

电路识图与应用快捷入门丛书



孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

典型数字集成

电路识图与应用

快捷入门

- ◆ 数字集成电路基础及逻辑门集成电路的识图与应用
- ◆ 触发器、计数器、加法器及编码器的识图与应用
- ◆ 译码器、选择器、分配器及存储器识图与应用
- ◆ D/A转换器、A/D转换器、寄存器及其他集成电路的识图与应用



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

电路识图与应用快捷入门丛书

典型数字集成电路 识图与应用快捷入门

電子工業出版社·

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以介绍典型数字集成电路的基础知识为切入点,以讲解识图与应用为基础,详细介绍了典型数字集成电路基础知识、典型数字逻辑门集成电路识图与应用,典型数字触发器集成电路识图与应用,典型数字计数器集成电路识图与应用、数字加法器、编码器和译码器识图与应用,典型数据选择器和分配器识图与应用、典型数字存储器、D/A 转换与 A/D 转换器识图与应用扼要典型数字寄存器与其他集成电路的识图与应用。由此,引导读者由表及里、由浅入深、循序渐进地掌握典型数字集成电路的识图与应用。各章后均有习题供学生练习,以加深对本章内容的了解,附录给出了部分习题答案,供读者参考。

本书分类明确、结构合理、通俗易懂,可作为中等电子职业学校相关专业的教材,还可供电子产品开发和生产技术人员及广大电子爱好者自学参考。

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

典型数字集成电路识图与应用快捷入门 / 孙余凯等编著. —北京: 电子工业出版社, 2010.9

(电路识图与应用快捷入门丛书)

ISBN 978-7-121-11729-9

I. ①典… II. ①孙… III. ①数字集成电路—电路图—识图法 IV. ①TN431.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 169758 号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 鄂卫华

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16.5 字数: 402 千字

印 次: 2010 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 36.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zits@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

由于目前数字集成电路迅速发展,且数字集成电路类型十分繁杂,故本书在编写时采用对比归纳的方法,将不同典型数字集成电路组成的相同功能的典型单元电路归纳在一起,详细讲解电路的特点及应用方法,重点突出了各种典型数字集成电路实用电路识图与应用,使读者全面了解同功能各种不同类型电路的特点,并能对典型数字集成电路进行定性的分析,为日常应用与识图打下基础。其目的主要是为了抛砖引玉,使读者掌握识图的方法,开拓读者的思路,进而多方位、多领域地应用这些典型数字集成电路,设计制作出功能更新颖、自动化程度更高的典型数字集成电路应用产品来。在写作方式上,本书着重突出以下几个方面特点。

1. 以初学者为对象设置内容

本书的最大特点,起点低,是从基础知识入手,以讲解应用与识图为基点,然后逐步深入介绍数字集成电路典型应用方法与识图,最后介绍实际电路与识图,其目的是由浅入深,进而熟能生巧地去应用典型数字集成电路,熟练读懂更加复杂的由数字集成块构成的电路,也为读者应用这些电路提供了方便。

本书是以电路实际识图与应用为切入点,突出实用,起点低,以解决问题为重点,将知识内容巧妙地融入到技能实践中。

2. 以应用为目的设置内容

本书以典型数字集成电路为应用与识图的基础,并在此基础上着重介绍典型数字集成电路的各种应用方法,也适当地介绍一些复杂的组合专用电路。介绍这些通用典型数字集成电路的结构、识图指导和工作原理以应用为目的,以使读者掌握它们的功能、特性以及应用方法。

本书的知识点全部以项目实例形式体现。本书提供的应用典型数字集成电路的思路与应用也同样适用于本书未涉及到的其他典型数字集成电路。

3. 章节安排

本书共分8章,包括典型数字集成电路的基础知识、典型数字逻辑门集成电路的识图与应用快捷入门、典型数字触发器识图与应用快捷入门、典型数字计数器识图与应用快捷入门、典型数字加法器、编码器与译码器识图与应用快捷入门、典型数字选择与分配器识图与应用快捷入门、典型数字存储器、D/A转换与A/D转换器集成电路识图与应用快捷入门和典型数字寄存器与其他集成电路的识图与应用快捷入门。各章后均有习题读者练习,以加深对本章内容的了解,附录给出了部分习题答案供读者参考。

本书主要由孙余凯、项绮明、吴鸣山统稿编著,参加本书编写的人员还有薛广英、孙莹、王五春、项天任、王华君、孙余明、陈芳、刘忠德、项宏宇、陈帆、王国太、常乃英等。

本书在编写过程中，除参考了大量的国外、境外的现行期刊外，还参考过国内有关电子技术方面的期刊、书籍及资料，在这里谨向有关单位和作者一并致谢。同时对给予我们支持和帮助的有关专家和部门深表谢意！

现代数字集成电路电子技术发展十分迅速，应用极其广泛。本书作为一本基础性教材，不可能包括数字集成电路技术的各个方面。数字集成电路应用技术发展极为迅速，限于作者水平有限，书中存在的不足之处，诚请专家和读者批评指正。

编著者

2010年7月

目 录

第 1 章 典型数字集成电路的基础知识	1
1.1 数字集成电路概述	1
1.1.1 什么是数字集成电路	1
1.1.2 数字集成电路的类型	2
1.1.3 逻辑状态的表示方法	2
1.2 计数体制	3
1.2.1 十进位计数制	3
1.2.2 二进位计数制	3
1.2.3 常用进位计数制之间的对应关系	4
1.2.4 二进制数转换为十进制数	5
1.2.5 十进制数转换为二进制数	5
1.3 码制	7
1.3.1 8421 码	7
1.3.2 2421 码 (埃肯码)	8
1.3.3 余 3 码	9
1.3.4 码制说明	9
1.4 逻辑代数基础	9
1.4.1 三种基本逻辑关系	9
1.4.2 复合逻辑关系	10
1.4.3 逻辑代数基本定律	10
1.4.4 逻辑代数的常用公式	10
1.4.5 逻辑代数的三个基本法则	11
1.4.6 逻辑函数标准表达式	11
1.5 逻辑函数的化简	14
1.5.1 公式化简法	15
1.5.2 卡诺图化简法	16
习题一	21
第 2 章 典型数字逻辑门集成电路的识图与应用快捷入门	23
2.1 典型数字逻辑与门集成电路的识图与应用	23
2.1.1 逻辑与门集成电路的基础知识	23
2.1.2 常用逻辑与门集成电路	24

2.1.3	常用逻辑与门集成电路应用指导	26
2.1.4	与门集成电路在电子密码开关电路中的识图与应用	27
2.1.5	与门集成电路在 24 小时循环精密定时控制电路中的识图与应用	28
2.2	典型数字逻辑或门集成电路的识图与应用	29
2.2.1	逻辑或门集成电路的基础知识	29
2.2.2	常用逻辑或门集成电路	30
2.2.3	常用逻辑或门集成电路应用指导	32
2.2.4	逻辑或门集成电路在旋转式电子开关电路中的识图与应用	32
2.2.5	逻辑或门集成电路在电子程序控制式调色灯控制电路中的识图与应用	34
2.3	典型数字逻辑非门集成电路的识图与应用	35
2.3.1	逻辑非门集成电路的基础知识	35
2.3.2	常用逻辑非门集成电路	36
2.3.3	常用逻辑非门集成电路应用指导	37
2.3.4	逻辑非门集成电路在无线双音电子门铃电路中的应用	37
2.3.5	逻辑非门集成电路在霍尔元件触发开关电路中的识图与应用	38
2.4	典型数字逻辑与非门集成电路的识图与应用	39
2.4.1	逻辑与非门集成电路的基础知识	39
2.4.2	常用逻辑与非门集成电路	39
2.4.3	常用逻辑与非门集成电路应用指导	43
2.4.4	逻辑与非门集成电路在超小型 AM (调幅) 收音电路中的识图与应用	44
2.4.5	与非门在触摸 LED 追逐电路中的识图与应用	45
2.5	典型数字逻辑或非门集成电路的识图与应用	46
2.5.1	逻辑或非门集成电路的基础知识	46
2.5.2	常用逻辑或非门集成电路	47
2.5.3	常用逻辑或非门集成电路应用指导	50
2.5.4	逻辑或非门集成电路在采用霍尔元件触发的循环开关电路中的 识图与应用	50
2.5.5	逻辑或非门集成电路在 99 天内任意设定时间的电路中的识图与应用	51
2.6	其他典型数字逻辑门集成电路的识图与应用	53
2.6.1	逻辑与或非门集成电路的基础知识	53
2.6.2	逻辑异或门集成电路的基础知识	54
2.6.3	逻辑同或门集成电路的基础知识	54
2.6.4	其他常用逻辑门集成电路	54
2.6.5	常用逻辑与或非门及异或门集成电路应用指导	57
2.6.6	逻辑异或门集成电路在计算机自动顺序开关机控制电路中的识图与应用	57
2.6.7	逻辑异或门集成电路在场强测量电路中的识图与应用	58
	习题二	60

第 3 章 典型数字触发器的识图与应用快捷入门 63

3.1	典型数字触发器的基础知识	63
-----	--------------	----

3.1.1	触发器的特点	63
3.1.2	触发器的类型	63
3.2	RS 触发器的识图与应用	64
3.2.1	RS 触发器的基础知识	64
3.2.2	常用 RS 触发器	67
3.2.3	RS 锁存触发器应用指导	68
3.2.4	RS 锁存触发器在多通道电子开关电路中的识图与应用	68
3.3	D 触发器的识图与应用	70
3.3.1	D 触发器的基础知识	70
3.3.2	常用 D 触发器	71
3.3.3	常用 D 触发器应用指导	76
3.3.4	D 触发器在多设备电源控制电路中的识图与应用	76
3.3.5	D 触发器在数字显示式周波测量电路中的识图与应用	77
3.4	JK 触发器的识图与应用	79
3.4.1	JK 触发器的基础知识	80
3.4.2	常用 JK 触发器	81
3.4.3	JK 触发器在交通灯自动控制电路中的识图与应用	84
3.4.4	JK 触发器在三相交流电相序校正电路中的识图与应用	85
3.5	典型单稳态触发器的识图与应用	89
3.5.1	单稳态触发器的基础知识	89
3.5.2	常用单稳态触发器	90
3.5.3	常用单稳态触发器应用指导	93
3.5.4	单稳态触发器在 999 路无线呼叫电路中的识图与应用	94
3.5.5	单稳态触发器在脉冲倍频电路中的识图与应用	98
3.6	典型施密特触发器的识图与应用	100
3.6.1	施密特触发器的基础知识	100
3.6.2	常用施密特触发器	101
3.6.3	常用数字施密特触发器应用指导	103
3.6.4	施密特触发器在电功率控制电路中的识图与应用	105
3.6.5	施密特触发器在电子兆欧表电路中的识图与应用	106
习题三		108
第 4 章	典型数字计数器识图与应用快捷入门	111
4.1	数字计数器的基础知识	111
4.1.1	数字计数器的工作特点	111
4.1.2	数字计数器的类型	112
4.1.3	数字计数器逻辑功能表示方法	113
4.1.4	计数时序的基本概念	113
4.1.5	计数器的构成	114
4.1.6	一位二进制同步计数器	114

4.1.7	二位二进制同步加法计数器	115
4.1.8	三位二进制同步加法计数器	116
4.1.9	四位二进制同步加法计数器	116
4.1.10	数字计数器应用方法指导	117
4.2	常用普通数字计数器的识图与应用	119
4.2.1	二一十六任意进制计数器 C186	119
4.2.2	十二位二进制串行计数器 CD4040	121
4.2.3	二一十进制同步加法计数器 CD4518	123
4.2.4	四位二进制同步加法计数器 CD4520	123
4.2.5	可预置数的二一十进制加法计数器 CD40160 及四位二进制加法 计数器 CD40161	124
4.2.6	十进制计数器 74LS90	125
4.2.7	普通数字计数器应用指导	125
4.2.8	普通数字计数器在多挡调压控制电路中的识图与应用	127
4.2.9	普通数字计数器在其有两种定时方式的转速自动检测显示电路中的 应用与识图	129
4.2.10	在转速自动检测显示电路中的识图与应用	130
4.3	常用可逆数字计数器的识图与应用	131
4.3.1	可预置数的二一十进制加法/减法计数器 CD40192 及四位二进制 加法/减法计数器 CD40193	132
4.3.2	可预置数的二一十进制加法/减法计数器 CD4510 及四位二进制 加法/减法计数器 CD4516	133
4.3.3	可逆数字计数器在自动定时电路中的识图与应用	134
4.3.4	可逆数字计数器在多种方式触摸计数显示电路中的识图与应用	135
4.4	典型十进制数字计数/脉冲分配器的识图与应用	136
4.4.1	十进制数字/脉冲分配器的 CC4017 的基础知识	136
4.4.2	十进制数字计数/脉冲分配器在数控步进式电压调整电路中的 识图与应用	139
4.4.3	十进制数字计数/脉冲分配器在流水彩灯控制电路中的识图与应用	140
4.4.4	十进制数字计数/脉冲分配器在 8421 编码开关电路中的识图与应用	142
4.4.5	十进制计数/脉冲分配器在光控调光灯电路中的识图与应用	143
	习题四	144

第 5 章 典型数字加法器/编码器/译码器识图与应用快捷入门 147

5.1	数字加法器的识图与应用	147
5.1.1	半加器的基础知识	147
5.1.2	全加器的基础知识	148
5.1.3	常用数字加法器	150
5.1.4	全加器在八位二进制超前进位加法器中的应用	151
5.1.5	全加器集成电路在 8421BCD 加法器中的应用	151

5.2	数字编码器的识图与应用	153
5.2.1	编码器的基础知识	153
5.2.2	二—十进制编码器	153
5.2.3	优先编码器	155
5.2.4	常用编码器	155
5.2.5	编码器应用指导	158
5.2.6	编码器在 16—4 线优先编码器中的应用与识图	159
5.2.7	编码器在 0~9 键盘编码器中的识图与应用	160
5.2.8	编码器在 16 位状态优先编码器中的应用	160
5.3	数字译码器的识图与应用	161
5.3.1	译码器的基础知识	161
5.3.2	常见数码显示器	162
5.3.3	二—十进制译码器	163
5.3.4	七段字形译码器	164
5.3.5	常用数字显示译码器	166
5.3.6	显示译码器在多级连接电路中的识图与应用	174
5.3.7	译码器在双音多频译码电路中的应用与识图	175
5.3.8	具有液位数字显示功能的水位自动控制电路	177
5.3.9	七段字形译码器在星期数字显示电路中的识图与应用	178
5.3.10	七段字形译码器在 10~100000 μF 电容测量电路中的应用与识图	179
5.3.11	七段字形译码器在电话自动计时电路中的识图与应用	180
5.3.12	七段字形译码器在倒计时显示自动定时开关电路中的识图与应用	182
5.3.13	七段字形译码器在十通道开关及显示电路中的识图与应用	184
5.3.14	译码器在水箱水位检测无线发送电路中的识图与应用	186
5.3.15	单片编译码器在应答式多路报警系统中的识图与应用	187
	习题五	188
第 6 章	典型数据选择和分配器识图与应用快捷入门	191
6.1	数据选择器的识图与应用	191
6.1.1	数据选择器的基础知识	191
6.1.2	常用数据选择器	193
6.1.3	常用数据选择器应用指导	197
6.1.4	数据选择器在多路音频/视频切换控制电路中的识图与应用	201
6.1.5	数据选择器在增益可编程放大电路中的识图与应用	203
6.1.6	数据选择器在多路温度监测显示电路中的识图与应用	205
6.1.7	数据选择器在调压/调功控制电路中的识图与应用	208
6.1.8	数据选择器在模拟存储电路中的识图与应用	211
6.2	数据分配器的识图与应用	212
6.2.1	典型数据分配器的结构	213
6.2.2	常用数据分配器	213

6.2.3 组成数据分配器应用电路的指导	216
6.2.4 译码器在三地址数据分配器中的识图与应用	216
习题六	216
第 7 章 典型数字存储器、D/A 转换器及 A/D 转换器识图与应用快捷入门	219
7.1 数字存储器的识图与应用	219
7.1.1 存储器的分类	219
7.1.2 存储器的存储容量	219
7.1.3 只读存储器 (ROM)	220
7.1.4 随机存储器 (RAM)	221
7.1.5 存储器在具有录/放功能的定时语音提醒电路中的识图与应用	222
7.2 D/A 转换器与 A/D 转换器的识图与应用	224
7.2.1 D/A 转换与 A/D 转换方框图	224
7.2.2 D/A 转换器的基础知识	225
7.2.3 A/D 转换器的基础知识	226
7.2.4 D/A 转换器应用指导	232
7.2.5 A/D 转换器应用指导	232
7.2.6 A/D 转换器在数字显示温度自动检测控制电路中的识图与应用	232
习题七	235
第 8 章 典型数字寄存器与其他集成电路的识图与应用快捷入门	237
8.1 数字寄存器的识图与应用	237
8.1.1 基本寄存器的基础知识	237
8.1.2 移位寄存器的基础知识	238
8.1.3 常用数字寄存器	240
8.1.4 移位寄存器在双路彩虹灯控制电路中的识图与应用	244
8.2 其他常用数字集成电路	245
8.2.1 带振荡器的 14 位二进制串行计数器集成电路 CD4060	245
8.2.2 可编程序振荡器—计时器 CD4541	247
8.2.3 可编程序振荡器—计时器在自动定时电路中的识图与应用	248
8.2.4 单稳态/无稳态多谐振荡器在 DC-AC 电压转换电路中的识图与应用	249
习题八	250
附录 A 部分习题答案	251
参考文献	254

第 1 章 典型数字集成电路的基础知识

除了模拟电路以外，数字集成电路是电子技术的另一大类，其广泛应用于各个领域的各种电子电路之中。本章主要介绍常用的数制、码制及它们的特点，逻辑代数的表示方法、逻辑关系和基本分析方法。这部分内容在数字集成电路中经常碰到，熟练地掌握有益于快捷学习其他内容。

1.1 数字集成电路概述

数字集成电路是处理数字信号并能完成数字运算的电路。在电子计算机、电机、通信设备、自动控制、雷达、家用电器、日用电子小产品、汽车电子等许多领域得到了广泛的应用。

1.1.1 什么是数字集成电路

电信号通常分为模拟信号和数字信号两类，模拟信号是连续变化的，而数字信号是断续变化（即离散）的。处理加工数字信号的电路称为数字集成电路。

1. 数字集成电路的特点

数字信号目前常取二值信息，它用两个有一定数值范围的高电平或低电平来表示，也可用两个不同状态的逻辑符号如“1”或“H”和“0”或“L”来表示。典型的数字信号波形是具有一定幅度的矩形波，当它作用在某些电子电路上时，其半导体器件就会在截止与导通（或饱和）状态下工作，这和模拟信号作用于电路时器件工作在线性放大状态相比有根本的不同。

2. 数字集成电路的组成

处理加工数字信号电子电路称作数字集成电路，其组成方框图如图 1-1 所示，其输入与输出的信号以及控制与操作的变量都是数字信号。

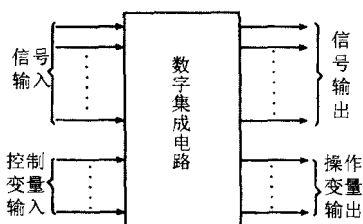


图 1-1 数字集成电路组成方框图

图 1-1 所示电路中含有对数字信号进行传送、逻辑运算、控制、计数、寄存、显示以及信号的产生、整形、转换等不同功能的数字部件。

在数字集成电路中，电压或电流通常只有两个状态，即高电平或低电平，有电流或无电流。数字信号通常是以时间上或空间上的 0、1 符号序列来表示。数字集成电路输入与输出的 0、1 符号序列间的逻辑关系就是数字集成电路的逻辑功能。因此，数字集成电路也可以认为是实现各种逻辑关系的电路。

数字集成电路通常由逻辑门、触发器、计数器及寄存器等逻辑部件构成，可以用来对数字信号进行传送、逻辑运算、控制、计数、寄存、显示以及信号的产生、整形、转换等。

1.1.2 数字集成电路的类型

数字集成电路根据分类方式的不同通常有以下 3 种分类方法。

1. 按电路组成结构分类

数字集成电路按其电路的组成结构分类，可分为分立组件和集成电路两类。其中集成电路按集成度（在一块硅片上包含的逻辑门电路或组件的数量）可分为小规模（SSI）、中规模（MSI）、大规模（LSI）和超大规模（VLSI）集成电路。

2. 按所用器件分类

数字集成电路按电路所用器件分类，可以分为双极型（如 DTL、TTL、ECL、IIL、HTL）和单极型（如 NMOS、PMOS、COMS）电路。

3. 按逻辑功能分类

数字集成电路按其逻辑功能分类，可分为组合逻辑电路和时序电路两大类。

1.1.3 逻辑状态的表示方法

在日常生活和实践中，常常遇到相互对立的两种逻辑状态，如电位的高与低、开关的通与断、晶体管的导通与截止、灯的亮与灭等，见表 1-1 所列。对这些逻辑状态相互对立的事件，用数字逻辑符号表示时，一种状态用“1”表示，另一种状态用“0”表示。但这里的 1 和 0 并不是表示数量的大小，而是作为一种符号表示两种对立的逻辑状态，即 1 表示存在，而 0 表示不存在。在数字集成电路中把它们称为逻辑 1 和逻辑 0，以区别于数字符号的 1 和 0。

表 1-1 常见的对立逻辑状态举例

对立逻辑状态	判 断	开 关	灯 泡	晶体管	输 出			逻辑符号
第一种	真	通	亮	导通	高电位	有脉冲信号	……	“1”
第二种	假	断	灭	截止	低电位	无脉冲信号	……	“0”

按照逻辑关系组成的电路称为逻辑电路。逻辑电路只有两种状态：通常将 1 称为逻辑 1，将 0 称为逻辑 0，即所谓二值逻辑。逻辑电路中用逻辑 1 表示高电位，逻辑 0 表示低电位。二值逻辑的基本逻辑关系只有逻辑乘、逻辑加及逻辑非。与其相对应的，完成这 3 种逻辑功能的电路有与门电路、或门电路及非门电路。

1.2 计数体制

计数体制即计数的方法。在生产实践中,人们习惯各种计数方法,如十、十六、六十进制等,但最常用的是十进制数,而在数字集成电路中经常使用的除了十进制数外还有二进制数和十六进制数等。

1.2.1 十进位计数制

十进制是人们最熟悉的一种进位计数制,也是目前国际上通用的计数制。

1. 十进制数的数码

十进制数制,简称十进制数,采用10个数字符号,即0, 1, 2, 3, ..., 9。这些数字符号称为数码(或数字)。任何一个十进制数均由这10个数码来表示。

2. 十进制数的计数原则

十进制数的计数原则是:逢十进一,借一当十。

例如,十进制数3743.3由5位数字组成,小数点左边有4位,右边有1位。这个数实际上是由以下多项式缩写而成的,即

$$3743.3 = 3 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1}$$

依次类推,任何一个 n 位整数、 m 位小数的十进制 $(N)_{10}$ 均可记为

$$(N)_{10} = (a_{n-1} \cdot a_{n-2} \cdots a_1 a_0 a_{-1} \cdots a_{-m})_{10}$$

其值为

$$(N)_D = (N)_{10} = \sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 10^i \quad (1-2-1)$$

式中 a_i ——十进制数中第 i 位的值,它可以是0~9中的任何一个;

10^i ——第 i 位的权(也称为位权),10为进位的基数,也就是基本计数符号的个数;

n 、 m ——正整数,分别是整数部分和小数部分的位数;

D——下标,表示十进行数,也可用数字10表示。

1.2.2 二进位计数制

在现代数字系统中,应用较多的是二进制计数制,简称二进制数。

1. 二进制数的数码

在二进制计数中,每个数字只能有两个不同的取值,即“0”和“1”。任何一个二进制数均由这两个数码来表示。

2. 二进制数的计数原则

二进制数的计数原则是:逢二进一,借一当二。

一个二进制数也可以用类似十进制数按权展开的方法展开。例如, $(1110.11)_2$ 可以写成



$$(1110.11)_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

依次类推，任何一个 n 位整数、 m 位小数的二进制 $(N)_2$ 均可记为

$$(N)_B = (N)_2 = \sum_{i=-m}^{n-1} b_i \times 2^i \tag{1-2-2}$$

式中 b_i ——二进制数中第 i 位的值，可以是 0 或 1；
 2^i ——第 i 位的权（也称为位权），2 为进位的基数；
 $n、m$ ——正整数， n 代表整数位数， m 代表小数位数；
 B ——下标，表示二进制数，也可以用数字 2 表示。

3. 二进制数运算规则

在二进制数中仅有 0、1 两个数码，所在其运算规则也比较简单。表 1-2 列出了二进制数的运算规则。

表 1-2 二进制数的运算规则

加 法	减 法	乘 法
0+0=0	0-0=0	0×0=0
1+0=0+1=1	1-0=0-1=1（借 1 当 2）	1×0=0×1=0
1+1=10（向高位进位）	1-1=0	1×1=1

1.2.3 常用进位计数制之间的对应关系

一个数从一种进位计数制表示法转换成另一种进位计数制表示法，称为数制转换。

二进制数、八进制数、十六进制数及十进制数是现代数字系统中常用的 4 种数制。这几种数制之间的对应关系见表 1-3 所列。

表 1-3 常用进位计数制之间的对应关系

十进制数	二进制数	八进制数	十六进制数
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A

(续表)

十进制数	二进制数	八进制数	十六进制数
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10
17	10001	21	11
18	10010	22	12
19	10011	23	13
20	10100	24	14
32	100000	40	20
50	110010	62	32
60	111100	74	3C
64	1000000	100	40
100	1100100	144	64
255	1111111	377	FF
1000	1111101000	1750	3E8

注：A、B、C、D、E、F 代数十进制数的 10、11、12、13、14、15 数

1.2.4 二进制数转换为十进制数

二进制数转换为十进制数的方法，是利用公式（1-2-2）将二进制数按权展开，然后将所有各项的数值按十进制数相加即可。

例 1-1 把二进制数 $(101101.01)_B$ 转换成十进制数 $(N)_D$ 。

解：按权展开后计算得

$$(101101.01)_B = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = (45.25)_D$$

1.2.5 十进制数转换为二进制数

十进制数转换为二进制数时，需要将十进制数的整数部分和小数部分分别进行转换，最后再将转换结果相加即可得到完整的转换结果。

1. 整数部分的转换

整数部分的转换采用除以 2 取余法，也就是将进制整数逐次除以 2，并依次记下余数，一直除到商为零时结束，最后一次得到的余数为转换后二进制数的最高整数位，以此类推，即可得到等值的二进制数。

解:

余数

2		47	
2		23	 1
2		11	 1
2		5	 1
2		2	 1
2		1	 0
		0	 1

低位
 ↑
 高位

2. 小数部分的转换

应用提示:

例 1-3 将 $(0.39)_{10}$ 转换为等值的二进制数小数。

整数部分

	0
$0.39 \times 2 = 0.78$	(取出整数部分 0, 小数部分继续乘以 2)
	1
$0.78 \times 2 = 1.56$	(取出整数部分 1, 小数部分继续乘以 2)
	1
$0.562 = 1.12$	(取出整数部分 1, 小数部分继续乘以 2)
	0
$0.12 \times 2 = 0.24$	(取出整数部分 0, 小数部分继续乘以 2)
$\vdots$	$\vdots$

高位

低位

3. 需要说明的问题