

微型计算机 自学入门辅导教程



周洞汝 编著

宇航出版社

1/1

微型计算机自学入门辅导教程

周 洞 汝 编著



学 苑 出 版 社

内 容 简 介

本书系统地介绍了微型计算机的基础知识、编程、接口技术及系统组成。

全书共分三篇：第一篇介绍微型计算机数制代码及数字逻辑电路的基础知识；第二篇以Intel 8080/8085及Z-80微处理器的简化模型介绍微型计算机的软、硬件基础；第三篇介绍Z-80系列主要芯片及系统的构成方法和应用。

本书通俗易懂、重点突出，按层次循序渐进，不具备数字逻辑电路知识的读者也可看懂。各章均附有内容要点及学习方法提示、思考题、习题及答案等。

JS292/33

微型计算机自学入门辅导教程

周 洞 汝 编著

责任编辑：陈 学 兰

宇航出版社出版 新华书店北京发行所发行
各地新华书店经销 通县向阳印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16 印张：18.75 字数：480 千字

1988年3月第1版第1次印刷 印数：1—10000册

ISBN 7-80034-053-8/TP·005 定价：4.20 元

前言

微型计算机是计算技术与大规模集成电路相结合的产物,它是一种比常规电子设备更为复杂的电子装置,可以用它代替传统的硬连逻辑电路,灵活方便地构成各种功能复杂的电子设备。近几年来,微型计算机开始在国内各行业普及,投入微型计算机开发、应用的人逐年增多。为了适应广大自学者的需要,编写了本书。

一、基本内容

全书共分三篇,内容如下:

第一篇:微型计算机基础知识。这部分介绍数制代码及数字逻辑电路的基本知识,为学习后续各章打下基础。

第二篇:微型计算机的软件及硬件基础。通过一个简化模型机介绍微处理器、存储器及接口的基本原理,并对微型机的指令系统及程序设计基础作简要介绍。

第三篇:Z-80微型计算机系统及其应用。主要介绍Z-80系列微处理器及外部接口芯片(CTC及PIO)的原理与Z-80基本系统的构成和应用。

二、本书编写的特点

1. **通俗易懂,重点突出。**微处理器系统与常规数字逻辑电路比较有迥然不同的特点。初学者面对大量的新概念、新思路及新方法,常感到无所措手足。在编写本书时,突出了微型机的基本内容,删除对初学者来说难度较大的次要内容。叙述尽量简明扼要,便于初学者入门。

2. **提供简明适用的基础知识。**为满足只有数字电路初步知识、或完全无这方面知识的读者的要求,专门编写了基础知识。这部分内容不涉及元部件的内部结构,只从功能观点介绍数字逻辑电路的基本知识。

3. **按层次逐步深入的叙述方法。**初学者学习微型计算机原理的难点之一是各章节均有较大的“台阶”。对于任何一种具体型号的微型计算机,每个部分均包括大量的新概念,初学者很难一下子全部接受。本书采用分层次叙述的方式。首先通过一个微型机的简化模型,介绍软、硬件的基本知识。所选用的模型机是最常用的Intel公司的8080/8085及Zilog公司的Z-80微处理器的简化模型,其指令系统是8080/8085或Z-80的指令系统的子集。通过简化模型学习微型机,可减少学习者的学习难度。此模型又反映了8080/8085及Z-80的主要功能及特点。为模型机编写的程序也可直接在8080/8085或Z-80上运行。本书最后介绍目前国内最常用的Z-80系列微处理器及外部接口芯片,并建立Z-80微处理器基本系统的概念。作者的教学实践表明,用这种分层次逐步深入的叙述方法,可加快初学者的入门速度。

4. **提供多种辅导手段。**为便于初学者自学入门,本书提供多种辅导手段。各章均提供本章要点及学习方法提示,各章均附有例题、思考题、习 及答案等,读者可随时检查对所学内容的掌握程度。

5. **各篇自成体系,读者可按要求选用。**学完第一篇及第二篇后就可掌握有关微处理器

系统软、硬件最起码的知识，学完全书即可着手进行实际系统的设计及开发。

三、学习方法

微型计算机是一个软、硬件交织在一起的复杂的电子设备，初学者一定要讲究学习方法，才能较好地掌握微型计算机的基本原理并用之于实践。

我们把学习方法，归纳为五个方面，即：“**软硬结合，前后呼应，抓住重点，层层深入，注重实践。**”

1. **软硬结合。**在计算机中硬件需在软件的控制下才能动作并实施各种功能；软件则以硬件作为其工作环境。这两个方面相辅相成、缺一不可，因此学习中应时时把握软硬件结合的观点。

2. **前后呼应。**微型计算机是由多种大规模集成电路及其他辅助电路构成的，它有复杂的空间及时间的关系。我们在学习时，应当把各部分联系起来，才能形成完整的概念。例如，微型计算机的核心——微处理器是一个有四十条引线封装的器件，这些引线在空间上要和其它外部元件连接在一起；在时间上，各引线发出的电脉冲的时序要和其他元件在时间上配合。若把微处理器孤立起来学，是无法真正了解各条引线的含义的。因此，在学习时要时时注意各章节之间的前后呼应。

3. **抓住重点。**初学微型计算机的人常感到头绪纷纭、无从下手。学习中要注意抓住重点，掌握住各章节的基本内容。例如，Z-80系列的各种芯片，都是集成度很高的器件，学习中应处理好内部与外部、功能与结构的关系。就芯片的内部结构与外部特性来讲，外部特性是重点。就芯片的电路结构与各模块功能来讲，芯片的功能是重点。再者，在学习Z-80的软件时，应重点学习和掌握Z-80的指令系统及基本程序结构和程序的编写方法。各类较复杂的专门程序，可结合自己的工作再进行学习。

4. **层层深入。**对于从未涉及微型计算机这一领域的初学者，只经过一个学习循环，就想掌握课程的全部内容和细节，是有困难的。学习中应当采取分层深入的方法。通过一个学习循环，可先掌握微型计算机必要的基础知识。其它一些更深入的内容，可参考有关专著继续深入学习。

5. **注重实践。**微型计算机是一门实践性很强的学科，学习中若能随时上机实习、验证和加深所学内容，则可大大加快学习的速度并减少对微型计算机的神秘感。

在本书编写过程中，承蒙戚秉一教授仔细审阅全书，提出了不少宝贵意见。武汉水利电力学院计算机及应用教研室不少同志对本书编写给予多方帮助，在此一并致谢。

由于作者水平所限，书中难免存在不少缺点和错误，敬请读者批评指正。

周 洞 汝 于武汉水利电力学院

1986 年 5 月

目 录

第一篇 微型计算机基础知识

第一章 数制及代码	3
本章要点及学习方法提示	3
第一节 计数制	3
一、十进制计数制	3
二、二进制计数制	4
三、八进制计数制	6
四、十六进制计数制	8
第二节 代码	9
一、BCD码	9
二、字符代码	10
三、奇偶校验位	11
第三节 二进制算术运算	12
一、二进制加减法运算	12
二、有符号数的运算	13
三、二进制乘法及除法	16
四、BCD算术运算	17
五、十六进制算术运算	18
思考题(一)	19
习题(一)	19
第二章 数字逻辑电路	21
本章要点及学习方法提示	21
第一节 数字信号的表示及传送	21
第二节 逻辑门电路	22
一、基本逻辑门	22
二、逻辑门的组合及逻辑表达式	24
三、三态逻辑	26
第三节 触发器	26
一、基本RS触发器	27
二、时钟触发器	27

三、触发器的同步及异步输入	29
第四节 计数器	30
一、计数器的基本功能	30
二、计数时序	30
三、分频	31
第五节 寄存器	32
一、并行传送	32
二、串行移位传送	33
三、三态寄存器	34
第六节 数据总线	35
一、总线结构	35
二、总线的简化表示	36
三、双向总线	37
第七节 译码器	37
思考题(二)	39
习题(二)	39

第二篇 微型计算机的 软件及硬件基础

第三章 微型计算机概论	45
本章要点及学习方法提示	45
第一节 微型计算机发展概况	45
第二节 微型计算机的结构	46
一、计算机的组成	46
二、微型计算机的结构	47
第三节 微型计算机的工作过程	48
一、微型计算机示例	48
二、微型计算机中的程序	48
三、微型计算机程序的执行过程	50
四、计算机中存贮的信息	50
思考题(三)	51

第四章 微处理器基础	53
本章要点及学习方法提示.....	53
第一节 微处理器的结构及功能.....	53
一、微处理器的结构.....	53
二、MPU的引脚及与外部芯片的连接.....	56
第二节 通用寄存器的作用.....	58
一、MPU中的通用寄存器.....	58
二、通用寄存器应用示例.....	59
第三节 堆栈.....	61
一、堆栈的概念.....	61
二、堆栈的操作.....	61
思考题(四).....	63
习题(四).....	64
第五章 微处理器的指令系统及程序设计基础	65
本章要点及学习方法提示.....	65
第一节 机器语言及汇编语言.....	65
一、机器语言程序.....	65
二、汇编语言程序.....	66
三、手工汇编及机器汇编.....	67
第二节 模型机的简化指令系统.....	68
一、简化指令系统的组成.....	68
二、算术运算类指令.....	69
三、逻辑运算类指令.....	73
四、数据传送类指令.....	76
五、转移类指令.....	80
六、子程序调用及返回指令.....	81
七、其他指令.....	83
第三节 程序设计基础.....	84
一、顺序程序.....	85
二、分支程序.....	87
三、循环程序.....	88
四、子程序.....	89
思考题(五).....	90
习题(五).....	90
第六章 半导体存储器	92
本章要点及学习方法提示.....	92
第一节 半导体存储器的分类.....	92
一、只读存储器(ROM).....	92
二、读写存储器(RAM).....	93
第二节 存储器芯片的构造及工作原理.....	93
一、存储器模型示例.....	93

二、存储器的内部结构.....	94
三、存储器芯片的外部特性.....	96
第三节 存储器芯片与MPU的连接方法.....	97
一、存储器与MPU的空间连接.....	97
二、MPU与存储器的时序配合.....	99
第四节 存储器模块设计实例.....	102
一、2KRAM模块设计实例.....	103
二、微型机专用系统存储器设计实例.....	106
思考题(六).....	108
习题(六).....	108
第七章 微型计算机接口技术基础	110
本章要点及学习方法提示.....	110
第一节 输入和输出的基本概念.....	110
一、MPU与外设连接的特点.....	110
二、MPU与外设连接的方法.....	111
三、I/O指令.....	111
四、I/O传送的定时方式.....	112
五、I/O传送的控制方式.....	113
第二节 简单外部设备接口技术.....	114
一、发光二极管显示器(LED)与MPU的接口.....	114
二、开关与MPU的接口.....	116
三、键盘与MPU的接口.....	117
第三节 中断.....	119
一、中断的基本概念.....	119
二、简单中断及其处理过程.....	119
三、多中断源及中断优先权排队.....	121
思考题(七).....	122
习题(七).....	122

第三篇 Z-80微型计算机系统及其应用

第八章 Z-80 CPU的结构及指令系统	125
本章要点及学习方法提示.....	125
第一节 Z-80 CPU的特点及内部结构.....	125
一、Z-80 CPU的内部寄存器组.....	125
二、算术逻辑单元(ALU).....	128
三、Z-80的控制部件.....	129
第二节 Z-80 CPU的接口信号.....	129

一、系统控制线	129
二、CPU控制线	130
三、CPU总线控制线	130
第三节 Z-80的寻址方式	130
一、立即寻址	131
二、立即扩充寻址	131
三、扩充寻址(直接寻址)	132
四、寄存器寻址	133
五、寄存器间接寻址	134
六、隐含寻址	134
七、变址寻址	135
八、相对寻址	135
第四节 Z-80的指令系统	137
一、数据传送类指令	137
二、数据操作及运算类指令	151
三、程序控制类指令	158
四、CPU控制类指令	160
第五节 Z-80的中断	161
一、不可屏蔽中断	161
二、可屏蔽中断	161
思考题(八)	165
习题(八)	166
第九章 Z-80汇编语言程序设计方法	
本章要点及学习方法提示	169
第一节 微型计算机的程序设计语言	169
一、低级语言	169
二、高级语言	170
第二节 Z-80汇编语言	170
一、Z-80汇编语言程序的书写格式	170
二、伪指令	171
三、宏指令及宏汇编	174
四、汇编程序及汇编过程	176
第三节 程序开发的基本方法	177
一、算法及数据结构的选择	177
二、程序设计的流程图方法	178
三、汇编语言程序的编写	179
四、程序调试	181
第四节 Z-80基本程序	183
一、比较判断程序	183
二、基本数值运算程序	185
三、数码转换程序	191
四、硬件逻辑模拟程序	193

思考题(九)	196
习题(九)	197
第十章 Z-80接口芯片	198
本章要点及学习方法提示	198
第一节 Z-80外部接口的分类及特点	198
第二节 计数器及定时器(CTC)	199
一、CTC的计数及定时使用	199
二、CTC的引脚信号及结构	200
三、CTC的中断	202
四、CTC的初始化	203
五、CTC的应用实例	207
第三节 Z-80并行输入输出接口(PIO)	209
一、PIO的内部结构及引脚信号	209
二、PIO的中断及控制字的设置	212
三、PIO应用举例	214
第四节 串行输入输出接口原理	217
一、串行传送的一般原理	217
二、串行接口电路简介	220
三、串行数据的同步	221
四、Z-80 SIO功能简介	222
第五节 直接存储器存取(DMA)控制器	223
一、DMA传送的工作方式	223
二、DMA控制器的基本组成	223
思考题(十)	224
习题(十)	224
第十一章 微型计算机系统组成	226
本章要点及学习方法提示	226
第一节 最小微型计算机系统的组成	226
一、系统的硬件连接及地址译码	227
二、PIO的使用	228
三、最小系统的管理程序	228
第二节 单板计算机	231
一、TP801单板机的硬件组成	232
二、TP801单板机使用简介	235
三、TPBUG监控程序	237
第三节 微型计算机的模拟通道	247
一、D/A转换器接口	248
二、A/D转换器接口	249
三、最小的数据采集及控制系统简介	251
思考题(十一)	252
习题(十一)	252

附 录

附录一 Z-80指令中英文对照表.....	253
附录二 Z-80指令系统符号码与十六进制机器代码对照表.....	255
附录三 部分习题参考答案.....	277

参考文献

第 一 篇

微型计算机基础知识

第一章 数制及代码

本章要点及学习方法提示

本章介绍计算机中常用的计数制、代码及运算基础。学习本章应重点掌握微型计算机中数的十进制、二进制、十六进制表示及相互转换关系，常用的BCD码及ASCII码的编码规则，二进制数的运算规则等。在学习中应通过思考题检查对本章内容掌握的程度，最后完成有关的习题以加深对所学内容的了解。

第一节 计数制

各种类型计算机加工的对象都是数。因此，在讨论计算机的原理之前，首先对计算机中数的表示方法及其运算规则作简要介绍。

在计算机中，数均以二进制表示。二进制数只要用0和1两个数码就可表示。计算机中采用二进制数的主要原因，是因为0和1这两个数码可以比较容易地用电子的、磁的或机械的元件表示。

虽然计算机的内部数均以二进制表示和参与运算，但为了方便、清晰地表示数，还常使用其它辅助进制，常用的有十进制、八进制及十六进制。

一、十进制计数制

1. 十进制数的表示

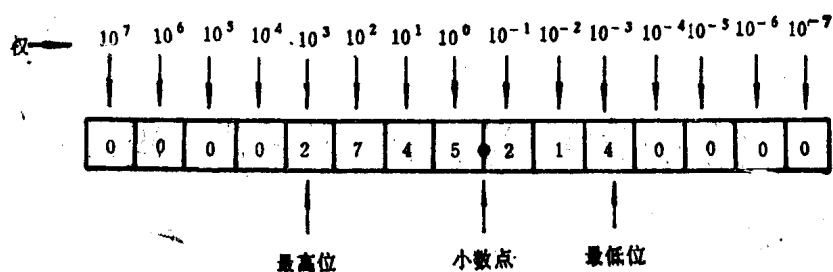
十进制计数制是人们日常生活中经常使用的一种计数制。十进制数是由十个数码：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9组成的。用这十个数码可表示任何数。十进制计数制也称为以10为基的计数制。

在十进制计数制中，处于不同位置的数码可表示不同的值。例如十进制数453，其中的4表示400，5表示50，3表示3个。我们称，4具有最高的“权”，叫做最高位，3具有最低的“权”，叫做最低位。

相对于小数点的不同位置的权均以10的幂表示。如2745.214可表示为

$$(2 \times 10^3) + (7 \times 10^2) + (4 \times 10^1) + (5 \times 10^0) \\ + (2 \times 10^{-1}) + (1 \times 10^{-2}) + (4 \times 10^{-3})$$

一般来说，任何数都可以用各位的数码与相应的权的乘积的和来表示。即



2. 十进制数的计数

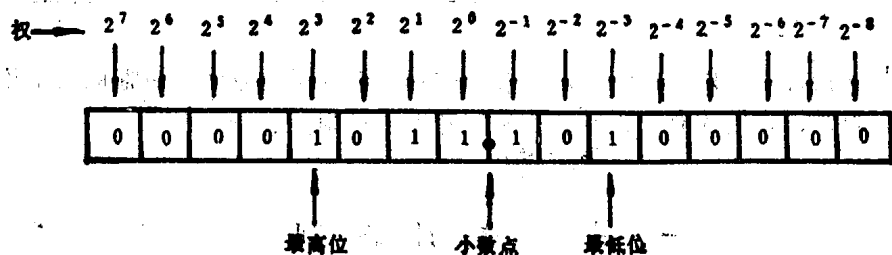
十进制数的计数规则是逢十进一，即 9 是十进制数的最大数码，再加 1 则补 0 进 1，对给定的 N 个数码，其十进制计数可从 0 到 $10^N - 1$ ，即对 N 个数码，最多可有 10^N 个不同的数(包括 0)。例如，具有 3 个数码的十进制数，可从 0 0 0 计数到 9 9 9，共有 1000 个不同的数。

二、二进制计数制

1. 二进制数的表示

二进制计数制中，只有两个数码 0 及 1，二进制又称为以 2 为基的计数制。二进制中用 0 和 1 可表示任何数。

上述对十进制数所介绍的特点也适合于二进制数。处于不同位置的数码都有不同的权。二进制中的权均表示为 2 的幂。即



在上述表示中，小数点左边位置的权为 2 的正幂，小数点右边位置的权为 2 的负幂。同样，上述二进制数 $1011 \cdot 101$ ，其等值的十进制数，可以用各位的值(0 或 1)乘以权来求得。即

$$\begin{aligned} 1011 \cdot 101_2 &= (1 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (1 \times 2^0) + (1 \times 2^{-1}) + (0 \times 2^{-2}) + (1 \times 2^{-3}) \\ &= 8 + 0 + 2 + 1 + 0.5 + 0 + 0.125 \\ &= 11.625_{10} \end{aligned}$$

注意，上式中的下标(2 及 10)用来表示数的进位制(即基)。这是为了防止一个等式中不同进位制的数混淆。

2. 二进制数的计数

下面介绍二进制的计数方法。二进制数中最大的数码是 1，所以二进制数的计数规则是“逢二进一”。0~15 的二进制数计数如下表：

二 进 制				等 值 十 进 制
权 $\rightarrow 2^3=8$	$2^2=4$	$2^1=2$	$2^0=1$	
			0	0
			1	1
		1	0	2
		1	1	3
	1	0	0	4
	1	0	1	5
	1	1	0	6
	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15

注意在上表中，计数时最低位计一数都改变一个值，次低位(2^1)每计两数改变一个值， 2^2 位每计四个数改变一个值，等等。

在 N 位二进制中，共可计数 2^N 个(包括 0)。例如，对两位二进制数，可计数 00, 01, 10, 11 共四个不同的数。对四位二进制数，可从 0 0 0 0 到 1 1 1 1 计数，共有 16 个不同的数。 N 位二进制可表达的最大等值十进制数为 2^N-1 。因此，对四位二进制数，最大的二进制数是 1 1 1 1，它的等值十进制数是 $2^4-1=15$ 。

微计算机中的地址线有 16 位，它表达地址码的范围是 $0\sim 2^{16}-1(65535)$ 。

3. 二进制与十进制之间的转换

如上所述，二进制数的每一位都有一个相应的权。因此，二进制数转换为它的等值十进制数，只要把二进制数中为 1 的位的相应的权加到一起即可。如

$$\begin{array}{cccccc}
 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & \text{(二进制数)} \\
 2^4 & + & 2^3 & + & 0 & + & 2^1 & + & 2^0 = 16 + 8 + 2 + 1 \\
 & & & & & & & & = 27_{10} \text{(十进制数)}
 \end{array}$$

有小数部分的二进制数可用同样的方法表示：

$$\begin{aligned}
 101.101_2 &= 2^2 + 2^0 + 2^{-1} + 2^{-3} \\
 &= 4 + 1 + 0.5 + 0.125 \\
 &= 5.625_{10}
 \end{aligned}$$

十进制数转换为等效二进制数有几种方法。一种方法如上所述，只适合于转换较小的数。即，首先把数用 2 的幂的和表示出来，然后把 1 和 0 写在适当的位置上。如：

$$\begin{aligned}
 13_{10} &= 8 + 4 + 1 = 2^3 + 2^2 + 0 + 2^0 \\
 &= 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1_2
 \end{aligned}$$

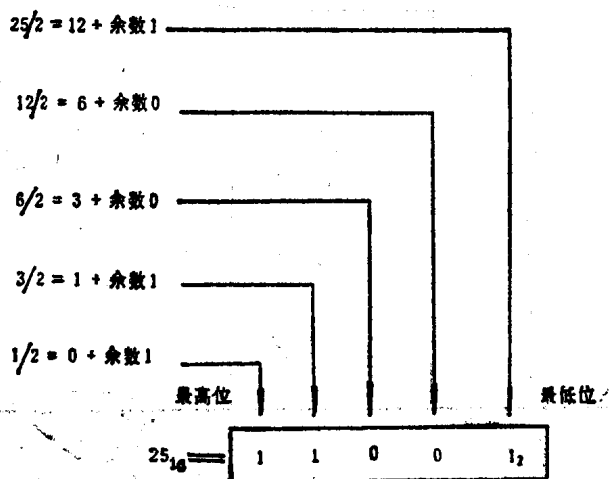
另一个例子如下：

$$25.375_{10} = 16 + 8 + 1 + 0.25 + 0.125$$

$$=2^4+2^3+0+0+2^0+0+2^{-2}+2^{-3}$$

$$=1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad . \quad 0 \quad 1 \quad 1_2$$

对较大的十进制数，上述方法就不适用了。这时常用的方法是把整数和小数分开来处理。例如下面所转换的十进制数 25.375，首先转换整数部分 25。转换方法是 25 逐次被 2 除，记下各余数，直到商为 0 为止。



如上所示，把所有余数列出来则为转换得到的二进制数。要注意第一个余数是最低位，最后一个余数是最高位。

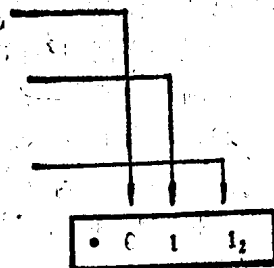
要把余数部分(0.375)转换为二进制数，只要把该数重复乘以 2，并记下进到整数部分的进位。

$$0.375 \times 2 = 0.75 = 0.75 \text{ 且进位为 } 0$$

$$0.75 \times 2 = 1.50 = 0.50 \text{ 且进位为 } 1$$

$$0.50 \times 2 = 1.00 = 0.00 \text{ 且进位为 } 1$$

$$0.375_{10} =$$



用上面重复乘 2 的方法进行转换，要一直进行到积为 1.00，因为以后再乘 2 的结果始终保持是零。要注意的是，有些数最后总也不能得到积 1.00，这时只要取适当位数就可终止。另外，要注意所得到的第一个进位应写在小数点右面的第一个位置。

最后，25.375 转换的结果可写成：

$$25.375_{10} = 11001.011_2$$

三、八进制计数制

1. 八进制数的表示

八进制计数制以 8 为基数，即它由 8 个数码 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 构成。八进制数不同位上的权均以 8 的幂表示：

$$\dots 8^4 \quad 8^3 \quad 8^2 \quad 8^1 \quad 8^0 \quad . \quad 8^{-1} \quad 8^{-2} \quad 8^{-3} \quad 8^{-4} \dots$$

↑
小数点

一个八进制数要转换成等值的十进制数，只要把每个八进制数码乘上相应的权再加到一起即可。例如

$$\begin{aligned} 372_8 &= 3 \times (8^2) + 7 \times (8^1) + 2 \times (8^0) \\ &= 3 \times 64 + 7 \times 8 + 2 \times 1 \\ &= 250_{10} \end{aligned}$$

另一个例子

$$\begin{aligned} 24.6_8 &= 2 \times (8^1) + 4 \times (8^0) + 6 \times (8^{-1}) \\ &= 20.75_{10} \end{aligned}$$

2. 八进制数的计数

最大的八进制数码是 7，所以八进制计数规则是逢八进一。请看下面的八进制计数次序：

64, 65, 66, 67, 70...
275, 276, 277, 300, ...

用 N 位八进制数码，我们可从 0 计数到 $8^N - 1$ ，共有 8^N 个不同的数。例如，三位八进制数码，可从 000_8 计数到 777_8 ，一共有 $8^3 = 512_{10}$ 个不同的八进制数。

3. 八进制与二进制之间的转换

八进制的突出优点是它可以很方便地实现二进制与八进制之间的相互转换。

八进制数转换为二进制数的方法是把每位八进制数以其三位等值二进制数表示。八个可能出现的数码转换如下：

八 进 制	0	1	2	3	4	5	6	7
等值二进制	000	001	010	011	100	101	110	111

例如，对八进制数 472_8 可转换为等值二进制数如下

4 7 2
↓ ↓ ↓
100 111 010

因此，八进制数 472_8 的等值二进制数为 100111010_2 。另一个转换例子是：

5 4 . 3 1
↓ ↓ ↓ ↓ ↓
101 100 . 011 001

因此， $54.31_8 = 101100.011001_2$ 。

从二进制转换为八进制是上述转换的逆过程。转换方法是，以小数点为基准，向两边每三位作为一组划分，每组不足三位时补足零，各组均转换为其等值八进制数。例如，要把 11010.1011_2 转换为八进制可如下进行：

$$\begin{array}{cccc} 0 & 1 & 1 & \\ \downarrow & & & \\ 3 & & & \end{array} \quad \begin{array}{ccc} 0 & 1 & 0 \\ \downarrow & & \\ 2 & & \end{array} \cdot \begin{array}{ccc} 1 & 0 & 1 \\ \downarrow & & \\ 5 & & \end{array} \quad \begin{array}{ccc} 1 & 0 & 0 \\ \downarrow & & \\ 4 & & \end{array}$$

另外两个例子是 $11110_2 = 36_8$, $10011.01_2 = 23.2_8$ 。

四、十六进制计数制

1. 十六进制数的表示及转换

十六进制的基数是 16。因此，十六进制数有十六个可能出现的数码，即数字 0~9，另外加上字母 A, B, C, D, E, F。下表表示出十六进制、十进制和二进制数之间的关系。由表可见，每位十六进制数用一个四位二进制数表示。很多计算机中都用十六进制数表示较长的二进制数码，特别是微型计算机中，字长多为 4, 8, 16, 32 等，用十六进制更为方便。

十六进制	十进制	二进制
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111

十六进制与二进制之间的转换和八进制与二进制之间的转换方法相似。我们看下列：

$$1110100110_2 = \underbrace{0011}_{3A}_{16} \underbrace{1010}_{10}_{16} \underbrace{0110}_{6}_{16} = 3A6_{16}$$

$$\begin{aligned} 9F2_{16} &= 9 \quad F \quad 2 \\ &\quad 1001 \quad 1111 \quad 0010 \\ &= 100111110010_2 \end{aligned}$$

2. 十六进制计数

十六进制数的计数规则是逢十六进一。即，数字从 0 计数到 F 后，若再加 1，则本位回 0，向高位进 1。请看以下十六进制计数过程：

38, 39, 3A, 3B, 3C, 3D, 3E, 3F, 40, ...
6B8, 6B9, 6BA, 6BB, 6BC, 6BD, 6BE, 6BF, 6C0, ...