

后续安排 | 上课时间&开放时间

实验	周次	日期	时间	班级
lab4	9周	4月24日 周四	08:00-09:35	303
			09:50-11:25	306
	10周	周二 4月29日	08:00-09:35	320
			09:50-11:25	313
lab5&lab6	11周	周二 5月6日	08:00-09:35	320
			09:50-11:25	313
		周四 5月8日	08:00-09:35	303
			09:50-11:25	306
开放	12周	周二 5月13日	8:00-11:25	
		周四 5月15日	8:00-11:25	

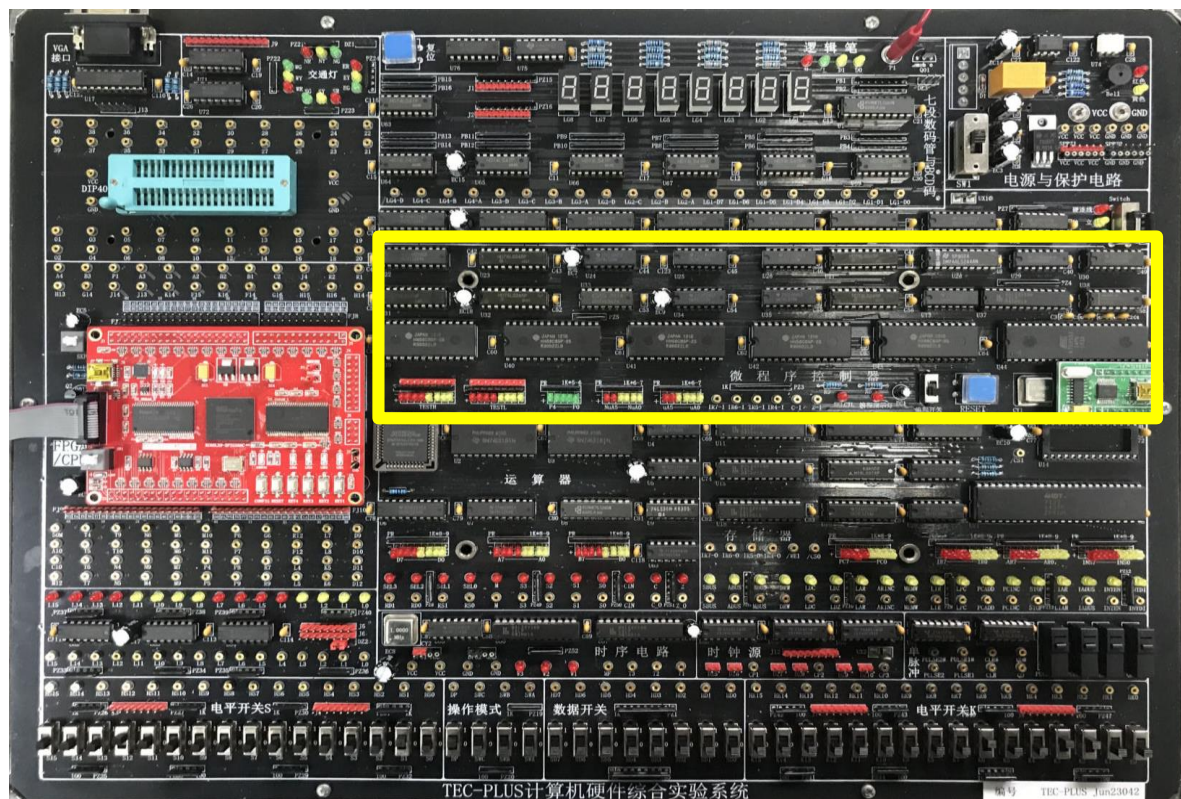
实验四



微程序控制器组成

实验四

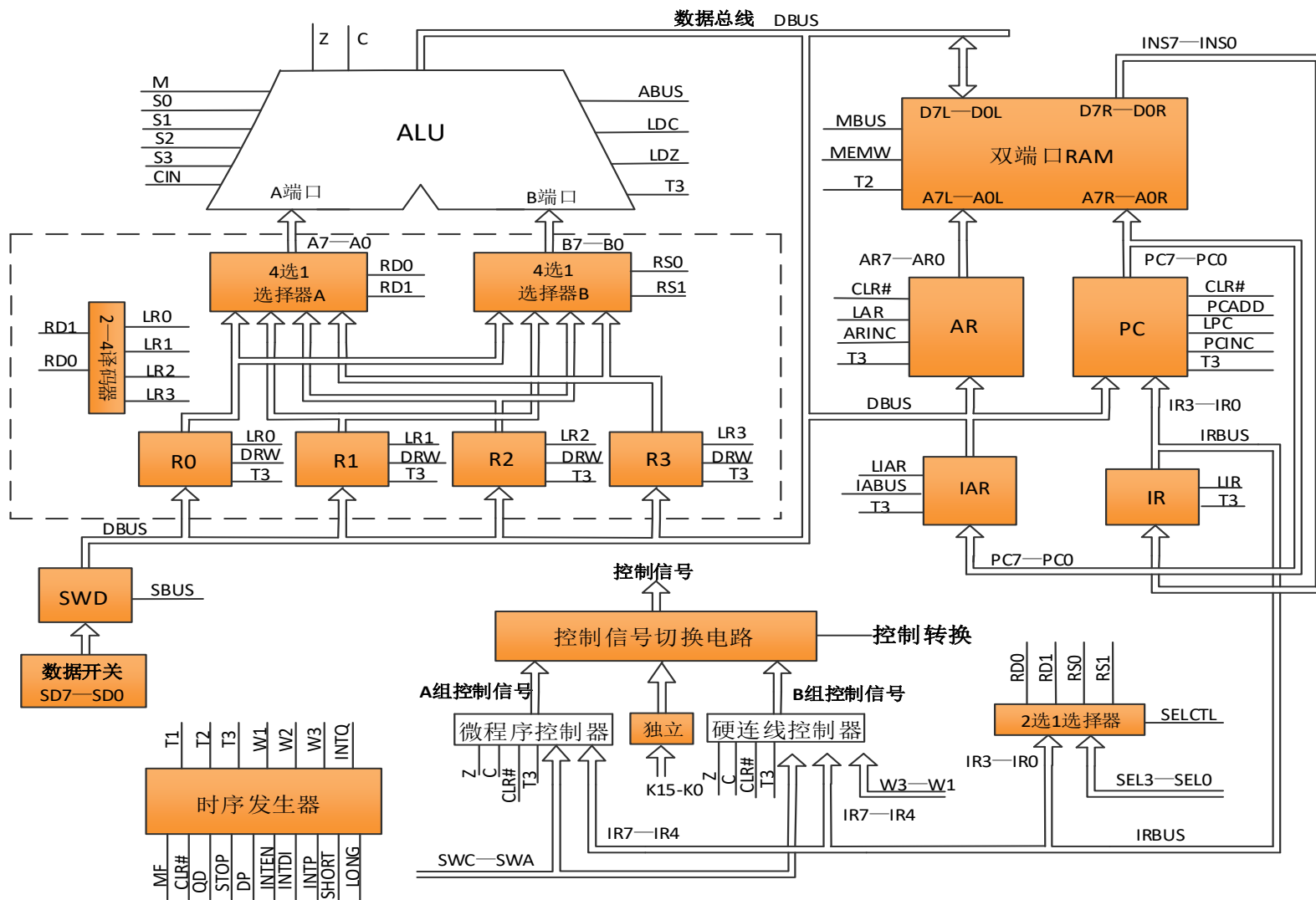
- 实验目的
- 实验电路
- 实验任务
- 实验步骤
- 实验要求



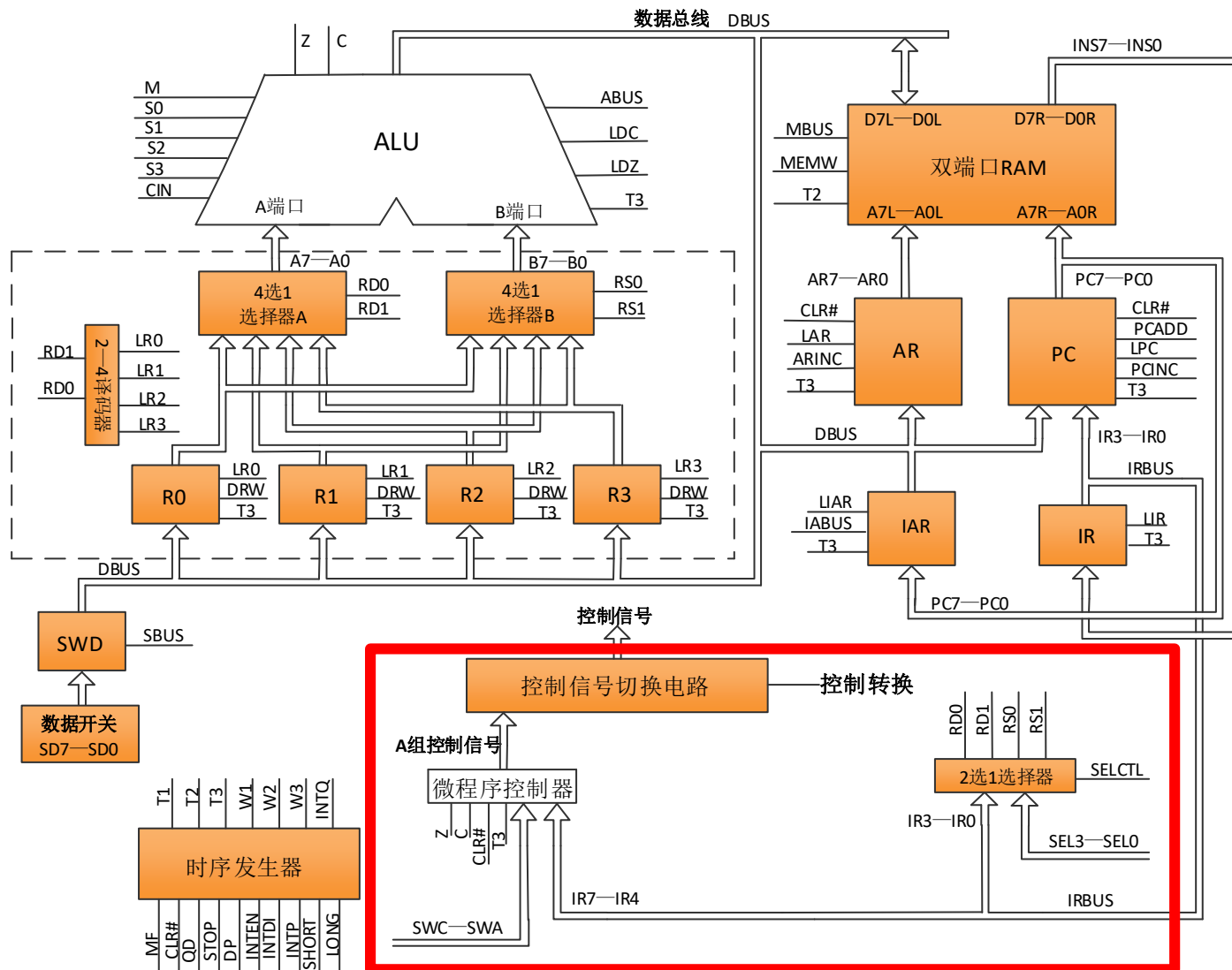
实验四 | 实验目的

- ① 掌握微程序控制器的原理；
- ② 掌握TEC-8模型计算机中微程序控制器的实现方法，尤其是微地址转移逻辑的实现方法；
- ③ 理解条件转移对计算机的重要性；

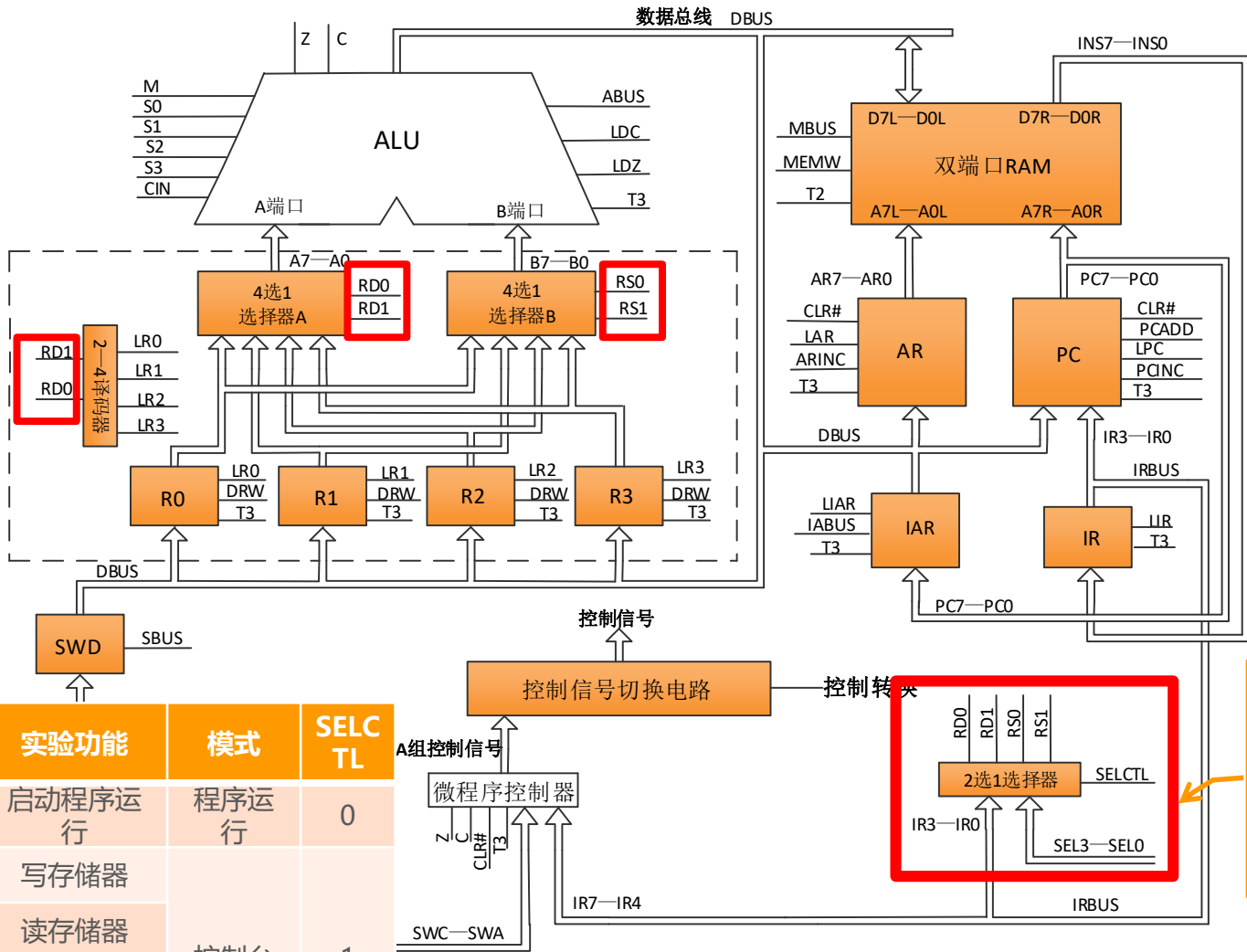
实验四 | 实验电路>>概览



实验四 | 实验电路>>概览



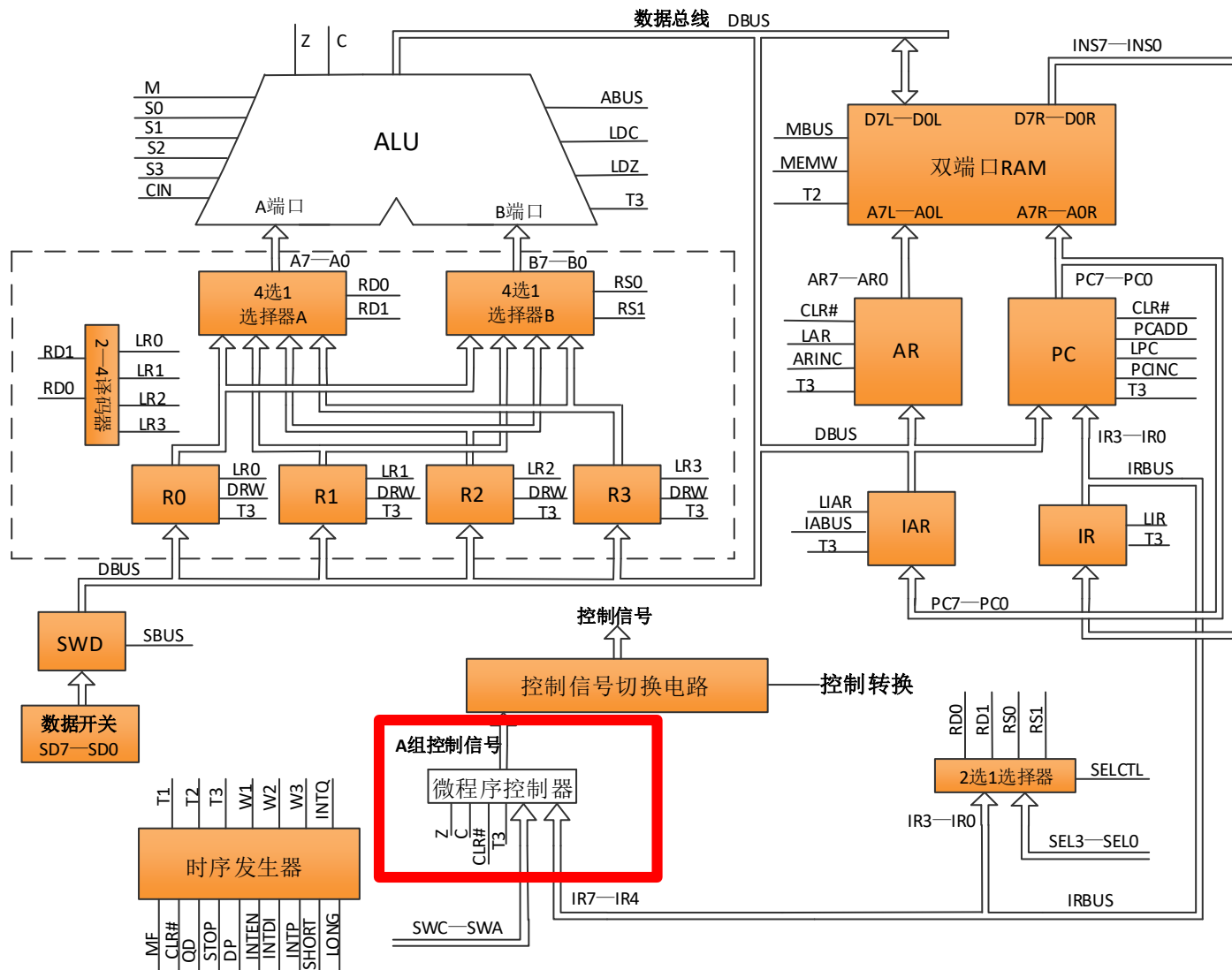
实验四 | 实验电路>>2选1选择器



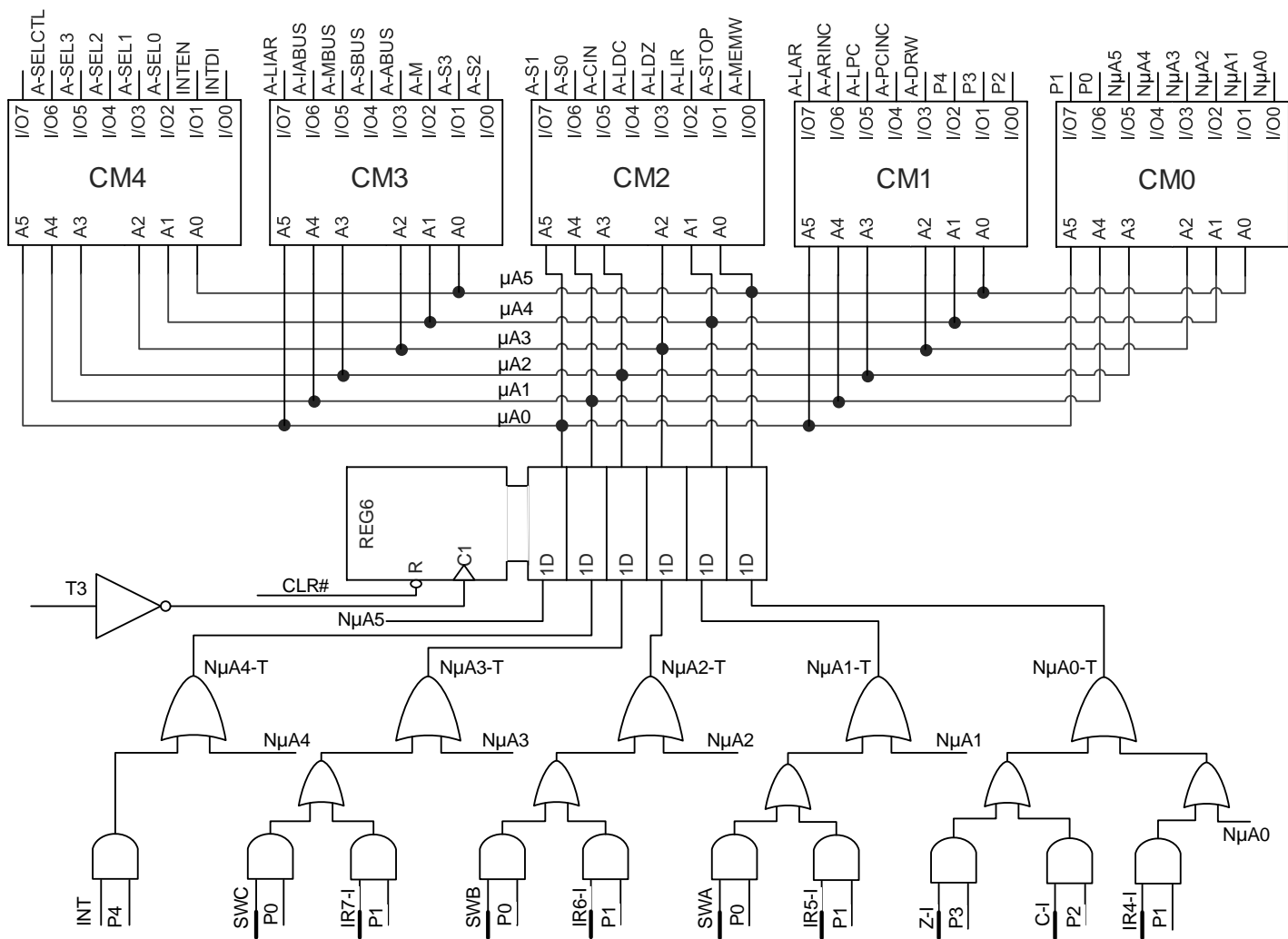
操作模式 SWCBA	实验功能	模式	SELCTL
000	启动程序运行	程序运行	0
001	写存储器	控制台	1
010	读存储器		
011	读寄存器		
100	写寄存器		

2选1选择器:
当SELCTL=1时选中SEL3-SEL0;当SELCTL=0时,选中IR3-IR0;

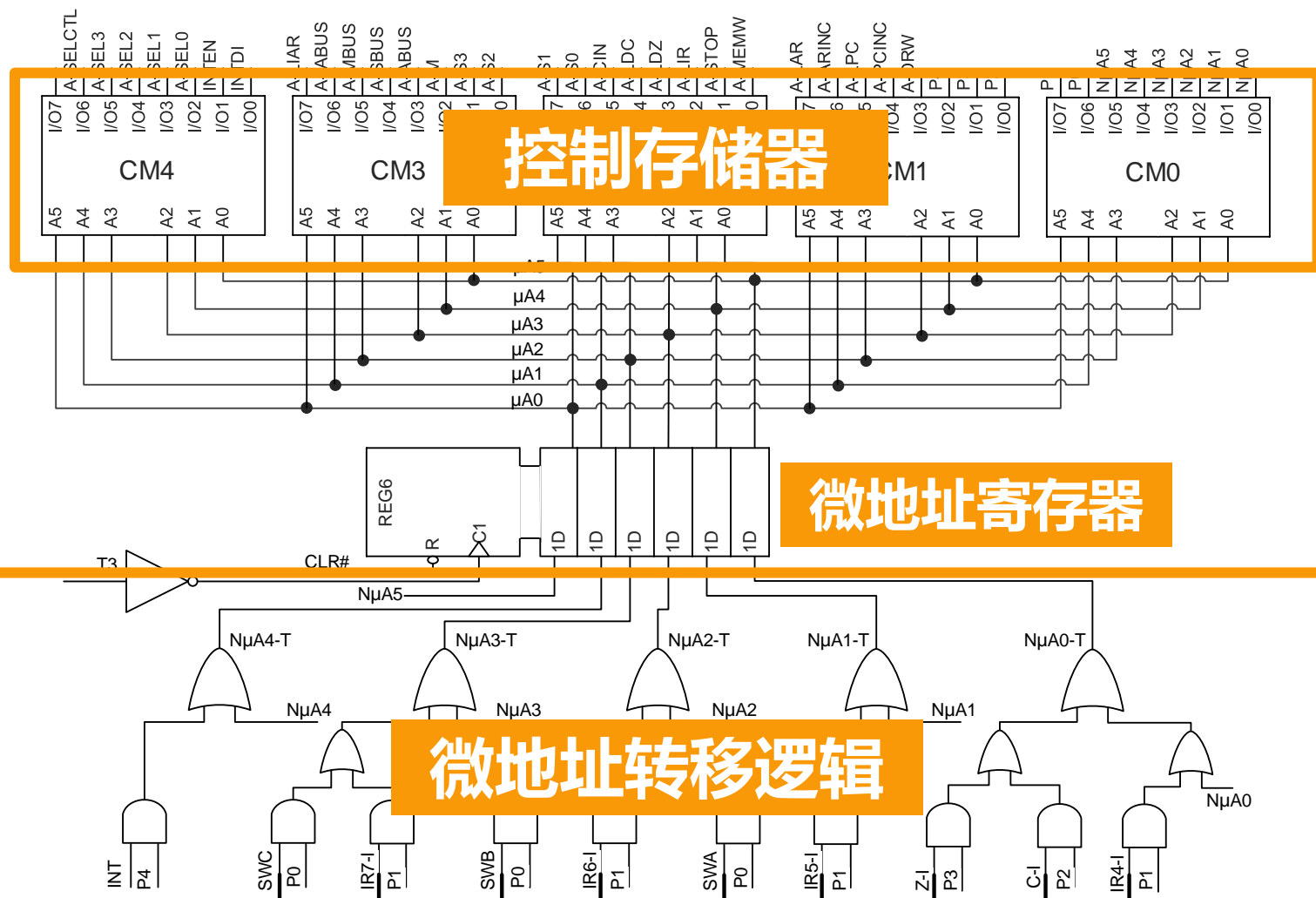
实验四 | 实验电路 >> 微程序控制器



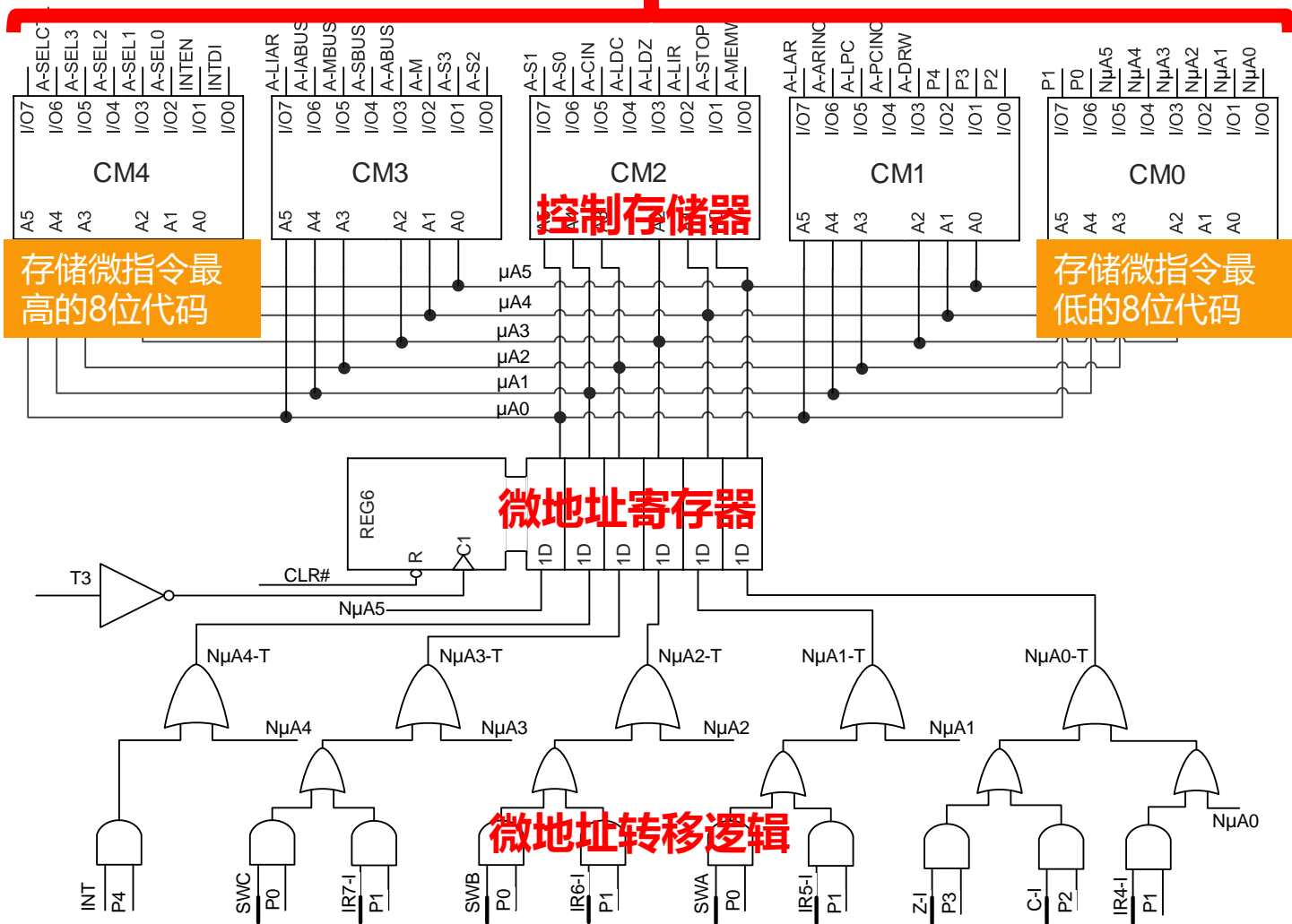
实验四 | 实验电路 >> 微程序控制器电路



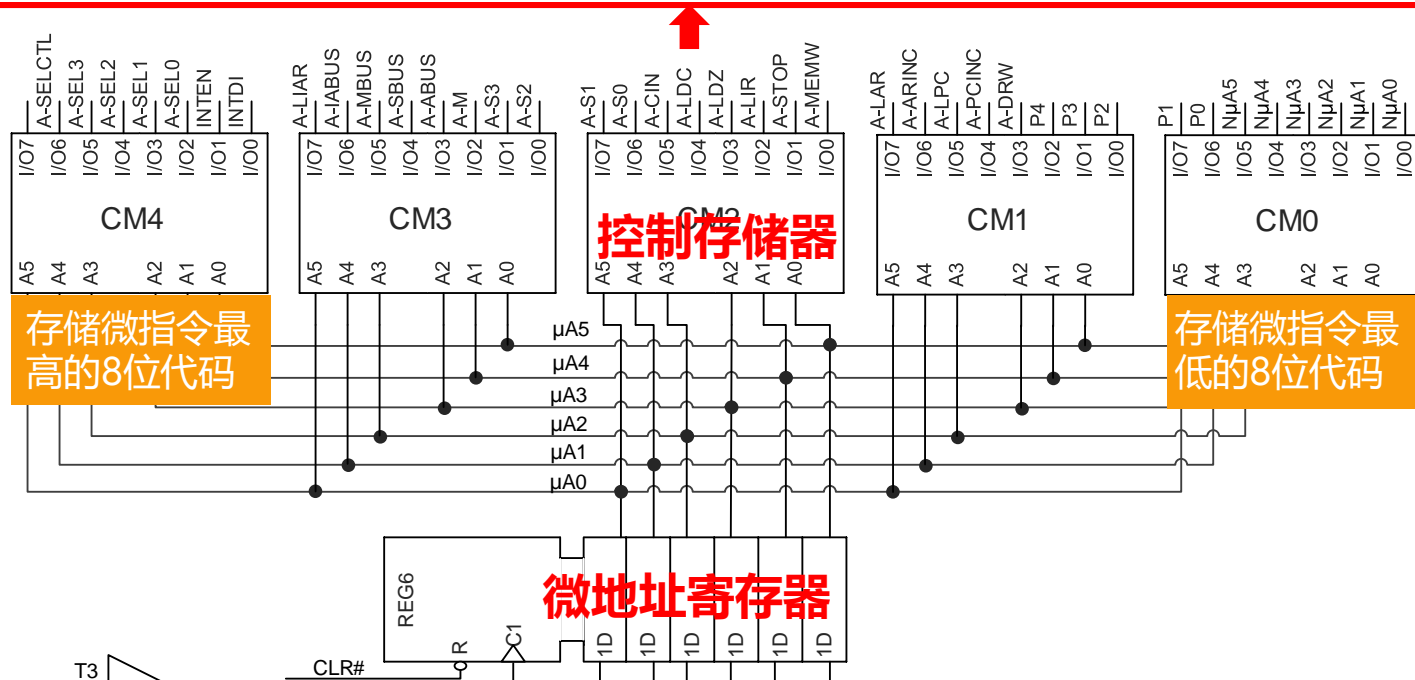
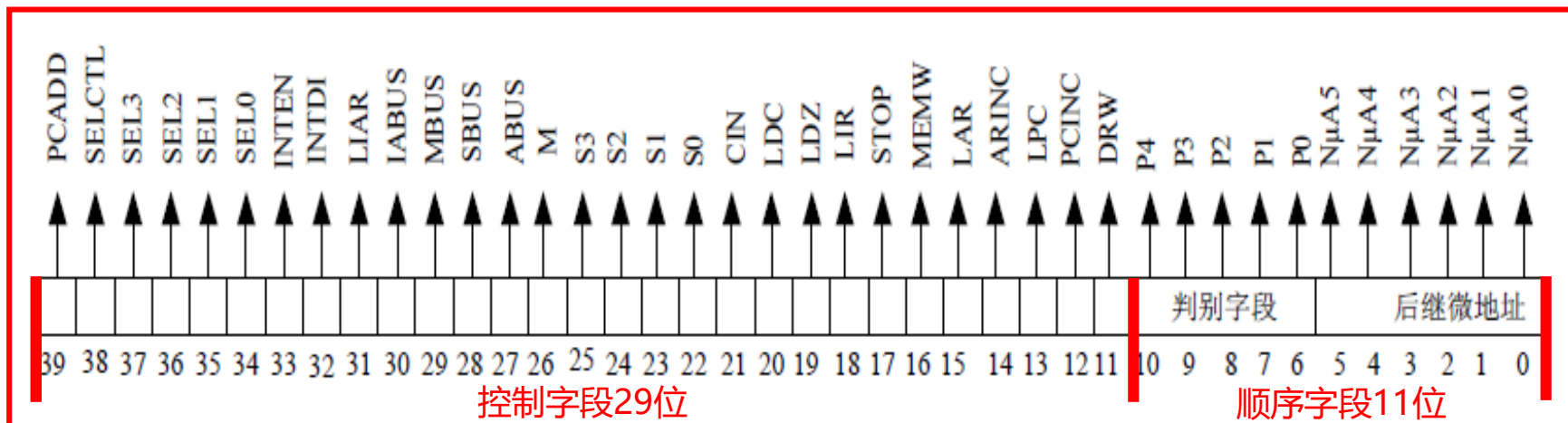
实验四 | 实验电路 >> 微程序控制器电路



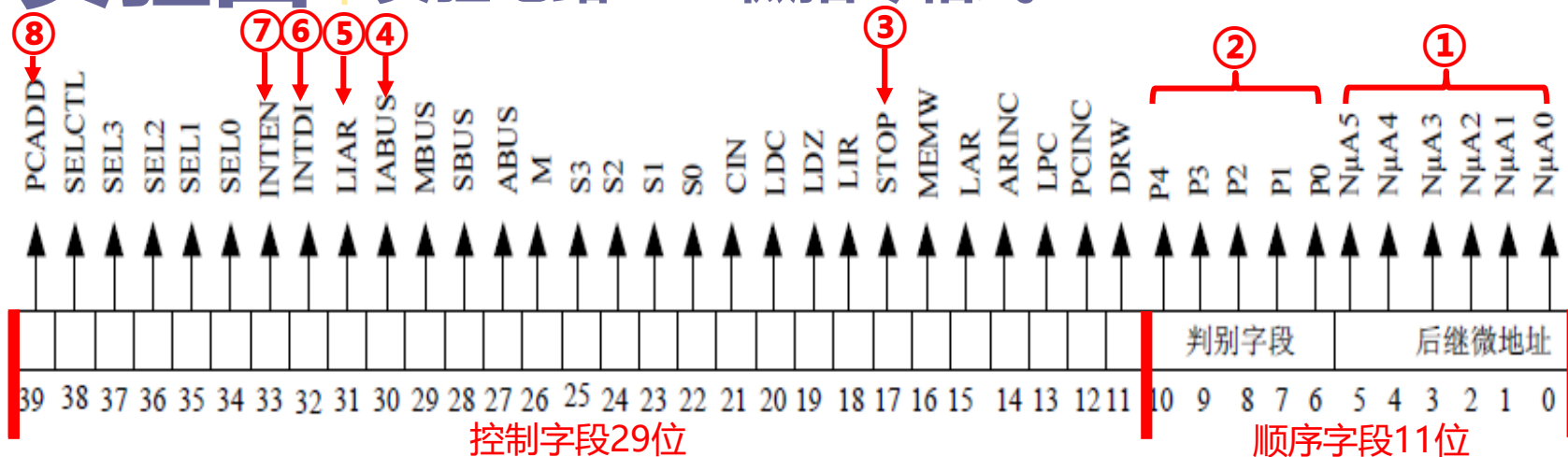
实验四 | 实验电路 > 40位微指令控制器电路



实验四 | 实验电路 >> 微指令格式

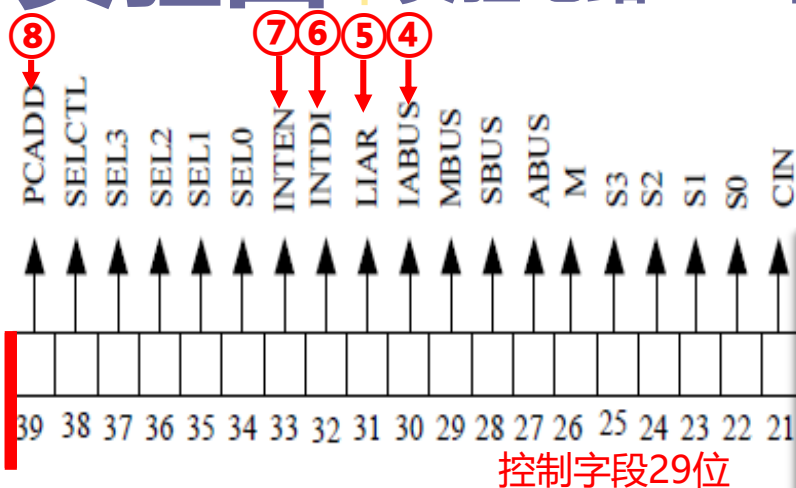


实验四 | 实验电路 >> 微指令格式



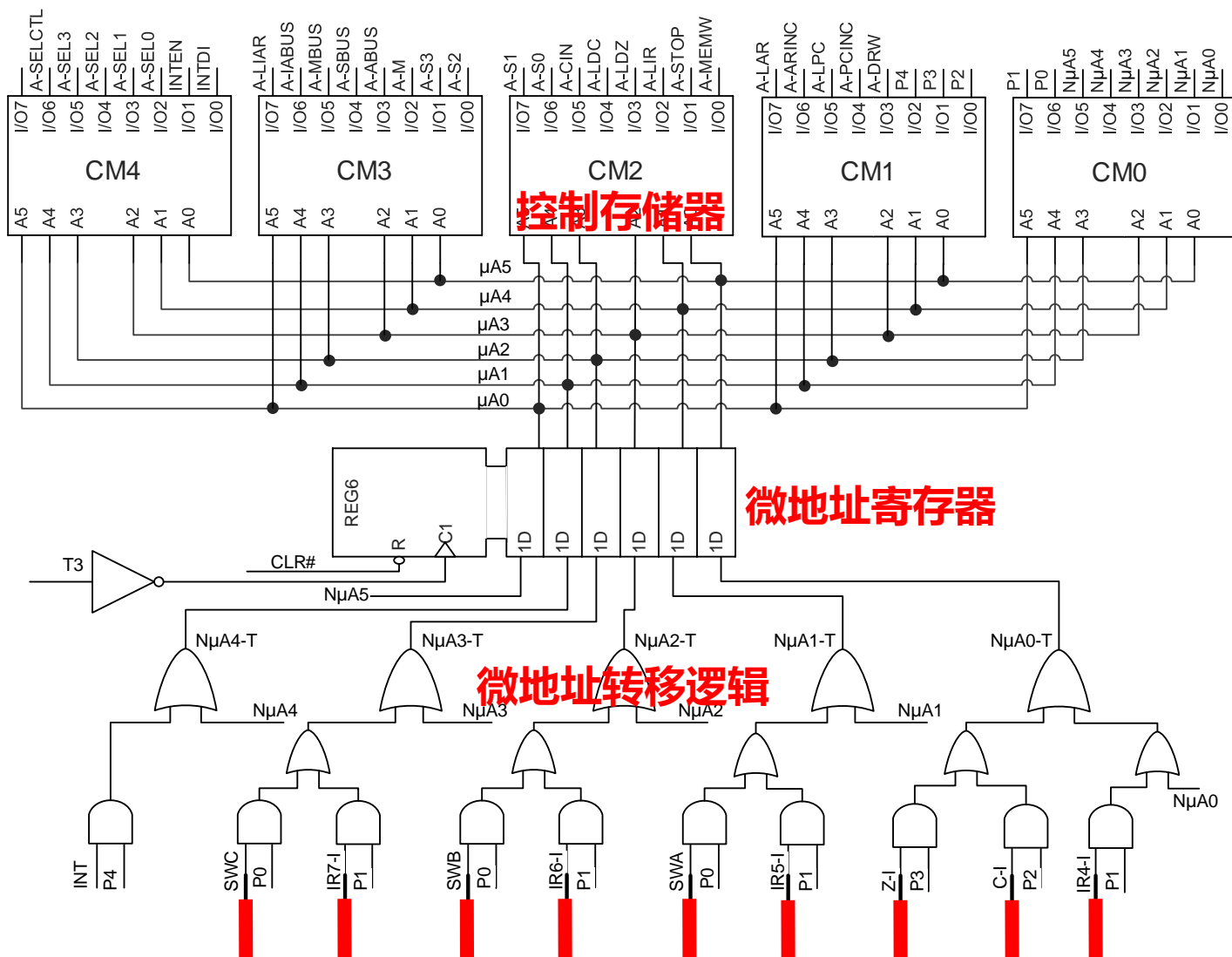
序号	字段	解释
1	N μ A5~N μ A0	下址，在微指令顺序执行的情况下，它是下一条微指令的地址
2	P0	=1时，根据后继微地址N μ A5~N μ A0和模式开关SWC、SWB、SWA确定下一条微指令的地址。
	P1	=1时，根据后继微地址N μ A5~N μ A0和指令操作码IR7~IR4确定下一条微指令的地址。
	P2	=1时，根据后继微地址N μ A5~N μ A0和进位C确定下一条微指令的地址。
	P3	=1时，根据后继微地址N μ A5~N μ A0和结果为0标志Z确定下一条微指令的地址。
	P4	=1时，根据后继微地址N μ A5~N μ A0和中断信号INT确定下一条微指令的地址。 模型计算机中，中断信号INT由时序发生器在接到中断请求信号后产生。

实验四 | 实验电路 >> 微指令



序号	字段	解释
3	STOP	=1时, 在T3结束后时序发生器停止输出节拍脉冲T1、T2、T3。
4	IABUS	=1时, 将中断地址寄存器中的地址送数据总线DBUS。
5	LIAR	=1时, 在T3的上升沿, 将PC7~PC0写入中断地址寄存器IAR。
6	INTDI	=1时, 置允许中断标志(在时序发生器中)为0, 禁止TEC-8模型计算机响应中断请求。
7	INTEN	=1时, 置允许中断标志(在时序发生器中)为1, 允许TEC-8模型计算机响应中断请求。
8	PCADD	=1时, 将当前的PC值加上相对转移量, 生成新的PC。

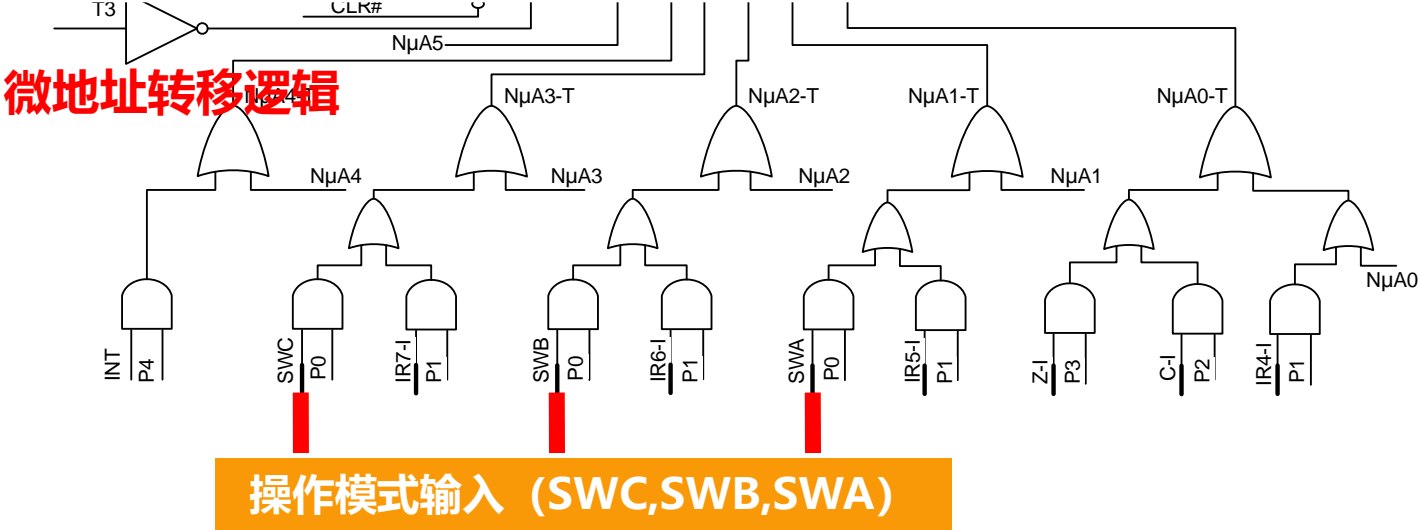
实验四 | 实验电路 >> 微程序控制器电路



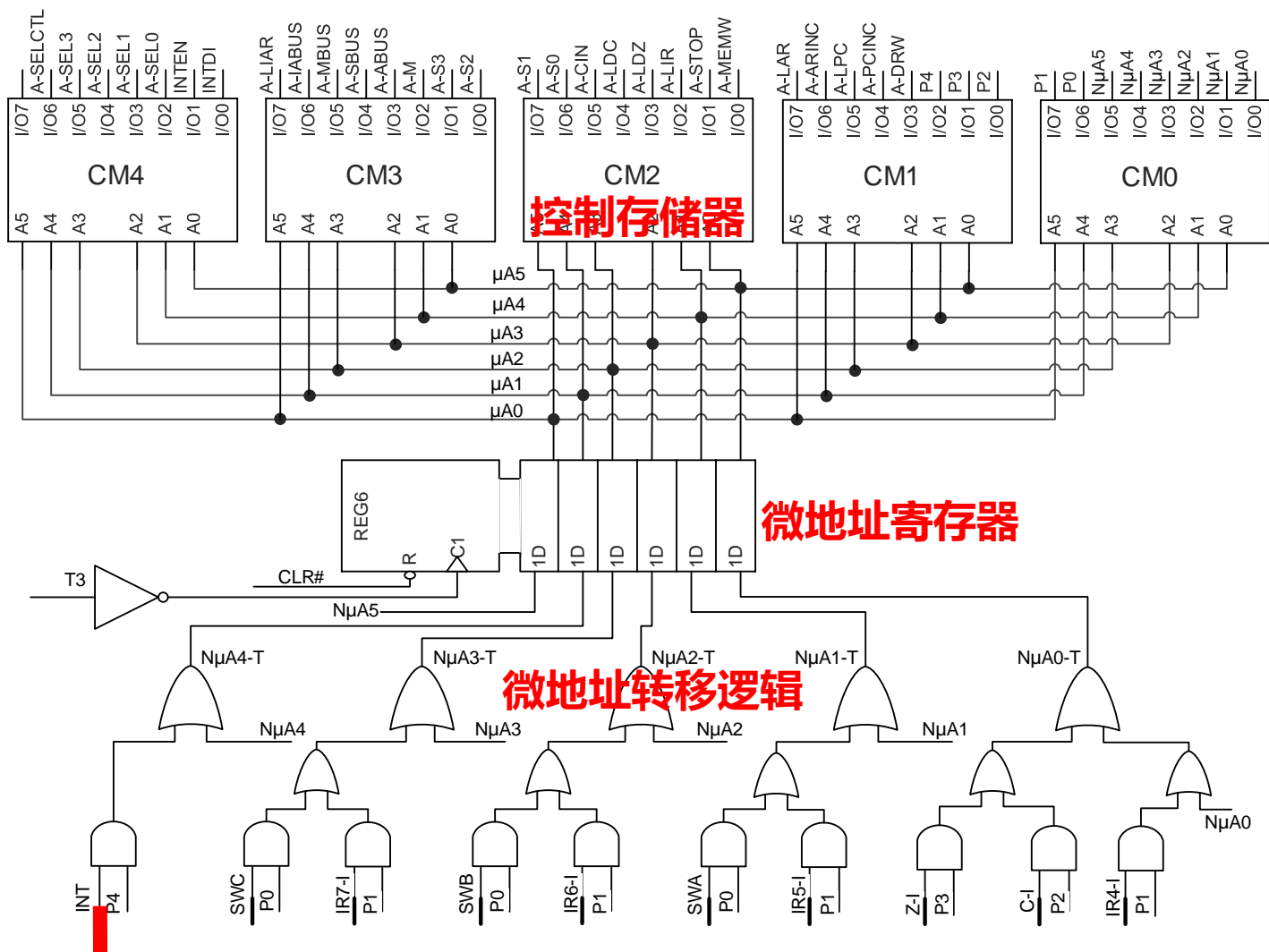
短粗线标志的信号均有接线孔或开关控制 (SWC/SWB/SWA,IR7~IR4,Z,C)

实验四 | 实验电路 >> 微程序控制器电路

操作模式 (SWC,SWB,SWA)	实验功能
000	启动程序运行
001	写存储器
010	读存储器
011	读寄存器
100	写寄存器

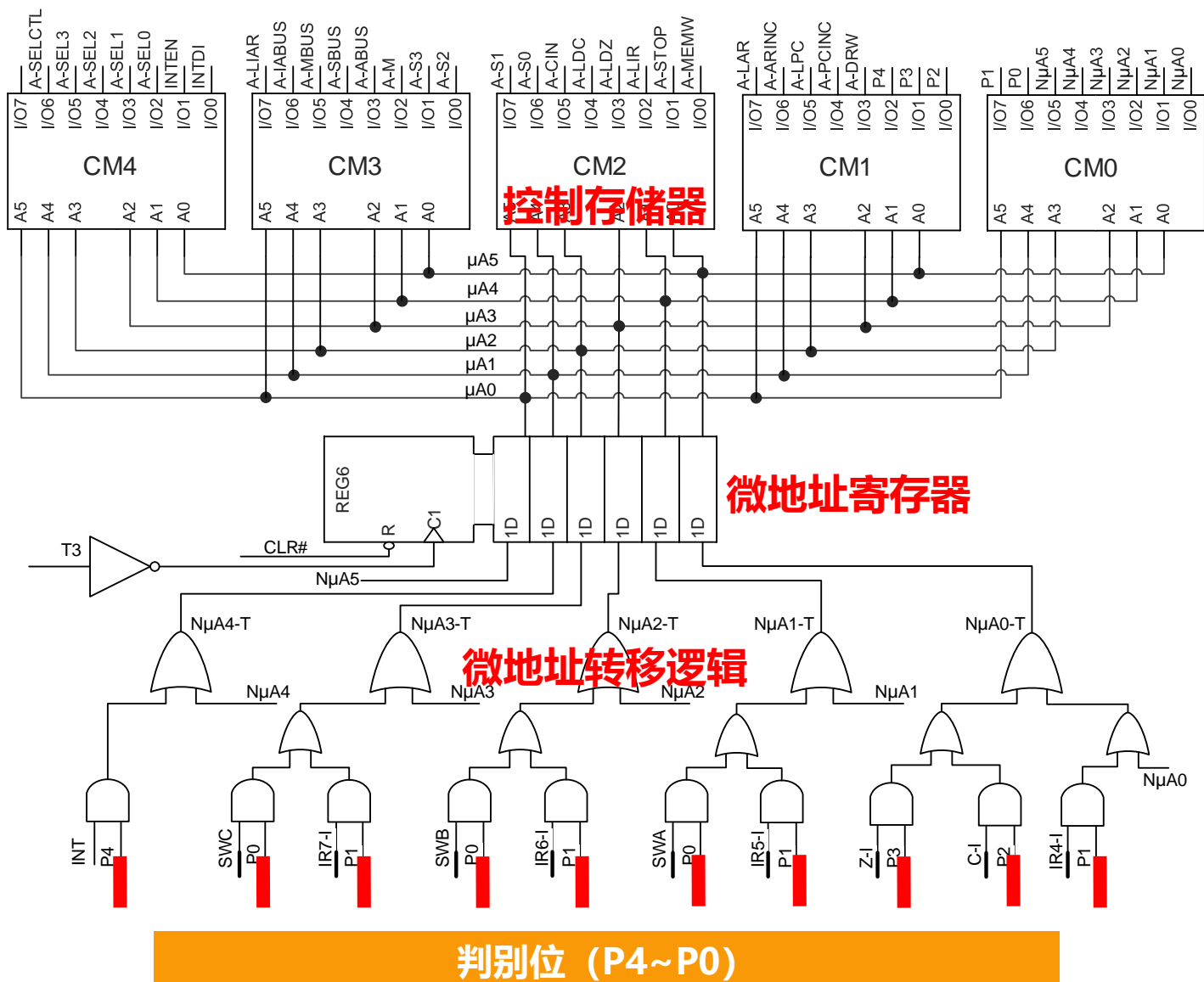


实验四 | 实验电路 >> 微程序控制器电路



INT信号是时序发生器接收到中断请求脉冲PULSE后产生的中断信号

实验四 | 实验电路 >> 微程序控制器电路



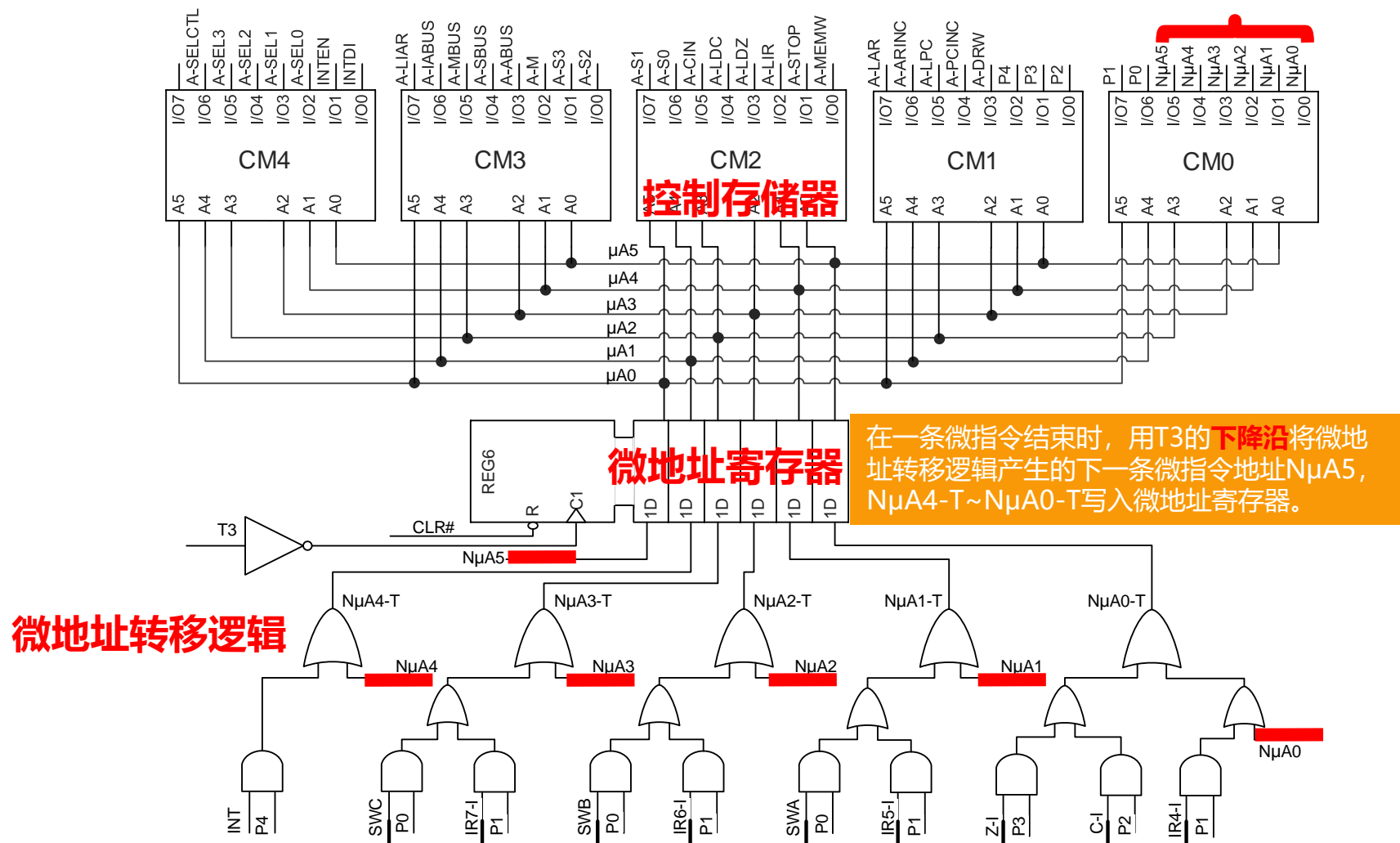
实验四

实验电路 >> 微程序控制器电路

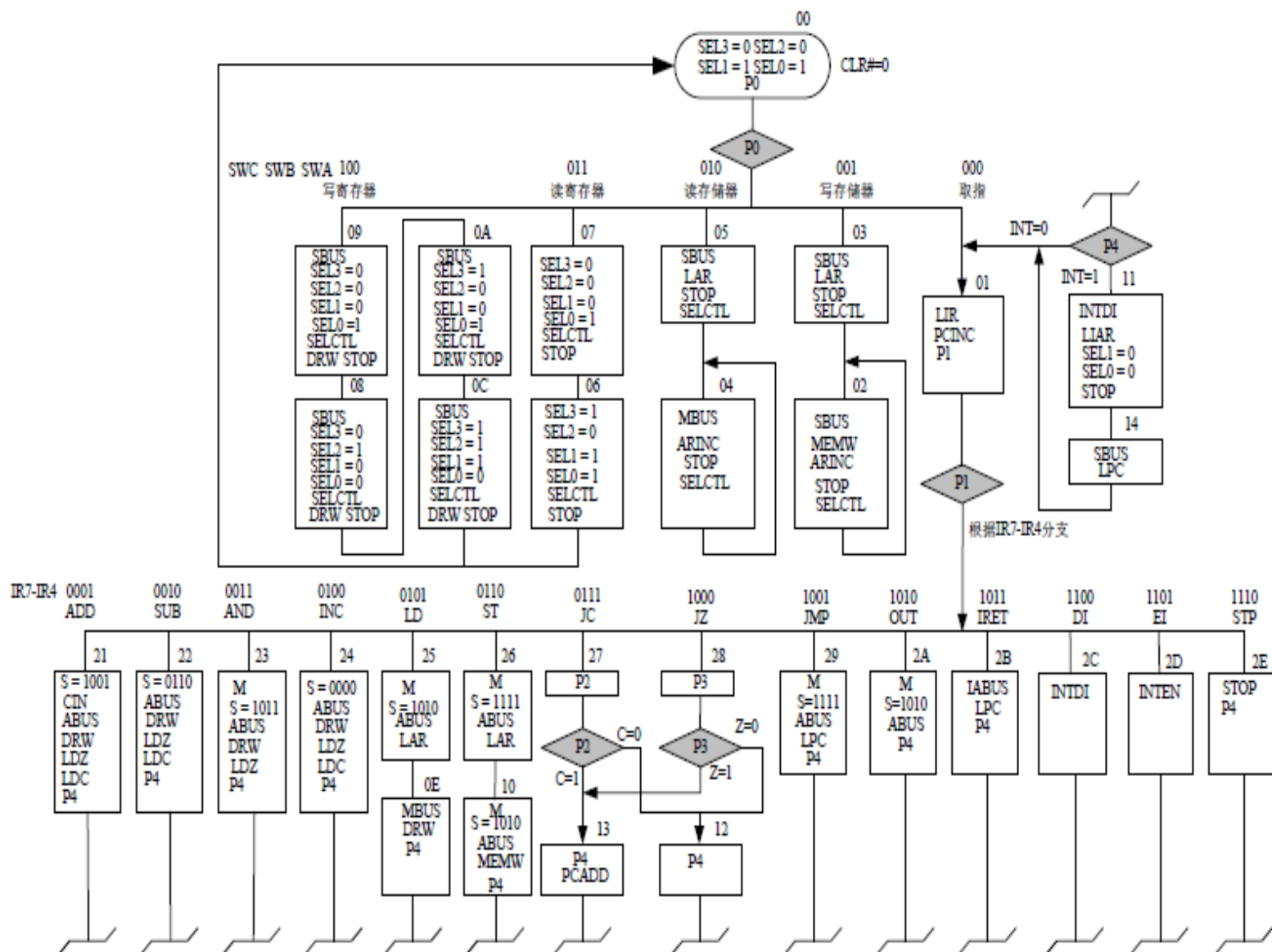


从控存中读取到的微指令的最后六位

实验四 | 实验电路 >> 微程序控制器电路



实验四 | 实验电路 >> 微程序写寄存器流程



实验四

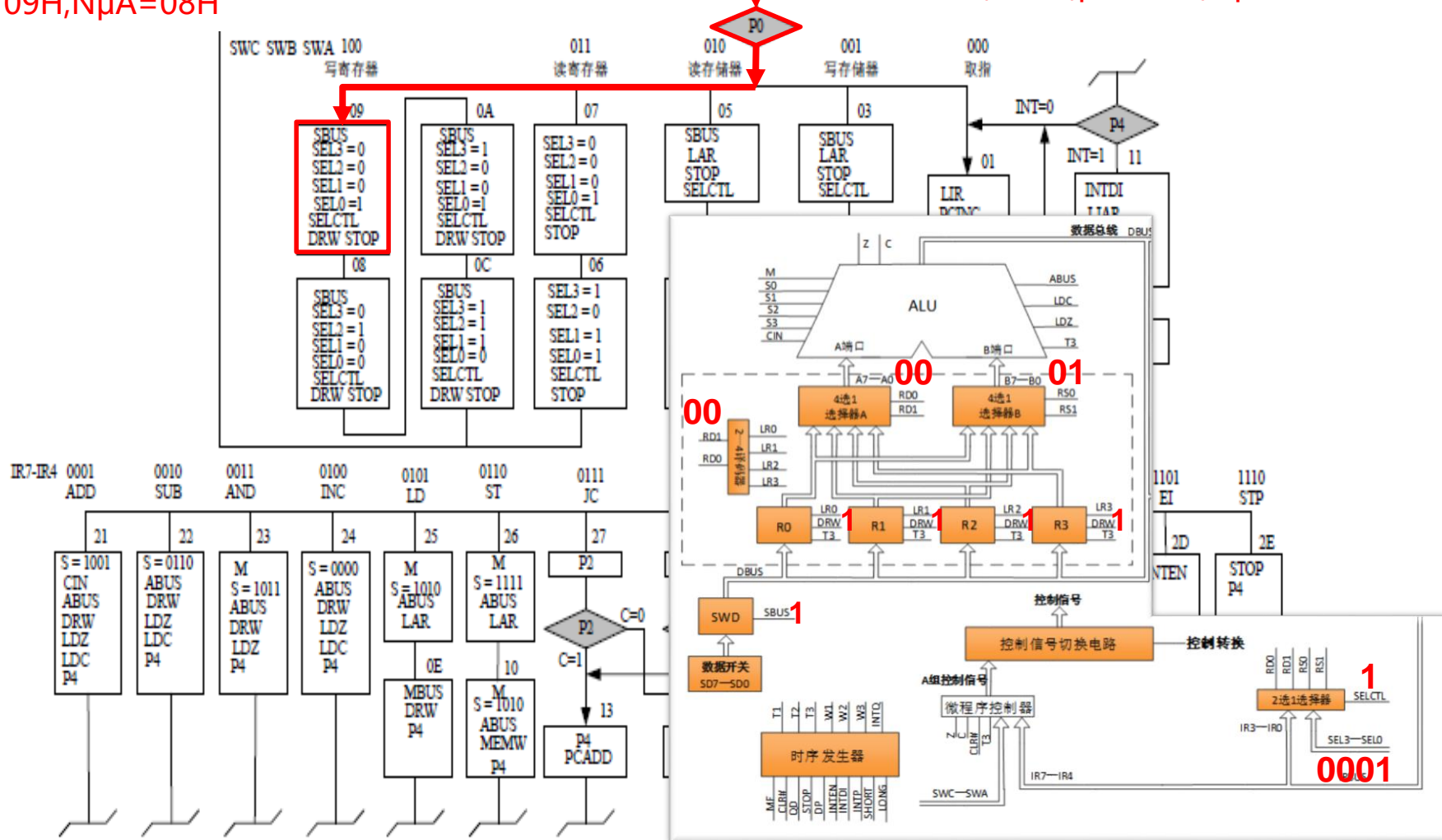
实验电路 >> 微程序写寄存器流程

② 置操作模式SW=100,给QD

SEL=0001,SELCTL=1,DRW=1,SBUS=1,STOP=1
μA=09H,NμA=08H

① 复位

SEL=0011,P0=1,μA=00H,NμA=01H



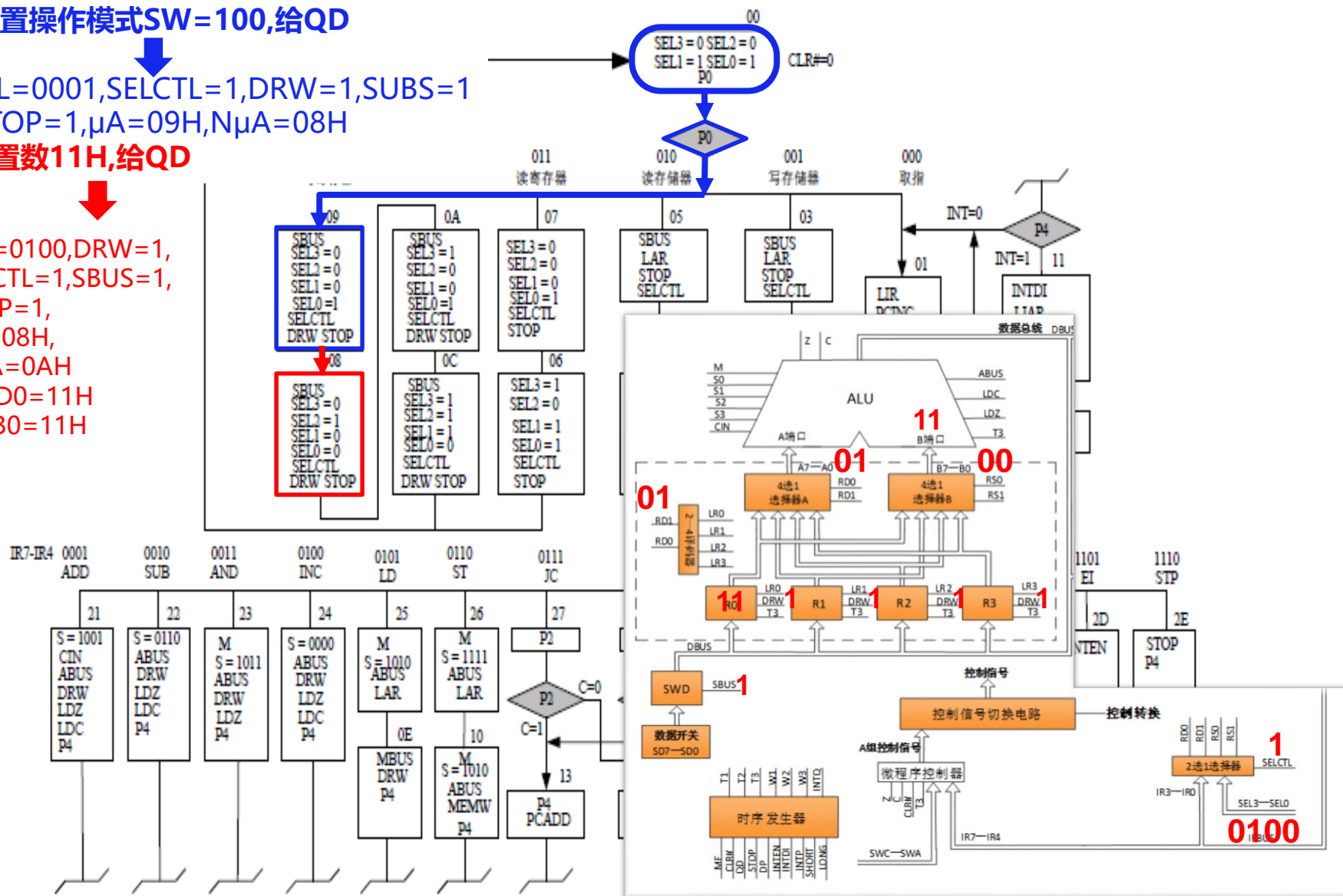
实验四 | 实验电路 >> 微程序写寄存器流程

② 置操作模式SW=100,给QD

SEL=0001,SELCTL=1,DRW=1,SUBS=1
,STOP=1,μA=09H,NμA=08H

③ 置数11H,给QD

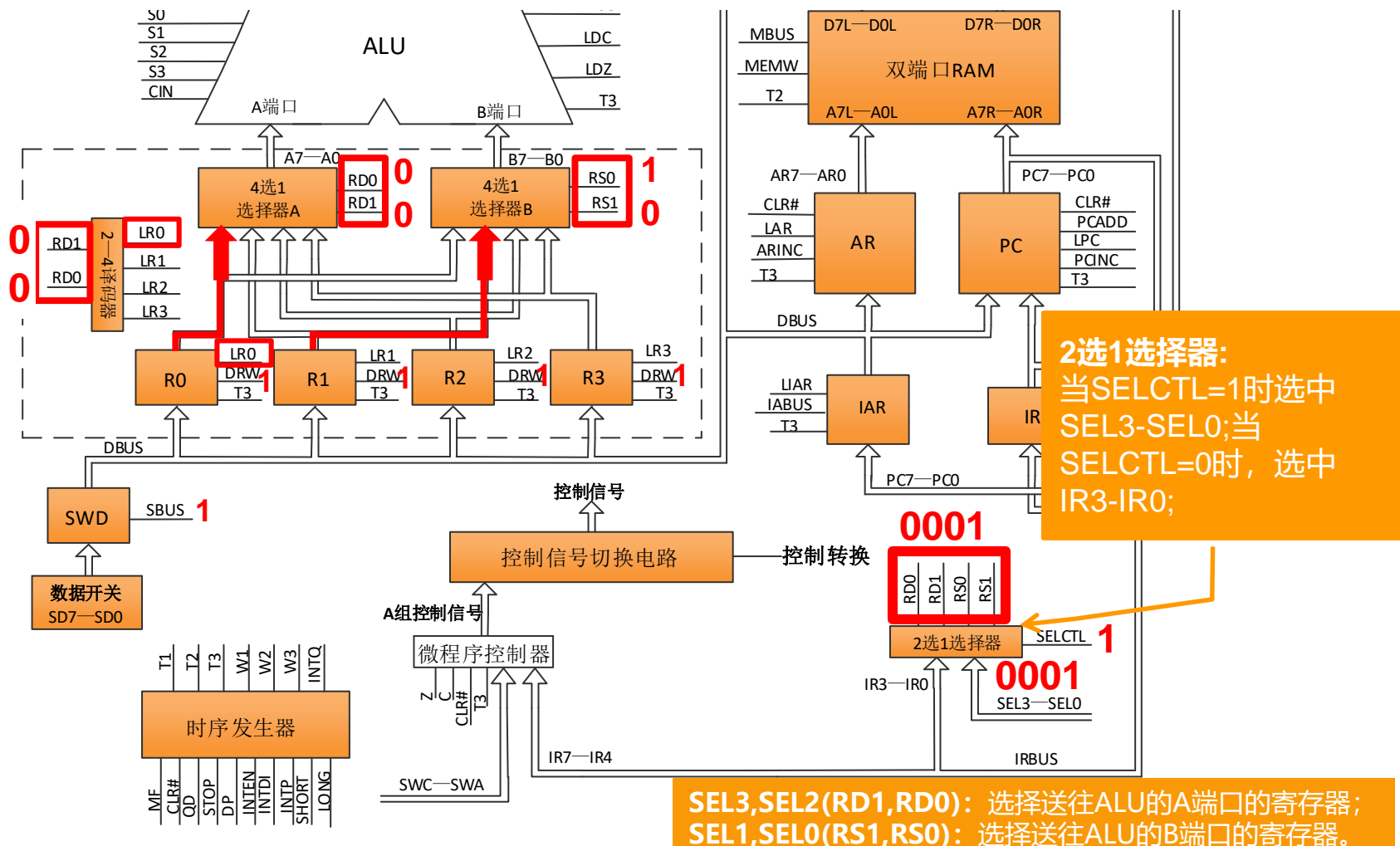
SEL=0100,DRW=1,
SELCTL=1,SBUS=1,
STOP=1,
μA=08H,
NμA=0AH
D7-D0=11H
B7-B0=11H



实验四 | 实验电路>>微程序写寄存器流程

从第②向第③改变的过程中观察:

条件: SEL=0001,SELCTL=1,DRW=1,SBUS=1,STOP=1, $\mu A=09H$, $N\mu A=08H$

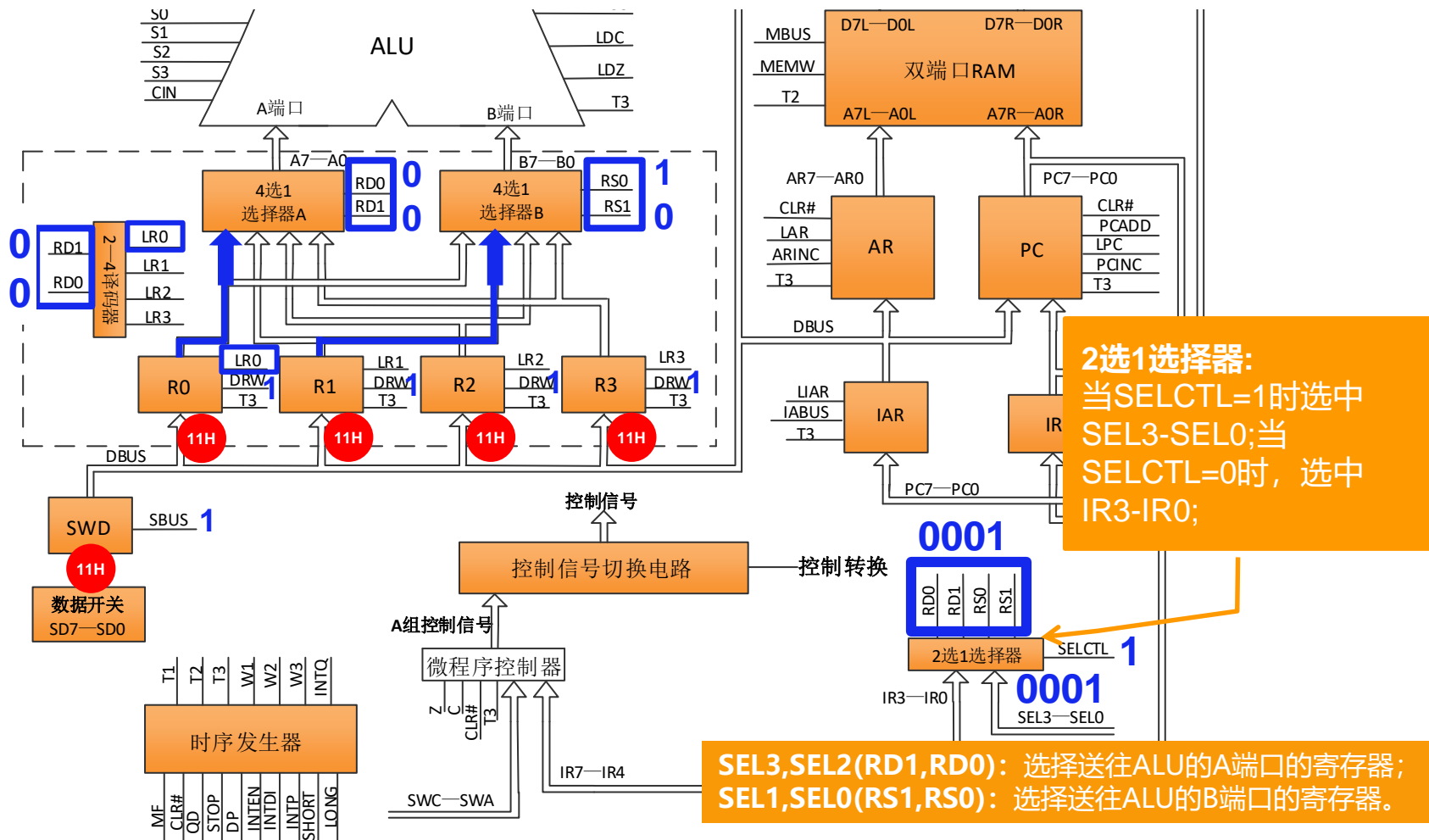


实验四 | 实验电路>>微程序写寄存器流程

从第②向第③改变的过程中观察:

条件: SEL=0001,SELCTL=1,DRW=1,SBUS=1,STOP=1, $\mu A=09H$, $N\mu A=08H$

置数 11H



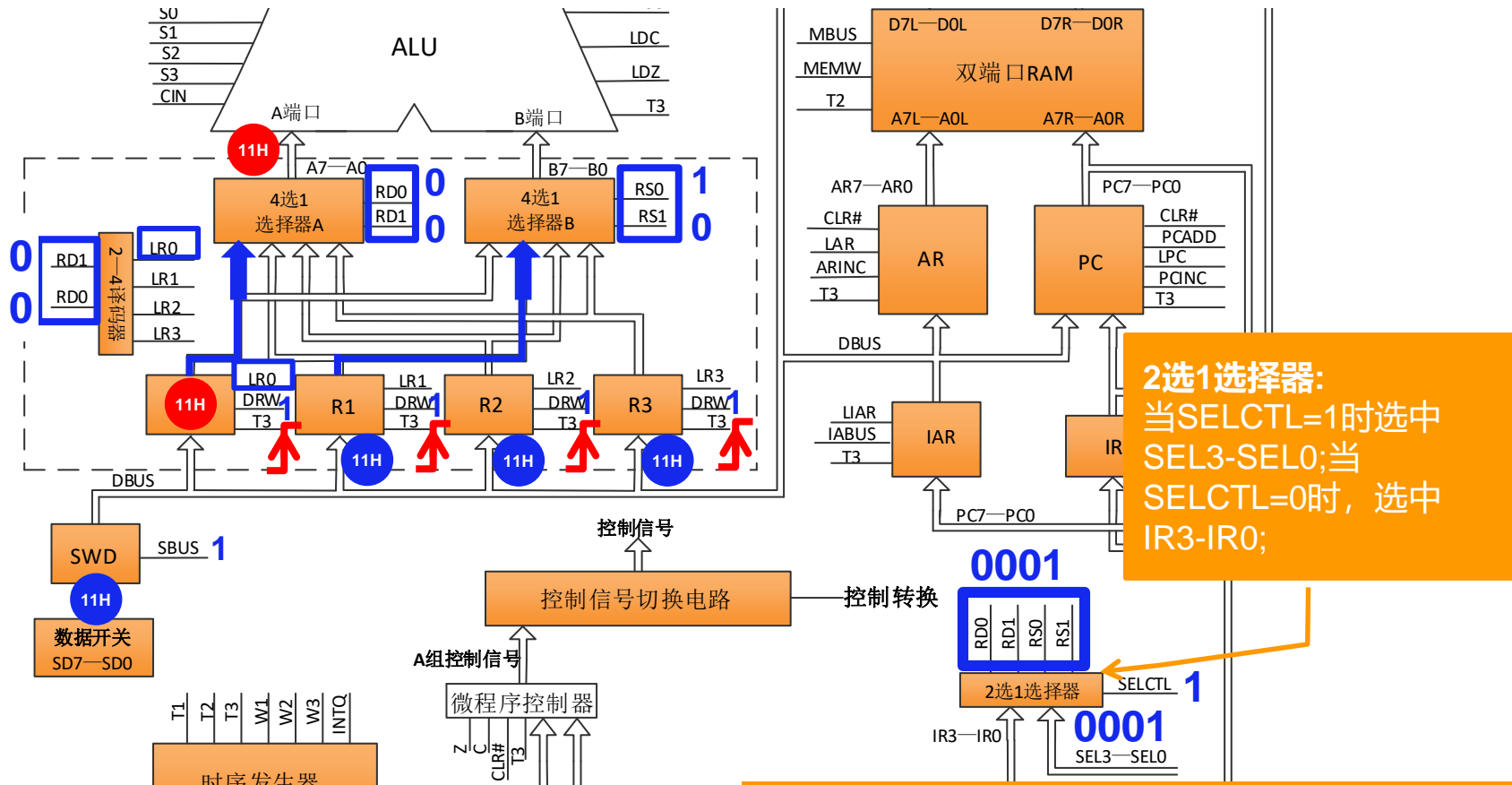
实验四

实验电路>>微程序写寄存器流程

从第②向第③改变的过程中观察：

条件: SEL=0001,SELCTL=1,DRW=1,SBUS=1,STOP=1,μA=09H,NμA=08H

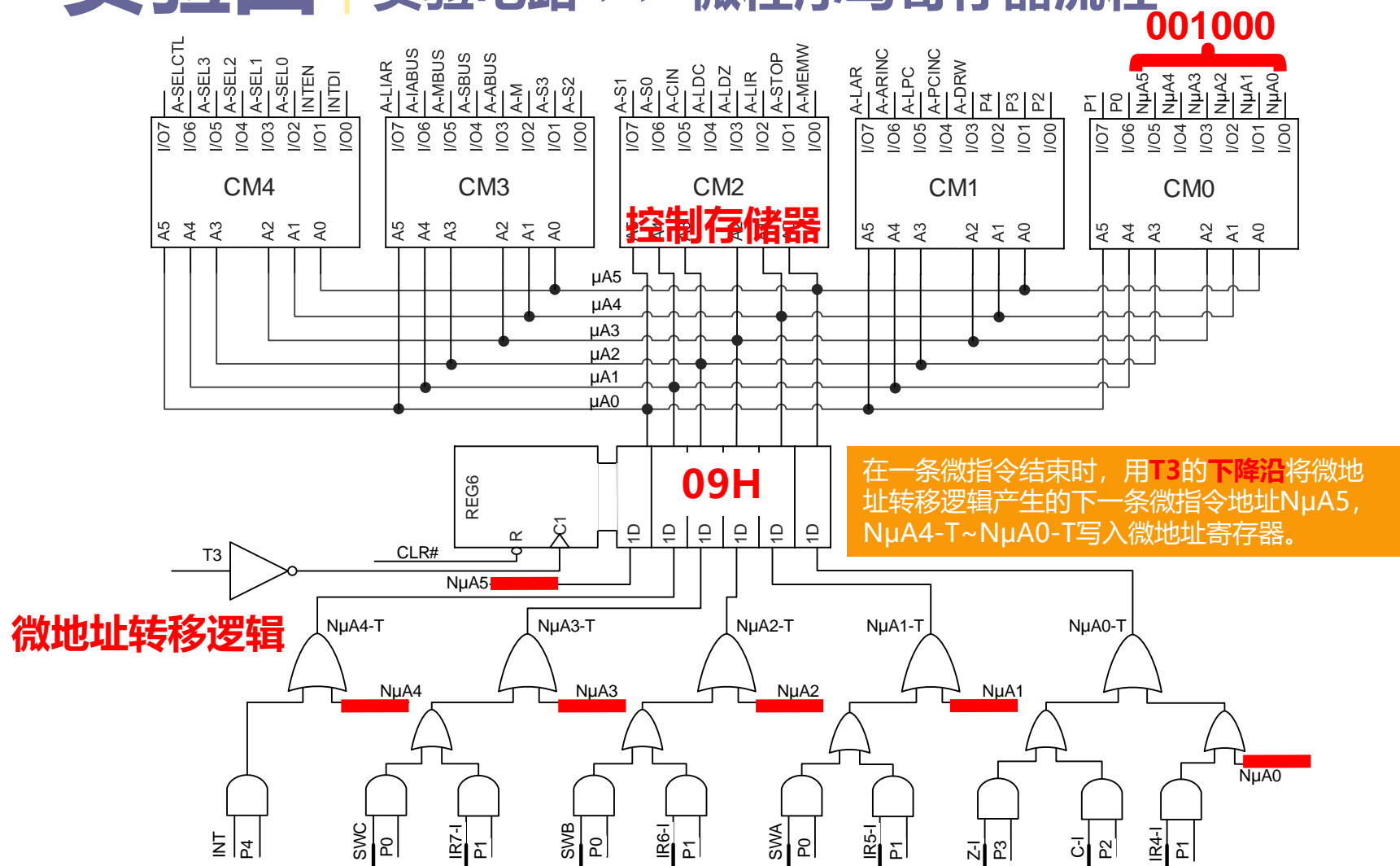
置数 11H, 给 QD



思考1: 当前ALU的A/B两个端口的值对吗?

SEL3,SEL2(RD1,RD0): 选择送往ALU的A端口的寄存器;
SEL1,SEL0(RS1,RS0): 选择送往ALU的B端口的寄存器。

实验四 | 实验电路 >> 微程序写寄存器流程



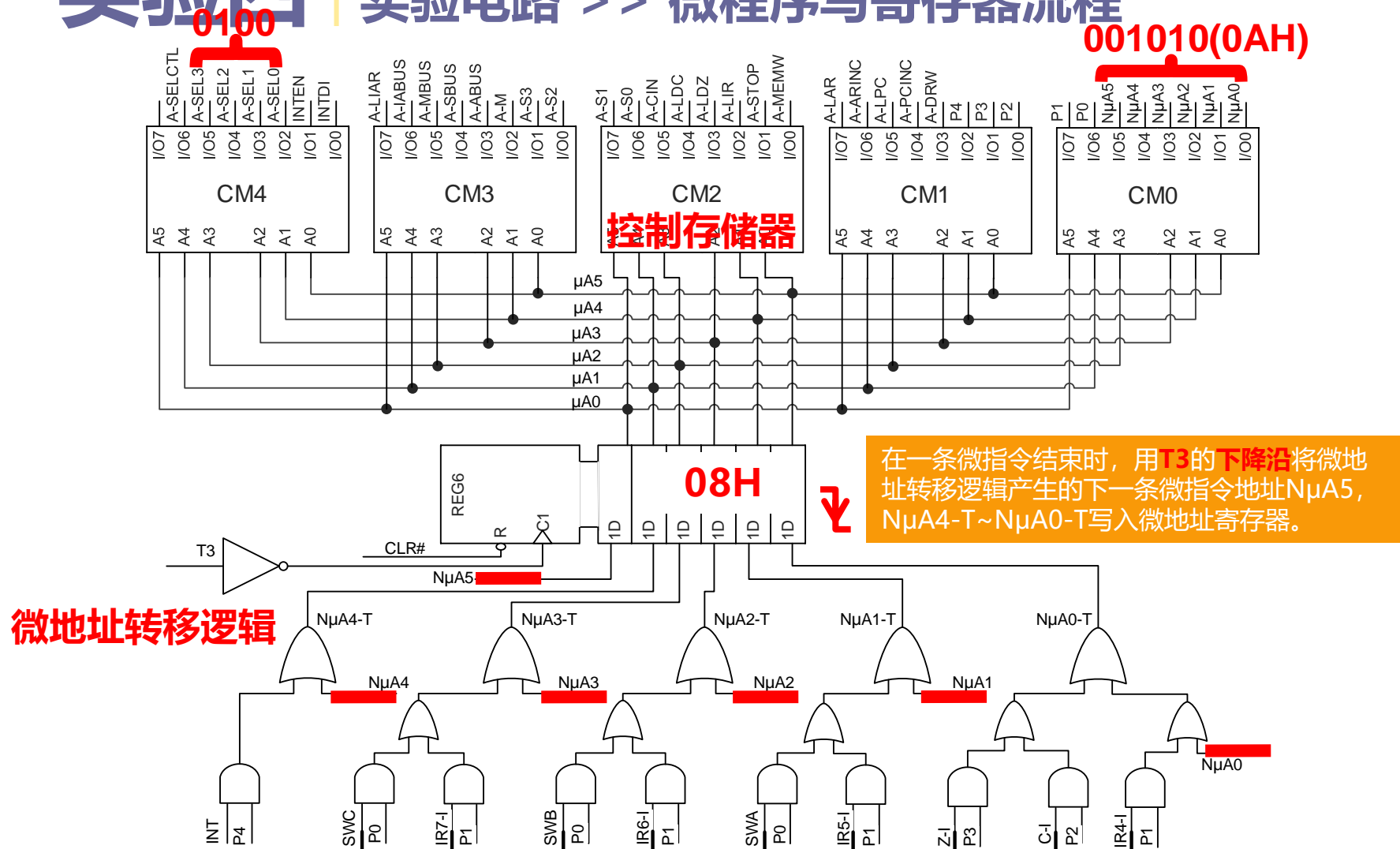
从第②向第③改变的过程中观察：

条件：SEL=0001, SELCTL=1, DRW=1, SBUS=1, STOP=1, μA=09H, NμA=08H

置数 11H

实验四

实验电路 >> 微程序写寄存器流程



从第②向第③改变的过程中观察：

条件：SEL=0001,SELCTL=1,DRW=1,SBUS=1,STOP=1,μA=09H,NμA=08H

置数 11H,给QD

结果：SEL=0100,SELCTL=1,DRW=1,SBUS=1,STOP=1,μA=08H,NμA=0AH

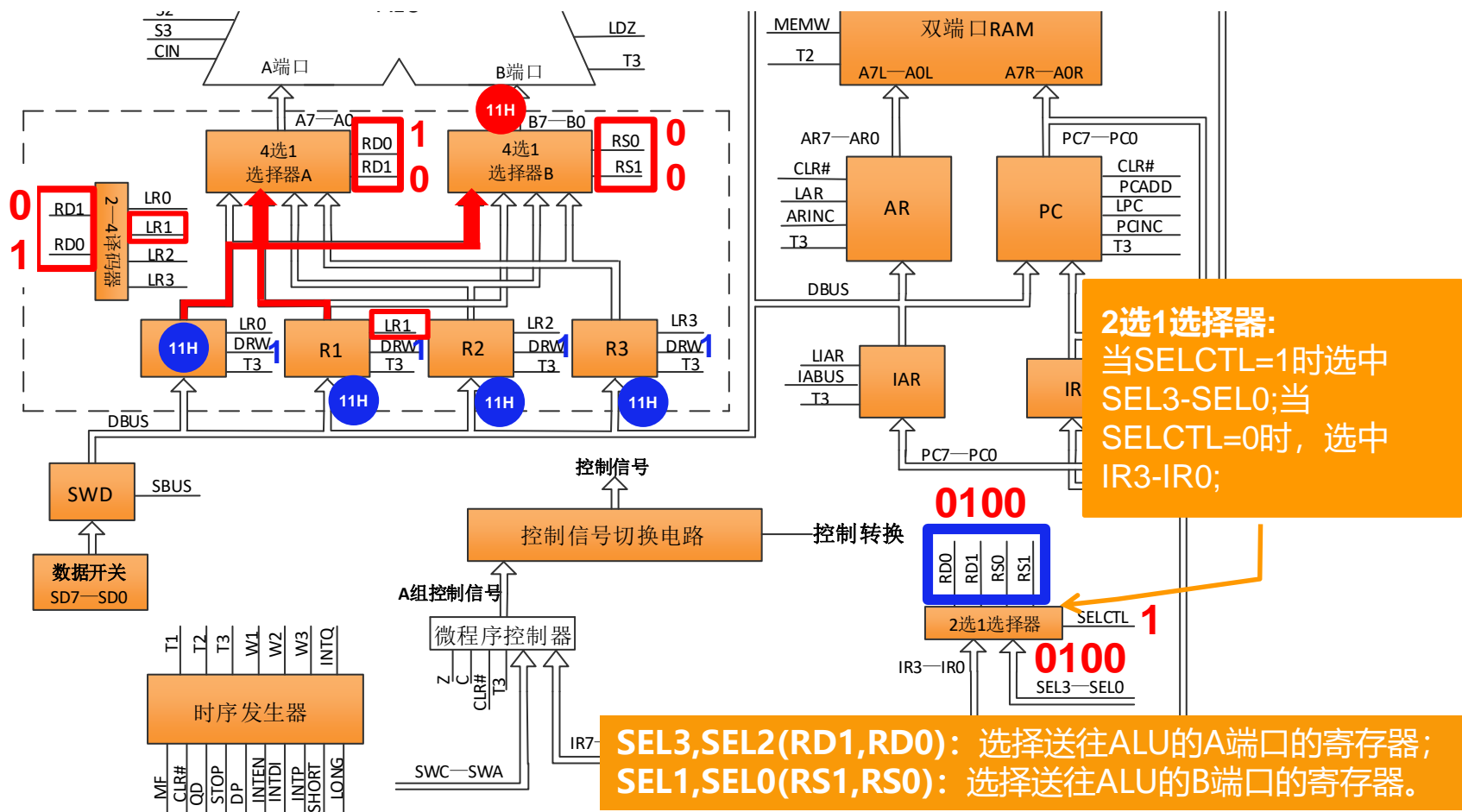
实验四 | 实验电路>>微程序写寄存器流程

从第②向第③改变的过程中观察:

条件: SEL=0001,SELCTL=1,DRW=1,SBUS=1,STOP=1, $\mu A=09H$, $N\mu A=08H$

置数 11H,给QD

结果: SEL=0100, SELCTL=1,DRW=1,SBUS=1,STOP=1, $\mu A=08H$, $N\mu A=0AH$



实验四

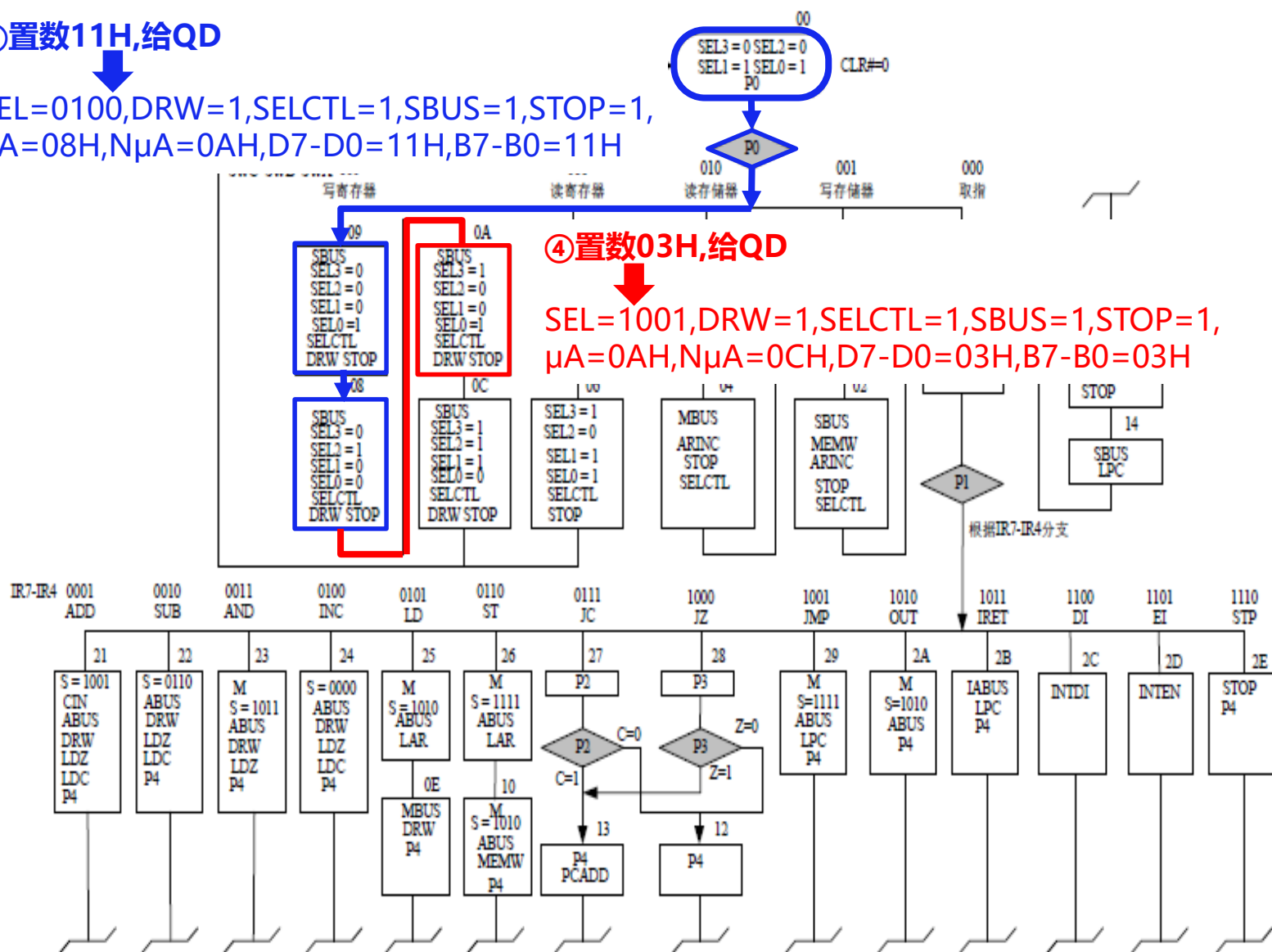
实验电路 >> 微程序写寄存器流程

③置数11H,给QD

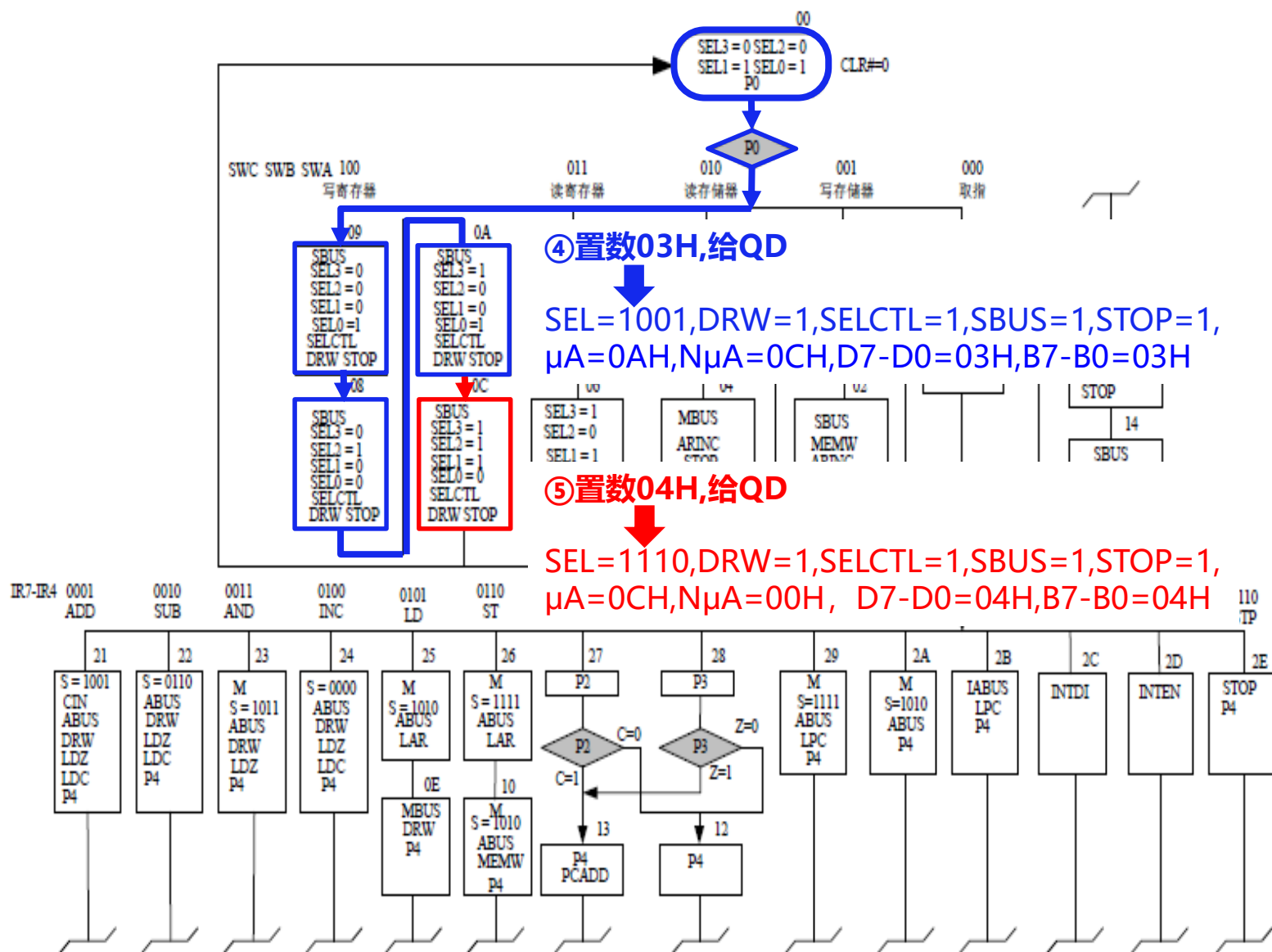
SEL=0100,DRW=1,SELCTL=1,SBUS=1,STOP=1,
μA=08H,NμA=0AH,D7-D0=11H,B7-B0=11H

④置数03H,给QD

SEL=1001,DRW=1,SELCTL=1,SBUS=1,STOP=1,
μA=0AH,NμA=0CH,D7-D0=03H,B7-B0=03H

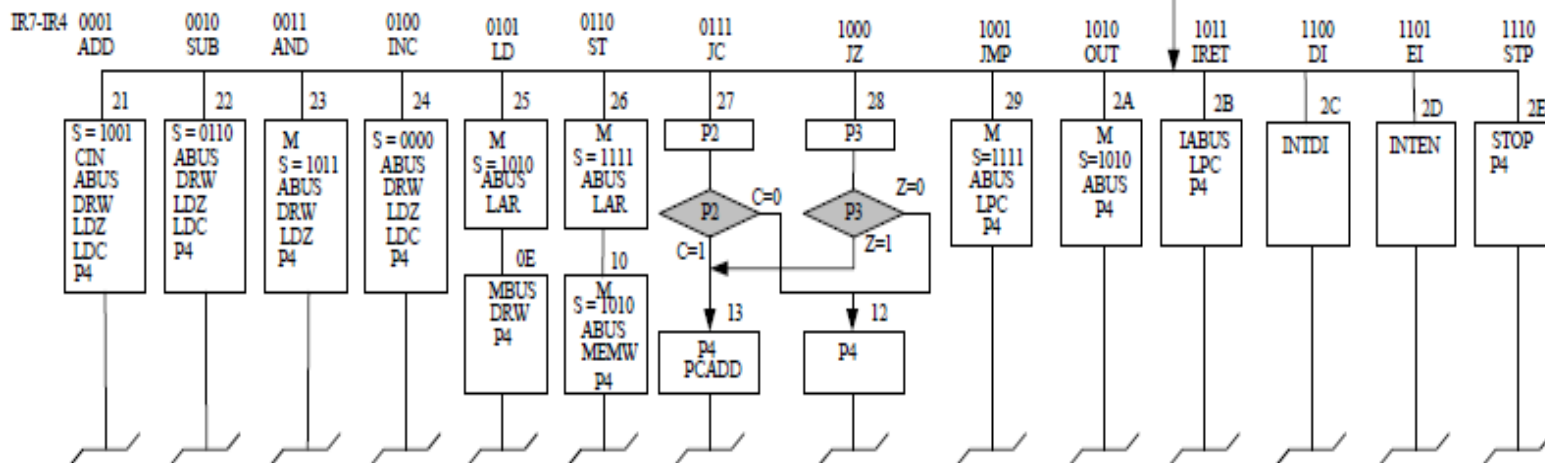
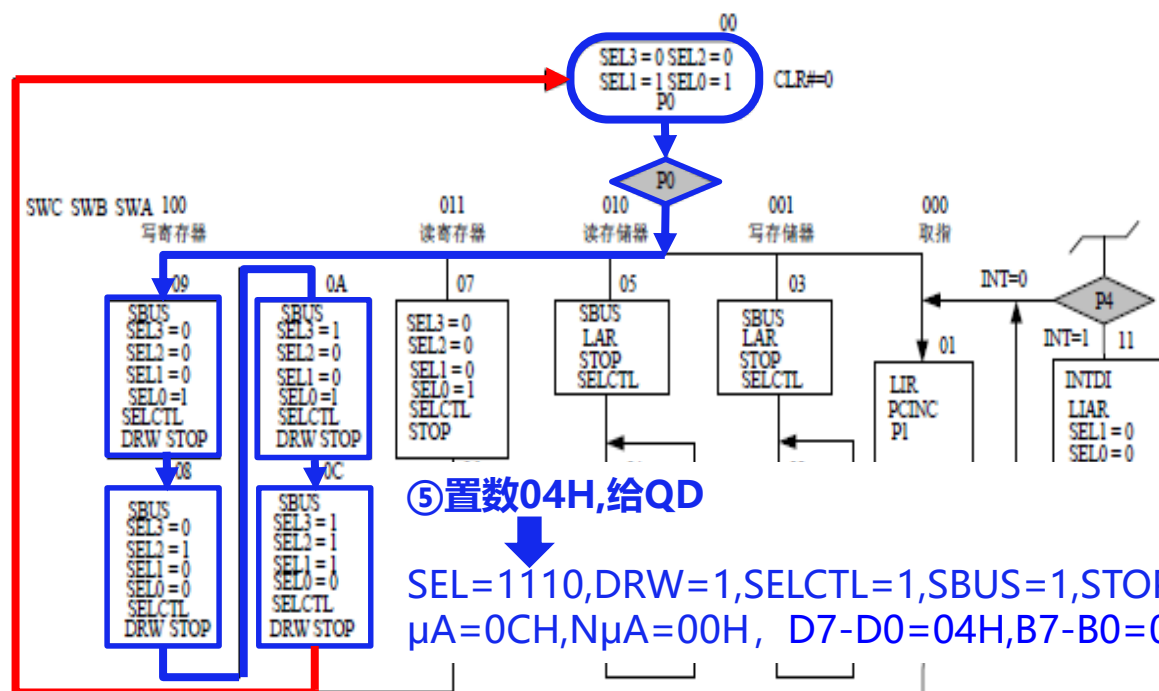


实验四 | 实验电路 >> 微程序写寄存器流程



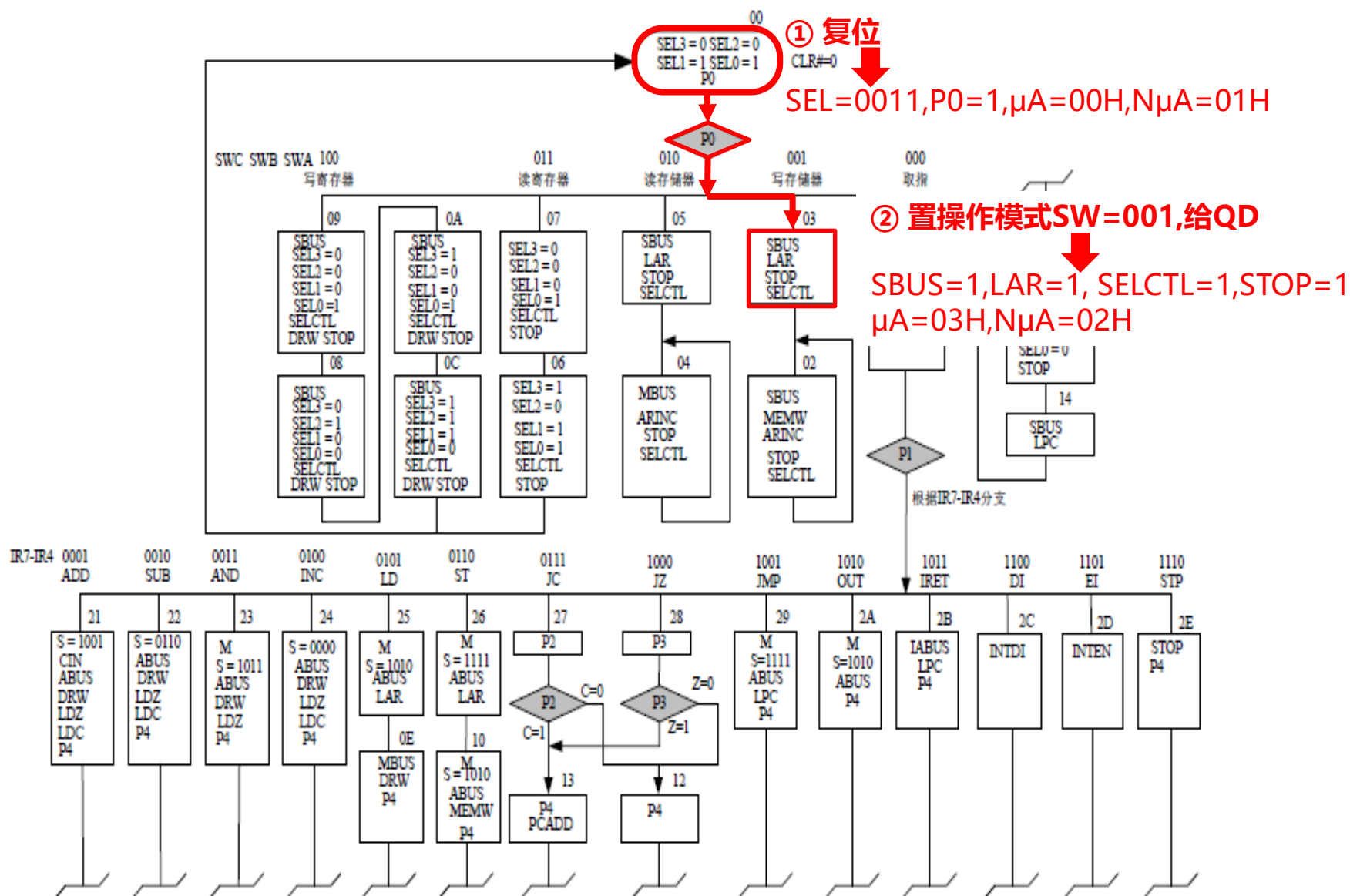
实验四

实验电路 >> 微程序写寄存器流程

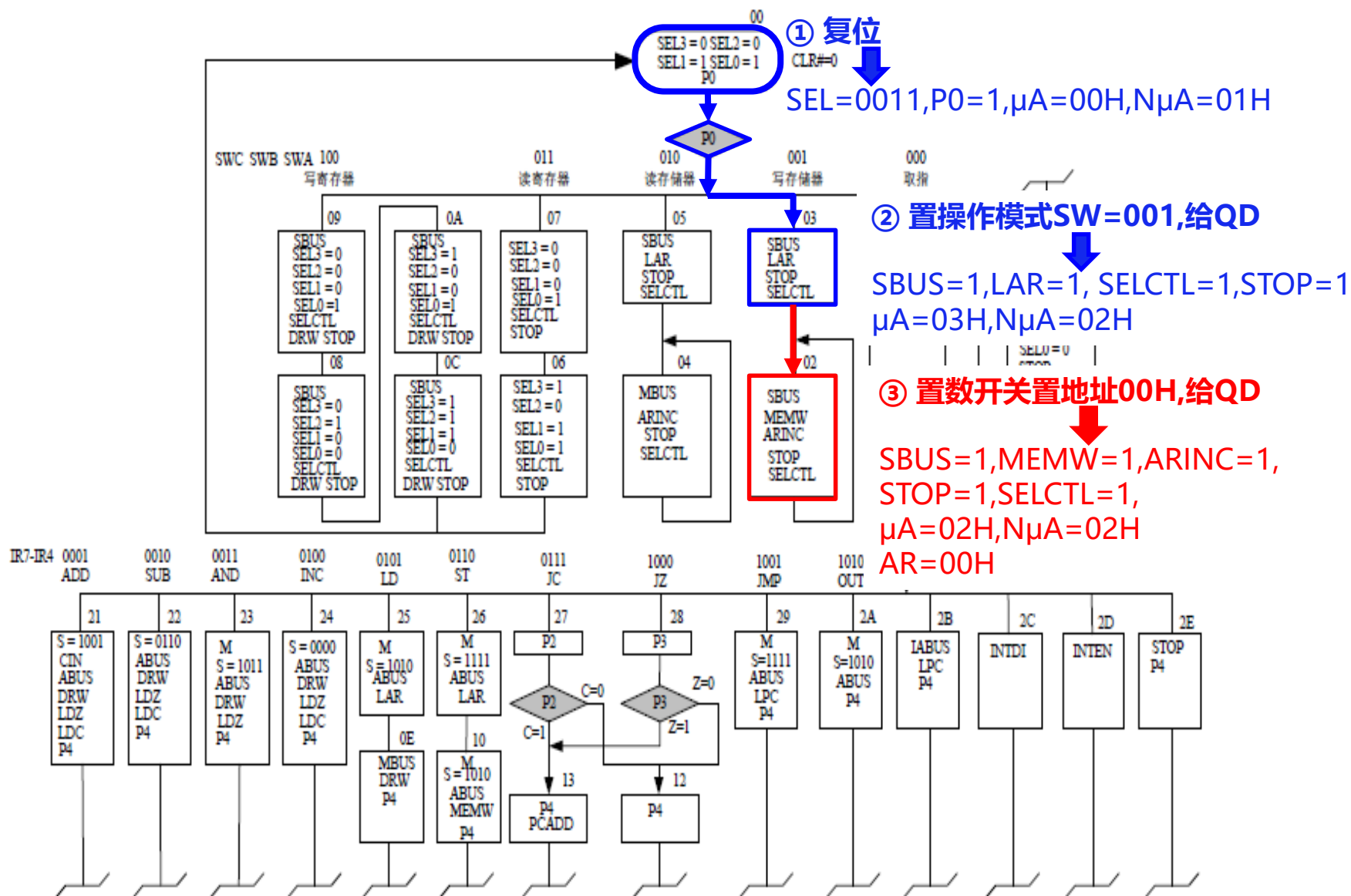


实验四

实验电路 >> 微程序写存储器流程

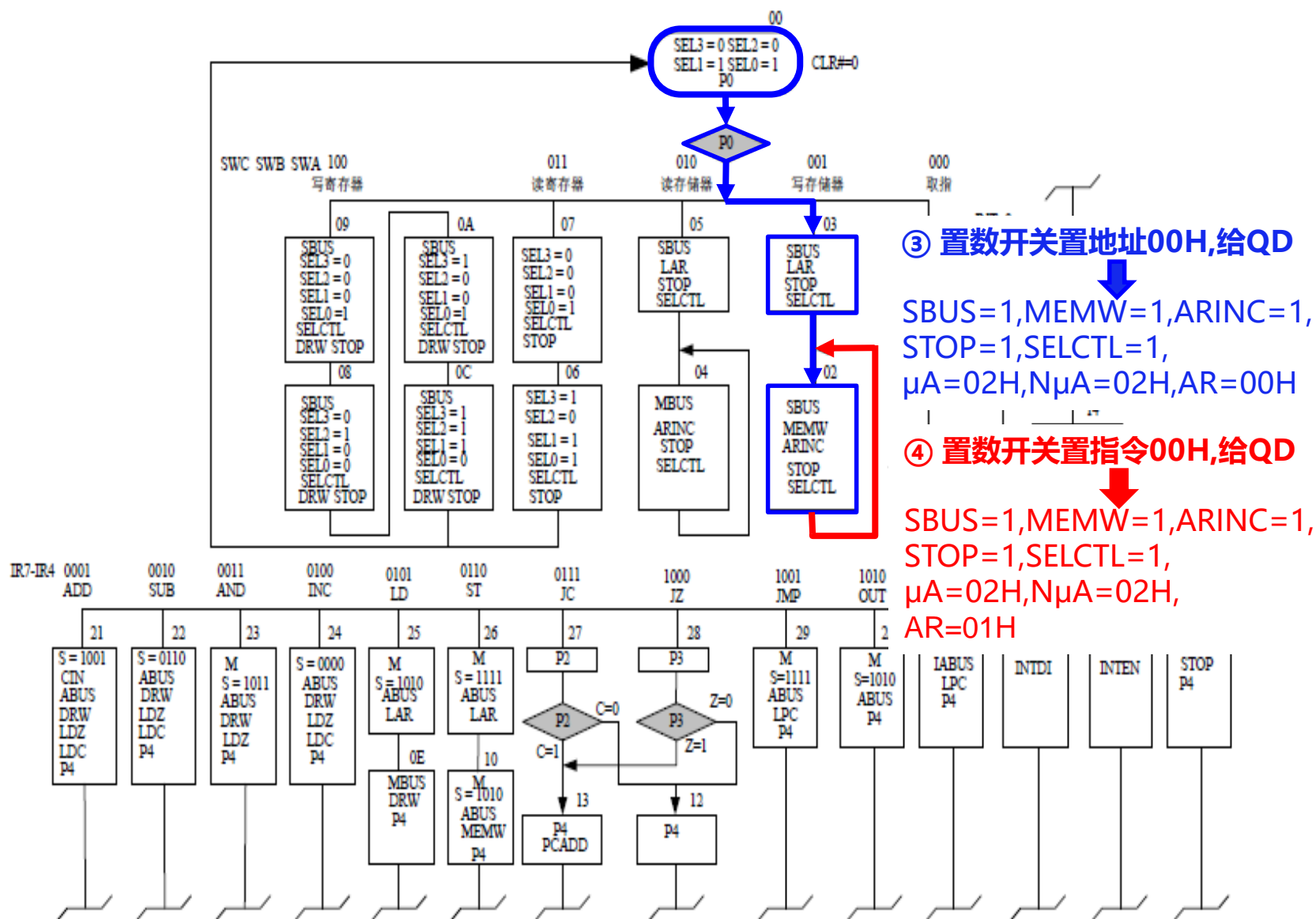


实验四 | 实验电路 >> 微程序写存储器流程



实验四

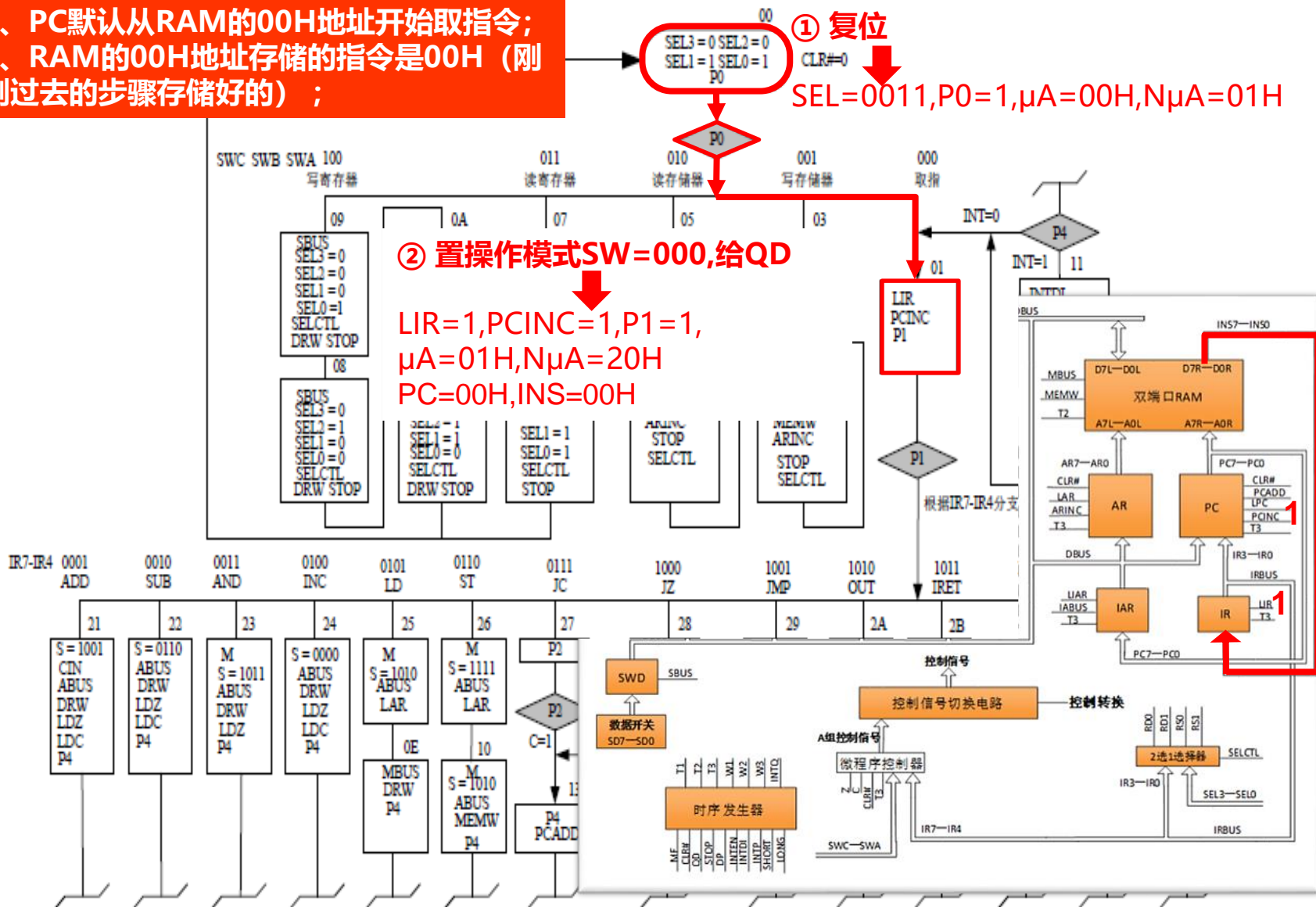
实验电路 >> 微程序写存储器流程



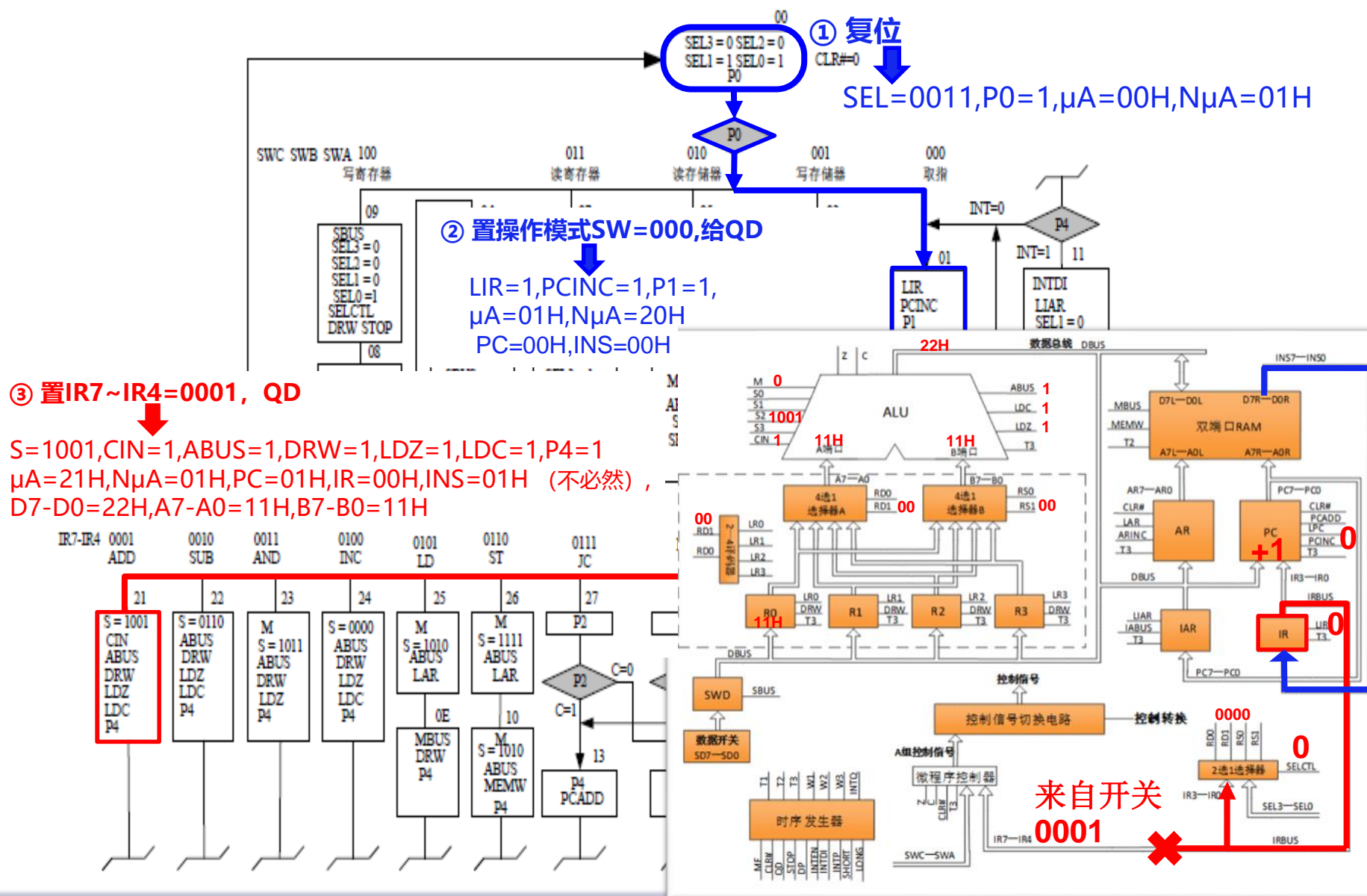
实验四

实验电路 >> 微程序取指流程

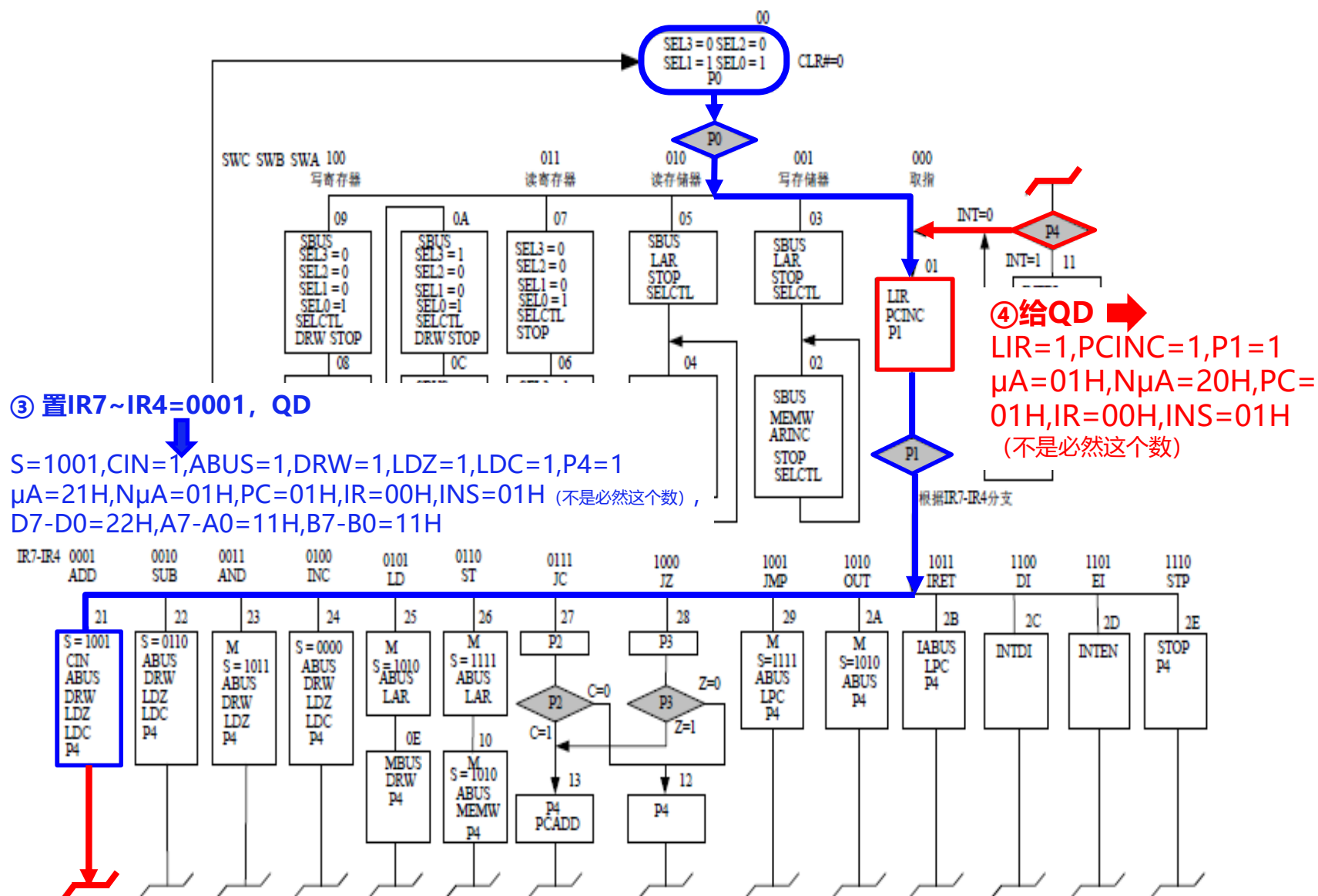
- 1、PC默认从RAM的00H地址开始取指令；
- 2、RAM的00H地址存储的指令是00H（刚刚过去的步骤存储好的）；



实验电路 >> 微程序取指流程



实验四 | 实验电路 >> 微程序取指流程



实验四 | 实验电路 >> TEC-8 模型计算机指令系统

名称	助记符	功能	指令格式		
			IR(7~4)	IR(3~2)	IR(1~0)
加法	ADD Rd, Rs	$Rd \leftarrow Rd + Rs$	0001	Rd	Rs
减法	SUB Rd, Rs	$Rd \leftarrow Rd - Rs$	0010	Rd	Rs
逻辑与	AND Rd, Rs	$Rd \leftarrow Rd \text{ and } Rs$	0011	Rd	Rs
加1	INC Rd	$Rd \leftarrow Rd + 1$	0100	Rd	XX
取数	LD Rd, [Rs]	$Rd \leftarrow [Rs]$	0101	Rd	Rs
存数	ST Rs, [Rd]	$Rs \rightarrow [Rd]$	0110	Rd	Rs
C条件转移	JC addr	$C=1$, 则 $PC \leftarrow @ + \text{offset}$	0111	offset	
Z条件转移	JZ addr	$Z=1$, 则 $PC \leftarrow @ + \text{offset}$	1000	offset	
无条件转移	JMP [Rd]	$PC \leftarrow Rd$	1001	Rd	XX
输出	OUT Rs	$DBUS \leftarrow Rs$	1010	XX	Rs
中断返回	IRET	返回断点	1011	XX	XX
关中断	DI	禁止中断	1100	XX	XX
开中断	EI	允许中断	1101	XX	XX
停机	STP	暂停运行	1110	XX	XX

注:

1. XX代表随意值, Rs代表源寄存器号, Rd代表目的寄存器号;
2. 在条件转移指令中, @代表当前PC的值 (@不是当前指令的PC值, 是当前指令的PC值+1), offset是一个4位的有符号数, 第3位是符号位, 0代表正数, 1代表负数。

实验四 | 实验任务

① 熟悉微程序流程图和微程序指令系统

- ✓ 跟踪控制台操作写寄存器、写存储器、读存储器、读寄存器的执行过程；
- ✓ 跟踪指令的执行过程
 - ✓ 执行ADD、LD、ST指令

实验四 | 实验步骤

□ 实验准备（**不要打开电源**)

- ① 控制器转换开关：微程序；
- ② 编程开关：正常；
- ③ 操作模式：DP = 1；
- ④ 参考连线：

控制器	IR4-I	IR5-I	IR6-I	IR7-I	/CS0
电平开关	K0	K1	K2	K3	GND

实验四 | 实验步骤

1. 跟踪控制台操作**写寄存器**的执行

- ① 打开电源→按复位按钮CLR;
- ② 拨动操作模式开关SW=100, 按QD, 进入目标控制台操作模式;
- ③ 向R0-R3寄存器中分别存入数据。

2. 跟踪控制台操作**写存储器**的执行

- ① 按复位按钮CLR;
- ② 拨动操作模式开关SW=001, 按QD, 进入目标控制台操作模式;
- ③ 向存储器的00H,01H,02H,03H地址中分别存入指令或数据。

注意：实验过程中根据实验过程记录表观察指示灯状态并记录。

实验四 | 实验步骤

3. 跟踪指令的执行

- ① 按复位按钮CLR；
- ② 设置SWC=0,SWB=0,SWA=0,按QD，进入启动程序运行模式；
- ③ 设置电平开关K3~K0为0001（对应IR7~IR4），按QD；
- ④ 跟踪ADD指令的执行；
- ⑤ 设置操作码，跟踪LD指令的执行；
- ⑥ 设置操作码，跟踪ST指令的执行。

注意：实验过程中根据实验过程记录表观察指示灯状态并记录。

实验四 | 实验步骤

4. 跟踪控制台操作**读寄存器**的执行

- ① 按复位按钮CLR;
- ② 拨动操作模式开关SW=011, 按QD, 进入目标控制台操作模式;
- ③ 从R0-R3寄存器中分别读出数据并跟踪流程。

5. 跟踪控制台操作**读存储器**的执行

- ① 按复位按钮CLR;
- ② 拨动操作模式开关SW=010, 按QD, 进入目标控制台操作模式;
- ③ 从存储器的00H,01H,02H,03H地址中分别读出指令或数据。

注意：实验过程中根据实验过程记录表观察指示灯状态并记录。

实验四 | 实验要求

- 掌握TEC-8模型计算机微程序控制器的工作原理;
- 完成实验报告, 内容包括:
 - 实验目的;
 - 实验过程表格
 - 需要记录的过程:
 - 读寄存器、写寄存器、写存储器、读存储器的执行
 - ADD、LD、ST三个指令的执行
 - 按照实验步骤依次操作