

同济大学实验报告纸

软件工程 专业 22 届 4 班 姓名 胡峻玮 第 组 同组人员

课程名称 计算机组成原理实验 实验名称 微程序控制器实验 实验日期 2023 年 12 月 7 日

[实验目的]

1. 掌握微程序控制器的组成和工作原理
2. 理解微指令的编写格式
3. 理解微程序运行过程

[实验设备]

TD - CMA 组成原理实验箱

[实验原理]

控制器是计算机的核心部件,用来实现对计算机各部件的有序控制,完成计算机程序规定的一系列操作。它根据指令操作码和时序信号,产生各种控制信号,完成取指令和执行指令的过程,目前广泛采用微程序控制器。

微程序控制是把操作控制信号编成一条“微指令”,存放在一个只读存储器中,当计算机运行时,按照一定顺序逐条读出这些微指令,从而产生各种操作控制信号,使相应部件执行所规定的操作。微程序控制器负责完成当前的指令的翻译与执行,并且将当前指令功能转换为硬件逻辑部件工作的控制信号,同时也完成数据的传送、处理和存储操作。

在微程序中存在微命令、微操作、微指令、微周期、微程序几个重要概念,它们相互联系,一段计算机程序由一系列机器指令组成,每一条机器指令由一段微程序实现,每一段微程序由一组微指令表示,每一条微指令由一系列微操作组成,一个微操作对应一个微命令。

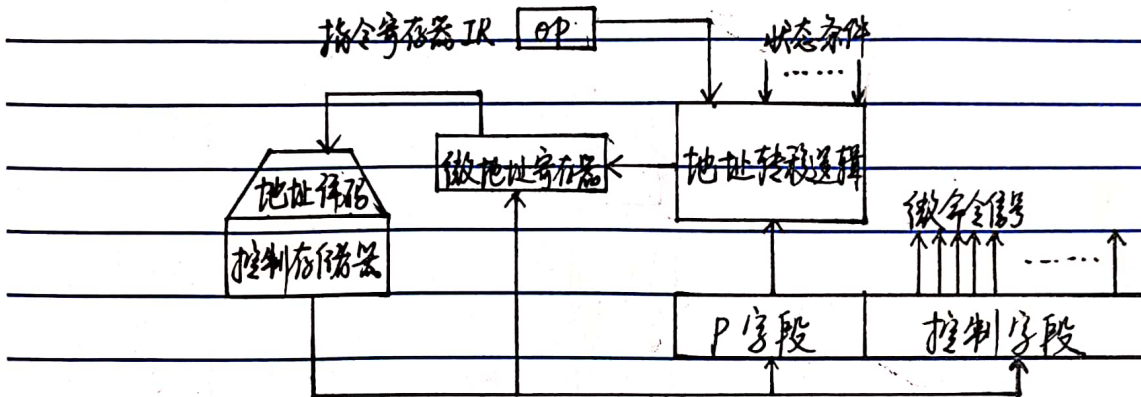
微程序控制器由三部分组成:控制存储器 CM、微指令寄存器 μIR 和地址转移逻辑三大部分。其中控制存储器 CM (24 位) 用于存放微程序,每个单元存放一条微指令代码(只读);微指令寄存器 μIR 存放由控制存储器读出的微指令信息,包括操作控制字段和判别测试字段;微地址

同济大学实验报告纸

专业____ 届____ 班____ 姓名____ 第____ 组 同组人员____
 课程名称____ 实验名称____ 实验日期____ 年____ 月____ 日

寄存器 MAR (6位) 用于存放下一条微指令的地址。

微程序控制器组成原理框图



微指令存放在控制存储器 CM 里，24 位字长格式如下：

23	22	21	20	19	18-15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5-0
X	X	WR	RD	IOM	S3-S0	A		B		C					MA5~MA0

MA5 ~ MA0 为 6 位后继地址 (前 2 位后 4 位)

A, B, C 为三个译码字段

C 字段中 P<1> 为测试字位，其功能是根据机器指令及相应微代码进行译码，使微程序转入相应的微地址入口，从而实现对机器指令的识别，并实现微程序的分支。地址转移在一般情况下，微指令由控制存储器读出后直接给出下一条微指令的地址，即微地址，存放在微地址寄存器中，该过程在 T₂ 节拍时完成。如果微程序未出现分支，那么下一条微指令的地址就直接由微地址寄存器给出；如果微程序出现分支，表明微程序出现条件转移，在该种情况下，通过判别测试字段 P 和执行部件的状态条件信息，去修改微地址寄存器中的内容，并按修改后的微地址读取下一条微指令，从而实现地址转移，该过程在 T₄ 节拍完成。



同济大学实验报告纸

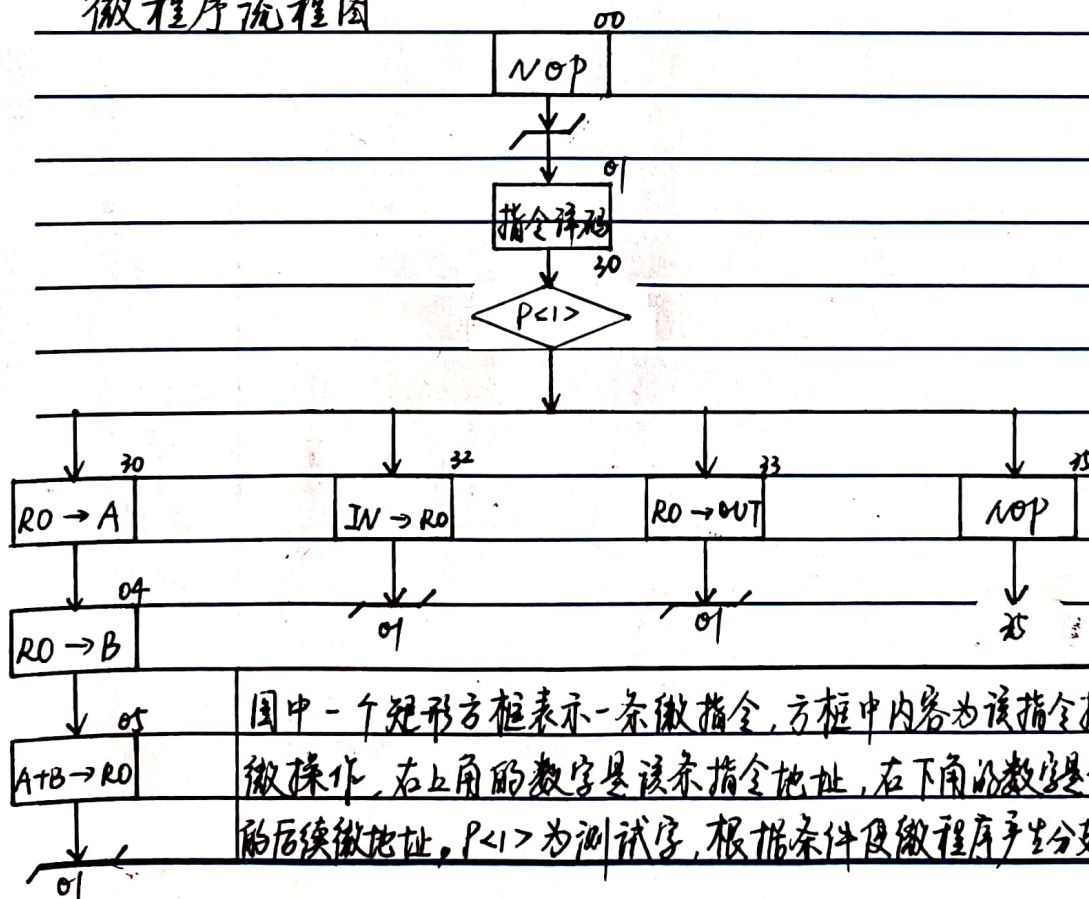
专业____ 届____ 班____ 姓名____ 第____ 组 同组人员____

课程名称____ 实验名称____ 实验日期____ 年____ 月____ 日

本实验中所用的二进制微代码表

地址	十六进制	高五位	S3-S0	A字段	B字段	C字段	MA5-MA0
00	00 00 01	000000	0000	000	000	000	000000
01	00 70 70	000000	0000	111	000	001	110000
04	00 74 05	000000	0000	010	010	000	000101
05	04 B2 01	000000	1001	011	001	000	000000
30	00 14 04	000000	0000	001	010	000	000100
32	18 30 01	000111	0000	011	000	000	000000
33	28 04 01	001010	0000	000	010	000	000000
35	00 00 35	000000	0000	000	000	000	110101

微程序流程图



同济大学实验报告纸

专业____ 届____ 班____ 姓名____ 第____ 组 同组人员____

课程名称____ 实验名称____ 实验日期____ 年____ 月____ 日

本实验中安排了四条机器指令,分别为 ADD (0000 0000)、IN (0010 0000)、

OUT (0011 0000) 和 HLT (0101 0000) 指令格式如下

寄存器	机器指令码	说明
IN	0010 0000	IN → R0

ADD	0000 0000	R0 + R0 → R0
-----	-----------	--------------

OUT	0011 0000	R0 → OUT
-----	-----------	----------

HLT	0101 0000	停机
-----	-----------	----

实验中机器指令由 CON 单元中二进制开关手动给出,其余单元的控制信号均由微程序控制器自动产生

[实验内容]

1. 手动写入微指令: 本实验箱支持手动写入微指令,分低8位、中8位、高8位分别写入。

2. 手动运行

联机写入微程序

① [转储] - [装载] "sample\微程序控制器实验.txt"

② 观察软件界面中的输出区和左边微地址栏的信息

联机运行

① [实验] - [微控器实验], 打开实验通路图

② KK1 运行, KK3 运行

③ CON 单元 CLR 清零

④ 运行软件 (单节拍、单周期、单机器指令)

2.1 手动运行 1: (观察后续微地址产生)

① KK1 运行, KK3 运行

② CON 单元 CLR 清零, KK2 单拍, 按动 ST 开关

③ T2 节拍: 微控器将后续微地址打入微地址寄存器; 当前微指令打入微指令寄存器。



同济大学实验报告纸

专业____届____班____姓名____第____组 同组人员____
课程名称____实验名称____实验日期____年____月____日

T3、T4节拍：根据T2节拍产生的控制信号做出相应的执行动作。

- 如果测试位有效，则根据机器指令及当前微地址寄存器中的内容进行译码，使微程序转入相应的微地址入口，实现微程序的分支。

2.2. 手动运行2 (观察机器指令结束)

① CON单元CLR清零，KK2单步

② IN单元置数，按动ST按钮

③ 当后续微地址显示为000001时，在CON单元的SD27...SD20模拟给出

IN指令00100000，在T3被打入指令寄存器IR

④ 当后续微地址显示为000001时，说明当前指令执行完毕。

⑤ 继续在CON单元的SD27...SD20给出其他几条指令。

3. 微程序控制器工作过程

① 机器周期开始，执行公共取指操作

② 读机器指令，送入指令寄存器 (同时修改PC)

③ 进行指令译码，取出操作码对应的微程序入口地址，送入微地址寄存器

④ 取出对应的一条微指令，送入微指令寄存器

⑤ 微指令操作字段经译码产生一组微命令，送往相应的执行部件

⑥ 在时序控制下完成微操作 (T2/T4)

⑦ 产生后续微地址，读取下一条微指令执行完一段微程序后，开始新的机器周期。

思考题：

地址编号01微指令格式：

高五位	S3-S0	A字段	B字段	C字段	MAS-MA0
00000	0000	111	000	001	110000



同济大学实验报告纸

专业____ 届____ 班____ 姓名____ 第____ 组 同组人员____
课程名称____ 实验名称____ 实验日期____ 年____ 月____ 日

高五位均为0,说明此时是对内存操作,不读不写, S3-S0 均为0,此时是 F=A(直通), A字段111 代表LDIR, B字段000 无操作, C字段001 代表测试位有效, MAS-MA0 代表下一个微地址为30(十六进制)。综上,该条微指令是将机器指令输入IR并依据该指令及相应微代码进行判断使微程序转入相应微地址口。

地址编号 05 微指令格式

高五位	S3-S0	A字段	B字段	C字段	MAS-MA0
00000	1001	011	001	000	000001

高五位均为0,说明此时是对内存操作,不读不写, S3-S0 为1001,此时是 F=A+B, A字段011 代表LDRO, B字段001 代表ALU-B, C字段000 无操作 MAS-MA0 代表下一个微地址为 01(十六进制)。综上,该条微指令作用是执行加法操作,加数来自于R0,相加后结果从ALU输出并标明下一指令地址为01。

地址编号 32 微指令格式

高五位	S3-S0	A字段	B字段	C字段	MAS-MA0
00011	0000	011	000	000	000001

高五位中 RD, Jem 为高电平,代表此时读IO设备, S3-S0 为0000,此时 F=A(直通) A字段011 代表LDRO, B字段000 无操作, C字段000 无操作, MAS-MA0 代表下一个微地址为01(十六进制)。综上,该条微指令作用是读IO设备读取的数据加载到R0寄存器中。

I 实验小结 I

本次实验中我对微程序组成和工作原理有了基本认识,通过动手实验,我加深了在对微程序控制器中各微指令的执行过程的理解,对于我本次实验是存在一定难度的,开始时找不到MIR在哪里,完全一头雾水,对于如何执行回来机器指令完全没有头绪,于是在接好线后,我一点一点摸索,在单拍执行时, T2 节拍结束后,我将机器指令手动打入,在 T3、T4 节拍时终于看见地址转移,达到了理想的实验效果,随后单步执行就更为顺利,今后要对微程序控制器反复琢磨,争取完全理解其工作原理和功效。

