



21st CENTURY

实用规划教材

21世纪全国高职高专
电子信息系列实用规划教材

数字电子技术与 项目训练教程

主 编 刘辉珞



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专电子信息系列实用规划教材

数字电子技术 与项目训练教程

主 编 刘辉珞

江苏工业学院图书馆
藏书章



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

数字电子技术是高职高专电子信息、自动化、计算机专业及相关专业的一门十分重要的专业技能基础课。本书是作者在多年从事数字电子技术教学的基础上,结合高职高专教育的“理论够用”、“内容适用”、“行动导学”、“提高技能”等特点而编写的。

本书共分9章,内容包括集成电路的基础知识、基础电子元器件的识别、数字电路入门、数字逻辑基础、逻辑门电路、组合逻辑电路分析与设计、触发器、时序逻辑电路分析与应用、存储器与可编程器件。

本书配有11个项目训练,重在加强学生的技能训练,培养学生分析和解决实际问题的能力。每章后都附有作业习题。全书重点突出、内容实用、通俗易懂,做到理论、实践、作业习题三合一,形成教师易教、学生易学的独特风格。学生通过学习本书,可掌握数字电子技术的基本知识、逻辑电路的简单分析和设计,提高职业技能水平。

本书可作为高职高专电子信息、自动化、计算机专业及相关专业学生的教材,还可作为教师、电子技术人员以及广大电子爱好者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术与项目训练教程/刘辉珞主编. —北京:北京大学出版社, 2009.8

(21世纪全国高职高专电子信息系列实用规划教材)

ISBN 978-7-301-15479-3

I. 数… II. 刘… 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(2009)第 116551 号

书 名: 数字电子技术与项目训练教程

著作责任者: 刘辉珞 主编

责任编辑: 魏红梅

标准书号: ISBN 978-7-301-15479-3/TP·1035

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.75 印张 270 千字

2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 20.00 元

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

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

数字电子技术是三年制或二年制高职高专院校电子信息技术、通信技术、计算机应用、自动控制等专业和相关专业的一门专业基础课程。本书是为满足高职高专“实用型”和“技能型”人才培养目标的教学需求,依据应用型人才培养的教学特点而编写的。

本书共分 9 章,第 1 章介绍集成电路的基础知识,主要概述了集成电路的溯源,集成电路最主要的制作材料、工艺、集成度高低分类,常用的 74 系列集成电路,项目训练为焊接练习与集成电路的安装。第 2 章介绍基础电子元器件的识别,主要介绍了电阻类、电容类、电感类、二极管类、三极管类等元器件,项目训练有电阻、电容和电感的识别及测量;二极管、三极管的识别及测量;电平阶度表的制作。第 3 章介绍数字电路入门,主要介绍数字电路的初步知识、数制和码制,项目训练为用 IC 芯片进行代码转换。第 4 章介绍数字逻辑基础,主要内容包括基本逻辑运算、几种导出的逻辑运算、逻辑函数的基本运算、逻辑函数的代数化简法、卡诺图化简法,项目训练为水箱水位报警控制电路的实现。第 5 章讲述逻辑门电路,介绍基本逻辑门电路、集成逻辑门电路、特殊的 TTL 门电路,项目训练为 TTL 与非门逻辑功能测试。第 6 章为组合逻辑电路分析与设计,介绍组合逻辑电路、常用的中规模集成组合逻辑电路部件、用中规模集成电路部件设计逻辑电路,项目训练为译码显示电路测试。第 7 章是触发器,主要介绍触发器的初步知识、解决触发器存在的空翻问题、集成触发器,项目训练为触发器逻辑功能测试及转换。第 8 章介绍时序逻辑电路分析与应用,主要介绍时序电路概述、同步时序电路的分析方法、计数器及其应用、寄存器及其应用,项目训练为计数器的应用。第 9 章是存储器与可编程器件,主要介绍存储器概述、半导体存储器、可编程逻辑器件,项目训练为 BIOS 设置与操作系统仿真安装。本书注重介绍基础电子器件和逻辑电路部件的基本功能和外部特点,而对需要介绍的少量电路部件的工作原理仅是点到为止。书中的章节教师可根据具体专业的需要、学时的多少和学生的实际水平选讲。每章后面附有习题,作为学生的平时作业。

为了加强学生的职业技能,提高动手能力,本书配有 11 个校企共建的项目训练,每章均配有至少一个项目训练,由实际问题入手,通过项目训练融入相关的基本理论知识,按照理论与实践相结合的方式编写教材。提倡教师根据项目训练内容采取基于工作过程的情境式教学方法,可根据实际需求和项目训练器材的要求,适当增减项目训练内容。

本书参考教学时间为 72~90 学时(含项目训练),具体安排如下:第 1 章 6~8 学时;第 2 章 8~10 学时;第 3 章 8~10 学时;第 4 章 8~10 学时;第 5 章 10~12 学时;第 6 章 8~10 学时;第 7 章 8~10 学时;第 8 章 8~10 学时;第 9 章 8~10 学时。教师可根据具体情况对学时数进行适当的增减。

本书旨在通过学习,使学生对数字电子技术的基础知识有一个较全面的理解,掌握常用中小规模数字集成电路的使用方法,具备一定的设计能力,为后续专业课程的学习打下一定的基础。通过校内外实训基地的项目训练,为今后实际的职业岗位需求奠定扎实的基础。

本书由珠海城市职业技术学院刘辉珞担任主编并编写全书。本书参考了中国自动化学会高级会员、珠海市自动化学会副理事长、珠海市德莱仪表设备公司总经理周宗南高级工程师提供的公司项目训练案例，刘瑞挺教授对本书提出了许多宝贵的修改意见和建议，在此表示衷心的感谢。也要特别感谢热情支持本书出版的学生和同事们。

由于编者水平有限，书中疏漏之处在所难免，恳请各位专家和广大读者批评指正。

编 者

2009年2月

目 录

第 1 章 集成电路的基础知识	1	2.3 电感类元器件	27
1.1 集成电路的概述	1	2.3.1 电感的分类	27
1.1.1 集成电路的溯源	1	2.3.2 电感的型号命名	29
1.1.2 集成电路最主要的制作材料	2	2.3.3 电感的主要技术参数	29
1.1.3 集成电路工艺	3	2.3.4 电感的标注方法	29
1.1.4 集成电路的未来	3	2.4 二极管类元器件	30
1.2 集成电路的集成度高低分类	3	2.4.1 二极管的结构	30
1.3 常用的 74 系列集成电路	4	2.4.2 二极管正向导通工作状态	30
1.3.1 74 系列数字集成电路的型号	4	2.4.3 二极管的分类	31
1.3.2 74 系列部分集成电路 引脚识别	5	2.4.4 二极管的主要技术参数	32
1.3.3 74 系列部分集成电路功能	5	2.4.5 二极管型号的命名方法	32
1.3.4 74 系列部分集成电路 封装形式	7	2.5 三极管类元器件	34
1.3.5 集成电路使用注意事项	8	2.5.1 三极管的结构	34
1.3.6 集成电路的在线质量检测	8	2.5.2 三极管的分类和型号 命名方法	34
1.4 项目训练一 焊接练习 与集成电路的安装	8	2.5.3 三极管的主要技术参数	35
1.5 本章小结	11	2.5.4 三极管的引脚分布规律	35
1.6 习题	12	2.5.5 场效应晶体管概述	36
第 2 章 基础电子元器件的识别	15	2.6 项目训练二 电阻、电容和 电感的识别及测量	37
2.1 电阻类元器件	15	2.7 项目训练三 二极管、三极管的 识别及测量	40
2.1.1 常用的几种电阻类元器件的 特点及用途	16	*2.8 项目训练四 电平阶度表的制作	42
2.1.2 电阻的型号与命名	17	2.9 本章小结	44
2.1.3 电阻的 3 项主要性能指标	18	2.10 习题	45
2.1.4 电阻的标注方法	20	第 3 章 数字电路入门	48
2.2 电容类元器件	22	3.1 数字电路的初步知识	48
2.2.1 电容的分类	23	3.1.1 模拟信号和数字信号	48
2.2.2 电容的型号命名	25	3.1.2 数字电路	49
2.2.3 电容的主要性能指标	26	3.2 数制和码制	50
2.2.4 电容的标注方法	26	3.2.1 数制	50
		3.2.2 数制转换	52
		3.2.3 码制	54

3.3 项目训练五 用 IC 芯片进行 代码转换.....	56	5.2.3 与或非门	85
3.4 本章小结	60	5.2.4 异或门	86
3.5 习题	61	5.2.5 同或门	86
第 4 章 数字逻辑基础	63	5.3 集成逻辑门电路	87
4.1 逻辑代数简介	63	5.3.1 TTL 系列门电路	87
4.2 基本逻辑运算	63	5.3.2 几种常用的 TTL 集成 电路芯片	89
4.2.1 与运算	63	5.3.3 CMOS 系列门电路	90
4.2.2 或运算	64	5.4 其他特殊的 TTL 门电路	90
4.2.3 非运算	64	5.4.1 集电极开路门电路	90
4.3 几种导出的逻辑运算	65	5.4.2 三态门	91
4.3.1 与非运算	65	5.5 项目训练七 TTL 与非门逻辑 功能测试	93
4.3.2 或非运算	65	5.6 本章小结	95
4.3.3 与或非运算	66	5.7 习题	95
4.3.4 异或运算	66	第 6 章 组合逻辑电路分析与设计	98
4.3.5 同或运算	66	6.1 组合逻辑电路的分析	98
4.4 逻辑函数的基本运算	67	6.1.1 组合逻辑电路的分析方法	98
4.4.1 逻辑代数的基本定律	67	6.1.2 组合逻辑电路分析举例	98
4.4.2 逻辑代数的基本规则	68	6.2 组合逻辑电路的设计	99
4.5 逻辑函数的代数化简法	69	6.2.1 组合逻辑电路的设计方法	99
4.5.1 逻辑代数的代数化简法	69	6.2.2 组合逻辑电路设计举例	100
4.5.2 代数化简法举例	70	6.3 常用的中规模集成组合逻辑 电路部件	102
4.6 逻辑函数的卡诺图化简法	71	6.3.1 加法器	102
4.6.1 最小项与相邻最小项	71	6.3.2 编码器	104
4.6.2 用卡诺图化简逻辑函数	72	6.3.3 译码器	107
4.7 项目训练六 水箱水位报警 控制电路的实现	76	6.3.4 数据选择器	111
4.8 本章小结	78	6.4 用中规模集成电路部件设计 逻辑电路	112
4.9 习题	79	6.4.1 使用 MSI 部件设计逻辑 电路的一般步骤	112
第 5 章 逻辑门电路	82	6.4.2 用数据选择器实现 逻辑电路	112
5.1 基本逻辑门电路	82	6.4.3 用二进制译码器实现 逻辑电路	114
5.1.1 与门电路	82	6.5 项目训练八 译码显示电路测试	116
5.1.2 或门电路	83		
5.1.3 非门电路	83		
5.2 其他扩展逻辑门电路	84		
5.2.1 与非门电路	84		
5.2.2 或非门电路	85		

6.6 本章小结	117	8.3.2 计数器的应用	150
6.7 习题	118	8.4 寄存器及其应用	151
第 7 章 触发器	120	8.4.1 寄存器	151
7.1 触发器概述	120	8.4.2 寄存器的应用	152
7.2 触发器的初步知识	120	8.5 项目训练十 计数器的应用	153
7.2.1 基本 RS 触发器	120	8.6 本章小结	155
7.2.2 同步 RS 触发器	123	8.7 习题	156
7.2.3 同步 D 触发器	126	第 9 章 存储器与可编程器件	159
7.3 解决触发器存在的空翻问题	128	9.1 存储器概述	159
7.3.1 主从 RS 触发器	128	9.1.1 存储器的分类	159
7.3.2 主从 JK 触发器	131	9.1.2 存储器的主要性能指标	160
7.3.3 T 触发器	133	9.2 半导体存储器	161
7.4 集成触发器	135	9.2.1 RAM 的基本功能	161
7.4.1 几种常见的集成触发器	135	9.2.2 新一代的 RAM	162
7.4.2 触发器的主要应用	136	9.2.3 ROM 的基本结构	162
7.5 项目训练九 触发器逻辑功能 测试及转换	136	9.3 存储器的扩展	165
7.6 本章小结	139	9.4 可编程逻辑器件	167
7.7 习题	141	9.4.1 可编程逻辑器件的发展	168
第 8 章 时序逻辑电路分析与应用	144	9.4.2 可编程逻辑器件的分类	168
8.1 时序电路概述	144	9.4.3 PLD 器件的基本结构	168
8.1.1 时序电路的结构框图	144	9.4.4 可编程阵列逻辑的组成	169
8.1.2 时序电路的状态表 和状态图	145	9.4.5 PAL 实现逻辑函数编程的 应用	169
8.2 同步时序电路的分析方法	145	9.4.6 通用阵列逻辑简介	170
8.2.1 同步时序电路分析法	145	9.5 项目训练十一 BIOS 设置 与操作系统仿真安装	170
8.2.2 同步时序电路分析举例	146	9.6 本章小结	173
8.3 计数器及其应用	148	9.7 习题	174
8.3.1 计数器的分类	148	参考文献	177

第 1 章 集成电路的基础知识

教学提示：本章主要介绍集成电路的初步知识，包括集成电路的溯源、集成电路最主要的制作材料、集成电路工艺；集成电路的集成度高低分类；常用的 74 系列集成电路的型号、功能、封装形式等；还要进行基本的焊接与集成电路的安装练习。

教学要求：了解集成电路的发展历史、集成电路最主要的制作材料、集成电路工艺；理解集成电路的集成度高低分类；掌握常用的 74 系列集成电路的型号、功能、封装形式等；熟练掌握基本的焊接与集成电路的安装。

1.1 集成电路的概述

当今，世界上的电子电路几乎已完全集成化了。因此，掌握和正确使用数字集成电路，用以构成数字逻辑系统，就成为数字电路技术的核心内容之一。学习数字电路技术需要有集成电路的一般知识，起步学习当然应该从集成电路的基础知识开始。集成电路的英文名称为 Integrated Circuit，缩写为 IC。

世界上的任何一种电路都是由各种不同类型的电子元器件组合而成的。但是体积细小的电子元器件的组合也带来一个问题，就是需要花费大量的时间和资金，以人手焊接把各种元件连接起来，但人工焊接不能做到绝对可靠，特别是大规模电路中成千上万的焊接点都有可能出现故障。因此，面对这个问题，电子业必须找出一种非常可靠且又合乎成本效益的方法，以焊接电子元器件和生产出产品。于是有人提出了一种理念，将所有不同类型的电子元器件制成一定的大小和形状，并在生产时加上电线。这样，在组装元器件时，便可将大小一定的电阻、电容、二极管、三极管等元器件像积木般组装成设计的电路。由此，开创了研究集成电路的新纪元。

1.1.1 集成电路的溯源

1952 年，英国雷达研究所的 G·WA·达默(G. WA. Dummer)第一次提出了集成电路的设想。他认为，随着晶体管和半导体工业的发展，可以将电子电路中的电阻、电容、晶体管和其他必要的电子元器件统统都集成在单个半导体晶片上，而不需要外部的连接线，从而构成一个具有预定功能的电子电路。一小块晶片就是一个完整的电路，这样一来，电子线路的体积就可大大缩小，而可靠性大幅提高。这就是初期集成电路的构想。但是由于当时受到一些工艺技术手段的局限，达默的这种设想未能实现。

1958 年，杰克·基尔比(Jack Kilby)加入美国的得克萨斯仪器公司，开始构思一套研制集成电路的方案，他认为使用半导体去制作电路板会是一个可行的办法，即将元器件直接制作(集成)在一个小平面的半导体单晶片上。图 1.1 是杰克·基尔比先生。

1958 年 7 月，正当得克萨斯仪器公司员工在享受两星期休假的时候，杰克·基尔比独自一人开始将他的半导体集成电路构思付诸实行。终于，他成功地将若干电阻器、电容器、

晶体管安装在一片半导体上,并且靠热压焊的方法,用极细的金属导线将它们连接起来。当杰克·基尔比启动这个看似简单的实验装置后,伏特器的显示屏上马上出现了一条正弦曲线,一个约集成了近 20 个元器件的振荡器集成电路研制成功。这就意味着,世界上第一块“集成”了的固体电路,就这样在这块微小的半导体单晶平板上诞生了。杰克·基尔比发明的第一块集成电路如图 1.2 所示。



图 1.1 杰克·基尔比先生

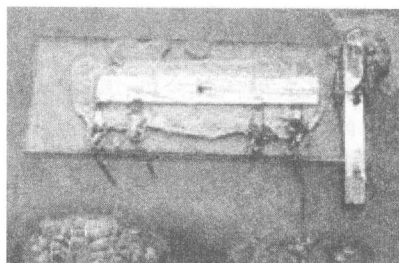


图 1.2 世界上第一块集成电路

1959 年 2 月,杰克·基尔比向美国专利局申请了这项专利,并将这种由元件组合而成的微型固体称之为“半导体集成电路”。

1959 年 7 月,美国仙童半导体公司的罗伯特·诺伊斯(Robert Noyce)(图 1.3 是罗伯特·诺伊斯先生)研究出一种二氧化硅的扩散技术并用蒸发沉积金属的方法代替热压焊接导线技术,从而完成了集成电路制作的全部工艺,并发明了一种可商业化生产的集成电路。由此奠定了现代微电子学领域的基础,使这一行业进入小型化和整合的世界,今天这一趋势仍在持续。罗伯特·诺伊斯发明的世界上第一块可商业化生产的集成电路如图 1.4 所示。



图 1.3 罗伯特·诺伊斯先生

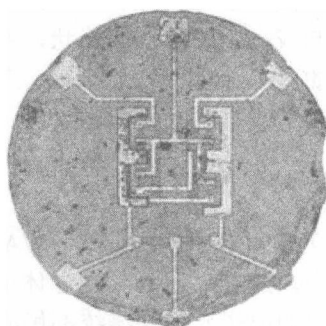


图 1.4 世界上第一块可商业化生产的集成电路

1.1.2 集成电路最主要的制作材料

单晶硅圆片 SOI(Silicon On Insulator)是制作集成电路最主要的半导体材料,它是由高纯度的多晶硅,经过高温熔融后,在液相状态下拉制成单晶硅锭,然后再将单晶硅锭切片而形成的。由于其形状为圆形,一般人们也将单晶硅圆片简称为“晶圆”,在硅晶片上可加工制作成各种电路元件结构,而成为有特定电性功能的 IC 产品。“晶圆”片的斜侧面图如

图 1.5 所示,“晶圆”片的正面图如图 1.6 所示。

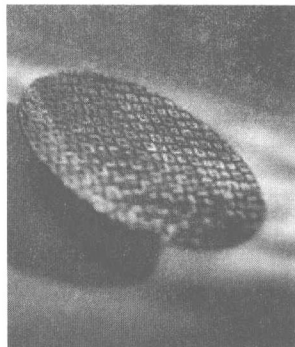


图 1.5 “晶圆”片的斜侧面图

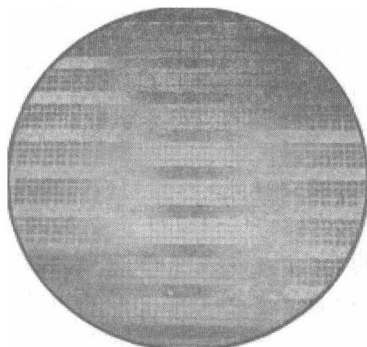


图 1.6 “晶圆”片的正面图

硅是由高纯度的石英砂精炼出来的,将硅元素加以纯化,接着再将这些纯硅制成硅晶棒,然后经过照相制版、研磨、抛光、切片等工艺流程,将多晶硅融解拉出单晶硅晶棒,然后切割成一片一片薄薄的晶圆。人们耳熟能详的字眼就是几英寸的晶圆,晶圆的直径越大,代表制作这些晶圆的企业的高科技含量越高,因为晶圆的直径越大,在同一个圆片上可生产出的 IC 就越多。这样不但可以降低生产集成电路的成本,还能提高集成电路的质量。常见的单晶硅圆片直径的大小有 4in 晶圆、6in 晶圆、8in 晶圆、12in 晶圆等规格。

1.1.3 集成电路工艺

把电路所需要的晶体二极管、三极管、电阻器和电容器等元件用一定的方式制作在一小块硅片衬底上,再用适当的工艺进行互连,然后钉装在一个管壳内,这样就使得整个电路的体积大大缩小。制作集成电路的工艺方法有多种,这里仅介绍单片集成电路工艺。单片集成电路工艺过程是利用研磨、抛光、氧化、扩散、光刻、外延生长、蒸发等一套工艺技术,在一小块单晶硅片上同时制造晶体二极管、三极管、电阻、电容等元件,并且采用一定的隔离技术使各元件在电性能上互相隔离;然后在硅片表面蒸发铝层,并用光刻技术刻蚀成互连图形,使元件按需要互连成局部的或完整的电路,即制成半导体单片集成电路。

1.1.4 集成电路的未来

在集成电路技术领域里,人们不断创造着奇迹,从最初集成几十个元器件,到目前能够在一个芯片上集成几千万甚至上亿万个电子元器件,并实现了微系统的功能,这一切应归功于集成电路技术日新月异的发展。在不久的将来,量子器件和以分子(原子)为基础的纳米电子学将成为集成电路技术领域研究的热点。集成电路技术和其他新技术相结合,将形成新的技术增长点,智能计算机、光子计算机、生物芯片等将会出现在人们的现实生活中。

1.2 集成电路的集成度高低分类

在集成电路中,每个芯片上制作的逻辑门(逻辑门是包含若干个如电阻、二极管等基本元器件组成的门电路)的数量,称作集成电路的集成度。集成电路按集成度高低的的不同可分

为小规模集成电路、中规模集成电路、大规模集成电路、超大规模集成电路、特大规模集成电路和巨大规模集成电路。按照传统的划分方法,小规模集成电路 SSI(Small-Scale Integration)芯片中包含了 100 个以下的逻辑门,中规模集成电路 MSI(Medium-Scale Integration)芯片中包含了 100~1 000 个逻辑门,大规模集成电路 LSI(Large-Scale Integration)芯片中包含了 1 000~10 万个逻辑门,超大规模集成电路 VLSI(Very Large-Scale Integration)芯片中包含了 10 万~1 000 万个逻辑门,特大规模集成电路 ULSI(Unusual Large-Scale Integration)芯片中包含了 1 000 万~10 亿个逻辑门。纳米电子学将成为集成电路新技术领域研究的热点,从而集成电路的集成度会高得惊人。这里也列出了巨大规模集成电路 GSI(Great Large-Scale Integration)芯片中包含了超过 10 亿个逻辑门。

上述是传统的集成电路的集成度高低分类方法,但是,近年来国际潮流趋于将小规模集成电路与中规模集成电路的分类界限模糊化,将它们统称为普通规模集成电路;而将大规模集成电路、超大规模集成电路、特大规模集成电路和巨大规模集成电路之间的分类界限也模糊化,将它们统称为大规模集成电路 LSI。集成电路的集成度高低分类的新旧分类法见表 1-1。

表 1-1 集成电路的集成度高低分类表

传统分类法		逻辑门数/每芯片	新的分类法	
SSI	小规模集成电路	<100 个	IC	普通规模集成电路
MSI	中规模集成电路	100~1 000 个		
LSI	大规模集成电路	1 000~10 万个	LSI	大规模集成电路
VLSI	超大规模集成电路	10~1 000 万个		
ULSI	特大规模集成电路	1 000~10 亿个		
GSI	巨大规模集成电路	>10 亿个		

1.3 常用的 74 系列集成电路

74 系列集成电路是一种经常使用的电路,所以起步学习应从 74 系列集成电路开始。

1.3.1 74 系列数字集成电路的型号

集成电路按其功能可分为数字集成电路与模拟集成电路。这里主要介绍 74 系列的数字集成电路。数字集成电路的型号要能准确识别,每个字都有一定的含义。因此,使用数字集成电路时,一定要确认器件的型号。

74 系列产品汇集了各种必要的逻辑集成电路,包括 TTL(晶体管-晶体管逻辑电路)和 CMOS(互补金属-氧化物-半导体场效应管门电路)的产品。国产 TTL 集成电路的标准系列有 CT54/74 系列或 CT4000 系列,其功能和外引线排列与国际 54/74 系列相同。国产 CMOS 集成电路主要为 CC(CH)4000 系列,其功能和外引线排列与国际 CD4000 系列相对应。在高速 CMOS 系列中,74HC 和 74HCT 系列与 TTL74 系列相对应,74HC4000 系列与 CC4000 系列相对应。

按功能划分的 74 系列芯片众多,除了一些常用的芯片外,其他不必要全部记住,会用

专用的集成电路手册查找就行了。

识别 74 系列 IC 型号的方法如图 1.7 所示。

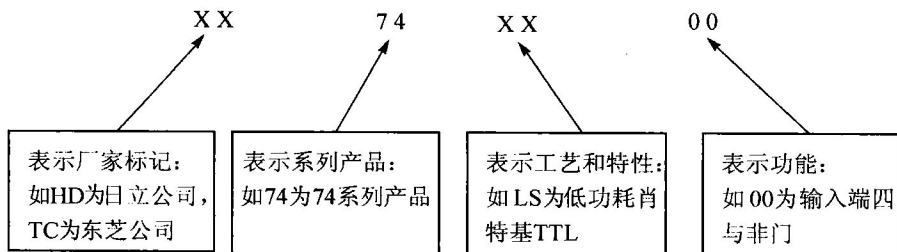


图 1.7 识别 74 系列 IC 型号

1.3.2 74 系列部分集成电路引脚识别

集成电路引脚识别与它们的排列形式有关，一般有单列直排式、双列直排式、四边带引脚式排列形式等。74LS 系列集成电路一般采用双列直排式识别形式，这种集成电路不论引脚多少，其引脚的识别方法都是集成电路上的标识字朝上或表面的凹口朝上，左上角第 1 脚为 1 脚，然后按逆时针方向排序其引脚号，如图 1.8 所示。双列直排式封装 IC 实物图如图 1.9 所示。

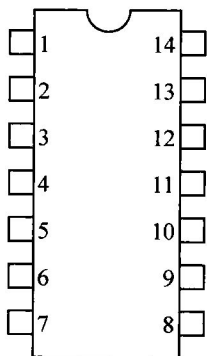


图 1.8 双列直排式排列形式

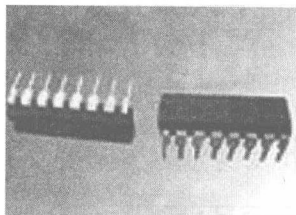


图 1.9 双列直排式封装 IC 实物图

1.3.3 74 系列部分集成电路功能

在一块集成电路里面通常封装了多只相同的电路，例如，在一块型号为 74LS00 的集成电路里面就封装了 4 只与非门，每只与非门有 2 个输入端，通常称为“2 输入端四与非门”，或者称为“四-2 输入端与非门”，如图 1.10 所示。

这里还列出了几种有代表性的 74 系列集成电路。74LS02 集成电路里面封装了 4 只或非门，每只或非门有 2 个输入端，通常称为“2 输入端四或非门”，或者称为“四-2 输入端或非门”，如图 1.11 所示；74LS04 集成电路里面封装了 6 只非门，每只非门只有 1 个输入端，通常称为“6 非门”，或者称为“6 反相器”，如图 1.12 所示；74LS08 集成电路里面封装了 4 只与门，每只与门有 2 个输入端，通常称为“2 输入端四与门”，或者称为“四-2 输入端与门”，如图 1.13 所示；74LS20 集成电路里面封装了 2 只与非门，每只与非门有 4 个输入端，通常称为“4 输入端二与非门”，或者称为“二-4 输入端与非门”，

如图 1.14 所示; 74LS27 集成电路里面封装了 3 只或非门, 每只或非门有 3 个输入端, 通常称为“3 输入端三或非门”, 或者称为“三-3 输入端或非门”, 如图 1.15 所示。

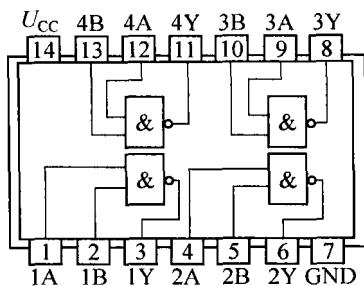


图 1.10 74LS00 内部功能图

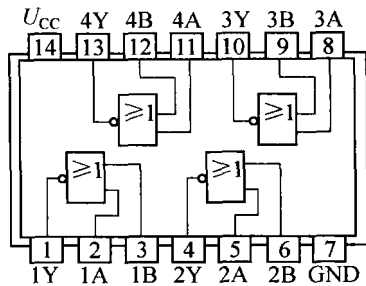


图 1.11 74LS02 内部功能图

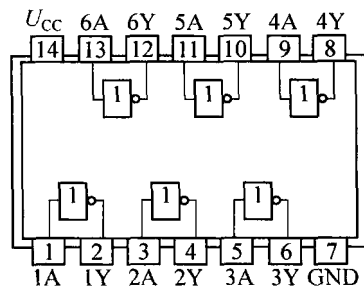


图 1.12 74LS04 内部功能图

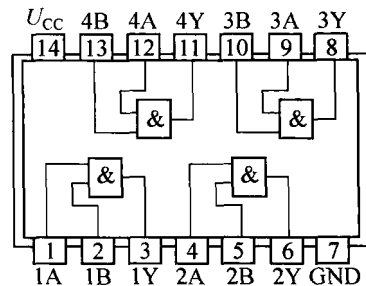


图 1.13 74LS08 内部功能图

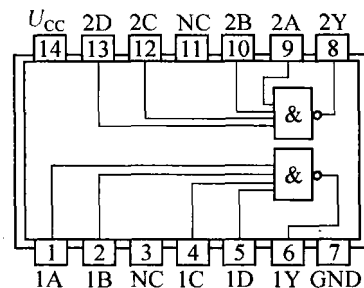


图 1.14 74LS20 内部功能图

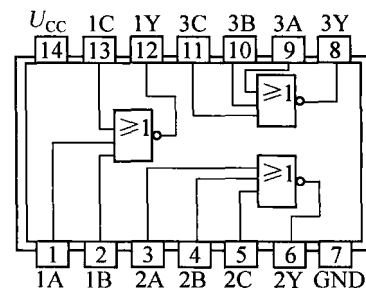


图 1.15 74LS27 内部功能图

集成电路的功能(类别)繁多, 上述只是介绍了几只有代表性的 74 系列的集成电路的内部功能。这里还提供了一小部分 74LS 系列集成电路简单功能对照表, 以便识别, 见表 1-2。大量的集成电路的功能需要去查阅集成电路专用手册。

表 1-2 74 系列部分 IC 功能(类别)表

IC 型号	IC 功能
74LS00	2 输入端四与非门
74LS02	2 输入端四或非门
74LS04	六反相器
74LS08	2 输入端四与门
74LS10	3 输入端三与非门

续表

IC 型号	IC 功能
74LS11	3 输入端三与门
74LS20	3 输入端二与非门
74LS27	3 输入端三或非门
74LS32	2 输入端四或门
74LS138	3-8 线译码器
74LS145	BCD-十进制译码器/驱动器
74LS148	8-3 线优先编码器
74LS151	8 选 1 数据选择器
74LS153	双 4 选 1 数据选择器
74LS154	4 线-16 线译码器
74LS156	开路输出译码器/分配器
74LS190	BCD 同步加/减计数器
74LS240	八反相三态缓冲器/线驱动器
74LS247	BCD-7 段译码器/驱动器
74LS273	带公共时钟复位八 D 触发器

1.3.4 74 系列部分集成电路封装形式

集成电路的封装材料和外形有许多种,最常用的封装材料有金属、塑料、陶瓷 3 种。

1) 金属封装形式

金属封装具有可靠性高、散热性好的优点,但成本较高。一般高精密度集成电路及大功率器件采用这种封装形式。

2) 塑料封装形式

塑料封装最大的优点是成本低,适用于不是要求特别精密度的集成电路和小功率器件上,这也是目前使用最多的封装形式。

3) 陶瓷封装形式

陶瓷封装的散热性较差,但体积小、成本较低。有些单列直插式和双列直插式采用这种封装形式。

最常见的塑料封装双列直排式集成电路如图 1.16 所示。塑料封装四边带集成电路如图 1.17 所示。

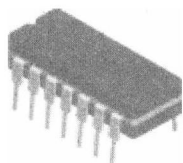


图 1.16 塑料封装双列直排式集成电路

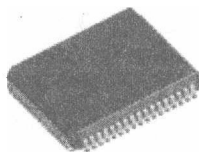


图 1.17 塑料封装四边带集成电路

1.3.5 集成电路使用注意事项

为了正确使用集成电路,应该充分了解集成电路的功能、内部结构、电特性、外形封装及连接方法。要知道集成电路的各项电性能参数,并按规定使用。特别是要严格遵守极限参数的限定范围,因为即使瞬间超出,也会导致器件遭受损坏。下面介绍使用集成电路时的注意事项。

- (1) 安装集成电路时要注意方向,不得弄错。
- (2) 不要进行带电插拔集成电路芯片块的操作。
- (3) TTL 器件多余的输入端最好不要悬空,因为悬空时的引脚易受到外界干扰,CMOS 器件多余的输入端不能悬空。
- (4) 功率较大的集成电路需要有足够的散热器。
- (5) 输出端不允许直接接地或接电源。
- (6) 应注意使集成电路的电源电压保持在允许的可靠范围内。

1.3.6 集成电路的在线质量检测

一般检查判断正装入整机线路的集成电路故障的方法有 3 种:一是器件替换法,就是用一个同型号的集成块进行替换试验,当然也要注意这片集成块的外围电路,这是一种见效快的方法;二是用万用表在线测量集成块各引脚对地的工作电压,在供给该集成电路的电源电压正常的情况下,如有的引脚上出现不符合规定电压值的情况,再检查外围电路,若没有什么问题,说明该块集成电路出了问题,需要更换;三是在不通电的情况下,测一下集成电路各引脚对地的电阻,然后与标注的值比较,从中找出问题所在,但这种方法较前两种方法要弱一点。

在集成电路更换过程中,如遇到规模较大、引脚密集的 IC,是要用特别工具才能卸下或更换的。如采用万用表在线测量集成电路各引脚的对地电压,也要特别注意表笔不要碰触两个引脚,否则会造成引脚之间的短路,导致新的问题出现。

1.4 项目训练一 焊接练习与集成电路的安装

1. 项目问题

电子公司最近一些电路板的集成电路专用插座的脚出现虚焊问题,经理要求你们提出一些见解来处理这些问题。

2. 具体要求

- (1) 能识别焊料、助焊剂等焊接材料。
- (2) 能熟练使用电烙铁对元器件的焊接技术。
- (3) 能焊接集成电路专用插座,并能安装好集成电路。

3. 项目所用工具和器材

- (1) 20W 或 30W 电烙铁。
- (2) 尖嘴钳、镊子、斜口钳。
- (3) 装有集成电路专用插座的电路板。

4. 项目预备知识

焊接工艺的好坏,对数字电路以及整机的可靠性和性能指标影响颇大。所以焊接技术是电子技术人员必须掌握的技能,所以首先让我们走进焊接项目训练。

(1) 焊料。

在焊接时起连接作用的金属材料叫做焊料。焊料的熔点比被焊接基本金属的熔点低。当焊料为锡铅时,则称为焊锡。利用电烙铁来进行焊锡。

(2) 助焊剂。

助焊剂能够增强焊料和被焊金属表面活性,增加浸润能力,能改善焊接性能,所以在焊接时需要使用助焊剂。常用的助焊剂有松香。

(3) 电烙铁。

常用的电烙铁分为外热式和内热式两类。外热式电烙铁的功率一般比较大,通常有 25W、45W、75W、100W、150W 或更大等多种规格。内热式电烙铁发热比较快,通常有 20W、30W、35W 和 50W 等多种规格。

(4) 吸锡电烙铁。

吸锡电烙铁主要用于拆卸已经焊接的电子器件。它是手工拆卸用得较多的工具。

5. 焊接项目训练步骤和方法

- (1) 将电烙铁通电预热。
- (2) 同时加热焊锡丝和被焊器件,将焊锡浸润焊点。
- (3) 同时移开焊锡丝和电烙铁。

在焊点处的锡冷却过程中,不要移动被焊元器件,否则会造成焊不牢固或虚焊。

6. 项目任务

任务 1: 一般元器件的安装及焊接。元器件通常有卧式和竖式两种安装法。首先进行卧式安装,可将电烙铁贴在焊接点上,点上焊锡并等锡熔化后,同时移去电烙铁和焊锡丝。再练习元器件竖式安装及焊接。

任务 2: 集成电路的安装及插座的焊接。一般初学者安装集成电路时,最好是使用集成电路专用插座,而不是直接将集成电路焊在电路板上,因为这样非常容易将集成电路焊坏。先把插座焊到电路板上,再把集成电路的引脚与插座槽对齐后插上去。

双列直插式封装(DIP)型 IC 插座通常一侧有一个半圆缺口(有些插座上是四方型或印有标记)。这个缺口标志着插入 IC 的方向。同样,IC 上也对应有一个缺口或标记,使用时必须方向一致。必须注意的是不要将 IC 的缺口边方向插反,否则会损坏 IC 芯片。

任务 3: 至少要焊接 15 个元器件和 2 个 IC 插座。检查各焊接点的质量如何。