

# VxWorks 在 ARM7 应用系统上的 BSP 设计

郭黎利, 杨帆, 杨翠娥

(哈尔滨工程大学 信息与通信工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

**摘要:** 嵌入式信号检测应用系统可实现只用一片处理器, 完成信号处理和外围电路控制双重功能。基于 S3C4510B 芯片和 VxWorks 操作系统讨论了嵌入式信号检测系统硬件设计及其布板中的关键。介绍了针对这款芯片的 BSP 开发包的选择和包下文件组成, 结合文件说明了 VxWorks 系统的引导顺序, 并且详尽地给出针对该硬件环境下 BSP 的具体文件的开发和函数的修改, 提出了开发中需要注意的问题。也可为其目标板的 BSP 开发提供参考。

**关键词:** 板级支持包; VxWorks; S3C4510B; 信号检测

中图分类号: TP332.3 文献标识码: B 文章编号: 1003-7241(2007)01-0045-05

## The design of Vxworks System BSP for the ARM7 Platform

GUO Li-li, YANG Fan, YANG Cui-e

(College of Communication and Information, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

**Abstract:** The embedded signal detection system can process signal and control circuit in a single chip. The design of this platform with S3C4510B chip and the Vxworks system is presented. The BSP (Board Support Packet) for the operating system-Vxworks is also introduced.

**Key words:** BSP; VxWorks; S3C4510B; signal detection

### 1 引言

VxWorks操作系统是美国Wind River System公司于1983年设计开发的一种嵌入式实时操作系统(RTOS)。它以其良好的可靠性和卓越的实时性被广泛地应用在通信、军事、航空、航天等高精尖技术及实时性要求极高的领域中<sup>[1][2]</sup>。

BSP是板级支持包,是介于主板硬件和操作系统之间的一层,应该说是属于操作系统的一部分,主要目的是为了支持操作系统,使之能够更好的运行于硬件主板<sup>[1]</sup>。

但嵌入式系统在信号处理方向却没有得以应用,本文研究了基于Samsung公司的S3C4510B处理器信号检测硬件环境及其BSP设计,主要内容包括:嵌入式信号检测硬件平台设计、BSP文件组成、VxWorks系统启动顺序、BSP软件包选择和根据硬件设计修改裁减出相应的BSP。此平台在自动控制领域同样有很好的应用。

### 2 S3C4510B信号检测硬件平台设计

Samsung公司的S3C4510B是基于以太网应用系统的高性价比16/32位RISC微控制器,内含一个由ARM公司设计的16/32

位ARM7TDMI RISC处理器核,ARM7TDMI为低功耗、高性能的16/32核,最高主频50MHz<sup>[3]</sup>。

#### 2.1 Flash电路设计

Flash存储电路采用两片16位AMD公司的AMD29LV160D,扩展成32位Flash存储电路系统,具体接法参照图1所示,图中上面一片Flash定为低16位,下面一片为高16位。

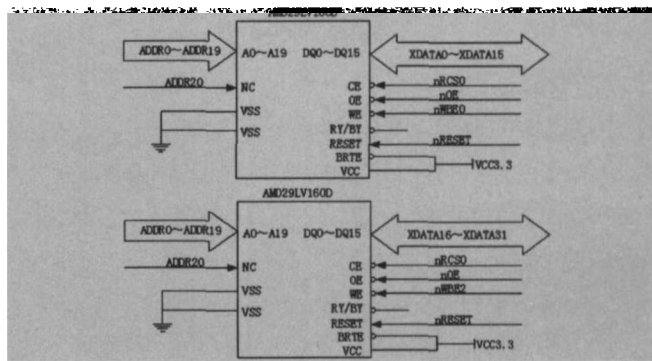


图1 Flash电路设计原理图

此时将S3C4510B的B0SIZE[1:0]置为'11',选择ROM/SRAM/FLASH Bank0为32位工作方式。

#### 2.2 SDRAM电路设计

收稿日期: 2006-07-11

SDRAM存储电路采用两片16位现代公司的HY57V641620HG, 扩展成32位, 接法参照图2所示。

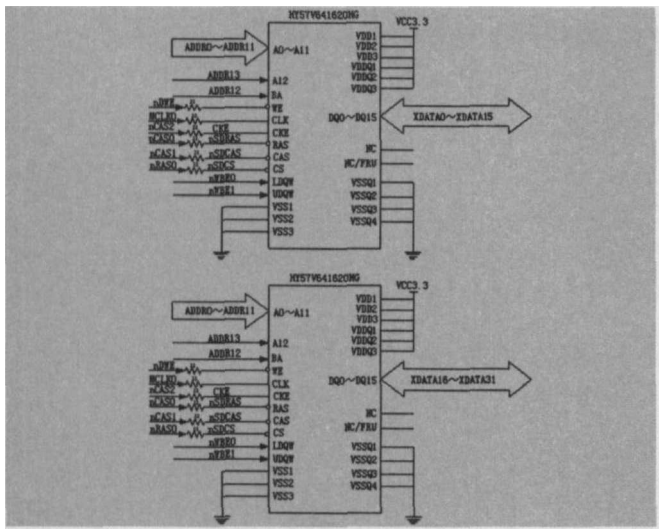


图2 SDRAM电路设计原理图

### 2.3 其他电路设计

配以Linear Technology公司的LT1085CT-3.3 DC-DC转换器和7805稳压芯片构成的电源电路、10M有源晶振时钟电路、DALLAS公司的DS1819C构成复位电路、14针JTAG调试接口、Davicom公司的DM9161E加网络隔离变压器H1102构成的以太网电路、由Analog Devices公司的AD9852、LF351LN运放和无源椭圆滤波电路构成的D/A电路,完成硬件平台,如图3所示。

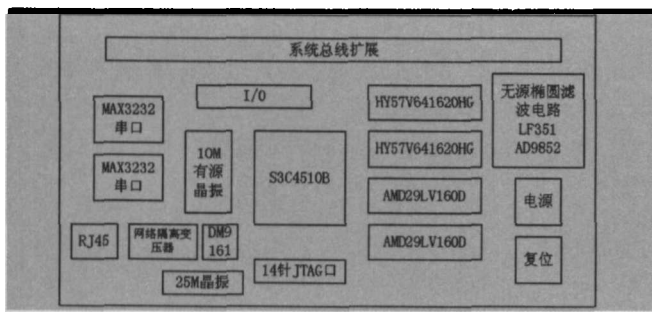


图3 硬件电路板结构

### 2.4 电路布板

在本系统中, S3C4510B的片内工作频率为50MHz, 其中以以太网接口电路的工作速率高达100MHz以上, D/A电路部分又需要四种不同电压电源供电, 因此, 在印刷电路板的设计过程中, 应该遵循一些高频电路的设计基本原则, 否则会使系统工作不稳定甚至不能正常工作<sup>[3]</sup>。

在布板过程中应该注意以下几个方面:

- 注意电源的质量与分配。
- 同类型信号线应该成组、平行分布。
- 时钟信号线的分布。

## 3 BSP文件组成

编写BSP主要关心两个目录下的文件: target\config\all和target\config\bspName<sup>[4][5]</sup>。

target\config\all目录下的文件被作为VxWorks结构产品的部分给出, 一般情况下不要修改这些文件。它包含: bootConfig.c(引导ROM映像的主初始化和控制文件)、bootInit.c(引导ROM初始化第二步)、configAll.h(通用内核配置文件)、dataSegPad.s(VxVMI文本段保护)、usrConfig.c(传统VxWorks映像的主初始化编码)和version.c(VxWorks版本描述信息)。

target\config\bspName目录下就是所要修改或编写的BSP文件, VxWorks操作系统引导过程所需的程序文件大多包含于此, 与系统硬件密切相关。

## 4 VxWorks引导过程

对于目标板VxWorks有三种可用的启动策略: 压缩ROM策略bootInit.o、未压缩ROM策略bootInit\_res.o和常驻ROM策略bootInit\_uncmp.o。不同的映像策略启动顺序不同, 但差别不大, 下面以未压缩ROM策略内核为例, 介绍启动顺序。

基于ARM处理器的系统, 上电后会自动加载并运行位于0地址的指令, 通常在0地址处会放置一条跳转指令, 使其跳转到\_romInit()<sup>[5]</sup>。

系统上电后, 就开始执行位于romInit.s中的romInit()例程。该例程的主要工作就是初始化CPU, 配置处理器的工作模式, 以及配置存储器。然后执行位于bootInit.c中的romStart()例程, 主要工作是将Flash中的启动代码拷贝到RAM中, 例程的最后调用sysALib.s中的sysInit()例程。sysInit()例程是内核映像的入口, 其主要工作是清除Cache中的数据, 设置中断向量表, 清除未决的中断, 设置处理器的各寄存器, 最后使用bootType参数调用usrInit()。usrInit()例程位于usrConfig.c中, 用于完成最后的CPU初始化部分, 关闭其他硬件设备, 为内核的初始化和启动准备一个单线程的环境, 该例程一般由Wind River提供, 无需更改, 只是其中会调用usrLib.c中的函数sysHwInit(), sysHwInit()函数与系统硬件相关。usrInit()例程的最后会调用kernelInit(), kernelInit()例程位于lib文件夹下的相应调试链.a文件中, 由Wind Rive公司以库的形式提供, 该例程的最后将会创建Vxworks的第一个任务usrRoot(), 并由该任务完成系统的最后初始化。usrRoot()例程位于usrConfig.c中, 该例程为系统的多任务环境作准备, 首先会执行sysClkConnect()例程, 该例程会调用位于usrLib.c中的sysHwInit2()函数来执行在sysHwInit()中未完成的硬件初始化, 完后usrRoot()例程进一步初始化定时器, 应用sysClkEnable()启动定时器, 从而建立起多任务环境, 接下来就可以初始化并启动应用程序, 如首先会启动编写在usrAppInit.c中的应用程序。

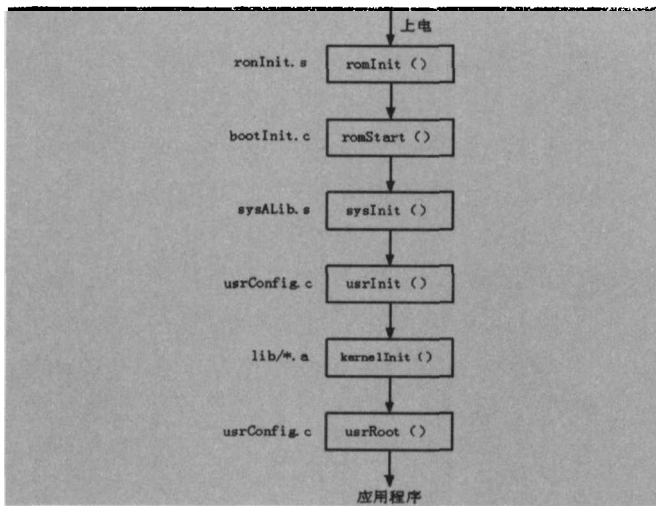


图4 VxWorks未压缩ROM映像启动顺序

## 5 BSP的移植

通常在开发BSP的时候是在原有Tornado的BSP目录下找一个与所使用的BSP相近的BSP包进行修改和编写。根据硬件平台选用TORNADO.V2.2.FOR.ARM中的wrSbcArm7包进行修改。BSP工具包中的文件较多,一般情况下为硬件系统配置合适的BSP,只需要在其中四个文件中进行添加函数或修改: config.h文件、Makefile文件、sysLib.c文件和bspName.h文件。

### (1) 修改config.h文件

修改启动参数配置:

```

#define DEFAULT_BOOT_LINE
"sng(0,0) host:vxWorks " \
"h=192.168.1.0 " \
"e=192.168.1.1 " \
"g=192.168.1.2 " \
"u=target " \
"tn=targetname"
  
```

sng(0,0)表示为网络启动设备, sng这个标识会因为使用的驱动程序不同而有所不同, host表示主机名, h表示主机IP地址, e表示目标机IP地址, u表示用户名, 还可以加入语句"pw=000"表示密码, tn表示目标机名。

修改存储大小和地址的宏定义:

```

#define LOCAL_MEM_LOCAL_ADRS 0x0c000000 /*
SDRAM 起始地址 */
#define LOCAL_MEM_BUS_ADRS 0x0c000000
#define LOCAL_MEM_SIZE 0x01000000 /*
SDRAM 大小 16M */
#define ROM_BASE_ADRS 0x00000000 /*
Flash 基地址 */
#define ROM_TEXT_ADRS ROM_BASE_ADRS/*
  
```

代码在Flash中的起始地址 \*/

```

#define ROM_SIZE 0x00200000
/* 存放 VxWorks 的 Flash 大小 2MB */
#define ROM_COPY_SIZE ROM_SIZE
#define ROM_SIZE_TOTAL 0x00400000 /*
Flash 总数 4MB */
#define RAM_LOW_ADRS 0x0c006000 /*
VxWorks 入口地址 */
#define RAM_HIGH_ADRS 0x0c480000 /*
Bootrom 在 RAM 中的起始地址 */
  
```

由上面所述的硬件环境设计,可知两片Flash配置到ROM/SRAM/Flash Bank0, 两片SDRAM配置到ROM/SRAM/Flash Bank6, 根据S3C4510B系统存储器映射, Flash基地址为0x0, SDRAM基地址为0x0c000000。裁减出的VxWorks系统大小一般为1M左右, 定义存放VxWorks的Flash大小2MB, 两片Flash总大小为4MB, 余下的空间可用来写上电后自动运行的应用程序, 其主函数在usrAppInit.c中编写。

```

#undef INCLUDE_FLASH
/* 去掉 INCLUDE_FLASH 定义以免配置相冲突 */
#undef INCLUDE_LCD /* 去掉 LCD 支持 */
#undef INCLUDE_LED /* 去掉 LED 支持 */
添加串口配置:
#define INCLUDE_SERIAL
.....
#define NUM_TTY N_SIO_CHANNELS
#define CONSOLE_TTY 0
#undef CONSOLE_BAUD_RATE
#define CONSOLE_BAUD_TATE 38400
#define SERIAL_DEBUG
下载和调试的波特率不能太高, 将 115200 改为 38400。
添加配置 WBD 服务器通信设备:
#ifdef SERIAL_DEBUG
#define WDB_NO_BAUD_AUTO_CONFIG
#undef WDB_COMM_TYPE
#undef WDB_TTY_BAUD
#undef WDB_TTY_CHANNEL
#undef WDB_TTY_DEV_NAME
# define WDB_COMM_TYPE
WDB_COMM_SERIAL /* WDB in Serial mode */
#define WDB_TTY_BAUD 38400 #define
WDB_TTY_CHANNEL 1 #define
WDB_TTY_DEV_NAME "/tyCo/1"
/* default TYCODRV_5_2 device name */
  
```

```
#endif /* SERIAL_DEBUG */
```

同样也要将波特率调整为38400。

### (2) 修改Makefile文件

Makefile文件中存储大小和地址的宏定义要和config.h中保持一致,在这里不重复了。由于VxWorks要下载烧写到Flash器件中,所以必须将带调试符号的目标文件转换为不带调试符号的Vxworks二进制目标码[5],添加的程序描述如下:

```
bootrom.bin:bootrom
-@ $(RM) $@
$(EXTRACT_BIN) -O binary bootrom $@
.....
```

```
Vxworks_rom.bin:Vxworks_rom
-@ $(RM) $@
$(EXTRACT_BIN) -O binary Vxworks_rom $@
.....
```

-O后即为编译器生成指定文件名的可执行文件,\$@表示扩展为当前规则的目标文件名。这里默认编译器为GNU C/C++ Compiler。

### (3) 修改sysLib.c文件

首先去掉初始化LED和LCD的代码:

```
/* sysLcdInit(), /* initialize the LCD panel */
.....ARMARCH4*/
/* sysLedInit(), /* initialize the LED */
```

如上面介绍系统启动顺序所述,usrInit()例程会调用usrLib.c中的函数sysHwInit(),这里需要对sysHwInit()函数进行配置,配置程序如下:

```
void sysHwInit (void)
{
/* 安装 IRQ/SVC 模式的堆栈设备程序 */
_func_armIntStackSplit = sysIntStackSplit,
#ifdef FORCE_DEFAULT_BOOT_LINE
strncpy(sysBootLine,DEFAULT_BOOT_LINE,strlen
(DEFAULT_BOOT_LINE)+1),
#endif
#ifdef INCLUDE_SERIAL
sysSerialHwInit(),
/* 初始化串口设备数据结构 */
#endif
.....
}
```

### (4) 修改wrSbcArm7.h文件

在wrSbcArm7.h文件中可以对S3C4510B的特殊寄存器进行配置。文件中存储大小和地址的宏定义以及去掉初始化LED

和LCD代码,与上面相同,不再重复。

根据上面的硬件设计,ROM/SRAM/Flash Bank0的数据总线宽度为字(32位),可修改如下定义:

```
* -> EXTDBWTH : Memory Bus Width register*/
#define DSR0 (3<<0)
/* ROM0, 0 : Disable, 1 : Byte etc.*/
```

即配置S3C4510B的特殊寄存器EXTDBWTH[1:0]为“11”,即为设置ROM/SRAM/Flash Bank0的数据总线宽度为字。其它类似之处可根据硬件设计需要和S3C4510B用户手册进行修改,这里不再过多表述。

## 6 Vxworks的生成

在Tornado2.2集成开发环境下用设计好的BSP创建一个bootable VxWorks image工程,在组件管理中根据需求调整工程组件并依照Tornado用户手册配置target server(在tool菜单中)[6],如:首次调试不需要网络支持,在network components选项单右击选择Exclude 'network compone'来去除,需要添加Shell调试功能,可在相应的选项右击单击并选择Include 'target shell compone',将Shell部件添加到工程中等等。配置完毕后使用Build编译该工程分别生成bootrom.hex映像文件和Vxworks映像文件,可采用仿真器下载到目标板中,上电运行,如图5所示。



图5 Shell运行界面

最后要注意在每次修改完系统的配置信息(如:config.h)后,都要重新创建一个工程来编译VxWorks映像,以免出现代码不一致的问题。

## 7 结论

本文介绍了BSP工具包主要文件的组成和VxWorks操作系统的引导启动顺序,给出了基于Samsung公司的S3C4510B处理器的嵌入式信号检测应用平台的设计,并根据设计的硬件环境给出了适合该硬件系统的BSP文件修改和裁减移植方法,建立起适合该目标板与主机之间的开发调试环境,对其它目标板BSP开发有一定的参考价值,也为信号检测应用程序的开发打下基础。

参考文献:

(下转第53页)

①手动方式:输出信号OUT不通过PID运算,是通过操作人员操作键盘改变OUT值而达到控制调节阀的目的,此工作方式适用于应急及检修状态。

②半自动方式:回路输出信号需经PID运算,其设定值SP是预先设定好的定值,此值在生产过程中可以进行调整。

③自动方式:设定值SP是一变量,随浇钢钢种、铸坯断面和拉坯速度的改变而改变,在这种控制方式中,首先根据以上信息和数据计算了SP作为给定值,然后在经过PID运算计算出控制量OUT,实现了冷却配水的全自动控制。

根据系统要完成的功能及不同的控制方式的选择,设计出系统的主要程序流程图如图4所示。

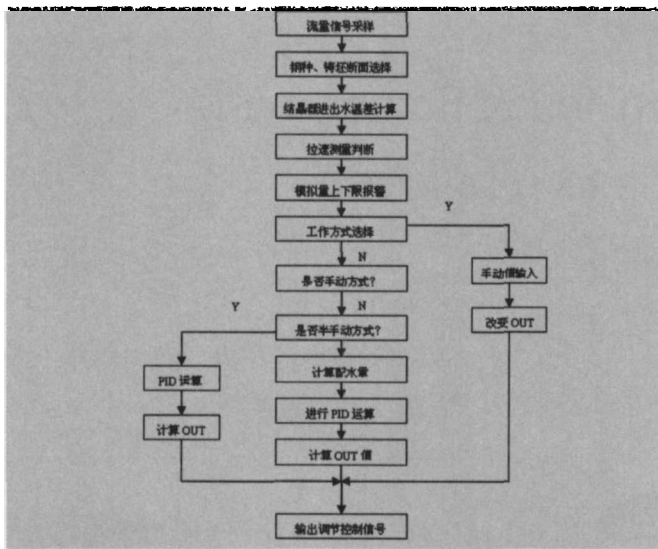


图4 主要程序流程图

在上述系统中,PID调节运算和模拟量报警是采用STL(语句表)程序模块完成,其余程序利用梯形电器梯形图编写。

## 5 计算机工作站监控软件设计

在现代的自动化控制系统中,友好的计算机监控界面是必不可少的,它可以极大的提高整套系统的可操作性及易用性,一般计算机工作站监控软件使用组态软件如:IFix、WINCC、RSVIEW32等,此类软件使用方便,功能强大,开发周期短。组态工作完成后可进入实时运行状态,可对PLC参数进行读写,可将系统变量参数及运行状态以文本和各种形式的图形画面(棒形图、趋势图、自由格式画面等形式)通过CRT显示出来,供现

(上接第48页)

[1] [美] WIND RIVER. VxWorks BSP User Guide[M]. Tornado2.2 2002.  
[2] [美] WINF RIVER. VxWorks Programmer Guide[M]. Tornado2.2 2002.  
[3] 李驹光, 聂雪媛, 江泽明, 王兆卫. ARM 应用系统开发详解[M]. 北京:清华大学出版社, 2003.  
[4] 孔祥营, 柏桂枝. 嵌入式实时操作系统 VxWorks 及其开发环境 Tornado[M]. 北京:中国电力出版社, 2002.

场操作人员监视,现场操作人员根据实际情况可通过键盘进行画面选择,非常方便地对生产过程进行控制。

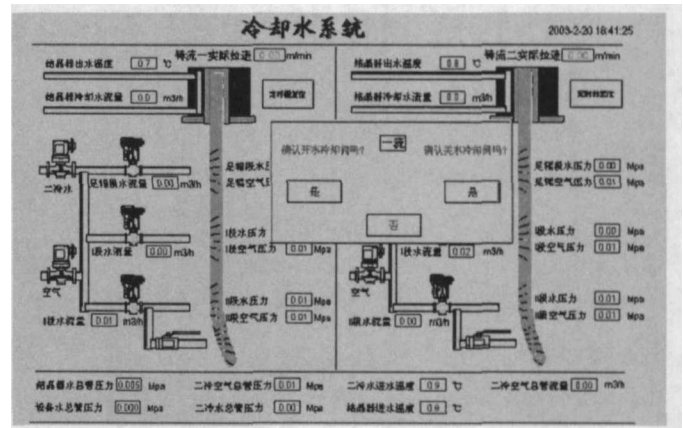


图5 水系统全貌显示画面

二冷水控制系统组态后,投入生产运行,主要显示的画面包括:

1. 连铸机配水系统全貌显示画面。如图5所示。
2. 其它人机画面。

其它人机画面还包括:

二冷水配水系统调节主画面及控制方式选择(回路手动-半自动-自动)画面;钢种、铸坯断面设置、配水参数下载画面;二冷水实时及历史趋势记录画面;故障报警及故障记录画面等。

## 6 结束语

PLC二冷配水自动控制系统使二冷配水由原来的人工估量配水改变为有效地监控配水,操作由原来的人工搬动阀门改变为自动或遥控操作,提高了生产的自动化水平和生产的产量和质量,降低劳动强度,使企业的竞争力有很大的提高。

## 参考文献:

[1] 温钢云, 黄道平. 计算机控制技术[M]. 广州:华南理工大学出版社, 2001.  
[2] SIEMENS公司. SIMATIC S7-300 可编程序控制器产品目录[Z], 2003.  
[3] STEP7 用户手册[Z], 2003.

作者简介: 韩雷(1972-)男,工程师,主要从事冶金行业自动化控制系统的及研究工作。

[5] 李忠民, 杨军, 顾亦然, 刘尚军. ARM 嵌入式 VxWorks 实践教程[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2006.

[6] 陈智育, 温彦军, 陈琪. VxWorks 程序开发实践[M]. 北京:人民邮电出版社, 2004.

作者简介: 郭黎利(1955-),男,教授,博士,研究方向:通信与信息系统。