



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110910625 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 19

(21) 申请号 201911117490.2

H04Q 9/00 (2006.01)

(22) 申请日 2019.11.15

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 108534742 A, 2018.09.14

申请公布号 CN 110910625 A

CN 103840568 A, 2014.06.04

CN 105674945 A, 2016.06.15

(43) 申请公布日 2020.03.24

CN 109374000 A, 2019.02.22

(73) 专利权人 浙江大学

CN 1269513 A, 2000.10.11

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

CN 201368867 Y, 2009.12.23

CN 101205806 A, 2008.06.25

CN 106404222 A, 2017.02.15

(72) 发明人 陈家旺 曹晨 葛勇强 何家敏
高峰 周朋 何开 方玉平

审查员 刘文帅

(74) 专利代理机构 杭州中成专利事务所有限
公司 33212

代理人 周世骏

(51) Int. Cl.

G08C 19/00 (2006.01)

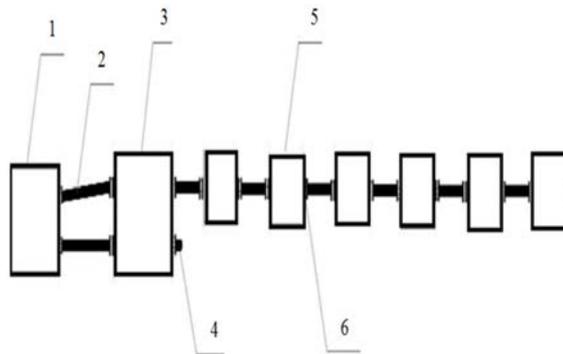
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

基于485总线的海底原位低功耗多节点数据采集系统

(57) 摘要

本发明涉及海洋观测技术领域,具体涉及一种基于485总线的海底原位低功耗多节点数据采集系统。包括传感器模块、中央控制器和电池模块;传感器模块有多个,通过水密接电缆连接成串,最前端的传感器模块与中央控制器相连;中央控制器包括嵌入式控制器和低功耗模块;电池模块通过水密接电缆分别与传感器模块、低功耗模块和485总线相连,中央控制器、传感器模块和电池模块分别封装于对应的压力舱中。本发明能够实现海底指定区域多参数的长期原位监测,可用于构建小型海底观测网络,提升其的稳定性;低功耗设计也在一定程度上提升了系统的环境适应性,合理有效地利用资源。



1. 一种基于485总线的海底原位低功耗多节点数据采集系统,其特征在于,包括传感器模块、中央控制器和电池模块,分别封装于对应的压力舱中,压力舱的端盖上设有水密接插座;

所述传感器模块为MEMS传感器模块且有多个,通过水密接电缆连接成串,最前端的传感器模块与中央控制器相连;所述电池模块通过水密接电缆分别与传感器模块、中央控制器和485总线相连;

中央控制器包括嵌入式控制器、低功耗模块和存储模块;所述电池模块包括电池和稳压模块,电池与低功耗模块和485总线相连,稳压模块的输出端连接嵌入式控制器和传感器模块;

所述低功耗模块为时间继电器,利用其自身的延时机构实现常闭休眠和间断工作,以控制中央控制器和传感器模块的供电通断的方式实现系采集系统的低功耗运行;中央控制器只与采集系统内的传感器模块进行信号和数据传递,打包后的数据存储存储在存储模块中,在采集过程中不与上位机进行数据传递,利用湿插拔技术回收的方式获取数据或更换电池。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述电池为12V、400AH,稳压模块供电电压为5V。

3. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述压力舱均为圆柱型,传感器压力舱为两端盖结构,电池模块压力舱和中央控制器模块压力舱均为单端盖结构。

4. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述相邻传感器模块间的水密连接缆长为1米。

5. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述水密接电缆为四芯水密连接缆,水密接电缆两端设有插头。

6. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述压力舱为不锈钢316壳体。

基于485总线的海底原位低功耗多节点数据采集系统

技术领域

[0001] 本发明涉及海洋观测技术领域,具体涉及一种基于485总线的海底原位低功耗多节点数据采集系统。

背景技术

[0002] 海洋观测需要大量的相关数据支撑,所以数据采集就显得至关重要。在海洋观测的过程中,传感器数量多,各传感器节点间分布范围大,需要研究如何高效准确地实现数据采集、传输与储存数据采集就是将模拟信号转换为数字信号并进行存储、分析和处理的过程。完成数据采集任务的系统称为数据采集系统,数据采集系统实现了计算机系统和物理客观世界的相连接,数据采集系统采集客观世界的各类数据信息,并存储在计算机系统中,通过建立统一的数学模型进行数据分析和处理。

[0003] 现场总线和智能仪表的出现标志着工业控制领域进入了网络时代,迅速成为了工业控制的主流。目前国际上正在使用的现场总线名目繁多,如PROFIBUS、INTERBUS、CAN总线,但是其系统造价相对过高,不太适用于中小型系统的应用。而RS485串行通信总线以构造简单、技术成熟、造价低廉、便于维护等特点广泛应用于工业控制、仪器、仪表、机电一体化产品等诸多领域。尤其在数据通信、计算机网络以及工业分布式控制系统中,经常需要采用串行通信来实现远程信息交换。

[0004] RS485协议的技术指标为传输速率最大为10Mbps;最大距离为1200m;高阻抗、抗噪声差分(有补偿线)传输;最高为32个节点;并行连接节点,单组双绞线电缆上的双向主从通信。RS485总线以双绞线为物理介质,通常工作在半双工通信状态,即在同一时刻,总线上只能有1个节点为主节点且处于发送状态,其它所有节点必须处于接收状态。如果同一时刻有2个以上的节点处于发送状态将导致所有发送方的数据发送失败,即所谓总线冲突。为了避免总线冲突,RS485总线一般工作在主从模式下。整个通信总线系统由1个主节点、若干个从节点组成,按照轮循的方式,主节点依次和从节点通信,这样就解决了RS485总线的冲突问题。

[0005] 公告号为CN108534742A的中国专利文献一种用于水下面形变形实时监测的多节点数据同步采集系统,传感器节点的阵列带是为从站数据采集单元和MEMS加速度传感器采集节点提供安装空间的载体,由若干条分节的条带状刚性基底和中间活动接头组成,将MEMS加速度传感器和从站数据采集单元耐压壳体布置于分节的条带状刚性基底,每节长度为50cm,节间以活动接头连接;MEMS加速度传感器采集节点进行各个物理点的加速度数据的采集,用于后期的海底三维地形的重构;从站数据采集单元布置在耐压壳体内,通过模拟IIC总线采集相邻的3个MEMS加速度传感器采集节点的数据,在每个数据末尾打上时间戳,并且将采集到得数据发送到CAN总线上,从而实现数据的中转和长距离传输。中央控制器也布置于耐压壳体内,作为主时钟,通过I/O下达定期对时得指令,实现系统时间的相对同步,通过CAN总线将从站数据采集单元中的加速度数据汇总,完成数据的储存和预处理。但该发明拟使用两级数据采集系统,两种总线的连接方式较为复杂,提升了采集系统的整体功耗,

所需的成本较高;IIC总线和CAN 总线的传输距离较短,不利于实现长距离的通讯;多级通讯之间还需解决时间同步等问题,提高了软件和程序实现的难度。

[0006] 公告号为CN109993958A的中国专利文献一种RS485总线的数据采集系统及方法,公开了一种RS485总线的数据采集系统,包括主机、第一收发器、第二收发器和多个从机,主机包括至少一串口,第一收发器和第二收发器均与一个串口连接,多个从机串联连接在第一收发器和第二收发器之间,第一收发器至第二收发器的方向上的多个从机形成的通信链路预设为主链路,第二收发器至第一收发器的方向上形成的通信链路预设为备用链路,主机通过主链路从各从机采集数据,在主链路出现故障时,将通信链路切换至备用链路,以采集从第二收发器至第一收发器的方向上的直至故障点之间的从机的数据。本发明还提供了RS485总线的数据采集方法,提高了RS485总线的通信可靠性和故障检测的精确性。但该发明的采集系统包含了多个收发器,主要应用与陆地上的工业现场控制,故并未考虑低功耗处理以减少成本;此外,当RS485总线应用于水下设备时必须考虑到防水、耐压保护和封装;在未与上位机连接的情况下,数据的采集与存储也必须原位进行处理。

发明内容

[0007] 本发明要解决的技术问题是,克服现有技术中存在的不足,提供了一种基于485总线的海底原位低功耗多节点数据采集系统。

[0008] 为解决技术问题,本发明的解决方案如下:

[0009] 提供一种基于485总线的海底原位低功耗多节点数据采集系统;包括传感器模块、中央控制器和电池模块;

[0010] 传感器模块有多个,通过水密接电缆连接成串,最前端的传感器模块与中央控制器相连;中央控制器包括嵌入式控制器和低功耗模块;电池模块通过水密接电缆分别与传感器模块、低功耗模块和485总线相连,

[0011] 中央控制器、传感器模块和电池模块分别封装于对应的压力舱中。

[0012] 作为一种改进,传感器模块为MEMS传感器模块。若干个不同类型的MEMS传感器模块(如温度、压力、姿态传感器等)以满足不同的原位监测需求。MEMS传感器即微机电系统(Microelectro Mechanical Systems),是在微电子技术基础上发展起来的多学科交叉的前沿研究领域。经过四十多年的发展,已成为世界瞩目的重大科技领域之一。它涉及电子、机械、材料、物理学、化学、生物学、医学等多种学科与技术,具有广阔的应用前景。MEMS传感器是采用微电子和微机械加工技术制造出来的新型传感器。与传统的传感器相比,它具有体积小、重量轻、成本低、功耗低、可靠性高、适于批量化生产、易于集成和实现智能化的特点。同时,在微米量级的特征尺寸使得它可以完成某些传统机械传感器所不能实现的功能。使用MEMS传感器的原因一方面是其技术相对成熟,成本较低;另一方面传感器本身不耐压力的情况下外置压力舱的体积可以根据需求尽量减小,节约成本的同时也方便系统布放。

[0013] 作为一种改进,低功耗模块为时间继电器。

[0014] 作为一种改进,电池模块包括电池和稳压模块,电池为12V、400AH,稳压模块供电电压为5V;

[0015] 电池与低功耗模块和485总线相连,稳压模块的输出端连接嵌入式控制器和传感器模块。

[0016] 作为一种改进,压力舱均为圆柱型,传感器压力舱为两端盖结构,电池模块压力舱和中央控制器模块压力舱均为单端盖结构。

[0017] 作为一种改进,相邻传感器模块间的水密连接缆长为1米。

[0018] 作为一种改进,水密接电缆为四芯水密连接缆,水密接电缆两端设有插头。

[0019] 作为一种改进,压力舱的端盖上设有水密接插座。

[0020] 作为一种改进,压力舱为不锈钢316L壳体。

[0021] 所有传感器模块均置于压力舱内,通过水密接电缆相互连接,水密接电缆提供电源和485总线通讯,即可理解为一条485总线上挂载了多个传感器节点,485总线理论上最大节点数为1200个,这保证了海底多节点数据采集系统的可靠性。

[0022] 中央控制器通过一问一答的方式采集传感器节点的数据,在事先对每个节点的485总线地址进行十六进制标号的情况下,根据节点的不同地址信息记录下对应的数据和地址存储在SD卡中,SD卡的容量可根据数据量的大小进行选择。

[0023] 本发明中,整个数据采集系统载体为水下绞车,在科考船和ROV的协助下布放至海底,完成采集工作后在ROV的辅助下回收至科考船,整个过程安全可靠科学合理,为深海原位观测提供了新方法。

[0024] 发明原理描述:

[0025] 本发明的技术方案中,MEMS加速度传感器模块到中央控制器的数据传输通过485总线实现,物理载体为四芯的水密接电缆,传感器节点的载体为不锈钢316L压力舱,一方面保证了数据传输的可靠性,另一方面保证传感器能在高压、强腐蚀环境下的正常工作,满足海底长时间原位监测的需求。根据RS485芯片的不同以及自身的驱动能力的影响,理论上可以支持256个设备,能满足中型海底观测网络对于传感器节点数的要求,并也可通过增加中央控制器的数量来扩展传感器网络的节点数。此外485总线的传输距离理论上能达到1200米,在一定程度上避免了监测范围不会局限在一个较小的数量级。中央控制器接收到MEMS传感器模块数据打包后存储在SD卡中,SD卡的容量可根据数据量和原位工作的时间来确定。采用原位储存的方式保证了在部分海况恶劣的海域原位监测过程中数据不能实时传输给上位机时整个系统依然能够正常工作,避免了更高成本的投入。系统的低功耗设计通过中央控制器舱里的继电器实现,继电器通过通断系统电源,实现在休眠时间系统电流为0.01A,工作时间系统电流为0.5A,并且调整两者的时间来满足低功耗的要求。

[0026] 在原位数据采集系统的设计制造过程中,首先确定各传感器的监测位置,从而确定相互间的距离,然后选择合适的位置布放中央控制器和电池舱,使得中央控制器到各传感器节点间的物理距离不宜过大影响到信号传输的稳定性。同时根据已经确定的各节点之间的距离以及中央控制器的位置选取合适长度的水密连接缆和插座作为RS485总线的物理载体,水密缆的最大电流和耐压等级根据实际需求和具体的工作环境来确定。电池容量由传感器节点的数量和原位连续工作的时长来确定,若需要连续工作时间较长,可以在不影响监测效果的前提下进行较长时间的低功耗运行设置,例如设置休眠23小时,工作1小时或者休眠47小时,工作1小时。整个系统设计加工完成后,搭载于多功能科考船上到达目标海域,在船上启动系统后由A型架下放至工作区域,在ROV的辅助下将传感器节点放置在预定位置,开始原位的数据采集存储工作。若持续一段时间后电池耗尽或者某个传感器节点出现故障,只需在ROV的协助下更换电池模块或损坏传感器模块进行维修即可。

[0027] 时间继电器是一种利用电磁原理或机械原理实现延时控制的控制电器。它的种类很多,有空气阻尼型、电动型和电子型和其他型等。早期在交流电路中常采用空气阻尼型时间继电器,它是利用空气通过小孔节流的原理来获得延时动作的。它由电磁系统、延时机构和触点三部分组成。时间继电器凡是继电器感测元件得到动作信号后,其执行元件(触头)要延迟一段时间才动作的继电器称为时间继电器目前最常用的为大规模集成电路时间继电器,它是利用阻容原理来实现延时动作。在交流电路中往往采用变压器来降压,集成电路作为核心器件,其输出采用小型电磁继电器,使得产品的性能及可靠性比早期的空气阻尼型时间继电器要好的多,产品的定时精度及可控性也提高很多。

[0028] MEMS加速度传感器模块采集节点用于采集海底各借点的物理化学特性数据(压力、姿态、气体等),用于后期的海底环境研究和进一步的资源利用;作为应用示例, MEMS传感器模块采集节点可采用博世BME280压力传感器、维特智能JY901姿态传感器和慧闻科技SMD1008甲烷气体传感器,自带温度补偿和卡尔曼滤波;中央控制器控制板用于汇总各个传感器模块数据采集节点的数据,完成数据的存储和预处理,作为应用示例,中央控制器控制板可采用单片机STM32F103RE开发的嵌入式系统。时间继电器通过通断中央控制器和传感器节点的电源来实现采集系统的低功耗运行,要求对时间控制的精准严格,作为应用示例,可采用朗威科技DH48-S数显循环时间继电器。电池模块是为中央控制器、时间继电器和从站数据采集单元提供电能的,分别为直流电压 12V和5V,电池选择输出为12V的深水锂电池,并由稳压模块调整输出电压为5V,作为应用示例,深水电池可定制瓦特力公司输出电压为12V,电量为400AH的电池组,稳压模块可采用维芯科技LM2596S的DC-DC直流可调电源模块。

[0029] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0030] (1) 本发明的用于基于485总线的海底原位低功耗多节点数据采集系统,能够实现海底指定区域多参数的长期原位监测,可用于构建小型海底观测网络,提升其的稳定性;低功耗设计也在一定程度上提升了系统的环境适应性,合理有效地利用资源。

[0031] (2) 本发明创新性地提出了中央控制器、循环时间继电器和数据采集系统搭配的方式实现了系统的低功耗设计,成本较低而且休眠时电流仅为0.01A。此外基于RS485 的数据采集系统可以保证长距离数据传输的稳定性,可以有效地保证海底原位数据记录的实时性,而且采用MEMS传感器模块监测关键部位,较传统的非接触式监测方法,又极大地提高了监测精度。

[0032] (3) 本发明中, MEMS传感器模块节点通过不锈钢316L舱体进行封装,以水密接电缆作为物理载体相连接,数据通信通过RS485总线实现,不仅简化了电路结构,同时保证了MEMS传感器能在海底恶劣环境中正常工作。此外MEMS传感器模块、控制器、继电器和电池的体积较小,从而设计不锈钢压力舱时可以在满足需求的基础上尽可能减小体积,实现数据采集功能的基础上也可以有效地节省成本。

附图说明

[0033] 图1为本发明的整体布放结构示意图;

[0034] 图2为本发明的传感器压力舱截面图;

[0035] 图3为本发明的电池舱截面图;

[0036] 图4为本发明的控制舱截面图。

[0037] 图中的附图标记:1-电池模块压力舱;2-水密接电缆;3-中央控制器压力舱;4-四芯水密堵头;5-传感器压力舱;6-四芯水密接插座;7-不锈钢316L壳体;8-MEMS传感器模块;9-ttl485转换模块;10-RS485四线制逻辑接口;11-电池模块;12-稳压模块;13-12V电压接口;14-5V电压接口;15-串口接口;16-时间继电器;17-数据存储模块;18-中央控制器(STM32单片机);19-485信号转换芯片。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图和具体实施对本发明作进一步详细说明。

[0039] 如图1-4所示,一种基于485总线的海底原位低功耗多节点数据采集系统;包括传感器模块、中央控制器18和电池模块11。中央控制器18、传感器模块和电池模块11 分别封装于对应的压力舱中。

[0040] 传感器模块有多个,传感器模块为MEMS传感器模块8。通过水密接电缆2连接成串,最前端的传感器模块与中央控制器18相连。中央控制器18包括嵌入式控制器、低功耗模块和数据存储模块17。电池模块11通过水密接电缆2分别与传感器模块、低功耗模块和485总线相连,数据存储模块17位于中央控制器压力舱3中并与中央控制器 18相连。中央控制器18是stm32单片机。

[0041] 传感器压力舱5,外壳7和中央控制器压力舱3以及电池模块压力舱1的外壳一致,为不锈钢316L壳体7。压力舱均为圆柱型,传感器压力舱5为两端盖结构,电池模块压力舱1和中央控制器模块压力舱3均为单端盖结构。舱的两端设有四芯的水密接插座6,可通过水密连接缆2相互连接,与传感器模块连接缆起到四线制RS485逻辑总线的作用,不仅为传感器提供电源,而且传递电平信号至中央控制器18。水密接电缆2为四芯水密连接缆,水密接电缆2两端设有插头。压力舱的端盖上设有四芯水密封插接座6。

[0042] 数据采集功能通过多个MEMS传感器节点8实现,经过ttl485转换模块9进行电平转换后,通过四线制RS485逻辑总线相互连接作为通讯从机,而中央控制器18作为主机。理论上,通信速率在100Kbps及以下时,RS485的最长传输距离可达1200米,不同的芯片可驱动的负载数不同,但市场上已有不少芯片可驱动256个负载。因此在满足当前节点数需求的基础上,在传感器压力舱5的尾部预留有扩展接口,可以利用水下湿插拔技术,在ROV的辅助下,将新的传感器节点接入数据采集系统中,增加了可操作性,相应地减少了成本。

[0043] 电池模块11包括电池和稳压模块12,电池为12V、400AH,稳压模块12供电电压为5V;

[0044] 电池模块11的电池与低功耗模块和485总线相连,稳压模块12的输出端连接嵌入式控制器18和传感器模块。中央控制器18与时间继电器16均由由12V的锂电池和稳压模块12组成的电池舱1相连。MEMS传感器模块8的5V电源由中央控制器18间接供给,即为电池舱中稳压模块12的5V输出;电池舱的12V输出给时间继电器16供电。电池模块压力舱1的端盖上还对应有电压接口,分别为12V电压接口13和5V电压接口14。

[0045] 低功耗模块为时间继电器16。时间继电器16是一种利用电磁原理或机械原理实现延时控制的控制电器。它的种类很多,有空气阻尼型、电动型和电子型和其他型等。继电器感测元件得到动作信号后,其执行元件(触头)要延迟一段时间才动作的继电器称为时间继

电器16。目前最常用的为大规模集成电路型时间继电器16,它是利用阻容原理来实现延时动作。

[0046] 休眠功能由时间继电器16控制完成,通过执行元件的动作通断电池舱向中央控制器18和传感器模块的供电,避免采集系统连续工作,经实验休眠时的电池输出电流仅有0.01A,连续工作的情况下电池的放电量相对较少。

[0047] 本发明中,整个数据采集系统在海底布放完成后,经过一段时间的工作,要进行数据的读取工作时,利用水下湿插拔技术只需回收控制舱,然后利用串口接口15读取存储数据即可,避免了整体回收造成的麻烦,也一定程度上防止了打开压力舱盖对内部元器件寿命的影响。

[0048] 同样地,当读取数据后发现电池耗尽或是某个传感器发生故障时,只需在ROV的辅助下更换电池舱和相应的传感器压力舱5,并不需要整体回收系统,可以有效减少海上作业的成本,保证了数据采集系统整体的稳定性和可重复性。

[0049] 本发明的工作过程如下:

[0050] 整个数据采集系统搭载于科考船,在ROV的辅助下布放至目标海域,主要原位采集并存储MEMS传感器节点5的数据。中央控制器18通过485信号转换芯片19以一问一答的方式向总线上各个传感器节点8发送指令,传感器节点采集完数据后通过10传输到中央控制器18,经过预处理后存储在SD卡模块17中。电池模块11通过5V稳压模块12后分别输出12V和5V的电压,给传感器、控制器和时间继电器16供电。由于整个系统要在海底长时间完成监测任务,为了节约能源,亦考虑到海底环境的相对稳定性,通常经过一段时间后才能发现数值上的变化,故利用时间继电器16实现常闭休眠功能,设置合理的工作时间和休眠时间(如休眠23小时工作1小时或者休眠47小时工作1小时),也可以在一定程度上减小数据存储模块17的容量。此外当出现控制器、传感器模块故障或者电池容量不足时,利用湿插拔技术可以仅更换舱内的控制器、对应压力舱的传感器或是更换电池舱内电池模块11,避免整个系统回收带来不必要的麻烦,同理当需要读取数据时只需利用串口接口15连接电脑USB接口即可。

[0051] 需说明,以上仅为本发明的较佳实施举例,并不用于限制本发明,凡在本发明精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

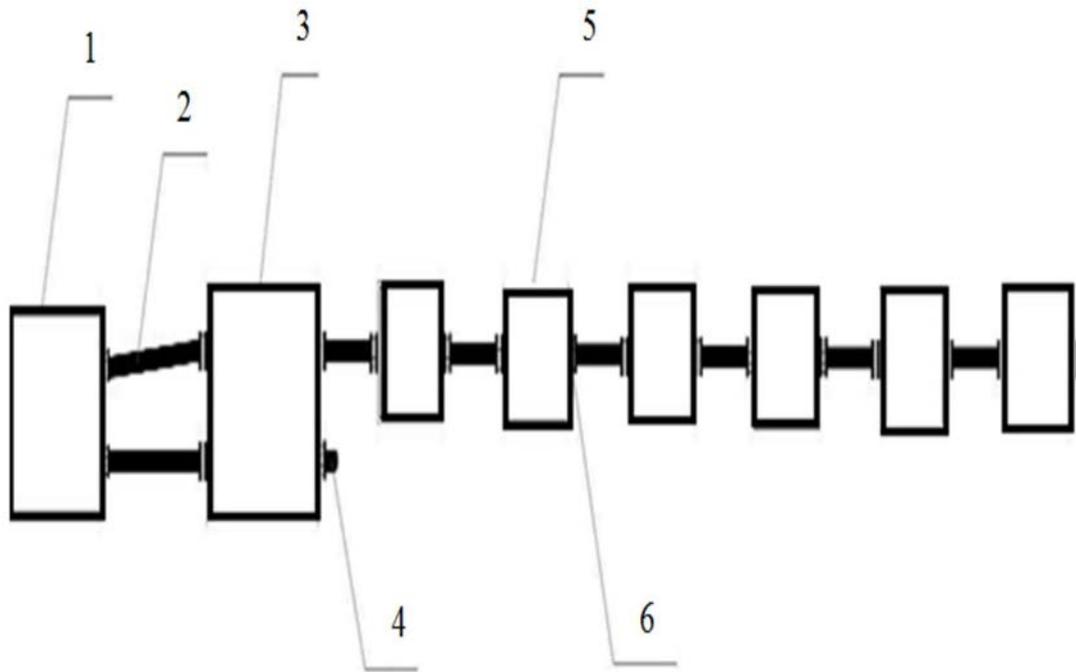


图1

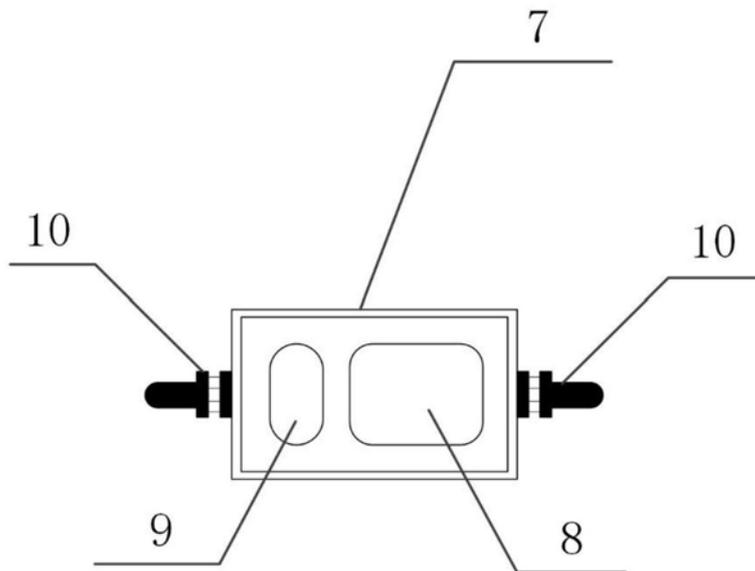


图2

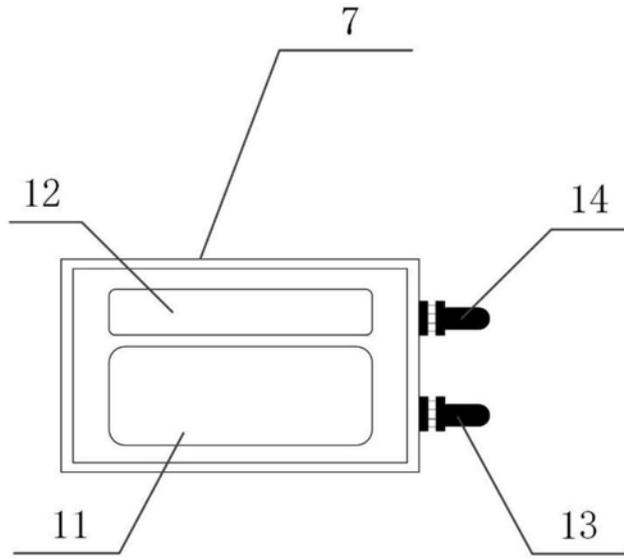


图3

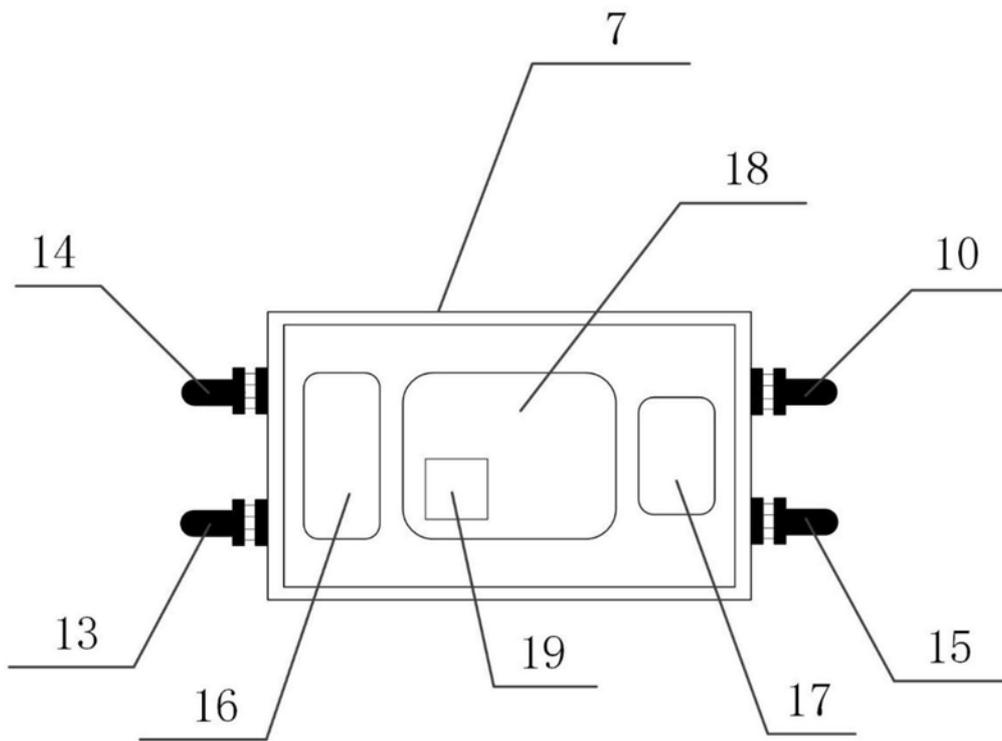


图4