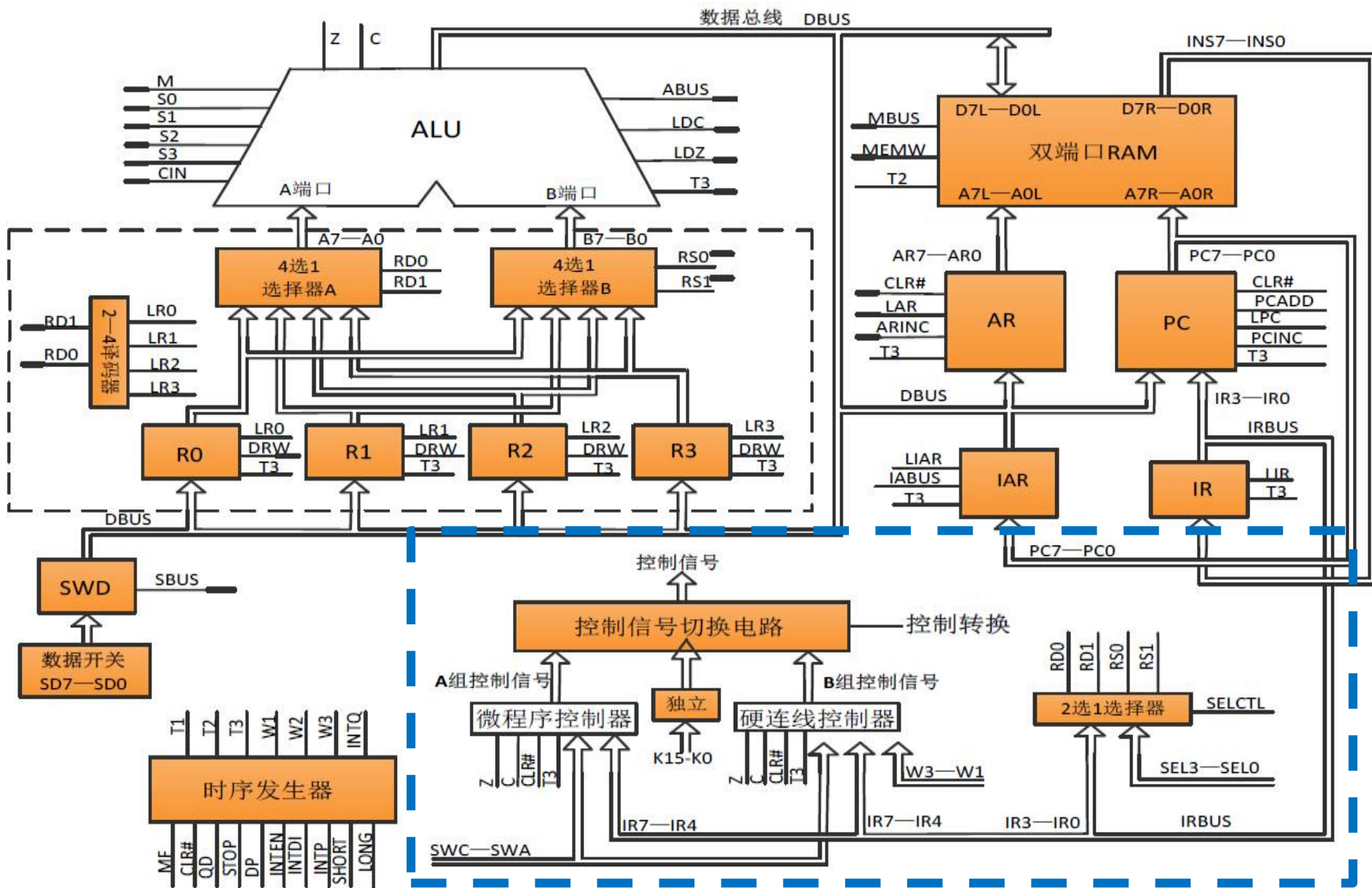


实验三 微程序控制器实验

实验目的

- 掌握微程序控制器的组成原理
- 掌握TEC-8模型机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。
- 理解条件转移对计算机的重要性。



TEC-8指令系统

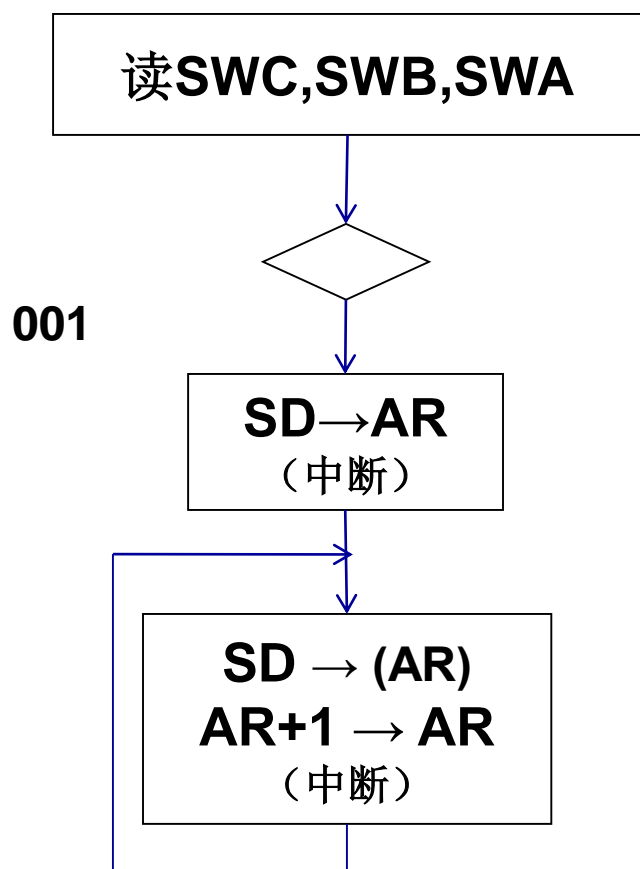
根据SWC、SWB、SWA状态选择工作方式

1、控制台指令

SWC	SWB	SWA	操作	说明
0	0	0	启动程序（PR）	执行存储器中的用户程序
0	0	1	写存储器（WRM）	从给定的首地址起，连续写存储器
0	1	0	读存储器（RRM）	从给定的首地址起，连续读存储器
0	1	1	写寄存器（WRF）	依次往R0-R3写入数据
1	0	0	读寄存器（RRF）	读出R0-R3的数据

控制台指令流程

连续存储器写指令



初始化:
SEL3=0,SEL2=0,
SEL1=1,SEL0=1

读取系统状态, 类似用户指令中的取指令

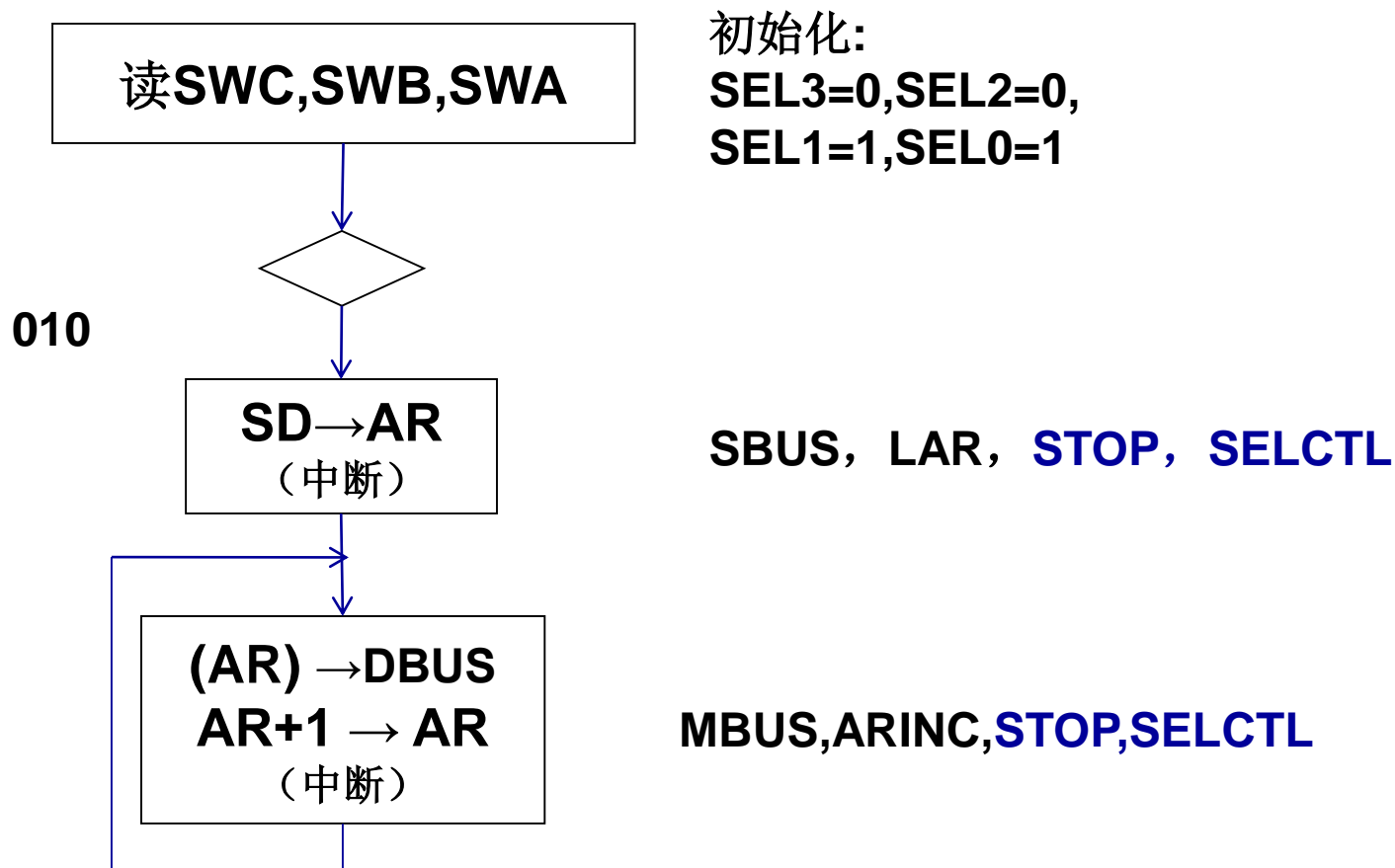
SBUS, LAR, STOP, SELCTL

SBUS, MEMW, ARINC, STOP, SELCTL



控制台指令流程

连续存储器读指令

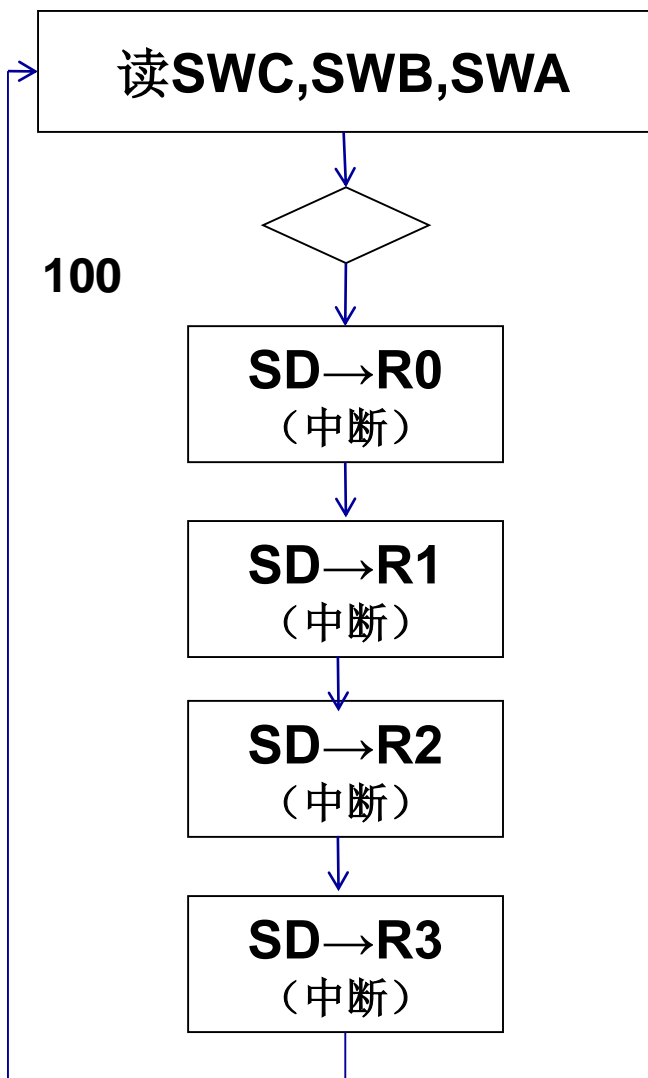


控制台指令流程

连续寄存器写指令

初始化:

SEL3=0,SEL2=0,
SEL1=1,SEL0=1



SEL3=0,SEL2=0,SEL1=0,SEL0=1

DRW,STOP,SELCTL

SEL3=0,SEL2=1,SEL1=0,SEL0=0

DRW,STOP,SELCTL

SEL3=1,SEL2=0,SEL1=0,SEL0=1

DRW,STOP,SELCTL

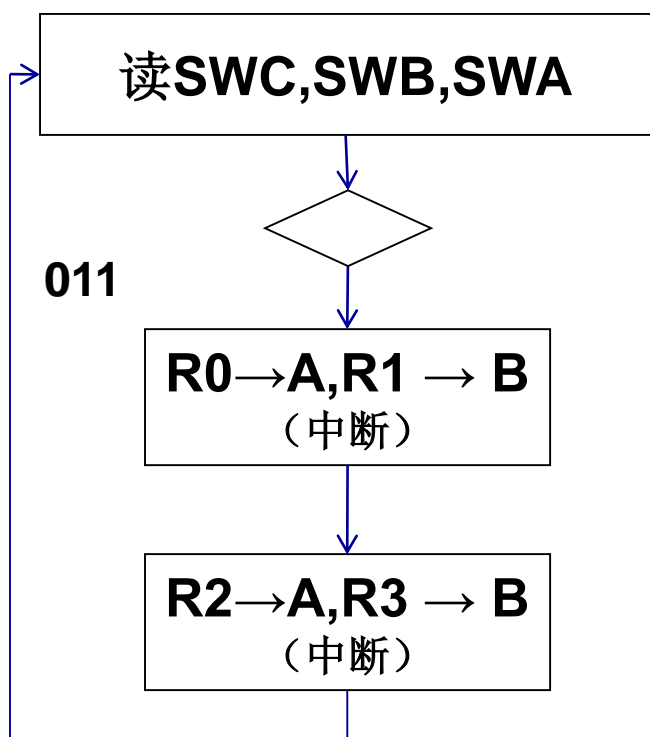
SEL3=1,SEL2=1,SEL1=1,SEL0=0

DRW,STOP,SELCTL



控制台指令流程

连续寄存器读指令



初始化:

**SEL3=0,SEL2=0,
SEL1=1,SEL0=1**

SEL3=0,SEL2=0,SEL1=0,SEL0=1

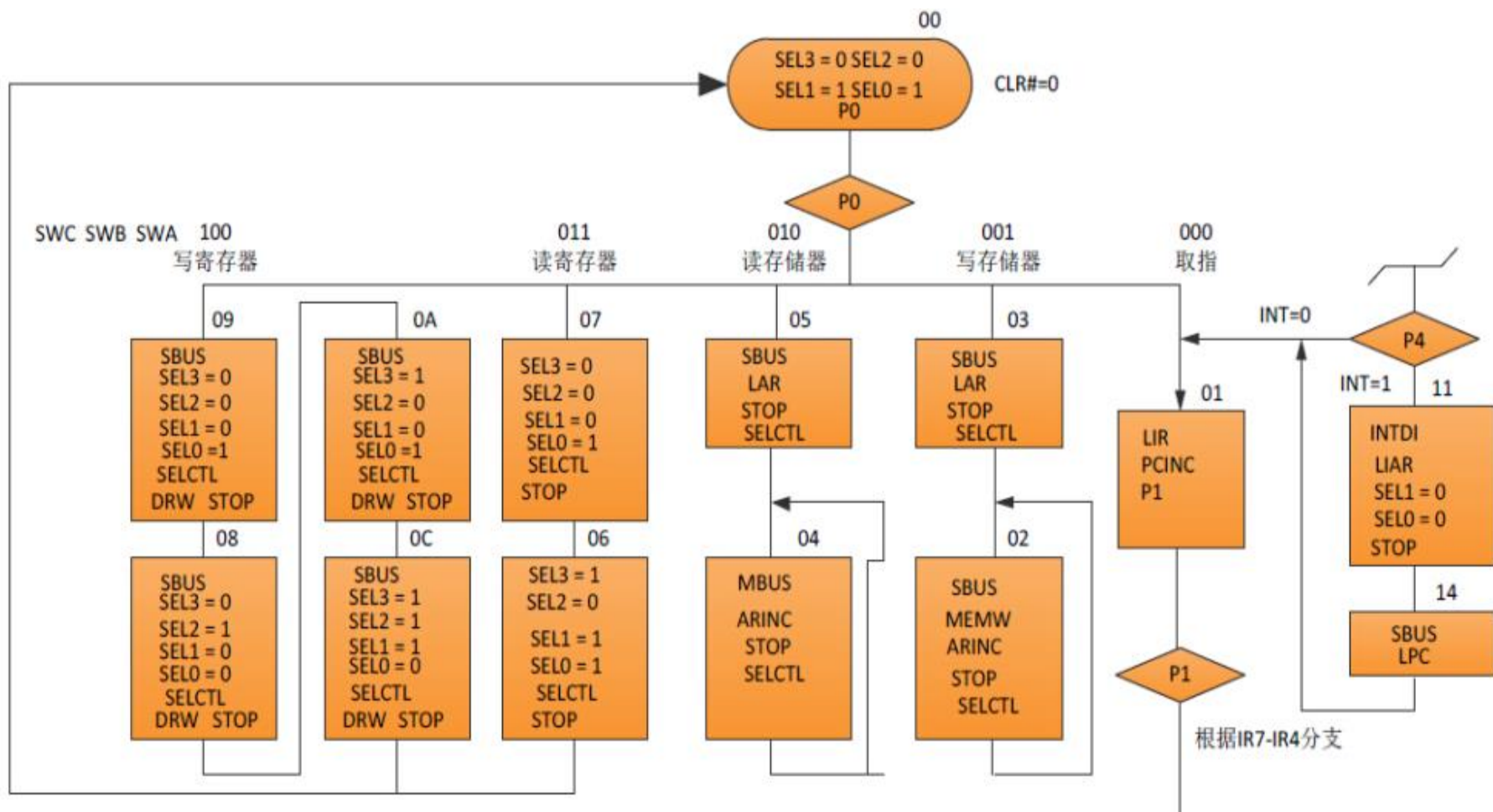
SELCTL, STOP

SEL3=1,SEL2=0,SEL1=1,SEL0=1

SELCTL, STOP



控制台指令流程图（注意微地址分配）



2、用户指令

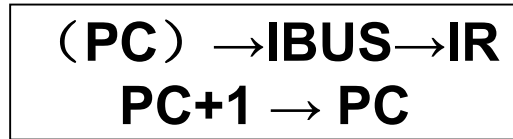
名称	助记符	功能	指令格式							
			IR7	IR6	IR5	IR4	IR3	IR2	IR1	IR0
加法	ADD Rd, Rs	$Rd+Rs \rightarrow Rd$	0	0	0	1	Rd1	Rd0	Rs1	Rs0
减法	SUB Rd, Rs	$Rd-Rs \rightarrow Rd$	0	0	1	0	Rd1	Rd0	Rs1	Rs0
逻辑与	AND Rd, Rs	$Rd \& Rs \rightarrow Rd$	0	0	1	1	Rd1	Rd0	Rs1	Rs0
加 1	INC Rd	$Rd+1 \rightarrow Rd$	0	1	0	0	Rd1	Rd0	×	×
取数	LD Rd, [Rs]	$[Rs] \rightarrow Rd$	0	1	0	1	Rd1	Rd0	Rs1	Rs0
存数	ST Rs, [Rd]	$Rs \rightarrow [Rd]$	0	1	1	0	Rd1	Rd0	Rs1	Rs0
C条件转移	JC addr	若C=1 ,则 @+offset→PC	0	1	1	1	offset			
Z条件转移	JZ addr	若Z=1 ,则 @+offset→PC	1	0	0	0	offset			
无条件转移	JMP [Rd]	$Rd \rightarrow PC$	1	0	0	1	Rd1	Rd0	×	×
输出	OUT Rs	$Rs \rightarrow DBUS$	1	0	1	0	×	×	RS1	RS0
中断返回	IRET	返回断点	1	0	1	1	×	×	×	×
关中断	DI	禁止中断	1	1	0	0	×	×	×	×
开中断	EI	允许中断	1	1	0	1	×	×	×	×
停机	STOP	暂停执行	1	1	1	0	×	×	×	×

用户指令流程

ADD Rd,Rs

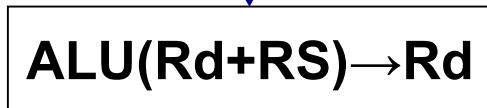
$Rd+Rs \rightarrow Rd$

取指



LIR, PCINC

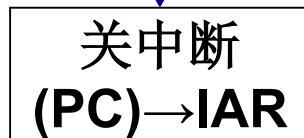
执行



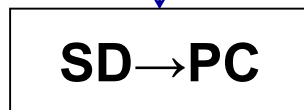
MS3S2S1S0CIN=010011

ABUS,DRW,LDZ,LDC

中断
检测



INTDI,LIAR,SEL1/0=00, STOP



SBUS,LPC

下条指令取指

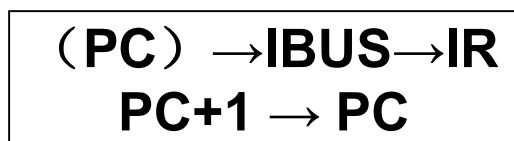


用户指令流程

LD Rd,[Rs]

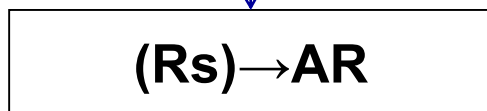
[Rs]→Rd

取指



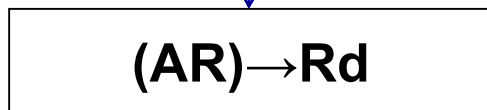
LIR, PCINC

执行



MS3S2S1S0CIN=110100

ABUS,LAR



MBUS, DRW

公共
操作

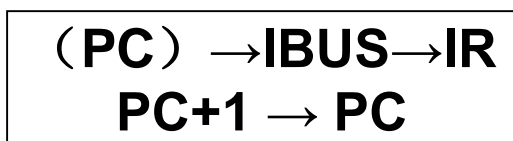


用户指令流程

JC addr

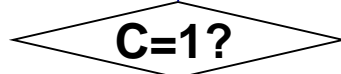
若 **C=1**，则 **PC+@offset→PC**

取指



LIR, PCINC

执行



Y



PCADD



公共
操作

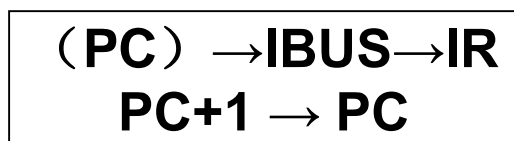


用户指令流程

OUT Rs

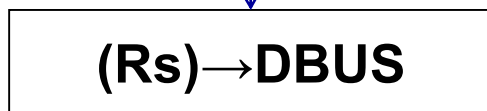
(Rs)→DBUS

取指



LIR, PCINC

执行
公共
操作

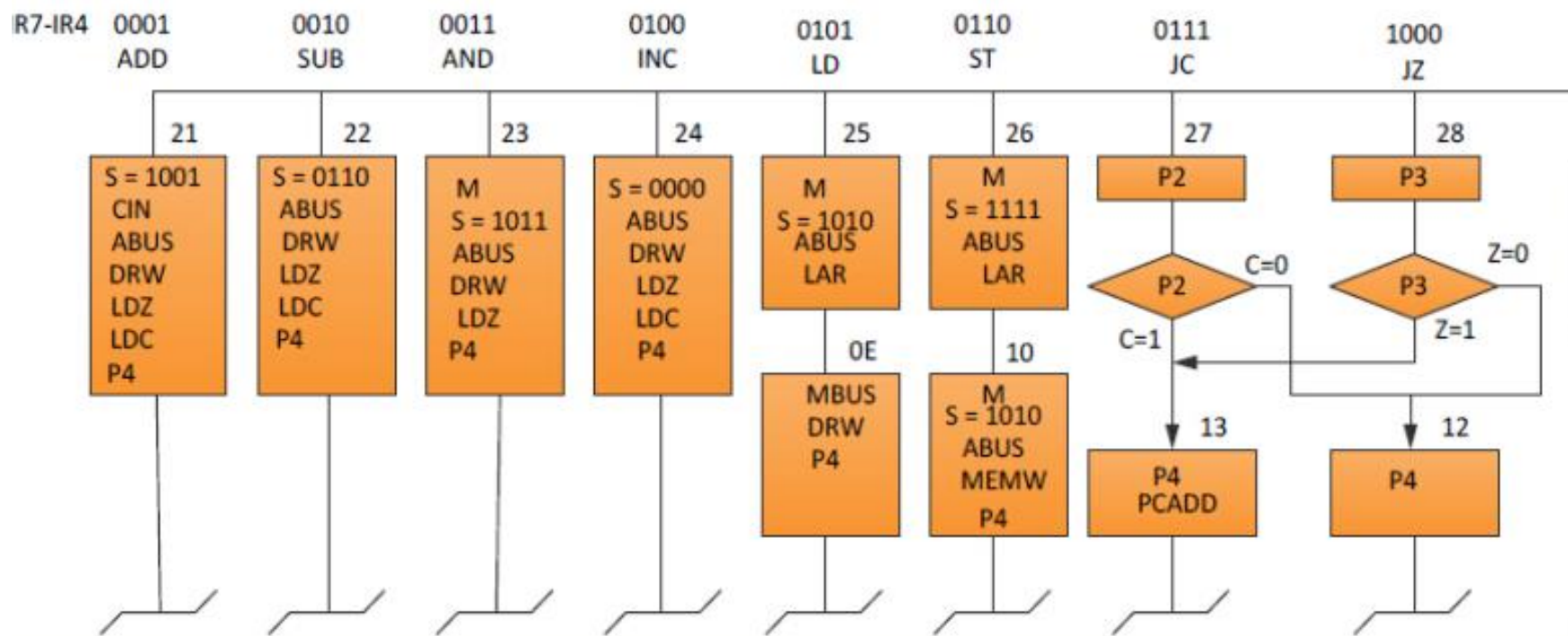
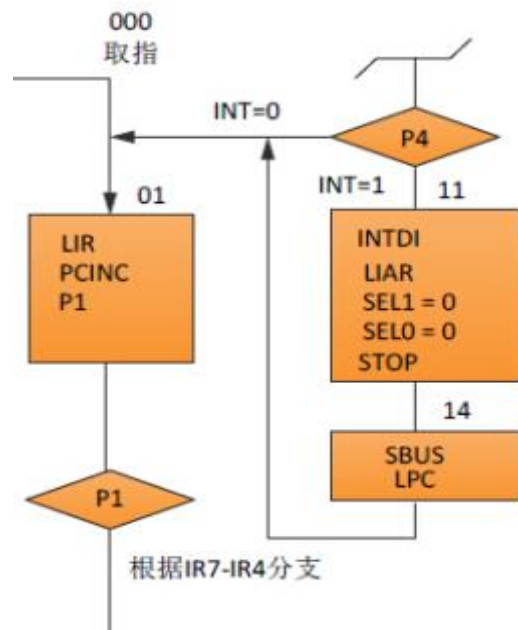


MS3S2S1S0CIN=110100

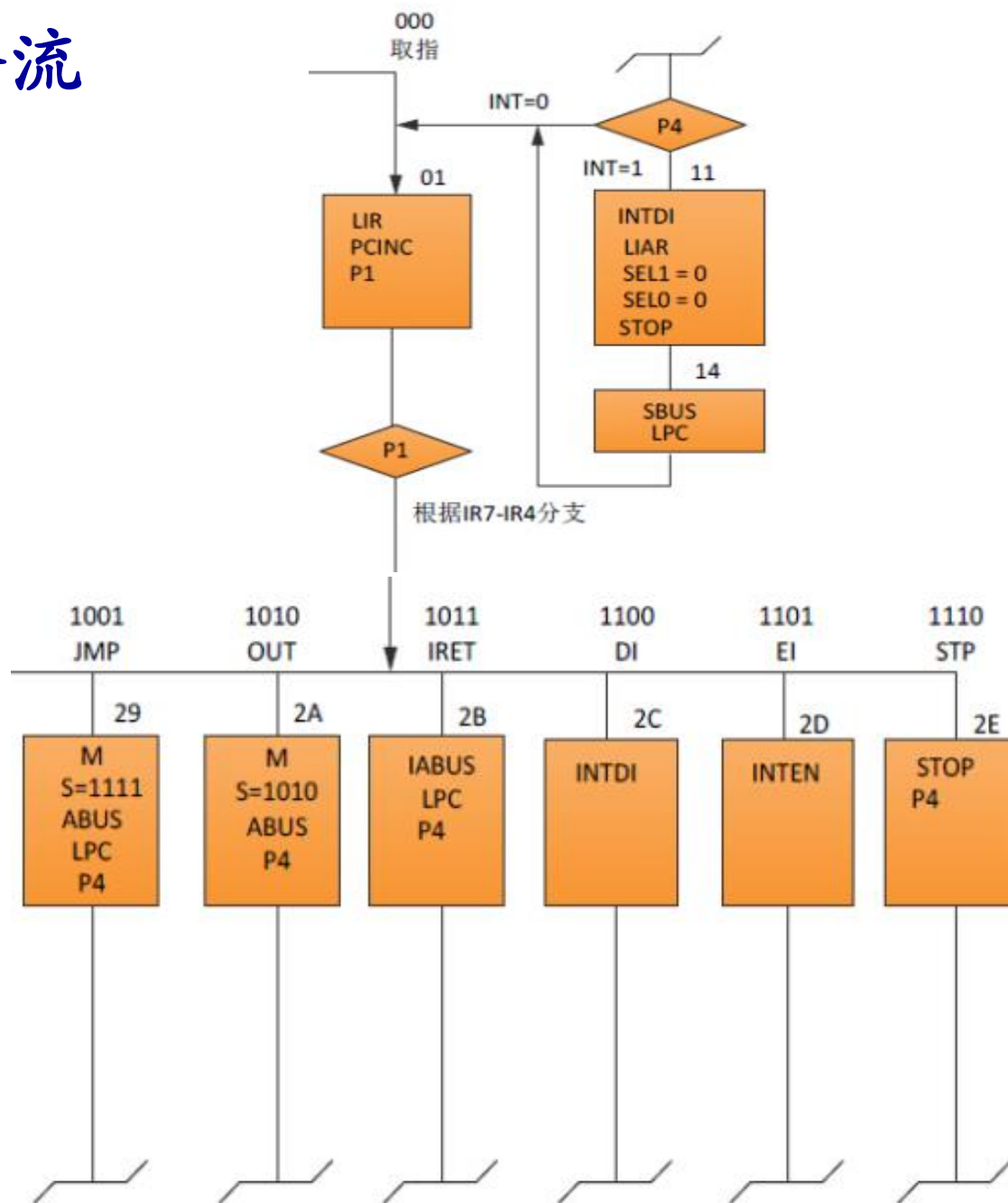
ABUS



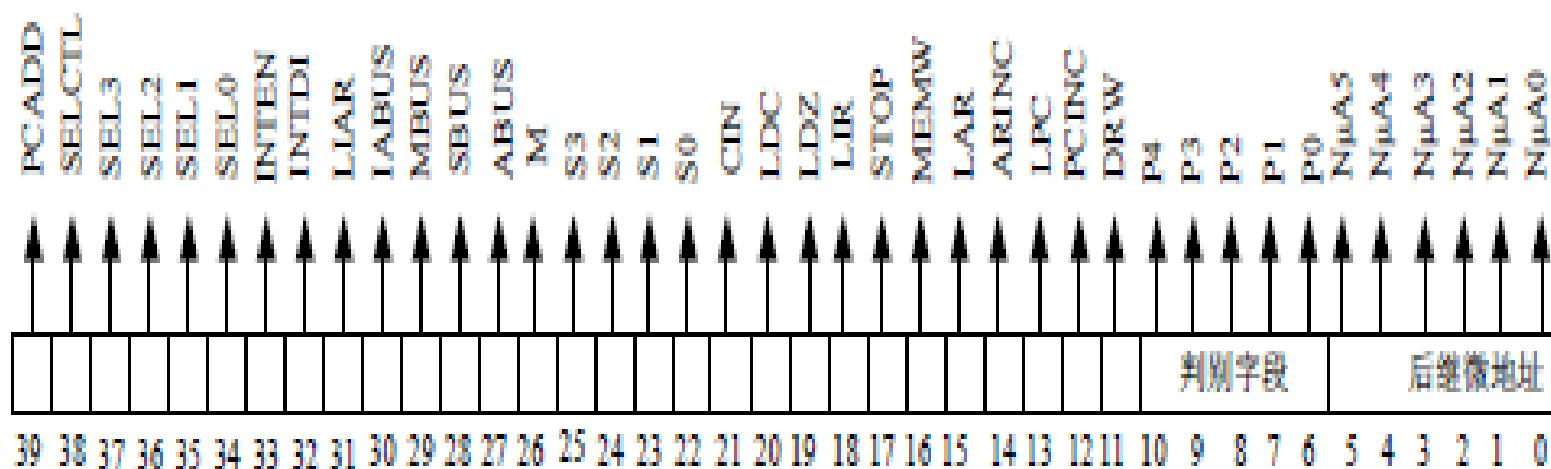
用户指令流程图 (1)



用户指令流程图 (2)



TEC-8微指令格式



- **操作控制字段**29位，采用**直接表示法**编码
- **顺序字段**11位（其中判别字段5位，后继地址6位NuA5-NuA0），采用**断定方式**形成微地址

微地址转移逻辑有多个输入信号:



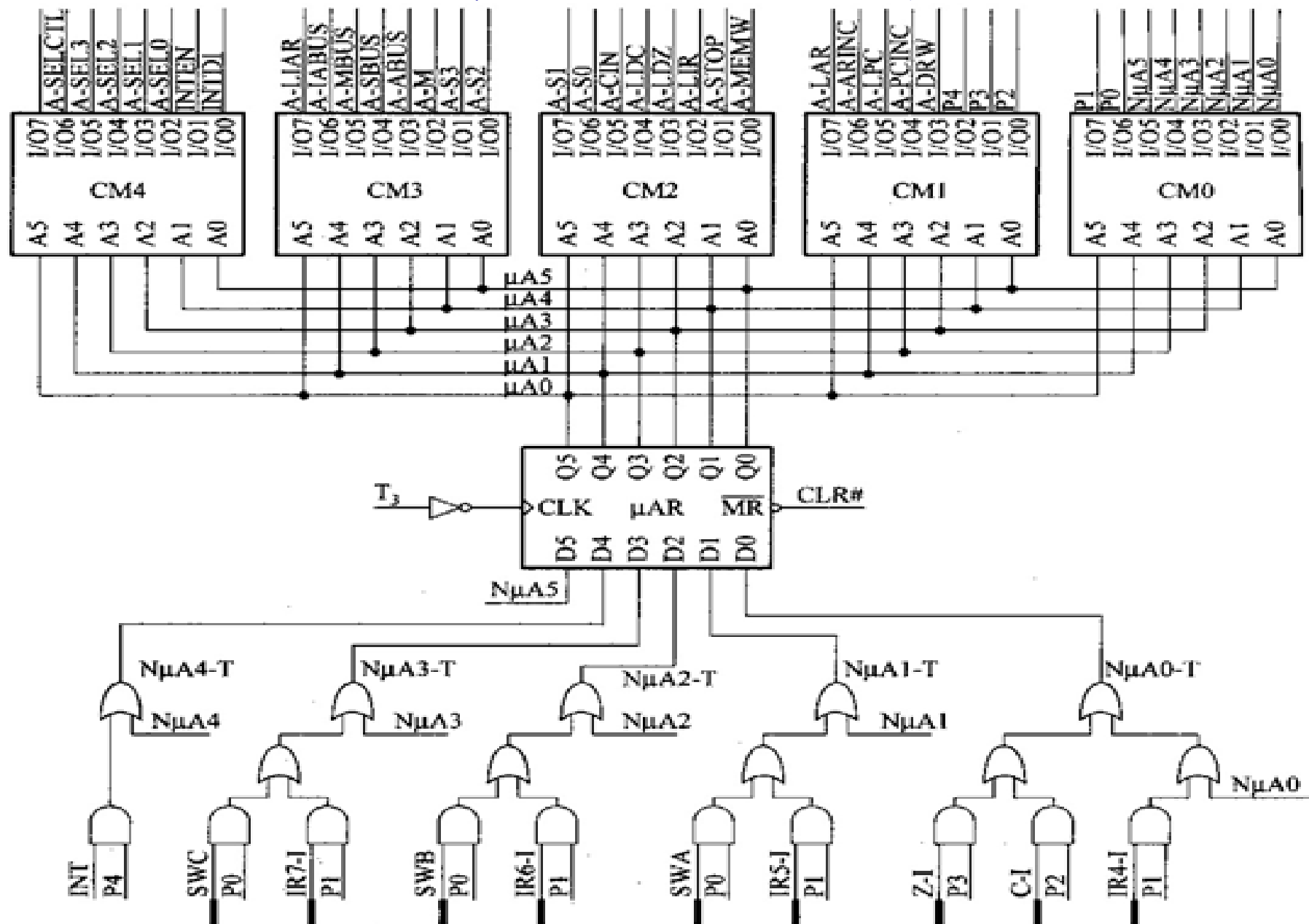
- SWC、SWB、SWA**，用来决定控制台指令微程序的分支；——**P0**测试
- IR7-I~IR4-I**是机器指令的操作码字段；——**P1**测试
- C-I**，运算器进位信号；——**P2**测试
- Z-I**，是结果为零标志位；——**P3**测试
- INT**是中断请求申请信号；——**P4**测试

CLR#	P4P3P2P1P0	T3	uA5	uA4	uA3	uA2	uA1	uA0
0	X X X X X	X	0	0	0	0	0	0
1	0 0 0 0 0	↓	NuA5	NuA4	NuA3	NuA2	NuA1	NuA0
1	0 0 0 0 1	↓	NuA5	NuA4	SWC	SWB	SWA	NuA0
1	0 0 0 1 0	↓	NuA5	NuA4	IR7-I	IR6-I	IR5-I	IR4-I
1	0 0 1 0 0	↓	NuA5	NuA4	NuA3	NuA2	NuA1	C
1	0 1 0 0 0	↓	NuA5	NuA4	NuA3	NuA2	NuA1	Z
1	1 0 0 0 0	↓	NuA5	INT	NuA3	NuA2	NuA1	NuA0

微地址转移逻辑的逻辑表达式

- $NuA5-T = NuA5$
- $NuA4-T = NuA4 \text{ or } (P4 \text{ and } INT)$
- $NuA3-T = NuA3 \text{ or } (P1 \text{ and } IR7) \text{ or } (P0 \text{ and } SWC)$
- $NuA2-T = NuA2 \text{ or } (P1 \text{ and } IR6) \text{ or } (P0 \text{ and } SWB)$
- $NuA1-T = NuA1 \text{ or } (P1 \text{ and } IR5) \text{ or } (P0 \text{ and } SWA)$
- $NuA0-T = NuA0 \text{ or } (P1 \text{ and } IR4) \text{ or } (P2 \text{ and } C-I) \text{ or } (P3 \text{ and } Z-I)$

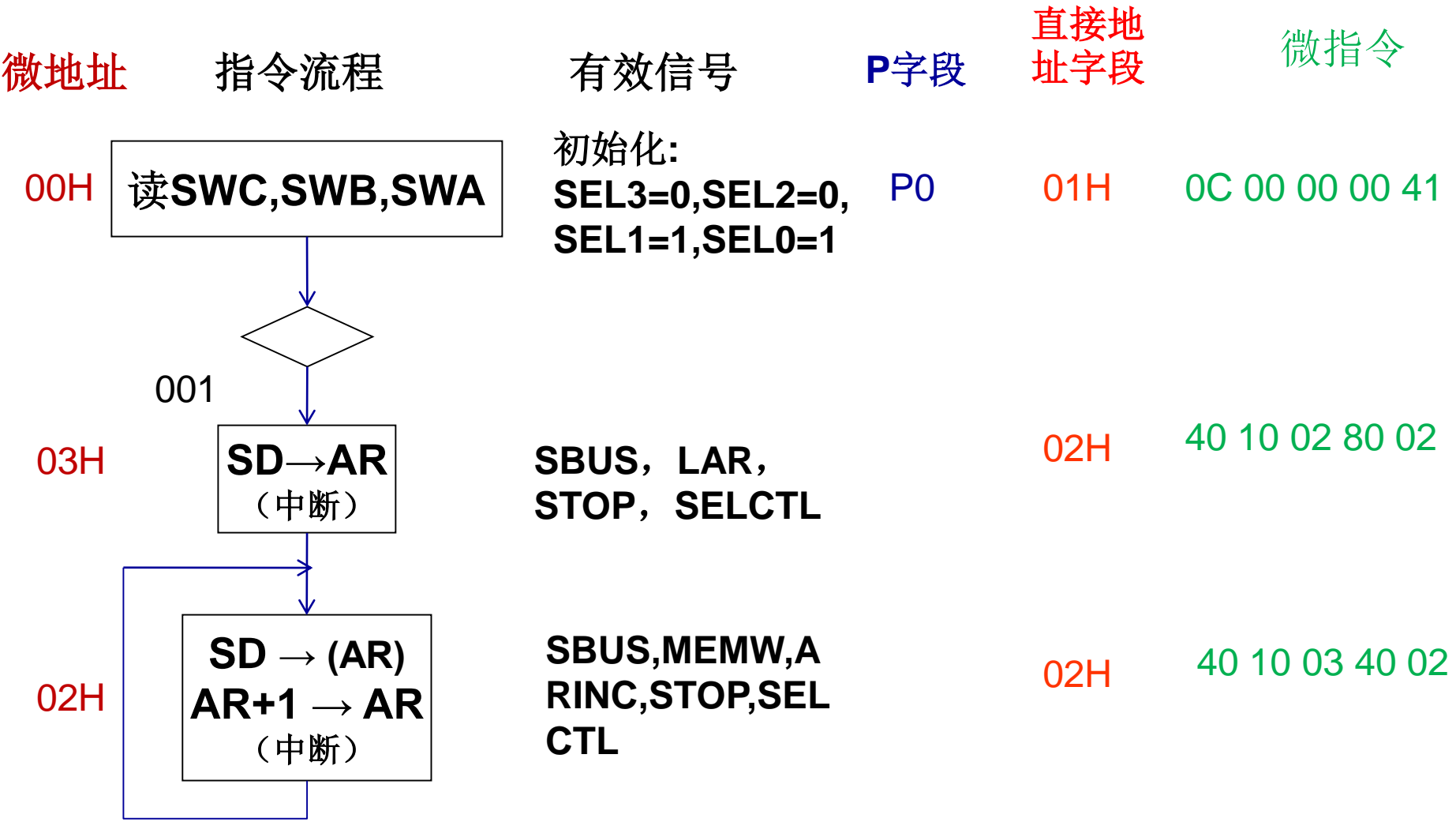
微程序控制器电路图



微程序设计

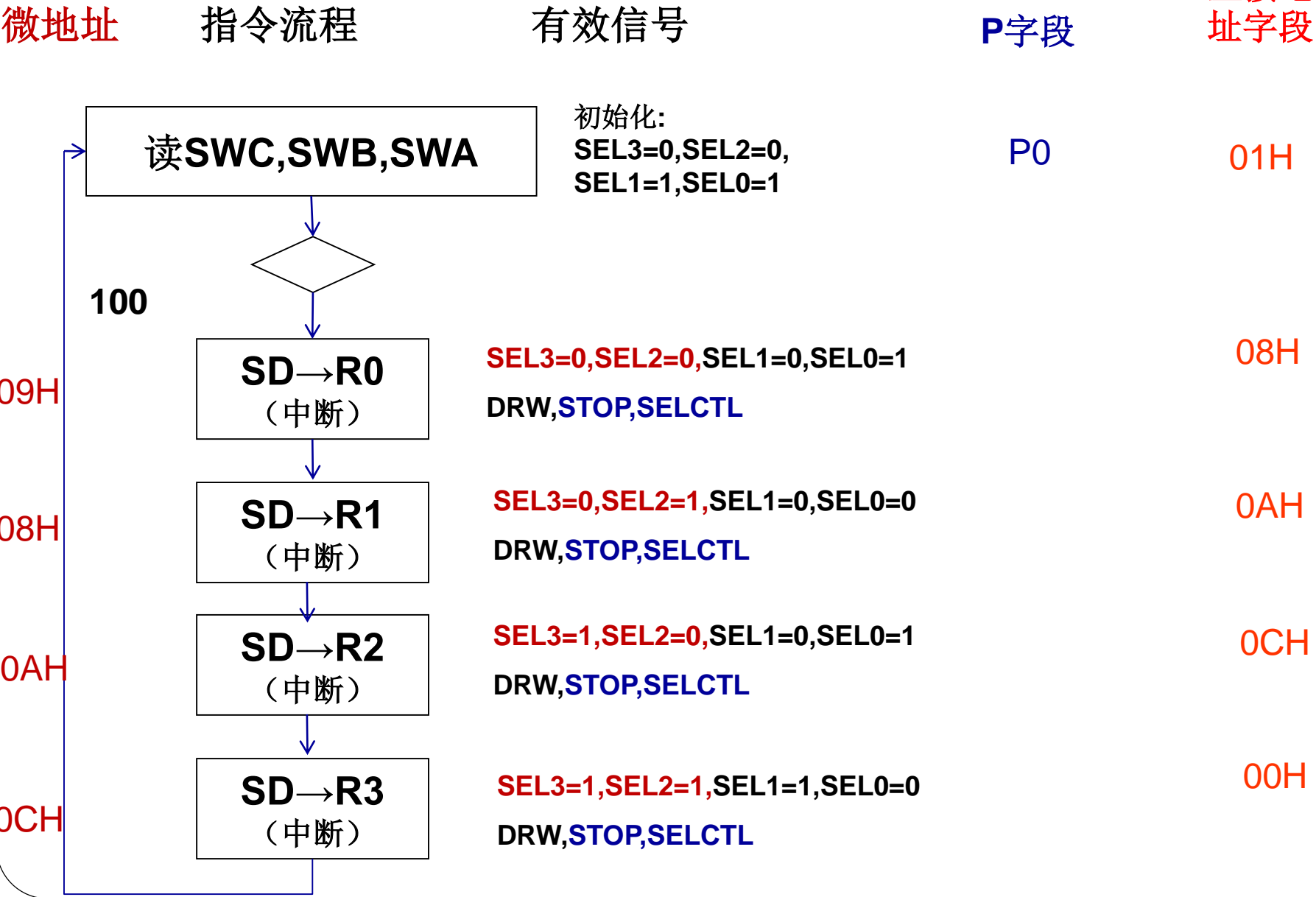


连续存储器写指令

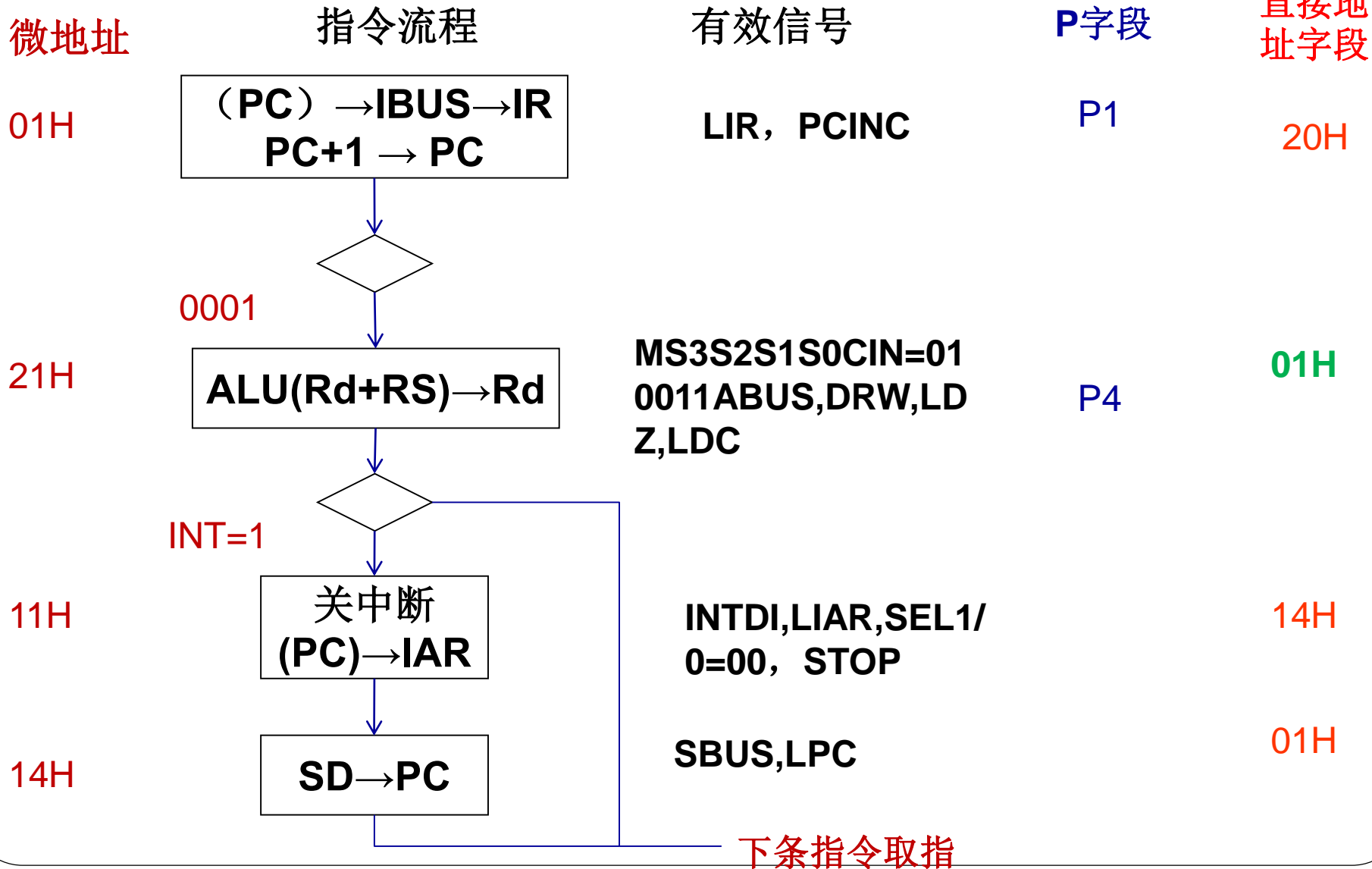




连续寄存器写指令



ADD Rd,Rs



JC addr

若C=1, 则PC+@offset→PC



微地址

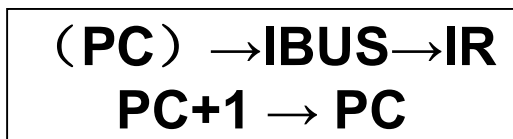
指令流程

有效信号

P字段

直接地址
址字段

01H



LIR, PCINC

P1

20H

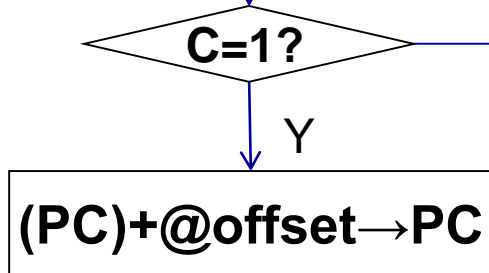
27H



P2

12H

13H



PCADD

P4

01H

12H



P4

01H

实验任务

1. 正确设置模式开关SWC、SWB、SWA，用单微指令方式（DP=1）跟踪控制台操作读寄存器、写寄存器、读存储器、写存储器的执行过程，与微程序流程图对照，理解微程序的设计原理。（将数据0F0H、10H、55H、0AAH分别写入R0、R1、R2、R3和10H开始的存储器单元内。）
2. 正确设置操作码IR7~IR4，用单微指令方式（DP=1）跟踪除停机指令STOP之外的所有指令的执行过程，与微程序流程图对照，理解微程序的设计原理。（本任务须连接6根导线：IR4-I、IR5-I、IR6-I、IR7-I、C-I、Z-I依次通过接线孔与电平开关连接。）

注意：

1. 将**控制器转换开关**拨到**微程序**位置，**编程开关**设置成**正常**位置，将**DP=1**，即单拍状态。
2. 将信号**IR4-I、IR5-I、IR6-I、IR7-I、C-I、Z-I**依次**通过接线孔与电平开关**连接。通过拨动电平开关送上述信号值。
3. 每按一次**QD**，注意观察并记录相关数据

实验记录表

进入中断的方式：
执行EI指令之后，
执行其他任意一
条指令时，按
PALUSE键

功能	微地址 uA5~ uA0	下地址 NuA5~ NuA0	P4~P0	微指令完成的微操作 (数据流向)
复位	00H		P0	SEL=0011，P0=1，下条微地址由 NuA5NuA4SWCSWBSWANuA0决定。
写寄 存器	09H			R0→A,R1→B,SD→R0
读寄 存器 中断				
取指			P1	
ADD				
LD				
ST				
JC (C=0)				
JZ (Z=0)				
JMP				
OUT				
EI				
STP				