

数字电子技术基础

李 守 成 张 志 波 编

西南交通大学出版社

数字电子技术基础

李守成 编
张志波

西南交通大学出版社

(川) 新登字 018 号

数字电子技术基础

李守成 张志波 编

*

西南交通大学出版社出版发行

(成都 九里堤)

新华书店经销

西南交通大学印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 10.75

字数: 244 千字 印数: 12001—22000 册

1987 年 7 月第一版 1990 年 1 月第二版

1994 年 7 月第三版 1994 年 7 月第一次印刷

ISBN 7-81022-161-2/T·056

定价: 12.50 元

第三版前言

1993年1月在北方交通大学召开的铁道部高等工科院校电工学研究会第五届年会上,对已使用七年的非电专业电技术基础系列教材进行了总结;在此之前,各校还陆续运用国家教委统编的《电子技术通用试题库》对使用本系列教材的学生进行考核、统测等工作。实践结果充分证明:本套教材符合国家教委的“高等工科院校非电专业电工学课程的基本要求”;对铁路系统各高校和部分路外高校电工学的课程建设起了积极作用,得到路内外各高校的肯定。

根据1993年修订的《电子技术》(电工学I)课程教学基本要求,为适应电子技术迅速发展的情况,进一步提高教学质量,并考虑到机械类检测专业、机电一体化专业等的需要,作者在原第二版教材的基础上进行了全面的修订;增加了“555定时器的原理和应用”、“采样—保持(S/H)电路”等内容,删去了“DTL与非门”、“HTL与非门”、“积分型单稳态触发器”等内容;对思考题和习题进行了调整和补充。

在第二版发行期间,承全国许多学校的师生给我们以鼓励,上海、长沙、大连、兰州、石家庄铁道学院,西南、华东和北方交通大学的有关教师提出了许多宝贵意见,作者在此表示衷心感谢。本版虽有改进提高,但离教学改革的要求尚远,盼希读者予以批评指正。

编者

1993年11月于北京

第二版前言

《数字电子技术基础》自1987年出版以来，得到各兄弟院校师生和广大读者的关注和支持。在这段时间内，我们一方面搜集各种批评和建议；另一方面，通过几年来的教学实践，认识到有些内容已不能适应当前教学改革形势的需要。这次修订，作者在改正错误、克服缺点的基础上，主要进行了以下方面的改进：

一、删减了原书中已过时的内容，如：分立元件的多谐振荡器、分立元件的单稳态触发器、分立元件的施密特触发器等。

为了帮助读者更好地理解 and 运用基本理论，在不同章节里增加了较多的例题，并适当地调整和补充了一些思考题和习题。

二、参照国家标准局1987年公布的“中华人民共和国国家标准”（《电气图用图形符号》、《电气制图》），并参照有关参考书对原书中的插图和文字符号进行了修改，且在本书中附上新旧图形符号对照表。

在修订过程中，许多兄弟院校的师生为本书提出了积极的建议和殷切的希望，如西南交通大学张维廉教授，兰州铁道学院温宗应副教授、李万祥讲师，长沙铁道学院吕天祥副教授等，作者在此一并向他们表示感谢。

电子技术日新月异，教学改革不断深化。我们的能力与这两方面的发展所提出的要求相比，还有很大差距。恳请各界读者一如既往，对书中的缺点和错误多加指正，以便今后不断改进。

编 者

1990年1月

第一版前言

《数字电子技术基础》一书，是根据1985年6月在北京召开的铁道部高等工科院校电子技术基础协会教材会议通过的“关于加强电技术基础课教材建设的决定”编写的。

全书共分六章，内容包括：各种基本门电路；数制与逻辑函数的运算规则及简化方法；常用的组合逻辑电路；一般类型的触发器的逻辑功能；常用的时序逻辑电路的分析方法；常用脉冲波形的产生与整形方法及数字量与模拟量的变换等。

本书在编写过程中，力求突出以下几点：考虑到当前电子技术的飞速发展和日益更新的趋势，适当地加强了新技术的内容，例如以小规模和中规模集成电路为主。从教学方法上考虑，我们力求突出基本概念和基本原理。由于教学学时的限制，尽量用物理概念来阐明问题的实质，避免大量的公式推导。就全书而言，由浅入深、通俗易懂、便于自学，争取以少量的学时达到适当的深度和广度。

本书可作为非电类有关专业“电子技术基础”课数字电路部分的教材，亦可作为在“电路基础”和“应用电子技术基础”课之后的后续课或选修课教材，适用于35学时左右（大体上相当于4个学分）授课使用。其中有些章节（打*号者）例如分立元件电路部分等，使用时可以根据情况作为自学或选学内容处理，这部分内容不影响全书的系统性。本书亦可供有关专业人员在学数字电子技术及计算机技术时参考。书中每章都编有适当的例题，附有思考题与习题。书末附有部分习题答案及常用数字集成电路型号对照表等。

本书由北方交通大学编写，其中第一、二、六章及附录三由张志波编写；第三、四、五章、前言及其余附录由李守成编写。本书由西南交通大学张维廉副教授主审。上海铁道学院唐惠智审阅了部分书稿。上海、长沙、大连、兰州、石家庄铁道学院，西南、华东和北方交通大学的有关教师参加了1986年4月在上海召开的教材审稿会议，提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于我们水平有限，书中难免存在不少缺点和错误，敬请各方面的读者予以批评指正。

编者

1987年2月

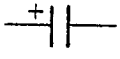
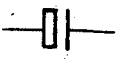
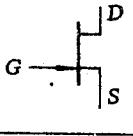
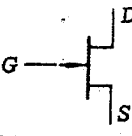
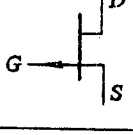
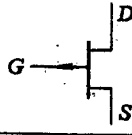
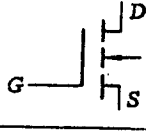
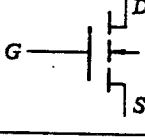
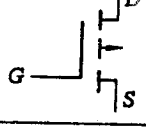
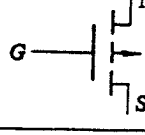
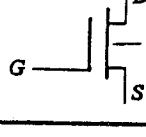
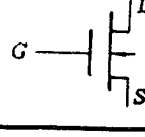
本书常用符号表

A_n	加数
B_n	被加数
B	晶体管的基极
C	晶体管的集电极
C_s	旁路电容
C_f	加速电容
C_n	进位数
CP	触发器的时钟脉冲
D	二极管、场效应管的漏极
D_Z	稳压管
E	晶体管发射极
E_B	基极电源电压
E_C	集电极电源电压
E_D	漏极电源电压
E_E	发射极电源电压
E_G	栅极电源电压
E^+	脉冲幅度
F	触发器
f	频率
G	场效应管的栅极
I_{BS}	临界饱和基极电流
I_B	基极静态电流
i_B	瞬态基极电流
I_C	集电极静态电流
i_C	瞬态集电极电流
ΔI_C	集电极电流变化量
I_{CS}	集电极饱和电流
I_{in}	输入短路电流
I_i	输入电流
I_{IH}	负载门每个输入端为高电平时的输入漏电流
I_{IL}	负载门的输入短路电流
I_{LM}	OC 门所允许的最大负载电流

I_{OH}	OC 门输出管的漏电流		
N	扇出系数		
P	逻辑输出		
P_{ON}	集成与非门空载导通功率		
P_s	选通脉冲	选通脉冲	
Q	触发器输出端		
R	触发器的置 0 端		
R_B, R_C, R_E	晶体管的基极、集电极、发射极电阻		
R_{CES}	晶体管饱和时集电极—发射极间的电阻		
R_F	运算放大器的反馈电阻		
R_g, R_d	场效应管的栅极、漏极电阻		
R_i	输入电阻		
R_o	输出电阻		
R_{ON}	开门电阻		
R_{OFF}	关门电阻		
R_{OL}	与非门输出低电平时的输出电阻		
R_{OH}	与非门输出高电平时的输出电阻		
R_T	电位器		
S	开关、采样		
S_n	和数		
T	晶体管、场效应管、周期		
t	时间		
t_f	下降时间		
t_H	恢复时间		
t_K	暂稳态的持续时间		
t_{ON}	开通时间		
t_{OFF}	关断时间		
t_p	脉冲宽度		
t_{pd}	平均传输延迟时间		
t_{pH1}	触发器传输时间		
t_r	上升时间		
U_{CC}	直流电源电压		
U_{BE}	基极—发射极之间的静态电压		
u_{BE}	基极—发射极之间的瞬态电压		
U_{CE}	集电极—发射极之间的静态电压		
u_{CE}	集电极—发射极之间的瞬态电压		
U_{CES}	晶体管饱和时，集电极—发射极间的饱和压降		
U_{CEO}	晶体管截止时，集电极—发射极间的电压		

U_D	二极管的正向导通压降
U_{GS}	场效应管栅极—源极间电压
U_m	脉冲电压幅度
U_{ON}	MOS 管的开启电压
U_R	基准电压
U_Z	稳压管的稳定电压
ΔU	回差电压
u_{BEr}	晶体管由截止进入到放大时 B 极到 E 极的电压
V_I	静态输入
v_I	输入电平
V_{I0}	输入 0 时的电平值
V_{I1}	输入 1 时的电平值
V_O	静态输出
v_O	输出电平
V_{OH}	输出高电平
V_{OL}	输出低电平
V_{ON}	开门电平
V_{OFF}	关门电平
V_{P1}	电路的接通电位
V_{P2}	电路的关断电位
ΔV_1	外来正向干扰信号
ΔV_2	外来负向干扰信号
Y	编码器的输入、输出量
β	晶体管共射极接法的电流放大系数
τ	时间常数

新旧图形符号对照表

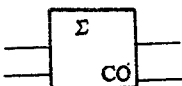
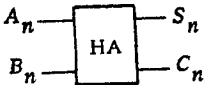
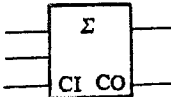
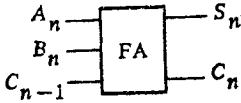
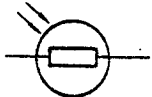
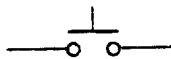
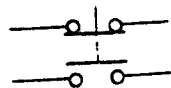
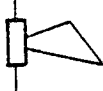
名 称	新图形符号	旧图形符号
电解电容器		
理想电压源		
理想电流源		
受控电压源		
受控电流源		
N 沟道结型 场效应管		
P 沟道结型 场效应管		
N 沟道增强型 MOS 场效应管		
P 沟道增强型 MOS 场效应管		
N 沟道耗尽型 MOS 场效应管		

名 称	新图形符号	旧图形符号
P 沟道耗尽型 MOS 场效应管		
稳 压 管		
二 极 管		
发光二极管		
理想运算放大器		
与 门		
或 门		
与 非 门		
或 非 门		
异 或 门		
同 或 门		

续表

名 称	新图形符号	旧图形符号
OC 门 (二输入与非)		
三态门 (二输入与非)		
A/D 变换器		
D/A 变换器		
触发器 (正电位触发)		
触发器 (负电位触发)		
触发器 (正边沿触发及主从触发)		
触发器 (负边沿触发及主从触发)		

续表

名 称	新图形符号	旧图形符号
单稳态触发器		
半加器		
一位全加器		
光敏电阻		
单按钮		
复合按钮		
接触器(在非动作位置触点断开)		
接触器(在非动作位置触点闭合)		
电喇叭		
电铃		
电警笛 报警器		
蜂鸣器		

目 录

第一章 逻辑门电路

第一节 脉冲信号.....	1
第二节 晶体管开关电路.....	2
一、晶体管的三个工作状态	2
二、反相器	4
第三节 分立元件逻辑门电路.....	7
一、二极管与门电路	7
二、二极管或门电路	8
三、晶体管非门电路	9
四、与非门电路	9
五、或非门电路.....	10
六、正逻辑和负逻辑.....	11
第四节 集成逻辑门电路	12
一、TTL 与非门电路	12
二、三态输出与非门电路.....	17
三、集电极开路与非门(OC 门)	18
第五节 MOS 逻辑门电路.....	21
一、NMOS 非门电路	21
二、NMOS 与非门电路	22
三、CMOS 反相器	23
四、CMOS 与非门电路	23
五、CMOS 或非门电路	24
思考题与习题	24

第二章 数字电路的逻辑分析

第一节 数字电路中数的表示方法	27
一、二进制数.....	27
二、二进制数的运算法则.....	28

三、不同进制数的表示法及其相互间的转换·····	29
第二节 逻辑代数 ·····	32
一、逻辑代数基本运算法则·····	33
二、逻辑代数基本定律·····	34
三、关于等式的三个规则·····	35
四、吸收规则·····	36
五、逻辑函数的表示方法·····	37
第三节 逻辑表达式的化简 ·····	39
一、用逻辑代数化简逻辑表达式·····	39
二、用卡诺图化简逻辑表达式·····	41
思考题与习题 ·····	47

第三章 组合逻辑电路

第一节 组合逻辑电路的特点、分析和设计·····	52
一、组合逻辑电路的基本特点·····	52
二、组合逻辑电路的分析方法·····	52
三、组合逻辑电路的设计步骤·····	53
第二节 编码器 ·····	53
一、二进制编码器·····	54
二、二—十进制编码器·····	55
第三节 译码器 ·····	56
一、二进制译码器·····	56
二、二—十进制译码器及显示电路·····	58
第四节 加法器 ·····	66
一、半加器·····	66
二、全加器·····	67
三、串行进位加法器·····	69
第五节 组合逻辑电路的竞争与冒险 ·····	69
一、竞争与冒险的概念和分类·····	69
二、竞争冒险的确定方法·····	71
三、竞争冒险的消除·····	72
思考题与习题 ·····	74

第四章 时序逻辑电路

第一节 概 述	76
一、时序逻辑电路的特点	76
二、时序逻辑电路的分类	76
第二节 触发器	76
一、基本 SR 触发器	76
二、同步 SR 触发器	79
三、主从 SR 触发器	81
四、主从 JK 触发器	82
五、T 触发器和 T' 触发器	85
六、D 触发器	85
七、各类触发器比较	87
第三节 寄存器	88
一、数码寄存器	88
二、移位寄存器	89
第四节 计数器	91
一、二进制计数器	91
二、十进制计数器	96
思考题与习题	99

第五章 脉冲波形的产生与整形

第一节 多谐振荡器	102
一、TTL 与非门组成的基本多谐振荡器	102
二、环形多谐振荡器	105
三、石英晶体多谐振荡器	108
第二节 单稳态触发器	108
一、单稳态触发器的特点和用途	108
二、TTL 与非门微分型单稳态触发器	109
第三节 施密特触发器	112
一、两个与非门组成的施密特触发器	112
二、带电平转移二极管的施密特触发器	113
三、回差电压可调的施密特触发器	114
四、施密特触发器的应用	115

第四节 555 定时器的原理和应用	116
一、555 定时器的结构	116
二、用 555 定时器组成多谐振荡器	117
三、用 555 定时器组成单稳态触发器	118
四、用 555 定时器组成施密特触发器	119
思考题与习题	120

第六章 模拟量和数字量之间的转换

第一节 数/模(D/A)转换器	123
一、权电阻 D/A 转换器	123
二、T 型网络 D/A 转换器	126
三、D/A 转换器的主要技术指标	128
第二节 模/数(A/D)转换器	128
一、并联比较型	129
二、逐次逼近型	130
三、A/D 转换器的主要技术指标	132
第三节 采样—保持(S/H)电路	133
一、采样—保持(S/H)的概念和功能	133
二、采样—保持电路的主要参数	134
三、集成采样—保持电路	134
思考题与习题	135

附 录

附录一 国产半导体器件和半导体集成电路型号命名法	137
附录二 部分常用数字集成电路产品型号对照表	142
附录三 部分半导体集成电路产品国内外型号对照表	145
附录四 使用 TTL 器件的基本规定	147
部分习题参考答案	148
参考文献	154