



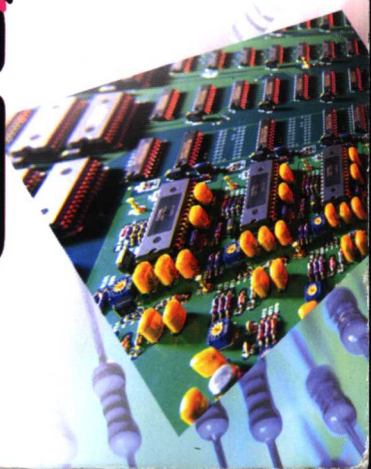
怎样看

数字电路图

ZENYANG KAN SHUZI DIANLUTU

● 程勇 魏玮

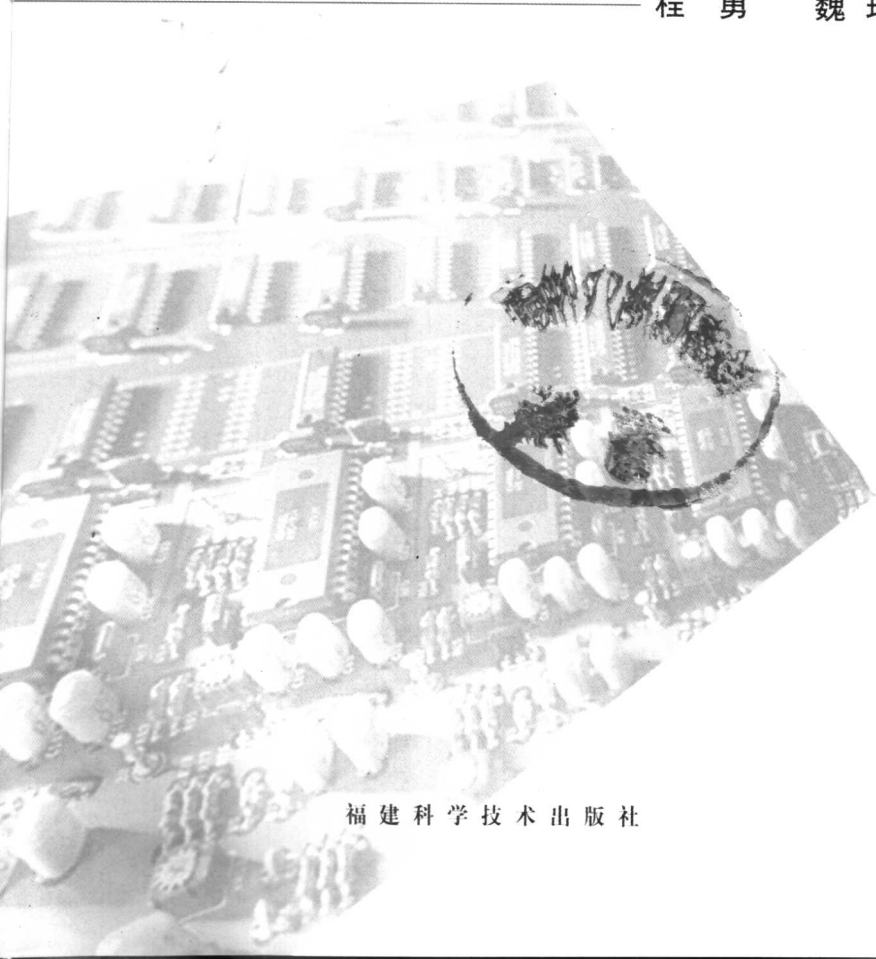
福建科学技术出版社



怎样看 数字电路图

ZENYANG KAN SHUZI DIANLUTU

程 勇 魏 玮



福建科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

怎样看数字电路图/程勇, 魏玮编著. —福州: 福建科学技术出版社, 2003. 5
ISBN 7-5335-2119-6

I. 怎… II. ①程…②魏… III. 数字电路-电路
图-基本知识 IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 006442 号

书 名	怎样看数字电路图
作 者	程勇 魏玮
出版发行	福建科学技术出版社 (福州市东水路 76 号, 邮编 350001)
经 销	各地新华书店
排 版	福建科学技术出版社排版室
印 刷	三明日报社印刷厂
开 本	850 毫米×1168 毫米 1/32
印 张	7.5
插 页	2
字 数	172 千字
版 次	2003 年 5 月第 1 版
印 次	2003 年 5 月第 1 次印刷
印 数	1—5 000
书 号	ISBN 7-5335-2119-6/TN·276
定 价	13.80 元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

前 言

人类生活带着对电子技术越来越强烈的依赖进入新世纪。电子技术对人们的这种深刻影响,使得广大青少年及电子爱好者对电子技术知识的兴趣也越来越浓厚。作为电子技术的一个重要分支——数字电路,更是得到人们的青睐,在现代家用电器、计算机、仪器仪表等领域广泛应用。

在进行数字电路的学习和制作中,最先接触到的就是各种各样的电路图了。它是人们为了对实际的数字电路进行描述而使用的一种图。不论是设计制作还是分析研究,都离不开这种电路图。如果不了解电路图,就根本无法进行数字电路方面的工作,也就谈不上入门和精通。所以要想进入数字电路的世界,首先得学会看各种各样的数字电路图。本书向广大青少年及电子爱好者介绍如何认识数字电路图,希望读者能够通过这本书的学习,了解和掌握各种门电路的符号、功能和一般数字电路图的阅读方法,从而为制作、学习或设计各种数字电路打下基础。

全书共分九章。第一章说明什么是数字电路图,让读者初步了解数字电路和模拟电路的区别、数字电路的构成等。第二章介绍数字与电路的结合,让读者知道模拟信号如何转换为二值变量,电路又是如何实现的。第三章介绍常用门电路,读者掌握并牢记这些门电路的功能后,学习以下章节就轻松自如。第四章至第六章介绍组合逻辑电路、触发器、时序电路,这些电路在功能强大的数字电路中经常见到,读者要学会分析电路的功能。第七章、第八章介绍数字信号的产生、输入输出电路,这是数模转换

和模数转换的关键电路。第九章介绍数字电路读图的基本方法和要求，具体数字电路图实例分析等，学完本章后，希望读者能够认真总结、领会，并能举一反三，触类旁通。

本书在编写过程中得到有关人员的大力支持，徐洪水、施小林、尹仲旗同志编写了其中部分内容，马斌绘制了全书的图稿，在此表示衷心的感谢。

限于时间和写作水平，书中不妥之处在所难免，希望广大读者批评指正，以便再版时加以修订。

编著者

2003 年 1 月

目 录

第一章 什么是数字电路图

第一节 数字信号和模拟信号	(1)
一、数字量和模拟量	(1)
二、数字化信号波形	(2)
三、模拟信号与数字信号之间的转换	(2)
第二节 数字电路图的构成	(4)
一、什么是数字电路	(4)
二、数字化元器件	(5)
三、数字电路图	(8)

第二章 数字与电路的结合

第一节 数制	(10)
一、十进制数	(11)
二、二进制数	(12)
三、十六进制数和八进制数	(13)
四、数制的相互转换	(15)

(一) 非十进制数向十进制数转换	(15)
(二) 十进制数向非十进制数转换	(15)
(三) 八进制、十六进制和二进制数之间相互转换	(16)
第二节 常用数字编码	(17)
一、8421BCD 码	(18)
二、2421BCD 码	(19)
三、余 3 码	(19)
第三节 逻辑代数运算的电路实现	(20)
一、算术运算与逻辑运算	(20)
二、基本逻辑运算	(21)
(一) 逻辑与	(21)
(二) 逻辑或	(22)
(三) 逻辑非	(23)
三、复合逻辑运算	(24)
(一) 与非逻辑	(24)
(二) 或非逻辑	(24)
(三) 与或非逻辑	(25)
(四) 异或逻辑	(26)
(五) 同或逻辑	(26)
四、逻辑代数的运算规则	(27)
(一) 基本公式	(27)
(二) 常用逻辑代数公式	(27)
(三) 逻辑代数的三个规则	(27)

第四节 逻辑电路的简化	(28)
-------------------	------

一、逻辑函数的最简形式	(28)
-------------------	------

二、常用的化简方法	(29)
-----------------	------

(一) 合并项法	(29)
----------------	------

(二) 吸收法	(30)
---------------	------

(三) 消去法	(30)
---------------	------

(四) 配项法	(30)
---------------	------

第三章 常用门电路

第一节 什么是门电路	(32)
------------------	------

第二节 分立门电路	(33)
-----------------	------

一、用二极管构成的门电路	(33)
--------------------	------

(一) 二极管与门	(33)
-----------------	------

(二) 二极管或门	(36)
-----------------	------

二、用三极管构成的门电路	(39)
--------------------	------

(一) 三极管非门	(39)
-----------------	------

(二) MOS 场效应管非门	(40)
----------------------	------

第三节 集成门电路	(42)
-----------------	------

一、TTL 门电路	(42)
-----------------	------

(一) TTL 非门	(43)
------------------	------

(二) TTL 与非门、或非门、与门、或门、与或非门	
----------------------------	--

和异或门	(46)
------------	------

(三) TTL 集电极开路门和三态门	(50)
二、CMOS 门电路	(52)
(一) CMOS 非门	(53)
(二) CMOS 与非门、或非门、与门和或门	(55)
(三) CMOS 与或非门和异或门	(58)

第四章 组合逻辑电路

第一节 什么是组合逻辑	(61)
第二节 简单组合逻辑电路的分析	(63)
一、组合逻辑电路的分析方法	(63)
二、组合逻辑电路分析举例	(64)
第三节 常用组合逻辑电路	(65)
一、编码器	(65)
(一) 8421BCD 编码器	(66)
(二) 实用的 8421BCD 编码器	(68)
二、译码器	(71)
(一) 二进制译码器	(72)
(二) 二—十进制译码器	(74)
(三) 字符显示译码器	(76)
三、数据选择器	(81)
四、加法器	(84)
(一) 半加器	(84)
(二) 全加器	(85)

五、数值比较器	(88)
(一) 等值比较器	(88)
(二) 数值大小比较器	(89)
六、存储器	(91)

第五章 触发器及其电路

第一节 基本 RS 触发器	(96)
一、基本 RS 触发器的构成及逻辑功能	(97)
二、基本 RS 触发器应用举例	(99)
第二节 JK 触发器	(101)
一、JK 触发器的逻辑功能	(101)
二、JK 触发器应用举例	(103)
第三节 D 触发器	(104)
一、D 触发器的逻辑功能	(104)
二、D 触发器应用举例	(105)
第四节 T 触发器	(106)
第五节 用触发器构成的数字电路	(108)
一、 2^3 进制异步计数器	(108)
二、脉冲反馈型异步计数器	(109)
三、阻塞反馈型异步计数器	(111)

第六章 时序电路

第一节 什么是时序电路	(113)
第二节 同步时序电路的分析	(114)
一、同步时序电路的分析方法	(114)
二、同步时序电路分析举例	(115)
第三节 异步时序电路的分析	(122)
一、异步时序电路的分析方法	(122)
二、异步时序电路分析举例	(122)
第四节 常用的时序电路介绍	(125)
一、计数器	(125)
二、寄存器	(129)

第七章 数字信号的产生

第一节 微分电路、积分电路和限幅电路	(134)
一、微分电路	(134)
二、积分电路	(137)
三、限幅电路	(140)

第二节 自激多谐振荡器	(145)
一、带有 RC 电路的环形多谐振荡器	(145)
二、石英晶体稳频的多谐振荡器	(150)
第三节 双稳态触发器	(151)
一、用门电路组成的施密特触发器	(152)
二、集成施密特触发器	(155)
第四节 单稳态触发器	(157)
一、用门电路组成的单稳态触发器	(158)
(一) 微分型单稳态触发器	(158)
(二) 积分型单稳态触发器	(161)
二、集成单稳态触发器	(163)
(一) TTL 集成单稳态触发器	(163)
(二) CMOS 集成单稳态触发器	(167)
第五节 555 的应用	(169)
一、555 定时器的电路结构与功能	(169)
二、用 555 定时器接成的施密特触发器	(171)
三、用 555 定时器接成的单稳态触发器	(173)
四、用 555 定时器接成的多稳态触发器	(175)

第八章 信号输入输出电路

第一节 数字显示器件	(178)
一、LED	(178)
二、LCD	(180)
第二节 D/A 转换电路 (DAC)	(182)
一、权电阻网络 D/A 转换器	(182)
二、倒 T 形电阻网络 D/A 转换器	(186)
三、集成 DAC	(193)
第三节 A/D 转换电路 (ADC)	(194)
一、取样保持电路	(194)
(一) 电路组成及工作原理	(194)
(二) 改进电路及工作原理	(195)
二、并行比较型 ADC	(197)
(一) 电路组成	(197)
(二) 工作原理	(198)
(三) 主要特点	(199)
三、逐次渐近型 ADC	(200)
(一) 电路组成	(200)
(二) 工作原理	(200)
(三) 转换过程举例	(201)
四、双积分型 ADC	(203)
(一) 电路组成	(203)

(二) 工作原理	(203)
(三) 主要特点	(207)
五、ADC 的应用	(208)

第九章 数字电路的读图方法与实例分析

第一节 读图的基本任务	(211)
第二节 读图的基本方法和要求	(213)
一、集成电路应用电路的功能和特点	(213)
二、数字集成电路应用电路的识图方法和注意事项	(214)
三、数字集成电路读图分析举例	(216)
(一) 用一片二进制的 74LS293 构成一个 12 进制的加法计数器	(216)
(二) 用寄存器组成编码器	(217)
第三节 实用数字电路读图和分析	(218)
一、简单的红外遥控接收电路	(218)
二、1~99 分频电路 (倒计时电路)	(219)
三、数字脉冲调制电路	(221)
四、具有识别功能的电子门铃	(222)
五、SZ-9201 专用彩灯控制集成电路应用电路	(223)
六、动态显示方法电路	(225)
附 常用逻辑符号对照表	(227)

第一章 什么是数字电路图

第一节 数字信号和模拟信号

一、数字量和模拟量

自然界中形形色色的物理量，尽管性质各异，但就其变化规律而言，不外乎只有两大类：模拟量和数字量。

1. 模拟量

我们日常生活中经常遇到的随时间连续变化的物理量，称为模拟量。如测量的体温、气压等物理量就是模拟量，它们在变化的过程中往往是连续的、不间断的。用水银体温计测量体温时，水银柱的上升是连续变化的，它与被测量者体温的上升成比例。因此，从体温表上读出的温度是一个模拟物理量。

2. 数字量

与模拟量比较，数字量的变化是不连续的、跳跃式的、离散的。数字的英文单词是 Digit，该单词源于拉丁语，原意是手指头。它形象表示了人类使用手指来计数的历史。如果我们仔细观察一下用手指计数的方法，会发现我们使用的是手指的弯曲或伸直，而没有使用其中间状态。利用这两种互相区别的手指状态，就可以数出 1, 2, 3...一系列的离散数值。另外一个更加贴近我们生活的例子是，用电子电路记录从自动生产线上输出的零件数目，每送出一个零件便产生一个电信号，记录电路计“1”，而平

时没有零件送出时送给电子电路的信号是“0”，不计数。可见，零件数目这个信号无论在时间上还是在数量上都是不连续的，这样的信号就是数字信号。最小的数量单位就是1个。

二、数字化信号波形

现在让我们看看在电路中数字量是怎样一回事。电路中的数字量一般用信号电平的有（高电平）或无（低电平）来表示，有信号电平（或高电平）与无信号电平（或低电平）代表了电路的两种不同状态。一般在数字

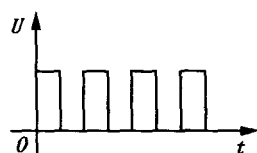


图 1-1 数字信号波形

电路中都采用“1”（称为逻辑1）和“0”（称为逻辑0）来表示信号电平的高低，所以一个数字量就可以用一串逻辑“0”和逻辑“1”组成的序列来表示。这种用逻辑数字量来表示的信号就称为数字信号，可以看出数字信号在时间和大小上都是不连续的、离散的，如图 1-1 所示。

三、模拟信号与数字信号之间的转换

由于数字化设备处理的是数字信号，而我们日常生活中碰到的大多是模拟信号，比如电压、气温、图像的色彩、亮度等等，因此这些模拟信号要交由数字设备进行处理，必须先进行数字化转换，这种处理过程通常称为模数转换（A/D 转换）。具体说来就是要经过采样、量化、编码几个步骤。采样就是对模拟信号每隔一定的时间间隔进行抽样；经过抽样的信号在幅值上仍然是连续的，量化电路的作用就是对取样信号的幅值进行离散化处理，也就是将取样信号的幅值取整数量；量化后的取样信号在时间及幅值上都是离散的，编码电路的作用就是将取样量化后的信号用

二进制码来表示。模数转化过程的方框图如图 1-2 所示。

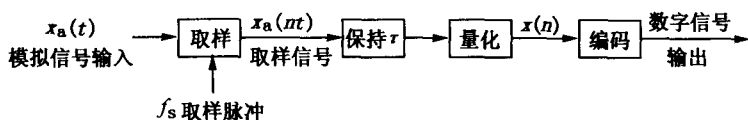
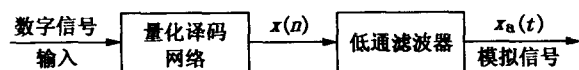
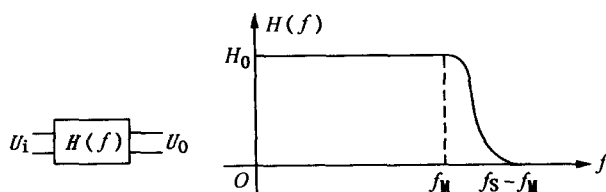


图 1-2 模数转化过程的方框图

反过来，当数字信号由数字设备处理之后如果需要输出模拟量时，同样要对数字信号进行反处理，以转换成模拟信号，这种转换处理的过程就称为数模转换（D/A 转换）。D/A 变换是 A/D 变换的反过程。二进制的数字信号经量化译码网络后成为量化后的取样信号。为了使离散信号恢复成模拟信号，还要通过低通滤波器滤去高次谐波。数模转换过程的方框图如图 1-3（a）所示。为了不失真地恢复模拟信号，要求低通滤波器的传输特性如图 1-3（b）所示。



(a) 方框图



(b) 传输特性

图 1-3 数模转换的方框图和其中低通滤波器的传输特性