

计算机组成与系统结构 实验

10-13周的周二下午8-11节
沙河网安楼102

提纲

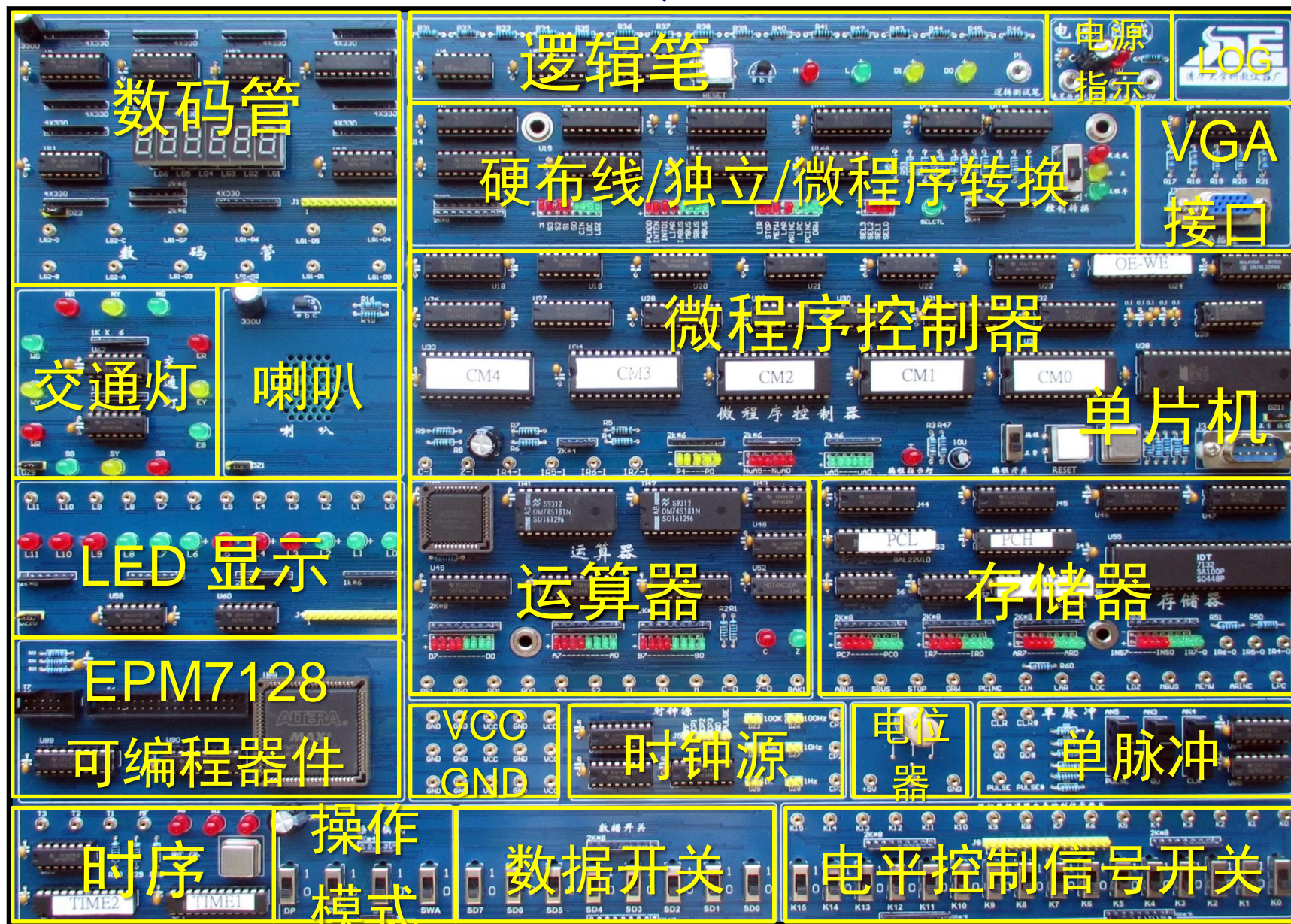
1

TEC-8实验系统箱

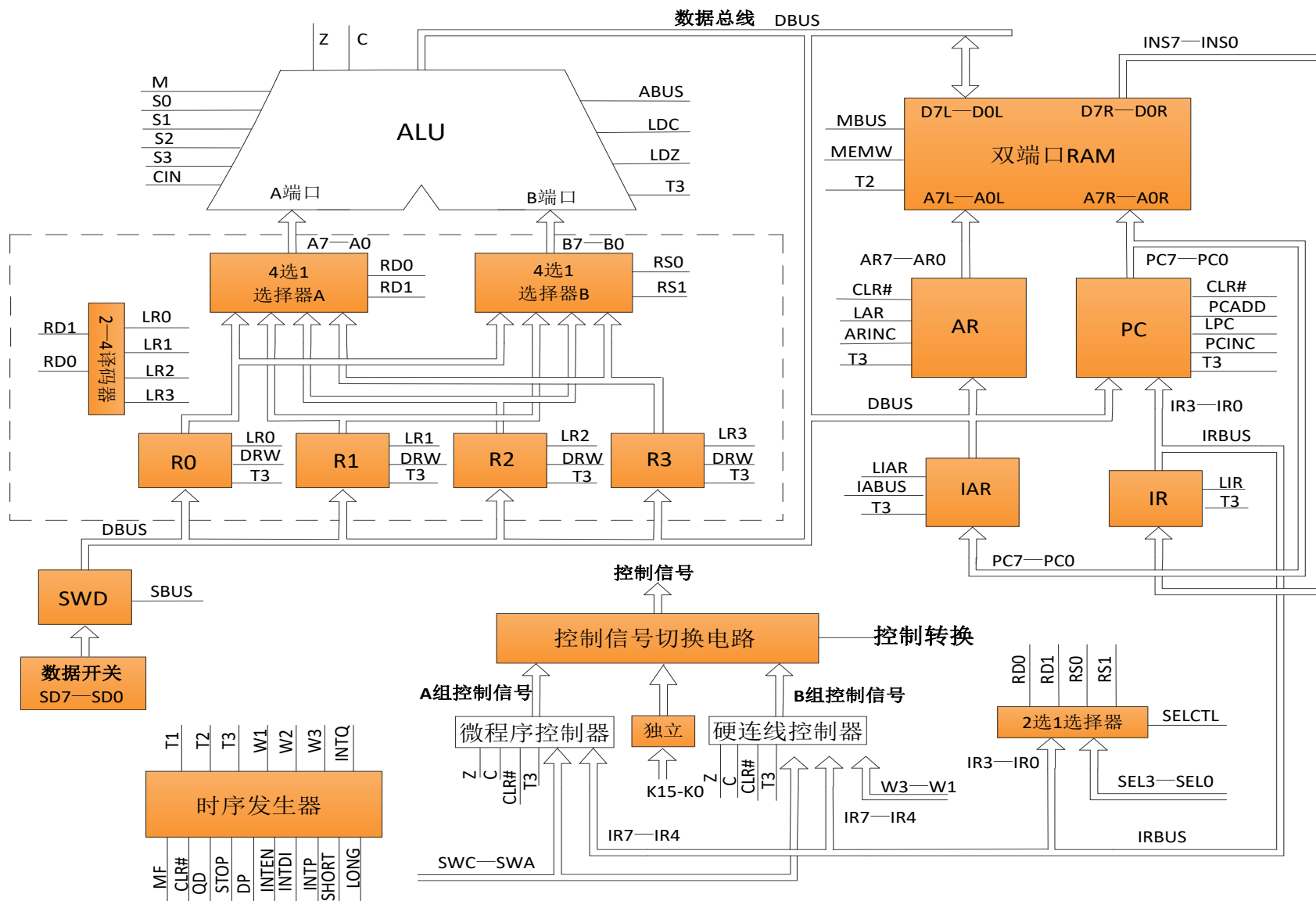
3

实验内容与要求

1. TEC-8实验系统箱



TEC-8 模型机 (数据通路图)



时序发生器

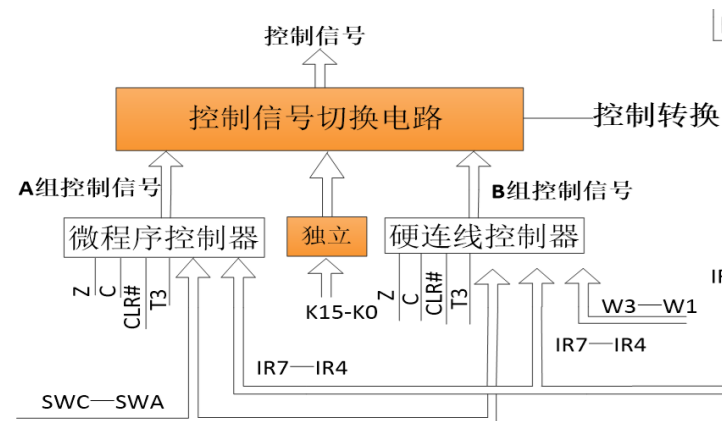
- 时钟源，提供数据通路和控制器各寄存器所需的节拍脉冲信号 T_1 、 T_2 、 T_3 ， W_1 、 W_2 、 W_3 节拍电位信号供硬连线控制器使用
- 单微指令开关DP
 - 当DP朝上时，处于单微指令运行方式，每按一次QD按钮，只产生一组 T_1 、 T_2 、 T_3
 - 当DP朝下时，处于连续运行方式，每按一次QD按钮，开始连续产生 T_1 、 T_2 、 T_3 ，直到按一次CLR按钮或者控制器产生STOP信号为止



TEC-8 控制操作模式

- 控制信号切换器实现控制信号的切换：当转换开关拨到中间位置时，TEC-8各部件独立，通过开关来控制；当转换开关拨到朝下位置时，使用微程序控制器产生的控制信号
- SWC、SWB、SWA确定的TEC-8的操作模式如图

操作模式	实验功能
000	启动程序运行
001	写存储器
010	读存储器
011	读寄存器
100	写寄存器
101	运算器组成实验
110	双端口存储器实验
111	数据通路实验



2. 实验内容

■ 实验内容

- 运算器组成实验
- 双端口存储器实验
- 数据通路实验
- 微程序控制器实验

第 2 章 计算机组织与体系结构基本实验 17

2.1 运算器组成实验	17
2.2 双端口存储器实验	26
2.3 数据通路实验.....	34
2.4 微程序控制器实验.....	42
2.5 CPU 组成与机器指令的执行	49
2.6 中断原理实验.....	54

■ 实验报告（4份，每实验内容一份pdf/word）

- 命名：学号+姓名+实验1-4，发送至本班学委，学委打包后发至实验课老师或助教邮箱
- 时间节点：实验课老师确定



实验要求

■ 实验内容要求

- 独立完成四个实验内容的全部内容
- 微程序控制（若有）+独立模式

■ 实验建议

- 对照书本理论知识，对实验结果进行理解与分析
- 重点：书本理论与实验结果对比（解释、分析预测）
- 参考：<https://www.bilibili.com/video/BV1EL411z7nr/>

■ 实验报告要求

- 实验目的、实验内容、实验过程
- 实验思考与心得（重点）

注意

- 第23页为 $F=A$ 减 B 减1，所以要想做减法，CIN要为0

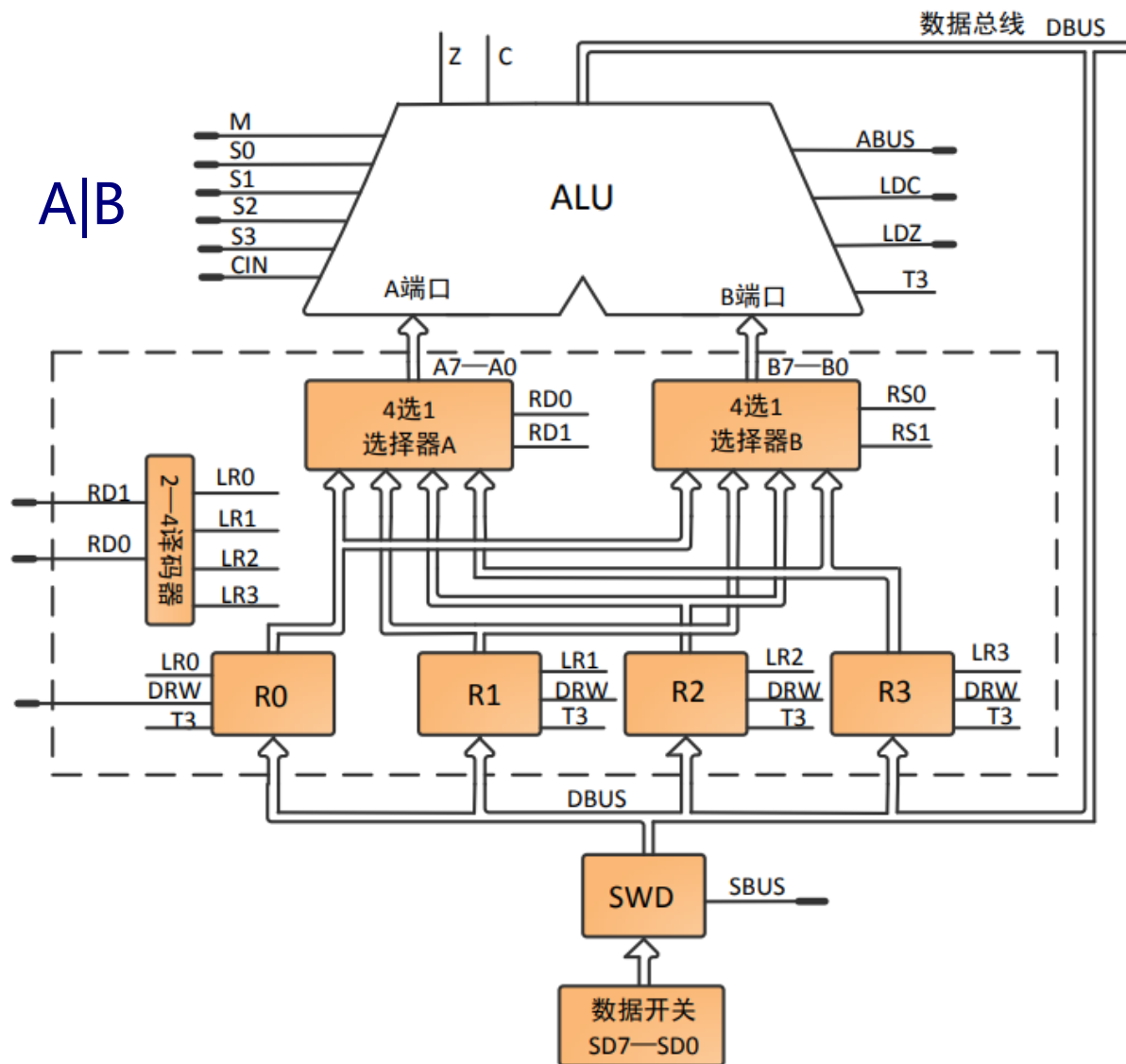
0	1	1	0		$F=A$ 减 B 减 1
---	---	---	---	--	-----------------

- 第24页置开关的表不完整
- 第32页的第3步中读出数据的开关表不正确
- 第36页五、3中从存储器“22H”单元读出数到寄存器 R_1



实验示例——运算器实验

- A=F0H, B=10H为例
- 完成A+B, A-B, A&B, A|B
- 分别采用
 - 微程序模式
 - 独立模式



控制转换

☐ 硬连线

☐ 独立

☒ 微程序

实验示例——运算器实验

- 微程序模式 (DP=1, SWC-SWA=101)
- 置R₀为F0H

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	1	1	1				

- 置R₁为10H

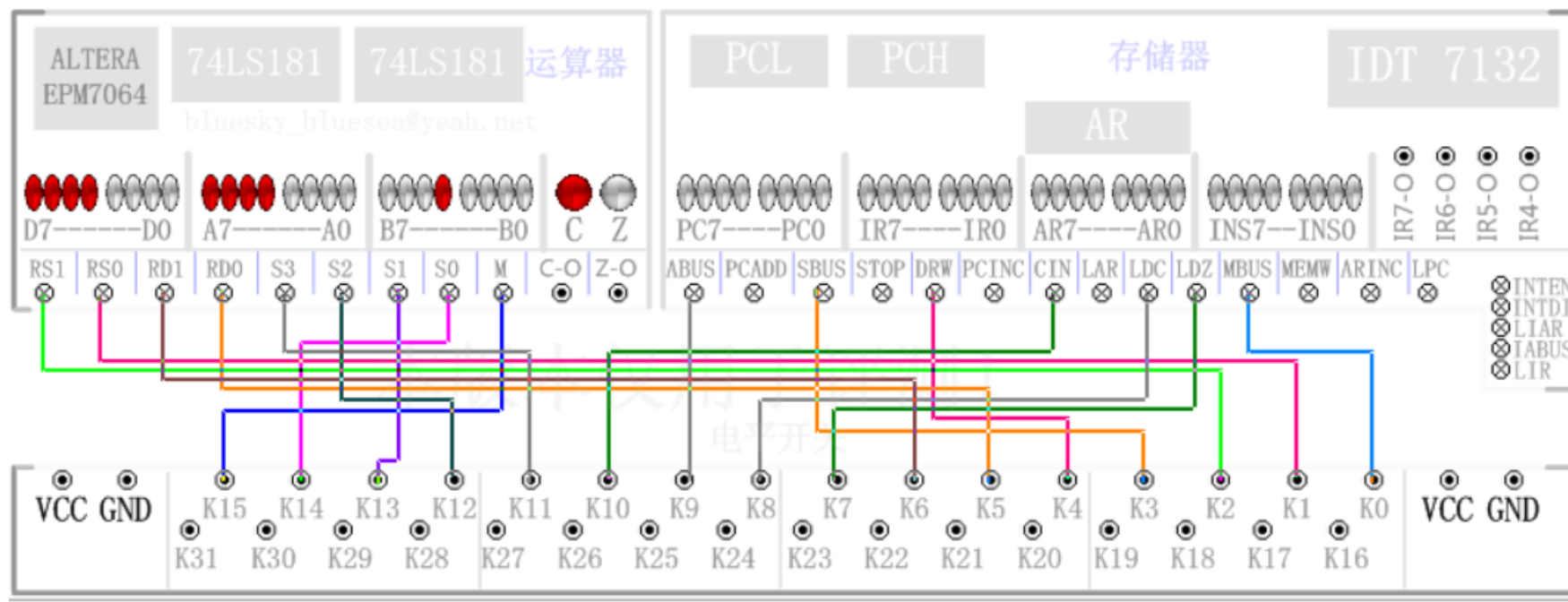
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
			1				

- 加、减、与、或运算已经写到微程序控制器中了，直接按QD就行

实验示例——运算器实验

■ 独立模式 (DP=1)

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8
M	S0	S1	S2	S3	CIN	ABUS	LDC
K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
LDZ	RD1	RD0	DRW	SBUS	RS1	RS0	MBUS



实验示例——运算器实验

■ 置 R_0 为F0H

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
											1	1			

■ 置 R_1 为10H

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
										1	1	1			

■ 计算 $R_0 + R_1$ ($M=0$, $S3-S0=1001$)

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
	1			1	1	1	1	1						1	

■ 计算 $R_0 - R_1$ ($M=0$, $S3-S0=0110$)

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
		1	1			1	1	1						1	

实验示例——运算器实验

- 计算 $R_0 \& R_1$ ($M=1$, $S_3-S_0=1011$)

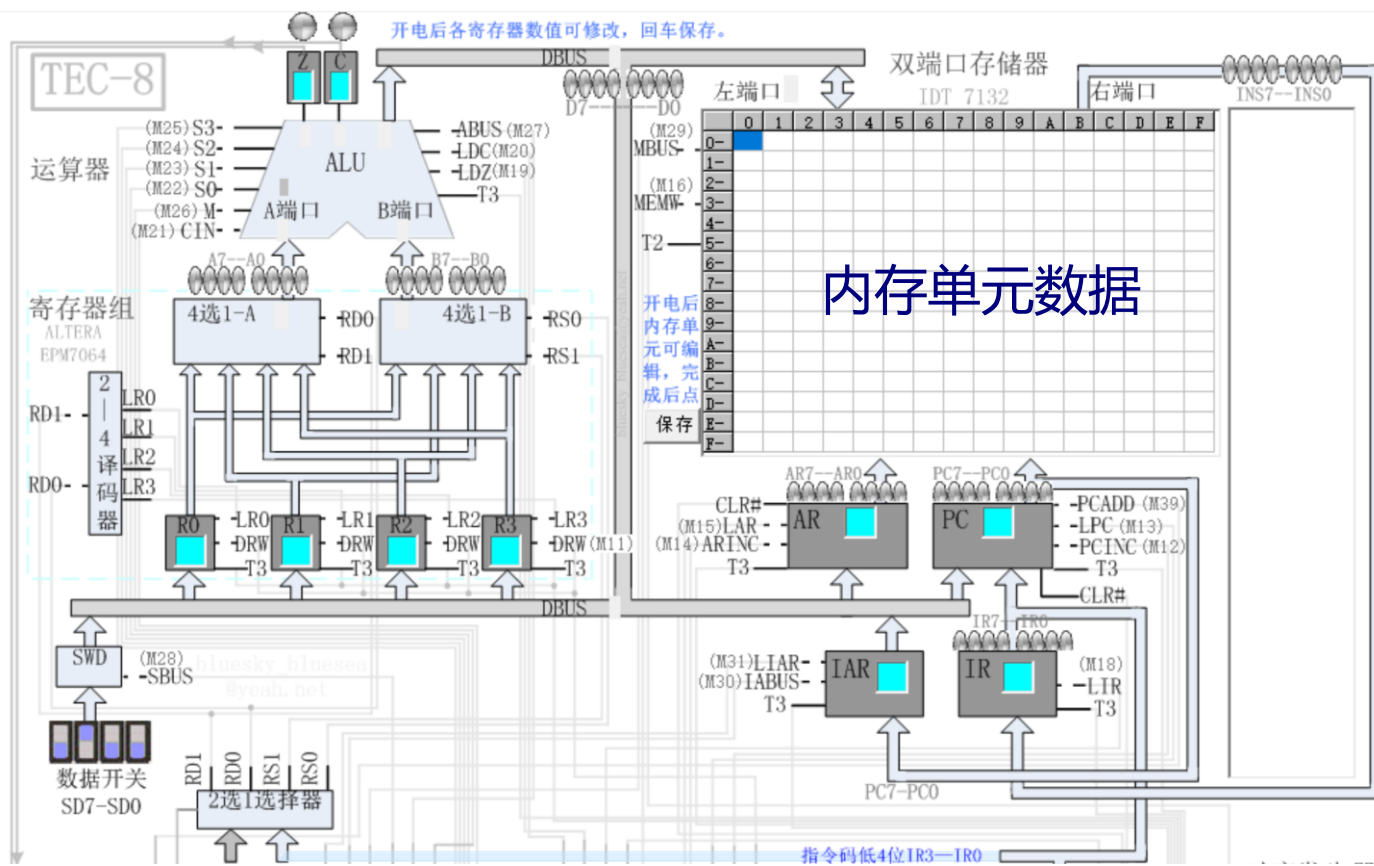
K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
1	1	1		1		1		1						1	

- 计算 $R_0 | R_1$ ($M=1$, $S_3-S_0=1110$)

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
1		1	1	1		1		1						1	

实验示例——存储器实验

- 从存储器地址10H开始，通过左端口连续向双端口RAM中写入3个数：85H，60H，38H。在写的过程中，在右端口检测写的数据是否正确
- 从存储器地址10H 开始，连续从双端口RAM的左端口和右端口同时读出存储器的内容。



实验示例——存储器实验

- 微程序模式 (DP=1, SWC-SWA=110)
- 设置左端口地址为10H

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
			1				

- 写入85H

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1					1		1

- 写入60H

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	1	1					

- 写入38H

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
		1	1	1			

实验示例——存储器实验

- 设置左端口地址为10H

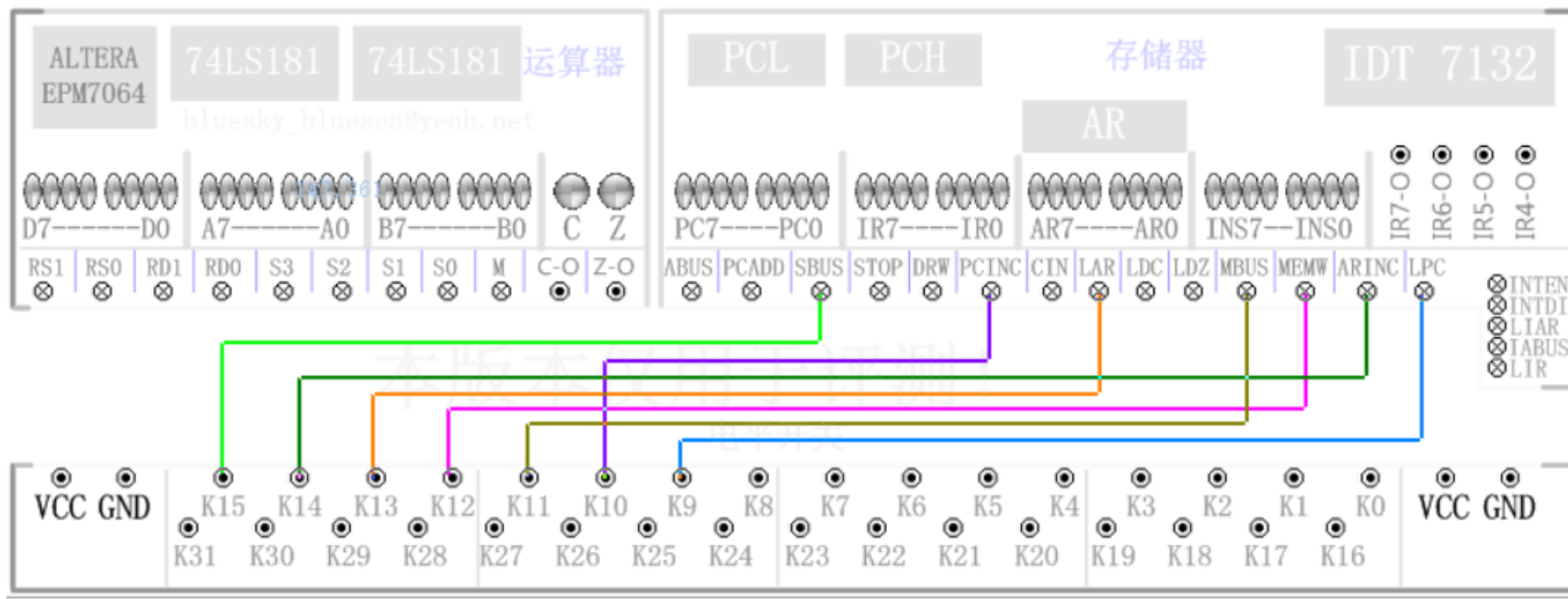
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
			1				

- 按QD分别读出10H、11H、12H的值

实验示例——存储器实验

■ 独立模式 (DP=1)

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9
SBUS	ARINC	LAR	MEMW	MBUS	PCINC	LPC



实验示例——存储器实验

■ 设置左端口地址为10H

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9
1		1				1

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
			1				

■ 写入85H

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9
1	1		1			

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1					1		1

■ 写入60H

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9
1	1		1			

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	1	1					

■ 写入38H

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9
1	1		1			

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
		1	1	1			

实验示例——存储器实验

■ 设置左端口地址为10H

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9
1		1				1

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
			1				

■ 读出85H

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9
	1			1	1	

■ 读出85H

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9
	1			1	1	

■ 读出85H

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9
	1			1	1	



实验示例——数据通路实验

- 将数75H写到寄存器R₀，数28H写到寄存器R₁，数89H写到寄存器R₂，数32H写到寄存器R₃
- 将寄存器R₀中的数写入存储器20H单元，将寄存器R₁中的数写入存储器21H单元，将寄存器R₂中的数写入存储器22H单元，将寄存器R₃中的数写入存储器23H单元
- 从存储器20H单元读出数到寄存器R₃，从存储器21H单元读出数到寄存器R₂，从存储器22H单元读出数到寄存器R₁，从存储器23H单元读出数到寄存器R₀
- 显示4个寄存器R₀、R₁、R₂、R₃的值，检查数据传送是否正确

实验示例——数据通路实验

- 微程序模式 (DP=1, SWC-SWA=111)
- 将数75H写到寄存器R₀

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	1	1	1		1		1

- 将数28H写到寄存器R₁

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
		1		1			

- 将数89H写到寄存器R₂

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1				1			1

- 将数32H写到寄存器R₃

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
		1	1			1	

实验示例——数据通路实验

- 设置地址为20H

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
		1					

- 将寄存器R₀中的数写入存储器20H单元
 - 按QD
- 将寄存器R₁中的数写入存储器21H单元
 - 按QD
- 将寄存器R₂中的数写入存储器22H单元
 - 按QD
- 将寄存器R₃中的数写入存储器23H单元
 - 按QD

实验示例——数据通路实验

- 设置地址为20H

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
		1					

- 从存储器20H单元读出数到寄存器R₃
 - 按QD
- 从存储器21H单元读出数到寄存器R₂
 - 按QD
- 从存储器22H单元读出数到寄存器 R₁
 - 按QD
- 从存储器23H单元读出数到寄存器R₀
 - 按QD

实验示例——数据通路实验

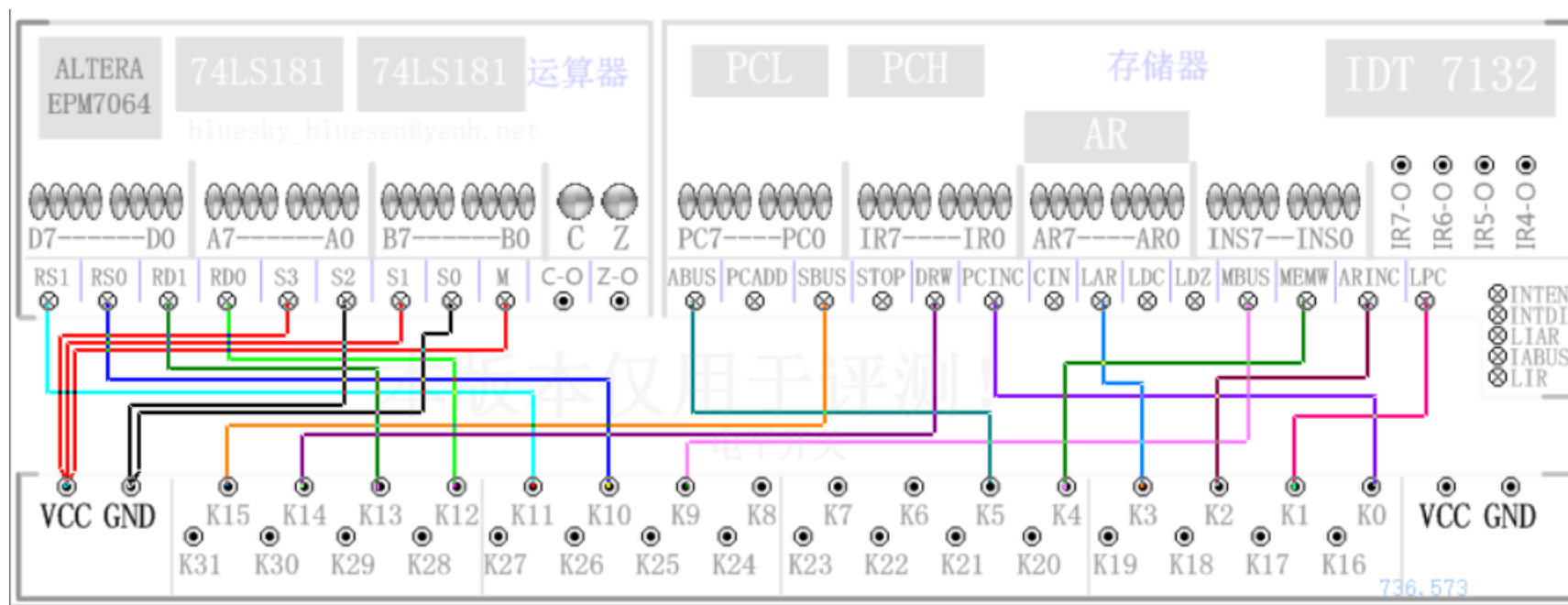
- 显示4个寄存器R₀、R₁、R₂、R₃的值，检查数据传送是否正确
 - 按QD，看A7-A0
 - 按QD，看A7-A0
 - 按QD，看A7-A0
 - 按QD，看A7-A0

实验示例——数据通路实验

■ 独立模式 (DP=1)

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8
SBUS	DRW	RD1	RD0	RS1	RS0	MBUS	M

K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
S3	S1	ABUS	MEMW	LAR	ARINC	LPC	PCINC



实验示例——数据通路实验

■ 将数75H写到寄存器R₀

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
1	1														

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	1	1	1		1		1

■ 将数28H写到寄存器R₁

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
1	1		1												

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
		1		1			

■ 将数89H写到寄存器R₂

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
1	1	1													

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1				1			1

实验示例——数据通路实验

■ 将数32H写到寄存器R₃

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
1	1	1	1												

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
		1	1			1	

实验示例——数据通路实验

■ 设置地址为20H

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
1												1		1	

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
		1					

■ 将寄存器R₀中的数写入存储器20H单元

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
							1	1	1	1	1		1		1

■ 将寄存器R₁中的数写入存储器21H单元

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
					1		1	1	1	1	1		1		1

■ 将寄存器R₂中的数写入存储器22H单元

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
				1			1	1	1	1	1		1		1

■ 将寄存器R₃中的数写入存储器23H单元

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
				1	1		1	1	1	1	1		1		1

实验示例——数据通路实验

■ 设置地址为20H

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
1												1		1	

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
		1					

■ 将寄存器R₀中的数写入存储器20H单元

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
							1	1	1	1	1		1		1

■ 将寄存器R₁中的数写入存储器21H单元

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
					1		1	1	1	1	1		1		1

■ 将寄存器R₂中的数写入存储器22H单元

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
				1			1	1	1	1	1		1		1

■ 将寄存器R₃中的数写入存储器23H单元

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
				1	1		1	1	1	1	1		1		1

实验示例——数据通路实验

- 显示R₀寄存器的值，看A7-A0

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
						1	1	1	1						

- 显示R₁寄存器的值，看A7-A0

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
					1	1	1	1	1						

- 显示R₂寄存器的值，看A7-A0

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
				1		1	1	1	1						

- 显示R₃寄存器的值，看A7-A0

K15	K14	K13	K12	K11	K10	K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0
				1	1	1	1	1	1						

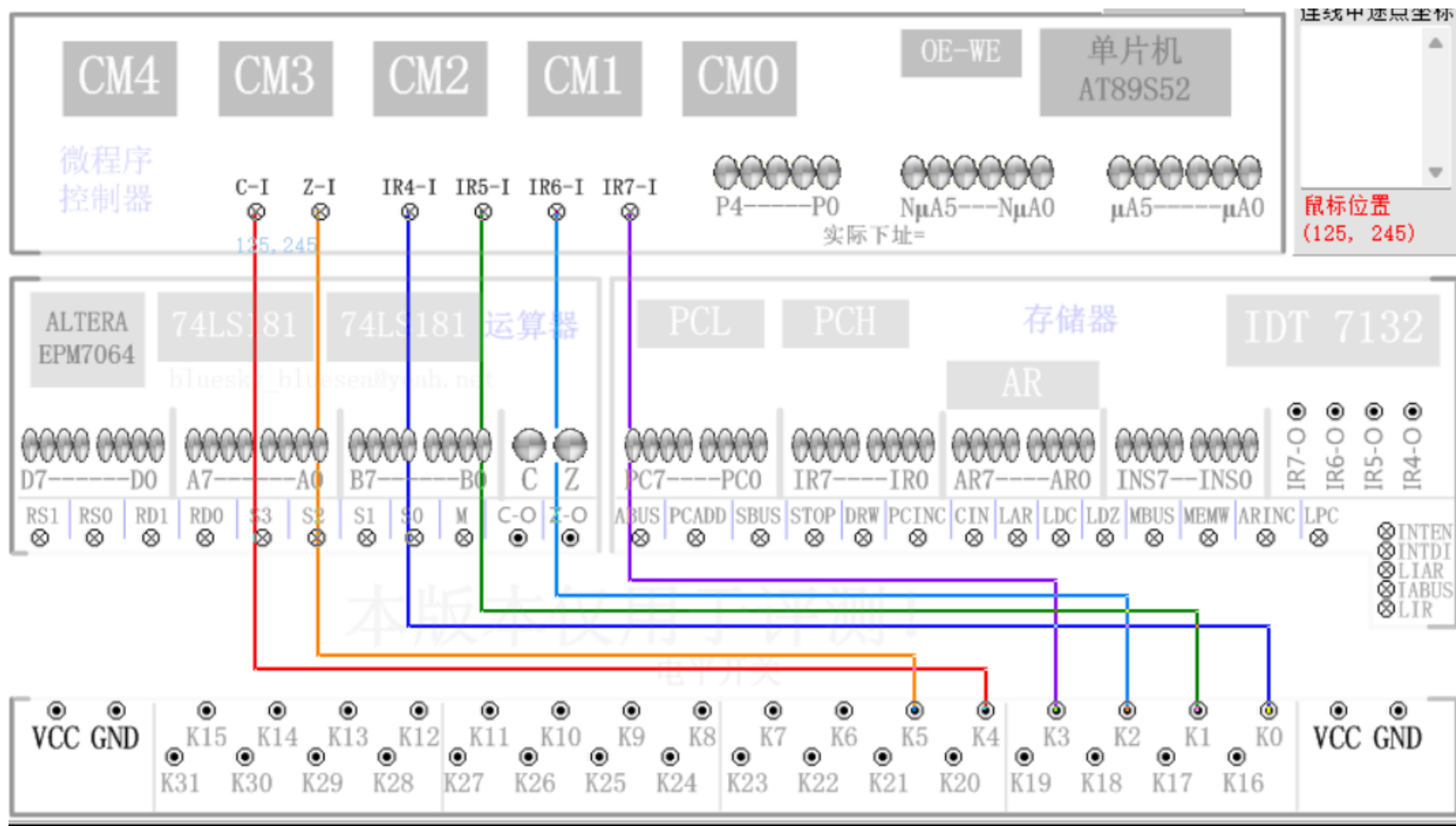


实验示例——微程序控制器实验

- 正确设置模式开关SWA、SWB、SWC，用单微指令方式（单拍开关DP设置为1）跟踪控制台操作读寄存器、写寄存器、读存储器、写存储器的执行过程，记录下每一步的微地址 $\mu A5 \sim \mu A0$ 、判别位P4~P0和有关控制信号的值，写出这4种控制台操作的作用和使用方法
- 正确设置指令操作码IR7~IR4，用单微指令方式跟踪除停机指令STP之外的所有指令的执行过程。记录下每一步的微地址 $\mu A5 \sim \mu A0$ 、判别位P4~P0和有关控制信号的值。对于JZ指令，跟踪Z=1、Z=0两种情况；对于JZ指令，跟踪C=1、C=0两种情况

实验示例——微程序控制器实验

K5	K4	K3	K2	K1	K0
Z-I	C-I	IR7-I	IR6-I	IR5-I	IR4-I



实验示例——微程序控制器实验

- 写存储器 (DP=1, SWC-SWA=001)
- 以向20H位置处写75H为例
- 设置地址为20H

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
		1					

- 存储75H

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	1	1	1		1		1

实验示例——微程序控制器实验

- 读存储器 (DP=1, SWC-SWA=010)
- 以从20H位置处读75H为例
- 设置地址为20H

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
		1					

- 读取75H



实验示例——微程序控制器实验

- 写寄存器 (DP=1, SWC-SWA=100)
- 以将75H、32H、28H、ABH分别写入R₀、R₁、R₂、R₃寄存器为例
- 将75H写入R₀寄存器

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	1	1	1		1		1

- 将32H写入R₁寄存器

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
		1	1			1	

- 将28H写入R₂寄存器

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
		1		1			

- 将ABH写入R₃寄存器

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1		1		1		1	1



实验示例——微程序控制器实验

- 读寄存器 (DP=1, SWC-SWA=011)
 - 按QD, 看A7-A0, B7-B0
 - 按QD, 看A7-A0, B7-B0
 - 按QD, 看A7-A0, B7-B0
 - 按QD, 看A7-A0, B7-B0

实验示例——微程序控制器实验

- 修改拨码开关K3-K0，改变执行的指令
- 修改K5-K4改变进位和零标志的值

名称	助记符	功 能	指令格式		
			IR(7-4)	IR(3-2)	IR(1-0)
加法	ADD Rd, Rs	$Rd \leftarrow Rd + Rs$	0001	Rd	Rs
减法	SUB Rd, Rs	$Rd \leftarrow Rd - Rs$	0010	Rd	Rs
逻辑与	AND Rd, Rs	$Rd \leftarrow Rd \text{ and } Rs$	0011	Rd	Rs
加 1	INC Rd	$Rd \leftarrow Rd + 1$	0100	Rd	XX
取数	LD Rd, [Rs]	$Rd \leftarrow [Rs]$	0101	Rd	Rs
存数	ST Rs, [Rd]	$Rs \rightarrow [Rd]$	0110	Rd	Rs
C 条件转移	JC addr	C=1, 则 $PC \leftarrow @ + \text{offset}$	0111	offset	
Z 条件转移	JZ addr	Z=1, 则 $PC \leftarrow @ + \text{offset}$	1000	offset	
无条件转移	JMP [Rd]	$PC \leftarrow Rd$	1001	Rd	XX
输出	OUT Rs	$DBUS \leftarrow Rs$	1010	XX	Rs
中断返回	IRET	返回断点	1011	XX	XX
关中断	DI	禁止中断	1100	XX	XX
开中断	EI	允许中断	1101	XX	XX
停机	STP	暂停运行	1110	XX	XX