

天津理工大学实验报告

学院（系）名称：计算机科学与工程学院

姓名	王帆	学号	20152180	专业	计算机科学与技术
班级	2015 级 1 班	实验项目	实验四 基本模型机设计与实现		
课程名称		计算机组成与结构		课程代码	0669026
实验时间		2017 年 6 月 21 日 13: 00-16: 00		实验地点	7-109
批改意见				成绩	

教师签字：

【实验目的】

- 1. 掌握一个简单 CPU 的组成原理。
- 2. 在掌握部件单元电路的基础上，进一步将其构造一台基本模型计算机。
- 3. 为其定义五条机器指令，编写相应的微程序，并上机调试掌握整机概念。

【实验要求】

按照实验步骤完成实验项目，实现简单模型机控制单元微程序的模拟设计。

【实验原理】

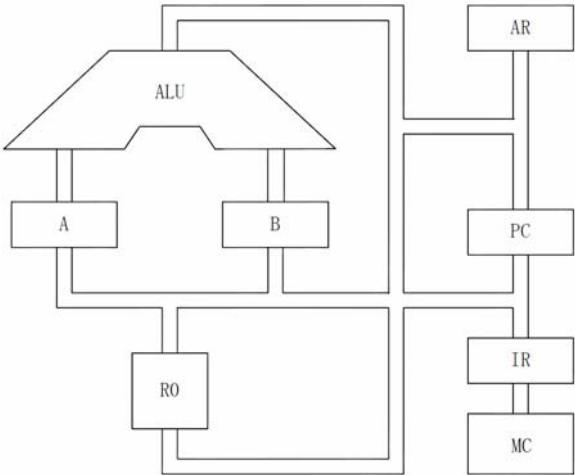


图 1 基本 CPU 构成原理图

本实验要实现一个简单的 CPU，并且在此 CPU 的基础上，继续构建一个简单的模型计算机。CPU 由运算器（ALU）、微程序控制器（MC）、通用寄存器（RO），指令寄存器（IR）、程序计数器（PC）和地址寄存器（AR）组成，如图 1 所示。这个 CPU 在写入相应的微指令后，就具备了执行机器指令的功能，但是机器指令一般存放在主存当中，CPU 必须和主存挂接后，才有实际的意义，所以还需要在该 CPU 的基础上增加一个主存和基本的输入输出部件，以构成一个简单的模型计算机。

微程序控制器的基本任务是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。它的执行方法就是将控制各部件动作的微命令的集合进行编码，即将微命令的集合仿照机器指令一样，用数字代码的形式表示，这种表示称为微指令。这样就可以用一个微指令序列表示一条机器指令，这种微指令序列称为微程序。微程序存储在一种专用的存储器中，称为控制存储器，微程序控制器原理框图如图 2 所示。

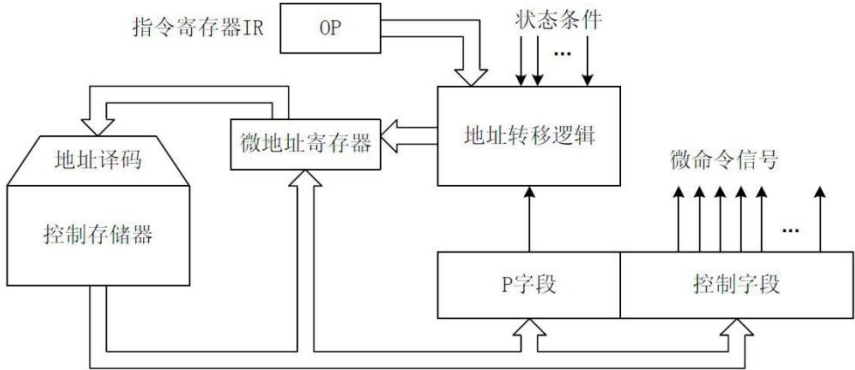


图 2 微程序控制器组成原理框图

【实验步骤】

- 1. 按图 3 连接实验线路。
- 2. 写入实验程序，并进行校验，分两种方式，手动写入和联机写入。

一、手动写入和校验

(1) 手动写入微程序

- ①将时序与操作台单元的开关 KK1 置为‘停止’档，KK3 置为‘编程’档，KK4 置为‘控存’档，KK5 置为‘置数’档。
- ②使用 CON 单元的 SD05——SD00 给出微地址，IN 单元给出低 8 位应写入的数据，连续两次按动时序与操作台的开关 ST，将 IN 单元的数据写到该单元的低 8 位。
- ③将时序与操作台单元的开关 KK5 置为‘加 1’档。
- ④IN 单元给出中 8 位应写入的数据，连续两次按动时序与操作台的开关 ST，将 IN 单元的数据写到该单元的中 8 位。IN 单元给出高 8 位应写入的数据，连续两次按动时序与操作台的开关 ST，将 IN 单元的数据写到该单元的高 8 位。
- ⑤重复①、②、③、④四步，将表 2 的微代码写入 2816 芯片中。

(2) 手动校验微程序

- ①将时序与操作台单元的开关 KK1 置为‘停止’档，KK3 置为‘校验’档，KK4 置为‘控存’档，KK5 置为‘置数’档。
- ②使用 CON 单元的 SD05——SD00 给出微地址，连续两次按动时序与操作台的开关 ST，MC 单元的指数数据指示灯 M7——M0 显示该单元的低 8 位。

- ③将时序与操作台单元的开关 KK5 置为‘加 1’档。
- ④连续两次按动时序与操作台的开关 ST，MC 单元的指数数据指示灯 M15——M8 显示该单元的中 8 位，MC 单元的指数数据指示 M23——M16 显示该单元的高 8 位。
- ⑤重复①、②、③、④四步，完成对微代码的校验。如果校验出微代码写入错误，重新写入、校验，直至确认微指令的输入无误为止。

(3) 手动写入机器程序

- ①将时序与操作台单元的开关 KK1 置为‘停止’档，KK3 置为‘编程’档，KK4 置为‘主存’档，KK5 置为‘置数’档。
- ②使用 CON 单元的 SD07——SD00 给出地址，IN 单元给出该单元应写入的数据，连续两次按动时序与操作台的开关 ST，将 IN 单元的数据写到该存储器单元。
- ③将时序与操作台单元的开关 KK5 置为‘加 1’档。
- ④IN 单元给出下一地址（地址自动加 1）应写入的数据，连续两次按动时序与操作台的开关 ST，将 IN 单元的数据写到该单元中。然后地址会又自加 1，只需在 IN 单元输入后续地址的数据，连续两次按动时序与操作台的开关 ST，即可完成对该单元的写入。
- ⑤亦可重复①、②两步，将所有机器指令写入主存芯片中。

二、联机写入和校验

选择联机软件的“【转储】—【装载】”功能，在打开文件对话框中选择上面所保存的文件，软件自动将机器程序和微程序写入指定单元。选择联机软件的“【转储】—【刷新指令区】”可以读出下位机所有的机器指令和微指令，并在指令区显示，对照文件检查微程序和机器程序是否正确，如果不正确，则说明写入操作失败，应重新写入，可以通过联机软件单独修改某个单元的指令，以修改微指令为例，先用鼠标左键单击指令区的‘微存’TAB 按钮，然后再单击需修改单元的数据，此时该单元变为编辑框，输入 6 位数据并回车，编辑框消失，并以红色显示写入的数据。

表 1 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 6D 43	00000	0000	110	110	101	000011
03	10 70 70	00010	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
1D	10 51 41	00010	0000	101	000	101	000001
30	00 14 04	00000	0000	001	010	000	000100
32	18 30 01	00000	0000	011	000	101	000001
33	28 04 01	00101	0000	000	010	000	000001
35	00 00 35	00000	0000	000	000	000	110101
3C	00 6D 5D	00000	0000	110	110	101	011101

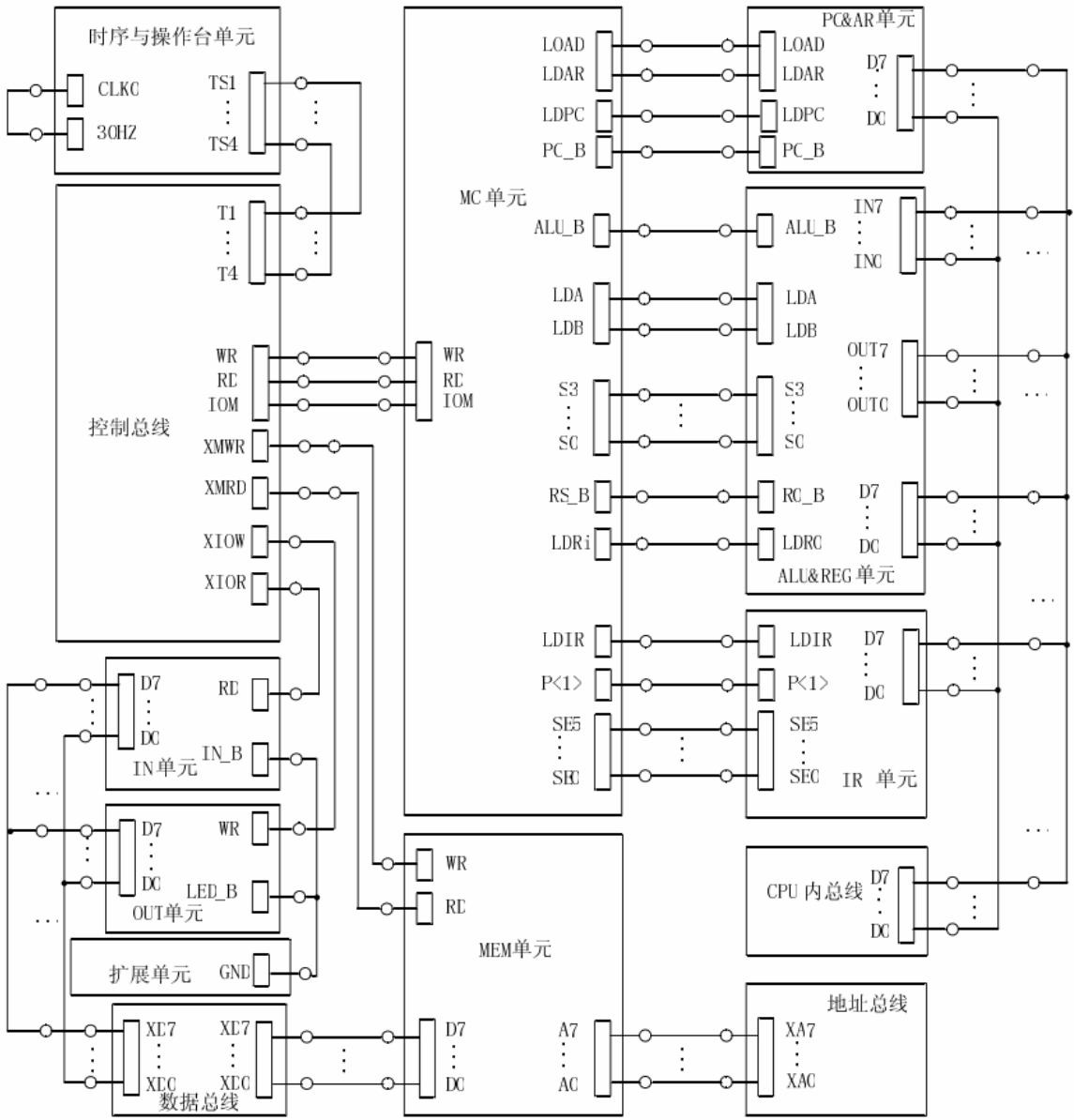


图 3 实验接线图

3. 运行程序

方法一：本机运行

将时序与操作台单元的开关 KK1、KK3 置为‘运行’档，按动 CON 单元的总清按钮 CLR，将使程序计数器 PC、地址寄存器 AR 和微程序地址为 00H，程序可以从头开始运行，暂寄存器 A、B，指令寄存器 IR 和 OUT 单元也会被清零。

将时序与操作台单元的开关 KK2 置为‘单步’档，每按动一次 ST 按钮，即可单步运行一条微指令，对照微程序流程图，观察微地址显示灯是否和流程一致。每运行完一条微指令，观测一次 CPU 内总线和地址总线，对照数据通路图，分析总线上的数据是否正确。

当模型机执行完 JMP 指令后，检查 OUT 单元显示的数是否为 IN 单元值的 2 倍，按下 CON 单元的总清按钮 CLR，改变 IN 单元的值，再次执行机器程序，从 OUT 单元显示的数判别程序执行是否正确。

方法二：联机运行

将时序与操作台单元的开关 KK1 和 KK3 置为‘运行’档，进入软件界面，选择菜单命令“【实验】—【简单模型机】”，打开简单模型机数据通路图。

按动 CON 单元的总清按钮 CLR，然后通过软件运行程序，选择相应的功能命令，即可联机运行、监控、调试程序，当模型机执行完 JMP 指令后，检查 OUT 单元显示的数是否为 IN 单元值的 2 倍。在数据通路图和微程序流中观测指令的执行过程，并观测软件中地址总线、数据总线以及微指令显示和下位机是否一致。

【实验截图】

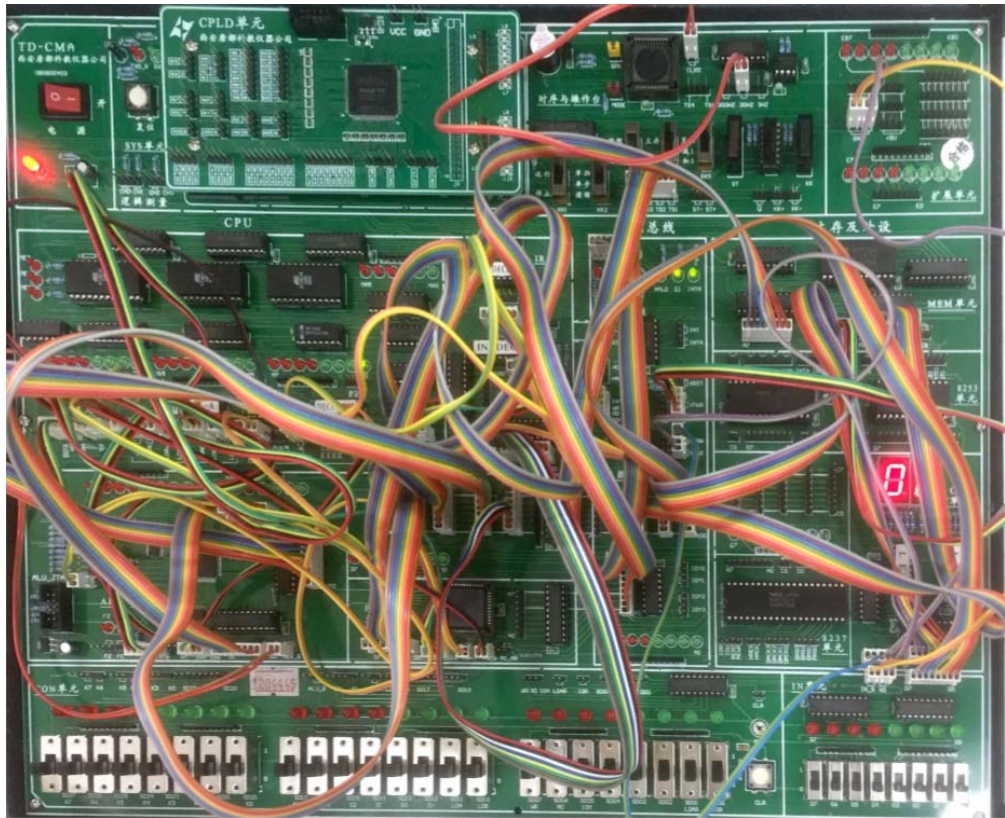


图 4 实验接线连接图

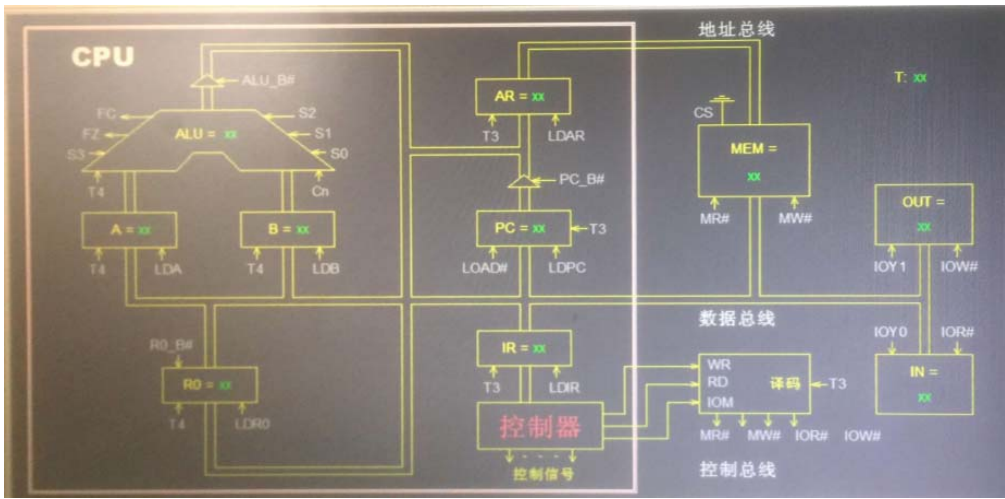


图 5 实验程序运行图

【心得体会】

本次实验是计算机组成与结构课程的最后一个实验，具有较高的实验要求与难度。通过这次实验，我对计算机的基本组成、部件的设计、部件间的连接、微程序控制器的设计、微指令和微程序的编制与调试等过程有更深入的了解，同时也加深了对计算机组成与机构理论课程的理解。在本次实验中，我系统地了解了模型机的设计流程，尤其是微指令的设计方法；

此外，本次实验中，我不仅对计算机有了一个整体的概念，而且对数据选择器、移位器、加法器、运算器、存储器和微程序控制器，也有了更加深入透彻的了解。了解到把理论和实践结合起来是必不可少的并且非常重要的一个步骤，不仅有利于检验所学的知识的牢固性，更有利于加深理解知识，也增加了学习的趣味性。