

## 目录

# 第 1 章 计算机系统概论 1

## 1.1 计算机发展历程 1

### 1.1.1 国外计算机发展概况 1

### 1.1.2 摩尔定律 2

### 1.1.3 集成电路工艺发展概况 2

### 1.1.4 我国计算机发展概况 3

## 1.2 计算机系统的组成 4

### 1.2.1 计算机硬件系统 4

### 1.2.2 计算机软件系统 7

## 1.3 计算机系统的层次结构 8

### **1.3.1 系统层次结构 8**

### 1.3.2 各层之间的关系 10

### 1.3.3 软件和硬件的逻辑功能等价性 10

## 1.4 计算机性能指标和评价 10

### 1.4.1 基本性能指标 10

### **1.4.2 与时间有关的性能指标 11**

### **1.4.3 CPU 性能公式应用 14**

### 1.4.4 性能测试及其工具 15

## 1.5 课程学习的建议 16

## 习题 1 17

## 实践训练 18

## 第2章 数据信息的表示 19

2.1 数据表示的作用 19

2.2 数值数据的表示 19

### 2.2.1 数的机器码表示 19

### 2.2.2 定点数表示 25

### 2.2.3 浮点数表示 26

~~2.2.4 十进制编码\* 31~~

2.2.5 计算机中的数据类型 33

2.3 非数值数据的表示 40

2.3.1 字符表示 40

2.3.2 汉字编码 40

2.4 数据信息的校验 42

2.4.1 码距与校验 43

### 2.4.2 奇偶校验 44

~~2.4.3 海明校验 45~~

~~2.4.4 循环冗余校验 49~~

习题 2 53

实践训练 56

## 第3章 运算方法与运算器 57

3.1 计算机中的运算 57

~~3.1.1 C语言中的位运算 57~~

~~3.1.2 C语言中的逻辑运算 57~~

~~3.1.3 C语言中的移位运算 58~~

~~3.1.4 C语言中的算术运算 59~~

3.2 定点加减法运算 60

**3.2.1 补码加减法运算方法 60**

**3.2.2 溢出及检测 62**

**3.2.3 加减法的逻辑实现 64**

3.3 定点乘法运算 69

**3.3.1 原码一位乘法 69**

~~3.3.2 补码一位乘法 72~~

3.3.3 阵列乘法器 75

3.3.4 补码阵列乘法器 76

~~3.3.5 乘法器性能优化\* 77~~

3.4 定点除法运算 77

3.4.1 原码一位除法 78 (**不恢复余数除法**)

3.4.2 阵列除法器 81

3.5 浮点运算 83

**3.5.1 浮点加减法运算 83**

3.5.2 浮点乘法运算 86

3.5.3 浮点除法运算 86

3.6 运算器 87

3.6.1 定点运算器 87

~~3.6.2 浮点运算器 91~~

习题3 92

实践训练 94

## 第4章 存储系统 95

4.1 存储器概述 95

4.1.1 存储器分类 95

4.1.2 存储器技术指标 96

### 4.1.3 存储系统层次结构 97

4.1.4 主存的基本结构 97

4.1.5 主存中数据的存放 98

4.2 半导体存储器 100

4.2.1 静态 MOS 存储器 100

4.2.2 动态 MOS 存储器 105

4.2.3 只读存储器 110

~~4.2.4 DRAM 的发展\* 112~~

### 4.3 主存的组织及与 CPU 的连接 116

4.3.1 存储器与 CPU 的连接 116

4.3.2 存储器的扩展 116

4.4 并行主存系统 118

### 4.5 高速缓冲存储器 121

4.5.1 cache 工作原理 121

4.5.2 程序局部性 122

4.5.3 cache 的基本概念 122

4.5.4 cache 读、写流程与关键技术 123

4.5.5 相联存储器 125

4.5.6 地址映射 126

4.5.7 替换算法 134

4.5.8 写入策略 136

4.5.9 cache 应用 137

4.6 虚拟存储器 138

4.6.1 虚拟存储器的工作原理 138

4.6.2 虚拟存储器的地址映射与变换 139

4.6.3 页式虚拟存储器 139

习题 4 147

实践训练 152

## 第5章 指令系统 153

5.1 指令系统概述 153

5.2 指令格式 154

5.2.1 指令字长度 154

5.2.2 指令地址码 155

5.2.3 指令操作码 156

### 5.3 寻址方式 157

5.3.1 指令寻址方式 157

5.3.2 操作数寻址方式 158

5.4 指令类型 164

### 5.5 指令格式设计 166

5.6 CISC 和 RISC 167

5.6.1 复杂指令系统计算机 168

5.6.2 精简指令系统计算机 168

5.7 指令系统举例 169

~~5.7.1 PDP-11 指令系统 169~~

~~5.7.2 Intel x86 指令系统\* 170~~

5.7.3 MIPS 指令系统 175

~~5.7.4 RISC-V 指令系统\* 178~~

习题 5 182

实践训练 185

## 第6章 中央处理器 186

### 6.1 中央处理器概述 186

6.1.1 中央处理器的功能 186

6.1.2 中央处理器的组成 186

6.2 指令周期 189

#### 6.2.1 指令执行的一般流程 189

6.2.2 指令周期的基本概念 189

6.2.3 寄存器传送语言 191

6.3 数据通路及指令操作流程 191

#### 6.3.1 数据通路模型与定时 192

#### 6.3.2 单总线结构的数据通路 193

6.3.3 专用通路结构的数据通路 201 (课设内容)

6.4 时序与控制 218

6.4.1 中央处理器的时序 218

~~6.4.2 控制方式 219~~

~~6.4.3 时序发生器 220~~

~~6.5 硬布线控制器 223~~

~~6.5.1 三级时序硬布线控制器 223~~

~~6.5.2 三级时序硬布线控制器设计 224~~

~~6.5.3 现代时序硬布线控制器 225~~

~~6.5.4 现代时序硬布线控制器设计 226~~

### 6.6 微程序控制器 229

6.6.1 微程序控制的基本概念 229

6.6.2 微程序控制器组成原理 231

6.6.3 微程序控制器设计 234

6.6.4 微指令及其编码方法 239

~~6.7 异常与中断处理 241~~

~~6.7.1 异常与中断的基本概念 241~~

~~6.7.2 异常与中断处理过程 242~~

~~6.7.3 支持中断的CPU设计 243~~

习题6 247

实践训练 253

## 第7章 指令流水线 254

7.1 流水线概述 254

7.1.1 流水线的概念 254

7.1.2 MIPS 指令流水线 254

7.1.3 流水线的时空图表示 255

7.2 流水线数据通路 257

7.2.1 单周期数据通路流水改造 257

7.2.2 流水线中的控制信号及传递 259

7.2.3 指令在流水线中的执行过程 260

7.3 流水线冲突与处理 263

7.3.1 流水线冲突 263

7.3.2 结构冲突处理 265

7.3.3 控制冲突处理 265

7.3.4 插入气泡解决数据冲突 267

7.3.5 使用重定向解决数据冲突 271

7.3.6 动态分支预测技术\* 275

7.3.7 流水线性能分析 279

7.4 流水线的异常与中断 280

7.5 指令级并行技术 282

习题 7 283

实践训练 286

---

## 第 8 章 总线系统 287 (主要看复习串讲里的内容)

8.1 总线概述 287

8.1.1 总线分类 287

8.1.2 总线组成 289

8.1.3 总线标准 291

~~8.1.4 总线与三态门 291~~

8.1.5 总线性能指标 293

8.2 总线传输机制 294

8.2.1 总线传输过程 294

8.2.2 总线的信息传送 295

8.2.3 总线仲裁 298

~~8.2.4 总线定时 301~~

8.3 总线结构 306

8.3.1 单总线结构 306

8.3.2 双总线结构 307

8.3.3 三总线结构 308

8.3.4 高性能总线结构 309

~~8.4 常用总线 312~~

~~8.4.1 常用片内总线 312~~

~~8.4.2 常用系统总线 313~~

~~8.4.3 常用 I/O 总线 315~~

~~8.4.4 常用外部总线 317~~

习题 8 318



## 第9章 输入输出系统 321 (主要看复习串讲里的内容)

9.1 输入输出设备与特性 321

9.2 I/O 接口 322

9.2.1 I/O 接口的功能 322

~~9.2.2 I/O 接口的结构 322~~

~~9.2.3 I/O 接口的编址 323~~

~~9.2.4 I/O 接口的软件 325~~

~~9.2.5 I/O 接口的分类 326~~

9.3 数据传输控制方式 326

9.4 程序控制方式 327

9.4.1 简单设备程序查询流程 328

9.4.2 复杂设备程序查询流程 329

9.4.3 程序查询特点 330

9.5 程序中断控制方式 332

9.5.1 中断的基本概念 333

~~9.5.2 中断请求 337~~

~~9.5.3 中断响应 341~~

~~9.5.4 中断识别 341~~

9.5.5 中断处理 343

9.6 DMA 方式 347

9.6.1 DMA 的基本概念 347

9.6.2 内存争用问题 347

~~9.6.3 DMA 控制器 348~~

9.6.4 DMA 传输流程 349

9.7 通道方式 351

9.7.1 通道的基本概念 351

9.7.2 通道的类型 352

9.7.3 CPU 对通道的控制 354

9.7.4 通道结构的发展 354

~~9.8 常见 I/O 设备\* 354~~

~~9.8.1 键盘 354~~

~~9.8.2 鼠标 355~~

~~9.8.3 打印机 356~~

~~9.8.4 显示器 358~~

~~9.8.5 硬盘存储器 359~~

~~9.8.6 磁盘阵列 362~~

~~9.8.7 光盘存储器 365~~

习题 9 368

实践训练 371

参考文献 372