

# 北京邮电大学

## 实验报告



课程名称 计算机组成原理

实验名称

运算器、双端口存储器、数据通路联合实验

班级: 2022211305

学号: 2022212408

姓名: 胡宇杭

学院: 计算机学院 (国家示范性软件学院)

时间: 2024 年 5 月 7 日

# 目录

<b>1</b>	<b>实验一：运算器组成实验</b>	<b>3</b>
1.1	实验目的及任务 . . . . .	3
1.2	实验电路分析 . . . . .	3
1.3	思考题解答 . . . . .	4
1.4	实验过程及结果 . . . . .	4
1.4.1	实验过程记录表 . . . . .	4
1.5	实验收获及体会 . . . . .	4
<b>2</b>	<b>双端口存储器实验</b>	<b>6</b>
2.1	实验目的及任务 . . . . .	6
2.2	实验电路分析 . . . . .	6
2.3	思考题解答 . . . . .	7
2.4	实验过程及结果 . . . . .	7
2.5	实验收获及体会 . . . . .	7
<b>3</b>	<b>双端口存储器实验</b>	<b>9</b>
3.1	实验目的及任务 . . . . .	9
3.2	实验电路分析 . . . . .	9
3.3	思考题解答 . . . . .	10
3.4	实验过程及结果 . . . . .	10
3.5	实验收获及体会 . . . . .	10

## 1 实验一：运算器组成实验

### 1.1 实验目的及任务

- 实验目的：

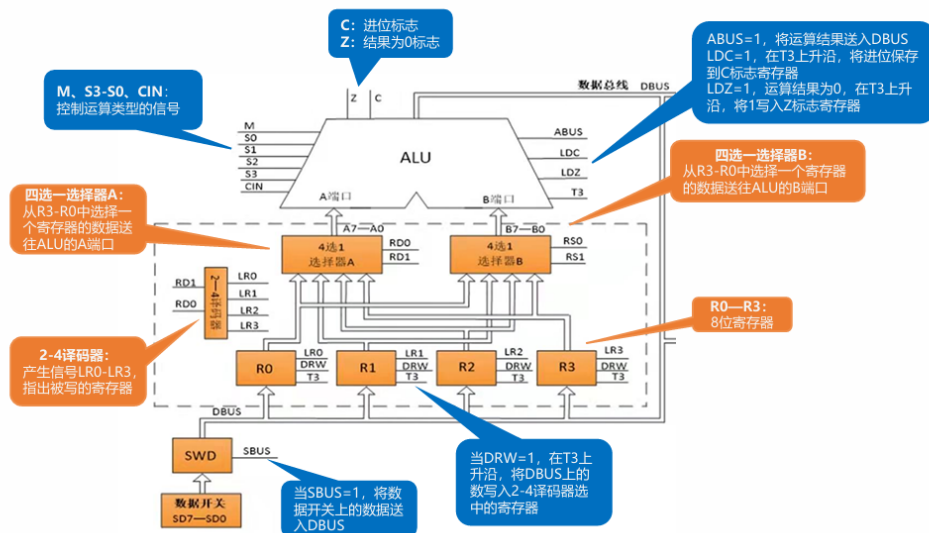
1. 熟悉 *TEC-8* 模型计算机的节拍脉冲  $T1$ 、 $T2$ 、 $T3$
2. 熟悉双端口通用寄存器组的读写操作
3. 熟悉运算器的数据传送通路
4. 熟悉 *ALU* (74LS181) 的加减与或功能

- 实验任务：

1. 熟悉手工连线方式：完成控制信号模拟开关与运算模块的外部连线
2. 熟悉利用数据开关向通用寄存器  $R3-R0$  中置入数据
3. 验证 *ALU* 的算术运算和逻辑运算功能

### 1.2 实验电路分析

#### 实验电路



一次完整的运算步骤的电路分析如下：

1. 通过数据开关  $SD7-SD0$  将两位 16 进制数输入到  $SWD$  中，当  $SBUS = 1$  时，数据被送入  $DBUS$  总线上
2. 通过 2-4 译码器片选输入  $RD0$ 、 $RD1$  进行寄存器的选择

3. 令  $DRW = 1$ ，此时被选中的寄存器可以写入
4. 按下  $QD$  输入时钟信号，在  $T3$  时钟上升沿  $DBUS$  中的数据被写入寄存器中
5. 重复，将所需数据全部存入寄存器后，关闭  $DRW$ ，通过 4 选 1 数据选择器 A、B 输入  $RD0$ 、 $RD1$ 、 $RS0$ 、 $RS1$  将对应寄存器中的数据输入至  $ALU$  的 A 端口和 B 端口
6. 通过  $M$ 、 $S3$ - $S0$ 、 $CIN$  选择运算器的运算模式，关闭  $SBUS$ ，开启  $ABUS$ ，可以将计算结果送入  $DBUS$  中。其中，当  $LDC = 1$  时，将进位标志输入  $C$  标志寄存器中；当  $LDZ = 1$  时，将零标志输入  $Z$  寄存器中
7. 按下  $QD$ ，计算结果在  $T3$  时钟上升沿被送入  $DBUS$  中

### 1.3 思考题解答

题目. 是否能将  $ALU$  的运算结果存入寄存器  $R3$  中? WHYYYYYYY?

解答. 当且仅当运算器 A 端口的输入是  $R3$  寄存器中的数据时可以。其他情况，由电路图可知， $RD0$ 、 $RD1$  同时负责选中输入 A 端口的寄存器和 2-4 译码器的片选，由于  $ALU$  是组合逻辑电路，一旦改变选中的寄存器为  $R3$  输入和输出的值会立刻发生改变

### 1.4 实验过程及结果

#### 1.4.1 实验过程记录表

### 1.5 实验收获及体会

理解了计算机进行计算的基本流程和  $ALU$  的运算原理

运算器组成实验					
序号	操作	数据开关	操作目的	实验现象	备注
1	CLR		复位		
2	DP=1		设置操作模式		
3	SBUS=1	0FH	将 0FH 送入 DBUS 上	D7-D0=0FH	向通用寄存器堆内的 R3-R0 置入数据
4	RD1=0, RD0=0		选中 R0 寄存器	D7-D0=0FH	
5	DRW=1, QD		将 DBUS 上的数据写入寄存器 R0 中	D7-D0=0FH A7-A0=0FH	
6	SBUS=1	10H	将 10H 送入 DBUS 上	D7-D0=10H	
7	RD1=0, RD0=1		选中 R1 寄存器	D7-D0=10H	
8	DRW=1, QD		将 DBUS 上的数据写入寄存器 R1 中	D7-D0=10H A7-A0=10H	
9	SBUS=1	03H	将 03H 送入 DBUS 上	D7-D0=03H	
10	RD1=1, RD0=0		选中 R2 寄存器	D7-D0=03H	
11	DRW=1, QD		将 DBUS 上的数据写入寄存器 R2 中	D7-D0=03H A7-A0=03H	
12	SBUS=1	05H	将 05H 送入 DBUS 上	D7-D0=05H	
13	RD1=1, RD0=1		选中 R3 寄存器	D7-D0=05H	
14	DRW=1, QD		将 DBUS 上的数据写入寄存器 R3 中	D7-D0=05H A7-A0=05H	
15	S3-S0=0FH, M=1, CIN=0, RD1=0, RD0=0, ABUS=1		将 R0 的数据送入 DBUS 上	D7-D0=0FH A7-A0=0FH	读取寄存器中的数据
16	S3-S0=9H, M=0, CIN=1, RS1=1, RS0=0, ABUS=1		选中 R1(B), R0(A) 在上一步已选中, 加法运算 10F+0FH	D7-D0=1FH, A7-A0=0FH, B7-B0=10H	
17	S3-S0=6H, M=1, CIN=0, ABUS=1		减法运算, 0FH-10H	D7-D0=FFH	
18	S3-S0=BH, M=1, CIN=0, ABUS=1		与运算, 0FH&10H	D7-D0=00H	
19	S3-S0=EH, M=1, CIN=0, ABUS=1		或运算, 0FH 10H	D7-D0=1FH	

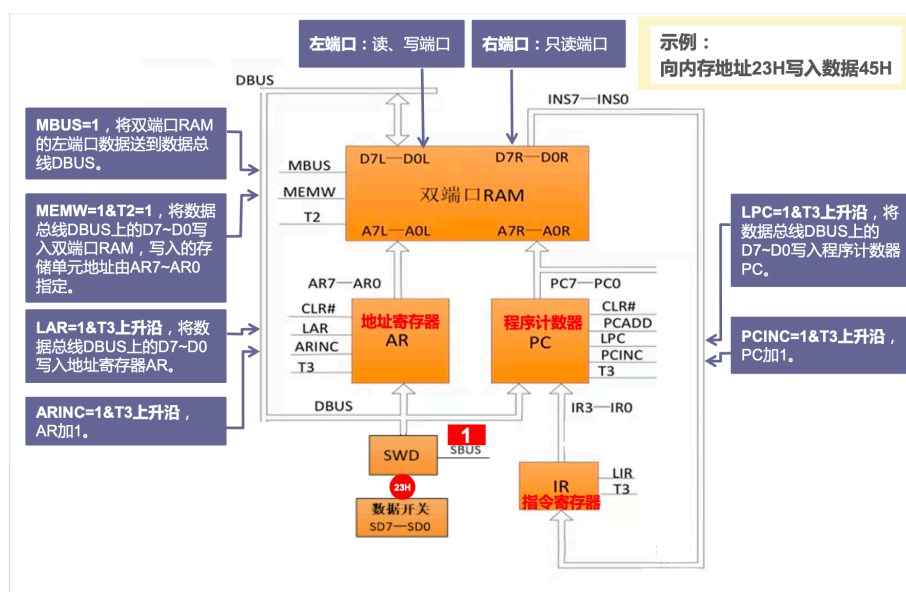
实验数据记录表						
实验数据		实验过程		实验结果		
A	B	操作	控制信号	数据结果	C	Z
0FH	10H	A ++	M=0, S3-S0=0H, CIN=0	10H	0	0
0FH	10H	A + B	M=0, S3-S0=9H, CIN=1	1FH	0	0
0FH	10H	A - B	M=0, S3-S0=6H, CIN=0	FFH	0	0
0FH	10H	A & B	M=1, S3-S0=BH, CIN=0	00H	0	0
0FH	10H	A   B	M=1, S3-S0=EH, CIN=0	1FH	0	0

## 2 双端口存储器实验

### 2.1 实验目的及任务

- 实验目的：
  1. 了解双端口静态随机存储器 *IDT7132* 的工作特性及使用方法
  2. 了解半导体存储器存储和读取数据的方式
  3. 了解双端口存储器并行读写的方式
  4. 熟悉 *TEC-8* 模型计算机存储器部分的数据通路
- 实验任务：
  1. 向双端口 *RAM* 的某个地址写入数据（左端口）
    - 向连续的地址写入
    - 向非连续的地址写入
  2. 从双端口 *RAM* 的某个地址中读出数据（左、右端口）
    - 从连续的地址读出
    - 从非连续的地址读出
    - 通过左右端口从同一个地址同时读出

### 2.2 实验电路分析



一次完整的运算步骤的电路分析如下：

1. 通过数据开关  $SD7-SD0$  将两位 16 进制数输入到  $SWD$  中, 当  $SBUS = 1$  时, 数据被送入  $DBUS$  总线上
2. 令  $LAR = 1$ , 此时地址寄存器可以写入
3.  $QD$ , 在  $T3$  时钟上升沿  $DBUS$  上的数据被送入地址寄存器  $AR$  中
4. 此时  $AR$  中的数据被送至  $A7L-A0L$  端口, 选中对应的内存地址, 令  $LAR = 0$ , 关闭地址寄存器写入, 令  $MEMW = 1$ , 开启双端口  $RAM$  的写入功能
5.  $QD$ , 在  $T2$  时钟上升沿  $DBUS$  上的数据被送入双端口  $RAM$  中由  $AR$  寄存器指定的地址中
6. 令  $MEMW = 0, SBUS = 0, MBUS = 1$ , 此时由  $AR$  选中的内存地址中的数据被送到  $DBUS$  上

## 2.3 思考题解答

题目. 如果  $LAR$  为 1, 45H 是否可以正确写入 23H 单元?

解答. 可以正常写入, 因为控制内存写入的是  $T2$ , 比控制  $AR$  写入的  $T3$  早, 所以可以正确写入, 但之后  $AR$  被写入 45H, 需要重新将 23H 写入  $AR$  才能正确显示

题目. 如果  $MEMW$  为 1 会发生什么事情?

解答.  $MEMW$  为 1 会导致写入地址时  $RAM$  原来地址位置的数据被覆盖为地址数据

题目. 如果  $SBUS$  为 1 会发生什么事情?

解答. 不能正常读出, 同时控制数据开关, 只有原来  $MBUS$  该亮的地方才会亮

## 2.4 实验过程及结果

## 2.5 实验收获及体会

知道了计算机如何向存储器中写入和读出数据, 如何连续的存储和读取数据

向 10H、20H、21H、22H 地址单元写入数据过程					
序号	操作	数据开关	操作目的	实验现象	备注
1	CLR		复位		
2	DP=1		设置操作模式		
3	SBUS=1, LAR=1, QD	10H	设置第一个写入地址 10H, 打开 SBUS 将 10H 送入数据总线 DBUS, 同时打开 AR 的写入信号 LAR, 按一次 QD, 将 10H 地址写入 AR	AR=10H	
4	SBUS=1, MEMW=1, LAR=0, QD	55H	设置第一个写入数据 45H, 打开 SBUS 将 55H 送入数据总线 DBUS, 打开 RAM 的写入信号 MEMW, 关闭 AR 的写入信号 LAR, 按一次 QD, 将 55H 写入 RAM		
5	SBUS=1, MEMW=0, LAR=1, QD	20H	设置第二个写入地址 20H	AR=20H	
6	SBUS=1, MEMW=1, LAR=0, ARINC=1, QD	AAH	将 AAH 写入内存地址 20H, 同时 AR 自增	AR=21H	
6	SBUS=1, MEMW=1, LAR=0, ARINC=1, QD	10H	将 10H 写入内存地址 21H, 同时 AR 自增	AR=22H	
7	SBUS=1, MEMW=1, LAR=0, ARINC=1, QD	20H	将 20H 写入内存地址 22H, 同时 AR 自增	AR=23H	

通过左右端口并发从 10H、20H、21H、22H 地址单元读出数据过程					
序号	操作	数据开关	操作目的	实验现象	备注
1	SBUS=1, MEMW=0, LAR=1, LPC=1, QD	10H	将地址 10H 写入 PC 和 AR	PC=AR=20H IR=INS=55H	
2	SBUS=0, LAR=0, LPC=0, MBUS=1		左侧读取数据送到 DBUS 上	D7-D0=55H	
3	SBUS=1, MEMW=0, LAR=1, LPC=1, QD	20H	将地址 20H 写入 PC 和 AR	PC=AR=20H IR=INS=AAH	
4	SBUS=0, LAR=0, LPC=0, MBUS=1		读出 20H 的数据	D7-D0=AAH	
5	SBUS=0, ARINC=1, LAR=0, LPC=0, PCINC=1, MBUS=1, QD		AR、PC 自增, 读出 21H 的数据	PC=AR=21H D7-D0=10H IR=INS=10H	
6	SBUS=0, ARINC=1, LAR=0, LPC=0, PCINC=1, MBUS=1, QD		AR、PC 自增, 读出 22H 的数据	PC=AR=22H D7-D0=20H IR=INS=20H	

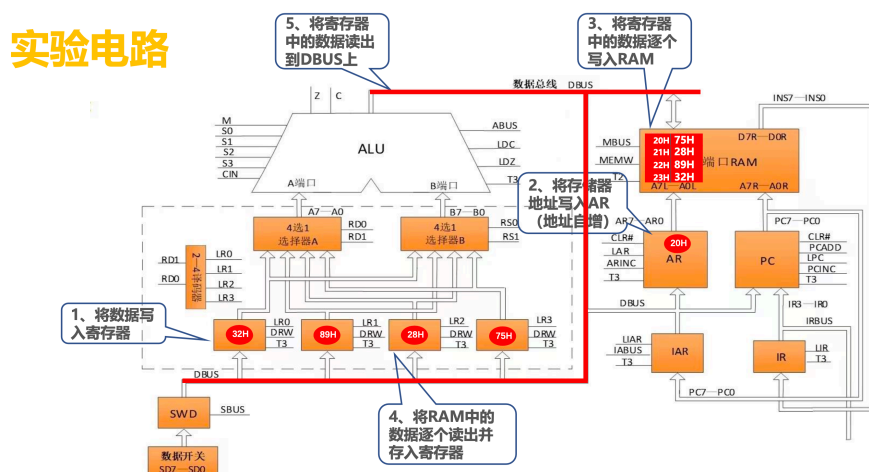


## 3 双端口存储器实验

### 3.1 实验目的及任务

- 实验目的：
  1. 进一步熟悉 *TEC-Plus* 模型计算机的数据通路
  2. 熟练掌握数据通路中各种控制信号的作用和用法
  3. 掌握数据通路中数据流动的路径
- 实验任务：
  1. 向通用寄存器堆内的 R3-R0 写入数据
  2. 将寄存器 R0-R3 中的数据写入双端口 RAM 的 20H、21H、22H、23H 存储单元
  3. 从存储器 20H、21H、22H、23H 存储单元中读出数据，并存入寄存器 R3-R0
  4. 显示寄存器 R3-R0 的值，检查数据传送是否正确

### 3.2 实验电路分析



一次完整的运算步骤的电路分析如下：

1. 通过数据开关  $SD7-SD0$  将两位 16 进制数输入到  $SWD$  中，当  $SBUS = 1$  时，数据被送入  $DBUS$  总线上
2. 通过 2-4 译码器片选输入  $RD0$ 、 $RD1$  进行寄存器的选择
3. 令  $DRW = 1$ ，此时被选中的寄存器可以写入

4. 按下  $QD$  输入时钟信号, 在  $T3$  时钟上升沿  $DBUS$  中的数据被写入寄存器中
5. 关闭所有开关, 令  $SBUS = 0, LAR = 1$ , 此时地址寄存器可以写入
6.  $QD$ , 在  $T3$  时钟上升沿  $DBUS$  上的数据被送入地址寄存器  $AR$  中
7. 此时  $AR$  中的数据被送至  $A7L-A0L$  端口, 选中对应的内存地址, 令  $LAR = 0$ , 关闭地址寄存器写入, 令  $MEMW = 1$ , 开启双端口  $RAM$  的写入功能
8. 令  $S3-S0 = F, M = 1, CIN = 0, SBUS = 0, ABUS = 1, MBUS = 0$ , 通过  $RD1$  和  $RD0$  选中寄存器, 此时  $ALU$  将 (A) 端口的数据直接输出至  $DBUS$  上
9.  $QD$ , 在  $T2$  时钟上升沿  $DBUS$  上的数据被送入双端口  $RAM$  中由  $AR$  寄存器指定的地址中
10. 令  $MEMW = 0, SBUS = 0, MBUS = 1, ABUS = 0$ , 此时由  $AR$  选中的内存地址中的数据被送到  $DBUS$  上
11. 重复步骤 2-4 将内存中的数据写入寄存器中
12. 重复步骤 8 将内存中的数据读出至  $DBUS$  上

### 3.3 思考题解答

题目. 同步从  $RAM$  的右端口读出数据应该如何操作, 信号如何设置,  $PC7-PC0$ 、 $INS7-INS0$  显示情况如何?

解答.

1.  $SBUS=1$ ,  $LPC=1$ , 数据开关为  $20H$ ,  $QD$ , 将  $20H$  存入  $PC$ , 此时  $PC=20H$ ,  $INS=75H$
2.  $PCINC=1$ ,  $QD$ ,  $PC$  自增, 此时  $PC=21H$ ,  $INS=28H$
3. 重复步骤 2, 此时  $PC=22H$ ,  $INS=89H$
4. 重复步骤 2, 此时  $PC=23H$ ,  $INS=32H$

### 3.4 实验过程及结果

### 3.5 实验收获及体会

熟悉了  $TEC-Plus$  模型计算机的数据通路, 掌握了数据通路中各种控制信号的作用和用法, 掌握了数据通路中数据流动的路径

实验过程记录表					
序号	操作	数据开关	操作目的	实验现象	备注
1	CLR		复位		
2	DP=1		设置操作模式		
3	SBUS=1, RD=00, DRW=1	75H	R0 存数	A=10H D=75H	
4	SBUS=1, RD=01, DRW=1	28H	R1 存数	A=28H D=28H	
5	SBUS=1, RD=10, DRW=1	89H	R2 存数	A=89H D=89H	
6	SBUS=1, RD=11, DRW=1	32H	R3 存数	A=32H D=32H	
6	SBUS = 1 LAR = 1 QD	20H	AR 写入地址	AR=20H D=20H	
7	S3-S0=F, M=1, CIN=0, SBUS=0, ABUS=1, MEMW=1, ARINC=1, QD=00, QD		R0 写入地址 20H, AR 自增	D=75H A=75H AR=21H	
8	S3-S0=F, M=1, CIN=0, SBUS=0, ABUS=1, MEMW=1, ARINC=1, QD=01, QD		R1 写入地址 21H, AR 自增	D=28H A=28H AR=22H	
9	S3-S0=F, M=1, CIN=0, SBUS=0, ABUS=1, MEMW=1, ARINC=1, QD=10, QD		R2 写入地址 22H, AR 自增	D=89H A=89H AR=23H	
10	S3-S0=F, M=1, CIN=0, SBUS=0, ABUS=1, MEMW=1, ARINC=1, QD=11, QD		R0 写入地址 23H, AR 自增	D=32H A=32H AR=24H	
11	全关, LAR=1, SBUS=1	20H	AR 写入地址	AR=20H D=20H	
12	RD=11, MBUS=1, DRW=1 SBUS=0, LAR=0, ARINC=1		将地址 20H 数据写入 R3, AR 自增	D=75H A=75H AR=21H	
13	RD=10, MBUS=1, DRW=1 SBUS=0, LAR=0, ARINC=1		将地址 21H 数据写入 R2, AR 自增	D=28H A=28H AR=22H	
14	RD=01, MBUS=1, DRW=1 SBUS=0, LAR=0, ARINC=1		将地址 22H 数据写入 R1, AR 自增	D=89H A=89H AR=23H	
15	RD=00, MBUS=1, DRW=1 SBUS=0, LAR=0, ARINC=1		将地址 23H 数据写入 R0, AR 自增	D=32H A=32H AR=24H	
16	RD=00		读取 R0 中的数据	A=32H	
17	RD=01		读取 R1 中的数据	A=89H	
18	RD=10		读取 R2 中的数据	A=28H	
19	RD=11		读取 R3 中的数据	A=75H	