

实验五微程序控制器 (2)

了解微指令是如何工作的

1

## 复习

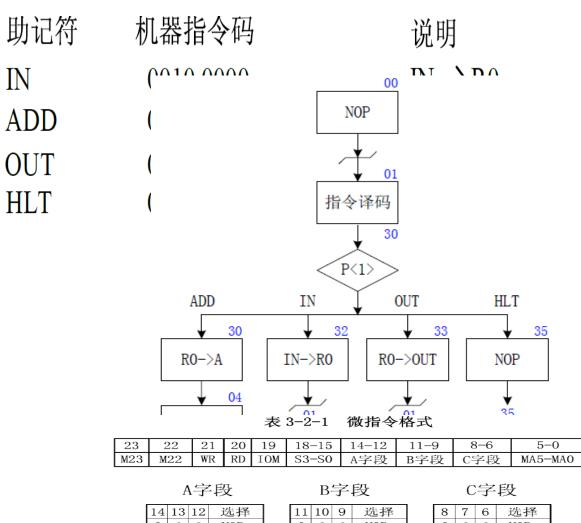
我们想要逐条运行4条机器指令

4条机器指令需要有4段微程序与之相对应

构成这4段微程序需要有8条微指令

这8条微指令需要以位为单位进行确定

- 存放的位置
- 微指令的控制功能
- 微指令的后继地址



A子权					
14	13	12	选择		
0	O	0	NOP		
0	O	1	LDA		
0	1	0	LDB		
0	1	1	LDRO		
1	0	0	保留		
1	О	1	保留		
1	1	0	保留		
1	1	1	LDIR		

	B子段						
11	10	9	选择				
0	0	0	NOP				
0	О	1	ALU_B				
0	1	0	RO_B				
0	1	1	保留				
1	О	0	保留				
1	О	1	保留				
1	1	0	保留				
1	1	1	保留				

し子段					
8	7	6	选择		
0	0	0	NOP		
0	0	1	P<1>		
О	1	0	保留		
О	1	1	保留		
1	0	0	保留		
1	0	1	保留		
1	1	0	保留		
1	1	1,	保留		

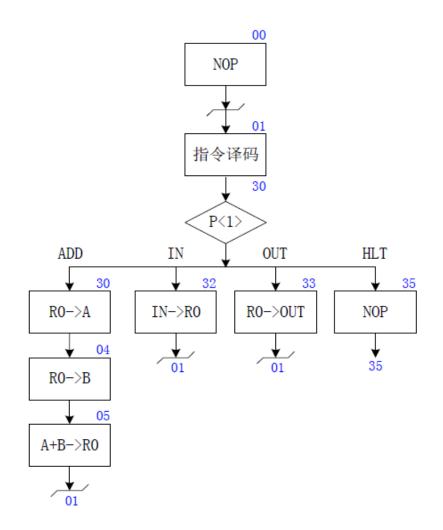


图 3-2-9 微程序流程图

表 3-2-1 微指令格式

							11-9		5-0
M23	M22	WR	RD	IOM	S3-S0	A字段	B字段	C字段	MA5-MAO

٨	_	$\rightarrow$	口厂	L
4	-	Α.	圴	Ŧ
-	-		1/	`

14	13	12	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	LDA
0	1	0	LDB
0	1	1	LDRO
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	LDIR

B字段

11	10	9	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	ALU_B
0	1	0	R0_B
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

C字段

8	7	6	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	P<1>
0	1	0	保留
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

### 微地址以16进制表示

### NOP

00 0000

-								11-9		5-0
	M23	M22	WR	RD	IOM	S3-S0	A字段	B字段	C字段	MA5-MAO

A字段

0000 000 B字段 000 000001 C字段

000

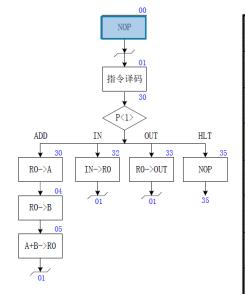


图 3-2-9 微程序流程图

14	13	12	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	LDA
0	1	0	LDB
0	1	1	LDR0
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	LDIR

11	10	9	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	ALU_B
0	1	0	RO_B
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

8	7	6	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	P<1>
0	1	0	保留
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

# 指令译码

00 0001

23	22	21	20	19	18-15	14-12	11-9	8–6	5-0
M23	M22	WR	RD	IOM	S3-S0	A字段	B字段	C字段	MA5-MAO

A字段

0000 1 B字段 001 110000 C字段

000

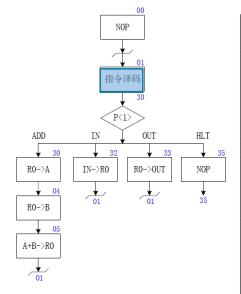


图 3-2-9 微程序流程图

14	13	12	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	LDA
0	1	0	LDB
0	1	1	LDR0
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	LDIR

11	10	9	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	ALU_B
0	1	0	RO_B
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

8	7	6	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	P<1>
0	1	0	保留
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

## 指令译码

当I6=I7=1时, I7、I6、I3、I2修改微地址最后四位 否则, I7、I6、I5、I4修改微地址最后四位

P<1>测试前的后继微地址	指令码(助记符)	P<1>测试后的后继微地址
11 0000	00 <mark>00</mark> 0000 (ADD)	11 0000
11 0000	00 0 0000 (IN)	11 0010
11 0000	00 1 0000 (OUT)	11 0011
11 0000	01)1 0000 (HLT)	11 0101

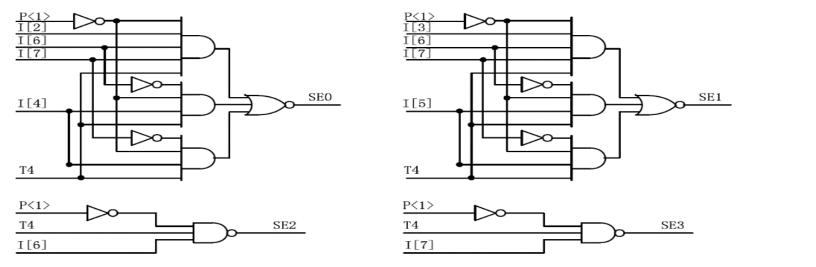


图 3-2-3 指令译码原理图

## $R0 \longrightarrow A$

11 0000

23	22	21	20	19	18-15	14-12	11-9	8–6	5-0
M23	M22	WR	RD	IOM	S3-S0	A字段	B字段	C字段	MA5-MAO

0

A字段

0000 001 B字段

010

000

000100

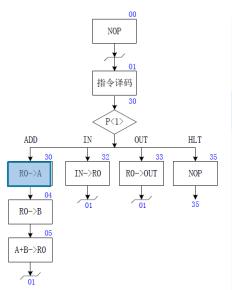


图 3-2-9 微程序流程图

14	13	12	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	LDA
0	1	0	LDB
0	1	1	LDR0
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	LDIR

11	10	9	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	ALU_B
0	1	0	RO_B
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

8	7	6	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	P<1>
0	1	0	保留
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

## $B0 \longrightarrow B$

00 0100

23	22	21	20	19	18-15	14-12	11-9	8–6	5-0
M23	M22	WR	RD	IOM	S3-S0	A字段	B字段	C字段	MA5-MAO

0

A字段

0000 B字段

010

000101

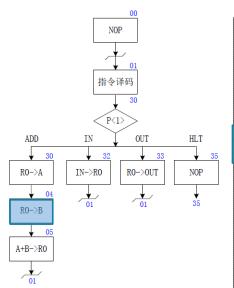


图 3-2-9 微程序流程图

14	13	12	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	LDA
0	1	0	LDB
0	1	1	LDR0
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	LDIR

11	10	9	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	ALU_B
0	1	0	RO_B
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

8	7	6	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	P<1>
0	1	0	保留
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

## $A+B\longrightarrow B0$

00 0101

							11-9		5-0
M23	M22	WR	RD	IOM	S3-S0	A字段	B字段	C字段	MA5-MAO

### A字段

NOP	14	13	12	选择
指令译码	0	0	0	NOP
30	0	0	1	LDA
D IN OUT HLT  30 32 33 35	0	1	0	LDB
A IN->RO RO->OUT NOP	0	1	1	LDR0
04 01 01 35	1	0	0	保留
⊳R0	1	0	1	保留
图 3-2-9 微程序流程图	1	1	0	保留
时 0 7 9 . MX4平11.AIP4干区1	1	1	1	LDIR

### B字段

11	10	9	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	ALU_B
0	1	0	RO_B
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

8	7	6	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	P<1>
0	1	0	保留
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

#### 表 1-1-1 运算器逻辑功能表

运算类型	S3 S2 S1 S0	CN	功 能	
	0000	X	F=A(直通)	
	0001	X	F=B(直通)	
逻辑运算	0010	X	F=AB	(FZ)
	0011	X	F=A+B	(FZ)
	0100	X	F=/A	(FZ)
	0101	X	F=A 不带进位循环右移 B (取低 3 位) 位	(FZ)
	0110	0	F=A 逻辑右移一位	(FZ)
移位运算		1	F=A 带进位循环右移一位	(FC, FZ)
	0111	0	F=A 逻辑左移一位	(FZ)
		1	F=A 带进位循环左移一位	(FC, FZ)
	1000	X	置 FC=CN	(FC)
	1001	X	F=A 加 B	(FC, FZ)
	1010	X	F=A 加 B 加 FC	(FC, FZ)
算术运算	1011	X	F=A 减 B	(FC, FZ)
<b>并小</b> 烂异	1100	X	F=A 减 1	(FC, FZ)
	1101	X	F=A 加 1	(FC, FZ)
	1110	X	(保留)	
	1111	X	(保留)	

算术加

## $IN \longrightarrow R0$

11 0010

ADD

							11-9		5-0
M23	M22	WR	RD	IOM	S3-S0	A字段	B字段	C字段	MA5-MAO

### A字段

	14	13	12	选择
	0	0	0	NOP
	0	0	1	LDA
HLT → 35	0	1	0	LDB
NOP	0	1	1	LDR0
35	1	0	0	保留
	1	0	1	保留
图	1	1	0	保留
রা	1	1	1	LDIR

### B字段

11	10	9	选择		
0	0	0	NOP		
0	0	1	ALU_B		
0	1	0	RO_B		
0	1	1	保留		
1	0	0	保留		
1	0	1	保留		
1	1	0	保留		
1	1	1	保留		

### C字段

8	7	6	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	P<1>
0	1	0	保留
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

#### 图 3-2-9 微程序流程图

## $R0 \rightarrow 0UT$

11 0011

23	22	21	20	19	18-15	14-12	11-9	8-6	5-0
M23	M22	WR	RD	IOM	S3-S0	A字段	B字段	C字段	MA5-MAO

### A字段

NOP	14	13	12	选择
指令译码	0	0	0	NOP
30 P<1>	0	0	1	LDA
ADD IN OUT HLT	0	1	0	LDB
RO->A IN->RO RO->OUT NOP	0	1	1	LDRO
₩ 04 R0->B 01 01 35	1	0	0	保留
A+B->R0	1	0	1	保留
图 3-2-9 微程序流程图	1	1	0	保留
图 2-7-3 加州于江州州王国	1	1	1	LDIR

### B字段

11	10	9	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	ALU_B
0	1	0	RO_B
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

8	7	6	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	P<1>
0	1	0	保留
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

## HLT

#### 11 0101

23	22	21	20	19	18-15	14-12	11-9	8-6	5-0
M23	M22	WR	RD	IOM	S3-S0	A字段	B字段	C字段	MA5-MAO

### A字段

NOP	14	13	12	选择
指令译码	0	0	0	NOP
30 P<1>	0	0	1	LDA
ADD IN OUT HLT  30 32 33 35	0	1	0	LDB
R0->A	0	1	1	LDRO
R0->B 01 01 35	1	0	0	保留
A+B->R0	1	0	1	保留
图 3-2-9 微程序流程图	1	1	0	保留
国 0 2 3	1	1	1	LDIR

### B字段

11	10	9	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	ALU_B
0	1	0	RO_B
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

8	7	6	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	P<1>
0	1	0	保留
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	保留

# 目标做一点小小的改动

机器指今码

我们想要运行5条机器指令

助记符

OUT

HLT

<i>2</i> // <i>1</i> /1/1	Mg bb 15 4 -2	<i>/</i> u /1
IN	0010 0000	IN→RO
STA	3333 3333	RO→OO
ADD	0000 0000	RO+[OO]→RO
		多加几次?

0000

0011 0000

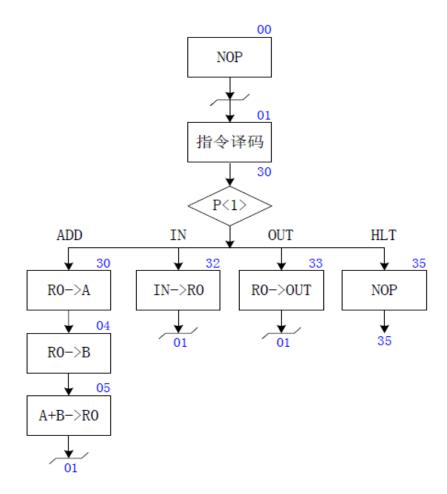
0101

说明

RO→OUT

停机

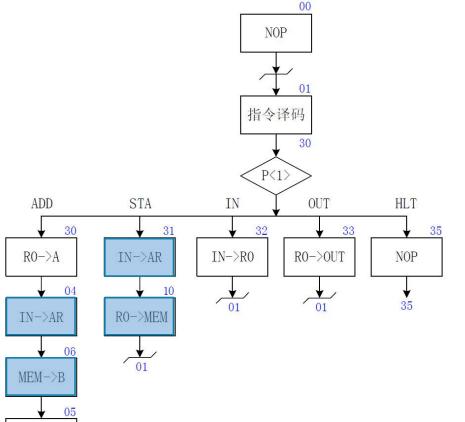
## 相应需要做哪些改变?



- 如何增加一条机器指令
  - 增加一道微程序
  - 设计相应的机器码
- 如何修改一条机器指令
  - 更改其微程序中的微指令
    - 条数
    - 控制码
    - 地址

图 3-2-9 微程序流程图

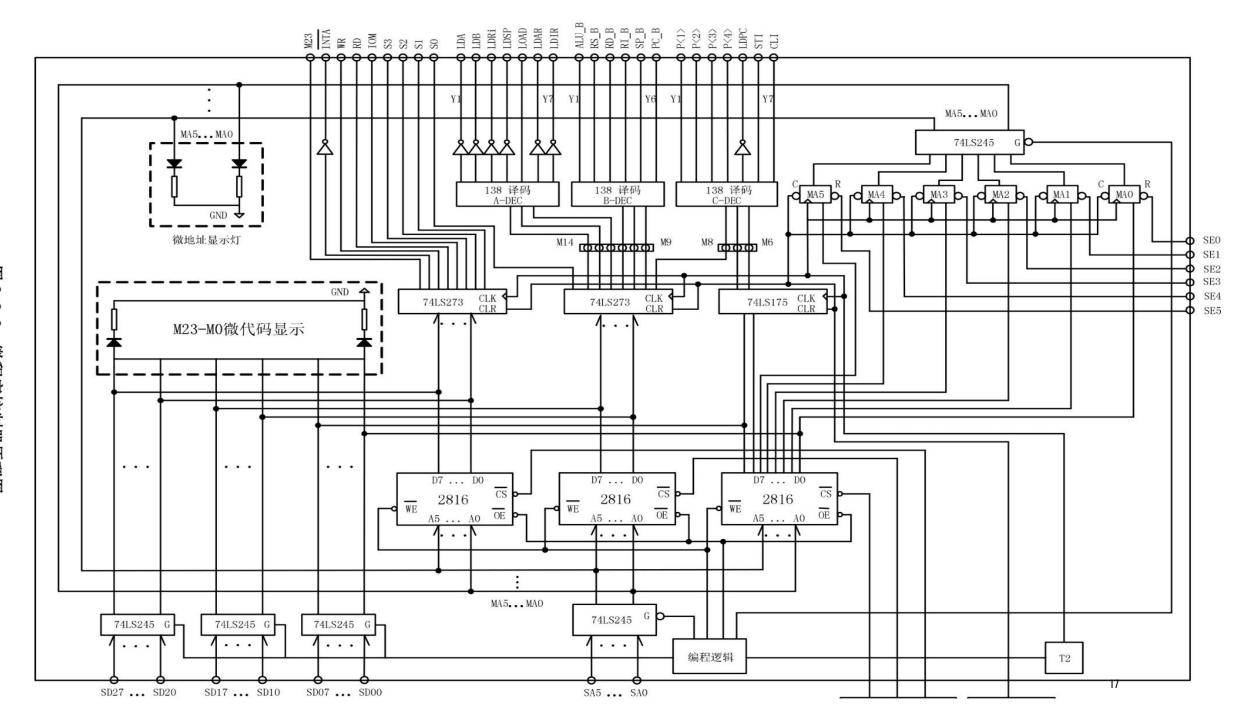
## 修改后的微程序流程图

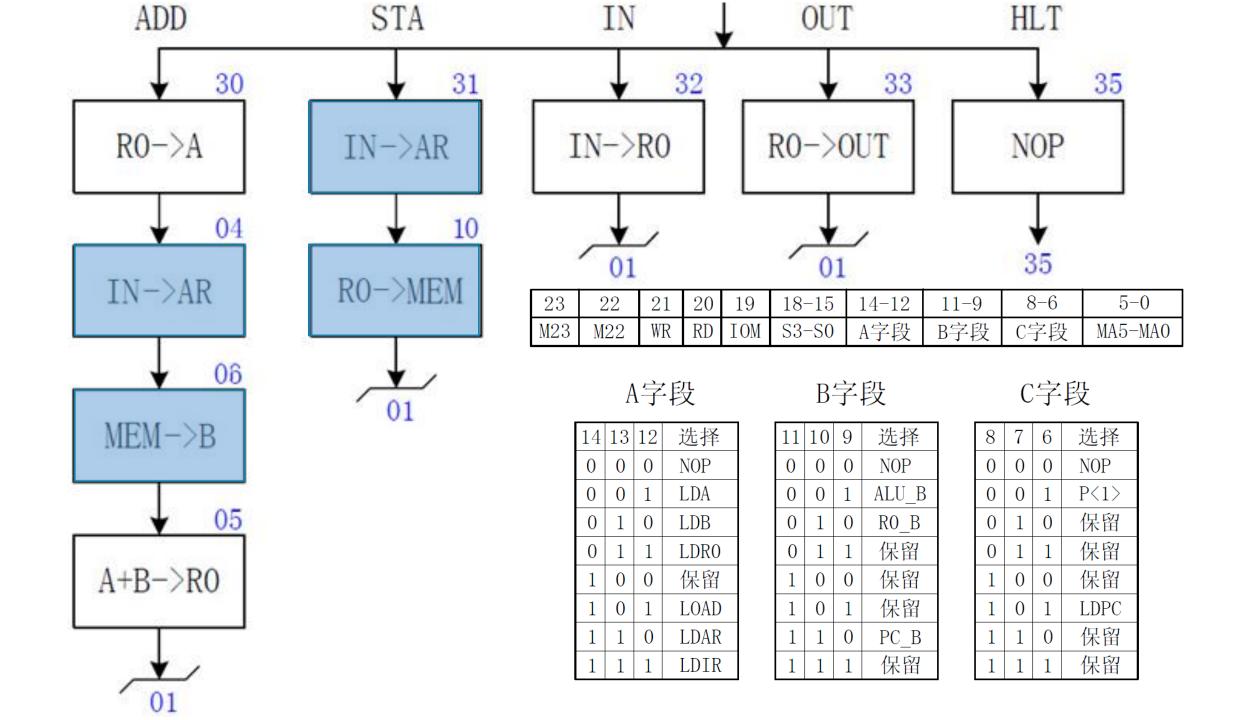


A+B->R0

STA 的机器码确定为 00010000

• 有哪些微指令是新增或需要修改的呢?





### $IN \longrightarrow AR$

#### 00 0100

RO->OUT

23	22	21	20	19	18-15	14-12	11-9	8-6	5-0
M23	M22	WR	RD	IOM	S3-S0	A字段	B字段	C字段	MA5-MAO

### A字段

14	13	12	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	LDA
0	1	0	LDB
0	1	1	LDRO
1	0	0	保留
1	0	1	LOAD
1	1	0	LDAR
1	1	1	LDIR

### B字段

11	10	9	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	ALU_B
0	1	0	RO_B
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	PC_B
1	1	1	保留

8	7	6	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	P<1>
0	1	0	保留
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	LDPC
1	1	0	保留
1	1	1	保留

### $MEM \longrightarrow B$

#### 00 0110

IN->RO

RO->MEM

RO->OUT

23	22	21	20	19	18-15	14-12	11-9	8-6	5-0
M23	M22	WR	RD	IOM	S3-S0	A字段	B字段	C字段	MA5-MAO

### A字段

14	13	12	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	LDA
0	1	0	LDB
0	1	1	LDR0
1	0	0	保留
1	0	1	LOAD
1	1	0	LDAR
1	1	1	LDIR

### B字段

11	10	9	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	ALU_B
0	1	0	RO_B
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	PC_B
1	1	1	保留

8	7	6	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	P<1>
0	1	0	保留
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	LDPC
1	1	0	保留
1	1	1	保留

### $IN \longrightarrow AR$

RO->OUT

#### 11 0001

RO->MEM

23	22	21	20	19	18-15	14-12	11-9	8-6	5-0
M23	M22	WR	RD	IOM	S3-S0	A字段	B字段	C字段	MA5-MA0

### A字段

14	13	12	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	LDA
0	1	0	LDB
0	1	1	LDRO
1	0	0	保留
1	0	1	LOAD
1	1	0	LDAR
1	1	1	LDIR

### B字段

11	10	9	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	ALU_B
0	1	0	RO_B
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	PC_B
1	1	1	保留

8	7	6	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	P<1>
0	1	0	保留
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	LDPC
1	1	0	保留
1	1	1	保留

### $R0 \longrightarrow MEM$

RO->OUT

01 0000

23	22	21	20	19	18-15	14-12	11-9	8-6	5-0
M23	M22	WR	RD	IOM	S3-S0	A字段	B字段	C字段	MA5-MAO

### A字段

14	13	12	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	LDA
0	1	0	LDB
0	1	1	LDRO
1	0	0	保留
1	0	1	LOAD
1	1	0	LDAR
1	1	1	LDIR

### B字段

11	10	9	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	ALU_B
0	1	0	RO_B
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	PC_B
1	1	1	保留

8	7	6	选择
0	0	0	NOP
0	0	1	P<1>
0	1	0	保留
0	1	1	保留
1	0	0	保留
1	0	1	LDPC
1	1	0	保留
1	1	1	保留

## 思考

1、NOP微指令为空操作,有什么作用?能否删除?

每次开始运行前按CLR键,将微地址清零从00开始,起到一个承上启下的作用

