



单片机与嵌入式系统丛书

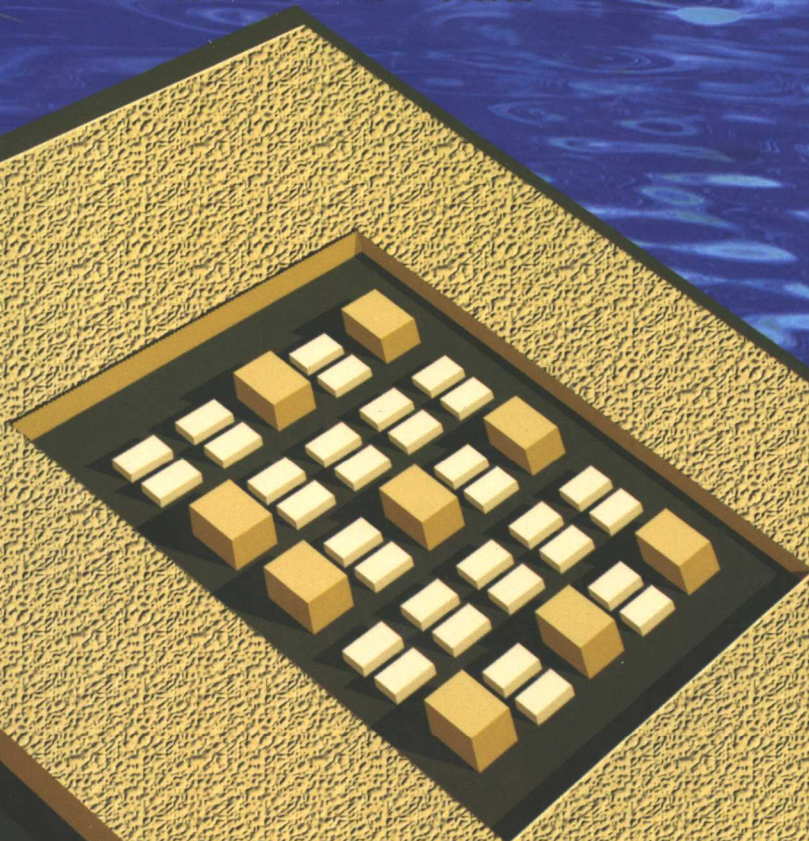


<http://www.phei.com.cn>

丛书主编：沙占友

MCS-51及兼容单片机 原理与选型

王晓君 安国臣 等编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

单片机与嵌入式系统丛书

丛书主编: 沙占友

MCS-51 及兼容单片机原理与选型

王晓君 安国臣 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

长期以来, MCS-51 系列单片机一直统治着国内单片机市场, 但近年来, 国际上许多著名半导体厂家竞相推出的各具特色的 MCS-51 兼容单片机, 也深受国内广大用户的青睐。本书从实用角度出发, 在全面系统地阐述了 MCS-51 系列单片机的 CPU 及外设的工作原理、指令系统之后, 重点对国内流行的 MCS-51 兼容单片机进行了系统、全面的归纳总结, 并就几种典型产品的功能进行了深入剖析。全书共 6 章。第 1 章介绍了 MCS-51 系列标准单片机的 CPU 及外设工作原理, 第 2 章阐述了指令系统与汇编 / 连接器的使用, 第 3~6 章分别对 Atmel、Philips、Dallas、WinBond 公司开发的 MCS-51 兼容单片机进行了归纳总结, 并对在国内颇具影响力的十几种典型产品进行了深入的剖析。

本书构思新颖, 信息量大, 由点到面, 融会贯通, 具有科学性、前沿性和很高的实用价值, 可作为各类电子技术人员的工具书, 亦可供高校师生和电子爱好者阅读。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

MCS-51 及兼容机单片机原理与选型/王晓君, 安国臣等编著. —北京: 电子工业出版社, 2003.11

(单片机与嵌入式系统丛书)

ISBN 7-5053-9275-1

I.M… II.①王… ②安… III. 单片微型计算机—MCS-51 系列 IV.TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 097679 号

责任编辑: 魏永昌

印 刷: 北京李史山胶印厂

出版发行: 电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 24 字数: 608 千字

版 次: 2003 年 11 月第 1 版 2003 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 6 000 册 定价: 32.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。
联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

《MCS-51 及兼容单片机原理与选型》编委会

主 编 王晓君

副 主 编 安国臣 马洪涛 王彦朋 睢丙东 王书海

编 委 王晓君 安国臣 马洪涛 王彦朋 睢丙东 王书海

唱春来 周慧艳 魏书军 苏晓明 孟志永 张永昌

罗 勇 谢东光 王磊明 吴朝辉 白克杰 丁保忠

刘忠伟 杜书锦 何 炜 刘树刚 杨志宇 宇文英

崔国玲 单春亮 张 志 李卫民 高英杰 刘秀敏

责任编辑 魏永昌

序 言

单片机是微电子技术与计算机技术的结晶,现已成为集成电路大家族中的重要成员。尽管单片机是从1982年才开始在我国应用的,但它一经上市便显示出强大的生命力,以其独特的优点迅速占领市场并获得广泛应用。20年来,单片机技术日臻完善,国外的单片机热更是经久不衰。单片机不仅用于智能仪器、电子设备、数据采集、自动控制及国防工业等技术领域,而且进入亿万家庭。据报道,在发达国家中一个普通家庭里家用电器所用的单片机数量,1990年平均为69个,2000年已达到226个。如果把集成电路比做工业“粮食”的话,那么单片机就是促进现代工业技术发展的“加速剂”,它对于电子信息产业的发展更具有“倍增器”的作用。据统计,目前全世界国民经济增长部分的65%与集成电路有关,其中单片机所创造的经济效益已超过其自身价格的2000倍!另外,在对传统产业进行技术改造、使之焕发青春时,单片机也大有用武之地。因此,新型单片机已成为21世纪极具发展潜力和影响力的一项科技产品。

目前,单片机正朝着兼容性、单片系统化、多功能和低功耗的方向发展。突出表现在以下几个方面:第一,从Intel公司MCS-51系列单片机的一枝独秀,发展成它与各种兼容机互为补充、兼容并蓄、各领风骚、百花齐放的新格局;第二,单片系统(SOC)是内含单片机的系统级芯片,它把电子整机(测控系统)的功能集成到一个芯片中,这预示着在不久的将来,IC与电子整机之间的界限将被彻底打破;第三,单片机正被集成到智能传感器及网络通信芯片之中,构成具有高性价比的智能化专用IC。单片机与单片系统、智能传感器、网络通信等高新技术的融合,必将成为21世纪新的经济增长点。

随着微电子技术和计算机技术的迅速发展,单片机升级换代的速度在不断加快,涉及新型单片机原理、接口技术、外围电路设计及应用技术的知识也在不断更新。为满足广大读者的需要,我们撰写了单片机与嵌入式系统丛书,重点围绕新型单片机技术的图书,包括《MCS-51及兼容单片机原理与选型》,《单片机接口技术与应用》,《单片机外围电路设计》和《单片机应用技术与实例》等。这套丛书题材新颖,内容丰富,深入浅出,既富有科学性与先进性,又具有很高的实用价值,它从不同角度阐述了单片机领域的新知识、新技术和新成果。各分册的内容互相衔接,互相补充,融为一体。可帮助读者解决在设计 and 应用单片机时所遇到的实际问题。可供从事电子技术应用、仪器仪表及测控技术的工程技术人员阅读,并可作为大学有关专业的教材。

沙占友教授担任这套丛书的主编,王晓君、马洪涛、睢丙东、王彦朋副教授担任丛书副主编。

单片机强大的生命力在于应用。我们相信新型单片机技术在我国推广应用必将获得更加丰硕的成果。

沙占友

2002年9月于河北科技大学

前 言

自 1982 年 8 位通用单片机在我国应用以来,经过 20 多年的发展,目前单片机在位数、速度、性能、种类等方面已远非昔日可比,而且各种新型单片机正在源源不断地涌现出来。开发设计人员在应用中也有意识地选用位数更高、速度更快、功耗更低、功能更强大的单片机,以增加产品档次和简化开发任务。尽管如此,在多数应用中,基于性价比的考虑,8 位单片机仍是首选。目前,8 位单片机在国内乃至国际上仍占有重要地位。在 8 位单片机中又以 MCS-51 系列单片机及其兼容机所占的份额最大。因此一些国际半导体公司在推出其他新型单片机的同时,始终没有放弃基于 MCS-51 内核单片机的研发工作,并且有的公司还有所加强(例如 Philips 公司)。

MCS-51 系列单片机及其兼容机在国内拥有广泛的用户,这与 Intel 8 位单片机是最早引入我国的有关。目前国内已出版的单片机书籍中,仍以 MCS-51 系列单片机为主要内容。此外,MCS-51 的硬件结构也决定了其指令系统不会发生变化,所以设计人员可以较容易地对不同公司的单片机产品进行选型,他们只需将重点放在芯片内部资源的比较上。

目前,在国内市场上,Intel 公司生产的 MCS-51 系列单片机已少见,代之以其他公司生产的 MCS-51 系列兼容单片机。这些公司主要有 Phillips、Dallas、SIEMENS、AMD、Atmel、NEC、HARRIS、WinBond、YHUNDAI、ADI 等,其中又以 Philips、Dallas、Atmel、WinBond、YHUNDAI、ADI 等公司占有市场份额最大。以上各公司开发的 MCS-51 系列兼容单片机各具特色,它们的内部资源差异很大;在对原来 MCS-51 内核的改进上也不尽相同,每个公司都在其中加入了本公司的特有技术。例如拥有很大用户群的 Atmel 公司生产的 MCS-51 系列兼容单片机——AT89 系列单片机,就在原有 MCS-51 内核中加入了该公司的 FLASH 存储器技术。

鉴于目前国内尚未出版过全面系统地介绍 MCS-51 系列兼容单片机的著作,为此,我们将近年来从事教学与科研工作中积累的经验及部分科研成果进行了系统总结,并参考国内外厂家的最新资料后撰成此书,以飨广大读者。为使本书能成为一本完整的产品开发参考书,本书首先介绍 MCS-51 系列标准单片机的原理,然后分别归纳总结各公司的 MCS-51 系列兼容单片机产品,并深入阐述典型产品的原理。

本书融科学性、先进性、系统性、实用性于一体,主要有以下特点:

第一,全面、深入地阐述了 MCS-51 系列标准单片机的硬件结构、指令系统及开发工具的使用。

第二,全面、系统地归纳总结了 Atmel、Philips、Dallas、WinBond 等公司生产的 MCS-51 系列兼容单片机,并对其产品加以科学的分类,给出产品对照表,以帮助读者选型。

第三,完整、翔实地阐述了 Atmel、Philips、Dallas、WinBond 等公司生产的 MCS-51 系列兼容单片机的各种典型产品,这些产品均具有一定的代表性并在国内拥有一定的用户群。

第四,具有很高的实用价值。本书除对标准 MCS-51 系列单片机原理进行了深入阐述外,还涉及到目前在国内最流行的 MCS-51 系列兼容单片机,这使得本书不仅可作为原理性的通用教材,更可作为开发设计人员必不可少的工具书。

第五,信息量大,知识面宽,便于读者触类旁通,灵活运用。

王晓君任本书主编，安国臣、马洪涛、王彦朋、睢丙东、王书海任副主编。王晓君撰写了第1章、第5章，并完成了全书的审阅及统稿工作。安国臣撰写了第2章。马洪涛撰写了第3章。睢丙东、王书海、孟志永、张永昌、魏书军、周慧艳、丁保忠撰写了第4章。王彦朋撰写了第6章。安国臣、苏晓明绘制并审阅了全部插图。参加本书撰写工作的还有唱春来、罗勇、谢东光、王磊明、吴朝辉、白克杰、刘忠伟、杜书锦、何炜、刘树刚、杨志宇、宇文英、崔国玲、单春亮、张志、李卫民、高英杰、刘秀敏等同志。

沙占友教授认真审阅了全书，并提出了许多宝贵意见。本书撰写过程中还参考了国外厂家提供的大量资料，在此一并致谢。

由于作者水平有限，书中难免存在缺点和不足之处，欢迎广大读者给予指正。

作 者

目 录

第 1 章 Intel 司 MCS-51 系列单片机原理	(1)
1.1 分类与选型指南	(1)
1.2 内部结构与引脚功能	(7)
1.2.1 内部结构	(7)
1.2.2 引脚功能	(8)
1.3 存储器的组织形式	(10)
1.3.1 程序存储器	(11)
1.3.2 数据存储器	(12)
1.3.3 特殊功能寄存器 (SFR)	(15)
1.4 输入 / 输出	(18)
1.4.1 I/O 口结构	(18)
1.4.2 写端口操作	(20)
1.4.3 端口的负载能力及接口要求	(22)
1.4.4 I/O 端口的“读、修改、写”	(22)
1.5 复位与时钟	(23)
1.5.1 复位	(23)
1.5.2 时钟	(26)
1.6 定时 / 计数器	(28)
1.6.1 定时 / 计数器 T0 和 T1	(29)
1.6.2 定时 / 计数器 T2	(32)
1.7 串行口	(36)
1.7.1 串行口的特殊功能寄存器	(36)
1.7.2 串行口的工作模式	(37)
1.7.3 多机通信	(45)
1.7.4 波特率	(45)
1.8 中断系统	(48)
1.8.1 中断源	(48)
1.8.2 与中断有关的特殊功能寄存器	(50)
1.8.3 中断响应过程及响应时间	(51)
1.9 CHMOS 单片机的低功耗工作模式	(53)
1.10 时序	(55)
1.10.1 取指和指令执行时序	(55)
1.10.2 外部存储器的操作时序	(56)
1.10.3 端口操作时序	(60)
第 2 章 MCS-51 单片机指令系统及 A51 汇编程序设计	(61)

2.1	MCS—51 单片机指令系统综述	(61)
2.1.1	对标志位有影响的指令	(65)
2.1.2	指令系统中所用符号说明	(66)
2.1.3	MCS—51 单片机的寻址方式	(66)
2.2	数据传送类指令	(67)
2.2.1	内部 RAM 传送指令	(67)
2.2.2	外部 RAM 传送指令	(73)
2.2.3	程序存储器读取指令	(75)
2.3	算术运算类指令	(76)
2.3.1	概述	(76)
2.3.2	指令详述	(77)
2.4	逻辑操作类指令	(84)
2.4.1	概述	(84)
2.4.2	指令详述	(85)
2.5	布尔操作类指令	(91)
2.5.1	概述	(91)
2.5.2	指令详述	(93)
2.6	控制转移类指令	(98)
2.6.1	概述	(98)
2.6.2	指令详述	(100)
2.7	A51 汇编器及 BL51 连接 / 定位介绍	(108)
2.7.1	A51 汇编器介绍	(108)
2.7.2	BL51 连接 / 定位介绍	(115)
2.8	A51 汇编程序模板	(116)
第 3 章	Atmel 公司 MCS—51 兼容单片机原理	(126)
3.1	Atmel 公司 C51 系列单片机分类与选型指南	(126)
3.2	AT89C5X/LV5X 单片机原理	(134)
3.2.1	AT89C5X/LV5X 单片机原理	(134)
3.2.2	AT89C5X/LV5X 的 FLASH 编程	(136)
3.3	AT89CX051 单片机原理	(140)
3.3.1	AT89CX051 单片机原理	(140)
3.3.2	AT89C2051 单片机的 FLASH 编程	(143)
3.4	AT89S8252 单片机原理	(146)
3.4.1	AT89S8252 与 Intel 80C52 的功能比较	(149)
3.4.2	AT89S8252 中的看门狗定时器、双数据指针及 E ² PROM 工作原理	(151)
3.4.3	AT89S8252 中 SPI 接口工作原理	(153)
3.4.4	AT89S8252 FLASH 和 E ² PROM 存储器的串行下载编程	(157)
第 4 章	Philips 公司 MCS—51 兼容单片机原理	(160)
4.1	Philips 公司 MCS—51 兼容单片机分类与选型指南	(160)
4.1.1	Philips 公司单片机的分类	(160)
4.1.2	Philips 公司单片机选型指南	(169)

4.2	Philips 8XC552 单片机原理	(171)
4.2.1	8XC552 单片机与 80C51 单片机的比较	(172)
4.2.2	脉宽调制 (PWM) 输出	(182)
4.2.3	模数转换器	(183)
4.2.4	定时 / 计数器 T2 和捕捉比较逻辑	(186)
4.2.5	看门狗定时器 T3	(191)
4.2.6	中断系统	(192)
4.3	8XC552 单片机的 SIO1 (I ² C 总线) 接口原理	(196)
4.3.1	I ² C 总线接口概述	(196)
4.3.2	8XC552 单片机的 I ² C 总线接口	(200)
4.4	Philips P87LPC764 (51LPC 系列) 单片机原理	(226)
4.4.1	P87LPC764 单片机内核工作原理	(227)
4.4.2	P87LPC764 外设工作原理	(239)
4.5	P87LPC767/768/769 单片机原理	(259)
4.5.1	P87LPC767 及其 A/D 转换器的原理	(259)
4.5.2	P87LPC768 及其脉宽调制输出的原理	(264)
4.5.3	P87LPC769 及其 D/A 转换器的原理	(269)
第 5 章	Dallas—Maxim 公司 MCS—51 兼容单片机原理	(272)
5.1	Dallas—Maxim 公司 MCS—51 兼容单片机分类与选型指南	(272)
5.2	DS80C320/323 高速度低功耗单片机原理	(279)
5.2.1	DS80C320/323 CPU 核心部分工作原理	(282)
5.2.2	DS80C320/323 单片机外设部分工作原理	(295)
5.3	DS89C420 超高速 FLASH 单片机原理	(306)
5.3.1	DS89C420 单片机的性能特点	(306)
5.3.2	DS89C420 单片机专用寄存器介绍	(308)
5.3.3	DS89C420 单片机基本部件的工作原理	(315)
5.3.4	DS89C420 单片机的外部存储器访问	(331)
5.3.5	DS89C420 单片机的 FLASH 存储器编程	(341)
第 6 章	WinBond 公司 MCS—51 兼容单片机原理	(347)
6.1	WinBond 公司 MCS—51 兼容单片机分类与选型指南	(347)
6.2	WinBond 78E58B 单片机原理	(350)
6.2.1	W78E58B 的 P4 口及外中断 $\overline{\text{INT}}2$ 、 $\overline{\text{INT}}3$ 工作原理	(351)
6.2.2	W78E58B 的程序存储器编程	(354)
6.2.3	W78E58B 的其他新增功能	(363)
6.3	W78E858 单片机原理	(364)
6.3.1	W78E858 单片机的 E ² PROM 工作原理	(365)
6.3.2	W78E858 单片机的外中断 INT2~INT9	(366)
6.3.3	W78E858 的 PWM 输出原理	(368)
6.3.4	W78E858 的看门狗定时器	(369)
参考文献		(371)

第 1 章 Intel 公司 MCS-51 系列单片机原理

Intel 公司是 MCS-51 系列单片机的创始者。多年以来, Intel 公司为 MCS-51 系列单片机的丰富与发展作出了卓越的贡献。本章首先介绍 Intel 公司 MCS-51 系列单片机的分类及选型指南, 然后从各个方面详细讲述其硬件工作原理。

1.1 分类与选型指南

Intel 公司是 MCS-51 系列单片机最早的生产厂家, 截止到 2003 年初, Intel 公司已推出 MCS-51 系列的多个子系列不同型号的单片机, 详细情况参见表 1.1.1。其中在我国广泛应用的主要有 8051 子系列、8052 子系列、80C51 子系列及 80C52 子系列等。

表 1.1.1 Intel 公司 MCS-51 系列单片机分类及资源比较一览表

型号	ROM /KB	RAM /字节	频率 ¹ /MHz	I/O 引脚	定时器 ²	串行口 ³	中断源	PCA 通道 ⁴	A/D 通道	SEP ⁵	GSC ⁶	DMA 通道	保密位 ⁷	掉电和待机 运行方式
8051 产品系列														
8031AH	ROMless	128	12	32	2	1	5	0	0	0	0	0	—	—
8051AH	4 (ROM)	128	12	32	2	1	5	0	0	0	0	0	0	—
8051AHP	4 (ROM)	128	12	32	2	1	5	0	0	0	0	0	P	—
8751H	4 (EPROM)	128	12	32	2	1	5	0	0	0	0	0	1	—
8751BH	4 (EPROM)	128	12	32	2	1	5	0	0	0	0	0	2	—
8052 产品系列														
8032AH	ROMless	256	12	32	3	1	6	0	0	0	0	0	—	—
8052AH	8 (ROM)	256	12	32	3	1	6	0	0	0	0	0	0	—
8752BH	8 (EPROM)	256	12	32	3	1	6	0	0	0	0	0	2	—
80C51 产品系列														
80C31BH	ROMless	128	12,16	32	2	1	5	0	0	0	0	0	—	有
80C51BH	4 (ROM)	128	12,16	32	2	1	5	0	0	0	0	0	0	有
80C51BHP	4 (ROM)	128	12,16	32	2	1	5	0	0	0	0	0	P	有
87C51	4 (EPROM)	128	12,16, 20,24i	32	2	1	5	0	0	0	0	0	3	有
8XC52/54/58 产品系列														
80C32	ROMless	256	12,16, 20,24i	32	3	1	6	0	0	0	0	0	—	有
80C52	8 (ROM)	256	12,16, 20,24i	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1*	有

(续表)

型号	ROM /KB	RAM /字节	频率 ¹ /MHz	I/O 引脚	定时器 ²	串行口 ³	中断源	PCA 通道 ⁴	A/D 通道	SEP ⁵	GSC ⁶	DMA 通道	保密位 ⁷	掉电和待机 运行方式
87C52	8 (EPROM)	256	12,16, 20,24i	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	有
80C54	16 (ROM)	256	12,16, 20,24i	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1	有
87C54	16 (EPROM)	256	12,16, 20,24i	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	有
80C58	32 (ROM)	256	12,16, 20,24i	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1	有
87C58	32 (EPROM)	256	12,16, 20,24i	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	有
8XL52/54/58 产品系列														
80L52	8 (ROM)	256	12,16, 20*	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1	有
87L52	8 (OTPROM)	256	12,16, 20*	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	有
80L54	18 (ROM)	256	12,16, 20*	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1	有
87L54	16(OTPROM)	256	12,16, 20*	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	有
80L58	32 (ROM)	256	12,16, 20*	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1	有
87L58	32(OTPROM)	256	12,16, 20*	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	有
8XC51FA/FB/FC 产品系列														
80C51FA	ROMless	256	12,16	32	3	1	7	5	0	0	0	0	—	有
83C51FA	8 (ROM)	256	12,16	32	3	1	7	5	0	0	0	0	0	有
87C51FA	8 (EPROM)	256	12,16, 20,24i	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	有
83C51FB	16 (ROM)	256	12,16, 20,24i	32	3	1	7	5	0	0	0	0	1	有
87C51FB	16 (EPROM)	256	12,16, 20,24i	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	有
83C51FC	32 (ROM)	256	12,16, 20,24i	32	3	1	7	5	0	0	0	0	1	有
87C51FC	32 (EPROM)	256	12,16, 20,24i	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	有

(续表)

型号	ROM /KB	RAM /字节	频率 ^① /MHz	I/O 引脚	定时器 ^②	串行口 ^③	中断源	PCA 通道 ^④	A/D 通道	SEP ^⑤	GSC ^⑥	DMA 通道	保密位 ^⑦	掉电和待机 运行方式
8XL51FA/FB/FC 产品系列														
80L51FA	ROMless	256	12,16, 20*	32	3	1	7	5	0	0	0	0	—	有
83L51FA	8 (ROM)	256	12,16, 20*	32	3	1	7	5	0	0	0	0	1	有
87L51FA	8 (OTPROM)	256	12,16, 20*	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	有
83L51FB	16 (ROM)	256	12,16, 20*	32	3	1	7	5	0	0	0	0	1	有
87L51FB	16(OTPROM)	256	12,16, 20*	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	有
83L51FC	32 (ROM)	256	12,16, 20*	32	3	1	7	5	0	0	0	0	1	有
87L51FC	32(OTPROM)	256	12,16, 20*	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	有
8XC51GX 产品系列														
80C51GB	ROMless	256	12,16	48	3	1	15	10	8	1	0	0	—	有
83C51GB	8 (ROM)	256	12,16	48	3	1	15	10	8	1	0	0	1	有
87C51GB	8 (EPROM)	256	12,16	48	3	1	15	10	8	1	0	0	3	有
8XC152 产品系列 (通信用单片机)														
80C152JA	ROMless	256	16.5	40	2	1	11	0	0	1	1	2	—	有
80C152JB	ROMless	256	16.5	56	2	1	11	0	0	1	1	2	—	有
83C152JA	8 (ROM)	256	16.5	40	2	1	11	0	0	1	1	2	0	有

①24i: 仅内部工作在 24MHz; 20*: 仅在 0~70℃ 温度范围内可达 20MHz;

②16 位定时计数器;

③异步串行口;

④PCA: 可编程计数器阵列;

⑤SEP: 串行扩展口;

⑥GSC: 全局串行通道;

⑦1*: 对 12MHz 和 16MHz 的产品没有保密位, 对 20MHz 和 24MHz 产品有 1 位保密位; P: 程序校验禁止, 外部存储器存取限制在 4KB 范围之内。

Intel 公司 MCS—51 系列单片机是针对控制优化设计的, 适用于低功耗、高集成度和高性能要求的控制应用场合。

MCS—51 系列单片机均具有以下特点:

- 集成了对事件控制专门优化过的 8 位 CPU, 可方便地用于需要事件控制的场合。

- 均具有布尔处理能力，使工业现场经常需要的位运算和位操作变得非常简单。
- 片上集成有最高达 32KB 的程序存储器，使实现真正的“单片”控制成为可能。
- 片上集成有多种外设，例如，定时 / 计数器、串行口、可编程计数器阵列（PCA）等，为低成本、低芯片数、低连线数设计提供了可能。

Intel 公司生产的比 MCS-51 系列单片机更高级的产品是 MCS-251 系列单片机，该系列的单片机在引脚和代码上与 MCS-51 系列单片机完全兼容，但速度更快、使用更方便、性能更高，此外还提供了多种附加功能与资源，而且型号众多，方便用户根据具体应用进行选型。本书不对 MCS-251 系列单片机进行深入阐述，感兴趣的读者可到 Intel 公司网站上查询。

在目前 Intel 公司网站上，将 MCS-51 系列单片机粗略地分为两大类：经典系列和扩展系列。

1. MCS-51 经典系列单片机

MCS-51 经典系列单片机可分为以 12MHz、16MHz 为典型主频的低频传统系列和在此基础上发展起来的以 24MHz、33MHz 为典型主频的高速系列。

高速系列单片机同样基于 MCS-51 结构，在代码和引脚上与原有 MCS-51 单片机完全兼容，因此在实际应用中，可直接用高速系列的单片机替换原有的低速单片机。高速系列单片机提供了升级的最简便方法，使用高速的 24MHz 或 33MHz 单片机代替原有的 12MHz 或 16MHz 单片机，可方便地将运行速度提高一倍。有关经典系列 MCS-51 单片机产品分类及各种型号的资源对比情况详细列于表 1.1.2，以供读者查阅。高速单片机在器件型号表示上，

表 1.1.2 Intel 公司 MCS-51 经典系列单片机分类及资源比较一览表

型号	ROM /KB	RAM /字节	定时器	串行口	A/D 通道	I/O 引脚	速度 /MHz	工艺	封装 ¹	加密 ²	温度 ³	其 他
80C31BH	ROMless	128	2	1	0	32	16,24	CHMOS	D,N,P,S	N/A	C,E	有低功耗工作模式
80C51BH	4 (ROM)	128	2	1	0	32	12,16,24	CHMOS	N,P,S	P	C,E	有低功耗工作模式
87C51	4 (EPROM/OTP)	128	2	1	0	32	16,24	CHMOS	D,N,P,S	L3	C,E	存储器三级加密
80C32	ROMless	256	3	1	0	32	16,24	CHMOS	N,P,S	N/A	C,E	定时/计数器可加减计数
80C52	8 (ROM)	256	3	1	0	32	12,16,24	CHMOS	N,P,S	L1	C,E	定时/计数器可加减计数
87C52	8 (EPROM/OTP)	256	3	1	0	32	16,24	CHMOS	D,N,P,S	L3	C,E	定时/计数器可加减计数
80C54	16 (ROM)	256	3	1	0	32	12,16,24	CHMOS	N,P,S	L1	C,E	定时/计数器可加减计数
87C54	16 (EPROM/OTP)	256	3	1	0	32	16,24	CHMOS	D,N,P,S	L3	C,E,A	定时/计数器可加减计数
87C58 (ROM)	32 (ROM)	256	3	1	0	32	12,16,24, 33	CHMOS	N,P,S	L1	C,E	定时/计数器可加减计数
87C58	32 (EPROM/OTP)	256	3	1	0	32	16,24,33	CHMOS	D,N,P,S	L3	C,E	定时/计数器可加减计数
80C51FA	ROMless	256	3	1	0	32	16,24	CHMOS	D,N,P,S	N/A	C,E	PCA、可编程时钟输出
83C51FA	8 (ROM)	256	3	1	0	32	12,16,24	CHMOS	N,P,S	L1	C,E,A	PCA、可编程时钟输出
87C51FA	8 (EPROM/OTP)	256	3	1	0	32	16,24,33	CHMOS	D,N,P,S	L3	C,E,A	PCA、可编程时钟输出
87C51FB (ROM)	16 (ROM)	256	3	1	0	32	12,16,24, 33	CHMOS	N,P,S	L1	C,E,A	PCA、可编程时钟输出
87C51FB	16 (EPROM/OTP)	256	3	1	0	32	16,24,33	CHMOS	D,N,P,S	L3	C,E,A	PCA、可编程时钟输出

(续表)

型号	ROM /KB	RAM /字节	定时器	串行口	A/D 通道	I/O 引脚	速度 /MHz	工艺	封装 ^①	加密 ^②	温度 ^③	其 他
87C51FC (ROM)	32 (ROM)	256	3	1	0	32	12,16,24, 33	CHMOS	D,N,P,S	L1	C,E,A	PCA、可编程时钟输出
87C51FC	32 (EPROM/OTP)	256	3	1	0	32	16,24,33	CHMOS	D,N,P,S	L3	C,E,A	PCA、可编程时钟输出

① 封装形式包括 D: 40 脚陶瓷 DIP 封装; N: 44 脚 PLCC 封装; P: 40 脚塑料 DIP 封装; S: 44 脚 QFP (Quad Flat Pack) 封装;

② 温度范围包括 C: 0~70℃; E: -40℃~+85℃; A: -40℃~+125℃;

③ 加密包括 L1: 1 位保密位; L2: 2 位保密位; L3: 3 位保密位; P: 保护; N/A: 无。

没有实质变化, 例如, 12MHz 的 80C31BH 单片机表示为 80C31BH-12, 而高速的 24MHz 的单片机则表示为 80C31BH-24, 故在表中, 没有刻意去区分, 仅仅在速度一列中有所体现。

2. MCS-51 扩展系列单片机

扩展系列单片机是在经典系列单片机基础上的进一步发展。这类单片机主要是 Intel 公司新推出的 8XC51RA/RB/RC 系列。与经典的 MCS-51 系列相比, 它们显著的特点有:

- 片内又增加了 256 字节的 RAM 存储器, 使得总的片内 RAM 达到 512 字节, 更加适合使用高级语言 (例如 C 语言) 编程、需要较大内部 RAM 空间的应用场合。
- 增加了硬件看门狗定时器, 使硬件设计更加方便可靠, 更符合规范。
- 与经典单片机功能兼容, 可直接代替原有设计中的单片机。

有关扩展系列 MCS-51 单片机的产品分类及各种型号的资源对比情况列于表 1.1.3, 以供读者查阅。

表 1.1.3 Intel 公司 MCS-51 扩展系列单片机分类及资源比较一览表

型号	ROM /KB	RAM /字节	定时 器	串行 口	A/D 通道	I/O 引脚	频率 /MHz	工艺	封装	加密	温度	其他 ^①
80C51RA	ROMless	512	3	1	0	32	12,16,20 ,24	CHMOS	N,P,S	N/A	C,E	有
83C51RA	8 (ROM)	512	3	1	0	32	12,16,20 ,24	CHMOS	N,P,S	L1	C,E	有
87C51RA (ROM)	8 (ROM)	512	3	1	0	32	12,16,20 ,24	CHMOS	N,P,S	L3	C,E	有
87C51RA	8 (OTPROM)	512	3	1	0	32	12,16,20 ,24	CHMOS	N,P,S	L3	C,E	有
83C51RB	16 (ROM)	512	3	1	0	32	12,16,20 ,24	CHMOS	N,P,S	L1	C,E	有
87C51RB (ROM)	16 (ROM)	512	3	1	0	32	12,16,20 ,24	CHMOS	N,P,S	L3	C,E	有

(续表)

型号	ROM /KB	RAM /字节	定时 器	串行 口	A/D 通道	I/O 引脚	频率 /MHz	工艺	封装	加密	温度	其他 ^①
87C51RB	16 (OTPROM)	512	3	1	0	32	12,16,20, ,24	CHMOS	N,P,S	L3	C,E	有
83C51RC	32 (ROM)	512	3	1	0	32	12,16,20, ,24	CHMOS	N,P,S	L1	C,E	有
87C51RC (ROM)	32 (ROM)	512	3	1	0	32	12,16,20, ,24	CHMOS	N,P,S	L3	C,E	有
87C51RC	32 (OTPROM)	512	3	1	0	32	12,16,20, ,24	CHMOS	N,P,S	L3	C,E	有

①其他特点包括扩展 256 字节 RAM、可编程时钟输出、片内集成硬件看门狗等。

在对 Intel 公司的 MCS—51 系列单片机进行选型时，还应注意以下事项：

(1) 每个单片机产品子系列，根据内部程序存储器提供的模式不同，型号上基本有三种。例如，在 8051 子系列中，有三种主要的芯片：8031、8051 和 8751，分别对应于内部不提供程序存储器、内部提供 4KB 掩膜 ROM 和内部提供 4KB EPROM 的同一种芯片的三种不同版本。又如在 80C52 子系列中，80C32 型单片芯片内不提供程序存储器，80C52 型单片芯片内提供 8KB ROM，而 87C52 型单片芯片内提供 8KB 的 EPROM。依次类推，在以后章节的文字叙述中，为了简洁，用内部提供 ROM 的芯片型号来代表这个系列，例如，“80C52 单片芯片内具有定时/计数器 T2”，这种提法对 80C32 和 87C52 同样成立。

(2) Intel 公司的 MCS—51 系列单片机主要有两种制造工艺：HMOS 工艺和 CHMOS 工艺。对于同种型号的单片机，采用 CHMOS 工艺的在器件名中间都标以“C”字母。例如 80C51 是采用 CHMOS 工艺的 8051 芯片。两种工艺的芯片在器件功能上完全兼容。但采用 CHMOS 工艺的器件属 CMOS 器件，与对应的 HMOS 器件相比，它的工作电流要小的多，因此使整个单片机的功耗降得很低，而且还增加了待机工作模式与掉电工作模式。80C52 是 8052 的 CHMOS 工艺器件，80C52 继承了 8052 的所有功能，但 80C52 的功能要强于 8052。所以在叙述资源时，读者要注意区分哪些是二者共有的，哪些是 80C52 所特有的。CHMOS 器件是 Intel 公司致力发展的方向，而 HMOS 器件将逐渐被淘汰，甚至在 Intel 公司网站上的嵌入式产品参考指南 MCS—51 系列单片机一节中，罗列的全部是 CHMOS 工艺的器件。

(3) 表 1.1.1 中列出的所有型号单片机，都是在 Intel 公司 MCS—51 单片机发展的不同历史时期出现的，都具有一定的代表性，有的型号至今还拥有广大用户群。有的型号 Intel 公司尽管没有声明，但实际上已经放弃，在公司网站上这些型号已不再出现。

(4) 表中所列型号若中间标有字母“L”，则表示此器件为低电压器件。例如 80L52 表示与 80C52 功能兼容的低电压产品。

此外，Intel 公司还生产所谓“特殊环境”使用的单片机。这里“特殊环境”指工业现场的单片机工作环境，主要指工作环境温度，Intel 公司推出适用较宽温度范围的单片机系列，以满足这种需要。

1.2 内部结构与引脚功能

由于 8051 是 MCS-51 系列的最基本成员，因此它的核心是最具代表性的。本节讲述其内部结构与引脚功能。

1.2.1 内部结构

8051 的基本结构框图如图 1.2.1 所示。

8051 具有如下特性：

- 经过优化的面向控制的 8 位 CPU；
- 布尔（位）处理功能；
- 4KB 的片上程序存储器（ROM）；
- 128 字节的片上数据存储器（RAM）；
- 64KB 数据存储空间寻址能力；
- 32 条双向且可位寻址的 I/O 口线；
- 两个 16 位的定时 / 计数器；
- 全双工通用异步接收 / 发送器 UART（通用串行口）；
- 5 个中断源，5 个中断向量，2 个优先级的中断系统；
- 内部时钟振荡器。

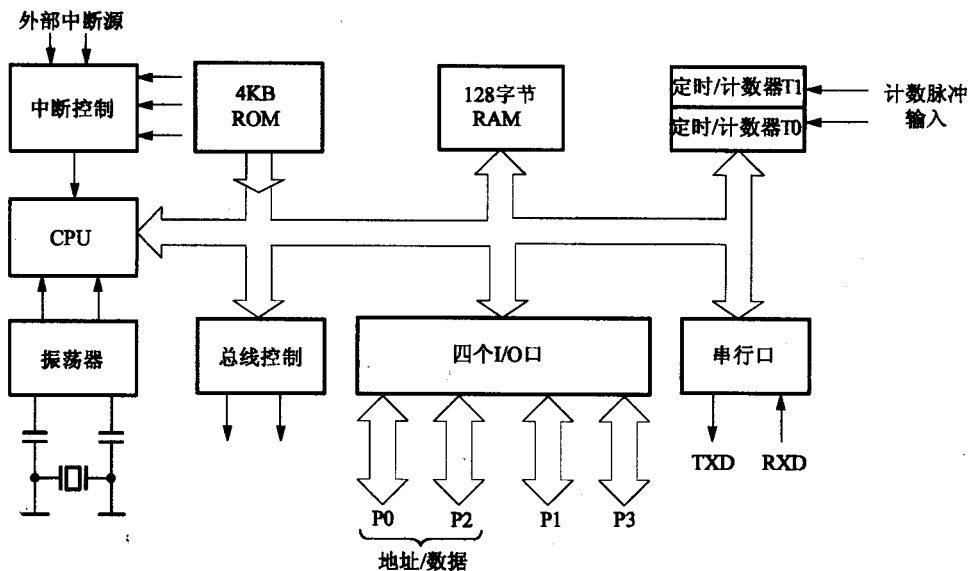


图 1.2.1 8051 的基本结构框图

图 1.2.2 给出 8051 更详细的总体结构框图。