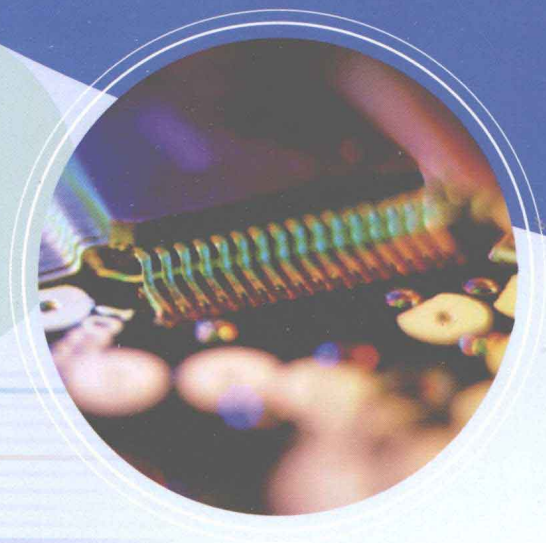


ARM Cortex-M3 外围接口电路与工程实践 基础应用

刘同法 张琴艳 肖志刚 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

ARM Cortex - M3 外围接口电路与工程实践 基础应用

刘同法 张琴艳 肖志刚 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

为使读者快速上手,本书仍以课题形式介绍芯片内带外设的启用编程和外围接口电路在芯片上的应用方法。全书展示的是 Stellaris 系列芯片的工程应用,分芯片选型、芯片内部资源应用、芯片的外围接口器件应用和芯片的简易工程实践。芯片选型主要介绍芯片内带外围接口电路的状况,如 LM3S5749 就带有 USB 和以太网模块;芯片内部资源应用主要展示的是如何利用 API 启用芯片内带的外设模块的编程方法;芯片的外围接口器件应用讲述的是,如何利用 API 函数实现外围接口器件与芯片进行按时序通信的编程技巧;简易工程实践示范性地展示了 RS-485 和 SPWM 在工程应用中的设计思路与编程方法。

作者共享了书中所有的实例程序源代码,可以到北京航空航天大学出版社网站 <http://www.buaapress.com.cn>“下载专区”下载。

本书既可作为想要学习 32 位微控制器的单片机爱好者和从事自动控制、智能仪器仪表、电力电子、机电一体化以及各类单片机应用的工程技术人员的参考资料,还可作为本科、高职高专、技师学院等师生的理论教材或实习教材。

图书在版编目(CIP)数据

ARM Cortex-M3 外围接口电路与工程实践基础应用 / 刘同法, 张琴艳, 肖志刚编著. — 北京: 北京航空航天大学出版社, 2012. 7

ISBN 978-7-5124-0817-3

I. ①A… II. ①刘… ②张… ③肖… III. ①微控制器 IV. ①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 098978 号

版权所有,侵权必究。

ARM Cortex-M3 外围接口电路与工程实践基础应用

刘同法 张琴艳 肖志刚 编著

责任编辑 张少扬 孟博 纪宁宁

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:27.5 字数:619 千字

2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-0817-3 定价:59.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前 言

Cortex - M3 的春天正在向我们走来,作为电气工程师和正在想成为电气工程设计师的人们,我们没有理由不去迎接这火红的春天的到来。

为迎接这样的春天,本书从基础入手,重点介绍了 8 位单片机使用的外围接口器件移植到 Cortex - M3 32 位单片机上的技巧与方法。就拿 8 位单片机与 Cortex - M3 32 位单片机上的 SPI、I²C、1 - Wire 总线来说,它们是有区别的。在 8 位单片机上要操作这些总线的接口器件,在 11.059 2 MHz 的晶振频率下使用 NOP 这样的指令绝对可以保证单片机与器件之间严格的通信时序,可是在 Cortex - M3 32 位单片机上却不能这样做。这是因为 Cortex - M3 32 位单片机使用的晶振频率高了很多,其执行指令的速度也快了很多,执行 NOP 指令的时间无法保证在 1 μ s 内完成,而是以更短的时间完成。在 Cortex - M3 32 位单片机上为了保证各外围接口器件在通信中的严格通信时序,本书实例中常常调用系统提供的 SysCtlClockGet() 函数以获取系统中准确的时间 1 s,然后除以 1 000 000 得出精确的 1 μ s 时间。用这样的时间就可以顺利完成外围接口器件的时序要求。

为了达到快速学习一类新芯片的目的,本书仍然沿用《单片机外围接口电路与工程实践》一书的思想,分三层意思编写:

- ① 让读者学习课题中的参考程序范例,直接调用器件软件开发包(.h)文件;
- ② 要求读者认真熟悉器件资料,学习编写器件软件开发包程序,包括看时序图编写程序;
- ③ 让读者学习工程程序的组装(为了这个问题,我在编写 8 位单片机实训教材时单独编了一本书,即《C51 单片机 C 程序模板与应用工程实践》,书中重点介绍了程序模块的组装)。

书中的内容没有按《单片机外围接口电路与工程实践》一书的模式来编排,而是根据外围接口器件的用途来编著,譬如,GPIO 扩展芯片 74HC595、实时时钟芯片 DS1302、实时温度传感器 DS18B20 等。这是因为单片机入门后已经不再是新手,要的是直接投入实际工程设计与制作,时间才是我们的重中之重。我曾在《单片机基础与最小系统实践》一书的“写在前面”中写到:“高手之路就在脚下,只要你勇敢地迈入这一殿堂,幸福的喜悦便为你起航。”指的就是利用这些组件快速地使自己成为高手,无论是设计工程、做实验、做毕业设计、做电子设计大赛等都行。

全书共分为 4 章。

第 1 章主要介绍 ARM Cortex - M3 内核微控制器 Stellaris 系列芯片,目的是让读

者明白 ARM Cortex - M3 内核微控制器 Stellaris 系列芯片内部都带有哪些重要的外围接口模块,例如,USB 控制器、CAN 总线控制器、以太网控制器等。这些都可以为我们在设计工程时做出很好的选择(也就是选择实际工程需要的最理想的 32 位微控制器,使工程既节约成本又节约施工时间,还可以降低工程的难度,比如做一个 U 盘可以直接选择带有 USB 控制器的 LM3S5749 芯片)。

第 2 章主要讲述的是 Stellaris 系列中的代表芯片 LM3S615 内部资源应用实践。LM3S615 内带的除 LM3S101 上有的 GPIO 端口(A、B、C)及定时器 0、定时器 1、UART0、SSI、I²C 以外,还新增了 GPIO 端口 D 和 E,其中端口 D 是一个最完整的 8 位 I/O 口,在做像数码管这样的应用时是最理想的选择;新增定时器有定时器 2,专用于内部定时和用来产生内部中断或触发 ADC 时间;新增通用异步收发器 UART1,其功能同 UART0;新增模拟比较器两个;新增脉宽调制器(PWM)模块,用于实现控制频率变换;新增模/数转换器(ADC)模块,用于将连续的模拟电压转换成离散的数字量。这些相对于过去的 8 位单片机来说,是属于外围接口电路器件,而对于 Cortex - M3 32 位微控制器来说已经属于片内器件了,只要学会使用即无需外接。这为设计人员提供了更大的方便,一方面减小了因调试带来的劳动强度,另一方面降低了故障率。学习时只需要熟悉各模块 *.h 文件中的外用 API 函数的调用即可。在单片机世界里,没有比这更简单了。

第 3 章展示的是真正的 Cortex - M3 芯片常用的外围接口器件,如 DS1302、DS18B20 等。原不打算在本书中加入这些常用且上市时间较长的芯片,但考虑到还有很多老用户,还是将其纳入其中。

该章叙述了 Cortex - M3 32 位微控制器外围接口电路的实践应用,在编排上放弃了以往的做法,采用了按芯片功能进行编排,也就是同功能的芯片放在一起讲述,比方说温度传感器类 DS18B20 和 LM75A 就放在一起。

还是那句话:在市面上流行的外围接口器件非常多,在一本书上无法一一列出,书中所列举的例程只能给读者做一个示范。读者可以按着同类型的通信接口芯片仿照去做,或根据芯片资料提供的时序图对书中的 *.h 文件按时序和数据传输方向进行修改。改好后再进行调试,同样可以达到理想的效果,也同样可以节约时间,这也是学习方法的一种。曾在《单片机基础与最小系统实践》一书中强调“动手!动手!再动手!!”,但是在动手制作实验板的过程中所感受到的,又是无法用言语在书上表达出来的。因此只能在前言中写到“当第四天清晨来临的时候才恍然大悟——‘哦!!原来是这样的……’”。这需要到实践中去感悟。

这一章同样沿用了“追求实力,从做开始”套书的想法。范例程序都可以直接抄入工程中,成为工程的一部分。我追求的是时间,为读者学习节约时间,为自己节约时间。*.h 这一器件驱动文件一经形成,就不需要读者重写,读者可以直接使用或在其上进行修改。在编程领域中有一句话,叫做“站在巨人肩上比巨人更高”。虽然我不是巨人,我是一块石头,还是可以用来垫脚的。

第 4 章讲述了两个简单的工程应用。例程 RS - 485 串行通信是在于改善 RS - 232

通信距离不远的问题,将 RS-232 加接到 RS-485 后通信距离可以从 15 m 加长到 5 km 以外,使远距离的单片机设备可以连接到计算机的网络中。如今 RS-485 通信在工业上已得到广泛应用。例程 SPWM 是利用 LM3S615 内带的 PWM 脉宽调制系统实现 SPWM 脉宽调制技术。其目的是让读者了解 SPWM 实现变频的过程。而今变频技术在人们的生活中已得到普及,如变频空调、变频洗衣机等无处不在。

脉宽调制技术对于很多人来说是一项比较难的项目,虽然离我们很近,但是要做成功还是有一定难度的,所以 ARM Cortex-M3 内核微控制器 Stellaris 系列芯片内带有这一系统,为我们的设计和学习带来了很大的方便。

.....

“路漫漫其修远兮,吾将上下而求索。”

在动手学习的道路上,虽然会遇到各种各样的困难,但只要勇敢地面对,所有的问题都会迎刃而解。

冰雪消融,春天一定会来临。

愿本书在迈向 Cortex-M3 来临的春天里为朋友们尽点微薄之力。感谢朋友们对本书的青睐!

感谢周立功先生对作者的大力支持,感谢周立功单片机发展有限公司各位老师及时解答作者提出的技术问题;感谢博圆周立功单片机 & 嵌入式系统培训部全体人员的大力支持和帮助;感谢深圳市有方科技公司嵌入式开发工程师汤柯夫、深圳智敏科技有限公司嵌入式开发工程师刘聪、深圳市海洋王照明科技股份有限公司嵌入式开发工程师樊亮等工程师们在技术上给予的支持与帮助;感谢南华大学张翼、李孟雄,湖北工程学院江山等同学对本书进行的尝试性学习体验;感谢衡阳技师学院电气技师班李纳、王军林、李奔、周明正、蒋育满、伍要明、李杨勇、许乐平、高凯龙、胡中勇、王端、曾晶、王云、张艳、阳红伟、邓芸等同学对本书进行的大胆的测试性学习体验;感谢衡阳技师学院电气技师 726 班陈胜、蒋锦江、彭剑鹰、旷佳、邹顺云等同学参与本书的校对。

由于作者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正(E-mail: bymcupx@126.com)。

刘同法
于衡阳技师学院
2012年2月



第 1 章 ARM Cortex - M3 内核微控制器 Stellaris 系列芯片简介	1
第 2 章 Stellaris 系列芯片 LM3S615 内部资源应用实践	9
课题 1 基本的 GPIO 应用信号输出练习与 GPIO 按键信号输入及中断功能的应用方法	15
课题 2 通用定时器的启动与应用	53
课题 3 通用 UART 串行通信的启动与应用	88
课题 4 同步串行通信口 (SSI) 的启动与应用	101
课题 5 内部集成的硬件 I ² C 接口的启动与应用	111
课题 6 模拟比较器的应用	119
课题 7 脉宽调制器的应用	128
课题 8 模/数转换器的应用	141
第 3 章 外围接口电路在 ARM Cortex - M3 内核微控制器 LM3S101/LM3S615 系统中的应用	153
GPIO 扩展芯片类	153
课题 9 74HC595 芯片级联在 LM3S101 微控制器系统中的应用	153
课题 10 串行扩并口 CAT9554A (8 口)/ CAT9555 (16 口) 芯片在 LM3S101 微控制器系统中的应用	159
实时时钟类芯片	179
课题 11 SD2303 高精度实时时钟在 LM3S615 微控制器系统中的应用	179
课题 12 SD2204 高精度实时时钟在 LM3S615 微控制器系统中的应用	204
课题 13 DS1302 实时时钟在 LM3S615 微控制器系统中的应用	241
温度测控类芯片	261
课题 14 DS18B20 温度传感器在 LM3S615 微控制器系统中的应用 (TC1602 显示)	261
课题 15 带 I ² C 数字温度传感器 LM75A 在 LM3S615 微控制器系统中的应用	272
语音录制类芯片	284
课题 16 ISD1700 (ZY1730/ISD17240) 在 LM3S101 微控制器系统中的应用	284
A/D 和 D/A 转换类芯片	315
课题 17 MAX1415 数据变送器在 LM3S615 微控制器系统中的应用	315
课题 18 A/D 和 D/A 转换芯片 PCF8591 在 LM3S101 微控制器系统中的应用	327
存储类芯片	340
课题 19 CAT93C46 存储器 (Microwire 总线系列) 在 LM3S615 微控制器系统中的应用	340

网络通信与控制类模块.....	350
课题 20 无线通信 NewMsg - RF905 收发一体模块在 LM3S615 微控制器系统中的应用	350
课题 21 单相电力线载波通信 BWP10A 模块在 LM3S615 微控制器系统中的应用.....	363
其他类芯片.....	378
课题 22 可编程数字电位器 CAT5113 在 LM3S615 微控制器系统中的应用	378
课题 23 低盲区超声波测距模块在 LM3S101 微控制器系统中的应用	389
第 4 章 工程实践	399
课题 24 RS - 485 在工程中的应用实现	399
课题 25 SPWM 变频电源的应用实现	413
附录 网上资料内容说明	427
参考文献	429

第 1 章

ARM Cortex - M3 内核微控制器 Stellaris 系列芯片简介

作为一个工程师,很多的时间都在选择自己心目中好用的带多个外围接口的微控制芯片,来减少设计过程中的许多调试工作,从而达到快速完成工程任务。下面介绍一批划时代嵌入式芯片——ARM Cortex - M3 内核微控制器 Stellaris 系列芯片,供各位选择。

Stellaris(群星)系列芯片是美国德州仪器(TI)公司设计的,用于汽车电子、运动控制、过程控制以及医疗设备等成本要求低的嵌入式微控制器领域,具有 32 位运算能力的高性能,有 S100 到 S9000 多个系列。

1. S100 系列

本系列芯片支持最大主频为 20 MHz 的 ARM Cortex - M3 内核,Flash 程序存储器为 8 KB,SRAM 随机存储器为 2 KB。芯片为少引脚(SOIC - 28 脚)封装。集成的外设:模拟比较器、异步串行通信接口 UART、同步串行通信接口 SSI、通用定时器、I²C、密集型照相端口 CCP 等。S100 系列芯片最适合替代 8 位 20 脚左右的单片机做常规的控制工作,并且芯片价格低廉(相当于一块 8 位单片机的价格)。在《ARM Cortex - M3 内核微控制器快速入门与应用》一书中对本系列芯片的应用做了详细的介绍,有兴趣的读者可以参考这本书。表 1 - 1 列出的是 S100 系列芯片内带外设状况。

表 1 - 1 S100 系列芯片内带外设表

型号	封装	频率/ MHz	Flash/ KB	SRAM/ KB	UART	GPIO	SSI	I ² C	模拟 比较器	32 kHz 外部时钟	通用 定时器	PWM (CCP 引脚)
LM3S101	28	20	8	2	1	2~18	1	—	2	√	2	1
LM3S102	28	20	8	2	1	0~18	1	1	1	√	2	2

2. S300 系列

本系列芯片支持最大主频为 25 MHz 的 ARM Cortex - M3 内核,Flash 程序存储器为 16 KB,SRAM 随机存储器为 4 KB。芯片为 LQFP - 48 封装。集成的外设:

ADC(模/数转换器)、带死区 PWM(脉宽调制)、温度传感器、模拟比较器、UART、SSI、通用定时器, I²C、CCP 等。

表 1-2 列出的是 S300 系列芯片内带外围设备状况。

表 1-2 S300 系列芯片内带外设表

型号	封装	频率/ MHz	Flash/ KB	SRAM/ KB	UART	GPIO	SSI	I ² C	模拟 比较 器	温度 传感 器	外部 32 kHz 时钟	通用 定时 器	ADC		PWM 功能	
													每秒 采样 数	10 位 采样 通道	PWM 引脚 (死区 控制)	CCP 引脚
LM3S300	48	25	16	4	2	8~36	1	1	3	—	√	3	—	—	—	6
LM3S301	48	20	16	2	1	12~33	1	—	2	√	√	2	250 K	3	2	2
LM3S308	48	25	16	4	2	5~28	1	1	1	√	√	3	500 K	8	—	6
LM3S310	48	25	16	4	2	3~36	1	—	3	—	√	3	—	—	6	6
LM3S315	48	25	16	4	2	7~32	1	—	1	√	√	3	250 K	4	2	6
LM3S316	48	25	16	4	2	3~32	1	1	1	√	√	3	250 K	4	4	6
LM3S317	48	25	16	4	2	3~30	1	—	—	√	√	3	250 K	6	6	6
LM3S328	48	25	16	4	2	7~28	1	1	—	√	√	3	500 K	8	—	6

3. S600 系列

本系列芯片支持最大主频为 50 MHz 的 ARM Cortex - M3 内核, Flash 程序存储器为 32 KB, SRAM 随机存储器为 8 KB。芯片为 LQFP - 48 封装。集成的外设: 正交编码器、ADC、带死区 PWM、温度传感器、模拟比较器、UART、SSI、通用定时器、I²C、CCP 等。对本系列芯片的内部资源应用在第 2 章给出。

表 1-3 列出的是 S600 系列芯片内带外围设备状况。

表 1-3 S600 系列芯片内带外设表

型号	封装	频率/ MHz	Flash/ KB	SRAM/ KB	UART	GPIO	SSI	I ² C	模拟 比较 器	EtherNet	E1588	CAN	温度 传感 器	外部 32 kHz 时钟	通用 定时 器	睡眠 模块	ADC		PWM 功能		正交 编码 器
																	每秒 采样 数	10 位 采样 通道	PWM 引脚 (死区 控制)	CCP 引脚	
LM3S600	48	50	32	8	2	8~36	1	1	3	—	—	—	√	√	3	—	—	—	6	—	
LM3S601	48	50	32	8	2	0~36	1	1	3	—	—	—	√	√	3	—	—	6	6	1	
LM3S608	48	50	32	8	2	5~28	1	1	1	—	—	—	√	√	3	—	500K	8	—	6	—
LM3S610	48	50	32	8	2	6~34	1	1	—	—	—	—	√	√	3	—	500K	2	6	6	—
LM3S611	48	50	32	8	2	4~32	1	1	—	—	—	—	√	√	3	—	500K	4	6	6	—
LM3S612	48	50	32	8	2	7~34	1	1	1	—	—	—	√	√	3	—	500K	2	2	6	—
LM3S613	48	50	32	8	2	3~32	1	1	1	—	—	—	√	√	3	—	500K	4	4	6	—
LM3S615	48	50	32	8	2	0~34	1	1	3	—	—	—	√	√	3	—	500K	2	6	6	—
LM3S617	48	50	32	8	2	1~30	1	—	1	—	—	—	√	√	3	—	500K	6	6	6	—
LM3S618	48	50	32	8	2	0~30	1	—	1	—	—	—	√	√	3	—	500K	6	6	4	1
LM3S628	48	50	32	8	2	9~28	1	1	—	—	—	—	√	√	3	—	1M	8	—	4	—

4. S800 系列

本系列芯片支持最大主频为 50 MHz 的 ARM Cortex - M3 内核,Flash 程序存储器为 64 KB,SRAM 随机存储器为 16 KB。芯片为 LQFP - 48 封装。集成的外设有:正交编码器、ADC、带死区 PWM、温度传感器、模拟比较器、UART、SSI、通用定时器、I²C、CCP 等。

表 1 - 4 列出的是 S800 系列芯片内带外围设备状况。

表 1 - 4 S800 系列芯片内带外设表

型号	封装	频率/ MHz	Flash/ KB	SRAM/ KB	UART	GPIO	SSI	I ² C	模拟比较器	EtherNet	E1588	CAN	温度传感器	外部 32kHz 时钟	通用定时器	睡眠模块	ADC		PWM功能		正交 编码器
																	每秒 采样数	10位 采样 通道	PWM 引脚 (死区控制)	CCP 引脚	
LM3S800	48	50	64	8	2	8~36	1	1	3	—	—	—	—	√	3	—	—	—	—	6	—
LM3S801	48	50	64	8	2	0~36	1	1	3	—	—	—	—	√	3	—	—	6	6	1	—
LM3S808	48	50	64	8	2	5~28	1	1	1	—	—	—	√	√	3	—	500K	8	—	6	—
LM3S811	48	50	64	8	2	1~32	1	1	1	—	—	—	√	√	3	—	500K	4	6	6	—
LM3S812	48	50	64	8	2	7~34	1	1	1	—	—	—	√	√	3	—	250K	2	2	6	—
LM3S815	48	50	64	8	2	0~34	1	1	3	—	—	—	√	√	3	—	500K	2	6	6	—
LM3S817	48	50	64	8	2	1~30	1	—	1	—	—	—	√	√	3	—	1M	6	6	6	—
LM3S818	48	50	64	8	2	0~30	1	—	1	—	—	—	√	√	3	—	1M	6	6	4	1
LM3S828	48	50	64	8	2	7~28	1	1	—	—	—	—	√	√	3	—	1M	8	—	6	—

5. S1000 系列

本系列芯片支持最大主频为 50 MHz 的 ARM Cortex - M3 内核,Flash 程序存储器为 64~256 KB,SRAM 随机存储器为 16~64 KB。芯片为 LQFP - 100 封装。集成的外设有:睡眠模块、正交编码器、ADC、带死区 PWM、温度传感器、模拟比较器、UART、SSI、通用定时器、I²C、CCP 等。

表 1 - 5 列出的是 S1000 系列芯片内带外围设备状况。

6. S2000 系列

本系列芯片支持最大主频为 50 MHz 的 ARM Cortex - M3 内核,Flash 程序存储器为 64~256 KB,SRAM 随机存储器为 8~64 KB。芯片为 LQFP - 100 封装。集成的外设有:CAN 控制器、睡眠模块、正交编码器、ADC、带死区 PWM、温度传感器、模拟比较器、UART、SSI、通用定时器、I²C、CCP 等。

表 1 - 6 列出的是 S2000 系列芯片内带外围设备状况。

7. S3000 系列

本系列芯片支持最大主频为 50 MHz 的 ARM Cortex - M3 内核,Flash 程序存储器为 128 KB,SRAM 随机存储器为 32~64 KB。芯片有 LQFP - 64 和 LQFP - 100 封装两种。集成的外设有:USB HOST/DEVICE/OTG、睡眠模块、正交编码器、ADC、带死区 PWM、温度传感器、模拟比较器、UART、SSI、通用定时器、I²C、CCP、DMA 控制器等。芯片内部固化驱动库。

表 1-5 S1000 系列芯片内带外设表

型号	封装	频率/MHz	Flash/KB	SRAM/KB	UART	GPIO	SSI	I ² C	模拟比较器	温度传感器	外部32kHz时钟	通用定时器	睡眠模块	ADC		PWM功能		正交编码器	DMA	ROM软件库
														每秒采样数	10位采样通道	PWM引脚(死区控制)	CCP引脚			
LM3S1110	100	25	64	16	2	20~41	1	—	2	—	√	3	√	—	—	—	2	—	—	—
LM3S1133	100	50	64	16	3	9~44	2	1	1	√	√	4	√	250K	2	2	8	—	—	—
LM3S1138	100	50	64	16	3	9~46	2	2	3	√	√	4	√	1M	8	—	6	—	—	—
LM3S1150	100	50	64	16	3	7~52	2	1	3	√	√	4	√	—	—	6	6	1	—	—
LM3S1162	100	50	64	16	3	4~46	2	1	3	√	√	4	√	500K	2	6	6	—	—	—
LM3S1165	100	50	64	16	3	4~43	2	1	1	√	√	4	√	500K	4	6	8	—	—	—
LM3S1332	100	50	96	16	2	29~57	1	—	3	√	√	4	√	250K	3	—	8	—	—	—
LM3S1435	100	50	96	32	2	21~46	1	1	1	√	√	3	√	500K	2	2	4	—	—	—
LM3S1439	100	50	96	32	2	14~52	2	1	1	√	√	3	√	500K	4	6	6	1	—	—
LM3S1512	100	25	96	64	3	15~58	2	2	3	√	√	4	√	250K	2	—	8	1	—	—
LM3S1538	100	50	96	64	3	9~43	2	2	—	√	√	4	√	500K	8	—	8	1	—	—
LM3S1601	100	50	128	32	3	23~60	2	2	2	—	√	4	√	—	—	—	8	—	—	—
LM3S1607	64	50	128	32	3	0~33	1	2	—	√	√	4	√	500K	8	8	1	—	√	√
LM3S1608	100	50	128	32	2	17~52	2	2	2	√	√	4	√	500K	8	—	8	—	—	—
LM3S1620	100	25	128	32	2	11~52	2	1	3	—	√	3	√	—	—	6	4	1	—	—
LM3S1625	64	50	128	32	1	0~33	1	2	1	√	√	4	√	500K	6	6	—	1	√	√
LM3S1626	64	50	128	32	2	0~33	1	1	—	√	√	4	√	500K	6	2	2	—	√	√
LM3S1627	64	50	128	32	2	0~33	1	1	—	√	√	4	√	500K	4	4	2	1	√	√
LM3S1635	100	50	128	32	3	12~56	2	2	2	√	√	4	√	500K	4	6	8	—	—	—
LM3S1637	100	50	128	32	3	7~43	1	1	1	√	√	4	√	1M	4	6	6	1	—	—
LM3S1751	100	50	128	64	3	21~56	2	1	1	√	√	3	√	500K	4	4	6	—	—	—
LM3S1776	64	50	128	64	1	1~33	1	1	—	√	√	3	√	1M	6	8	1	—	√	√
LM3S1850	100	50	256	32	2	17~56	1	1	3	—	√	3	√	—	—	6	6	1	—	—
LM3S1911	100	50	256	64	3	23~60	2	2	2	—	√	4	√	—	—	—	8	—	—	—

表 1-7 列出的是 S3000 系列芯片内带外围设备状况。

8. S5000 系列

本系列芯片支持最大主频为 50 MHz 的 ARM Cortex - M3 内核,Flash 程序存储器为 128 KB,SRAM 随机存储器为 32~64 KB。芯片有 LQFP - 64 和 LQFP - 100 封装两种。集成的外设: CAN 控制器、USB HOST/DEVICE/OTG、睡眠模块、正交编码器、ADC、带死区 PWM、温度传感器、模拟比较器、UART、SSI、通用定时器、I²C、CCP、DMA 控制器等。芯片内部固化驱动库。对本系列芯片的内部资源应用将在本书的第 4 章给出。

表 1-8 列出的是 LM3S51791 和 LM3S5B91 芯片内带外围设备状况。

第 1 章 ARM Cortex - M3 内核 微控制器 Stellaris 系列芯片简介

表 1-6 S2000 系列芯片内带外设表

型号	封装	频率/ MHz	Flash/KB	SRAM/KB	UART	GPIO	SSI	I ² C	模拟比较器	温度传感器	外部 32 kHz 时钟	通用定时器	睡眠模块	ADC		PWM 功能		正交编码器	
														每秒采样数	10 位采样通道	PWM 引脚 (死区控制)	CCP 引脚		
LM3S2016	100	50	64	8	2	18~39	√	√	—	1	—	√	2	—	500K	4	—	4	—
LM3S2110	100	25	64	16	1	11~40	1	1	3	1	—	√	3	—	—	—	2	4	—
LM3S2139	100	25	64	16	2	24~56	1	1	3	1	√	√	3	—	250K	4	—	6	—
LM3S2276	64	50	64	32	1	0~33	1	1	—	1	√	√	3	√	1M	6	6	6	2
LM3S2410	100	25	96	32	1	37~60	2	—	2	1	—	√	3	—	—	—	—	4	—
LM3S2412	100	25	96	32	2	19~49	1	1	2	1	√	√	3	—	250K	3	2	4	—
LM3S2432	100	50	96	32	2	4~34	1	1	2	1	√	√	3	—	250K	3	2	4	—
LM3S2533	100	50	96	64	2	10~48	1	1	3	1	√	√	4	√	250K	3	6	6	—
LM3S2601	100	50	128	32	3	21~60	2	2	2	1	—	√	4	√	—	—	—	8	—
LM3S2608	100	50	128	32	2	15~52	2	2	2	1	√	√	4	√	500K	8	—	8	—
LM3S2616	64	50	128	16	1	1~33	—	1	2	1	√	√	4	√	1M	6	6	6	2
LM3S2620	100	25	128	32	1	12~52	1	1	3	2	—	√	4	√	—	—	4	6	1
LM3S2637	100	50	128	32	2	15~46	1	1	3	1	√	√	4	√	500K	4	—	6	—
LM3S2651	100	50	128	32	3	16~53	2	1	1	1	√	√	4	√	500K	4	4	6	—
LM3S2671	64	50	128	32	1	3~33	1	1	3	1	√	√	4	—	500K	4	6	6	2
LM3S2678	64	50	128	32	1	1~33	1	—	—	1	√	√	4	—	500K	8	6	6	2
LM3S2730	100	50	128	64	1	37~60	1	—	2	1	—	√	3	—	—	—	—	4	—
LM3S2739	100	50	128	64	2	18~56	1	1	1	1	√	√	3	√	500K	4	6	6	1
LM3S2776	64	50	128	64	1	0~33	2	1	—	1	√	√	3	√	1M	6	6	6	2
LM3S2911	100	50	256	64	3	21~60	2	2	2	1	—	√	4	√	—	—	—	8	—
LM3S2918	100	50	256	64	2	15~52	2	2	2	1	√	√	4	√	500K	8	—	8	—
LM3S2939	100	50	256	64	3	17~57	1	1	3	1	√	√	3	√	500K	3	4	4	1
LM3S2948	100	50	256	64	3	12~52	2	1	3	2	√	√	4	√	1M	8	—	8	—
LM3S2950	100	50	256	64	3	10~60	2	1	3	2	—	√	4	√	—	—	6	6	1

表 1-7 S3000 系列芯片内带外设表

型号	封装	频率/ MHz	Flash/KB	SRAM/KB	UART	GPIO	SSI	I ² C	模拟比较器	温度传感器	外部 32 kHz 时钟	通用定时器	睡眠模块	ADC		PWM 功能		正交编码器	USB	DMA	ROM 软件库
														每秒采样数	10 位采样通道	PWM 引脚 (死区控制)	CCP 引脚				
LM3S3739	100	50	128	64	3	14~61	2	2	2	√	√	4	√	500K	8	—	8	—	H/D	√	√
LM3S3748	100	50	128	64	2	3~61	2	2	2	√	√	4	√	1M	8	8	8	1	H/D	√	√
LM3S3749	100	50	128	64	3	0~61	2	2	2	√	√	4	√	1M	8	8	7	1	H/D	√	√
LM3S3651	64	50	128	32	1	0~33	1	1	2	√	√	4	√	500K	4	—	8	—	OTG	√	√
LM3S3759	100	50	128	64	3	14~61	2	2	2	√	√	4	√	500K	8	—	8	—	OTG	√	√
LM3S3768	100	50	128	64	2	1~61	2	2	2	√	√	4	√	1M	8	8	8	1	OTG	√	√

表 1-8 LM3S5791 和 LM3S5B91 芯片内带外设表

型号	封装	Flash/KB	RAM/KB	频率/MHz	UART	GPIO	SSI	I ² C	I ² S	模拟比较器	数字比较器	EtherNet	E1588	CAN	USB	EPI	温度传感器	高精度振荡器	通用定时器	睡眠模块	ADC		PWM功能		ROM片上软件	QEI
																					通道	采样率	PWM引脚(死区控制)	CCP引脚		
LM3S5791	100	128	64	80	3	0~72	2	2	√	3	16	—	—	2	OTG	√	√	√	4	—	16	1M	8	8	√	2
LM3S5B91	100	256	96	80	3	0~72	2	2	√	3	16	—	—	2	OTG	√	√	√	4	—	16	1M	8	8	√	2

表 1-9 列出的是 S5000 系列芯片内带外围设备状况。

表 1-9 S5000 系列芯片内带外设表

型号	封装	频率/MHz	Flash/KB	SRAM/KB	UART	GPIO	SSI	I ² C	模拟比较器	CAN	温度传感器	外部32KHz时钟	通用定时器	睡眠模块	ADC		PWM功能		正交编码器	USB	DMA	ROM软件库
															每秒采样数	10位采样通道	PWM引脚(死区控制)	CCP引脚				
LM3S5632	64	50	128	32	2	1~33	1	2		1	√	√	3	√	500K	6	—	5	—	H/D	√	√
LM3S5732	64	50	128	64	2	1~33	1	2		1	√	√	3	√	500K	6	—	5	—	H/D	√	√
LM3S5737	100	50	128	64	1	27~61	2	2		1	√	√	3	√	500K	8	—	3	—	H/D	√	√
LM3S5739	100	50	128	64	3	12~61	2	2	2	1	√	√	4	√	500K	8	—	8	—	H/D	√	√
LM3S5747	100	50	128	64	1	27~61	1	1		1	√	√	3	√	500K	8	6	2	—	H/D	√	√
LM3S5749	100	50	128	64	2	0~61	2	2	2	2	√	√	4	√	1M	8	8	5	1	H/D	√	√
LM3S5652	64	50	128	32	1	0~33	1	1	1	1	√	√	3	√	500K	6	—	6	—	OTG	√	√
LM3S5662	64	50	128	32	1	0~33	1	—		1	√	√	3	√	500K	4	6	5	—	OTG	√	√
LM3S5752	64	50	128	64	1	0~33	1	1	1	1	√	√	3	√	500K	6	—	6	—	OTG	√	√
LM3S5757	100	50	128	64	1	25~61	2	2		1	√	√	3	√	500K	8	—	3	—	OTG	√	√
LM3S5762	64	50	128	64	1	0~33	1			1	√	√	3	√	500K	4	6	5	—	OTG	√	√
LM3S5767	100	50	128	64	1	25~61	1	1		1	√	√	3	√	500K	8	6	2	—	OTG	√	√
LM3S5768	100	50	128	64	2	0~61	2	2	3	1	√	√	4	√	1M	8	8	8	—	OTG	√	√
LM3S5769	100	50	128	64	2	0~61	2	2	2	2	√	√	4	√	1M	8	8	5	1	OTG	√	√

9. S6000 系列

本系列芯片支持最大主频为 50 MHz 的 ARM Cortex - M3 内核,Flash 程序存储器为 64~256 KB,SRAM 随机存储器为 16~64 KB。芯片为 LQFP - 100 封装。集成的外设有: 100 MHz 以太网、睡眠模块、正交编码器、ADC、带死区 PWM、温度传感器、模拟比较器、UART、SSI、通用定时器、I²C、CCP 等。

表 1-10 列出的是 S6000 系列芯片内带外围设备状况。

10. S8000 系列

本系列芯片支持最大主频为 50 MHz 的 ARM Cortex - M3 内核,Flash 程序存储器为 64~256 KB,SRAM 随机存储器为 16~64 KB。芯片为 LQFP - 100 封装。集成的外设有: 100 MHz 以太网、CAN 控制器、睡眠模块、正交编码器、ADC、带死区 PWM、温度传感器、模拟比较器、UART、SSI、通用定时器、I²C、CCP 等。

表 1-11 列出的是 S8000 系列芯片内带外围设备状况。

第1章 ARM Cortex - M3 内核 微控制器 Stellaris 系列芯片简介

表 1-10 S6000 系列芯片内带外设表

型号	封装	频率/ MHz	Flash/KB	SRAM/KB	UART	GPIO	SSI	I ² C	模拟比较器	EtherNet	EI588	温度传感器	外部 32 kHz 时钟	通用定时器	睡眠模块	ADC		PWM功能		正文 编码器
																每秒 采样数	10位 采样 通道	PWM 引脚 (死区 控制)	CCP 引脚	
LM3S6100	100	25	64	16	1	10~30	1	—	1	√	—	—	√	3	—	—	—	4	—	
LM3S6110	100	25	64	16	1	8~35	1	—	3	√	—	—	√	3	—	—	2	4	—	
LM3S6420	100	25	96	32	1	23~46	1	—	2	√	—	—	√	3	—	—	—	4	—	
LM3S6422	100	25	96	32	1	12~34	1	—	2	√	—	√	√	3	—	250K	2	—	4	—
LM3S6432	100	50	96	32	2	13~43	1	1	2	√	—	√	√	3	—	250K	3	2	4	—
LM3S6537	100	50	96	64	2	6~41	1	1	2	1	√	√	√	4	√	500K	4	6	6	—
LM3S6610	100	25	128	32	3	5~46	1	1	3	√	—	—	√	4	√	—	—	4	6	1
LM3S6611	100	50	128	32	3	10~46	2	2	2	√	—	—	√	4	√	—	—	—	8	—
LM3S6618	100	50	128	32	2	5~38	2	2	2	√	—	√	√	4	√	500K	8	—	8	—
LM3S6633	100	50	128	32	2	14~41	1	1	1	√	—	√	√	3	√	500K	3	—	8	—
LM3S6637	100	50	128	32	2	9~41	1	1	3	√	—	√	√	4	√	1M	4	—	6	—
LM3S6730	100	50	128	64	1	23~46	1	—	2	√	—	—	√	3	—	—	—	—	4	—
LM3S6753	100	50	128	64	2	5~41	1	1	2	1	√	√	√	4	√	500K	4	6	4	1
LM3S6816	100	50	256	32	3	7~35	√	√	—	1	—	—	√	5	√	500K	6	2	6	—
LM3S6911	100	50	256	64	3	10~46	2	2	2	√	—	—	√	4	√	—	—	—	8	—
LM3S6916	100	50	256	64	3	7~35	√	√	—	1	—	—	√	5	√	500K	6	2	6	—
LM3S6918	100	50	256	64	2	5~38	2	2	2	√	—	√	√	4	√	500K	8	—	8	—
LM3S6938	100	50	256	64	3	5~38	1	1	3	√	—	√	√	4	√	1M	8	—	6	—
LM3S6950	100	50	256	64	3	1~46	2	1	3	1	√	—	√	4	√	—	—	6	6	1
LM3S6952	100	50	256	64	3	5~43	1	1	3	√	—	√	√	3	√	500K	3	4	4	1
LM3S6965	100	50	256	64	3	0~42	1	2	2	√	—	√	√	4	√	1M	4	6	4	2

表 1-11 S8000 系列芯片内带外设表

型号	封装	频率/ MHz	Flash/KB	SRAM/KB	UART	GPIO	SSI	I ² C	模拟比较器	EtherNet	EI588	CAN	温度传感器	外部 32 kHz 时钟	通用定时器	睡眠模块	ADC		PWM功能		正文 编码器
																	每秒 采样数	10位 采样 通道	PWM 引脚 (死区 控制)	CCP 引脚	
LM3S8530	100	50	96	64	1	8~35	2	1	—	1	—	3	—	√	4	—	—	—	2	—	
LM3S8538	100	50	96	64	2	7~36	1	1	3	1	√	1	√	√	4	—	1M	8	—	4	—
LM3S8630	100	50	128	32	2	10~31	1	1	—	1	—	1	—	√	4	√	—	—	—	2	—
LM3S8730	100	50	128	64	2	11~32	1	1	—	1	√	1	—	√	4	√	—	—	—	2	—
LM3S8733	100	50	128	64	2	7~35	1	1	3	1	—	1	√	√	4	√	500K	4	—	4	—
LM3S8738	100	50	128	64	3	4~38	2	1	1	1	—	1	√	√	4	√	500K	8	—	6	—
LM3S8930	100	50	256	64	1	13~34	1	1	—	1	—	2	—	√	4	√	—	—	—	2	—
LM3S8933	100	50	256	64	2	6~36	1	1	3	1	√	1	√	√	4	√	1M	4	—	4	—
LM3S8938	100	50	256	64	3	3~38	1	2	3	1	√	1	√	√	4	√	1M	8	—	6	—
LM3S8962	100	50	256	64	2	4~42	1	1	1	1	√	1	√	√	4	√	500K	4	6	2	2
LM3S8970	100	50	256	64	2	17~46	2	1	—	1	√	3	—	√	4	√	—	—	—	2	—
LM3S8971	100	50	256	64	1	4~38	1	—	1	√	—	1	√	√	4	√	1M	8	√	6	1

11. S9000 系列

本系列芯片支持最大主频为 100 MHz 的 ARM Cortex - M3 内核,Flash 程序存储器为 128~256 KB,SRAM 随机存储器为 64~96 KB。芯片为 LQFP - 100 封装。集成的外设有: 100 MHz 以太网、CAN 控制器、USB OTG、外部总线 EPI、ROM 片上 StellarisWare 软件、睡眠模块、正交编码器、ADC、带死区 PWM、温度传感器、模拟比较器、UART、SSI、通用定时器、I²S、I²C、CCP、高精度振荡器、DMA 等。

表 1 - 12 列出的是 S9000 系列芯片内带外围设备状况。

表 1 - 12 S9000 系列芯片内带外设表

型号	封装	Flash/KB	RAM/KB	频率/MHz	UART	GPIO	SSI	I ² C	I ² S	模拟比较器	数字比较器	EtherNet	E1588	CAN	USB	EPI	温度传感器	高精度振荡器	通用定时器	睡眠模块	ADC		PWM功能		ROM片上软件	QEI
																					通道	采样数	PWM引脚(死区控制)	CCP引脚		
LM3S9790	100	128	64	80	3	0~60	2	2	√	3	16	√	—	2	OTG	√	√	√	4	√	16	1M	—	8	√	—
LM3S9792	100	128	64	80	3	0~65	2	2	√	3	16	√	—	2	OTG	√	√	√	4	—	16	1M	8	8	√	2
LM3S9B90	100	256	96	80	3	0~60	2	2	√	3	16	√	—	2	OTG	√	√	√	4	√	16	1M	—	8	√	—
LM3S9B92	100	256	96	80	3	0~65	2	2	√	3	16	√	—	2	OTG	√	√	√	4	—	16	1M	8	8	√	2
LM3S9B95	100	256	96	100	3	0~65	2	2	√	3	16	√	√	2	OTG	√	√	√	4	—	16	1M	8	8	√	2
LM3S9B96	100	256	96	80	3	0~65	2	2	√	3	16	√	√	2	OTG	√	√	√	4	—	16	1M	8	8	√	2

列出以上芯片的一个重要目的就是让读者对 Cortex - M3 内核系列芯片有一个彻底的了解,从中能选择出最适应工程开发的理想的芯片。

第 2 章

Stellaris 系列芯片 LM3S615 内部资源应用实践

LM3S615 是 Stellaris 系列具有代表性的芯片。LM3S600 有别于 LM3S100 芯片的地方是,增加了集成正交编码器、ADC、带死区 PWM 和温度传感器,同时主频增加到 50 MHz,Flash 存储器扩大到 32 KB,引脚设置为 LQFP - 48 封装。这为我们的应用提供了更大的方便。

想说明的是,有关更多的 ARM Cortex - M3 理论方面的知识已在《ARM Cortex - M3 内核微控制器快速入门与应用》书中给出了,所以在此不多叙,希望读者朋友在选择这本书的同时也参考《ARM Cortex - M3 内核微控制器快速入门与应用》。

下面对编程中要用到的有关系统控制方面的两个 API 函数进行介绍。

1. 外设使能

Stellaris 系列微控制器的所有外设(如:GPIO、SPI、UART 等),都需要通过设置 RCGCn 系列寄存器后才能进行工作。工作前必须设置外设相对应的位,例如,要启用 GPIO 端口 B 模块,就必须先设置 RCGC2 寄存器中的 GPIOB 位为 1。

外设运行模式时钟选通控制寄存器 RCGC 一共有 3 个,分别是 RCGC0、RCGC1 和 RCGC2。

RCGC0 寄存器的各位配置如表 2 - 1 所列。

表 2 - 1 RCGC0 寄存器各位分配表

位号	31 : 16	20	19:17	16	15 : 12	11:8		
名称	保留	PWM	保留	ADC	MINSYSDIV	MAXDCSPD		
位号	7	6	5	4	3	2	1	0
名称	MPU	保留	TBMPSENS	PLL	WDT	SWO	SWD	JTAG

RCGC1 寄存器的各位配置如表 2 - 2 所列。