

SeaRay 300 数据采集简介及传输故障分析

SeaRay 300 Data Acquisition Introduction and Transmission Fault Analysis

李名钦 刘凯

Mingqin Li Kai Liu

中海油田服务股份有限公司 中国·天津 300450

China Oilfield Service Co., Ltd., Tianjin, 300450, China

摘要: 海底电缆 SeaRay 300 采集系统的采集站同时包括了水检和数检, 其进行数据采集的方式和单一的水检或数检不尽相同。首先是对水下电缆的供电; 接着, 采集的数据要经过滤波、格式转换等一系列的过程; 最终处理的结果会传输到服务器的缓存中, 最后再输出到各个外围设备, 整个过程经历了数据采集、滤波、转换等, 对于数据传输流的深入了解有助于提升系统的了解和故障分析。

Abstract: The collection station of the SeaRay 300 submarine cable collection system includes both water and data inspections, and its data collection method is different from a single water or data inspection. Firstly, it is the power supply for underwater cables; Next, the collected data undergoes a series of processes such as filtering and format conversion; The final processing result will be transmitted to the server's cache, and finally output to various peripheral devices. The entire process goes through data collection, filtering, conversion, etc. A deep understanding of the data transmission flow can help improve the system's understanding and fault analysis.

关键词: 电缆供电; 滤波; 传输; 采样率; 数据转换; 故障分析

Keywords: cable power supply; filtering; transmission; sampling rate; data conversion; fault analysis

DOI: 10.12346/se.v5i3.9250

1 引言

SeaRay 300 采集系统是由陆地 428XL 采集系统发展而来的, 所以其原理基本一致, 但最大的区别是 SeaRay 300 采集系统用于海底电缆勘探, 增加了水检分量, 故整个数据传输流也更为复杂, 另外, 由于水检和陆检采集原始数据的原理存在差异, 对于系统如何进行数据转换并统一格式输出也要重点理解, 根据采集数据流涉及的设备可识别常见的故障类型, 时效影响和解决措施。

2 主要设备介绍

①采集站的结构: 主要分为三大部分: AQDSU canister (数检金属筒)、SSH-01 Hydrophone cylinde (SSH-01 型水检圆筒) 以及 Takeout (抽头)。

② TZLU (数字包): 主要进行数据传输, 传输率为 8Mb/S; 给电缆提供 24V 电压。另外两个数字包之间最多可

接 30 个接收站。

③ SBLU (高速数字包): 主要进行数据传输, 传输率为 16Mb/S; 给电缆提供 48V 电压。另外两个数字包之间最多可接 60 个接收站。

④ BCXU (电缆串口单元): 主要用于连接水下设备给水下设备进行高压供电, 并收集采集的数据, 其中一个电缆串口单元 2ms 采样时实时传输最多可接 400 个接收站。

⑤ LCI (线控单元): 管理数据采集、转换、提取, 其中一个线控单元在 2ms 采样实时传输时最多可连接 10000 道, 即 2500 个接收站。

3 采集流程详细分析

3.1 水下电缆供电

①首先由 LCI 内部面板提供两路 12V 电压给 BCXU, 在 BCXU 中这两路 12V 电压会转化为两路 48V 电压, 从而

【作者简介】李名钦 (1987-), 男, 中国湖北咸宁人, 本科, 工程师, 从事海洋地震勘探研究。

激活连接的两路采集侧线。

②当 TZLU 的被动端接收到 48V 电压从而激活 TZLU 内部的高压转换器，把 360V 的高压转换为 +/-24V 的电压给检波器供电。

3.2 地震数据滤波

①低切滤波。通过压力传感器产生的模拟电压信号通过模数转换器中的模拟低切滤波器进行滤波，它是滤波频率为 3Hz 的第一级滤波器，斜率为 6dB/octave。

②高切滤波。有两种滤波器类型可选择：

最小相位滤波器……8N _ MIN。

线性相位滤波器……8N _ LIN。

根据选定了采样率可得到相应的高切频率（见表 1）。

表 1 采样率和高切频率对照表

SAMPLE RATE	HIGH CUT FREQUENCY
4ms	100Hz
2ms	200Hz
1ms	400Hz
0.5ms	800Hz
0.25ms	1600Hz

3.3 数据传输

两个 TZLU（或 SBLU）之间的测线称为一个采集段，一个特定的记录协议用于连接整条测线的每个采集段。采集的数据由测线中的每个采集段管理。而一条测线由两路传输线所组成，两路传输线则分别由 BCXU 的高低端引出，传输线的交叉点由 TZLU（或 SBLU）连接起来^[1]。

而每个 TZLU（或 SBLU）的一端为被动端，另一端为主动端，其各自功能见表 2。

表 2 TZLU 主动端和被动端功能对比

Master	Slave
1. 激活采集段（供电）	1. 收集采集段上检波器的地震数据
2. 给检波器发号指令	2. 反应检波器的状态
3. 启动采集作业或测试	3. 进行滤波和压缩数据包向下一步传输
	4. 计算测试结果

①当整条测线没有迂回回路存在时，BCXU 是一个主动端—主动端单元。TZLU（或 SBLU）的被动端和主动端发挥各自的功能，来保证地震数据的正常传输（见图 1）。

②当两个 TZLU（或 SBLU）之间出现断口时，则连接断口两端的 TZLU（或 SBLU）自动默认为被动 & 主动端，地震数据通过其他 TZLU（或 SBLU）迂回传输到 BCXU（见图 2）。

3.4 地震数据格式转换和输出

①模拟信号转换数字信号。水检采集的模拟信号通过 FDU 进行增益放大、模数转换、数字处理、滤波以及压缩得到复合数据，其数值位于 -8388608（0×800000）和 +8388607（0×7FFFFF）。

②复合数据转换 IEEE 32 位数字信号。由 FDU 输出的复合数据传输到 LCI，经过解压缩和处理，转换为 IEEE 32 位浮点格式。

③最终由 LCI 处理后的结果输入到服务器的缓存中，再由缓存输出到外围设备中。

4 数据采集流程概括

由于 SeaRay 300 采集系统的采集站同时包括了水检和数检，其进行数据采集的方式和单一的水检或数检不尽相同。下面以水检进行分析：

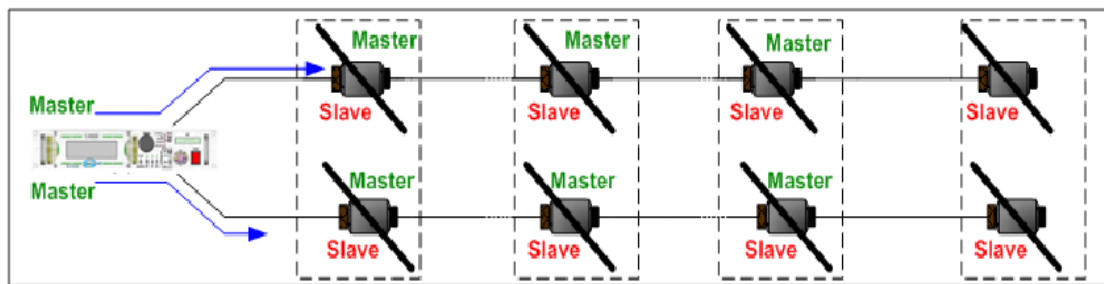


图 1 TZLU 正常连接方式

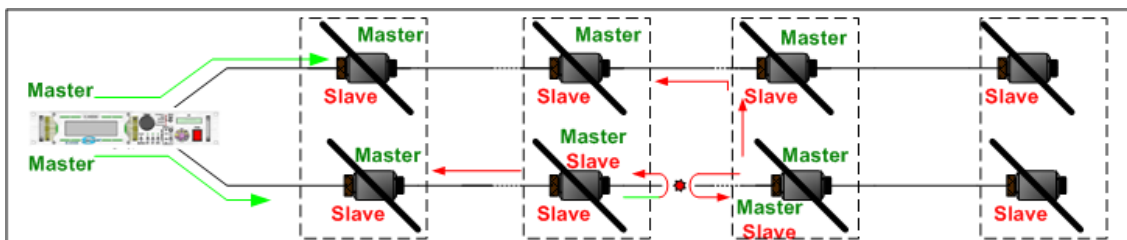


图 2 TZLU 迂回连接方式

首先, 压力传感器由于外部压力的变化从而产生模拟电压信号;

然后, 经过滤波后的模拟信号输入到 FDU 中, 在此过程中可分为三部分:

①对输入的模拟信号进行增益 (G1 或 G2 由用户选择) 放大;

②模拟信号通过模数转换器转换为数字信号;

③再把数字信号输入采样率为 0.25ms 的数字信号处理器。

接着, 由 FDU 得到的数字信号进入 TZLU 中, 在 TZLU 中, 数字信号会通过一个高切滤波器。处理后的数据再经过压缩打包往下一步传输到 BCUX, BCUX 作为一个数据采集单元, 收集采集的数据以及辅助数据; 最后所有的数据传输到 LCI, 在 LCI 中, 数据经过解压缩, 以及格式转换, 输入到与 LCI 连接的服务器。

最后, 由 SeaRay 服务器系统将转换后的 SEG-D 文件输入到外围设备^[2]。

数据采集处流程见图 3。

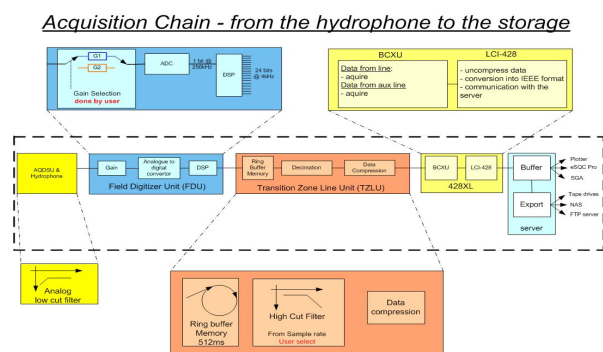


图 3 数据采集处流程

5 数据传输故障类型及时效影响分析

通过以上采集系统设备以及传输过程的介绍, 水下设备故障类型通常会有三种情况:

①数字包故障: 由于与电缆接头出现接触不良或自身故障, 使数字包无法正常工作。

②电缆传输线故障: 由于抽头连接处有海水浸入导致传输线短路或自身故障, 无法正常工作。

③检波器故障: 由于检波器自身线路故障, 导致其加不上电。时效分析及解决方案:

5.1 传输时间参考

①根据 Sercel 技术说明书, 一个电缆接口单元实现实时传输:

在 1ms 采样时最大可连接 200 个接收站 (5 公里电缆);
在 2ms 采样时最大可连接 400 个接收站 (10 公里电缆)。

②传输时间公式。

所需传输时间公式: $t' = t + n \times t/N$ 。

由上面公式可知, 如果断口离甲板电缆越近, 那么所需的传输时间越长, 如果断口在离甲板电缆最近的两个数字包

之间, 那么传输时间就会延长大约一倍。

5.2 解决方案

方案 1: 降低震源船船速;

方案 2: 利用放缆船对整根故障电缆重新收放;

方案 3: 下小艇替换故障电缆段, 重新铺设一段新的电缆。

三种解决方案的时效影响:

方案 1: 降低震源船船速。

本工区采集参数: 电缆长度 6 公里; 10s 记录长度; 1ms 采样; 炮线长度 4750m; 炮间距 50m。按图故障现象, 保证不出现丢炮, 电缆传输时间约为 24s 左右。

震源船的船速最大为: $V_{max} = 50 \div 24 \approx 2.08\text{m/s} = 4.05\text{Kn}$, 不出现丢炮现象。震源船速度需保持低于 4Kn。

按故障现象每条炮线完成时间为:

$$T = 4750 \div 2.08 \div 60 \approx 38\text{min}$$

按震源船正常船速平均为 5Kn (2.6m/s), 每条炮线完成时间为:

$$T' = 4750 \div 2.6 \div 60 \approx 31\text{min}$$

有故障每条炮线完成时间会延长 7min 左右, 调头时间也会延长 3min 左右, 这样完成一条炮线相当于延长了 10min, 一个完整的 Patch (48 条炮线) 的延长时间为 8 小时。并且降低船速后, 如果是大顺流或大风浪, 将难以控制枪距和船速, 甚至难以正常上线^[3]。

方案 2: 利用放缆船对整根故障电缆重新收放。

采用该方案直接收起故障电缆需要时间大概为 3 小时, 换掉电缆的故障段测试电缆排除故障完毕后重新铺设整个过程也需要大概 5 小时, 然而重新铺设电缆需要赶潮水, 通常两平潮之间间隔约 6 个小时。所以整个过程花费的时间也较长。

方案 3: 下小艇替换故障电缆段, 重新铺设一段新的电缆。

采用该方案, 更换故障电缆端通常需要 2 小时, 然后放缆船铺设一段 1-30 号检波点 (考虑了更换电缆时可能造成的检波点的拖动) 的新电缆, 再把新铺设的电缆接到仪器船另一个电缆接口上, 并对新铺设的电缆段进行定位, 该过程需要 2 个小时。

6 结语

海底电缆采集传输流是从电缆供电开始, 然后经过信号转换、处理、传输等一系列的过程, 最终完成数据的输出。在这种复杂有序的过程中, 各个单元都发挥自身的功能, 共同完成整个海底电缆的采集作业, 加深对采集数据流的了解有助于分析采集系统的故障类型, 并根据不同类型的故障采取相应的应对措施。

参考文献

- [1] 熊义武, 李冰, 肖东明. 新型辫子线在 Searay300 电缆的应用[J]. 天津科技, 2017(6).
- [2] 肖东明. 输电线路智能化发展方向分析[J]. 中国电力教育, 2012(27).
- [3] 梁兵, 王智瑞. 海底电缆丢炮问题的分析与解决[J]. 物探装备, 2016, 26(5).