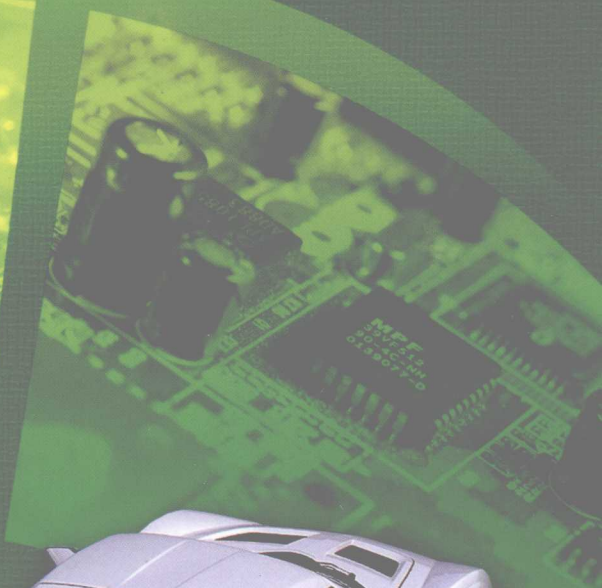
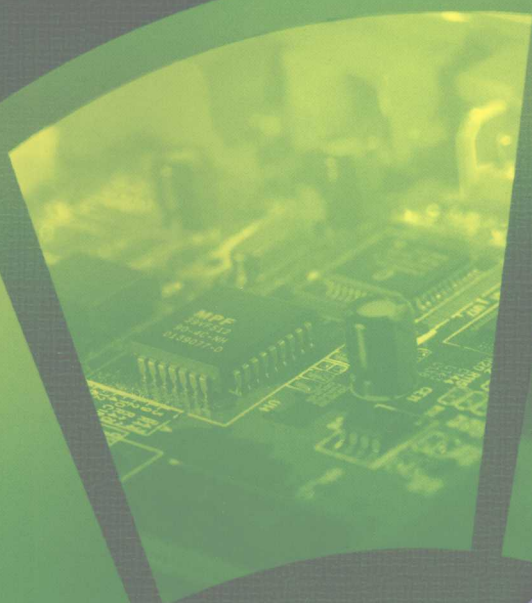


汽车



集成电路及其应用

张正南 陈林 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车 集成电路及其应用

王江明 周海江 编

机械工业出版社



汽车集成电路及其应用

张正南 陈 林 编



机械工业出版社

本书内容包括微控制器、功率半导体器件、电源管理器件、LED 驱动器和 CCFL 驱动器在内的汽车集成电路器件, 这些器件主要由飞思卡尔半导体公司、英飞凌科技公司、意法微电子公司、美国德州仪器公司、美国国家半导体公司、凌特科技公司、美信公司、国际整流器公司等著名半导体厂商生产。书中主要介绍了器件的特点、引脚功能、参数以及工作原理和典型电路。

本书适合于汽车电子控制技术开发、设计、维修的工程技术人员, 以及供汽车爱好者和大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车集成电路及其应用/张正南, 陈林编. —北京: 机械工业出版社, 2008. 4

ISBN 978-7-111-23556-9

I. 汽… II. ①张…②陈… III. 汽车-电气设备-集成电路-基本知识
IV. U463. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 023687 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王 玫 责任编辑: 张沪光 责任校对: 刘志文

封面设计: 陈 沛 责任印制: 邓 博

北京双青印刷厂印刷

2008 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm • 36.75 印张 • 913 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-23556-9

定价: 68.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379767

封面无防伪标均为盗版

前言

进入 21 世纪,汽车工业飞速发展,步入了电子化、数字化时代。汽车电子化是汽车技术发展进程中的一次变革,电子技术的发展使汽车产品的概念发生了深刻的变化。汽车电子化的程度不断提高,已被看作是衡量现代汽车水平的重要标志,是改造传统汽车、提高汽车性能、设计开发新车型的最重要的核心技术,而汽车电子化的主要推动力是汽车半导体技术的发展,包括微处理器、功率半导体器件、电源管理器件、汽车灯光驱动器、传感器等在内的各种汽车半导体器件应运而生,广泛地应用于各类汽车电子产品中,如电子燃油喷射系统、防抱死制动系统、电动车窗、空调、安全气囊、电子仪表、自动变速控制系统和全球定位系统(GPS)等。

本书介绍了包括微控制器、功率半导体器件、电源管理器件、LED 驱动器和 CCFL 驱动器在内的汽车集成电路器件,这些器件由飞思卡尔半导体公司(Freescale Semiconductor Inc.)、英飞凌科技(Infineon Technologies)公司、意法微电子(ST Microelectronics)公司、美国德州仪器公司(Texas Instruments Incorporated, TI)、美国国家半导体公司(National Semiconductor Corporation)、凌特科技公司(Linear Technology Corporation)、美信(Maxim)公司、国际整流器(International Rectifier)公司、安森美半导体(ON Semiconductor)公司等著名半导体厂商生产。书中主要介绍了器件的特点、引脚功能、参数以及工作原理和典型电路。

本书的原始资料来源于以上世界著名的半导体器件制造商的器件手册和应用指南,可作为从事汽车开发、设计、维修的工程技术人员工具书,也可作为汽车爱好者和大专院校相关专业师生的参考书。

由于汽车集成电路器件发展迅速,涉及面广,加之编者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,欢迎读者批评指正。

编者

2007 年 12 月

目 录

前言

第1章 微控制器

1.1 8 位微控制器	1
1.1.1 C500 系列 8 位微控制器	1
1.1.2 MC68HC08 系列微控制器	13
1.1.3 740 系列微控制器	23
1.2 16 位微控制器	35
1.2.1 XC164 微控制器	35
1.2.2 MC9S12C/12GC 系列微控制器	48
1.2.3 M16C 系列微控制器	57
1.3 32 位微控制器	67
1.3.1 TC1796 微控制器	67
1.3.2 MPC5553/5554 微控制器	83
1.3.3 M32R 系列 (32176) 微控制器	107

第2章 智能功率半导体器件

2.1 低端开关	124
2.1.1 TLE 62×0 GP 系列智能多路低端开关	124
2.1.2 MC333885 4 路智能低端开关	137
2.1.3 L9826 智能 8 路低端开关	144
2.1.4 TPIC2603 6 路智能低端功率开关	149
2.1.5 IPS10×1 系列智能低端功率开关	157
2.2 高端开关	166
2.2.1 33486A 双路高端开关	166
2.2.2 33888/33888A 4 路高端开关与 8 路低端开关	172
2.2.3 TLE 5208-6G 6 路高端开关与 6 路低端开关	185
2.2.4 L9848 8 路可配置低端/高端开关	193
2.2.5 U6815BM/T6816 6 路高端开关与 6 路低端开关	201
2.2.6 IPS5××× 系列智能高端开关	211
2.3 半桥和全桥电路	217
2.3.1 VNH2SP30/3SP30 集成全桥电动机驱动器	217
2.3.2 L9950 智能多功能汽车门控功率驱动器	225
2.3.3 TLE5209/6209R 智能全桥直流电动机驱动器	239
2.3.4 TPIC0107B/08B 直流电动机智能全桥驱动器	249
2.3.5 33887 全桥驱动功率集成电路	254
2.3.6 MC33991 量规驱动集成电路	261

2.4 MOSFET 栅极驱动电路	269
2.4.1 TD340 全桥驱动器	269
2.4.2 TLE6280GP/628 × G 系列 MOSFET 栅极驱动器	278
2.4.3 PIC44L0 ×、TPIC46L0 × 系列 4 路和 6 路低端 MOSFET 栅极驱动器	289
2.4.4 TPIC44H01 4 路高端 MOSFET 栅极驱动器	297
2.4.5 MC33883 全桥 MOSFET 栅极驱动器	305
2.4.6 MAX5078A/B MOSFET 驱动器	312
第 3 章 电源集成电路	319
3.1 低压差线性稳压器 (LDO)	319
3.1.1 LM2930 系列低压差稳压器	319
3.1.2 LM2931 系列低压差稳压器	321
3.1.3 LM2935 系列双路低压差稳压器	325
3.1.4 LM2936 系列超低压差稳压器	328
3.1.5 LM9076 系列超低压差稳压器	333
3.1.6 L4925 系列低压差稳压器	337
3.1.7 L4938 E/ED/EPD 系列双路低压差稳压器	340
3.1.8 TLE 4268 低压差稳压器	346
3.1.9 TLE 4470 双路低压差稳压器	349
3.1.10 NCV8664 低压差稳压器	355
3.1.11 TPS767D × × 系列双路低压差稳压器	358
3.2 宽范围高输入电压降压式开关稳压器	362
3.2.1 LT3437 降压式开关稳压器	365
3.2.2 LT3481 降压式集成 DC/DC 变换器	373
3.2.3 LT3493 降压式开关稳压器	383
3.2.4 LT3505 降压式开关稳压器	387
3.2.5 LT3470 降压式开关稳压器	391
3.2.6 MAX5033/5035 降压式开关稳压器	396
3.2.7 LM259 × HV 系列降压式开关稳压器	404
3.2.8 LM26001 降压式开关稳压器	413
3.2.9 LM5005 降压式开关稳压器	421
3.2.10 MC33997/33998 多路降压式开关稳压器	428
3.3 同步降压式开关稳压器	435
3.3.1 LTC3418 同步降压式开关稳压器	436
3.3.2 LM3100 同步降压式开关稳压器	443
3.3.3 TPS54311 ~ 54316 系列同步降压式开关稳压器	449
3.4 高压线性稳压器	457
3.4.1 MAX5084/5085 高压线性稳压器	457
3.4.2 MAX5023/5024 高压线性稳压器	461
3.4.3 MAX5086/5087 高压线性稳压器	467
3.4.4 MAX6765 ~ 6774 系列高压线性稳压器	472
第 4 章 汽车照明专用 LED 驱动器	481
4.1 LED 驱动器	481

4.1.1	LT3474 降压式开关 LED 驱动器	481
4.1.2	LT3475 双降压式开关 LED 驱动器	489
4.1.3	ZXLD1350 降压式开关 LED 驱动器	493
4.1.4	LM3402/02HV 降压式开关 LED 驱动器	498
4.1.5	LT3466 双升压式开关 LED 驱动器	505
4.1.6	LT3486 双升压式开关 LED 驱动器	511
4.1.7	MAX1553/1554 升压式开关 LED 驱动器	517
4.1.8	MAX16800/16803 LED 驱动器	522
4.1.9	NUD4001 LED 驱动器	527
4.1.10	MAX16805/16806 LED 驱动器	530
4.2	冷阴极荧光灯 (CCFL) 开关逆变器和控制器	537
4.2.1	MAX8751 冷阴极荧光灯全桥逆变器控制器	538
4.2.2	MAX8729 冷阴极荧光灯半桥逆变器控制器	549
4.2.3	DS3881/3882 单通道/双通道冷阴极荧光灯逆变器控制器	553
4.2.4	LTC1697 冷阴极荧光灯逆变器	564
4.2.5	LT118 × 系列冷阴极荧光灯/液晶显示器对比度开关逆变器	568
	参考文献	581

第1章 微控制器

今天的汽车已是数字化的汽车,一辆汽车可能内置几十甚至上百个嵌入式处理器,从8位的微控制器(MCU)到数字信号处理器(DSP),处理器遍布汽车各个角落,通过数字网络互连,控制和优化汽车内几乎每一个系统的运转,包括安全、发动机和尾气排放控制、导航与远程通信,以及娱乐系统等。2004年,全球汽车半导体器件的收入是160亿美元,其中汽车MCU的销售收入就占到34%。

MCU是汽车电子中的核心部件,它在汽车电子中实现的功能呈现多样性,从简单的车灯控制到复杂的发动机控制、汽车远程通信实现,高、中、低端MCU在汽车中都可以发挥作用,可以共存于一个系统中。由于关系到生命安全,汽车发动机、气囊控制和制动系统等关键的汽车安全系统对微控制器有十分严格的可靠性和耐用性要求。

根据汽车控制系统的需要,微控制器在设计中集成适当的外设、存储器和I/O接口,以提高性能和稳定性,以及降低功耗和系统成本,如采用大容量的闪速存储器(Flash Memory,简称闪存)、片内数据存储器、多通道模数转换器、直接存储器存取(DMA)、定时器阵列、片上调试系统、电源管理系统等。片上系统采用多种总线与片内外设相连,以实现对外设灵活的控制和数据交换。在微控制器之间的信息交换上,配置串行通信模块、控制器局域网(CAN)模块等,例如德州仪器公司的TMS470系列(基于ARM7内核)和飞思卡尔公司的MPC500系列(基于PowerPC内核)。这两种微控制器都在32位通用处理器内核上集成了汽车专用外设。MPC500系列微控制器集成了外设、存储器和专用I/O接口,主要针对发动机和变速控制应用,它带有大容量的闪存、多个CAN接口、一个Nexus调试接口、多个模/数转换器(ADC),以及多个先进的定时模块。

微控制器的主要供应商飞思卡尔半导体、英飞凌科技、瑞萨、德州仪器、意法微电子等公司都已经进入中国。由于微控制器系列供应商繁多,产品不断更新,本章仅以英飞凌科技、飞思卡尔半导体、瑞萨公司的产品为代表,从他们众多的微控制器系列中各选择一款8位、16位和32位微控制器,分别简要介绍它们的功能和在汽车中的应用。

1.1 8位微控制器

1.1.1 C500系列8位微控制器

英飞凌科技公司8位微控制器主要包括C500、C800和XC800三个与8051兼容系列。C800系列与C500系列的不同点在于主频从10~24MHz提高到了40MHz,片内程序存储器为8KB只读存储器(ROM)或静态随机存储器(SRAM),去掉了CAN。XC800为C800系列的增强型,程序存储器采用了闪存,可达4KB或8KB的数据闪存,增强了异步通信和CAN功能,减少了16位数据指针。三个系列采用了不

同的封装。

C500 系列主要成员有 C504/C505/C508/C509/C515/C517, 基本功能相同, 程序存储器、数据存储器、输入/输出线以及片内外设集成上略有不同。C505C 是 C500 系列典型芯片, 片内集成了遵循 V2.0B 的全功能 CAN 模块。C505C 可满足目前日益增长的对微控制器高性能、小体积、优化电磁兼容 (EMC) 特性以及分散的传感器、控制器与主机之间快速通信等诸多要求。

1.1.1.1 C505C 微控制器主要特点和引脚功能

1. 主要特点 C505C 是 C500 系列 8 位微控制器的增强型产品, 片内集成了遵循 V2.0B 的全功能 CAN 模块, 该器件提供 16KB ROM, 512B RAM, 异步/同步串行接口和高精度的 8 位模/数转换器 (转换时间为 $6.6\mu\text{s}$)。C505C 具有 300ns 的指令执行周期 (时钟频率为 20MHz) 和 8 个 16 位数据指针, 即使在读取外部数据期间, 也可实现系统的最大性能。C505C 的典型应用包括网络化的工业控制以及车体控制 (如智能传感器) 等, 其特点如下: ①完全兼容标准的 8051 单片机; ②8051 架构的超集, 具有 8 个数据指针; ③高达 20MHz 的运行频率, 16MHz 运行频率时, 指令周期为 375ns, 20MHz 运行频率时, 指令周期为 300ns (50% 占空比); ④16KB 的片上 ROM, ROM 保护可选; ⑤256B 片上 RAM 有 ⑥256B 片上 XRAM, ⑦5 个端口: 32+2 根数字 I/O 线 (端口 1 具有混合模/数输入、输出能力), ⑧3 个 16 位定时器/计数器; ⑨定时器 0/1 (兼容 C501), 定时器 2 具有 4 个可完成 16 位捕获/比较操作的通道; ⑩全功能 CAN 模块, 256 B 寄存器/数据位于外部数据存储区, 在运行频率大于或等于 8MHz 时, CAN 模块的波特率可达到 1Mbit/s, 当输入频率超过 10MHz 时, 内部 CAN 时钟预分频; ⑪带可编程波特率发生器的全双工串行接口; ⑫8 位 A/D 转换器; ⑬12 个中断源输入, 分为 4 个优先级; ⑭片上仿真支持逻辑 (增强型挂钩); ⑮可编程 15 位看门狗定时器; ⑯振荡器看门狗; ⑰快速上电复位; ⑱节能模式有低速模式, 空闲模式, 软件断电模式可通过 INT0 或 P4.1 引脚唤醒; ⑲ P-MQFP-44 封装; ⑳引脚与 C501、C504、C511/C513 系列全兼容; ㉑汽车级温度范围: $-40 \sim +125^{\circ}\text{C}$ 。

2. 引脚排列和功能说明

C505C 微控制器引脚排列如图 1-1 所示。

C505C 微控制器引脚功能说明:

1) P0.0 ~ P0.7 (引脚 37 ~ 30), 8 位漏极开路双向输入/输出端。P0 写“1”时, 端口电平为浮动。此时端口可以用作高阻输入端口。P0 也用于访问外部程序或数据存储区低位地址及数

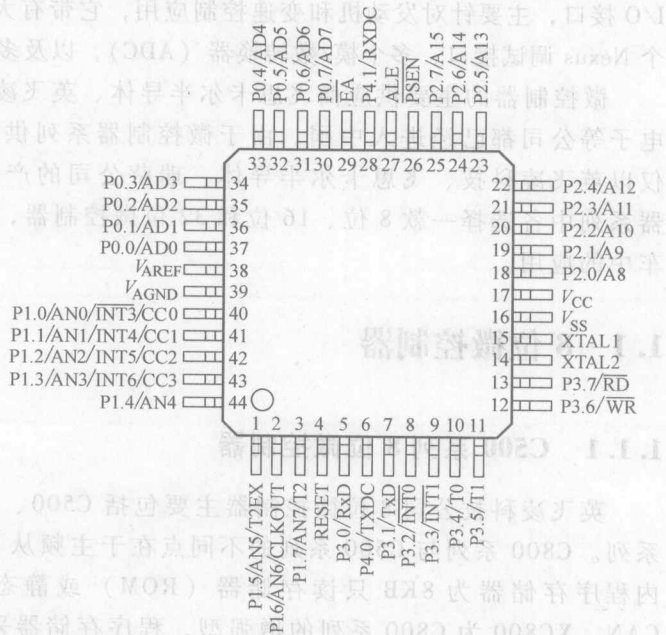


图 1-1 C505C 引脚排列

据总线的复用。当用于程序校验输出代码字节时,需要外接上拉电阻。

2) P1.0~P1.7,带内部上拉电阻的8位准双向端口。端口的引脚既可以用作数字输入/输出端,也可以作为A/D转换器的模拟输入端。由于引脚复用,端口1的引脚还包含中断、定时、时钟、捕获/比较等第二功能。对应输出锁存器需置为“1”(除比较功能以外),可执行的第二功能有①P1.0(引脚40),模拟输入通道0/中断3输入/捕获/比较通道0端;②P1.1(引脚41),模拟输入通道1/中断4输入/捕获/比较通道1端;③P1.2(引脚42),模拟输入通道2/中断5输入/捕获/比较通道2端;④P1.3(引脚43),模拟输入通道3/中断6输入/捕获/比较通道3端;⑤P1.4(引脚44),模拟输入通道4端;⑥P1.5(引脚1),模拟输入通道5/定时器外部重载/除法输入;⑦P1.6(引脚2),模拟输入通道6/系统时钟输出端;⑧P1.7(引脚3),模拟输入通道7/计数器2输入端。

3) P2.0~P2.7(引脚18~25),带内部上拉电阻的8位准双向端口。对端口2引脚写“1”,引脚电平因内部上拉电阻而被拉至高电位,此时可作为输入。当从外部程序取指令及用16位地址的MOVX@DPTR访问外部数据存储空间时,端口2用于产生高位地址字节。当用8位地址的MOVX@Ri访问外部数据存储空间时,端口2用于产生P2特殊功能寄存器的内容,此时无需外接上拉电阻。

4) P3.0~P3.7,带内部上拉电阻的8位准双向端口。对端口2引脚写“1”,引脚电平因内部上拉电阻而被拉至高电位,此时可作为输入端。对应输出锁存器置为“1”时,可执行的第二功能有①P3.0(引脚5),串行接口的接收数据输入端(异步)或数据输入/输出端(同步);②P3.1(引脚7),串行接口的发送数据输出端(异步)或时钟输出(同步);③P3.2(引脚8),外部中断0输入/定时器0门限控制输入端;④P3.3(引脚9),外部中断1输入/定时器1门限控制输入端;⑤P3.4(引脚10),定时器0计数输出端;⑥P3.5(引脚11),定时器1计数输入端;⑦P3.6(引脚12),写操作控制输出端,对端口0写到外部数据存储区的数据锁存;⑧P3.7(引脚13),读操作控制输出,选取外部数据存储区。

5) P4.0~P4.1,带内部上拉电阻的2位准双向端口。对端口2引脚写“1”,引脚电平因内部上拉电阻而被拉高,此时可作为输入。对应输出锁存器置为“1”时,可以执行第二功能(仅C505C有)为①P4.0(引脚6),CAN总线控制器的数据发送输出端;②P4.1(引脚28),CAN总线控制器的数据接收输入端。

6) XTAL1(引脚15)反相振荡放大器以及内部时钟发生器的输入端。

7) XTAL2(引脚14),反相振荡放大器的输出端。

8) RESET(引脚4),长度为两个机器周期的高电平对芯片进行复位。由于 V_{SS} 引脚连接了内部集成电阻(扩散电阻),因此在 V_{CC} 只需用连接一个外部电容既可进行上电复位。

9) PSEN(引脚26),程序存储使能端,进行外部取指令操作时,该控制信号允许总线访问外部程序空间。在不访问外部数据空间时,每三个晶振周期,该信号被激活一次。在内部程序执行时该引脚保持为高电平。

10) ALE(引脚27),地址锁存使能端,正常操作时用于锁存寻址外部存储空间低字节地址。在不访问外部数据空间时,每三个晶振周期,该信号被激活一次。当执行内部ROM空间的指令时,通过设定特殊功能寄存器系统控制(SYSCON)的地址锁存允许位(EALE)可以禁止ALE的产生。进行复位操作时,不要对此引脚进行

操作。

11) $\overline{\text{EA}}$ (引脚 29), 外部访问使能端。当该引脚为高电位, 若程序计数器 (PC) 值小于 4000H, 则从内部 ROM 取指令; 该引脚为低电位时, 从外部程序空间取指。

12) V_{AREF} (引脚 38), A/D 转换器参考电压端。

13) V_{AGND} (引脚 39), A/D 转换器参考地端。

14) V_{SS} (引脚 16), 地 (0V) 端。

15) V_{CC} (引脚 17), 电源 (+5V) 端。

1.1.1.2 C505C 微控制器电气特性

1. 绝对最大额定值 ①运行环境温度 (T_{A}) 为 $-40 \sim +125^{\circ}\text{C}$; ②贮运环境温度 (T_{ST}) 为 $-65 \sim +150^{\circ}\text{C}$; ③ V_{CC} 对地 (V_{SS}) 参考电压为 $-0.5 \sim 6.5\text{V}$; ④其他引脚对地 (V_{SS}) 参考电压为 $-0.5\text{V} \sim V_{\text{CC}} + 0.5\text{V}$; ⑤过载时引脚输入电流为 $-10 \sim +10\text{mA}$; ⑥过载时全部输入电流绝对值总和为 100mA 。

2. 直流特性 (见表 1-1)

表 1-1 直流特性

参 数	符号	极 限 值		单位	测试条件
		最 小	最 大		
输入低电压($\overline{\text{EA}}$ 、RESET 除外)	V_{IL}	-0.5	$0.2V_{\text{CC}} - 0.1$	V	—
	V_{IL1}	-0.5	$0.2V_{\text{CC}} - 0.3$	V	—
	V_{IL2}	-0.5	$0.2V_{\text{CC}} + 0.1$	V	—
输入高电压(XTAL1、RESET 除外)	V_{IH}	$0.2V_{\text{CC}} + 0.9$	$V_{\text{CC}} + 0.5$	V	—
	V_{IH1}	$0.7V_{\text{CC}}$	$V_{\text{CC}} + 0.5$	V	—
	V_{IH2}	$0.6V_{\text{CC}}$	$V_{\text{CC}} + 0.5$	V	—
输出低电压					
端口 1、2、3、4	V_{OL}	—	0.45	V	$I_{\text{OL}} = 1.6\text{mA}$
端口 0、ALE、 $\overline{\text{PSEN}}$	V_{OL1}	—	0.45	V	$I_{\text{OL}} = 3.2\text{mA}$
输出高电压					
端口 1、2、3、4	V_{OH}	2.4	—	V	$I_{\text{OH}} = -80\mu\text{A}$
		$0.9V_{\text{CC}}$	—	V	$I_{\text{OH}} = -10\mu\text{A}$
内总线方式的端口 0	V_{OH2}	2.4	—	V	$I_{\text{OH}} = -800\mu\text{A}$
ALE、 $\overline{\text{PSEN}}$		$0.9V_{\text{CC}}$	—	V	$I_{\text{OH}} = -80\mu\text{A}$
低电平输入电流					
端口 1、2、3、4	I_{IL}	-10	-70	μA	$V_{\text{IN}} = 0.45\text{V}$
逻辑电平正跳变瞬时电流	I_{TL}	-65	-650	μA	$V_{\text{IN}} = 2\text{V}$
端口 1、2、3、4					
输入漏电流					
端口 0、AN0~7(端口 1)、 $\overline{\text{EA}}$	I_{LI}	—	± 1	μA	$0.45 < V_{\text{IN}} < V_{\text{CC}}$
引脚电容	C_{IO}	—	10	pF	$f_{\text{c}} = 1\text{MHz}$, $T_{\text{A}} = 25^{\circ}\text{C}$
过载电流	I_{OV}	—	± 5	mA	

注: 电源电压 $V_{\text{CC}} = 5(1 \pm 10\%) \text{V}$; $V_{\text{SS}} = 0\text{V}$ 。

3. A/D 转换器特性 (见表 1-2)

表 1-2 A/D 转换器特性

参 数	符号	极 限 值		单位	测试条件
		最 小	最 大		
模拟输入电压	V_{AIN}	$V_{AGND} - 0.2$	$V_{AREF} + 0.2$	V	①
采样时间	t_S	—	$64t_{IN}$ $32t_{IN}$ $16t_{IN}$ $8t_{IN}$	ns	预标定 ÷ 32 预标定 ÷ 16 预标定 ÷ 8 预标定 ÷ 4
转换周期	t_{ADCC}	—	$320t_{IN}$ $160t_{IN}$ $80t_{IN}$ $40t_{IN}$	ns	预标定 ÷ 32 预标定 ÷ 16 预标定 ÷ 8 预标定 ÷ 4
总失调误差	T_{UE}	—	± 2	LSB	$V_{SS} + 0.5V \leq V_{AIN} \leq V_{CC} - 0.5V$
参考电压源内阻	R_{AREF}	—	$t_{ADC}/500 - 1$	k Ω	t_{ADC}/ns
模拟信号内阻	R_{ASRC}	—	$t_S/500 - 1$	k Ω	t_S/ns
模/数转换输入电容	C_{AIN}	—	50	pF	

注：电源电压 $V_{CC} = 5(1 \pm 1\%)V$ ； $V_{SS} = 0V$ ； $4V \leq V_{AREF} \leq V_{CC} + 0.1V$ ； $V_{SS} - 0.1V \leq V_{AGND} \leq V_{SS} + 0.2V$ 。

① 当 V_{AIN} 低于 V_{AGND} 或高于 V_{ref} 时，转换结果将分别为 OOH 或 FFH。

4. 交流特性 交流特性包括程序存储器特性、外部数据存储器特性和外部时钟驱动特性。具体数据可参见参考文献 [1]。

1.1.1.3 工作原理

英飞凌 C500 系列 8 位微控制器的典型架构如图 1-2 所示。该架构框图涵盖了 C500 系列微控制器内部所有主要的功能模块。图中用阴影标识的模块是 C500 系列微控制器的基本单元模块；其他功能模块如 XRAM、外围接口以及空间大小不同的 ROM/RAM，不同的型号有不同的配置。内核单元即 C500 系列微控制器的中央处理单元（Central Processing Unit, CPU）。CPU 包括指令解码器、算术逻辑单元、CPU 寄存器以及程序控制部分。内部事务处理单元统一管理调度 CPU 内部各独立单元。端口 0 与端口 2 用来访问外部代码和数据存储器以及进行仿真。外部控制模块处理外部控制信号和产生时钟。存取控制单元实现片上存储资源的选取，包括通用寄存器在内的内部 RAM 空间。中断控制器处理来自外围单元的中断请求。C505C 结

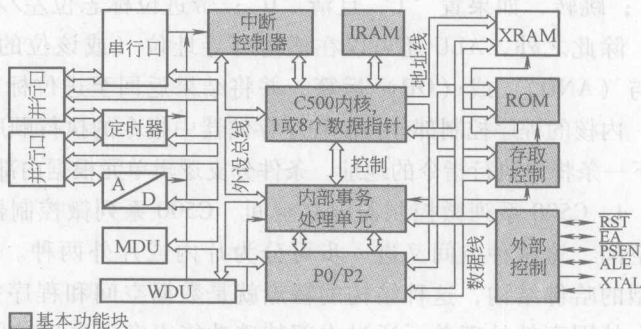


图 1-2 C500 系列微控制器典型架构框图

MDU—乘法除法单元 WDU—看门狗单元

IRAM—内部随机存储器 XRAM—外部随机存储器

ROM—只读存储器

构框图如图 1-3 所示。

不同型号的 C500 系列微控制器具有不同的片上外围单元配置。串行口、定时器、捕获/比较单元、A/D 转换器、看门狗模块，或乘法/除法单元都是典型的片上外围单元。这些外围单元的信号都可通过复用的并行输入/输出端口或指定引脚输入。

内核算术部分完成大量的数据处理，该部分由算术逻辑单元、寄存器 A、寄存器 B 以及程序状态字 (PSW) 寄存器组成。除此之外，算术逻辑单元还具有强大的二进制码、二-十进制代码 (BCD) 码运算功能以及位运算能力。程序空间的高效利用，C500 系列微控制器中

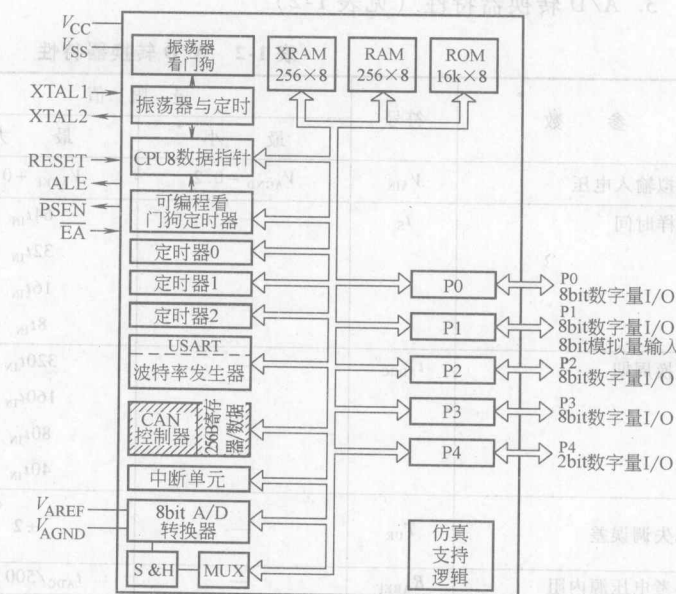


图 1-3 C505C 微控制器结构框图

USART—通用同步异步收发器 MUX—多路开关

RAM—内部随机存储器 XRAM—外部随机存储器

ROM—只读存储器 S&H—采样与保持器

44% 的指令为单字节指令、41% 的指令为双字节指令，只有 15% 为三字节指令。

算术逻辑单元 (ALU) 从一个或两个地方获取 8 位数据，然后在指令解码器控制下得到 8 位的结果。ALU 可以完成下列算术/逻辑运算：加、减、乘、除、加一、减一、BCD-十进制加调整、与 (AND)、或 (OR)、异或 (XOR)、求补、循环 (左移、右移)、半字节交换。

同时，ALU 还可以完成下列布尔量运算：置 '1'；清 '0'；求补；跳转，如果未置 '1'；跳转，如果置 '1' 且清 '0'；带进位标志位左/右移。

除此之外，ALU 还可以在任何可寻址位 (或该位的补码) 与进位标志位之间进行逻辑与 (AND)、或 (OR) 运算，并将结果返回至进位标志位。

内核的程序控制部分控制程序存储器中指令的执行顺序，16 位的程序计数器 (PC) 保存着下一条将要执行指令的地址。条件分支逻辑单元根据内部和外部事件改变程序执行的顺序。

1. C500 系列微控制器内存空间 C500 系列微控制器包括数据空间和程序空间两种内存空间，这两种空间又进一步可分为片内或片外两种。C500 系列微控制器的内存分区是典型的哈佛结构，这种结构的特点就是数据空间和程序空间分别处在系统的不同空间内。片上外围事件处理单元通过内部特殊功能寄存器区域访问。存储器的空间分布可表示为五个地址空间 (见表 1-3)：

C500 系列 8 位微控制器的指令集包括 111 条指令，其中 49 条为单字节指令，45 条为双字节指令，17 条为三字节指令。指令由两部分组成：功能记忆符与“目的、源”操作域。其中“目的、源”操作域详细指出了该命令使用的数据类型和寻址方式。

表 1-3 C500 系列微控制器内存空间分布

存储器类型	位 置	空间大小
程序存储器	外部	最大 64KB
	内部 (ROM、EEPROM)	2KB ~ 64KB
数据存储器	外部	最大 64KB
	内部 (XRAM)	256B ~ 3KB
	内部	128 或 256B
特殊功能寄存器	内部	128/256B

C500 系列微控制器有 5 种寻址方式：寄存器寻址、直接寻址、立即寻址、寄存器间接寻址、变址寻址。

表 1-4 总结了上述 C500 系列微控制器地址空间内 5 种寻址方式可以访问的空间和寄存器。

表 1-4 C500 系列微控制器寻址方式

寻址方式	相关存储器空间
寄存器寻址	已选择的寄存器组 R0 ~ R7、ACC、B、CY(位)、DPTR
直接寻址	内部 RAM 的低 128B、特殊功能寄存器
立即寻址	程序存储器
寄存器间接寻址	内部 RAM (@ R1、@ R0、SP)、外部数据存储器 (@ R1、@ R0、DPTR)
变址寻址	程序存储器 (@ A + DPTR、@ A + PC)

2. C505C 内存组织

1) C505C 的 CPU 可寻址下面的地址空间：①64KB 的程序内存；②64KB 的外部数据内存；③256B 的内部数据内存；④256B 的 XRAM 数据内存；⑤256B 的 CAN 总线控制器的寄存器/数据内存；⑥128B 的特殊功能寄存器区。

C505C 存储空间结构如图 1-4 所示。

2) 程序存储器“代码空间”：C505C 有 16KB 的只读程序存储器，并可以外部扩展为 64KB，内部 ROM 具有保密方式，防止程序被读出。当 EA 为高电平时，C505 执行内部 ROM 中的程序，程序计数器地址超过 3FFFH 之后，则从外部 4000H 到 FFFFH 外部程序空间取指令。若 EA 为低电平，则从外部程序空间取指令。

3) 数据存储器“数据空间”：数据存储器包括内部和外部存储空间，内部数据存储器分为三个独立的块：较低的 128B

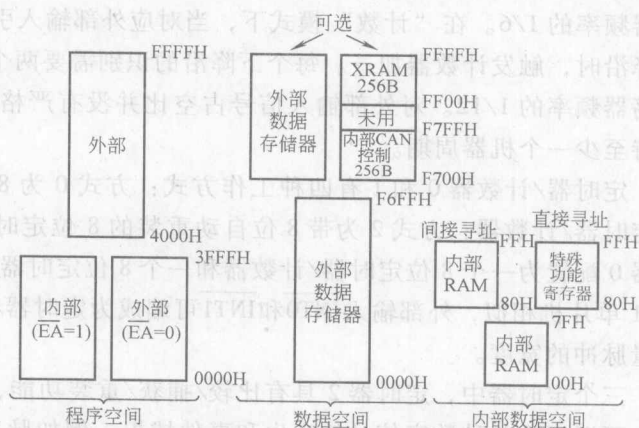


图 1-4 C505C 存储空间结构

RAM、较高的 128B RAM、128B 特殊功能寄存器。较高的 128B RAM 和特殊功能寄存器有相同的地址空间,采用不同寻址方式寻址。较低的 128B RAM,用直接寻址或寄存器间接寻址。较高的 128B RAM,采用寄存器间接寻址。特殊功能寄存器采用直接寻址。4 个工作寄存器组位于 0~1FH 内部 RAM,每个组由 8 个 8 位的通用寄存器组成。20H~2FH 字节为位寻址区,共 128 个可寻址位。堆栈位于内部 RAM,深度最大为 256B。

外部数据空间可扩展为 64KB,内部 CAN 总线控制器和 XRAM 位于外部存储器寻址空间,地址分别从 F700H~F7FFH 和 FF00H~FFFFH,用 MOVX 指令寻址。内部 XRAM 的内容在复位时不变。

3. 外围接口模块

1) 并行输入/输出: C505C 提供四个 8 位输入/输出端口和一个 2 位的输入/输出端口。每个端口位由锁存器、输出驱动器和输入缓冲器组成,输入/输出口 P0~P4 的读写通过对相应的特殊功能寄存器的访问完成。功能上, C505C 的引脚分为三种: ①标准数字输入/输出端口,可作为外部地址/数据总线使用,如端口 0 和端口 2; ②标准多功能数字输入/输出端口线,如端口 3 和端口 4; ③具有可编程模拟输入功能的混合数字/模拟输入/输出端口线,如端口 1 的引脚 P1.0~P1.7。

结构上,端口 0 是一个漏极开路的双向输入/输出端口,端口 1 到端口 4 都是带内部上拉电阻的准双向输入/输出端口。这意味着当定义为输入时,端口 1 到端口 4 的电平都会被拉高,同时源极电流会被外部拉低。当设定为输入端口时,端口 0 的电平是浮动的。

端口 0 和端口 2 的输出驱动与端口 0 输入缓冲可以用来访问外部内存。在这种应用下,端口 0 用来输出外部存储空间的低 8 位地址,通过时分复用确定“读”或“写”的地址。当地址为 16 位时,端口 2 用来输出外部存储空间的高位地址。端口 2 是伪双向输入/输出口,内部有上拉电阻。当端口 2 被写入“1”时,其引脚被上拉到高电平,这时可以做输入口。端口 4 是一个具有 CAN 总线控制器功能的 2 位端口,该端口的第 2~7 位无效。

2) 定时器/计数器: C505 有 3 个 16 位定时器/计数器,定时器 0、1 和 2,都可用于定时和计数。在“定时”模式下,定时器寄存器每个机器周期加一,因此可以认为此时定时器在统计机器周期数。由于每个机器周期包含 6 个振荡周期,因此计数器的频率为振荡器频率的 1/6。在“计数”模式下,当对应外部输入引脚每次发生从“1”到“0”,即下降沿时,触发计数器加一。每个下降沿的识别需要两个机器周期,所以最大计数频率为振荡器频率的 1/12。对外部输入信号占空比并没有严格要求,不过输入的电平信号需要维持至少一个机器周期。

定时器/计数器 0 和 1 有四种工作方式:方式 0 为 8 位定时器/计数器;方式 1 为 16 位定时器/计数器;方式 2 为带 8 位自动重装的 8 位定时器/计数器;方式 3 为定时器/计数器 0 配置为一个 8 位定时器/计数器和一个 8 位定时器,定时器/计数器 1 作计数器。与 8051 单片机相似,外部输入 INT0 和 INT1 可编成为定时器/计数器 0 和 1 的门控信号,用来测量脉冲的宽度。

三个定时器中,定时器 2 具有比较/捕获/重装功能,是 C505 功能最强的外设单元之一,可以用作各种数字信号的产生和事件捕捉,例如脉冲发生、脉宽调制、脉宽测量等。定时器 2 的设计主要针对多种汽车控制应用领域和工业应用场合,如频率发生器、数/模

转换、过程控制等。

定时器2可以支持以下三种工作模式：比较，4路最多为65535步的PWM输出信号，分辨率为300ns；捕获，多达4路的高速信号捕获输入端口，分辨率为300ns；重装，定时器2的时间周期的调制。

4. 串行口 C505C的串行口是全双工的，可同时发送和接收。它有接收缓存，在第一个接收的字节被从接收寄存器读走之前，串行口可以开始接收下一个字节（但如果在第二个字节接收完成后，第一个字节仍然还没有读走，那么第一个字节就会被丢掉）。串行口的接收和发送寄存器都可以通过特殊功能寄存器串行数据缓冲器（SBUF）进行访问。对SBUF进行写即对发送寄存器加载，对SBUF进行读操作即对接收寄存器进行读。串行口可工作在四种工作方式下（一种同步方式，三种异步方式），分别是：方式0为移位寄存器方式（同步方式）；方式1为8位异步通信方式，波特率可变；方式2为9位异步通信方式，波特率不变；方式3为9位异步通信方式，波特率可变。方式2和3可实现多机通信。

5. 模/数（A/D）转换器 C505C有一个有8个模拟输入通道的高性能/高速8位A/D转换器，内置多路开关和采样保持器，它以逐次逼近方式进行A/D转换，A/D转换频率可预标定，以适应不同的外接时钟频率，最短转换时间为8 μ s。它可实现以下功能：8个复用的输入通道，同时这8个通道也可以作为数字输入/输出；8位分辨率；内部触发A/D转换；转换完成产生中断；单次或连续转换模式。

6. CAN总线控制器 C505C的一个重要特点就是该芯片包含一个CAN模块。CAN总线及其协议允许连接在总线上若干站点高效地进行通信。这里的高效意味着：高传输速度（数据传输速度高达1Mbit/s）；数据完整性（CAN协议提供了多种差错校验方法）；主机转储（CAN总线控制器自主处理大部分的任务）；灵活强大的报文传送。

C505C的CAN接口与同属C500系列的C515C 8位微控制器以及C167CR 16位微控制器中的CAN模块完全兼容。根据C500系列8位微控制器的需要，C167CR中的CAN模块对内部总线接口、时钟发生逻辑、寄存器访问控制逻辑和中断进行了改进。因此由C167CR与C505C构成主从系统在汽车控制系统有广泛的应用。

一般来说，CAN接口主要由两部分组成：CAN控制器；内部总线接口。

CAN控制器是整个CAN接口的功能核心，它提供运行标准CAN协议（11位标识符）和扩展CAN协议（29位标识符）所需的一切资源。该控制器承担了处理多达15种报文所需的绝大多数开销，包括总线仲裁、报文重传、差错处理、中断产生等等，由于对外提供一个完善的对象封装层，CPU的负载得到了大大减轻。为了实现物理层的传输，C505C还需要连接外部器件。

CAN模块通过内部总线接口与微控制器的内部总线连接起来。CAN接口的寄存器和数据存储单元被映射到外部数据内存区的一个256B宽的地址空间（F700H~F7FFH），该区域可通过MOVX指令访问。

7. 中断系统 C505中断系统提供12个中断向量，分为4个优先级。5个中断请求由片内外设产生，它们是三个定时器、串行口和A/D转换器。CAN总线控制器或软件设置可产生一个中断，六个中断可由外部触发（P3.2/ $\overline{\text{INT0}}$ ，P3.3/ $\overline{\text{INT1}}$ ，P1.0/ $\text{AN0}/\text{INT3}/\text{CC0}$ ，P1.1/ $\text{AN1}/\text{INT4}/\text{CC1}$ ，P1.2/ $\text{AN2}/\text{INT5}/\text{CC2}$ ，P1.3/ $\text{AN3}/\text{INT6}/\text{CC3}$ ）。此外，P1.5/ $\text{AN5}/$