

基于 ARM 的船用传感器集成平台

作者:汪亭玉 陈家胜 来源:微计算机信息

摘要: 介绍基于 ARM7 微控制器, 设计船用传感器集成平台的硬件软件实现方法, 给出了以 S3C44B0X 芯片为核心的硬件设计的原理图, 详细阐述了 S3C44B0X CPU 核心电路、模拟信号测量电路、周期信号测量电路以及系统测控软件的设计方法。ARM 船用传感器集成平台, 利用其强大的测量控制能力及数据计算处理能力, 可以配接机舱内十多种模拟式和数字式传感器, 应用于中小型船舶机舱集中监视与报警系统中。

关键词: 船用传感器; ARM; 嵌入式系统; S3C44B0X

Abstract : In this paper a method of developing the marine sensor Integrated platform based on ARM7 micro-controller is introduced. The principle graphic of hardware design based on S3C44B0X is presented ,and the design of S3C44B0X CPU core circuits、 analog test circuit and cycle/frequency circuit and software of system measurement and control is expatiated in detail. The ARM 7 microprocessor was applied to the marine sensor Integrated platform. Combining the powerful data calculation and control capability of ARM, the kinds more than 10, analog and digital sensor can be connected which also has a surveillance of the parameter in its dynamic records of alarms application in medium or small ship's cabin.

Keywords: marine sensor; ARM microcontroller ; embedded system ; S3C44B0X;

0 引言

基于 ARM 的船用传感器集成平台是一种新型船用数据采集装置, 它可以连接船舶机舱内十多种模拟式和数字式传感器, 模拟式如温度、压力、流量等传感器; 数字式如转速、液位等传感器。系统可自动完成一个或多个传感器的独立或融合测量及控制, 并应用于中小型船舶机舱集中监视与报警系统或海船船员适任考试培训教学中。

图 1 是基于 ARM 的船用传感器集成平台结构示意图。其中由 Samsung 公司的 ARM7TDMI32 位微处理器 S3C44B0X、8M SDRAM (HY57V641620HG)、4M Flash (28F320C3BA100) 组成 32 位嵌入式基本系统。由 320×240 彩色 LCD(LFUBK911A)、4×5 矩阵键盘(CH452)实现人机对话; 12 位 A/D 转换器(MAX1246)

作为模拟信号测量电路，S3C44B0X 自带的定时器和通用 I/O 口用于周期信号测量，配合多路开关可支持多达 32 路传感器信号。JATG 调试接口、主从式 USB 接口（CH375）、RS232 串口等用于开发阶段和使用时的各种串行通信。

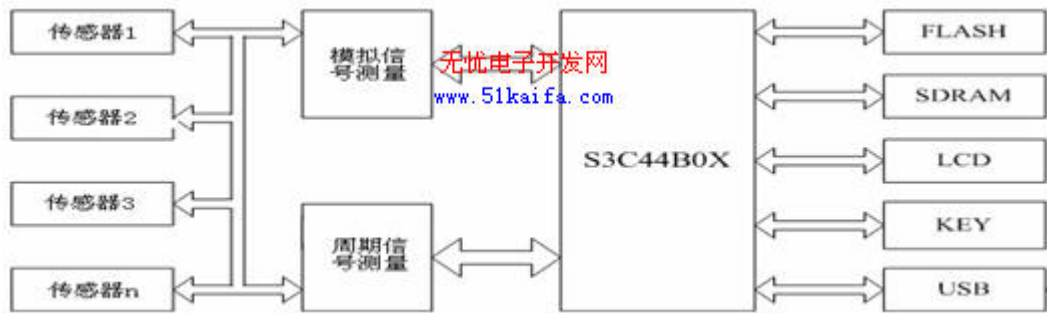


图 1 系统结构示意图

1 系统主控电路设计

系统主控电路中，CPU 电路是硬件系统的基础和控制核心，用于软件代码的存储和指令的执行，主要由 CPU（S3C44B0X）、SDRAM（HY57V641620HG）、Flash（28F320C3BA100）和复位芯片 MAX811 等器件组成。

见图 2。

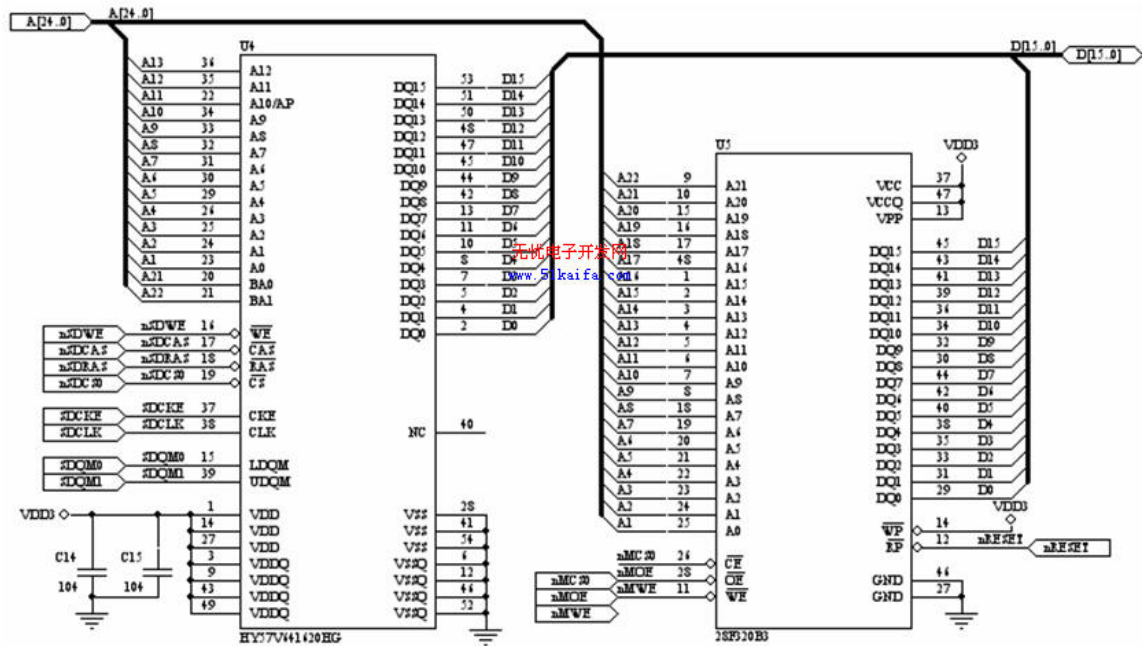


图 2 CPU 电路原理图

1.1 SDRAM 电路设计

SDRAM HY57V641620HG 数据总线宽度为 16 位，系统对 SDRAM 读写操作时，忽略地址线 A0，而从 A1 开始。其行列地址线复用，共 20 根地址线，12 根行地址线，8 根列地址线，两根 Bank 选择线，可选 4 个分区，容量为 $1\text{M} \times 4 \text{ banks} \times 16 \text{ bits} = 8\text{MBytes}$ 。与 S3C44B0X 的内存映射 SDRAM 地址 0x0C000000H~0x0DFFFFFFH 和 0x0E000000H~0x0FFFFFFFH 对应的片选信号为 nGCS6 和 nGCS7。选用 nGCS6 作为 SDRAM(HY57V641620G)的片选信号，其容量为 8MB 字节,地址范围是 0x0C000000H~0x0C7FFFFFFH。

通过设置 SDRAM HY57V641620HG 的特殊功能寄存器(SFR)决定其工作方式。这些特殊功能寄存器(SFR)包括：总线宽度/等待控制寄存器(BWSCON)；Bank6/7 控制寄存器(BANKCON6/7)；DRAM/SDRAM 刷新控制寄存器(REFRESH)；Bank 大小寄存器(BANKSIZE)；Bank6/7 模式设置寄存器(MRSR6/7)。正确设置这些寄存器，具体可以参考 S3C44B0X 手册^[4]。

1.2 Flash 电路设计

选用 Flash(28F320C3BA100)作为系统程序代码和固定参数的存储区。28F320C3BA100 亦为 16 位数据宽度，其地址线连接仍从 A1 开始。S3C44B0X 上电复位后 PC=0x0C000000H，从地址 0x0C000000H 执行第一条指令，故选用 nGCS0 作为 28F320C3BA100 片选信号，/RP 引脚接系统复位信号 nRESET；/WP 引脚接高电平，禁止器件写保护。硬件连接见图 1。28F320C3BA100 初始化，主要是对特殊功能寄存器 BANKCON0 控制寄存器设置，决定其地址信号和片选信号 nOE 的建立时间。

2 测控电路设计

图 3 给出了船用传感器集成平台测控电路，它支持多达 32 路的模拟信号与周期信号的测量，限于篇幅仅给出其中一部分。

2.1 模拟传感器测量电路

被测模拟式传感器信号范围为双极性 V，最高频率≤10KHZ，为此选用 12 位逐次比较型 A/D 转换器芯片 MAX1246，它采用单/双极性可编程工作模式、高带宽的采样/保持器、采样速率可达 133 ksps；3 线串行 SPI 接口，与 S3C44B0X 的 SPI 接口兼容；其工作电压范围为+2.7V 至 3.6V，133ksps 时仅 4mW 的低功耗。

图 3 中的模拟量测量电路：来自传感器的模拟信号，经精密电位器衰减后接入 MAX1246。串行数据输入 DIN、串行数据输出 DOUT、片选、串行时钟输入 SCLK 等分别与 S3C44B0X 的 GPF5、GPF7、GPE0、GPF8 相连，通过串行操作实现对 MAX1246 控制字节的写入和转换结果读取。MAX1246 具有内部和外部两种时钟工作模式，本系统使用片内 1.8MHZ 时钟，而串行工作时钟 SCLK 由 S3C44B0X 系统提供；

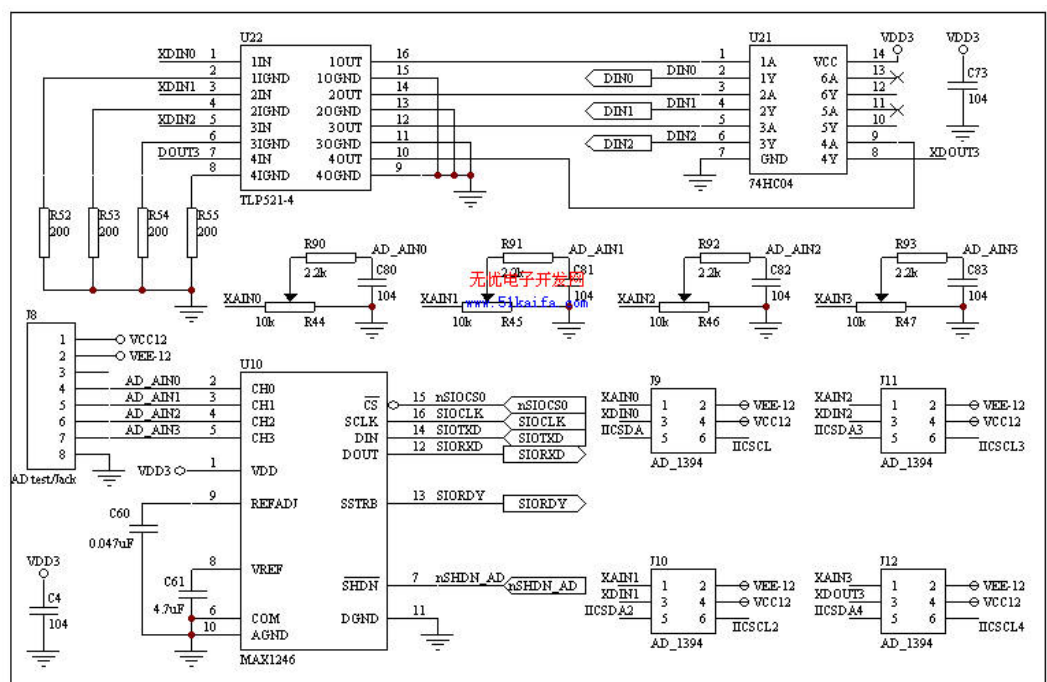


图 3 模拟与数字信号测量电路

片选信号 = 1 时串行数据输出端 DOUT 为高阻态；转换开始后，串行选通输出端 SSTRB 为低电平，结束后为高电平，用于查询 MAX1246 的工作状态。其工作时序可参考相关手册。

2.2 数字传感器测量电路

周期/频率信号的测量，低频信号采用的是测周期法（图 4-a）由电路提供标准时基信号，被测信号的周

期作为闸门，对时基计数得 n_x ，有计数 $T_x = n_x T_s$ 。中频信号采用多周期同步法。待测信号分别输入

两计数器同步计数（图 4-b）。MCU 给出闸门开启信号，在被测信号上升沿开始计数。此后两计数器分别对被测信号和标准信号计数。当 MCU 关闭闸门，且被测信号进入上升沿时结束计数，完成一次测量过程。图中实际闸门与参考闸门最大差值不超过被测信号的一个周期。设被测信号的计数值为 N_x ，时基信号的计数值为 N_0 ，时基信号频率为 f_0 ，则被测信号频率为： $f_x = (N_x / N_0) f_0$ 。对于高频信号采用频率测量法。充分利用 MCU 内的两个定时/计数器（图 4-c）。一个作为定时器，给出标准闸门信号 T_x ，另一个作为计数器，对 T_x 内的被测信号 f_x 的直接进行计数得 N_x ， $f_x = N_x / T_x$ 。

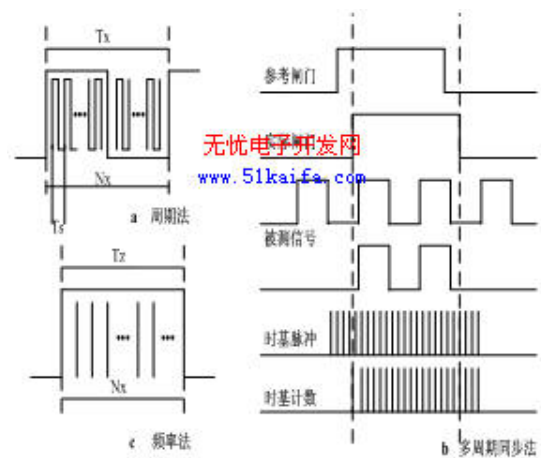


图 4 周期信号测量原理图

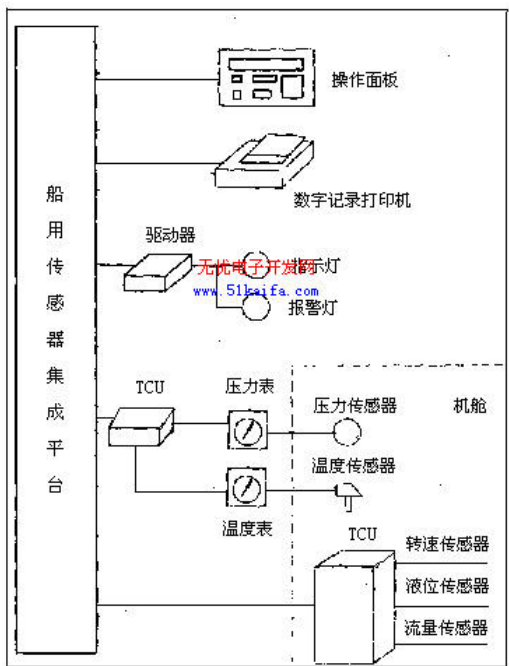


图 5 船用传感器集成平台实际布置图

ARM 的时间量测量方法。S3C44B0X 内部设计有 6 个可编程的 16 位定时器/计数器电路和高稳定度的标准频率源。被测周期信号通过光耦合器件 TLP521 隔离和抑制干扰,经 74HC04 整形后再送入 S3C44B0XPE5 口。低频测量采用多周期同步法。把被测信号作为闸门,端口 PE5 当作 I/O 口使用,当读到信号的第一个上升沿时,S3C44B0X 内部定时器 0 开始定时工作,机内频率 $div = MCLK / 256 / 2$,初始值为 65535,以后每读到 PE5 口的一个上升沿,计数值 a 加 1。当定时器倒数到 0 时,读出 a 的值,则实际共计到 (a-1) 个周期。此时有 $f_x = [(a-1) * div] / 65535$ 。高频测量采用的是测频率法,S3C44B0X 的 PE5 口作为时钟输入。将定时/计数器 0 作为定时器,产生闸门信号,初值为 2048,则闸门宽度 $T_x = 2048 / div$;使用定时/计数器 4 对输入信号进行计数,初值为 65535。从某一时刻起同时启动定时器 0 和计数器 4,当定时器 0 倒数到 0 时,读出计数器 4 的计数值 b,因此, $f_x = [(65535 - b + 1) * div] / 2048$ 。图 3 给出了该平台周期信号测量的实际电路。

3 船用传感器集成平台测控软件

船用传感器集成平台实际布置如图 5。船用传感器集成平台测量控制的工作过程是:设在机舱内监测现场的各模拟量、数字量传感器将相应的测点参数送到输入电路的输入端,由其对所送电信号进行变换,放大和光电藕合等处理,得到符合采样要求的电信号,数据采集软件按一定的顺序和周期对这些信号经转换开关送 A/D 转换电路,转换被测参数的物理量存放于船用传感器集成平台的内存存储器 RAM 中。并由 ARM 微机进行处理输出到显示,打印,报警回路等。

根据以上分析,设计船用传感器测控软件。船用传感器测控软件系统由三部分构成:启动程序(Romstart)、硬件模块功能函数和应用程序。启动程序。嵌入式系统上电复位后,存放在 Flash 0x0 处的启动程序被加载运行。启动程序首先对系统硬件进行初始化设置:禁止看门狗、禁止所有中断、设定时钟控制寄存器、锁相环倍频设定、所有功能单元块时钟使能、设定存储器控制寄存器、初始化堆栈、中断向量的初始化。然后进行地址重映射并将应用程序调入到 SDRAM 中。最后将 PC 指针指向应用程序的入口处,即 main 函数,准备运行系统应用程序。启动程序用汇编指令写成。硬件模块功能函数主要包括实现 SPI(AD 测量、键盘)、

I²C、LCD、USB、读写 FLASH 等部件操作功能的函数。应用程序由主监控程序和各功能程序组成，功能程序划分为六大模块：工作模式选择、功能选择、参数设置、模拟与数字信号测量、数据处理和存储读出等。应用程序基于图形用户界面设计。界面风格采用屏幕左侧为按键操作区，右侧为显示区的便于操作的友好平台。除启动程序外，所有程序均由 C 语言写成，以增加通用性、可读性和可维护性。

4 结论

基于 ARM 的船用传感器集成平台由 S3C44B0X CPU 核心电路、MAX1246 模拟信号测量电路、周期信号测量电路以及系统测控软件组成。可以完成船舶机舱内多个传感器的测量与控制。它具有通用性，适用于中小型船舶机舱集中监视与报警系统或海船船员适任考试培训教学中。

本文作者创新点：将先进的 ARM 嵌入式技术应用于船舶机舱集中监视与报警系统中，给出了具体的实现方法和设计，该方案简化了系统的结构，可改善船舶的操纵性能，提高主机工作的可靠性、经济性和船舶航行的安全性，为进一步实现无人机舱创造了必要条件。

参考文献

- [1] 李岩. 基于 S3C44B0X 嵌入式 uClinux 系统原理及应用[M]. 北京:清华大学出版社,2005: 197 — 210。
- [2] 陈绩. ARM 嵌入式技术实践教程[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005: 97 — 122。
- [3] 王宪. 基于 ARM 平台的远程视频监控系统的研究[J]. 微计算机信息, 2007, 2: 178 — 180。
- [4] 曹海平. 基于 ARM 的嵌入式网络传感器系统的设计[J]. 微计算机信息, 2007, 17: 139 — 141。
- [5] SAMSUNG ELECTRICS. S3C44B0X RISC MICROPROCESSOR USER manual, 2002。