

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
E21B 47/06 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810101359.2

[43] 公开日 2009 年 8 月 26 日

[11] 公开号 CN 101514627A

[22] 申请日 2008.3.5

[21] 申请号 200810101359.2

[71] 申请人 中国科学院自动化研究所

地址 100080 北京市海淀区中关村东路 95 号

[72] 发明人 梁自泽 谭 民 李 恩 侯增广

梁 潸 尚继林 王 硕

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 周国城

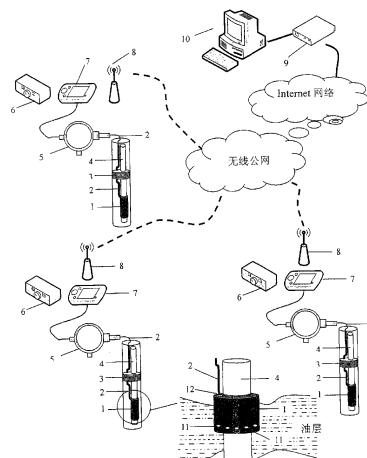
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 2 页

[54] 发明名称

毛细钢管油井压力远程监测监控系统

[57] 摘要

本发明毛细钢管油井压力远程监测监控系统，涉及自动化信息处理技术领域，是利用分布式监测技术组成的油井压力网络化监测系统。该系统由毛细钢管测压设备、地面压力采集终端和监测中心服务器组成。通过毛细钢管测压装置将油井井下压力传递到地面，由地面压力采集终端将压力变成数字信号，经补偿后得到井下真实压力值，利用无线通讯网络将数据传送到监控中心站，实现油井压力的远程监测。同时监控中心站可以通过无线通讯网络对采集设备的参数和状态进行远程控制。该监测监控系统适用于海洋、荒漠等交通不便的油井平台，可实现油井远程实时压力数据监测和远程控制，提高了测井过程的实时性，节省了人力物力，提高了油井勘探和安全生产的工作效益。



1. 一种毛细钢管油井压力远程监测监控系统，为分布式网络化结构，包括毛细管测压设备、地面采集终端和监控中心站；其特征在于：

毛细管测压设备包括井下传压筒和毛细钢管，井下传压筒和毛细钢管中充注有氮气或氦气，其中井下传压筒为中空的环状体，其下部有引压孔，上部有毛细钢管连接孔，毛细钢管为中空的钢制细管；

地面采集终端包括压力变送器、数据采集器、供电电源，其中压力变送器含有压力传感器、防爆外壳和 RS232 串口；数据采集器含有显示屏、数据存储器、USB 通讯口、电源输入口、无线通讯模块、防水外壳和 RS232 串口，各部件置于防水外壳内；

供电电源含有电源输入口 I 和电源输出口 O，电源输入口 I 与外部交流电源连接，电源输出口 O 以直流电压为系统供电；

监控中心站包括监控主机，监控主机含有有线网卡和音箱；

井下传压筒为中空的环状体，套固于生产油管的外周缘，位于油井的油层中，油层液体经井下传压筒下部侧外圆上的引压孔进入井下传压筒内腔压缩充注气体；毛细钢管的下端经毛细钢管连接孔与井下传压筒的内腔相通连，毛细钢管的上端与地面压力变送器相连；通过毛细管内的充注气体将油层压力传递到地面压力变送器，压力变送器将压力信号转换为数字信号，通过 RS232 串口传送给数据采集器；数据采集器将采集到的原始数据利用压力补偿算法得到井下实际压力数值，并把数据存储在其数据存储器中，同时经过无线通讯模块将数据信息传送到 Internet 网络中；

具有固定 IP 地址的监控主机使用有线网卡通过 Internet 网络获得数据采集器发送来的压力数据，对油井压力信息进行远程监测。

2. 如权利要求 1 所述的油井压力远程监控监测系统，其特征在于：所述监控系统采用分布式的结构，监控主机与离散分布在不同油井平台的多数个油井地面采集终端通过无线公网、Internet 网络进行数据传输，由监控主机选择要连接的终端名称，控制连接过程的建立、数据交互、连接的结束。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的油井压力远程监控监测系统，其特征在于：所述监控主机在与指定的地面采集终端建立连接后，通过监控主机上的软件对地面采集终端的变送器通道补偿参数、压力报警上下门限、采集时间间隔、采集进程管理等进行远程设置，并进行数据采集器远程复位控制、数据采集器数字量输出信号控制的远程控制操作。

4. 如权利要求 1 所述的油井压力远程监控监测系统，其特征在于：所述地面采集终端在与监控主机建立连接后，根据其所采集和监测到的信息，自动向监控主机发送油井压力超限报警、数据存储器存满预警、地面采集终端交流电断电的报警信息。

5. 如权利要求 1 所述的油井压力远程监控监测系统，其特征在于：所述数据采集器含有 RS232 通讯口 S、电源输入口 V、天线接口 A，电源输入口 V 与供电电源的电源输出口 O 连接，无线通讯模块的天线接口 A 连接外部通讯天线；数据采集器通过 RS232 串口与多数个压力变送器相连接，并自动识别变送器的个数和类型。

6. 如权利要求 1 或 5 所述的油井压力远程监控监测系统，其特征在

于：所述压力变送器中的压力传感器含有两个 RS232 通讯口 S1、S2 和一个压力接口 P；当多数个变送器相连接时，第一压力变送器的通讯口 S1 与数据采集器的通讯口 S 连接，第一压力变送器的通讯口 S2 与第二压力变送器的通讯口 S1 相连，依此方式顺序串接直至第 n 个压力变送器，而第 n 个压力变送器的通讯口 S2 使用专用堵头封堵。

7. 如权利要求 1 所述的油井压力远程监控监测系统，其特征在于：所述数据采集器所含的数据存储器的容量为 20 万条压力数据，每条数据包括通道号、采集时间、压力值、压力单位；数据采集器存满后采用自动覆盖方式，用最新采集到的数据覆盖数据存储器中最早保存的数据。

8. 如权利要求 1 所述的油井压力远程监控监测系统，其特征在于：其所述地面采集终端采用防水、防潮、防盐雾设计，工作温度范围为 -15~45℃；地面采集终端含有自动加热器，在温度过低时自动启动对数据采集器和压力变送器进行加热。

9. 如权利要求 1 所述的油井压力远程监控监测系统，其特征在于：所述地面采集终端的供电电源包括开关电源和 12V/7.2AH 蓄电池，将 110/220V 交流电转换为 12V/5V 双直流电压为系统供电，供电电源通过内置 UPS 切换开关控制蓄电池充放电。

毛细钢管油井压力远程监测监控系统

技术领域

本发明涉及信息技术与自动化领域信息处理技术领域，涉及海洋油井平台井下压力数据远程监控监测的整个系统构成，是利用分布式监控监测技术组成的油井压力网络化监测装置，形成了适用于海洋或荒漠环境下的多点测井过程的实时监测监控系统。

背景技术

能源工业对于国家国民经济的持续高速发展和国防建设来说都是至关重要的基础行业。而素有“黑色黄金”之称的石油在能源生产中又是重中之重。我国油气资源相对贫乏，国内众多已开发油田受油气资源储量限制产能逐渐萎缩，而新勘测和开发的油田大多处于沙漠或近海海域等位置偏远、环境极端恶劣、不适合生产人员生存和长期现场监控的地区。但石油勘探和开发过程中生产人员又必须不断地进行各种油气藏的动态测试，实时监控、测取油气藏的地层静态压力、地层温度等动态参数，并依据这些参数准确评价油田产能，优化油田产能的评价方法，确定合理的开发方案以延长油田生产寿命、以及安全生产等。恶劣的自然环境和艰苦的工作环境为石油生产人员带来了极大困难。特别是近海海上油田，生

产人员无法长期驻守，需要经常出海巡视各油井生产情况、检测重要油井参数和设备完好情况，一旦遇到台风或恶劣天气无法出海，几天乃至几周内油井的重要参数都无法获知，安全生产、开发计划、产能优化也就无从谈起，“井喷”、生产设施损坏等情况的缺失造成应急预案难以及时启动，从而造成重大经济损失和安全事故隐患。为此，有必要开发一种适用于海洋或荒漠环境的油井压力远程监控监测系统，实现动态测井过程，降低测井过程对交通条件的依赖性，节省测井过程运行成本，降低工作人员的劳动强度，提高油井开发的测试实时性，提高油气田勘探效率，确保油气田的安全生产和合理开发。

发明内容

本发明的目的是在已有的毛细钢管油井压力测量技术基础上提供一种油井压力远程监测监控系统，在油气井勘探开发过程中实现动态实时测井过程，无需工作人员在油井现场值守，通过远程控制操作实现整个试井过程的井下压力数据存储与解释，降低工作人员的劳动强度，节省测井过程运行成本，提高油井开发的测试实时性，提高油气田勘探开发的效率。

为达到上述目的，本发明的技术解决方案是：

一种毛细钢管油井压力远程监测监控系统，为分布式网络化结构，包括毛细管测压设备、地面采集终端和监控中心站；其中：

毛细管测压设备包括井下传压筒和毛细钢管，井下传压筒和毛细钢管中充注有氮气或氦气，其中井下传压筒为中空的环状体，其下部有引压孔，上部有毛细钢管连接孔，毛细钢管为中空的钢制细管；

地面采集终端包括压力变送器、数据采集器、供电电源，其中压力变送器含有压力传感器、防爆外壳和 RS232 串口；数据采集器含有显示屏、数据存储器、USB 通讯口、电源输入口、无线通讯模块、防水外壳和 RS232 串口，各部件置于防水外壳内；

供电电源含有电源输入口 I 和电源输出口 O，电源输入口 I 与外部交流电源连接，电源输出口 O 以直流电压为系统供电；

监控中心站包括监控主机，监控主机含有有线网卡和音箱；

井下传压筒为中空的环状体，套固于生产油管的外周缘，位于油井的油层中，油层液体经井下传压筒下部侧外圆上的引压孔进入井下传压筒内腔压缩充注气体；毛细钢管的下端经毛细钢管连接孔与井下传压筒的内腔相通连，毛细钢管的上端与地面压力变送器相连；通过毛细管内的充注气体将油层压力传递到地面压力变送器，压力变送器将压力信号转换为数字信号，通过 RS232 串口传送给数据采集器；数据采集器将采集到的原始数据利用压力补偿算法得到井下实际压力数值，并把数据存储在其数据存储器中，同时经过无线通讯模块将数据信息传送到 Internet 网络中；

具有固定 IP 地址的监控主机使用有线网卡通过 Internet 网络获得数据采集器发送来的压力数据，对油井压力信息进行远程监测。

所述的油井压力远程监控监测系统，其所述监控系统采用分布式的结构，监控主机与离散分布在不同油井平台的多数个油井地面采集终端通过 CDMA 无线公网、Internet 网络进行数据传输，由监控主机选择要连接的终端名称，控制连接过程的建立、数据交互、连接的结束。

所述的油井压力远程监控监测系统，其所述监控主机在与指定的地面

采集终端建立连接后，通过监控主机上的软件对地面采集终端的变送器通道补偿参数、压力报警上下门限、采集时间间隔、采集进程管理等进行远程设置，并进行数据采集器远程复位控制、数据采集器数字量输出口输出信号控制的远程控制操作。

所述的油井压力远程监控监测系统，其所述地面采集终端在与监控主机建立连接后，根据其所采集和监测到的信息，自动向监控主机发送油井压力超限报警、数据存储器存满预警、地面采集终端交流电断电的报警信息。

所述的油井压力远程监控监测系统，其所述数据采集器含有 RS232 通讯口 S、电源输入口 V、天线接口 A，电源输入口 V 与供电电源的电源输出口 O 连接，无线通讯模块的天线接口 A 连接外部通讯天线；数据采集器通过 RS232 串口与多数个压力变送器相连接，并自动识别变送器的个数和类型。

所述的油井压力远程监控监测系统，其所述压力变送器中的压力传感器含有两个 RS232 通讯口 S1、S2 和一个压力接口 P；当多数个变送器相连接时，第一压力变送器的通讯口 S1 与数据采集器的通讯口 S 连接，第一压力变送器的通讯口 S2 与第二压力变送器的通讯口 S1 相连，依此方式顺序串接直至第 n 个压力变送器，而第 n 个压力变送器的通讯口 S2 使用专用堵头封堵。

所述的油井压力远程监控监测系统，其所述数据采集器所含的数据存储器的容量为 20 万条压力数据，每条数据包括通道号、采集时间、压力值、压力单位；数据采集器存满后采用自动覆盖方式，用最新采集到的数

据覆盖数据存储器中最早保存的数据。

所述的油井压力远程监控监测系统，其所述地面采集终端具有防水、防潮、防盐雾的特性，工作温度范围为-15~45℃；地面采集终端具有自动加热器，在温度过低时自动启动对数据采集器和压力变送器进行加热。

所述的油井压力远程监控监测系统，其所述地面采集终端的供电电源包括开关电源和12V/7.2AH蓄电池，将110/220V交流电转换为12V/5V双直流电压为系统供电，供电电源通过内置UPS切换开关控制蓄电池充放电。

本发明提出的分布式油井压力远程监测监控系统的主要优点如下：采用分布式远程监测网络体系结构，以生产开发单位辖区形成油井压力数据监测网络，便于整体生产计划的指定和优化油井产能；在油井压力参数实时检测中采用了基于毛细钢管的井下压力动态检测技术，检测装置结构简单、抗腐蚀性强、传感器维护标定方便、寿命长；利用嵌入式技术和综合设计技术开发高可靠的现场实时监控设备，保证油井压力数据的完整性和可靠性；利用无线通讯技术和传输协议定制，实现油井压力数据的远程实时监测与控制，提高油井生产勘探过程的动态性能。

附图说明

图1为分布式油井压力远程监测监控系统的结构框图。

图2是分布式油井压力远程监测监控系统中毛细钢管测压设备和地面采集终端的控制接线示意图，其中：1-井下传压筒；2-毛细钢管；3-封隔器；4-生产油管；5-压力变送器；6-供电电源；7-数据采集器；8-无线模块；9-网卡；10-监控主机；11-引压孔；12-毛细钢管连接孔。

具体实施方式

本发明的一种基于分布式网络化结构的油井压力远程监测监控系统，是海洋或荒漠环境中油井平台压力参数远程监测监控的专用系统，由毛细管测压设备、地面采集终端和监控中心站三个主要部分构成。

图1为该监控监测系统的结构组成图，毛细管测压设备主要由地面部分和井下部分组成。其中，毛细管测压设备由井下传压筒1和毛细钢管2构成，井下传压筒1和毛细钢管2中都含有氮气或氦气等充注气体；地面采集终端由压力变送器5、数据采集器7、供电电源箱6构成，其中压力变送器5含有压力传感器、防爆外壳和RS232串口，数据采集器7含有显示屏、数据存储器、USB通讯口、电源输入口、无线通讯模块8、防水外壳和RS232串口；监控中心站由监控主机10构成，监控主机10含有有线网卡9和音箱。

毛细管测压设备的地面部分（图中未示出）含有氮气源、安全吹扫系统，井下部分包括井口穿越器（图中未示出）、毛细钢管绑扎带（图中未示出）、毛细钢管2、封隔器3、井下传压筒1、毛细钢管保护器（图中未示出）。其中井下传压筒1提供一定的驱气容积，以防止井内杂质进入毛细钢管2。毛细钢管2承装氦气或氮气，毛细钢管2下端穿过井下传压筒1上端的毛细钢管连接孔12与井下传压筒1内腔通连，毛细钢管2上端与地面压力传感器连接，将井下传压筒1内压力传递到地面，井下传压筒1为中空的环状体，其外径为3.18mm，内径为1.37mm，套固于生产油管4的外周缘。井下传压筒1和毛细钢管2随油井生产管柱一同下入到油井中，

井下传压筒 1 进入到需要测试的油层中，毛细钢管 2 使用毛细钢管绑扎带夹紧固定在生产油管 4 外侧上，其一端与井下传压筒 1 相连，另一端通过井口穿越器到地面，与压力变送器 5 相连。压力变送器 5 与数据采集器 7 之间采用 RS232 电接口连接，采用主从查询方式将压力数据传送给数据采集器 7。数据采集器 7 将压力数据存储到其自身所含的数据存储器（图中未示出）中，作为油井测试过程中的数据记录。数据采集器 7 通过无线通讯模块 88，可与无线 CDMA 公网建立连接，并进一步连接上 Internet 网络；同时监控中心的监控主机 10 通过网卡 9 连接 Internet 网络。这样数据采集器 7 与监控主机 10 之间就形成了网络连接，可以利用 TCP/IP 协议进行 Socket 通讯，可以在监控中心站对油井平台的数据变化进行远程监控监测。每个油井平台上的数据采集器 7 都能与监控主机 10 之间建立网络连接，从而形成分布式的远程通讯网络结构，构成分布式油井数据远程监控监测系统。

图 1 的工作原理如下：毛细钢管 2 和井下传压筒 1 中自始至终将被充满氮气，当井下压力增大时，其中一部分气体被压入与之相连的毛细钢管 2 内，提供一定的驱气容积，可避免油井内杂质进入毛细钢管 2 内；当井内油层压力减小时，内部气体膨胀，部分气体由其下部的引压孔 11 排出井下传压筒 1，这样井下压力与毛细钢管 2 及井下传压筒 1 的氮气压力最终在井下传压筒 1 内达到平衡，毛细钢管 2 的另一端与地面上压力传感器相连，由此测得地面一端毛细钢管 2 中的氮气压力。而所要监测的地层压力是由地面井口压力和氮气柱的压力两部分组成。压力变送器 5 测得的压力信号，转换为数字信号，并进行滤波处理。数据采集器 7 按照设定的时

间间隔，通过 RS232 串口向压力变送器 5 发送数据采集命令，压力变送器 5 将测得的井口压力数据按照相应的通讯协议传输给数据采集器 7。利用数据采集器 7 内的压力补偿算法，完成井下氮气柱重力的计算校正，得到井下实际压力值，并将修正好的数据显示并存储起来。监控中心站的监控主机 10 在 Internet 网络中具有固定的 IP 地址，该地址存储在各数据采集器 7 中，数据采集器 7 上电后不断通过无线模块 8 发送信息测试与该 IP 地址的连接情况，由监控主机 10 根据油井平台的名称来确定要连接的数据采集器 7，建立监控主机 10 与数据采集器 7 之间的网络连接。建立连接后监控主机 10 可以发送相应控制命令实现对数据采集器 7 的远程控制操作和实时数据查询。通过监控主机 10 上的软件对地面采集终端的变送器通道补偿参数、压力报警上下门限、采集时间间隔、采集进程管理等进行远程设置，并能够进行数据采集器 7 远程复位控制、数据采集器 7 数字量输出口输出信号控制等远程控制操作。在建立连接的情况下，数据采集器 7 通过比较实时压力数据值与报警上下门限的关系，自动向监控主机 10 发送压力超限报警信息，并进行报警日志记录；通过监测交流电供电信号判断设备交流电的供电情况，自动向监控主机 10 发送交流电断电报警信号，并启动设备的 UPS 功能。

本发明基于工程实用性和可靠性考虑，设计了可靠的远程/本地数据回放与参数设置的设备接口与功能。远程监控监测操作主要对于油井压力数据实时性要求高、交通条件不便的油井平台上的采集终端使用，可以实时获取油井压力变化信息，提高动态试井的实时监测效果，提高工作效率。本地连接操作主要用于 CDMA 无线网络信号不稳定，通讯质量不可靠的油

井平台上使用，可以保证油井生产过程中压力数据的可靠性和测试过程的安全性，避免因网络信号不稳定而造成重要数据丢失和试井误操作，保证了油井的安全生产过程。

图 2 为该监测监控系统地面毛细钢管 2 测压设备和采集终端的典型连接示意图。数据采集器 7D 与两台压力变送器 5T1、T2 相连接，并通过 USB 接口在本地与笔记本计算机 N 相连接。压力变送器 5T1、T2 的 P 口分别经过毛细钢管 2 与井下传压筒 1 连接，T1 的 S2 口与 T2 的 S1 口相连，T2 的 S2 口用专用堵头封堵；数据采集器 7 的 S 口与压力变送器 5T1 的 S1 口连接，V 口与电源箱 6P 的 O 口连接，U 口与笔记本计算机 N 的 U 口连接，O 口与井口控制阀连接，C 口与自动加热器连接，A 口连接通讯天线；电源箱 6 的 I 口与交流电源连接。

图 2 的工作原理如下：交流电源通过 I 口为电源箱 6P 供电，经交直流变换，电源箱 6 由 O 口输出直流电源，为数据采集器 7D 和压力变送器 5T1、T2 供电。数据采集器 7D 向压力变送器 5T1 发送数据采集命令，T1 收到命令后把其采集到的压力数据连同采集命令向压力变送器 5T2 发送，T2 收到后将其采集的压力数据连同 T1 传送来的数据一起相回传送，经 T1 传递至 D；数据采集器 7D 得到 T1、T2 的数据后，经过压力补偿计算得到两个测试点的压力实际值，存储在自身的数据存储器（图中未示出）中；笔记本计算机 N 通过 USB 口与 D 进行本地通讯，对数据采集器 7D 的参数进行设置或对所存储的数据进行回放；数据采集器 7D 通过输出口 O 对井口控制阀输出 4~20mA 电流信号，控制阀门的开度，通过控制口 C 对加热器的启停进行控制，并通过 A 口与通讯天线相连，与远程监控中心站进行

通讯。

由图 1 所示的结构形式所搭建的油井压力数据远程监测监控系统实现了在监控中心站对海洋或荒漠环境中的多个油井平台的压力数据进行远程实时监测，对各平台地面采集终端的采集参数、输出口状态实现了远程控制。毛细钢管 2 测压设备的井下传压筒 1 安装在生产油井的井下，毛细钢管 2 固定在油井的生产油管 4 上；压力变送器 5、电源箱 6、数据采集器 7、无线通讯模块 8 及防水箱 9 分别在整体防水箱内，安装在生产油井的井口附近，通讯天线安装在箱体之外。

本发明的技术核心在于将分布式远程监测网络的系统体系结构应用到油井压力数据监测过程中，并与基于无线公网的通讯技术、嵌入式设计技术、面向恶劣环境的系统适应性综合设计技术集成在这一一体系结构内，形成了分布式油井参数远程实时监控网络系统的网络结构和系统装置。

本发明采用分布式远程监测网络体系结构组成的油井压力远程监测监控系统，实现了海洋或荒漠环境下的油井平台的井下压力实时测量，完成了在交通不便条件下的油井压力数据的远程监测与远程测井控制。该发明使油气井的试井过程具有更强的实时性，可以实现油田勘探与开发中的动态试井过程，并可预防井喷事故的发生。因此，该发明可以有效地提高试井过程的工作效率，解决因交通条件而造成的油井压力数据回放困难，节省油气井试井所需的人力物力，对于提高油田勘探开发的效率、确保油气井的安全生产具有重要的作用。

本发明是实现油井压力数据远程监控监测的系统装置。由监控主机 10 通过 Internet 网络和无线公网与指定油井平台的地面采集终端建立连接，

远程实时监测试井过程中油井井下压力的变化过程，同时对相应井口控制阀进行远程控制操作。

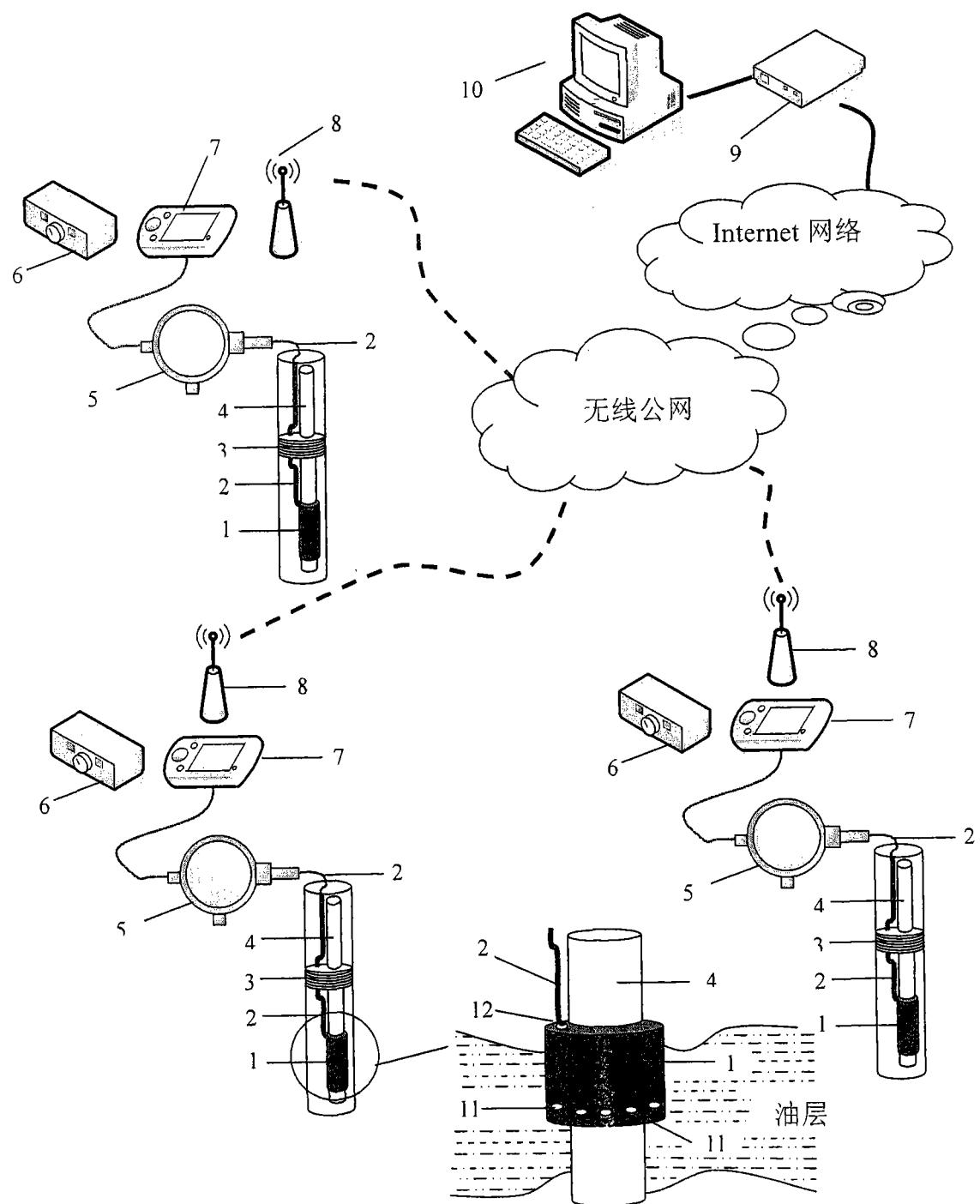


图 1

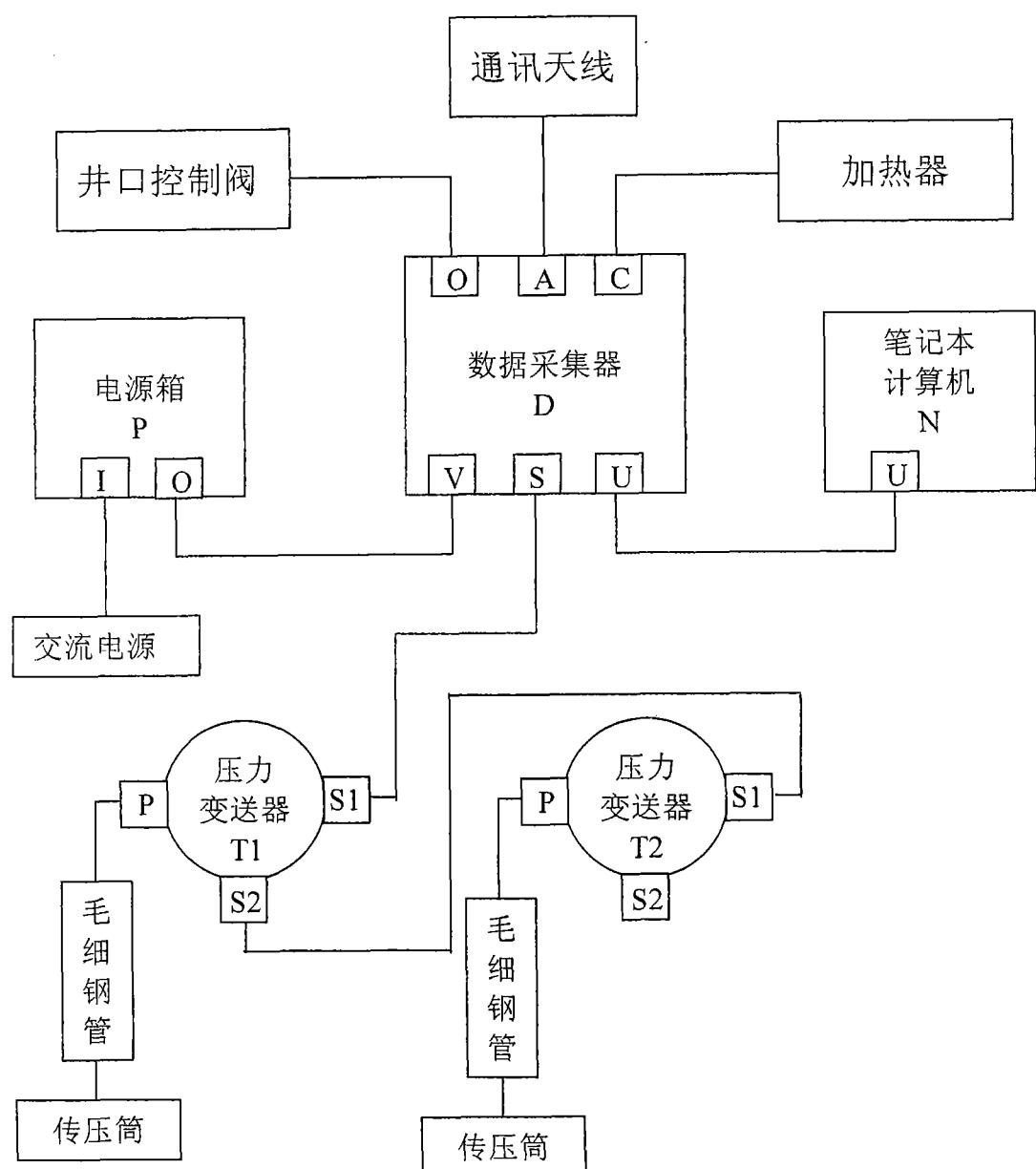


图 2