第1章 计算机系统概论 习题与解答

> 说明：本章课件以讲解为主，未单列"习题/思考题"栏目，故"课件原题"收录课件中全部例题/举例（编程举例 p.16、指令格式与程序清单 p.17–18、MAR/MDR 例 p.20、存储容量例 p.31），共 4 题；其余为按考点补充题 11 题，合计 15 题。所有解答均给出完整步骤。

一、课件原题

题1（课件 p.16）

课件"编程举例"给出计算 $ax^2 + bx + c$ 的两种算法步骤。问：(1) 两种算法各需多少步？(2) 哪种更优？为什么？

解答：(1) 直接法（8 步）：取x至运算器 → 乘以x → 乘以a → 存ax^2于存储器 → 取b → 乘以x → 加ax^2 → 加c。霍纳法（(ax+b)x+c，5 步）：取x至运算器 → 乘以a → 加b → 乘以x → 加c。(2) 霍纳法更优。它把 ax^2+bx+c 改写为 (ax+b)x+c，只需 2 次乘法、2 次加法，且无需把中间结果 ax^2 存回存储器再取出，减少了乘法次数与访存次数，故步数由 8 降为 5，效率更高（课件 p.16）。

题2（课件 p.17–18）

课件给出指令格式（操作码+地址码）与计算 ax^2+bx+c 的程序清单（地址 0–12）。问：(1) 指令由哪两部分组成？(2) 地址 3 的指令（000100 0000001000）完成什么功能？(3) 地址 5、6 两条指令的地址码 0000001100 指向哪个主存单元？该单元存放什么？(4) 停机指令有无地址码？

解答：(1) 指令 = 操作码 + 地址码（课件 p.17）。操作码指明操作类型，地址码指明操作数所在单元。(2) 操作码 000100 = 乘，地址码 0000001000 = 十进制 8（存放 x）。功能：[ACC]×[8]→ACC，即把 ACC 中的 (ax+b) 乘以 x 得 (ax+b)x（课件 p.18 地址 3 注释）。(3) 0000001100 = 十进制 12。地址 5（存数）把 ACC 中的结果 ax^2+bx+c 写入单元 12；地址 6（打印）把单元 12 的内容送打印机。故该单元存放**计算结果**（课件 p.18 地址 12"存放结果"）。(4) 停机指令（000110）只有操作码、**没有地址码**（课件 p.17、p.18 地址 7 地址码为空）。

题3（课件 p.20）

设 MAR = 4 位、MDR = 8 位，求存储单元个数与存储字长。

解答：- MAR 反映存储单元个数：个数 = 2^MAR = 2^4 = 16。- MDR 反映存储字长：字长 = MDR = 8 位。故存储单元个数 16、存储字长 8（与课件 p.20 一致）。

题4（课件 p.31）

存储容量换算：(1) MAR = 10、MDR = 8，求主存容量；(2) MAR = 16、MDR = 32，求主存容量（位与字节）；(3) 2^{13} b 与 2^{21} b 各等于多少 KB？(4) 1GB 等于多少 b？（注意课件标注）

解答：(1) 个数 = 2^{10} = 1K，字长 = 8 位 → 容量 = 1K × 8 位（课件 p.31 表）。(2) 个数 = 2^{16} = 64K，字长 = 32 位 → 容量 = 64K × 32 位 = $2^{16} \times 32 = 2^{21}$ 位；字节 = $2^{21} / 2^{3} = 2^{18}$ B = 256KB（课件 p.31 表及 2^{21}=256KB）。(3) 1B = 2^{3}b，故 2^{13} b = 2^{13-3} B = 2^{10} B = 1KB；2^{21} b = 2^{21-3} B = 2^{18} B = 256KB（课件 p.31）。(4) 1GB = 2^{30} B = $2^{30} \times 2^{3}$ b = 2^{33} b。**课件原文如此，存疑：p.31 标注"1GB = 2^{30}b"，按 1B=2^{3}b 应为 2^{30}B=2^{33}b，课件 b 疑为 B 之误。** 本题按正确口径 2^{33} b 作答。

二、考点补充题

题5【补充•考点：软硬件概念与软件分类】（选择）

下列不属于系统软件的是（ ）。 A. 操作系统 B. 语言处理程序 C. 数据库管理系统 D. 某单位学生成绩管理程序

解答：系统软件用来管理整个计算机系统，包括语言处理程序、操作系统、服务性程序、数据库管理系统、网络软件（课件 p.5）。A、B、C 均属系统软件。D 是"按任务需要编制成的各种程序"，属应用软件。**答案 D**。逐项排除：A 操作系统是最核心系统软件；B 语言处理程序属系统软件；C 数据库管理系统在课件中列于系统软件；D 面向具体任务的应用软件，故选 D。

题6【补充•考点：计算机系统层次结构】（填空）

自顶向下写出 M4–M0 各层名称；软硬件分界在哪两层之间；M4→M3 靠什么实现？

解答：- M4 高级语言虚拟机器；M3 汇编语言虚拟机器；M2 操作系统虚拟机器；M1 实际机器（机器语言）；M0 微程序机器（微指令系统）（课件 p.8）。- 软硬件分界在 **M1 与 M2 之间**（M2 及以上软件，M1 及以下硬件）（课件 p.8）。- M4→M3 用**编译程序翻译**成汇编语言程序（课件 p.8）。

题7【补充•考点：体系结构 vs 组成】（选择）

下列问题中属于"计算机组成"研究范畴的是（ ）。 A. 指令系统中是否提供乘法指令 B. 指令系统包含哪些数据类型 C. 乘法指令用硬件乘法器还是加法-移位微程序实现 D. 采用何种寻址技术

解答：体系结构 = 程序员所见属性（指令系统、数据类型、寻址技术、I/O 机理），即"有无/是什么"；组成 = 具体指令的实现，即"怎么做"（课件 p.9）。A、B、D 均为体系结构（有无乘法指令、数据类型、寻址技术）。C 讨论乘法的物理实现方式，属组成。**答案 C**。

题8【补充•考点：冯•诺依曼计算机特点】（简答）

简述冯·诺依曼计算机的六大特点，并解释"存储程序"的含义。

解答（评分要点，课件 p.10）：1. 计算机由五大部件组成（运算器、控制器、存储器、输入、输出）；2. 指令和数据以同等地位存于存储器，可按地址寻访；3. 指令和数据用二进制表示；4. 指令由操作码和地址码组成；5. 存

储程序； 6. 以运算器为中心。 "存储程序"含义：把程序（指令序列）和数据事先存入存储器，启动后机器在控制器指挥下自动地逐条取指令、分析、执行，无需人工干预每一步，直至程序结束。它是冯·诺依曼思想的核心。

题9【补充•考点：硬件框图与主机组成】（填空）

CPU = ____ + ____；主机 = ____ + ____；经典冯·诺依曼机以____为中心，现代计算机以____为中心。

解答：CPU = 运算器(ALU) + 控制器(CU)；主机 = CPU + 主存；经典以**运算器**为中心（课件 p.10、p.11），现代以**存储器**为中心（课件 p.13、p.14）。注意辅存不属于主机。

题10【补充•考点：存储器组成与 MAR/MDR 反求】（计算）

某机主存容量为 1M × 16 位。求：(1) MAR 与 MDR 的位数；(2) 按字节计的容量。

解答： (1) 存储单元个数 = 1M = 2^{20} → MAR 位数 = 20（因 2^MAR = 2^{20}）；存储字长 = 16 位 → MDR 位数 = 16。 (2) 容量(位) = 2^{20} × 16 = 2^{24} 位；容量(字节) = 2^{24} / 2^3 = 2^{21} B = 2MB。 **答案：MAR=20 位、MDR=16 位；容量 2MB。**

题11【补充•考点：运算器寄存器分工】（填空）

乘法运算中 MQ 存放____和____；除法运算中商在____、余数在____；乘法开始前需把 ACC 清____。

解答：乘法中 MQ 存**乘数**和**乘积低位**（ACC 存乘积高位、X 存被乘数）；除法中商在 **MQ**、余数在 **ACC**；乘法开始前 0→ACC（清 **0**），并把被乘数转存 X（课件 p.21、p.24、p.25）。

题12【补充•考点：主机完成一条指令的过程】（简答/排序）

将取数指令的下列微操作按正确顺序排序，并指出 (PC)+1→PC 发生在哪个阶段、取指阶段访存几次： ① MDR→IR ② PC→MAR ③ M→MDR ④ OP(IR)→CU ⑤ Ad(IR)→MAR ⑥ MDR→ACC ⑦ MAR→M(读)

解答： 正确顺序：② PC→MAR → ⑦ MAR→M(读) → ③ M→MDR → ① MDR→IR → ④ OP(IR)→CU → ⑤ Ad(IR)→MAR → ⑦ MAR→M(读，操作数) → ③ M→MDR → ⑥ MDR→ACC（课件 p.27、p.29）。 即取指：②⑦③①；分析：④；执行：⑤⑦③⑥。 (PC)+1→PC 发生在**取指阶段**（课件 p.26、p.29）。取指阶段访存 **1 次**（读指令）；执行阶段再访存 1 次（读操作数），整条取数指令共访存 2 次。

题13【补充•考点：主频/CPI/MIPS 计算】（计算）

某 CPU 主频 f = 2GHz，平均 CPI = 4。求：(1) 时钟周期；(2) MIPS 数；(3) 执行 10^8 条指令所需时间。

解答： (1) 时钟周期 T = 1/f = 1/(2×10^9) s = 0.5ns。 (2) MIPS = f / (CPI × 10^6) = (2×10^9)/(4×10^6) = 500 MIPS（补充常识公式，MIPS/CPI/主频定义见课件 p.30）。 (3) 时间 = 指令数 × CPI × T = 10^8 × 4 × 0.5ns = 2×10^8 ns = 0.2s。或 时间 = 指令数×CPI/f = 10^8×4/(2×10^9) = 0.2s。 **答案：0.5ns；500 MIPS；0.2s。**

题14【补充•考点：吉普森法与吞吐量】（计算/简答）

某程序两类指令混合比 $f_1=0.6$、$f_2=0.4$，执行时间 $t_1=4ns$、$t_2=8ns$。用吉普森法求平均指令执行时间 T_m；并简述"吞吐量"含义。

解答： 吉普森法 $T_m = \Sigma_{i=1}^{n} f_i \cdot t_i$（课件 p.30；$f_i$ 为第 i 类指令使用频度、t_i 为其执行时间，补充常识）。 $T_m = f_1t_1 + f_2t_2 = 0.6\times4 + 0.4\times8 = 2.4 + 3.2 = 5.6ns$。 吞吐量（补充常识，课件未列）：单位时间内系统处理的请求/任务数或数据量（如 事务/秒、MB/s），反映系统整体处理能力，与单条指令速度（MIPS/CPI）不同，它衡量"系统整体产出"。 **答案：$T_m = 5.6ns$。**

题15【补充•考点：综合•程序清单运行与访存次数】（综合）

沿用课件 p.18 程序清单（霍纳法），设 x=2、a=3、b=4、c=5。求：(1) 执行完地址 4 的指令后 ACC 的内容；(2) 程序结束后主存单元 12 的内容；(3) 整个程序（地址 0–7 共 8 条指令）运行过程共访存多少次（含取指与执行）？

解答： (1) 逐条跟踪 ACC： - 地址0 取数x：ACC = x = 2； - 地址1 乘a：ACC = 2×3 = 6（ax）； - 地址2 加b：ACC = 6+4 = 10（ax+b）； - 地址3 乘x：ACC = 10×2 = 20（(ax+b)x）； - 地址4 加c：ACC = 20+5 = 25（ax^2+bx+c）。 故地址 4 后 ACC = 25。 (2) 地址5 存数把 ACC=25 写入单元 12；地址6 打印单元 12。故单元 12 = 25。 (3) 访存计数： - 取指：8 条指令各读 1 次 = 8 次； - 执行：地址0 读x(1)、地址1 读a(1)、地址2 读b(1)、地址3 读x(1)、地址4 读c(1)、地址5 写单元12(1)、地址6 读单元12(1)、地址7 停机(0) = 7 次； - 合计 8 + 7 = 15 次。 **答案：(1) 25；(2) 25；(3) 15 次。**