

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710160156.6

[43] 公开日 2008 年 6 月 18 日

[51] Int. Cl.

G05B 19/418 (2006.01)

G08C 17/00 (2006.01)

E21B 47/00 (2006.01)

[11] 公开号 CN 101201616A

[22] 申请日 2003.7.2

[21] 申请号 200710160156.6

分案原申请号 03821308.7

[30] 优先权

[32] 2002.7.8 [33] US [31] 60/394,292

[32] 2003.5.19 [33] US [31] 10/440,609

[71] 申请人 迈克尔·L·谢尔登

地址 美国得克萨斯州

[72] 发明人 迈克尔·L·谢尔登

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 葛 飞

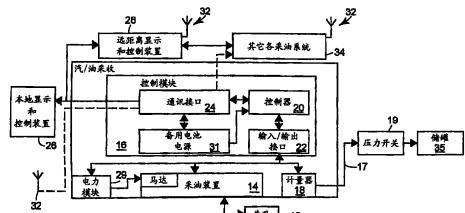
权利要求书 1 页 说明书 17 页 附图 8 页

[54] 发明名称

在井孔处对采收流体实现自动化或计量的系统和方法

[57] 摘要

本发明在此公开用于自动采收或计量在钻井处回收流体的方法、设备和系统。根据一个示例，说明一种采用多井联动简易采油架或石油抽提设备实现油井流体采收自动化的系统(10)。通讯设备(16)装设于每一系统从而允许远程双向通讯以监测、控制和诊断装置或系统所具有的各种问题。



1. 一种无线通讯网络，用于远程过程控制系统，此网络包括：
  - a. 多个装置，每一装置控制或监测一子系统，其中一个装置被指定为主要通讯器而其余各装置被指定为辅助通讯器；
  - b. 一无线电频率通讯模块，连接于每一装置用于远程传送和接收有关其子系统的信息，其中指定的各辅助通讯器向主要通讯器传送和从主要通讯器接收其处理信息；
  - c. 一移动通信模块，连接于主要通讯器，用于在远处利用移动通讯技术从各辅助通讯器和主要通讯器远距离传送和接收所有的子系统信息；
  - d. 利用移动通讯技术与主要通讯器进行通讯的操作者计算机，从而向主要通讯器传送子系统信息并且从主要通讯器接收子系统信息。
2. 按照权利要求 1 所述的无线通讯网络，其中远程处理控制系统是一油田而各子系统是各采油装置。
3. 按照权利要求 1 所述的无线通讯网络，其中至少一个辅助装置是转发装置，其接收来自另一个辅助装置的包含有子系统信息的无线电频率通信，并且向所述主要装置传送包含有子系统信息的无线电频率通信。
4. 一种用于监测或控制在远程过程中的子系统的控制器，包括：利用移动通讯方式进行远程通讯的第一调制调解器连接装置；以及利用移动通讯方式进行远程通讯的第二调制调解器连接装置。
5. 按照权利要求 4 所述的控制器，其中第二调制调解器是一用于与远程过程中其它各子系统通讯的辅助通讯装置而第一调制解调器是用于从控制器和/或其它各子系统向某一远程过程以外的位置远距离传达信息的主要通讯装置。

在井孔处对采收流体实现  
自动化或计量的系统和方法

本申请是 2003 年 7 月 2 日提交的申请号为 03821308.7 (国际申请号: PCT/US03/20885)、发明名称为在井孔处对采收流体实现自动化或计量的系统和方法的分案申请。

#### 技术领域

本系统和方法涉及一种自动流体采收系统，特别针对各种用于从井孔采收油和气体的采收系统。在井孔处的这种系统可以本地或远程受到监测和控制。在井孔处的采收流体的数量于所述井孔处予以计量。

#### 背景技术

诸如油井和气井这样的井孔往往位于偏远地区。诸如采油架的各种采收装置用于从井孔采油并将油泵送至储罐。通常，储罐通过相互连接在一起的管线/油流管线连接到若干井孔。在某些油田存在着水通常与油共同泵送的情况下，分离罐用于将油从水中分离出来。所收集到的油随后出售给炼油厂。这些油田装置的运作一般是将所述装置连接于本地电源而后开动马达。维护保养需要现场访问和对装置运作的观察。如果在预定的维护保养访问之后，井孔处出现问题或需要进行调整，则将必须一直等到下一次访问才得以发现和改正。一般来说，确定在某一井孔处生产的油或气的数量是通过测定采收罐中油或气的水平而完成的。如果有一口以上的井孔向此罐进行馈送，则确定由任何个别井孔所抽取的油或气的数量是成问题的。

#### 附图说明

本发明的上述和其它一些目的和优点将会参照由附图所示的下述详细说明而变得显而易见，其中：

图 1 是一种采收系统的示意简图，此系统具有一控制模块，用于经由一采收装置自动从井孔采收流体并用于由一计量器测定在该井孔处采收的

流体数量；

图 1A 是图 1 采收系统的示意简图，其另外示出作为采收装置的一个组成部分的控制模块；

图 1B 是图 1 采收系统的示意简图，其另外示出作为计量器的一个组成部分的控制模块；

图 2A 是一种罐用计量器的示意简图，用于测定由采收装置所采收到的流体；

图 2B 是用于石油抽提设备的另外一种计量系统的示意图；

图 2C 是一流程图示例，示出用于自动计量由石油抽提设备采收的流体容积的一个控制模块的自动控制；

图 3A 是一流程图示例，示出用于采收循环自动化的控制模块的控制；

图 3B 是另一示例的流程图，示出用于采油架的采收循环自动化的控制模块的控制；

图 4 是一流程图实例，用于调整采收循环；

图 5 是一示意简图，用于示出连接于储罐的一个采收装置系统。

### 具体实施方式

本公开提供一种在井孔处使流体采收过程自动化的途径，并且由于以下所述的系统比较便宜，所以在公知为低产井孔的低储量油井处特别有用。低产井是浅层、低生产井，往往产出最多每天五桶的油。通过在每口井孔处使采收过程自动化，可以实现其它一些好处。例如，正如下面将会较为详细说明的那样，一项好处是能够自动找出井中油的采收率并在该采收率下调整油的采收。这样会显著地降低采油成本，既在运作采收装置的花费上，也在保持其运作的维护保养上。另一项好处是，能够精确地测定在每一井孔处所采收的油量。每一井孔具有其自身的采收特性。通过计量在每一井孔处所采收的油量，可以建立采收历史以便从这口井孔预见采油的前景。对于多种部件或作为整体的所述系统做出诊断也可以用于确定采收过程存在的各种问题。类似地是，在每一井孔处计量流体也将提供机会来监测整个油田的状况，包括采收装置、用于将流体泵送至储罐的管线以及储罐自身。

显示、监测和控制自动采收系统可以就地在井孔处或采用台式或笔记

本电脑在远处得以实现。与采收系统的通讯可以包括双线、无线技术，或者其它目前可供使用的通讯技术。可以采用诸如 HART、Fieldbus、Modbus 的协议或其它各种协议。另外，正如以下将要较为详细说明的那样，若干自动采收系统可以联网在一起以从一个地方监测和控制某一或整个油田内的若干井孔。虽然以下将说明一种采收系统，但本领域技术人员应当了解并理解，所述公开内容的教益可用于其它类型的井孔，诸如水井和气井。

### 采油系统

现在参照图 1，其图示一种用于自动采油以及用于在油井 12 处计量采收油量的系统 10。如图所示，本发明的一种采油系统 11 包括采油装置 14、控制模块 16 和计量器 18。采油装置 14 可以是诸如舀捞或注气装置的若干类型装置之中的任何一种，这些装置在采油行业中都是人所众知的采油装置。不过本发明的各项概念在采用由 Texas, Georgetown 的 Texas Heritage 石油公司生产的常用多井联动简易采油架或新上市的石油抽提设备从而将流体泵送至储罐 35 时是特别有利的。为了完全理解本发明的各项好处，以下说明的采油系统将会包括作为采油装置实例的所述石油抽提设备和多井联动简易采油架从而更好地对发明进行说明。还应当理解的是，控制模块可以是一种独立的模块，如图 1A 所示，其连接于采油装置和/或计量器；完全集成到采油装置的电子设备中；或者如图 1B 所示，完全集成到计量器里面。相似的是，采油系统可以被建造成不带计量器。换句话说，系统可以仅包括多井联动简易采油架或石油抽提设备以及控制模块。

### 采油装置

当前由 Texas Heritage 石油公司供应上市的石油抽提设备包括一捞筒，由一基础设备使之提升和下入到井孔中。通常，捞筒下放在井孔内的深度是由为测定驻留在井孔之内的油的顶面和油/水界面高度而进行的多次测试所预先确定的。根据这种信息可以确定捞筒的深度设定。捞筒可以包括一泵具和一用于收集油的容器。电池电源也可以放在捞筒之内从而为泵具供电。当捞筒被送至地面时，其与排放装置对接。随着对接排放装置，一限位开关被致动以停止马达(用于将捞筒送至地面)并起动一压缩机(用于施压于捞筒并且迫使油经由管筒向上并流出排放装置)。限位开关也可用于控制井孔中捞筒的深度，从而使它只收集油。通常，压缩机予以定时，以使它运行一段时间(一般 2 分钟或 3 分钟)，这段时间长到足以将采收在捞筒中的

油泄放至计量器、油管和/或泄放到外部收集罐。单独的定时器也可以设定成定时重新对捞筒中的电池进行充电，而后此电池开始采油的下一循环。定时器也可以用于限制或控制下井循环时间(下放捞筒到井里的总时间加上捞筒被留在井中向捞筒中泵送油的时间)以及上井循环时间，此时间是用于提升捞筒的时间加上为电池充电的时间。

设定下井和上井循环控制着采收循环的次数并因此控制着由石油抽提设备所采收的油的数量。例如，设定一小时的下井循环和两小时的上井循环，意味着石油抽提设备将在 24 小时期间内从事 8 次采油循环。换句话说，定时器用于确定捞筒在井内处在油中以使其充油的时间长短以及然后在它返回以收集另一装载量之前处在地面上的时间长短。如果捞筒盛装 4 个半加仑，则经过 24 小时将采收到 36 加仑的油。这是假设捞筒充分地安放在井中的油池之内，从而使捞筒在它被带到地面上之前是完全充满的。

此种石油抽提设备的较为详细的描述示出和说明在具有系列编号 10/106,655 的美国专利申请之中，此申请是 Philip Eqkleston 的题为“从井中抽取油或其它流体的设备”，于 2002 年 3 月 26 日提出，在此引入作为参考。

许多年来多井联动简易采油架一直用于从井中泵油。此类型泵的实例披露在美国专利 1,603,675 和 2,180,864 之中，并在此引入作为参考。一般来说，一台泵下放在井中并连接于一系列抽油杆件和管件。用于致动泵具的相互连接的杆件联接于在油田中可以见到的令人熟悉的上下运动的摇臂。一电气马达用于驱动摇臂并因而利用各杆件驱动泵具。泵具将流体沿着长长的相互连接的一系列抽油管向上送至地面，随后送至一收集罐。工业中的常用经验办法是将泵具安放在离开井底 60 英尺的地方(一般两段抽油管和抽油杆)。这种办法的常见问题是，泵具几乎总是安放在通常存在于油井内的盐水之中。结果，盐水与油一起被泵出。因为这种问题，分离罐几乎总是设置在地面上从而将油与水分离。盐水是很具腐蚀性的，并且是泵具发生损坏的主要原因之一。为了有助于泵送盐水，可以首先进行一项测试以确定井中的油的顶面，以及随后确定油/水界面的高度。一旦确定下来，泵具可以被设置在仅有油从井中被泵送出来的深度处。

## 控制模块

在此优选的实施例中，控制模块 16 包括基于微处理器的控制器 20，可提供为多种多样油田自动化应用场合所需的各种功能，能够就地或从远处

进行采油装置的监控、测定和数据存档以及控制。比如，可以采用一种可编程逻辑控制器(一般称作 PLC)。一种比较便宜和目前有售的 PLC 是由 Unitronics Industrial Automations Systems 提供的，Unitronics 的 PLC 具有充分的处理能力、定时器数量、存储器从而控制采油装置，并具有提供双向通讯的能力。其它一些控制器也是可供使用的，并可能适于用在本申请之中。这些装置可包括充足的过程输入和输出(各 I/O)接口 22，用于将控制器连接于采油装置的多种电气部件。多个 I/O 的好处是，能使模块连接于用于收集测定和检测到的数据以便控制或诊断采油系统运作的多种装置。换句话说，此控制模块用于使采收系统自动化并便于采收系统运作的远距通讯和控制。比如，抽提设备采用一种卷轴装置来提升和下放捞筒以在井中收集油。优选地是，一邻近传感器用以监测卷轴的转动以测定和控制捞筒的深度。另外，用于检测捞筒何时已经正确地座入排放装置的各限位开关是由控制模块予以检测的，并用于控制马达和压缩机从而将油泵出捞筒。控制模块(通常配有大多数 PLC)中的各定时器也可以控制循环的多个方面，亦即何时开动压缩机和开动多久，在捞筒被送入井孔用于另一装载量之后将捞筒保持在井的顶部处多久，将捞筒保持在一预先选定的深度处以收集油多久等。控制模块还具有能力来调整采收过程以达到最佳采收，正如下面将要说明的那样。

类似地是，控制模块可以当一多井联动简易采油架用作采油装置时用于使采收系统自动化。正如以上所述，多井联动简易采油架采收装置往往使用电气马达来上下驱动一摇臂。摇臂本身又连接于用以在井中驱动泵具的各杆件。一皮带和带轮总成一般将马达连接于摇臂。皮带的磨损和破断往往没有预示而直到对井位作例行维护保养访问时才被发现。为了有助于自动化、控制、检测和诊断多井联动简易采油架的各种问题，控制模块的各个 I/O 被优选地连接于多种电气装置以控制和监测多井联动简易采油架和采收系统。例如，某一邻近的传感器(未示出)优选是用于测定带轮总成的一个带轮的运动以检测是否(各)皮带已经断裂或正在打滑到飞轮即将不从马达传送动力给摇臂的地步。另外，诸如由在 Fenton, MO 的 CR Magnetics 出售的动力模块 19(图 1)，优选地是用于确定马达负荷。出于若干原因，确定马达负荷是很重要的。原因之一是马达本身的健全状况。另一原因是泵具和各杆件的健全问题。比如，如果泵具或各泵杆损坏，马达负荷将显著

下降并且可以由控制模块检测出来。马达负荷下降也可能是其他一些问题的征象，正如可由本领域技术人员所认识到的那样。例如，当油井已经被泵具抽干时，泵具上的负荷也会下降。同样优选的是，控制模块的 I/O 连接于马达用于控制马达和计量器的运作。由于这一披露内容，连接于其它装置从而控制和监测多井联动简易采油架的连接件应当是显而易见的。

同样优选的是，控制模块 16 具有通讯接口 24，后者可使模块双向地连通于本地或远距显示和控制装置(26, 28)，也就是一笔记本或台式电脑。相互连接可以通过直接连线 30 或是经由某种形式的无线通讯 32，诸如移动通讯技术或无线电技术来予以实现。按照应用场合并且如下所述，在某些情况下，移动通讯和无线电技术二者都纳入在模块之中可能是比较实用的。这样可以进一步使得其它一些地处远方的采油系统 34 被联接在一起。这一点将在下面较为详细地予以说明。还优选的是，设置电池备件 31 以在供电中断的情况下向所述模块供电。继电开关(未示出)可以设置在主电源线路中并用于通过控制模块来监测或检测供电中断，而后可以将此状况报告给远处的用户。利用这些信息，可以通过向各个需要关注的油井分配资源来节省时间和金钱。

除了监测和控制采油装置以外，控制模块有能力对作为整体的采油装置和系统做出诊断。例如，优选地设置压力传感器 19 并在流路之中测定通向收集罐 35 的油流管线 17 中的压力。利用控制模块来检测油流管线之中的压力并终止泵送过程可以防止泵入由于石蜡积聚而被堵塞的那些管线或泵入具有低于正常的压力而表明在油流管线中可能存在泄漏的那些管线。为了检测压力管线的全面状况，可以以导线接上通常可供使用的各压力开关并予以调定而用于通过控制模块进行检测。来自由控制模块确定的任何诊断的信息结果随后可以传送给远处的用户。

用于各控制器编程的逻辑一般是简单明了的。例如，大多数 PLC 采用梯级逻辑予以编程，这是一种普遍为人所知的程序语言。其它常用的一些程序语言也可以采用。在了解在此披露的各项申请之后并根据可能为优选的控制、诊断、收集到的数据、通讯等等，本领域技术人员应当能够容易地将适合的逻辑编入控制器。所述控制类型的示例将在以下较为详细地予以说明。

计量器

由于即将明白的若干原因，采用计量器 18 测定由采收装置在油井处采收到的油量是使采收系统自动化的一个重要的但并不一定必需的部分。在油井处测定采收到的油量的一项好处是，采收到的油量可以用于调整采收装置以使在该油井处的采收达到最大。另一好处是，能够在一特定的油井处跟踪生产和生产历史。

用在本发明之中的计量器类型将主要取决于采油系统的应用场合。比如，如果采油装置是一多井联动简易采油架，则将可能从井中泵出连续的液流。由于泵具优选是仅安放在油中，所以一种哥氏(Coriolis)流量计可能比其它一些类型的计量器更加适用于测定从井中泵出的油量。哥氏流量计一般可以经由多个卖主购得。这样的一家卖主，例如是位于 Boulder, Colorado 的 Micro Motion。其它一些类型的流量计可以到处购得，诸如超声流量计、涡流流量计等，并且也是可以采用的。按照所用的流量计，优选是(虽然不是必需的)设计得仅对油进行计量。测定和监测即使是包含油和水组合的液流可能是很重要的。例如，为了维持泵具的健全，重要的是要确定是否它仍然在泵送液流。如果在已将油井泵干之后泵具留下来，则泵具可能会被损坏。一旦了解了油井的历史，一定时器优选地是用于控制泵具应当何时开动和关闭的循环以从井中高效地泵出流体，这将在下面说明。

虽然目标是仅仅泵送油，但只是确定安放泵具的恰当深度就不是非常科学的。比如，地下水位可能随时间而变。因此控制器测试水的存在的能力是有用的信息并可以用作关断多井联动简易采油架马达的信号。按照采用哪一种计量器，水的存在可能需要单独地予以检测。一种单独的传感器可以简单到象是一组安放在油流之中的探头从而检测液体的导电性。比如，如果水跨越了两个探头，则形成连接从而表明水正在被泵送。不然，管线中的空气或油会电气隔绝各个探头。

但是，假如使用石油抽提设备，则采收到的油就会在空气管路中循环或是流动在空气管路中的许多小批“油块”。为每一循环测定这些较少的油量是比较困难的，但是用于使石油抽提设备自动化的重要信息将在以下作出说明。一种哥氏计量器或许可以同样地用于测定各个油块，但由于计量器的价格原因，可能并不现实。类似的是，其它如上所述的各种计量器都是可以购得的并且是可以使用的。

作为一种替换方案，可以采用在控制模块控制之下的示于图 2A 中的专

用油罐计量器 36。由于高压空气用以将油泵出捞筒，所以油需要在可被测定之前与空气分离。如图所示，当捞筒抵达地面时，由压缩空气推送的油流出排放装置并流过位于(具有已知容积)油罐 40 顶部附近的入口 38。用于从油罐 40 泄油的出口 42 位于底部处并在油罐 40 充油时由三通阀 44 使之关闭。三通阀 44 优选是一种由控制模块 16(图 1)控制的电磁阀。通气孔 46 位于油罐 40 的顶部处并连接于三通阀 44 以便在油罐 40 正被充油时允许空气排出。随着油块正被倾入油罐，连接于控制模块 16 的浮动液面计 45 可检测油面。浮动液面计 45 优选类似于用于确定汽车油箱内汽油液面的各种浮动液面计。本领域技术人员会理解的是，其它各种类型的液面指示计也是可以使用的。在此优选实施例中，液面计是电阻式的，随着油罐中油面的上升欧姆数发生变化。利用油罐中的油面(与油罐的已知容积相结合)，控制模块 16 可以容易地确定采收循环期间采收到的油量。连接于控制模块的各传感器探头 48 也安放在油罐 40 的底部以检测水的存在。在确定了该循环期间采收到的油量之后，通过切换三通阀 44 来开启泄放口和关闭通气口 46 而从油罐 40 中泄放油。油罐 40 可以或是由压缩机重新充压或是利用外部泵具(未示出)泵出从而将液体泵向储罐 35。油罐计量器 36 可以具有其它结构以完成油/空气的分离和测定，本领域技术人员将会理解这一点。

另一种用于测定捞筒内液体的方法是在每一采收循环之后被出空以前利用控制模块来自动地将捞筒加压到预定的压力，而后测定达到该预定压力所需的时间长短。已经发现将捞筒加压到该预定压力所花的时间长短正比于捞筒中的液体多少。换句话说，参照图 2B，捞筒 51 在控制模块 16 的控制之下被送至地面并与排放装置 49 接合。接合之后，利用压缩机 53 为其充压。根据由采收系统使用的适合压缩机，压缩机 53 可以由控制模块 16 或者经由一如图示连通储存在压力罐 57 之中大量压缩空气的电磁线圈 55 直接控制。也在控制模块控制之下的阀门 59，优选的是用以密封捞筒 51 以使其被充压到预定的压力而测定其中液体的容积。另外，一限压器(未示出)可以用于加压捞筒以致可以作出定时测定。优选是设定在一预定压力上的压力开关 61 用以表明捞筒中的预定压力何时已经达到。例如，压力开关 61 可以设定为 28PSI。当达到预定压力，亦即在此实例中的 28PSI 时，达到该压力所花的时间由控制模块 16 予以测定并用以确定捞筒 51 内的液体容积。一旦作出测定，阀 59 打开并使液体从捞筒 51 底部、向上经过管子 63、沿

着捞筒 51 的内侧被泵出而进入油流管线 65。这种测定捞筒内液体的方法为采收过程提供了一种成本上合算并且具有最少破坏性的方法。这种利用压力测定液体容积的技术和方法比较完整地被图示和说明在由 Michael Sheldon 于 2003 年 2 月 10 日提出的临时申请中的题为“利用压力测定容器中的液体容积”(Measuring Fluid Volumes in a Container using Pressure)。此申请的教益在此引入作为参考。

正如先前所述，可以设置第二压力开关 67 并设定到某一预定的较高压力，比如 60PSI，以表明是否管线压力大致上等于或高于第二压力开关设定值。油流管线中的较高压力可能表明油流管线受堵。在另外的方案中，可采用一般较为昂贵的用于测定多种压力范围的压力传感器来代替各压力开关。采用压力传感器，可能进一步在油流管线中检测出低压，这可能表明存在油流管线泄漏。优选地，第二压力开关设置得尽可能实际地接近油流管线以便获得更为精确的压力读数。正如本领域技术人员所理解的那样，示于图 2B 之中的油流管线压力开关设置在一条空气供应管线之中从而将其与较为严苛的油流管线环境隔绝。如图所示，此开关的压力将稍微高于实际油流管线，因为必需额外的压力来将液体推送向上并推出捞筒。

一流程图示于图 2C 之中并用于表明可能为控制模块所用的各个步骤以便确定捞筒中的液体容积和检测是否水已经利用以上计量和压力检测方法从井中抽取出来。循环开始于捞筒首先在油井顶部处被检测出来并正确地与排放装置相接合之时，步骤 50。在捞筒被置放在油井顶部处的情况下，压缩机和定时器被起动，步骤 52，并保持开启直到压力开关被促动，步骤 54。一旦压力开关被促动，表明预定的压力已经达到，定时器则停止工作而达到该预定压力所需的时间长短被用于确定捞筒中液体的数量，步骤 56。通向油流管线的阀随后被打开而液体从捞筒被泵出，步骤 58。定时器通常控制压缩机从捞筒泵送液体的运转时间的长短。取决于压缩机的类型和大小，以及可能出现在油流管线中的背压大小，这一时间可能是变化的。典型的是，总共仅需要几分钟来将捞筒中液体泵出到油流管线。一旦压缩机运转时间已过，控制模块则关断压缩机并关闭输出阀。在压缩机正在将液体从捞筒泵入油流管线时，控制模块确定是否存在超压或过高的油流管线压力，步骤 60，并监测第二压力开关。如果确定出油流管线压力过高，压缩机则被停止并且送出表明此状况的信息，步骤 62。此时采收装置将等待

指令，步骤 64。

另外，随着液体从捞筒中被泵出，优选的是各传感器 69(图 2B)，可能是各导电探头，被安放在油流管线之中并被用以检测是否水存在于捞筒装载物之中，步骤 66。如果水被检测出来，控制模块则结束将捞筒的内含物泵入油流管线，并且随后送出有关这种状况的信息。直到指令被送回到控制模块，采收装置处于闲置，步骤 68。

如果以上两种状况都不存在，所述模块将等到压缩机在起动下一采收循环之前已经暂停为止，步骤 70 和 72。此后，一项所采收液体的容积的记录，包括液体被抽取的时间和日期在内的记录被制作出来并送向远处的经营者，步骤 74 和 76。另外，此记录可由控制模块予以储存并在需要时由经营者或远程用户予以找回。类似于这种信息，采收装置运作的多种状况和状态，可以显示在井位处的控制模块的一个显示面板(未示出)上。

#### 采油系统

采油系统的自动控制是通过将控制模块连接于马达和多种开关以操纵和控制采油装置以及计量器而予以实现的。与多种开关的各种实际连接方式没有示出，因为它们将取决于具体的采油装置和用户想要操作和监测的控制装置的多个方面。但以在此所作的有关控制的讨论来看，本技术领域中的熟练人员应当容易了解如何做出这些电气连接以监测和控制采油系统的多种机能。

现在参照图 3A，一流程图示出在图中并用来示出采用石油抽提设备的采油系统的控制循环。虽然以下的说明公开了用于控制这样一种采油系统运作的优选方法，但本技术领域中的熟练人员应当理解，其它一些方法和规定也可以采用从而基本上实现同样或类似的自动控制。

正如上所述，捞筒的深度是预先确定的而一继电开关是在捞筒被送下井内之前设定的。为了开始采收循环，控制模块起动马达以将捞筒下放到井孔里面并起动定时器 1 以测定为达到所需深度所需的时间，步骤 78。作为一次代换方案，如果下降速率是已知的，定时器可能被用于控制马达。利用定时器控制马达会使用户能够容易地改变捞筒的深度而不需重新设定继电限位开关。假如有什么事出错的话，该限位开关然后可能被用作一个后备最大深度开关。实际深度也可能利用传感器予以检测，诸如一邻近传感器可检测用以将电缆/捞筒下放到井内的带轮的转动。换句话说，电缆的

长度是可以计量的。在达到优选深度时，控制模块自动地关停马达。

在所需深度处，定时器 1 被关闭而捞筒抵达该深度所花的时间由控制模块 16 记录下来，步骤 80。此信息稍后可以用作诊断信息以确定下降到井内的捞筒是否存在问题。当捞筒抵达适合的深度时，定时器 2 起动以控制捞筒将要呆在井内的时间，步骤 82。一般总共需要 3 或 4 分钟。当该定时器暂停或当该定时循环完成时，控制模块促动马达以将捞筒送回地面。定时器 3 被起动以测定将捞筒向上送回到地面所需的时间，步骤 84。继电开关(如上所述)用以检测捞筒何时面接排放装置。此时马达被关停而由定时器 3 指示的时间长短被记录下来，步骤 88。为定时器 1 和定时器 3 记录的时间然后可以对比以了解是否存在一些反常现象或问题。此时，控制模块也激活压缩机，后者使捞筒充压并使油被泵送向上并且被泵出抽出设备的排放装置。从排放装置那里，油如上所述倾入油罐计量器，步骤 90。定时器 4 被促动以控制压缩机开动的时间。一般将油从捞筒泵入油罐计量器所需要的时间总共是 1 或 2 分钟。当油正在被出空而进入油罐时，优选的是控制模块不断地监测油罐中的油面，步骤 92。当油的水平面停止升高时，捞筒已经被排空。压缩机可以任由选择地由控制模块所关停或留待运转而完成其由定时器 4 所确定的定时压缩机循环。控制模块也可以在捞筒连接于排放装置时测定电池的电压。对每一循环来说电压测定的历史可以予以储存和评估以确定电池的健全状况和/或其剩余的电池寿命。优选地是，在每一循环期间当捞筒处在排放装置内时，电池充电器开始为电池重新充电，步骤 94 和 96。

一旦所有的油已经倾入油罐，容积被就确定、记录下来并打上时间印记，步骤 98。另外进行一项测试以了解是否有任何水被倾入油罐，步骤 100。这些结果被优选地记录下来并打上时间印记。三通阀 44(图 2A)随后被打开以从罐中泄油，优选地是利用来自压缩机的高压空气。利用定时器 5 可以控制为出空油罐所需的高压空气持续时间，步骤 102。如果在罐中未发现任何水，控制模块则关断电池充电器并返回到采收循环的起点，步骤 104 和 106。如果检测出水，控制模块则通知使用者/操纵者并终止采收循环直至使用者将其重新启动和/或可选择地自动重新设定采收装置而以大致上等于此时正在这口井处的采油的速率来进行采油。这将在下面较为详细地予以说明。

虽然以上说明了用于不同情况的不同定时器，但本技术领域中的熟练人员应当了解的是，同一定时器可能用于不同的目的。另外，取决于使用者，其它一些控制和监测性能可以加入，以及/或者目前说明的一些工作可以从上述有效的流程图中除去。例如，可以测定用于泵油的环境温度和/或压力。

对于多井联动简易采油架来说，控制模块不必监测和控制为石油抽提设备所必需的所有开关和定时器。通常，监测和控制采油系统是一种比较简单的事情。例如，如图 3B 所示，采收循环以控制模块起动马达开始，使液体被泵至计量器，在该处测定油的容积、记录下来并打上时间印记，步骤 108。定时器 1 被起动以测定/控制采收循环的持续时间。由于优选的是泵具安放在井中较高的位置处从而仅优选地泵送油，所以泵具可能运转的持续时间会是油量的函数，由于自从上次泵送的油量和油井的采油速率，所述油量积聚在井中。这一点将在下面较为详细地予以说明。随着液体的泵送，测试液体以查明水或“液击”的存在，步骤 110。由于有可能改变地下水位或者选定适当深度用于安放泵具，所以总是有可能将水泵出。液击发生在有待泵送的液量少于可由泵送设备易于处理的液量的时候，这可能造成泵的损伤。液击可以容易地通过测定马达负荷来予以确定，而泵送液体比起泵送空气，这种负荷是不同的。如果检测出水或液击，则控制模块可关停马达，停用定时器 1、记录泵送时间，而后通知使用者。定时器 1 然后可能需要被重新设定到一个新的泵送时间循环，步骤 112 和 114。不然的话，泵具继续其运作直至采收循环定时器 1 到时为止，步骤 116。一旦这种情况出现，控制器即关停马达并起动设定于油井采收率的暂停定时器 2。在暂停终了时，新的采收循环开始。换句话说，作为一项实例，按照油井的采油率，多井联动简易采油架可由控制模块使之开动 20 分钟，然后在一天的其余时间中都是关停的，步骤 118。

#### 调整

为了从一口油井高效地泵油，有用的是确定渗入油井的油的采收率，亦即油井采油率。通常，任何一口特定油井的预期采油率可以从油井的泵油历史中确定出来。该采油率往往是按照利用包括泵水在内的老式泵汲技术所采收的油量予以确定的，所以不一定是可靠的信息。另外，地下水位是随时间变化的。结果，渗入油井的油量也可能变化。再者，由于泵具优

选是在井中安放从而只泵送油，所以在井中有较少静水压力用于将油引入井中，所以可供泵送的油量也可能变化。结果，测定采收率的最好方法是对于石油抽提设备和多井联动简易采油架二者来说都将泵具安放在井中预定深度处并调定采收装置以快于预期采油率进行采油。对于石油抽提设备来说，这意味着对于每一采收循环来说，捞筒都要返回井中的同一深度。优选的是，这一深度是通过最先确定在井中有多少静滞油而予以确定的。例如，如果井中油的顶面被发现是在 1327 英尺处而水/油界面是在 2197 英尺处，则 870 英尺的静滞油存在于井中。2197 英尺以是水。利用这一信息，泵具优选是安放在油中从而仅泵送油。由于以快于预期的采收率进行泵送，所以一旦泵具以上的油已经被抽掉，采收的油量将下降到某一恒定的数量。该恒定量将是该井的采收率。如上所述该采收率可能随时间变化。因此，优选是将采油装置的采收率调定到稍微高于所确定的采收率并随时监测采收率。随着采收率的上升或下降，采收装置可相应地予以调整以使其更为有效。这一点可以通过利用控制模块增加/减少石油抽提设备的采油循环次数或增加/减少多井联动简易采油架的运作时间来予以实现。

采油装置自动化具有其它一些用于优化采收过程的调整优点。例如，抽提设备可以调整以优化其采收率，正如示于图 4 中的控制流程图所示。增加每一循环采收全额装载量的机会可使抽提设备优化。比如，通过测定所采收的液体数量，正如上所述，控制模块可以在下一循环内将捞筒进一步下入井内。如果容积小于某一预定数值，则捞筒在井中被下放某一预定数值，步骤 120、122 和 124。优选的是，确定捞筒是否处在最大深度处从而其仅是抽取油，步骤 126。如果不是，则控制模块将以某一预定的量下放捞筒以确保下一装载量是全满的，步骤 128。如果捞筒的深度已经达到最大，则捞筒处在油井顶部的时间在检测到少于预定装载量时可以加长以对油井的采收时间进行记数，步骤 136。避免部分装载可节约时间和能量。

类似的是，本技术领域中的熟练人员可理解的是，如果某种计量器用以确定所采收的液量并对此计量器的各项操作做出定时以优化采收，则一部多井联动简易采油架可以更加有效。

#### 通讯网络

通常，一些油田中的经营者掌握着若干油井的租用事务。按照本公开内容的权益，每一口井优选地配备如图 5 所示的上述一种油井采收系统。

正如具有经验的人员所理解的是，这些油田往往处在偏远并且不易到达的地区。在每一口井的地面上，一系列出油管线/管路 144 往往用于使每一口井处的采收装置能够将液体泵送至一台或多台储罐 146。在一些情况下，一台储罐可以只供一口井之用。为了有效地管理这些油井，除了如上述使采收装置自动化之外，优选的是每一采收装置配有双向无线通讯装置 32，用于形成通讯网络以使在每一口井处收集到的数据被传送给经营者的计算机 148。比如一微波通讯调制解调器可以直接连接于控制模块以使对每一采收装置的无线移动通讯成为可能。另外，一种双向无线电装置直接连接于控制模块而使对每一采收装置的无线电通讯成为可能。具有通讯半径在 5 至 10 英里之间的无线电装置通常都是可以购得的、相对比较便宜而特别适合这种应用场合。利用这种资讯，经营者可以在必需时远程监测或控制每一采收装置，从而避免耗时的旅行去监测和控制各个油井。另外优选的是，储罐 146 配备双向无线通讯装置 32 和可测定储罐 146 中液面的计量器 150。控制模块 152，类似于以上参照图 1 所示出和说明的那种，可以用于从储罐处操作通讯装置 32 和计量器 150。将一控制模块装在储罐上的好处包括将罐中液面通知经营者或业主以防止溢流并计划在适当的时候予以拾取。在可能溢流的情况下，控制模块可以按编制的程序关停送油进入储罐的泵具。在储罐处安放一控制模块也提供了机会使该控制模块成为对经营者（以下将会更详细地进行说明）的主要通讯装置，由于储罐可以更为可能的位于某一便于直拨电话线路连接以代替无线移动连接的地方。

在一项实施例中，每一采收系统优选是配备如上所述的无线电发射机或移动通讯设备，这可使经营者与每一采收装置之间的往返通讯成为可能。用于这一目的无线电发射机和移动通讯设备是通常可以购得的。无线网络技术也是可以使用的。比如，位于加州圣河西的 Aeris. net 提供多种产品，其可提供双向无线连接和对远程智能装置的控制。

在另一实施例中，一部采收装置可以被指定为用于联络经营者的主要采收装置。其余各采收装置可以称作“辅助”采收装置，经由主要采收装置联络经营者。在一些情况下，由于一些井在远处，某些无线电发射机可以设计成利用其它一些位于较近的各采收装置上的无线电发射机来联络较远处的主要采收装置。换句话说，如果不是近得足以直接联络的话，来自于一部辅助采收装置的数据传送可以利用另一辅助采收装置(称作转发器)来联

络主要采收装置。所述主要采收装置优选是具有移动通讯设备用于与处在世界上任何地方的经营者远程联络。

可能对经营者有用的信息类型包括用于监测各装置运作、用于在每一口井处计量正在生产的油量，以及用于为每一装置和/或每一装置系统实施诊断(包括装置的各种部件、作为整体的装置的功能，或者各装置的通讯)的信息。数据可以自动地由控制模块予以储存并且随后自动地或应经营者的要求被传送给经营者。根据这种信息，经营者或用户随后能够改变操作指令，诸如按上面所述那样改变采收循环重复时间、提升和下放井中捞筒、重新设定捞筒深度，或者关掉采收系统用于维护修理。同样，也可以开发一项商业计划，用于在每一口井处采收石油和用于基于在该井处所采收的油量为那些维护或由于在每一口井处租用这样一种采收系统而收费。也可以开发一项维护商业计划用于保证各装置或整个油田的运作。比如，由于能够计量在每一口井处所采收的油量，可以制定一项商业方法用于租用石油抽提设备以及只为由该抽提设备在该井孔处所采收的油量付费。生产率、采收历史、发票等随后可以以电子方式发送给油井业主/经营者。另外，利用环球网浏览技术，油井或油/气田的业主/经营者可以从远处观察多种装置的运作，而不会干扰所述运作。

#### 诊断

通过设置上述的通讯网络，若干类型的诊断程序可以在装置处实施。这些诊断程序的结果可以通过控制模块自动地传送给业主/经营者，通向或是处于远程的经营者的计算机或是经营者的移动电话(未示出)，以便于快速回应。优选地，经营者的移动电话设计成可以发出要求和命令给各采收装置。另外，这些结果可以在与各装置联系的业主/经营者提出要求时发出。一些可以由控制模块实施的可能的诊断程序将说明如下。但是，本领域技术人员应当明白，若干其它诊断程序可以建立起来以评估采收装置、采收系统或者联络各装置的各通讯设备的性能。

一项重要的诊断是检验将采油系统 11 连接到储罐 146 的各管线 144(图 5)的泄漏。往往泄漏发生在这些管线中，并且直到实际检查溢溅或环境破坏时才有办法发现这些泄漏。在本系统的情况下，目前可以通过确定由多种采收装置泵入各管线的计量出的液量并且随后将该液量对比于罐中接收的油量来检验这些管线。通过控制采收装置，每条管线中的流动型式可予以

控制，而且将每一采收装置连接于油罐的油流管线的健全状况可予以确定。比如，陆续地可以关停所有而不是其中之一的采收装置。由这一部采收装置泵送的液量然后可以采用液面计量器 108 来对比于在储罐处接收到的液量。也可以实现由各装置泵送以及计量由储罐接收的液量的其它各种组合。

另一优选的诊断检验包括检验计量器的精度。如果企业要为在各口油井处泵出的液体付费，计量器的可靠性和精度是至关重要的。检验计量器有若干方法。一种方法是在采收装置处检验计量器读数并将其对比于一由储罐处液面计量器 150 所示出的在储罐处接收到的液量。由于优选是每一计量出的液量在油井处打上了时间印记，提供关于液量何时被接收和所接收到的液量的时间印记可以用于确定油井处计量器的相对精度。另一种验证计量系统精度的方法是在计量器与用以发送液体到储罐的管线 144 之间安放三通阀(未示出)。此 T 形阀可使油田操作人员或采收装置检查员随机地检验由计量器计量出的液量并将其对比于记录下来的打上时间印记的液量，差不多与气站处监测气泵的方法相同。

另外一些可能很重要的诊断检验包括采收装置的运作，诸如监测具有用以操作石油抽提设备的采收装置和压缩机的马达的油井。一种可由控制人员或操作人员从采收装置处收集数据所进行的检验可以包括对比石油抽提设备捞筒的上/下时间历程或多井联动简易抽油架的泵油循环次数。其中任一方面的放慢都可表明系统遇有阻力，这可能意味着马达磨损。可以进行一些检验从而通过在通气口和泄油口关闭的情况下测定储罐计量器中的压力来检验石油抽提设备的压缩机的运作。监测和确定出为泄放捞筒和计量罐所需的压力不断增大可能是压力泄漏的征兆。其它检验包括检测马达负荷以检测多井联动简易采油架的液击或什么时候用于确定井中液面的石油抽提设备捞筒抵达液体顶部。这种信息也可以用于调整采收系统的采收率。

本领域技术人员应当理解的是，可以对上述系统做出若干修改而不偏离本发明的精神和范畴。比如，多种类型的控制器和通讯装置在市场上出售，它们可以被设计成按照上述启示来工作。形成数字或模拟连接所需的 I/O 的数量将取决于所用的采收装置和有待收集的数据类型而变。例如，一些传感器可以安放在多井联动简易采油架上以检测摇臂的运动从而用于检测抽油杆是否断裂，检测电缆或泵具与马达之间的皮带是否失效等。另外，

---

控制模块可以单独由太阳能或电池供电，或者连接于可供使用的电力线路。也可以设置一种备用电池装置以保护采收系统的各设定值和储存数据。上述的诊断以及其它诊断可以在控制模块处做出并且将结果送向经营者，或者由经营者从远离采收系统的地方予以进行。警告器或警报器可以内置于系统中以提醒操作人员注意某些事件。其它一些好处和任选方案可以内置于上述系统中而由于以上的启示而变得显而易见。

虽然按照本发明的启示所建立的某种设备在此已作说明，但本专利所覆盖的范围不限于此。相反的是，本专利概括了或是真正地或是在对等意义下完全归入所附各项权利要求范围之内的符合本发明各项原则的所有设备、方法和制品。

图 1

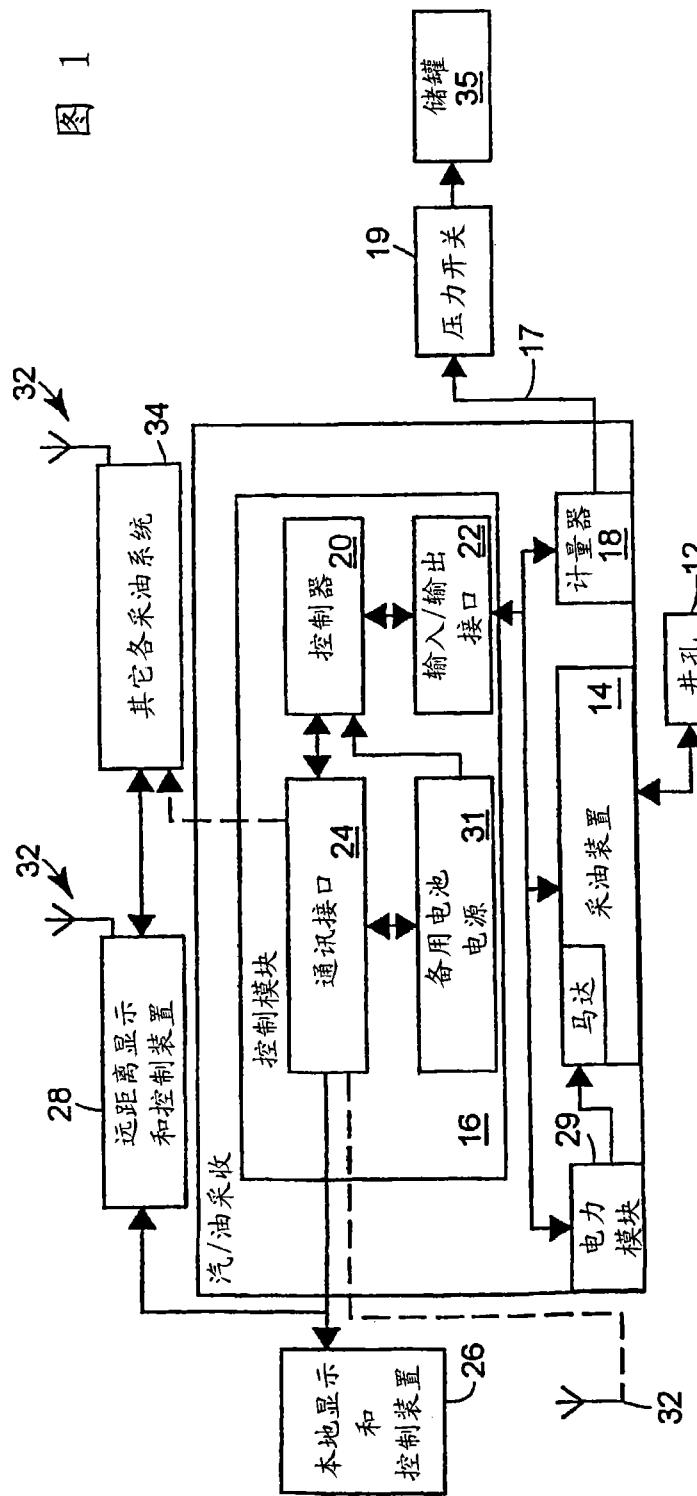


图 1B

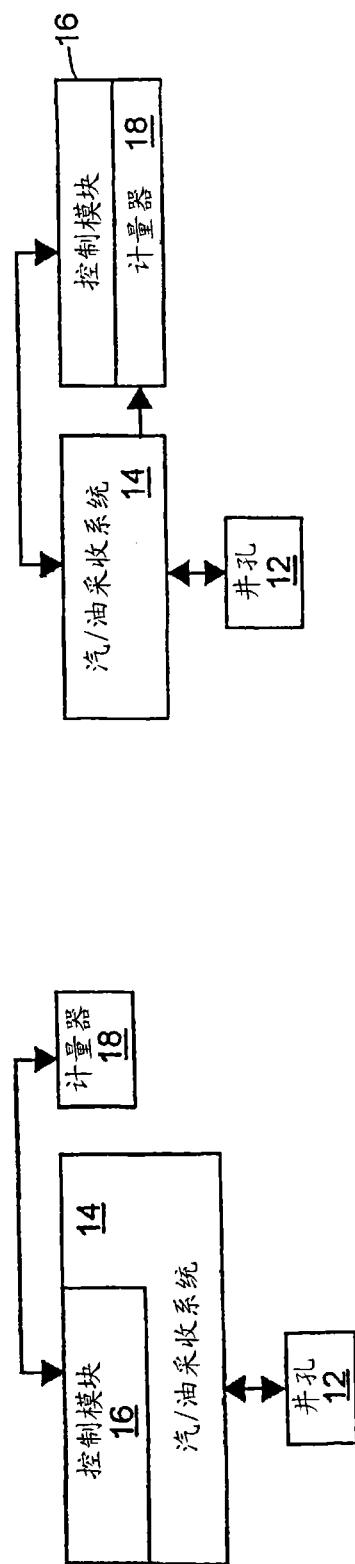


图 1A

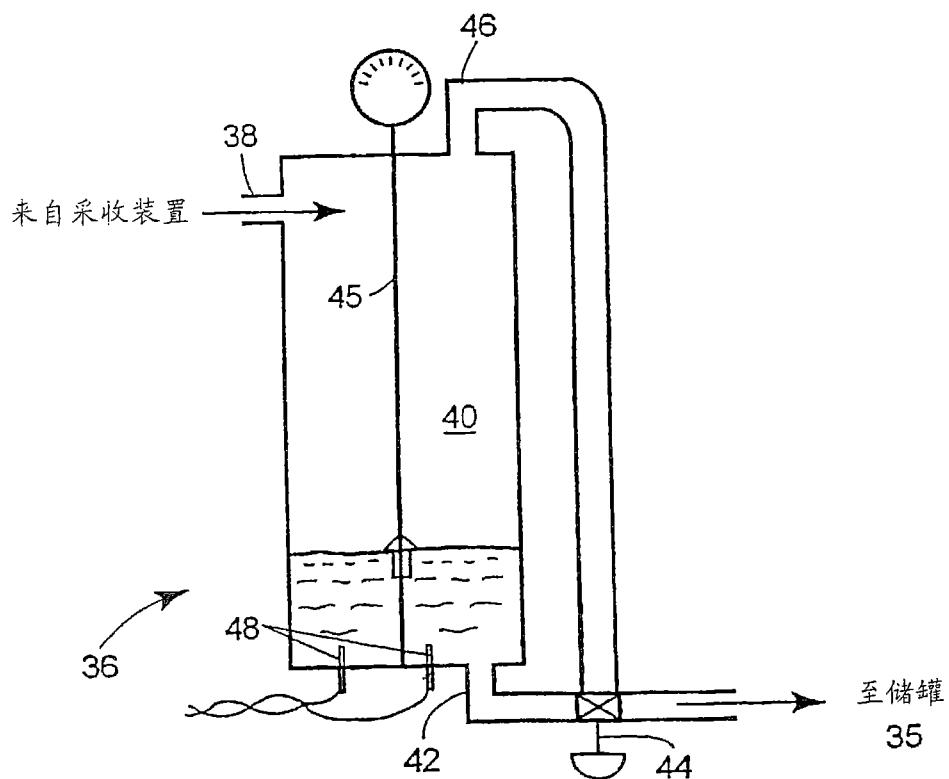


图 2A

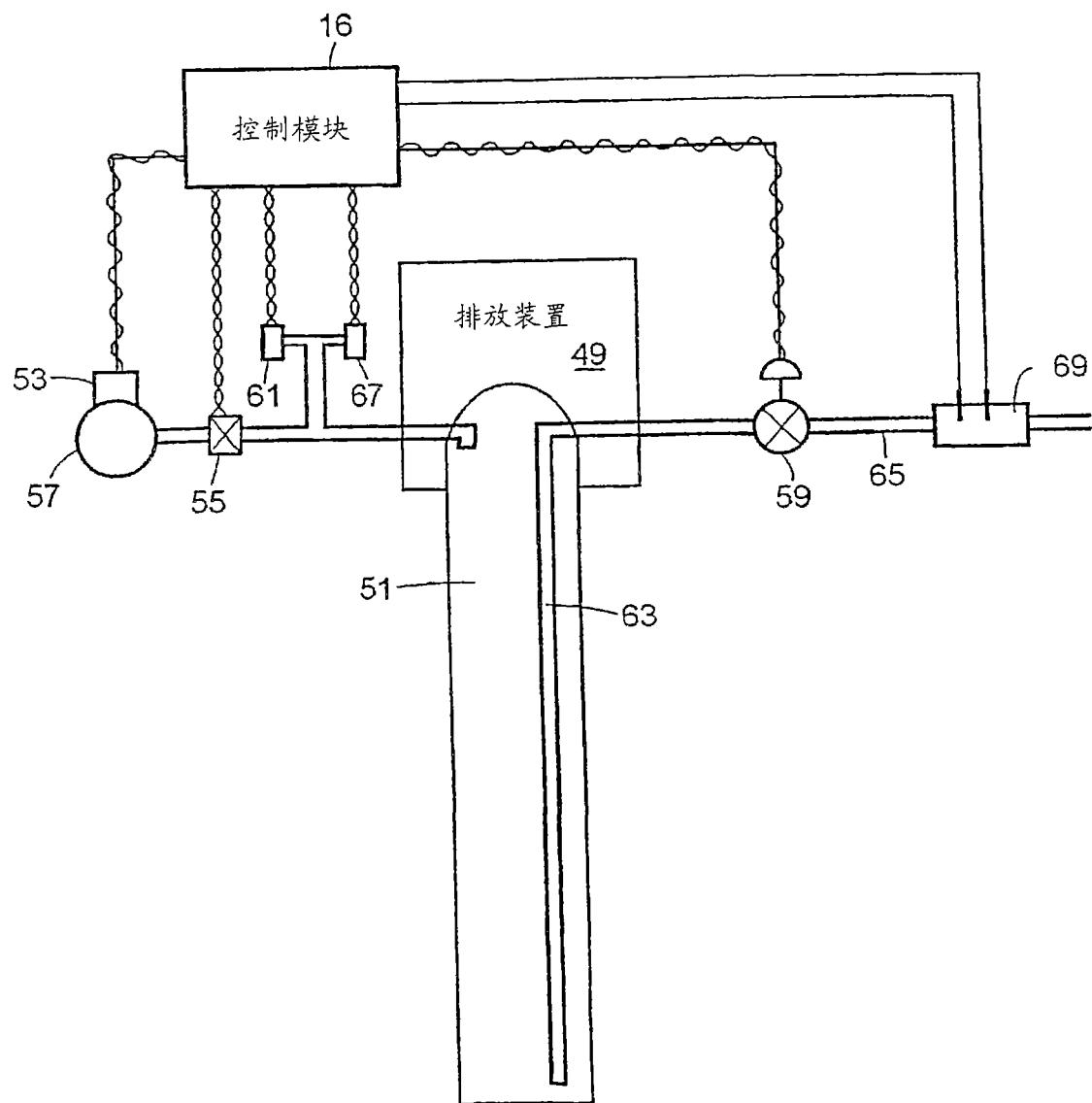


图 2B

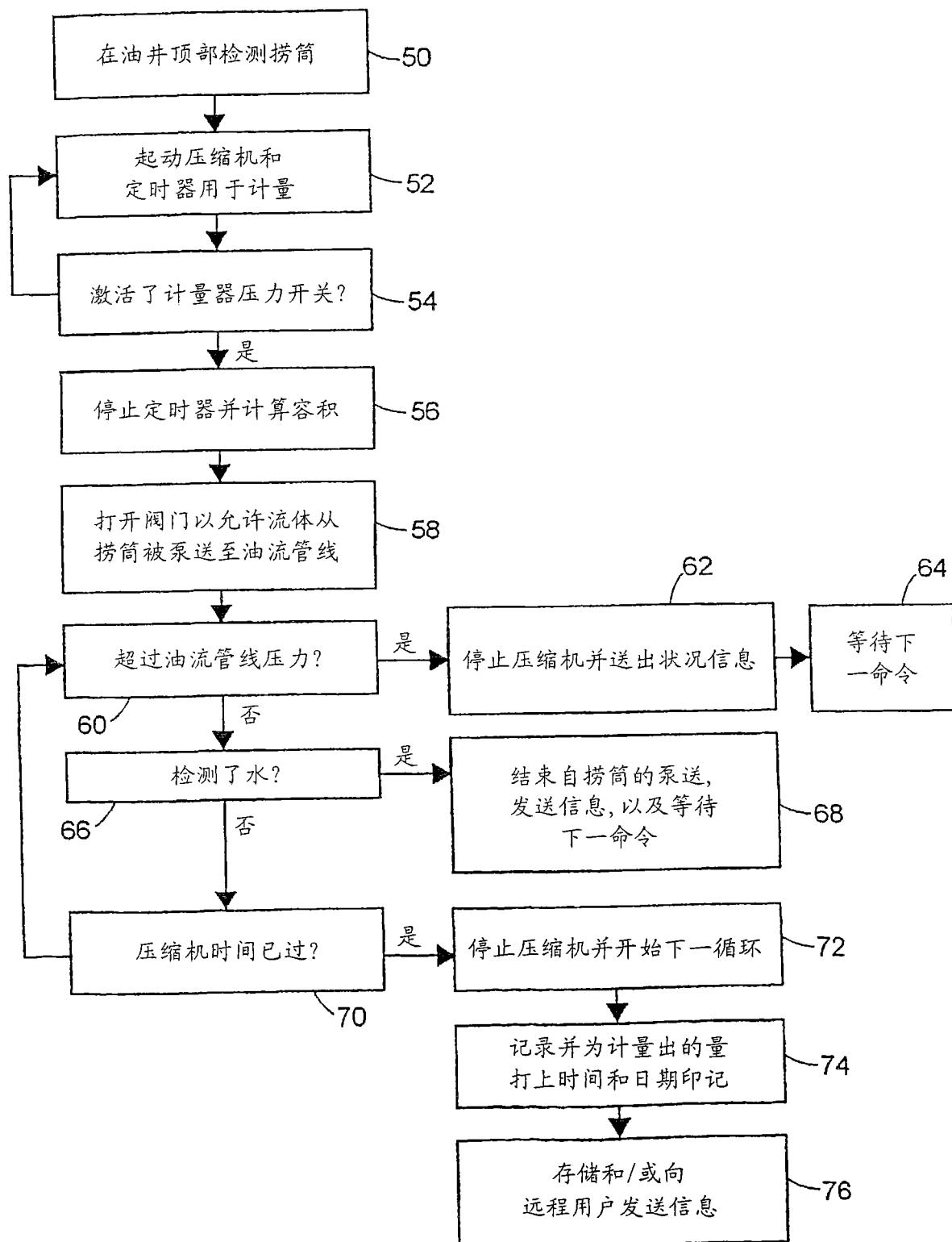


图 2C

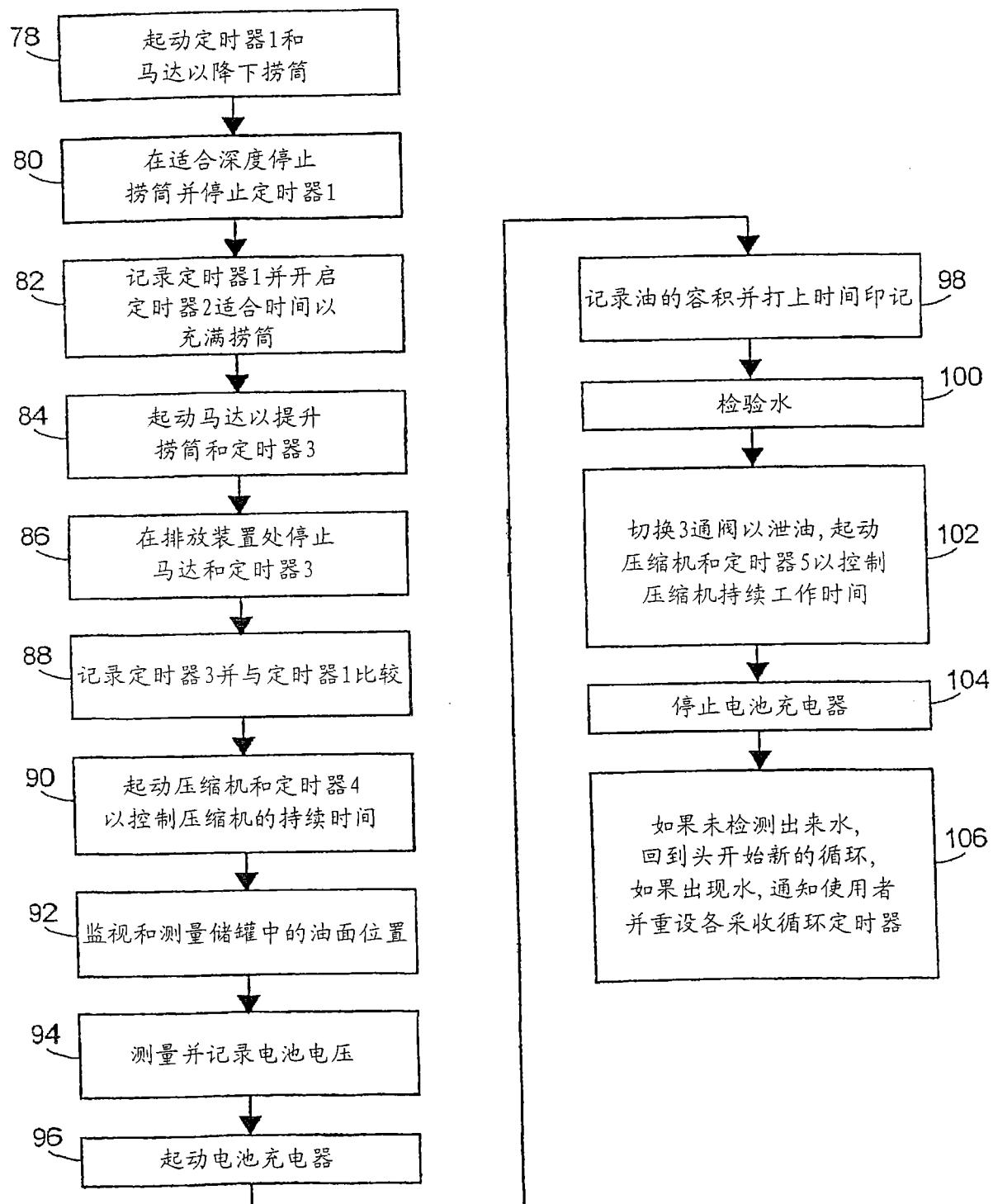


图 3A

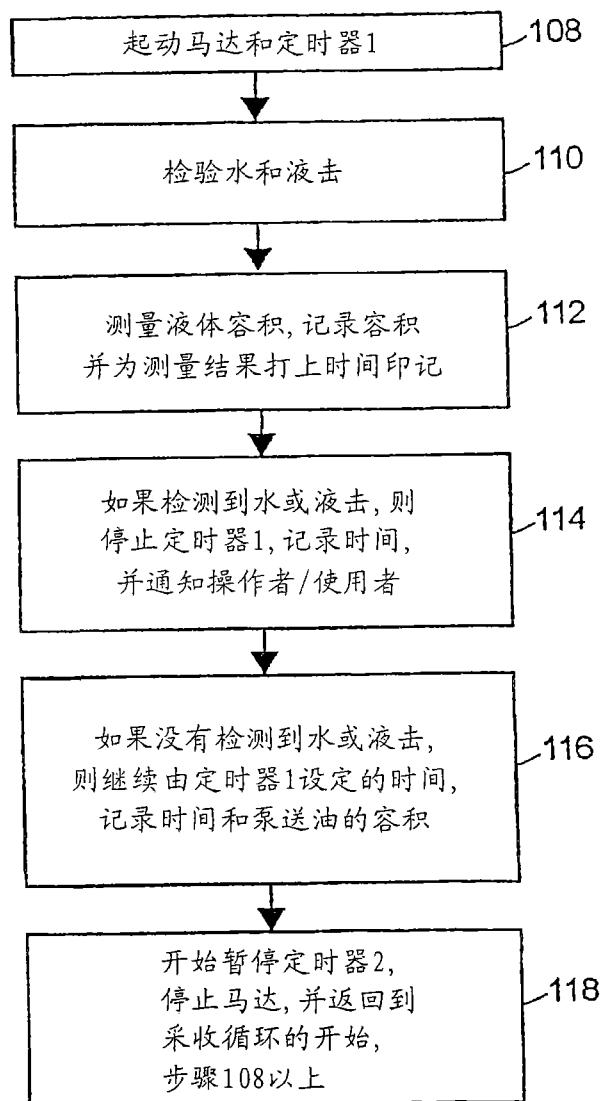


图 3B

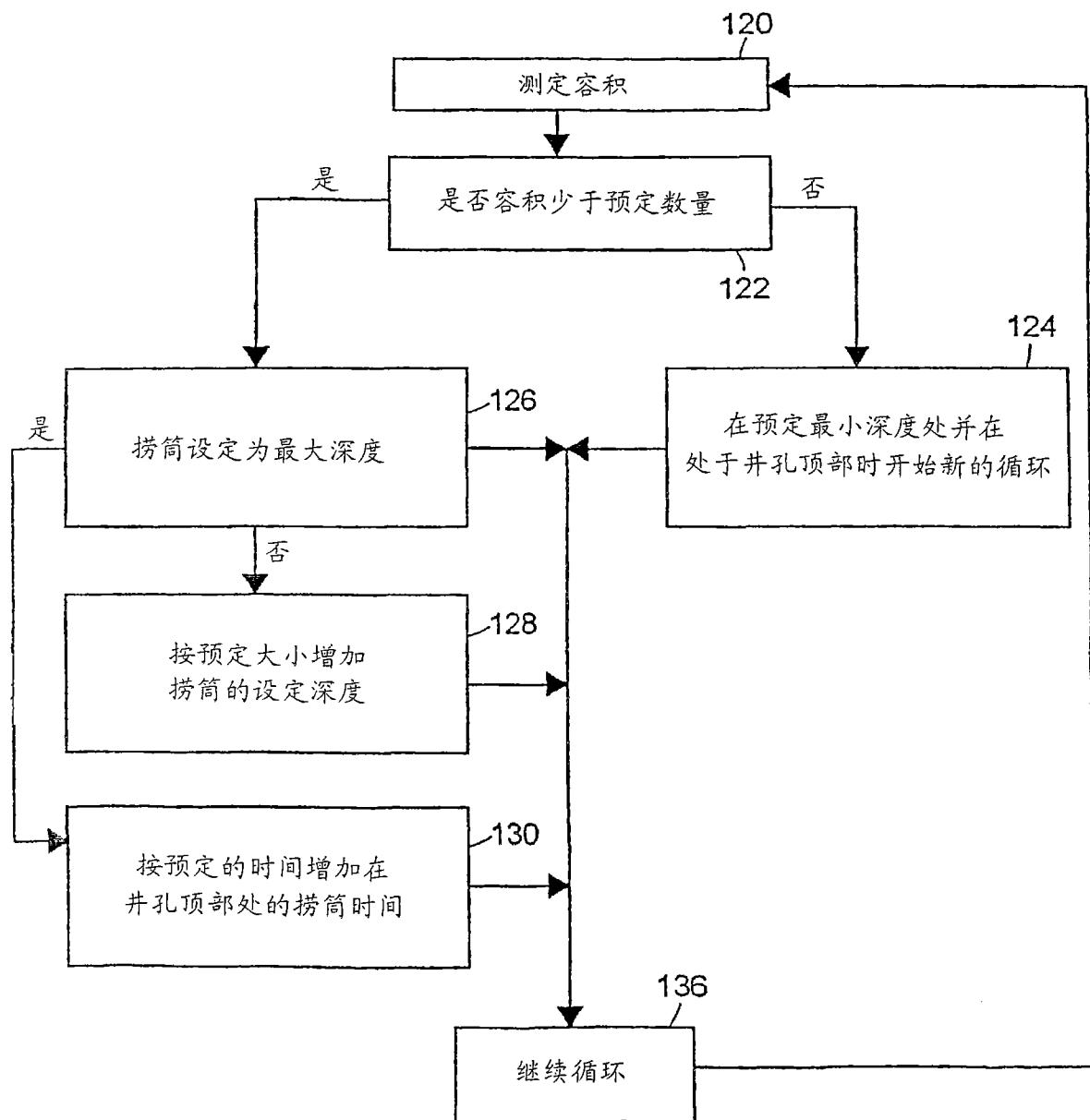


图 4

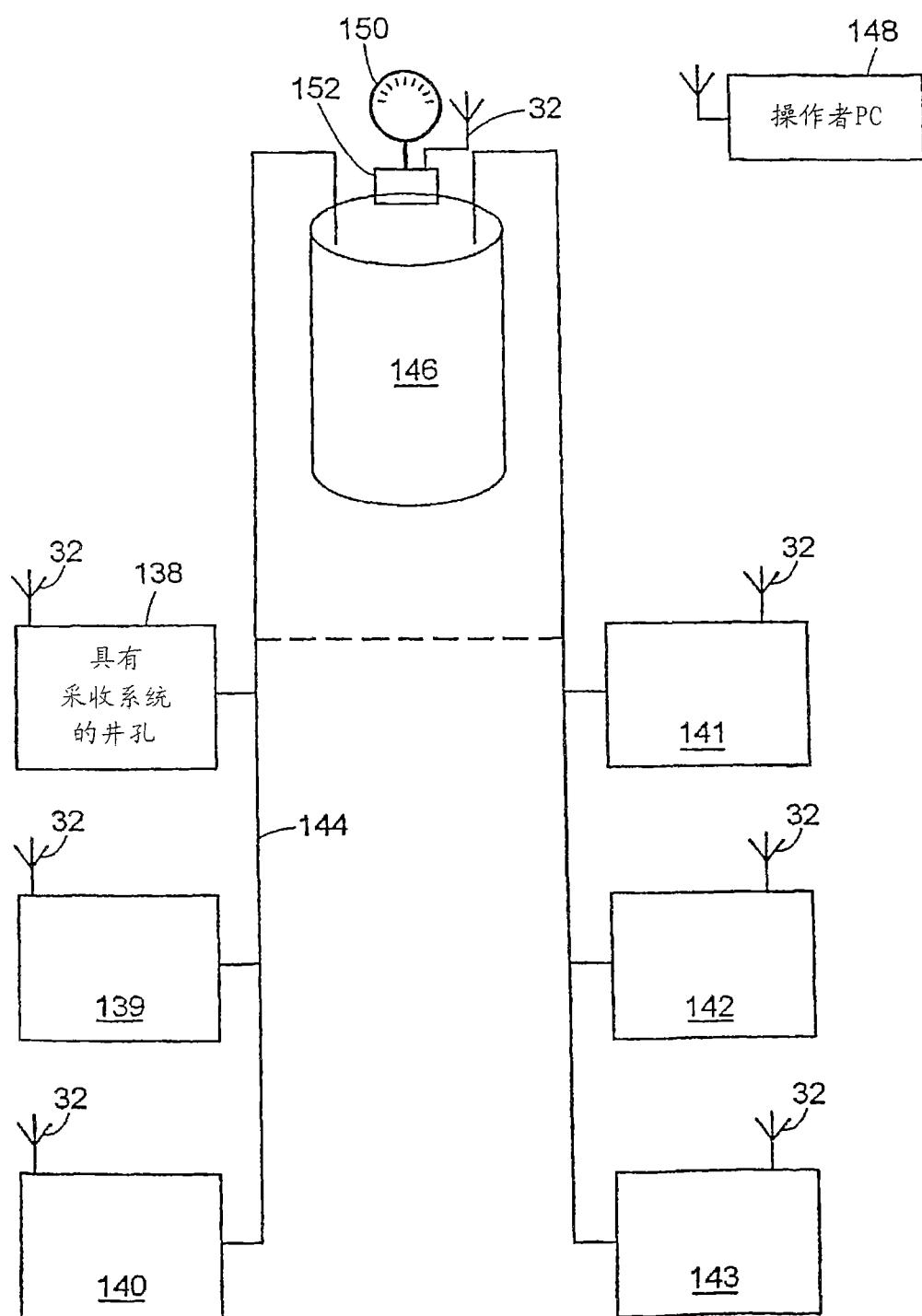


图 5