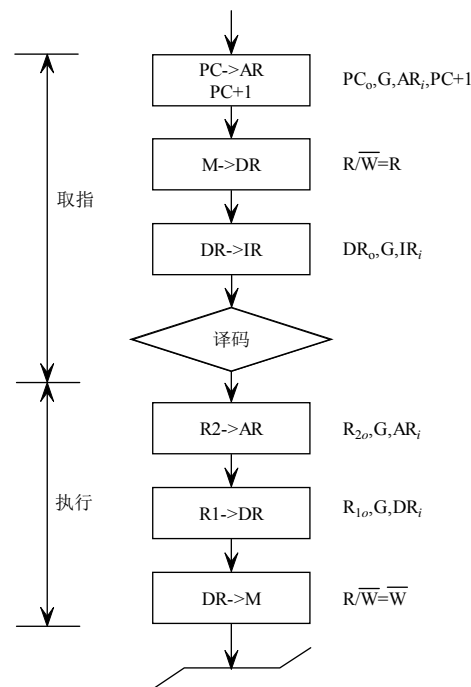


第五章

2. 解：（注意是参考图 5.15 进行解答；若用图 5.1 也可以，不过控制信号不甚明确，要自己确定）



6. 解：根据题意，每条指令都有 4 条微指令，其中一条为所有指令公共的取值微指令。因此，实际上每条指令有 3 条不同的微指令，80 条指令则有 $80 \times 3 = 240$ 条不同的微指令；再加上 1 条公共的取值微指令，总共有 241 条微指令。

若每条微指令都用 32 位进行存储，则所需的控制存储器的最小容量为：

$$(80 \times 3 + 1) \times \frac{32}{8} = 964(B)$$

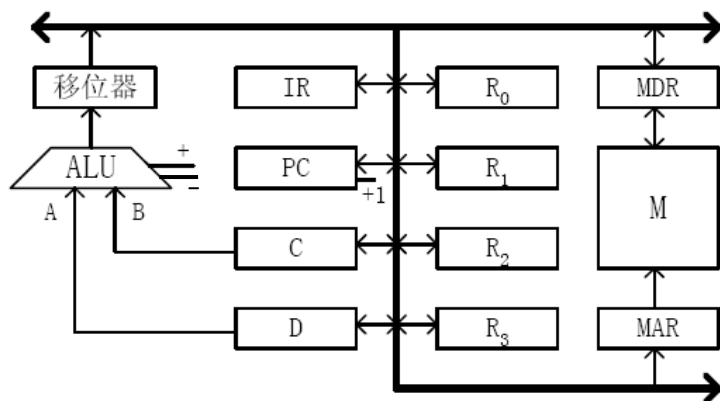
若考虑容量为 2 的指数倍，则取不小于 964B 的最小容量 1024B 即可。

10. 解：此道题设计数据通路图，并结合该数据通路分析指令的取指和执行过程。在给出了这些数据通路图中的部件后，如何连接这些部件的方法并不唯一，只要合理即可。例如，采用单总线和双总线都可以，但会导致不同的数据通路图。

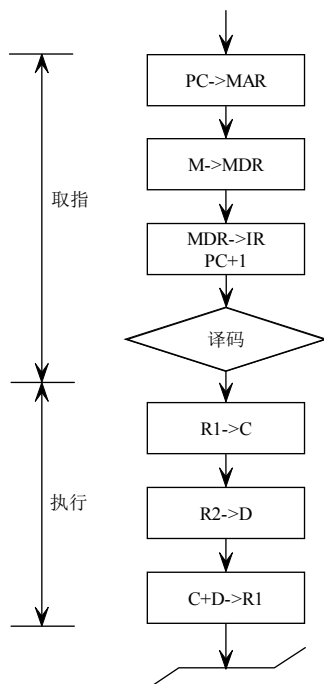
方法一：采用单总线结构

(1) 数据通路图如下图所示。主要的设计思路如下：

- ✧ 暂存器应该用于 ALU 的两个输入端，否则数据会丢失或扰乱 ALU 的运行；
- ✧ 移位器用于算术或逻辑移位，虽说从功能上来说接在 ALU 的输入或输出端都可以，但接在 ALU 的输出端利于设计，这样使得数据无论从 C 或 D 的哪个输入端进入都可以到移位器中；
- ✧ MAR 和 MDR 主要用于内存的访问，因此与内存接在一起；
- ✧ 其它各部件就连接在单总线上。



(2) 结合上述的数据通路图，指令“ADD R1,R2”的指令周期流程图如下：



二、采用双总线结构

数据通路图与教材图 5.15 相似，指令周期亦与题 2 类似，因此不再列出。

11. 解：(1) 根据教材，水平型微指令的格式包含控制字段、判别测试字段和下地址字段，格式如下图所示：

控制字段	判别测试字段	下地址字段
------	--------	-------

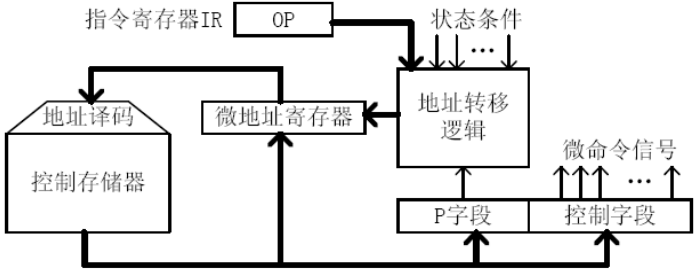
其中，控制字段用于发出微命令，控制相关部件的操作；判别测试字段，用于根据相关的条件来形成下一条微指令的转移地址；下地址字段，用于在判别测试字段不起作用（如全 0）时，直接给出下一条微指令的地址。

根据题意，现在需要针对 4 个条件形成微程序的转移地址。由于每一个条件都需要判断是否成立，因此每个条件需要 1 个比特来进行判别测试，即若该比特为 1 则需要根据该条件及其它条件来形成转移地址，否则只是根据其它条件来形成转移地址。因此，4 个条件，需要 4 个判别测试比特，分别记为 P1、P2、P3、P4。若希望知道具体如何形成转移地址，可以参考教材 P163 的例 2。

所谓的断定方式，即直接在下地址字段给出下一条微指令的地址。根据题意，即给出 0~511 单元的地址。这总共 512 个单元，需要 9 个比特来进行编码。因此下地址字段需要 9 个比特。

根据题意，控存容量为 512×48 位，指存储单元有 512 个，每个存储单元有 48 位。也就是说，每条水平型微指令的长度为 48 位。根据上述的水平型微指令的格式可知，控制字段的长度为 $48-9=35$ （位）。

(2) 对应上述微指令格式的微程序控制器逻辑框图如下图所示。其中微地址寄存器对应下地址字段，P 字段即为判别测试字段，控制字段即为微命令字段，后两部分组成微指令寄存器。地址转移逻辑的输入是指令寄存器的 OP 码、各种状态条件以及判别测试字段所给的判别标志（某一位为 1），其输出修改微地址寄存器的适当位数，从而实现微程序的分支转移。就是说，此处微指令的后继地址采用断定方式。



12. 解：（1）流水线的操作周期应按各步操作的最大时间来考虑，即流水线时钟周期性

$$\tau = \max \{ \tau_i \} = 100(\text{ns})$$

(2) 遇到数据相关时，就停顿第2条指令的执行，直到前面指令的结果已经产生。由于是在 ID 段就需要取数，因此 ID 段需要延后两拍执行，时空图如下图所示。图中 IF 代表取指，ID 代表指令译码并取数，EX 代表运算，WB 代表送结果。由图可知，至少需要延迟 EX 和 WB 段对应的时间。考虑到流水线设计时需要采用统一的时钟，即第（1）问中的时钟周期 100ns，因此至少需要延迟：

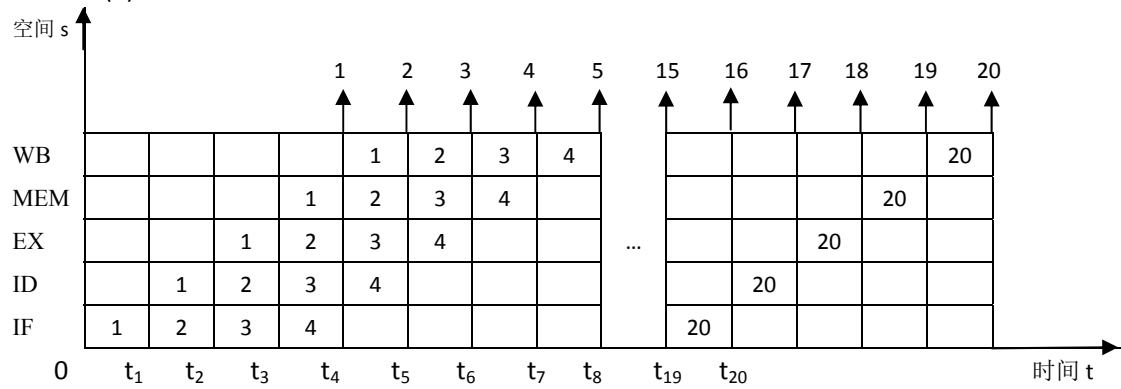
$$100+100=200(\text{ns})$$

指令 \ 时钟	1	2	3	4	5	6	7
指令 I	IF	ID	EX	WB			
指令 I+1		IF			ID	EX	WB

(3) 如果在硬件设计上加以改进，如采用专用通路 (forwarding) 技术，第二条指令在 EX 段的开始从 EX 段的输出返回到输入中，则可以使流水线不发生停顿，流水线的时空图如下所示。

指令 \ 时钟	1	2	3	4	5		
指令 I	IF	ID	EX	WB			
指令 I+1		IF	ID	EX	WB		

13. 解: (1) 流水处理的时空图如下所示



$$(2) H = \frac{n}{(K+n-1)\tau} = \frac{20}{(5+20-1) \times 100 \times 10^{-9}} = 8.33 \times 10^6 \text{ (条/秒)}$$

$$(3) S = \frac{T_s}{T_p} = \frac{nK\tau}{(K+n-1)\tau} = \frac{20 \times 5}{5+20-1} = 4.17$$

16. 解:

(1) 写后读 RAW

(2) 读后写 WAR

(3) 写后写 WAW 以及 写后读 RAW