

光纤环路工业以太网交换机的设计

摘要: 针对工业控制领域所采用的以太网交换机的具体需求, 给出了一种实现冗余光纤环路的 8 端口 10 / 100 M 工业以太网交换机的设计方案。详细介绍了以 32 位 ARM 内核微处理器为 CPU 的交换机硬件的设计思路, 同时也给出了软件各模块的设计思路及实现的主要功能。

关键词: 工业以太网 光纤环路 交换机 ARM 网络交换芯片 RTL8208 网络变压器 YL18-2401S

随着以太网技术的迅速发展及其在商用领域的应用日渐广泛, 越来越多的工业控制设备也逐渐使用以太网并采用 TCP / IP 协议作为主要的通信标准。虽然应用于工业控制领域的以太网标准与商用以太网相同, 但在工业控制领域, 还需要网络能在比较恶劣的工作环境下稳定地工作。因此, 用来连接工业设备的网络产品需要经过特别设计, 才能提供工业级的可靠性, 以满足长期连续运行的需求。另外, 在工业控制领域, 所需连接的设备分布较分散, 单个地方连接设备少, 这就对支持光纤冗余环路的 8 端口的光纤网络交换机产品有了较大需求。为了实现光纤冗余环路功能, 需要采用高性能的微处理器实现网络的管理和控制功能, 并采用高性能的网络交换芯片实现基本的 10 / 100 M 以太网交换功能。

下面主要介绍 CPU 采用 32 位 ARM 内核微处理器、具有 6 个 10 / 100 M 双绞线端口和两个 100 M 光纤端口、可实现冗余环路功能的工业以太网交换机的软、硬件设计思路。

1 硬件设计

光纤环路工业以太网交换机硬件主要分成两个模块: CPU 模块和交换模块。下面分别对这两个模块进行详细介绍。

1.1 CPU 模块

CPU 模块又可以划分为两部分, 即电源部分和 CPU 及外围电路部分, 原理框图见图 1。

电源部分要求提供两路 10 ~ 40 V 的直流电源, 这两路电源互为备份, 只要其中一路电源是正常的即可使系统正常供电。另外, 这两路电源的正常与否由连接到 CPU

上的两个 LED 发光管指示, CPU 如果发现有一路不正常, 就会驱动报警指示灯指示此路电源不正常, 并驱动继电器接通另一路电源。如果两路同时不正常, 由于继电器的报警输出为常闭触点, CPU 无输出信号, 继电器的触点是闭合的, 因此可以向远端提供报警信息。

MAX788 是开关稳压管, 该稳压管的输出电压为 3.3 V, 输出最大电流为 5 A, 输入电压范围为 8 V ~ 40 V, 内部开关频率为 100 kHz。

交换机的 CPU 选用 Atmel 公司的 32 位 ARM 内核微处理器芯片 AT91M40800, RAM 采用高速 256 K × 16 位的 SRAM CY7C1041BV33。

FLASH 存储器 29W400 用来保存程序和一些配置信息, 它的容量为 256 K × 16 位。AT91M40800 的串口扩展一个 RS-232 接口, PC 机通过 RS-232 口直接对交换机进行一些管理和设置。MAX823 是一个带 WATCHDOG 功能的电源监视芯片, 提供可靠的复位信号。

CPU 模块和交换模块之间通过 40 芯的插座进行连接, 主要对交换芯片实现寄存器设置和网络数据读写功能。JTAG 端口实现对 AT91M40800 的实时仿真和将程序下载到 FLASH 存储器中。

1.2 交换模块

交换模块主要由 MAC 层主交换芯片 VT6510B 和物理层芯片 RTL8208, 网络变压器 YL18-2401S 组成。主交换芯片采用 VIA 公司生产的 VT6510B, 该芯片有 9 个 10 / 100 M 端口和 1 个 1 G 端口, 内嵌 384 KB 的控制 RAM 和包交换缓冲 RAM, 可以实现完整的交换功能; 另外提供主机接口, 以便外部 CPU 对本交换芯片进行初始化和管

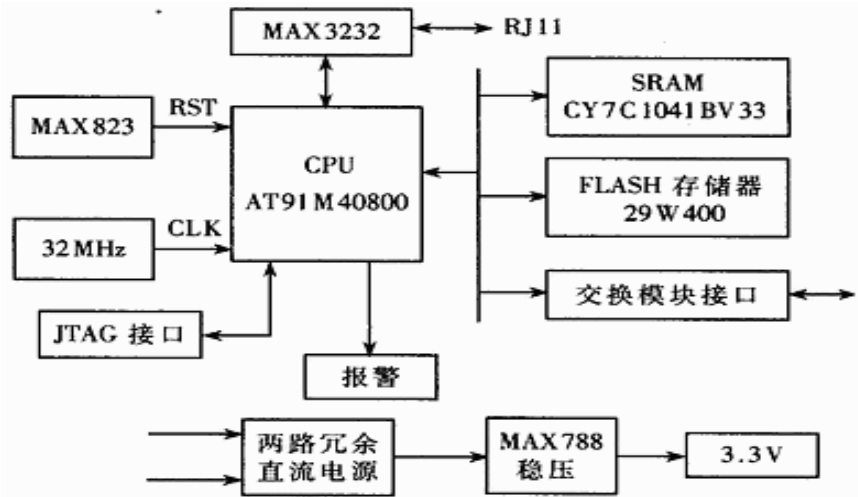


图 1 CPU 模块原理框图

8个10/100M端口通过RMII接口与Realtek公司生产的物理层芯片RTL8208连接。RTL8208芯片共集成了8个物理层的端口，这8个端口可以配置成采用10/100BASE-TX（双绞线接口）或100BASE-FX（光纤接口）。本系统采用了6个10/100BASE-TX端口和两个100BASE-FX端口。6个10/100BASE-TX端口需要通过隔离变压器YL18-2401S与RJ-45接口连接，YL18-2401S是一个提供4路RJ-45接口的隔离变压器。两个100BASE-FX端口可以直接与光纤收发器V23826连接，该收发器提供单模SC接口。另外，物理层芯片RTL8208可以通过串行移位寄存器74HC164外接LED发光管输出显示每个网络端口的状态。

由于VT6510B和RTL8208的核心工作电压是2.5V，所以还要采用低压降的稳压芯片MAX1818把3.3V的电压降到2.5V。

交换模块的原理框图见图2。

2 软件设计

本交换机软件设计的主要任务是对交换芯片VT6510B的寄存器进行设置，使之能实现基本的交换功能；另外可以由上位机通过RS-232口或交换机上的网络端口对本交换机进行设置，实现网络端口的状态监视、冗余环路、虚拟局域网等各项高级管理功能。

根据产品的设计要求，交换机的软件可以划分为以下几部分：

(1) 初始化

主要完成对CPU各寄存器的初始值设置和对交换芯片的各个寄存器的初始值设置，启动交换机开始工作。

(2) 网络协议

实现802.1d、802.1w、802.1q以及PING、ARP、BOOTP、IP、TCP、UDP等网络协议。

(3) 网络管理及功能设置

通过RS-232口实现对交换机一些基本参数的设置和状态监视。另外在实现上述网络协议的基础上，也可以直接通过网络实现对交换机的参数设置和实时状态监视。

(4) 故障诊断及冗余环路实现

实现对电源及交换机其它部件的故障自诊断和报警，按照所设定的冗余环路实现协议和策略，监视网络当前连接状态并实现网络的自愈功能。

由于工业以太网交换机与通常的商用交换机有很多的共同点，又有一些不同点，因此在设计时借鉴了商用以太网交换机的原理，同时又兼顾到了工业以太网设备的特点。本设计选用了功能较强的交换芯片、网络物理层芯片和收发接口电路，并采用了基于ARM内核的32位嵌入式处理器来实现交换机的高级网络功能。

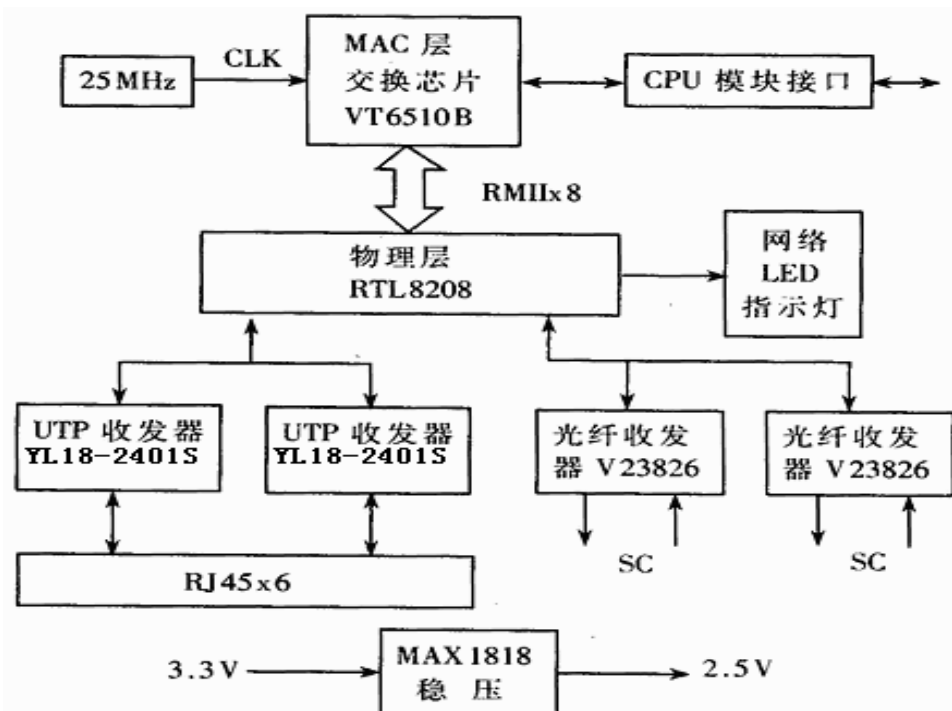


图2 交换模块的原理框图