第7章 输入/输出和中断 习题与解答

> 来源：`ch7_v2020`（2020版）为主，页码指其 Slide 编号；`ch7_v2008` 为子集，无独有题目。 收录说明：课件 p107–111 为混入的第二、三章作业答案，非本章习题，不予收录；p99「例2 P203」仅指向教材页码、课件无题面，无法收录。其余课件例题/示例全部收录（题1–题11），另补 7 题（题12–题18）。

一、课件原题

题1（课件 p42）

中断类型码为 20H(32) 的中断源，其中断服务程序首址存放在哪些单元？若 0080H～0083H 四个单元中存放的值分别为 10H、20H、30H、40H，求该中断服务程序的入口地址。

解答： 1. 向量地址指针 = 4 × 类型码 = 4 × 20H = 80H，即存放在 0000:0080H 开始的 4 个单元（0080H～0083H）。 2. 低字为 IP：(0080H)=10H 为低字节、(0081H)=20H 为高字节 → IP = 2010H。 3. 高字为 CS：(0082H)=30H 为低字节、(0083H)=40H 为高字节 → CS = 4030H。 4. 入口地址 = **4030:2010H**。（若求物理地址：4030H×16 + 2010H = 40300H + 2010H = 42310H。）

题2（课件 p65）

某级联系统中从片接在主片的 IR5 引脚上，写出主片和从片的 ICW3。

解答： 1. 主片 ICW3 的 D7～D0 对应 IR7～IR0，接从片的引脚置 1：仅 IR5 → 00100000B = **20H**。 2. 从片 ICW3 的 D7～D3=0，D2D1D0 = 所接主片引脚编号 = 5 = 101B → 00000101B = **05H**。 3. 存疑：课件原文写「从片的 ICW3=00000110B=05H」，课件原文如此，存疑：00000110B=06H（对应 IR6），与 05H 不符；按 IR5 应为 00000101B=05H， hex 值 05H 正确。

题3（课件 p72）

(1) 写出一般 EOI 命令字及中断返回前的程序段；(2) 若要求复位 ISR4，写出特殊 EOI 命令字及程序段（8259A 偶地址 20H）。

解答： (1) 一般 EOI：R=0、SL=0、EOI=1，其余 0 → 00100000B = **20H**。

```
MOV AL, 00100000B   ; 20H，一般EOI：清当前最高ISR位
OUT 20H, AL         ; OCW2 写偶地址
IRET                ; 中断返回
```

(2) 特殊 EOI：R=0、SL=1、EOI=1，L2L1L0=100（指定 ISR4）→ 01100100B = **64H**。

```
MOV AL, 01100100B   ; 64H，特殊EOI：复位ISR4
OUT 20H, AL
IRET
```

要点：一般 EOI 不指定级别（清最高），特殊 EOI 用 L2～L0 指定级别。

题4（课件 p73）

当前 IR4 优先级最高（正在服务），执行 `MOV AL,10100000B / OUT 20H,AL` 后，8259A 的 ISR 与优先级次序如何变化?

解答： 1. 0A0H = 10100000B → R=1、SL=0、EOI=1：一般 EOI + 优先级自动循环。 2. EOI 使当前服务的 **ISR4 清 0**。 3. 自动循环使刚服务完的 IR4 降为最低，其余顺移：优先级（高→低）= **IR5 IR6 IR7 IR0 IR1 IR2 IR3 IR4**。 4. 补充：R=0,SL=0,EOI=0（00H）可取消自动循环、恢复固定优先级。

题5（课件 p74）

执行 `MOV AL,11100011B / OUT 20H,AL`，说明命令字含义与执行结果。

解答： 1. 0E3H = 11100011B → R=1、SL=1、EOI=1，L2L1L0=011：特殊 EOI + 优先级特殊循环。 2. 特殊 EOI 按 L 码复位指定 ISR 位 → **ISR3 清 0**。 3. 特殊循环把 L 码指定的 IR3 设为**最低优先级**，其余循环排定（IR4 最高）。 4. 结果：ISR3=0，IR3 优先级最低。

题6（课件 p76–77）

PC/XT 正为 IR3 中断服务，现希望响应比 IR3 低的中断。补全下列程序中的命令字并说明各步作用。

```
CLI                  ; 关中断，便于设置命令
MOV AL, ①            ; 写OCW3设置特殊屏蔽方式
OUT 20H, AL
IN  AL, 21H          ; 读IMR状态
OR  AL, ②            ; 写OCW1暂时屏蔽IR3
OUT 21H, AL
STI                  ; 开中断，低级中断请求可被响应
…
CLI
IN  AL, 21H
AND AL, ③            ; 写OCW1解除对IR3的屏蔽
OUT 21H, AL
MOV AL, ④            ; 写OCW3复位特殊屏蔽方式
OUT 20H, AL
STI
…
IRET
```

解答：① = **68H**（01101000B：D6D5=11 设置特殊屏蔽，D3=1 为 OCW3 识别位）；② = **08H**（00001000B，IMR 的 D3 置 1 屏蔽 IR3）；③ = **0F7H**（11110111B，清 D3 解除屏蔽）；④ = **48H**（01001000B：D6D5=10 撤销特殊屏蔽）。 各步作用与原理： 1. 特殊屏蔽方式下，用 OCW1 屏蔽**本级** IR3 后，IMR 的 D3=1 且 **ISR 的 D3 被清 0**；8259A 认为本级已不在服务，于是**比 IR3 低级的中断也能被响应**（高级本来就可嵌套）。 2. 顺序不可颠倒：必须先 OCW3 设特殊屏蔽、再 OCW1 屏蔽本级，两个控制字都写入后才生效。 3. 退出时先解除 IMR 屏蔽（AND 0F7H），再写 OCW3=48H 撤销特殊屏蔽，恢复普通屏蔽/全嵌套管理，最后 IRET。

题7（课件 p78、p93）

写出读 8259A 的 ISR 和 IRR 内容的程序段（偶地址 20H、奇地址 21H），并说明如何读 IMR。

解答：读 ISR：OCW3 令 RR=1、RIS=1（D1D0=11）、P=0 → 00001011B = 0BH。

```
MOV AL, 0BH      ; P=0,RR=1,RIS=1：下一个RD读ISR
OUT 20H, AL      ; OCW3 写偶地址
NOP              ; 稍延时
IN  AL, 20H      ; AL = ISR 内容
```

读 IRR：RR=1、RIS=0（D1D0=10）→ 00001010B = 0AH。

```
MOV AL, 0AH      ; P=0,RR=1,RIS=0：下一个RD读IRR
OUT 20H, AL
NOP
IN  AL, 20H      ; AL = IRR 内容
```

读 IMR：**不需要 OCW3**，直接对奇地址读：`IN AL,21H`。

题8（课件 p85）

若要求设置 IR5 为最低优先权，写出 OCW2 命令字，并说明此时哪个中断源优先级最高。

解答： 1. 特殊循环：R=1、SL=1；只改优先级不发结束命令 → EOI=0；D4D3=00。 2. 最低优先级编码 L2L1L0 = 5 = 101B。 3. OCW2 = 110 00 101B = **C5H**，写偶地址（`MOV AL,0C5H / OUT 20H,AL`）。 4. IR5 最低，则其下一个 **IR6 优先级最高**；次序（高→低）：IR6 IR7 IR0 IR1 IR2 IR3 IR4 IR5。

题9（课件 p95–97，例6-1）

对 IBM PC/XT 中的 8259A 初始化编程：单片、端口 20H/21H、边沿触发、缓冲方式、正常 EOI、全嵌套、8 级类型码 08H–0FH。并写出：(1) 只允许时钟、键盘、COM1 中断的屏蔽字程序；(2) 中断服务程序结束前的命令。

解答： 逐字推导： - ICW1：D4=1；LTIM=0（边沿）；SNGL=1（单片）；IC4=1 → 00010011B = 13H，写偶地址 20H。 - ICW2：类型码高5位 = 00001（08H 的高5位）→ 08H，写奇地址 21H；IR0～IR7 自动得 08H～

0FH。 - 单片 → 不写 ICW3。 - ICW4：SFNM=0（全嵌套）、BUF=1（缓冲）、M/S=1（主片）、AEOI=0（正常EOI）、μPM=1 → 00001101B = 0DH，写 21H。

```
MOV AL, 13H      ; ICW1
OUT 20H, AL
MOV AL, 08H      ; ICW2
OUT 21H, AL
MOV AL, 0DH      ; ICW4
OUT 21H, AL
```

(1) 时钟=IR0、键盘=IR1、COM1=IR4（见 p95 连接图），允许则 IMR 对应位=0，其余=1 → 11101100B = **0ECH**：

```
MOV AL, 0ECH     ; OCW1：开IR0/IR1/IR4，屏蔽其余
OUT 21H, AL
```

(2) 正常 EOI：返回断点前发一般 EOI：

```
MOV AL, 20H      ; OCW2 一般EOI
OUT 20H, AL
IRET
```

存疑：p95 硬件图 SP/EN 接 +5V 为非缓冲主片接法（对应 ICW4=01H），与文字「缓冲方式、0DH」矛盾；课件原文如此，存疑。本题按课件文字要求作答。

题10（课件 p98，例1）

8086 系统中 8259A 端口地址为 1CE0H、1CE2H，电平触发、单片、中断类型号高5位为 00010、中断源接 IR3、不用特殊全嵌套、非自动结束、非缓冲。编写初始化程序。

解答： - ICW1：D4=1、LTIM=1（电平）、SNGL=1、IC4=1 → 00011011B = 1BH，写偶地址 1CE0H。 - ICW2：高5位 00010，低3位任意（课件取 011）→ 00010011B，写奇地址 1CE2H。（IR3 类型码 = 00010||011 = 13H。） - 单片 → 无 ICW3。 - ICW4：SFNM=0、BUF=0、M/S 无关(取0)、AEOI=0、μPM=1 → 00000001B = 01H，写 1CE2H。

```
MOV DX, 1CE0H        ; 8259A偶地址
MOV AL, 00011011B    ; ICW1：电平触发、单片、需ICW4
OUT DX, AL
MOV AL, 00010011B    ; ICW2：类型码高5位00010
MOV DX, 1CE2H        ; 8259A奇地址
OUT DX, AL
MOV AL, 00000001B    ; ICW4：非缓冲、正常EOI、全嵌套、8086
OUT DX, AL
```

（端口地址 >FFH，必须用 DX 间接寻址。）

题11（课件 p99–104，例3）

PC/XT 中一片 8259A，端口 20H/21H，边沿触发、缓冲方式、非自动结束、全嵌套，类型码 08H–0FH。利用 IR2 使 8259A 中断 10 次，每次依次输出 'ABC'。对 8259A 初始化并编写主程序与中断服务程序。

解答： 命令字：ICW1=13H（边沿、单片、需ICW4）；ICW2 应使 IR2 类型码=0AH → 高5位 00001 → **08H**；ICW4=0DH（缓冲、主片、正常EOI、全嵌套）；OCW1=FBH（11111011B，只开 IR2）；OCW2=20H（一般EOI）。 存疑：课件 p99 给 ICW2=00001010B=0AH，课件原文如此，存疑：若 ICW2=0AH 则 IR0=0AH、IR2=0CH，与「类型码08H–0FH」及程序用 0AH 作 IR2 向量矛盾；自洽组合为 ICW2=08H、IR2=0AH（下面程序按此写）。若坚持课件 ICW2=0AH，则程序中 350AH/250AH 应改为 350CH/250CH。

```
DATA SEGMENT
M1  DB 'ABC$'          ; 待显示字符串
M2  DW 1 DUP(?)        ; 保存原向量段址
M3  DW 1 DUP(?)        ; 保存原向量偏移
DATA ENDS              ; 课件p100误印为DATA SEGMENT，应为DATA ENDS
STACK SEGMENT
DQQ DB 100 DUP(?)
STACK ENDS
CODE SEGMENT
    ASSUME CS:CODE, DS:DATA, SS:STACK
START:
    MOV AX, DATA       ; 装数据段
    MOV DS, AX
    MOV AX, STACK      ; 装堆栈段
    MOV SS, AX
    MOV SP, SIZE DQQ
    MOV AL, 13H        ; ICW1：边沿、单片、需ICW4
    OUT 20H, AL
    MOV AL, 08H        ; ICW2：IR0~IR7=08H~0FH（课件写0AH，见存疑）
    OUT 21H, AL
    MOV AL, 0DH        ; ICW4：缓冲、主片、正常EOI、全嵌套
    OUT 21H, AL
    CLI                ; IF=0，改向量期间关中断
    MOV AX, 350AH      ; DOS 35H功能：取原0AH号中断向量
    INT 21H            ; 返回 ES:BX = 原入口
    MOV AX, ES
    MOV M2, AX         ; 存原段址
    MOV M3, BX         ; 存原偏移
    PUSH DS
    MOV DX, SEG INT2   ; 新向量段址
    MOV DS, DX
    MOV DX, OFFSET INT2; 新向量偏移
    MOV AX, 250AH      ; DOS 25H功能：装新0AH号向量
    INT 21H
    POP DS
    IN  AL, 21H        ; 读IMR
    AND AL, 0FBH       ; 清D3，开放IR2中断
    OUT 21H, AL
    MOV BX, 0AH        ; 中断次数=10
LL: STI                ; IF=1，开中断
    HLT                ; 停机等待中断（RESET/NMI/INTR可唤醒）
    DEC BX             ; 每被中断一次计数减1
    JNZ LL             ; 不足10次继续等待
    PUSH DS            ; 恢复原0AH号向量
    MOV DX, M3
    MOV AX, M2
```

```
    MOV DS, AX
    MOV AX, 250AH
    INT 21H
    POP DS
    MOV AX, 4C00H       ; 返回DOS
    INT 21H
INT2 PROC               ; IR2 中断服务程序
    MOV DX, OFFSET M1   ; 显示'ABC'
    MOV AH, 09H
    INT 21H
    MOV AL, 20H         ; OCW2 一般EOI，清ISR2
    OUT 20H, AL
    IRET                ; 恢复断点与FR
INT2 ENDP
CODE ENDS
    END START
```

要点解析：① 改向量前用 35H 保存、退出前用 25H 恢复；② 开放设备中断是 AND 清 IMR 位；③ STI+HLT 循环等待 10 次中断；④ 服务程序末尾必须发 EOI 再 IRET（正常EOI方式）。⑤ 课件服务程序未用 PUSH/POP 保护现场，属简化写法，严格作答宜加保护；课件在服务程序内调用 INT 21H 亦为教学简化。

二、考点补充题

题12【补充•考点：I/O接口与端口概念、IN/OUT指令】

填空与选择：(1) 接口中可供 CPU 读写的寄存器称为____；按功能分为____、**、三类端口。 (2) CPU 与外设交换的信息分、**、____三类；模拟量需经____转换后才能输入计算机。 (3) 下列指令合法的是（ ）。A. IN BX,21H B. OUT 201H,AL C. IN AL,DX D. OUT DX,BX

解答：(1) I/O 端口；数据端口、状态端口、控制端口（课件 p2）。 (2) 数据信息、状态信息、控制信息；A/D（课件 p4）。 (3) 选 **C**。逐项排除：A 错，IN 的目的操作数只能 AL/AX，不能 BX；B 错，直接端口地址只能 8 位（≤FFH），201H 必须经 DX 间接；D 错，OUT 的源操作数只能 AL/AX；C 对，DX 间接、AL 接收，合法（课件 p5）。

题13【补充•考点：查询传送方式编程】

某输入设备数据端口地址 30H，状态端口地址 31H，状态字 D0=1 表示数据就绪。用查询方式从该设备读入 100 个字节存入 BUF 缓冲区，编写完整程序。

解答：

```
DATA SEGMENT
BUF DB 100 DUP(?)      ; 100字节输入缓冲区
DATA ENDS
CODE SEGMENT
    ASSUME CS:CODE, DS:DATA
START:
    MOV AX, DATA       ; 初始化DS
    MOV DS, AX
    LEA DI, BUF        ; DI指向缓冲区首址
    MOV CX, 100        ; 计数=100
POLL:
    IN  AL, 31H        ; 读状态端口
    TEST AL, 01H       ; 测试D0(READY)
    JZ  POLL           ; D0=0未就绪，踏步再查
    IN  AL, 30H        ; 就绪：读数据端口
    MOV [DI], AL       ; 存入缓冲区
    INC DI             ; 指向下一单元
    LOOP POLL          ; CX-1，未完继续查询
    MOV AX, 4C00H      ; 返回DOS
    INT 21H
CODE ENDS
    END START
```

评分要点：先读状态口再判位（TEST/JZ 或 AND/JZ）；就绪后才读数据口；循环计数正确；若加超时判断（如用 CX 双重计数或计时器）防死循环更佳（课件 p10 流程）。

题14【补充•考点：中断向量表地址计算】

(1) 类型码 1CH 的中断向量存放在哪四个单元？(2) 若 (0070H)=34H、(0071H)=12H、(0072H)=00H、(0073H)=F0H，求该中断服务程序入口地址。(3) NMI 的中断向量存放在哪个地址开始的单元？

解答：(1) 指针 = 4 × 1CH = 4 × 28 = 112 = **0070H**，即 0000:0070H～0073H。(2) 低字 IP：34H 低字节、12H 高字节 → IP=1234H；高字 CS：00H 低字节、F0H 高字节 → CS=F000H；入口 = **F000:1234H**。(3) NMI 类型码 2 → 4×2 = 8 → **00008H** 开始（0008H～000BH）（课件 p41、p46）。

题15【补充•考点：中断响应过程排序】

将下列可屏蔽中断响应动作排序：A.CS压栈 B.第一个INTA周期 C.从向量表读IP D.FR压栈并清IF、TF E.第二个INTA周期取类型码并×4 F.IP压栈 G.从向量表读CS。并问：NMI 和软件中断响应时省去哪些步骤？清 IF、TF 的目的是什么？

解答：1. 顺序：**B → E → D → A → F → C → G**（课件 p50–51 的(1)～(7)）。2. NMI 与软件中断的类型码自动形成（NMI=2），不需 INTA 取码，省去 **B、E** 两步，从 D 执行到 G（5 个总线周期）。3. 清 IF：禁止响应过程中其他可屏蔽中断进入；清 TF：禁止中断过程中出现单步中断（课件 p50）。

题16【补充•考点：四种传送方式对比与选用】

简答：(1) 列表比较无条件、查询、中断、DMA 四种传送方式（控制者、是否经 CPU、CPU 效率、适用场合）；(2) 为下列场景选方式并说明理由：① 始终就绪的开关量输入；② 随机按键的键盘；③ 磁盘到内存的高速成块数据。

解答：(1)（课件 p6–21）

方式	控制者	数据路径	CPU 效率	适用
无条件	CPU 程序	经 CPU 寄存器	低	总是就绪的简单外设
查询	CPU 程序	经 CPU 寄存器	低（踏步等待）	不总就绪、中低速
中断	CPU 程序（请求驱动）	经 CPU 寄存器	高	随机、中低速外设
DMA	DMAC 硬件	外设↔内存直接	最高（仅让总线）	高速成块传送

(2) ① 无条件：外设总是准备好，无需状态检测，软硬件最简。② 中断：按键随机、速率低，查询浪费 CPU，中断实时性好。③ DMA：高速成块数据若经 CPU 程序传送受指令速度限制（几十 KB/s），DMA 由 DMAC 直接控制总线传送，速度最快。 评分要点：前三者均属 PIO（经 CPU），DMA 不经 CPU；中断与查询的区别在于「谁主动」。

题17【补充•考点：8259A命令字综合设计】

某 8086 系统单片 8259A，偶地址 40H、奇地址 42H。要求：电平触发、类型码 50H～57H、全嵌套、非缓冲、正常 EOI。(1) 写出 ICW1、ICW2、ICW4 及初始化程序；(2) 只允许 IR3 和 IR5 中断，写 OCW1 程序；(3) 写出服务程序结束前的 EOI 程序。

解答：(1) ICW1：D4=1、LTIM=1、SNGL=1、IC4=1 → 00011011B = **1BH**；ICW2：50H 高5位=01010 → **50H**（IR0=50H…IR7=57H）；单片无 ICW3；ICW4：SFNM=0、BUF=0、AEOI=0、μPM=1 → **01H**。

```
MOV AL, 1BH      ; ICW1：电平、单片、需ICW4
OUT 40H, AL      ; 偶地址
MOV AL, 50H      ; ICW2：类型码50H~57H
OUT 42H, AL      ; 奇地址
MOV AL, 01H      ; ICW4：非缓冲、正常EOI、全嵌套、8086
OUT 42H, AL
```

(2) 允许 IR3、IR5 → IMR 的 D3、D5=0，其余=1 → 11010111B = **D7H**。

```
MOV AL, 0D7H     ; OCW1：只开IR3、IR5
OUT 42H, AL      ; OCW1写奇地址
```

(3) 正常 EOI：

```
MOV AL, 20H      ; OCW2一般EOI
OUT 40H, AL      ; 偶地址
IRET
```

题18【补充•考点：8259A级联与特殊全嵌套（拔高）】

主片端口 20H/21H、ICW2=08H；从片 A 的 INT 接主片 IR3、ICW2=70H；从片 B 的 INT 接主片 IR6、ICW2=78H。主片工作于特殊全嵌套方式。(1) 写出主片、从片 A、从片 B 的 ICW3；(2) 从片 B 的 IR2 请求的中断类型码是多少？其中断向量存放在什么地址？(3) 从片 B 的某中断服务结束时，若读得其 ISR=0，应如何发 EOI？为什么？

解答：(1) 主片 ICW3：接从片的引脚 IR3、IR6 置 1 → 01001000B = **48H**；从片 A ICW3：接主片 IR3 → ID=011 → **03H**；从片 B ICW3：接主片 IR6 → ID=110 → **06H**（均写各自奇地址）。(2) 从片 B 的类型码由**从片自己的 ICW2** 决定：IR2 = 78H + 2 = **7AH**（与主片无关）。向量地址 = 4 × 7AH = 4 × 122 = 488 = **01E8H**（01E8H～01EBH）。(3) 应**连发两个 EOI**：先向从片 B 偶地址发 20H，再向主片偶地址 20H 发 20H。原因：特殊全嵌套下主片不封锁同一从片的更高级请求，从片 ISR=0 说明该从片已无其他中断在服务，主片上对应 IR6 的 ISR 位也应结束；只发一个 EOI 只清从片 ISR，主片 ISR6 仍为 1，会错误屏蔽主片同级及以下中断（课件 p82）。