

在线光功率数据采集系统^{**}

占胜峰^{**}, 焦小澄, 许国良, 张旭萍
(南京大学光通信工程研究中心, 210093)

摘要:提出了一种数据采集系统,它可以在 16 路密集波分复用(DWDM)系统中对不同波长光信号功率进行实时监控。首先,各个 PIN 管将光功率信号转化成电信号。然后,采用 Microchip 公司的 PIC16F877 单片机对 16 路模拟电信号数据进行采集。接着,单片机将光功率采样数据转化成对应的光功率数据,并将其数据与预先设定的报警阈值进行比较,得出相应的报警级别。最后,将包含报警级别的实时功率数据送到 LCD 显示。实际应用表明:实时数据的刷新率可达 1 times/s,光功率的动态检测范围为 -70 ~ 10 dBm。

关键词:密集波分复用(DWDM);在线数据采集系统;实时

中图分类号: TN929 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-0086(2003)11-1171-04

On-line Acquisition System of Optic Power

ZHAN Sheng-feng^{**}, JIAO Xiao-cheng, XU Guo-liang, ZHAN Xurping
(Institution of Optical Communication Engineering and Research, Nanjing University 210093, China)

Abstract: A data procession system, that can supervise the power of different optical wavelength signal in 16 route DWDM system, was presented. First, each PIN converts the optical power signal into electronic signal, second, the PIC16F877 of Microchip collects the 16 analog electronic signals, then it converts the sample data into power data. Then the data will be compared with the alarming value, that has been set before collection. At the end, the power data including the alarm information will be sent to LCD for display. The application indicates that the real-time data flash ratio can be once in second and it can detect the optical power dynamic range over -70 dBm to 10 dBm.

Key words: DWDM; on-line acquisition system; real-time

1 引言

密集波分复用(DWDM)在光纤通信中有着广泛的应用。在同一光纤中传输的不同波长信号,由于其频率、波长等不同,对应的光信号功率也不相同。监控站有必要及时掌握不同光路的信号参数,当然也包括光功率^[1]。光信号的长距离传输,由于色散及损耗等原因,其线路不同点的功率值都不相同^[2]。所以,各级监控站特别是一级监控站必须对各路光信号数据进行实时监测和管理。由此,光功率监测仪的设计和应用就显得非常重要。而光功率监测仪设计的重点就是对实时数据的精确采集和处理。本文设计了一种在线光功率数据采集系统。它可以同时对不同

信道光信号电流电压数据进行采集和处理,并换算成光功率以后送到 LCD 显示。同时,用户可以事先对每个信道设定 3 个光功率预值,当某些信道功率低于预值功率时,系统能自动进行 3 个级别的报警。本系统可以同时采集 16 路光信道数据,并且能够对数据每隔 1 s 刷新 1 time,在各种光监控站中都可以应用。

2 光功率实时监控模块的原理

不同信道光功率都有一定动态范围的波动,监控站有必要对光功率进行实时监控。本系统的设计就是基于这个目的。利用单片机对不同信道光信号电流电压数据进行采集,经过一定的分析和处理以后,将实时光功率数据显示在 LCD 上。显示数据包括光

* 收稿日期:2003-03-12

* 基金项目:江苏省科技攻关资助项目(BE2002054);江苏省教育厅产业化资助项目(JH02-066)

** E-mail: zhanshengfeng@etang.com

路序号、对应功率值和报警级别等,其总控模块如图 1。

图 1 中对应各部分功能为:

- 1) 各路 PIN 管将对应路光信号转化为电信号^[3];
- 2) 光电流信号进行规整化,放大系数根据信号电流自动调整;
- 3) 滤波一级将对信号进行稳定处理,滤除不稳定的纹波和噪声信号;
- 4) 路选择器顺序将各路调理后的光信号送到调理放大器;
- 5) 调理放大器对信号进行稳定处理,减少误差;
- 6) A/D 转换器将模拟信号数据(主要是电压数据,硬件电路将电流转化成电压)转换为数字量^[4];
- 7) 从单片机将数字量转换为以 dBm 为单位的功率值,并同报警阈值进行比较以后将报警信息附带进功率值中,再将其传送到主单片机,同时在面板用 LCD 进行显示。
- 8) 主单片机显示光功率值,并将实际的光功率数据传到上位机管理计算机。

系统工作时,不同光纤中的光功率工作范围可在几 10 dBm 内变化,当采用 5 %分光进行监控时,检测的光电流为数 10 pA 到几 mA 的数量级范围,变化范围达 10^6 。而大部分常用的模数变换器的精度在 16 bit 以下,常用的一般在 12 bit 以下。由此可见,系统要对实时光功率数据采集的关键就在于光信号检测部分的硬件设计,如何确保在整个工作范围内都有合适的数据精度。

3 信号放大策略及电路

对光信号转化成的电信号进行调理放大要解决两方面的问题。1) 是信号的绝对值小(10^{-10} A); 2) 是动态范围大 $10^{-10} \sim 10^{-3}$ A。大部分模数变换器的输入电压为几 V。我们要解决的是将电流信号转换成 A/D 转换器对应的电压信号,并保证在全范围内有合适的精度。解决本问题的最简单的办法是采用对数放大器。然而对数放大器市场上很少,并且价格很贵。为此我们设计了具有 6 级放大系数的程控放大器,通过单片机自动选择不同的放大系数,实现自动对上述大动态范围内的数据进行精确采集和处理。程控放大器的结构如图 2。

对于信号的绝对值小的问题,从原则上讲只要放大器有足够的放大倍数,总能将其放大到要求的范围。这里需要解决的是放大器的漏电流问题,由此可

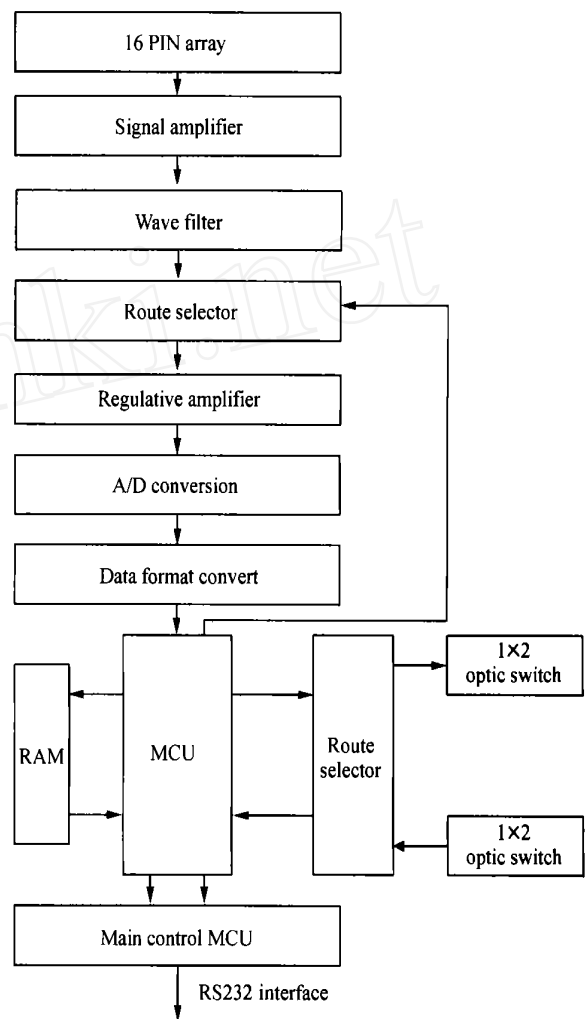


图 1 实时光功率监控流程图

Fig. 1 Flow chart of real-time optic power supervision

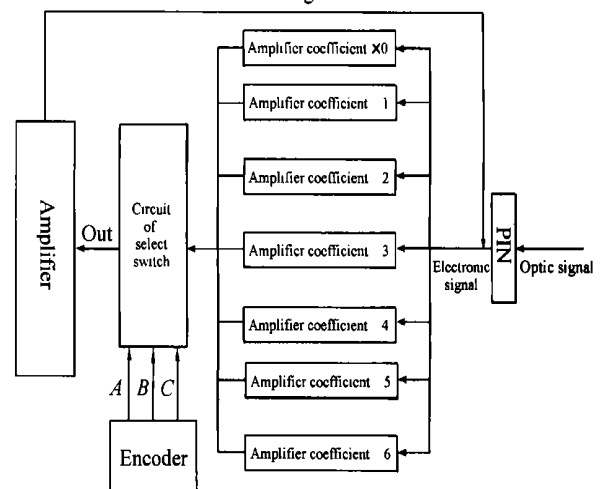


图 2 程控放大器结构图

Fig. 2 Structure of programmed amplifier
能引起输出不稳定,甚至会发生相位滞后和颠倒。因此要选择精度和稳定性好的,高输入阻抗运算放大

器。此外滤波电容的容量和质量也会影响放大器的稳定。

程控开关可选择 CMOS 类型的模拟开关,由 A、B、C 进行译码来选择放大系数,我们设计时规定 $ABC = 000$ ($\times 0$) 时放大系数最大, $ABC = 110$ ($\times 6$) 时放大系数最小,若需要还可以再增加一级放大系数。

4 光路选通原理及电路

根据系统总体设计要求,光功率值需要显示的范围为 $10 \sim -70$ dBm,采用 3 位数字显示(精确到小数点后一位)。当采用 7 级程控放大以后,每一级对应的光功率恰好为 10 dBm,因此我们选用 10 bit A/D 转换器就可以满足需要。本系统选用的单片机是 PIC16F877,它具有 368 Byte 的 RAM 和 256 Byte 的 ROM,还有 8 K 的 FLASH ROM,5 个 I/O 端口,自带 10 bit 的 A/D 变换器^[5],所以它的资源完全满足我们的设计需要。为了提高系统对光功率的采集速度,我们将 16 个光路分为 2 组,设定 A 端口的 RA 0、RA 1 为模拟通道输入口,每个通道连接 1 个光路选通电路,每个电路可以选通 8 路光信道。通过 RE 2、RE 1、RE 0 这 3 个数字口来译码选通对应的 2 个光路,而通过 RA 0、RA 1 选择对前后 8 路光信号的采集。光信道选通原理如图 3。

事实上,因为 A 端口还有其它几位都可以设置为模拟输入口,16 路信号也可以分为 4×4 的选通方案。但是考虑到单片机的大部分寄存器都是 8 bit 的,由 3 个数字口来译码选通和及时存贮的速度会更快,所以我们最终选择了 8×2 的方案。

5 数据采集流程

光功率数据采集通过程控开关的切换和 A/D 采样过程两者联合完成,从原理上来讲,既可以从最高放大系数开始,逐级减小;也可以从最低放大系数开始,逐级增大。在这里应采用逐级减小过程。为了数据稳定,必须加滤波电容。电容大小与稳定性和响应速度有矛盾,最小电流仅为几 10 pA,因此每次采样从最高放大系数开始,可提高数据采集速度。数据采集流程图如图 4。

数据采集间隔采用定时器定时,每次采集时间可根据实际需要来设定,我们采用 1 s 为周期。每次采集结束后,程控放大器自动回复置最高放大系数 $\times 0$ 。

由于 16 路光信号功率各不相同,数据采集的基本方法是:首先清所有的采样标志位(设置 2 个 8 bit

的标志位寄存器对应 16 路光信道),将放大系数开关设置在最大一级 $\times 0$,对 16 路同时进行采样,采样数据没有溢出(有效)时设置该路标志位为 1,并将有效数据送缓冲区保存;否则保持该位为 0。在同时对 16 路在第 1 级放大系数情况下进行完采集以后,单片机自动将开关切换到下一放大级 $\times 1$,对标志位仍为 0 的光路再次采样,最后判别当所有的标志位均为 1 时 1 次数据采集过程结束;否则继续往下切换放大级,继续对没有完成有效数据采集的光路进行采集。

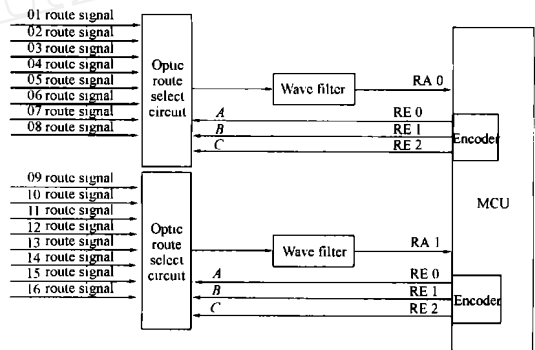


图 3 光信道选通原理图

Fig. 3 Principle of optic channel selection

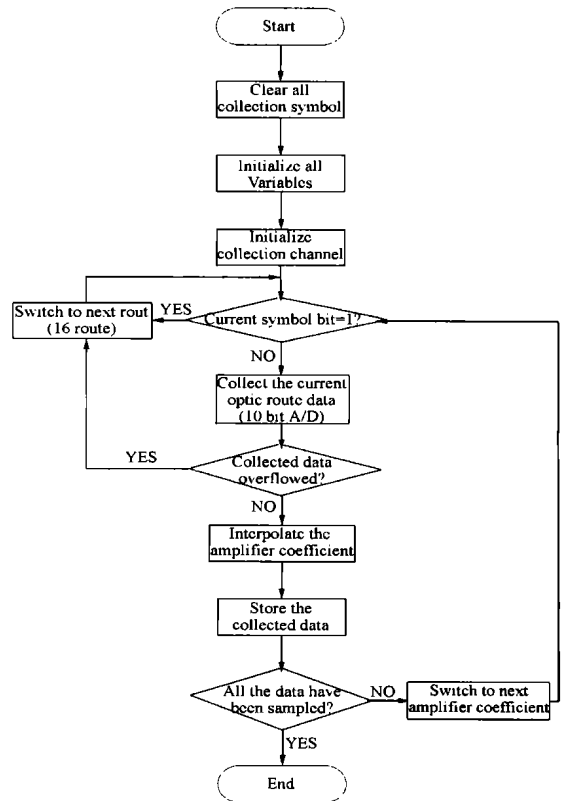


图 4 数据采集流程图

Fig. 4 Flow chart of data collection

在定时器中断情况下,开始 1 次数据采集过程,每次采集过程中有 1 次循环选通 16 个光路的过程。

因为在每一个放大倍数下,并不能把所有的 16 路信号全部有效地采集完成,所以要循环切换到不同放大系数逐一采集,直到所有的数据采集都有效完成才结束 1 次数据采集过程。

6 数据采集后的报警功能

光信号传输过程中的损耗和色散等原因会使光信号功率减弱,用户可以在监控站管理程序中事先设置报警阈值,当该路光信号功率低于阈值时,自动报警。合法用户事先输入各个光路的功率阈值,每一路可以设置 3 个阈值,所以每一路有 3 个报警级别。当功率值处于某一报警级别时,对应颜色的报警灯会亮,其流程如图 5。此外,本数据采集系统还带有光开关倒换接口,因此可以扩展光开关倒换单元。在

扩展了光开关倒换单元后,控制模块可根据用户的设置情况,若为自动保护倒换,启动光开关,进行保护倒换,如未设为自动保护倒换,则不倒换,而通过上位机发指令启动保护倒换。

需要说明的是:报警信息会在数据处理过程中附带在显示数据中,所以在 LCD 上的每一光功率数据后面将显示对应的报警级别,可以方便地监测和处理。

7 实验结论及相关参数

试验结果表明,本数据采集系统能够满足光纤通信系统中对功率检测设备的相关要求,可广泛应用于光通信的各级监测点。相关参数为:

- 1) 光功率采集周期 16 route/ s
- 2) LCD 全部数据同时刷新频率 1 time/ s
- 3) 光功率检测范围 10 ~ - 70 dBm

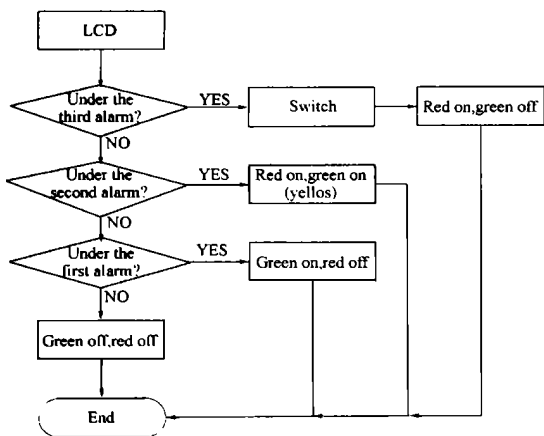


图 5 报警系统流程图

Fig. 5 Flow chart of alarm system

参 考 文 献:

- [1] 杨同友,刘炎卿. 光纤通信系统测试[M]. 北京:人民邮电出版社,1993.
- [2] 原 荣. 光纤通信[M]. 北京:电子工业出版社,2002.
- [3] 黄章勇. 光纤通信用光电子器件和组件[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2001.
- [4] Microchip PICmicro- Family Manual [Z]. Microchip Technology Inc,2002.
- [5] Datasheet of PIC16F877 [Z]. Microchip Technology Inc. , 1997.

作者简介:

占胜峰 (1978 -),男,硕士研究生,主要研究方向为控制理论及应用、单片机应用及电路设计。