

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01R 31/00 (2006.01)

G01S 3/14 (2006.01)

H04B 17/00 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200820185919.2

[45] 授权公告日 2009年8月5日

[11] 授权公告号 CN 201285421Y

[22] 申请日 2008.9.10

[21] 申请号 200820185919.2

[73] 专利权人 俞惟铨

地址 211112 江苏省南京市江宁区天元东路78号

[72] 发明人 俞惟铨

[74] 专利代理机构 南京君陶专利商标代理有限公司
代理人 沈根水

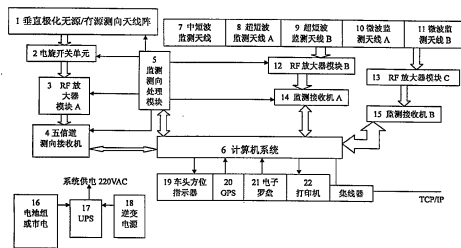
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

[54] 实用新型名称

宽频带五信道无线电监测和超分辨率测向移动站设备

[57] 摘要

本实用新型是宽频带五信道无线电监测和超分辨率测向移动站设备，包括垂直极化无源/有源测向天线阵、电旋开关单元、RF放大器模块、五信道测向接收机、监测测向处理模块、计算机系统、中短波监测天线、超短波监测天线、微波监测天线、监测接收机等。优点：模块化组合、结构轻便、机动灵活、隐蔽性强；采用空间谱估计超分辨率测向技术和DSP数字信号处理技术，有效区分多个同时出现的同信道信号，改善系统处理带宽内空间信号的角度估计精度、角度分辨力及其他相关参数精度；采用无源/有源测向天线阵，解决了各天线阵元间的互耦问题，排除了单元天线间的耦合和相位模糊；五个天线元同时采样，确保同步、快速、精确、抗干扰能力强；动态应用范围广。



1、宽频带五信道无线电监测和超分辨率测向移动站设备，其特征是垂直极化无源/有源测向天线阵的信号输出端接电旋开关单元的第一信号输入端，电旋开关单元的信号输出端接 RF 放大器模块 A 的第一信号输入端，RF 放大器模块 A 的信号输出端接五信道测向接收机的第一信号输入端，五信道测向接收机的信号输出/输入端与计算机系统的第二信号输入/输出端对应相接，计算机系统的第二信号输入/输出端与监测测向处理模块的信号输出/输入端对应相接，监测测向处理模块的第一信号输出端与监测接收机 A 的第一信号输入端对应相接，监测测向处理模块的第二信号输出端与 RF 放大器模块 B 的第一信号输入端对应相接，监测测向处理模块的第三信号输出端与垂直极化无源/有源测向天线阵的信号输入端对应相接，监测测向处理模块的第四信号输出端与电旋开关单元的第二信号输入端对应相接，监测测向处理模块的第五信号输出端与 RF 放大器模块 A 的第二信号输入端对应相接，监测测向处理模块的第六信号输出端与五信道测向接收机的第二信号输入端对应相接，中短波监测天线、超短波监测天线 A、超短波监测天线 B 的信号输出端分别与 RF 放大器模块 B 的第二信号输入端对应相接，微波监测天线 A、微波监测天线 B 的信号输出端分别与 RF 放大器模块 C 的输入端对应相接，RF 放大器模块 B 的输出端与监测接收机 A 的第二输入端对应相接，RF 放大器模块 C 的输出端与监测接收机 B 的信号输入端对应相接，计算机系统的第三信号输入/输出端与监测接收机 A 的信号输出/输入端对应相接，计算机系统的第四信号输入/输出端与监测接收机 B 的信号输出/输入端对应相接，计算机系统的第五信号输出端与车头方位指示器的信号输入端对应相接，计算机系统的第六信号输出端与打印机的信号输入端对应相接，计算机系统的第七信号输入端与 GPS 的信号输出端对应相接，计算机系统的第八信号输入端与电子罗盘的信号输出端对应相接，计算机系统与集线器相接。

2、根据权利要求 1 所述的宽频带五信道无线电监测和超分辨率测向移动

站设备，其特征是所述的垂直极化无源/有源测向天线阵，共分两层沿高度方向排列，分为三个工作波段，下层排列了 AB 波段和 C 波段，其中 AB 波段的工作频段 20MHz~800MHz，C 波段的工作频段 800MHz~1600MHz，分别由五根偶极子，直径 16mm 垂直放置在一个正五边形的顶点组成圆型阵列，AB 波段为有源测向天线阵，每个天线带有一个平衡放大器，测向天线阵列，直径 1 米，单元偶极子长 0.2 米；C 波段为无源测向天线阵列，直径 0.5 米；上层是 D 波段，工作频段 1600MHz~3000MHz，为无源测向天线阵列，直径 0.3 米；外层覆盖有天线罩，整个天线阵高 0.5 米，阻抗为 50Ω，接口为 N 型插座。

3、根据权利要求 1 所述的宽频带五信道无线电监测和超分辨率测向移动站设备，其特征是所述的电旋开关单元受监测测向处理模块的控制和供电，工作频段为 20~3000MHz，内部有 SW-15/5-M 电旋开关和 SPL-1/5 功率分配器，相当于一个高频电子开关，有 15 个信号输入端、5 个信号输出端、1 个控制/供电端口、1 个自校信号输入端。

4、根据权利要求 1 所述的宽频带五信道无线电监测和超分辨率测向移动站设备，其特征是所述的 RF 放大器模块 A，工作频率为 20~3000MHz，由 5 个独立的低噪声放大器组成，各有 1 个控制/供电端、1 个输入端、1 个输出端。

5、根据权利要求 1 所述的宽频带五信道无线电监测和超分辨率测向移动站设备，其特征是所述的中短波监测天线，为有源单极子监测天线，工作频率范围为 100KHz~30MHz，阻抗 50Ω，接口为 N 型插座。

6、根据权利要求 1 所述的宽频带五信道无线电监测和超分辨率测向移动站设备，其特征是所述的超短波监测天线，为有源单极子监测天线，工作频率范围为 30MHz~300MHz，阻抗 50Ω，接口为 N 型插座。

7、根据权利要求 1 所述的宽频带五信道无线电监测和超分辨率测向移动站设备，其特征是所述的 RF 放大器模块 B，工作频率范围为 100KHz~3000MHz，所述的 RF 放大器模块 C，工作频率范围为 3GHz~40GHz。

宽频带五信道无线电监测和超分辨率测向移动站设备

技术领域:

本实用新型涉及的是宽频带五信道无线电监测和超分辨率测向移动站设备,属于通信技术中的阵列信号数字处理测向技术领域。

背景技术:

目前,空间谱估计超分辨率测向技术的优异性能已受到国内外无线电监测测向领域的重视。除了可解决多信号同时测向和同频多点发射信号测向分辨,还可在一定的条件下区分由于多径引起的相干信号,故可广泛用于城市复杂电磁环境下的无线电测向,并在雷达、通信、声呐等众多领域有广阔的应用前景。而移动站具有机动灵活、方便快捷、隐蔽性强等特性,故将五信道超分辨率测向技术运用到移动平台上,进而扩大跟踪搜索监测测向范围。

发明内容:

本实用新型的目的在于针对上述问题,提出宽频带五信道无线电监测和超分辨率测向移动站设备,采用超分辨率技术和 DSP 数字信号处理技术,运用先进的统计算法,配备五单元垂直极化测向天线系统、监测天线(中短波、超短波、微波)、五信道测向接收机、监测接收机等,实现对 100KHz~40GHz 宽频带内的无线电信号进行监测和高分辨率测向。

本实用新型的技术解决方案:其结构是垂直极化无源/有源测向天线阵的信号输出端接电旋开关单元的第一信号输入端,电旋开关单元的信号输出端接 RF 放大器模块 A 的第一信号输入端,RF 放大器模块 A 的信号输出端接五信道测向接收机的第一信号输入端,五信道测向接收机的信号输出/输入端与计算机系统的第一信号输入/输出端对应相接,计算机系统的第二信号输入/输出端与监测测向处理模块的信号输出/输入端对应相接,监测测向处理模块的第一信号输出端与监测接收机 A 的第一信号输入端对应相接,监测测向处理模块的第二信号输出端与 RF 放大器模块 B 的第一信号输入端对应相接,监测测向处理模块的第三信号输出端与垂直极化无源/有源测向天线阵的信号输入端对应

相接，监测测向处理模块的第四信号输出端与电旋开关单元的第二信号输入端对应相接，监测测向处理模块的第五信号输出端与 RF 放大器模块 A 的第二信号输入端对应相接，监测测向处理模块的第六信号输出端与五信道测向接收机的第二信号输入端对应相接，中短波监测天线、超短波监测天线 A、超短波监测天线 B 的信号输出端分别与 RF 放大器模块 B 的第二信号输入端对应相接，微波监测天线 A、微波监测天线 B 的信号输出端分别与 RF 放大器模块 C 的输入端对应相接，RF 放大器模块 B 的输出端与监测接收机 A 的第二输入端对应相接，RF 放大器模块 C 的输出端与监测接收机 B 的信号输入端对应相接，计算机系统的第三信号输入/输出端与监测接收机 A 的信号输出/输入端对应相接，计算机系统的第四信号输入/输出端与监测接收机 B 的信号输出/输入端对应相接，计算机系统的第二信号输出端与车头方位指示器的信号输入端对应相接，计算机系统的第二信号输出端与打印机的信号输入端对应相接，计算机系统的第二信号输入端与 GPS 的信号输出端对应相接，计算机系统的第二信号输入端与电子罗盘的信号输出端对应相接，计算机系统与集线器相接。

本实用新型的优点：系统模块化组合、结构轻便、机动灵活、隐蔽性强；采用空间谱估计超分辨率测向技术和 DSP 数字信号处理技术，运用 MUSIC 多信号分类统计算法，可有效区分多个同时出现的同信道信号，大大改善了系统处理带宽内空间信号的角度估计精度、角度分辨力及其他相关参数精度；采用无源/有源测向天线阵，较好地解决了各天线阵元间的互耦问题，排除了单元天线间的耦合和相位模糊；五个天线元同时采样，确保同步、快速、精确、抗干扰能力强；采用了相位一致性好的五信道测向接收机及具有放大、直通、衰减三种功能的低噪声放大器，扩大了接收信号的动态应用范围。

附图说明：

附图 1 是本实用新型实施例电原理框图

附图 2 是电旋开关单元电原理示意图

附图 3 是 RF 三功能放大器电原理框图

附图 4 是功率分配器以 1:2 分配器为例的结构框图

附图 5 是垂直极化无源/有源测向天线阵（移动站用）平面示意图

图中的 1 是垂直极化无源/有源测向天线阵、2 是电旋开关单元、3 是 RF 放大器模块 A、4 是五信道测向接收机、5 是监测测向处理模块、6 是计算机系统、7 是中短波监测天线、8 是超短波监测天线 A、9 是超短波监测天线 B、10 是微波监测天线 A、11 是微波监测天线 B、12 是 RF 放大器模块 B、13 是 RF 放大器模块 C、14 是监测接收机 A、15 是监测接收机 B、16 是电池组或市电、17 是 UPS 、18 是逆变电源、19 是车头方位指示器、20 是 GPS、21 是电子罗盘、22 是打印机。

具体实施方式

对照附图 1,其结构是垂直极化无源/有源测向天线阵 1 的信号输出端接电旋开关单元 2 的第一信号输入端,电旋开关单元 2 的信号输出端接 RF 放大器模块 A 的第一信号输入端,RF 放大器模块 A 的信号输出端接五信道测向接收机 4 的第一信号输入端,五信道测向接收机 4 的信号输出/输入端与计算机系统 6 的第一信号输入/输出端对应相接,计算机系统 6 的第二信号输入/输出端与监测测向处理模块 5 的信号输出/输入端对应相接,监测测向处理模块 5 的第一信号输出端与监测接收机 A 的第一信号输入端对应相接,监测测向处理模块 5 的第二信号输出端与 RF 放大器模块 B 的第一信号输入端对应相接,监测测向处理模块 5 的第三信号输出端与垂直极化无源/有源测向天线阵 1 的信号输入端对应相接,监测测向处理模块 5 的第四信号输出端与电旋开关单元 2 的第二信号输入端对应相接,监测测向处理模块 5 的第五信号输出端与 RF 放大器模块 A 的第二信号输入端对应相接,监测测向处理模块 5 的第六信号输出端与五信道测向接收机 4 的第二信号输入端对应相接,中短波监测天线 7、超短波监测天线 A、超短波监测天线 B 的信号输出端分别与 RF 放大器模块 B 的第二信号输入端对应相接,微波监测天线 A、微波监测天线 B 的信号输出端分别与 RF 放大器模块 C 的输入端对应相接,RF 放大器模块 B 的输出端与监测接收机 A 的第二输入端对应相接,RF 放大器模块 C 的输出端与监测接收机 B 的信号输入端对应相接,计算机系统 6 的第三信号输入/输出端与监测接收机 A 的信号输出/输入端对应相接,计算机系统 6 的第四信号输入/输出端与监测接收机 B 的信号输出/输入端对应相接,计算机系统 6 的第一信号输出端与车头方位指示

器 19 的信号输入端对应相接, 计算机系统 6 的第二信号输出端与打印机 22 的信号输入端对应相接, 计算机系统 6 的第一信号输入端与 GPS 的信号输出端对应相接, 计算机系统 6 的第二信号输入端与电子罗盘 21 的信号输出端对应相接, 计算机系统 6 与集线器相接。

所述的垂直极化无源/有源测向天线阵 1, 共分两层沿高度方向排列, 分为三个工作波段。下层排列了 AB 波段 (20MHz~800MHz) 和 C 波段 (800MHz~1600MHz), 分别由五根偶极子 ($\Phi 16\text{mm}$) 垂直放置在一个正五边形的顶点组成圆型阵列。AB 波段为有源 (每个天线带有一个平衡放大器) 测向天线阵列, 直径 1 米, 单元偶极子长约 0.2 米; C 波段为无源测向天线阵列, 直径 0.5 米, 单元偶极子长度有所缩小。上层是 D 波段 (1600MHz~3000MHz), 也为无源测向天线阵列, 直径约 0.3 米, 单元偶极子长度进一步缩小。外层覆盖有天线罩, 整个天线阵高约 0.5 米 (含天线罩), 阻抗为 50Ω , 接口为 N 型插座。

所述的电旋开关单元 2。它受监测测向处理模块 5 的控制和供电。工作频段为 20~3000MHz, 内部有 SW-15/5-M 电旋开关和 SPL-1/5 功率分配器。它相当于一个高频电子开关, 有 15 个信号输入端、5 个信号输出端、1 个控制/供电端口、1 个自校信号输入端, 它受控同时打通某个频段的 5 路信号通道和自校信号通道。来自接收机 (或外接) 的自校信号经 SPL-1/5 功率分配器后被分成 5 路, 用于对 20~800MHz 频段或 800~1600MHz 频段或 1600~3000MHz 频段工作的系统进行自校。其工作原理: 当控制电压 V1、V2 加电, 二极管 D1~D3 导通时, 来自天线 1 的信号就可传到节点 A, 当控制电压 V2、V3 加电, 二极管 D4~D6 导通时, 自校信号就可传到节点 A, 当控制电压 V4、V5 加电, 二极管 D7~D9 导通时, 节点 A 的信号就可从主路输出; 当控制电压 V6、V7 加电, 二极管 D10~D12 导通时, 节点 A 的信号就可从辅助路输出。如图 2 所示。

RF 放大器模块 3, 工作频率为 20~3000MHz, 具有放大、直通、衰减三种功能, 在使用中根据实际需要由软件设定。由 5 个独立的低噪声放大器组成, 分别对来自电旋开关单元 2 的 5 路信号进行处理。它们各有 1 个控制/供电端、1 个输入端、1 个输出端。三功能放大器的工作原理: 其由第一高频继电器、第二高频继电器 B、放大电路、衰减电路和电源组成。高频继电器的型号为

RF303-12, 放大器中的放大管型号为 ERA-51SM。+12V 电源受软件控制分别加到第一高频继电器和第二高频继电器上。当第一高频继电器加电, 而第二高频继电器不加电时, 输入信号经放大电路后得到线性放大, 再经第二高频继电器的直通部分输出。即为“放大”。当第一高频继电器不加电, 而第二高频继电器加电时, 输入信号经第一高频继电器的直通部分后到达高频继电器的衰减电路, 经衰减后输出。即为“衰减”。当第一高频继电器和第二高频继电器都不加电时, 输入信号经第一高频继电器和第二高频继电器的直通部分输出。即为“直通”。故该放大器具有“直通、放大、衰减”三功能。

五信道测向接收机 4, 对测向天线所接收到的空中无线电信号进行变频、采样、解调、解码以及 A/D 变换等, 输出包括信号频率、幅度、频偏、调制度、带宽、电平等信息的模拟或数字中频信号, 再送到计算机系统 6 (ADVANTECH IPC-610) 处理。本实施例中选用江西省九江市 713 厂的 J067 数字式五信道测向接收机, 进行五信道的空间谱估计超分辨率测向。其由五个板卡式接收机组成, 采用 PCI 总线结构和模块化设计, 一块板卡就是一个接收信道, 板卡插在 PCI 插槽的 19" 标准机箱内, 用压条固定。系统测向时, 五信道接收机同时工作, 共用同一本振源, 相位一致性好, 保证了空间谱估计超分辨率测向系统的高精度。

监测测向处理模块 5 (型号为 DFC 050L) 是系统各部分控制驱动单元和直流供电单元。处理模块通过并口与计算机系统通讯, 接受计算机系统的控制指令, 实施对有关单元的控制。如: 对电旋开关单元、RF 三功能放大器模块、五信道测向接收机、监测接收机等控制, 使系统按着软件程序对无线电信号进行监测和测向。

计算机系统 6 为工业控制计算机 (ADVANTECH IPC-610), 它具有运行速度快、容量大、稳定可靠、可扩展、抗震性能好等特点。其作为应用软件的载体, 除了执行程序 (包括存储、打印) 外, 还对大量的数据、音频、视频等进行处理, 它通过对从天线阵元接收到的大量数据信息进行处理, 采用先进的统计算法——多重信号分类 (MUSIC) 算法, 从而得出信号的方位。在空间谱估计超分辨率测向中, 测量所有可能天线阵元接收到的信号电压, 生产测量协方差矩

阵 R ，该矩阵用于分辨接收信号中的同信道分量。MUSIC 算法的过程为先计算协方差矩阵 R ，对 R 进行特征分解求出其特征值和特征向量。根据特征值可以确定信号源的数量，利用由特征向量组成的信号子空间和噪声子空间的正交关系，对两个子空间进行适当的处理，确定无线电信号的来波方向。超分辨率测向使用内插方位值来计算多个方位角，该值根据与测量协方差矩阵 R 生产的信号子空间最匹配的方位校准矢量生成。

中短波监测天线 7，为有源单极子监测天线，工作频率范围为 100KHz~30MHz，阻抗 50Ω ，接口为 N 型插座。

超短波监测天线 8，为有源单极子监测天线，工作频率范围为 30MHz~300MHz，阻抗 50Ω ，接口为 N 型插座。

超短波监测天线 9，型号为 ANT-BC-105，工作频率范围为 300MHz~3000MHz，为垂直放置的、在水平面内无方向性、在垂直面内成八字形波瓣方向图的有源双锥全向天线。直径约 0.4 米，高 0.4 米，总重量小于 4Kg，阻抗 50Ω ，接口为 N 型插座。

微波监测天线 10，型号为 WANT004R，工作频率范围为 3GHz-18GHz，圆极化，尺寸为 $\Phi 165\text{mm} \times 200\text{mm}$ ，增益为 2dB，VSWR<3。阻抗为 50Ω ，接口为 N 型插座。

微波监测天线 11，型号为 WANT005R，工作频率范围为 18GHz-40GHz，圆极化，尺寸为 $\Phi 155\text{mm} \times 180\text{mm}$ ，增益为 2dB，VSWR<3。阻抗均为 50Ω ，接口为 N 型插座。

RF 放大器模块 12，工作频率范围为 100KHz~3000MHz，具有放大、直通、衰减三种功能，在使用中根据实际需要由软件设定。由 3 个独立的低噪声放大器组成，分别对来自中短波监测天线和超短波监测天线的 3 路信号进行处理。它们各有 1 个控制/供电端、1 个输入端、1 个输出端。其工作原理前面已有叙述，这里略。

RF 放大器模块 13，工作频率范围为 3GHz~40GHz，由 2 个独立的低噪声放大器组成，分别对来自微波监测天线（3GHz~18GHz）和微波监测天线（18GHz~40GHz）的 2 路信号进行处理。它们各有 1 个控制/供电端、1 个输入端、1 个

输出端。其工作原理同上。

监测接收机 14，对监测天线所接收到的空中无线电信号进行变频、采样、解调、解码以及 A/D 变换等，输出包括信号频率、幅度、频偏、调制度、带宽、电平等信息的模拟或数字中频信号，再送到计算机系统 6（ADVANTECH IPC-610）处理。本实施例中选用江西省九江市 713 厂的 J066 数字式监测接收机。

监测接收机 15，选用日本 Anritsu 公司生产的 MS2661C 频谱分析仪。

电池组或市电 16，包括市电 220VAC 和蓄电池组（4 节 12V100AH）。

UPS 17，为不间断电源，型号为 APC 1000VA 在线式。

逆变电源 18，型号为 S1500-212。是将载车发动机富余的 12V 直流电转化为 220V 交流电，经 UPS 后给系统供电。

车头方位指示器 19，是在液晶显示屏上实时显示相对于车头的信号方位，以便驾驶员及时掌握信号出现的方向，为快速查找信号提供便利。它通过串口与计算机联接。

GPS，即全球定位系统（Global Positioning System），它是由空间卫星、地面监控和用户设备三部分组成的，广泛地应用于各类导航定位系统中。GPS 接收机是一个接收 GPS 卫星信号并实时计算出所处位置坐标的设备。GPS 用于移动监测站中，其用途是随时确定移动车的地理位置（经、纬度），并把数据提供给计算机。在电子地图上实时显示当前位置，同时为显示测向方位和交叉定位提供数据。本系统采用美国 GARMIN 公司的 GPS 12XL（美洲豹）GPS 接收机。GPS 12XL 采用并行 12 通道接收体制，灵敏度高。

电子罗盘 21，是为移动监测站提供实时的参考方位数据，并把数据传输给计算机。本系统采用美国 KVH 公司的 C100 型电子罗盘。

打印机 22，为日本 CANON 公司的 IP90V。

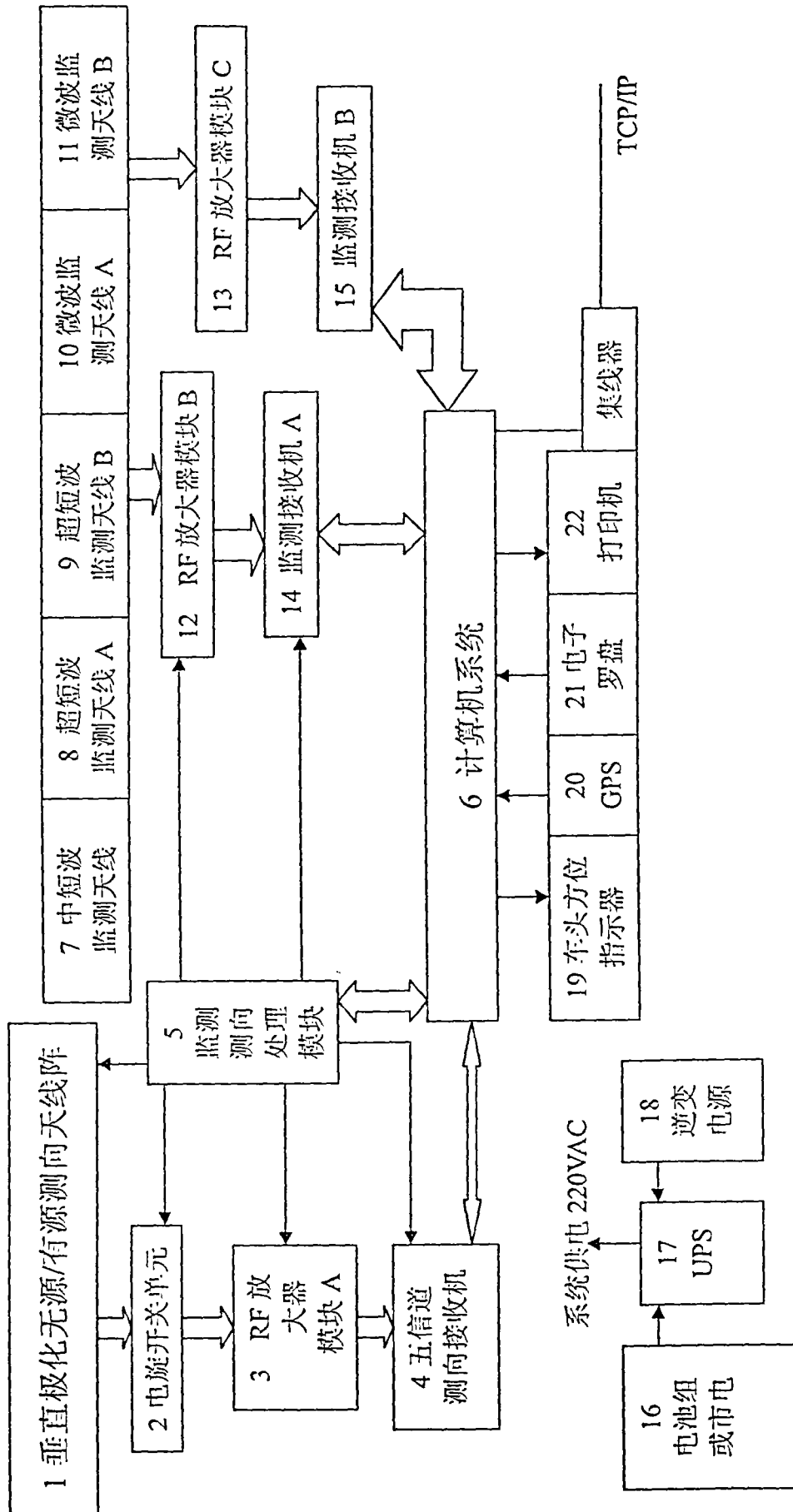


图1

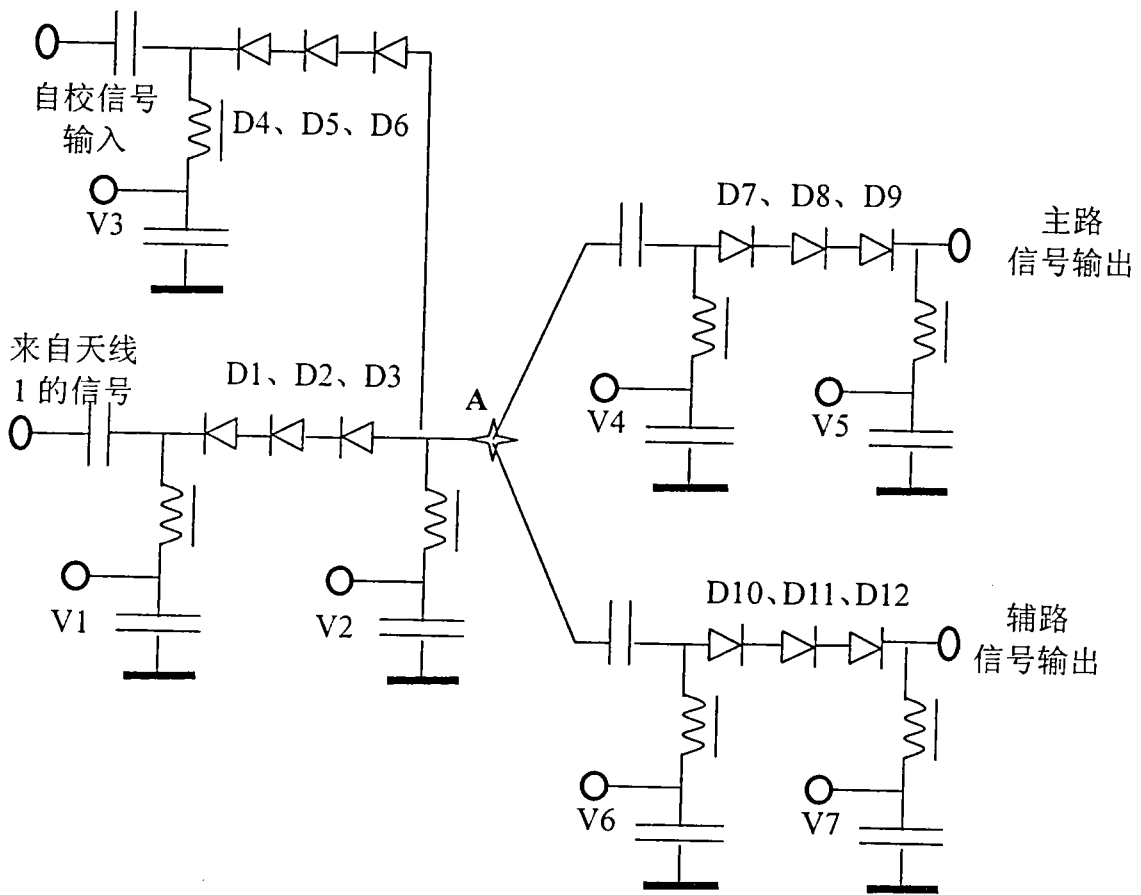


图 2

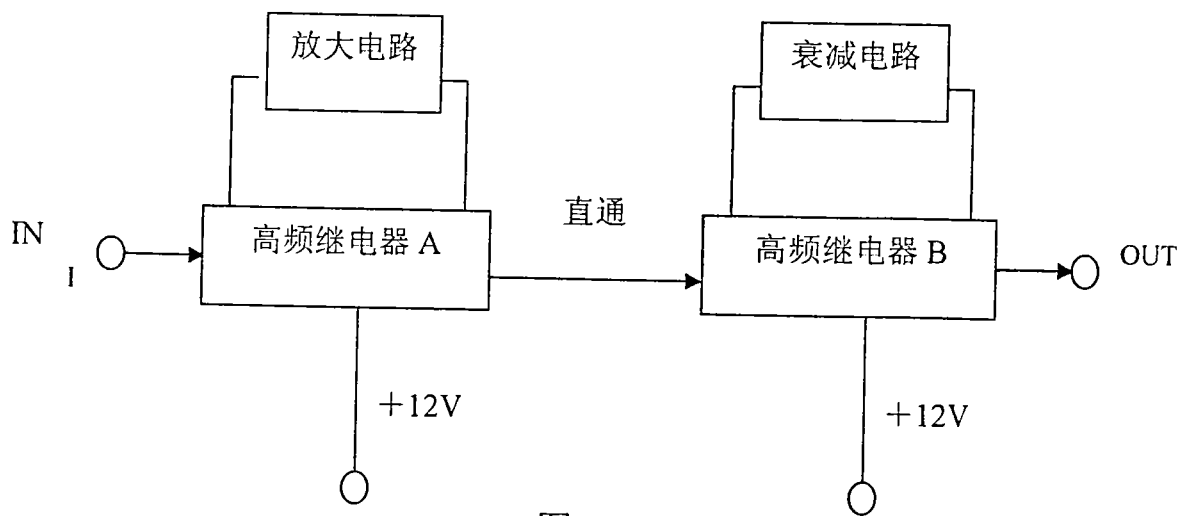


图 3

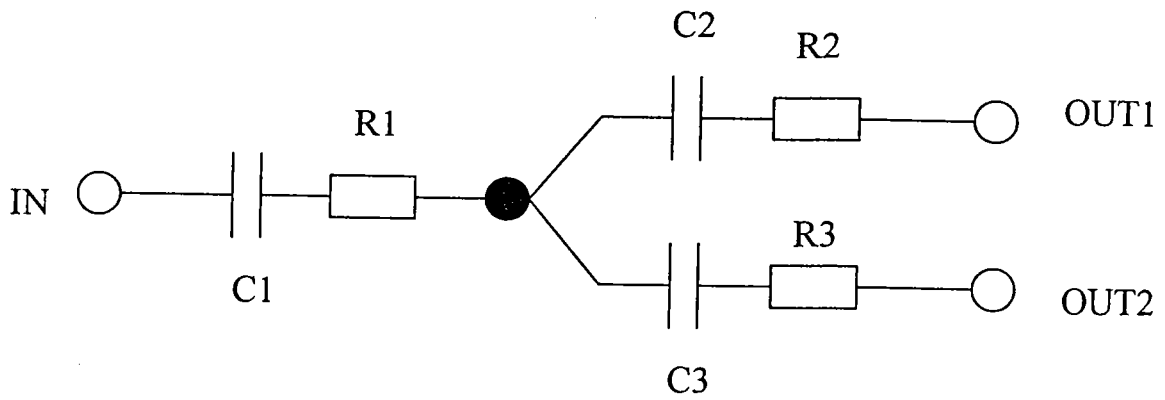


图 4

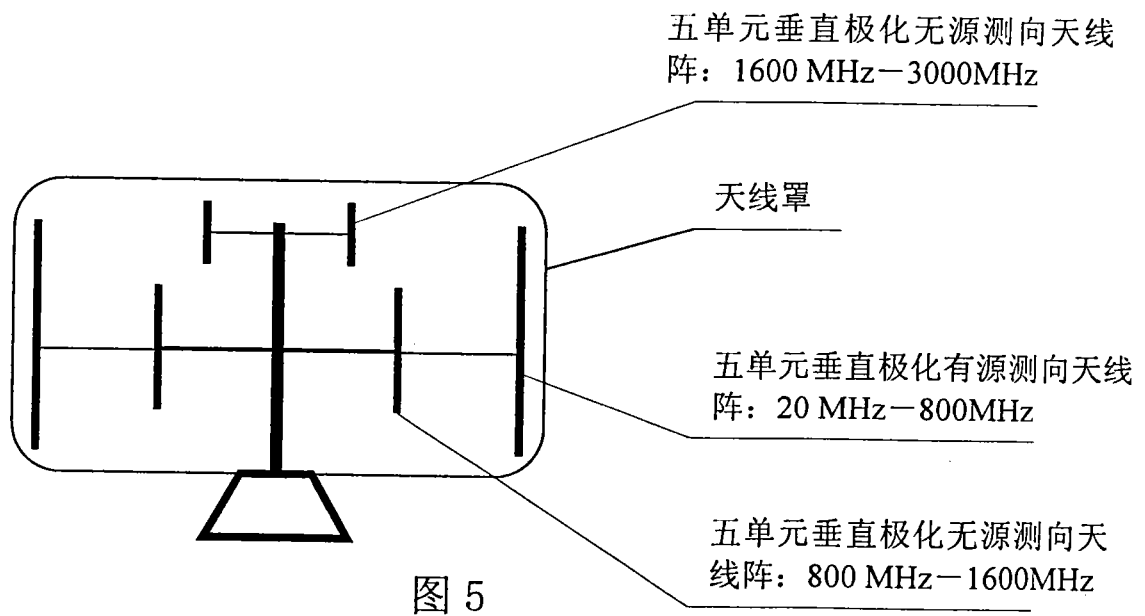


图 5