

[12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 99235033.6

[45]授权公告日 2000年8月30日

[11]授权公告号 CN 2394234Y

[22]申请日 1999.10.22 [24]颁证日 2000.7.7
 [73]专利权人 西安石油勘探仪器总厂
 地址 710061 陕西省西安市南郊红专南路8号
 [72]设计人 何国信 张在陆 李佩昌 林义
 韩晓泉 蔡德富 肖竞平 张永林

[21]申请号 99235033.6
 [74]专利代理机构 陕西省石油化工专利事务所
 代理人 许文华

权利要求书 4 页 说明书 8 页 附图页数 7 页

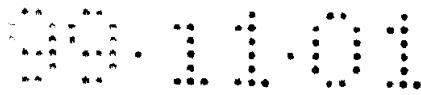
[54]实用新型名称 海底拖曳四分量地震数据采集一体化单元

[57]摘要

本实用新型推出一种用于海洋地震勘探的数据采集一体化单元,属于海洋地球物理勘探测量领域。该一体化单元由海底电缆、水听器部件、四道地震数据采集电子单元、三分量检波器部件、壳体和电缆接头所构成。可同时接收纵波、横波、水听器共四个分量的数据。检波器被置于同一双轴万向架上可实现 360 度转动。四通道地震数据采集电子单元由 $\Sigma-\Delta$ 型 24 位模数转换器通道及高速数传接收、发送及编译码电路组成高精度、高信噪比采集部件,各个部件之间采用无抽头的水密电缆互连并可在海底拖曳作业。



ISSN 1008-4274

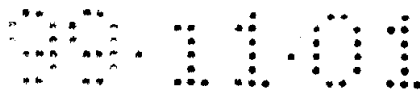


权 利 要 求 书

1. 海底拖曳四分量地震数据采集一体化单元由海底拖缆、水听器部件、四道地震数据采集电子单元、三分量检波器部件、壳体和电缆接头所构成，其特征在于海底拖缆包含有电缆外护套层、电源线、内层钢丝绳、内护套层、数传线和外层钢丝绳；水听器部件包含有薄壁园管形功能陶瓷片、阻抗变换变压器和透声外壳；四道地震数据采集电子单元包含有 CPU 板、数传板、通道 1-2 采集板、通道 3-4 采集板、电源板和印刷板支架；三分量检波器部件包含有一个地震纵波垂直分量检波器、二个地震横波水平分量检波器和双轴万向架；电缆接头包含有多芯插头座和电缆接头体。

2. 按照权利要求 1 所述的海底拖曳四分量地震数据采集一体化单元，其特征在于所述的海底电缆两端装有防水、防腐、耐压的电缆接头，电缆中间部位没有任何抽头，避免了检波器在电缆上捆绑及抽头；采用铠装结构，使电缆抗拉强度大大增加，满足了直接在海底进行拖曳作业要求，提高了施工效率。

3. 按照权利要求 1 所述的海底拖曳四分量地震数据采集一体化单元，其特征在于所述的水听器部件实际上是一个低频电压输出的加速度型检波器，其自然频率为 10 赫兹加减百分之 1.5，灵敏度为每巴 13 伏特加减百分之 15（每微巴为一 197.7 分贝加减 1.5 分贝），频率响应范围是 10 赫兹至 1000 赫兹（通带波动范围是正负 1 分贝），工作压力为 2 兆帕，最大能承受 3 兆帕压力，主要用于检测海底振

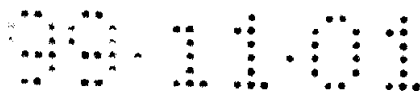


权 利 要 求 书

波鸣振情况。

4. 按照权利要求 1 所述的海底拖曳四分量地震数据采集一体化单元，其特征在于所述的三分量检波器部件其中三个检波器是三个速度型检波器，它们被置于同一双轴万向架上，可以灵活地实现 360 度转动，接收地震波中的纵波和横波分量信号，其自然频率为 10 赫兹加减百分之 2.5，假频应大于等于 300 赫兹，开路阻尼是 0.68 欧姆，灵敏度每秒每厘米为 0.30 伏特，畸变可小于等于百分之 0.1，由检波器采集到的信号应输入四道地震数据采集电子单元中三个信号输入道。

5. 按照权利要求 1 所述的海底拖曳四分量地震数据采集一体化单元，其特征在于所述的四道地震数据采集电子单元各印制板之间采用了连接器直接连接的无背板结构。通道 1-2 和通道 3-4 采集板均由大线滤波器、前置放大器、 Σ - Δ 型 24 位 A/D 转换器（包括调制器和数字滤波器）以及数据寄存器所组成，用以完成三分量检波器和水听器共四个分量数据信号的接收和量化；CPU 板是由微处理器芯片、程序与数据存贮器、读写译码及控制电路所组成，用以产生各种指令以控制采集通道及数传部分的工作，同时将完成被量化后的采样数据按采样顺序及道序进行编排后送入数传部分；数传板是由数据及命令缓冲器、编码、译码电路及各种寄存器、接收及发送接口电路所组成，按照接口电路接收传输线送来的命令数据流，完



权 利 要 求 书

成对电子单元各种参数设置及控制，并对采集数据编码后经接口电路发送到传输线中；电源板是由二个 DC/DC 变换器以及大线电源输入器所组成，整个电子单元供电是由中心站通过海底电缆提供 60 伏至 240 伏直流，并由大线电源输入器的输入端同时供给经 DC/DC 变换器以提供用于数字电路+5V 以及模拟电路±5V 直流电源。该单元数据传输采用每秒 6.144 兆位的高数传速率，误码率小于 10^{-8} ，采用 HDB3 码型，采样率为 0.5、1、2 毫秒，频率响应为 0 至 824 赫兹，前放增益为 0、18、36 分贝，等效输入噪音 $<0.2 \mu V$ RMS (36dB 2ms)，谐波畸变 $<0.0005\%$ 。检波器与采集通道之间是用短线在内部连接，壳体通过电缆接头与无抽头的水密封海底电缆相连接后就构成一个完整采集一体化单元，每个单元均为一个四分量接收点，多个单元串接后可构成一个多道采集系统。

6. 按照权利要求 1 所述的海底拖曳四分量地震数据采集一体化单元，其特征在于所述的电缆接头的结构保证了海底拖缆与壳体之间的水密封性能，使得海底拖曳四分量地震数据采集一体化单元在海底拖曳作业中不致滑脱和泄漏。

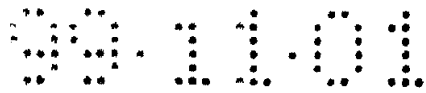
7. 按照权利要求 1 所述的海底拖曳四分量地震数据采集一体化单元，其特征在于所述的壳体是完全密封的，水听器部件、三分量检波器部件和四道地震数据采集电子单元共同被安装于其内，壳体是由防磁不锈钢材料制成的，具有水密封、耐高压性能、能承受小

权 利 要 求 书

于 3 兆帕海水压力。

8. 按照权利要求 2 所述的海底电缆, 其特征在于所述的铠装结构电缆的缆芯至少包括一对电源线和二对数传线, 在其外面用内、外二层防腐钢丝绳作为电缆的加强件。钢丝绳直径分别为 1.0 毫米和 1.2 毫米, 均由镀锌高碳钢材料制成, 使其拉断力做到大于等于 6.5 吨, 工作载荷可达 3.25 吨, 弯曲半径小于等于 61 厘米, 外径小于等于 22 毫米, 工作压力小于等于 4 兆帕, 在缆芯与内层钢丝绳之间以及外层钢丝绳外面共挤制内、外二层黑色聚丙烯等绝缘材料制成的护套层做为电缆的护套管用以防止海水渗入, 达到防水、防腐、耐压目的。

铠装电缆每根长度为 31 米, 在空气、淡水和海水中重量分别为 21 公斤、13.5 公斤和 7.7 公斤, 一对电源线在摄氏 20 度 31 米长时其直流电阻小于 2 欧姆, 当直流 500 伏特时每千米电源线其绝缘应大于等于 150 兆欧姆, 二对数传线对 2 至 12 兆赫兹频率信号其特性阻抗为 145 欧姆加减 10 欧姆。



说明书

海底拖曳四分量地震数据采集一体化单元

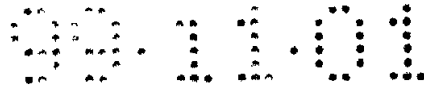
本实用新型属于海洋地球物理勘探测量领域，主要用于海洋地震勘探测量的数据采集。

现有技术中海洋地震勘探的数据采集单元或数据采集系统，一种方式是采用拖缆式模拟信号传输、集中式数字化处理和资料记录，但所采集的数据信号其信噪比较差；另一种方式是采用分布式海底电缆数据采集单元，它多为 12 至 24 道数据采集、数字传输和中心站记录，但由于电缆上分布有多个检波器抽头，检波器作为传感器被捆绑在电缆上无法拖动，因此生产施工难度较大，而且因模拟信号线很长带来较大干扰，采集的数据信噪比差、且产品造价昂贵。

本实用新型的目的在于提供一种新型的、轻便的、可拖曳的海底四分量地震数据采集一体化单元。该单元可同时采集一个纵波垂直分量、二个横波水平分量检波器和水听器分量共四个分量的数据信号，前面三个检波器为速度型传感器，后面一个水听器为加速度型传感器。

本实用新型以如下方式实现。

当在海底开展地震数据采集作业时，按测量需要多个地震数据采集一体化单元可通过海底电缆（又称海底拖缆）串联连接，每个采集一体化单元均能同时采集到一个纵波垂直分量、二个横波水平分量检波器和水听器分量共四个分量的数据信号。前面三个检波器



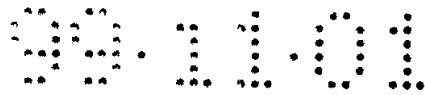
说 明 书

为速度型传感器，并且均被置于同一双轴万向架上，可以灵活地实现 360 度的转动，后一个分量水听器采用加速度型传感器。作为传感器的四个分量的检波器和数据采集电子单元共同被安装于一个密封壳体内，壳体通过电缆接头与无抽头的水密封海底电缆相联结后就构成一个完整采集一体化单元，即集成于一体，检波器与采集通道之间用短线在内部连结，各个地震数据采集一体化单元之间均采用无抽头的水密封电缆互连，每个单元均为一个四分量接收点，多个单元串接后可构成一个多道采集系统。

当四个分量的数据信号进入地震数据采集电子单元中时，经过大线滤波器可滤除信号中高频干扰，送入前置放大器后将信号放大或不放大，然后送入 A/D 转换器进行量化，被量化后的采样数据由单片微处理器，按采样周期及通道顺序经数传电路编码后送入传输电缆的数据流中，由传输电缆送往地面中心站进行数据编排和记录，并将记录带（或记录盘）作为资料带（或资料盘）提供给处理中心进行资料处理，从而获得海洋地震勘探的测量资料。

本实用新型有如下优点。

由于每个地震数据采集电子单元的数据采集通道数只有 4 道，因此体积可大大缩小；而且作为传感器的检波器与电子单元采集通道之间的连线非常短为内部连接，并且被密封于同一壳体内，因此可避免外部海水及其它物体对模拟信号线的扰动，大大地降低了对



说 明 书

信号的干扰，对电磁干扰也有较好的抑制。三个分量检波器包括一个纵波分量和二个横波分量检波器均被置于同一双轴万向架上可以完成 360 度转动，使其能够始终保持良好的接收状态。由于各数据采集电子单元之间的电缆连结是无抽头的水密封电缆互连，而且由于采集数据道数较少使得连结电缆长度也相应减少，因此所用海底电缆可以做到直径小、重量轻、造价低廉、方便施工、易于维修，并且可以在比较平坦的泥沙海底自由拖动。

附图说明。

图 1 是海底拖曳四分量地震数据采集一体化单元结构总示意图

图 2 是三分量检波器部件结构示意图

图 3 是水听器部件结构示意图

图 4 是四道地震数据采集电子单元结构示意图

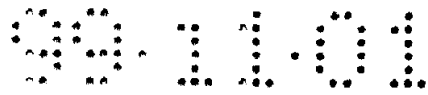
图 5 是四道地震数据采集电子单元电原理框图

图 6 是海底拖缆结构示意图

图 7 是电缆接头结构示意图

下面结合附图详述本实用新型的实施例。

参照图 1，海底拖曳四分量地震数据采集一体化单元是由海底拖缆 1、水听器部件 2、四道地震数据采集电子单元 3、三分量检波器部件 4、壳体 5、电缆接头 6 所构成。三分量检波器和水听器用于采集一个地震纵波垂直分量、二个地震横波水平分量和水听器分量



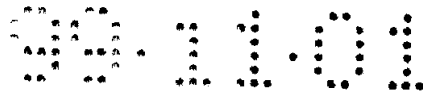
说 明 书

共四个分量的数据信号，并和数据采集电子单元共同被安装于完全密封壳体 5 内，壳体由防磁不锈钢材料制成，具有水密封、耐高压性能，能承受小于 3 兆帕海水压力。壳体通过电缆接头 6 与无抽头的水密封海底电缆 1 相连接后就构成一个完整的海底拖曳四分量地震数据采集一体化单元，该单元避免了检波器在电缆上捆绑以及在电缆上

抽头，因此可实现海底拖曳作业要求，大大提高了施工效率。这样的一体化单元多个串接后可构成一个多道采集系统。

参照图 2，三分量检波器部件 4 是由一个地震横波水平分量 SX 检波器 7、一个地震横波水平分量 SY 检波器 8、一个地震纵波垂直分量 V 检波器 9、一个双轴万向架 10 所构成。三个检波器均为速度型检波器，并且被置于同一双轴万向架 9 上，可以灵活地实现 360 度的转动，接收地震波中的纵波和横波分量信号。上述三个作为传感器的检波器其自然频率为 10 赫兹加减百分之 2.5，假频大于等于 300 赫兹，开路阻尼是 0.68 欧姆，灵敏度为每秒每厘米 0.30 伏特，畸变小于等于百分之 0.1。三分量检波器用于采集地震数据信号并送入四道地震数据采集电子单元 3 中的 SX、SY 和 V 三个数据信号输入道。

参照图 3，水听器部件 2 是由若干个薄壁园管形功能陶瓷片 11、小型阻抗变换变压器 12、透声外壳 13 所构成。它实际上是一个低

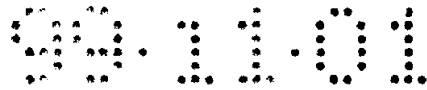


说 明 书

频电压输出的加速度型传感器。该水听器自然频率为 10 赫兹加减百分之 1.5，灵敏度为每巴 13 伏特加减百分之 15（每微巴-197.7 分贝加减 1.5 分贝），频率响应为 10 至 1000 赫兹（通带波动范围为正负 1 分贝），工作压力为 2 兆帕，最大能承受 3 兆帕海水压力，水听器部件可采集地震数据信号并送入四道地震数据采集电子单元 3 中的 H 数据信号输入道，主要用于检测海底振波鸣振情况。

参照图 4，四道地震数据采集电子单元 3 是由 CPU 板 14、数传板 15、通道 1-2 采集板 16、通道 3-4 采集板 17、电源板 18、印刷板支架 19 所构成。各印制电路板之间采用了连接器直接连接的无背板结构，具体每个板的组成和数据信号在各个板之间传输过程将在图 5 中叙述。

参照图 5 和图 4，通道 1-2 采集板 16 和通道 3-4 采集板 17 是由大线滤波器 20、前置放大器 21、 Σ - Δ 型 24 位 A/D 转换器 22（其中包括调制器 23 和数字滤波器 24）、数据寄存器 25 所组成，用以完成三分量检波器和水听器共四个分量数据信号的接收和量化。CPU 板 14 是由微处理器芯片 26、程序与数据存贮器 27、读写译码及控制电路 28 所组成。数传板 15 是由数据及命令缓冲器 29、编码、译码电路及各种寄存器 30、接收及发送接口电路 31 所组成。电源板 18 是由 DC/DC 变换器 32（数字+5V）、DC/DC 变换器 33（模拟±5V）、大线电源输入器 34（60 至 240V DC）所组成。



说明书

现结合附图 5 来叙述四道地震数据采集电子单元的基本工作过程。

由三分量检波器 7、8、9 和水听器 2 送来的四个分量数据信号 SX、SY、V、H 进入地震数据采集电子单元 3 的四个通道中，经过大线滤波器 20 滤除高频干扰后，由精密仪表放大器构成的前置放大器 21 将信号放大 0、8、64 倍（即放大 0、18、36 分贝），这三种固定增益 0、18 和、36 分贝可编程选择，然后送入 Σ - Δ 型 24 位 A/D 转换器 22 进行量化。该 A/D 转换器为 24 位，其中 1 位是符号位，23 位是尾数位，24 位 A/D 转换器包括调制器 23 和数字滤波器 24，调制器将信号进行过采样及增量调制，并由数字滤波器进行去假频滤波及抽取滤波，转换后的数据被暂存于数据寄存器 25 中。

对每一通道而言，被量化后的采样数据由单片微处理器芯片 26，按采样顺序及道序进行编排后将数据送入数传板 15 的数据及命令缓冲器 29 中。CPU 板 14 中的程序与数据存贮器 27（又称程序存贮器和数据存贮器）提供可供执行的程序指令码，读写译码及控制电路 28 是用来将中心站送来的命令进行译码后产生各种指令以控制采集通道和数传部分的工作。另外，在数传板 15 中，由接收及发送接口电路 31 接收传输线送来的命令数据流，送给编码、译码电路 30 译码、经数据及命令缓冲器 29 送入 CPU 以实现对电子单元的各种参数设置及控制，或将采集数据由编码、译码电路 30 编码后再由接收

图 1.0.1

说明书

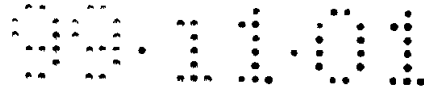
及发送接口电路 31 发送到传输线中。

四道地震数据采集电子单元 3 的供电是由中心站通过海底电缆 1 提供 60 伏至 240 伏直流，由大线电源输入器 34 的输入端供给，并经过 DC/DC 变换器 32 产生数字电路所需 +5V 电源以及经过 DC/DC 变换器 33 产生模拟电路所需 $\pm 5V$ 电源，该三组稳定的直流电源同时供给保证了电子单元各部分即通道 1-2 采集板 16、通道 3-4 采集板 17、CPU 板 14 和数传板 15 的正常工作。

四道地震数据采集电子单元 3 的主要技术指标如下：

道数为四道，采样率为 0.5、1、2 毫秒，频率响应为 0 至 824 赫兹，前放增益为 0、18、36 分贝，等效输入噪音小于 0.2 微伏 RMS（36 分贝增益 2 毫秒），A/D 转换器为 Σ - Δ 型 24 位（其中 1 位符号位+23 位尾数位），谐波畸变小于百分之 0.0005，数传速率为每秒 6.144 兆位，采用 HDB3 码型，误码率小于 10^{-8} 。

参照图 6，海底拖缆（又称海底电缆）1 由电缆外护套层 35、电源线 36、内层钢丝绳 37、内护套层 38、数传线 39、外层钢丝绳 40 所构成。海底拖缆每段长 31 米，每段电缆两头装有防水、防腐、耐压的电缆接头 6，电缆中间部位没有任何抽头，避免了使用检波器在电缆上捆绑及抽头，海底电缆采用铠装结构设计，使电缆抗拉强度大大增强，满足了直接在海底进行拖曳作业要求，提高了施工效率。



说 明 书

铠装结构电缆的缆芯包括一对电源线和二对数传线。一对电源线在摄氏 20 度 31 米长时其直流电阻小于 2 欧姆，当直流 500 伏特时每千米电源线其绝缘应大于等于 150 兆欧姆；二对数传线对于 2 至 12 兆赫兹频率信号其特性阻抗为 145 欧姆加减 10 欧姆。在电源线和数传线外面用内层钢丝绳 37 和外层钢丝绳 40 作为电缆的加强件，内层防腐钢丝绳用直径为 1.0 毫米镀锌高碳钢材料制成，外层钢丝绳由 1.2 毫米镀锌高碳钢材料制成，这样的结构使电缆拉断力做到大于等于 6.5 吨，工作载荷可达 3.25 吨，弯曲半径小于等于 61 厘米，外径小于等于 22 毫米，工作压力小于等于 4 兆帕。在缆芯与内层钢丝绳之间以及外层钢丝绳外面共挤制内护套层 38 与外护套层 35 做为电缆的护套件，二层护套层均由聚丙脂等绝缘材料制成，颜色为黑色，用以防止海水渗入，达到防水、防腐、耐压目的。

铠装电缆每根长度均为 31 米，在空气、淡水和海水中重量分别为 21 公斤、13.5 公斤和 7.7 公斤，海底电缆主要用来作为四通道地震数据采集电子单元的数据传输和供电。

参照图 7，电缆接头 6 是由多芯插座 41、电缆接头体 42 所构成。电缆接头的结构设计能保证海底电缆与壳体间的水密封性能，使得海底拖曳四分量地震数据采集一体化单元在海底拖曳作业中不致滑脱和泄漏。

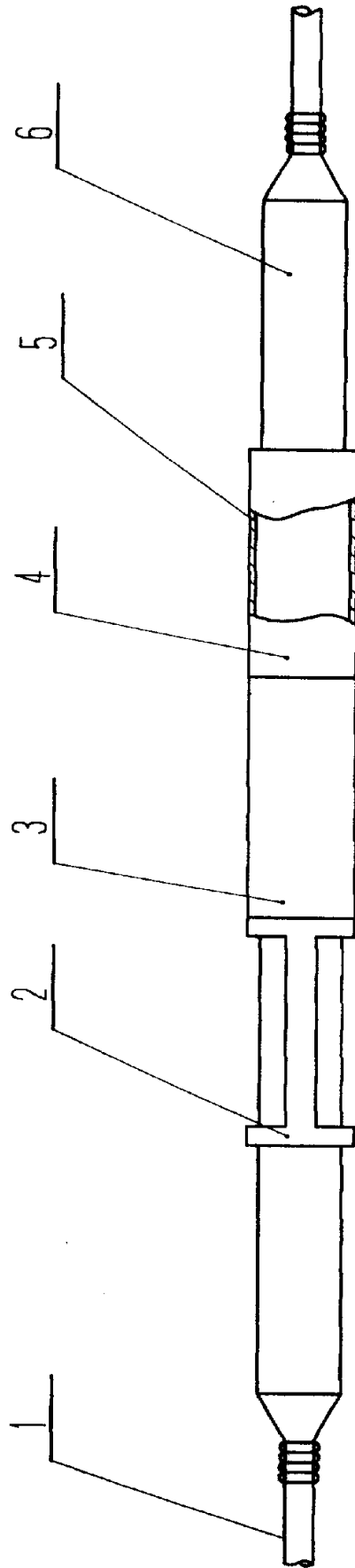


图1

99.11.01

说明书附图

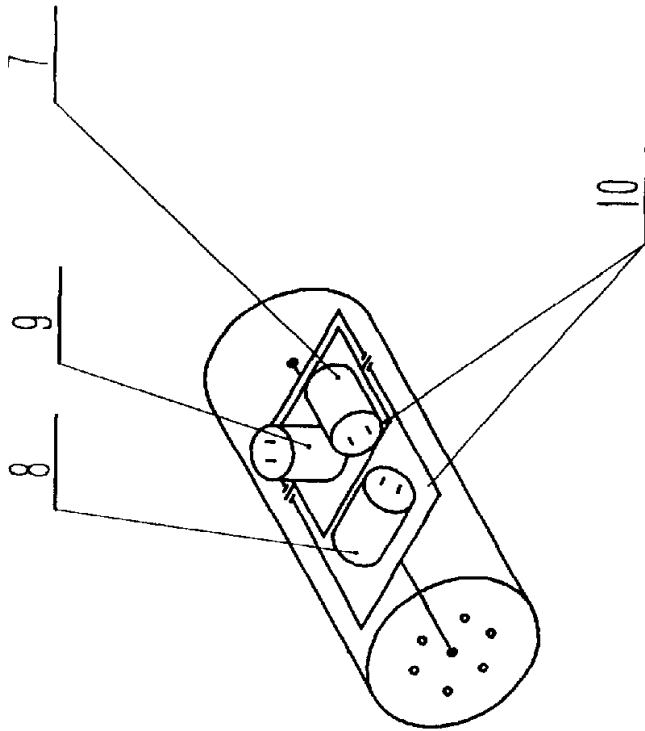


图2

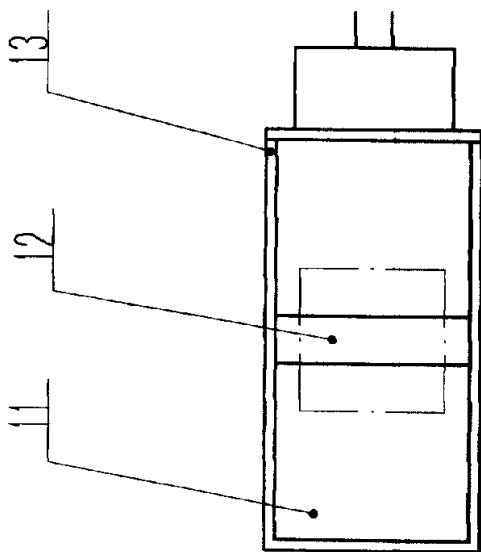


图3



说明书附图

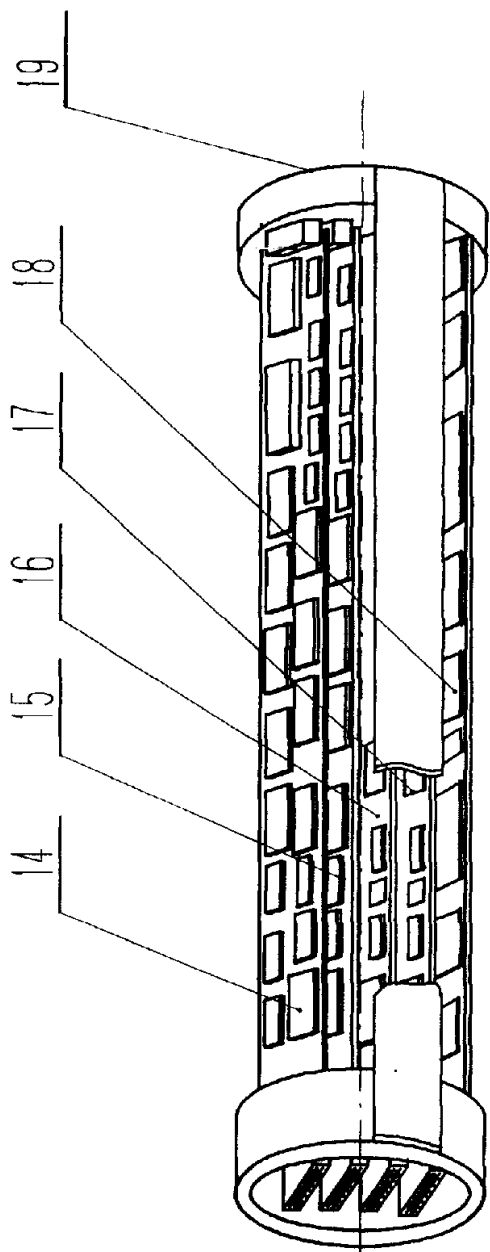


图4

说明书附图

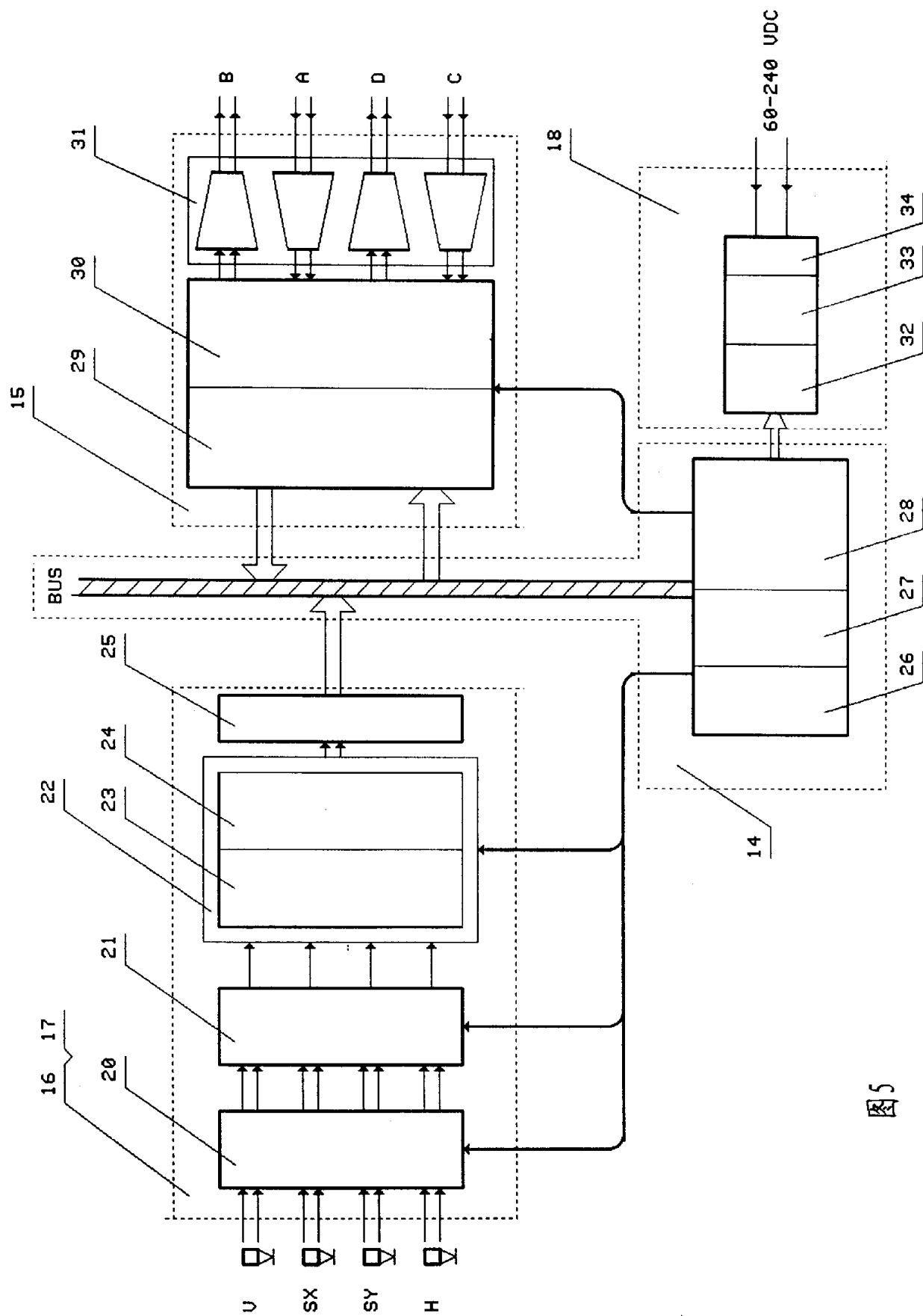
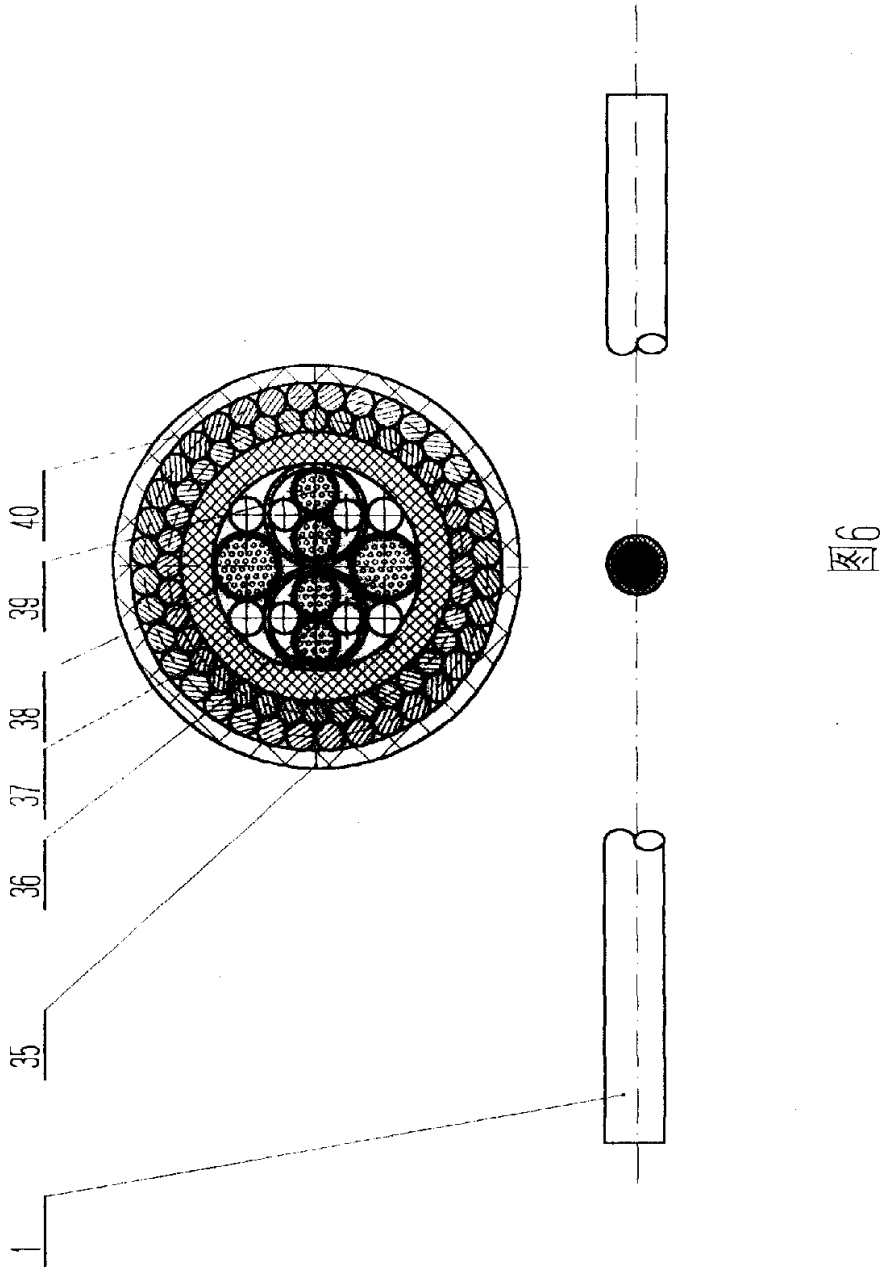


图5



20101

说明书附图

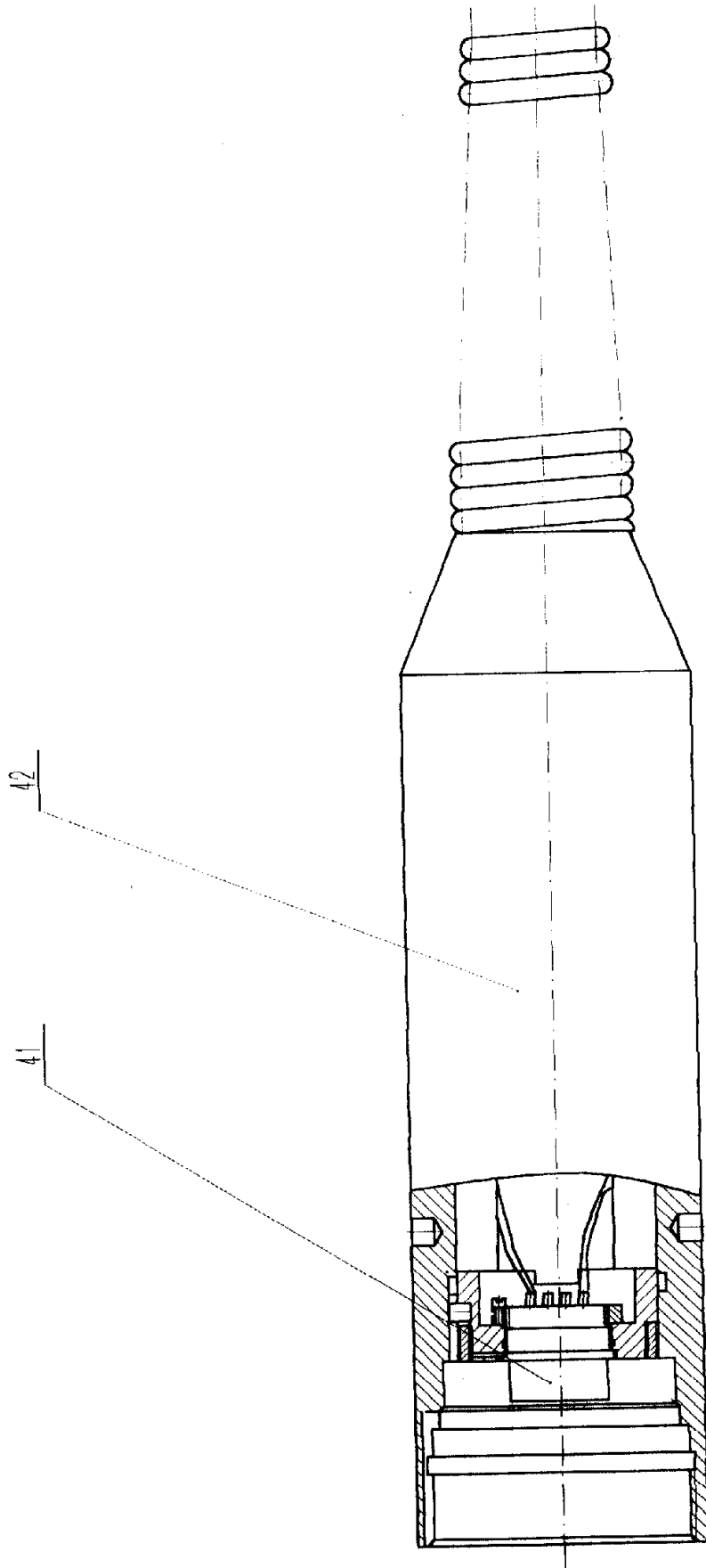


图7