

电子数字计算机

DIANZI SHUZI JISUANJI

江苏人民出版社

电子数字计算机

南京有线电厂
南京大学合编
西北电讯工程学院

江苏人民出版社

电子数字计算机

南京有线电厂
南京大学 合编
西北电讯工程学院

*

江苏人民出版社出版
江苏省新华书店发行
江苏新华印刷厂印刷

1973年8月第1版
1973年8月第1次印刷

印数: 1—48,000册

书号: 15100·002 每册 1.80元

毛主席语录

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

转摘自《周恩来总理在第三届全国人民代表大会第一次会议上的政府工作报告》，一九六四年十二月三十一日《人民日报》

社会的财富是工人、农民和劳动知识分子自己创造的。只要这些人掌握了自己的命运，又有一条马克思列宁主义的路线，不是回避问题，而是用积极的态度去解决问题，任何人间的困难总是可以解决的。

《书记动手，全党办社》一文的按语（一九五五年），《中国农村的社会主义高潮》上册第五——六页

前 言

电子数字计算机是最近二十几年来发展起来的一门新技术，它具有运算速度快、计算精度高等特点。目前，在工业生产、国防建设和科学研究方面，正得到越来越广泛的应用。

为了适应我国电子计算技术的迅速发展，一九六九年，南京有线电厂遵照毛主席关于“**要无产阶级政治挂帅，走上海机床厂从工人中培养技术人员的道路**”的教导，在南京大学和西北电讯工程学院协助下，举办了电子计算机工人教学班。经过近两年的教学和研制实践，成立了厂校结合的编书小组，以教学班教材为基础，初步写出了《数字计算机线路》和《数字计算机原理》两本征求意见稿，广泛地征求了各有关工厂、部队和科研单位的意见。在此基础上，又先后进行了两次较大的修改，将原来的两本书稿合编成现在的《电子数字计算机》。

在编写中，我们注意反映当前国内外先进技术，理论联系实际，着重解决国内电子计算机设计、制造和使用中的实际问题。同时，力求文字浅显通俗，多介绍基础知识，尽量避免烦琐冗长的数学推导，以利于广大工农兵阅读。

为克服书中的缺点和错误，我们热切地希望读者批评指正。

本书的编写得到了南京、上海等地有关工厂、部队和科研单位的领导和同志们的大力支持，在此表示深切感谢。

编 者

1973年4月

目 录

第一章 绪 论

第一节 电子数字计算机的发展和用途	1
第二节 电子数字计算机的基本工作原理	3
一、电子数字计算机的主要部件	3
二、电子数字计算机的解题过程	5

第二章 电子数字计算机中的数制和码制

第一节 计数制的介绍	10
第二节 二进制数的表示和运算	11
第三节 二进制数与十进制数的互相换算	14
第四节 二进制数与八进制数的互相换算	18
第五节 数的定点和浮点表示	19
第六节 原码、补码、反码及加减法的运算规则	24
一、原码	25
二、补码	26
三、反码	28
第七节 “溢出”的标志	35
第八节 计算机中数的实际表示法和传送方式	38

第三章 脉冲电路

第一节 概述	41
一、什么叫脉冲	41
二、典型的脉冲波形和参数	42
三、脉冲电路的特点	44

四、脉冲技术的应用·····	45
第二节 晶体管的开关特性·····	45
一、晶体管基础知识·····	45
二、二极管的开关特性·····	49
三、三极管的开关特性·····	50
第三节 R-C电路·····	53
一、电容器的充放电过程·····	53
二、几种R-C电路·····	56
第四节 限幅与箝位电路·····	65
一、限幅电路·····	65
二、箝位电路·····	71
第五节 反相器·····	74
一、饱和式反相器·····	74
二、限饱和式反相器线路·····	83
第六节 射极跟随器·····	85
一、稳态分析·····	85
二、瞬态分析·····	88
第七节 晶体管双稳态触发器·····	90
一、晶体管饱和式对称触发器·····	91
二、晶体管发射极耦合双稳态触发器·····	101
第八节 晶体管单稳态触发器·····	103
一、集-基耦合的单稳态触发器·····	104
二、发射极耦合单稳态触发器·····	107
第九节 自激多谐振荡器·····	110
一、自激多谐振荡器的电路分析·····	110
二、多谐振荡器的同步·····	113
三、射极定时电路·····	114
第十节 锯齿电压产生电路·····	118
一、电压作线性变化的基本原理·····	119
二、简单的锯齿电压产生电路·····	119

三、带有恒流元件的锯齿电压产生电路	121
四、自举电路(正向锯齿电压产生电路)	122
五、锯齿波的同步	124
第十一节 脉冲示波器	127
一、静电示波管	127
二、用示波管显示波形的原理	130
第十二节 厚膜电路分析	133
一、电流驱动源电路	133
二、读出放大器	139
三、光电放大器	144

第 四 章 逻辑代数及逻辑电路

第一节 晶体管逻辑电路	148
一、或门	148
二、与门	156
三、正负逻辑的关系	160
第二节 半导体逻辑集成电路	161
一、二极管—晶体管逻辑(DTL)集成电路	162
二、晶体管—晶体管逻辑(TTL)集成电路	163
三、其他形式的逻辑集成电路	171
第三节 晶体管—晶体管逻辑集成电路的测试及其他	174
一、TTL 单与非门的参数和测试	175
二、扩展器和驱动器	180
第四节 逻辑代数	184
一、基本逻辑运算	184
二、基本关系式	186
第五节 逻辑代数的应用	188
一、逻辑线路的简化	188
二、逻辑线路的设计	191
第六节 基本逻辑单元线路	196

一、用与非电路构成的触发器	196
二、信号源及信号延迟线路	214
第七节 基本逻辑部件线路	216
一、数码寄存器	217
二、移位寄存器	218
三、计数器	220
四、译码器	228

第 五 章 运算方法及运算器

第一节 并行、定点机的加减法运算	232
一、全加型加法器的工作原理及其设计	232
二、累加型加法器简介	242
第二节 并行、浮点机的加减法运算	243
一、对阶	243
二、规格化	244
三、舍入	245
第三节 串行、定点机的加减法运算	246
一、串行、定点机的加法运算	246
二、串行、定点机的减法运算	247
第四节 并行、定点机的乘法运算	249
一、原码一位乘法	249
二、原码两位乘法	254
三、补码乘法	260
第五节 并行、定点机的除法运算	265
一、原码恢复余数法	266
二、原码不恢复余数法	266
三、补码除法	271
第六节 一个小型运算器	274
一、十六位加法器逻辑框图	274
二、十五位运算器逻辑框图	276

第 六 章 控制 器

第一节 控制器的一般介绍	278
一、控制器的功能	278
二、控制器的组成	279
第二节 指令系统	282
一、地址码种类	283
二、操作码类型	285
三、选址方式	288
四、一台模型计算机的指令系统	293
第三节 指令部件	295
一、指令寄存器及操作码译码器	295
二、指令地址寄存器	296
第四节 脉冲分配器	298
一、脉冲源	298
二、启停线路	298
三、节拍信息发生器	300
第五节 控制台	305
一、控制台的结构和组成	305
二、控制台上的基本操作	306
第六节 操作控制线路	307
一、绘出指令操作流程图中	308
二、编排指令操作时间表	310
三、设计操作控制线路	329
四、运控分调线路	333
第七节 中断装置	335
一、中断和中断的种类	335
二、设计中中断装置应该解决的几个问题	336
三、一个中断装置的例子	338

第 七 章 内 存 储 器

第一节 存储器的主要参数及其组成	343
一、存储器的主要参数	343
二、用作存储单元的一些物理状态	344
三、存储器的组成部分	344
第二节 磁心存储信息的原理	346
一、电与磁的关系	346
二、铁磁性物质的特性	346
三、磁心的磁滞回线	348
四、磁心存储信息的原理	349
第三节 存取方法之一——电流重合法	352
一、最简单的电流重合法	352
二、禁止脉冲法	354
三、电流重合法中磁心的工作特性	355
四、半选磁心对被选磁心读出信号的影响	358
五、提高抗干扰能力的方法	360
六、驱动电流的工作范围	364
七、磁心体结构	366
第四节 存取方法之二——线选法	366
一、几种读写形式	367
二、避免负载变化的影响	369
三、驱动电流的工作范围	372
四、磁心体结构	373
第五节 存取方法之三——两度半法	374
一、读写工作原理	375
二、磁心体结构	376
三、两度半法的优点	378
第六节 译码系统	379
一、二极管—变压器译码器	380

二、均分负载译码器	382
三、用二极管作电流引导译码	387
第七节 驱动系统	388
一、对驱动源的要求	389
二、驱动源的结构	390
三、稳流方法的讨论	390
第八节 读出及写入系统	392
一、读出线上的信号	393
二、读出放大器结构	394
三、写入系统	395
第九节 存储器的检查	396
一、对检查线路的要求	396
二、静态光点检查	397
三、动态光点检查	399
四、“最坏布局”检查	402
第十节 内存储器的举例	403
一、结构与框图	403
二、工作过程	406
第十一节 磁心测试及磁心板检查	407
一、磁心测试	407
二、磁心板检查	410
第十二节 固定存储器	412
一、电流重合法结构的磁心固定存储器	413
二、磁杆固定存储器	415
三、非矩形回线磁心的固定存储器	416
第十三节 其他存储元件	417
一、磁存储技术的发展	418
二、大规模集成电路在存储器中的应用	418

第 八 章 外存储器

第一节 磁表面存储器的简单介绍	424
一、磁鼓	426
二、磁带	428
三、磁盘	430
第二节 记录方式和线路	431
一、归零制记录方式和线路	431
二、不归零制记录方式和线路	435
三、调相制记录方式和线路	437
四、调频制记录方式简介	438
第三节 磁鼓磁带的结构特点	439
一、磁鼓结构特点	439
二、磁带机的结构特点	441
第四节 磁鼓磁带的校验方法及可靠性	444
一、多重校验	445
二、奇偶校验	446
三、海明校验	446
四、影响磁带机可靠性的因素	448
第五节 磁鼓磁带存储器逻辑举例	449
一、磁鼓存储器的控制原理	449
二、磁带机的逻辑控制举例	456

第 九 章 输入输出设备

第一节 纸带输入机	459
一、凿孔纸带	460
二、光电式输入机的基本工作原理	462
三、电容式输入机的基本工作原理	463
四、电容式输入机的传送原理及控制线路	465
第二节 打印机	470

一、宽行打印机的基本工作原理	471
二、宽行打印机的机电结构及控制	472
三、宽行打印机的逻辑控制线路	480
第三节 卡片输入输出机	485
一、卡片输入机	487
二、卡片穿孔输出机	492
第四节 控制台打字机	497
一、控制台打字机的作用	497
二、控制台打字机的工作原理	499
三、控制台打字机的发展概况	509

第 十 章 计算机直流稳压电源

第一节 不可控整流电路	510
一、单相半波纯电阻负载整流电路	510
二、单相全波纯电阻负载整流电路	512
三、单相桥式纯电阻负载整流电路	514
四、滤波电路	515
五、整流变压器	518
第二节 可控硅整流电路	519
一、可控硅特性与工作原理	519
二、单相可控硅整流电路	522
第三节 半导体直流稳压电路	525
一、硅稳压二极管稳压电路	525
二、串联式晶体管稳压电路	527
三、可控硅稳压电路	532
第四节 功率晶体管的散热	536

第十一章 程序设计初步

第一节 模型机的简单介绍	539
一、数的表示和选址方式	541

二、指令系统	542
三、中断系统	544
第二节 简单程序的编制	544
一、算式程序的编制	545
二、分支程序的编制	547
三、循环程序的编制	548
四、子程序的编制	551
第三节 实时数据处理	555
第四节 其他	560
一、多重循环程序的编制	560
二、比例因子	564
三、汇编程序的概念	568
四、程序设计自动化的概念	569
五、管理程序的概念	572
附： 本书常用符号	575

第一章 绪 论

第一节 电子数字计算机的发展和用途

电子数字计算机是一种能够自动地高速度地进行大量计算工作的电子机器。它的发明和发展是二十世纪科学技术的卓越成就之一。它的出现，有力地推动着生产、科学技术与文化事业的发展。

人们在长期的生产实践中，创造了各式各样的计算工具来加快计算过程的进行。例如，我国在南宋时就已有算盘歌诀的记载，到了明朝算盘就很流行了。其他如计算尺、手摇或电动计算机等也已经发明很久。如果需要计算的数字不很大，也不复杂，这些简单的计算工具也就完全可以胜任了。

但是，由于工业生产范围的扩大和科学技术的发展，很多科学和技术部门愈来愈迫切地需要进行更大量、更复杂、更快速的精确计算，这些简单的计算工具就远远不能满足需要。随着电子器件、脉冲技术、自动控制等技术的发展，一九四五年，世界上出现了第一台电子数字计算机。这台计算机共用了 18000 多个电子管，消耗近 100 千瓦的电力，并占用长度在 30 米以上的房间。可是由于它采用了电子管，计算速度有了惊人的提高，这就给数字计算机的发展开辟了新途径。从出现这台计算机至今还不到三十年，然而，电子数字计算技术已有了飞跃的发展。现在，电子计算机的计算速度（单位时间内完成加法、减法、乘法或除法等运算的次数）已达到每秒钟几十万、几百万、甚至几千万次。电子计算机的类型，也从第一代的电子管型发展到第二代的晶体管型，又发展到第三代的集成电路型。七十年代初期，又出现了大面积集成电路的大型

电子计算机。它们之间的主要差别是所用的元件不同，并且越到后代计算速度越快，功能范围越广，自动化程度越高，体积越小，稳定性越好。目前，电子计算机已被广泛地应用于国民经济的各个领域。

在“**鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义**”总路线的指引下，我国的电子计算机事业在短短的十几年中得到了迅速发展。一九五八年，我国第一台电子数字计算机投入运行；伟大的国庆十周年期间，国产“104”型大型电子数字计算机投入运行；一九六七年，我国又宣布第一台国产大型晶体管计算机投入了运行；特别是一九七〇年我国第一颗人造地球卫星发射成功，进一步标志着我国电子计算机事业达到了一个新的水平。

由于电子数字计算机具有高速运算和记忆的功能，从而使过去很多无法解决的计算问题得到了解决。如精确预报天气的计算方法早就有了，但过去用手摇计算机或电动计算机来计算，“日预报”就需要花一、两个星期的时间，而用电子数字计算机计算，在几分钟内就可以算出精确的结果。

电子计算机不仅能解决各种数学问题，还能解决各种逻辑问题，如文字翻译、自动控制、统计分析等。比如，在工业上，人们可以用它来控制一台机床或控制一条生产流水线，甚至控制整个工厂的全部生产过程；在国防上，它可以用于导弹的自动瞄准、自动发射及随时纠正导弹的飞行方向等；至于它与原子能研究、人造卫星等尖端科学技术的关系，就更为密切了。

电子计算机本身是没有阶级性的，但掌握在不同的阶级手里，就会有不同的用途，为不同的阶级利益服务。资产阶级掌握它，是为其剥削广大劳动人民服务的。帝国主义和社会帝国主义都将计算技术大量应用于军备竞赛，是为它们的扩张政策和侵略政策服务的。只有无产阶级掌握它，才能真正为广大劳动人民服务。我们学习和掌握电子计算机技术的目的，就是为了用它来推动社会主义建设和国防事业的发展，争取对人类作出较大的贡献。

在电子数字计算机的研究制造工作中，必须坚决批判“电子计