



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204741453 U

(45) 授权公告日 2015. 11. 04

(21) 申请号 201520414383. 7

G01R 31/00(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 06. 16

(73) 专利权人 武汉市豪迈电力自动化技术有限
责任公司

地址 430223 湖北省武汉市东湖新技术开发
区武大科技园武大园一路 11 号

(72) 发明人 陈前臣 石旭刚

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限
公司 42104

代理人 唐正玉

(51) Int. Cl.

H04B 3/46(2015. 01)

H04L 12/02(2006. 01)

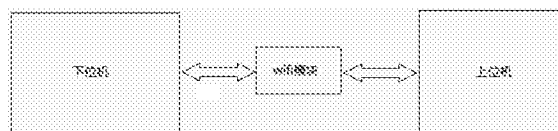
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 实用新型名称

手持式光数字信号分析仪

(57) 摘要

本实用新型涉及一种手持式光数字信号分析仪,由上位机和下位机组成,上位机与下位机之间通过无线网口交互,下位机进行收发报文和初步处理工作,上位机进行控制和显示。实现以下功能:支持发送与接收 IEC61850-9-2、IEC60044-8 或 FT3、GOOSE 光数字报文,接收 IRIG-B 码报文;支持网络报文侦听,拥有 IEC61850-9-2 报文波形显示、谐波分析、报文的时间离散度统计、丢帧或错序报警和 GOOSE 报文变位提示、变位报文时间间隔统计;支持核相功能;支持多个状态按预先设定序列输出测试;图形化 SCD 文件,支持变电站全站系统配置文件导入并以拓扑图方式呈现,直接进行收发报文的配置;支持采样值极性测试、光功率检测、下位机电量读取。上位机数据显示清晰度高,响应速度快,操作简洁、流畅。



1. 手持式光数字信号分析仪, 由上位机和下位机组成, 其特征在于: 上位机与下位机之间通过无线网口交互, 下位机进行收发报文和初步处理工作, 上位机进行控制和显示;

所述下位机包括 DSP 主控模块、FPGA 模块、两个光以太网口收发模块、光功率检测模块、无线网口通讯模块, 下位机外置接口: 两对光以太网口、一对光串口和一个光功率探测接口, 两对光以太网口分别与同一个光以太网口收发模块相连, 一对光串口分别与 FPGA 模块的光串口接收端和发送端相连, 一个光功率探测接口与光功率检测模块的光电探测器相连, DSP 主控模块分别与 FPGA 模块、两个光以太网口收发模块、光功率检测模块相连, 无线网口通讯模块与另一个光以太网口收发模块相连。

2. 如权利要求 1 所述的手持式光数字信号分析仪, 其特征在于: 所述下位机根据数据流走向分为:

光串口接收: 光接收串口选用 850nm 接收光模块, FT3 和 B 码报文经过光串口接收转换为电信号, 到达运算放大器, 将弱信号放大, 而后经过比较器, 将模拟信号转变为数字信号, 将数字信号送入 Xilinx Spartan6 系列 FPGA, 经 FPGA 做串并行数据转换后转给 ADI 双核 DSP;

光串口发送: FT3 报文由 DSP 产生, 经过 FPGA、驱动芯片、发送光模块, 转换为 850nm 的光发出;

光以太网口收发: 以太网模块将接收的 IEC61850-9-2 或 GOOSE 报文转化为电信号, 发给以太网物理层芯片 PHY, 将串行数据转换为并行数据发送到 DSP, 以太网口发送过程与这相反;

无线网收发: 下位机通过天线接收上位机发送的数据, 由 WIFI 模块接收, WIFI 模块将数据转发给 PHY, PHY 组帧后发给 DSP, WIFI 发送过程与其相反;

光功率检测: 被测光信号经光功率探测接口到光电探测器转换为光电流, 经对数放大器, 放大为电压信号, 后经 14 位 AD 芯片转换为数字信号, 发送到 DSP。

3. 如权利要求 1 所述的手持式光数字信号分析仪, 其特征在于: 所述 DSP 主控模块用到的 DSP 为 ADI 双核 DSP, 双核协同工作, 完成相应功能。

手持式光数字信号分析仪

技术领域

[0001] 本实用新型属于手持式测试仪器技术领域,尤其涉及一种用于电力行业测试的手持式光数字信号分析仪。

背景技术

[0002] 智能变电站 / 数字化变电站数据从源头实现数字化,真正实现了信息集成、网络通信及数据共享。智能变电站中电压、电流在采集模块中进行 AD 采样,通过光纤将采集量传送至合并单元 (MU),合并单元将合并后的信号按 IEC61850-9-2、IEC60044-8 规约传送至光数字继电保护装置,此外,智能变电站采用 GOOSE 报文通过网络传输开关量信号,通过智能终端操作断路器,对断路器进行跳合闸操作。由此看来,智能变电站与传统变电站有着极大的差异,继电保护装置、合并单元及智能终端的测试与监测都是新的重要的发展方向。

[0003] 手持式光数字信号分析仪是基于数字化变电站 IEC61850 标准开发的,广泛适用于 110kV ~ 750kV 智能变电站 / 数字化变电站光数字继电保护装置的快速简捷测试、MU 输出信息快捷监测以及遥测、遥信量快捷监测。

发明内容

[0004] 鉴于上述问题,本实用新型的目的在于提供一种手持式光数字信号分析仪,用于智能变电站系统联调、安装调试、故障检修、IEC61850 体系及相关技能培训。

[0005] 手持式光数字信号分析仪,由上位机和下位机组成,其特征在于:上位机与下位机之间通过无线网口交互,下位机进行收发报文和初步处理工作,上位机进行控制和显示。

[0006] 所述下位机包括 DSP 主控模块、FPGA 模块、两个光以太网口收发模块、光功率检测模块、无线网口通讯模块,下位机外置接口:两对光以太网口、一对光串口和一个光功率探测接口,两对光以太网口分别与同一个光以太网口收发模块相连,一对光串口分别与 FPGA 模块的光串口接收端和发送端相连,一个光功率探测接口与光功率检测模块的光电探测器相连,DSP 主控模块分别与 FPGA 模块、两个光以太网口收发模块、光功率检测模块相连,无线网口通讯模块与另一个光以太网口收发模块相连。

[0007] 所述下位机根据数据流走向分为:

[0008] 光串口接收:光接收串口选用 850nm 接收光模块,FT3 和 B 码报文经过光串口接收转换为电信号,到达运算放大器,将弱信号放大,而后经过比较器,将模拟信号转变为数字信号,将数字信号送入 Xilinx Spartan6 系列 FPGA,经 FPGA 做串并行数据转换后转给 ADI 双核 DSP;

[0009] 光串口发送:FT3 报文由 DSP 产生,经过 FPGA、驱动芯片、光串口发送模块,转换为 850nm 的光发出;

[0010] 光以太网口收发:光以太网模块将接收的 IEC61850-9-2 或 GOOSE 报文转化为电信号,发给光以太网物理层芯片,将串行数据转换为并行数据发送到 DSP,光以太网口发送过程与这相反;

[0011] 无线网收发：下位机通过天线接收上位机发送的数据，由 WIFI 模块接收，WIFI 模块将数据转发给 PHY，PHY 组帧后发给 DSP，WIFI 发送过程与其相反；

[0012] 光功率检测：被测光信号经光电探测器转换为光电流，经对数放大器，放大为电压信号，后经 14 位 AD 芯片转换为数字信号，发送到 DSP。

[0013] 所述 DSP 主控模块用到的 DSP 为双核 DSP。两个核分配不同的任务，协调工作，极大地提高了工作效率。一个核主要负责各接口报文的收发、数据解析，另一个核主要负责与上位机通讯及上位机命令的解析。

[0014] 光以太网口用于收发 IEC61850-9-2 和 GOOSE 报文，光串口用于收发 IEC60044-8 报文或 FT3 报文、接收 IRIG-B 码报文，光功率探测接口用于检测 850nm 波长或 FT3 通讯协议波长和 1310nm 波长或 9-2、GOOSE 通讯协议波长的光功率；上位机采用 ARM 系列 4 核 CPU 作为控制芯片，在安卓系统上安装对应的应用软件，并用快捷的触屏操作方式，上下位机通过无线网口通讯。此种应用为业界首创，极具实用性，通过无线网口与下位机交互。

[0015] 所述 FPGA 模块，其对 FT3 报文和 IRIG-B 码报文的接收采用电路复用的方案，只用一个光串口接收头，就可实现两种协议报文的接收。此复用方案的实现借助于 FT3 和 IRIG-B 码报文传输的信号频段不同。

[0016] 本实用新型支持发送与接收 IEC61850-9-2、IEC60044-8 或 FT3、GOOSE 光数字报文，可接收 IRIG-B 码报文，完成对光数字继电保护和测控装置的测试；

[0017] 支持网络报文侦听，拥有 IEC61850-9-2 报文波形显示、谐波分析、报文的时间离散度统计、丢帧或错序报警和 GOOSE 报文变位提示、变位报文时间间隔统计等功能；

[0018] 支持核相功能，可实现同一光口接收的不同 APPID 报文的核相和不同光口接收的不同 APPID 报文的核相；

[0019] 支持单光纤收发 IEC61850-9-2 报文和 GOOSE 报文，满足电力系统光数字保护单收单发的需求；

[0020] 支持多个状态按预先设定序列输出测试，可选手动、限时和开入量三种切换方式，同时可记录开入 GOOSE 的动作、返回时间；

[0021] 支持变电站全站系统配置文件（SCD 文件）导入并以拓扑图方式呈现，拓扑图将全站系统中包含的 IEC61850-9-2、GOOSE 报文，IEC61850-9-2 报文中包含的采样通道含义及各报文的数据流向全部列出，可直接依照拓扑图选取试验将要发送和接收的报文，使试验中报文的选取变得清晰明了；

[0022] 支持采样值极性测试，将 IEC61850-9-2 报文的采样值以正负极的图形化方式直观表示。

[0023] 支持接收光功率检测，测试范围 -60dBm 到 0dBm、可检测单根光纤通断情况。

[0024] 支持下位机电池电量读取功能，本设备电量低时及时报警，避免因电量不足而影响测试。

[0025] 上位机借助成熟的安卓操作系统，直接安装本设备适用的应用程序，稳定性高。选用 8 寸电容式多点触控显示屏 PAD，显示清晰度高，操作简洁、流畅。此种应用为业界首创。

附图说明

[0026] 图 1 是本实用新型的整体结构图。

[0027] 图 2 是本实用新型的下位机所用元器件架构图。

[0028] 图 3 是本实用新型的下位机收发报文电路示意图。

[0029] 图 4 是本实用新型的下位机光功率检测电路示意图。

具体实施方式

[0030] 为了使本实用新型的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本实用新型进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本实用新型，并不用于限定本实用新型。

[0031] 为了说明本实用新型所述的技术方案，下面通过具体实施例来进行说明。

[0032] 如图 1 所示，本实用新型由上位机和下位机组成，上位机与下位机之间通过无线网口交互，下位机进行收发报文和初步处理工作，上位机进行控制和显示。

[0033] 如图 2、图 3、图 4 所示，所述下位机包括 DSP 主控模块、FPGA 模块、两个光以太网口收发模块、光功率检测模块、无线网口通讯模块，下位机外置接口：两对光以太网口、一对光串口和一个光功率探测接口，两对光以太网口分别与同一个光以太网口收发模块相连，一对光串口分别与 FPGA 模块的光串口接收端和发送端相连，一个光功率探测接口与光功率检测模块的光电探测器相连，DSP 主控模块分别与 FPGA 模块、两个光以太网口收发模块、光功率检测模块相连，无线网口通讯模块与另一个光以太网口收发模块相连；

[0034] 所述下位机根据数据流走向分为：

[0035] 光串口接收：光接收串口选用安华高厂家的 850nm 接收光模块，FT3 和 B 码报文经过光串口接收转换为电信号，到达运算放大器，将弱信号放大，而后经过比较器，将模拟信号转变为数字信号，将数字信号送入 Xilinx Spartan6 系列 FPGA，经 FPGA 做串并行数据转换后转给 ADI 双核 DSP；

[0036] 光串口发送：FT3 报文由 DSP 产生，经过 FPGA、驱动芯片、光串口发送模块，转换为 850nm 的光发出；

[0037] 光以太网口收发：光以太网模块将接收的 IEC61850-9-2 或 GOOSE 报文转化为电信号，发给光以太网物理层芯片 PHY，将串行数据转换为并行数据发送到 DSP，光以太网口发送过程与这相反；

[0038] 无线网收发：下位机通过天线接收上位机发送的数据，由 WIFI 模块接收，WIFI 模块将数据转发给 PHY，PHY 组帧后发给 DSP，WIFI 发送过程与其相反；

[0039] 光功率检测：被测光信号经光功率探测接口到光电探测器转换为光电流，经对数放大器，放大为电压信号，后经 14 位 AD 芯片转换为数字信号，发送到 DSP。

[0040] 所述 DSP 主控模块用到的 DSP 为双核 DSP。两个核分配不同的任务，协调工作，极大地提高了工作效率。一个核主要负责各接口报文的收发、数据解析，另一个核主要负责与上位机通讯及上位机命令的解析。

[0041] (1) 图 2 为下位机收发光以太网报文和光串口报文的电路示意图，详示了收发报文的整个硬件通路。接收和发送 IEC61850-9-2 和 GOOSE 报文的两个光以太网口为 ST 头 1310nm 光模块，两个光模块通过阻容匹配网络与 PHY 相连。接收报文时，光信号经过光模块的光电探测器转换为模拟电信号，然后 PHY 将收到的模拟信号转换为数字信号，送到 DSP；DSP 对报文进行初步分析和筛选，通过并行接口送给负责与上位机通讯的 PHY，PHY 将数字

信号转换为模拟信号送到无线网口模块,由无线网口模块转发给上位机。发送报文时与之过程相反,报文数据由上位机通过无线网口模块传给下位机,经过逆向过程后转换为光信号,从光模块发出。

[0042] 接收和发送 IEC60044-8 或 FT3 报文及接收 IRIG-B 码报文的一对通讯光口为 ST 头 850nm 光模块。接收报文采用光串口复用技术,用一个接收串口可接收 FT3 报文和 IRIG-B 码报文。接收电路采用运算放大器和比较器,对光电转换后的模拟信号放大,转变为数字信号提供给 FPGA, FPGA 将收到的报文转发给 DSP,进而通过无线网口上传给上位机。发送过程与之相反,只是电路有所不同, FPGA 到光模块之间用一个驱动芯片增加信号强度,以达到更大的发送功率,传输距离更远。

[0043] (2) 本实用新型支持网络报文侦听功能。由于受无线网口的传输速度限制,下位机不可能把所有的报文转发给上位机,所以大部分报文解析工作在下位机完成。下位机 DSP 为双核 DSP,一个核负责报文的发送和接收报文的解析,一个核负责上位机指令的读取以及给上位机上传数据。两个核协同工作,可以有效提高工作效率。

[0044] IEC61850-9-2 报文有效值计算、波形显示、谐波分析功能的实现过程如下:上位机下发指令,包括从光口 1 还是光口 2 接收报文,报文的 APPID 值,及每周期的帧数等信息。下位机根据指令,扫描某光网口中的报文,将指定 APPID 的 9-2 报文按照所需点数缓存下来,由于无线网口通讯的带宽和上位机处理速度的限制,报文不能按照报文原有的时间间隔上传,需要在报文与报文之间增加延时后上传。上位机便可得到一个整周期的报文,然后上位机对整周期报文进行有效值运算、波形显示及谐波分析。

[0045] 由于 IEC61850-9-2 报文时间间隔较短,下位机不能将所有报文实时传给上位机,所以报文时间离散度的统计由下位机完成,将结果上传给上位机,然后上位机用图表方式直观的显示出来。由于从光口接收的帧数据在 PHY 中无缓存,几乎无延时的到达 DSP, DSP 可以通过定时器统计两帧到达 DSP 的时间间隔,此时间间隔即为两帧报文从对端设备发出的时间间隔。DSP 计算同一光口相同 APPID 的两帧之间的时间差,对时间差进行离散度统计,每 1 秒汇总一次统计结果,上传给上位机。此功能的实现借助于双核的协同工作,一个核只负责报文时间离散度统计,另一核负责将结果上传给上位机,这样分配不会因为上传数据占用时间而丢帧,保证了统计的准确性。在进行时间离散度统计的同时,下位机还会验证接收的 IEC61850-9-2 报文的 SmpCnt(标示报文序号的参数)是否连续,如果不连续就会上传报警信息,在报文时间离散度统计的同时实现了丢帧/错序的报警功能。

[0046] GOOSE 报文的时间间隔最小为 ms 级别,时间间隔较长,且只在变位时才会达到 1ms 的时间间隔,帧密度相较于 IEC61850-9-2 报文而言非常小,下位机可以将接收到的报文直接转发给上位机。为了保证上位机可以统计 GOOSE 报文的时间间隔信息,下位机在 GOOSE 报文前加上时间戳后再上传。上位机便可统计出 GOOSE 变位报文的时间间隔。

[0047] (3) 核相功能的实现与 IEC61850-9-2 报文的有效值计算方式相似。在 9-2 报文侦听时,下位机只上传一个 APPID 的报文;而实现核相功能时,下位机分时的交替上传两个 APPID 的报文,由上位机计算显示核相结果。

[0048] (4) 本实用新型支持单光纤收发 IEC61850-9-2 和 GOOSE 报文能力。一般而言,PHY 都支持单光纤接收,默认配置下不支持单光纤发送。这是由于 PHY 在检测到有对端器件时才能发送有效数据信号,当只有一根光纤接在发送光口时,没有接收光信号进入 PHY, PHY

判断为无对端器件,所以不能发送有效数据信号。我们发现,可以通过更改 PHY 中的光纤链路寄存器,强制它认为有对端器件,即相当于虚拟的建立了链接,便可实现单光纤发送。

[0049] (5) 本实用新型支持状态序列试验。即多个状态下的 IEC61850-9-2 报文采样值和 GOOSE 报文开关量按照预先设定好的值发送,同时侦听接收 GOOSE 报文中的变位信息。状态序列切换的触发方式分为手动触发、限时触发和开入量触发。

[0050] 由于状态序列试验涉及到发送 IEC61850-9-2 帧、GOOSE 帧,接收 GOOSE 帧,以及不同状态下不同的参数值。上位机下发指令时,将分步骤发送不同的指令,下位机每收到一个指令时做相应的回复帧,上位机收到回复帧后再发下一帧。下位机在 SRAM 中开辟一段存储空间,用于存储指令中对各状态下报文的设置。待所有设置指令下发完毕之后,上位机下发试验开始指令。下位机从状态 1 开始,在达到预先设定的触发条件时,下位机切换到下一状态,直至最后一个状态,然后结束试验。

[0051] 状态切换的触发方式三种可选,手动触发方式即上位机有触发键,用户点击触发键后,上位机发送切换指令给下位机,下位机立即切换到下一状态;限时切换方式即在下发设置指令时,上位机将用户设置的某状态持续时间下发给下位机,下位机开启定时器,某状态达到持续时间后自动切换到下一状态;开入量触发方式即下位机监测接收到的某 APPID 的 GOOSE 报文,在相应的某一个或几个开关量动作时,切换到下一状态,并上传动作和返回时间。

[0052] (6) 本实用新型可实现 1310nm 和 850nm 两个波长的光功率测试功能,对应于光以太网口和光串口的接收光功率。如图 4 所示电路,光信号进入 InGaAs PIN 光电探测器,光信号转换为微弱的光电流,光电流进入对数放大器,将微弱的光电流通过对数运算,转换为电压值,电压值给 14 位 AD,转换为数字信号,通过 SPI 接口给 DSP。在 DSP 中套用整个转换过程的运算公式,便可得出输入光功率的大小。

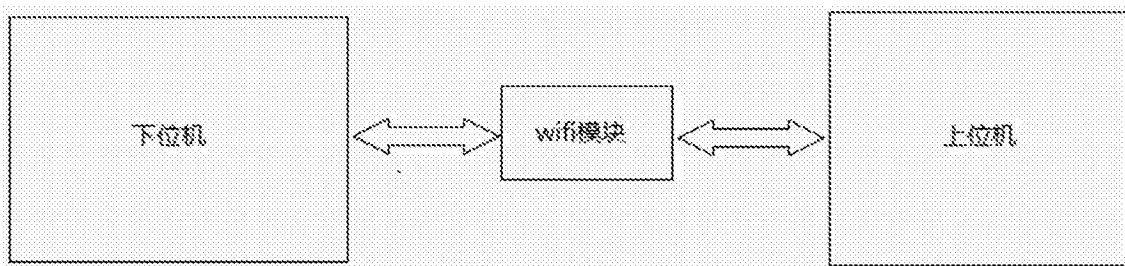


图 1

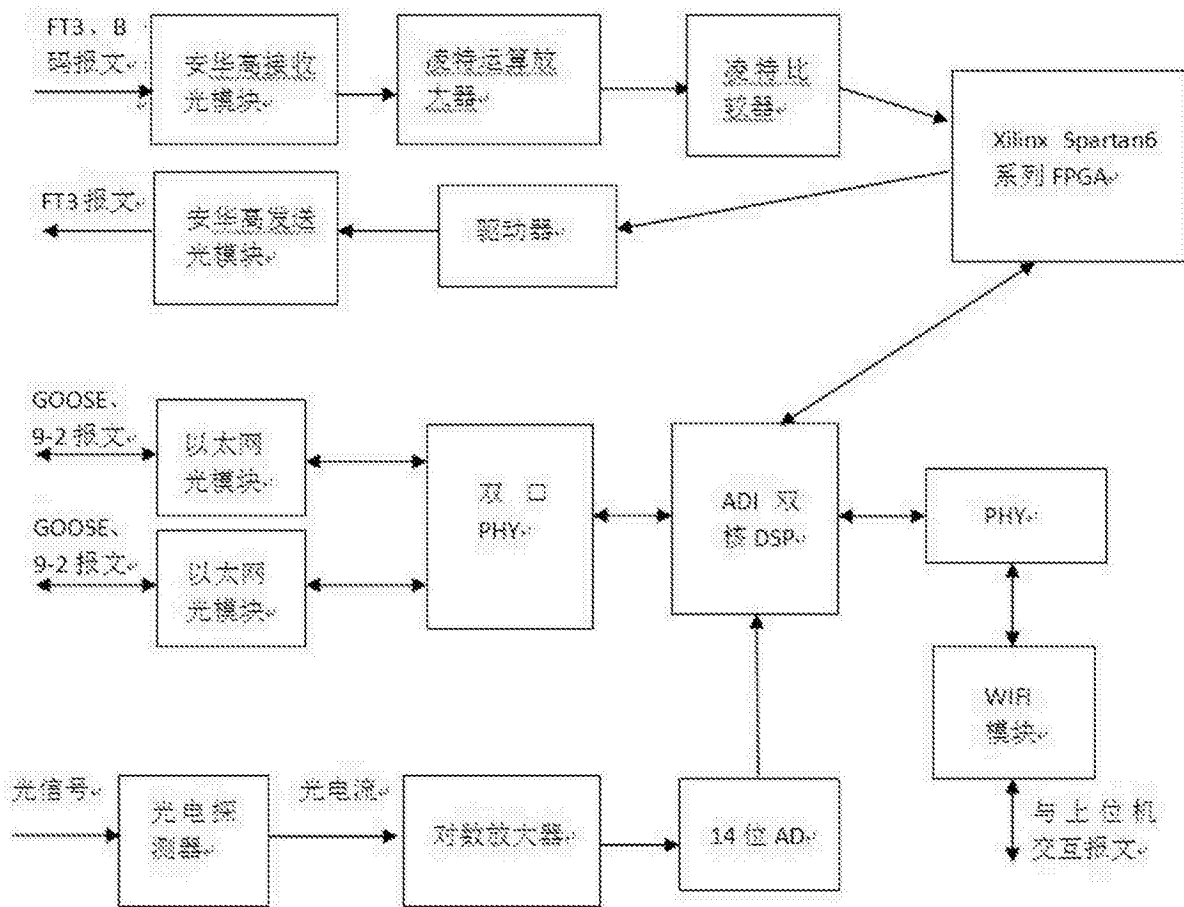


图 2

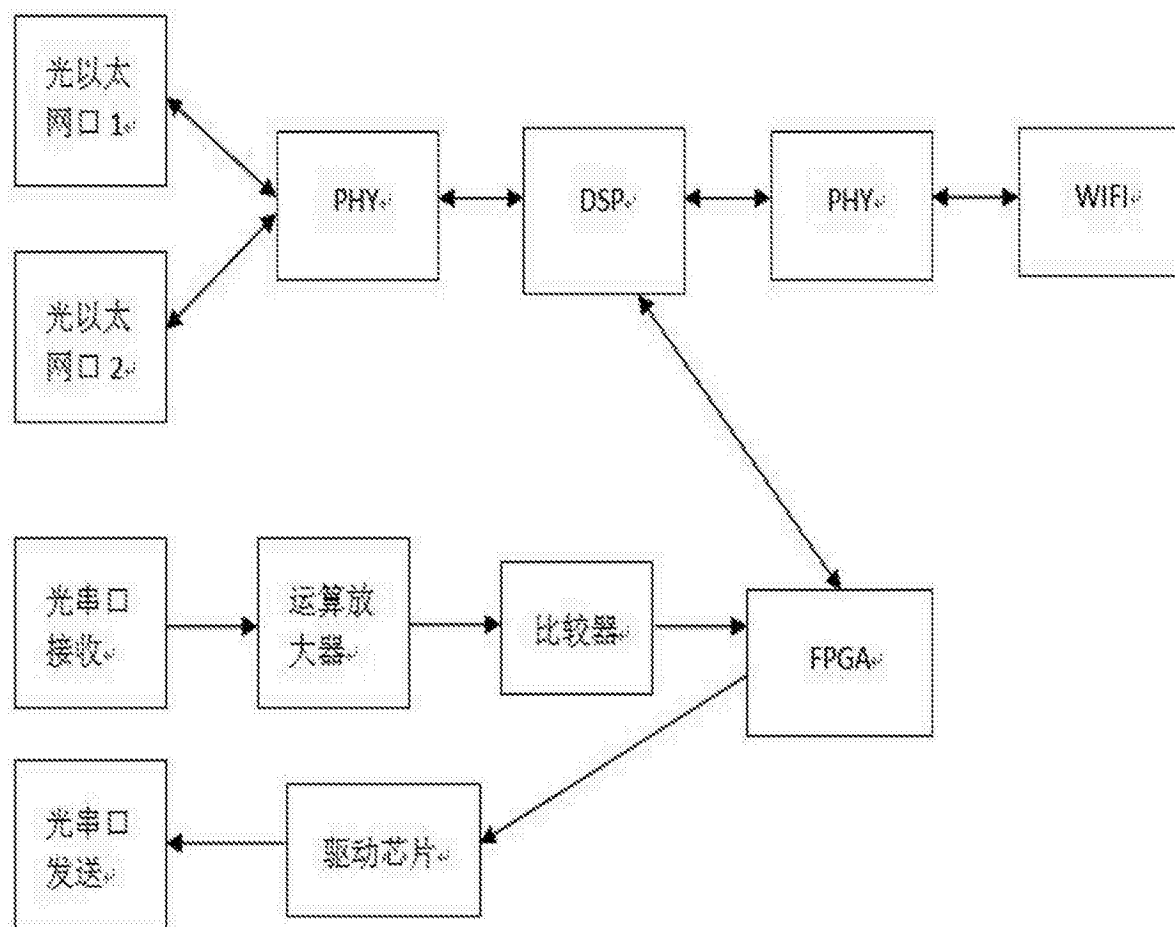


图 3

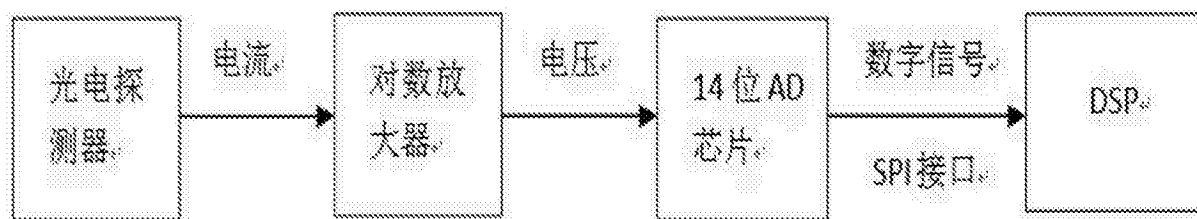


图 4