



(43)申请公布日 2018.11.20

*G08C 17/02(2006.01)*

Figure 1 is a schematic diagram of the internal structure of a mobile phone antenna. The diagram is divided into two parts: a top plan view and a bottom cross-sectional view.

The top plan view shows a central component labeled "2 无线中继站" (Wireless Relay Station) connected to "通信天线" (Communication Antenna) and a "7 内管" (Inner Pipe). It also shows a "1 信号处理与通信模块" (Signal Processing and Communication Module) connected to a "供电电缆" (Power Cable) and a "3 电源模块" (Power Module). The bottom view shows the physical components: "1 信号处理与通信模块", "2 无线中继站", and "3 电源模块" mounted on a "41 电源电极" (Power Electrode) and "42 信号电极" (Signal Electrode). It also shows "5 支撑管" (Support Pipe), "6 金属杆" (Metal Rod), "7 内管" (Inner Pipe), "8 屏蔽罩" (Shielding Cover), and "9 导线" (Wire).

1. 一种基于无线通信的中心供电式电阻抗成像测量装置,用于测量输送导电流体的水平管道,包括电极系统、无线中继站、外部主机、电压源和屏蔽罩。其中,

无线中继站,用于外部主机和内部信号处理与通信模块之间的信号传输;

电极系统包括多个电极单元,每个电极单元包括一个信号电极、一个电源电极、无线通信模块、电源模块、信号控制模块、高通滤波器、信号激励和测量单元;信号控制模块通过所述的无线通信模块与外界进行无线通信,发送测量结果、根据接收到的无线信号控制信号电极的激励状态和测量状态的切换;电源模块,包括稳压模块和低通滤波器,稳压模块连接在屏蔽罩与电源电极之间,稳压模块的输出经过低通滤波后通过供电电缆为整个电极单元供电;信号激励和测量单元通过所述的高通滤波器与信号电极相连,在激励状态下信号激励与测量模块产生的高频激励信号经过高通滤波后将高频信号输出至信号电极,使信号电极处于激励状态;在测量状态下,信号电极处于测量状态,其他电极的高频信号通过管内导电介质传输至信号电极,由高通滤波器滤波后输入至信号激励与测量模块,信号激励与测量模块经过放大滤波电路,最终通过模拟/数字转换器将信号转换成数字信号,得到测量结果;

电压源,接在金属杆与屏蔽罩之间,用于向整个电极系统供电;

各个信号电极分布在水平管道内部的同一个管道截面上;

各个电源电极分布在水平管道内部的同一个管道截面上,紧邻信号电极。

## 一种基于无线通信的中心供电式电阻抗成像测量装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于无线通信的中心供电式电阻抗成像测量装置。

### 背景技术

[0002] 电阻抗层析成像(EIT)技术是基于电磁场理论上发展出的一种过程检测技术,具有非侵入式、实时性高、成本低等优点,在工业与医学领域广泛应用。在EIT检测过程中,一组电极阵列均匀安装或放置在待测物边界。在检测过程中,向一个或多个电极施加电流或电压信号,检测其他电极的电信号,通过图像重建算法重建电导率分布图像。由于EIT检测过程中,需要要求有电流回路的存在,所以必须保证被测介质为导电物质。

[0003] 在电场中,不同频率电信号的传播是相互独立的,在多种频率并存的测量场域内,通过滤波处理可以提取相应频段,实现对各个频段信号的同时处理。将直流电源信号直接加载在测量场域中,各模块直接从电极处获取供电,还能减少外部线路的复杂程度。

[0004] 无线通信是一种传播电磁波信号在空间中进行信息交互的技术,在很多领域中广泛使用,利用无线组网可以实现多端的信息交互,并减少了安装和维修的难度。

[0005] 目前的EIT采集系统通常使用有线方式连接电极与EIT系统。这种方法在实际使用中具有不稳定性,例如接口松动或导线损坏会导致电极与系统连接的中断,影响测量结果,且不易对发生故障的电极进行定位。从实际应用的角度来看,所设计EIT测量装置应该满足以下要求:1)减少管外空间的导线连接,2)降低传感器系统的维修难度和测量稳定性。

### 发明内容

[0006] 本发明针对运输导电介质物质的输送管道进行测量的应用场景,目的是减少测量管道外部空间的导线连接,实现电极的独立检测,提高系统的运行稳定性,降低系统的维修难度。本发明的技术方案如下:

[0007] 一种基于无线通信的中心供电式电阻抗成像测量装置,用于测量输送导电流体的水平管道,包括电极系统、无线中继站、外部主机、电压源和屏蔽罩。其中,

[0008] 无线中继站,用于外部主机和内部信号处理与通信模块之间的信号传输;

[0009] 电极系统包括多个电极单元,每个电极单元包括一个信号电极、一个电源电极、无线通信模块、电源模块、信号控制模块、高通滤波器、信号激励和测量单元;信号控制模块通过所述的无线通信模块与外界进行无线通信,发送测量结果、根据接收到的无线信号控制信号电极的激励状态和测量状态的切换;电源模块,包括稳压模块和低通滤波器,稳压模块连接在屏蔽罩与电源电极之间,稳压模块的输出经过低通滤波后通过供电电缆为整个电极单元供电;信号激励和测量单元通过所述的高通滤波器与信号电极相连,在激励状态下信号激励与测量模块产生的高频激励信号经过高通滤波后将高频信号输出至信号电极,使信号电极处于激励状态;在测量状态下,信号电极处于测量状态,其他电极的高频信号通过管内导电介质传输至信号电极,由高通滤波器滤波后输入至信号激励与测量模块,信号激励与测量模块经过放大滤波电路,最终通过模拟/数字转换器将信号转换成数字信号,得到测

量结果；

[0010] 电压源,接在金属杆与屏蔽罩之间,用于向整个电极系统供电；

[0011] 各个信号电极分布在水平管道内部的同一个管道截面上；

[0012] 各个电源电极分布在水平管道内部的同一个管道截面上,紧邻信号电极。

[0013] 本发明由于采取以上技术方案,其具有以下优点：

[0014] 1) 中心金属杆连接可控电压源的正电位,实现了管内多个模块的供电,提高了各电极的可替换性；

[0015] 2) 由于供电回路会经过测量场域,与供电模块相连的电极处的电压情况可以初步反映中心位置到电极路径上的电导率分布情况,在原有EIT检测信号的基础上,增加了测量信息；

[0016] 3) 供电电压源为直流信号,与EIT激励高频信号相互独立,通过放置在供电模块前端的低通滤波模块和放置在信号处理与通信模块前端的高通滤波模块可以区分两种不同频率的电信号。从而实现不影响原有测量机理；

[0017] 4) 各电极与EIT系统无线连接,各电极模块间无物理连接,避免了有线连接过程中的不稳定性,增加了各模块的可替代性,降低了维护难度；

[0018] 5) 屏蔽罩具有屏蔽功能,降低了外部信号对管内信号的干扰。

[0019] 6) 无线中继模块用于连接和协调内部各模块的通信,同时与外部主机相连,可以实现多种激励方式的切换和实时成像显示。

## 附图说明

[0020] 图1为管道纵切面示意图。

[0021] 图2为无线中继站处横截面示意图。

[0022] 图3为信号传输示意图。

## 具体实施方式

[0023] 下面结合附图和实施例对本发明的进行详细的描述。

### [0024] 一、系统结构

[0025] 本设计中测量仪器需安装在水平管道上,管道内输送物质为导电材料(通常为导电液体),且该物质应没过管道中心的导电金属管,与中心金属杆和至少一个边缘电极有接触,以保证形成电流回路。电极分布为两层,一层为供电电极,一层为信号电极。信号电极与信号模块相连,供电电极与电源模块相连,电源模块通过供电电缆为信号模块供电,并通过信号总线向信号模块传输电源模块的工作状态。

[0026] 如图所示,该装置主要部件包括：

[0027] 1信号处理与通信模块,与每个信号电极连接,与无线中继站通信,控制电极的激励和测量状态的切换,包括：

[0028] 11无线通信模块,用于控制无线中继站与信号处理与通信模块之间的信号传输,通过通信天线与无线中继站进行通信；

[0029] 12信号控制模块,包括微控制器最小系统及状态切换门电路,用于发送测量结果、根据接收到的无线信号控制电极的激励和测量状态的切换；

[0030] 13高通滤波器,用于过滤低频率信号,高通滤波器与信号激励与测量模块和信号电极相连。在激励状态下信号由信号激励与测量模块输入至高通滤波器,然后输出至信号电极;在测量状态下信号由信号电极输入至高通滤波器,然后输出至信号激励与测量模块;

[0031] 14信号激励和测量模块,包括信号激励和信号测量两部分电路,信号激励电路包括数字/模拟转换器(DAC)、信号放大滤波电路,用于产生激励所需高频信号。信号测量电路包括模拟/数字转换器(ADC)、信号放大滤波电路,用于其他电极激励状态下接受信号的测量;

[0032] 2无线中继站,设置于屏蔽罩上,用于外部主机和内部信号处理与通信模块之间的信号传输,其外端的通信天线用于与外部主机间进行通信,屏蔽罩内的通信天线用于与各信号处理与通信模块进行通信;

[0033] 3电源模块,与各电源电极相连接,通过供电电缆为邻近的信号处理与通信模块供电,包括:

[0034] 31稳压模块,用于将电压稳定至无线通信模块11和信号控制模块12工作所需要的电压,向两个模块供电,并通过信号总线向信号处理与通信模块1反馈稳压状态(输入电压,输入电流);

[0035] 32低通滤波器,用于过滤激励高频信号,保留供电直流信号;

[0036] 4电极组,共有两层,均匀安装于内管的内壁(每层数量如16,32,48个等,图3为 $2 \times 16$ 电极结构的示意图),其中一层各电极连接信号处理与通信模块,称为信号电极41;另一层各电极连接电源模块3,称为电源电极42;相邻的电源电极和信号电极为一对;

[0037] 5支撑管,为绝缘空心管,呈十字交叉状连接金属杆6的两端;

[0038] 6金属杆,与导线9连接,连接低频恒压源,高电位(例如,50V);

[0039] 7内管是绝缘材质,用于介质传输;

[0040] 8屏蔽罩是导电材质,用于提供整套装置的零电位,管内电路的接地端,与可控电压源的负电位相连;

[0041] 9导线,用于供电正电位的传输。

[0042] 二工作原理

[0043] 结合图3进行工作原理描述。图3所示为装置中一对电极及其电路模块与EIT系统的信息交互示意图。在实际运行过程中,首先形成:金属杆(高电位)-管道输送的导电物质-电源电极-稳压模块-屏蔽罩(接地)电流回路,稳压模块经过稳压处理为信号处理与通信模块供电,并反馈给信号处理与通信模块当前的稳压信息(包含稳压前电压,稳压模块工作状态),从而保证了信号处理与通信模块的正常工作。当信号处理与通信模块通电启动后,无线通信模块通过无线中继站实现与外部主机的信息交互,信号控制模块根据外部主机的指令对电极做出相应的激励或检测操作。信号激励和测量模块包括信号激励和信号测量两部分电路,电路状态受信号控制模块控制,信号激励电路通过DDS合成,产生EIT激励所需高频信号;信号测量电路将测量的高频信号经过滤波放大,由模拟/数字转换器(ADC)转换成数字信号。

[0044] 信号处理与通信模块用于激励与反馈管道内的高频信号,可用于传统方法的电极控制,电源模块与可控电压源的差值可用于反映中心到相应电极间的介质电阻抗变化,辅助原有成像方法。

[0045] 系统工作与信号传输过程如下：

[0046] 1、供电

[0047] 金属杆通过导线连接至可控电压源的正极，屏蔽罩连接可控电压源的负极，此时管内电流从中心金属杆流向各电源电极，无线中继站通过外部电源单独供电；电源电极端的电信号通过低通滤波器和稳压模块进行稳压，为信号处理与通信模块供电，并向信号控制模块反馈输入电压值、输入电流值等稳压状态数据。

[0048] 2、通信

[0049] 当信号处理与通信模块通电后，无线通信模块与无线中继站进行信息交互，信号处理与通信模块进入工作状态；若与信号电极相邻的电源电极未与导电流体接触或接触不良，电源模块无法为信号处理与通信模块供电，该电极单元不工作，无线中继站无法获得该电极校验信号，向外部主机反馈该电极单元无工作信号。在工作过程中，由外部主机控制的激励与测量状态信号经由无线中继站，分别传输至各无线通信模块，无线通信模块通过数据总线将信号传递给信号控制模块。高频信号测量结果与稳压模块的稳压状态信息由信号控制模块传输至无线通信模块，经过无线中继站汇总，传输至外部主机。其中，在激励状态下的信号控制模块仅反馈稳压模块稳压状态信息，在测量状态下的信号控制模块既反馈稳压模块的稳压状态信息，同时也反馈高频信号测量结果。

[0050] 3、检测

[0051] 信号控制模块控制信号激励与测量模块的工作状态：

[0052] 1) 在激励状态下，信号激励与测量模块产生高频信号，通过高通滤波器传输高频信号至信号电极，使信号电极处于激励状态；

[0053] 2) 在测量状态下，信号电极处于测量状态，其他电极的高频激励信号通过管内导电介质传输至信号电极，由高通滤波器输入至信号激励与测量模块，经过放大滤波电路，最终通过模拟/数字转换器(ADC)将信号转换成数字信号。

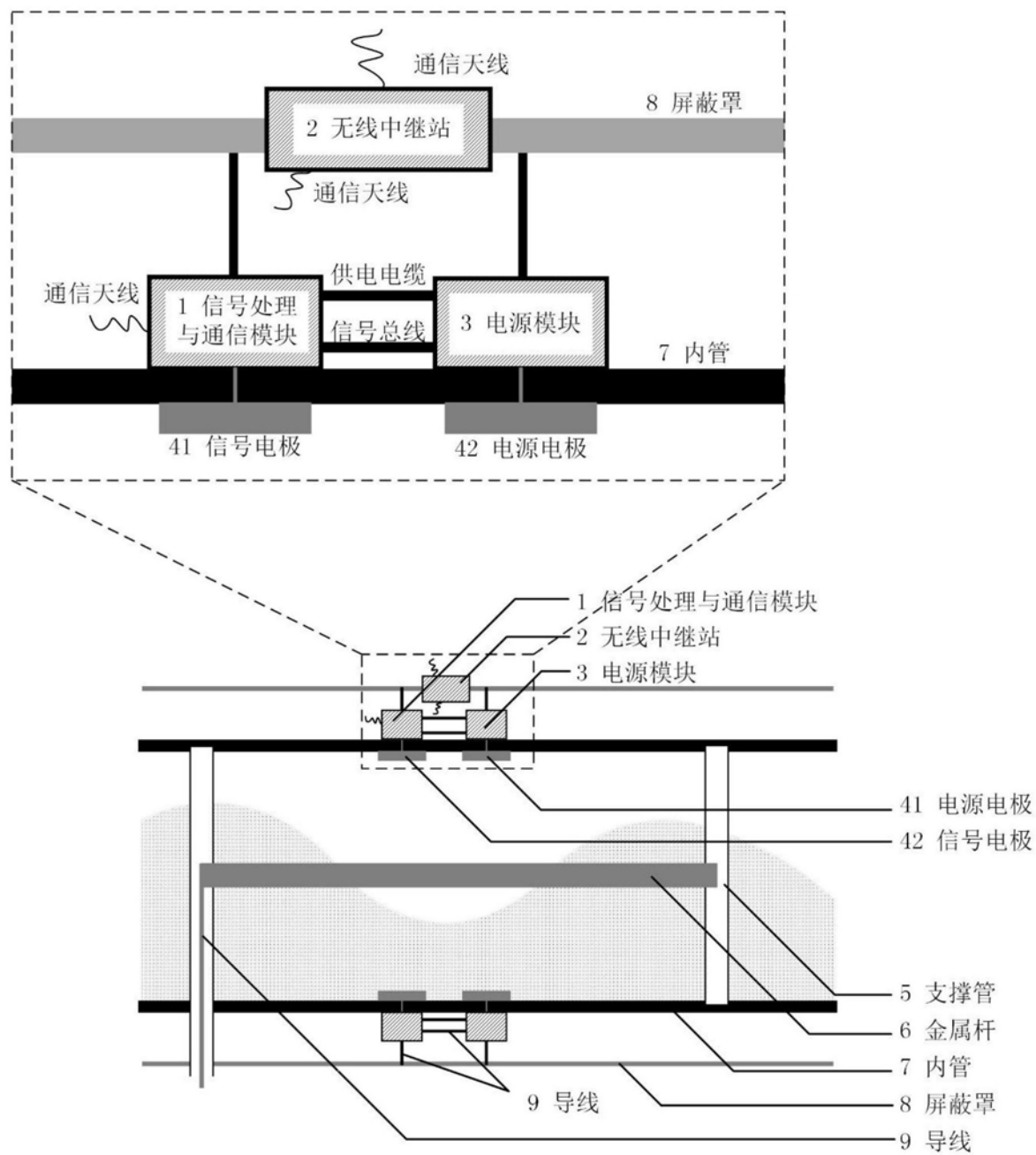


图1

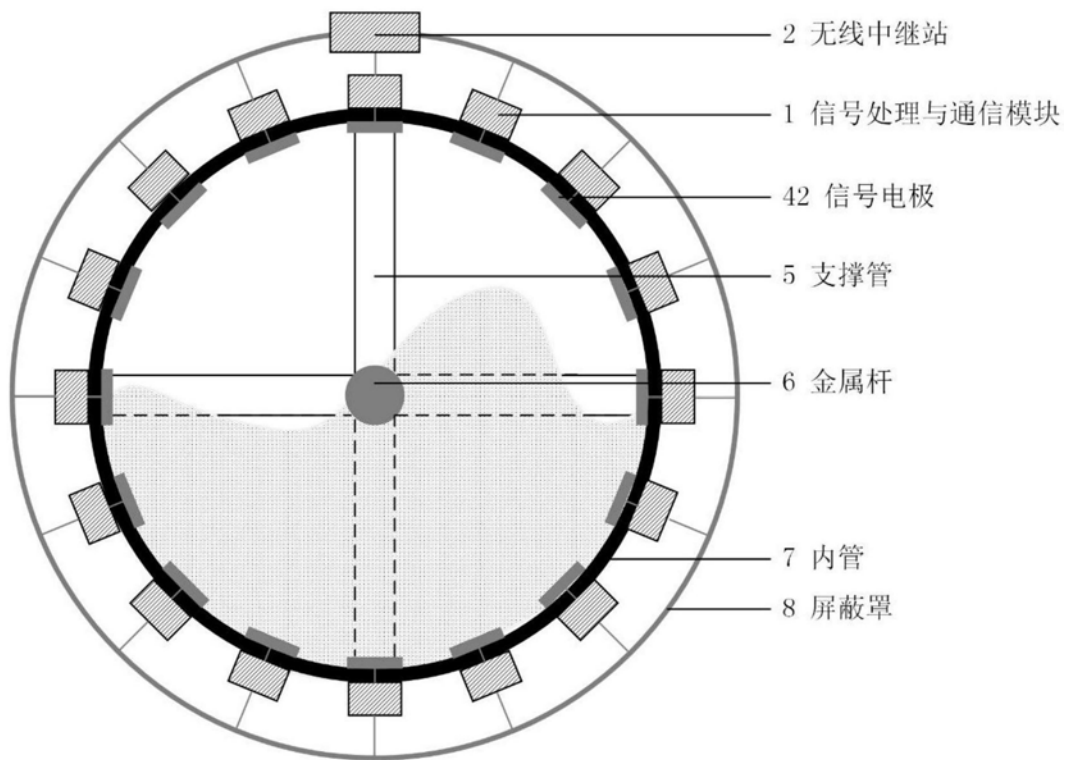


图2



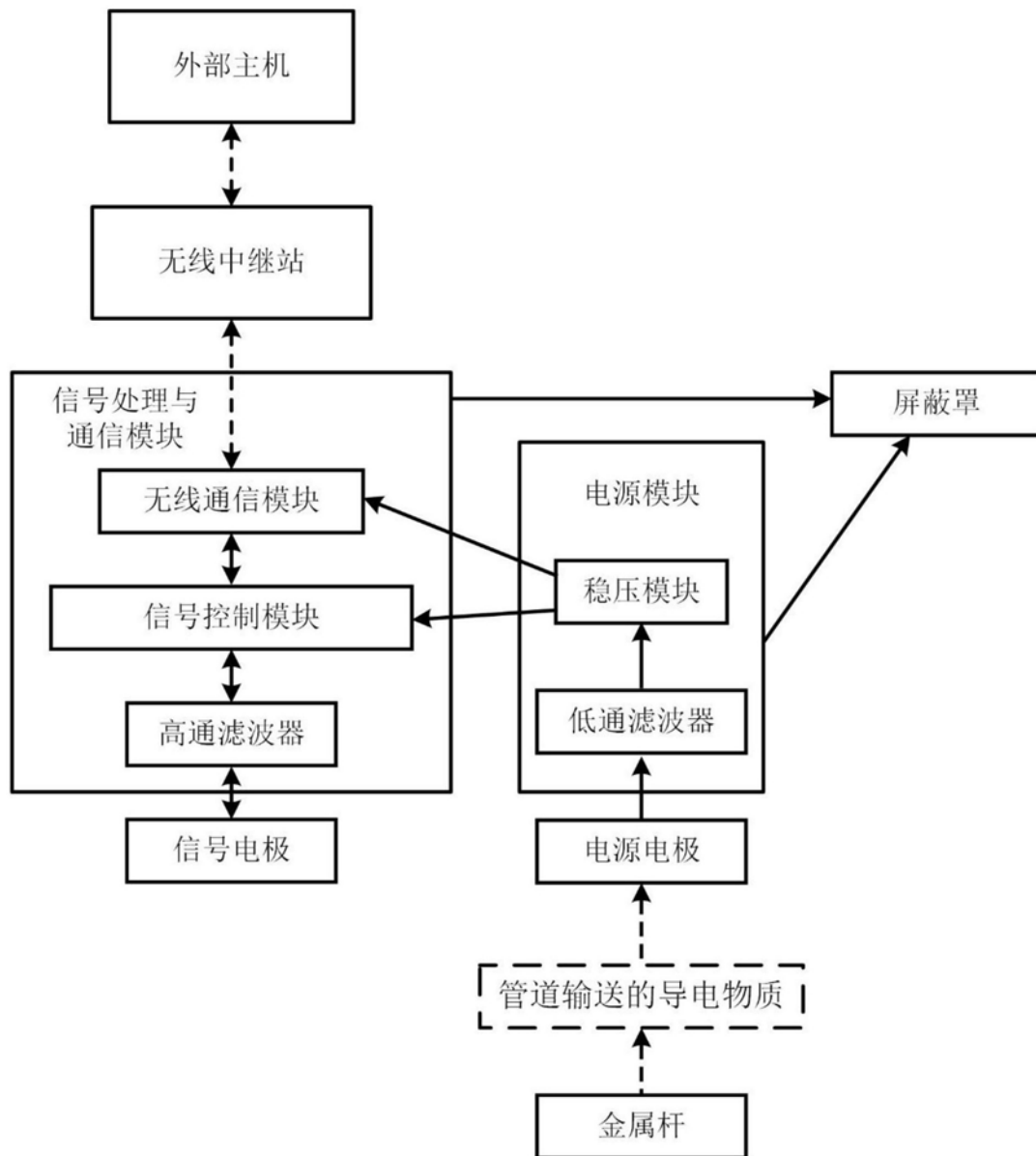


图3

专利名称(译)	一种基于无线通信的中心供电式电阻抗成像测量装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN108836332A</a>	公开(公告)日	2018-11-20
申请号	CN201810648007.2	申请日	2018-06-22
[标]申请(专利权)人(译)	天津大学		
申请(专利权)人(译)	天津大学		
当前申请(专利权)人(译)	天津大学		
[标]发明人	王泽莹 岳士弘 刘笑远		
发明人	王泽莹 岳士弘 刘笑远		
IPC分类号	A61B5/053 A61B5/00 H04B7/155 G08C17/02		
CPC分类号	A61B5/0536 A61B5/72 A61B5/7225 G08C17/02 H04B7/15542		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本发明涉及一种基于无线通信的中心供电式电阻抗成像测量装置，用于测量输送导电流体的水平管道，包括电极系统、无线中继站、外部主机、电压源和屏蔽罩。其中，电极系统包括多个电极单元，每个电极单元包括一个信号电极、一个电源电极、无线通信模块、电源模块、信号控制模块、高通滤波器、信号激励和测量单元；信号控制模块通过所述的无线通信模块与外界进行无线通信，发送测量结果、根据接收到的无线信号控制信号电极的激励状态和测量状态的切换；电源模块，包括稳压模块和低通滤波器，稳压模块连接在屏蔽罩与电源电极之间，稳压模块的输出经过低通滤波后通过供电电缆为整个电极单元供电。

