

数字电路

图形符号

张建华 张 戈 编

导读



机械工业出版社

7N79
2516

385624

数字电路图形符号导读

张建华 编
张 戈
孙人杰 审



机械工业出版社

EA/4/01

本书根据国家标准 GB4728·12—85,对二进制逻辑单元图形符号作了系统介绍,全书分基本概念与基本定义,限定性符号,数字电路常用逻辑符号和绘制逻辑图应注意的问题等四章,指导读者在理解基本概念的前提下准确使用数字电路图形符号。

本书可供从事电子、自动化和电力等专业的工程技术人员以及相应专业的大专院校师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

数字电路图形符号导读/张建华,张戈编. —北京:机械工业出版社,1996

ISBN 7-111-04920-9

I. 数… I. ①张… ②张… I. 数字电路-符号,图形
IV. TN711.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 15844 号

出版人:马九荣(北京市百万庄大街 1 号 邮政编码:100037)

责任编辑:卢若薇 版式设计:张世琴 责任校对:张佳
贡克勤

封面设计:肖 晴 责任印制:

房山区印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1996 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm1/32·3.25 印张·67 千字

0 001—7 000 册

定价:5.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

序

自从在我国颁发有关电气图形符号的国家标准以来,已十年有余,它对加强电子元器件图形符号的科学性、规范性以及促进国际间的技术交流都起到了很大的推动作用。国家现已明文规定,在所有的电气文件和图纸中一律采用新的国家标准,因此熟悉和正确使用上述标准中的规定,是非常必要的。

但是由于新国标规定条文严密、说明复杂,尤其是数字电路部分,牵涉的面很广,很多教师和技术人员曾花费很多时间还不能完全领会。目前在有些资料中,还经常出现不符合国标规定的事例。这种情况一方面造成了读者的困惑,另一方面也更加深了希望有一本好书来引导学习具体规定的愿望。

华北工学院张建华教授从事电子技术的教学和科研工作已有 40 余年,造诣颇深,几年前他就开始钻研数字电路的图形符号,对国标内容作了系统的归纳。本书就是他多年钻研的结晶,书中内容突出概念,并列举了很多实例。全国电气图形符号标准化技术委员会的专家为本书提供了有关资料并对本书原稿进行了精心审阅。本书一部分内容曾在《华北电子教学》刊物上连载,受到广大读者的热烈欢迎,大家都希望能看到全文。本人深信,本书出版以后,一定能有利于数字电路图形符号新标准的推广,有利于电子技术的教学,有利于电子工业产品的规范化。

童诗白

1995 年 2 月于清华大学

前 言

为了适应我国改革开放的大好形势,适应当代科学技术和生产的发展,便于进行对外技术交流,全国电气图形符号标准化技术委员会在国家标准局的组织领导下,参照国际电工委员会制订的 IEC617—12 国际标准,于 1984 年至 1986 年间,先后制订并颁发了电气制图、电气图用图形符号等一系列新的国家标准,并向全国发出通知,要求自 1990 年 1 月 1 日起,在所有的电气技术文件和图纸中一律采用新的国家标准。GB6988·7—86 和 GB4728·12—85 是与正确绘制二进制逻辑单元图形符号密切相关的两个标准,此标准具有以下特点:

(1) 规定严谨,能清楚明确地表达出集成电路的功能特征。

(2) 一般的图形符号本身就能反映器件的输出与输入之间的逻辑关系,不需附加功能表。

(3) 能明确表达器件的输入和输出的逻辑特性和物理特性。

(4) 由于是参照国际标准 IEC617-12 制订的,因而便于进行国际技术交流。

但由于新制订的国家标准不仅其基本、常用的图形符号与我国以往长期使用的图形符号面貌全非,而且引入了许多新定义、新概念,这对长期从事数字电子技术教学的教师和科技工作者来讲,不仅看起来陌生,用起来也很不习惯。因此我国目前高等学校在数字电子技术教学中真正使用新国标的很

少。也就是说,在我国目前的科技工作者和工科大学生中,大多数是不会应用二进制逻辑单元图形符号国家标准的。这批人不懂国标、不用国标,国家标准又怎能真正贯彻执行?为此笔者根据近年来学习和在教学中试用新国标的一点体会写成此书,以便与同行们共同学习研讨,如有错误和不妥之处请批评指正。

本书第一、二章由张建华编写,第三、四章由张戈编写,全书由张建华组织、修改和定稿。

本书特邀请全国电气图形符号标准化技术委员会 3A 副主任委员孙人杰高级工程师审阅,他对书稿提出了许多宝贵意见;电子学界的老前辈、著名电子学专家、清华大学教授童诗白先生阅稿后特为本书作序,在此特向他们表示衷心的感谢。

本书可作为电子类、自动化类和电力类各专业师生的教学参考书,也可供有关专业的工程技术人员和书刊编辑参考。

张建华

1995 年 3 月于华北工学院

目 录

序

前言

第一章 基本概念与基本定义	1
一、二进制逻辑单元图形符号的构成	1
(一)方框	1
(二)限定性符号	1
(三)基本功能框的构成	2
二、逻辑状态与逻辑电平	4
(一)逻辑状态	4
(二)逻辑电平	6
三、逻辑约定	7
(一)单一逻辑约定	7
(二)极性指示符逻辑约定	10
四、理论逻辑图与工程逻辑图	13
(一)理论逻辑图	13
(二)工程逻辑图	15
(三)如何把理论逻辑图转换成工程逻辑图	16
第二章 限定性符号	20
一、总限定性符号	20
(一)用于逻辑门单元的总限定性符号	20
(二)用于组合逻辑单元的总限定性符号	21
(三)用于时序逻辑单元的总限定性符号	23
(四)存储器逻辑单元的总限定性符号	23
(五)脉冲产生与整形单元的总限定性符号	24
(六)A/D 与 D/A 转换	25

(七)其他	25
二、与输入、输出和其他连接有关的限定符号	25
(一)逻辑非、逻辑极性和动态输入符号	26
(二)内部连接符号	27
(三)方框内符号	28
(四)其他符号	34
三、关联标注法	34
(一)概述	34
(二)关联标注符号及其应用	35
第三章 数字电路常用逻辑符号	48
一、集成逻辑门电路的逻辑符号	48
二、常用组合逻辑电路的逻辑符号	53
三、常用集成触发器的逻辑符号	62
四、常用时序逻辑电路的逻辑符号	65
五、存储器的逻辑符号	73
六、其他逻辑单元的逻辑符号	76
第四章 绘制逻辑图应注意的问题	79
一、信息流的方向和图形符号的方位	79
(一)第一优选图形符号方位	79
(二)第二优选图形符号方位	79
(三)第三种图形符号方位	82
(四)第四种图形符号方位	82
二、图形符号的尺寸选择和标记	83
(一)图形符号框的尺寸及输入、输出线	83
(二)图形符号框内外的标记	84
三、图形符号的选择	85
(一)根据实际用途选用图形符号	86
(二)数字器件的双重功能	87
(三)逻辑功能的互补表示法	89
四、系统逻辑图的绘制	89
(一)图形的划分	90

(二)图面的布局	90
(三)根据理论逻辑图绘制工程逻辑图	91
(四)未使用部分的处理	91
(五)复杂功能逻辑单元的图形符号	92
(六)辅助信息	92
(七)逻辑单元和其他器件的相互作用	92
附录 新旧逻辑图形符号对照表	93
参考文献	96

第一章 基本概念与基本定义

一、二进制逻辑单元图形符号的构成

国家标准 GB4728 · 12—85 中规定,二进制逻辑单元图形符号由方框或方框的组合和一个或多个限定性符号所构成,使用时还需分别在方框作为输入和输出相对应的两边,附加与方框线相垂直的输入线和输出线,如图 1-1 所示。图中框线内外所示的星号‘*’的位置是标注与输入和输出有关的限定性符号所允许的位置。

(一)方框

二进制逻辑单元图形符号所定义的方框,有基本单元框、公共控制框和公共输出单元框三种,如图 1-2 所示。其中 a 分图是基本单元框, b 分图是公共控制框, c 分图是公共输出单元框。在数字系统中,所有二进制逻辑单元图形符号的外形轮廓,均可由基本单元框及其与公共控制框和公共输出单元框的组合来表示。

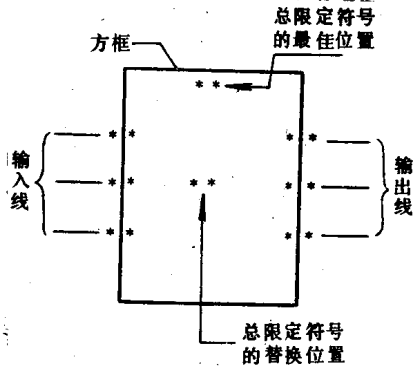


图 1-1

(二)限定性符号

在二进制逻辑单元图形符号中,所用的限定性符号有下

列三种:

(1) 总限定符号(如 &——与运算符、 $\geq$ ——或运算符、 $\triangleright$ ——放大或驱动, COMP——

数值比较)用以说明逻辑单元所执行的逻辑功能。标注的最佳位置应在

方框的上中部,替换位置是在方框的中部,如图 1-1 所示。

(2) 与输入和输出有关的限定符号(如 EN——使能输入, D——数据 D 输入, ∇ ——三态输出, $\diamond$ ——开路输出)用以说明相应输入端或输出端所具有的逻辑功能或物理特性。

(3) 关联限定符号(关联标注法)(如 Gm——与关联, Vm——或关联, Cm——控制关联)用以说明输入之间、输出之间、或输入与输出之间特定的逻辑关系,使二进制逻辑单元图形符号能更紧凑、更贴切地表达逻辑单元的内部连接关系,这对标注较复杂逻辑单元的内部连接关系特别有用。

新国标中定义的限定性符号,涉及到的内容和概念较多,熟练地掌握它们,对正确理解和使用逻辑单元图形符号所表达的全部功能十分重要。数字电路中常用的各种限定性符号的功能,将在第二章作详细介绍。

(三) 基本功能框的构成

在数字系统中,基本单元框是构成二进制逻辑单元图形符号外形轮廓所必要的方框,而公共控制框和公共输出单元框只能与基本单元框组合起来使用,它们都不能单独构成图形符号的外形轮廓。

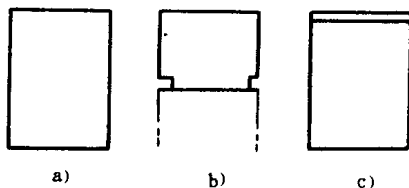


图 1-2

a) 基本单元框 b) 公共控制框

c) 公共输出单元框

1. 方框的组合 在绘制逻辑图时,为了缩小逻辑单元图形符号所占的幅面,简化逻辑符号的画法,可以采用方框的组合画法。组合画法有邻接法和镶嵌法两种,如图 1-3 所示,其中 a 分图是邻接法, b 分图是镶嵌法。

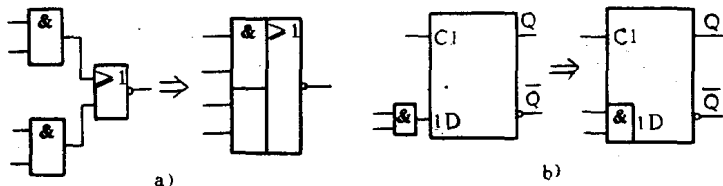


图 1-3

在采用组合画法时,凡与信息流方向平行的公共线两侧的单元方框,它们之间无逻辑连接关系;与信息流方向垂直的公共线两侧的单元方框,它们之间至少有一种逻辑连接关系,而这种逻辑连接关系,可以由标注在公共线一侧或两侧的限定性符号来表示和确定。如果上述表示方法所标注的逻辑关系会引起逻辑连接数目的混乱时,则可使用在第二章将要介绍的内部连接符号。

2. 逻辑单元框的外形轮廓 二进制逻辑单元图形符号的外形轮廓,可以由单独的基本单元框,或公共控制框、公共输出单元框与基本单元框组合起来表示。常见的逻辑单元框的外形轮廓有下列四种:

(1)仅由基本单元框构成,如图 1-4 所示的或门的逻辑符号。

(2)采用基本单元框与公共控制框相组合,如图 1-5a 所示, b 分图是其等效电路。

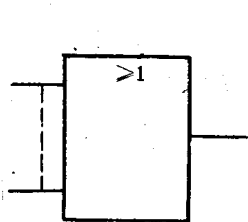
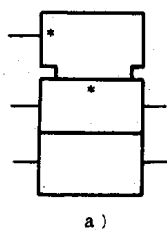
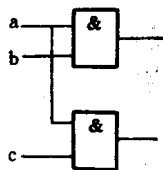


图 1-4



a)

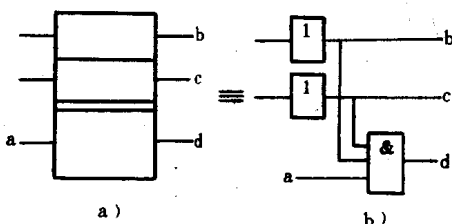


b)

图 1-5

(3)采用基本单元框与公共输出单元框相组合,如图 1-6a 所示,b 分图是其等效电路。

(4)采用基本单元框与公共控制框和公共输出单元框相组合,如图 1-7 所示,其中 a 分图是将公共控制框和公共输出单元框分别画在基本逻辑单元阵列的上端和下端;b



a)

b)

图 1-6

分图是将公共输出单元框镶嵌在公共控制框内的右上角。

以上各图中的星号‘*’位置,是待定的总限定符号和关联标注符号所允许标注的位置。

二、逻辑状态与逻辑电平

弄清什么是逻辑状态,什么是逻辑电平,从概念上搞清楚它们之间的联系和区别,对正确理解和使用二进制逻辑单元图形符号是十分重要的。

(一)逻辑状态

在逻辑代数中,常用英语字母来表示变量,通常称为逻辑

变量或布尔变量。每一个逻辑变量仅存在两种可能的状态,称为逻辑状态,它用以描述事物矛盾或对立的两个方面,如开关的接通与断开,事件的真与假、是与非,电机的起动与停止等。

逻辑状态总是用 **0** 和 **1** 来表示,

也就是通常所说的逻辑 **0** 状态和逻辑 **1** 状态。

在 GB4728 · 12—85 标准中,对逻辑单元图形符号引入了**内部逻辑状态**和**外部逻辑状态**的概念,如图 1-8 所示。

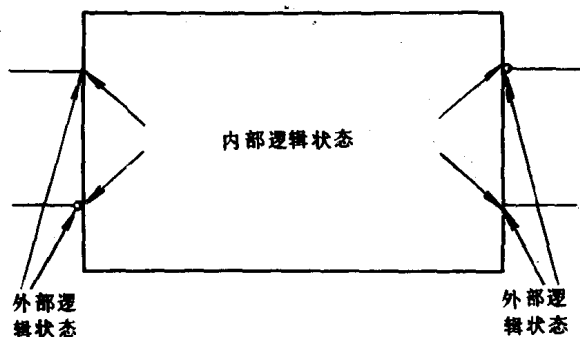


图 1-8

内部逻辑状态指的是逻辑单元图形符号框线内输入端或输出端所存在的逻辑状态;**外部逻辑状态**指的是逻辑单元图形符号框线外输入端或输出端所存在的逻辑状态。若以信息流的方向作参考,对输入端而言,指的是输入线上任何限定符号之前的逻辑状态;对输出端而言,指的是输出线上任何限定符号之后的逻辑状态。

(二) 逻辑电平

逻辑电平是用以表示逻辑状态的一种物理量。在数字电路中,各种逻辑单元电路的输出与输入之间的逻辑关系,实质上反映的是用以表示两种逻辑状态的两个不同范围电位之间的关系。因此,在讨论逻辑电路的输出与输入之间的逻辑关系时,必须首先定义两个确定的不同范围的电位来描述两个逻辑状态,这两个不同范围的电位称为逻辑电平,其中电位相对较高的称为逻辑高电平,以 **H** 表示;另一个电位相对较低的称为逻辑低电平,以 **L** 表示,如图 1-9 所示。

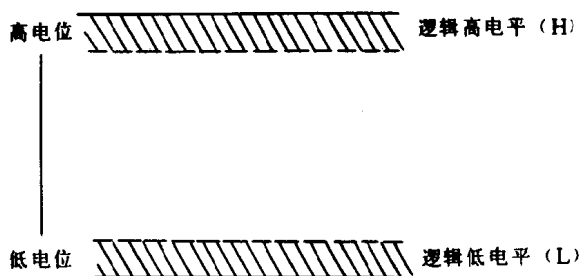


图 1-9

在数字系统中,除了用上述两个不同范围的电位来表示逻辑变量的两个逻辑状态外,还可以用如图 1-10 所示的几种非稳态物理量来表示逻辑状态。

(1) 逻辑高电平 **H** 与在指定时间内出现的正脉冲相对应,逻辑低电平 **L** 与在指定时间内无脉冲相对应,如图 1-10a 所示。

(2) 逻辑高电平 **H** 与在指定时间内出现的正脉冲相对应,逻辑低电平 **L** 与在指定时间内出现的负脉冲相对应,如图 1-10b 所示。

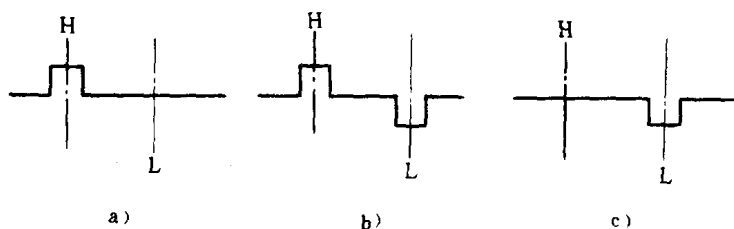


图 1-10

(3) 逻辑高电平 **H** 与在指定时间内无脉冲相对应, 逻辑低电平 **L** 与在指定时间内出现的负脉冲相对应, 如图 1-10c 所示。

三、逻辑约定

描述数字器件基本特性的电平表, 只能反映一个数字器件输出与输入之间的电平关系。当需要用逻辑单元的图形符号来表示一个实体的逻辑器件时, 必须首先确定两个逻辑状态与表示这两个逻辑状态的逻辑电平之间一一对应的关系, 通常把确定这种对应的关系称为逻辑约定。只有通过这种人为的逻辑约定, 才能把一个器件的电平表转换为逻辑状态表, 再由状态表来描述器件的逻辑功能。

GB6988·7—86 标准中规定, 可用两种方法来进行逻辑约定: 单一逻辑约定和极性指示符逻辑约定。对于一个实体的逻辑器件, 其电平表是唯一的。如采用不同的逻辑约定, 可得到不同的逻辑状态表, 致使同一逻辑器件能执行不同的逻辑功能。

(一) 单一逻辑约定

在数字电路中, 如果指定将某一逻辑单元所有的输入端和输出端的高电平和低电平都分别对应同一逻辑状态, 这样的规定称为单一逻辑约定。正逻辑约定和负逻辑约定是两种

不同约定方法的单一逻辑约定。

(1)若规定逻辑高电平 **H** 对应逻辑 1 状态,逻辑低电平 **L** 对应逻辑 0 状态,这样的逻辑约定方法,称为正逻辑约定。

例如,逻辑器件 CT7408 的电平表为表 1-1,经正逻辑约定后的状态表为表 1-2,由表 1-2 可以看出,此逻辑器件具有逻辑与的功能,其逻辑符号如图 1-11 所示。我们把它叫做正逻辑约定的与门,简称正与门。

表 1-1

a	b	c
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

表 1-2

a	b	c
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

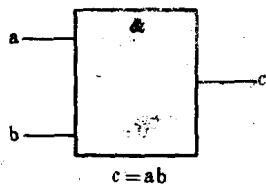


图 1-11

又如,逻辑器件 CT7400 的电平表为表 1-3,经正逻辑约定后的状态表为表 1-4。由表 1-4 可以看出,此逻辑器件具有与非的逻辑功能,其逻辑符号如图 1-12 所示,通常叫做正逻辑约定的与非门,简称正与非门。

表 1-3

a	b	c
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

表 1-4

a	b	c
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

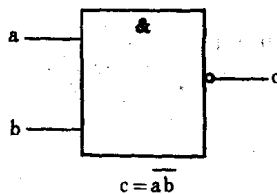


图 1-12

(2)若规定逻辑低电平 **L** 对应逻辑 1 状态,逻辑高电平 **H**