



全国高等职业教育“十二五”精品教材

实用数字电子技术 项目教程

主编◎朱芳 钱颖

航空工业出版社

全国高等职业教育“十二五”精品教材

实用数字电子技术 项目教程

主 编 朱芳 钱颖

副主编 李松宁 杜亮 苏蓓蓓

主 审 杨浩梁



航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

本书结合职业教育的特点,突出应用性、针对性和实践性,是编者根据多年的教学积累和授课经验而精心规划编写的一本项目式数字电子技术教材。书中按目前“做中学、学中做”的要求,对数字电子技术课程根据具体内容做了重新安排。

全书共分六部分。绪论以最简洁的方式介绍数字逻辑基础知识;项目一通过制作照明自动控制电路,学习门电路、光敏三极管和继电器的特性及应用;项目二通过制作加法及数码显示器,学习组合逻辑电路的分析方法和设计方法、组合逻辑电路芯片的功能及用法;项目三通过制作二进制计数器和循环彩灯电路等,学习基本 RS 触发器、边沿 D 触发器、 JK 触发器、计数器、寄存器的功能和应用;项目四通过制作与调试叮咚门铃,学习 555 定时器的电路结构和工作原理,以及定时器应用电路的设计方法等;项目五通过门电路阈值电压数显的软件仿真,学习 A/D 转换的工作过程和工作原理。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校、民办高校、本科院校开办的二级学院、五年制高职电子类、信息类、机电类等专业的教学用书,也可作为社会从业人员的技术参考书和培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

实用数字电子技术项目教程 / 朱芳, 钱颖主编. —
北京: 航空工业出版社, 2012. 1
ISBN 978-7-80243-905-4

I. ①实… II. ①朱… ②钱… III. ①数字电路—电子技术—高等学校—教材 IV. ①TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 007293 号

实用数字电子技术项目教程 Shiyong Shuzi Dianzi Jishu Xiangmu Jiaocheng

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行部电话: 010-64815615 010-64978486

北京市科星印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经售

2012 年 2 月第 1 版

2012 年 2 月第 1 次印刷

开本: 787×1092

1/16

印张: 10.25

字数: 256 千字

印数: 1—3000

定价: 26.00 元



随着电子技术的飞速发展，数字器件已在各个领域得到了广泛的应用。数字电子技术课程不仅要求学生掌握电路的分析和设计方法，还要掌握逻辑器件的实际应用，这就给教学提出了更高的要求，需要有新的教学内容、教学方法和教学手段与之相适应。鉴于此，我们根据高职高专教育培养目标的要求，本着“以服务为宗旨，以就业为导向，以能力为本位”的指导思想，精心规划和编写了这本数字电子技术教材，力争做到“理论够用，应用为主，注重实践”，把“教、学、做”融为一体，具体特点如下：

(1) 并非所有部分都采用项目式编写，而是根据具体内容而定的。有些内容是打基础，熟记于心的，我们用归类、比较、表格的形式呈现，而不是硬套任务驱动。例如绪论中重点介绍数字逻辑基础，这是教材的最基础部分，其内容大多用表格的形式进行了归类，主要采用理论教学。其他几个部分则采用项目式教学。

(2) 把“教、学、做”中的“做”分解为“制作”、“验证”和“仿真”。根据具体内容选择合适的项目完成方式，项目中任务内容少的，制作出实物；项目中任务内容多的，在数字电路实验箱上进行验证；项目中任务内容综合性强、涵盖面广、电路较复杂的，则通过软件进行仿真。这样，一方面可以充分利用学校现有的设备资源，另一方面可以培养学生制作实物、查询元器件手册、验证电路、使用软件仿真的能力，以及分析问题和解决问题等多种能力。

(3) 教学安排遵循学生的认知规律。在各个项目中，教学内容按照“项目任务→知识链接→任务原理分析→知识拓展→项目小结→思考与练习”的顺序展开。首先完成“做”的过程，激发学生的学习兴趣，使其带着问题学习后面的“知识链接”部分，接着通过分析任务的工作原理，解答学生对任务现象的疑问，加深其对理论知识的理解和掌握，再通过“知识拓展”完善本项目的教学内容，最后进行小结，布置课后作业。从而让学生实现由感性认识上升到理性认识，再由理性认识回到实践中去的认知过程。

(4) 任务选取合适，符合知识结构，且深入浅出，突出重点，便于教和学。项目一和项目二的任务都是实际的电子产品，各自涵盖了对应项目的大部分知识点。项目五的任务是一个综合任务，它比较巧妙地组合了前面几个项目的重点内容。此外，教材中还提供了很多的实物图，直观明了，实用性强。后面的附录中也列出了常用芯片的引脚图，方便学生查阅。

本书的参考学时如下：

课程内容	学 时	课程内容	学 时
绪论 数字逻辑基础	8	项目四 叮咚门铃	8
项目一 照明自动控制电路	16	项目五 门电路阈值电压的数显	12
项目二 加法及数码显示器	16	合 计	80
项目三 计数器与寄存器	20		



本教材由无锡科技职业学院朱芳、钱颖担任主编，李松宁、杜亮、苏蓓蓓担任副主编，共同策划全书内容及整体架构。其中，绪论、项目一和项目二由朱芳负责统稿，项目三、项目四和项目五由钱颖负责统稿，并由多年实践经验的高级工程师杨浩梁担任主审。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请兄弟院校师生和广大读者批评指正，以便进一步修订和完善本教材。

编 者

2012 年 1 月

目 录

绪论 数字逻辑基础	1
一、数字电路的特点	1
二、数制和编码	2
(一) 数制	2
(二) 数制间的转换	3
(三) 编码	3
三、逻辑代数基础	5
(一) 逻辑运算	5
(二) 逻辑函数	6
(三) 逻辑代数的基本定律	9
(四) 逻辑函数化简	9
本章小结	16
思考与练习	17
项目一 照明自动控制电路	20
项目任务	20
一、电路原理图和实物图	20
二、器件清单	21
三、制作步骤	22
四、注意事项	23
知识链接	23
一、TTL 集成门电路	23
二、集电极开路输出门 (OC 门)	30
三、光敏三极管	31
四、电磁继电器	32
任务原理分析	34
一、当外来光线较强时, 照明灯不亮	34
二、当外来光线较暗时, 照明灯自动点亮并闪烁	34
三、当外来光线较暗时, 合上开关 K, 照明灯常亮	34
知识拓展	34
一、三态门	34
二、CMOS 集成门电路	36
项目小结	37
思考与练习	37



项目二 加法及数码显示器	40
项目任务	40
一、电路原理图和实物图	40
二、器件清单	42
三、制作步骤	43
四、注意事项	43
知识链接	43
一、加法器电路	44
二、组合逻辑电路的分析与设计	47
三、常用译码及显示器件	50
任务原理分析	54
一、集成4位二进制加法器74LS283	54
二、码制转换电路	55
三、译码与显示电路	58
知识拓展	59
一、其他常用组合逻辑器件	59
二、用中规模集成芯片实现一般逻辑函数	62
三、液晶显示器件	64
项目小结	65
思考与练习	65
项目三 计数器与寄存器	68
项目任务一 触发器功能验证及应用	68
任务描述	68
知识链接	69
一、时序逻辑电路相关概念	69
二、锁存器	70
三、边沿触发器	73
四、计数器	77
任务原理分析	82
任务验证	82
知识拓展	83
触发器的应用——消颤开关	83
项目任务二 用集成计数器构成任意进制计数器	84
任务描述	84
知识链接	85
一、集成计数器74LS160~74LS163	85
二、任意进制计数器的构成方法	86
任务原理分析	90
任务验证	91

知识拓展	92
一、CMOS 系列双十进制加法计数器 CD4518	92
二、十进制同步加/减可逆计数器 74LS192	93
项目任务三 寄存器构成循环彩灯电路	94
任务描述	94
知识链接	95
一、寄存器的功能和分类	95
二、数码寄存器	95
三、移位寄存器	96
任务原理分析	98
任务验证	99
知识拓展	100
一、顺序脉冲发生器	100
二、集成顺序脉冲发生器 CD4017	102
项目小结	103
思考与练习	104
项目四 叮咚门铃	109
项目任务	109
一、电路原理图和实物图	109
二、器件清单	110
三、电路的安装与调试	111
知识链接	111
一、555 定时器的电路结构及功能	111
二、555 定时器构成施密特触发器	113
三、555 定时器构成单稳态触发器	116
四、555 定时器构成多谐振荡器	119
任务原理分析	121
知识拓展	122
石英晶体多谐振荡器	122
项目小结	123
思考与练习	124
项目五 门电路阈值电压的数显	127
项目任务	127
一、原理图及工作情况简介	127
二、元件清单	129
三、仿真内容及步骤	130
知识链接	131
A/D 转换器	131
任务原理分析	136



一、相关概念及思路	136
二、主体电路的工作原理	136
知识拓展	138
D/A 转换器	138
项目小结	142
思考与练习	142
附录	144
附录 A 74 系列集成电路速查表	144
附录 B 4000 系列集成电路速查表	148
附录 C 部分常用芯片引脚图	150
参考文献	156

绪论 数字逻辑基础

【知识目标】

- ◆ 了解数字电路的特点，熟悉二进制、十进制、十六进制的表示和转换方法。
- ◆ 熟悉 8421BCD 编码的原理和方法。
- ◆ 掌握逻辑代数中的基本逻辑运算和基本定律。
- ◆ 掌握逻辑函数的表示方法、公式化简法和卡诺图化简法。

一、数字电路的特点

信号一般可分为两类：一类在时间上和幅度上是连续变化的，称为模拟信号。另一类在时间上和幅度上是离散变化的，称为数字信号。两类信号的波形如图 0-1 所示。

用来处理模拟信号的电路称为模拟电路，例如放大器、稳压电路等。用来处理数字信号的电路称为数字电路，例如门电路、触发器、译码器等。

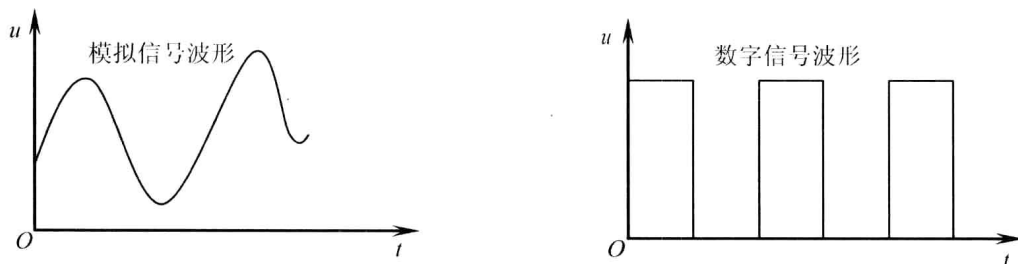


图 0-1 两类信号的波形

在数字电路中，电位的高、低是相互对立的逻辑状态，可用逻辑 1 和逻辑 0 分别表示。有两种不同的表示方法，规定如下：

若将高电平用逻辑 1 表示，低电平用逻辑 0 表示，称为正逻辑。反之，若将低电平用逻辑 1 表示，高电平用逻辑 0 表示，称为负逻辑。两种逻辑的表示方法如图 0-2 所示。

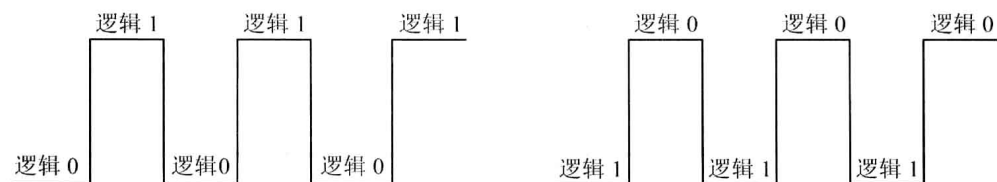


图 0-2 正逻辑和负逻辑

数字电路中的运算是逻辑运算，它采用“0”和“1”表示两种对立的逻辑关系和逻辑结果。由于数字电路分析的是信号之间的逻辑关系，只要能区别出表示逻辑状态的高、低电平，可以忽略高、低电平的具体数值。



如不作特别说明，数字电路一般都采用正逻辑表示，即默认逻辑为正逻辑。特别需要指出的是，这里的“1”和“0”代表的是逻辑1和逻辑0，既不表示数值的1和0，也不表示电压为1V和0V。

实际的高、低电平都不是一个固定的值，通常有一个允许的范围。在实际应用中，若高电平太低或低电平太高，都会使逻辑1和逻辑0这两种状态区分不清，从而破坏原来确定的逻辑关系。因此，规定了高电平的下限值 U_{SH} 和低电平的上限值 U_{SL} ，两者应满足 $U_H \geq U_{SH}$ ， $U_L \leq U_{SL}$ ，如图0-3所示。

数字电路比较简单，且抗干扰性强、精度高、便于集成，因而在无线电通信、自动控制系统、测量设备、电子计算机等领域得到了日益广泛的应用。

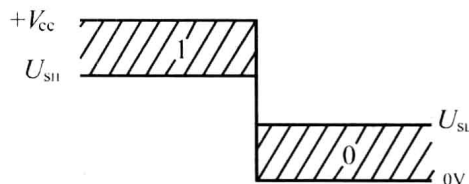


图 0-3 高低电平的逻辑赋值

二、数制和编码

（一）数制

数制就是进位计数制，即用进位的方式来计数。同一个数可以采用不同的数制来计量，如十进制、二进制、八进制、十六进制等。

在日常生活中，我们习惯用十进制数，而在数字电路中一般采用二进制数，但二进制数有时位数太多，表示起来不太方便，所以还经常采用十六进制数。

常用数制的比较如表0-1所示。其中，N表示任意一个数，D表示十进制，B表示二进制，H表示16进制。

表 0-1 常用数制的比较

比较项 数制	包含数字（数码）	表示方法	计数规则	权
十进制	0~9	$(N)_{10}$ 或 N_D	逢十进一	10 的整数次幂
二进制	0、1	$(N)_2$ 或 N_B	逢二进一	2 的整数次幂
十六进制	0~9、A(10)~F(15)	$(N)_{16}$ 或 N_H	逢十六进一	16 的整数次幂

每一位数码处于不同位置时，它所代表的数值是不同的。例如，在 $(555.5)_{10}$ 这个十进制数中，每个“5”表示的含义是不同的，从左边开始，第一个“5”表示500，第二个“5”表示50，第三个“5”表示5，小数点后的“5”表示0.5。

因为 $(555.5)_{10}=5\times10^2+5\times10^1+5\times10^0+5\times10^{-1}$ ，其中 10^2 、 10^1 、 10^0 和 10^{-1} 称为每一位的权。由于每位的权不同，所以每个“5”表示的含义不同。



特别要注意的是，整数位最后一位数码的权是基数（即进制数 10、2、16 等）的 0 次幂，而不是 1 次幂。

（二）数制间的转换

1. 其他进制数转换为十进制数

方法：将任意进制数转换为十进制数，只需将每位数码乘以权，然后相加即可。

例如， $(1001)_2 = (1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0)_{10} = (9)_{10}$ ；

$(1E)_{16} = (1 \times 16^1 + 14 \times 16^0)_{10} = (16 + 14)_{10} = (30)_{10}$ 。

2. 十进制数转换为二进制数

方法：将十进制数除以 2 并取余，直到商为 0，然后将所有余数按相反次序（从下往上）排列即可。

例如，将 $(55)_{10}$ 转换为二进制可如下进行

$2 \overline{)55}$	余 1	↑ 排 列 次 序
$2 \overline{)27}$	余 1	
$2 \overline{)13}$	余 1	
$2 \overline{)6}$	余 0	
$2 \overline{)3}$	余 1	
$2 \overline{)1}$	余 1	
0		

即 $(55)_{10} = (110111)_2$ 而不是 $(111011)_2$ 。

3. 二进制数与十六进制数之间的相互转换

方法：将二进制数从最低位开始，每 4 位分为一组，每组都对应转换成一十六进制数（最高位可以补 0）。

例如，将 $(1001011)_2$ 转换为十六进制数时可得

二进制	0100	1011
	↓	↓
十六进制	4	B

即 $(1001011)_2 = (4B)_{16}$ 。

同理，也可将 $(4B)_{16}$ 转换为二进制数

十六进制	4	B
	↓	↓
二进制	0100	1011

即 $(4B)_{16} = (1001011)_2$ （最高位 0 可舍去）。

（三）编码

数字电路中处理的信息除了数字信息外，还有文字、符号以及一些特定的操作等。为了表示这些信息，往往也采用一定位数的二进制数码来表示。这些特定的二进制数码称为代码。



按一定规则编制代码的过程称为编码。

编码方式有很多，这里只介绍二 - 十进制编码。所谓“二 - 十进制编码”，指的是用 4 位二进制代码表示十进制数的 0~9 这十个数码，简称 BCD（Binary Coded Decimal）码。

由于 4 位二进制代码有 16 种（0000~1111）不同的组合状态，而用以表示十进制中的 10 个数字码时，只需选用其中的 10 种组合，其余 6 种都不用。因此，BCD 码的编码方案有很多。根据代码中每一位是否有固定的权，通常将 BCD 码分为有权码和无权码两种类型。

表 0-2 中列出了几种常见的 BCD 编码，它们的编码规则各不相同。

表 0-2 几种常见的 BCD 编码

十进制数 \ 编码种类	8421 码 (有权码)	5421 码 (有权码)	2421 码 (有权码)	余 3 码 (无权码)	格雷码 (无权码)
0	0000	0000	0000	0011	0000
1	0001	0001	0001	0100	0001
2	0010	0010	0010	0101	0011
3	0011	0011	0011	0110	0010
4	0100	0100	0100	0111	0110
5	0101	1000	1011	1000	0111
6	0110	1001	1100	1001	0101
7	0111	1010	1101	1010	0100
8	1000	1011	1110	1011	1100
9	1001	1100	1111	1100	1101
权	8421	5421	2421		

8421 码是最常用的一种 BCD 有权码，其编码中各位的权从左到右分别为 8、4、2、1。在 8421 码中，10 个 4 位自然二进制数（0000~1001）与 10 个十进制数码（0~9）一一对应。8421 码和十进制数之间的转换是按位进行的，即十进制数的每一位与一个 4 位二进制编码相对应。例如：

$$(45)_{10} = (0100\ 0101)_{8421\text{BCD}}$$

$$(0111\ 1001)_{8421\text{BCD}} = (79)_{10}$$



提示

5421 码和 2421 码也属于有权码，它们的编码方法与 8421 码类似，与十进制数之间的转换也是按位进行的。需要注意的是，BCD 码是一种代码，而不是数值，所以代码前面的 0 不能省略。

余 3 码的编码规则与 8421 码不同，它是由 8421 码加上 3（0011）而形成的一种无权码。例如，十进制数 5 的余 3 码等于其 8421 码 0101 加上 0011，即为 1000。

格雷码是一种常见的无权码，它没有固定的权，其相邻两个代码之间只有一位不同，其余各位均相同。具有这种特点的代码称为循环码，可见格雷码是一种循环码。格雷码的这种特点可以减小信息在传输过程中出错的可能性。

三、逻辑代数基础

在客观世界中，事物的发展变化通常都是有一定因果关系的，这种因果关系一般称为逻辑关系。反映和处理逻辑关系的数学工具就是逻辑代数。

在数字电路中，输出信号与输入信号之间的关系就是逻辑关系，所以数字电路的工作状态可以用逻辑代数来描述。与普通代数一样，逻辑代数也用字母表示变量，这种变量称为逻辑变量。逻辑变量分为输入逻辑变量和输出逻辑变量两类。与普通变量不同的是，逻辑变量只有0和1两种取值，表示两种对立的逻辑状态，如高与低、亮与灭、开与关等。

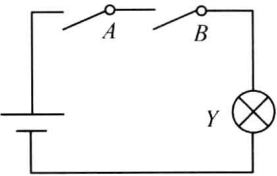
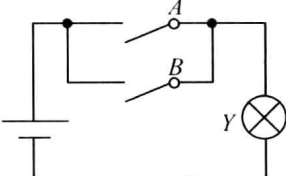
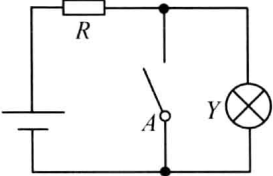
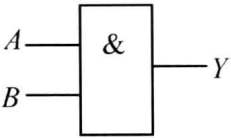
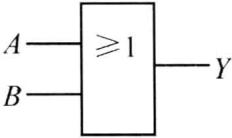
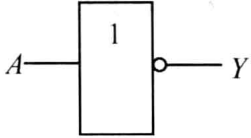
(一) 逻辑运算

当两个二进制数码表示不同的逻辑状态时，它们之间可以按照指定的某种因果关系进行推理运算，这种运算称为逻辑运算。

1. 基本逻辑运算

在逻辑代数中，有“与”、“或”、“非”三种基本的逻辑运算，其他任何复杂的逻辑运算都可以用这三种基本逻辑运算来实现。图 0-3 所示为三种基本逻辑运算的比较。

表 0-3 三种基本逻辑运算的比较

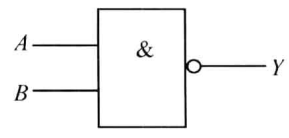
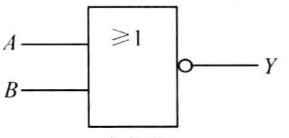
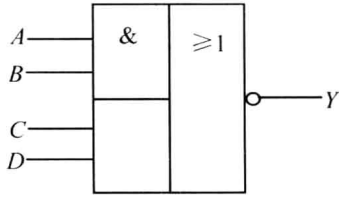
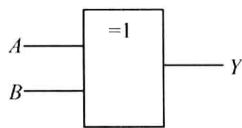
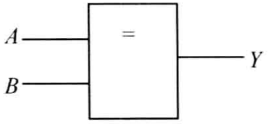
逻辑运算	与 (AND)	或 (OR)	非 (NOT)
定义	只有当决定某一种结果的所有条件都具备时，这个结果才能发生，这种逻辑关系称为逻辑与	当决定某一结果的诸多条件中，有一个或一个以上的条件具备，结果就发生，这种逻辑关系称为逻辑或	如果条件与结果的状态总是相反，则这样的逻辑关系称为逻辑非
逻辑表达式	$Y = A \cdot B$	$Y = A + B$	$Y = \overline{A}$
控制电路	 与门	 或门	 非门
运算规则	$0 \cdot 0 = 0$ $0 \cdot 1 = 0$ $1 \cdot 0 = 0$ $1 \cdot 1 = 1$ 有0出0	$0 + 0 = 0$ $0 + 1 = 1$ $1 + 0 = 1$ $1 + 1 = 1$ 有1出1	$\overline{0} = 1$ $\overline{1} = 0$
逻辑符号			



2. 复合逻辑运算

常用的复合逻辑运算有与非、或非、与或非、异或、同或等。表 0-4 所示为这五种复合逻辑运算的比较。为简化书写, 允许将 $A \cdot B$ 简写成 AB 。

表 0-4 五种复合逻辑运算的比较

逻辑运算	逻辑表达式	逻辑符号	逻辑门特性
与非	$Y = \overline{A \cdot B}$	 与非门	有 0 出 1 全 1 出 0
或非	$Y = \overline{A + B}$	 或非门	有 1 出 0 全 0 出 1
与或非	$Y = \overline{A \cdot B + C \cdot D}$	 与或非门	只要 A 、 B 或 C 、 D 任何一组同时为 1, 输出 Y 就是 0; 只有当每一组输入都不全是 1 时, 输出 Y 才是 1
异或	$Y = \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}$ $= A \oplus B$	 异或门	输入变量相异, 输出为 1; 输入变量相同, 输出为 0
同或	$Y = A \cdot B + \overline{A} \cdot \overline{B}$ $= A \odot B$	 同或门	输入变量相同, 输出为 1; 输入变量相异, 输出为 0

(二) 逻辑函数

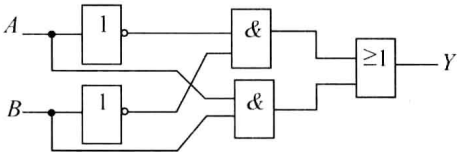
1. 逻辑函数的表示方法

逻辑函数是以逻辑变量作为输入, 以运算结果作为输出的一种函数关系, 其变量和输出的取值只有 0 和 1 两种状态。当输入变量的取值确定后, 输出的取值也随之确定。



常用的逻辑函数表示方法有真值表、逻辑函数表达式和逻辑图等，如表 0-5 所示。

表 0-5 逻辑函数三种表示方法的比较

表示方法	定义	表示形式	特点															
真值表	真值表是将输入逻辑变量的各种可能取值和相应的函数值排列在一起而组成的表格	<table><tr><td><i>A</i></td><td><i>B</i></td><td><i>Y</i></td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	真值表直观明了地表示了逻辑变量的各种取值情况和逻辑函数值之间的对应关系，但变量多时，列表比较繁琐
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>																
0	0	1																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	1																
逻辑函数表达式	逻辑函数表达式是用各变量的与、或、非逻辑运算的组合表达式来表示逻辑函数的	$Y=A \cdot B+\bar{A} \cdot \bar{B}$	简单，便于化简															
逻辑图	逻辑图是用规定的逻辑符号连接构成的表示逻辑函数中各变量之间的逻辑关系的图形		和电路器件对应															

2. 各种表示方法间的相互转换

既然同一个逻辑函数可以用多种不同的方法表示，那么这些方法之间必能相互转换。

(1) 真值表和逻辑函数表达式的相互转换

① 真值表转化为逻辑函数表达式

第一步，找出真值表中输出函数为“1”的各行，在其对应的变量组合中，变量取值为 0 用反变量，变量取值为 1 用原变量，用这些变量组成与项，构成基本的乘积项。

第二步，将各个基本乘积项相加，就可以得到对应的逻辑函数表达式。

例如，在表 0-7 所示 $Z=1$ 的各行中， A 、 B 、 C 的取值分别为 001、010 和 110，其基本乘积项分别为 $\overline{A}BC$ 、 $\overline{A}B\overline{C}$ 、 $AB\overline{C}$ ，所以转换成逻辑函数表达式应为 $Z = \overline{A}BC + \overline{A}B\overline{C} + AB\overline{C}$ 。

② 逻辑函数表达式转化为真值表

第一步，先看这个函数包含几个变量，先列出没有函数值的空表。例如，如果函数包含三个变量，则列出表 0-6。

第二步，把各种 ABC 的组合代入具体函数算出 Z 的值，填入相应空格处，如表 0-7 所示。



ABC 的组合的排列最好根据二进制所对应的十进制数按照从小到大的顺序排列，这样就不会遗漏掉其中任何一种组合，也不会出现重复的组合。

(2) 逻辑函数表达式和逻辑图之间的相互转换

① 表达式转换为逻辑图

根据表达式中的具体内容，选择对应的逻辑门，并逐一画出。例如， $Y = AB + \overline{A}B$ 这个表



达式，就先用非门把 A 、 B 两个原变量变成非变量，再用两个与门组合成 AB 和 $\overline{AB}$ ，最后由或门把 AB 和 $\overline{AB}$ 组合成 Y ，参见表 0-5 中的逻辑图。有时，非变量可以直接写在输入端，不需要由原变量经非门得来。

② 逻辑图转换为表达式

只要按照从左到右的顺序，依次写出每个逻辑门的输出逻辑式即可。

表 0-6 无函数值的真值表

A	B	C	Z
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

表 0-7 真值表

A	B	C	Z
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

3. 最小项的定义和性质

最小项也称基本乘积项，它应具有以下特点：

- (1) 每项都是一个乘积项，都包括了所有的输入变量因子。
- (2) 每个变量仅以原变量或反变量的形式在乘积项中出现一次。

例如，三变量的组合有 $2^3=8$ 种，每种组合对应着一个基本乘积项，即有 8 个最小项；四变量的组合有 $2^4=16$ 种，即有 16 个最小项，以此类推。最小项通常用符号 “ m_i ” 表示，下标 “ i ” 代表最小项的编号。表 0-8 所示为三变量最小项的对应关系。

表 0-8 三变量最小项的对应关系

A	B	C	对应的十进制数	最小项	表示符号
0	0	0	0	$\overline{A}\overline{B}\overline{C}$	m_0
0	0	1	1	$\overline{A}\overline{B}C$	m_1
0	1	0	2	$\overline{A}B\overline{C}$	m_2
0	1	1	3	$\overline{A}BC$	m_3
1	0	0	4	$A\overline{B}\overline{C}$	m_4
1	0	1	5	$A\overline{B}C$	m_5
1	1	0	6	$AB\overline{C}$	m_6
1	1	1	7	ABC	m_7

由表 0-8 可以看出：

- ① 最小项的下标编号与其相应的十进制数一一对应。
- ② 对于任意一个最小项，输入变量只有一组取值使得它的值为 1，而在变量取其他各组