



普通高等教育“十二五”重点规划教材·计算机系列
中国科学院教材建设委员会“十二五”规划教材

严云洋 主编

计算机组成原理

THE PRINCIPLE OF
COMPUTER ORGANIZATION



科学出版社

普通高等教育“十二五”重点规划教材·计算机系列

中国科学院教材建设委员会“十二五”规划教材

计算机组成原理

严云洋 主 编
金 鹰 张 粤 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书深入浅出、系统全面地介绍了计算机系统的原理和组成。全书共分为9章, 主要内容包括计算机系统概述、存储器系统、数据在机器层次的表示、运算器及运算方法、指令系统、中央处理器、系统总线、外围设备和输入/输出系统等。

本书以基础理论-小型案例实训-学习加油站的结构形式进行编写, 每一章都设置了“小型案例实训”模块和考研真题解析及大量的习题, 以便读者掌握本章的重点, 提高分析问题和解决问题的能力。本书结构清晰、易教易学、实例丰富、可操作性强、注重能力的培养, 对在学习过程中常见的重点和难点进行了全面讲解, 以帮助读者更好地掌握计算机组成原理的基本知识。

本书既可作为高等院校计算机专业的教材, 也可作为计算机类培训班的教材, 同时适合于准备考研的学生及计算机专业人员等作为参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理/严云洋主编. —北京: 科学出版社, 2011
ISBN 978-7-03-030233-5

I. ①计… II. ①严… III. ①计算机体系结构-高等学校-教材
IV. ①TP303

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第020858号

责任编辑: 赵丽欣 郭丽娜/责任校对: 王万红

责任印制: 吕春珉/封面设计: 子时文化

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年4月第一版 开本: 787×1092 1/16

2011年4月第一次印刷 印张: 24

印数: 1-3 000 字数: 532 000

定价: 41.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换<新蕾>)

销售部电话: 010-62134988 编辑部电话 010-62134021

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

普通高等教育“十二五”重点规划教材·计算机系列
学术编审委员会

主任：杨静宇 许 勇
副主任：严云洋 朱贵喜 韩忠愿 谢圣献
戴仕明 方厚加 杨国为 舒 坚

编委成员：(排名不分先后，按姓氏笔画为序)

卜红宝	丁为民	丁永红	尹 静	方厚加	毛红梅
王维民	韦相和	占德胜	史国川	史春联	乔正洪
刘旭东	刘志高	刘家琪	朱胜强	朱贵喜	江家宝
许 勇	严 峥	严云洋	吴 婷	吴克力	宋正虹
张 宏	张华明	张希伟	张居晓	李 焕	李 胜
李 海	李 寒	李千目	李元振	李俊青	杨 勃
杨国为	邵 杰	陈 伟	陈汉兵	陈海燕	周 勇
周卫民	姚昌顺	姜 华	胡虚怀	赵 明	赵传申
凌海云	徐卫军	郭龙源	钱 进	陶保壮	梁 明
程 勇	童爱红	舒 坚	葛武滇	谢圣献	韩忠愿
戴仕明					

总策划：中国科学院教材建设专家委员会

执行策划：李振格 何光明 王珊珊 赵丽欣 杨 阳

前 言

“计算机组成原理”是高等学校计算机科学与技术专业及其他相关专业的一门核心专业基础课程，也是非计算机专业的学生学习和掌握计算机应用技术的一门专业基础课程。从 2009 年起，“计算机组成原理”成为计算机类专业研究生入学考试的全国统考课程。为适应人才培养和研究生入学考试的需要，着力提高大学生的学习能力、实践能力和创新能力，培养造就具有较强综合能力的人才，作者撰写了这本《计算机组成原理》。

1. 关于计算机组成原理

本书以冯·诺依曼计算机结构为模型，介绍了计算机系统各大部件的组成、工作原理，同时介绍了设计方法以及互连构成整机的技术。从教学上看，本课程在先修和后继课程之间起着承上启下的作用，是必须掌握的重要知识。

2. 本书阅读指南

本书深入浅出、系统全面地介绍了计算机系统的各大组成部分及其工作原理，以信息处理为主线介绍了计算机系统的组成及工作过程。全书共分 9 章，各章内容如下。

第 1 章主要对系统进行概述，介绍系统的基本组成及常用概念、所处的地位以及研究的范围，为以后各章的学习打下基础。

第 2 章主要介绍存储器系统，介绍了存储器的分类、层次结构和技术指标，主存储器，存储器与 CPU 的连接方法，并行存储器，高速缓冲存储器，外存储器，以及由各种存储器组成多级存储系统的工作原理。

第 3 章主要介绍原码、补码和反码等数值编码以及数值的定点、浮点的表示，文字信息在计算机中的表示及数据校验码等。

第 4 章主要介绍计算机实现加减乘除四则运算、逻辑运算、计数和移位等操作的方法，以及实现浮点四则运算的方法，在此基础上讲述了定点预算器和浮点运算器的组成、算术逻辑单元 ALU 等。

第 5 章主要介绍指令系统的类型、各种寻址方式、常见指令的分类、CISC 和 RISC 指令的特点。

第 6 章主要介绍中央处理器 CPU 的组成及其功能、指令的执行过程、时序及微操作信号的产生、指令流水线等。

第 7 章主要介绍系统总线的连接方式，总线的请求、仲裁和定时，以及常用总线的类型、标准等。

第 8 章主要介绍常用外围设备的工作原理，以及外围设备与主机之间交换信息的方式等。

第 9 章主要介绍输入输出系统、I/O 接口和连接方式等。

3. 本书特色与优点

本书根据本课程的教学要求和特点，从实际出发，力求做到：

- (1) 内容全面，层次分明，结构合理。
- (2) 简要介绍基本逻辑部件，解决抽象难懂的问题。
- (3) 突出重点、难点，并全面解读，力求解决实践性问题。

(4) 以基础理论-小型案例实训-学习加油站的结构形式编写，每一章都设置了“小型案例实训”和“学习加油站”，以便于读者掌握其重点，提高分析问题和解决问题的能力。

(5) 实例丰富，实用性强，并配备大量习题，以加强读者的掌握力度。

金鹰编写了第2章和第8章，张粤编写了第6章，严云洋编写了其余各章并统稿。本书在编写过程中，刘思平、步山岳、陈礼青、王兰芳、蒋晓玲和王红艳等老师提出了许多建设性意见，丁甜甜等同学在文字校对中做了大量工作，何光明、吴涛涛、王珊珊、陈海燕、王程凌、云邈、陈芳、陈智、李海等老师给予了很多帮助，在此表示衷心感谢。

限于时间和编者水平，本书在选材和对理论及先进技术的理解上可能有不妥之处，敬请读者批评指正。

目 录

前言

第 1 章 计算机系统概述	1
1.1 计算机的发展史	1
1.1.1 计算机的产生与硬件发展	1
1.1.2 计算机软件的兴起与发展	2
1.1.3 计算机的发展展望	4
1.2 计算机的分类与应用	4
1.2.1 计算机的分类	4
1.2.2 计算机的应用	5
1.3 计算机硬件系统	6
1.3.1 冯·诺依曼计算机结构	6
1.3.2 计算机硬件的五大组成部件	7
1.4 计算机软件系统	9
1.4.1 系统软件	9
1.4.2 应用软件	10
1.5 计算机系统的组织结构	10
1.5.1 计算机软硬件的关系	10
1.5.2 计算机系统的多级层次结构	11
1.6 计算机的工作过程与性能指标	12
1.6.1 计算机的工作过程	12
1.6.2 计算机的性能指标	14
1.7 小型案例实训	15
1.8 小结	16
1.9 学习加油站	16
1.9.1 答疑解惑	16
1.9.2 考研真题解析	17
1.9.3 综合题详解	19
1.10 习题	19
第 2 章 存储器系统	21
2.1 存储器概述	22
2.1.1 存储器的分类	22
2.1.2 存储器的层次结构	24
2.1.3 存储器的主要技术指标	25

2.2	主存储器	26
2.2.1	半导体存储器的分类	26
2.2.2	随机存取存储器结构	28
2.2.3	只读存储器结构	34
2.2.4	存储器与 CPU 的连接方法	37
2.2.5	提高访存速度的措施	43
2.3	高速缓冲存储器	46
2.3.1	Cache 在存储体系中的作用	46
2.3.2	Cache 的功能与基本原理	46
2.3.3	Cache 存储器的地址映像	47
2.3.4	替换策略	50
2.4	辅助存储器	51
2.4.1	磁记录的原理	51
2.4.2	磁记录方式	52
2.4.3	磁盘存储器	54
2.4.4	光盘存储器	57
2.5	小型案例实训	60
2.6	小结	63
2.7	学习加油站	64
2.7.1	答疑解惑	64
2.7.2	考研真题解析	67
2.7.3	综合题详解	74
2.8	习题	76
第 3 章	数据在机器层次的表示	80
3.1	数值数据的表示	80
3.1.1	进位计数制与计数制之间的转换	80
3.1.2	无符号数与有符号数	83
3.1.3	原码表示	84
3.1.4	补码表示	85
3.1.5	反码表示	88
3.2	数的定点表示与浮点表示	89
3.2.1	定点表示	89
3.2.2	浮点表示	91
3.2.3	浮点数阶码的移码表示法	92
3.2.4	定点数与浮点数的比较	94
3.3	文字数据的表示	94
3.3.1	字符与字符串的表示	95
3.3.2	汉字的表示	96

3.4	数据校验码	98
3.4.1	奇偶校验码	98
3.4.2	海明校验码	100
3.4.3	循环冗余校验码	104
3.5	小型案例实训	106
3.6	小结	108
3.7	学习加油站	108
3.7.1	答疑解惑	108
3.7.2	考研真题解析	109
3.7.3	综合题详解	111
3.8	习题	112
第4章	运算器及运算方法	114
4.1	定点运算	114
4.1.1	定点补码加减法运算	114
4.1.2	定点乘法运算	119
4.1.3	定点除法运算	129
4.2	浮点四则运算	135
4.2.1	浮点加减运算	136
4.2.2	浮点乘除运算	139
4.3	逻辑运算与移位操作	140
4.3.1	逻辑运算	140
4.3.2	移位操作	141
4.4	运算器的组成与结构	144
4.4.1	定点运算器	144
4.4.2	浮点运算器	149
4.5	小型案例实训	150
4.6	小结	153
4.7	学习加油站	153
4.7.1	答疑解惑	153
4.7.2	考研真题解析	154
4.7.3	综合题详解	159
4.8	习题	161
第5章	指令系统	164
5.1	机器指令	164
5.1.1	指令格式	164
5.1.2	指令字的长度	165
5.1.3	指令的地址结构	165
5.1.4	指令操作码	168

5.2 寻址方式	170
5.2.1 寻址的基本概念	170
5.2.2 指令的寻址方式	171
5.2.3 操作数的寻址方式	171
5.3 指令的分类	182
5.3.1 指令系统的基本要求	182
5.3.2 数据传输类指令	182
5.3.3 算术运算类指令	183
5.3.4 逻辑运算类指令	183
5.3.5 程序控制类指令	184
5.3.6 输入输出类指令	185
5.3.7 字符串类指令	186
5.3.8 系统控制指令	186
5.3.9 其他指令	187
5.4 CISC 与 RISC 技术	187
5.4.1 CISC 到 RISC 的转变	187
5.4.2 RISC 的要素及特征	189
5.4.3 CISC 机与 RISC 机的比较	191
5.5 典型指令系统举例	193
5.5.1 Ultra SPARC II 的指令类型	193
5.5.2 Pentium II 的指令系统	196
5.6 小型案例实训	201
5.7 小结	202
5.8 学习加油站	203
5.8.1 答疑解惑	203
5.8.2 考研真题解析	203
5.8.3 综合题详解	210
5.9 习题	211
第 6 章 中央处理器	218
6.1 CPU 的总体结构	218
6.1.1 CPU 的功能	218
6.1.2 CPU 的基本组成	219
6.1.3 CPU 中的主要寄存器	220
6.2 指令周期	223
6.2.1 指令周期的基本概念	223
6.2.2 非访问内存指令的指令周期	224
6.2.3 存数指令的指令周期	225
6.2.4 取数指令的指令周期	226

6.2.5	空操作指令和转移指令的指令周期	227
6.2.6	五条指令的取指和执行过程	228
6.3	时序信号的产生与控制	229
6.3.1	时序信号产生器	229
6.3.2	时序信号控制方式	230
6.4	组合逻辑控制器设计	233
6.4.1	组合逻辑控制器原理框图	233
6.4.2	组合逻辑设计步骤	233
6.5	微程序	234
6.5.1	微程序控制器概述	234
6.5.2	微指令和微程序	236
6.5.3	微指令的编码方式与格式	237
6.5.4	微地址的形成方式	241
6.5.5	静态微程序设计与动态微程序设计	245
6.6	流水线处理技术	245
6.6.1	流水 CPU 的结构	245
6.6.2	流水线的分类	246
6.6.3	流水线的相关问题	248
6.7	小型案例实训	250
6.8	小结	261
6.9	学习加油站	262
6.9.1	答疑解惑	262
6.9.2	考研真题解析	262
6.9.3	综合题详解	267
6.10	习题	270
第7章	系统总线	273
7.1	总线概述	273
7.1.1	总线的分类	273
7.1.2	总线特性	275
7.1.3	总线标准化	276
7.1.4	总线带宽	278
7.2	总线结构	278
7.2.1	总线的结构	278
7.2.2	总线结构对计算机性能的影响	281
7.2.3	总线的内部结构	282
7.3	总线接口	284
7.3.1	信息的传送方式	284
7.3.2	接口的基本概念	287

7.3.3 接口的功能	288
7.4 总线控制	288
7.4.1 系统总线的争用与仲裁	289
7.4.2 控制算法	292
7.5 小型案例实训	293
7.6 小结	294
7.7 学习加油站	294
7.7.1 答疑解惑	294
7.7.2 考研真题解析	296
7.7.3 综合题详解	298
7.8 习题	299
第8章 外围设备	302
8.1 外围设备概述	302
8.1.1 外围设备的功能	302
8.1.2 外围设备的分类	303
8.2 输入设备	304
8.2.1 键盘	304
8.2.2 鼠标	308
8.3 输出设备	310
8.3.1 CRT 显示器	310
8.3.2 液晶显示器	312
8.3.3 打印机	314
8.4 小型案例实训	320
8.5 小结	321
8.6 学习加油站	321
8.6.1 答疑解惑	321
8.6.2 考研真题解析	321
8.6.3 综合题详解	323
8.7 习题	324
第9章 输入/输出系统	326
9.1 输入/输出系统概论	326
9.1.1 外围设备的定时方式	326
9.1.2 I/O 控制的种类	328
9.2 I/O 接口	328
9.2.1 I/O 接口的主要功能	328
9.2.2 I/O 系统的主要组成部件	329
9.2.3 I/O 编址方式	330
9.3 I/O 系统发展的五种类型简述	331

9.3.1	程序直接控制方式	331
9.3.2	程序中斷方式	332
9.3.3	直接内存存取方式	333
9.3.4	通道控制方式	334
9.3.5	外围处理机方式	334
9.4	程序的中断	335
9.4.1	中断	335
9.4.2	中断系统的作用	336
9.4.3	中断的分类	337
9.4.4	程序中斷的基本过程	337
9.4.5	多重中断	341
9.5	DMA 方式	342
9.5.1	DMA 方式的特点及基本操作	342
9.5.2	DMA 使用内存方式	343
9.5.3	DMA 接口	344
9.6	通道方式	347
9.7	小型案例实训	352
9.8	小结	353
9.9	学习加油站	353
9.9.1	答疑解惑	353
9.9.2	考研真题解析	355
9.9.3	综合题详解	361
9.10	习题	364
	参考文献	368

第 1 章 计算机系统概述

电子计算机是一种不需要人工直接干预，能够自动、高速、准确地对各种信息进行处理和存储的电子设备。电子计算机从总体上来说可以分为两大类：模拟电子计算机和数字电子计算机。模拟电子计算机中处理的信息是连续变化的物理量，运算的过程也是连续的；而数字电子计算机中处理的信息是在时间上离散的数字量，运算的过程是不连续的。通常所说的计算机都是指数字电子计算机。

考研大纲要点

1. 计算机发展历程

2. 计算机系统层次结构

(1) 计算机硬件的基本组成。

(2) 计算机软件分类。

(3) 计算机的工作过程。

3. 计算机性能表示

吞吐量、响应时间；CPU 时钟周期、主频；CPI、CPU 执行时间；MIPS、MFLOPS。

1.1 计算机的发展史

从 1946 年出现第一台电子计算机算起，到现在已 60 多年了，计算机技术得到了迅速发展，可谓日新月异。这表现在许多方面，如硬件方面的逻辑器件和体系结构，软件方面的程序设计语言、操作系统、网络软件和人工智能等，这些方面的发展是相辅相成的。

1.1.1 计算机的产生与硬件发展

世界上第一台数字电子计算机是 1946 年在美国宾夕法尼亚大学制成的。这台机器用了 18000 多个电子管，占用长度超过 30m 的房间，重量达 30t，而运算速度只有 5000 次/秒。以今天的眼光来看，这台计算机耗费大又不完善，但却是科学史上一次划时代的创新，它奠定了电子计算机的基础。习惯上将计算机的发展按“代”划分为以下五个发展阶段。

1. 电子管时代（1946~1957 年）

此阶段计算机的运算速度为几千次至几万次每秒，体积庞大，成本很高，可靠性较低。在此期间，形成了计算机的基本体系，确定了程序设计的基本方法，数据处理机开

始得到应用。

2. 晶体管时代 (1958~1964 年)

此阶段计算机的运算速度提高到几万次至十几万次每秒, 体积缩小, 成本降低, 可靠性提高。在此期间, 通过引入浮点运算硬件加强科学运算能力, 工业控制机开始得到应用。

3. 中、小规模集成电路时代 (1965~1971 年)

此阶段计算机的运算速度提高到几十万次至几百万次每秒, 体积进一步缩小, 成本进一步下降, 可靠性进一步提高。在此期间, 形成了机种多样化, 生产系列化, 使用系统化的特点, 小型计算机开始出现, 同时采用多处理器并行结构的大型机、巨型机也得到快速发展。

4. 超、大规模集成电路时代 (1972~1990 年)

此阶段计算机的运算速度提高到 1 千万次至一亿次每秒, 体积更进一步缩小, 成本更进一步降低, 可靠性更进一步提高。在此期间, 由几片大规模集成电路组成的微型计算机开始出现, 同时巨型向量机、阵列机等高级计算机得到发展。

5. 超级规模集成电路时代 (1991 年至今)

此阶段计算机的运算速度提高到十亿次每秒。在此期间, 由一片巨大规模集成电路实现的单片计算机开始出现。

总之, 从 1946 年计算机诞生以来, 大约每隔五年运算速度提高 10 倍, 可靠性提高 10 倍, 成本降低 10 倍, 体积缩小 10 倍。而自 20 世纪 70 年代以来, 计算机的生产数量每年以 25% 的速度递增。

微处理器技术也在高速发展, 推出了 32 位、64 位的微处理器芯片, 如 Pentium IV、Itanium II 等, 使微机性能更上了一个台阶。我国也开始了微处理器芯片的研究与设计, 推出了自己的“龙芯”微处理器芯片。微处理器芯片除了可以作为微机的主要处理部件外, 还可以作为巨型机的处理单元, 构成大规模计算阵列。

1.1.2 计算机软件的兴起与发展

软件是计算机系统的重要组成部分, 它能够在计算机裸机的基础上, 更好地发掘计算机的性能。因此, 计算机软件的发展与计算机硬件及技术的发展密切相关。

下面以系统程序为例, 简要说明软件的发展演变过程。

1. 汇编语言阶段 (20 世纪 50 年代)

这一阶段软件基本是空白, 没有系统软件, 只有专业人员才能操作计算机。人们通过机器语言来编写程序, 没有程序控制流的概念。当需要在程序中插入一条新指令的时候, 必须由程序员手工移动程序和数据, 操作繁琐又困难。为了便于记忆和操作, 出现

了符号语言和汇编语言，这种语言虽然可以不用 0/1 代码编程，改善了程序的可读性，但它们仍是面向机器的，即不同的机器有不同的汇编语言。汇编语言程序是最早的软件设计抽象形式，代表了机器语言的第一层抽象。

2. 程序批处理阶段（20 世纪 60 年代）

在这一阶段，编译器开始出现，软件方面产生了 FORTRAN、COBOL、ALGOL 等高级语言，控制流概念获得直接应用，并开始对算法和数据结构进行研究，出现了数据类型、子程序、函数和模块等概念，将复杂的程序划分为相对独立的逻辑块，大大简化了程序设计过程。在软件调度与管理上，建立了子程序库和批处理的管理程序。

3. 分时多用户阶段（20 世纪 70 年代）

高级语言的便利使人们不断完善编译程序和解释程序的功能，极大地改进了程序设计手段和设计描述方法。人们开始认识到对计算机硬件资源加强管理和利用的必要性，发展了多道程序和并行处理等新技术，于 1974 年推出了 UNIX 操作系统。

4. 分布式管理阶段（20 世纪 80 年代）

自 IBM 公司推出 PC/XT 机型后，出现了开放式的、模块化的单机操作系统——DOS 系统。在这一时期，人们将精力用于研究数据库管理系统，致力于一个单位的信息管理软件的开发，使办公自动化、无纸化成为可能。在 20 世纪 80 年代中后期，开放式局域网络进入市场，为信息共享奠定了物质基础，基于网络的分布式系统软件的研究初现端倪。

5. 软件重用阶段（20 世纪 90 年代）

在这一阶段，面向对象技术得到了广泛的应用，形成了以面向对象为基础的一系列软件概念和模型，包括基于视窗的操作系统、软件界面的可视化构成控件、动态链接库、组件、OLE（对象连接于嵌入）、ODBC（开放数据库互连）、JavaBean（一种 Java 语言写成的可重用组件）等，为软件的划分、重用和组装设计提供了崭新的思想和技术。同时随着 Internet 网络技术的成熟和完善，基于 Web 的分布式应用软件研究与开发成了主流，出现了软件工程的概念。

6. Web 服务阶段（21 世纪初期至今）

目前，基于 Internet 网络技术的分布式计算软件仍是软件业研究和开发的主要方向。大型企业数据库管理系统的应用成为软件开发的主流。然而随着应用系统的增强和扩充，需要进一步挖掘 Internet 网络功能，因此人们开始了对 Web 应用服务器系统软件的研究，形成了以 Web 应用服务器为中心的多层开发体系结构，出现了 J2EE 编程技术规范，推出了网格计算技术和 Web Service 协议架构。这些都是构造下一代 Internet 网络的主要技术。

1.1.3 计算机的发展展望

现在美国、日本等国家正在加紧研制新一代计算机，例如支持逻辑推理和知识库的智能计算机、神经网络计算机和生物计算机等，习惯上我们称其为第五代计算机，其特征是发展计算机的分布体系结构和人工智能计算机。从硬件方面看，第五代计算机主要从器件和体系结构两个方面进行着不懈的努力。

就目前而言，计算机技术的开发重点主要集中在“高、开、多、智、网”等五个方面。

(1) 高。指高性能的硬件平台和高性能的操作系统。

(2) 开。指开放系统，旨在建立某些标准协议以确保不同厂商的不同计算机软、硬件可以相互连接。

(3) 多。指多媒体技术，即让计算机能同时处理声音、图像、文字和色彩，且能实时输入或输出的计算机应用技术。

(4) 智。指人工智能，这是一门探索和模拟人的认识和思维规律的科学。

(5) 网。指计算机网络，计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物。它使得在不同地点的计算机用户能够共享系统中的资源。

1.2 计算机的分类与应用

1.2.1 计算机的分类

由于考查计算机性能的角度不同，因此计算机有多种分类方式。常见的分类方式主要有以下几种。

1. 按处理的信息形式分

计算机可以分为数字计算机和模拟计算机。1946年的ENIAC计算机开辟了数字计算机的先河，引来了信息工业革命。它的工作原理是：用脉冲编码表示数字，处理的是数字信息。使用长度、电压、电流等模拟量进行计算的计算机叫做模拟计算机，因其精度和通用性都差，所以常用来作特殊用途的计算机。

2. 按计算机字长分

计算机字长反映了计算机处理信息并行位的能力，可分为8位机、16位机、32位机和64位机等。

3. 按计算机应用范围分

计算机按照应用范围可分为专用机和通用机。专用机主要为专用场合而设计，具有效率高、速度快、适应性差等特点；通用机则可以用于任何场合，一机多用，但它的效率和速度方面会受到一定影响。