

[美]G·卢特考斯基 J·奥勒克赛 著

吴瑞华 刘焜 译

数字电子学 基础与实验

 HUIZHI DIANZIXUE JICHU YU SHIYAN

数字电子学基础与实验

〔美〕 G·卢特考斯基 著
J·奥勒克赛

吴瑞华 刘 焜 译

人民邮电出版社

FUNDAMENTALS OF DIGITAL ELECTRONICS A Laboratory Text

内 容 提 要

本书是美国为培训电子工业技术人员而编写的实验室教材，主要论述了二极管、晶体管、场效应晶体管等基本元器件和用这些元器件所构成的数字逻辑电路。本书的特点是生动有趣、由浅入深、通俗易懂、在各章节之后附有练习题、小测验以及相应的实验。

本书适合于中等技术学校有关专业的师生，以及需要普及数字电子技术知识和技能的读者阅读，也可作为工厂培训电子技术人员的速成教材。

数字电子学基础与实验

[美]G·卢特考斯基 著

J·奥勒克赛

吴瑞华 刘 焜 译

*

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

天津新华印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

开本：787×1092 1/32 1984年3月第一版

印张：12 16/32 页数：200 1984年3月天津第一次印刷

字数：284千字

印数：1-13,000册

统一书号：15045·总2804-有5336

定价：1.30元

译者序

数字电子技术不仅是构成电子计算机硬件的基础，而且还广泛运用于通信、自动控制、仪器仪表等等许多领域。数字电子学是理解和运用数字电子技术的钥匙，这本《数字电子学基础与实验》能够帮助我国的读者较快地掌握数字电子学的基础知识。这是因为：本书通俗易懂、深入浅出，内容不涉及高深的理论和复杂的计算。即使是仅对基本的电学原理有所了解的人，只要有学习兴趣并能坚持，不仅能够看懂，而且可以在较短的时间里掌握其主要内容；本书针对数字电子技术人员的需要，简明扼要地讲述了数字电路基本元件的外部特性及其实验。对于计算机工作人员及其他与数字电子技术有关的技术人员也有参考价值。

本书是作者在多年培训数字电子技术人员经验的基础上编写的，内容实用，其中大部分章节附有练习，并安排了与正文相应的实验，便于读者加深理解、增强记忆，并锻炼实际动手的能力。所以，本书也是一本培训技术人员的速成教材。

由于译者水平所限，译文的缺点错误在所难免，欢迎读者批评指正。

译者

1981.10

序 言

数字电子技术发展十分迅速。事实上，数字设备已经深深地渗透到一切工业和商业活动中。电子计算器、计算机和现款出纳机等几乎到处可见。没有任何其他行业能够像电子工业这样，为人们提供各种有趣的、竞争地位优越的和待遇优厚的就业机会。

在工厂里，数字电子技术人员工作在研究与发展、工程、质量控制、产品检测、故障排除……等各个方面。工作门类之多不胜枚举。在工厂之外以及马路两旁，这些技术人员服务于产品销售、在野外作业，也有些人充当工厂与顾客之间的联络人、等等。只要你具备数字电子学基础知识又能刻苦耐劳就能胜任这些工作。

这本实验室教材是在多年培训工业技术人员经验的基础上编写的。为了满足广大工业生产部门的需要，我们又对这些经验进行整理，把重点放在数字电子学中看来比较重要的那些材料上。同时也包括了可以使技术人员适应工业公司目前和远期需要的基础知识。我们知道，企业管理人员在寻找有经验的技术人员时，追求的常常不是仅有教科书知识的“专家”。而经过本教材的实验训练出来的运用数字集成电路的实际经验是最受欢迎的。有这种实际经验比光有入门知识更令人满意。而且，实验室实验还帮助读者进一步理解基础知识的理论。在本教材中，讨论了概念之后接着就与使概念具体化的实物见面。在教材中涉及到的几个数学原理虽然是很简单的原理，也是在能够

用实物示范其应用之时才引进的。

总起来说，我们的目标是：

1.为了最大限度地引起学生的学习兴趣，增强学生的理解力，在介绍有关内容之后，就提供实验室实验。

2.以有趣生动的方式教授数字电子学。这种教授方式使实验室实验中的问题和许多若隐若现的规律形象化。

3.使学生熟悉计算机工业的语言和术语，从而使他们能够更好地与已经在数字工业工作的同行进行交流。

4.本书内容循序渐进。每一章都能独立地给予学生某方面的有用知识。这样，学生即便没有学完整个教材也可以达到对计算机科学入门的目的。

5.较为复杂的实验室实验可以使学生做好在实际工作环境下工作的准备。

6.重点放在数字电子学的应用和知识的实际运用。

7.为了使学生能够很容易地适应扩展更大的系统的工作，让学生接触范围广泛的数字原理和器件。

8.一次介绍一个数学概念，其关系可以实际示范。

9.学生对基本的电学原理有所了解，就可以开始使用这个教材。

G·卢特考斯基

J·奥勒克赛

目 录

序 言	1
引 言	1
第一章 二极管及其应用	4
引 言	4
1-1 作为单向导电体的二极管	4
1-2 二极管用作整流器	8
1-3 二极管用作逻辑电路元件	13
实验1-1 二极管的正向偏置和反向偏置	25
实验1-2 二极管用作整流器	26
实验1-3 二极管门电路	28
第二章 晶体管及其应用	31
引 言	31
2-1 晶体管封装形式	32
2-2 NPN和PNP晶体管	32
2-3 用欧姆表测试晶体管	36
2-4 晶体管用作开关	39
2-5 晶体管用作逻辑电平反相器	46
2-6 图腾柱连接的晶体管	50
实验2-1 用欧姆表检测晶体管	53
实验2-2 晶体管用作发光二极管的驱动器	54
实验2-3 图腾柱连接	58
第三章 用在逻辑电路中的场效应晶体管	61

引 言	61
3-1 场效应晶体管的结构和特性	61
3-2 实际的互补MOS(CMOS)反相器	65
3-3 一个实际的CMOS集成电路(IC)	66
3-4 4007CMOSIC的应用	68
实验3-1 MOS场效应晶体管	71
实验3-2 CMOS反相器	74
第四章 与非门和或非门	79
引 言	79
4-1 基本的与非门	79
4-2 与非门电路	80
4-3 基本或非门及其电路	82
4-4 与非门和或非门的动态性能	85
4-5 与非门和或非门的不用输入端的处理	86
第五章 逻辑门的符号和真值表	91
引 言	91
5-1 逻辑函数的布尔表达式	91
5-2 建立真值表	93
5-3 逻辑电平의其它符号	96
第六章 TTL和CMOS集成电路组件	99
引 言	99
6-1 晶体管-晶体管逻辑	99
6-2 TTL集成电路的编号识别	103
6-3 TTL集成电路的输出和输入单元负载	104
6-4 TTL6-反相器	104
6-5 4-与门	109
6-6 4-与非门	112

6-7 4-或非门	112
实验6-1 集成电路反相器	121
实验6-2 与门集成电路	124
实验6-3 集成电路与非门	127
第七章 等效的门符号和信号名	130
引 言	130
7-1 高电平激励逻辑信号与低电平激励逻辑信号	130
7-2 逻辑门符号: 与-式符号和或-式符号	132
7-3 各种与-式符号和或-式符号	139
第八章 各种逻辑组合门	144
引 言	144
8-1 与门、或门和反相器的组合	144
8-2 由与非门和或非门组成的逻辑电路组合	151
8-3 组合逻辑电路的应用	157
实验8-1 门的组合	168
实验8-2 与或非门	171
实验8-3 与非门逻辑电路	174
实验8-4 或非门逻辑电路	176
第九章 二进制数及其应用	178
引 言	178
9-1 二进制数和十进制数的对照	178
9-2 二进制—十进制转换	179
9-3 十进制—二进制转换	182
9-4 4 位二进制译码器集成电路	184
9-5 4 位二进制译码器用于组合逻辑电路	187
9-6 二—十进制数(BCD)	190
9-7 BCD译码器和 7 段显示器	192

9-8	BCD编码器	195
9-9	数字系统中的加法运算	198
9-10	组合逻辑执行二进制加	199
9-11	二进制字的并行加法	202
9-12	多路调制器	205
9-13	用于组合逻辑的多路调制器	208
9-14	点“与”和点“或”连接	211
实验9-1	发光二极管读出	218
实验9-2	十进制—BCD编码器	221
实验9-3	二进制加法	223
第十章	用于数字电路的方波发生器	226
引 言		226
10-1	自激多谐振荡器	226
10-2	施密特与非门	229
10-3	用CMOS门做方波发生器	233
10-4	信号方波化电路	235
10-5	用IC计时器发生方波信号	238
实验10-1	晶体管自激多谐振荡器	242
实验10-2	集成电路自激多谐振荡器	244
实验10-3	CMOS自激多谐振荡器	246
实验10-4	把正弦波变成方波	249
实验10-5	IC计时器	251
第十一章	单稳电路	255
引 言		255
11-1	单稳多谐振荡器的一般类型	255
11-2	单稳多谐振荡器的应用	256
实验11-1	晶体管单稳多谐振荡器	256

实验11-2 555单稳多谐振荡器	260
第十二章 RS 触发器	263
引 言	263
12-1 低电平激励输入的置位/复位触发器	264
12-2 高电平激励的置位/复位触发器	269
12-3 RS触发器的时序应用	272
实验12-1 用反相器构成的RS触发器	278
实验12-2 背对背与非门构成RS触发器	282
实验12-3 背对背或非门构成RS触发器	283
第十三章 D型触发器和JK触发器	285
引 言	285
13-1 D型触发器	285
13-2 D型触发器的同步动作	289
13-3 JK触发器	294
实验13-1 D型触发器	301
实验13-2 JK触发器	304
第十四章 计数器	306
引 言	306
14-1 触发器串行连接	306
14-2 自然计数顺序的改变	311
14-3 计数器的应用	315
实验14-1 二进制计数器	318
实验14-2 以N为模的二进制计数器	321
实验14-3 十进制计数器	325
第十五章 移位寄存器、门锁及增/减计数器	328
引 言	328
15-1 基本的移位寄存器	328

15-2 中规模集成电路(MSI)——五位移位寄存器	331
15-3 增/减十进制计数器	334
15-4 四位开锁	335
实验15-1 用触发器制作移位寄存器	339
实验15-2 集成电路移位寄存器	342
实验15-3 增/减计数器	346
实验15-4 4 位开锁	349
第十六章 算术电路	352
引 言	352
16-1 二进制数相减	352
16-2 用 1 的补码执行减法运算	354
16-3 并行加/减电路	355
16-4 利用 2 的补码做减法运算	357
实验16-1 并行加法	359
实验16-2 串行加法	363
实验16-3 用于串行减法运算的补码发生器	366
实验16-4 串行加法/减法器	370
附录一 使用TTL器件的基本规定	372
附录二 实验室实验需要的元件单	374
附录三 部分问题的答案	378

引言

本书提供的每个实验室实验中，在设备栏中列出的实验用品总有一个数字实验电路板盒。利用这个电路板盒，就能够迅速而准确地连接所讨论的实验线路。我们可以从市场上买到许多种可以在上面连接实验线路的电路板盒。图 I-1 所示的电路板盒就是一个实例。总之不管是哪一种数字电路板盒，只要它

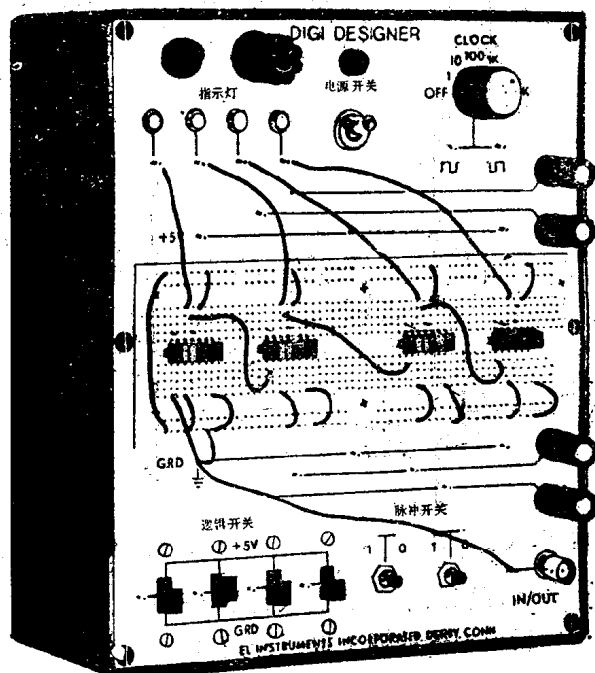


图 I-1

具备如下配件，都适合实验的需要。这些配件是：

1. 用来插接集成电路（IC）的金属片或插销（在实验电路板上）。

2. 一个能够提供约500毫安电流的 + 5 伏直流可调电源（见图 I-2）。

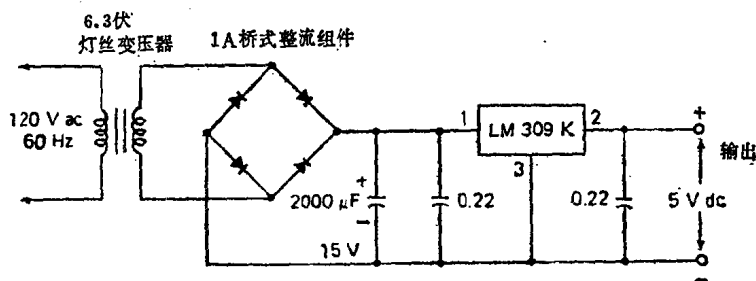


图 I-2

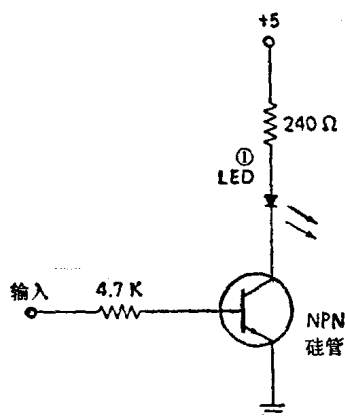


图 I-3 灯驱动器（第二章讨论）

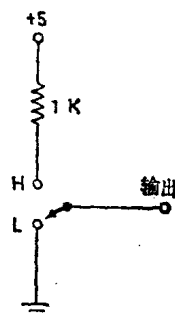


图 I-4 逻辑模拟器按钮开关

3. 四个指示灯和四个驱动器（见图 I-3）。

4. 用作逻辑模拟器的四个按钮开关（见图 I-4）。

① LED是表示发光二极管用的英文缩写符号——译者

5. 一个或两个去弹跳开关 (见图 I-5)。

6. 一个 1 Hz 方波发生器 (见图 I-6)。

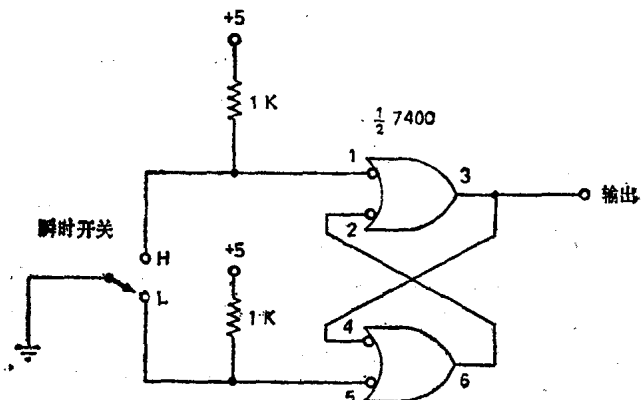


图 I-5 去弹跳开关 (第12章讨论)

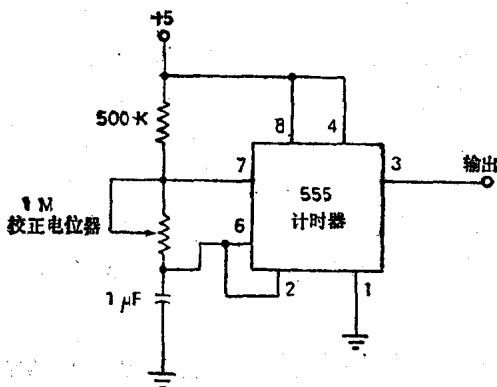


图 I-6 时钟 (第10章讨论)

7. 各种长度的22*单股互连导线。

显然, 如果离开这些电路和元件, 就不能开展正 常 的 实 验。

第一章 二极管及其应用

引 言

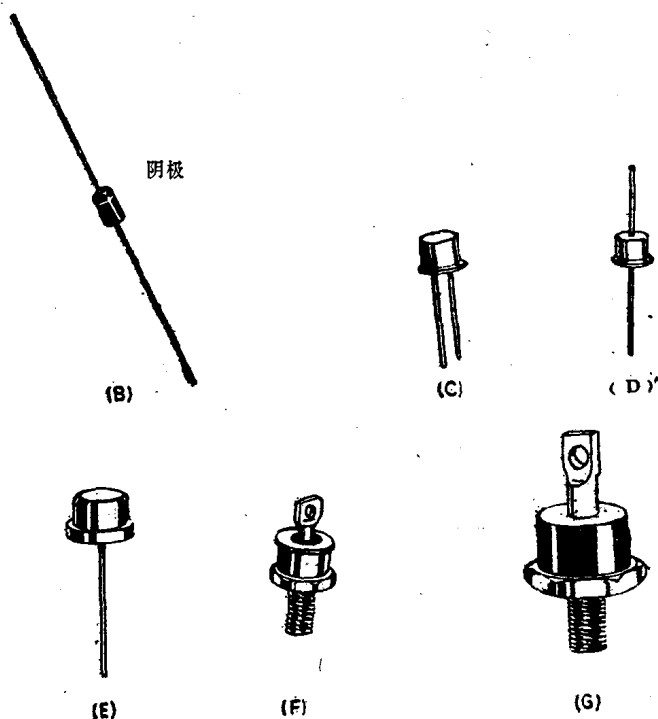
二极管是最简单的固态元件。一个二极管只有两条引线，一条是阳极一条是阴极。图1-1画出了二极管的电路符号以及封装二极管的各种管壳。从管壳的大小大致可以估计这种二极管能安全地通过多大的电流。通常，较大的管壳意味着较大的额定电流值。生产二极管的厂家在说明书中标明了出厂产品的额定电流值。

各种类型的电子设备要用大量的小型二极管。就像在家庭用的收音机和电视接收机里看到的那样，在各种放大器和通信设备中，二极管用作温度稳定器、信号检波器、调节器、等等。小型二极管还用在计算机和自动化工业设备的关键逻辑电路中。

较大的二极管用在把交流电转变为直流电的许多典型电源设备里。大多数的电子设备都需要直流电源。

1-1 作为单向导电体的二极管

二极管是一种单向导电体，这意味着二极管对某一个方向的电流导通性能良好，而对另一方向的电流导通性能不好。二极管符号的箭头通常指的就是电流导通性能良好的方向，就是说，电子能够沿着与箭头所指的相反方向畅通地流动。



- (A) 二极管的电路符号；
 (B) 小信号二极管，有条纹的那端是阴极连接的一端；
 (C) ~ (E) 是中等电流的二极管；
 (F) 和 (G) 是大电流二极管。二极管
 (D) ~ (G) 有一条引线接在外壳上，这一引线可能是阴极也可能是阳极，这是根据电路设计者要求决定的。

图 1-1

要想准确了解二极管处于导通状态还是截止状态，就得看清楚加在二极管上的电压的极性。我们通常把加在二极管或其它固态元件上的电压称之为偏置。正如图 1-2 (A) 所示，当二极管的阳极比其阴极电位更高时，我们就说这个二极管为正向