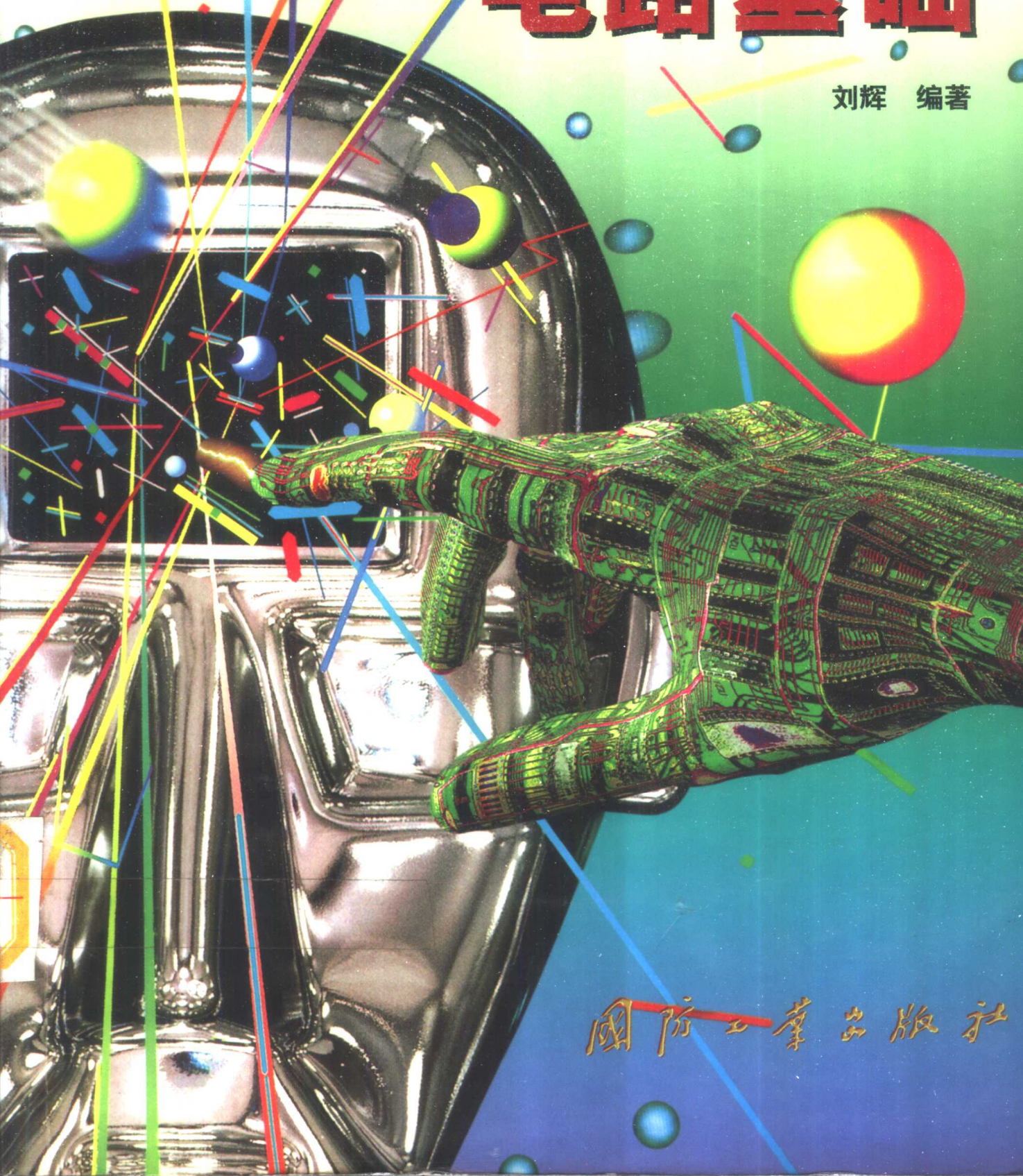


带电脑电子仪器 电路基础

刘辉 编著



国防工业出版社

带电脑电子仪器电路基础

刘 辉 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

带电脑电子仪器电路基础/刘辉编著. —北京:国防工业出版社, 2000. 4

ISBN 7-118-02015-X

I . 带… II . 刘… III . 程序控制-电子仪器-电路理论 IV . TM93

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 28093 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 40 $\frac{1}{4}$ 插页 4 934 千字

2000 年 4 月第 1 版 2000 年 4 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:56.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

序

本书的要素为:框架内容中的核心要点。

进入 90 年代,带电脑电子仪器已经在国防、航天、化工、机械、医疗、家电、计量、农业等众多领域广泛应用,而且都逐渐取代了单纯的电子仪器。这里,微机技术成为了核心,所以电子技术应用人员,应该尽早尽快地进入这个领域,以适应时代的要求。本书是面向电路硬件技术的,它是从带电脑电子仪器和自动化过程控制的整机电路系统出发,反映这些系统电路的设计、装配、维修所需要的电子电路基础,本着“广泛基本概念,强化基本应用”的原则进行编写的,所以有全新的概念,有独特的视角。

首先,用简洁的语言,精练的概念,由浅入深通俗易懂地从 PN 结导电原理这一最基本概念开始,经三极管、场效应管、放大电路、运算放大器、电源、与或非门、触发器、计数器、CPU、地址、中断、A/D、I/O 接口等,直接进入微机系统电路,在一本书里就可以达到这一高度,它可以取代传统的四门课程才可以达到的程度,而且内容更多,分析更深。这四门课程是“模拟电子技术”、“数字电子技术”、“微机原理”和“单片机原理与应用”;其次,为体现知识的完整性,书中讲述了相当多的“知识点”,而且每一个“知识点”都在详尽的原理分析之后,用本人独创的“要素法”来强化概念,而且要素法既适用于单元电路,也适用于系统电路,这使得全书既广泛了基本概念,又强化了基本应用;第三,具有大量的实例电路分析,全书共有 560 多幅插图 70 多个电路实例,4 个整机电路分析,以及大量的软件程序(清单)分析,以期在基本概念和实际应用之间(如设计、装配、维修)架起一座桥梁,为广泛地实用铺垫坚实的基础。

以上三点是本书的一个整体概貌。18 年的教学、设计、维修,使我积累了丰富的理论与实践经验,一直也梦想着把精彩介绍给读者和同行,以相互交流,相互学习。为丰富本书的特色,还有以下几个特点:

1. 观点新颖

本书有许多创新和新的观点,除“要素”之外,还有如微机电路,包括 CPU、ROM、RAM、I/O 接口以及外设,都围绕着一个原则工作,这就是“寻址操作”,寻址读、寻址写等等,4 个字概括了微机电路的实质,这一观点,据我所知此前并无人提出;又比如,初学者对静态工作点难以理解,而我则归纳为“信号的零点”,这样一说概念就活了。

2. 概念完整

全书各部分都含有大量的知识点,而且概念都比较完整。比如,一般的资料介绍专用接口 Intel8279(键盘管理)时,只介绍它带 $8 \times 8 = 64$ 个键的概念,而本书则完整地介绍了带 4 个 $8 \times 8 = 64$ 共 256 个键的概念,并做了详细论述;不仅如此,在本书的 20 多种可编程 I/O 接口中,其工作方式、结构、功能、编程都无一遗漏;另外本书还提供了软件设计的基本模式、指令系统、编程等 8 个步骤,这使得硬件人员也能了解软件知识,使自己完整地了解自己的任务。

3. 用要素法强化概念

在 40 多种国内外带电脑电子仪器的整机电路中,结合常规的基础教科书,经过认真分析、比较、综合、归纳,找出它们的内在规律和联系,最终提出了电路的特征与要点——要素,即模拟电路的三要素,数字电路的四要素和微机电路的五要素,这使本书“广泛基本概念,强化基本应用”的原则,更具丰满的内容。比如数字电路有一要素为“芯片”,这是处于基本概念和实际应用的结合点而选的,这使得单元电路和系统电路有机地联系在一起。

4. 多种 CPU 和 I/O 接口

16 位以下的 CPU 都只有三条总线(地址 AB、数据 DB、控制 CB),它们的共性很多,差异也不少,所以单讲一类 CPU 往往无法领略微机技术的概貌,使得人们常常遇到一种新的 CPU 而对它却无从下手,所以本书重点介绍了 4 种主系列常用 CPU,并拓展了它们常常带的 20 多种 I/O 接口,举了许多实例,作了详尽分析,其目的就是开阔视野,互相比,判其特点,得其要领的认识和选用 CPU 以及 I/O 接口。

另外,由于外设的精度和速度不高,在智能仪器(包括一些家用电器)和自动控制系统,8 位 CPU 依然具有优势。这有两个原因,一是 8 位 CPU 拥有技术成熟、功能齐全、性价比很高的一系列配套 I/O 接口芯片,即使如“模糊逻辑”控制的微机系统,目前也是 8 位 CPU;二是 8 位微机系统是微机技术的基础,即便是 16 位、32 位、64 位甚至将来的 128 位,也是以 8 位为基础的,熟练地掌握 8 位技术,既可以满足目前的应用,也可以拓展将来的发展,这也是本人积极撰写此书的原因之一。

5. 具有大量的软件编程举例

对于一个任务一个功能,硬件是确立它的,而软件是实现它的,两者要相互配合。书中除介绍硬件电路的设置之外,每一个环节也都介绍了软件编程,同时硬件要提供地址、中断、功能,软件要提供入出数据、状态、时序,这样才可软硬分工,合作完成任务。

6. 介绍多种电源电路

任何电子仪器都有直流电源,本书详尽而全面地介绍了电源的两大种类——模拟电源(以串联型为主)和开关电源(以双管半桥式为主),目前大多数直流电源都包括在其中,使电源也展示出整体概念。

7. 与家用电器电路衔接

目前家用电器也大量采用了微机技术,而且会愈来愈广泛深入。本书也重点介绍了家用电器中最常用的“单片机”的概念,以最具代表性应用的 8 位单片机为例,详细分析了结构、接口、软件、功能等重要内容,并举了洗衣机、CD 机、彩电三个实例,以期本书也与家电微机衔接,以拓展家电微机的分析、设计、装配、维修等方面应用。

8. 具有读图方法练习

本书在多个层次上提供了读图方法练习。如线性多端集成电路怎么读图(仪器和家电中都大量采用);数字电路怎么读图;整机系统怎么读图等等(都用要素法)。这给读者提供了一个纵览全局的综合性练习,也给本书画上了一个完美的句号。

本书第一章概述了电子技术的概貌,其论点有别于一般叙谈,读者可以仔细浏览一遍;第二章、第三章介绍了微机系统所需要的模拟电路、数字电路的基础;第四章是微机技术的基础,包括数码、编程模型、CPU 结构和接口信号以及指令系统;第五章介绍了软件;第六章、第七章介绍了工作方式;第八章、第九章介绍了硬件;第十章、第十一章则是微机

技术的应用、拓展和回顾总结。希望读者从这里能领略微机技术的边界、功能和要领。

本书的读者范围很广,一是可以供初学者使用,各层次的电子技术人员都可作为教材,一本书就可以简洁明快地达到微机系统的高度;二是供带电脑电子仪器和自动控制系统的硬件设计、分析、装配人员使用,一本书则包揽了与传感器的接口,与数字电路的接口,与显示结果的装置接口以及与软件的接口,可作为一本手册使用;三是供维修人员使用(包括家电维修),用书中的“要素法”去分析你要维修的电路,会很快掌握整机工作原理,然后用“原理分析法”去分析、判断、找到故障,进而排除故障。我们知道,维修中“原理分析法”是最完备、最彻底的维修方法,对于复杂电路,这一点很难做到。这主要难在“电路工作原理的分析”上,本书提供的“要素法”可以解决这一难题。希望经过本书的学习,能驾轻就熟地去分析你遇到的所有电路,即便超出本书范围,你也可以举一反三创造出几个新的“要素”,所谓学无止境,希望我们能“找到一个支点,去撬动地球”。

在本书的编写过程中,得到了李树岚同志和刘平同志的大力支持,他们在资料整理和绘制插图上做了一些工作,在此致以谢意。由于水平有限和时间仓促,书中难免有不足或错误之处,望读者鉴谅斧正。

作 者

1998年5月

目 录

第一章 电子技术概述	1
§ 1-1 电子技术综述	1
§ 1-2 模拟电子技术及三要素	2
§ 1-3 数字电子技术及四要素	3
§ 1-4 微机电路及五要素	4
§ 1-4-1 各部件的结构	5
§ 1-4-2 CPU 的指令功能	7
§ 1-4-3 I/O 接口及五要素	8
§ 1-5 微型计算机的发展与应用	8
思考题	12
第二章 模拟电路基础(三要素)	13
§ 2-1 半导体元件导电原理和特性曲线	13
§ 2-1-1 半导体二极管	13
§ 2-1-2 半导体三极管	26
§ 2-1-3 场效应管	35
§ 2-1-4 场效应管与三极管比较	44
§ 2-2 放大电路的一般原理(三要素)	44
§ 2-2-1 放大电路的基本概念	44
§ 2-2-2 放大电路的三种基本结构	56
§ 2-2-3 场效应管基本放大电路	61
§ 2-3 直流和差动放大电路(三要素)	68
§ 2-3-1 直流放大器	69
§ 2-3-2 差动放大器	71
§ 2-4 多级放大器(三要素)	78
§ 2-4-1 四级单电源电压放大器	78
§ 2-4-2 三要素	84
§ 2-5 放大电路中的负反馈(三要素)	84
§ 2-5-1 负反馈的基本概念	85
§ 2-5-2 四种基本负反馈电路形式及分析方法	86
§ 2-5-3 负反馈四种电路的特点	96
§ 2-5-4 负反馈的作用	97
§ 2-5-5 负反馈放大电路的三要素	98
§ 2-5-6 实例计算	98

§ 2-6 运算放大器原理及应用(三要素)	100
§ 2-6-1 运算放大器的基本结构和分类	100
§ 2-6-2 运算放大器的三种基本电路	105
§ 2-6-3 运算放大器的典型应用	108
§ 2-7 功率放大电路(三要素)	118
§ 2-7-1 甲类功放	118
§ 2-7-2 乙类功放(OTL)	119
§ 2-7-3 甲乙类功放(OCL)	119
§ 2-7-4 复合管组成功放管电路	120
§ 2-7-5 OCL 功放电路实例与参数计算	121
§ 2-8 正弦波振荡电路(三要素)	124
§ 2-8-1 产生正弦波振荡的条件	124
§ 2-8-2 RC 正弦波振荡电路	126
§ 2-8-3 LC 正弦波振荡电路	128
§ 2-8-4 石英晶体振荡电路	132
§ 2-9 直流稳压电源(三要素)	134
§ 2-9-1 整流环节	134
§ 2-9-2 滤波环节	136
§ 2-9-3 稳压环节	137
§ 2-10 线性 IC 的原理与应用(三要素)	139
§ 2-10-1 集成稳压器 IC 的原理与应用(7800 系列)	140
§ 2-10-2 多端线性 IC— μ PC1031H2(三要素)	144
§ 2-11 晶闸管原理与应用	148
§ 2-11-1 晶闸管工作原理及特性	149
§ 2-11-2 晶闸管触发电路	152
§ 2-11-3 晶闸管应用	156
附录一 半导体器件型号命名方法	159
思考题与习题	160
第三章 数字电路基础(四要素)	165
§ 3-1 数字电路基础	165
§ 3-1-1 三极管的开关特性	165
§ 3-1-2 数字电路三种基本逻辑电路	167
§ 3-1-3 集成门电路分类	168
§ 3-1-4 数字电路的逻辑分析	172
§ 3-2 组合逻辑电路(四要素)	178
§ 3-2-1 编码器	179
§ 3-2-2 译码器	182
§ 3-2-3 数字比较器	185
§ 3-2-4 全加器	187
§ 3-2-5 数据选择器/分配器	188
§ 3-2-6 存储器 ROM 和 RAM	190

§ 3-2-7 可编程阵列 PAL	191
§ 3-3 触发器(四要素)	193
§ 3-3-1 基本 RS 触发器	193
§ 3-3-2 D 触发器	194
§ 3-3-3 JK 触发器	195
§ 3-3-4 其它触发器	197
§ 3-4 时序逻辑电路(四要素)	197
§ 3-4-1 一般原理	198
§ 3-4-2 寄存器	199
§ 3-4-3 计数器	202
§ 3-5 脉冲信号的产生与变换	210
§ 3-5-1 脉冲产生电路	210
§ 3-5-2 脉冲变换电路	212
§ 3-5-3 555 时基电路	216
§ 3-6 A/D—D/A 转换电路的原理	218
§ 3-6-1 A/D 模数转换器	218
§ 3-6-2 D/A 数模转换器	223
§ 3-7 开关电源(四要素)	226
§ 3-7-1 开关电源的基本结构和基本类型	226
§ 3-7-2 PWM 组件	228
§ 3-7-3 双管半桥式开关电源实例	230
§ 3-8 数字电路读图练习(四要素)	235
附录二 半导体集成电路型号命名法	237
思考题与习题	239
第四章 CPU 基础和指令系统	243
§ 4-1 数制、数码和运算	243
§ 4-1-1 数制与转换	246
§ 4-1-2 数码	246
§ 4-1-3 运算	251
§ 4-2 CPU 的编程模型	254
§ 4-2-1 总线与三态	254
§ 4-2-2 Intel8085A 的编程模型	256
§ 4-2-3 MC6800 的编程模型	258
§ 4-2-4 Z-80 的编程模型	259
§ 4-2-5 8031 单片机的编程模型	261
§ 4-3 CPU 的接口信号	263
§ 4-3-1 MC6800 的管脚引线 and 接口信号	263
§ 4-3-2 Intel8085 的管脚引线 and 接口信号	266
§ 4-3-3 Z-80 的管脚引线 and 接口信号	268
§ 4-3-4 8031 单片机的管脚引线 and 接口信号	270
§ 4-4 寻址方式	272

§ 4-4-1 MC6800 寻址方式	272
§ 4-4-2 Intel8085 寻址方式	273
§ 4-4-3 Z-80 寻址方式	274
§ 4-4-4 8031 单片机寻址方式	275
§ 4-5 指令系统	276
§ 4-5-1 指令系统分类	277
§ 4-5-2 指令表	277
§ 4-6 周期与时序	301
§ 4-6-1 周期	302
§ 4-6-2 时序	302
思考题与习题	304
第五章 汇编语言程序设计	306
§ 5-1 汇编语言指令格式及伪指令	306
§ 5-1-1 程序指令格式	306
§ 5-1-2 伪指令	307
§ 5-2 程序设计方法与程序类型	311
§ 5-2-1 基本结构	311
§ 5-2-2 编程步骤	315
§ 5-2-3 程序类型	320
§ 5-3 常用程序举例	330
§ 5-3-1 编制数学计算函数	330
§ 5-3-2 拆字拼字	330
§ 5-3-3 数码转换	331
§ 5-3-4 数据搬家	332
§ 5-3-5 0~127 条随机分支转移	332
§ 5-3-6 查表程序	333
§ 5-3-7 延时程序	334
§ 5-3-8 单稳	335
§ 5-3-9 中断请求与响应	336
§ 5-3-10 输入输出操作	338
§ 5-3-11 A/D 与 D/A 转换程序	339
§ 5-3-12 多机通信程序	343
思考题与习题	348
第六章 输入输出方式	350
§ 6-1 无条件传送方式	350
§ 6-2 有条件传送方式(查询方式)	351
§ 6-3 中断传送方式	352
§ 6-4 直接存储器存取方式(DMA)	353
§ 6-4-1 DMA 的基本结构	354
§ 6-4-2 DMA 的工作过程	354

思考题与习题	355
第七章 中断	356
§ 7-1 MC6800 的中断	356
§ 7-1-1 中断过程	356
§ 7-1-2 查询中断	357
§ 7-1-3 矢量中断	358
§ 7-2 Intel 8085 的中断	359
§ 7-2-1 TRAP 中断	359
§ 7-2-2 $RST_{7.5} \sim RST_{5.5}$ 中断	359
§ 7-2-3 INTR 中断	359
§ 7-3 Z-80 中断	360
§ 7-3-1 中断组成	361
§ 7-3-2 $\overline{NMI}$ 中断	361
§ 7-3-3 $\overline{INT}$ 中断	361
§ 7-3-4 优先级	363
§ 7-4 8031 单片机中断系统	363
§ 7-4-1 中断请求	364
§ 7-4-2 中断响应	367
§ 7-5 中断源扩充及三种基本形式	367
§ 7-5-1 查询—矢量中断	368
§ 7-5-2 中断的三种基本形式	369
思考题与习题	369
第八章 存储器组织连接与扩展	370
§ 8-1 存储器与 CPU 标准连接	370
§ 8-2 存储器扩展	373
§ 8-2-1 27256 和 6264 的管脚及接口信号	374
§ 8-2-2 8085 与 27256 和 6264 的连接	374
§ 8-2-3 字节位数扩展	376
§ 8-3 片选电路及扩展	377
§ 8-3-1 74LS138 组成片选电路	377
§ 8-3-2 74LS139 组成片选电路	379
§ 8-3-3 74LS156 组成片选电路	380
§ 8-3-4 74LS42 组成片选电路	381
§ 8-3-5 8205 片选电路	383
思考题与习题	384
第九章 微机接口电路基础(五要素)	385
§ 9-1 无条件传送接口(五要素)	386
§ 9-1-1 74/8080 系列	386
§ 9-1-2 各接口管脚引线和接口信号	387

§ 9-1-3 应用电路	395
§ 9-2 通用并行接口(五要素)	397
§ 9-2-1 8155(8156)	397
§ 9-2-2 8255	405
§ 9-2-3 6821(6820)	417
§ 9-2-4 Z-80PIO	427
§ 9-2-5 8031 并行口	439
§ 9-3 通用定时/计数器(五要素)	443
§ 9-3-1 Intel8253 定时/计数器	444
§ 9-3-2 MC6840 定时/计数器	451
§ 9-3-3 ZilogZ-80-CTC	460
§ 9-3-4 8031 定时/计数器	466
§ 9-4 通用串行接口(五要素)	471
§ 9-4-1 串行通信基本原理与技术	472
§ 9-4-2 Intel8251(USART)	479
§ 9-4-3 MC6850(ACIA)	489
§ 9-4-4 Z-80-SIO	496
§ 9-4-5 8031 的串行通信	501
§ 9-5 专用接口(五要素)	506
§ 9-5-1 Intel8279	507
§ 9-5-2 MC6845	520
§ 9-5-3 Intel8259	530
§ 9-5-4 MC6844(DMA)	542
§ 9-6 A/D—D/A 转换电路(五要素)	549
§ 9-6-1 A/D—D/A 应用中的基本特点	549
§ 9-6-2 A/D 转换器	554
§ 9-6-3 D/A 转换器	558
§ 9-7 接口的扩展	563
§ 9-8 总线	564
§ 9-8-1 内总线	565
§ 9-8-2 外总线	569
思考题与习题	577
第十章 其它常用微处理器	583
§ 10-1 Intel 系列	583
§ 10-2 Motorola 系列	590
§ 10-3 单片机系列	593
§ 10-4 家用电器中的微处理器	596
思考题与习题	603
第十一章 整机电路分析举例(要素法)	604
§ 11-1 智能红外线高温测温仪	604

§ 11-2 心电监护仪	605
§ 11-3 通用实时参数监测系统	609
§ 11-4 大型键盘管理系统	610
思考题与习题	613
参考文献	613

第一章 电子技术概述

从第二次世界大战以来,电子技术发生了突飞猛进的进展,从真空管技术至三极管分立元件,从数字电路到微型计算机这一过程,仅用了 50 年的时间,然而这一发展却是从实际需要出发,伴随着科研生产,用人类的聪明才智发展起来的,这也充分证实了“科学技术是第一生产力”的英明论断。

§ 1—1 电子技术综述

大千世界有质与量的不同,质的不同形成了各种物质;而量的不同,则形成了大小优良差异,人类渴望认识世界,认识大自然。

人们首先发现语音是由正弦波组成的,只要能将其放大,就可以传播得很远。1876 年电话发明了,人类第一次将自己的语言用电放大后传到了远方。我们知道,人的五官、肢体、胸腹是有许多功能的,有些功能至今也没有被人所认知,但就其对外的能力,却是有限的。人们跑路不如猎豹,嗅觉不如猎犬,定位不如信鸽,入水不如海豚。但是人们有思想,有语言,有智慧,完全能够拓展人的生理功能。人们用传感器探测人并不能感知的微弱物理量,将它们放大以后显示出来,这样广播、电视发展起来了,气敏检测发展起来了,显微镜发展起来了,电话卫星发展起来了。人们将这种放大技术称为“模拟电子技术”,因为它是放大世间第一大信号——模拟信号的技术。40 年代中用硅和锗组成的半导体三极管很快就取代了耗电多、体积大的电子管,进而又用微电子技术制作了运算放大器,不仅拓展了模拟电路的功能(如加减、积分、微分和折线对数运算等),而且大大提高了模拟电路的信噪比。但是由于显示设备的落后(如当时只有检流计、电压表、墨水记录仪、CRT 等),人们看不到直观精确的量值,模拟电路遇到了困惑。

与连续的模拟信号相反,断续的脉冲信号刚开始被人们注意,人们注意到世间存在着大量的逻辑关系,如通—断,有一—无,是一—否,下—上等。而脉冲电路正好可以代表它们,因此开始出现了双稳态、单稳态、多谐振荡器等电路,它们能使灯一闪一灭;可以代表按键一上一下;以使电路一通—断,但仅仅是这种技术,并不能解决人类面临的困惑。世界需要发展,科学家们日以继夜研究怎样发展。

人们在积累着前人的知识与技能,电报不是可以用脉冲传播信息吗?微电子学不是可以在一小片硅片上集成几百个晶体管吗?人们把目光投向了数字集成电路。人类的数学基础——十进制,能解释万事万物,如果电路能实现十进制那该多好啊!但人类的尝试失败了,电路无法表示十进制。那电路能否表达二进制呢?用脉冲来表示二进制的 0、1。人们努力后发现,答案是肯定的。人们把脉冲电路进行智能变换,形成了二进制,电路的通断表示 0、1,这就形成了“数字电子技术”。人们开始用“与”、“或”、“非”表达逻辑关系,用二

进制数码表达数学关系,用寄存器来寄存数据,用计数器来计数、计时和改变状态,用存储器存取信息等。更重要的是可以用运算器、比较器进行数学运算,科学家们意识到电路能够运算,已经奠定了应用于电路的数学基础。有哲人说,“能被数学解释的事物,就可以被人认知”。70年代中期,中大规模集成电路诞生了,这是电子技术随元器件发展所走过的第四个进程(电子管、半导体三极管、微电子技术、中大规模集成电路)。在一片硅片上,可集成几十万甚至几百万个晶体管,将它们有机地集成起来,构成了功能强大的微处理器CPU(或MPU)。用它可以实现二进制数码的识别、判断、运算、循环、存储、输入、输出等等,而且能支持各种复杂电路(包括模拟电路、数字电路),也能支持多种方式的输入(键盘、鼠标、接口)和输出显示(如LED、CRT、记录仪、打印机等),这等于是具有了“智能”的功用。同时用二进制数码经过量化、编码,以一一对应的关系,代表电压值,即实现模拟电压(或电流)的二进制代码化。人类第一次用二进制数码表示了“模拟信号”,工程技术人员将此开发成A/D—D/A芯片(也是中大规模集成电路)。这样人们在模拟电子技术和脉冲数字电子技术中的困惑,由微型计算机完全化解了。随着微型计算机的迅猛发展,智能仪器、过程控制、科学计算、卫星航天、超大工业系统相继出现,并成为80年代以来的时代主旋律。当今世界,在独立的中小智能仪器中,8位CPU及系统(I/O接口)因其技术成熟、性价比极高而仍独领风骚;数据管理与工程设计586Pentium机带领换代狂潮;而如医学螺旋CT则已引入64bit CPU,成为80年代以来医学界、生物医学工程界最成功的典范。

目前,智能仪器和自动化设备中,仍是模拟电路、数字电路、微机技术(8位CPU系统多用)三者结合的领域,模拟电路负责传感器微弱信号的无噪声放大;数字电路负责一些小的、数字信号转换的状态控制;而微机技术则控制整个系统的数据采集、分析、处理,并适时多种显示,在过程中还可人机对话,键盘、鼠标输入设备可进行参数设置、工作选通以及各种外设的机电功能控制等。本书将就这三种技术的分述与合成,做详尽而有实例的分析,三课合一溶为一体,可以更直观、精确地掌握系统技术,这也是本书编写的主要特色。

§ 1-2 模拟电子技术及三要素

模拟电子技术就是对模拟信号放大的电路技术,它的一般结构如图1-1所示。

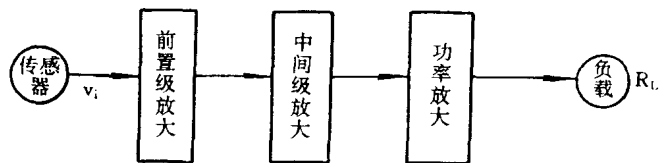


图 1-1 模拟电路的一般结构

从图中可以看到,模拟电路是将传感器产生的微弱物理信号,放大后驱动负载给人读值。如收音机是将传感器——天线上感应的微弱电磁信号放大后驱动喇叭使人听见音响;光敏传感器则是将光通量,放大后用指针电压计显示其大小的。

然而在放大中,又分为三种技术。前置放大级,主要是接收传感信号 V_i 的,由于传感信号很弱如 1mV ,这就要求前置放大级输入电阻很大,向信号获取的电流很小,而且灵敏度(信噪比)很高,并且能达到一定的放大量。比如,一个前置级放大,获取的信号只有

10mV 的 10%，即 1mV，而可以无噪声放大至 0.05V，即 50 倍放大量，一般高灵敏度放大器都采取场效应管或运算放大器担任。

中间级放大，这是整个电路的放大环节，主要任务是提供足够的信号电压，比如从 0.05V 放大至 5V。放大 100 倍，这一级可以采用两级放大或三级放大，也可采用交流放大或直流放大电路，一般都采用差动放大，以提供共模抑制比即信噪比。目前常用运算放大器担任，因为运放的前级也是差动放大，而且运放还可以采用强负反馈改善性能，提高输出给下一级，即功放级，高质量的信号。

第三级就是功放级，主要任务是将优质信号的功率放大到能驱动负载的额定电压、电流值上。比如音响的喇叭、电视的偏转线圈、电压表、记录仪等。信号不经过功放是不能带动负载的，表现就是喇叭声音小，线圈驱不动，电压表指针偏低，记录仪记录幅度不足等。这一级突出的特点是工作电压高，输出电流大（大功率晶体管）。需要什么负载，就得将功率放大到额定的功率，如家用收录机功率可在 600W 左右，而广场音响就得在 10kW 以上。

以上分析可知，模拟电路都是对模拟信号放大的，这是其中的共性，但每种电路都有其个性，而这些个性有一个内在联系，就是在“参数”上表现不同。如前置级主要参数是共模抑制比；中间级主要参数是放大倍数；正弦波振荡器主要参数是振荡频率；而功放级主要参数是功率值。由此出发，归纳其有以下三要素：

- (1) 电路名称；
- (2) 信号通道与极性；
- (3) 参数。

强调出一个电路的三要素，就可以掌握电路的工作原理及量值，进而能扩展到分析系统工作原理。要做到一讲电路名称，马上就要想到其信号通道、参数，在系统中占什么地位等等。后面的分析将侧重向三要素靠拢，以期给读者入门引一条捷径。

§ 1-3 数字电子技术及四要素

数字电子技术是用“与”、“或”、“非”来描述各种逻辑关系的电路，主要电路有组合逻辑电路，如编码器、运算器、触发器等，时序逻辑电路如计数器等。它们的一般结构如图 1-2 所示。

由图可以看出，数字电路有三组端子，即输入 m 条线，输出 n 条线，控制 p 条线。而输入、输出、控制都是控制这个电路的状态的，如触发器是置位态还是复位态，计数器是循环态还是静止态，寄存器是寄存态还是等待态等等。又比如图 1-3 是最简单的一个与非门，它的逻辑关系是 $L = \overline{A \cdot B}$ （称 A 与 B 再非），但从逻辑状态上说明它，那它就有两个状态。

图 1-3 (a) 是一般表示，而图 1-3 (b) 则是变异的表达，这里输入 m 为 B 是一条线，输出 n 为 L 也是一条线，而控制 p 还是一条线为 A ，可见这是图 1-2 的一个特例。

当 $A=0$ 时，这个电路为“关门”态， $L = \overline{A} = 1$ ；当 $A=1$ 时，这个电路为“开门态”， $L = B$ ， L 随 B 而变化。可见逻辑状态是数字电路的精髓，可以这样说，逻辑状态是数字电路的

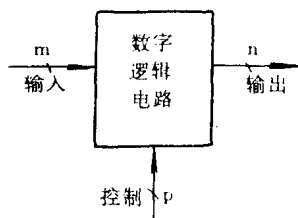
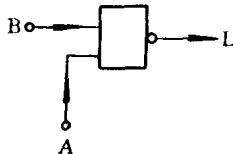


图 1-2 数字电路的一般结构



(a)



(b)

图 1-3 与非门的逻辑状态

实质与功用,强调突出它则是强化了电路的概念。

另外,数字电路虽然有许多概念,如寄存器、计数器,但它们在实用中却有许多概念,如寄存器有称寄存器的,称锁存器的,称缓冲器、移位寄存器等等;计数器有称二进制计数器,十进制计数器,六十进制计数器,定时/计数器等等。而理论讲述中,计数器还有同步、异步、加 1、减 1 等等。这给我们提示了一点,就是实际芯片有一些是不同于理论讲述的,或简化,或扩展,同一个电路有许多的芯片,所以强调一下芯片,加强理论与实际结合,对理解和掌握数字电子技术有十分重要的意义。

综合上述考虑,我们提出了数字电路的四要素,即

- (1) 电路名称;
- (2) 信号通道和控制通道;
- (3) 工作状态;
- (4) 芯片。

数字电路在实用中,加上各类信号后,电路的功用就变得复杂起来,如果紧扣其四要素,你会得到事半功倍的良好效果,希望读者在后续课程和实用中去检验。

§ 1-4 微机电路及五要素

微型计算机系统就是对数据有运算、判断、识别和处理功能的电路技术。它由五部分组成,即微处理器 CPU(或 MPU)、程序存储器 ROM、数据存储器 RAM 和输入设备、输出设备(即 I/O 接口)等,见图 1-4。

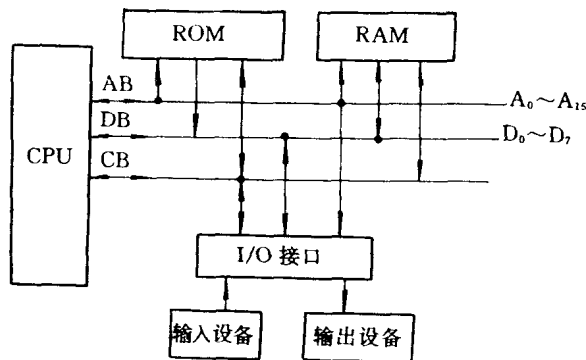


图 1-4 微型计算机系统框图