

数字电子技术 实验及课题设计

郁汉琪 主编

高等教育出版社

数字电子技术 实验及课题设计

—— 第二版 ——

● ● ● ● ● ● ● ●

数 字 电 子 技 术 实 验 及 课 题 设 计

郁汉琪 主编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书共分三篇。第一篇为数字电子技术基本实验；第二篇为数字电子技术应用课题设计（或称课程设计）；第三篇为附录，包括实验用仪器结构和使用说明，实验注意事项及常见故障的检查与排除，实验用集成电路明细表等。

本书所列的基本实验，是根据最近出版的教材编排的，由简到繁，按教学进程，循序渐进。而设计性课题，既有实用性和通用性，又有趣味性和先进性，大多进行过实验论证。实验所用的元器件以 TTL 74LS 系列大、中、小规模集成电路为主，兼顾 CMOS 电路。实验所选用的器材为国家教育委员会教学仪器研究所立项并通过鉴定的处于国内领先水平的“NET 系列数字电子技术实验系统”新产品。

本书可作为高等工科院校、职工大学、中等专业学校、技工学校的自动化专业、计算机、机电一体化等电气类专业的实验参考教材，也可供从事电子工程设计的技术人员参考。

本书责任编辑 郭玉凤

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术实验及课题设计/郁汉琪主编 - 北京:高等教育出版社,1995.5

ISBN7-04-005441-8

I. 数…II. 郁…III. ① 数字电路 - 实验 ② 数字电路 - 高等教育 - 自学参考资料 IV. H319.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 02954 号

数字电子技术实验及课题设计

郁汉琪主编

*

高等教育出版社出版

北京沙滩后街 55 号

邮政编码: 100009 传真: 64014048 电话: 64054588

新华书店总店北京发行所发行

北京外文印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 16 字数 354 000

1995 年 5 月第 1 版 1997 年 11 月第 2 次印刷

印数 5 001 - 10 300

定价 15.50 元

凡购买高等教育出版社的图书，如有缺页、倒页、脱页等质量问题者，请与当地图书销售部门联系调换

版权所有，不得翻印

序

1987 年国家教育委员会颁发的《高等工业学校电子技术基础课程教学基本要求》和 1990 年国家教育委员会颁发的《高等学校工程专科电子技术基础教学基本要求》都明确指出, 电子技术基础是一门实践性很强的课程, 它的任务是使学生获得电子技术方面的基本理论、基本知识和基本技能, 培养学生分析问题和解决问题的能力。为此, 应加强各种形式的实践环节。

在数字电子技术飞速发展、广泛应用的今天, 实验的重要性更加突出了。无论是学习数字电子技术课程的学生, 还是从事数字电子技术领域工作的工程技术人员, 都具有这样一个共识: 数字电子技术离不开实验。

《数字电子技术实验及课题设计》作为一本实验参考教材, 有以下三个鲜明的特点:

(1) 在内容安排上, 既满足了课程的《基本要求》, 又在广度和深度上有所拓展。

从第一篇的 17 个基本实验和第二篇的 19 个设计课题可以明显地看出, 这些实验涵盖了《基本要求》规定的课程主要内容, 从而满足了教学的需要。我们同时也不难看出, 其中相当一部分实验内容在《基本要求》的基础上有所拓宽和加深。在宽度和深度上作出这样的拓展是有益的。经验证明, 适当的“外延”有利于基本要求的实现, 此其一; 《基本要求》不会、也不应是一成不变的, 对于“数字电子技术”这样一门其研究对象正在飞速发展的课程更是如此, 此其二。本书所拓展的内容, 有的目前已经得到广泛的应用, 有的具有良好的发展前景, 相信它们中的大部分不久将被纳入《基本要求》的范畴。

(2) 在层次安排上, 既有单个的、验证型的“基本实验”, 又有综合的、设计型的“设计课题”(或曰“课程设计”)。

众所周知, 在“数字电子技术”课程教学中, 单个的、验证型的“基本实验”和综合的、设计型的“设计课题”各具不可替代的作用。前者有助于理解和巩固基本知识和基本理论, 训练和掌握基本技能; 后者有助于培养初步的数字电路设计和调试能力。这本实验参考教材的第一篇, 面向基本实验, 不拘泥于理论验证, 而是十分重视基本技能的训练。其第二篇所涉及的设计课题, 面广量大, 内容丰富, 既非常实用, 又颇具趣味性和先进性。这些设计课题, 对学生来说, 将大大开阔他们的视野, 激发他们的学习积极性, 锻炼他们设计、调试数字电路和排除电路故障的能力; 对教师而言, 为他们丰富了课程设计的选题范围, 颇具参考价值。

(3) 在叙述体例上, 既有针对实验内容本身的阐述, 又对所涉及的理论知识进行了概括, 对较复杂的设计课题给出了提示和参考设计方案。

这种不把阐述的对象囿于实验内容本身的处理方法颇有好处。首先, 对相关理论的简练

概括有助于学生深入实验内容，也符合“理论联系实际”的原则。其次，学生面对复杂的设计课题往往束手无策，不知如何下手才好，作出必要的提示并给出适当的参考设计方案，有助于他们在分析任务、解决问题时把握正确的方向，在完成设计课题时跨出艰难的第一步。

由南京机械高等专科学校工业自动化系（即南京数控培训中心）郁汉琪等老师来编写这样一本数字电子技术实验参考教材，是颇具优势和有利条件的。长期以来，他们以数控技术为中心，承担了许多科技开发项目，因而在数字电子技术方面不仅具有相当的理论造诣，而且具有丰富的实践经验。更值得指出的是，近十多年间，他们孜孜不倦于电子实验仪器的研究和生产，以及电子技术教学实验项目的开发，在实验仪器和实验教学上做了许多富有成果的工作。他们研制的电子技术实验仪器采用组合式结构，具有系列化、多功能的特点，使用已获专利的自锁紧插件，实验效果好，已为全国许多学校、工厂和科研单位选用。最近，国家教育委员会教学仪器研究所拨款立项、由他们承担研制任务的“NET系列数字电子技术实验系统”又通过了专家鉴定。

深信这本颇具特色的数字电子技术实验参考教材的问世，必将受到大家的欢迎，并对数字电子技术课程教学质量的提高，起到积极的促进作用。

丁康源

1994年10月于南京东南大学

前 言

随着科学技术的迅速发展,理工科大学、中专学生不仅需要掌握基本理论知识,而且还需要掌握基本实验技能和具有一定的科研能力。通过实验不仅可以巩固、加深对基础理论知识的理解,而且可以培养学生独立分析问题、解决问题的能力 and 严谨的工作作风,为适应日后工作打下良好的基础。

本书的第一篇为数字电子技术基本实验,共17个。实验内容的顺序基本上是参考最近出版的李士雄、丁康源主编《数字集成电子技术教程》(北京,高等教育出版社出版)安排的。它包括:数制及半导体器件的基本知识,门电路,TTL/CMOS门电路参数测试,译码器和编码器,半加器、全加器及数据选择器、分配器,集成触发器,计数器,寄存器及移位寄存器,顺序脉冲发生器,计数、译码、显示,存储器,脉冲的产生与整形,555定时电路及其应用,模数、数模转换,可编程逻辑器件的应用等。第二篇为数字电子技术应用设计课题(或称课程设计题)共19个。它包括十翻二运算电路,数字电子钟,交通信号灯控制,转速测量显示,数字频率计,智力竞赛抢答器,复印机控制电路,定时控制器,脉冲按键电话显示,乒乓、足球比赛游戏机,家用电风扇,步进电机脉冲分配器,多种波形发生器,鉴向倍频,脉冲调相器,出租车计价器,一位机最小系统,数控逐点比较法插补器等逻辑电路设计课题。课题具有通用性、趣味性和实用性,每个课题均提供参考电路及其简要说明。第三篇为附录,介绍了实验仪器的结构和使用方法,实验注意事项及常见故障的检查与排除,实验用集成电路明细表等。

本书所编写的基本实验和设计性课题均在由国家教育委员会教学仪器研究所拨款立项,并通过专家鉴定的最新型“NET系列数字电子技术实验系统”新产品上进行的,也可在其它形式的实验装置上进行。

本书是在作者编写的《数字电子技术实验及应用指导书》和十多年来从事教学仪器研究、教学实验项目开发的经验基础上编成的。郁汉琪为本书主编,并编写了第一篇基本实验,第三篇附录的全部章节,第二篇的课题一至课题十一及课题十七至课题十九,屈波编写了第二篇的课题十二至课题十四,并编写了实验十七的部分内容,乐建华编写了第二篇的课题十五和十六。全书由郁汉琪整理定稿。

在本书的编写过程中,承蒙许多兄弟院校老师的热心帮助和支持;东南大学自控系丁康源教授自始至终给予了热情的关心和指导,并对全书进行了认真的审阅和修改,提出了有益的建议和意见;上海交通大学信控系朱承高高级工程师(教授级)、以及南京数控培训中心领导和其他有关同志给予了大力关心、支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

编著者

1994年9月于南京

目 录

第一篇 数字电子技术基本实验

实验一 数制及半导体器件的基本知识	(1)
实验二 门电路	(7)
实验三 TTL / CMOS 门电路参数测试	(11)
实验四 OC 门和三态门的应用	(17)
实验五 译码器和编码器	(22)
实验六 半加器、全加器及数据选择器、分配器	(28)
实验七 触发器	(33)
实验八 计数器	(42)
实验九 寄存器、移位寄存器及其应用	(54)
实验十 顺序脉冲发生器	(63)
实验十一 计数、译码与显示	(68)
实验十二 读 / 写存储器	(76)
实验十三 脉冲的产生与整形	(81)
实验十四 555 定时电路及其应用	(92)
实验十五 数模转换器	(96)
实验十六 模数转换器	(101)
实验十七 可编程逻辑器件的应用	(106)

第二篇 数字电子技术应用课题设计

课题一 十翻二运算电路设计	(114)
课题二 数字电子钟逻辑电路设计	(119)
课题三 交通灯控制逻辑电路设计	(124)
课题四 转速测量显示逻辑电路设计	(130)
课题五 数字频率计逻辑电路设计	(136)
课题六 智力竞赛抢答器逻辑电路设计	(143)
课题七 复印机逻辑控制电路设计	(147)
课题八 定时控制器逻辑电路设计	(153)
课题九 脉冲按键电话显示逻辑电路设计	(158)

课题十	乒乓游戏机逻辑电路设计	(163)
课题十一	足球比赛游戏机逻辑电路设计	(169)
课题十二	家用电风扇控制逻辑电路设计	(173)
课题十三	用 GAL 实现步进电机脉冲分配器的电路设计	(179)
课题十四	多种波形发生器电路设计	(185)
课题十五	鉴向倍频逻辑电路设计	(192)
课题十六	脉冲调相器控制电路设计	(196)
课题十七	出租车计价器控制电路设计	(201)
课题十八	一位机最小系统逻辑电路设计	(207)
课题十九	数控逐点比较法直线插补逻辑电路设计	(215)

第三篇 附 录

附录一	NET 系列数字电子技术实验系统的结构及使用说明	(225)
附录二	实验注意事项及常见故障的检查与排除	(241)
附录三	实验用集成电路明细表	(244)

参考文献	(248)
------------	-------

第一篇 数字电子技术基本实验

实验一 数制及半导体器件的基本知识

一、实验目的

1. 熟悉二进制、十进制、十六进制的表示方法。
2. 掌握二极管、三极管的开关特性。
3. 学会分立元件门电路逻辑功能的测试方法。

二、实验原理和电路

1. 数制

十进制是人们在日常生活及生产中最熟悉、应用最广泛的计数方法。它由 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 十个不同的数字符号组成，是以 10 为基数的计数体制。

二进制是数字电路和计算机中采用的一种数制，它由 0、1 两个符号组成，是以 2 为基数的计数体制。二进制由于只有两个数字符号 0 和 1，因此很容易用电路元件的状态来表示。例如，三极管的截止和饱和，继电器的接通和断开，灯泡的亮和灭，电平的高和低等，都可以将其中一个状态定为 0，另一个状态定为 1。此外，二进制数字运算比较简单，存贮和传送也十分可靠。

同样表示一个数，二进制数所表示的数与十进制所表示的数位不一样。例如十进制数 25 表示为二进制数为 11001，需 5 位。在计算机中进行的各种操作，通常先进行“十翻二”运算，待结果出来后，再进行“二翻十”操作。

由于二进制数比十进制位数多，不便于书写和记忆，因此在计算机应用中，经常用十六进制数来表示。

十六进制是以 16 为基数的计数体制，共有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A (10)、B (11)、C (12)、D (13)、E (14)、F (15) 16 个数字符号。

十进制、二进制、十六进制数制对照表如表 1.1.1 所示。

表 1.1.1 数制对照表

对照内容	十进制	二进制	十六进制
数字符号	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	0, 1	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F
进位规律	逢十进一 (借一当十)	逢二进一 (借一当二)	逢十六进一 (借一当十六)
基数 R	10	2	16
权	10^i	2^i	16^i
任意整数、 小数表达式	$(N)_{10} = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} K_i \times 10^i$	$(N)_2 = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} K_i \times 2^i$	$(N)_{16} = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} K_i \times 16^i$

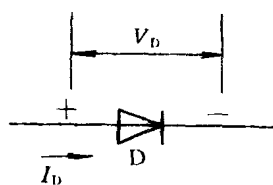
数制之间是可以相互转换的，具体方法参考有关教材。这里我们列出 16 以内应熟记的二进制、十进制、十六进制数制的表示，如表 1.1.2 所示。

2. 二极管的开关特性

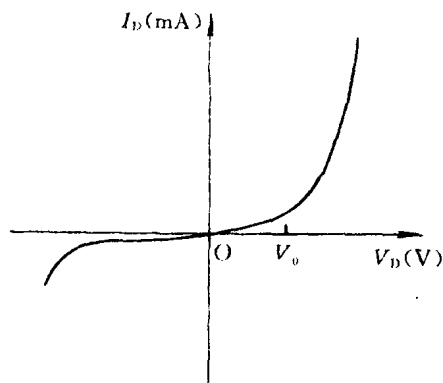
二极管的主要特点是单向导电性。图 1.1.1 是我们在数字电路中常用的硅二极管伏安特性曲线。由图可见，当加在二极管上的正向电压 V_D 大于死区电压 V_0 时，管子开始导通，此后电流 I_D 随着 V_D 的增加而急剧增加。当 V_D 小于 V_0 时， I_D 已经很小，而且基本不变。因此，我们常在实际应用时，把二极管当作一个理想的开关元件，即 $V_D > 0.7V$ 时，二极管导通； $V_D < 0.7V$ 时，二极管截止。

表 1.1.2 0~15 数制对照表

进制	十进制	十六进制
0 0 0 0	0	0
0 0 0 1	1	1
0 0 1 0	2	2
0 0 1 1	3	3
0 1 0 0	4	4
0 1 0 1	5	5
0 1 1 0	6	6
0 1 1 1	7	7
1 0 0 0	8	8
1 0 0 1	9	9
1 0 1 0	10	A
1 0 1 1	11	B
1 1 0 0	12	C
1 1 0 1	13	D
1 1 1 0	14	E
1 1 1 1	15	F



(a) 电压、电流方向



(b) 伏安特性曲线

图 1.1.1 二极管特性

3. 三极管的开关特性

三极管是数字电路中最基本的开关元件，多数工作在饱和导通或截止这两种工作状态

下，并在这两种工作状态之间进行快速转换。在图 1.1.2 所示电路中，当输入端加电压 $V_i = 0V$ 时，三极管截止；当 V_i 变化到 $+3V$ 时，三极管饱和导通。

通常我们把三极管的基极电流 I_B 大于临界饱和时的数值 I_{BS} 称为饱和导通条件。而把基极电压 V_{BE} 小于 $0.5V$ 作为三极管截止的条件。

4. MOS 场效应管的开关特性

MOS 场效应管也是一种具有 PN 结的半导体器件，它是利用电场的效应来控制电流的，是属于电压控制类型的器件。它有 N 型和 P 型两种导电沟道，并且还有结型和绝缘栅型两种结构。

由 N、P 沟道增强型 MOS 管构成的简单电路如图 1.1.3 所示。对于 N 沟道增强型 MOS 管来说，其开启电压 V_T 典型值为 $4V$ 左右。当 $V_{GS} > V_T$ 时，MOS 管导通； $V_{GS} < V_T$ 时，MOS 管截止。对 P 沟道增强型 MOS 管来说， V_T 典型值为 $-4V$ 左右。 $V_{GS} > V_T$ 时，MOS 管截止； $V_{GS} < V_T$ 时，MOS 管导通。

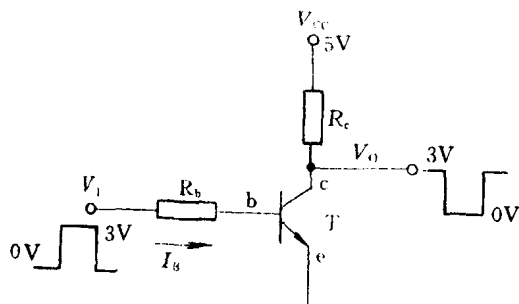
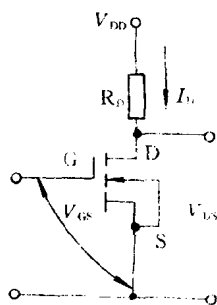
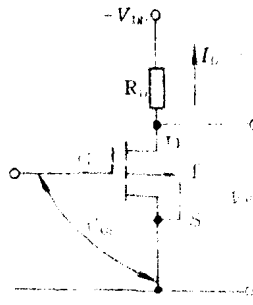


图 1.1.2 三极管工作状态的转化



(a) N 沟道增强型



(b) P 沟道增强型

图 1.1.3 MOS 管构成的简单电路

5. 分立元件门电路

在数字电路中，门电路大多是集成的，只有少量的（或大功率电路中）用到分立元件门电路。这些分立元件门电路就是由二极管、三极管及电阻等组成的。有关门电路见下节有关实验电路。

三、实验内容和步骤

1. 二进制的认识实验

将 NET 系列数字电子技术实验系统上的四只逻辑开关分别接四只发光二极管, 如图 1.1.4 所示。

分别拨动逻辑开关 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 为表 1.1.2 十六种二进制状态, 通过 LED 显示, 熟记它所对应的十进制、十六进制所表示的数。

2. 二极管开关特性测试

(1) 按图 1.1.5 (a) 接线, 输入 V_i 接逻辑开关 K , 输出 V_o 接 LED 发光二极管, 电阻一端接二极管 D 的负极, 一端接实验系统地。

(2) 接通实验系统电源 (5V), 拨动逻辑开关, 使之输入逻辑 1 ($>3V$) 或逻辑 0 (0V) 电平, 用万用表测量电压 V_D 和 V_o , 并分别将结果填入表 1.1.3 中。

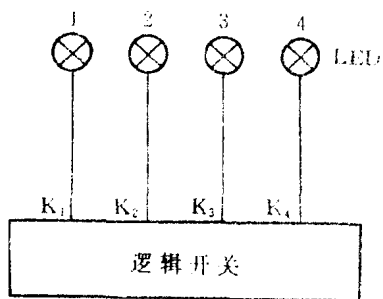
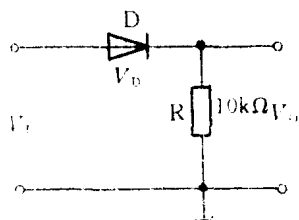
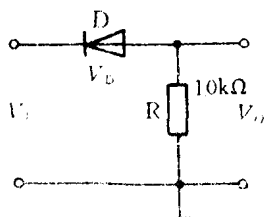


图 1.1.4 二进制制实验接线图



(a) D 正偏



(b) D 反偏

图 1.1.5 二极管开关特性测试电路

(3) 改变 D 的方向, 按图 1.1.5 (b) 接线, 重复第二步。

3. 三极管开关特性测试

(1) 按图 1.1.6 所示在实验系统上接好线, 其中 $R_b = 1k\Omega$, $R_c = 2k\Omega$, $V_{CC} = 5V$, T 为 3DG6 (或 9011)。输入端 V_i 接逻辑开关, (若自选参数, 则要求输入分别为高、低电平时, T 分别能可靠地饱和、截止)。

(2) 接通实验系统电源, 拨动逻辑开关, 在输入端分别加入高 (逻辑 1) 或低 (逻辑 0) 电平时, 按表 1.1.4 要求测量和记录有关电压、电流值。测量电流时, 断开电路, 将万用表串入电路中。

(3) 将 V_o 接实验箱上 LED 发光二极管, 拨动逻辑开关, 观察输入与输出的逻辑关系。

表 1.1.3 二极管特性记录表

D 的状态	$V_i(V)$	$V_D(V)$	$V_o(V)$
正偏	逻辑 1		
	逻辑 0		
反偏	逻辑 1		
	逻辑 0		

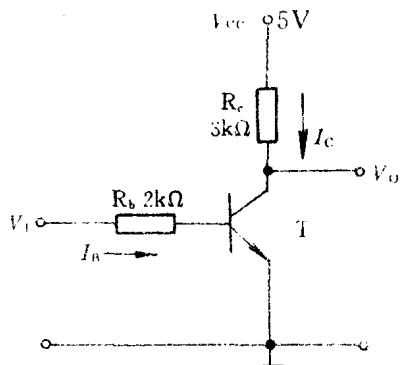


图 1.1.6 三极管开关特性测试实验电路

表 1.1.4 三极管开关特性记录表

V_i (V)	I_B (mA)	I_c (mA)	V_B	V_O	T 的状态

④ 用双踪示波器观察输入、输出信号的相位关系。

按图 1.1.6, 把输入端 V_i 改接到实验系统连续脉冲输出端 (频率调至 1kHz 左右), 同时接双踪示波器 Y_A ; 电路输出端 V_O 接示波器 Y_B 输入, 示波器显示方式置交替, 适当调节“电平”和“扫描速度”旋钮, 观察输入、输出信号的相位关系。

4. MOS 管的开关特性测试

① 按图 1.1.3 (a) 接线, 其中 $R_D = 100k\Omega$, $V_{DD} = 10V$, MOS 管为 3DO6。

② 接通电源。 V_{GS} 加 $V_{DD} = 10V$, 用表测量 V_{DS} , I_D 的值并记录。 V_{GS} 为 0V, 用表测量 V_{DS} , I_D 的值, 并记录, 填入表 1.1.5 中。

表 1.1.5 MOS 管开关特性记录表

V_i (V)	I_D (mA)	V_{DS} (V)	T 的状态

5. 分立元件门电路逻辑功能测试

① 与门逻辑功能测试

a. 在实验系统上, 按图 1.1.7 所示电路连线。

b. 输入端 A 、 B 接逻辑开关, 输出接发光二极管和万用表, 按表 1.1.6 要求测试并记录输出端逻辑状态, 写出 Y 逻辑表达式。

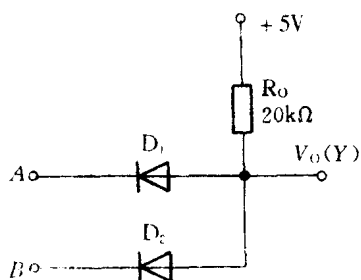


图 1.1.7 二极管“与”逻辑电路

表 1.1.6 “与”逻辑功能状态表

A	B	V_O (V)	Y 状态
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

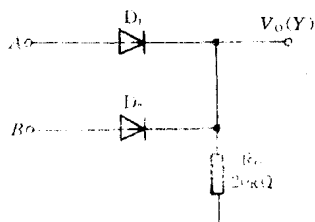


图 1.1.8 二极管“或”逻辑功能

表 1.1.7 “或”逻辑功能状态表

A	B	V_O (V)	Y 状态
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

② 或门逻辑功能测试

按图 1.1.8 在实验系统上接线。其余测试方法同上，结果填入表 1.1.7 中。

四、 实验器材

1. NET 系列数字电子技术实验系统	1 台
2. 直流稳压电源	1 台
3. 双踪示波器	1 台
4. 万用表	2 只
5. 元器件:	
3DG6 (9011)、3DO6	各 1 只
1N4001	2 只
2k Ω 、3k Ω 、10k Ω 、20k Ω 、100k Ω 电阻	各 1 只

五、 预习要求

1. 复习数制的基本概念。
2. 复习二极管、三极管、MOS 管的开关特性。
3. 复习“与”、“或”、“非”等逻辑功能的意义。
4. 阅读 NET 系列数字电子技术实验系统结构和使用说明（见附录一）。
5. 了解双踪示波器面板各旋钮的作用和使用方法（见各校所用示波器说明书）。

六、 实验报告要求

1. 按要求填写各实验表格。
2. 说明半导体二极管导通和截止，三极管、MOS 管导通、饱和与截止的各自条件与特点。
3. 在分立元件与、或门中，若输入有一个分别接高或地，对输出有何影响？

实验二 门电路

一、实验目的

1. 验证常用 TTL、CMOS 集成门电路逻辑功能。
2. 掌握各种门电路的逻辑符号。
3. 了解集成电路的外引线排列及其使用方法。

二、实验原理和电路

集成逻辑门电路是最简单、最基本的数字集成元件。任何复杂的组合电路和时序电路都可用逻辑门通过适当的组合连接而成。目前已有门类齐全集成门电路，例如“与门”、“或门”、“非门”、“与非门”等。虽然，中、大规模集成电路相继问世，但组成某一系统时，仍少不了各种门电路。因此，掌握逻辑门的工作原理，熟练、灵活地使用逻辑门是数字技术工作者所必备的基本功之一。

1. TTL 门电路

TTL 集成电路由于工作速度高、输出幅度较大、种类多、不易损坏而使用较广，特别对学生实验论证，选用 TTL 电路比较合适。因此，本书大多采用 74LS (或 74) 系列 TTL 集成电路。它的工作电源电压为 $5V \pm 0.5V$ ，逻辑高电平 1 时 $>2.4V$ ，低电平 0 时 $<0.4V$ 。

图 1.2.1 为 2 输入“与门”，2 输入“或门”，2 输入 4 输入“与非门”和反相器的逻辑符号图。它们的型号分别是 74LS08 2 输入端四“与门”，74LS32 2 输入端四“或门”，74LS00 2 输入端四“与非门”，74LS20 4 输入端二“与非门”和 74LS04 六反相器 (“反相器”即“非门”)。各自的逻辑表达式分别为：与门 $Q = A \cdot B$ ，或门 $Q = A + B$ ，与非门 $Q = \overline{A \cdot B}$ ， $Q = \overline{A \cdot B \cdot C \cdot D}$ ，反相器 $Q = \overline{A}$ 。

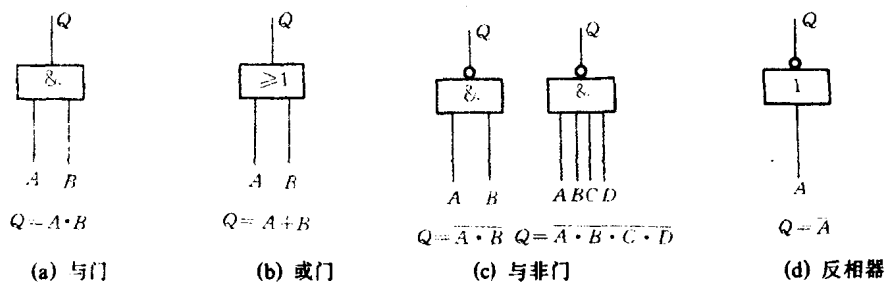


图 1.2.1 TTL 基本逻辑门电路

TTL 集成门电路外引脚分别对应逻辑符号图中的输入、输出端。电源和地一般为集成块的两端，如 14 脚集成电路，则 7 脚为电源地 (GND)、14 脚为电源正 (V_{CC})，其余引脚为输入和输出，如图 1.2.2 所示。

外引脚的识别方法是：将集成块正面对准使用者，以凹口左边或小标志点“·”为起始脚 1，逆时针方向向前数 1, 2, 3, …… n 脚。使用时，查找 IC 手册即可知各管脚功能。

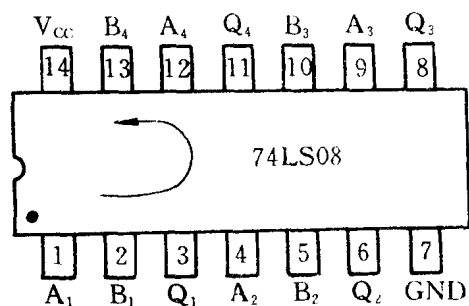


图 1.2.2 集成电路管脚排列

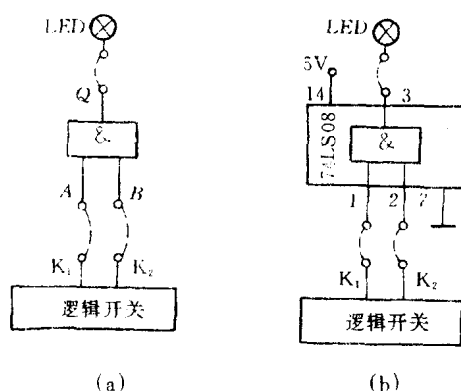


图 1.2.3 TTL 门电路实验接线图

2. CMOS 门电路

CMOS 集成电路功耗极低，输出幅度大，噪声容限大，扇出能力强，电源范围较宽，应用很广。但 CMOS 电路应用时，必须注意以下几个方面：① 不用的输入端不能悬空。② 电源电压使用正确，不得接反。③ 焊接或测量仪器必须可靠接地。④ 不得在通电情况下，随意拔插输入接线。⑤ 输入信号电平应在 CMOS 标准逻辑电平之内。

CMOS 集成门电路逻辑符号、逻辑关系及外引脚排列方法均同 TTL，所不同的是型号和电源电压范围。

选用 CC4000 (CD4000) 系列的 CMOS 集成电路，电源电压范围为 +3V ~ +18V。而选用 C000 系列的 CMOS 集成电路，电源电压范围为 +7V ~ 15V。因此，设计 CMOS 电路时应注意对电源电压的选择。

三、实验内容和步骤

1. TTL 门电路逻辑功能验证

(1) 按图 1.2.1 在实验系统 (箱) 上找到相应的门电路。并把输入端接实验箱的逻辑开关，输出端接发光二极管。如图 1.2.3 (a) 所示 TTL 与门电路逻辑功能验证接线图。若实验系统上无门电路集成元件，可把相应型号的集成电路插入实验箱集成块空插座上，由线卡接电源正、负极，输入端接逻辑开关，输出端接 LED 发光二极管，即可进行验证实验，如图 1.2.3 (b) 所示。