

新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材



应用电子技术专业

数字电子技术 项目教程

谢兰清 黎艺华 主 编
张 翔 主 审

010101001
010101001010010101010010100101010
01010100101001010101
01010100101001010100101001010100101001
01010100101
010101001010010101010010100
010101001010010101010010100101010
01010100101001010101
01010100101001010100101001010100101001
01010100101
010101001010010101010010100
010101001
0101010010100101010010100101010
01010100101001010101
01010100101001010100101001010100101001
01010100101
010101001010010101010010100
010101001
0101010010100101010010100101010
01010100101001010101
10100101001010101001010010101001010101
10100101
101001010010101010010100
101001



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·应用电子技术专业

数字电子技术项目教程

谢兰清 主 编
黎艺华
张 翔 主 审

電子工業出版社·

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书根据高职高专教育的特点,以高职院校电类相关专业的人才培养目标为根本,以毕业生职业岗位的能力为依据,强调对学生应用能力和实践能力的培养,重点突出职业特色。

本书依据《数字电子技术》教学大纲的要求,以数字电子技术中的典型项目为载体,将教学内容按项目模块编写,全书的内容包括:简单抢答器的制作、产品质量检测仪的设计与制作、一位加法计算器的设计与制作、电动机运行故障监测报警电路的制作、由触发器构成的改进型抢答器的制作、数字电子钟的设计与制作、叮咚门铃电路的制作、数字电压表的设计与制作、锯齿波发生器的设计与制作等。以完成工作任务为主线,链接相应的理论知识和技能实训,融“教、学、做”为一体,充分体现课程改革的新理念。本教材适合边教、边学、边做的教学方法。

本书中穿插一些“小知识”、“小技能”、“思考”、“小问答”等小栏目,突出实际工作中的重点,并使全书形式活泼。本书配有教学课件、教学大纲、教学指导教案及试题库等教学辅助资料。

本书实用性强,可作为高职高专院校电子信息类专业的教材,也可供从事相应工作的技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术项目教程 / 谢兰清, 黎艺华主编. —北京: 电子工业出版社, 2010.2

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·应用电子技术专业

ISBN 978-7-121-10406-0

I. 数… II. ①谢… ②黎… III. 数字电路—电子技术—高等学校: 技术学校—教材 IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 027494 号

策 划: 陈晓明

责任编辑: 赵云峰 特约编辑: 张晓雪

印 刷: 北京市顺义兴华印刷厂

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 11.25 字数: 288 千字

印 次: 2010 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 18.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

根据高职高专教育由“重视规模发展”转向“注重提高质量”的发展要求，高职教学应以培养就业市场为导向的具备职业化特征的高素质技能型人才为目标。结合教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》（教高【2006】16 号文）精神，本着“以服务为宗旨、以就业为导向、以能力为本位”的指导思想，我们在深入开展以项目教学为主体的专业课程改革过程中，编写了《数字电子技术项目教程》项目教材。通过到工厂企业的生产一线进行广泛的专业调研，明确本教材的编写以电子信息类专业学生的就业为导向，根据行业专家及企业技术人员对专业所涵盖的岗位群进行的工作任务和职业能力的分析，以电子信息类专业共同具备的岗位职业能力为依据，遵循学生认知规律，紧密结合职业资格证书中对电子技能所做的要求，确定项目模块和课程内容。所有的实践项目都来自于实用的电子产品或与电子产品的开发、设计、生产与维修的工作过程密切相关。

本教材在如下方面体现出高职教育的特色：

（1）将理论教学与实践教学融于一体，适合边教、边学、边做的教学方法。

全书共安排了 9 个项目，围绕项目和任务展开课程教学内容及相关技能实训，通过项目化、模块化的课程实现理论与实践的密切结合。

（2）着眼应用。特别是集成电路强调以应用为主，对集成电路内部分析不作要求，并且削减分立，突出集成。

（3）把握理论上的“度”。数字电子技术是当前发展较快的学科之一，其发展主要体现在数字电路器件与系统的设计方法、制作技术，以及对数字信号处理的方法上。对于数字电子技术部分的课程教学，本书力图以“必需、够用”为度，从了解技术的发展趋势出发，简单介绍可编程逻辑器件。

（4）可操作性强。该教材的实践项目不仅实用性强，而且可操作性强。通过编者的教学实践表明，高职学生都能够在教师的指导下，很好地完成各项目的电路设计与制作工作，并使之实现相应的电路功能。

本书的参考学时如下：

课 程 内 容	学 时	课 程 内 容	学 时
项目 1. 简单抢答器的制作	12	项目 6. 数字电子钟的设计与制作	16
项目 2. 产品质量检测仪的设计与制作	8	项目 7. 叮咚门铃的制作	6
项目 3. 一位加法计算器的设计与制作	16	项目 8. 数字电压表的设计与制作	10
项目 4. 电动机运行故障监测报警电路的制作	6	项目 9. 锯齿波发生器的设计与制作	8
项目 5. 由触发器构成的改进型抢答器的制作	8	合计	90

谢兰清、黎艺华担任主编，并共同策划了全书内容及组织结构，其中黎艺华编写项目

4、7、8、9，谢兰清编写项目 1、2、3、5、6，并由谢兰清负责全书统稿。

本教材由柳州职业技术学院张翔教授担任主审，张翔教授在百忙之中对全部书稿进行了详细的审阅，并提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢！由于编者水平有限，时间仓促，书中难免有疏漏之处，殷切希望使用本教材的师生和读者批评指正。

编 者

2009 年 9 月

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”

编写的院校名单（排名不分先后）

桂林工学院南宁分院

江西信息应用职业技术学院

江西蓝天职业技术学院

吉林电子信息职业技术学院

保定职业技术学院

安徽职业技术学院

杭州中策职业学校

黄石高等专科学校

天津职业技术师范学院

福建工程学院

湖北汽车工业学院

广州铁路职业技术学院

台州职业技术学院

重庆科技学院

济宁职业技术学院

四川工商职业技术学院

吉林交通职业技术学院

连云港职业技术学院

天津滨海职业技术学院

杭州职业技术学院

重庆电子工程职业学院

重庆工业职业技术学院

广州大学科技贸易技术学院

湖北孝感职业技术学院

江西工业工程职业技术学院

四川工程职业技术学院

广东轻工职业技术学院

广东师范职业技术学院

西安理工大学

辽宁大学高职学院

天津职业大学

天津大学机械电子学院

九江职业技术学院

包头职业技术学院

北京轻工职业技术学院

黄冈职业技术学院

郑州工业高等专科学校

泉州黎明职业大学

浙江财经学院信息学院

南京理工大学高等职业技术学院

南京金陵科技学院

无锡职业技术学院

西安科技学院

西安电子科技大学

河北化工医药职业技术学院

石家庄信息工程职业学院

三峡大学职业技术学院

桂林电子工业学院高职学院

桂林工学院
南京化工职业技术学院
湛江海洋大学海滨学院
江西工业职业技术学院
江西渝州科技职业学院
柳州职业技术学院
邢台职业技术学院
漯河职业技术学院
太原电力高等专科学校
苏州经贸职业技术学院
金华职业技术学院
河南职业技术师范学院
新乡师范高等专科学校
绵阳职业技术学院
成都电子机械高等专科学校
河北师范大学职业技术学院
常州轻工职业技术学院
常州机电职业技术学院
无锡商业职业技术学院
河北工业职业技术学院
天津中德职业技术学院
安徽电子信息职业技术学院
合肥通用职业技术学院
安徽职业技术学院
上海电子信息职业技术学院
上海天华学院
江苏工业学院
浙江工商职业技术学院

河南机电高等专科学校
深圳信息职业技术学院
湖南信息职业技术学院
江西交通职业技术学院
沈阳电力高等专科学校
温州职业技术学院
温州大学
广东肇庆学院
湖南铁道职业技术学院
宁波高等专科学校
南京工业职业技术学院
浙江水利水电专科学校
成都航空职业技术学院
吉林工业职业技术学院
上海新侨职业技术学院
天津渤海职业技术学院
驻马店师范专科学校
郑州华信职业技术学院
浙江交通职业技术学院
江门职业技术学院
广西工业职业技术学院
广州今明科技公司
无锡工艺职业技术学院
江阴职业技术学院
南通航运职业技术学院
山东电子职业技术学院
潍坊学院
广州轻工高级技工学校

目 录

绪论	(1)
项目 1 简单抢答器的制作	(5)
1.1 工作任务 简单抢答器的制作	(5)
1.2 知识链接 1 逻辑代数的基本知识	(7)
1.2.1 逻辑变量和逻辑函数	(7)
1.2.2 逻辑运算	(8)
1.2.3 逻辑函数的表示方法	(12)
1.2.4 逻辑代数的基本定律	(13)
1.3 知识链接 2 逻辑门电路的基础知识	(14)
1.3.1 基本逻辑门	(14)
1.3.2 复合逻辑门	(16)
1.3.3 TTL 集成门电路	(17)
1.3.4 CMOS 集成门电路	(22)
1.4 技能训练 常用集成门电路的逻辑功能测试	(24)
1.5 知识拓展 1 不同类型集成门电路的接口	(27)
1.5.1 TTL 集成门电路驱动 CMOS 集成门电路	(28)
1.5.2 CMOS 集成门电路驱动 TTL 集成门电路	(29)
1.6 知识拓展 2 面包板的使用	(29)
习题 1	(30)
项目 2 产品质量检测仪的设计与制作	(33)
2.1 工作任务 1 产品质量检测仪的制作	(33)
2.2 知识链接 1 逻辑函数的化简方法	(36)
2.2.1 公式化简法	(36)
2.2.2 卡诺图化简法	(37)
2.3 知识链接 2 组合逻辑电路的分析与设计	(42)
2.3.1 组合逻辑电路概述	(42)
2.3.2 组合逻辑电路的分析	(42)
2.3.3 组合逻辑电路的设计	(43)
2.4 工作任务 2 产品质量检测仪的设计	(44)
习题 2	(46)
项目 3 一位加法计算器的设计与制作	(47)
3.1 知识链接 1 数制与编码的基础知识	(47)
3.1.1 数制	(47)

3.1.2 不同数制之间的转换	(48)
3.1.3 编码	(49)
3.2 知识链接 2 编码器	(50)
3.2.1 二进制编码器	(50)
3.2.2 二—十进制编码器	(51)
3.3 知识链接 3 译码器	(52)
3.3.1 二进制译码器	(52)
3.3.2 二—十进制译码器	(53)
3.3.3 译码器的应用	(54)
3.4 技能训练 1 译码器逻辑功能测试及应用	(55)
3.5 知识链接 4 数字显示电路	(57)
3.5.1 数码显示器件	(57)
3.5.2 显示译码器	(58)
3.6 技能训练 2 计算器数字显示电路的制作	(61)
3.7 知识链接 5 加法器	(63)
3.7.1 半加器	(63)
3.7.2 全加器	(64)
3.7.3 多位加法器	(65)
3.8 知识链接 6 寄存器	(66)
3.9 工作任务 一位加法计算器的设计与制作	(67)
习题 3	(71)
项目 4 电动机运行故障监测报警电路的制作	(73)
4.1 工作任务 电动机运行故障监测报警电路的制作	(73)
4.2 知识链接 数据选择器与数据分配器	(75)
4.2.1 数据选择器	(76)
4.2.2 数据分配器	(77)
4.3 知识拓展 大规模集成组合逻辑电路	(78)
4.3.1 存储器的分类	(78)
4.3.2 只读存储器(ROM) 的结构原理	(79)
4.3.3 可编程逻辑阵列 PLA	(81)
习题 4	(82)
项目 5 由触发器构成的改进型抢答器的制作	(84)
5.1 工作任务 由触发器构成的改进型抢答器的制作	(84)
5.2 知识链接 1 触发器的基础知识	(87)
5.2.1 基本 RS 触发器	(88)
5.2.2 同步 RS 触发器	(89)
5.2.3 主从触发器	(90)
5.2.4 边沿触发器	(91)
5.3 知识链接 2 常用集成触发器的产品简介	(91)

5.3.1 集成 JK 触发器	(91)
5.3.2 集成 D 触发器	(92)
5.4 知识拓展 触发器的转换	(93)
5.4.1 JK 触发器转换为 D 触发器	(93)
5.4.2 JK 触发器转换为 T 触发器和 T' 触发器	(94)
5.4.3 D 触发器转换为 T 触发器	(94)
习题 5	(95)
项目 6 数字电子钟的设计与制作	(98)
6.1 知识链接 1 计数器及应用	(98)
6.1.1 二进制计数器	(98)
6.1.2 十进制计数器	(100)
6.1.3 实现 N 进制计数器的方法	(102)
6.2 技能训练 计数、译码和显示电路综合应用	(106)
6.3 知识链接 2 数字电子钟的电路组成与工作原理	(109)
6.3.1 电路组成	(109)
6.3.2 电路工作原理	(109)
6.3 工作任务 数字电子钟的设计与制作	(113)
习题 6	(119)
项目 7 叮咚门铃的制作	(120)
7.1 工作任务 叮咚门铃的制作	(120)
7.2 知识链接 555 定时器及应用	(122)
7.2.1 555 定时器的电路结构及其功能	(123)
7.2.2 555 定时器构成多谐振荡器	(124)
7.2.3 555 定时器构成单稳态触发器	(128)
7.2.4 555 定时器构成施密特触发器	(130)
习题 7	(133)
项目 8 数字电压表的设计与制作	(135)
8.1 工作任务 数字电压表的设计与制作	(135)
8.2 知识链接 模/数转换器 (A/D 转换器)	(138)
8.2.1 A/D 转换器的基本原理	(139)
8.2.2 并行比较 A/D 转换电路	(140)
8.2.3 A/D 转换器的主要技术指标	(141)
8.2.4 三位半集成 ADC 芯片 MC14433	(141)
习题 8	(143)
项目 9 锯齿波发生器的设计与制作	(145)
9.1 工作任务 锯齿波发生器的设计与制作	(145)
9.2 知识链接 数/模转换器 (D/A 转换器)	(147)
9.2.1 权电阻网络 D/A 转换电路	(148)
9.2.2 R-2R 倒 T 形电阻网络 D/A 转换电路	(149)

9.2.3 D/A 转换器的主要技术指标	(151)
9.2.4 8 位集成 DAC 芯片 DAC0832	(151)
习题 9	(153)
附录	(155)
附录 A 74 系列集成芯片型号、名称对照表	(155)
附录 B 常见集成芯片管脚图	(158)
参考文献	(170)

绪 论

一、数字信号和模拟信号

在我们周围存在着许多物理量，我们分析它们的信号波形可以发现有两种性质不同的物理量（见图 0.1 和图 0.2）。

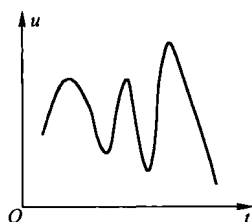


图 0.1 模拟信号

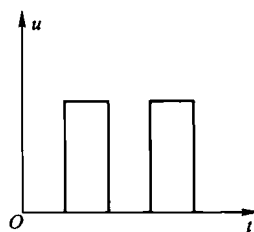


图 0.2 数字信号

1. 模拟信号

在时间、数值上均连续的信号。即，数值随时间作连续变化的信号。典型的代表有温度、速度、压力、磁场、电场等物理量通过传感器变成的电信号。

2. 数字信号

在时间和数值上均离散的信号。即，在时间上是不连续的，在数值上也是不连续的信号。典型的代表是方波。

二、数字电路和模拟电路

1. 模拟电路

用于传递、处理模拟信号电子线路。其输入信号为模拟信号，输出信号也为模拟信号。模拟电路已经渗透到各个领域，如无线电通信、工业自动化控制、电子仪器仪表、以及文化生活中的电视、录音、录像等家用电器中（也有采用数字电路的）。

2. 数字电路

用于传递、处理数字信号电子线路。其输入信号为数字信号，或输出信号为数字信号。即，能够实现对数字信号的传输、逻辑运算、控制、记数、寄存、显示及脉冲信号的产生和转换。数字电路被广泛地应用于数字电子计算机、数字通信系统、数字式仪表、数字控制装置及工业逻辑系统等领域。

例如，对某一机械零件生产线的产品进行自动计数。如图 0.3(a)所示，当一个零件从电

光源与光电传感器之间穿过时，光电传感器被遮挡一次，相应产生一个电信号；没有零件通过时，光电传感器不产生信号。电信号经过放大、整形处理，波形如图 0.3(b)所示。将该矩形脉冲送入计数器，计数器累计的脉冲个数就是产品传送的个数。计数器中的数值再经寄存、译码，最后通过显示器直接显示出来。

在上述简单的例子中，已涉及脉冲信号的放大整形、脉冲信号的发生、控制、计数、寄存、译码、显示等典型的数字单元电路。数字电路包含的内容是广泛的，本书除主要研究上述各种基本单元电路外，还将介绍常用的数字部件，如存储器、数/模转换器和模/数转换器等。

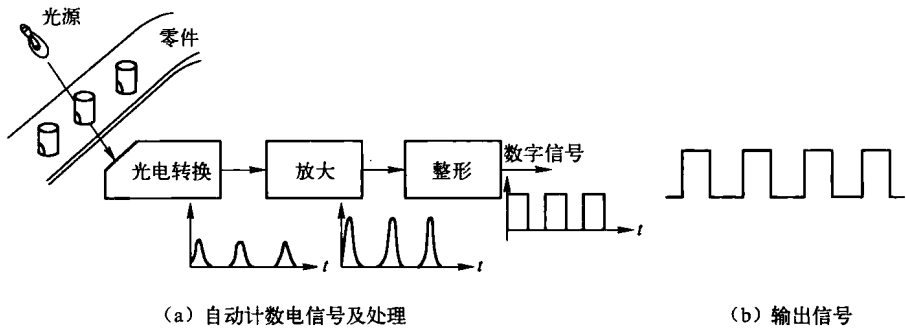


图 0.3 产品自动计数示意图

三、数字电路的优点和应用概述

1. 数字电路的优点

- (1) 便于集成生产，通用性强，使用方便，如计算机。
- (2) 工作可靠性高、抗干扰能力强，如数字通信。
- (3) 易于存储、加密、压缩、传输和再现，如光盘和数字通信。

2. 数字电路的应用

目前，数字电路在数字通信、电子计算机、自动控制、电子测量仪器等方面已得到广泛的应用。

(1) 数字通信。用数字电路构成的数字通信系统与传统的模拟通信系统比较，不仅抗干扰能力强，保密性能好、适于多路远程传输，而且还能应用于计算机进行信息处理和控制，实现以计算机为中心的自动交换通信网。

(2) 电子计算机。以数字电路构成的数字计算机处理信息能力强、运算速度快、工作稳定可靠，便于参与过程控制。

(3) 自动控制。数字电路构成的自动控制系统具有快速、灵敏、精确等特点，如数控机床、电厂参数的远距离测控、卫星测控等。

(4) 电子测量仪器。用数字电路构成的测量仪器与模拟测量仪器比较，不仅测量精度高、测试功能强，而且便于进行数据处理，实现测量自动化、智能化。

以上仅概括说明了数字电路的一些应用。实际上，数字电路的应用是广泛的。随着数字电

路应用领域的扩大, 数字电子技术将更深入地渗透到国民经济各个部门中去, 并产生越来越深刻的影响。因此, 数字电子技术是现代电子工程技术人员必须掌握的一门技术基础知识。

四、数字电路的分类

(1) 按电路结构不同, 可分为分立电路和集成电路两种。

分立电路由二极管、三极管、电阻、电容等元件组成。集成电路则通过半导体制造工艺将这些元件做在一片芯片上。

随着集成电路技术的不断发展, 具有体积小、重量轻、功耗小、价格低、可靠性高等特点的集成电路会逐步代替体积大、可靠性不高的分立电路。

集成电路按集成程度的不同可再细分为小、中、大、超大规模集成电路。

每片小规模集成电路 (SSI) 含有 10~100 个元件, 如逻辑门、触发器等逻辑单元电路; 每片中规模集成电路 (MSI) 含有 100~1000 个元件, 如计数器、译码器、编码器、数据选择器、寄存器、算术运算器、数值比较器、转换电路等逻辑部件; 每片大规模集成电路 (LSI) 含有 1000~10000 万个元件, 如中央控制器、存储器、转换电路等逻辑系统; 每片超大规模集成电路 (VLSI) 含有超过 1 万个元件, 如单片机等高集成度的数字逻辑电路。

(2) 按制作工艺不同, 可分为双极型和单极型两类。

双极型电路即 TTL 型, 是晶体管—晶体管逻辑门电路的简称, 主要由双极型三极管组成。TTL 集成电路生产工艺成熟, 产品参数稳定, 工作可靠, 开关速度高, 因此应用广泛。单极型电路即 MOS 型, 是金属—氧化物—半导体场效应管门电路的简称, 主要由场效应管级成, 优点是低功耗, 抗干扰能力高。

(3) 按结构和工作原理不同, 可分为组合逻辑电路和时序逻辑电路两类。

如果一个逻辑电路在任何时刻的输出状态只取决于当时的输入状态, 与电路原来的状态无关, 则该电路称为组合逻辑电路。如果在任一时刻, 电路的输出状态不仅取决于当时的输入状态, 还与前一时刻的状态有关, 则该电路称为时序逻辑电路。

五、学习方法

根据本课程的特点和专业需要, 在学习过程中应注意以下几点。

1. 注重掌握基本概念、基本原理、基本分析和设计方法

数字电子技术发展很快, 各种用途的电路千变万化, 但它们具有共同的特点, 所包含的基本原理、基本分析和设计方法是相通的。我们要学习的不是各种电路的简单罗列, 不是死记硬背各种电路, 而是要掌握它们的基本概念、基本原理、基本分析与设计方法。只有这样才能对给出的任何一种电路进行分析, 或者根据要求设计出满足实际需要的数字电路。

2. 抓重点, 注重掌握功能部件的外特性

数字集成电路的种类很多, 各种电路的内部结构及内部工作过程千差万别, 特别是大规模集成电路的内部结构更为复杂。学习这些电路时, 不可能也没有必要一一记住它们, 主要是了解电路结构特点及工作原理, 重点掌握它们的外部特性(主要是输入和输出之间的逻辑功能)和使用方法, 并能在此基础上正确地利用各类电路完成满足实际需要的逻辑设计

3. 注意理论联系实际

数字电子技术是一门实践性和应用性很强的学科，许多应用电路的设计与制作经过理论分析和计算得到的设计结果还必须搭建实际电路进行测试，以检验是否满足设计要求。因此本书均从最基本的应用实例出发，由实际问题入手，通过指导同学们完成各项工作任务，学习相关知识和理论，引出相关概念及相关电路，将技能训练和理论学习相结合，以达到学习要求。

项目 1 简单抢答器的制作

能力目标

- (1) 会识别和测试常用 TTL、CMOS 集成电路产品。
- (2) 能完成简单抢答器的制作。

知识目标

了解数字逻辑的概念，理解与、或、非三个基本逻辑关系。熟悉逻辑代数的基本定律和常用公式。掌握逻辑函数的正确表示方法。熟悉逻辑门电路的逻辑功能，了解集成逻辑门的常用产品，掌握集成逻辑门的正确使用。

1.1 工作任务 简单抢答器的制作

工作任务单

- (1) 小组制订工作计划。
 - (2) 识别抢答器原理图，明确元件连接和电路连线。
 - (3) 画出布线图。
 - (4) 完成电路所需元件的购买与检测。
 - (5) 根据布线图制作抢答器电路。
 - (6) 完成抢答器电路功能检测和故障排除。
 - (7) 通过小组讨论完成电路的详细分析及编写项目实训报告。
- 简单抢答器实物图和电路图如图 1.1、图 1.2 所示。

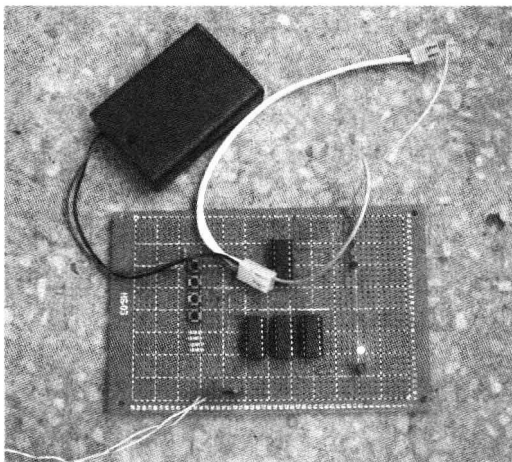


图 1.1 简单抢答器实物图

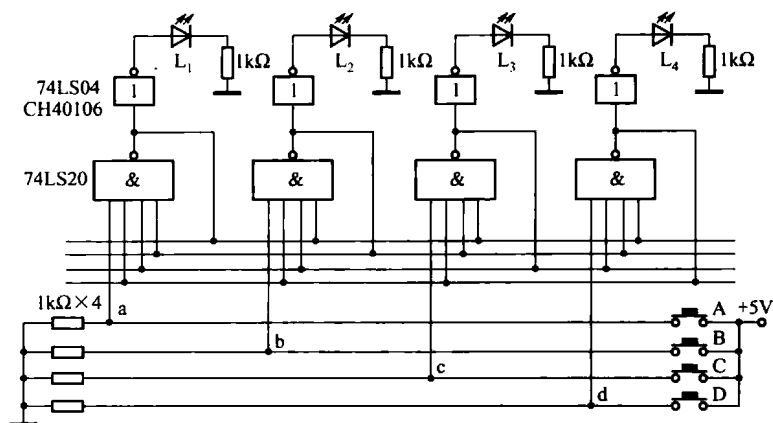


图 1.2 简单抢答器电路图

1. 实训目标

- (1) 了解集成逻辑门芯片的结构特点。
- (2) 体验由集成逻辑门实现复杂逻辑关系的一般方法。
- (3) 掌握集成逻辑门的正确使用。

2. 实训设备与器件

实训设备：数字电路实验装置 1 台

实训器件：双四输入与非门 74LS20 2 片，六非门 74LS04（或 CH40106）1 片，发光二极管 4 只， $1k\Omega$ 电阻 8 个，按钮开关 4 个，面包板、配套连接线等。

3. 实训电路与说明

(1) 逻辑要求。用集成门电路构成简易型四人抢答器。A、B、C、D 为抢答操作按钮开关。任何一个人先将某一开关按下且保持闭合状态，则与其对应的发光二极管（指示灯）被点亮，表示此人抢答成功；而紧随其后的其他开关再被按下，与其对应的发光二极管则不亮。

(2) 电路组成。实训电路如图 1.2 所示，电路中采用了两种不同的集成门电路，其中，74LS20 为双四输入与非门，可以实现 4 个输入信号与非的逻辑关系。74LS04 为六非门，也称为反相器，可以实现非逻辑关系。

(3) 电路的工作过程。初始状态（无开关按下）时，a、b、c、d 端均为低电平，各与非门的输出端为高电平，反相器的输出则都为低电平（小于 $0.7V$ ），因此全部发光二极管都不亮。当某一开关被按下后（如开关 A 被按下），则与其连接的与非门的输入端变为高电平，该与非门的输出端与其他 3 个与非门的输入端相连，它输出的低电平维持其他 3 个与非门输出高电平，因此其他发光二极管都不亮。

4. 实训电路的安装与功能验证

(1) 安装。按正确方法插好 IC 芯片，参照图 1.2 所示连接线路。电路可以连接在自制的 PCB(印刷电路板)上，也可以焊接在万能板上，或通过“面包板”插接。