

电子爱好者读本



数字电路基础 及快速识图

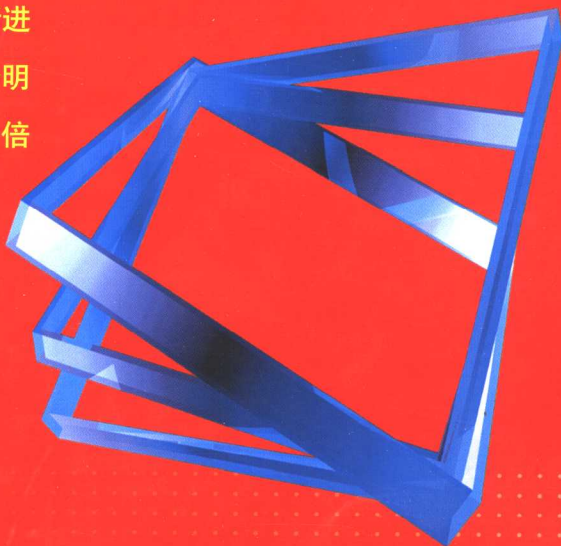
陈永甫 主编

名师导读，宜于自学

由浅入深，循序渐进

重点突出，层次分明

学以致用，事半功倍



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

电子爱好者读本

数字电路基础及快速识图

陈永甫 主编

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

数字电路基础及快速识图/陈永甫主编. —北京: 人民邮电出版社, 2006. 5
(电子爱好者读本)

ISBN 7-115-14367-6

I. 数... II. 陈... III. ①数字电路—基本知识②数字电路—电路图—识图法 IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 014278 号

内 容 提 要

本书是“电子爱好者读本”之一, 是初学者步入数字电子应用园地必读的基础读物。本书内容从数字信号特征和数字逻辑基础知识开始, 分章介绍了逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器、时序控制电路、数/模与模/数转换器、脉冲信号的产生与变换等。书中各章节内容选材讲究、体系严谨, 在编写方法上由浅入深、层次分明、重点突出、语言简练、图文结合、可读性强。在讲解基础理论知识的同时, 结合各章节内容, 同步开辟了“识图与解读”、“用法与导读”“跟我学设计”等栏目, 以强化相关知识间的衔接, 引导读者学用结合。在书最后设置了“综合应用与典型课题设计实例及其解读”一章, 意在培养读者的综合应用能力, 提升读者的读图能力、分析能力及自行设计能力。

本书适用于广大电子爱好者, 大中专院校、技校以及职业院校的电气类、电子类、机电类专业的师生, 以及有关工程技术人员、技师和维修人员。

电子爱好者读本

数字电路基础及快速识图

◆ 主 编 陈永甫

责任编辑 刘 朋

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 720×980 1/16

印张: 20.25

字数: 368 千字

2006 年 5 月第 1 版

印数: 1-5 000 册

2006 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-14367-6/TN · 2690

定价: 26.50 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223

“电子爱好者读本”序言

随着科学技术的发展和高新技术的广泛应用, 电子技术在国民经济的各个领域所起的作用越来越大, 并深深地渗透到人们的生活、工作、学习的各个方面。新的世纪已跨入以电子技术为基础的信息化社会, 层出不穷的电子新业务、电子新设施几乎无处不在、举目可见。掌握一定的电子技术知识和技能是电子信息时代对每个国民提出的要求和召唤, 也是提高素质、搞好本职工作的需要。

我国的电子爱好者逾千万, 而且每年都有大量的青少年出于对电子技术的偏爱而源源不断地加入到这个行列中来。如何帮助这些电子爱好者尽快地学习和掌握电子技术基础知识和技能, 尽快地融入这个五彩缤纷的电子世界, 是众多电子科学普及工作者和教育者关心和考虑的问题。

对于广大电子爱好者来说, 显然, 自学是他们学习电子技术的重要方式。但自学碰到的问题很多, 首要的问题就是选择适合于自学的课本或读物。目前, 国内虽然出版了不少不同版本的电气、电子类教材, 但大都是面向全日制大中专院校或脱产学习的职业院校学生编写的, 而适用于电子爱好者自学的读本并不多见。没有适合的课本或读物, 自学的困难是显而易见的。

笔者年少时, 出于对无线电的好奇进而痴迷, 并选择了无线电专业学习, 后长期从事电子技术的应用、开发和教学工作。作为一个工作多年的电子爱好者, 深知自学的艰辛和电子爱好者的需求。为电子爱好者编写一套通俗易懂的电子读本, 是笔者多年的愿望。根据自学的特点, 结合自己长期的学习心得、实践体验和教学经验, 编写了这套电子通俗读本。

这套电子爱好者读本先期包括《电工电子技术入门》、《常用电子元件及其应用》、《常用半导体器件及模拟电路》、《数字电路基础及快速识图》、《无线电遥控》、《电力电子器件及其应用》等, 后期将推出电子技术专题读物。各读本的内容前后关联(先原理, 后应用; 先元件, 后电路; 先基础, 后专题), 可组成一套较系统的电子技术读物。但各册的内容又相对独立, 读者可视自身情况进行选择, 如初学者可系统地阅读, 有一定基础者可择册选读。

本套读本在内容安排上尽量做到由浅入深、循序渐进、内容精练、概念清晰、应用性强; 在编写上, 尽量用通俗的语言和图文结合的方式, 阐明电磁学、电子技术各相关方面的基本原理和基本物理概念, 尽量避开冗长的理论分析, 淡化烦琐的数学推导, 简明扼要地阐明必须掌握的核心内容及问题的实质, 突出应

用；在写法上，每章节按“要点”、“基本内容”、“例题”（或“实例”）依次讲解，还有选择地设置了“识图与制作”、“知识链接”、“应用导读”等栏目，重点突出、层次分明。

这套电子爱好者读本虽然是为广大电子爱好者编写的，但也适合于在读的大中专院校及职业院校的学生阅读、参考。全日制学生必学科目多，课业重。过量的知识灌输、冗长的理论分析以及复杂的数学推导，使多数学生头脑胀满、不堪重负。本套读本的内容涵盖了电气、电子类专业的电磁学、电工学、电子技术基础（包括模拟电子技术和数字电子技术）、电子元器件等课程的主要内容，但内容精练、选材得当。对电磁学、电工学及电子技术中的重要定律（定理）和相关概念、原理，均有明确的定义和扼要说明，表述确切、概念清晰、重点突出。本套读本可帮助读者从过量灌输的知识中理清思绪、分清主次、抓住并掌握核心内容和问题的实质。同时，本套读本除基本内容外，还编进了大量应用知识、相关知识、具体应用实例、分析方法、设计技巧和实践经验，这对于培养能力、扩大知识面和提高素质是有益的。

本套读本由陈永甫主笔，谭秀华、陈一民、高国君、龙海南、李芬华、潘立冬、舒冬梅、景春国、张微、陈立和张梦儒等参加了编写工作。

关于书中相关栏目的说明

◆ **要点**：位于每节的开始，点明该节的实质内容或结论，以利于读者了解所讲述的中心内容和精髓所在。

◆ **基本内容**：是本节的主要部分，对“要点”点明的内容进行详细介绍或系统论证，突出基本概念和基本定律，语言通俗，易学易懂。

◆ **例题**：结合内容，列举典型例题，以有助于深入理解课程内容，消化所学知识，并从中学习解决问题的方法，提高分析问题的能力。

◆ **知识链接**：穿插于各章节之中，对与所讲内容相关的知识或连带的技术（信息）作扼要说明或介绍，加强知识间的链接，拓宽知识面。

◆ **识图与解读**：欲进入数字电子园地，首先得会看电路图，即识图、读图。电路图是用特定的图形、符号、字符等组成的工作原理图，是人们用以进行交流的形体语言，标准电路图各国通用。读图、读懂图是进行电路原理分析、应用和维修的前提和基本功。通过本栏目，引导初学者学习如何识图、读图，如何对数字系统的组成、工作原理、功能进行解读和分析。

◆ **用法与导读**：学习本栏目的目的在于应用和创新。本栏目结合课程内容，同步穿插在各章节中，以常用的典型器件进行用法举例并讲解。在介绍器件常规用法的同时，广开思路，巧用妙用，扩展器件的功能，扩大其应用范围，以提高读者的分析能力、应用能力，并触类旁通，举一反三。

◆ **跟我学设计**：结合书中所讲的内容，从实际的逻辑问题出发，用常见的中小规模集成器件设计出满足一定逻辑功能要求的电路，并力求最简（指门电路数目最少，种类最少）。通过本栏目，可使书本知识与实际应用相结合，熟悉电子应用设计程序和基本设计方法，并从中提高逻辑思维能力和应用能力。

◆ **图表的使用**：为了便于理解所讲内容，书中安插了大量配图，图形绘制精细，表达确切，图文结合，易学易懂；书中也配备了大量数据表格，资料来源确切、翔实，可直接用来进行电路计算或工程设计。

◆ **小结**：每一章的结尾都附有小结，起画龙点睛的作用。只要读懂了每节开头的“要点”及后面的“小结”，应该说已经掌握了该章的实质内容和精髓。“要点”和“小结”旨在帮助读者掌握课程内容的重点，检查学习效果，并起到归纳总结的作用。

目 录

第 1 章 数字电路概论	1
1.1 模拟信号与数字信号	1
1.1.1 模拟量与模拟信号	2
1.1.2 数字量与数字信号	2
1.2 数字电路的特点	4
1.3 集成电路的分类及型号的命名	6
1.3.1 数字电路的有源器件及逻辑电平	6
1.3.2 集成电路的分类及型号的命名方法	7
小结	11
第 2 章 数字逻辑基础	12
2.1 数制与码制	12
2.1.1 计数体制	12
2.1.2 不同数制间的相互转换	14
2.1.3 码制	16
知识链接 在数字化设备中为什么采用二进制	18
2.2 逻辑代数基本概念和基本逻辑运算	18
2.2.1 逻辑代数基本概念	18
2.2.2 三种基本逻辑运算	19
知识链接 二进制加法运算和逻辑加法运算的含义和算法有何不同	22
逻辑代数与普通代数有什么区别	22
2.3 逻辑代数的基本公式、基本定律和运算规则	22
2.3.1 二值逻辑公理	23
2.3.2 逻辑代数的基本定律(定理)	23
2.3.3 逻辑代数的三个重要规则	24
2.4 逻辑函数的表示方法及相互转换	26
2.4.1 逻辑函数及其表示方法	26
2.4.2 逻辑函数的相互转换	28
2.5 逻辑函数的代数化简法(公式化简法)	29

2.6 逻辑函数的卡诺图化简法 (几何化简法)	32
2.6.1 逻辑函数的最小项	32
2.6.2 逻辑函数的卡诺图表示法	34
2.6.3 用卡诺图表示逻辑函数	36
2.6.4 用卡诺图化简逻辑函数	37
2.6.5 具有无关项的逻辑函数的化简	40
小结	44
第3章 逻辑门电路	45
3.1 门电路概述	45
3.1.1 逻辑变量的两种取值及逻辑规定	45
3.1.2 门电路的组成和分类	46
3.2 二极管、三极管和 MOS 管的开关特性	47
3.2.1 半导体二极管的开关特性	48
3.2.2 半导体三极管的开关特性	49
3.2.3 MOS 型场效应管的开关特性	51
3.3 分立元件逻辑门电路	53
3.3.1 二极管门电路	54
3.3.2 三极管非门电路 (反相器)	55
3.3.3 MOS 管非门电路	56
3.3.4 常用复合门电路	57
3.4 TTL 集成门电路	59
3.4.1 TTL 集成门电路及其集成器件系列	59
3.4.2 TTL 非门 (反相器)	61
识图与解读 TTL 集成电路引脚 (外引线) 编号的判断方法	62
3.4.3 TTL 与非门	62
识图与解读 TTL 与非门电路的型号及通用性	66
采用与非门 74LS00 的交流电停电音响报警电路	68
3.4.4 集电极开路与非门 (OC 门)	70
3.4.5 三态输出门 (TSL 门)	72
3.4.6 其他 TTL 门电路	74
识图与解读 TTL 器件型号的国际通用性及 CT54/CT74 系列	74
3.5 CMOS 集成门电路	76
3.5.1 MOS 集成门电路概述	76
3.5.2 CMOS 集成门系列及其型号命名	76

3.5.3 CMOS 反相器 (非门)	78
识图与解读 采用反相器 CC4069 的双音发生器	80
3.5.4 CMOS 与非门和或非门电路	82
3.5.5 其他 CMOS 集成门电路	83
用法与导读 集成门电路多余输入端的处理	85
3.6 CMOS 电路与 TTL 电路的接口	87
3.6.1 接口电路简介	87
3.6.2 TTL 电路驱动 CMOS 电路	88
3.6.3 CMOS 电路驱动 TTL 电路	90
识图与解读 中、美、日三国常用门电路逻辑符号的认读	91
知识链接 八种门电路的逻辑关系、相应逻辑运算及其运算口诀	91
小结	93
第 4 章 组合逻辑电路	95
4.1 组合逻辑电路概述	95
4.2 组合逻辑电路的分析方法和设计方法	96
4.2.1 组合逻辑电路的分析方法	96
4.2.2 组合逻辑电路的设计方法	98
跟我学设计 组合逻辑电路应用实例设计 (一)	100
组合逻辑电路应用实例设计 (二)	101
组合逻辑电路应用实例设计 (三)	101
4.3 加法器	102
4.3.1 半加器	103
4.3.2 全加器	104
4.3.3 多位加法和集成加法器	105
用法与导读 用一个四位加法器实现四位加法/减法器	106
知识链接 反码与补码	109
跟我学设计 组合逻辑电路应用实例设计 (四)	109
4.4 编码器	111
4.4.1 二进制编码器	111
4.4.2 二—十进制编码器	112
4.4.3 优先编码器	114
4.4.4 通用型优先编码集成电路	115
用法与导读 用两片 74148 扩展为 16—4 线优先编码器	118

4.5 译码器	119
4.5.1 译码器概述	120
4.5.2 二进制译码器	120
用法与导读 用两片 3—8 线译码器 74138 组成一个 4—16 线译码器 ...	122
4.5.3 二—十进制译码器 (8421 BCD 译码器)	123
跟我学设计 组合逻辑电路应用实例设计 (五)	124
4.5.4 显示译码器	126
用法与导读 用 8 片 74LS48 组成具有灭零功能的数码显示系统	131
4.6 数据选择器和数据分配器	132
4.6.1 数据选择器	132
用法与导读 用两片 74LS151 组成一个十六选一数据选择器	135
4.6.2 数据分配器	136
跟我学设计 组合逻辑电路应用实例设计 (六)	137
4.7 数值比较器	138
用法与导读 用两片 7485 (74LS85) 级联扩展成 8 位数值比较器	140
小结	141
第 5 章 触发器	143
5.1 触发器概述	143
5.2 基本 RS 触发器	144
5.2.1 由与非门构成的基本 RS 触发器	144
用法与导读 采用基本 RS 触发器的防抖动开关	147
5.2.2 由或非门构成的基本 RS 触发器	148
5.2.3 集成基本 RS 触发器 (三态 RS 锁存触发器)	148
跟我学设计 采用 RS 触发器的抢答器电路	150
5.3 同步触发器 (钟控触发器)	151
5.3.1 同步 RS 触发器	152
5.3.2 同步 JK 触发器	154
5.4 边沿触发器	156
5.4.1 下降沿 JK 触发器	157
5.4.2 集成边沿 JK 触发器	159
5.4.3 T 触发器和 T' 触发器	161
5.5 边沿触发维持阻塞 D 触发器	162
5.5.1 维持阻塞 D 触发器	162

5.5.2 集成 D 触发器	165
识图与解读 触发器的类型与新旧逻辑符号	167
5.6 不同类型触发器间的相互转换	168
5.6.1 触发器间的转换	168
5.6.2 JK 触发器转换成 D、T (T') 和 RS 触发器	169
5.6.3 D 触发器转换成 JK、T、T' 和 RS 触发器	170
识图与解读 触发器电路结构的演变与特性改善解读	171
小结	172
第 6 章 时序逻辑电路	175
6.1 时序逻辑电路概述	175
6.1.1 时序逻辑电路的结构和主要特点	175
6.1.2 时序逻辑电路的知识结构和内容	176
6.2 时序逻辑电路的分析方法	176
6.2.1 同步时序逻辑电路的分析方法	177
6.2.2 异步时序逻辑电路的分析方法	180
6.3 同步计数器	182
6.3.1 同步二进制计数器	183
6.3.2 集成同步二进制计数器	185
6.3.3 用同步二进制计数器构成 N 进制计数器	187
用法与导读 用两片 74161 构成二十四进制计数器	189
用两片 74161 构成五十进制计数器	190
用三片 74161 构成 12 位二进制计数器	190
6.4 异步计数器	191
6.4.1 异步二进制计数器	191
6.4.2 集成异步计数器	193
6.4.3 用集成异步计数器构成任意 (N) 进制计数器	195
用法与导读 利用异步计数器级联方法构成多位任意进制计数器	197
知识链接 同步计数器和异步计数器的异同	198
6.5 寄存器和移位寄存器	198
6.5.1 数据寄存器 (数码寄存器)	199
6.5.2 移位寄存器	200
6.5.3 集成移位寄存器	203
6.5.4 移位寄存器的应用	205

小结	210
第7章 数/模与模/数转换器	213
7.1 概述	213
7.2 数/模转换器	214
7.2.1 D/A转换器的基本工作原理	214
7.2.2 倒T形电阻网络D/A转换器	215
7.2.3 权电流型D/A转换器	217
7.2.4 D/A转换器的主要技术参数	220
7.2.5 通用型集成D/A转换器AD7520	221
用法与导读 通用型集成D/A转换器AD7520的应用与连接	223
7.2.6 集成8位D/A转换器DAC0832	224
7.3 模/数转换器	227
7.3.1 A/D转换器的基本工作原理	228
7.3.2 逐次逼近型A/D转换器	231
7.3.3 双积分型A/D转换器	233
7.3.4 A/D转换器的主要技术参数	236
7.3.5 典型集成A/D转换器ADC0809	236
用法与导读 ADC0809的应用	239
小结	241
第8章 脉冲信号的产生与变换	243
8.1 概述	243
8.1.1 脉冲信号及其参数	243
8.1.2 矩形脉冲的产生	244
8.2 多谐振荡器	244
8.2.1 对称多谐振荡器	244
8.2.2 不对称多谐振荡器	246
8.2.3 RC环形多谐振荡器	249
8.3 单稳态触发器	250
8.3.1 单稳态触发器的特点和用途	250
8.3.2 微分型单稳态触发器	251
8.3.3 积分型单稳态触发器	253
用法与导读 高灵敏触摸式音响报警器设计与制作	255

8.3.4 集成单稳态触发器	257
8.3.5 单稳态触发器的应用	261
用法与导读 由一片 CC4528 构成的单稳延时继电控制电路	263
8.4 石英晶体振荡器	264
8.4.1 石英晶体的基本特性	264
8.4.2 采用 TTL 门电路的石英晶体振荡器	266
8.4.3 采用 CMOS 门电路的石英晶体振荡器	267
识图与解读 标准秒时钟信号发生器电路	268
小结	269
第 9 章 综合应用与典型课题设计实例及其解读	270
9.1 综合应用与课题设计	270
9.2 电路的识图、读图与解读	272
9.3 两款八路智力竞赛抢答器电路	275
9.3.1 智力竞赛抢答器的基本原理和组成框图	275
9.3.2 采用具有锁存功能的触发器八路智力竞赛抢答器	276
9.3.3 采用 8—3 线优先编码器的八路智力竞赛抢答器	277
9.4 数字显示秒表电路	279
9.5 红外自动计数四位数字显示电路	282
9.6 数显式红外光控可逆计数器电路	285
9.7 数字显示心率测试仪电路	288
9.8 采用 CC14433 型 A/D 转换器的 $3\frac{1}{2}$ 位直流数字电压表	290
9.9 $3\frac{1}{2}$ 位数字显示 0~200mV 直流毫伏表	296
9.10 采用 CC7106/7107/7116/7126 双积分型 A/D 转换器的 数字显示直流电压表	299
9.10.1 采用 CC7107 型 A/D 转换器的 $3\frac{1}{2}$ 位直流数字电压表	300
9.10.2 采用 CC7106 (7126) 型 A/D 转换器的 $3\frac{1}{2}$ 位液晶显示直流数字 电压表	302
9.10.3 采用 CC7116 型 A/D 转换器的 $3\frac{1}{2}$ 位直流数字电压表	304
9.10.4 关于 CC7106/7107 两种量程 (200.0mV 和 2.0V) 电路参数的选用	305
小结	307

□ 第 1 章 □

数 字 电 路 概 论

自 20 世纪 90 年代,随着微电子技术和集成电路的发展,数字电路和数字技术得到飞快发展,在电子计算机、通信、自动控制、电子测量、雷达、导航、工业交通等方面得到广泛应用。随着计算机通信网、各种数据网、电子商务网、金融网络、数字语音和图像网络的开通,数字技术已渗透到国民经济的各个领域和人民生活的一个个重要标志。

1.1 模拟信号与数字信号

➤ 要点

从消息转换来的电信号可分为模拟信号和数字信号两大类。这两类信号的主要区别在于信号的某一参数取值是否为有限个。若信号的取值为无限的,则属于模拟信号;若信号在时间上和幅度取值上都是离散的,则属于数字信号。数字信号有两种传输形式:电平型和脉冲型。

由消息转换成电信号大体上可分为两类:一类是模拟信号,另一类是数字信号。对于非电信号,一般可以利用适当的换能器将其转换为电信号,例如声音可以通过传声器(也称做话筒)转换为电信号,光信号可以通过光电器件(如光电二极管、光敏电阻器等)转换成电信号。电子电路(包括模拟电路和数字电路)就是对电信号——可以用电压、电流等电类物理量表示的信号进行传输和处理的。

常见的模拟信号和数字信号如表 1-1 所列。

表 1-1

常见模拟信号和数字信号

模 拟 信 号	数 字 信 号
语音、广播、图像传真、电视图像、许多物理量的遥测信号等	电报、计算机的输入/输出、数字化电视或图像、数字化语音、数据等

1.1.1 模拟量与模拟信号

在自然界中和人们的周围有各式各样的物理量，但就其变化规律来说，大都是模拟量，如气温的变化、气压的变化、河水流速的变化、体温的测量等。

模拟量的瞬时值是随时间连续变化的物理量，在变化过程中一般是连续的、不间断的。例如在用水银体温计测量体温时，水银柱的变化是连续的。水银体温计在测温过程中的值在时间上和瞬时取值都是连续的，且有无穷多个数值。

电子技术中的模拟信号是指时间和幅值都是连续的电信号。“模拟”的含义是用连续变化的电压或电流来模拟实际系统中的变量。图 1-1 (a) 所示的信号波形是发话器输出的随时间连续变化的电流，它的变化规律模拟了人讲话时声波的变化规律。语音信号较为复杂，在信号分析中可以把它看成是由多种频率成分的正弦交流分量叠加后形成的。显然，该信号在时间上和瞬时取值上也都是连续的，并且也有无穷多个数值。

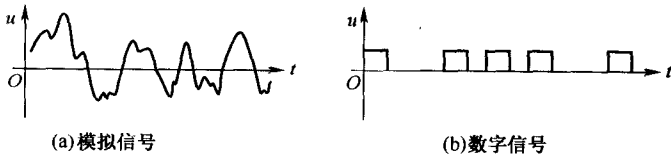


图 1-1 模拟信号和数字信号示意图

有些信号，如工频交流电（50Hz，220V）信号可用正弦函数式表示。

$$u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi) = U_m \sin(2\pi f t + \varphi)$$

式中： U_m 、 ω （或 f ）、 φ 分别为正弦波的振幅、频率和初相，为表征正弦信号的三要素。

1.1.2 数字量与数字信号

数字量与上面讲的模拟量相比较，它的变化是不连续的、离散的。数字量是指其瞬时值随时间的变化是离散的，并且其取值为有限个数值。表示数字量的电信号称做数字信号，其特点是在时间上和幅值上都呈离散变化，如图 1-1 (b) 所示。

一、数字信号的形式

数字信号与模拟信号的主要区别在于时间和幅度的取值都是离散的。这就是说，信号只在某些瞬时取值，且信号的幅值只有有限个电平值，而不能随意无穷

多地取值。

通常,数字信号有两种形式:一种是逻辑电平(Logic Level)型,即在一个时间节拍内或呈高电平(表示为“1”),或呈低电平(表示为“0”),如图1-2(a)所示;另一种是脉冲型,如图1-2(b)所示,它是以在一个时间节拍内有无脉冲来表示的,有脉冲表示为“1”,无脉冲表示为“0”。

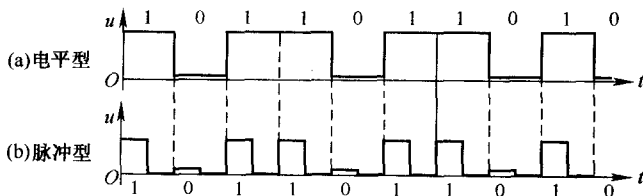


图 1-2 两种形式的数字信号

由图1-2可见,两种形式的数字信号有明显的不同,电平型信号在一个时间节拍内不归零,而脉冲型信号波形在一个时间节拍内是归零的。这两种信号在数字电路和数字技术中都有不同的应用。

上面表示电平高低的“1”和“0”两个字符并不是表示数量的大小,而是代表两种不同的逻辑状态,如电位的高低、开关的通断或脉冲的有无等,因此把“1”和“0”称为逻辑常量。

二、脉冲信号与数字信号

脉冲信号波形有多种,如矩形波、尖脉冲、三角波、锯齿波和阶梯波等。图1-3画出了三种脉冲波形。

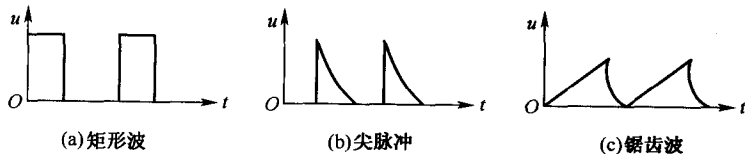


图 1-3 几种脉冲波形

由于在数字电路中,工作信号是二进制(只有1和0两种取值)的数字信号,因此,输入数字电路的脉冲信号不一定是矩形脉冲,但都要经过整形电路后形成一定规则的矩形脉冲才能进行处理或运算。

实际的矩形电压脉冲波形并不像图1-2所示的数字信号那样理想,而是如图1-4所示。它由以下主要参数来表征。

- ① 脉冲幅度 U_m (或 A): 脉冲信号变化的最大值。
- ② 脉冲上升时间 t_r : 脉冲波形从 $10\%U_m$ 上升到 $90\%U_m$ 所需要的时间,单位为秒(s)。

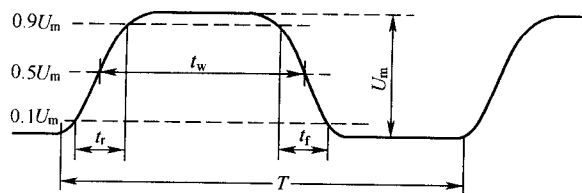


图 1-4 实际的矩形脉冲波形及其主要参数

③ 脉冲下降时间 t_f ：脉冲波形从 $90\%U_m$ 下降到 $10\%U_m$ 所需要的时间，单位为秒 (s)。

④ 脉冲宽度 t_w (或 t_p)：脉冲波形从上升沿的 $50\%U_m$ 到下降沿 $50\%U_m$ 所需要的时间，单位为秒 (s)。

⑤ 脉冲周期 T ：周期性脉冲信号相邻两个上升沿 (或下降沿) 中电压为脉冲幅度的 10% 的两点之间的时间间隔。

⑥ 脉冲频率 f ：单位时间内脉冲出现的次数， $f = 1/T$ ，单位为赫 [兹] (Hz)。

⑦ 占空比 q (或 D)：脉冲宽度与周期的比值 (用百分数表示)，即

$$q = \frac{t_w}{T}(\%) \quad (1-1)$$

如占空比 $q=50\%$ ，表示脉宽 $t_w = T/2$ ，这样的矩形波称做方波。

在数字电路中，通常是根据数字脉冲信号的有无、宽度和频率进行工作的，因此数字电路的抗干扰能力比模拟电路的抗干扰能力强，其控制准确度也高。

1.2 数字电路的特点

要点

通常，将处理数字信号电子电路称为数字电路。数字电路主要研究输出与输入信号之间的对应逻辑关系，分析用的主要工具是逻辑代数。由于数字电路的工作信号是二进制的数字 (1 和 0) 信号，因此与模拟电路相比，数字电路有很多特点，它不仅能进行数值运算，还能进行逻辑判断和逻辑运算，且工作可靠性高，抗干扰能力强，易高度集成化、系列化。

一、数字电路与模拟电路的比较

如前所述，在数值上和时间上均连续变化的信号，称做模拟信号。按照电子