

微程序控制器实验 实验报告

专业年级： 23网络工程 姓名： 王昊 学号： 2220233828 日期： 2025.5.29

成绩：

1、实验目的

- 1) 掌握微程序控制器的组成原理。
- 2) 掌握微程序的编制、写入，观察微程序的运行过程。

2、实验要求

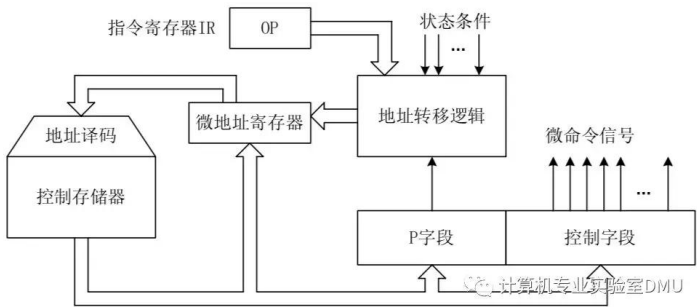
学习微程序控制器的组成和基本原理，完成微程序的编制、校验和运行。

3、实验原理

微程序控制器：完成当前指令的翻译和执行，即将当前指令的功能转换成可以控制的硬件逻辑部件工作的微命令序列，完成数据传送和各种处理操作；

微指令：将控制各部件动作的微命令集合进行编码，即用数字代码的形式表示；

微程序：微指令的序列。一个微指令序列（微程序）可以表示一条机器指令；下图所示。



微程序由控制存储器（3片2816 E₂PROM）和微命令寄存器（18位，2片8D触发器（273）和1片4D触发器（175））组成

微地址寄存器有6位，由3片上升沿触发的双D触发器（74）组成，在不判别测试的情况下，T₂时刻进入微地址寄存器的内容即为下一条微指令的地址；在T₄时刻进行判别测试时，转移逻辑满足条件后输出的负脉冲通过强置端将某一触发器置为“1”状态，完成地址修改；

微指令格式：

| 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 | | |
| 14 | 13 | 12 | 选择 | 11 | 10 | 9 | 选择 | 8 | 7 | 6 | 选择 | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | NOP | 0 | 0 | 0 | NOP | 0 | 0 | 0 | NOP | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 1 | LDA | 0 | 0 | 1 | ALU_B | 0 | 0 | 1 | P<1> | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 0 | LDB | 0 | 1 | 0 | R0_B | 0 | 1 | 0 | 保留 | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 1 | LDR0 | 0 | 1 | 1 | 保留 | 0 | 1 | 1 | 保留 | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 保留 | 1 | 0 | 0 | 保留 | 1 | 0 | 0 | 保留 | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 1 | 保留 | 1 | 0 | 1 | 保留 | 1 | 0 | 1 | 保留 | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 0 | 保留 | 1 | 1 | 0 | 保留 | 1 | 1 | 0 | 保留 | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | LDIR | 1 | 1 | 1 | 保留 | 1 | 1 | 1 | 保留 | | | | | | | | | |

4、按照实验连线图接好电路；

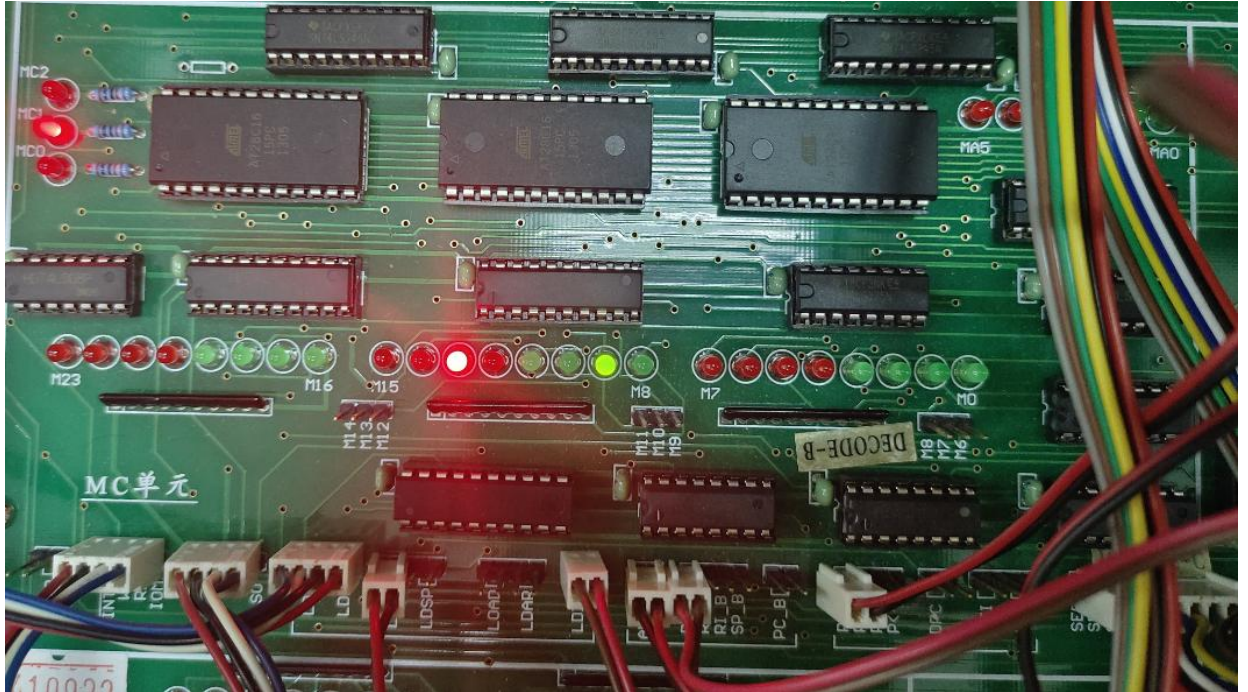
5、实验操作

- 1) 时序与操作台单元的KK2 置为“单拍”档；
- 2) 将CON 单元的IOR 开关置为1；
- 3) 打开电源开关，如果听到有长鸣的“嘀”声，说明总线竞争，需要立即关闭电源，检查连线

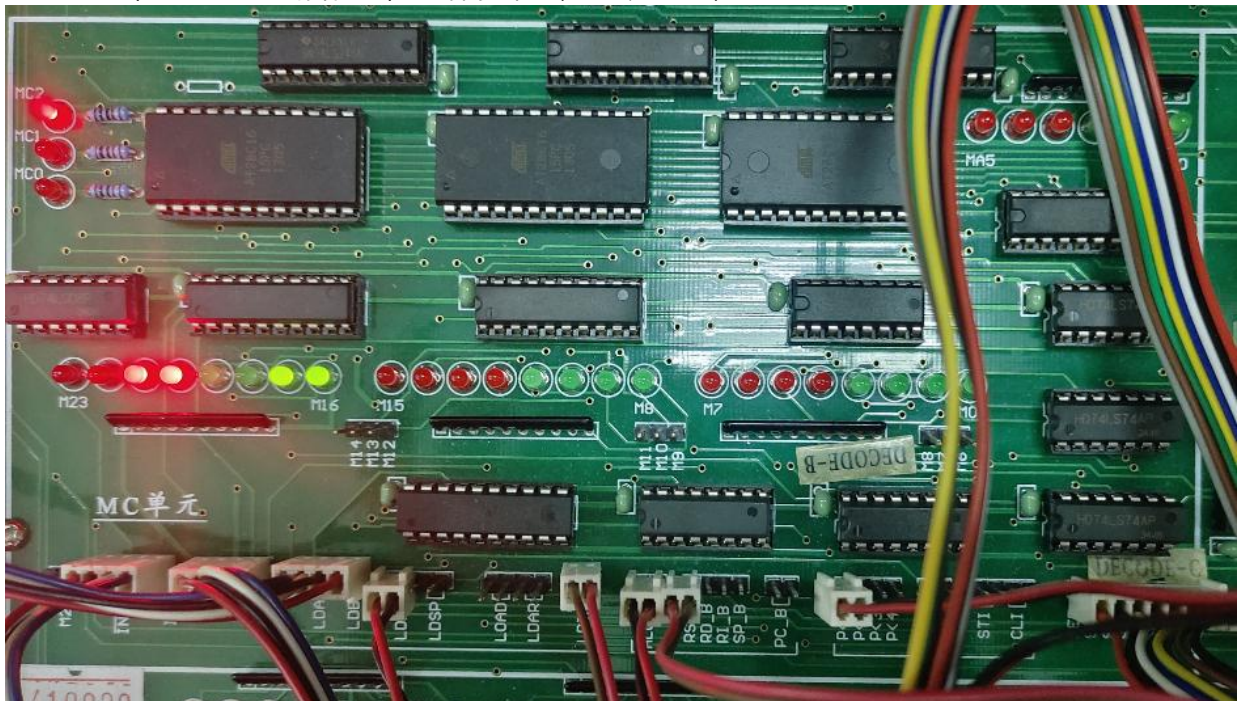
4)按动CON 单元CLR 按钮，当前数据（例如：寄存器A、B 及FC、FZ）清零；

5)输入一条微指令 在（00）H地址中写入（332211）H的内容

- 将KK1 拨到“停止”档、KK3 拨至“编程”档、KK4 拨至“控存”档、KK5 拨至“置数”档；
- 由CON 单元的SD05_SD00 给出需要编辑的控制存储器单元的首地址（000000）；
- 由IN 单元D7_D0 给出控制存储器单元的低8 位数据（0001，0001）；
- 连续两次按动时序与操作台单元的开关ST；
- 将KK5 拨至“加1”档，由IN 单元给出控制存储器单元的中8 位数据（0010，0010）；



- 连续两次按动开关ST；
- 由IN 单元给出控制存储器单元的高8 位（0011，0011）；



- 连续两次按动开关ST；

6) 校验微指令，以保证输入的正确性

表 3-2-2 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 | 00000 | 0000 | 000 | 000 | 000 | 000001 |
| 01 | 00 70 70 | 00000 | 0000 | 111 | 000 | 001 | 110000 |
| 04 | 00 24 05 | 00000 | 0000 | 010 | 010 | 000 | 000101 |
| 05 | 04 B2 01 | 00000 | 1001 | 011 | 001 | 000 | 000001 |
| 30 | 00 14 04 | 00000 | 0000 | 001 | 010 | 000 | 000100 |
| 32 | 18 30 01 | 00011 | 0000 | 011 | 000 | 000 | 000001 |
| 33 | 28 04 01 | 00101 | 0000 | 000 | 010 | 000 | 000001 |
| 35 | 00 00 35 | 00000 | 0000 | 000 | 000 | 000 | 110101 |

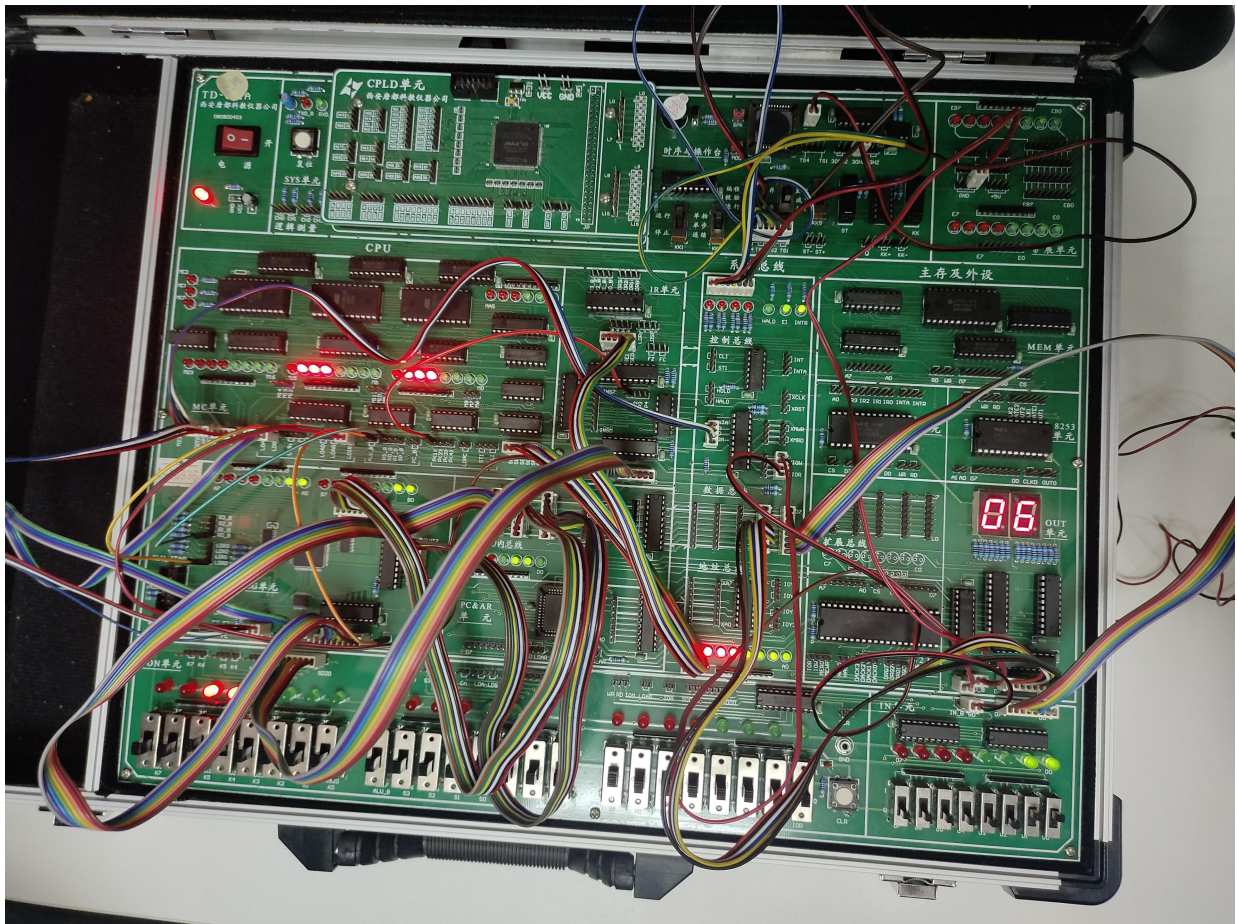
- 将KK1 拨到“停止”档、KK3 拨至“校验”档、KK4 拨至“控存”档、KK5 拨至“置数”档；
- 由CON 单元的SD05——SD00 给出需要校验的控存单元的地址（000000）；
- 连续两次按动开关ST，MC 单元的指示灯M7——M0 显示为（0000 0001），是该存储单元的（低八位）；
- 将KK5 拨至“加1”档
- 连续两次按动开关ST，MC 单元的指示灯M15——M8 显示为（0000 0000），是该存储单元的（中八位）；
- 连续两次按动开关ST，MC 单元的指示灯M23——M16 显示为（0000 0000），是该存储单元的（高八位）；
- 观察该数据是否与输入一致；如果出错，需要重新输入、校验，直至所有微指令全部准确无误；
重复以上步骤进行检验使所有微指令正确。

7) 运行微程序1

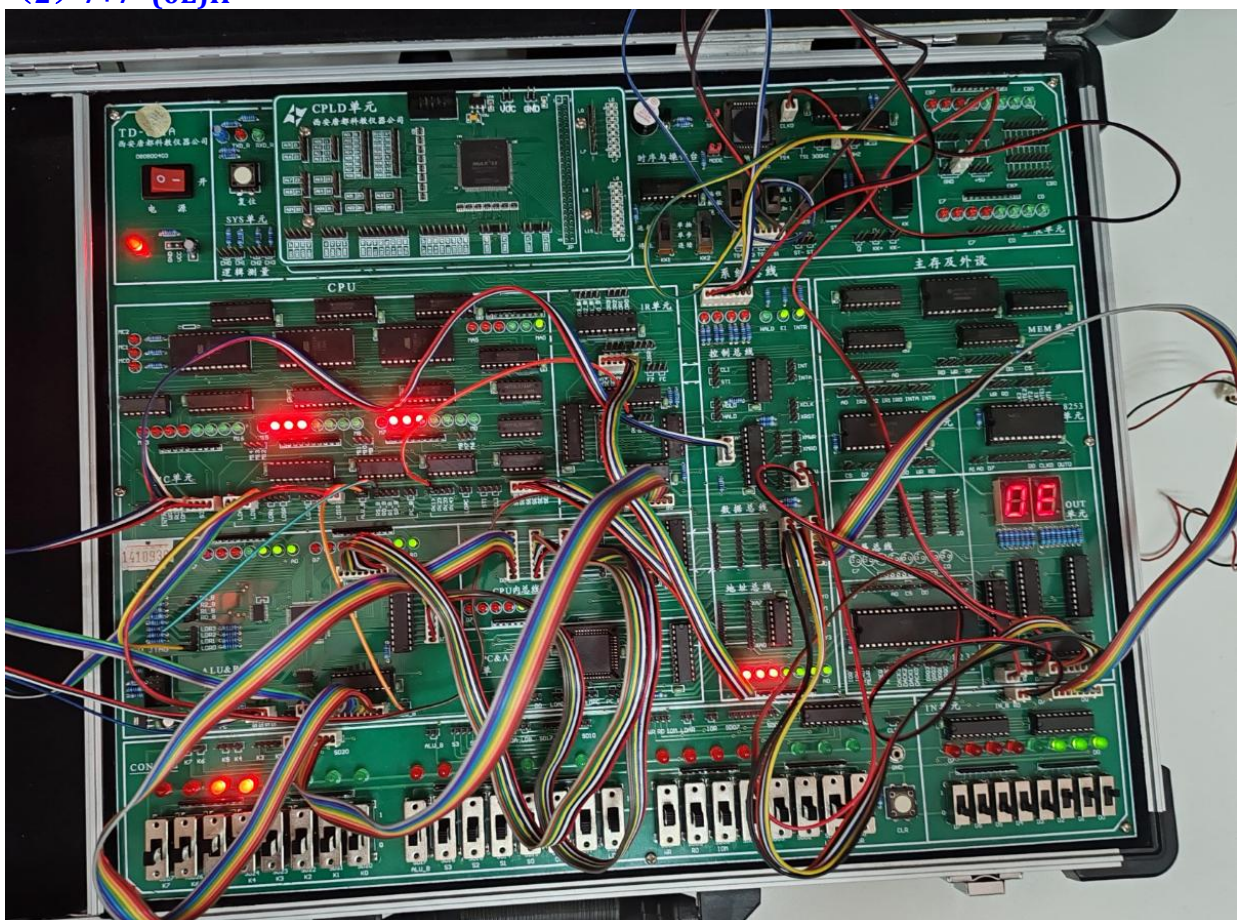
- 时序与操作台单元的开关KK1、KK3 置为运行档，按动CON 单元的CLR 按钮，将微地址寄存器、指令寄存器、ALU 单元的暂存器A 和暂存器B 清零；
- 将时序与操作台单元的开关KK2 置为“单拍”档，然后按动ST 按钮，观察在T1——T4 节拍中完成的工作：
 - 在T2 节拍：
在T3、T4 节拍：
按动CON 单元的CLR 按钮，并将KK2 置为“单步”档；
在IN 单元输入数据（0000 0011），按动ST 按钮，当MC 单元后续微地址显示为000001时，在CON 单元的SD27——SD20 给出IN 指令（00100000），继续按动ST 按钮，当MC 单元后续地址显示为（000001）时，说明当前指令已执行完；
 - 在CON 单元的SD27——SD20 给出ADD 指令（00000000），在下个T3 指令进入指令寄存器，将R0 中的数据自身相加后送回R0；
 - 在CON 单元的SD27——SD20 给出OUT 指令（00110000），在MC 单元的后续地址显示为（000001）时，观察OUT 单元的显示值为（06）H

5、结果记录

(1) $3+3=(06)H$



(2) $7+7=(0E)H$



6、实验总结

通过本次实验，我系统学习了微程序控制器的核心原理及其在计算机体系结构中的作用，掌握了微指令的编制、写入与运行调试方法。实验过程

中，我深入理解了微程序控制器如何通过微指令序列实现对硬件的精确控制，并对计算机指令的执行流程有了更直观的认识。此外，通过动手实践，我进一步巩固了理论知识，提升了问题分析与解决能力。

实验过程中的问题：

在实验过程中，我遇到了以下几个关键问题，并通过逐步调试与学习最终解决：

(1) 微程序控制器原理理解不足。初始阶段对微程序控制器的工作机制（如微指令格式、地址转移逻辑等）理解不够清晰，导致无法正确设计微指令序列。通过查阅教材及PPT和课外资料，系统学习了微程序控制器的核心原理。最终，我能够独立分析微指令与硬件信号的对应关系，为后续实验打下基础。

(2) 实验箱接线逻辑混乱。在连接控制信号线时，因对系统整体数据流，控制流不熟悉，导致线路布局混乱，部分信号未正确接通。通过在学校仿真系统的实验以及在实验室反复对照实验手册中的系统框图，逐步梳理信号流向。最终，我不仅完成了正确接线，还对微程序控制器与运算器、寄存器的运作机制有了更深刻的理解。

(3) 指令集错误。在实验的前期由于对微指令的理解不清晰。导致自己在错误指令上进行操作，最终没有达到正确的结果。通过不断校验指令集，输入指令集，最终得到了正确的微指令，为完成后续实验打下基础。

(4) Con单元地址输入误解。误以为Con单元的00-05引脚未接线时无法输入有效微地址，导致微程序无法启动。因为未注意到实验箱内部已通过PCB电路将Con单元与MC（微控制存储器）单元的微地址引脚隐性连接。

(5) ALU运算结果异常（LED显示00）微指令校验无误后，LED始终显示00，ADD运算无正确输出。通过不断debug，发现ALU_B和LDAi信号线因双引脚氧化导致接触不良，数据未正确加载至运算器。通过自己携带信号好的单引脚杜邦线替代实验室中双引脚信号线。最终，系统成功执行自加运算，LED显示预期结果。这个问题让我意识到硬件实验中接触可靠性的重要性。

实验感受与反思

本次实验最大的收获并非仅仅是知识的积累，更重要的是硬件调试能力的锻炼。在实验过程中，我深刻体会到：

(1) 系统理解是调试的基础在最初遇到问题时，由于对整个实验系统的数据流、控制信号逻辑不够清晰，导致调试过程效率低下，十分混乱。后来通过仔细查阅实验手册，教材中对微程序控制器的解释，逐步梳理微指令与硬件信号的对应关系，掌握了系统的运行机制。有效的调试须建立在对系统完整理解的基础上，否则盲目修改只会让问题更加复杂。

(2) 复现错误是定位Bug的关键，在正确显示数据后，我们通过替换信号线复现错误，定位到故障根源（双引脚氧化导致接触不良）。这一经历让我深刻认识到：稳定复现问题是解决Bug的前提。

(3) 细节决定成败。实验中出现的接线错误问题也是实验失败的原因之一，看似接线是一个很小的错误，但是往往一根信号线的错误会导致整个系统的崩溃。

本次实验成功完成实验要求内容，并通过学习巩固了课上的理论知识，也锻炼了自己硬件实验的能力。