



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109946743 B

(45)授权公告日 2020.09.01

(21)申请号 201910287687.4

审查员 宋洁

(22)申请日 2019.04.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109946743 A

(43)申请公布日 2019.06.28

(73)专利权人 自然资源部第一海洋研究所
地址 266000 山东省青岛市崂山区仙霞岭路6号

(72)发明人 裴彦良 刘保华 李西双 阚光明
刘晨光 连艳红 吕彬

(74)专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569
代理人 程华

(51)Int.Cl.
G01V 1/38(2006.01)

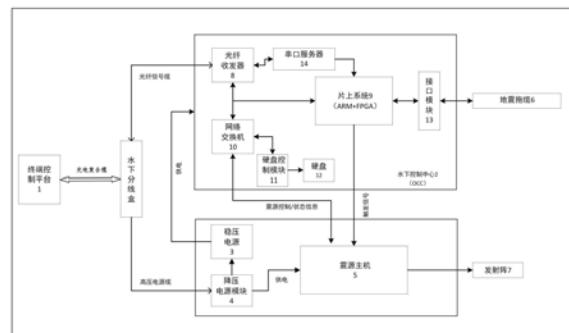
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

一种多道地震数据不间断记录设备与方法

(57)摘要

本发明公开了一种多道地震数据不间断记录设备及方法。所述记录设备包括：终端控制平台、水下控制中心、稳压电源、降压电源模块、震源主机、地震拖缆以及发射阵；触发采集模式下，所述水下控制中心将地震数据编排并记录到硬盘，同时炮时文件增加一条地震数据记录；所述地震数据记录包括炮号、当前地震文件名以及当前地震数据点的点号；在不间断记录模式下，所述水下控制中心对收到的所有地震数据进行编排后按照预设时间长度进行存储；在震源激发时刻，所述水下控制中心输出触发信号给高压脉冲源用于震源激发，同时炮时文件增加一条地震数据记录。本发明不依赖于高精度导航定位授时，能够实现深拖地震数据的不间断记录，降低了硬件成本。



1. 一种多道地震数据不间断记录设备,其特征在于,包括:终端控制平台、水下控制中心、稳压电源、降压电源模块、震源主机、地震拖缆以及发射阵;

所述水下控制中心包括光纤收发器、片上系统、网络交换机、串口服务器、硬盘控制模块、硬盘、接口模块;所述光纤收发器分别与所述网络交换机、所述串口服务器以及所述片上系统相连接;所述网络交换机还与所述硬盘控制模块相连接;所述硬盘控制模块用于控制所述硬盘读写;所述硬盘用于地震数据和炮时文件的存储;所述接口模块分别与所述片上系统以及所述地震拖缆相连接;

所述终端控制平台通过水下分线盒分别与所述光纤收发器以及所述降压电源模块相连接;所述降压电源模块还与所述稳压电源以及所述震源主机相连接;所述稳压电源用于为所述水下控制中心供电;

所述震源主机分别与所述网络交换机、所述片上系统以及所述发射阵相连接;

触发采集模式下,到达震源激发时刻,多道所述地震拖缆启动采集地震数据,并将所述地震数据上传到所述水下控制中心;所述水下控制中心将所述地震数据编排并记录到所述硬盘,同时炮时文件增加一条地震数据记录;所述地震数据记录包括炮号、当前地震文件名以及当前地震数据点的点号;

在不间断记录模式下,所述水下控制中心使得所述地震拖缆一直处于采集状态以及上传状态,所述水下控制中心对收到的所有地震数据进行编排后按照预设时间长度进行存储;在震源激发时刻,所述水下控制中心输出触发信号给高压脉冲源用于震源激发,同时炮时文件增加一条地震数据记录。

2. 根据权利要求1所述的多道地震数据不间断记录设备,其特征在于,所述片上系统具体包括:ARM处理器以及现场可编程门阵列FPGA;

所述片上系统为所述水下控制中心的核心控制单元;

所述ARM处理器用于封装多道地震数据,解析定位数据以及记录炮时文件;

所述FPGA用于接收所述地震拖缆上的地震数据,并产生放炮触发信号。

3. 根据权利要求1所述的多道地震数据不间断记录设备,其特征在于,所述光纤收发器用于千兆网数据以及光纤数据的转换。

4. 根据权利要求1所述的多道地震数据不间断记录设备,其特征在于,所述网络交换机为千兆交换机;所述千兆交换机用于所述光纤收发器网口的扩展。

5. 一种多道地震数据不间断记录方法,其特征在于,所述记录方法应用于一种多道地震数据不间断记录设备,包括:终端控制平台、水下控制中心、稳压电源、降压电源模块、震源主机、地震拖缆以及发射阵;所述水下控制中心包括光纤收发器、片上系统、网络交换机、串口服务器、硬盘控制模块、硬盘、接口模块;所述光纤收发器分别与所述网络交换机、所述串口服务器以及所述片上系统相连接;所述网络交换机还与所述硬盘控制模块相连接;所述硬盘控制模块用于控制所述硬盘读写;所述硬盘用于地震数据和炮时文件的存储;所述接口模块分别与所述片上系统以及所述地震拖缆相连接;所述终端控制平台通过水下分线盒分别与所述光纤收发器以及所述降压电源模块相连接;所述降压电源模块还与所述稳压电源以及所述震源主机相连接;所述稳压电源用于为所述水下控制中心供电;所述震源主机分别与所述网络交换机、所述片上系统以及发射阵相连接;

所述记录方法包括:

获取多道地震数据以及定位数据;每道所述地震数据包括多个地震数据点;

对所述定位数据进行解析,确定航速信息;

根据所述航速信息确定炮点时刻;

根据所述地震数据点以及所述炮点时刻确定所述炮点时刻的当前地震数据点,并在炮时文件中增加一条地震数据记录;所述地震数据记录包括炮号、当前地震文件名以及所述当前地震数据点的点号。

6. 根据权利要求5所述的多道地震数据不间断记录设备方法,其特征在于,所述根据所述地震数据点以及所述炮点时刻确定所述炮点时刻的当前地震数据点,并在炮时文件中增加一条地震数据记录,具体包括:

将每一个所述地震数据点的激发标志位置为“0”;

当到达所述炮点时刻时,输出TTL触发脉冲信号,将到达所述炮点时刻的地震数据点的激发标志位置为“1”;

判断所述地震数据点的激发标志位是否为“1”,得到第一判断结果;

若所述第一判断结果表示为所述地震数据点的激发标志位为“1”,确定所述炮点时刻的当前地震数据点,并在炮时文件中增加一条地震数据记录。

7. 根据权利要求6所述的多道地震数据不间断记录设备方法,其特征在于,所述根据所述地震数据点以及所述炮点时刻确定所述炮点时刻的当前地震数据点,并在炮时文件中增加一条地震数据记录之后,还包括:

通过所述片上系统的随机处理器对所述地震数据进行编排及封装,确定封装后的地震数据;

将所述封装后的地震数据输入至所述网络交换机,并由所述网络交换机通过硬盘控制模块输入至所述硬盘。

一种多道地震数据不间断记录设备与方法

技术领域

[0001] 本发明涉及地震探测领域,特别是涉及一种多道地震数据不间断记录设备与方法。

背景技术

[0002] 反射地震探测是地球物理勘探中应用最为广泛的方法,在油气资源探测和地球科学研究等领域有着重要的应用。海洋地震勘探起源于陆地地震勘探,海洋地震作业时将海洋地震系统设备安装在调查船上,使用海洋专用的地震震源和采集拖缆,在调查船航行中进行地震波的激发和接收。海洋地震探测已经从近岸浅水走向远海深水,地震勘探目标也日趋复杂化和精细化,从而导致当前地震数据采集成本提高;如何解决日益增长的勘探成本问题成为当前地震采集领域的研究热点之一。

[0003] Beasley等(1998)提出了多震源同时激发的方法,使用位于在不同空间位置的两个震源同时激发,通过后处理方法可以将两个震源重叠的地震信号分离开来,可以提高地震数据信息量。Berkhout(2008)建议将时间零重叠激发的地震作业模式升级为重叠激发的作业模式,并提出了混合震源地震采集方法,可以使用多种不同类型、不同主频的震源同时激发,可以进一步提高地震数据信息量。

[0004] 时间零重叠激发的地震作业模式,震源每一炮的触发时间与采集设备记录这一炮的地震数据文件的记录起始时间是严格对应的,采集起始时间一般晚于震源触发时间,这个延迟时间叫记录延迟时间 T_{delay} ,当然 T_{delay} 也可以等于0;时间零重叠激发的地震作业模式,震源的每炮只对应着一个记录文件,降低了存储空间。

[0005] 重叠激发的作业模式,不仅可以应用于多震源混合地震采集作业,也可以应用于单震源地震采集作业;重叠激发的地震采集方法对接收记录系统提出了更高的要求,要求接收记录系统连续地、不间断地进行采集、传输和记录。重叠激发的地震采集方法,接收记录系统在连续地、不间断地进行着采集、传输和记录,不可能从开始采集到结束采集只记录一个文件,这样不安全也不切实际。因此,接收记录系统按固定文件长度记录原始地震文件,例如每10s记录一个文件;震源的激发炮点不再一一对应,一个地震记录文件可能存储了一炮或者更多炮的数据。如何将放炮激发炮点与地震记录对应起来成为必须考虑的问题。

[0006] 为解决这个问题,现有不间断地震采集作业是用综合导航软件产生触发脉冲,触发脉冲直接触发震源放炮。如图1所示,综合导航系统接收差分全球定位系统(Differential Global Positioning System, DGPS)信号和1pps授时脉冲,这样综合导航系统的时间被精确同步到UTC时间;综合导航系统会记录每一次放炮的准确时间,这个时间通常被记录在被称为“导航头段”的数据文件中,这个时间使用精确的UTC时间,时间精度一般在微秒级别。

[0007] 地震采集记录系统同样接收DGPS信号和1pps授时脉冲,这样地震采集记录系统的时间也被精确同步到协调世界时(Coordinated Universal Time, UTC)时间,其所不间断记

录的固定文件长度记录原始地震文件也使用精确的UTC时间,时间精度一般在微秒级别。

[0008] 这样,记录放炮时间的“导航头段”的数据文件和不间断记录的固定文件长度记录原始地震文件由于使用统一的UTC时间系统,在后处理时就可以重新生成炮时同步多道地震文件。

[0009] 但是使用上述这种方法会存在以下缺陷:

[0010] 1) 综合导航系统和地震采集记录系统必须都同步到精确的UTC时间,任何一套系统的时间同步出现偏差,都将导致不间断记录的数据作废,作业风险大、成本高。要想进行UTC精确对时,需要有GPS定位授时系统的支持,对海面地震勘探比较好办,但由于海底没有GPS信号,对海底拖曳的地震勘探设备比较困难。解决办法为在海面把接收到的GPS授时信号转换(1pps授时秒脉冲)成光信号,用光信号(光纤)传输到几千米的海底,在海底设备那里再把光信号转换为GPS授时信号。但是这样下来转换成本高且传输精度低。

[0011] 2) 非常依赖“导航头段”,如果在实时处理时发生“导航头段”传输故障,处理不当会导致数据丢失。

[0012] 3) 必须有专业的综合导航系统为震源提供触发脉冲,综合导航系统硬件成本高。

[0013] 4) 不适用于深拖地震系统。深拖地震系统整体设备在近海底拖曳作业,专业的综合导航设备体积庞大,无法集成到深拖地震系统中。

发明内容

[0014] 本发明的目的是提供一种多道地震数据不间断记录设备与方法,能够解决现有的不间断地震采集方法转换成本高、传输精度低、容易造成数据丢失的问题。

[0015] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0016] 一种多道地震数据不间断记录设备,包括:终端控制平台、水下控制中心、稳压电源、降压电源模块、震源主机、地震拖缆以及发射阵;

[0017] 所述水下控制中心包括光纤收发器、片上系统、网络交换机、串口服务器、硬盘控制模块、硬盘、接口模块;所述光纤收发器分别与所述网络交换机、所述串口服务器以及所述片上系统相连接;所述网络交换机还与所述硬盘控制模块相连接;所述硬盘控制模块用于控制所述硬盘读写;所述硬盘用于地震数据和炮时文件的存储;所述接口模块分别与所述片上系统以及所述地震拖缆相连接;

[0018] 所述终端控制平台通过水下分线盒分别与所述光纤收发器以及所述降压电源模块相连接;所述降压电源模块还与所述稳压电源以及所述震源主机相连接;所述稳压电源用于为所述水下控制中心供电;

[0019] 所述震源主机分别与所述网络交换机、所述片上系统以及发射阵相连接;

[0020] 触发采集模式下,到达震源激发时刻,多道所述地震拖缆启动采集地震数据,并将所述地震数据上传到所述水下控制中心;所述水下控制中心将所述地震数据编排并记录到所述硬盘,同时炮时文件增加一条地震数据记录;所述地震数据记录包括炮号、当前地震文件名以及所述当前地震数据点的点号;

[0021] 在不间断记录模式下,所述水下控制中心使得所述地震拖缆一直处于采集状态以及上传状态,所述水下控制中心对收到的所有地震数据进行编排后按照预设时间长度进行存储;在震源激发时刻,所述水下控制中心输出触发信号给高压脉冲源用于震源激发,同时

炮时文件增加一条地震数据记录。

[0022] 可选的,所述片上系统具体包括:ARM处理器以及现场可编程门阵列FPGA;

[0023] 所述片上系统为所述水下控制中心的核心控制单元;

[0024] 所述ARM处理器用于封装多道地震数据,解析定位数据以及记录炮时文件;

[0025] 所述FPGA用于接收所述地震拖缆上的地震数据,并产生放炮触发信号。

[0026] 可选的,所述光纤收发器用于千兆网数据以及光纤数据的转换。

[0027] 可选的,所述网络交换机为千兆交换机;所述千兆交换机用于所述光纤收发器网口的扩展。

[0028] 一种多道地震数据不间断记录方法,所述记录方法应用于一种多道地震数据不间断记录设备,包括:终端控制平台、水下控制中心、稳压电源、降压电源模块、震源主机、地震拖缆以及发射阵;所述水下控制中心包括光纤收发器、片上系统、网络交换机、串口服务器、硬盘控制模块、硬盘、接口模块;所述光纤收发器分别与所述网络交换机、所述串口服务器以及所述片上系统相连接;所述网络交换机还与所述硬盘控制模块相连接;所述硬盘控制模块用于控制所述硬盘读写;所述硬盘用于地震数据和炮时文件的存储;所述接口模块分别与所述片上系统以及所述地震拖缆相连接;所述终端控制平台通过水下分线盒分别与所述光纤收发器以及所述降压电源模块相连接;所述降压电源模块还与所述稳压电源以及所述震源主机相连接;所述稳压电源用于为所述水下控制中心供电;所述震源主机分别与所述网络交换机、所述片上系统以及发射阵相连接;

[0029] 所述记录方法包括:

[0030] 获取多道地震数据以及定位数据;每道所述地震数据包括多个地震数据点;

[0031] 对所述定位数据进行解析,确定航速信息;

[0032] 根据所述航速信息确定炮点时刻;

[0033] 根据所述地震数据点以及所述炮点时刻确定所述炮点时刻的当前地震数据点,并在炮时文件中增加一条地震数据记录;所述地震数据记录包括炮号、当前地震文件名以及所述当前地震数据点的点号。

[0034] 可选的,所述根据所述地震数据点以及所述炮点时刻确定所述炮点时刻的当前地震数据点,并在炮时文件中增加一条地震数据记录,具体包括:

[0035] 将每一个所述地震数据点的激发标志位置为“0”;

[0036] 当到达所述炮点时刻时,输出TTL触发脉冲信号,将到达所述炮点时刻的地震数据点的激发标志位置为“1”;

[0037] 判断所述地震数据点的激发标志位是否为“1”,得到第一判断结果;

[0038] 若所述第一判断结果表示为所述地震数据点的激发标志位为“1”,确定所述炮点时刻的当前地震数据点,并在炮时文件中增加一条地震数据记录。

[0039] 可选的,所述根据所述地震数据点以及所述炮点时刻确定所述炮点时刻的当前地震数据点,并在炮时文件中增加一条地震数据记录之后,还包括:

[0040] 通过所述片上系统的随机处理器对所述地震数据进行编排及封装,确定封装后的地震数据;

[0041] 将所述封装后的地震数据输入至所述网络交换机,并由所述网络交换机通过硬盘控制模块输入至所述硬盘。

[0042] 根据本发明提供的具体实施例,本发明公开了以下技术效果:本发明提供了一种多道地震数据不间断记录设备及方法,通过本发明所提供的多道地震数据不间断记录设备生成炮时文件,炮时文件中包括多条地震数据记录,所述地震数据记录包括炮号、当前地震文件名以及所述当前地震数据点的点号;炮时文件就是记录放炮时间(震源激发时间,震源激发时刻)的文件;放炮的时间可以是UTC时间(有GPS授时条件下),也可以是相对时间,本发明中记录的时间为当前地震数据点的点号;由于计算震源激发时刻与数据存储均是由所述水下控制中心完成,因此,只要准确记录激发时刻的记录文件的采样点号,不需要准确的绝对UTC时间,同样可以重生成炮时同步文件及后续数据处理工作,从而不会出现不间断记录的数据丢失,不会存在作业风险大、成本高的问题,进而提高了传输效率。

[0043] 此外,本发明无需采用专业的综合导航系统为震源提供触发脉冲,仅在震源激发时刻,由所述水下控制中心输出触发信号给高压脉冲源用于震源激发,从而降低了硬件成本。

附图说明

[0044] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0045] 图1为现有技术实现不间断记录功能的海洋多道地震勘探系统框图;

[0046] 图2为本发明所提供的多道地震数据不间断记录设备结构示意图;

[0047] 图3为本发明所提供的实现触发记录流程图;

[0048] 图4为本发明所提供的实现不间断记录的流程图;

[0049] 图5为本发明所提供的多道地震数据传输流程图;

[0050] 图6为本发明所提供的美国国家海洋电子协会(National Marine Electronics Association,NMEA)导航数据传输流程图;

[0051] 图7为本发明所提供的不间断记录模式下生成的原始文件与炮时重生成文件示意图;其中,图7(a)为为本发明所提供的原始文件的连续性验证示意图;图7(b)为为本发明所提供的炮时同步重生成文件示意图;

[0052] 图8为本发明所提供的多道地震数据不间断记录方法流程图。

具体实施方式

[0053] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0054] 本发明的目的是提供一种多道地震数据不间断记录设备及方法,能够解决现有的不间断地震采集方法转换成本高、传输精度低,容易造成数据丢失的问题。

[0055] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0056] 图2为本发明所提供的多道地震数据不间断记录设备结构示意图,如图2所示,一种多道地震数据不间断记录设备,包括:终端控制平台1、水下控制中心2、稳压电源3、降压电源模块4、震源主机5、地震拖缆6以及发射阵7;所述水下控制中心2包括光纤收发器8、片上系统9、网络交换机10、硬盘控制模块11、硬盘12、接口模块13;所述光纤收发器8分别与所述网络交换机10、所述串口服务器14以及所述片上系统9相连接;所述网络交换机10还与所述硬盘控制模块11相连接;所述硬盘控制模块11用于控制所述硬盘12读写;所述硬盘12用于地震数据和炮时文件的存储;所述接口模块13分别与所述片上系统9以及所述地震拖缆6相连接;所述终端控制平台1通过水下分线盒分别与所述光纤收发器8以及所述降压电源模块相连接;所述降压电源模块还与所述稳压电源3以及所述震源主机5相连接;所述稳压电源3用于为所述水下控制中心2供电;所述震源主机5分别与所述网络交换机10、所述片上系统9以及发射阵7相连接;触发采集模式下,到达震源激发时刻,多道所述地震拖缆6启动采集地震数据,并将所述地震数据上传到所述水下控制中心2;所述水下控制中心2将所述地震数据编排并记录到所述硬盘12,同时炮时文件增加一条地震数据记录;所述地震数据记录包括炮号、当前地震文件名以及所述当前地震数据点的点号;在不间断记录模式下,所述水下控制中心2使得所述地震拖缆6一直处于采集状态以及上传状态,所述水下控制中心2对收到的所有地震数据进行编排后按照预设时间长度进行存储;在震源激发时刻,所述水下控制中心2输出触发信号给高压脉冲源用于震源激发,同时炮时文件增加一条地震数据记录。

[0057] 其中,触发信号包括但不限于是晶体管-晶体管逻辑集成电路脉冲(Transistor-Transistor Logic,TTL)脉冲、Close信号等。

[0058] 在实际应用中,所述片上系统9具体包括:ARM处理器以及现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA);所述片上系统9为所述水下控制中心2的核心控制单元;所述ARM处理器用于封装多道地震数据,解析定位数据以及记录炮时文件;所述FPGA用于接收所述地震拖缆6上的地震数据,并产生放炮触发信号。

[0059] 所述光纤收发器8用于千兆网数据以及光纤数据的转换。

[0060] 所述网络交换机10为千兆交换机;所述千兆交换机用于所述光纤收发器8网口的扩展。

[0061] 通过将震源、接收拖缆在近海底拖曳,而不是仅仅在海面之下拖曳,可以获得更高分辨率,特别是横向分辨率的海洋地震数据。

[0062] 深拖地震系统的主要设备位于水下,水下控制中心(operating control center,OCC)2是高度集成的采集、记录、控制中心,实现了图1中室内多道采集记录系统和综合导航系统两者的功能。

[0063] OCC2结构,由ARM处理器与FPGA构成的片上系统9是OCC2的核心控制单元;FPGA主要功能设计为接收地震拖缆6上传的地震数据,接收室内终端控制平台1下传的定位数据,产生放炮触发信号等;ARM主要负责封装多道地震数据,解析定位数据,写炮时文件等;光纤收发器8用于千兆网数据与光纤数据的转换,网络交换机10用于光纤收发器8网口的扩展,串口服务器用于定位数据等RS232串口数据的网络传输,硬盘控制模块11用于硬盘12读写控制,硬盘12用于地震数据和炮时文件的存储。

[0064] 终端控制平台1通过光纤链路与水下部分通讯,具体由综合监控主机、震源监控主

机、光纤收发器8、网络交换机10、串口服务器、定位系统等组成,这部分设备主要用于水下设备的设置和监控;定位系统可以是GPS或北斗,用于为水下设备提供定位数据。

[0065] 图3为本发明所提供的实现触发记录流程图,如图3所示,触发采集模式下,到达震源激发时刻,命令多道地震拖缆6启动采集、数据上传到OCC、之后OCC将数据编排并记录到数据存储硬盘12,同时炮时文件增加一条地震数据记录,记录炮号和原始文件名。

[0066] 图4为本发明所提供的实现不间断记录的流程图,如图4所示,在不间断记录模式下,OCC命令拖缆一直处于采集、数据上传状态,OCC对收到的所有地震数据进行编排后按一定时间长度(例如3秒)进行存储;在震源激发时刻,OCC输出触发信号给高压脉冲源用于震源激发,同时炮时文件增加一条地震数据记录,除炮号和原始文件名外还,最重要的一点是要记录当前时刻的文件采样点号。由于计算震源激发时刻与数据存储均是由OCC完成的,只要激发时刻的记录文件的采样点号记录准确了,不需要准确的绝对UTC时间,同样可以重生成炮时同步文件及后续数据处理工作。

[0067] 为了实现激发时刻采样点号的准确记录,OCC的FPGA接收数据传输装置(data-transfer unit,DTU)上传的多道地震数据,对每一个数据点写激发标志位,然后发给ARM进行编排封装;FPGA根据RMC解析结果计算炮点激发时刻,在相应的炮点时刻输出触发信号控制深拖震源激发,并对当前地震数据点的激发标志位置位;其中,所述炮点时刻为地震震源激发放炮的时刻。

[0068] 在不间断采集模式下,ARM检查数据点的激发标志位,当检测到标志位为“1”时,将当前数据点序号写入炮时文件,实现激发时刻数据点号的准确记录。

[0069] 不间断采集模式包括连续采集与触发采集,连续采集与触发采集是地震作业中使用的两种作业模式。

[0070] 触发采集模式下,震源激发一次,采集系统记录一个文件,例如,用户设定的记录长度是1100毫秒,则从震源激发时刻开始记录,记录1100毫秒的地震数据,记录完1100毫米就停止记录。震源再激发一次,就另外再记录一个文件,周而复始。

[0071] 触发采集模式下,如果设置了文件记录长度是1100毫秒,则震源激发了一次之后必须等待至少1100毫秒之后,才能再激发下一炮;在采集系统还没有记录完这1100毫秒的数据,震源不能再次激发下一炮。

[0072] 在连续采集模式下,则不受上述1100毫秒记录数据的限制。连续采集模式下,采集系统一直在记录数据,不受时间限制,可随意放炮,也就是说震源放炮的间隔可以很密,可以是500、1000、1500毫秒,完全不受采集系统的限制,因此,放炮越密,空间采样率越高,横向分辨率(也叫水平分辨率)越高。

[0073] 上传通道包括多道地震数据、震源充放电状态和拖曳深度高度信息等,下传通道包括采集、震源设置命令和定位系统NMEA数据等,具体数据流程图如图5和图6所示。

[0074] 图5为本发明所提供的多道地震数据传输流程图,如图5所示,对于4通道野外数字化装置(Field Digitizer Unit,4Channel,FDU4)采集的多道地震数据,由DTU汇集后上传到OCC,即:地震拖缆采集的多道地震数据上传到OCC;OCC内部的FPGA接收到DTU数据后,对每一个样点填写激发标志位,然后通过高级可扩展接口(Advanced eXtensible Interface,AXI)总线将数据传给ARM处理器。

[0075] ARM处理器负责对地震数据进行编排、封装后输出到千兆网口,网络数据经过网络

交换机10分成多路。其中,一路经过光纤收发器8和光电复合缆到室内终端控制平台1,一路到DSP硬盘12控制器进行本地数据存储;室内综合监控主机的采集设置命令,经光纤下传到ARM处理器,ARM命令解析后由FPGA透传给DTU。

[0076] 图6为本发明所提供的美国国家海洋电子协会(National Marine Electronics Association,NMEA)导航数据传输流程图,NMEA为GPS导航设备统一的RTCM标准协议;NMEA实际上已成为所有的GPS接收机和最通用的数据输出格式,同时,也被用于与GPS接收机接口的大多数的软件包里;如图6所示,室内定位系统定位数据经由RS232串口输出,经过串口服务器整合进千兆网,由光电复合缆数据传输至水下设备。定位数据到达水下设备后由配对的串口服务器转换回RS232串口并输出给OCC的FPGA。

[0077] FPGA识别到定位信息后,将定位数据发送至ARM端进行解析;FPGA根据触发设置参数(炮间距)和导航数据解析结果计算震源激发时刻;在每个激发时刻,FPGA一方面发出触发信号给震源和ARM,另一方面对这个时刻到来的多道地震数据样点填写激发标志位。

[0078] 如图7(a)所示,不间断记录模式下,为检测记录是否是真正连续的、没有任何间断,系统生成的每个原始记录文件(n)与前后相邻的两个原始记录文件(n-1和n+1)之间设计有一个采样点的重叠。

[0079] 如图7(b)所示,在进行不间断记录地震记录数据进行处理时,根据炮时文件信息(炮时、炮号、数据点号等)可以对不间断记录数据文件进行预处理,转换生成与震源激发同步的多道地震数据重生成文件。

[0080] 由图7可知,采样点号是炮时文件给出的,是能够重生成炮时同步文件及后续数据处理的基础,本发明所提供的多道地震数据不间断记录设备及方法能够保证正确重生成炮时同步文件。

[0081] 图8为本发明所提供的多道地震数据不间断记录方法流程图,如图8所示,一种多道地震数据不间断记录方法,包括:

[0082] 步骤801:获取多道地震数据以及定位数据;每道所述地震数据包括多个地震数据点。

[0083] 步骤802:对所述定位数据进行解析,确定航速信息。

[0084] 步骤803:根据所述航速信息确定炮点时刻。

[0085] 步骤804:根据所述地震数据点以及所述炮点时刻确定所述炮点时刻的当前地震数据点,并在炮时文件中增加一条地震数据记录;所述地震数据记录包括炮号、当前地震文件名以及所述当前地震数据点的点号。

[0086] 所述步骤804具体包括:将每一个所述地震数据点的激发标志位置为“0”。当到达所述炮点时刻时,输出TTL触发脉冲信号,将到达所述炮点时刻的地震数据点的激发标志位置为“1”;判断所述地震数据点的激发标志位是否为“1”,若是,确定所述炮点时刻的当前地震数据点,并在炮时文件中增加一条地震数据记录。

[0087] 所述步骤804之后,还包括:通过所述片上系统9的随机处理器对所述地震数据进行编排及封装,确定封装后的地震数据;将所述封装后的地震数据输入至所述网络交换机10,并由所述网络交换机10通过硬盘控制模块11输入至所述硬盘12。

[0088] 本发明提出了适于深拖地震工作特点的多道地震数据不间断记录设备方法;FPGA根据定距触发设置参数和导航信息解析结果计算震源激发时刻,在每个激发时刻:一方面

发出触发信号给震源,震源激发;另一方面告知ARM已经放炮激发;最后一方面对这个时刻到来的多道地震数据样点填写特殊的标志位(例如,激发时刻的写“1”,其它均写“0”)。

[0089] OCC内部的ARM检查数据点的激发标志位,当检测到标志位为“1”时,将当前数据点序号写入炮时文件,实现激发时刻数据点号的准确记录。

[0090] 采用本发明所提供的多道地震数据不间断记录设备方法既可以实现不间断记录,也可以实现传统的触发记录,还可以用于深拖地震系统以及传统的海面拖曳地震系统。

[0091] 本发明不依赖专业的综合导航系统,也不依赖1PPS授时脉冲,实现的连续采集和不间断记录,提高采集效率。

[0092] 本发明由于不依赖专业的综合导航系统,节省硬件成本;系统便携性提高;且不会由于“导航头段”传输故障导致数据报废,系统可靠性高。

[0093] 本发明由于不依赖1PPS授时脉冲,不会因为1PPS授时脉冲通路故障导致不间断记录数据无效,系统可靠性高。

[0094] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的系统而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0095] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

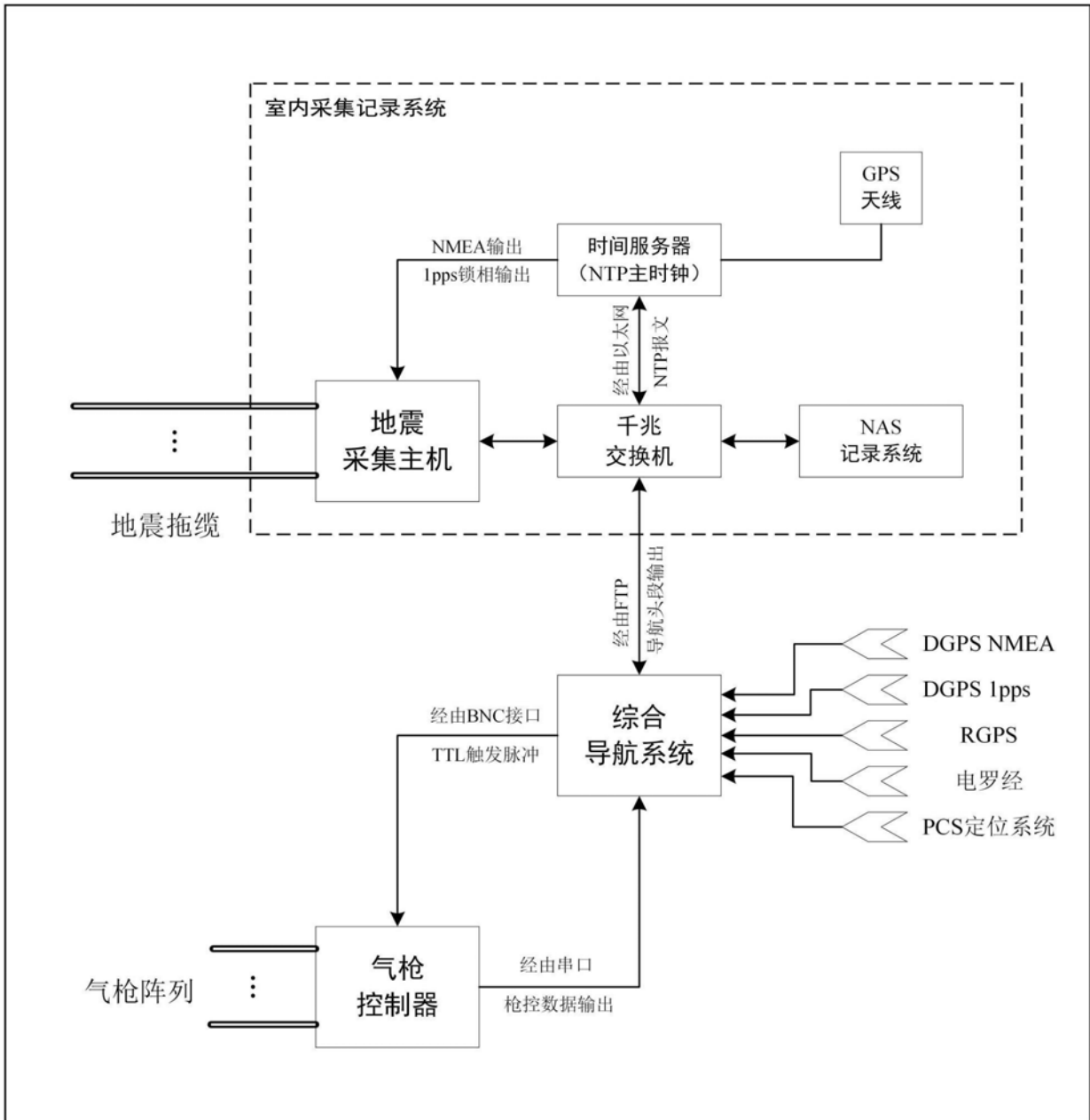


图1

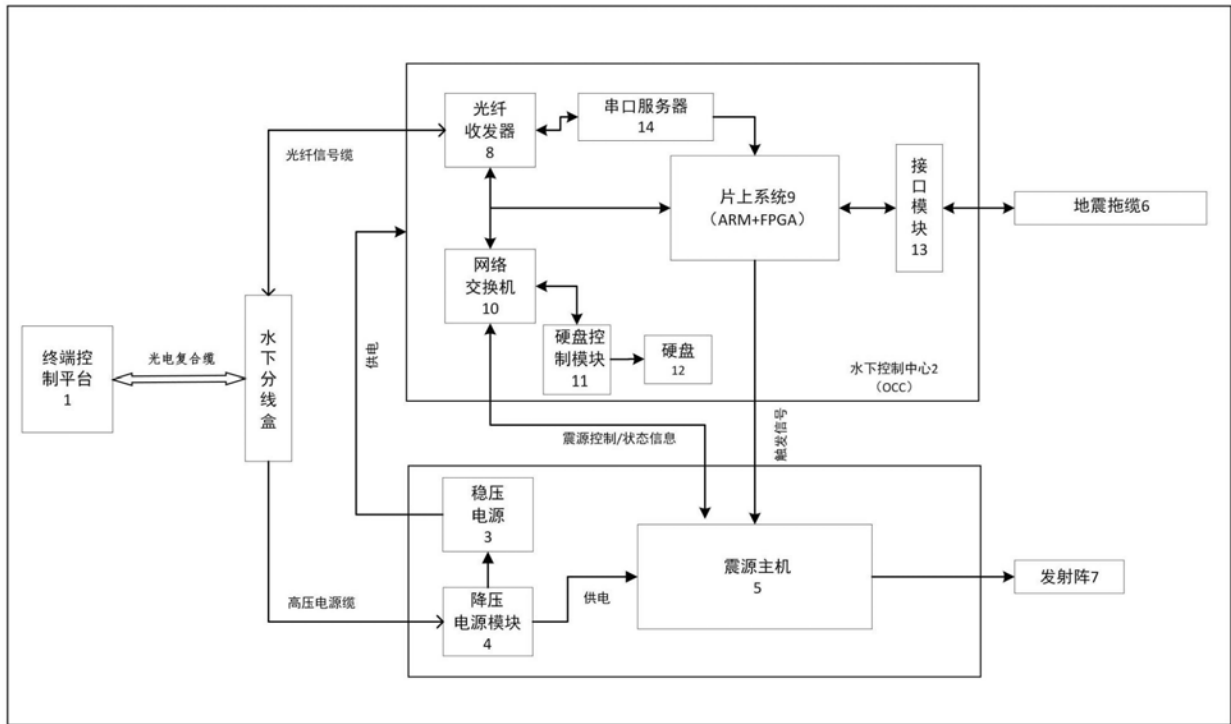


图2

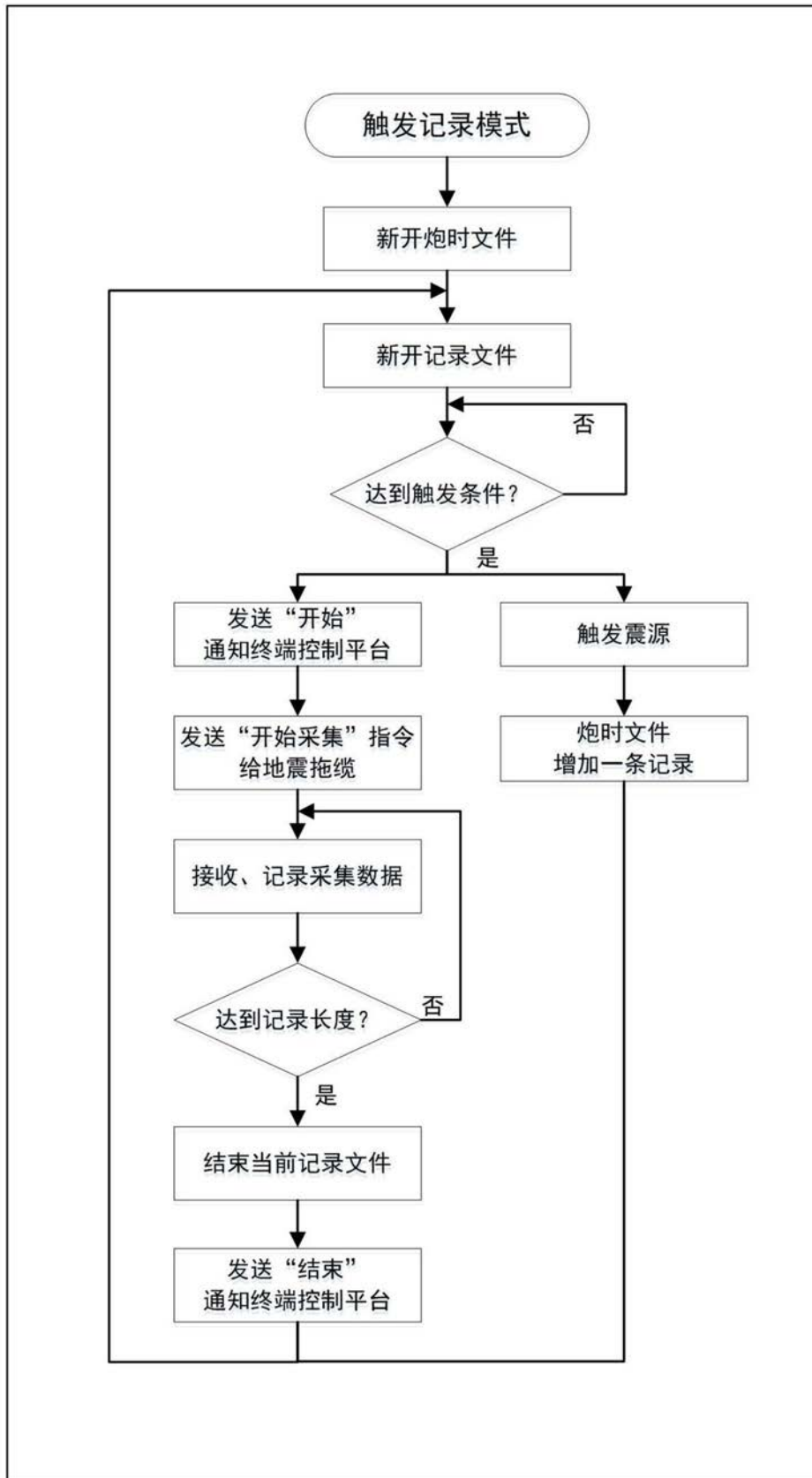


图3

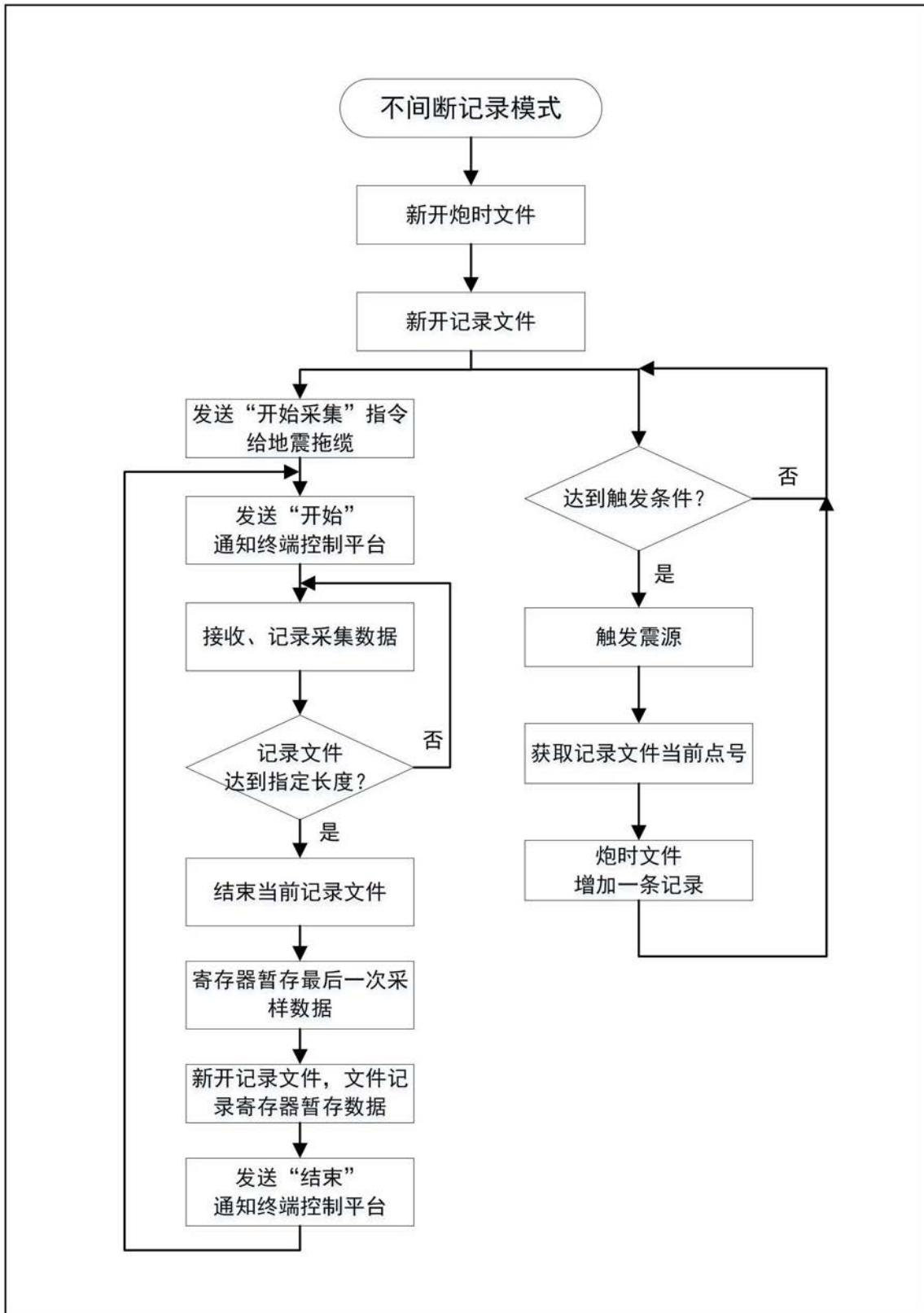


图4

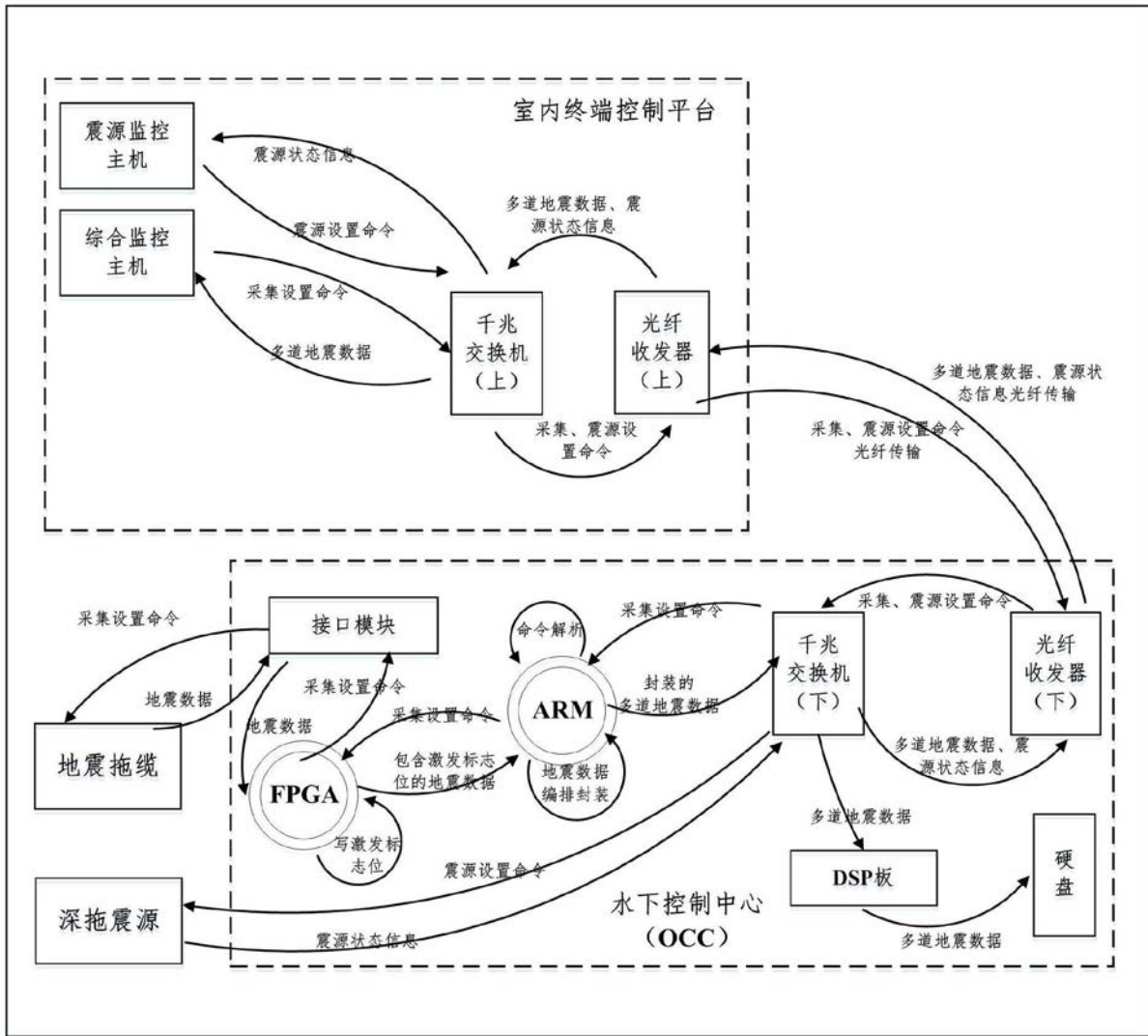


图5

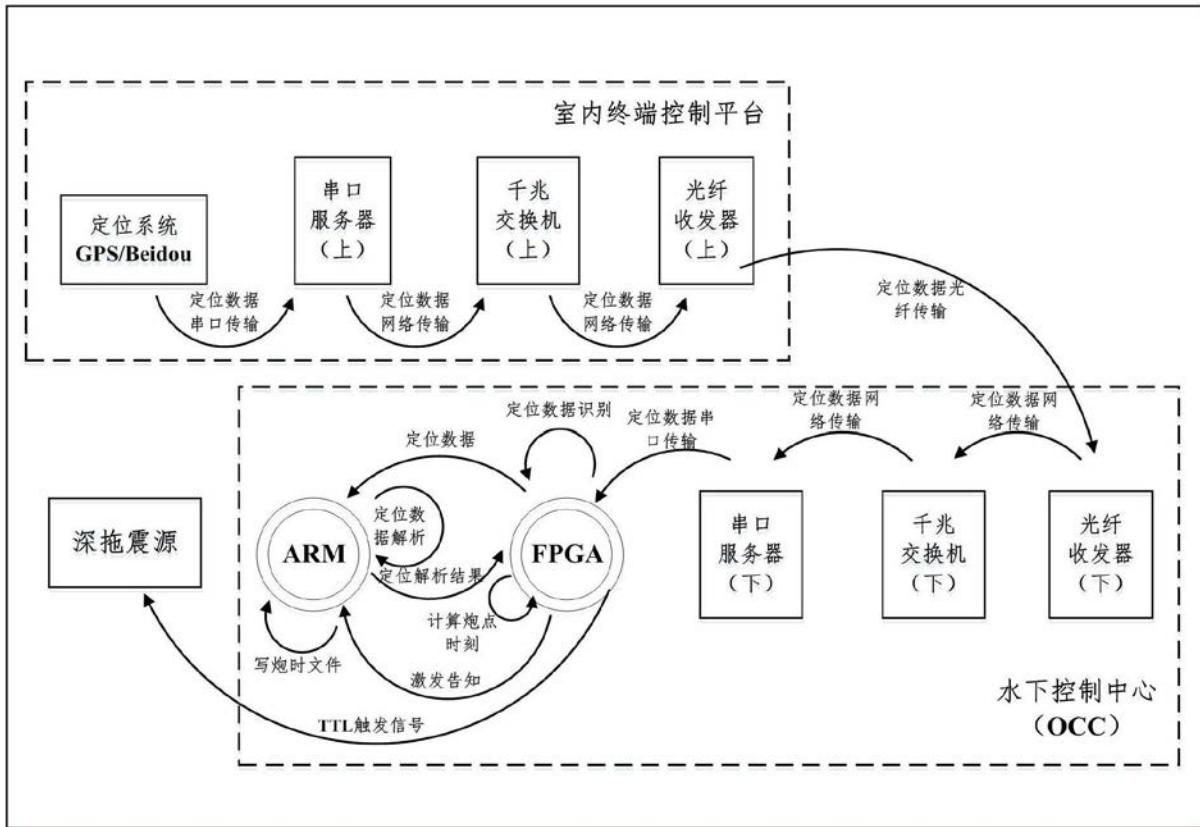
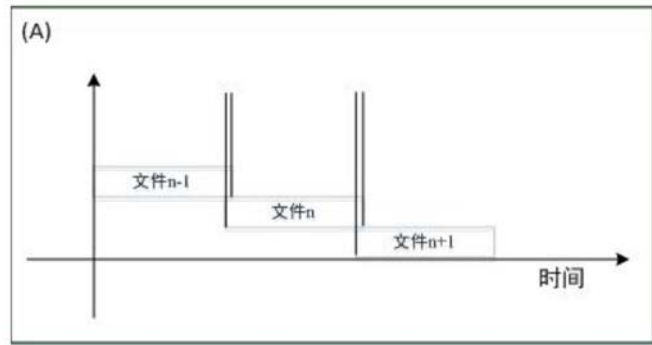
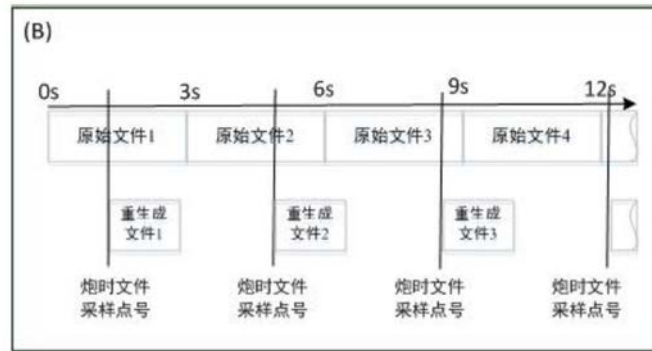


图6



(a)



(b)

图7

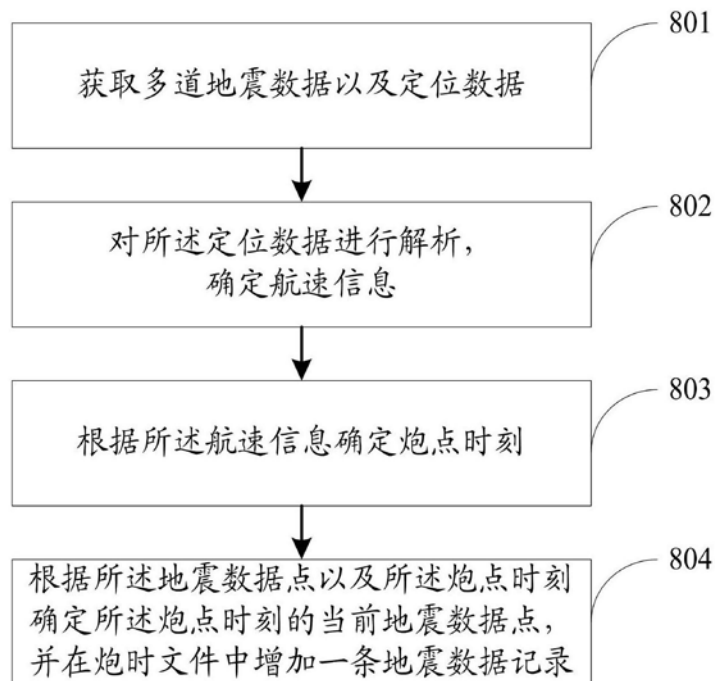


图8