

并联型水下光纤网络系统

聂宝栋¹, 黄敏², 张勇¹

- (1. 中海石油(中国)有限公司 绥中 36-1 油田, 天津 300000;
2. 中国电子科技集团公司 第三十四研究所, 广西 桂林 541004)

摘要 针对海上石油作业平台和输油管道等水下安防日益严峻的形势, 提出一种高可靠性的并联型水下光纤网络系统设计方案。该方案利用一根两芯光纤、FPGA 和网管软件, 实现了水下分布式传感器以光纤并联型通信传输。该系统可广泛应用于水下传感信号的大面积组网传输, 有效提高水下信息感知及控制面积。

关键词 并联; 水下光纤传输; 信息采集; FPGA

中图分类号: TN929.11 **文献标识码**: A **文章编号**: 1002-5561(2013)01-019-03

Paralleling underwater optical fiber network system

NIE Bao-dong¹, HUANG Min², ZHANG Yong³

- (1. SZ36-1 oil Field Phase Two Adjusting Project Team,
CNOOC(china) Ltd, Tianjin 300000, China; 2. No.34 Research Institute of
China Electronics Technology Group Corporation, Guilin Guangxi 541004, China)

Abstract: According to the increasingly severe situation of underwater security in offshore oil drilling platform and pipe laying, the paper put forward a high reliability design scheme of paralleling underwater optical fiber network system. The project includes the double fiber core, FPGA and network management software technology, has been used to transmit signal of underwater distributed sensors. The underwater optical fiber communication system can be widely used in large area underwater sensing signal network, it effectively improve the underwater information perception and controlling area. This system also can be widely used in the facilities safety protection at harbor.

Key words: paralleling; underwater optical fiber communication; information collection; FPGA

0 引言

随着国内海上石油作业平台数量的不断增长, 沿平台铺设的海底输油管道和海缆在水下被破坏的风险越来越大。最近几年, 出现了几例输油管道和电缆被破坏的事件, 都带来了极大的经济损失和不良的社会效应, 因此, 加快推进水下安防工作已经是刻不容缓。水下传感信号的采集传输是构成水下安全防卫系统及水下武器试验信息采集系统的重要组成部分, 其中组网面积和可靠性是系统设计的关键指标。水下传感信号的采集传输一般采用声波传输、电缆传输、无线光传输及光纤传输来实现。以上 4 种传输方式中, 声波传输数据速率低, 无法快速有效传输采集到的信

息; 电缆传输距离短, 大面积组网的拓扑结构很复杂且成本昂贵; 无线光传输目前处于探索研究阶段, 技术上暂时无法满足实际应用的部署要求; 光纤传输技术很成熟且可选器件丰富, 可满足远距离传输和大面积组网的水下光纤通信传输系统设计要求。该方案提出的并联型水下光纤网络系统可以有效地扩大水下传感信号组网传输规模和提高通信传输系统的可靠性。该系统具有对各水下站点的传输延迟测量功能, 可根据延迟测量值对数据进行同步调整, 使各水下站点采集的数据时刻一致。同时, 系统还具有自动增益调整功能, 可保证微弱信号的高质量采集和传输。

1 普通组网方式

目前, 普通水下传感信号光纤传输组网方式的拓扑结构主要有串联结构、星型结构和单环型结构。在

收稿日期: 2012-10-31。

作者简介: 聂宝栋(1970-), 男, 高级工程师, 主要从事海洋石油开发大型工程项目建设等技术和项目管理工作。

串联结构的组网方式中, 如果距离岸上信息处理中心的某个节点 m 出现故障或该段光纤线路故障时, 其远端的 $(N-m)$ 个节点信息都将无法上传和控制。在星型结构的组网方式中, 如果某个节点 m 出现故障或该段光纤线路故障时, 仅该节点信息无法上传和控制, 不会影响其它节点的正常工作, 但根据水下站点的分布特点, 光纤在水下布设和接头保护要求比较高, 布设较困难, 成本较高且每根光纤通信容量的利用效率较低。在单环型结构的组网方式中, 如果某个节点 m 出现故障或该段光纤线路故障时, 该节点信息无法上传和控制, 其它节点信息可分别由两个相反的方向上传至岸上信息处理中心, 但该组网方式在两个或多个节点光纤线路故障时仍然严重影响故障节点之间的其它正常节点的通信, 以至整个系统的通信传输可靠性较低。针对以上普通水下传感信号光纤传输组网方式的各种缺点, 本文提出一种并联型水下光纤网络系统设计方案。

2 并联型水下光纤网络设计

2.1 系统整体设计

并联型水下光纤网络整个系统的传输功能框图如图 1 所示。该设计的特点是: 光路上, 水下光端机的光信号采用并联的方式接在海底光缆总线上, 各站点光纤是分支, 相互独立工作; 电路上, 水下光端机的电信号也是相互独立工作互不干扰的, 从而真正形成了光路电路的双并联工作模式, 任何一个水下站点光端机的光路或电路出现问题都不会影响整个系统其它设备的正常工作, 大大提高了整个系统的稳定性。

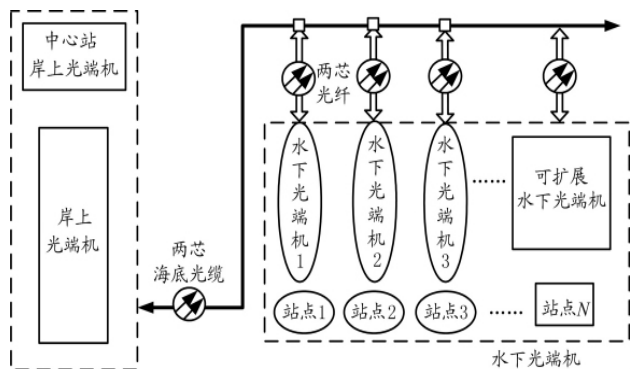


图 1 并联型水下光纤网络系统传输框图

通过图 1 可以看到并联型水下光纤网络系统由 N 个水下光端机和 1 个岸上光端机组成。并联传输方式其实就是中心站岸上光端机与水下各站点光端机之间采用不同波长的光信号通过总线光缆直接通信, 不用通过沿途水下各站点光端机电信号或光信号的中

继处理而直接与目标站点通信, 即水下各站点光端机发出的不同波长光信号同时输入到海底光缆中, 通过海底光缆直接传输给中心站光端机。

水下各站点间光信号的具体传输方法是: 站点 N 发出波长为 λ_N 的光信号送入两芯海底光缆中的其中一芯光纤中传至站点 $N-1$, 与该站点输出的波长为 λ_{N-1} 的光信号通过 2 路光合路器合为一路线路光信号, 继续送入该芯光纤传至站点 $N-2$ 。依此类推, 全部水下光信号依次合成一路光信号传至岸上光端机, 再通过 N 波分复用器解出全部光信号送入各自对应的处理电路, 完成光信号的传输过程。

为了进一步提高该系统的可靠性, 该方案还设计了热备份电路, 将各水下站点采集的传感信号分别同时输入到各水下站点的主、备电路中, 转换成主、备两路光信号, 将备光信号通过海底光缆中的另外一芯光纤传输到岸上光端机。这样, 对于每个水下站点来说, 除非主、备电路以及连接到总线光缆的两根光纤跳线同时出现问题才能导致该站点的光端机无法正常工作, 从而将故障的出现几率又降低了一倍。

2.2 技术实现

2.2.1 硬件电路实现

水下光端机具体工作原理框图如图 2 所示。水声模拟信号先分别经过放大处理后, 进入低通滤波器, 再经过放大处理并转换成差分信号, 输入到 A/D 转换芯片, 转换成 A/D 并行数据信号, 输入到可编程芯片进行第一次复接处理后, 再输入到专用复接芯片进行第二次复接和编码, 并转换成一路高速差分信号, 最后经电/光转换后以光信号 (光信号波长为 λ_N) 形式将信息传至岸上控制中心。

水下光端机除对水声模拟信号进行热备份外, 还对经转换后的 A/D 数据信号也进行了备份, 即主备的数据信号 A/D 主和 A/D 备同时复接成两路相同的高速

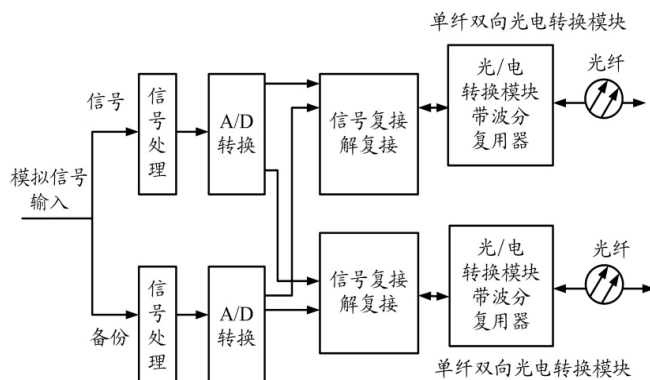


图 2 水下站点功能框图

差分信号(每路信号均包含 A/D_主 和 A/D_备 的数据信号),经过电/光转换后以光信号传输给中心站岸上光端机。考虑到节能的需求,水下光端机选用带使能脚的光电转换模块,可由岸上控制其工作状态(光电转换模块是该并联方案功耗较大的器件,当关闭不需要工作的模块时,可大大减少系统的功耗,提高可靠性和使用寿命)。

岸上光端机具体工作原理框图如图 3 所示。岸上光端机内的 N 波分复用器先解出 N 个水下光端机传上来的光信号 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 到 λ_N ; 将这 N 个光信号分别传至光端机内接收电路板上相应光接收单元,通过光/电转换成电信号后,经过解复接完成高速差分信号的串并转换,再通过预先设置好的时延控制开启 A/D 并行数字信号的解复接处理,以实现各个水下站点 A/D 数据的在岸上光端机的同时输出功能;将解复接出的 A/D 并行数字信号传送给 D/A 转换芯片进行数模转换,转换出的水声模拟信号通过滤波器和放大器处理后输出,完成该信号的全部传输功能。

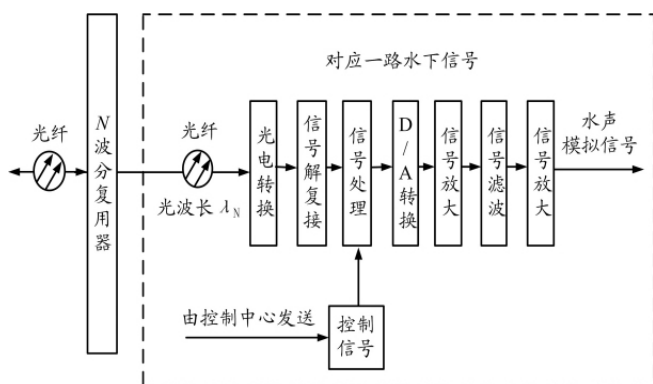


图 3 岸上中心站功能框图

2.2.2 系统网管设计

为了更好地监控各个水下光端机的工作情况,系统采用了智能化光收发模块,即具有数字诊断功能的 SFF 光模块。该光模块采用集成数字诊断监控(DDM)功能的芯片作为中央控制和数据处理,对光模块内部的工作电压、发射光功率、接收光功率等模拟参量及 TX-FAULT、RX-LOS 等关键参数进行实时监测。

为测试该系统的数据诊断功能,设计了专门的监控测试软件来模拟用户使用环境。软件由前台监控软件和后台数据库组成,前台控制软件基于 Microsoft

Visual C++ 开发平台和 Windows XP 操作系统,全图形界面,使用方便;后台数据库采用 SQL Server 进行设计,提供完备的数据库安全性和大容量的数据存储等管理。可以在专用计算机上运行该监控测试软件,通过发送查询命令至水下光端机,将返回数据传输到岸上光端机的监控信息通过控制界面显示出来,方便用户实时掌握各个水下光端机的工作状态。这样一方面可以预防设备故障的出现,另一方面也可以在出现问题时尽快地定位故障位置,便于维修更换设备,确保该网络能够提供连续可靠的业务传输功能和友好的人机操作界面。

3 实际应用

该方案应用在某海域输油管道水下安防的水声信号传输项目中,节点间传输间隔距离超过 20km,如有需要还可设计传输距离更远的系统,并可按用户实际需要方便地扩展水下节点数量,迅速提高水下传感信号组网监测采集面积。在项目调试测试阶段人为制造某水下站点的工作故障模式,经检测其他站点的工作不受影响,并联型网络系统的性能达到设计要求,系统网管软件能够及时准确地显示系统的运行状态。

4 结束语

相对于现有的海上平台水下安防传感信号采集传输组网技术,利用并联光纤、FPGA 和网管软件设计组建的水下光纤并联型通信传输系统有效扩大了水下传感信号组网传输面积,提高了通信传输系统的可靠性,为钻井平台、输油管道等水下安全防卫系统及信息采集系统提供了一种切实可行的选择方案。

参考文献:

- [1] 刘敏,惠力,杨立,等.水声传感器网络及其在海洋监测中的应用研究[J].山东科学,2010,23(2):22-27.
- [2] 刘后铭,洪福明.计算机通信网[M].西安:西安电子科技大学出版社,2001.
- [3] 樊昌信,詹道庸,徐炳祥,等.通信原理[M].北京:国防工业出版社,1998.
- [4] 谭思亮,邹超群.VisualC++串口通信技术[M].北京:人民邮电出版社,2003.
- [5] 孙鑫,徐安萍.VC++深入详解[M].北京:电子工业出版社,2007.

欢迎刊登广告！