

声 明

本电子书由中国轻工业出版社出版,相关权利归中国轻工业出版社所有。读者、著作权人和(或)依法可以行使著作权的权利人如有疑问,请与中国轻工业出版社联系:

地址:北京市东长安街6号

邮编:100740

电话:85119838

Email: xnxtm@yahoo.com.cn

中国轻工业出版社

高等职业教育教材

单片机原理及应用

陆亚民 主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用/陆亚民主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2000.8 (2001.8 重印)
高等职业教育教材
ISBN 7-5019-2889-4

I.单… II.陆… III.单片微型计算机—高等教育:
职业教育—教材 IV.TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字 (2000) 第28348号

责任编辑: 孟寿萱

策划编辑: 孟寿萱 责任终审: 滕炎福 封面设计: 崔云
版式设计: 赵益东 责任校对: 燕杰 责任监印: 崔科

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话: 010—65241695

印 刷: 北京交通印务实业公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2000年8月第1版 2001年8月第2次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 25.75

字 数: 595千字 插页: 2 印数: 2001—4000

书 号: ISBN 7-5019-2889-4/TP·067 定价: 45.00元

• 如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换 •

前 言

当今,机电一体化技术迅猛发展,机电一体化产品广泛应用到各个领域,机电一体化设备促进了工业生产水平的提高。企业迫切需要大量的机电复合型、具有综合职业能力的中等应用型人才。为了适应这个人才培养目标,配合机电技术应用专业建设和教材改革的需要,由原国家轻工总会“轻工中专机电应用专业建设指导委员会”和“全国轻工中专机电技术应用学会”组织编写了该专业系列教材,本书为系列教材之一。

单片机以体积小、功能强、可靠性好、性能价格比高等特点,已成为实现工业生产技术进步和开发机电一体化产品的重要手段。鉴于当前单片机的实际应用情况及发展势态,确定本书以MCS-51系列单片机为主要分析对象,同时对8098准16位机进行必要的简介。编写中本着讲清概念、深入浅出、着眼应用、理论联系实际的原则,各章安排了较多的例题、习题及思考题,最后一章还提供了单片机原理及应用方面的各种典型实验,为实施讲练结合教学提供了方便。

本书适用于高等职业技术学院和普通中专学校非计算机专业作为教材,亦可供有关技术人员自学和参考。

本书由陆亚民主编并编写第三、四、五、六章,吴国经为副主编并编写第八、十、十一章,齐芳编写第一、二章,姜志臻编写第七章,洪应编写第九章。全书由陆亚民统稿。参加本书编写大纲讨论和审稿的还有程周、黄晓清、宋国富、朱江、李乃夫、袁春杰等。

马鸿为本书主审,提出了许多宝贵意见和建议,编者表示诚挚谢意。同时对所选用参考文献的编著者及对出版本书提供帮助的诸多同志一并致谢。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和疏漏,恳请读者指正。

编者

2000年4月

目 录

绪论	(1)
第一章 微型计算机的基础知识	(5)
§ 1-1 常用的数制与编码	(5)
一、数制及数制间的转换	(5)
二、常用二进制数的编码	(8)
§ 1-2 二进制数的运算	(10)
一、计算机中数的表示方法	(10)
二、二进制数运算	(12)
§ 1-3 微型计算机的硬件组成及工作过程	(15)
一、微型计算机中几个常用术语	(15)
二、微型计算机硬件组成	(16)
三、微型计算机的工作过程	(19)
习题与思考题	(21)
第二章 MCS-51单片机的硬件结构和工作原理	(23)
§ 2-1 8051的硬件结构及引脚	(23)
一、8051的内部结构框图	(23)
二、引脚定义及功能	(24)
§ 2-2 MCS-51系列单片机的存储器组织结构	(26)
一、程序存储器	(27)
二、数据存储器	(28)
§ 2-3 中央处理器CPU	(33)
一、运算器	(33)
二、控制器	(34)
三、专用寄存器组	(34)
§ 2-4 时钟电路与CPU时序	(34)
一、时钟电路	(35)
二、CPU的时序	(35)
§ 2-5 复位电路	(38)
一、复位信号及其产生	(39)
二、复位方式	(39)
习题与思考题	(40)
第三章 MCS-51单片机指令系统	(41)
§ 3-1 概述	(41)

一、指令的表示形式	(41)
二、指令格式	(42)
三、MCS-51指令系统的分类和特点	(43)
四、指令中有关符号说明	(44)
§ 3-2 寻址方式	(44)
一、立即寻址	(45)
二、直接寻址	(45)
三、寄存器寻址	(46)
四、寄存器间接寻址	(47)
五、变址寻址	(48)
六、相对寻址	(49)
七、位寻址	(49)
§ 3-3 数据传送类指令	(51)
一、内部数据传送指令	(51)
二、外部数据传送指令	(54)
三、数据变换指令	(56)
四、栈操作指令	(57)
§ 3-4 算术运算类指令	(59)
一、加法指令	(59)
二、减法指令	(63)
三、十进制调整指令DA	(64)
四、乘法指令MUL	(66)
五、除法指令DIV	(66)
§ 3-5 逻辑运算类指令	(67)
一、双操作数的逻辑运算指令	(67)
二、对累加器A进行逻辑操作的指令	(70)
§ 3-6 控制转移类指令	(72)
一、无条件转移指令	(73)
二、条件转移指令	(77)
三、子程序调用和返回指令	(81)
四、空操作指令	(84)
§ 3-7 位操作类指令	(85)
一、位传送指令	(85)
二、位置位和位清零指令	(86)
三、位运算指令	(86)
四、位控制转移指令	(87)
习题与思考题	(88)
第四章 汇编语言程序设计基础	(92)

§ 4-1 概述	(92)
一、程序设计语言	(92)
二、MCS-51单片机汇编语言程序格式	(93)
三、伪指令	(93)
四、汇编	(96)
五、程序流程图	(98)
§ 4-2 简单程序和查表程序	(99)
一、简单程序	(99)
二、查表程序	(100)
§ 4-3 分支和散转程序	(104)
一、分支程序	(104)
二、散转程序(多分支程序)	(105)
§ 4-4 循环程序	(107)
一、循环程序的基本结构	(107)
二、用计数器控制循环	(108)
三、按条件控制循环	(113)
§ 4-5 子程序	(114)
一、子程序设计	(114)
二、调用子程序时参数传递的方法	(115)
习题与思考题	(119)
第五章 输入/输出端口、定时器/计数器与中断系统	(121)
§ 5-1 并行I/O口	(121)
一、并行I/O口的功能	(121)
二、各口的位结构原理	(122)
三、I/O口的负载能力及输入/输出操作	(125)
§ 5-2 定时器/计数器	(126)
一、工作方式	(127)
二、定时器/计数器的结构	(129)
三、定时器/计数器初值的求取方法	(131)
四、定时器/计数器的编程	(132)
§ 5-3 串行口	(133)
一、串行通信概述	(134)
二、串行口结构	(136)
三、串行口的控制寄存器	(137)
四、串行口工作方式	(138)
§ 5-4 中断系统	(140)
一、概述	(140)
二、MCS-51单片机的中断系统	(141)

三、中断响应	(146)
四、中断应用举例	(148)
习题与思考题	(153)
第六章 MCS-51单片机的系统扩展	(155)
§ 6-1 单片机最小应用系统	(155)
一、单片机的时钟设置	(155)
二、单片机的复位电路	(156)
三、8051/8751最小应用系统	(157)
四、8031最小应用系统	(158)
§ 6-2 系统扩展基础知识	(158)
一、单片机的片外总线结构	(158)
二、MCS-51单片机的系统扩展能力	(160)
三、MCS-51单片机常用系统扩展芯片	(160)
四、地址锁存器	(161)
五、扩展存储器映像及编址	(162)
§ 6-3 程序存储器的扩展	(165)
一、程序存储器扩展方法	(165)
二、扩展EPROM	(166)
三、扩展EEPROM	(170)
§ 6-4 数据存储器的扩展	(172)
一、数据存储器的扩展方法	(172)
二、外部数据存储器扩展电路	(174)
§ 6-5 并行I/O口的扩展	(177)
一、I/O接口扩展方法	(177)
二、简单I/O口扩展	(178)
三、用8255A作单片机的可编程I/O口扩展	(180)
四、用8155作单片机的可编程I/O口扩展	(188)
习题与思考题	(196)
第七章 单片机系统接口技术	(198)
§ 7-1 概述	(198)
一、I/O接口功能	(198)
二、单片机与外设交换数据的方式	(199)
三、I/O接口编址方式及操作指令	(199)
§ 7-2 显示器及键盘接口技术	(200)
一、显示器接口	(200)
二、键盘及接口	(207)
三、单片机与8279可编程键盘/显示控制器的接口	(215)
§ 7-3 D/A转换电路与单片机的接口	(224)

一、DAC0832芯片(8位)·····	(225)
二、DAC0832与MCS-51单片机的接口·····	(226)
三、DAC1210(12位)芯片与MCS-51单片机的接口·····	(229)
§ 7-4 A/D转换电路与单片机的接口·····	(231)
一、ADC0809芯片·····	(231)
二、ADC0809与MCS-51单片机的接口·····	(233)
三、MC14433与MCS-51单片机的接口·····	(235)
§ 7-5 串行通信接口技术·····	(238)
一、方式0与移位寄存器式的I/O扩展·····	(238)
二、方式1与点对点的异步通信·····	(241)
三、方式2、方式3与多机通信·····	(244)
四、RS-232-C标准及接口技术·····	(246)
§ 7-6 微型打印机与单片机接口技术·····	(249)
一、TP μ P-40A/16A微型打印机的主要性能·····	(249)
二、TP μ P-40A/16A微型打印机的主要命令及控制方式·····	(250)
三、TP μ P-40A/16A微型打印机与MCS-51单片机的接口·····	(252)
习题与思考题·····	(254)
第八章 单片机应用与开发 ·····	(256)
§ 8-1 单片机应用系统的设计·····	(256)
一、总体设计·····	(256)
二、硬件设计·····	(257)
三、软件设计·····	(258)
四、系统调试·····	(258)
§ 8-2 单片机报时控制系统·····	(259)
一、单片机报时系统工作原理·····	(259)
二、总体设计·····	(259)
三、程序流程图·····	(261)
四、程序清单·····	(262)
§ 8-3 注塑机的顺序控制系统·····	(271)
一、总体设计·····	(273)
二、硬件设计·····	(274)
三、软件设计·····	(275)
四、顺序控制程序模块·····	(276)
习题与思考题·····	(278)
第九章 8098单片机简介 ·····	(279)
§ 9-1 8098单片机的基本结构·····	(279)
一、主要性能·····	(279)
二、中央处理器·····	(280)

三、时钟与复位电路	(283)
四、8098的引脚介绍	(285)
§ 9-2 8098单片机的存储系统	(287)
一、8098单片机存储器系统编址	(287)
二、8098单片机的系统总线	(288)
三、芯片配置寄存器CCR	(289)
四、8098单片机外接EPROM和RAM电路	(291)
§ 9-3 中断控制系统	(291)
一、中断系统的结构	(291)
二、中断源	(291)
三、中断控制	(293)
四、中断响应	(295)
五、中断响应的的时间	(295)
§ 9-4 指令系统	(295)
一、程序状态字PSW寄存器	(296)
二、操作数的类型	(296)
三、寻址方式	(297)
四、指令系统	(299)
§ 9-5 I/O口的功能	(311)
一、并行口	(311)
二、I/O状态寄存器与控制寄存器	(311)
三、定时器	(311)
四、串行口	(314)
五、高速输入通道(HSI)	(317)
六、高速输出通道(HSO)	(319)
七、模拟接口	(321)
习题与思考题	(323)
第十章 单片机开发系统及其使用方法	(325)
§ 10-1 DVCC-51-ED型单片机开发系统简介	(325)
一、DVCC-51-ED型单片机开发系统的功能特点	(325)
二、面板结构	(326)
三、显示器说明	(326)
四、接插座说明	(326)
五、编程插座及V _{pp} 控制开关	(328)
六、键盘	(328)
七、开发机的存储器、I/O地址分配	(329)
§ 10-2 工作状态	(331)
一、待命状态0	(331)

二、待命状态1	(331)
三、存储器读写MEM态	(331)
四、寄存器读写REG态	(331)
五、ODRW态	(331)
六、标志态(F态)	(332)
七、仿真态	(332)
§ 10-3 键盘监控LED显示系统操作说明	(332)
一、键盘监控特点	(332)
二、复位命令——RESET键	(332)
三、返回待命状态0命令——MON键	(332)
四、程序存储器读写命令——MEM键	(333)
五、寄存器读写、特殊功能寄存器检查、片内RAM读写命令——REG键	(333)
六、外部数据存储、外部RAM、口读写命令——ODRW键	(334)
七、单步执行命令——STEP键	(335)
八、非全速断点运行命令——NVBP键	(336)
九、全速断点运行命令——FVBP键	(336)
十、连续执行命令——EXEC键	(336)
十一、插入和删除命令——INS键、DEL键	(337)
十二、计算机相对偏移量命令——OFST键	(337)
十三、程序/数据块移动、比较命令——MOVE键、COMP键	(338)
十四、标志设置命令——F1键和F2键	(339)
十五、其它按键	(340)
§ 10-4 与PC机联机通信	(340)
一、硬件联接	(340)
二、软件操作	(340)
三、操作步骤	(341)
§ 10-5 MCS-51应用系统的调试	(342)
一、常见硬件故障分析	(342)
二、硬件调试方法	(342)
三、软件调试方法	(343)
四、程序固化方法	(345)
第十一章 MCS-51单片机实验	(348)
§ 11-1 指令系统实验	(348)
实验一 传送指令编程	(348)
实验二 算术及逻辑运算指令实验	(352)
实验三 转移类指令编程	(357)
§ 11-2 汇编语言程序设计实验	(359)
实验四 顺序结构程序实验	(359)

实验五 分支结构程序设计	(362)
实验六 循环结构程序设计	(365)
§ 11-3 接口实验	(368)
实验七 基本I/O口、中断实验	(368)
实验八 定时器实验	(370)
实验九 串行口的应用	(372)
实验十 8031扩展8155实验	(375)
实验十一 D/A转换实验	(378)
实验十二 A/D转换实验	(381)
附录一 常用集成电路引脚图	(384)
附录二 ASCII(美国标准信息交换码)表	(387)
附录三 MCS-51系列单片机指令系统表	(388)
附录四 MCS-51指令系统速查卡	(393)
附录五 常用EPROM的固化电压参考表	(394)
参考文献	(397)

绪 论

单片微型计算机简称单片机,是微型计算机的一个重要分支。它是专门为工业控制和智能化仪器而设计的一种集成度很高的微型计算机。单片机由单块集成电路芯片构成,在芯片内部包含了计算机的各个基本功能部件:中央处理器CPU、存储器RAM和ROM、定时器/计数器及输入/输出接口电路等。单片机具有体积小、功耗低、功能强、性能价格比高等显著优点。由单片机构成的各种类型的应用系统已深入到各个技术领域,在自动化装置、智能化仪器、过程控制和家用电器等方面得到日益广泛的应用。单片机的发展十分迅猛,从1971年至今经历了四个发展阶段、相继推出4位、8位、16位的各种产品,使结构更加完善、性能不断提高,可以满足各种不同的需要。

MCS-51系列单片机是美国Inter公司在1980年推出的高档8位单片机,属于第二代单片机产品。在目前单片机市场中,通用8位机占主导地位,而MCS-51系列单片机优良的性能价格比特别适合我国的国情,当前单片机的开发和应用仍以MCS-51系列为主,它是高档8位单片机中的主流机型。

一、MCS-51 单片机系列

MCS-51单片机系列有

普通型: 51子系列 8051/8751/8031;

增强型: 52子系列 8052/8752/8032;

低功耗型: 80C51/87C51/80C31;80C52/87C52/80C32。

在每种类型中,根据芯片内有无程序存储器及程序存储器的形式分为3种基本产品。如普通型中有8051、8751和8031。

8051片内含有4KB掩膜ROM程序存储器,由单片机生产厂家在制作芯片时,将用户程序固化于片内,故适于大批量产品的使用。

8751片内含有4KB EPROM,用户可将程序固化在EPROM中,修改时用紫外线照射擦除芯片,价格较贵。

8031片内没有程序存储器,外部扩展一片EPROM后,就相当于一片8751,而价格比8751低廉,使用方便灵活,因此8031是使用最多的品种。

增强型的52子系列比普通型的51子系列在功能增强方面为:

片内ROM的容量从4KB增加到8KB;

片内RAM的容量从128B增加到256B;

定时器/计数器从2个增加到3个;

中断源从5个增加到6个。

低功耗型采用CHMOS半导体工艺,型号中用字母C标识。如8051功耗为630mW而80C51功耗仅为120mW,适于便携式或野外作业仪器设备中使用。

MCS-51系列单片机主要类型见表0-1。

表 0-1 MCS-51系列单片机分类表

特性 类型	片内ROM形式			片内RAM 容 量	寻址范围	I/O特性			中断源
	ROM	EPROM	无			计数器	并行口	串行口	
51 子 系 列	8051 4KB	8751 4KB	8031	128B	2×64KB	2×16	4×8	1	5
	80C51 4KB	87C51 4KB	80C31	128B	2×64KB	2×16	4×8	1	5
52 子 系 列	8052 8KB	8752 8KB	8032	256B	2×64KB	3×16	4×8	1	6
	80C52 8KB	87C52 8KB	80C32	256B	2×64KB	3×16	4×8	1	6

二、MCS-51系列单片机的软硬件

1. 硬件

以普通型的典型产品8051为例说明,普通型采用HMOS工艺,芯片内部结构为:

1个8位CPU;

4KB的ROM;

128B的RAM、21个特殊功能寄存器;

2个定时器/计数器;

具有2个中断优先级的5个中断源;

4个8位并行I/O端口;

1个全双2串行端口。

2. 软件

指令系统中包含有数据传送、算术运算、逻辑运算、控制转移和位操作等五类共111条指令。

指令有助记符的汇编语言和二进制代码的机器语言两种格式。用户采用汇编语言进行程序设计,但必须通过机器或人工汇编成机器码,单片机才能执行。

三、MCS-51系列单片机的特点

MCS-51系列单片机与通用的微型计算机比较有如下特点:

1. 可靠性好

单片机芯片本身是按工业测控环境要求设计,抗干扰能力优于一般通用的微机,除了依靠芯片本身的高可靠性及应用系统的最少的连接外,还可方便地采用软、硬件冗余技术获得高可靠性。这种高可靠性使得固化在ROM中的程序指令、表格常数不易破坏。

2. 数据存储器 and 程序存储器相互独立,严格分工

数据存储器RAM用于存放数据和中间结果。

程序存储器ROM用于存放程序、常数和表格。

它们各有自己的寻址系统、控制信号和功能。

单片机用于工业测控系统中,一般需要较大的程序存储空间,调试好的应用程序固化

在ROM中一次装入,以后不用修改。而少量的随机数据可存于内部RAM中。8051芯片内含有4KBROM和128BRAM的结构适应了控制应用的这种要求。并且由于数据在片内RAM,故传送、存取速度都很快。

3. 系统扩展容易

单片机的I/O引脚具有复用功能,在扩展时,P₀口分时用作低8位地址线和8位数据线,P₂口用作高8位地址线,它们与其它引脚ALE、 $\overline{\text{PSEN}}$ 、 $\overline{\text{WR}}$ 、 $\overline{\text{RD}}$ 、 $\overline{\text{EA}}$ 等构成了系统扩展的三总线(AB、DB、CB)。外围芯片可以很方便地挂靠在三总线上,形成单片机系统。由于P₀、P₂口可提供16根地址线,因此最大可扩展外部数据存储器64KB;程序存储空间为64KB(包括内部程序存储器容量)。根据应用环境要求,还可进行I/O扩展和系统配置,构成不同规模的单片机应用系统。

4. 指令系统具有极强的实时控制和数据运算功能

体现在如下几个方面:

(1) 指令的执行时间短。当晶振频率为12MHZ,1个机器周期为1 μ s,在111条指令中,64条指令执行时间为1 μ s,45条指令执行时间为2 μ s只有2条指令是4 μ s。

(2) 指令长度短。49条为单字节指令,45条为双字节指令,17条为3字节指令。

(3) 具有两个单字节无符号整数相乘或相除的运算指令。

(4) 具有丰富的位操作类指令。

(5) 可直接用传送指令实现端口的输入/输出操作。

5. 有优异的性能价格比。

这些特点,使MCS-51单片机在工业领域的技术改造和开发新品、实现产品升级换代中大显身手,发挥重要作用。随着单片机结构的发展与完整,MCS-96系列(16位机)的推出及各种专用单片机的发展,单片机的应用前景将更加广阔。

四、单片机的应用

单片机应用领域主要有:

1. 构成新一代的机电一体化产品

单片机作为机电一体化产品中的控制器,能充分发挥其体积小、可靠性高、功能强等优点,使机械结构简化,大大强化了机器的功能,提高了自动化、智能化程度。单片机的出现对机电一体化新产品的开发起着重要的推动作用,促进了机电一体化技术的发展。

2. 促进仪表向智能化方向发展

采用单片机的软件编程技术,使测控仪表中的数字滤波、误差修正和线性化处理等硬件软件化方法,改造常规仪表,促进仪表向数字化、智能化、多功能化、综合化及柔性化方向发展,赋予测量仪表以崭新的面貌。

3. 构成测控系统

应用单片机可以构成各种实时控制系统、数据采集系统。将测量技术、自控技术和单片机技术相结合,充分发挥数据处理和实时控制功能,使系统工作处于最佳状态、提高系统的生产效率和产品的质量。不仅可实现一般的运动控制和过程控制,还可组成复杂的多机集散控制系统。

4. 增强家用电器功能

在家用电器中配上单片机后,家电产品的功能、自动化程度都得到增强,其身价倍增。如自动洗衣机、高级玩具等。

任何单片机应用系统均由硬件和软件所组成。在系统研制过程中,软、硬件功能总是在不断地调整,以便相互适应。在应用系统的总体设计中,应根据要求的性能指标进行权衡,规划硬件和软件部分。研制过程包括:①硬件电路设计(按要求规模进行系统扩展,接口和外部设备配置)、组装、调试;②应用软件的编制(常用汇编语言进行程序设计);③采用单片机开发装置进行软件调试,并固化到EPROM;④脱离开发装置运行。

第一章 微型计算机的基础知识

计算机用于对大量数据及信息进行处理。被处理的数据和信息既可以是数字,又可以是字母或符号。本章将就这些数字、字母、符号在计算机中的表达形式及二进制数的运算加以介绍,并对计算机的基本结构及工作过程进行简单分析,为读者学习以后章节奠定基础。

§ 1-1 常用的数制与编码

一、数制及数制间的转换

数制是计数的进位制,也就是按照进位原则进行计数的一种方法。长期以来,在人们的日常生活中形成了各种进制,如:1米等于10分米的十进制;英制中的1ft(英尺)等于12in(英寸)的十二进制;1分等于60秒的六十进制;我国旧制中,1市斤等于16两的十六进制等等。而计算机内部能进行的数据运算、信息及文字的处理都是通过电位的高低来实现的,高电位为1,低电位为0。因此计算机内使用的进制只能是二进制,但由于二进制的数码冗长,书写和阅读都不太方便,所以在书写时常把二进制数转换成十六进制数的形式。在开始学习微机之前,熟练掌握常用的十进制与计算机使用的二进制及十六进制之间的转换关系是很有必要的。三种进制的表达方式及它们之间的转换关系如下。

(一) 常用的三种数制

1. 十进制(Decimal)

十进制是日常生活中使用最多的一种数制形式,也是我们最熟悉的数制。

十进制采用0、1、2、3、4、5、6、7、8、9十个数码表示数的大小,所以十进制的基数为“10”。在计数过程中,当它的某位计满10时,就向它邻近的高位进一,即逢十进一。用D结尾的数码表示十进制数(通常也可省略D)。同一个数码在不同的位置上代表不同的值,例如,“99”两个数码都是“9”,但左边的“9”代表的值是“90”,它等于 9×10 ;右边的“9”代表“9”,它等于 9×1 。数学上把各个固定位代表的值称为“权”。在数“99”中,左边的“9”(即常说的十位)权值为“10”,右边的“9”(即常说的个位)权值为“1”。归纳起来,十进制数中各固定位的数可以表示为以10为底的 n 次幂, n 为正整数。如7835.19,它们各位对应的权分别为 10^3 、 10^2 、 10^1 、 10^0 、 10^{-1} 、 10^{-2} ,其按位权展开求和的方法表示为:

$$7835.19 = 7 \times 10^3 + 8 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 1 \times 10^{-1} + 9 \times 10^{-2}$$

2. 二进制(Binary)

二进制用0和1两个数码表示数的大小,进位原则为逢二进一。用以B结尾的数码表示二进制数。二进制的基数为“2”,其各位上的数值可以表示为以2为底的 n 次幂。

例如:10101.101B,按位权展开求和表示为: