**同步授时及数据传输系统**

**概要设计**

2017年4月

1、研究背景

压电拖线阵在向细长方向发展时需要解决的最大问题是在满足大孔径拖线阵数据传输和供电要求的前提下实现尺寸小型化、降低导线数量，以适装到φ30mm及以下直径的阵段内为目标。

实现可适装的大孔径接收阵，即较大规模的阵元数量和较长的阵段，目前的数据采集传输系统还面临以下五个方面亟待解决：其一、数据传输距离偏短，传输带宽不足；其二、阵内导线数量过多，成阵过于复杂；其三、采集传输系统对弱小信号存在干扰；其四、模块的尺寸和功耗过大；其五、接口的开放性和架构的扩展性不强，在不同项目中的适应性差。

本设计基于解决上述需求提出同步授时及数据传输系统的设计要求，同步授时及数据传输节点（Time Service&Data Rate Node以下简称TSDR节点）是该系统重要组成部件，是以实现小直径、大孔径拖线接收阵的前提条件。

2.系统架构

同步授时及数据传输系统包括：TSDR节点、中继节点、光电转换节点以及桥接模块。TSDR节点作为系统的核心模块，实现数模转换元和直流传感器数据的采集、处理及传输，同时转发及响应上位系统发送的控制命令。系统架构如图1所示。



图1 系统构成框架图

3.节点性能需求

1. “干线数据总线”接口采用多芯UTP5E双绞线传输，数据线≤4根，数据传输带宽≥300Mbps，传输距离≥90米。
2. “支线数据总线”接口数据采用多芯双绞线传输，数据线≤2根，数据传输带宽≥2.5Mbps，传输距离≥50米。
3. “支线数据总线”接口采用主、从架构设计，主接口位于TSDR节点，其接口要求外围电路和软件协议简洁。主接口对从接口数量的增减具有自动识别功能，且传输带宽内无需软件干涉可自由增减从接口数量。挂载从接口数量≥8个。
4. “传感器总线”采用RS485通讯接口并兼容RS422通讯接口，在RS485接口支持多点接入，数量≥64个，传输带宽≥1Mbps，传输距离≥100米。
5. 各TSDR节点输出的时钟信号同频同相，误差应控制在ns级别，时钟传输距离≥50米且支持多点挂载。同步时钟频率可以程控，其范围为 256fs（1k≤fs≤12k取整数）。
6. 进行微功耗设计，电流波动小,工作电压：6～15V，最大功耗≤3.5W。
7. 模块尺寸：长度≤80mm，宽度≤16mm，高度≤9mm，
8. 水下电子模块满足-10℃～50℃工作温度和-40℃～70℃的存储温度，适应轻蜡油浸泡，且可承受4.5Mpa最大静压力，以及舰船用电子模块的振动、颠震等要求。
9. 电子模块具有抗静电、抗雷击能力。

TSDR节点具有3种数据接口：“支线数据总线”接口，“传感器总线”接口和“干线数据总线”接口，且各类型接口均为2个，分布于节点两端。水声信号的数据由2个“支线数据总线”接口进入TSDR节点处理后再由左右两端的“干线数据总线”均衡输出上传。传感器信号的数据由“传感器总线”接口进入TSDR节点处理后再从“干线数据总线”均衡输出上传。TSDR节点正常工作时通过2个“干线数据总线”接口均衡输出本地采集的数据，当链路出现故障时，各TSDR节点可自动选择正常链路将本地数据完整送入干端桥接模块。TSDR节点的优选采用多芯双绞线和总线拓扑结构的数据总线，每种接口均需具备双向通信功能。

TSDR节点需充分考虑系统会出现的故障问题和应对策略，当系统出现故障时需最大程度的保证系统的功能, 也能够提供充足的手段排查问题并准确定位故障所在的位置。比如链路断裂后的数据单向传输处理，时钟模块失效后的时钟源及同步处理，数据包丢失的重发机制，软件升级的稳定性和可靠性等等。

4.节点详细设计

综合考虑TSDR节点需求，目前有两套节点研发设计方案，方案一采用LVDS串行高速总线方式进行数据传输，传输介质为6类双绞线；方案二采用SDI方式进行数据传输，传输介质为同轴电缆。两种方案详细设计如下。

* LVDS传输方式

LVDS传输方式节点框图如下。



如上图所示，节点以Smartfusion2系列FPGA为核心，通过串行器DS92LV1021A和驱动器CLC001将数据转换为高速串行LVDS方式进行传输，通过解串器DS92LV1212A和均衡器LMH0074接收高速串行LVDS总线上的数据。此外，系统的同步采样时钟也通过数据LVDS总线进行传输，能够减少阵内的导线数量。节点将同步时钟转发给16个前端采样模块进行同步采样，采样数据通过RS485方式发送给节点。

LVDS传输方式采用6类双绞线进行数据传输，50m距离传输带宽可达300Mbps，100m距离传输带宽可达250Mbps。

LVDS传输方式串行解串以及驱动均衡器功耗如下表所示。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 单片功耗mW | 数量 | 总功耗mW |
| DS92LV1021A | 132 | 2 | 264 |
| DS92LV1212A | 191 | 2 | 382 |
| CLC001 | 280 | 2 | 560 |
| LMH0074 | 207 | 2 | 414 |
| 总功耗 | 810 |  | 1620 |

* SDI传输方式



如上图所示，节点以Smartfusion2系列FPGA为核心，通过SDI串行器LMH0340和将数据转换为SDI方式进行传输，通过解串器LMH0341和均衡器LMH0348接收SDI总线上的数据。此外，系统的同步采样时钟也通过SDI数据总线进行传输，减少阵内的导线数量。节点将同步时钟转发给16个前端采样模块进行同步采样，采样数据通过RS485方式发送给节点。

SDI传输方式采用同轴电缆进行数据传输，空气中100m距离传输带宽可达3.125Gbps，在轻蜡油中传输带宽、距离、稳定性等待验证。

SDI传输方式串行解串以及驱动均衡器功耗如下表所示。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 单片功耗mW | 数量 | 总功耗mW |
| LMH0340 | 440 | 2 | 880 |
| LMH0341 | 480 | 2 | 960 |
| LMH0348 | 231 | 2 | 462 |
| 总功耗 | 1151 |  | 2302 |