

〔日〕松下公司

单片微控制器 应用技术手册

—MN1500系列

刘仁普 等 译

机械工业出版社
北京大恒新技术研究所

〔日〕松下公司

单片微控制器应用技术手册

——MN1500 系列

刘仁普等 译

机械工业出版社
北京大恒新技术研究所

日本松下电气公司是日本著名的电气公司,尤其是在家用电气,如洗衣机、电视机、VCD、录相机等在中国都有一定的影响。而这些电气的控制,是由单片微处理器 MCU(单片机)来完成的。松下公司的单片机鲜为人知,中国读者了解得不多。为了更好地借鉴国外的科学技术,本书提供了一个窗口,对从事实用电器及其它控制领域的工程技术人员,本书是一本有用的参考资料。同时也适用于大专院校的学生及有关人员。

图书在版编目(CIP)数据

单片微控制器应用技术手册/刘仁普编译. —北京:机械工业出版社,1996
ISBN 7-111-05344-3

出版人:马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码 100037)
责任编辑:李振标 版式设计:范兴国 责任校对:丁丽丽
封面设计:姚毅

三河永和印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行
1996年8月第1版 第1次印刷
787mm×1092mm 1/16·19.125 印张·600千字
0 001-2 000册
定价:45.00元

*

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

编译委员会

主 编
副主编
编 委

刘仁普

左 毅

吴 萌

苗振英

康淑华

董家敏

赵子英

邹晓杰

赵德勤

何 进

田丽平

2/5 20/64

目 录

第一章 MN1500 系列 4 位单片微型计算机用户手册	(1)
第一节 概要	(1)
第二节 应用系列的开发过程和系统支持	(1)
2.1 应用系统的开发过程	(1)
2.2 软件支持	(1)
2.3 硬件支持	(4)
2.4 纸带输出格式	(4)
2.5 在没有目标带情况下需要两块 PROM	(5)
第三节 结构	(5)
3.1 基本结构	(5)
3.2 功能解释	(6)
3.2.1 时钟生成	(6)
3.2.2 中断控制输入	(7)
3.2.3 计时器/计数器部分	(11)
3.2.4 位移缓冲器部分	(14)
3.2.5 端口的特性曲线	(18)
3.2.6 输入/输出数据的时序	(20)
3.3 使用 CMOS 型芯片的注意事项	(23)
3.3.1 待机模式	(23)
3.3.2 定时器计数器的功能	(23)
3.3.3 串行缓冲功能	(24)
3.3.4 其他	(26)
3.4 内置 RAM 的组织	(27)
第四节 指令集	(29)
4.1 数据表达	(29)
4.2 指令表达	(29)
4.3 地址表达	(30)
4.3.1 数据内存地址	(30)
4.3.2 指令内存地址	(30)
4.4 指令组	(30)
4.4.1 符号说明	(31)
4.4.2 MN1500 系列指令集	(32)
4.4.3 MN1500 系列指令图	(37)
4.5 指令详解	(38)
4.5.1 数据传输指令	(38)
4.5.2 输入/输出指令	(43)
4.5.3 操作指令	(45)
4.5.4 控制的指令	(51)
4.6 使用指令的注意事项	(55)

第五节 程序使用实例	(56)
5.1 RAM 清零程序	(56)
5.2 数据区左移程序	(57)
5.3 数据区右移程序	(58)
5.4 十进制 8 位加法程序	(58)
5.5 十进制 8 位减法程序	(59)
5.6 十进制到二进制的转换程序	(59)
5.7 键扫描程序	(61)
5.8 码转换程序	(62)
5.9 显示扫描程序	(63)
5.10 数据传输和比较程序	(64)
5.11 多分支程序	(66)
5.12 使用计时器计数器的程序 1	(66)
5.13 计时器计数器的程序 2	(67)
5.14 使用位移缓冲的程序	(70)
5.15 外部 RAM 的写入程序	(72)
5.16 实例程序	(73)
第六节 指令映象和引脚布置	(78)
6.1 指令映象和方框图	(78)
6.2 引脚说明	(92)
6.3 仿真器方框图	(92)
第二章 交叉汇编使用手册	(93)
第一部分 操作	(93)
第一节 导言	(93)
1.1 综述	(93)
1.2 内容提要	(93)
1.3 缩写符号约定	(93)
第二节 入门	(94)
2.1 简介	(94)
2.2 系统环境	(94)
2.3 安装方法	(94)
2.3.1 检验系统程序	(94)
2.3.2 环境设置	(94)
2.4 软件系统	(95)
第三节 命令	(95)
3.1 as15* (MN1500 系列交叉汇编程序)	(95)
3.2 ld15* (MN1500 系列交叉链接程序)	(96)
3.3 mac(宏处理程序)	(98)
3.4 clib(库管理程序)	(98)
第四节 应用	(99)
4.1 使用汇编程序	(99)
4.1.1 当 test1.asm 和 test2.asm 的内容如下时:建立带有最终地址的列表文件	(99)

4.1.2	使用交叉参考	(101)
4.1.3	列表文件的重定位信息	(101)
4.1.4	正确使用错误信息	(103)
4.1.5	-e 选项的使用	(104)
附录 1	错误信息	(105)
1.1	as15* 错误信息	(105)
1.2	ld15* 错误信息	(109)
附录 2	与旧版本汇编程序的差异	(111)
附录 3	EF 格式(PANASONIC 格式)规范	(113)
附录 4	列表文件输出实例	(116)
附录 5	程序开发流程图	(119)
第二部分	语法	(120)
第一节	导言	(120)
1.1	前言	(120)
1.2	记数规定	(120)
第二节	汇编器语法	(120)
2.1	字符集	(120)
2.2	数值常量与字符常量	(120)
2.3	定位计数器	(122)
2.4	表达式	(122)
2.4.1	运算符	(122)
2.4.2	表达式属性	(122)
2.4.3	表达式语法简图	(123)
2.5	保留字	(124)
2.6	语款项格式	(124)
2.6.1	语句和字段	(124)
2.6.2	指令语句	(124)
2.6.3	标号(名字)	(124)
2.6.4	指令	(125)
2.6.5	操作数	(125)
2.6.6	注释语句	(125)
2.6.7	空语句	(126)
2.7	标号属性	(126)
第三节	汇编程序指令	(126)
3.1	ABSOLUTE 指令	(126)
3.2	RELOCATE 指令	(127)
3.3	END 指令	(127)
3.4	ORG 指令	(127)
3.5	DC 指令	(128)
3.6	EQU 指令	(132)
3.7	EXTRN 指令	(132)
3.8	ENTRY 指令	(133)
3.9	TIT 指令	(134)

第四节 机器语言指令	(134)
4.1 机器语言指令的操作数	(134)
第五节 定位地址的确定	(138)
5.1 定位地址的确定	(138)
5.2 绝对程序	(138)
5.3 可重定位程序	(138)
5.4 带地址调整值的相对程序	(138)
5.5 程序链接	(138)
第三章 源码调试程序	(141)
第一节 源码调试程序综述	(141)
1.1 源码调试程序综述	(141)
1.1.1 源码调试程序运行环境	(141)
1.1.2 综述	(141)
1.1.3 软件综述	(142)
1.2 源码调试程序开发环境	(143)
1.2.1 开发系统综述	(143)
1.2.2 多窗口简化操作	(143)
1.2.3 调试综述	(144)
1.2.4 有效的调试	(146)
1.3 使用注意事项	(148)
1.3.1 硬件注意事项	(148)
1.3.2 软件注意事项	(148)
1.3.3 ROM 和 RAM	(148)
1.3.4 GO,STEP,COME	(148)
1.3.5 断点	(148)
第二节 源码调试程序的配置	(149)
2.1 设备表	(149)
2.2 设备解释	(149)
2.2.1 线路内仿真器	(149)
2.2.2 外接跟踪输入探针	(150)
2.2.3 专用接口板	(150)
2.2.4 40-芯扁平电缆(1.5m)	(150)
2.2.5 源码调试程序 1500 软盘	(151)
第三节 连接和启动	(151)
3.1 接口板安装	(151)
3.2 连接顺序	(152)
3.2.1 连接顺序	(152)
3.3 主机设置	(152)
3.3.1 启动安装程序	(153)
3.3.2 启动调试测试	(153)
3.4 目标连接	(153)
第四节 源码调试程序专用功能和用途	(154)

4.1	窗口显示综述	(154)
4.2	调试操作流程	(155)
4.3	产生执行文件	(156)
4.4	调试操作指导	(159)
4.4.1	启动源码调试程序	(159)
4.4.2	帮助	(160)
4.4.3	装入待调试的程序	(161)
4.4.4	屏幕控制和文件处理	(163)
4.4.5	程序执行和中断	(164)
4.4.6	察看内存内容	(166)
4.4.7	子进程	(167)
4.4.8	宏指令	(168)
4.4.9	结束源码调试程序	(169)
4.4.10	程序完成	(169)
第五节	源码调试程序启动方法和选项	(169)
5.1	源码调试程序启动方法和选项	(169)
第六节	窗口命令	(171)
6.1	窗口显示	(171)
6.2	数据参考功能	(173)
6.2.1	检查功能	(173)
6.2.2	监视功能	(173)
6.2.3	观察功能	(174)
6.3	窗口命令	(175)
6.3.1	屏幕控制	(175)
6.3.2	执行/中止	(176)
6.3.3	数据参考/改变	(177)
6.3.4	字符串采用/选择	(177)
6.3.5	文件显示	(178)
6.3.6	进程和图形控制	(180)
6.3.7	shell 功能	(180)
6.3.8	备忘录	(183)
6.3.9	其它窗口命令	(183)
第七节	对话命令	(184)
7.1	对话命令的使用规则	(184)
7.1.1	命令输入格式	(184)
7.1.2	由源码调试程序处理的符号	(184)
7.1.3	由源码调试程序处理的数字值	(185)
7.1.4	表达式	(187)
7.1.5	命令描述规则	(187)
7.2	程序的装入和执行	(188)
7.2.1	L	(188)
7.2.2	RD	(189)
7.2.3	WR	(189)

7.2.4	T	(190)
7.2.5	P	(190)
7.2.6	G	(191)
7.2.7	RESET	(192)
7.3	与硬件相关的命令	(192)
7.3.1	BP	(193)
7.3.2	BPS	(194)
7.3.3	BC	(195)
7.3.4	BD	(195)
7.3.5	BE	(196)
7.3.6	TD	(197)
7.3.7	TDW	(199)
7.4	数据显示/更新	(199)
7.4.1	D	(200)
7.4.2	E	(201)
7.4.3	C	(201)
7.4.4	F	(202)
7.4.5	M	(203)
7.4.6	S	(203)
7.4.7	R	(204)
7.4.8	H	(205)
7.4.9	PF	(205)
7.4.10	X	(206)
7.4.11	.	(207)
7.5	源程序显示/更新	(208)
7.5.1	V	(208)
7.5.2	U	(209)
7.5.3	A	(209)
7.6	Watch 显示	(210)
7.6.1	W	(210)
7.6.2	Y	(211)
7.7	系统控制命令	(211)
7.7.1	EXIT	(211)
7.7.2	Q	(211)
7.7.3	HELP	(211)
7.7.4	!	(212)
7.7.5	!! /!	(213)
7.8	其它的命令	(213)
7.8.1	CLS	(213)
7.8.2	HOME	(213)
7.8.3	LOCATE	(214)
7.8.4	LIST	(214)
7.8.5	NLIST	(214)

7.8.6	BEL	(214)
7.8.7	TIME	(214)
7.8.8	WAIT	(214)
7.8.9	PRMPT	(215)
7.8.10	*	(215)
7.8.11	>	(215)
7.8.12	<	(215)
7.8.13	MEM	(216)
第八节	宏指令命令	(216)
8.1	宏指令命令综述	(216)
8.1.1	宏指令功能	(216)
8.2	宏指令命令	(217)
8.2.1	{<><>}	(218)
8.2.2	[]	(218)
8.2.3	DO { } WHILE	(219)
8.2.4	WHILE{ }	(220)
8.2.5	REPEAT{ }	(220)
8.2.6	BREAK	(221)
8.2.7	LALL	(221)
8.2.8	SALL	(222)
8.2.9	MLIST	(222)
8.2.10	KILL	(223)
8.2.11	KEYIN	(223)
第九节	附录	(224)
9.1	线路仿真器指标	(224)
9.1.1	功能特性	(224)
9.1.2	电气特性	(224)
9.1.3	环境特性	(225)
9.1.4	尺寸	(225)
9.1.5	目标接口	(225)
9.2	IBP PC/AT 接口板设置	(225)
9.3	探针	(227)
9.3.1	功能指标	(227)
9.3.2	探针选项设置	(227)
9.3.3	电气特性	(229)
9.3.4	环境参数	(229)
9.4	源码调试程序错误信息	(229)
9.5	快速查阅命令	(231)
9.5.1	窗口命令	(231)
9.5.2	对话命令	(233)

第四章	MN150412/0812CMOS 4 位单片微处理器技术说明	(236)
第一节	概述	(236)

1.1	概述	(236)
1.2	特点	(236)
1.3	引脚连接图	(237)
1.4	引脚说明	(238)
1.5	未用引脚的设置	(240)
1.6	框图	(240)
1.7	电气特性	(242)
1.8	外形图	(249)
第二节	CPU 核功能	(251)
2.1	时钟发生器与基本 CPU 时钟控制	(251)
2.2	ROM • RAM	(252)
2.2.1	程序计数块(ROMBANK)控制	(253)
2.2.2	RAM 块控制	(253)
2.3	堆栈区	(254)
2.4	标志状态	(255)
2.5	待机方式	(255)
2.6	复位	(257)
2.6.1	所有复位功能	(257)
2.7	时钟选择功能	(257)
第三节	控制寄存器功能	(259)
3.1	控制寄存器一览表	(259)
3.2	控制寄存器的说明与定位	(260)
3.2.1	接口寄存器	(260)
3.2.2	I/O 控制寄存器	(260)
3.2.3	CPU 方式寄存器	(263)
3.2.4	高阻态控制寄存器	(263)
3.2.5	定时器控制寄存器	(263)
3.2.6	A/D 控制寄存器	(264)
3.2.7	接口选择寄存器	(266)
3.2.8	中断选择寄存器	(267)
3.2.9	蜂鸣器、脉冲输出控制寄存器	(268)
3.3	有效指令	(268)
3.4	引脚结构图	(268)
第四节	中断功能	(273)
4.1	中断控制	(274)
4.2	中断接受	(274)
4.3	中断复位	(275)
4.4	中断过程中的堆栈	(276)
第五节	定时器功能	(276)
第六节	串行功能	(278)
第七节	定时器 2 功能(CT2)	(279)
7.1	定时器 2 时钟选择	(279)
7.2	定时器 2 功能说明	(282)

第八节 蜂鸣器功能..... (284)

第九节 脉冲输出功能..... (284)

第十节 A/D 转换功能 (285)

 10.1 概述..... (285)

第十一节 交流零电位检测功能..... (288)

第十二节 看门狗定时器功能..... (289)

第十三节 指令集..... (290)

第一章 MN1500 系列 4 位单片微型计算机用户手册

第一节 概 要

MN1500 系列是一种单片微处理器,带有 4 位基本处理单元,可以处理内部数据传输、输入/输出,处理单元以字节为单位。该处理器配有 4 级中断,使用 RAM 存储器做为子程序栈,同时具有 RAM 区的电源故障保护系统。ALU、ROM、RAM、I/O 口、计数器、时钟发生器和位移缓冲器集成在一个芯片中。使用 N—通道或 CMOS 等适用于高速控制和运算技术。该芯片使用单 5V 动力电源。

对于系统开发软件,提供了通常使用的计算机(应使用 JIS 7000 FORTRAN 或 Verkey 7.0 版 C 语言)与 MS-DOS 个人计算机(由三菱通信工业公司生产的 Mybrain 3000)之间的交叉汇编语言,还有对于 4 位单片机使用的 CL/1 这样的高级语言支持软件。在硬件方面,则有板上带有 PROM 写入器的 HS-1500 ■,带有多种可选卡的仿真板 EC-1500A 和用于小型内置 EC-1541,EC-1544 及 EC-1564 的卡可供使用。硬件仿真器可用作屏幕跟踪程序,当它与 JB-3000 相连后可以进行符号调试。

■ MN1500 系列

		1.5k	2.0k	3.0k	4.0k	评估器
N M O S	通用	MN1541	MN1542 MN1562		MN1544 MN1564 MN1522 MN1513	MN1599 MN1598A
	LED 驱动			NM1511 MN1512		
	PLL 驱动					
	DAC 驱动					
C M O S	通用		MN1552 MN15821 MN15882		MN1554 MN15845	
	LCD 驱动					
	LED 驱动					
	FIP 驱动				MN15841	
	模拟比较器输入			MN15831		

* 除通用型外,请参照每个功能说明。

第二节 应用系统的开发过程和系统支持

2.1 应用系统的开发过程

必须首先根据应用系统的说明确定硬件结构,然后再对 MN1500 设计程序。

例如,对输入/输出端口的分配、输入/输出的方法、外部电路等等进行设计。当上述项目完成时,用于存储数据的 RAM 区的分配就实现了。MN1500 系列的 RAM 由 150/256 字 * 4 位组成。

接下来,根据规格说明形成流程图。

再其次是程序设计。MN1500 系列的指令用助记符编码。编码记录在纸带或卡片上,由微型计算机或通用计算机进行汇编。如果是一个简单的程序,则直接用机器语言编程。

当上述的程序完成时,可以使用 HS-1500 硬件模拟对程序进行跟踪调试。当最初的功能完成后,程序被写进 PROM 中,并且使用鉴别器 MN1599 和输入/输出扩展器进行测试。

当程序满足于目标说明时,则用它产生一个目标带。这个目标带用来产生 ROM 掩膜,带有用户规格说明的 MN1500 由此生产出来。

2.2 软件支持

(1) 专用汇编程序

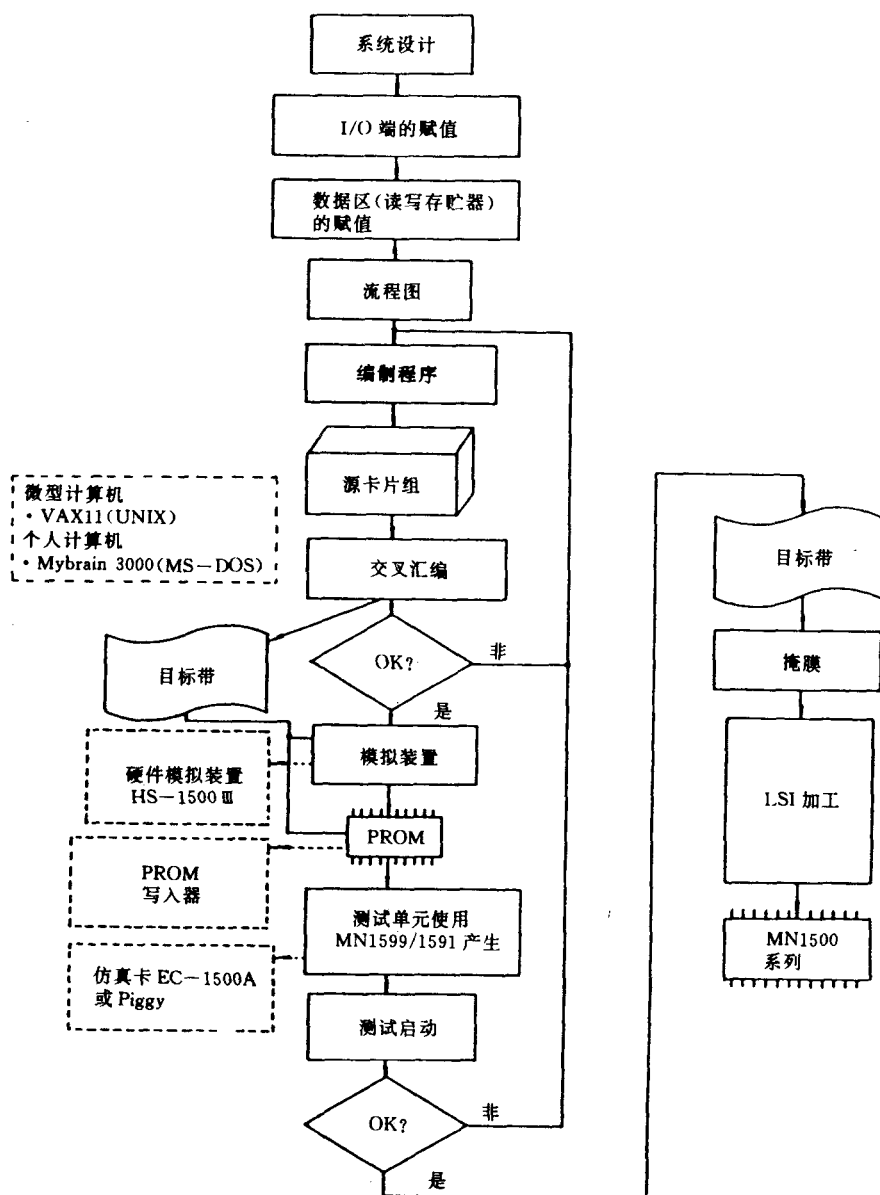


图 1-1 MN1500 系列应用系统开发过程

对于通用计算机,有一种可以使用 JIS 7000 级 FORTRAN 语言。而对于个人计算机,有一种用于 Mybrain 800 系列(由松下通信工业公司设计)

(2) 通用交叉汇编程序

用户能够定义指令部分,其中所用的 C 语言相当于 Barkley 7.0;对微型计算机,则有可用于 Mybrain 3000(松下通信工业公司)的语言。

(3) 4 位单片高级语言 CL/1

CL/1 有满足单片微型计算机控制的语法,有如目标生成功能和并行列表的特性。对于个人计算机,

具有等价于 Berkley7.0 的 C 语言和用于 Mybrain 3000 的语言。

(4) 调试程序

这是一个在 Mybrain 800 系列、Mybrain 3000 和 C-15(由 PanafacomCo 产生)上操作的程序。可以与硬件模拟装置(HS-1500 ■)连接。

可以在 CRT 屏幕上监控数据 RMA、累加器和标志等内容的状态和变化,这使调试的效率明显提高。此外,JB-3000 调试程序(DBG-1500)是一个符号调试程序,汇编语言及 CL/1 中的标号可以在调试中使用。

MN1500 系列支撑软件表

软件环境 ¹⁾	主机	专用交叉 汇编程序	通用交叉 汇编程序	CL/1	调试程序
JIS7000 FORTRAN		○	×	×	×
V7.0 C 语言 ⁴⁾	VAX11 ⁷⁾	×	○	○	×
MS-dos ⁵⁾	3000	×	○	○	○ ³⁾
cp/m ⁶⁾	800 系列	○	×	×	○ ³⁾
etc.	C-15	○ ²⁾	×	×	○ ³⁾

注:1) 有关操作条件的详细解释,参考有关用户手册

2) 使用标号的目标编辑

3) 硬件模拟器 HS-1500 ■ (或 HS-1500)是必要的

4) C 语言是 Bell 实验室的注册商标

5) MS-DOS 是 Microsoff 公司的注册商标

6) CP/μ 是 Digital Research 公司的注册商标

7) VAX/11 是 DEC 公司设计的小型计算机

用于单片微型计算机(MN1500)的高级语言 CL/1

CL/1(MN1500)是一种 4 位单片微型计算机的专用高级语言。它是一种结构化语言,其使用方法就像 C 语言,同时他的语法适用于类似中断和输入/输出这样的硬件控制。此外,用模板匹配、优化程序等方法能够更有效地生成目标码。与使用汇编语言写的程序相比较,内存大约增加 10%。

■ 功能:

- 具有像 C 语言一样的过程描述语法。也可以使用宏描述。
- 29 种操作,例如适合于控制的逻辑运算、算术运算等。
- 处理数据长度是 1、4、8、12、16 位。赋值、指针类型也可使用。
- 符合硬件的程序,例如中断、输入/输出、计时计数器、ROM 表的读入等均可被描述。
- 使用在线汇编功能,允许将汇编程序插入到源程序。
- 允许与用汇编程序语言写的程序进行链接。
- 具有可与硬件仿真器 HS-1500 ■ 相连的实时符号调试程序。
- 可以得到作为编译输出的源程序和汇编程序的并行列表。

说明 ram io inout in out restart interrupt function extern bank #define #include

一元运算符 & | - ++ --

算术运算符 + -

布尔运算符 >> << & ^ | && ||

关系运算符 < > <= >= == !=

赋值运算符 = += -= >= <= &= ^= |=

控制 if else while do switch case default break continue return goto asm nop

I/O,中断 sbtin sbtix wait enable disable irq sirq tcirq sbirq pout sout rout port

寄存器 x y xy a ea cf zf tc tb sb

2.3 硬件支持

(1) 硬件模拟装置

HS-1500 和 HS-1500 ■ 是具有电路内部仿真功能的实时调试程序。当于个人计算机联结后,他们可以独立使用。对于 HS-1500 ■,增加了几项功能。如 PROM 写入器,通过它,可以写入或读出 PROM2716、2832;对于 TIC 输入的多重开关和预定标器以及使 C~F 口可以扩展的功能等。

(2) 仿真卡

EX-1500A 是一个在 ROM 范围的评估卡,使用评估器 MN1598A 或 MN1599。它通过将确认原程序转入到 ROM 中进行最终确认。小尺寸仿真卡 EC-1541、EC-1544 和 EC-1564 具有与单片机相同形状脚的分配,而且是板上内置的。

2.4 纸带输出格式(目标带)

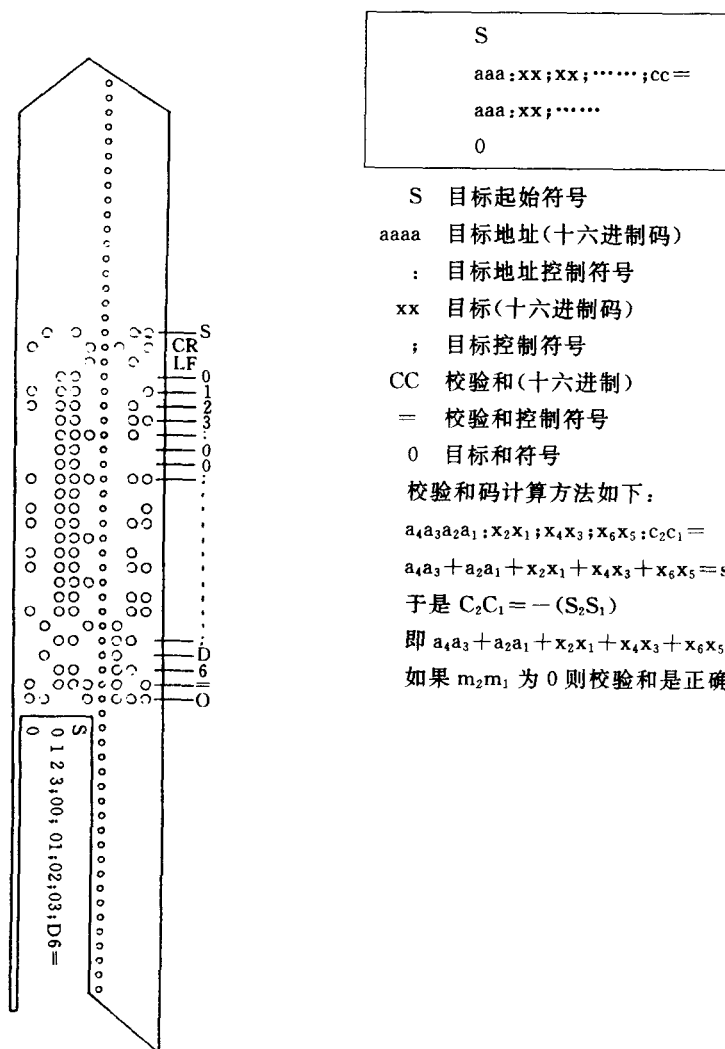


图 1-2