输出端与整流模块的相连;LC- π 型滤波器的电容 C1 接于整流模块的直流正极端与负极端之间,该正极端串联电感 L1 后分别与场效应管 Q5 和场效应管 Q6 的漏极相连,该负极端还分别与场效应管 Q6 和场效应管 Q8 的源极相连;场效应管 Q5 的源极与场效应管 Q6 的漏极相连,同时与复合磁偶极天线的输入端相连,其栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连;场效应管 Q6 的栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连;场效应管 Q7 的源极与场效应管 Q8 的漏极相连,同时与复合磁偶极天线的输入端相连,其栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连;场效应管 Q8 的栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连。

2. 根据权利要求 1 所述的地下生命呼叫系统,其特征在于,所述信号调理与采集模块包括前置放大器、工频滤波器、可编程增益放大器 PGA、低通滤波器和模数转换器,前置放大器与宽频磁传感器相连,用于将由该传感器接收的音频信号进行信号放大、音调调整和音量控制;工频滤波器与前置放大器相连,用于让工频 50HZ 信号通过,干扰信号滤除;可编程增益放大器 PGA 与工频滤波器相连,用于调节放大倍数;低通滤波器与可编程增益放大器 PGA 相连,用于让低于截止频率的信号通过,而高于截止频率的信号不能通过;模数转换器与低通滤波器相连,用于将模拟信号转换成数字信号后传至计算与控制模块的 MCU。

3. 根据权利要求 1 所述的地下生命呼叫系统,其特征在于,所述复合磁偶极子天线用

于发送特定频率的长波电磁波信号,该信号的频率范围是 $0\sim 10\text{kHz}$ 。

4. 根据权利要求 1 所述的地下生命呼叫系统,其特征在于,所述复合磁偶极子天线的复合组合方式是各方向磁偶极子相互正交,其相位差在 $0\sim \pi$ 之间可调。

5. 根据权利要求 1 所述的地下生命呼叫系统,其特征在于,所述宽频磁传感器采用宽频带磁场测量方式接收磁场信号;并且采用 XYZ 三个坐标维度全方位接收信号。

6. 根据权利要求 1 所述的地下生命呼叫系统,其特征在于,所述计算与控制模块采用频分多址方法区分发出的无线信号,用于实现通过信号本身分辨信号源的地址;同时,该模块还采用单频时间频谱分析方法分析接收的无线信号。

7. 根据权利要求 1 所述的地下生命呼叫系统,其特征在于,所述复合磁偶极子天线以及宽频磁传感器均不需要接地。

地下生命呼叫系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种无线通信系统,特别涉及一种地下生命呼叫系统。

背景技术

[0002] 目前国内外研究的透地无线通信采用的方法技术主要是利用电磁波穿透大地的无线通信原理,采用甚低频 (very low frequency, VLF) (3k~30kHz) 或超低频 (ultra low frequency, ULF) (300~3k Hz) 电磁波进行透地通信。

[0003] 在中国,在 2000 年由多家公司合作研发出采用泄漏电缆作为信息通道的“矿井多功能移动与救灾通信系统”属于半无线通信;西部矿业股份有限公司 2008 年研究了井下双向语音直扩透地通信系统及方法,其在地面和地下都设有收发器和手持终端,地面环形天线和井下环形天线之间设置直接序列扩频直通信系统,其处理增益受限,因而抗干扰能力受限,多址能力受限;江苏半径电子科技有限公司 2009 年研究了一种矿山用透地无线电通信系统,其为地面发送地下接收的单向通信;西安电子科技大学 2010 年研究了一种超宽带岩层通信系统,它通过偶极子电极以岩层为传输媒质形成电流场无线信道进行通信;E-光谱技术公司 2011 年研究了一种便携式无线透地通信系统,使用极低频电流来收发文本数据。可见,国内已有的电磁波透地通讯系统大都采用接地电极收发电流信号,在高电阻围岩地区不便使用,而地下电场干扰相对较大,若电流信号太微弱,信噪比将会很低,而如果电流信号太强,又容易引起安全隐患,且现有的通信方法信道容量小,受电磁干扰较大。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种稳定可靠的地下生命呼叫系统。

[0005] 本发明提供的这种地下生命呼叫系统,包括若干呼叫器,每个呼叫器包括若干宽频磁传感器、信号调理与采集模块、复合磁偶极子天线、功率驱动模块、计算与控制模块和 UPS 电源模块;计算与控制模块通过功率驱动模块控制复合磁偶极子天线发出磁场信号,宽频磁传感器接收其他呼叫器中复合磁偶极子天线发出的磁场信号,并将该信号传至信号调理与采集模块进行宽频信号处理后,再传至计算与控制模块进行信号分析与处理;UPS 电源模块用于给宽频磁传感器、信号调理与采集模块、计算与控制模块和 UPS 电源模块供电;所述功率驱动模块包括电源逆变模块、主变压器、电压切换模块、整流滤波模块、发送模块和控制模块,整流滤波模块包括整流模块和滤波模块,控制模块包括 MCU;电源逆变模块与直流电源以及控制模块相连,用于将直流电逆变成交流电;主变压器与电源逆变模块相连,用于将交流电进行升压;电压切换模块与主变压器的副边线圈以及控制模块相连,用于进行变压器升压档位切换以及确保发送机整体工作效率;整流模块与电压切换模块以及主变压器相连,用于将升压交流电整流成直流电;滤波模块与整流模块相连,用于直流电的滤波;发送模块与滤波模块以及控制模块相连,用于形成发送信号;复合磁偶极子天线与发送模块相连,用于将放大后的信号发出;所述电源逆变模块包括场效应管 Q1、场效应管 Q2、场效应管 Q3 和场效应管 Q4;所述电压切换模块包括多路选择开关;所述滤波模块采

用 LC- π 型滤波器,包括电容 C1、电感 L1 和电容 C2;所述发送模块包括场效应管 Q5、场效应管 Q6、场效应管 Q7 和场效应管 Q8;场效应管 Q1 的漏极接直流电源正极,其源极与场效应管 Q2 的漏极相连,同时与主变压器的原边 A 端相连,其栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连;场效应管 Q2 的栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连,其源极与直流电源负极相连;场效应管 Q3 的漏极接直流电源正极,其源极与场效应管 Q4 的漏极相连,同时与主变压器的原边 X 端相连,其栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连;场效应管 Q4 的栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连,其源极与直流电源负极相连;主变压器副边的多路抽头分别与电压切换模块的多路选择开关的输入连接端相连;该多路选择开关的控制端与控制模块中的 MCU 相连,用于从不同电压档位中选择一档电压传输至整流模块,该多路选择开关的输出端与整流模块的相连;LC- π 型滤波器的电容 C1 接于整流模块的直流正极端与负极端之间,该正极端串联电感 L1 后分别与场效应管 Q5 和场效应管 Q6 的漏极相连,该负极端还分别与场效应管 Q6 和场效应管 Q8 的源极相连;场效应管 Q5 的源极与场效应管 Q6 的漏极相连,同时与复合磁偶极天线的输入端相连,其栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连;场效应管 Q6 的栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连;场效应管 Q7 的源极与场效应管 Q8 的漏极相连,同时与复合磁偶极天线的输入端相连,其栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连;场效应管 Q8 的栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连。

[0006] 所述信号调理与采集模块包括前置放大器、工频滤波器、可编程增益放大器 PGA、低通滤波器和模数转换器,前置放大器与宽频磁传感器相连,用于将由该传感器接收的音频信号进行信号放大、音调调整和音量控制;工频滤波器与前置放大器相连,用于让工频 50HZ 信号通过,干扰信号滤除;可编程增益放大器 PGA 与工频滤波器相连,用于调节放大倍数;低通滤波器与可编程增益放大器 PGA 相连,用于让低于截止频率的信号通过,而高于截止频率的信号不能通过;模数转换器与低通滤波器相连,用于将模拟信号转换成数字信号后传至计算与控制模块的 MCU。

[0007] 所述复合磁偶极子天线用于发送特定频率的长波电磁波信号,该信号的频率范围是 $0\sim 10\text{kHz}$ 。所述复合磁偶极子天线的复合组合方式是各方向磁偶极子相互正交,其相位差在 $0\sim \pi$ 之间可调。所述宽频磁传感器采用宽频带磁场测量方式接收磁场信号;并且采用 XYZ 三个坐标维度全方位接收信号。所述计算与控制模块采用频分多址方法区分发出的无线信号,用于实现通过信号本身分辨信号源的地址;同时,该模块还采用单频时间频谱分析方法分析接收的无线信号。所述复合磁偶极子天线以及宽频磁传感器均不需要接地。

[0008] 本发明与现有技术相比,有如下优点:

[0009] 1. 采用多相正交的磁偶极子天线进行信号发送,确保信号的多向性,扩大了信号的覆盖范围,避免了现有方法使用电极发送信号在高阻围岩地区效果不好的问题,极大提高了信号的可靠性;

[0010] 2. 采用若干宽频磁传感器 XYZ 三向同时接收信号,有效增大了接收信号的频谱范围,从而扩大了系统通信的地址范围,解决了目前已有技术中使用窄带天线频谱范围过小、通信地址范围过小的问题以及因使用单向线圈或者电极接收信号所面临的异向信号过弱的问题,极大提高了系统的可靠性;

[0011] 3. 本发明包含发射系统和接收系统,任意两个设备之间能够同时进行全双工通信,解决了目前只能进行单向通信或者半双工通信的问题;且发射系统和接收系统都不需

要接地,解决了以往方法中电极接地的问题,便于在复杂的地下工程中使用;

[0012] 4. 本发明包含大功率 UPS 不间断电源,能够在真正灾难发生时,在失去外部供电的情况下继续工作,避免了目前现有设备中自带电源不足,在断电后不能进行持续呼救的问题;

[0013] 5. 本发明可以实现在地下与地下、地下和地面的“一发多收”或“多发一收”的通信模式;

[0014] 6. 本发明产生的信号以电磁波的方式穿透岩层,避免电流流经岩层引发瓦斯爆炸等危险事故,安全性更高。

附图说明

[0015] 图 1 是本发明的系统结构框图。

[0016] 图 2 是本发明的信号调理与采集模块原理框图。

[0017] 图 3 是本发明的功率驱动模块的电路原理图。

[0018] 图 4 是本发明的复合磁偶极子天线的组合方式示意图。

[0019] 图 5 是本发明的频分多址方法的示意图。

[0020] 图 6 是本发明的单频时间频谱方法分析信号示意图。

[0021] 图 7 是本发明的具体实施方式之一的信号传递示意图。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图对本发明作进一步的说明。

[0023] 如图 1 所示,本发明包括若干呼叫器,每个呼叫器包括功率驱动模块、复合磁偶极子天线、若干宽频磁传感器、信号调理与采集模块、计算与控制模块和 UPS 电源模块;计算与控制模块通过功率驱动模块控制复合磁偶极子天线发出磁场信号,宽频磁传感器接收其他呼叫器中复合磁偶极子天线发出的磁场信号,并将该信号传至信号调理与采集模块进行宽频信号处理,再传至计算与控制模块进行信号分析与处理;UPS 电源模块用于给宽频磁传感器、信号调理与采集模块、计算与控制模块和 UPS 电源模块供电。

[0024] 本发明发送端的信号源采用磁偶源,接收端采用宽频磁传感器接收磁场信号,发送端与接收端都无需接地,无论高电阻区域或低电阻区域均易实施,而且可该磁传感器采用宽频带磁场测量方式接收磁场信号,能有效避开地下人工电场的干扰。

[0025] 本发明产生的磁场信号的电流被束缚在宽频磁传感器的磁偶极线圈中。本发明产生的信号以电磁波的方式穿透岩层,避免电流流经岩层引发瓦斯爆炸等危险事故,安全性更高。

[0026] 在发送信号时,本发明采用特定的长波电磁波来负载信息,该电磁波的频率范围是 $0\sim 10\text{kHz}$ 。

[0027] 本发明在 XYZ 三个方向上均可接收由复合磁偶极子天线发出的磁场信号,实现全方位接收信号。

[0028] 如图 2 所示,信号调理与采集模块包括前置放大器、工频滤波器、可编程增益放大器 PGA、低通滤波器和模数转换器,前置放大器与宽频磁传感器相连,用于将由该传感器接收的音频信号进行信号放大、音调调整和音量控制;工频滤波器与前置放大器相连,用于让

工频 50HZ 信号通过, 干扰信号滤除; 可编程增益放大器 PGA 与工频滤波器相连, 用于调节放大倍数; 低通滤波器与可编程增益放大器 PGA 相连, 用于让低于截止频率的信号通过, 而高于截止频率的信号不能通过; 模数转换器与低通滤波器相连, 用于将模拟信号转换成数字信号后传至计算与控制模块的 MCU。

[0029] 如图 3 所示, 功率驱动模块包括电源逆变模块、主变压器、电压切换模块、整流滤波模块、发送模块和控制模块, 整流滤波模块包括整流模块和滤波模块, 控制模块包括 MCU, 电源逆变模块与直流电源以及控制模块相连, 用于将直流电逆变成交流电; 主变压器与电源逆变模块相连, 用于将交流电进行升压; 电压切换模块与主变压器的副边线圈以及控制模块相连, 用于进行变压器升压值档位的切换以及确保发送机整体工作效率; 整流模块与电压切换模块以及主变压器相连, 用于将升压交流电整流成直流电; 滤波模块与整流模块相连, 用于直流电的滤波; 发送模块与滤波模块以及控制模块相连, 用于形成发送信号; 复合磁偶极子天线与发送模块相连, 用于将放大后的信号发出。

[0030] 电源逆变模块包括场效应管 Q1、场效应管 Q2、场效应管 Q3 和场效应管 Q4; 电压切换模块包括多路选择开关; 滤波模块采用 LC- π 型滤波器, 包括电容 C1、电感 L1 和电容 C2; 发送模块包括场效应管 Q5、场效应管 Q6、场效应管 Q7 和场效应管 Q8; 场效应管 Q1 的漏极接直流电源正极, 其源极与场效应管 Q2 的漏极相连, 同时与主变压器的原边 A 端相连, 其栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连; 场效应管 Q2 的栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连, 其源极与直流电源负极相连; 场效应管 Q3 的漏极接直流电源正极, 其源极与场效应管 Q4 的漏极相连, 同时与主变压器的原边 X 端相连, 其栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连; 场效应管 Q4 的栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连, 其源极与直流电源负极相连; 主变压器副边的多路抽头分别与电压切换模块的多路选择开关的输入连接端相连; 该多路选择开关的控制端与控制模块中的 MCU 相连, 用于从不同电压档位中选择一档电压传输至整流模块, 该多路选择开关的输出端与整流模块的相连; LC- π 型滤波器的电容 C1 接于整流模块的直流正极端与负极端之间, 该正极端串联电感 L1 后分别与场效应管 Q5 和场效应管 Q6 的漏极相连, 该负极端还分别与场效应管 Q6 和场效应管 Q8 的源极相连; 场效应管 Q5 的源极与场效应管 Q6 的漏极相连, 同时与复合磁偶极天线的输入端相连, 其栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连; 场效应管 Q6 的栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连; 场效应管 Q7 的源极与场效应管 Q8 的漏极相连, 同时与复合磁偶极天线的输入相连, 其栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连; 场效应管 Q8 的栅极与控制模块中 MCU 的驱动控制管脚相连。

[0031] 主变压器的副边含有多路抽头, 能够产生不同档位的电压值, 不同的电压档位对应不同的抽头, 这些抽头分别与电压切换模块中多路选择开关的不同输入端相连, 用于选择一档电压档位为后续相连模块供电。

[0032] 如图 4 所示, 本发明的信号源采用多方向组合的复合磁偶极子天线, 其组合方式包括 XY 方向组合、XZ 方向组合、YZ 方向组合以及 XYZ 方向组合。各方向磁偶极子相互正交, 相位差在 $0 \sim \pi$ 之间可调。这样的配置方式扩大了信号的覆盖范围及信号的多向性, 保证了任意地点与方向都能接收到信号。

[0033] 如图 5 所示, 本发明的计算与控制模块采用频分多址方法来处理发出的信号, 不同的地址发送不同频率信号, 从而实现通过信号本身来分辨信号源的地址。接收端的若干

宽频磁传感器接收到这些信号后,将其通过信号调理与采集模块再传至计算与控制模块,从而可根据接收信号分辨出信号源的地址。

[0034] 如图 6 所示,本发明对接收信号的分析采用单频时间频谱分析方法,连续采样,对采样序列分时段进行频谱变换,然后提取各时段的目标频点频谱值进行时间频谱分析,信号发送时段里的频谱将明显高于未发送时段里的频谱,如此可以大大提高弱信号分辨率。

[0035] 下面结合附图以及具体实施方式对本发明作进一步的说明。

[0036] 如图 7 所示,本发明在具体使用时,可按照如下步骤进行:

[0037] 步骤 1,调研现场工作环境,获得围岩电阻率资料,地下工程避难硐室分布及尺寸资料,获取相邻硐室的最大垂直距离和最大水平距离,及最浅硐室距离地面垂直距离。

[0038] 步骤 2,根据现场调研资料,调制磁偶源的尺寸及其发送频率、发送功率,对不同位置的磁偶源设置不同频率信号,作为信号来源位置的识别特征。

[0039] 步骤 3,每个硐室配置一个呼叫器,形成星型网络连接,所有的地下呼叫器均与地面呼叫器进行无线通信。如果呼叫器离地面过远时,可使用较近的呼叫器作为中继,把信号传递到地面呼叫器。

[0040] 矿井正常工作情况下,该通讯系统可作为矿井的附加通讯设备;矿井中发生事故,有线通讯遭遇破坏情况下,该通讯系统作为应急通讯设备。

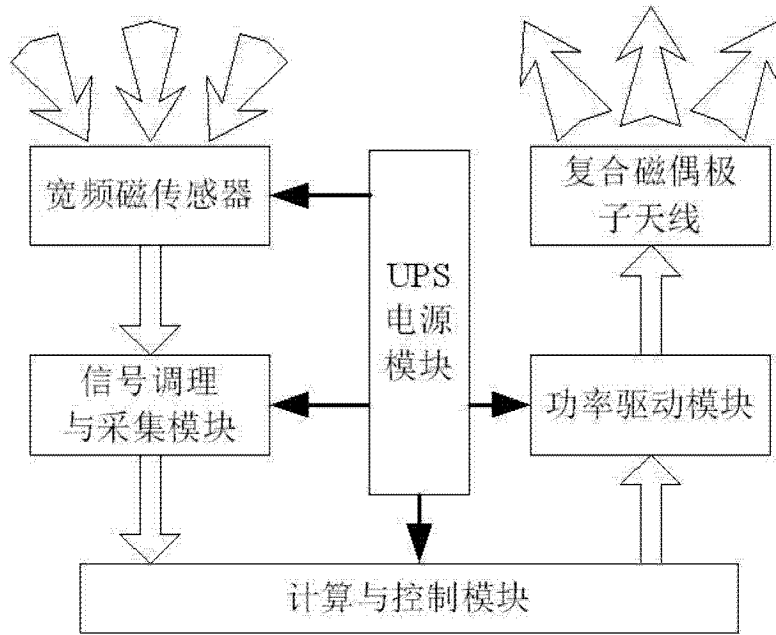


图 1

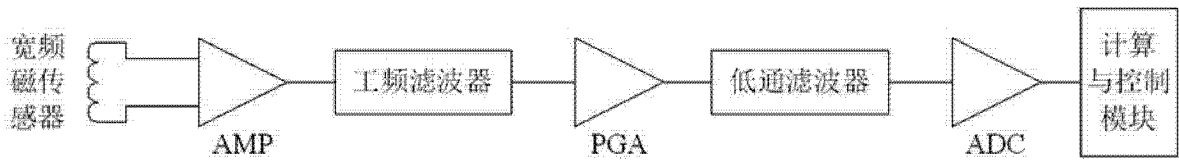


图 2

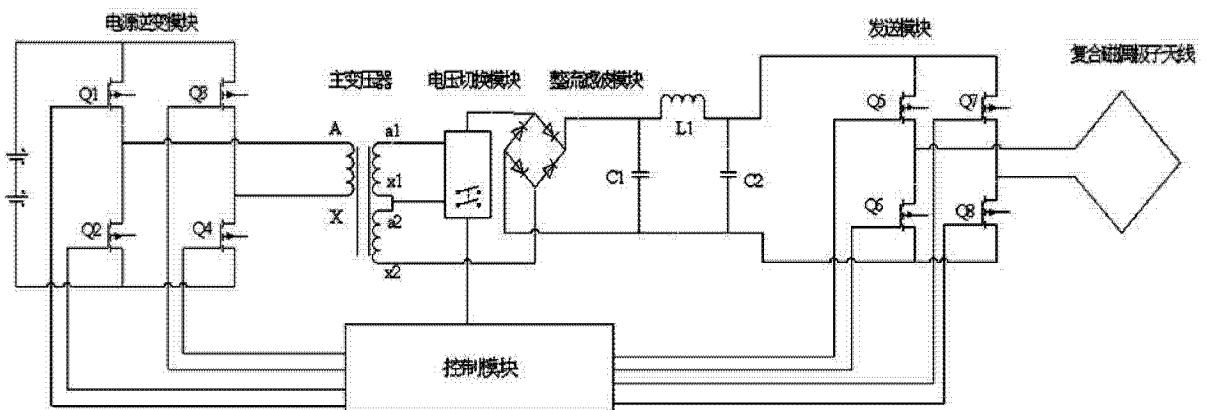


图 3

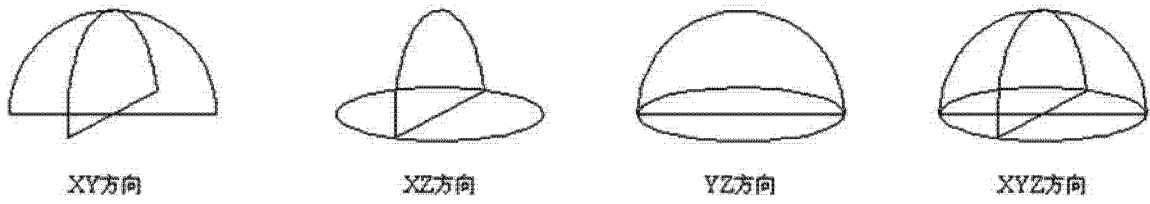


图 4

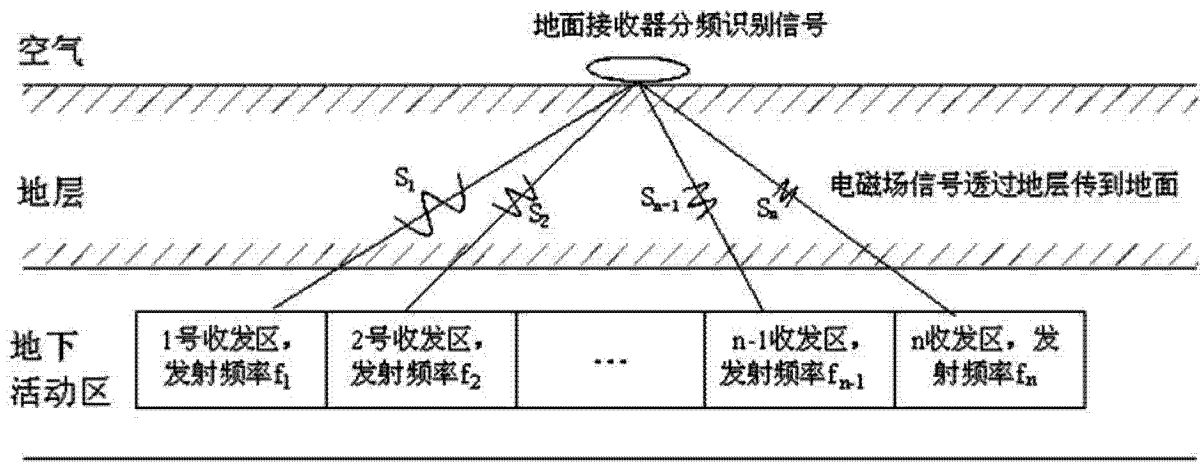


图 5

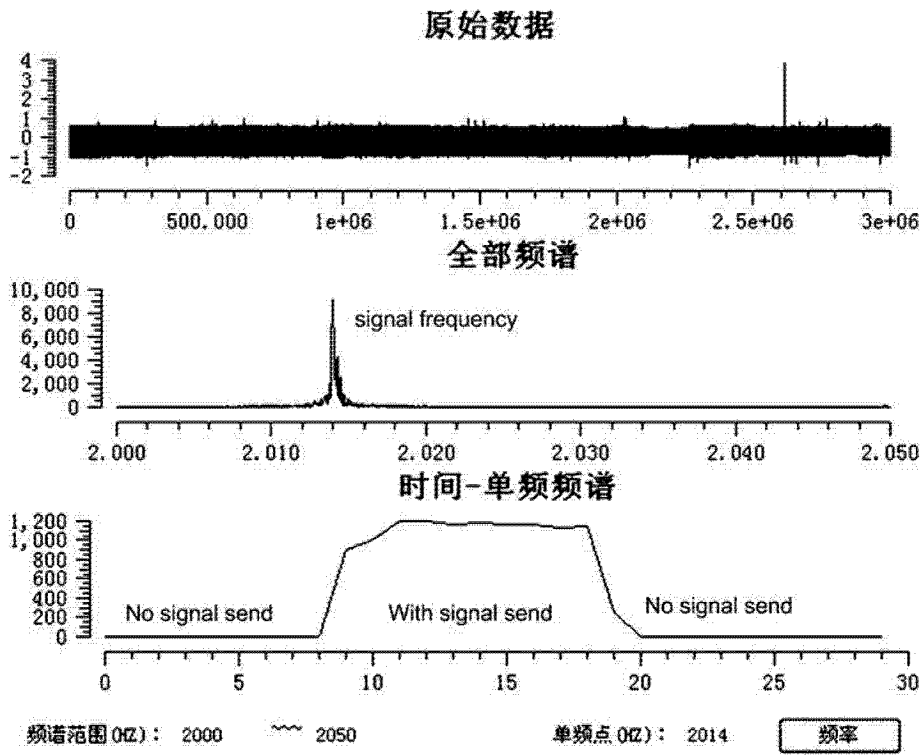


图 6

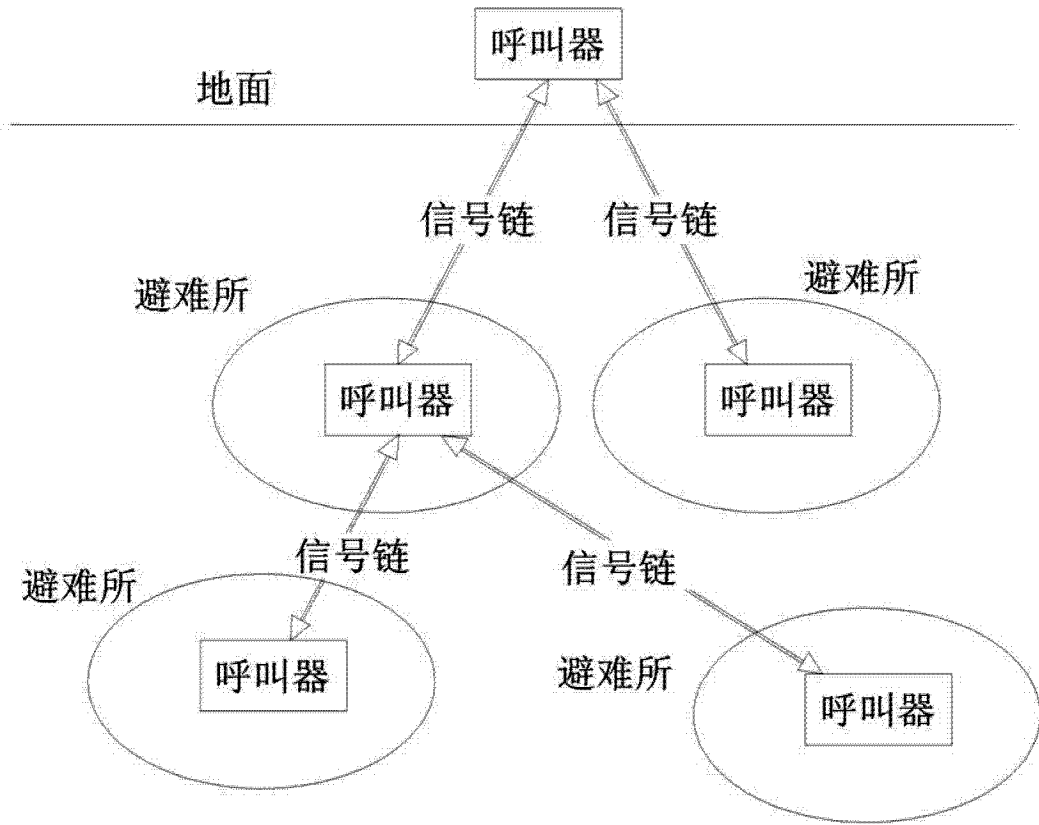


图 7