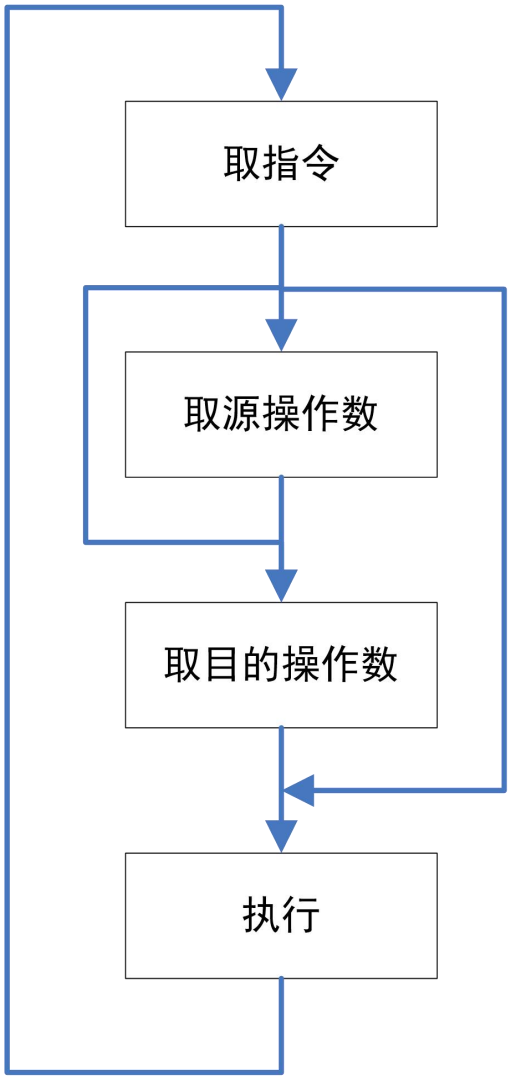
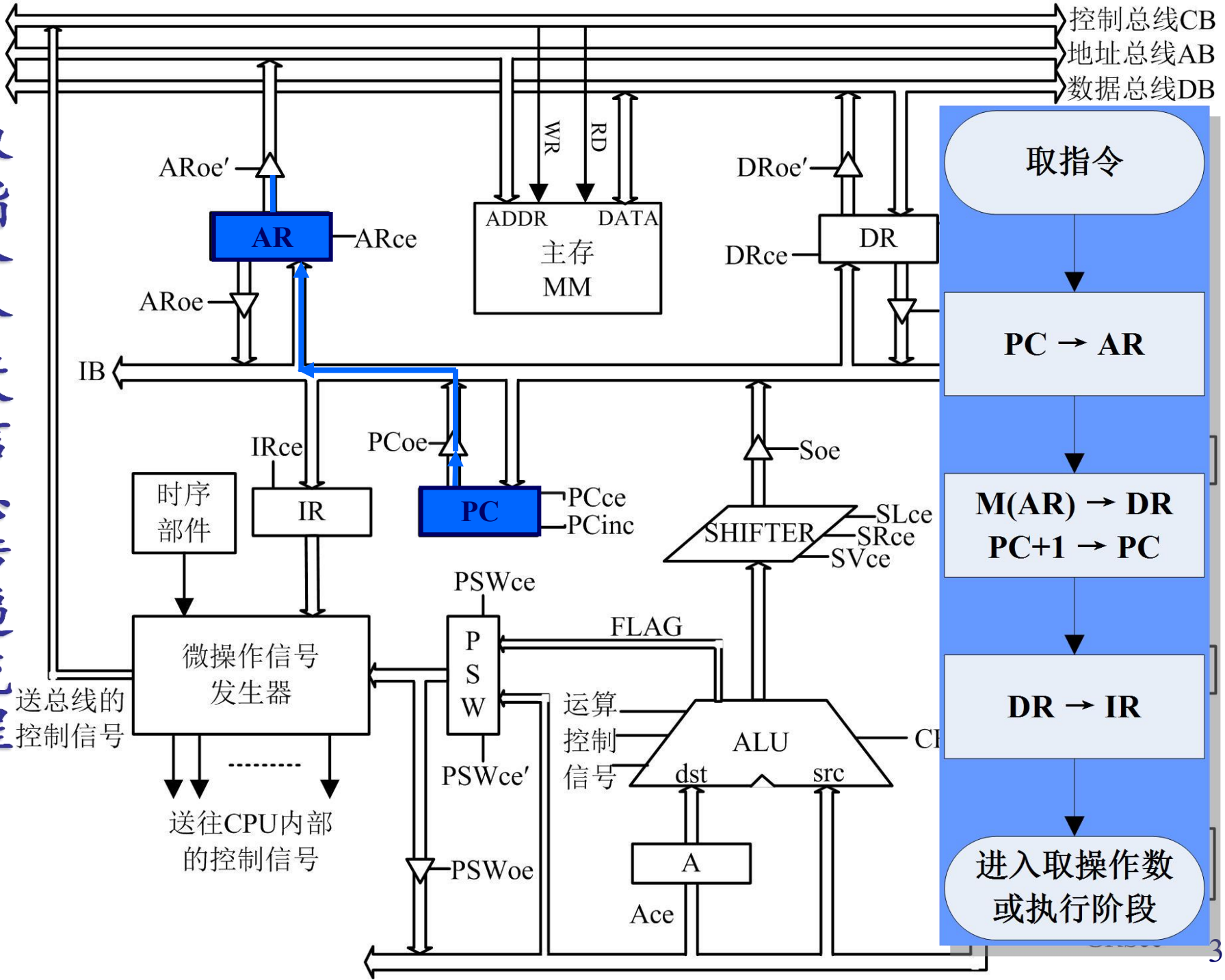
7.3 指令执行流程

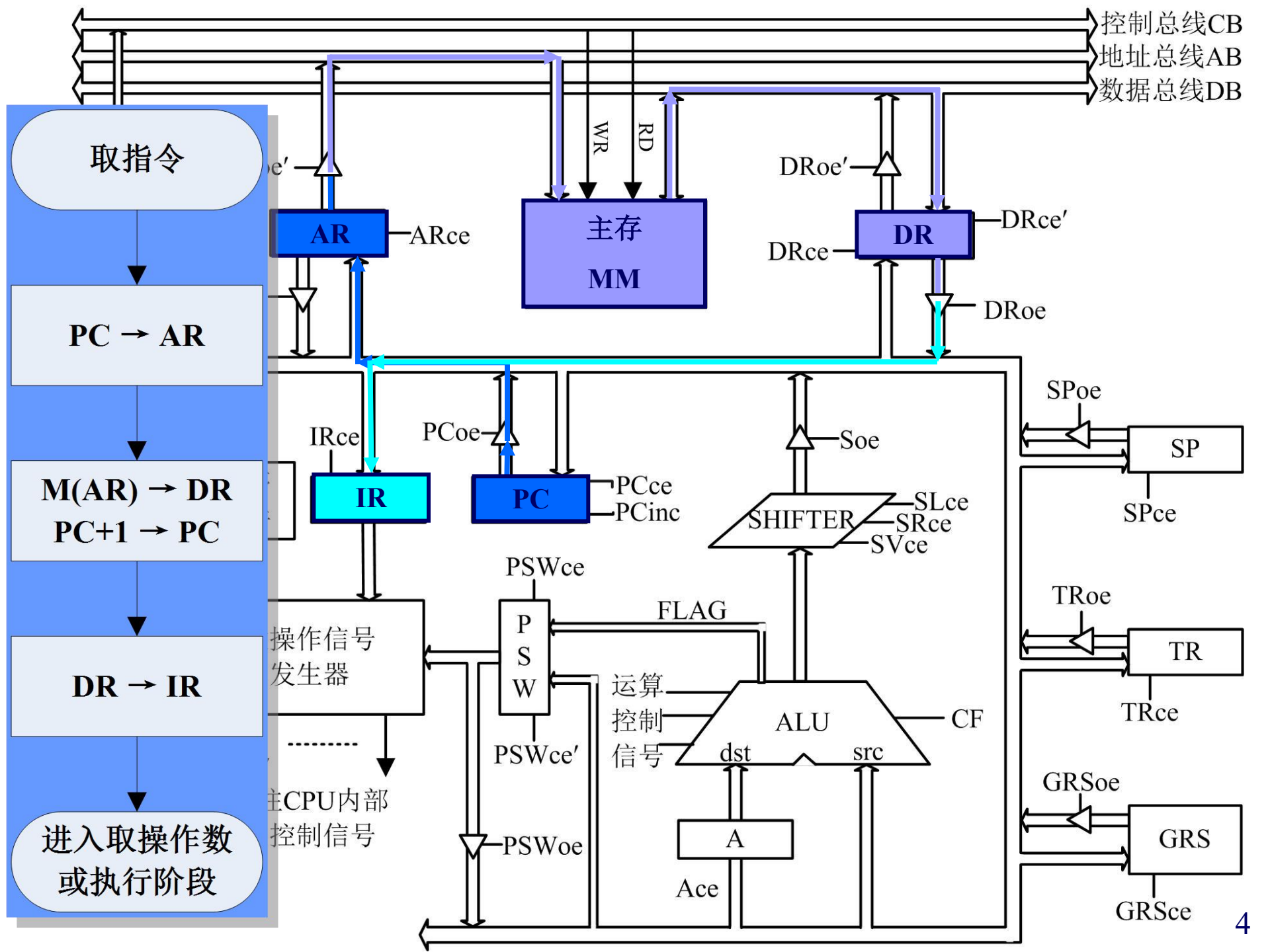
指令执行流程

- 计算机的工作过程就是周而复始地执行指令的过程；
- 理解了指令执行流程，也就理解了计算机的工作流程。

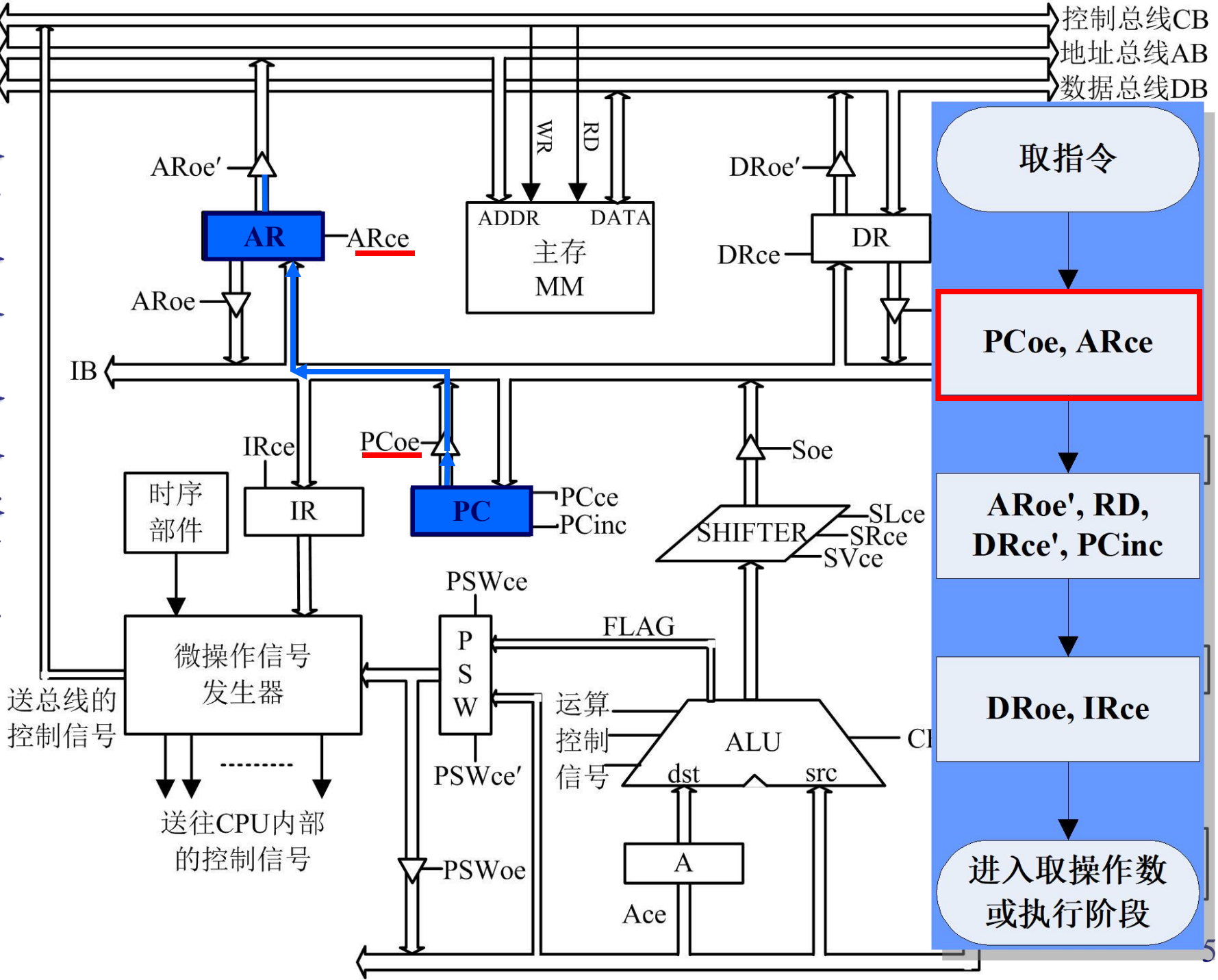


取指令阶段信息传递流程

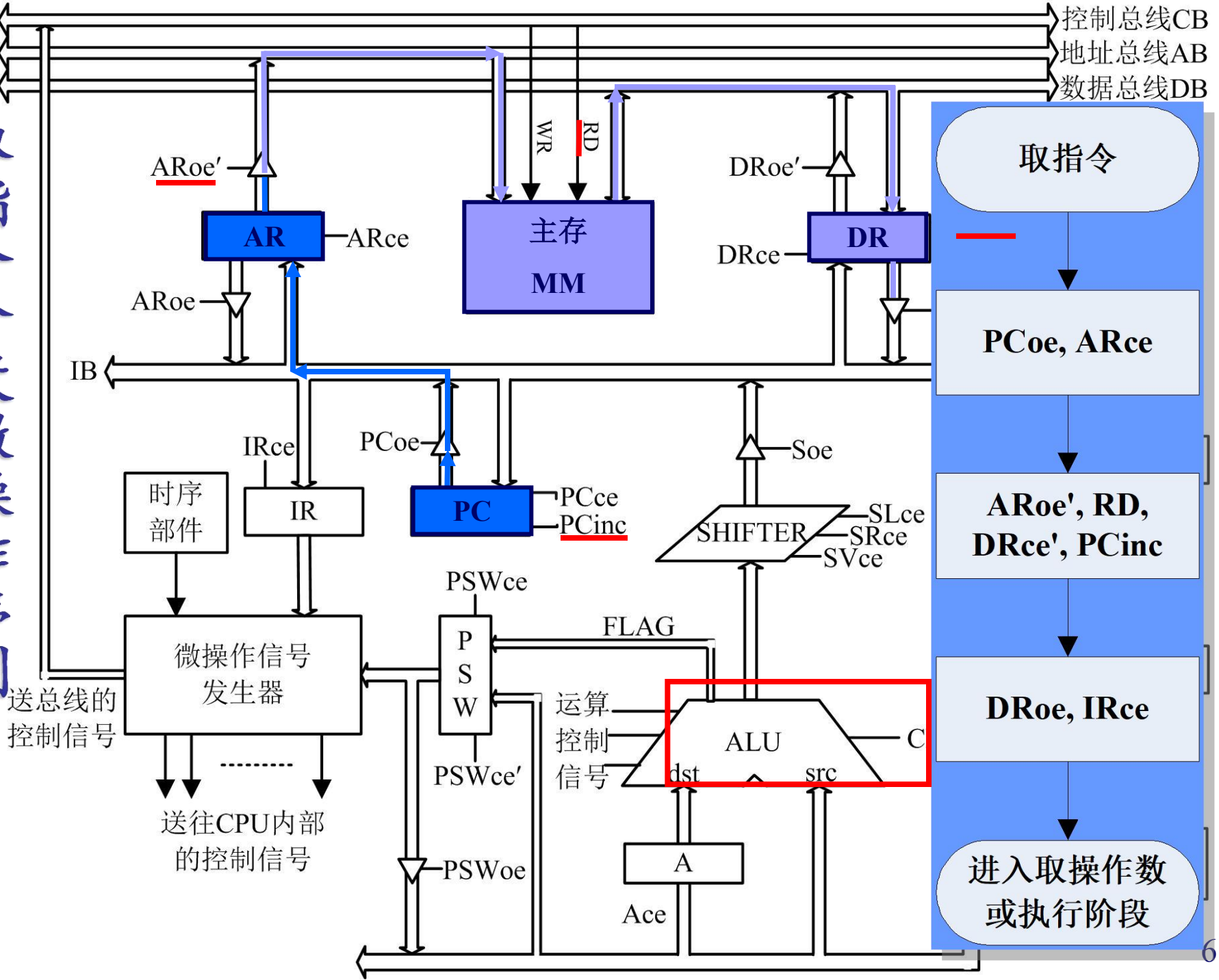


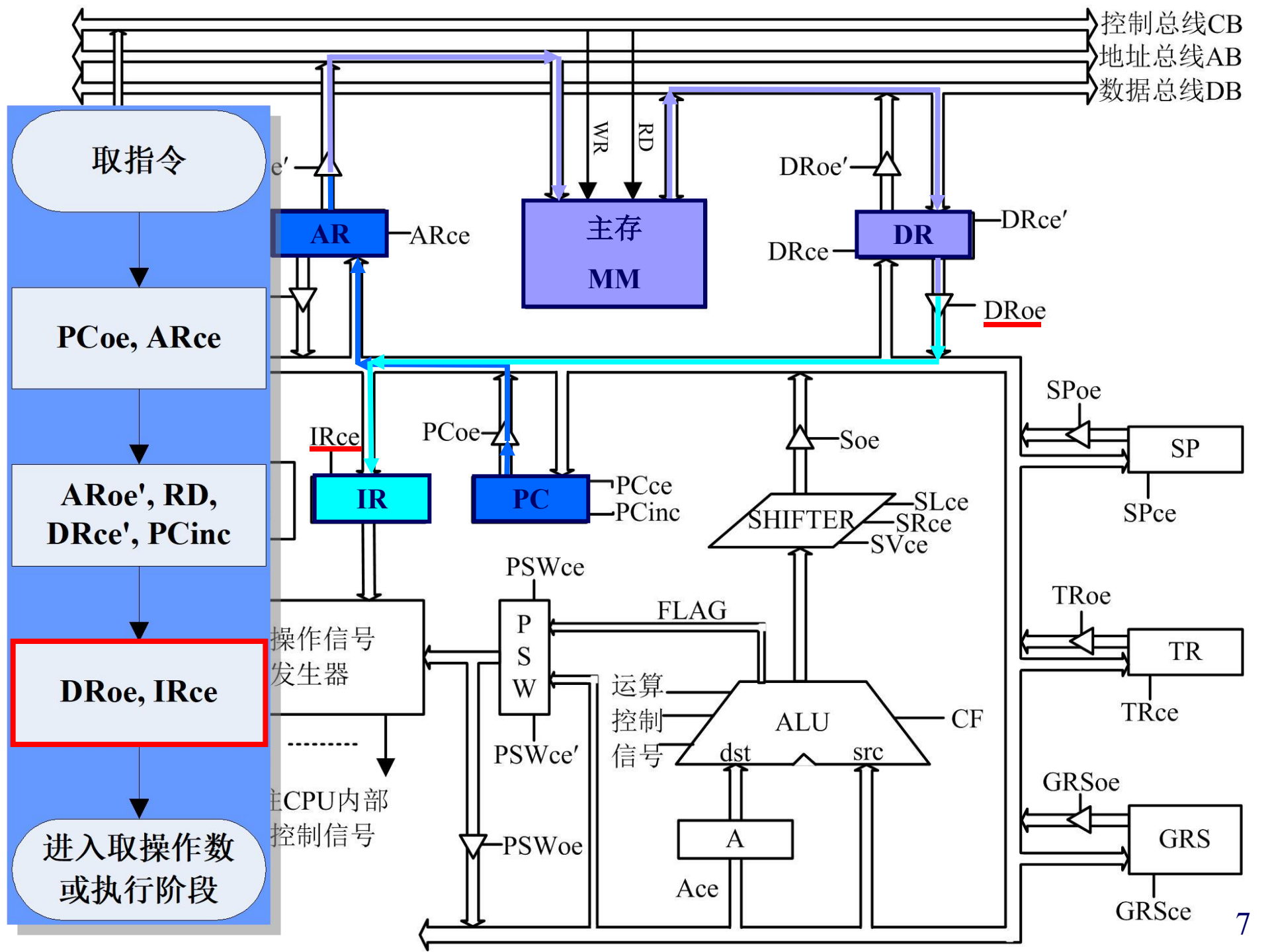

取指令
PC → AR
M(AR) → DR
PC+1 → PC
DR → IR
进入取操作数
或执行阶段
控制总线CB
地址总线AB
数据总线DB
WR
RD
AR
ARce
主存
MM
DRoe′
DR
DRce′
DRce
DRoe
IRce
PCoe
IR
PC
PCce
PCinc
Soe
SHIFTER
SLce
SRce
SVce
SPoe
SP
SPce
PSWce
FLAG
P
S
W
操作信号
发生器
运算
控制
信号
ALU
CF
dst
src
PSWce′
TRoe
TR
TRce
GRSoe
GRS
GRSce
A
Ace
PSWoe
CPU内部
控制信号

取指令阶段微操作序列

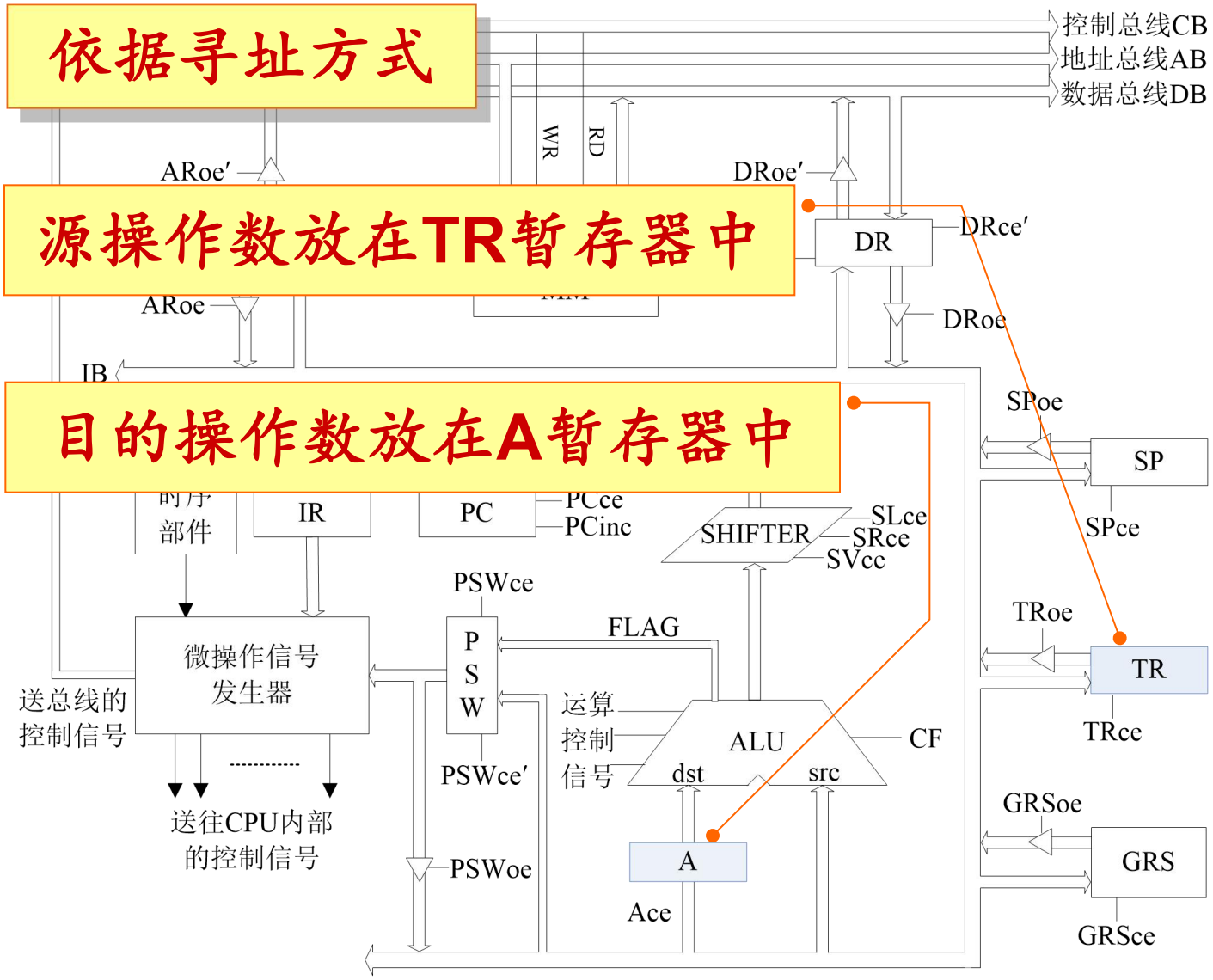

控制总线CB
地址总线AB
数据总线DB
AROe′
AR
ARce
AROe
WR
RD
ADDR
DATA
主存
MM
DROe′
DRce
DR
IB
IRce
PCoe
时序
部件
IR
PC
PCce
PCinc
Soe
SHIFTER
SLce
SRce
SVce
PSWce
FLAG
P
S
W
微操作信号
发生器
送总线的
控制信号
运算
控制
信号
ALU
dst
src
CI
PSWce′
送往CPU内部
的控制信号
PSWoe
A
Ace
取指令
PCoe, ARce
AROe', RD,
DRce', PCinc
DROe, IRce
进入取操作数
或执行阶段

取指令阶段微操作序列


控制总线CB
地址总线AB
数据总线DB
WR
RD
AROe′
AR
ARce
AROe
主存
MM
DROe′
DR
DRce
IB
IRce
PCoe
时序
部件
IR
PC
PCce
PCinc
Soe
SHIFTER
SLce
SRce
SVce
PSWce
FLAG
P
S
W
微操作信号
发生器
送总线的
控制信号
运算
控制
信号
ALU
C
dst
src
PSWce′
送往CPU内部
的控制信号
PSWoe
A
Ace
取指令
PCoe, ARce
AROe', RD,
DRce', PCinc
DROe, IRce
进入取操作数
或执行阶段


取指令
PCoe, ARce
ARoe', RD,
DRce', PCinc
DRoe, IRce
进入取操作数
或执行阶段
控制总线CB
地址总线AB
数据总线DB
WR
RD
AR
ARce
主存
MM
DRoe'
DR
DRce'
DRce
DRoe
SPoe
SP
SPce
IRce
PCoe
IR
PC
PCce
PCinc
Soe
SHIFTER
SLce
SRce
SVce
PSWce
FLAG
操作信号
发生器
P
S
W
TRoe
TR
TRce
运算
控制
信号
ALU
CF
dst
src
PSWce'
CPU内部
控制信号
PSWoe
A
Ace
GRSoe
GRS
GRSce

取操作数阶段

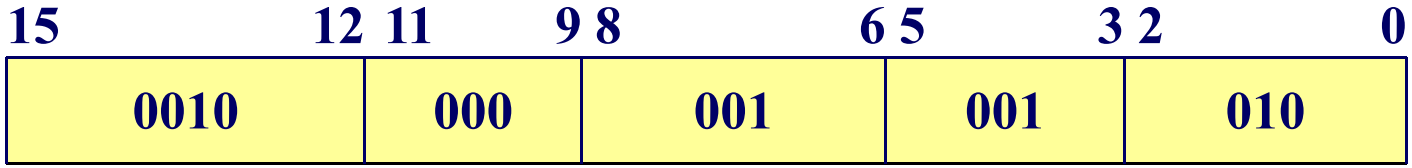

依据寻址方式
源操作数放在TR暂存器中
目的操作数放在A暂存器中
控制总线CB
地址总线AB
数据总线DB
WR
RD
AROe′
DROe′
DR
DRce′
AROe
DROe
IB
SPoe
SP
SPce
部件
IR
PC
PCce
PCinc
SHIFTER
SLce
SRce
SVce
PSWce
FLAG
TRoe
TR
TRce
微操作信号
发生器
送总线的
控制信号
P
S
W
运算
控制
信号
ALU
CF
dst
src
PSWce′
送往CPU内部
的控制信号
PSWoe
A
Ace
GRSoe
GRS
GRSce

执行阶段

- 执行指令操作码所表示的指令功能
  - 比如加法、数据传送等等
- 保存结果
  - 在目的操作数所在的内存单元或寄存器
- 不同类型的指令有不同的执行流程

指令执行微流程举例

- 例1 ADD R1, (R2)的微操作序列
  - 源操作数是寄存器寻址
  - 目的操作数是寄存器间接寻址



  - 指令编码的十六进制值：204AH

  - 表 6.9 JUC-II模型机指令编码表
  - 表 6.8 寻址方式及编码

模型机的指令编码表

❖ JUC-II模型机的指令系统设计有38条指令，分为5类

指令助记符		指令编码																影响PSW			
		F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	S	Z	O	C
MOV	src, dst	0	0	0	1	源地址码						目的地址码						–	–	–	–
ADD	src, dst	0	0	1	0	源地址码						目的地址码						√	√	√	√
ADDC	src, dst	0	0	1	1	源地址码						目的地址码						√	√	√	√
SUB	src, dst	0	1	0	0	源地址码						目的地址码						√	√	√	√
SUBB	src, dst	0	1	0	1	源地址码						目的地址码						√	√	√	√
AND	src, dst	0	1	1	0	源地址码						目的地址码						√	√	×	×
OR	src, dst	0	1	1	1	源地址码						目的地址码						√	√	×	×
XOR	src, dst	1	0	0	0	源地址码						目的地址码						√	√	×	×
CMP	src, dst	1	0	0	1	源地址码						目的地址码						√	√	√	√
TEST	src, dst	1	0	1	0	源地址码						目的地址码						√	√	×	×
SAR	dst	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	目的地址码						×	×	×	√
SHL	dst	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	目的地址码						×	×	×	√
SHR	dst	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	目的地址码						×	×	×	√
ROL	dst	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	目的地址码						×	×	×	√
ROR	dst	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	目的地址码						×	×	×	√
RCL	dst	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	目的地址码						×	×	×	√
RCR	dst	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	目的地址码						×	×	×	√
JC	dst	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	目的地址码						–	–	–	–
JNC	dst	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	目的地址码						–	–	–	–
JO	dst	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	目的地址码						–	–	–	–
JNO	dst	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	目的地址码						–	–	–	–
JZ	dst	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	目的地址码						–	–	–	–
JNZ	dst	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	目的地址码						–	–	–	–
JS	dst	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	目的地址码						–	–	–	–
JNS	dst	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	目的地址码						–	–	–	–
JMP	dst	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	目的地址码						–	–	–	–
INC	dst	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	目的地址码						√	√	√	√
DEC	dst	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	目的地址码						√	√	√	√
NOT	dst	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	目的地址码						√	√	×	×
PUSH	dst	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	目的地址码						–	–	–	–
POP	dst	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	目的地址码						–	–	–	–
CALL	dst	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	目的地址码						–	–	–	–
HALT		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–	–	–	–
NOP		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	–	–	–	–
RET		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	–	–	–	–
RETI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	–	–	–	–
EI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	–	–	–	–
DI		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	–	–	–	–

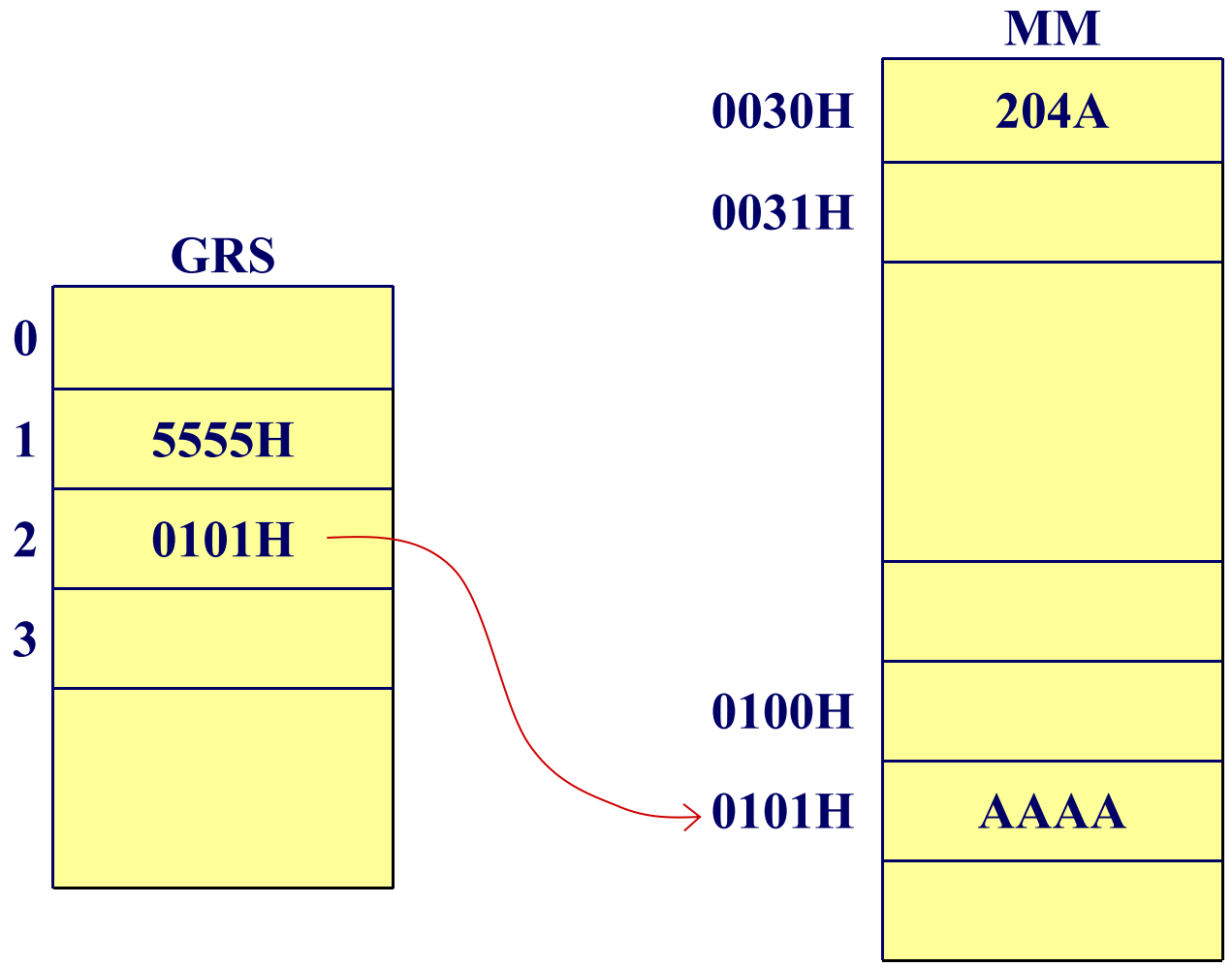
注：√表示指令设置PSW的该标志位；–表示不影响；×表示会影响、但没有意义

寻址方式及编码

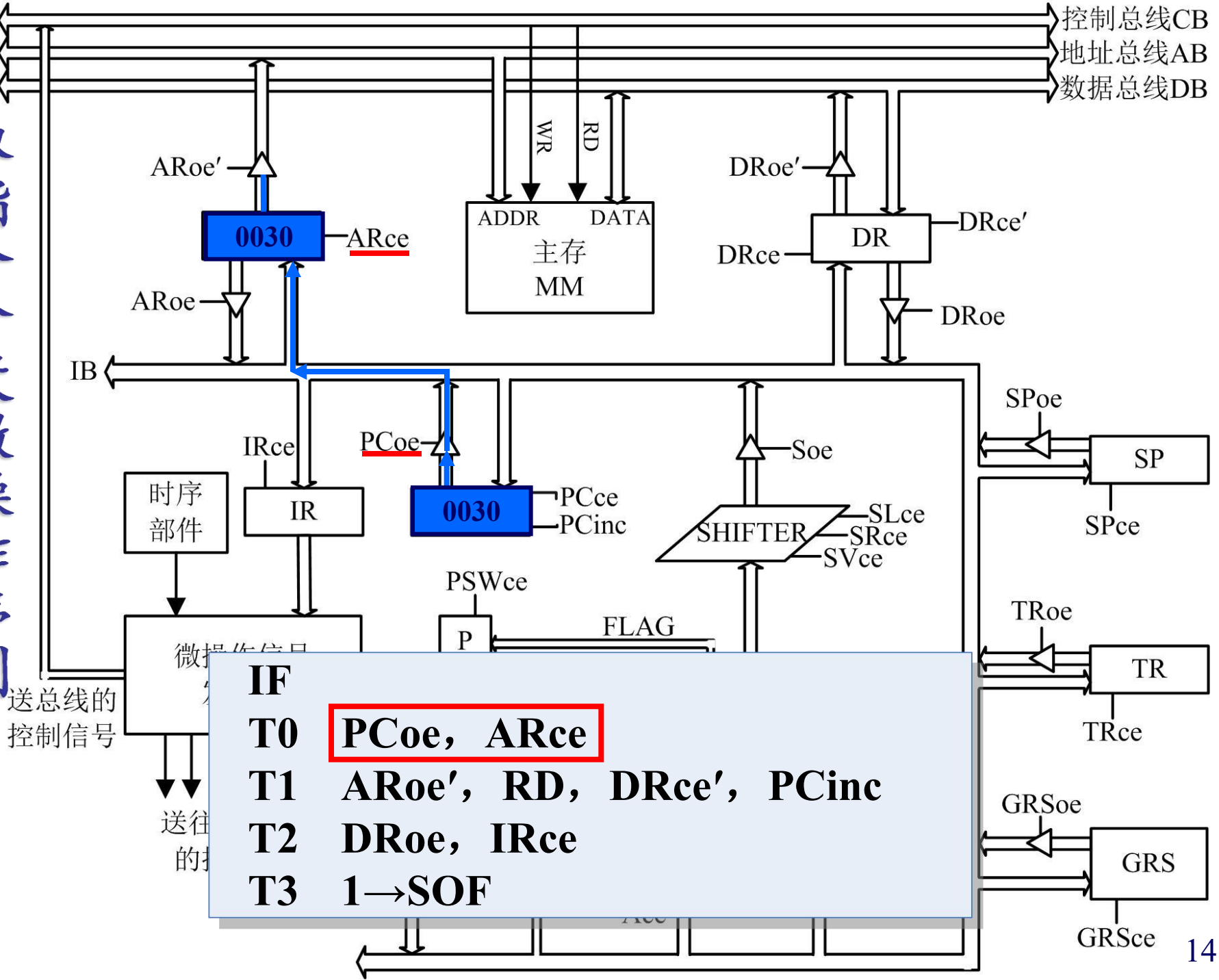
寻址方式	助记符	寻址方式编码
寄存器寻址	Rn	000
寄存器间接寻址	(Rn)	001
寄存器自增间接寻址	(Rn)+	010
立即寻址	#imm	011
直接寻址	addr	100
间接寻址	(addr)	101
变址寻址	disp(Rn)	110
相对寻址	disp(PC)	111

例1 ADD R1, (R2)

❖假设主存和寄存器内容如下



取指令阶段微操作序列



IF

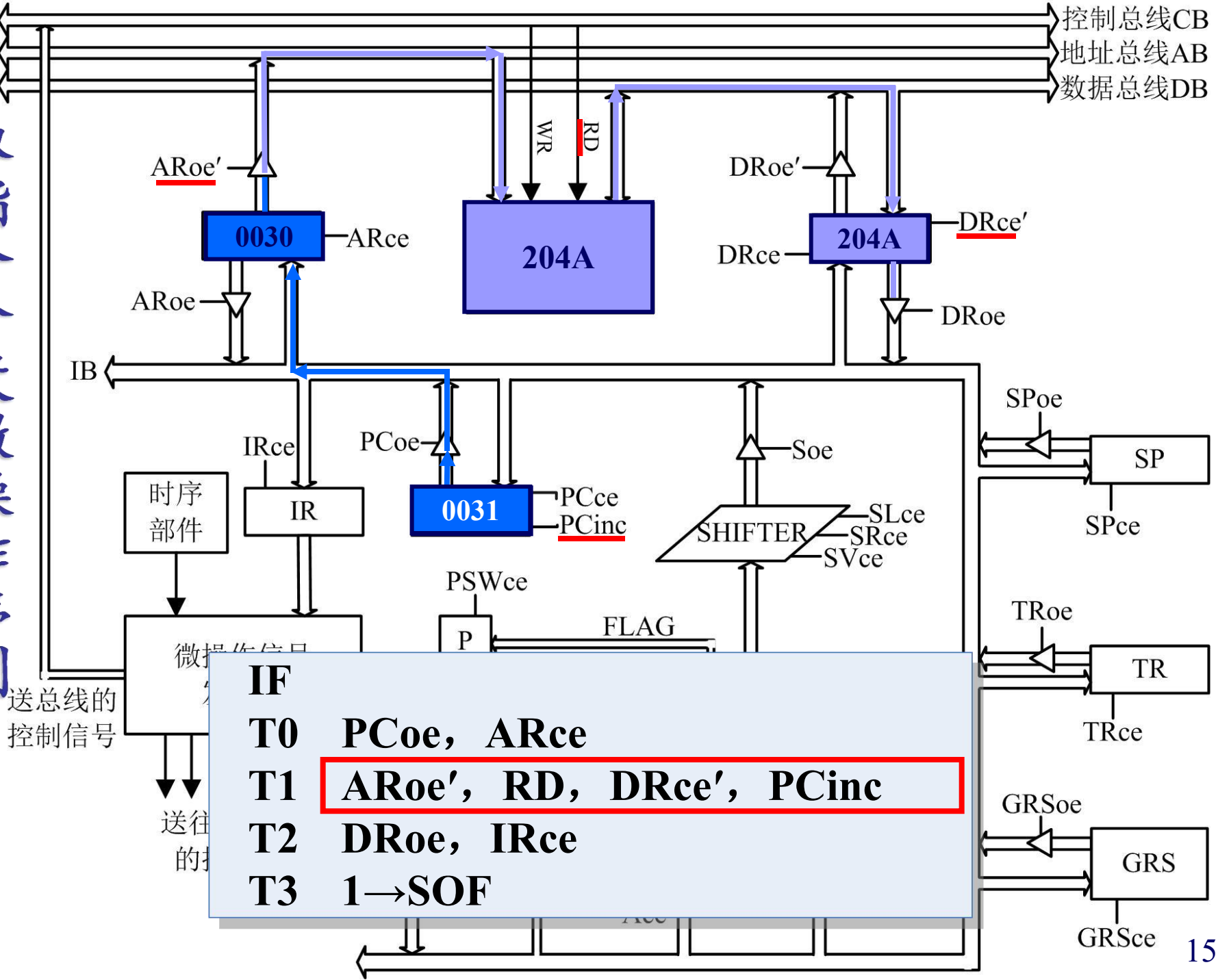
T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

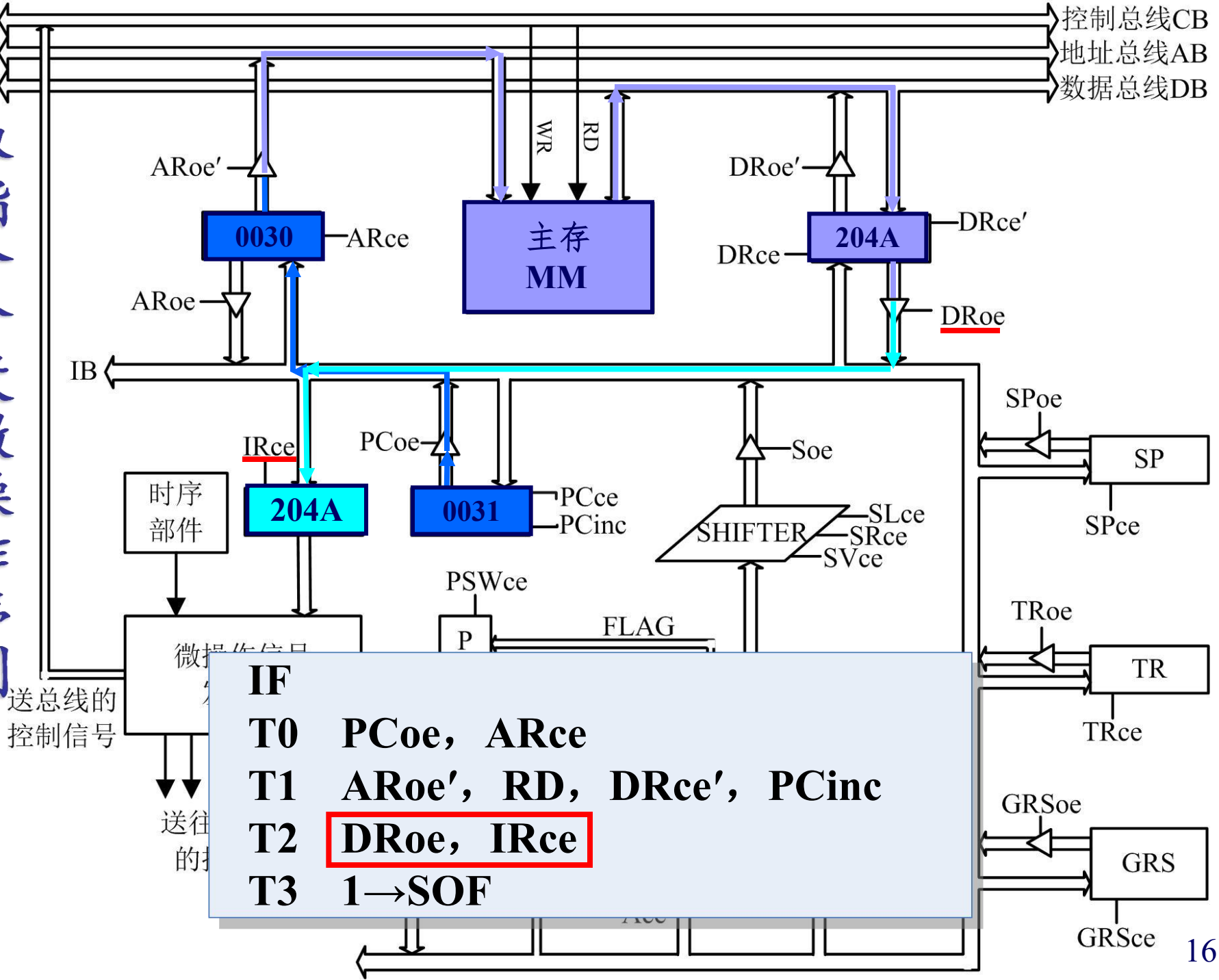
T2　DROe，IRce

T3　1→SOF

取指令阶段微操作序列


控制总线CB
地址总线AB
数据总线DB
WR
RD
AROe′
0030
ARce
AROe
204A
DROe′
DRce
204A
DRce′
DROe
IB
SPoe
SP
SPce
IRce
PCoe
Soe
时序部件
IR
0031
PCce
PCinc
SHIFTER
SLce
SRce
SVce
PSWce
FLAG
P
TROe
TR
TRce
送总线的控制信号
送往的
GRSoe
GRS
GRSce
IF
T0 PCoe，ARce
T1 AROe′，RD，DRce′，PCinc
T2 DROe，IRce
T3 1→SOF

取指令阶段微操作序列



IF

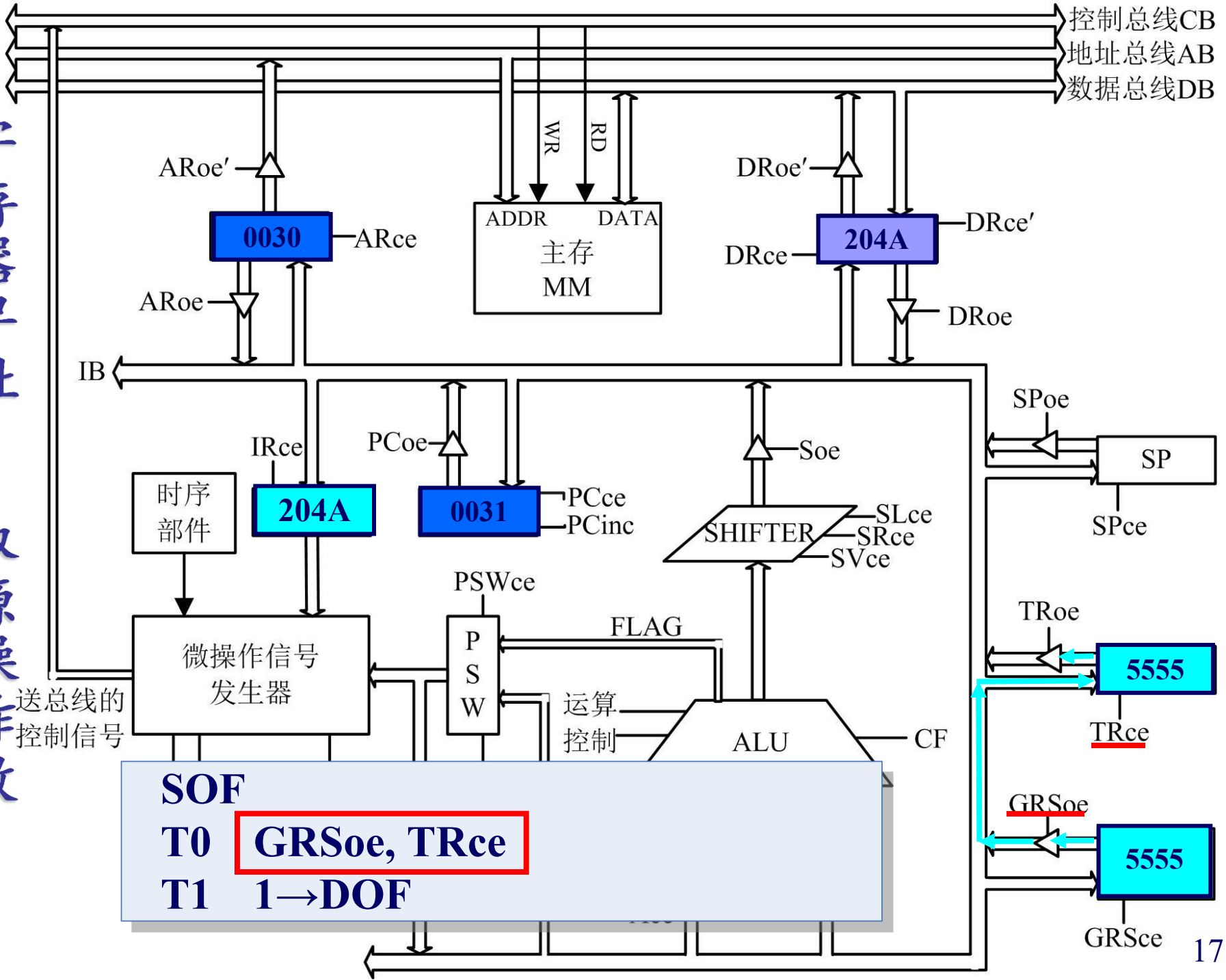
T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，IRce

T3　1→SOF

寄存器寻址——取源操作数



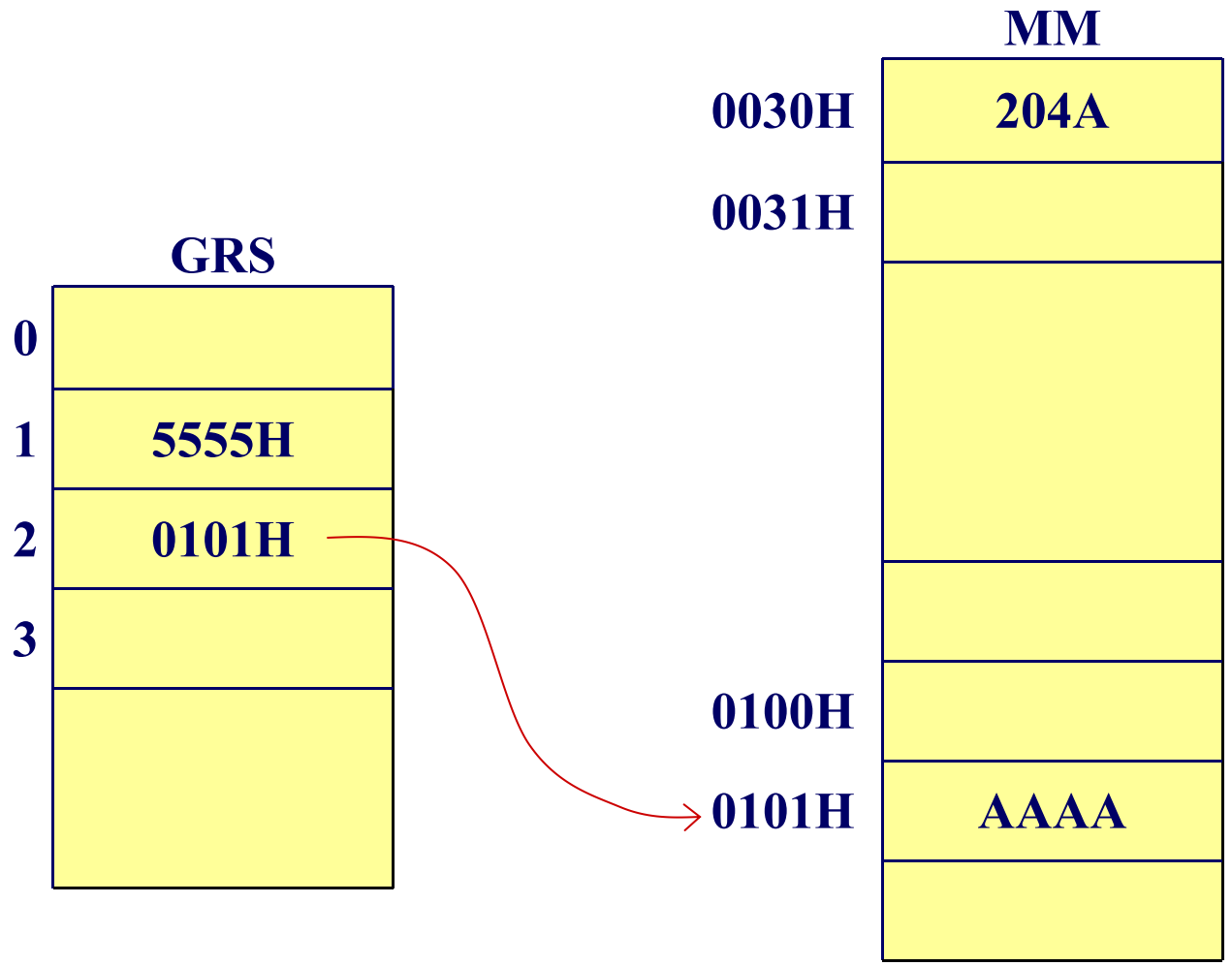
SOF

T0 GRSoe, TRce

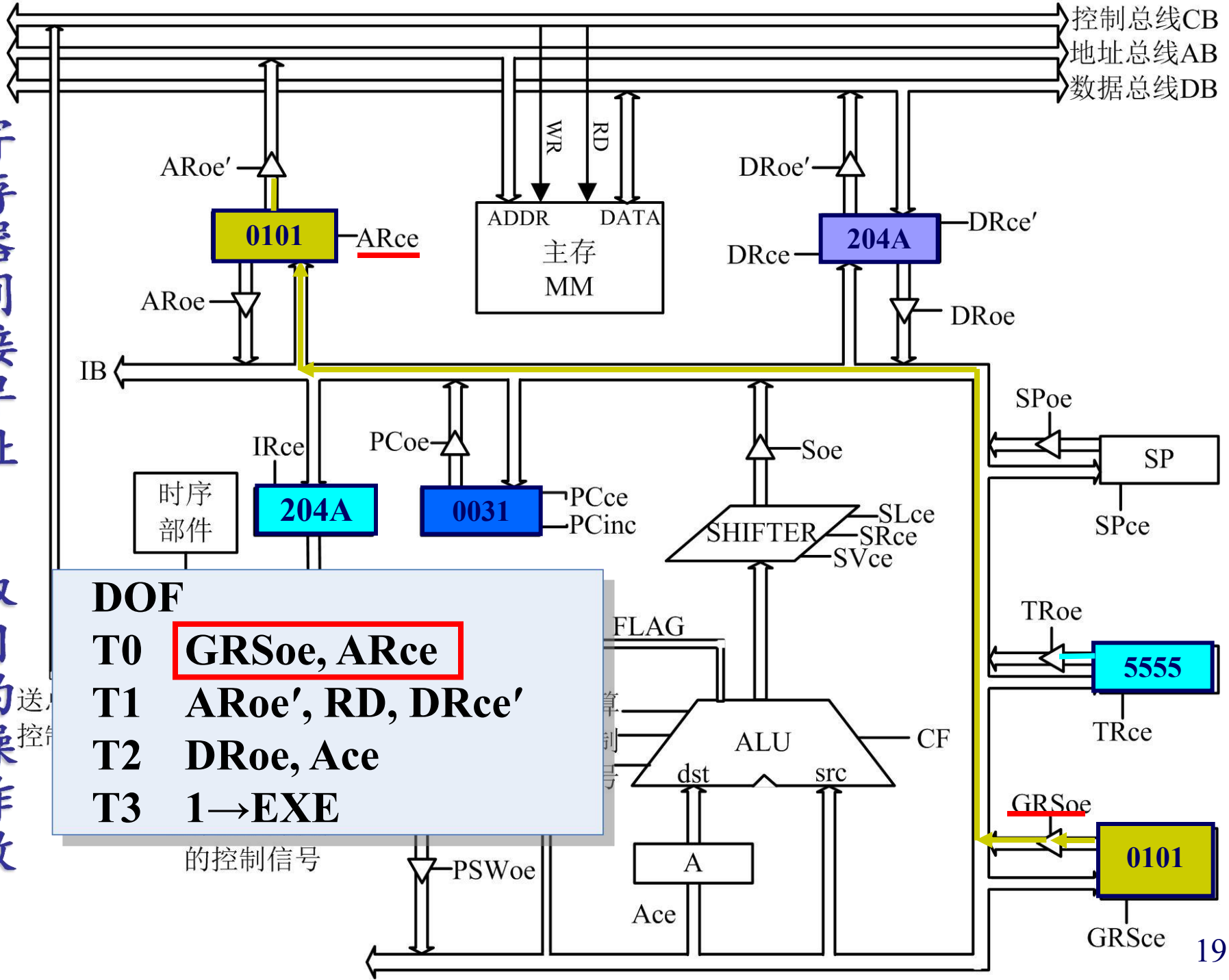
T1 1→DOF

例1 ADD R1, (R2)

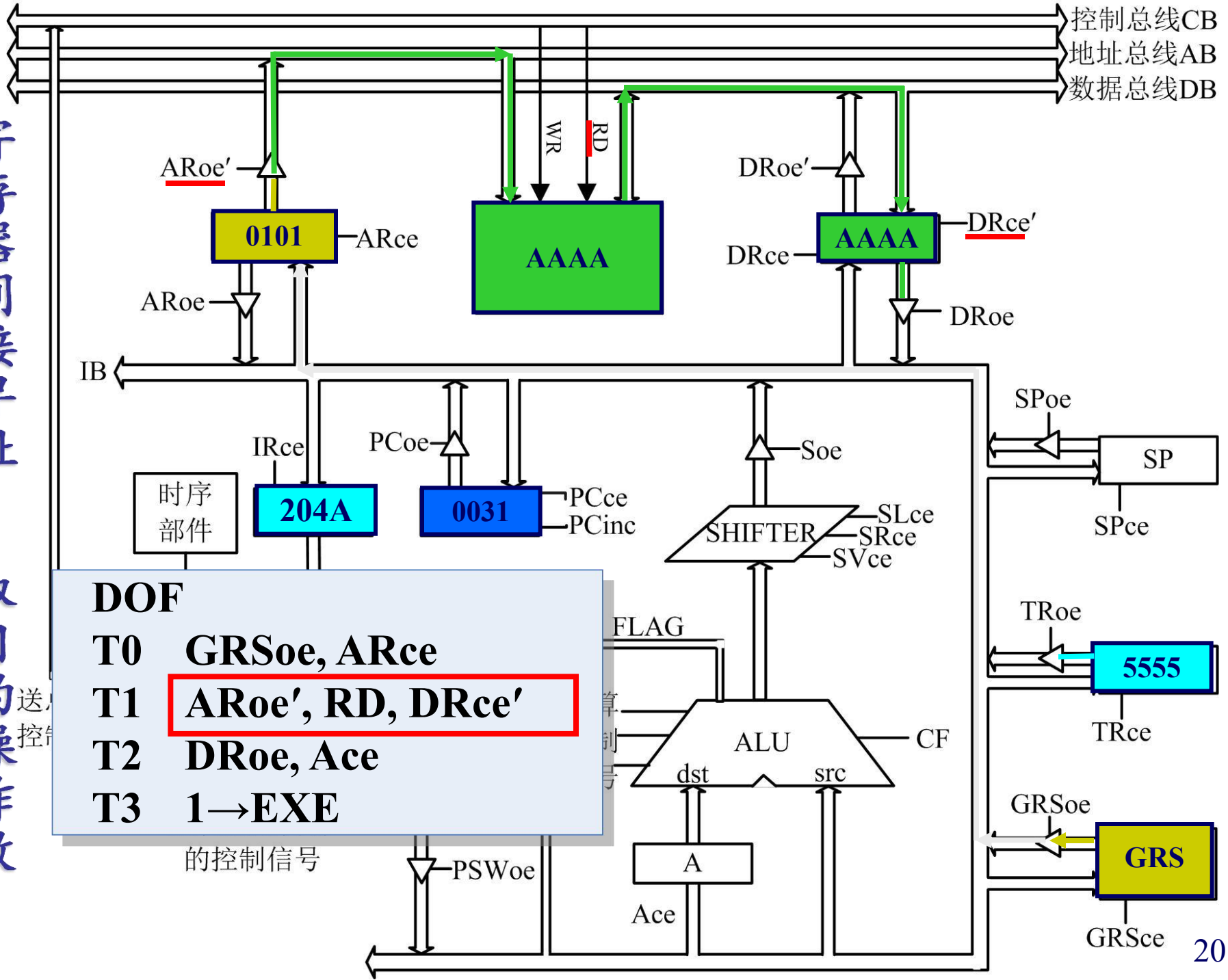
❖假设主存和寄存器内容如下



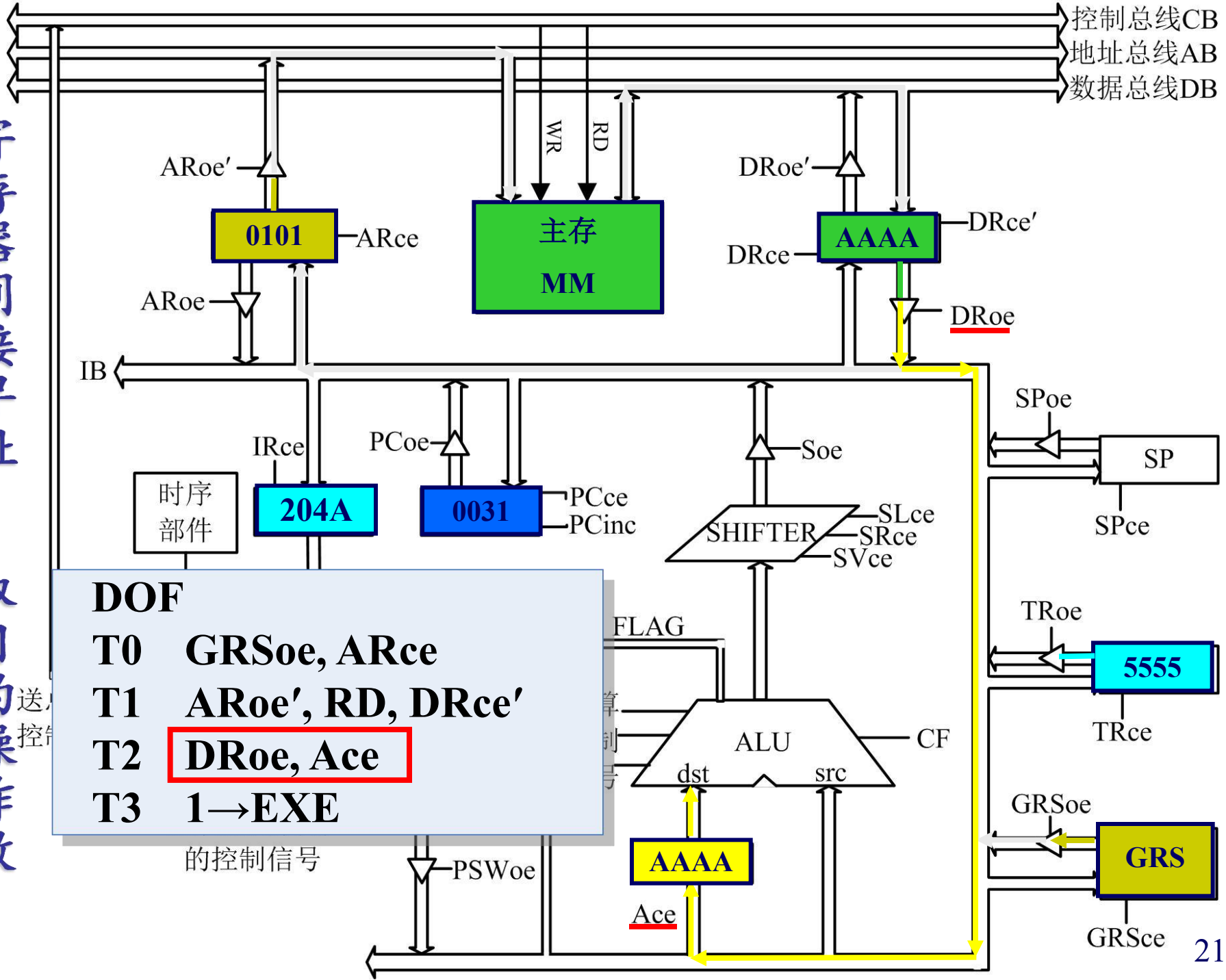
寄存器间接寻址——取目的操作数



寄存器间接寻址——取目的操作数



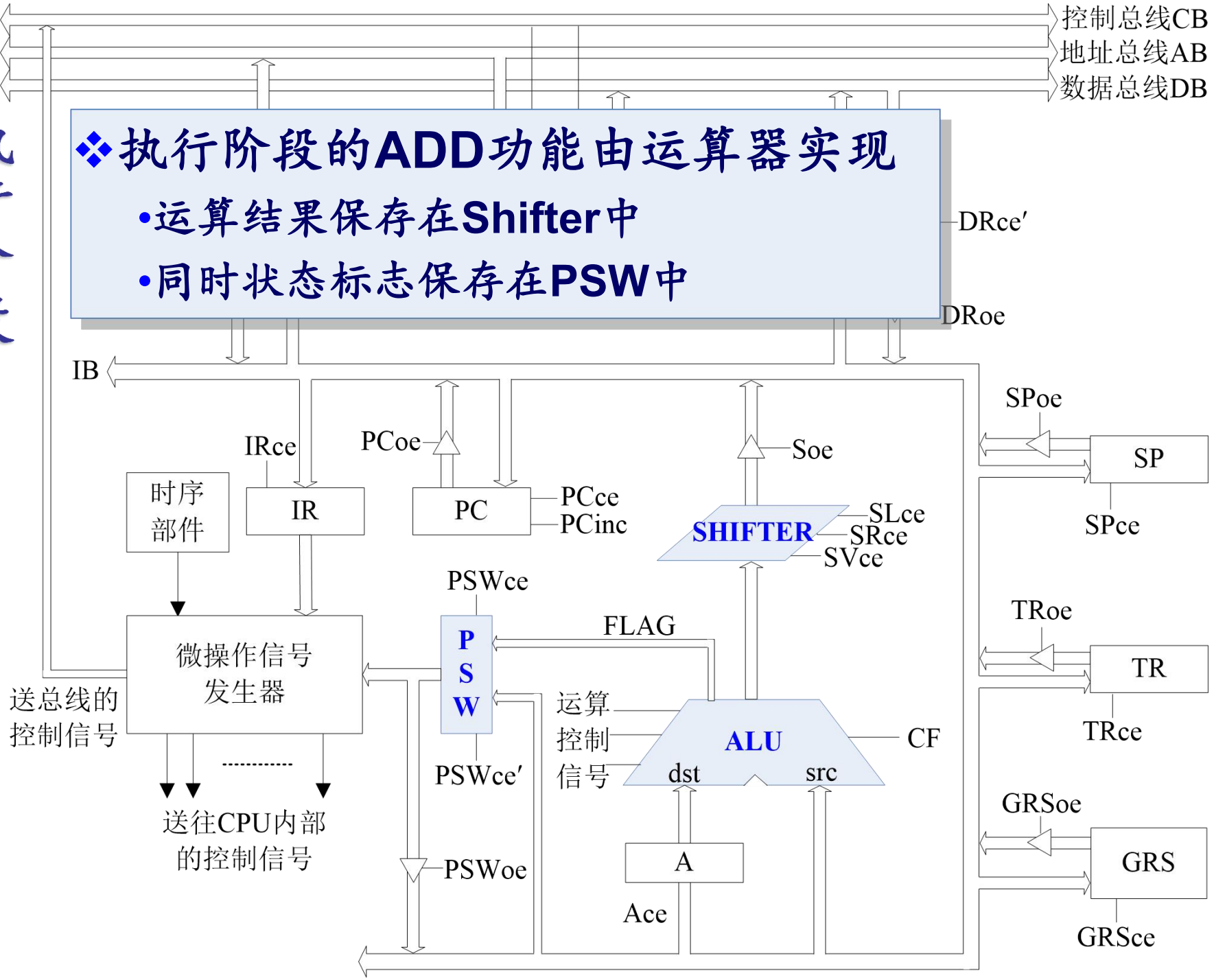
寄存器间接寻址——取目的操作数



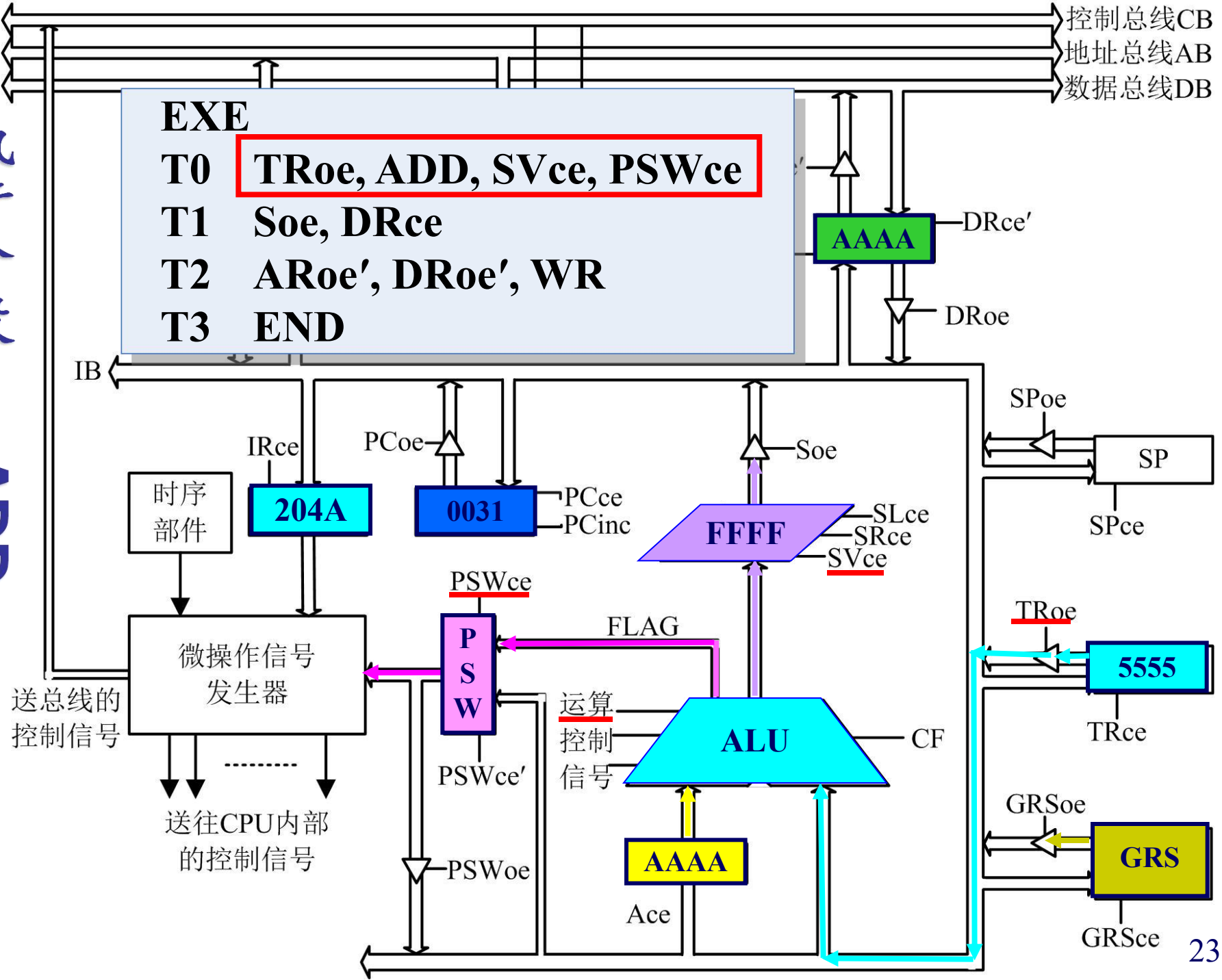
执行阶段

❖执行阶段的ADD功能由运算器实现

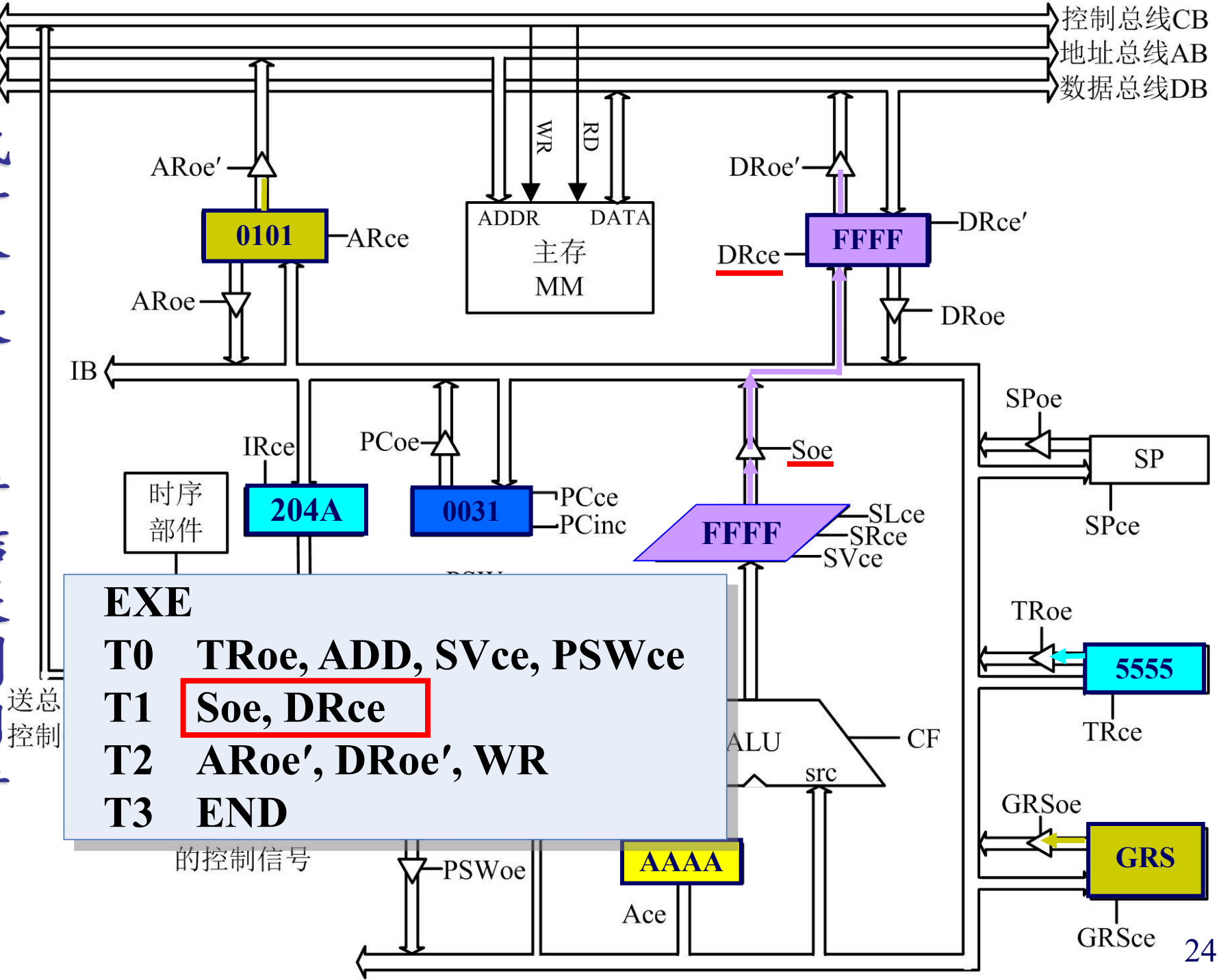
- 运算结果保存在Shifter中
- 同时状态标志保存在PSW中



执行阶段——ADD


EXE
T0 TRoe, ADD, SVce, PSWce
T1 Soe, DRce
T2 ARoe′, DRoe′, WR
T3 END
控制总线CB
地址总线AB
数据总线DB
AAAA
DRce′
DRoe
IB
SPoe
SP
SPce
IRce
PCoe
Soe
时序部件
204A
0031
PCce
PCinc
FFFF
SLce
SRce
SVce
PSWce
TRoe
5555
TRce
FLAG
微操作信号发生器
送总线的控制信号
P S W
运算控制信号
ALU
CF
PSWce′
送往CPU内部的控制信号
PSWoe
AAAA
Ace
GRSoe
GRS
GRSce

执行阶段——存结果到内存



EXE

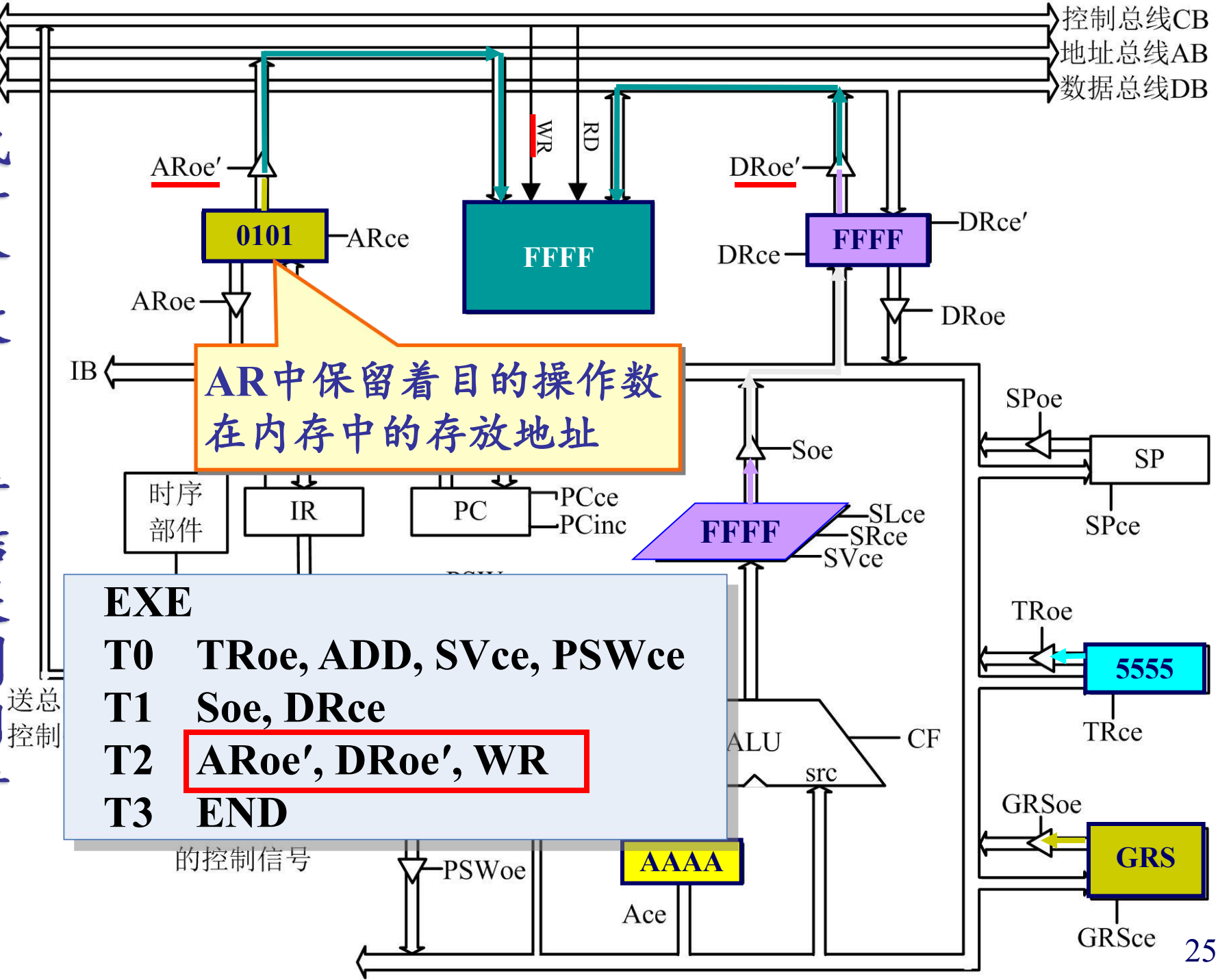
T0 TRoe, ADD, SVce, PSWce

T1 Soe, DRce

T2 AROe′, DROe′, WR

T3 END

执行阶段——存结果到内存


控制总线CB
地址总线AB
数据总线DB
WR
RD
ARoe′
0101
ARce
ARoe
FFFF
DRoe′
FFFF
DRce′
DRce
DRoe
IB
AR中保留着目的操作数
在内存中的存放地址
SPoe
SP
SPce
Soe
时序
部件
IR
PC
PCce
PCinc
FFFF
SLce
SRce
SVce
EXE
T0 TRoe, ADD, SVce, PSWce
T1 Soe, DRce
T2 ARoe′, DRoe′, WR
T3 END
TRoe
5555
TRce
送总
控制
ALU
CF
src
的控制信号
GRSoe
GRS
GRSce
PSWoe
AAAA
Ace

指令ADD R1, (R2)的微操作序列

- IF（Instruction Fetch）
  - T0 PCoe，ARce
  - T1 ARoe′，RD，DRce′，PCinc
  - T2 DRoe，IRce
  - T3 1→SOF
- SOF（Source Operand Fetch）
  - T0 GRSoe，TRce
  - T1 1→DOF
- DOF（Destination Operand Fetch）
  - T0 GRSoe, ARce
  - T1 ARoe′, RD, DRce′
  - T2 DRoe, Ace
  - T3 1→EXE
- EXE（Execution）
  - T0 TRoe, ADD, SVce, PSWce
  - T1 Soe, DRce
  - T2 ARoe', DRoe', WR
  - T3 END

指令执行微流程——例2

❖例2 MOV #0100H，R0的微操作序列

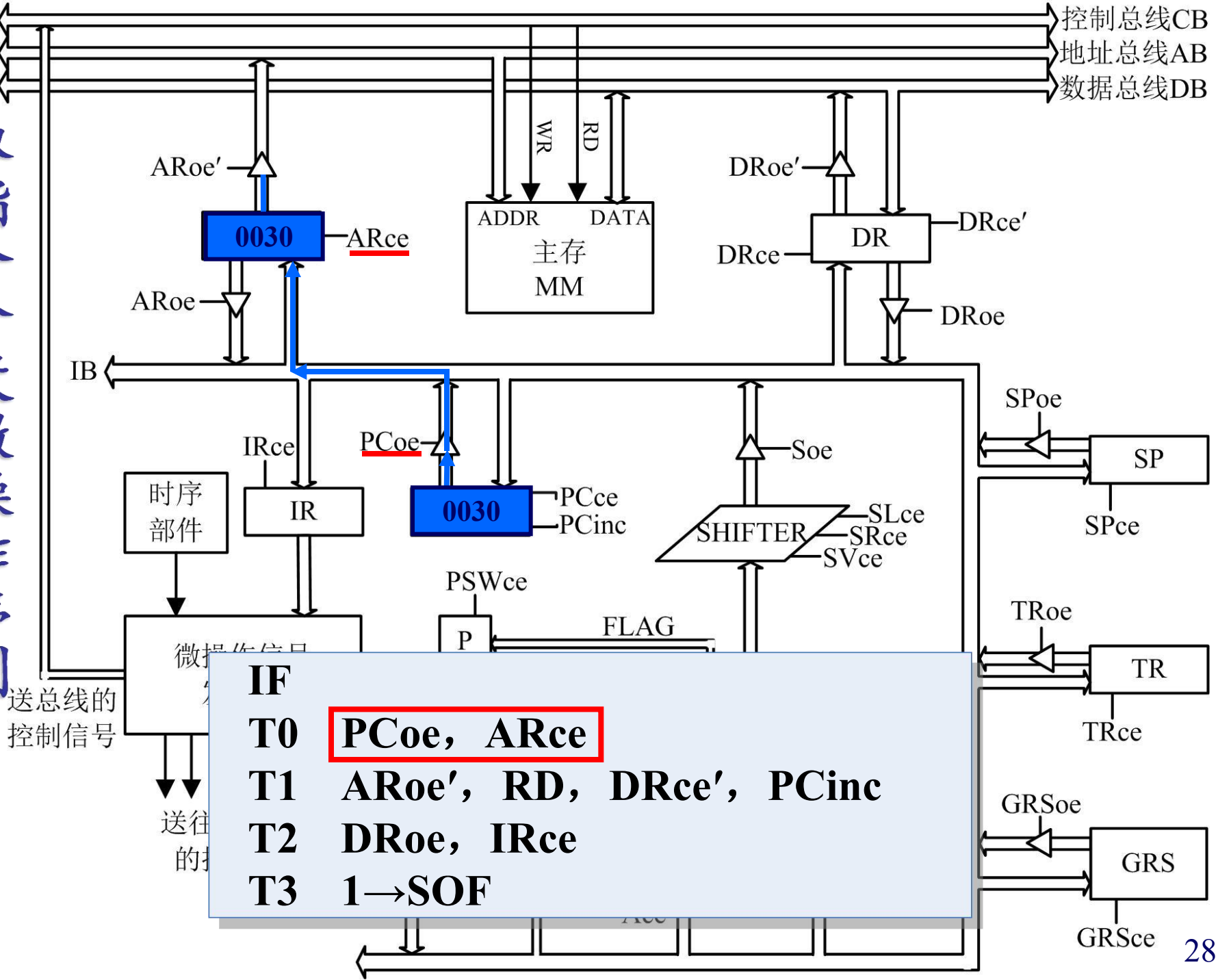
- 源操作数是立即数
  - 立即数作为指令的一部分，存放在指令的第二个字中
  - 取立即数的过程与取指令类似，区别是取到的数据送到TR暂存器
- 目的操作数是寄存器寻址

	15 12	11 9	8 6	5 3	2 0
第一字	0001	011	000	000	000
第二字	0000 0001 0000 0000				

- 表 6.9 JUC-II模型机指令编码表
- 表 6.8 寻址方式及编码

	MM
0030H	1600
0031H	0100

取指令阶段微操作序列



IF

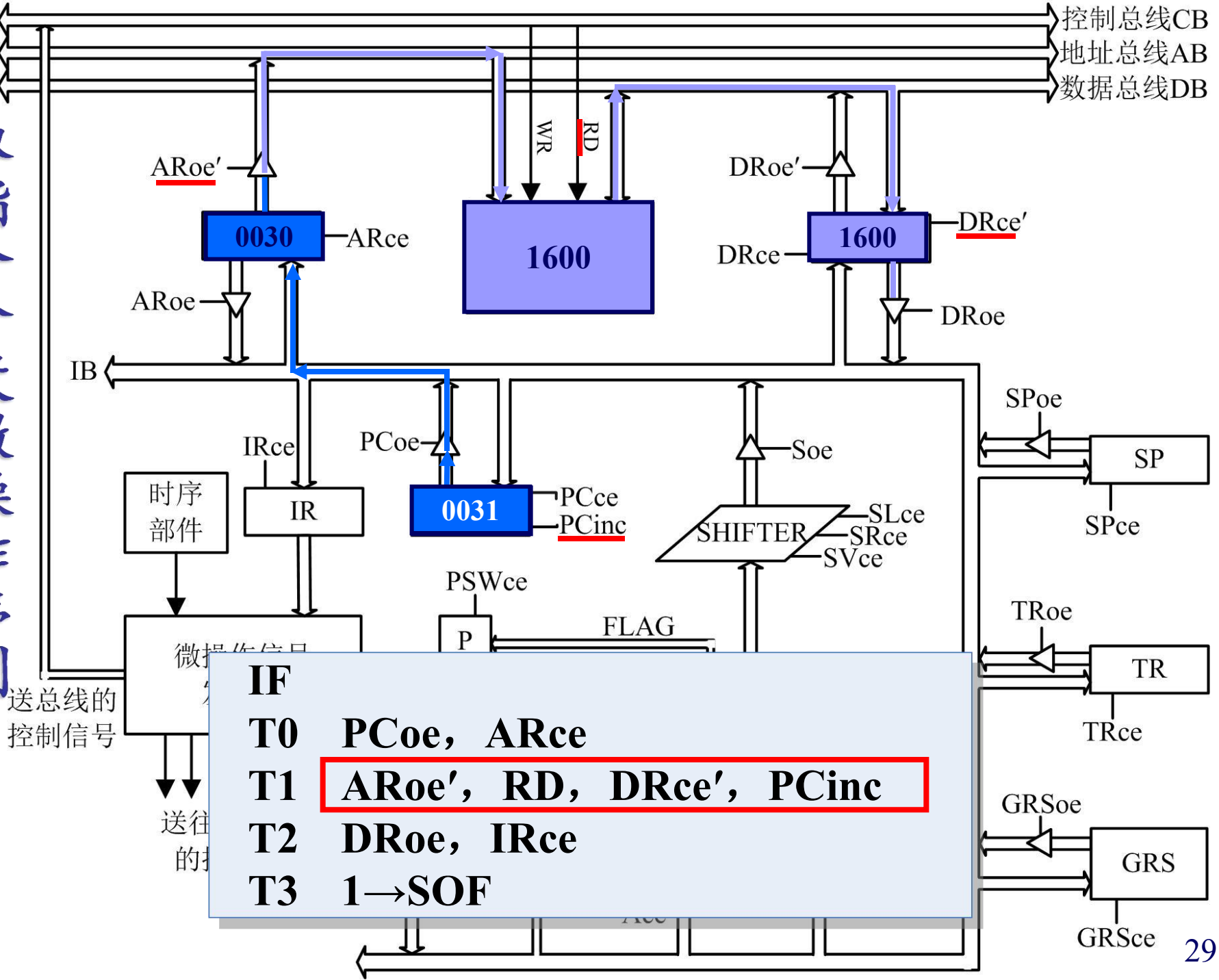
T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

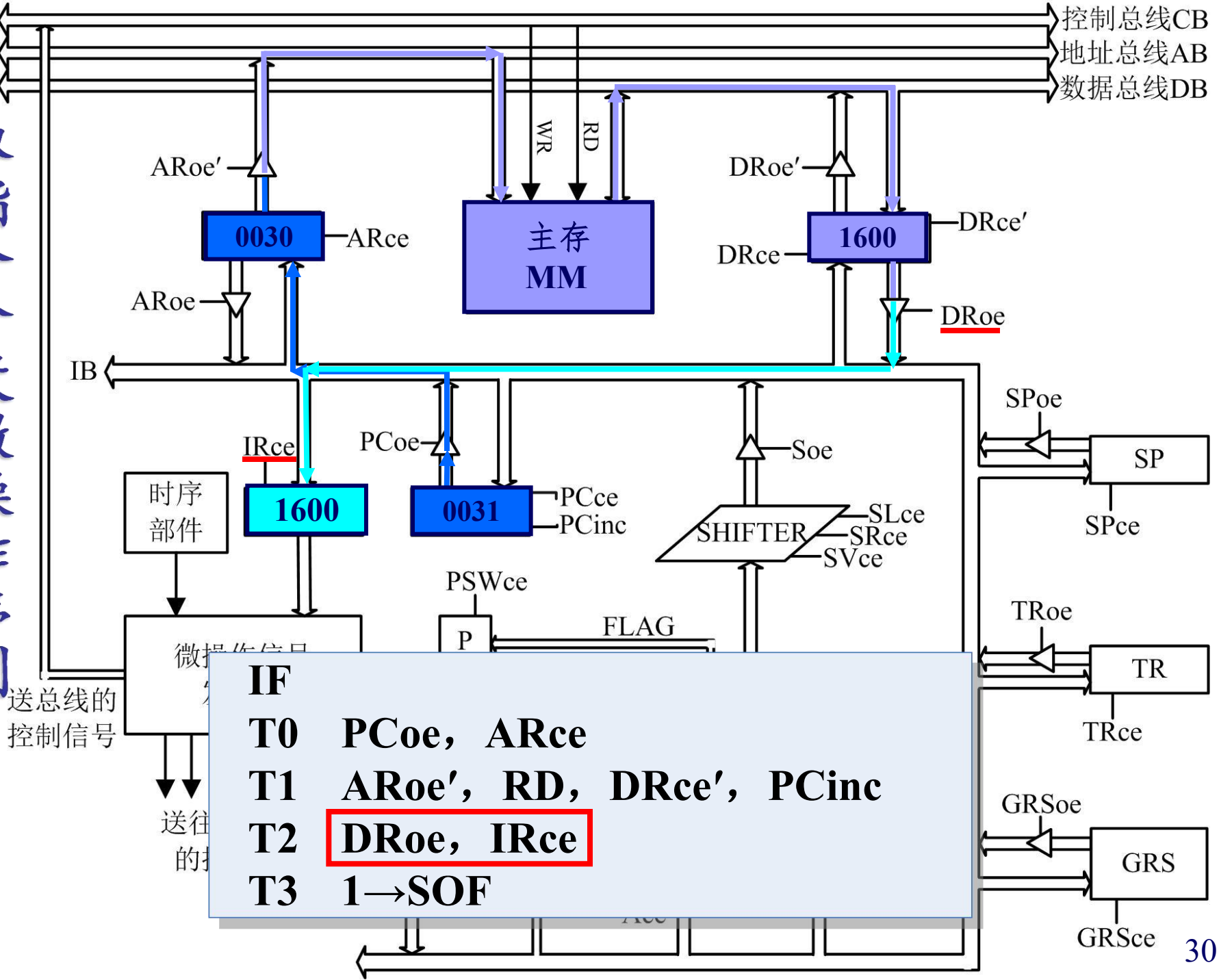
T2　DROe，IRce

T3　1→SOF

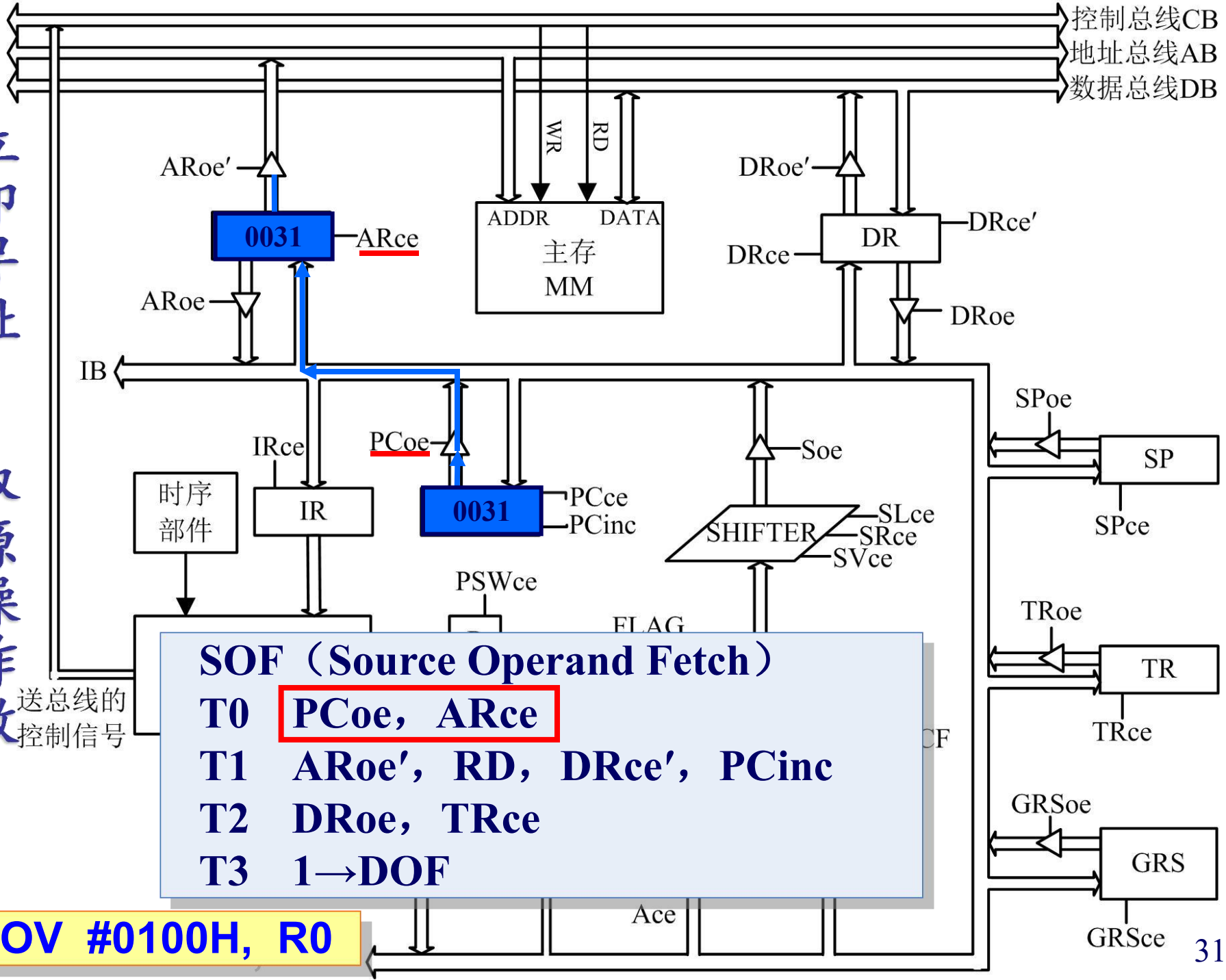
取指令阶段微操作序列


控制总线CB
地址总线AB
数据总线DB
WR
RD
ARoe′
0030
ARce
ARoe
1600
DRoe′
DRce
1600
DRce′
DRoe
IB
IRce
PCoe
Soe
SPoe
SP
SPce
时序部件
IR
0031
PCce
PCinc
SHIFTER
SLce
SRce
SVce
PSWce
P
FLAG
TRoe
TR
TRce
送总线的控制信号
GRSoe
GRS
GRSce
IF
T0 PCoe，ARce
T1 ARoe′，RD，DRce′，PCinc
T2 DRoe，IRce
T3 1→SOF

取指令阶段微操作序列


控制总线CB
地址总线AB
数据总线DB
WR
RD
AROe′
0030
ARce
AROe
主存
MM
DROe′
1600
DRce′
DRce
DROe
IB
SPoe
SP
SPce
IRce
PCoe
Soe
时序
部件
1600
0031
PCce
PCinc
SHIFTER
SLce
SRce
SVce
PSWce
P
FLAG
TRoe
TR
TRce
送总线的
控制信号
GRSoe
GRS
GRSce
IF
T0 PCoe，ARce
T1 AROe′，RD，DRce′，PCinc
T2 DROe，IRce
T3 1→SOF

立即寻址——取源操作数



SOF（Source Operand Fetch）

T0　PCoe，ARce

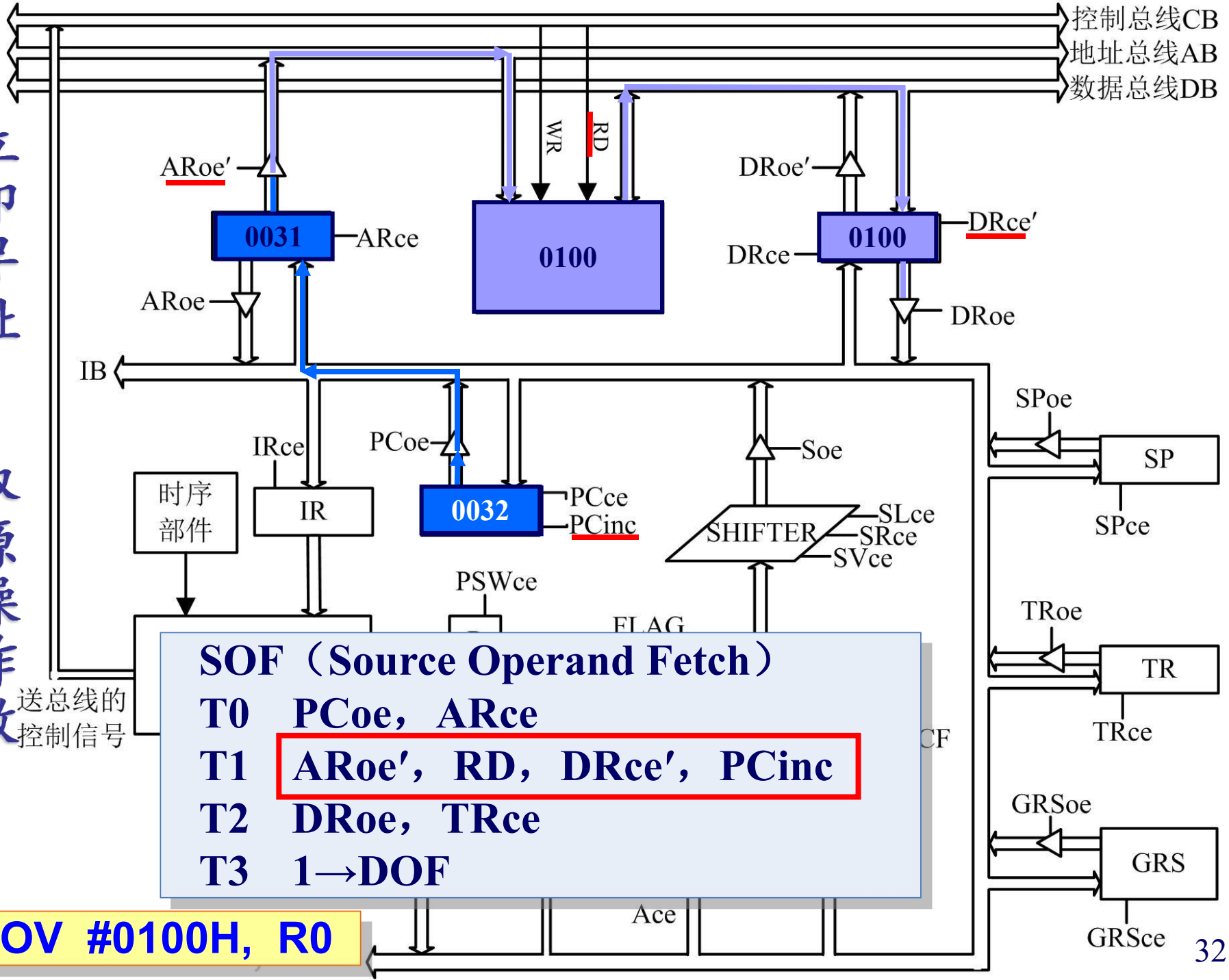
T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，TRce

T3　1→DOF

MOV #0100H，R0

立即寻址——取源操作数



SOF（Source Operand Fetch）

T0　PCoe，ARce

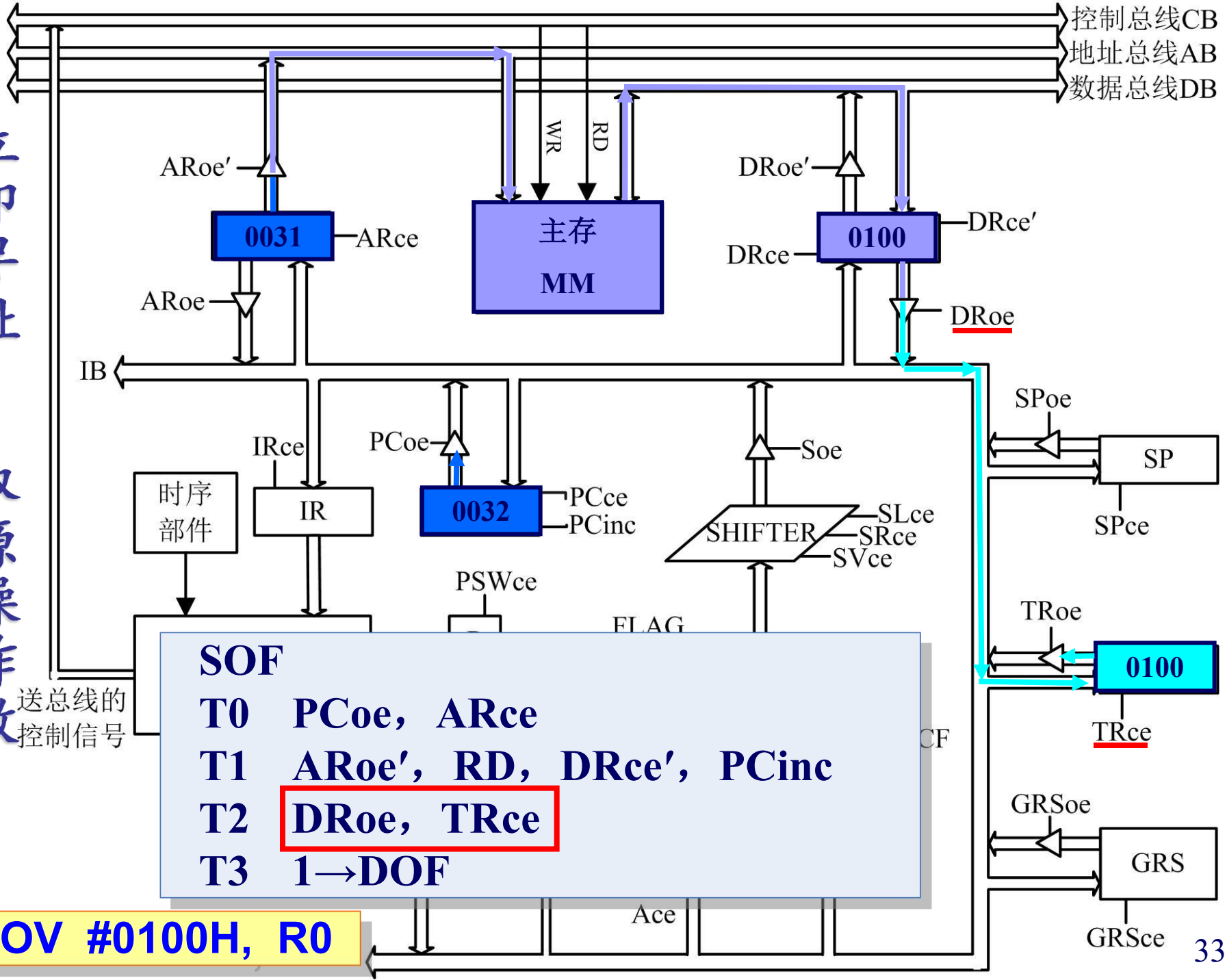
T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，TRce

T3　1→DOF

MOV #0100H，R0

立即寻址——取源操作数



SOF

T0　PCoe，ARce

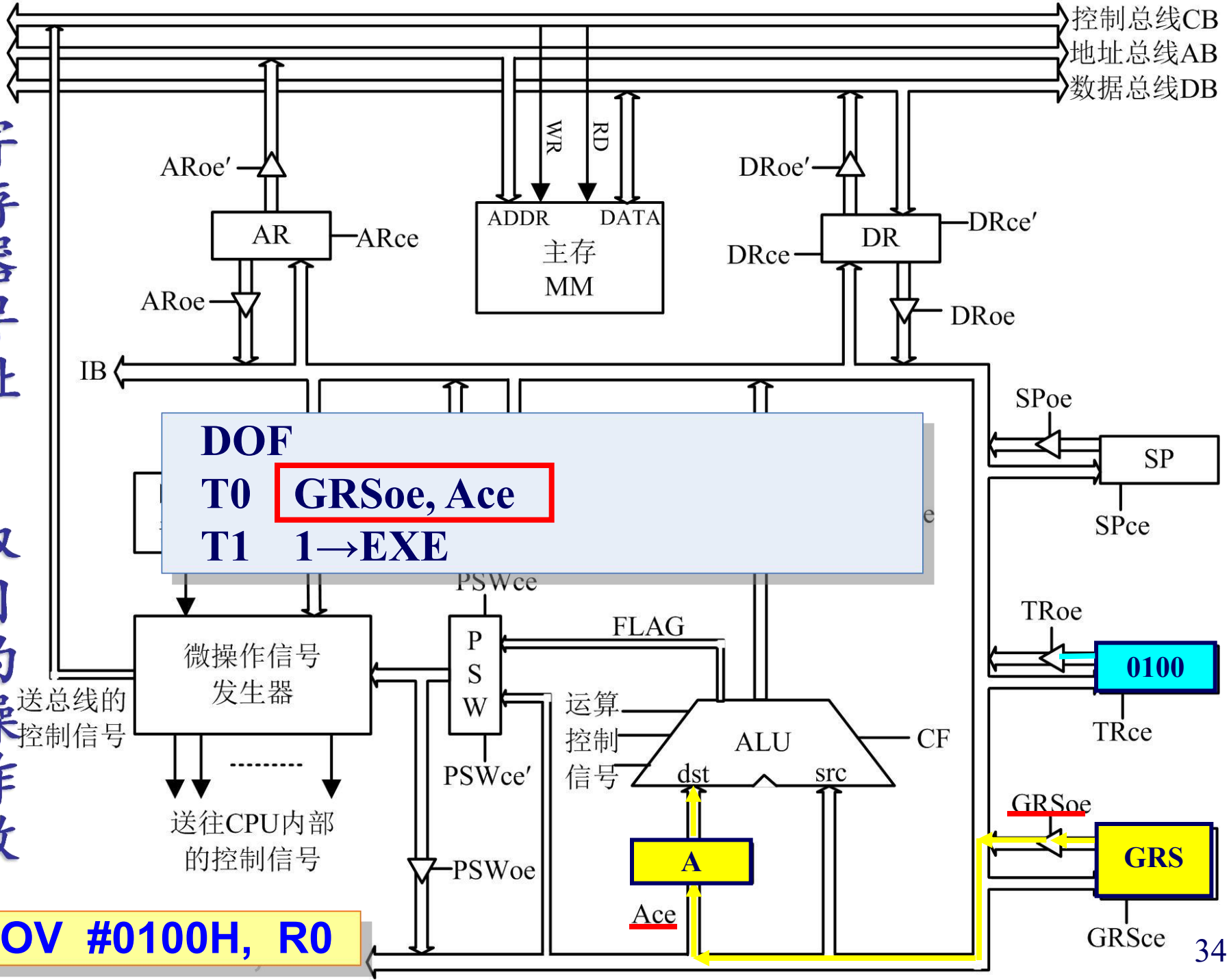
T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，TRce

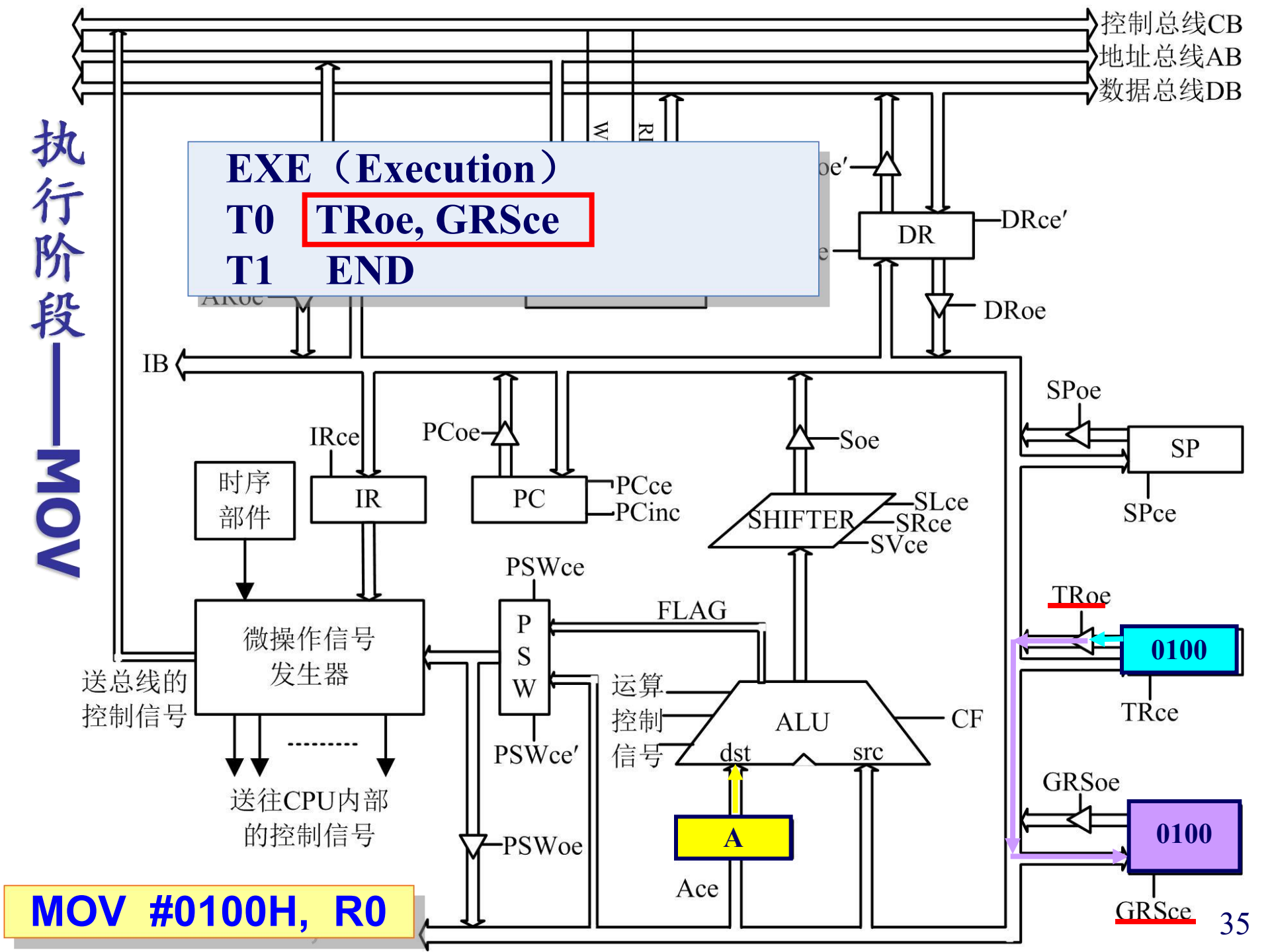
T3　1→DOF

MOV #0100H, R0

寄存器寻址——取目的操作数



MOV #0100H, R0

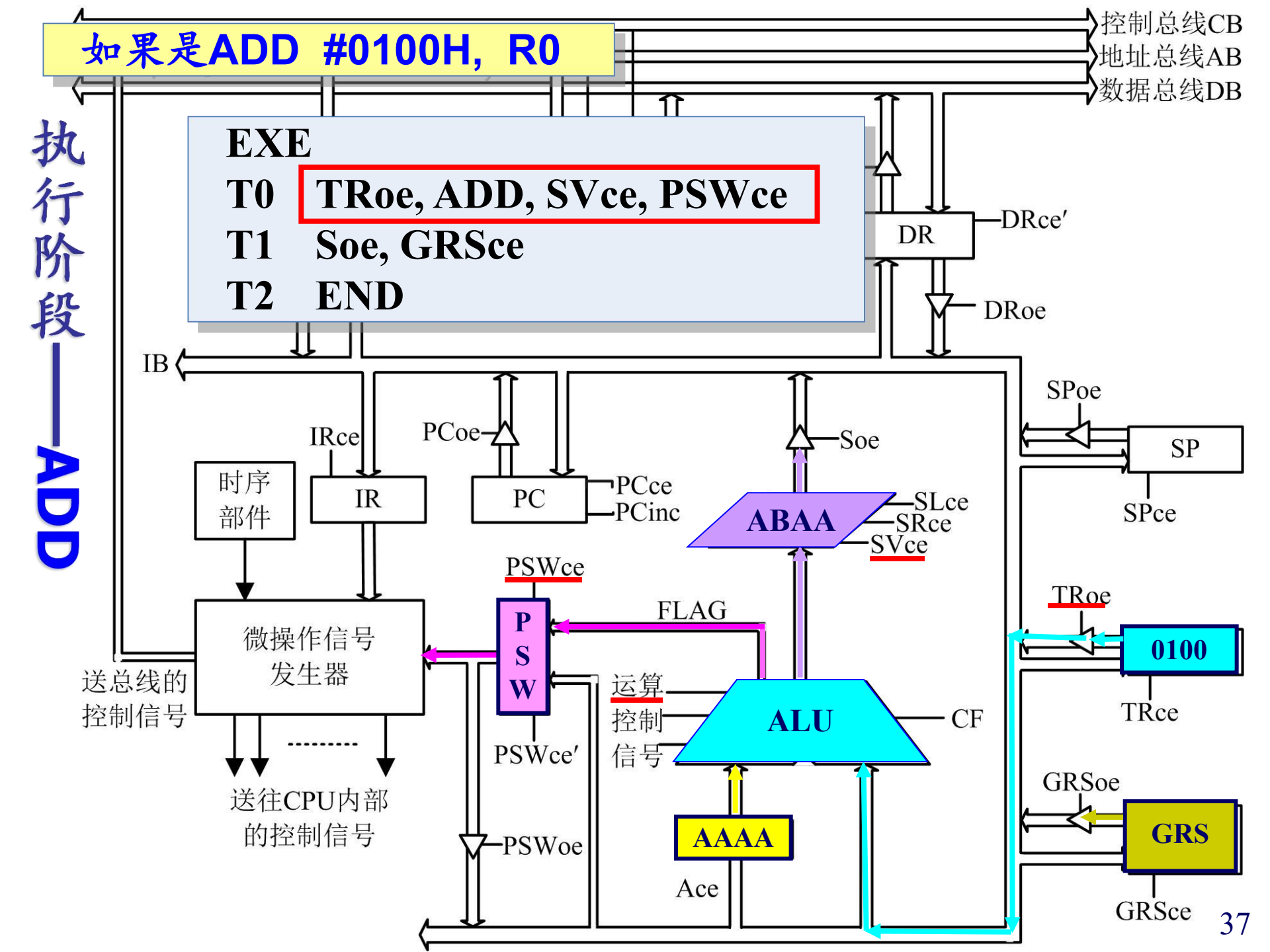

执行阶段——MOV
EXE（Execution）
T0 TRoe, GRSce
T1 END
控制总线CB
地址总线AB
数据总线DB
DR
DRce′
DRoe
IB
SPoe
SP
SPce
IRce
PCoe
Soe
时序部件
IR
PC
PCce
PCinc
SHIFTER
SLce
SRce
SVce
PSWce
FLAG
TRoe
0100
TRce
微操作信号发生器
P S W
运算控制信号
ALU
CF
送总线的控制信号
PSWce′
dst
src
GRSoe
0100
送往CPU内部的控制信号
PSWoe
A
Ace
GRSce
MOV #0100H, R0

指令MOV #0100H, R0的微操作序列

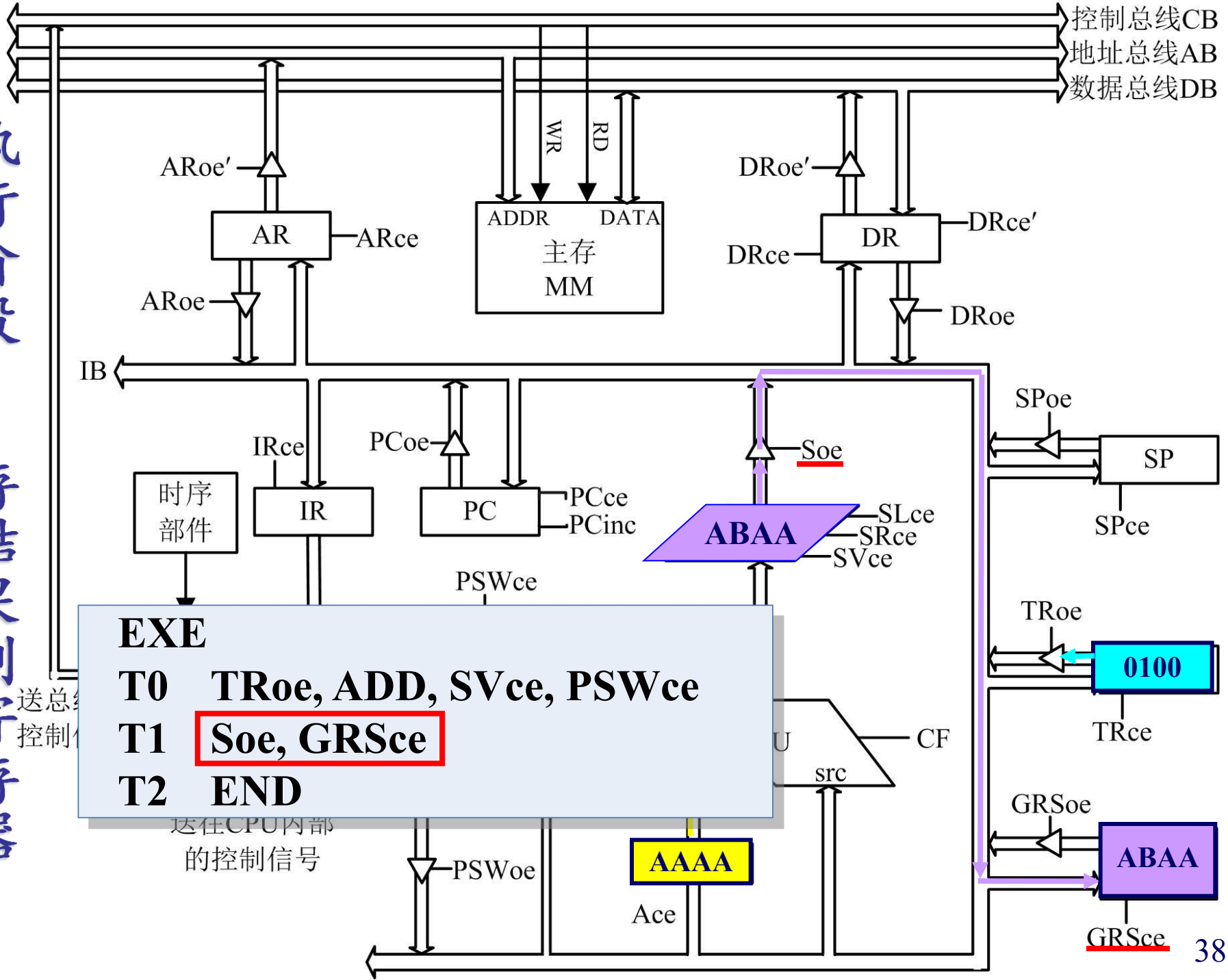
- IF（Instruction Fetch）
  - T0 PCoe，ARce
  - T1 ARoe′，RD，DRce′，PCinc
  - T2 DRoe，IRce
  - T3 1→SOF
- SOF（Source Operand Fetch）
  - T0 PCoe，ARce
  - T1 ARoe′，RD，DRce′，PCinc
  - T2 DRoe，TRce
  - T3 1→DOF
- DOF（Destination Operand Fetch）
  - T0 GRSoe, Ace
  - T1 1→EXE
- EXE（Execution）
  - T0 TRoe, GRSce
  - T1 END

如果是ADD #0100H，R0

执行阶段——ADD



执行阶段——存结果到寄存器



EXE

T0 TRoe, ADD, SVce, PSWce

T1 Soe, GRSce

T2 END

微操作序列

指令MOV #0100H，R0

- ❖IF（Instruction Fetch）
  - T0 PCoe，ARce
  - T1 ARoe′，RD，DRce′，PCinc
  - T2 DRoe，IRce
  - T3 1→SOF
- ❖SOF（Source Operand Fetch）
  - T0 PCoe，ARce
  - T1 ARoe′，RD，DRce′，PCinc
  - T2 DRoe，TRce
  - T3 1→DOF
- ❖DOF（Destination Operand Fetch）
  - T0 GRSoe, Ace
  - T1 1→EXE
- ❖EXE（Execution）
  - T0 TRoe, GRSce
  - T1 END

指令ADD #0100H，R0

- ❖IF（Instruction Fetch）
  - T0 PCoe，ARce
  - T1 ARoe′，RD，DRce′，PCinc
  - T2 DRoe，IRce
  - T3 1→SOF
- ❖SOF（Source Operand Fetch）
  - T0 PCoe，ARce
  - T1 ARoe′，RD，DRce′，PCinc
  - T2 DRoe，TRce
  - T3 1→DOF
- ❖DOF（Destination Operand Fetch）
  - T0 GRSoe, Ace
  - T1 1→EXE
- ❖EXE（Execution）
  - T0 TRoe, ADD, SVce, PSWce
  - T1 Soe, GRSce
  - T2 END

指令执行微流程——例3

❖例 3 转移指令JMP 1000H 的微操作序列

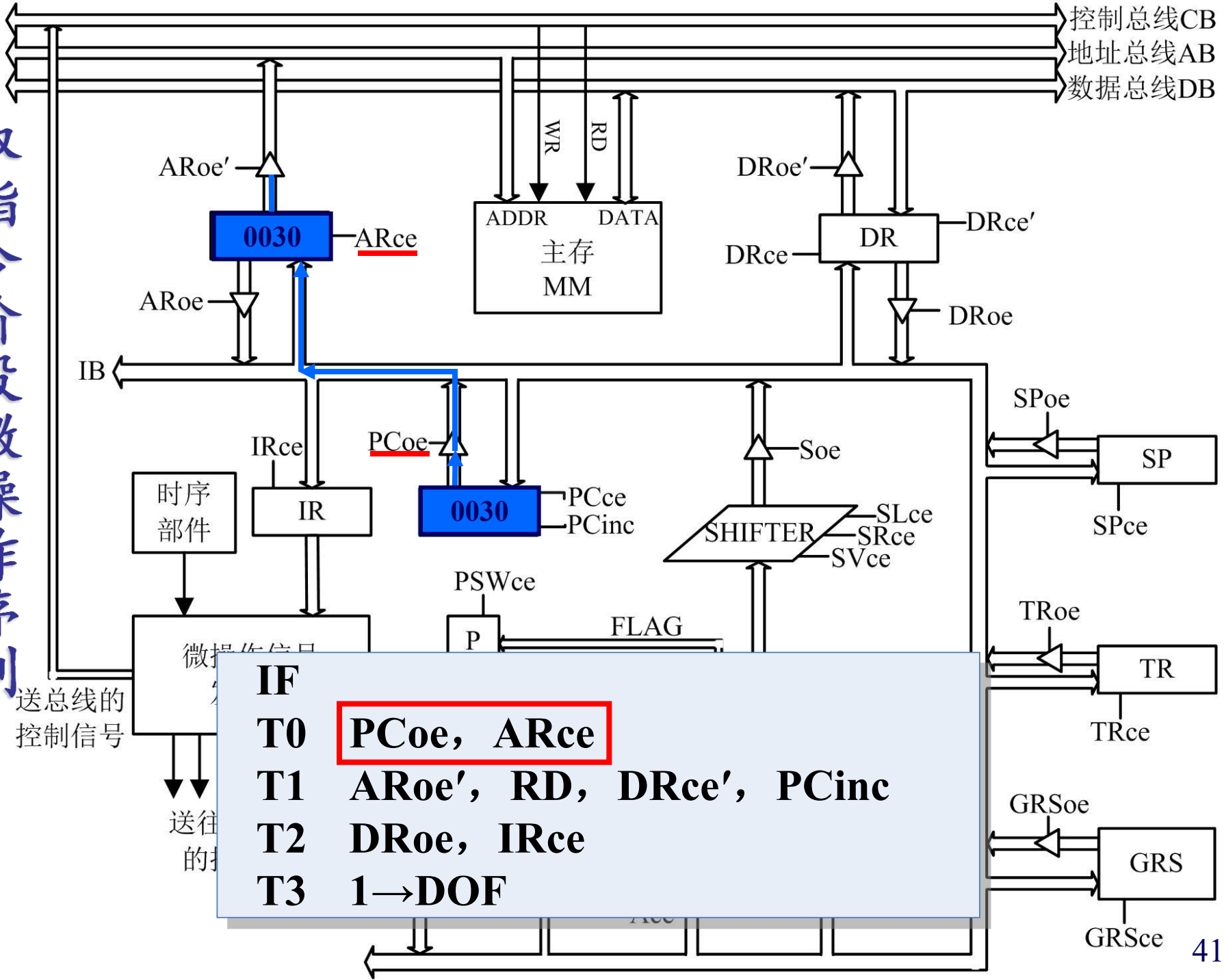
- 单操作数，目的操作数是直接寻址
- 通过修改PC实现转移

	15 12	11 6	5 3	2 0
第一字	0000	010000	100	000
第二字	0001 0000 0000 0000			

- 表 6.9 JUC-II模型机指令编码表
- 表 6.8 寻址方式及编码

	MM
0030H	0420
0031H	1000

取指令阶段微操作序列



IF

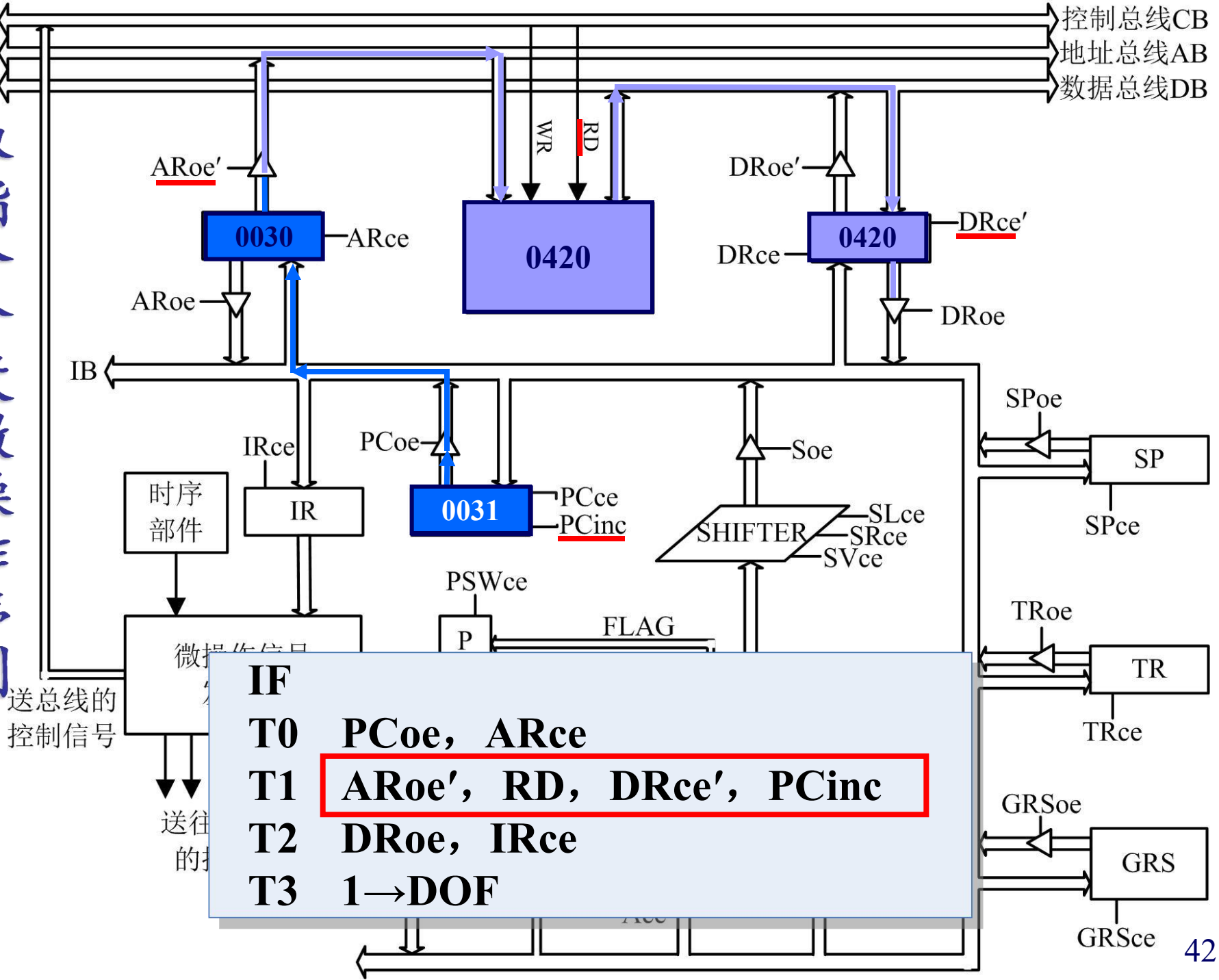
T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

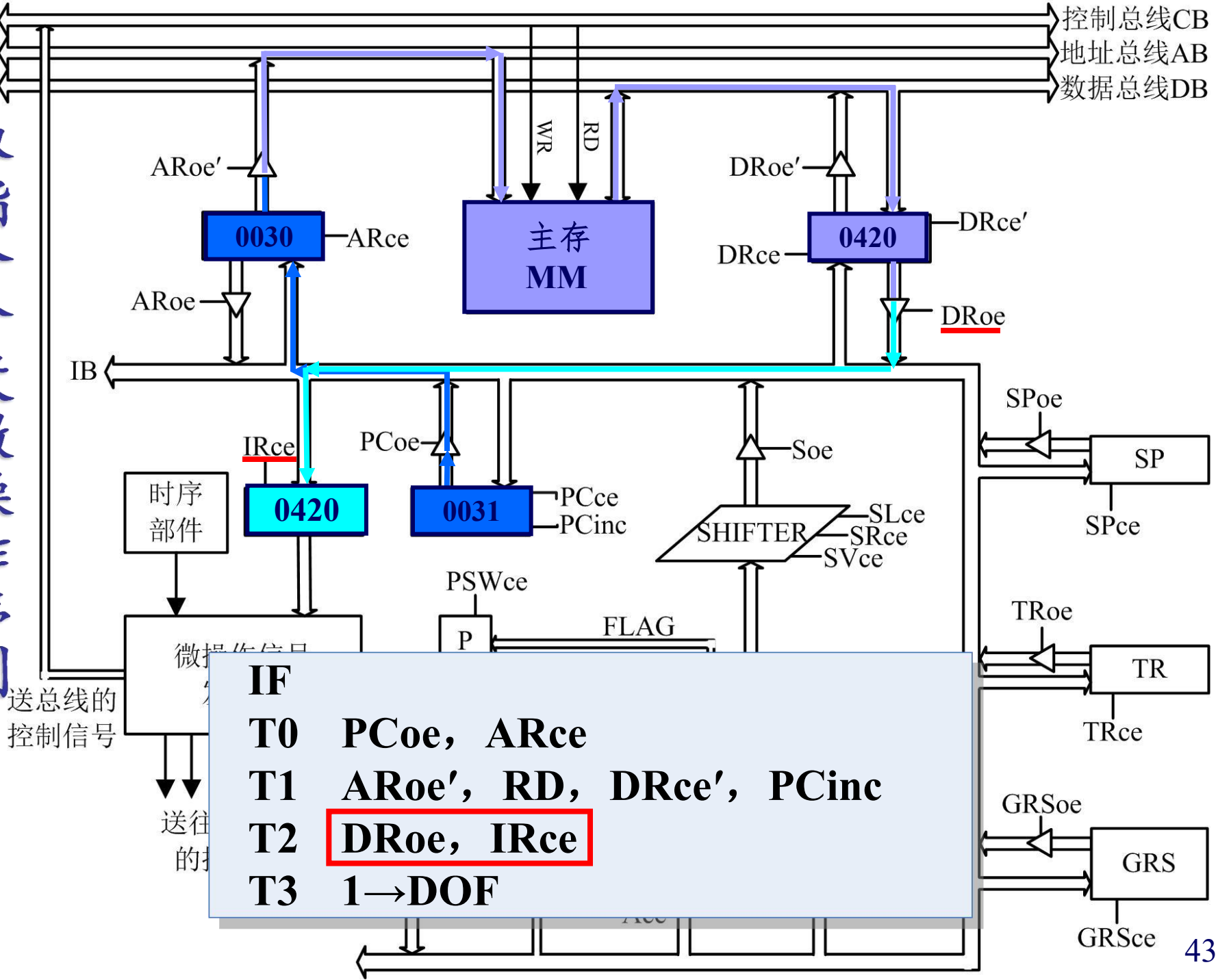
T2　DROe，IRce

T3　1→DOF

取指令阶段微操作序列


控制总线CB
地址总线AB
数据总线DB
WR
RD
ARoe′
0030
ARce
AROe
0420
DRoe′
DRce
0420
DRce′
DROe
IB
IRce
PCoe
Soe
SPoe
SP
SPce
时序部件
IR
0031
PCce
PCinc
SHIFTER
SLce
SRce
SVce
PSWce
P
FLAG
TRoe
TR
TRce
送总线的控制信号
送往的
GRSoe
GRS
GRSce
IF
T0 PCoe，ARce
T1 ARoe′，RD，DRce′，PCinc
T2 DRoe，IRce
T3 1→DOF

取指令阶段微操作序列



IF

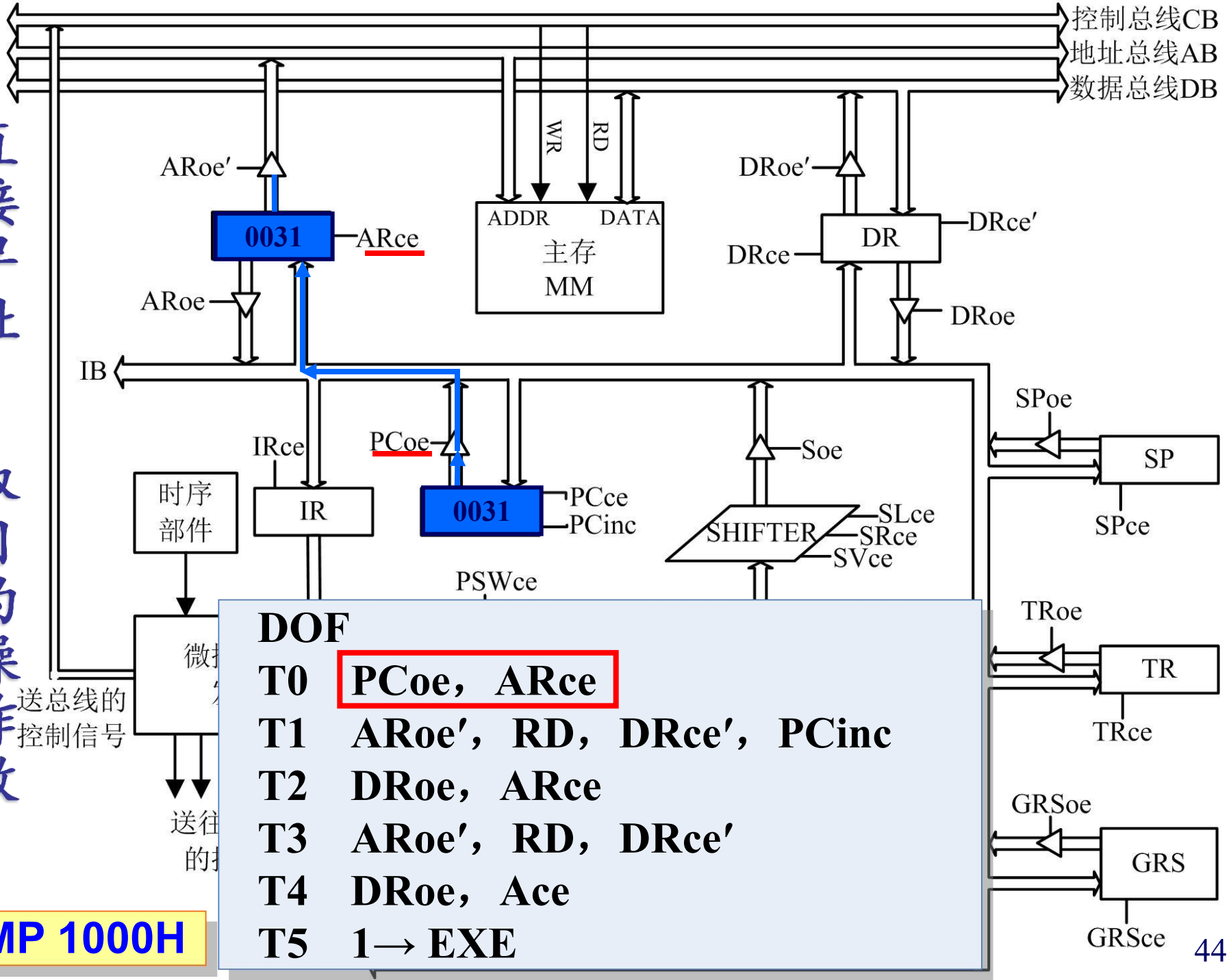
T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，IRce

T3　1→DOF

直接寻址——取目的操作数



DOF

T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，ARce

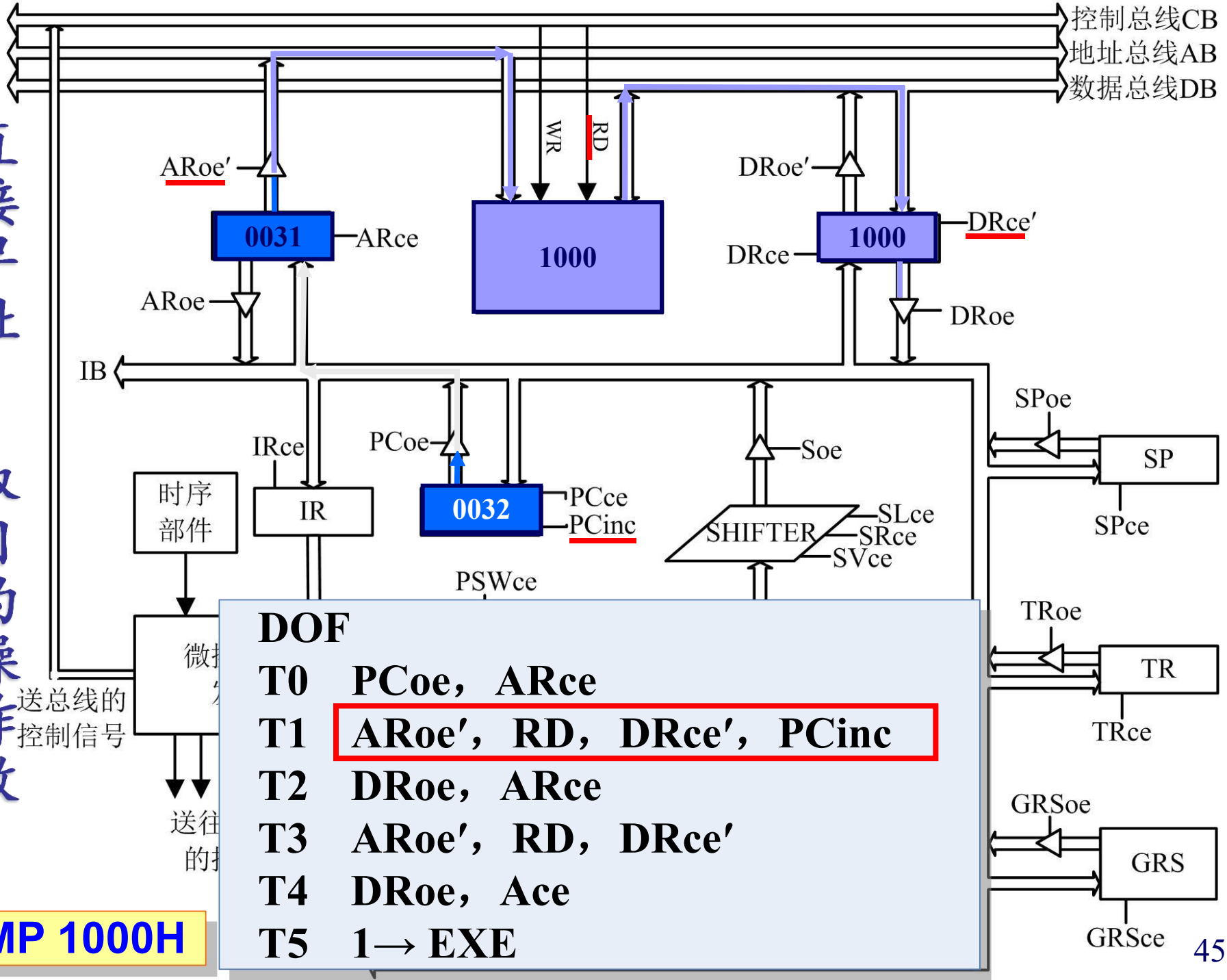
T3　AROe′，RD，DRce′

T4　DROe，Ace

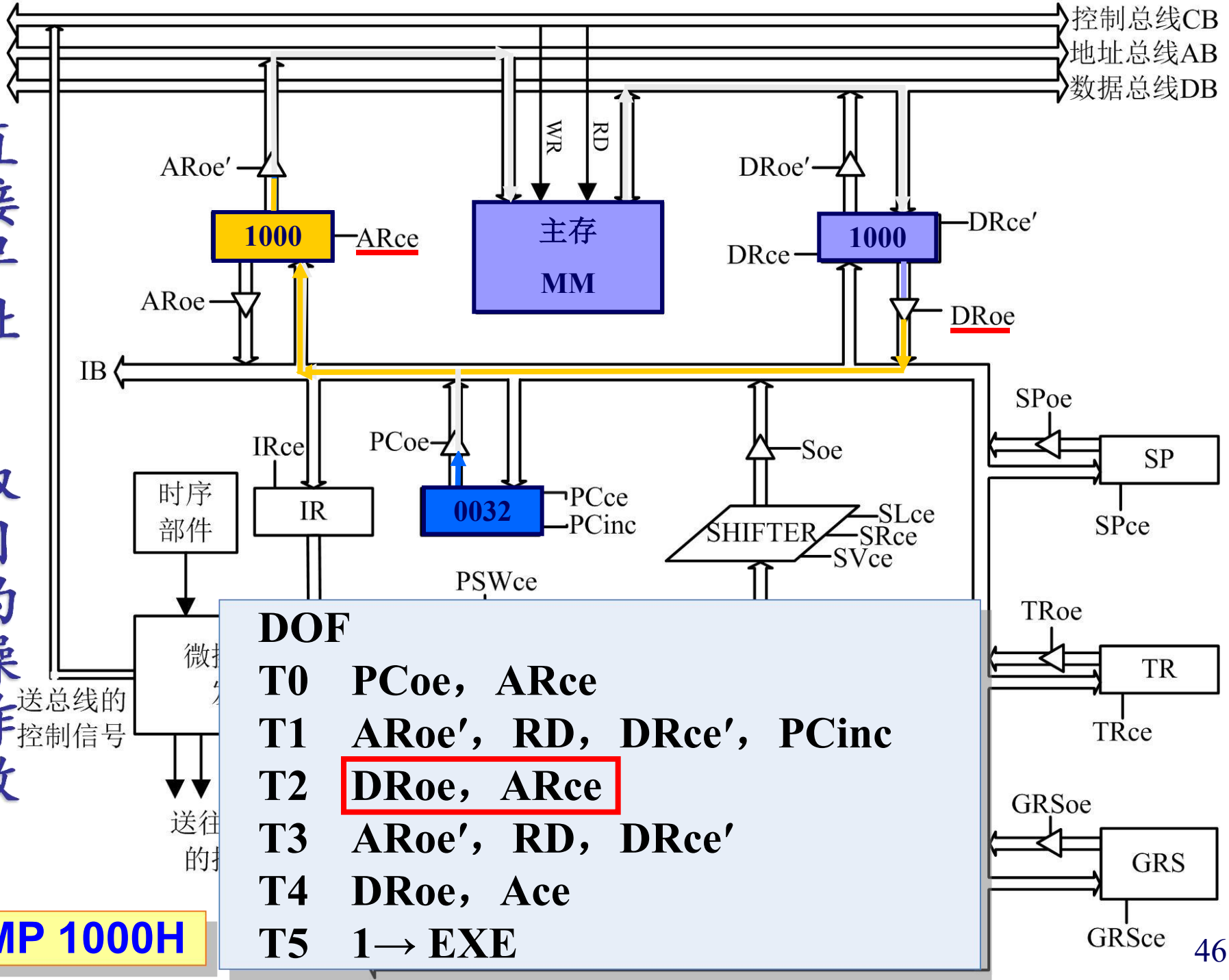
T5　1→ EXE

JMP 1000H

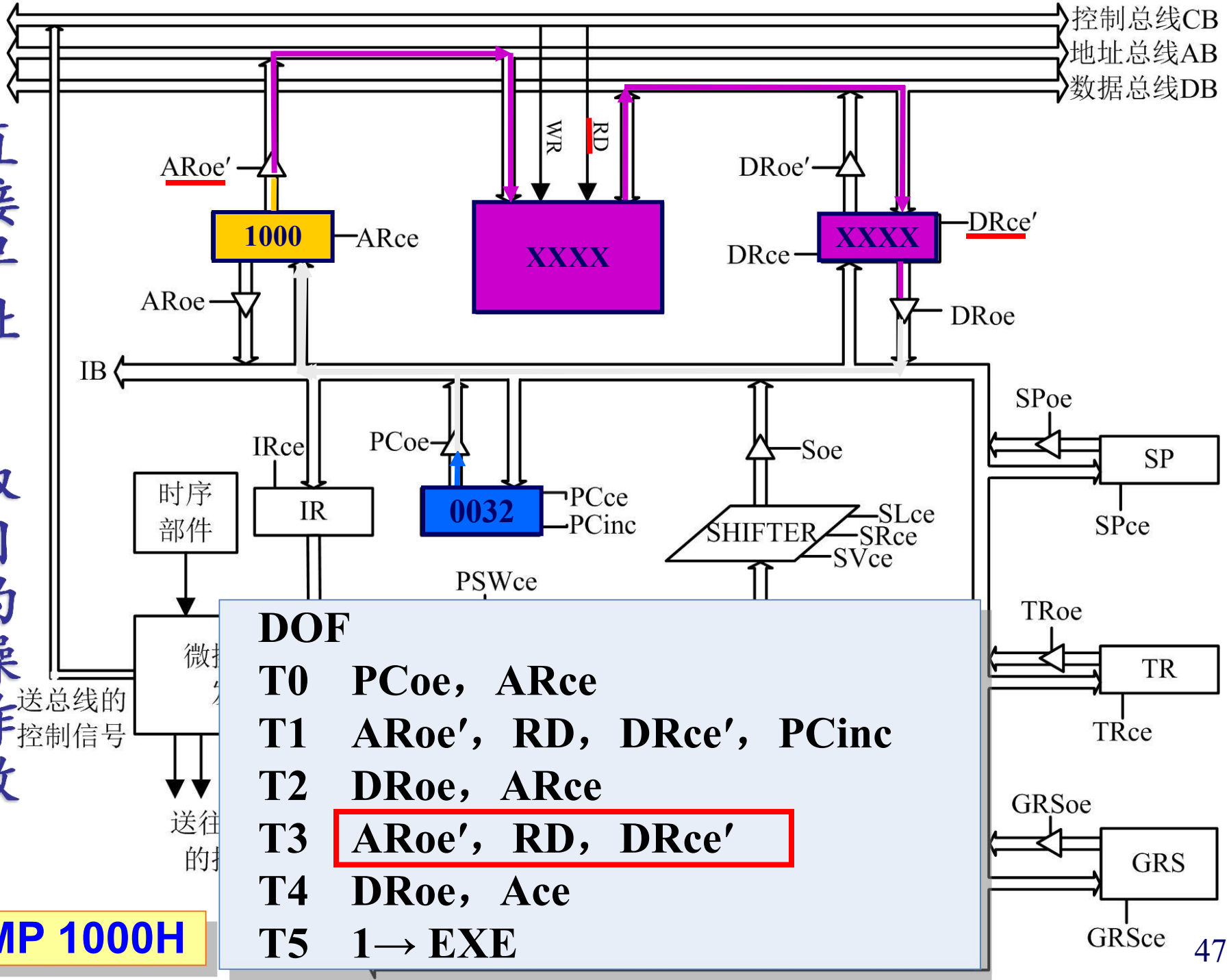
直接寻址——取目的操作数


控制总线CB
地址总线AB
数据总线DB
WR
RD
AROe′
0031
ARce
AROe
1000
DROe′
1000
DRce′
DRce
DROe
IB
SPoe
SP
SPce
IRce
PCoe
Soe
时序部件
IR
0032
PCce
PCinc
SHIFTER
SLce
SRce
SVce
PSWce
TROe
TR
TRce
GRSoe
GRS
GRSce
送总线的控制信号
送往的
DOF
T0 PCoe，ARce
T1 AROe′，RD，DRce′，PCinc
T2 DROe，ARce
T3 AROe′，RD，DRce′
T4 DROe，Ace
T5 1→ EXE
JMP 1000H

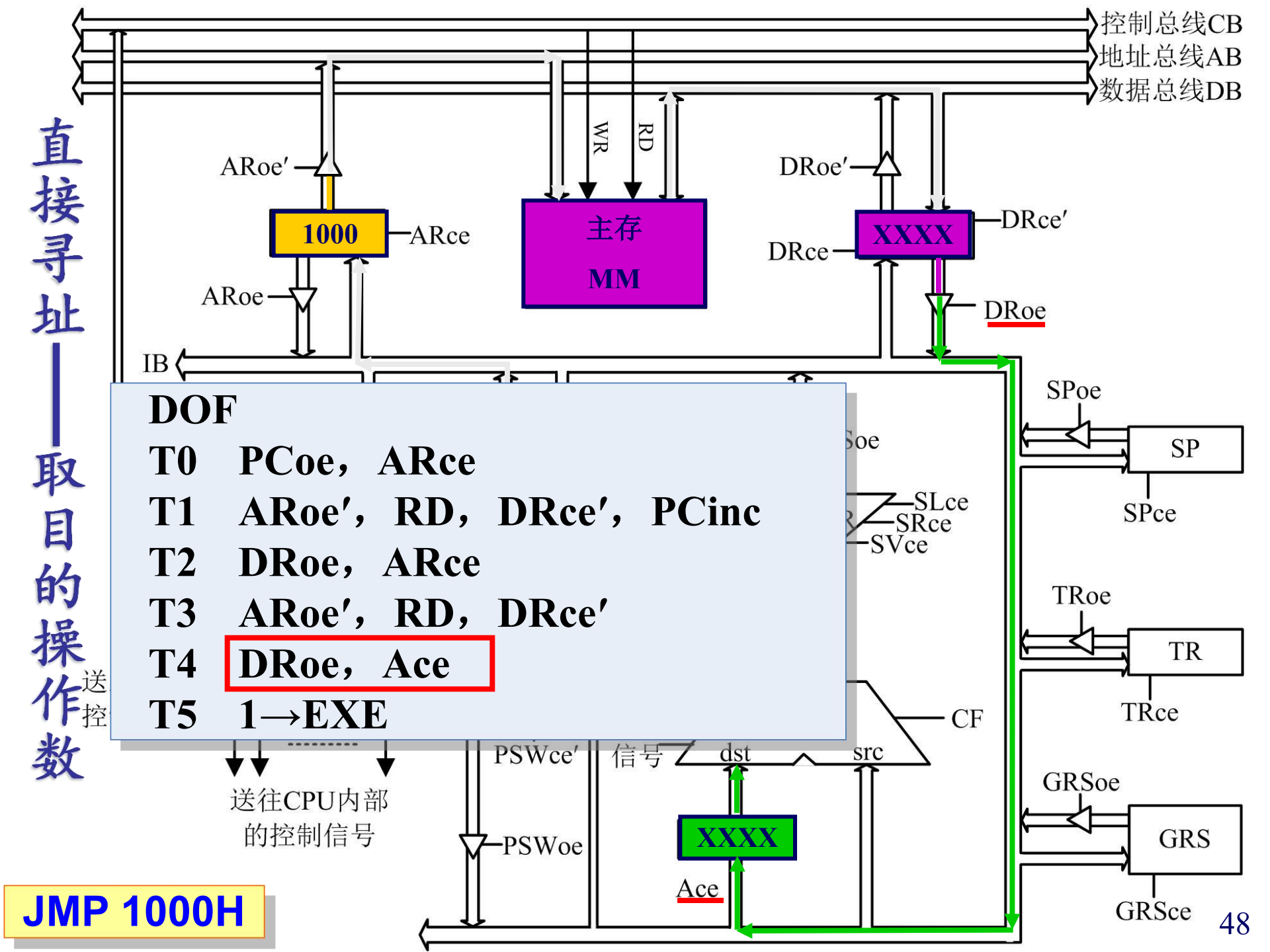
直接寻址——取目的操作数


控制总线CB
地址总线AB
数据总线DB
WR
RD
AROe′
1000
ARce
AROe
主存
MM
DROe′
DRce
1000
DRce′
DROe
IB
SPoe
SP
SPce
IRce
PCoe
Soe
时序
部件
IR
0032
PCce
PCinc
SHIFTER
SLce
SRce
SVce
PSWce
TRoe
TR
TRce
送总线的
控制信号
送往
的
GRSoe
GRS
GRSce
DOF
T0 PCoe，ARce
T1 AROe′，RD，DRce′，PCinc
T2 DROe，ARce
T3 AROe′，RD，DRce′
T4 DROe，Ace
T5 1→ EXE
JMP 1000H

直接寻址——取目的操作数


控制总线CB
地址总线AB
数据总线DB
WR
RD
AROe′
1000
ARce
AROe
XXXX
DROe′
XXXX
DRce′
DRce
DROe
IB
SPoe
SP
SPce
IRce
PCoe
Soe
时序部件
IR
0032
PCce
PCinc
SHIFTER
SLce
SRce
SVce
PSWce
TROe
TR
TRce
送总线的控制信号
送往
的
GRSoe
GRS
GRSce
DOF
T0 PCoe，ARce
T1 AROe′，RD，DRce′，PCinc
T2 DROe，ARce
T3 AROe′，RD，DRce′
T4 DROe，Ace
T5 1→ EXE
JMP 1000H

直接寻址——取目的操作数



DOF

T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，ARce

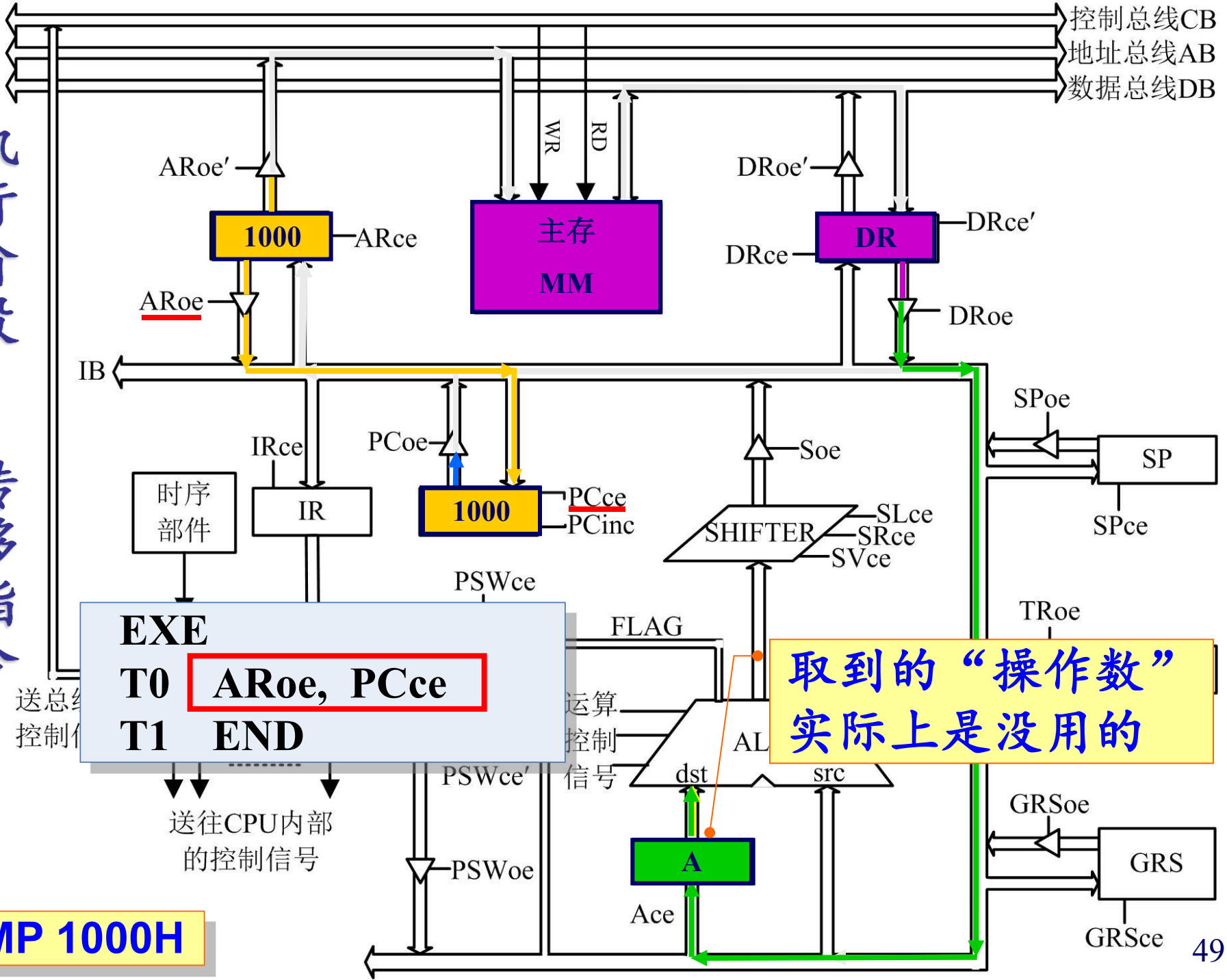
T3　AROe′，RD，DRce′

T4　DROe，Ace

T5　1→EXE

JMP 1000H

执行阶段——转移指令



JMP 1000H

转移指令JMP 1000H 的微操作序列

- IF
  - (同前省略)
- DOF
  - T0 PCoe，ARce
  - T1 ARoe’，RD，DRce’，PCinc
  - T2 DRoe，ARce
  - T3 ARoe’，RD，DRce′
  - T4 DRoe，Ace
  - T5 1→EXE
- EXE
  - T0 ARoe，PCce
  - T1 END

指令执行微流程——例4

❖例4 SUB (2000H), 1000H(R3)的微操作序列

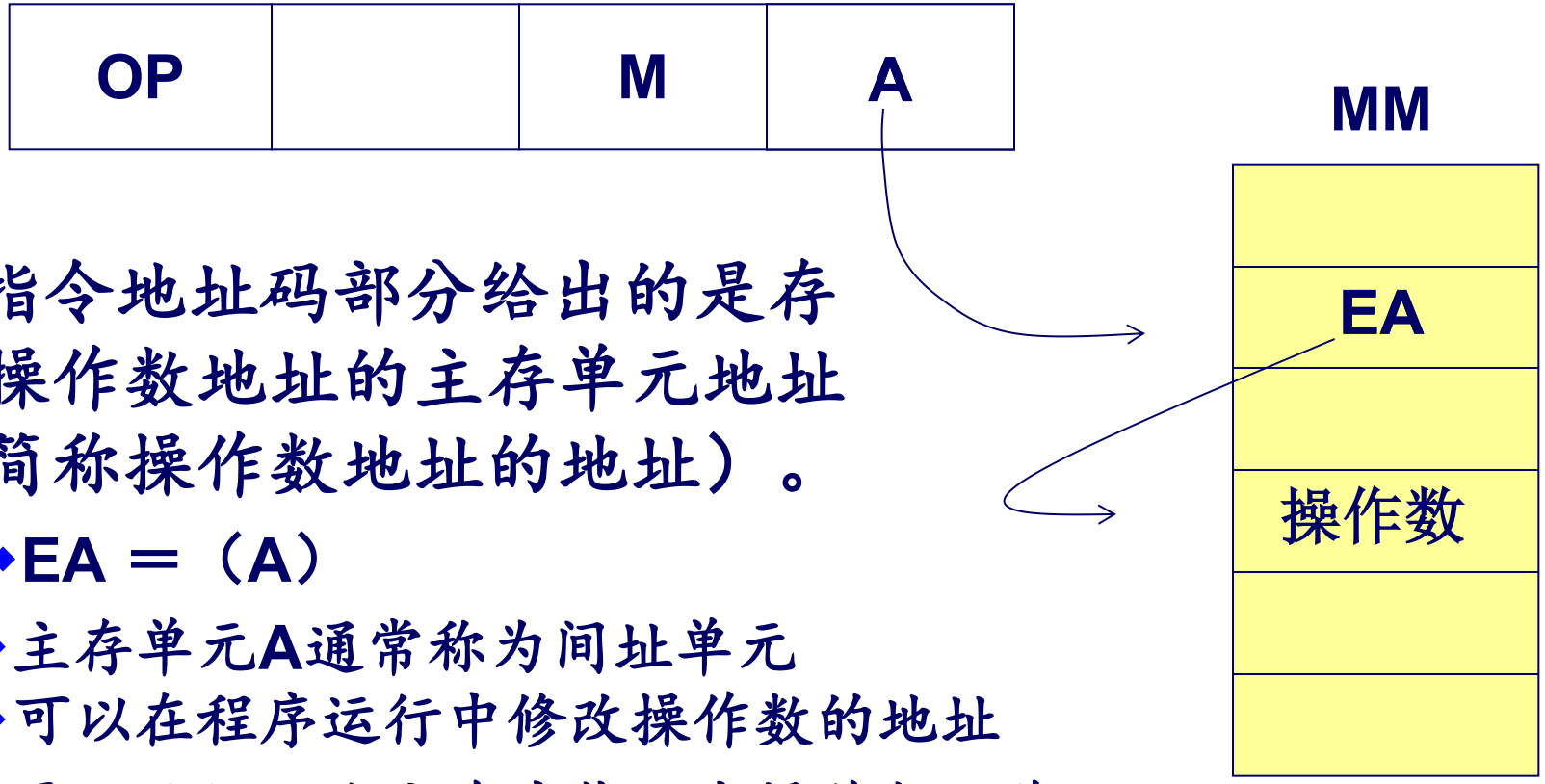
- 源操作数是间接寻址，目的操作数是变址寻址

	15 12	11 6	5 3	2 0	
第一字	0100	101	000	110	011
第二字	0010 0000 0000 0000				
第三字	0001 0000 0000 0000				

- 表 6.9 JUC-II模型机指令编码表
- 表 6.8 寻址方式及编码

	MM
0030H	4A33
0031H	2000
0032H	1000

回顾：间接寻址 Indirect Addressing

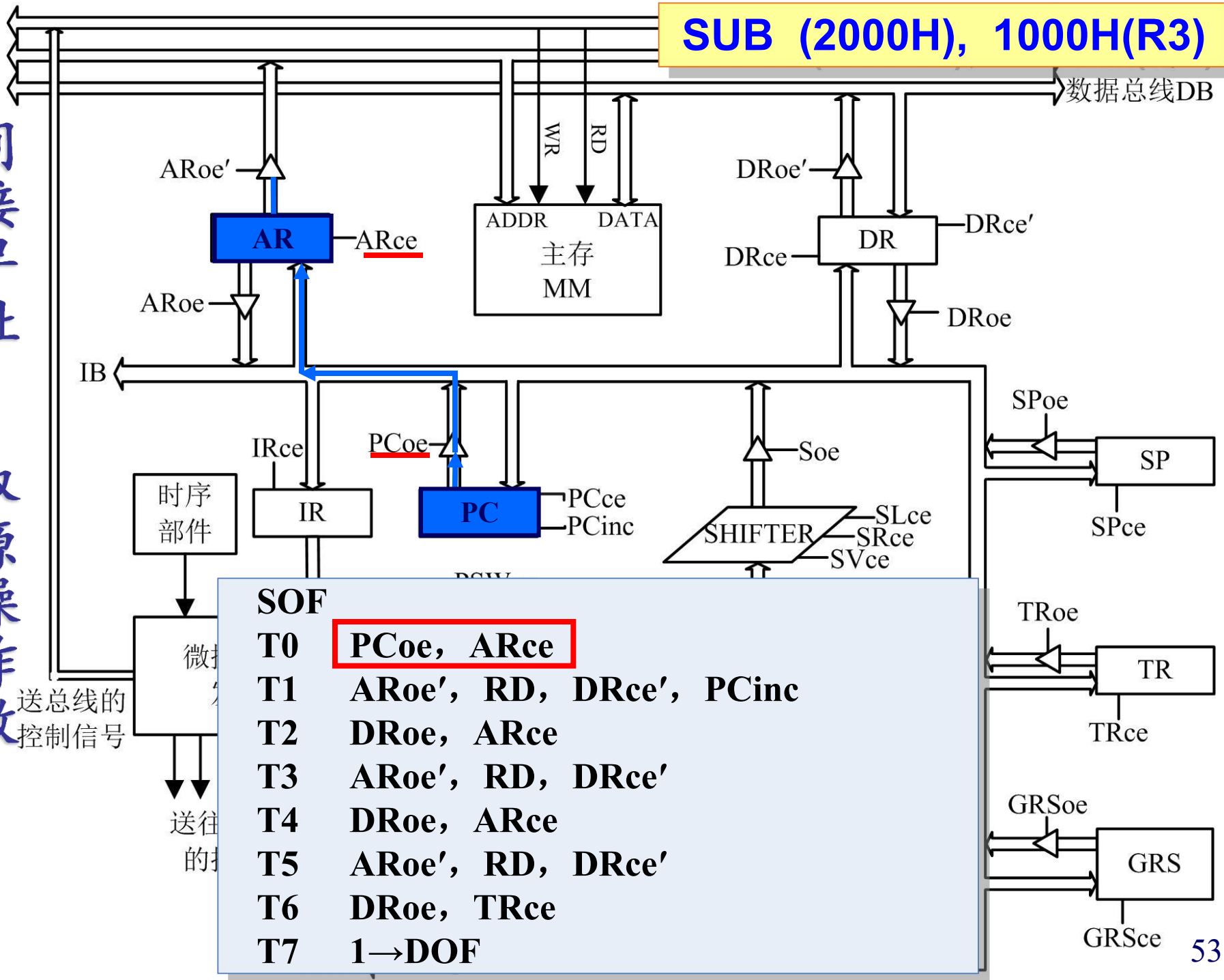


❖指令地址码部分给出的是存放操作数地址的主存单元地址（简称操作数地址的地址）。

- EA =（A）
- 主存单元A通常称为间址单元
- 可以在程序运行中修改操作数的地址
- 需要访问两次主存才能取出操作数，降低了指令的执行速度

间接寻址——取源操作数

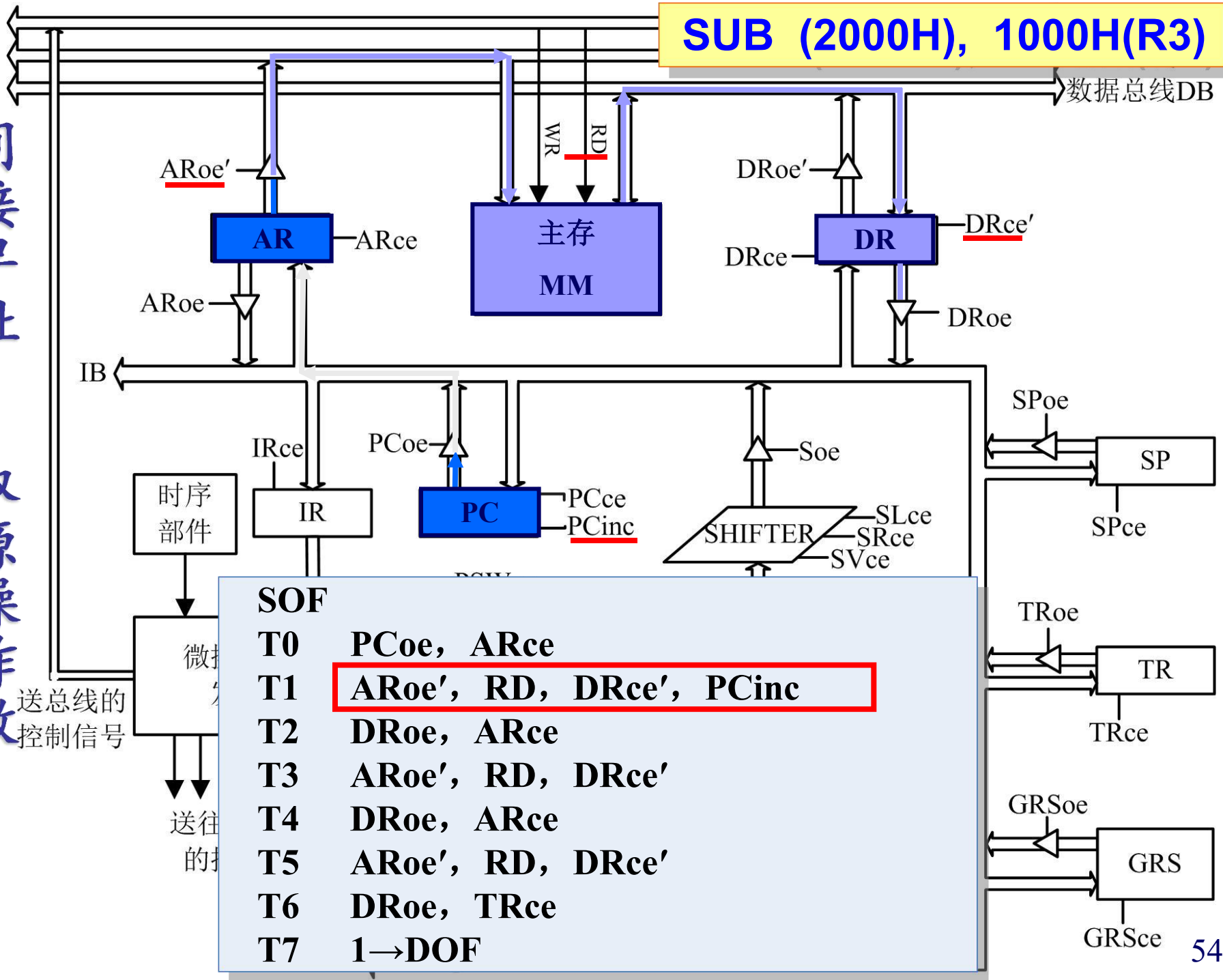
SUB (2000H), 1000H(R3)



SOF	
T0	PCoe，ARce
T1	AROe′，RD，DRce′，PCinc
T2	DROe，ARce
T3	AROe′，RD，DRce′
T4	DROe，ARce
T5	AROe′，RD，DRce′
T6	DROe，TRce
T7	1→DOF

间接寻址——取源操作数

SUB (2000H), 1000H(R3)



SOF

T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，ARce

T3　AROe′，RD，DRce′

T4　DROe，ARce

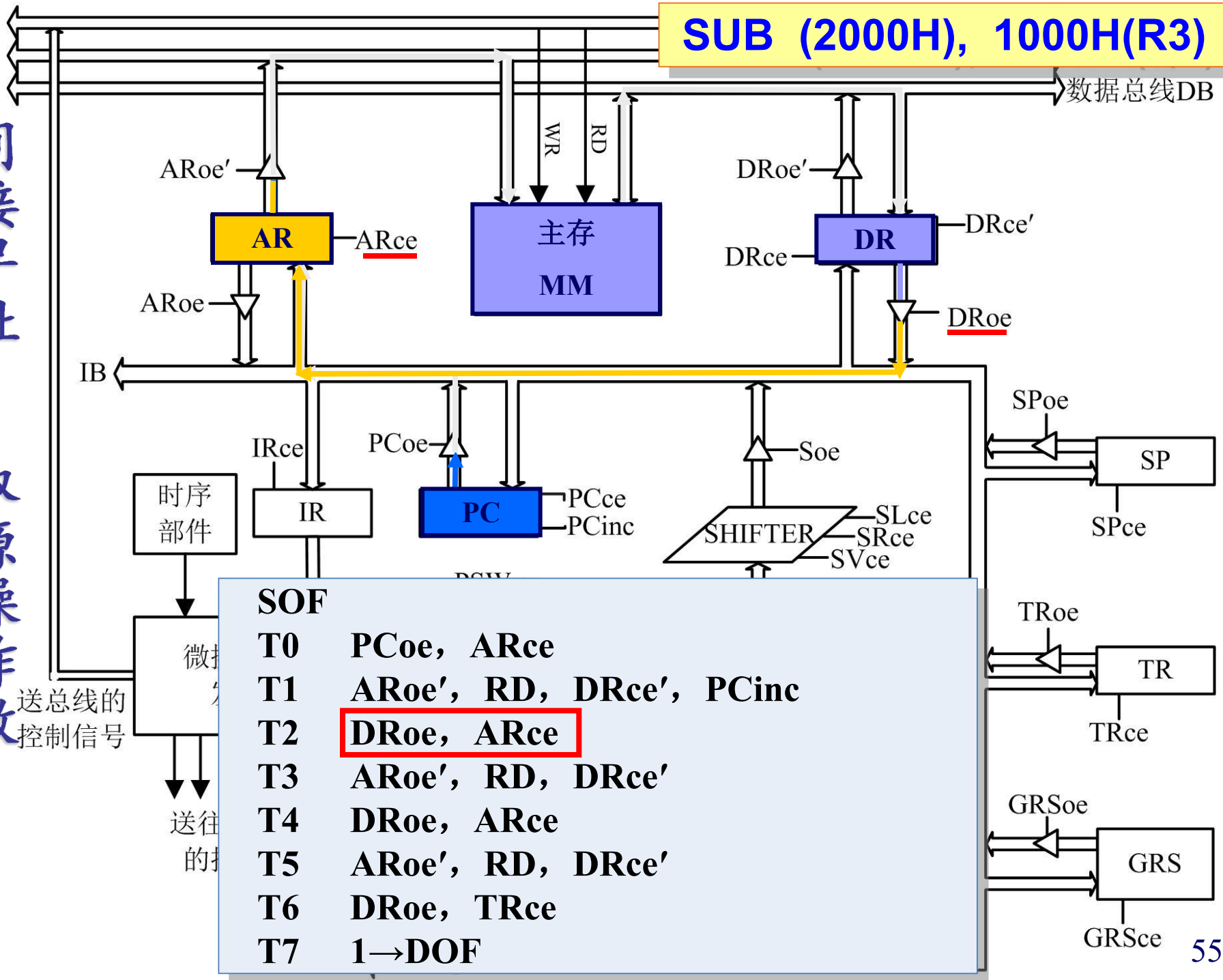
T5　AROe′，RD，DRce′

T6　DROe，TRce

T7　1→DOF

间接寻址——取源操作数

SUB (2000H), 1000H(R3)



SOF

T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，ARce

T3　AROe′，RD，DRce′

T4　DROe，ARce

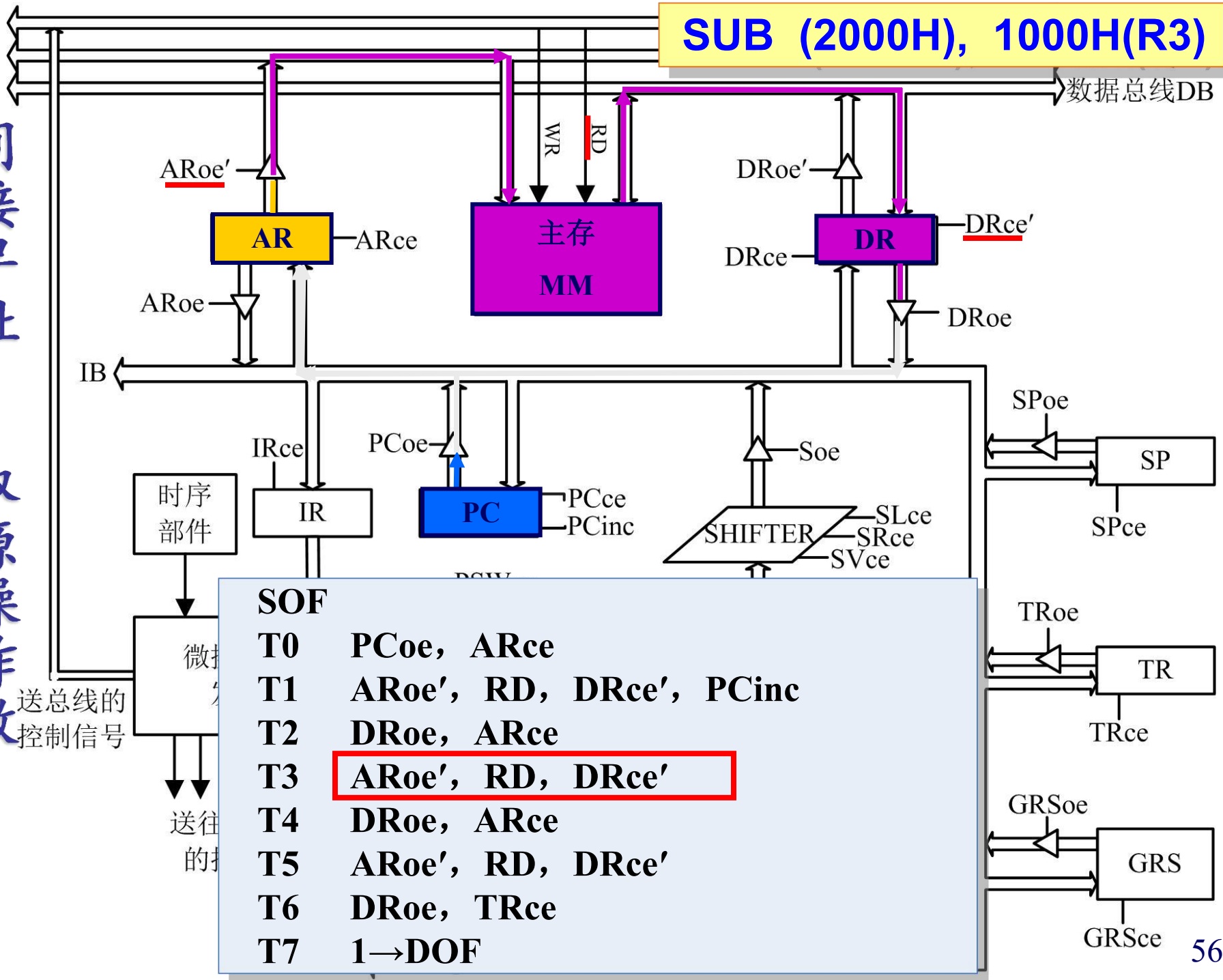
T5　AROe′，RD，DRce′

T6　DROe，TRce

T7　1→DOF

间接寻址——取源操作数

SUB (2000H), 1000H(R3)



SOF

T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，ARce

T3　AROe′，RD，DRce′

T4　DROe，ARce

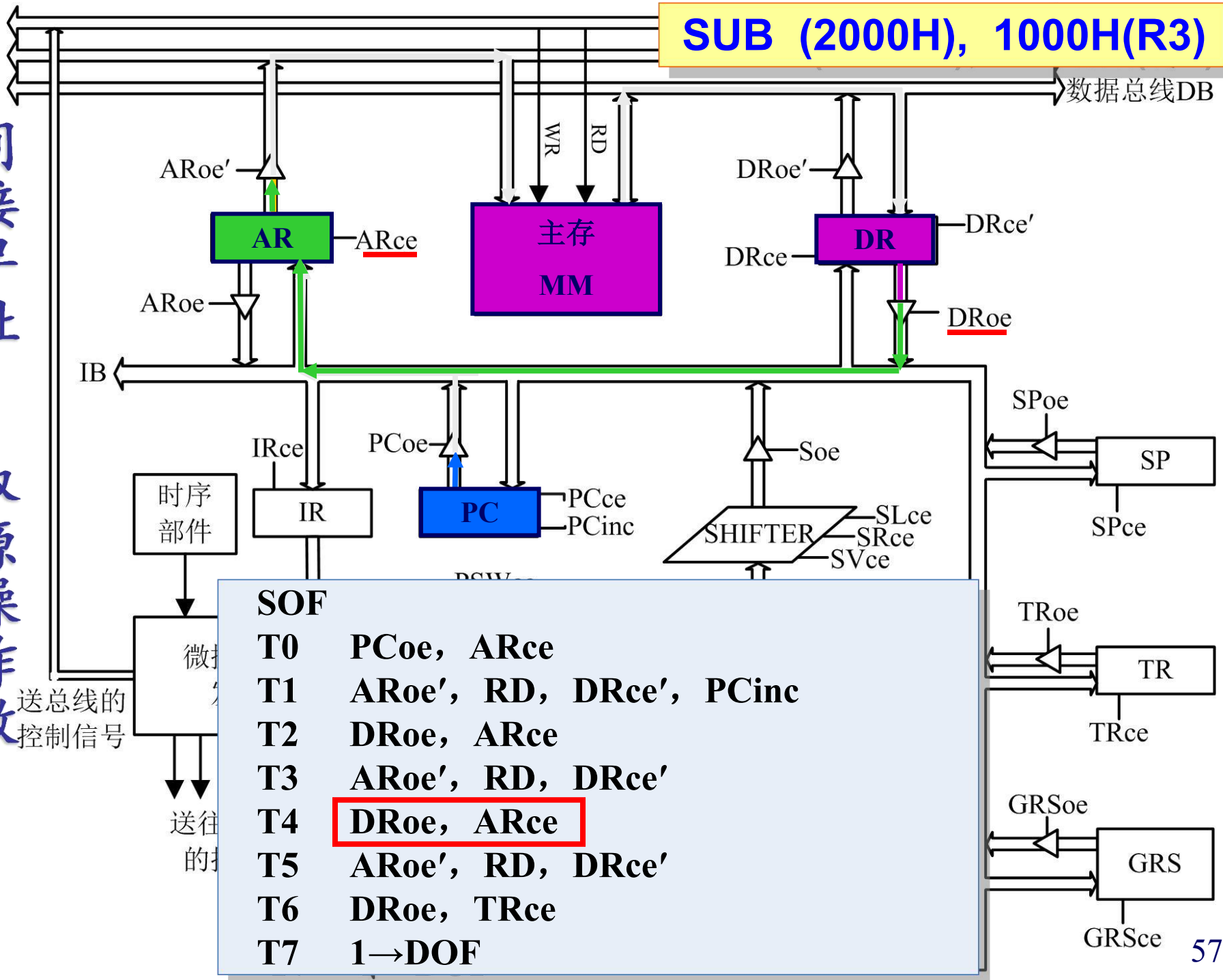
T5　AROe′，RD，DRce′

T6　DROe，TRce

T7　1→DOF

间接寻址——取源操作数

SUB (2000H), 1000H(R3)



SOF

T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，ARce

T3　AROe′，RD，DRce′

T4　DROe，ARce

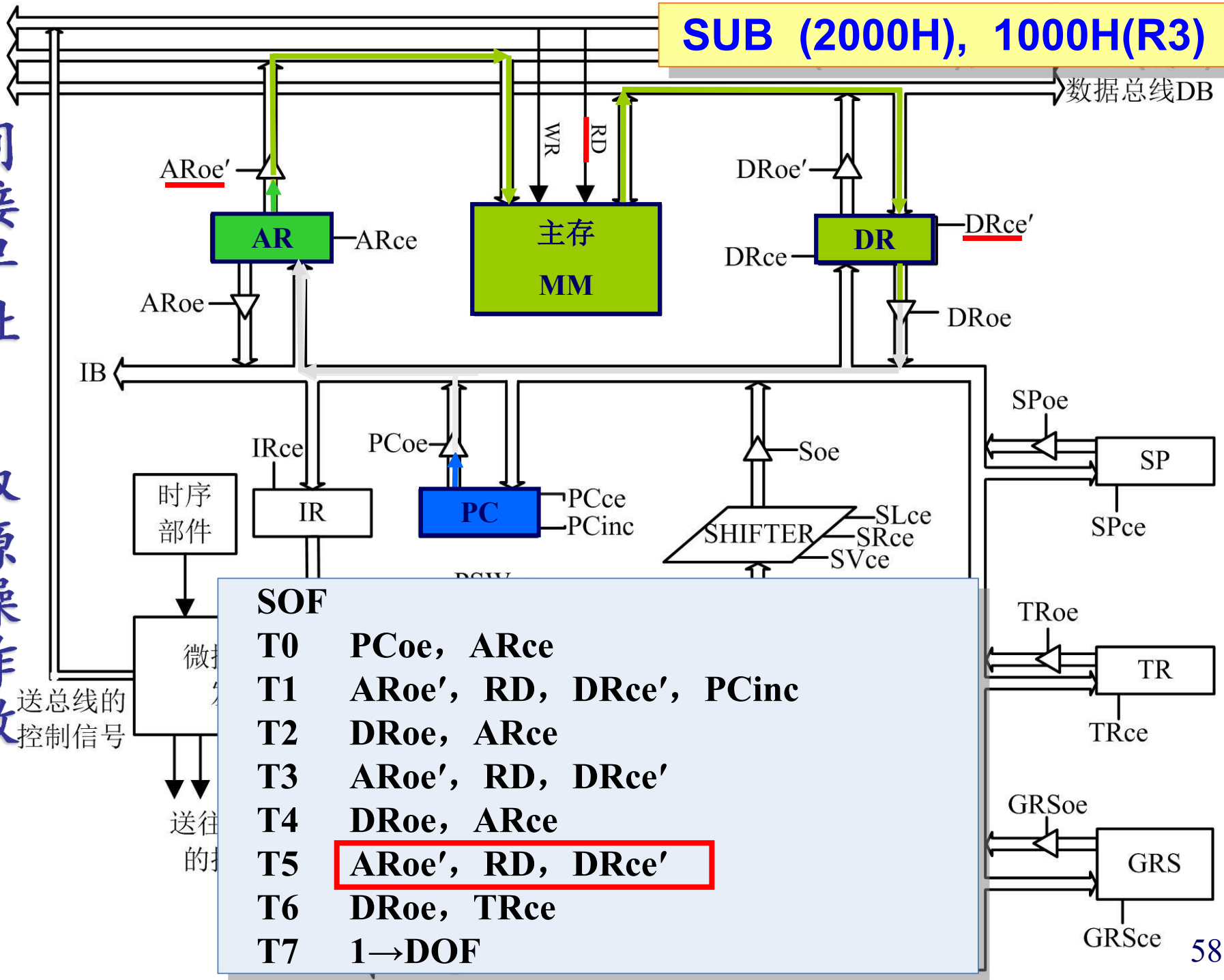
T5　AROe′，RD，DRce′

T6　DROe，TRce

T7　1→DOF

间接寻址——取源操作数

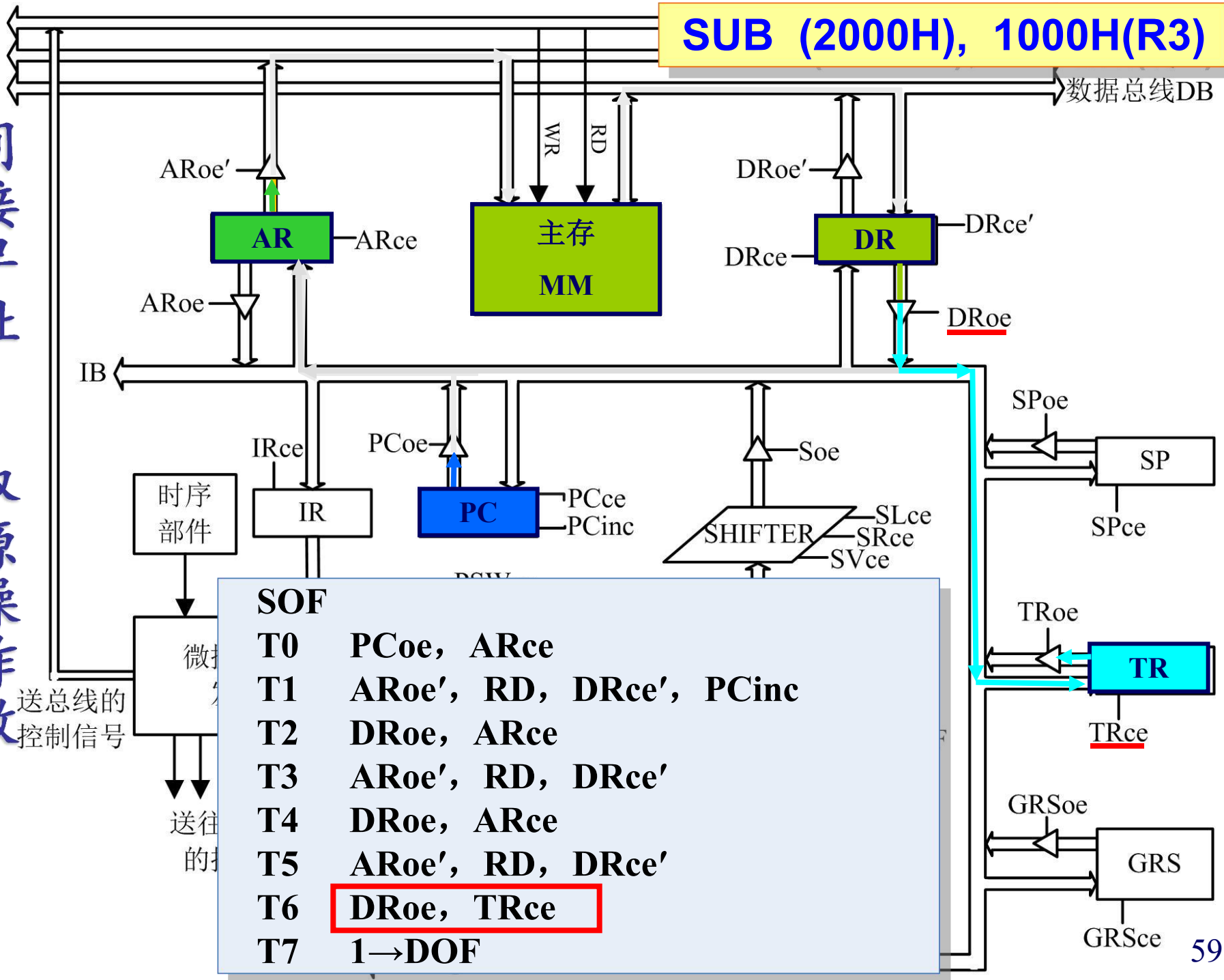
SUB (2000H), 1000H(R3)



SOF
T0　PCoe，ARce
T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc
T2　DROe，ARce
T3　AROe′，RD，DRce′
T4　DROe，ARce
T5　AROe′，RD，DRce′
T6　DROe，TRce
T7　1→DOF

间接寻址——取源操作数

SUB (2000H), 1000H(R3)



SOF

T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，ARce

T3　AROe′，RD，DRce′

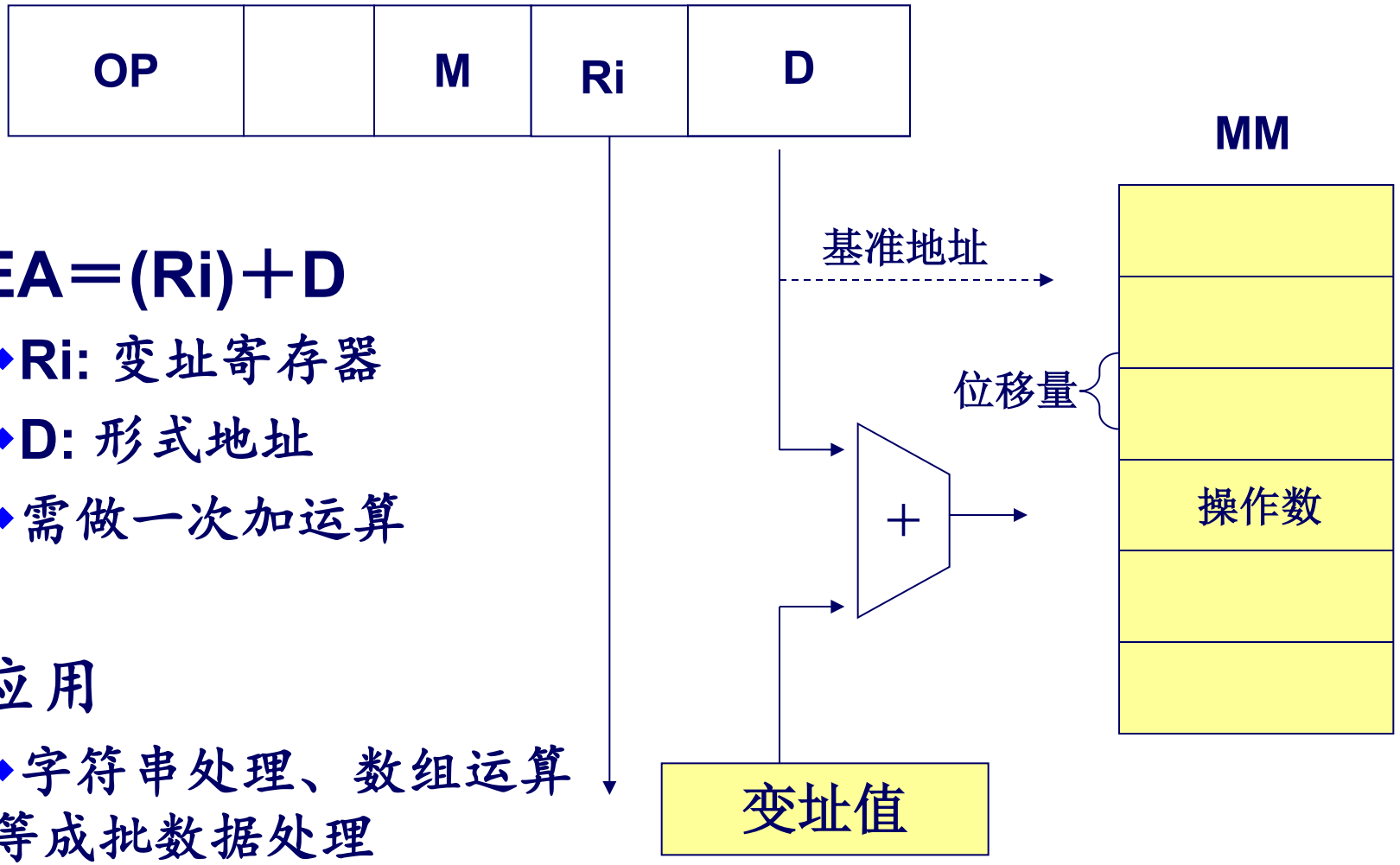
T4　DROe，ARce

T5　AROe′，RD，DRce′

T6　DROe，TRce

T7　1→DOF

回顾：变址寻址 Indexing



- EA＝(Ri)＋D
  - Ri: 变址寄存器
  - D: 形式地址
  - 需做一次加运算
- 应用
  - 字符串处理、数组运算等成批数据处理

变址寻址

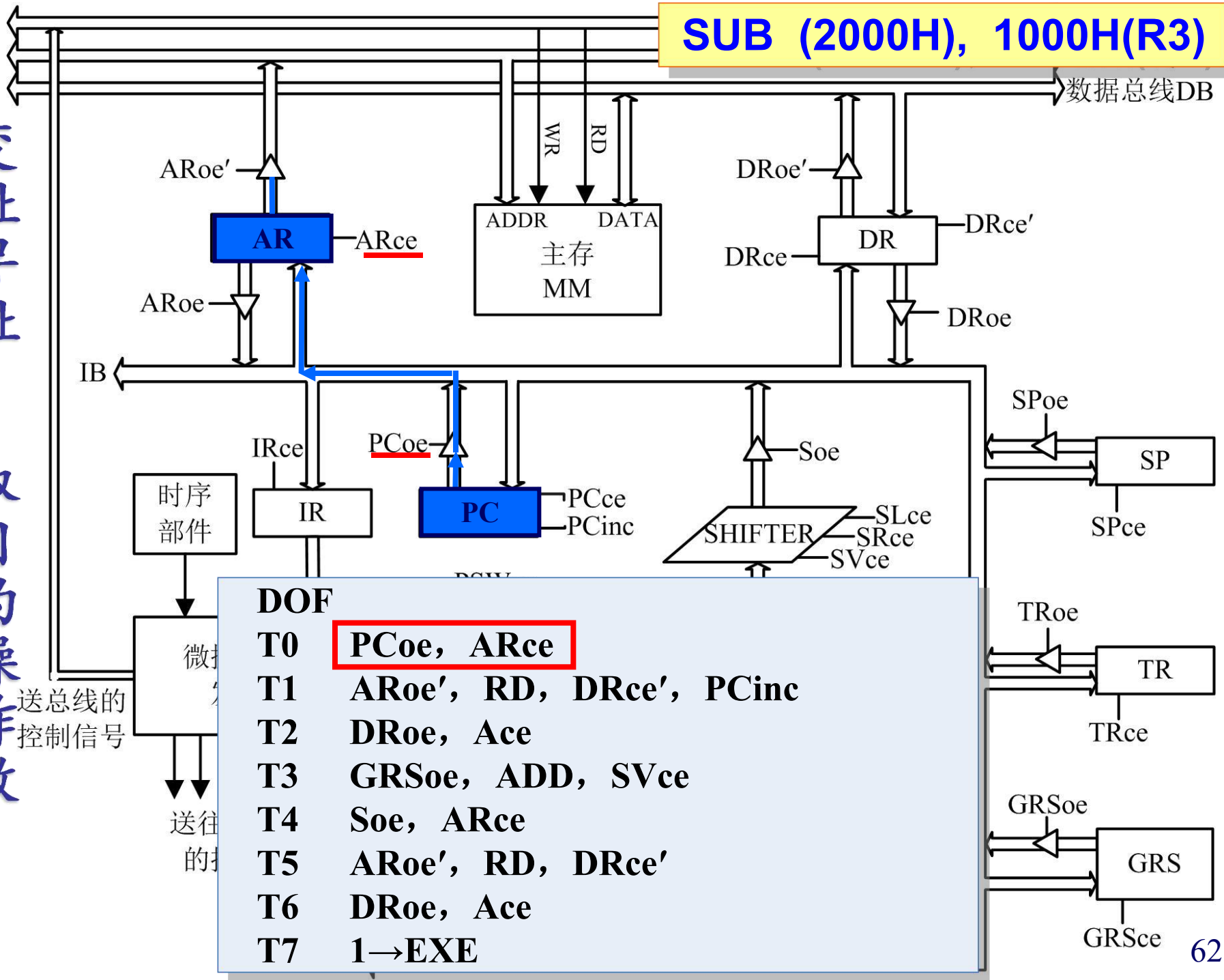
- SUB (2000H), 1000H(R3)

	15 12	11 6	5 3	2 0	
第一字	0100	101	000	110	011
第二字	0010 0000 0000 0000				
第三字	0001 0000 0000 0000				

- EA＝(R3)＋1000H
  - 先取1000H，然后和R3相加

变址寻址——取目的操作数

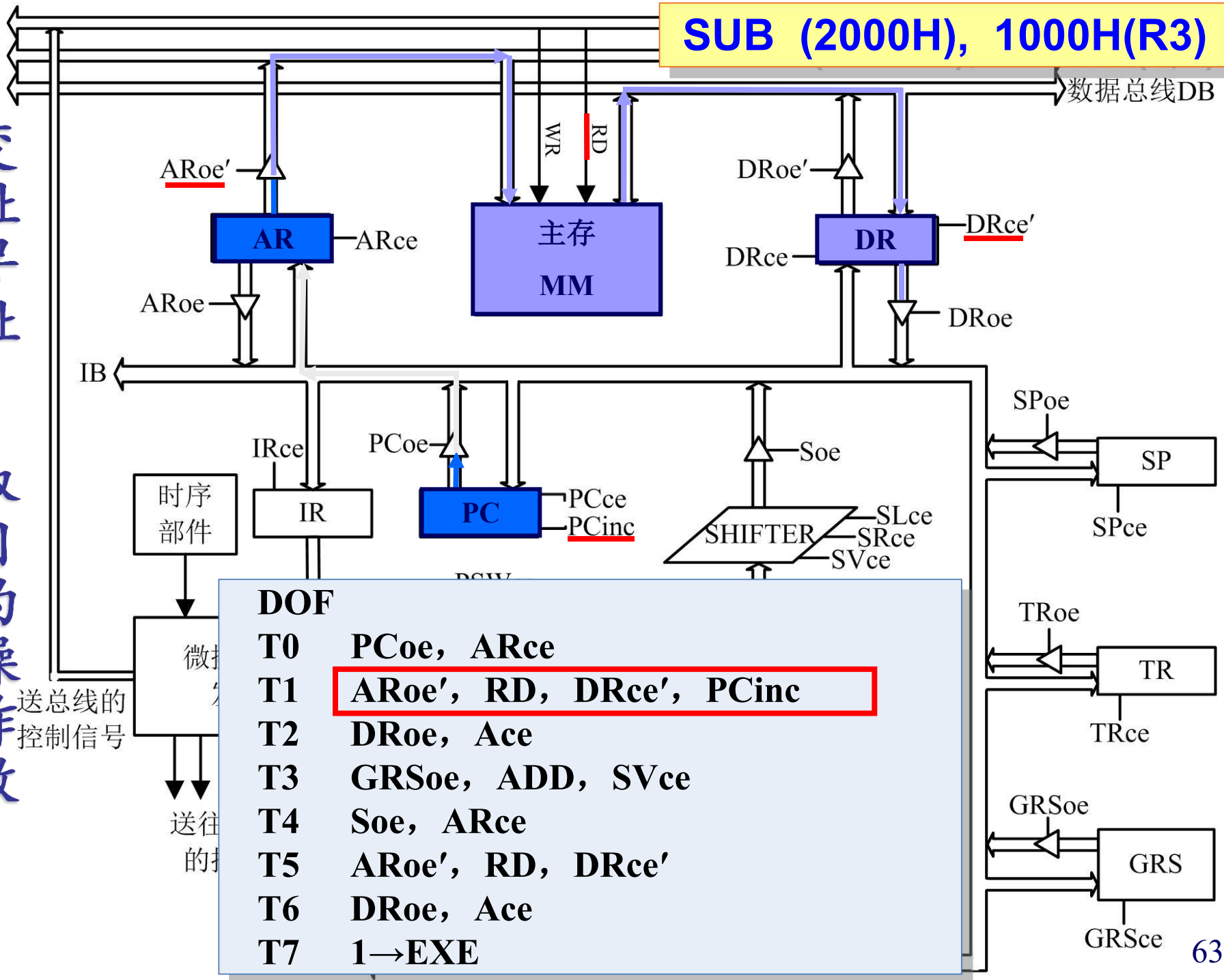
SUB (2000H), 1000H(R3)



DOF	
T0	PCoe，ARce
T1	AROe′，RD，DRce′，PCinc
T2	DROe，Ace
T3	GRSoe，ADD，SVce
T4	Soe，ARce
T5	AROe′，RD，DRce′
T6	DROe，Ace
T7	1→EXE

变址寻址——取目的操作数

SUB (2000H), 1000H(R3)



DOF

T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，Ace

T3　GRSoe，ADD，SVce

T4　Soe，ARce

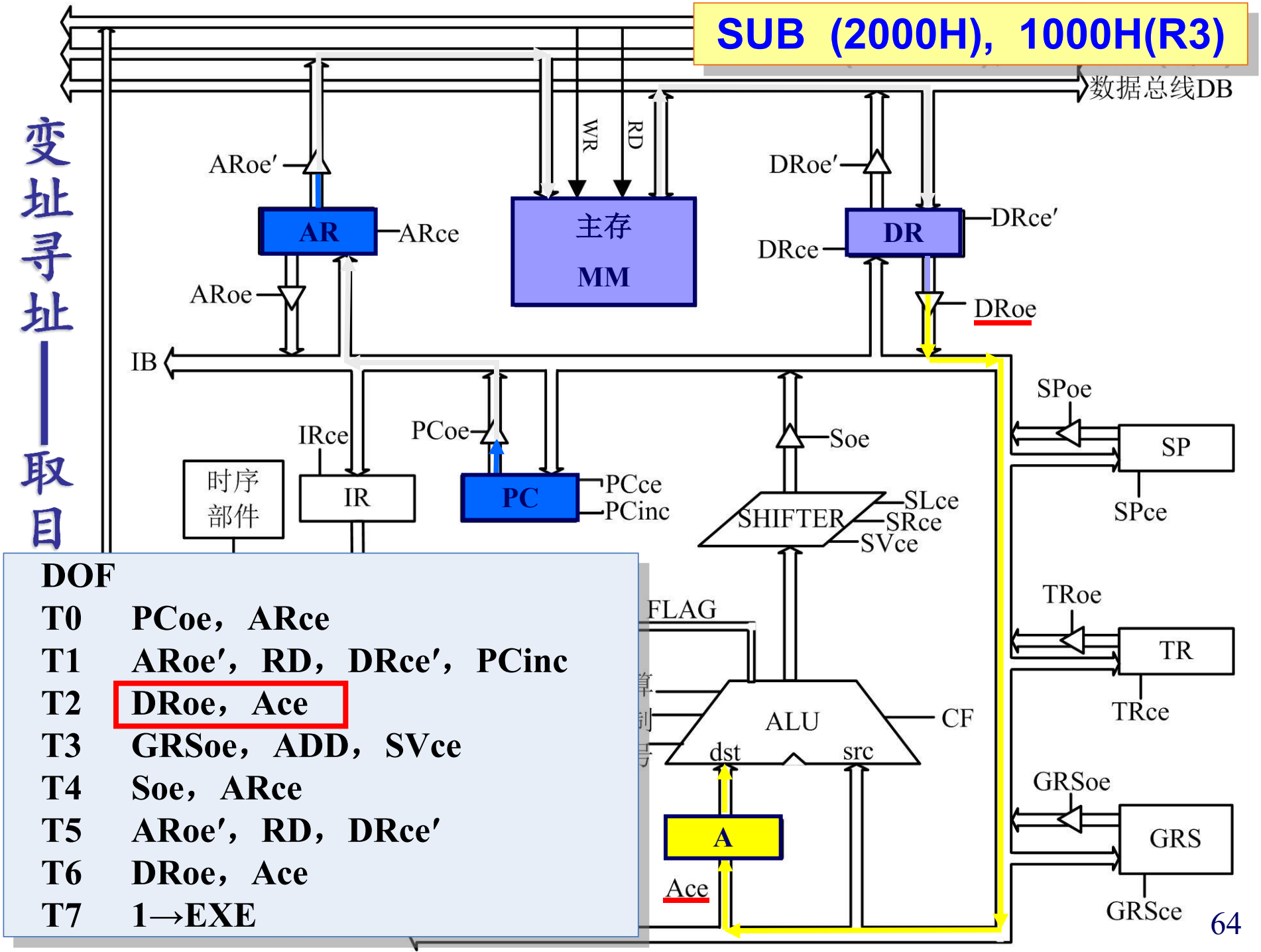
T5　AROe′，RD，DRce′

T6　DROe，Ace

T7　1→EXE

SUB（2000H），1000H(R3)

变址寻址——取目



DOF

T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，Ace

T3　GRSoe，ADD，SVce

T4　Soe，ARce

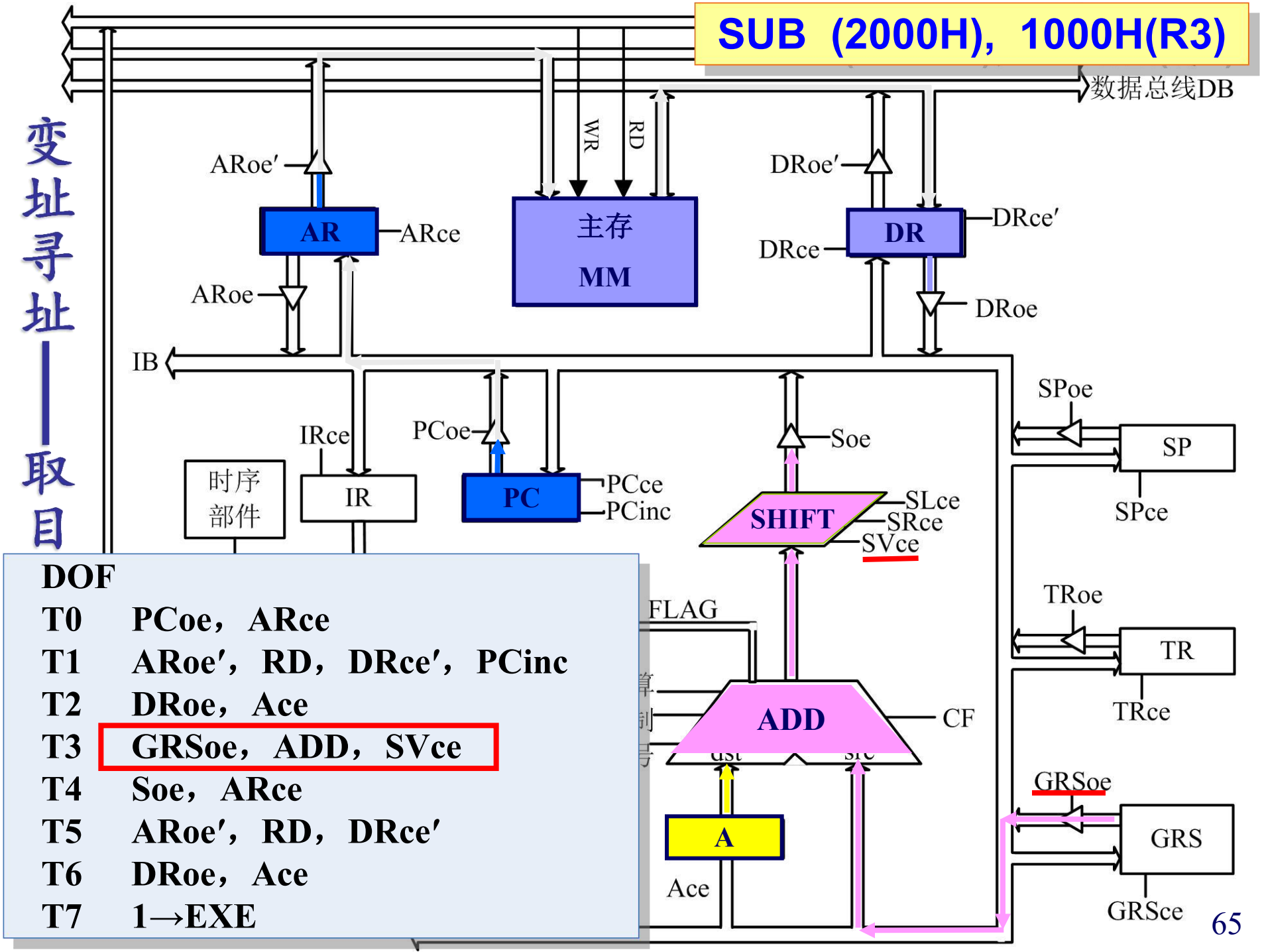
T5　AROe′，RD，DRce′

T6　DROe，Ace

T7　1→EXE

SUB（2000H），1000H(R3)

变址寻址——取目



DOF

T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，Ace

T3　GRSoe，ADD，SVce

T4　Soe，ARce

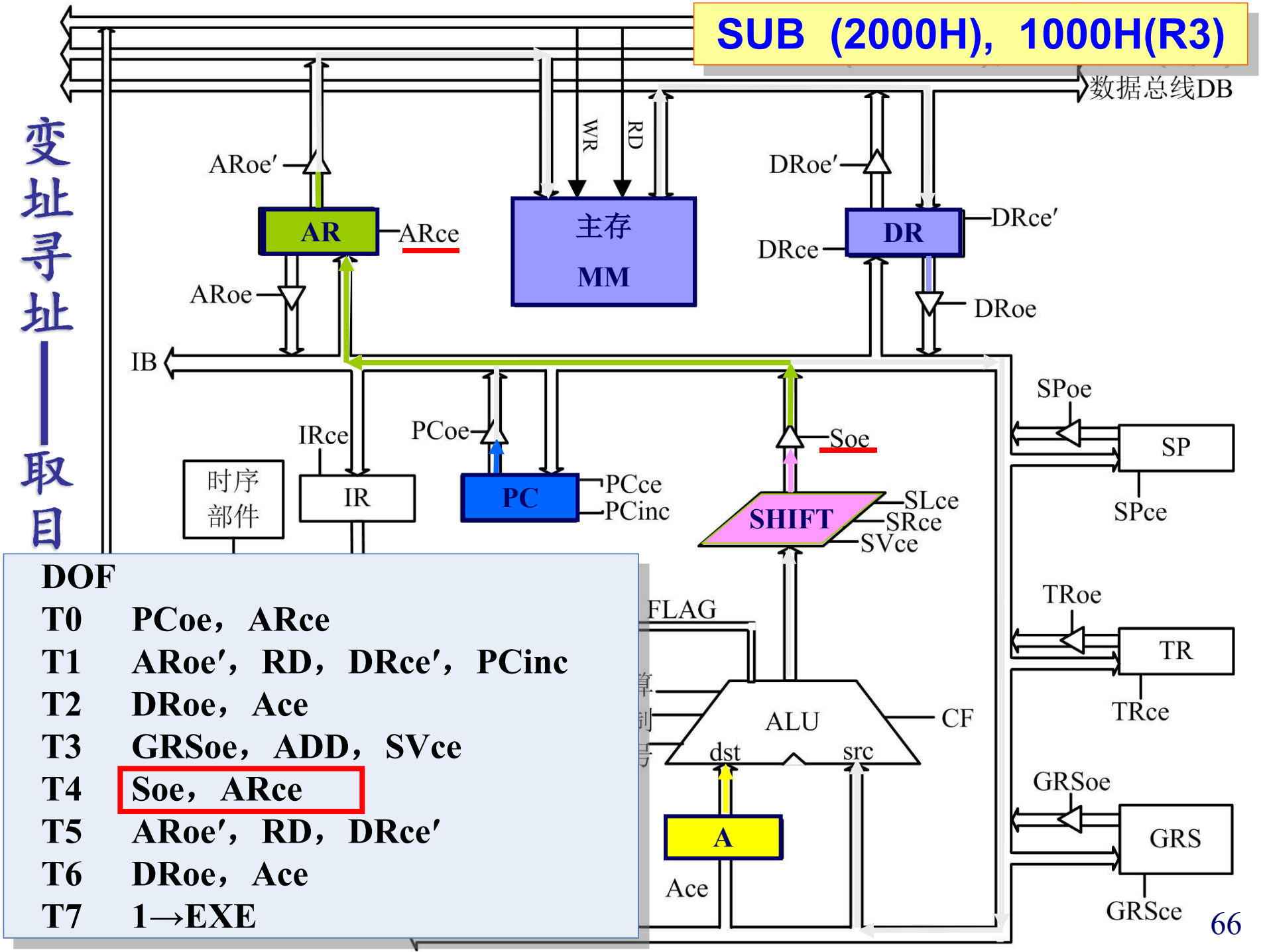
T5　AROe′，RD，DRce′

T6　DROe，Ace

T7　1→EXE

SUB（2000H），1000H(R3)

变址寻址——取目



DOF

T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，Ace

T3　GRSoe，ADD，SVce

T4　Soe，ARce

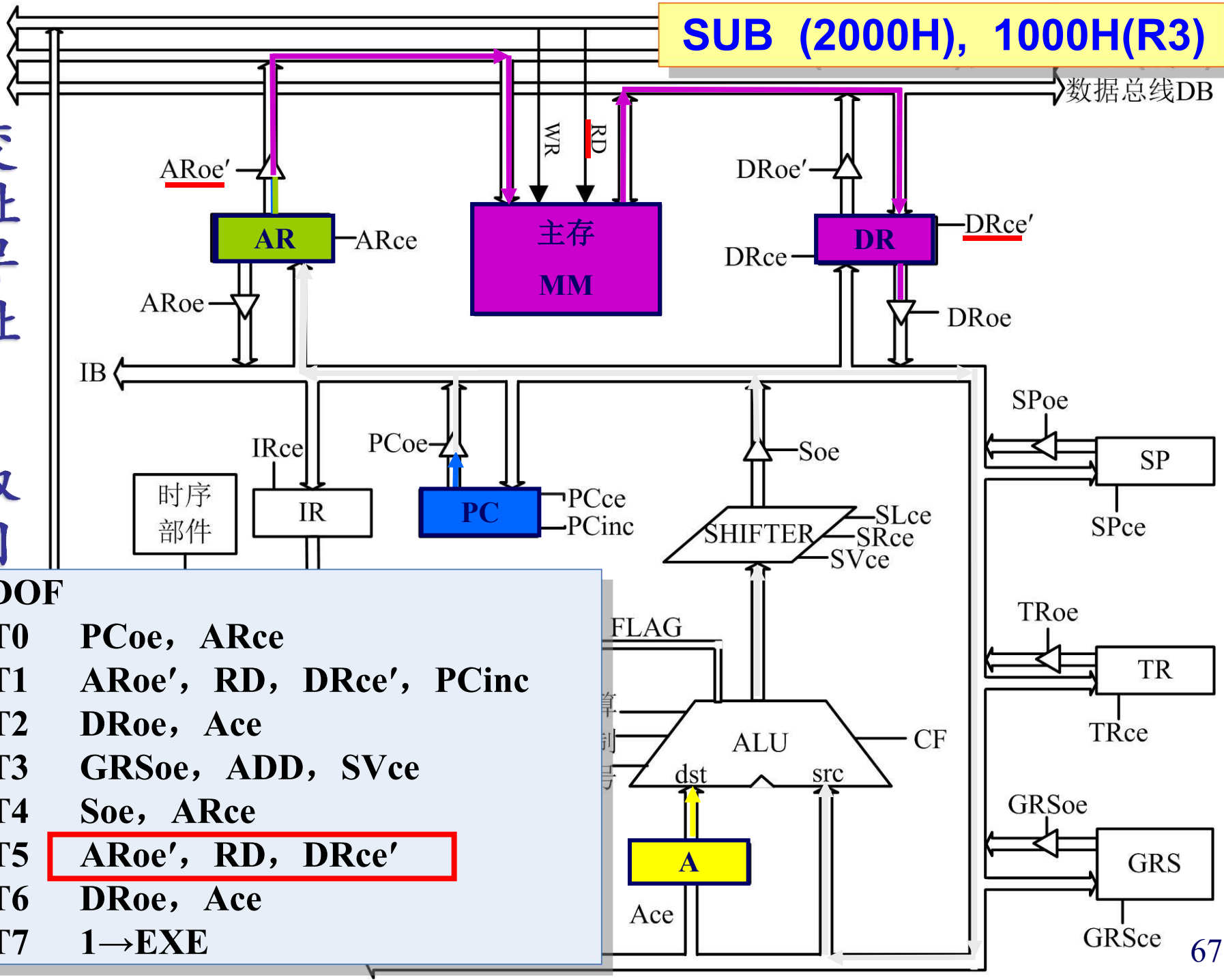
T5　AROe′，RD，DRce′

T6　DROe，Ace

T7　1→EXE

变址寻址——取目

SUB (2000H), 1000H(R3)



DOF

T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，Ace

T3　GRSoe，ADD，SVce

T4　Soe，ARce

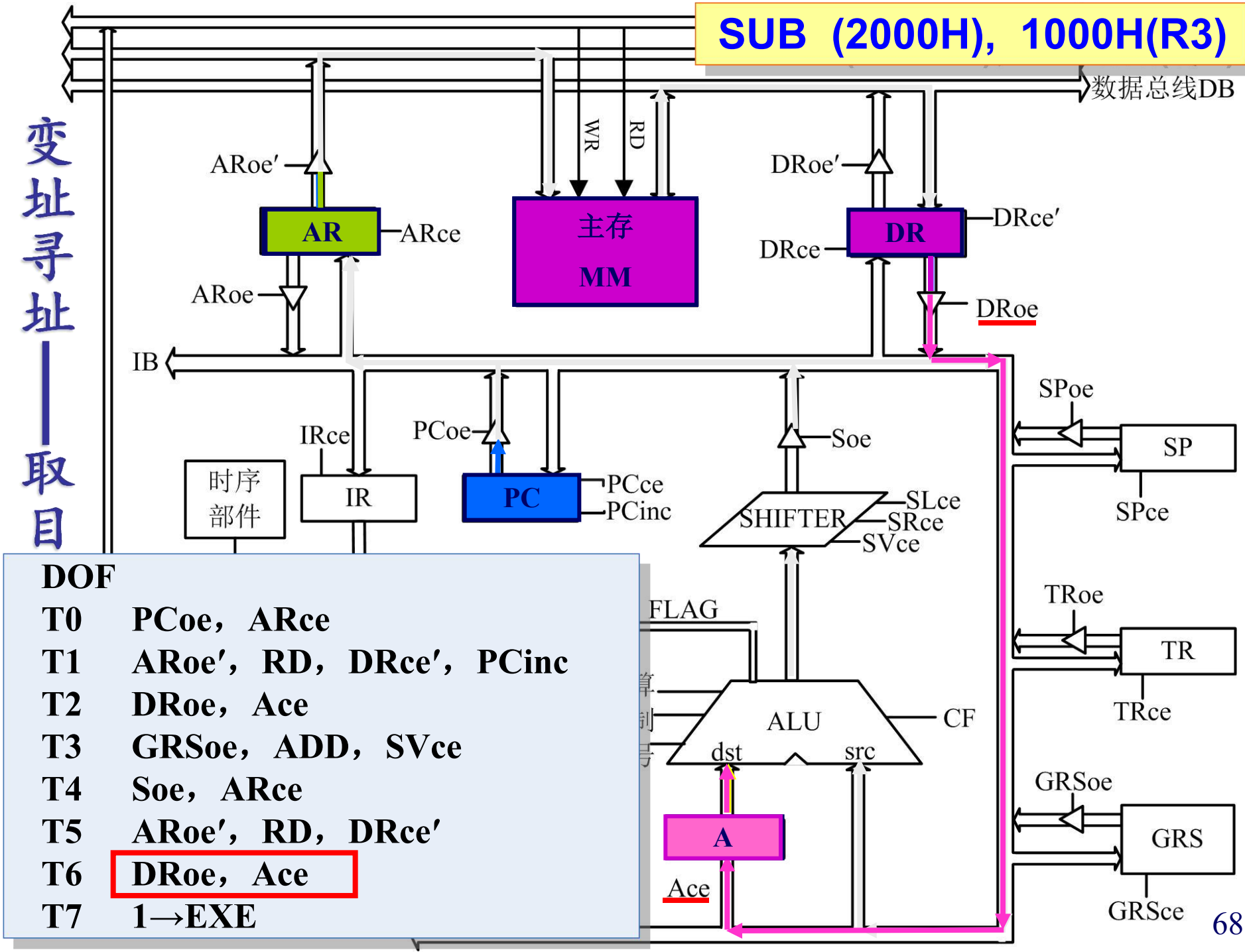
T5　AROe′，RD，DRce′

T6　DROe，Ace

T7　1→EXE

SUB（2000H），1000H(R3)

变址寻址——取目



DOF

T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，Ace

T3　GRSoe，ADD，SVce

T4　Soe，ARce

T5　AROe′，RD，DRce′

T6　DROe，Ace

T7　1→EXE

指令SUB (2000H), 1000H(R3)的微操作序列

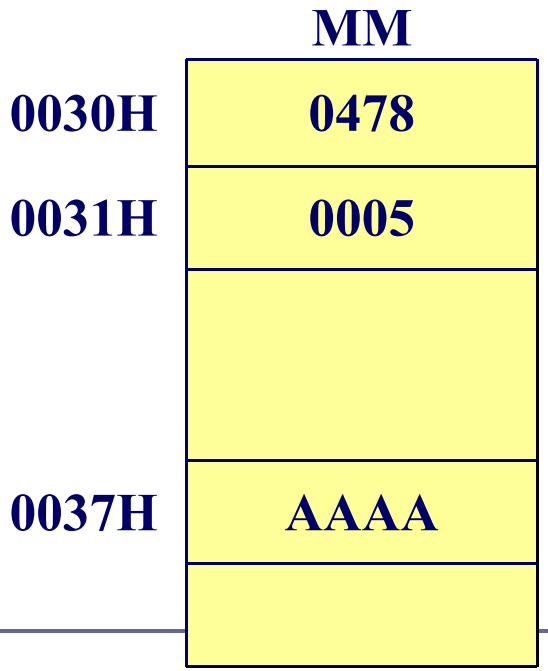
- SOF
  - T0 PCoe, ARce
  - T1 ARoe′, RD, DRce′, PCinc
  - T2 DRoe, ARce
  - T3 ARoe′, RD, DRce′
  - T4 DRoe, ARce
  - T5 ARoe′, RD, DRce′
  - T6 DRoe, TRce
  - T7 1→DOF
- DOF
  - T0 PCoe, ARce
  - T1 ARoe′, RD, DRce′, PCinc
  - T2 DRoe, Ace
  - T3 GRSoe, ADD, SVce
  - T4 Soe, ARce
  - T5 ARoe′, RD, DRce′
  - T6 DRoe, Ace
  - T7 1→EXE
- EXE
  - T0 TRoe, SUB, SVce, PSWce
  - T1 Soe, DRce
  - T2 ARoe′, DRoe′, WR
  - T3 END

指令执行微流程——例5

❖例5 指令*INC 5(PC)*的微操作序列

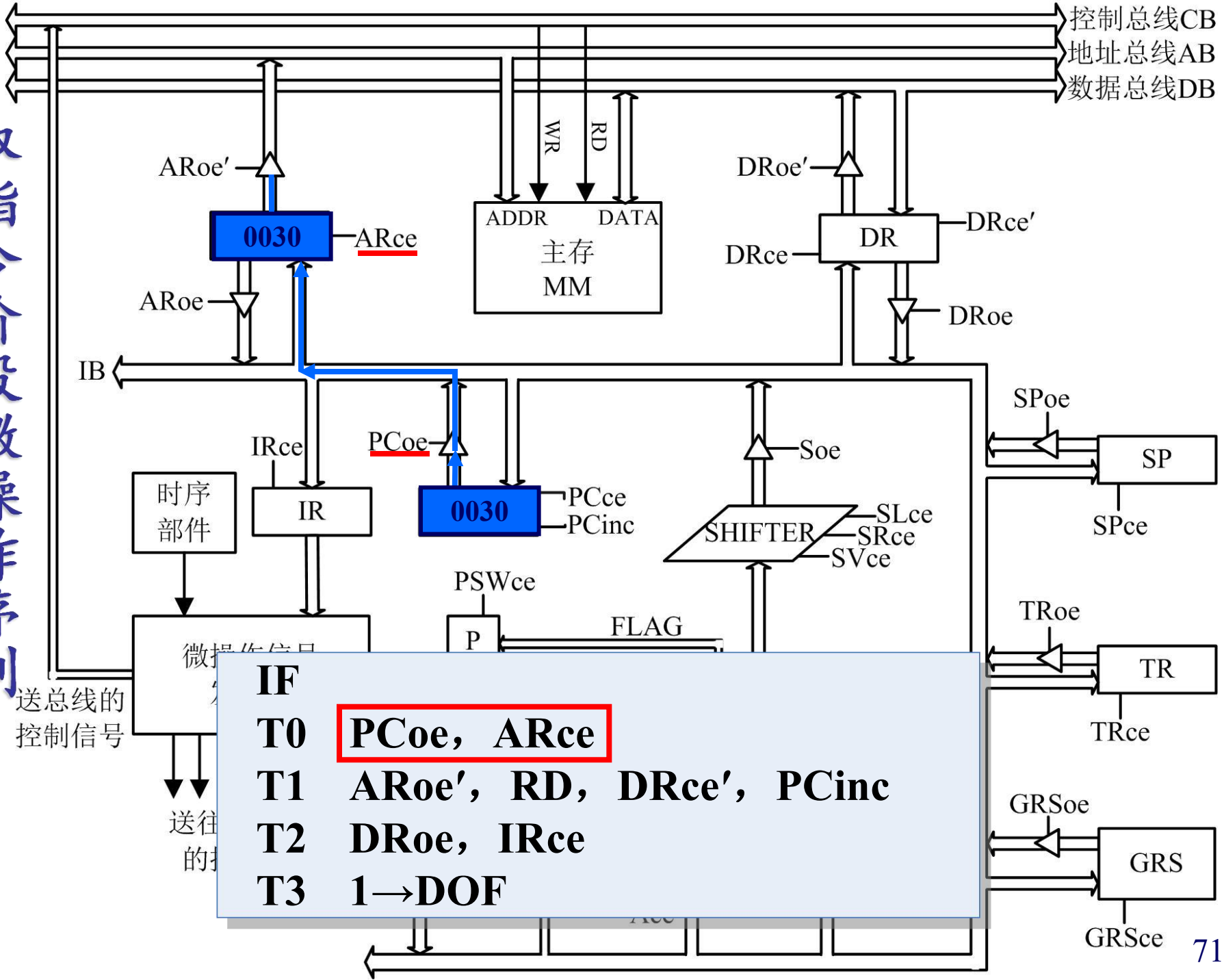
- 单操作数，目的操作数是相对寻址，EA＝(PC)＋5

	15 12	11 6	5 3	2 0
第一字	0000	010001	111	000
第二字	0000 0000 0000 0101			



- 表 6.9 JUC-II模型机指令编码表
- 表 6.8 寻址方式及编码

取指令阶段微操作序列



IF

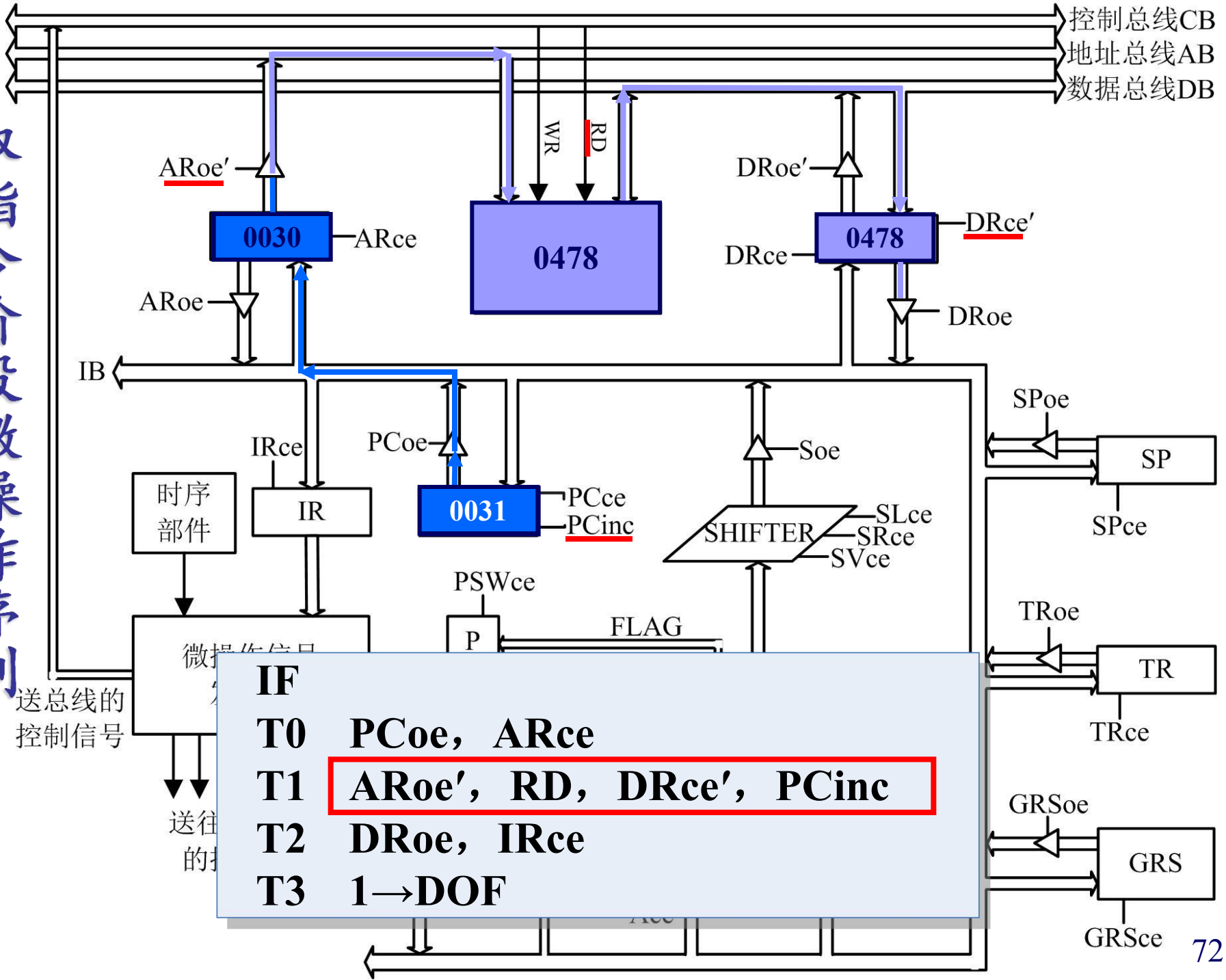
T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

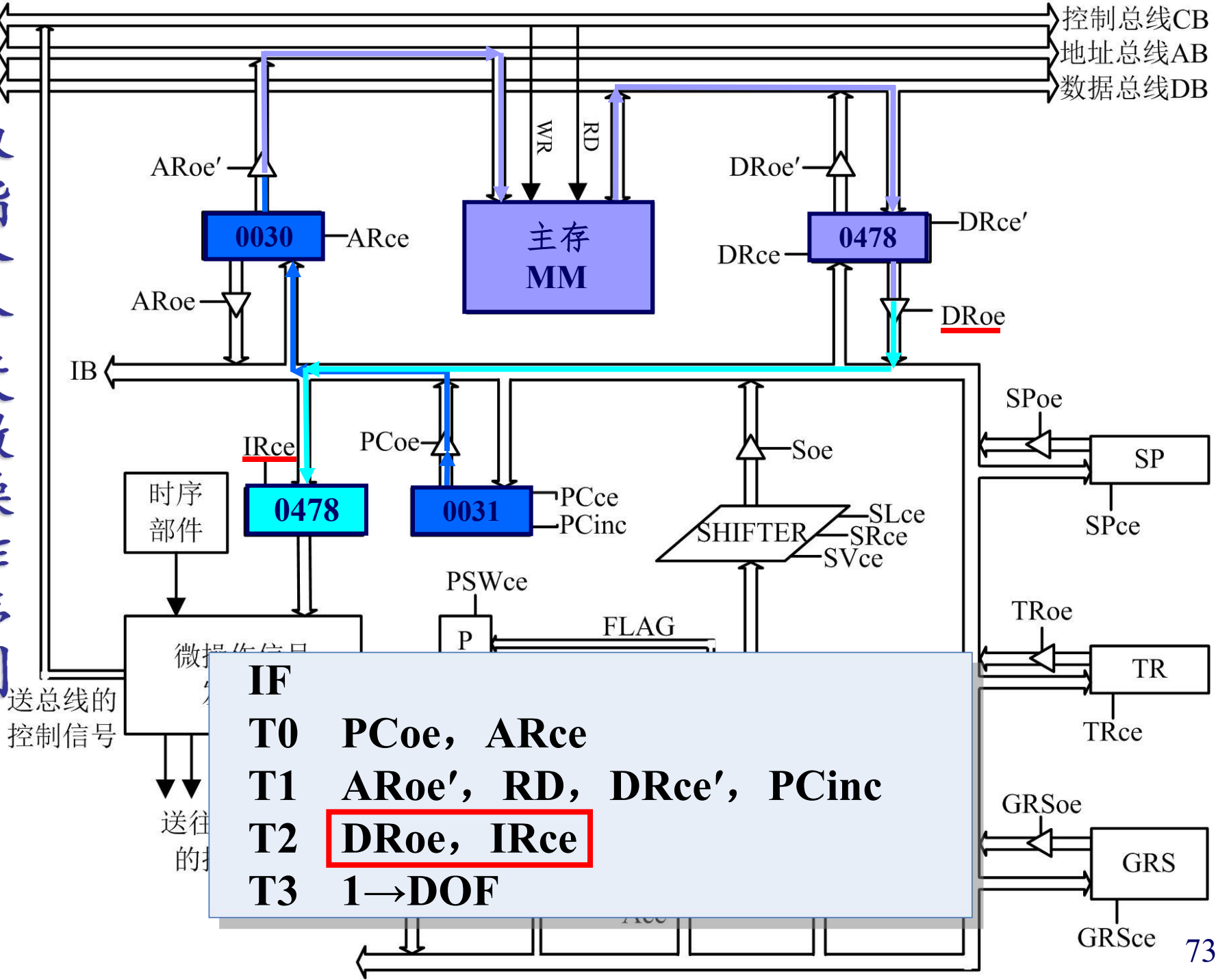
T2　DROe，IRce

T3　1→DOF

取指令阶段微操作序列


控制总线CB
地址总线AB
数据总线DB
WR
RD
ARoe′
0030
ARce
ARoe
0478
DRoe′
DRce
0478
DRce′
DRoe
IB
IRce
PCoe
Soe
SPoe
SP
SPce
时序部件
IR
0031
PCce
PCinc
SHIFTER
SLce
SRce
SVce
PSWce
P
FLAG
TRoe
TR
TRce
送总线的控制信号
送往的
GRSoe
GRS
GRSce
IF
T0 PCoe，ARce
T1 ARoe′，RD，DRce′，PCinc
T2 DRoe，IRce
T3 1→DOF

取指令阶段微操作序列



IF

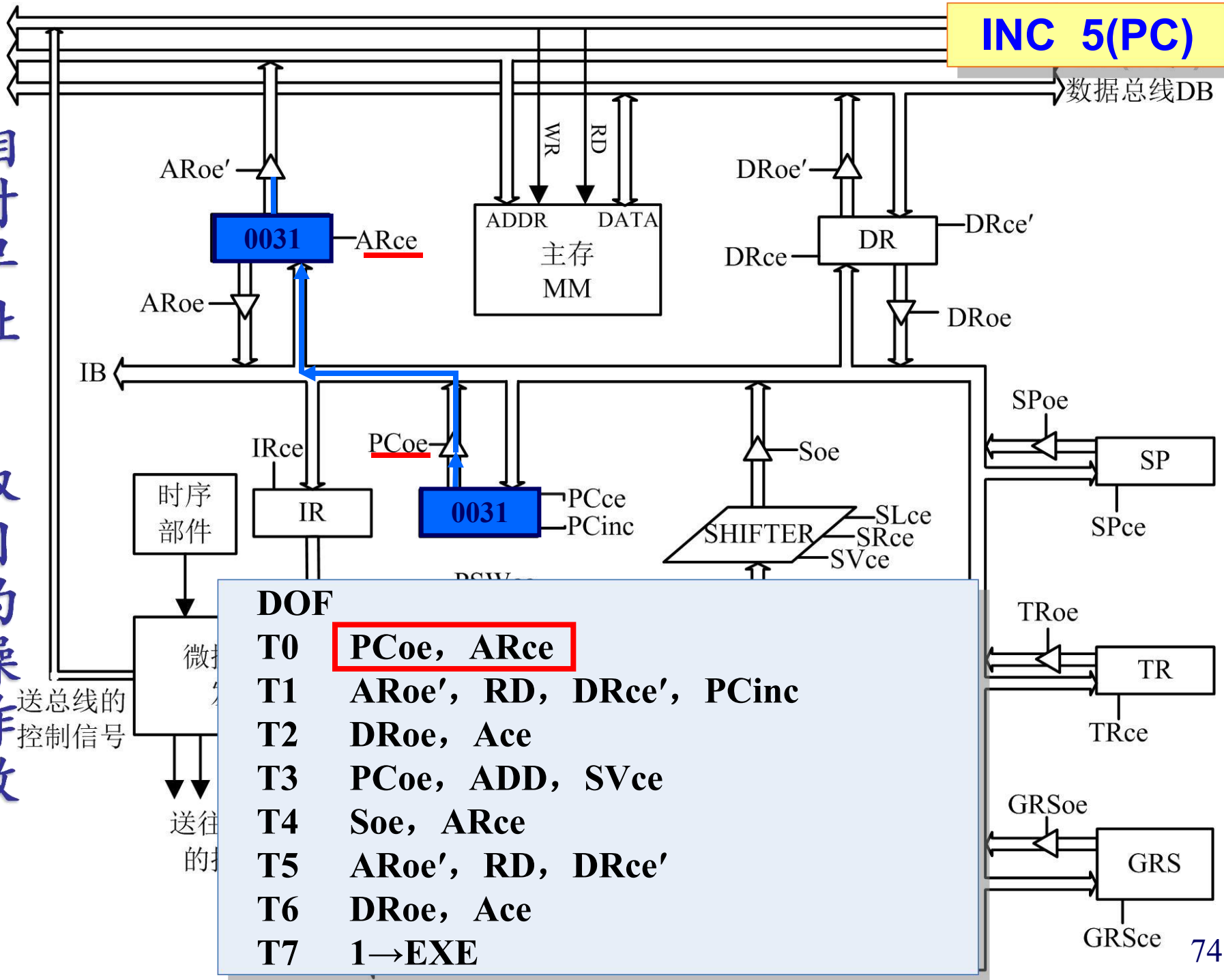
T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

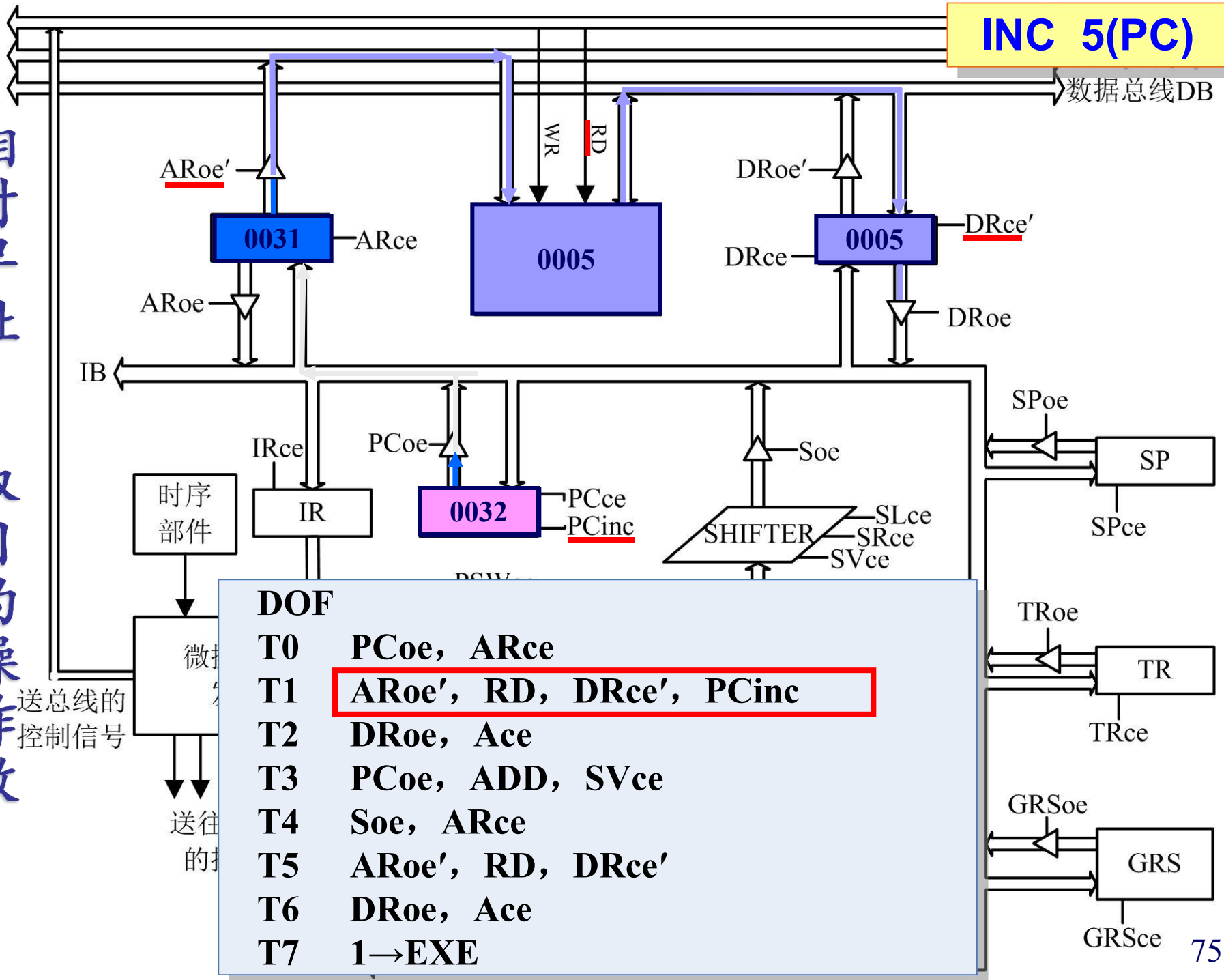
T2　DROe，IRce

T3　1→DOF

相对寻址——取目的操作数

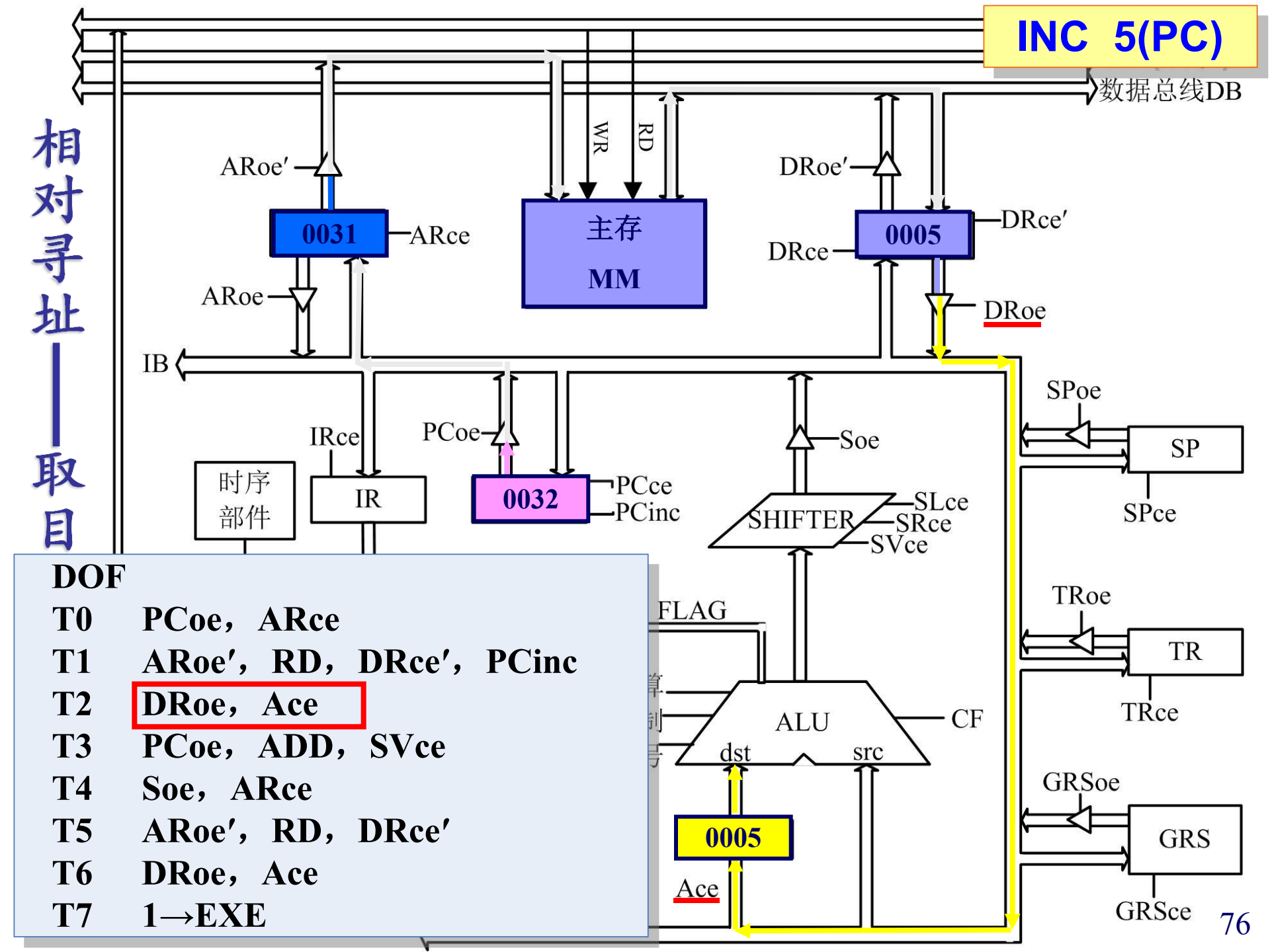

INC 5(PC)
数据总线DB
WR
RD
AROe′
0031
ARce
AROe
ADDR
DATA
主存
MM
DROe′
DR
DRce′
DRce
DROe
IB
SPoe
SP
SPce
IRce
PCoe
Soe
时序
部件
IR
0031
PCce
PCinc
SHIFTER
SLce
SRce
SVce
TRoe
TR
TRce
GRSoe
GRS
GRSce
送总线的
控制信号
送往
的
DOF
T0 PCoe，ARce
T1 AROe′，RD，DRce′，PCinc
T2 DROe，Ace
T3 PCoe，ADD，SVce
T4 Soe，ARce
T5 AROe′，RD，DRce′
T6 DROe，Ace
T7 1→EXE

相对寻址——取目的操作数


INC 5(PC)
数据总线DB
WR
RD
ARoe′
0031
ARce
ARoe
0005
DRoe′
DRce
0005
DRce′
DRoe
IB
SPoe
SP
SPce
IRce
PCoe
Soe
时序部件
IR
0032
PCce
PCinc
SHIFTER
SLce
SRce
SVce
TRoe
TR
TRce
GRSoe
GRS
GRSce
送总线的控制信号
送往的
DOF
T0 PCoe，ARce
T1 ARoe′，RD，DRce′，PCinc
T2 DRoe，Ace
T3 PCoe，ADD，SVce
T4 Soe，ARce
T5 ARoe′，RD，DRce′
T6 DRoe，Ace
T7 1→EXE

相对寻址——取目

INC 5(PC)



DOF

T0　PCoe，ARce

T1　ARoe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DRoe，Ace

T3　PCoe，ADD，SVce

T4　Soe，ARce

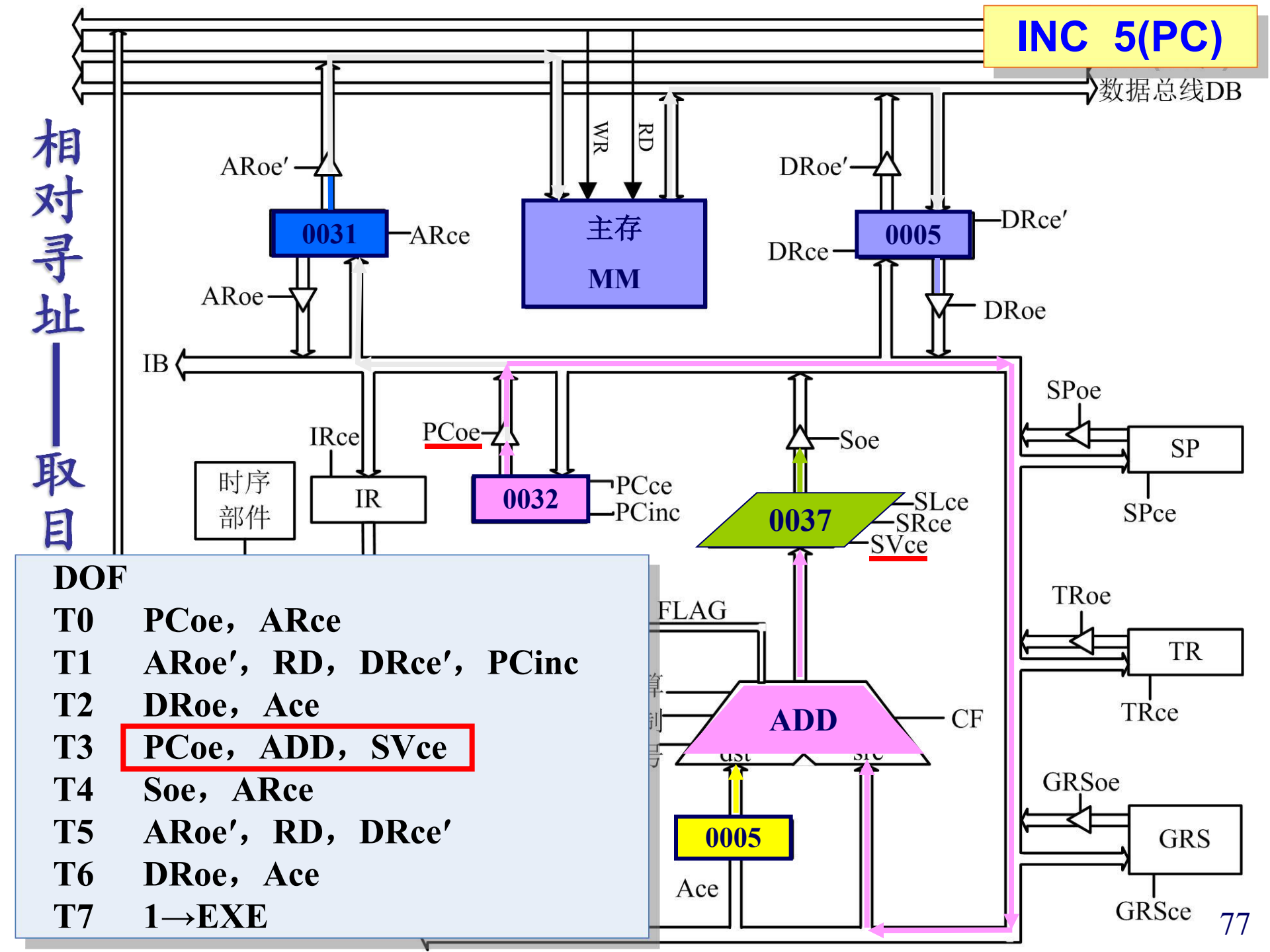
T5　ARoe′，RD，DRce′

T6　DRoe，Ace

T7　1→EXE

相对寻址——取目

INC 5(PC)



DOF

T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，Ace

T3　PCoe，ADD，SVce

T4　Soe，ARce

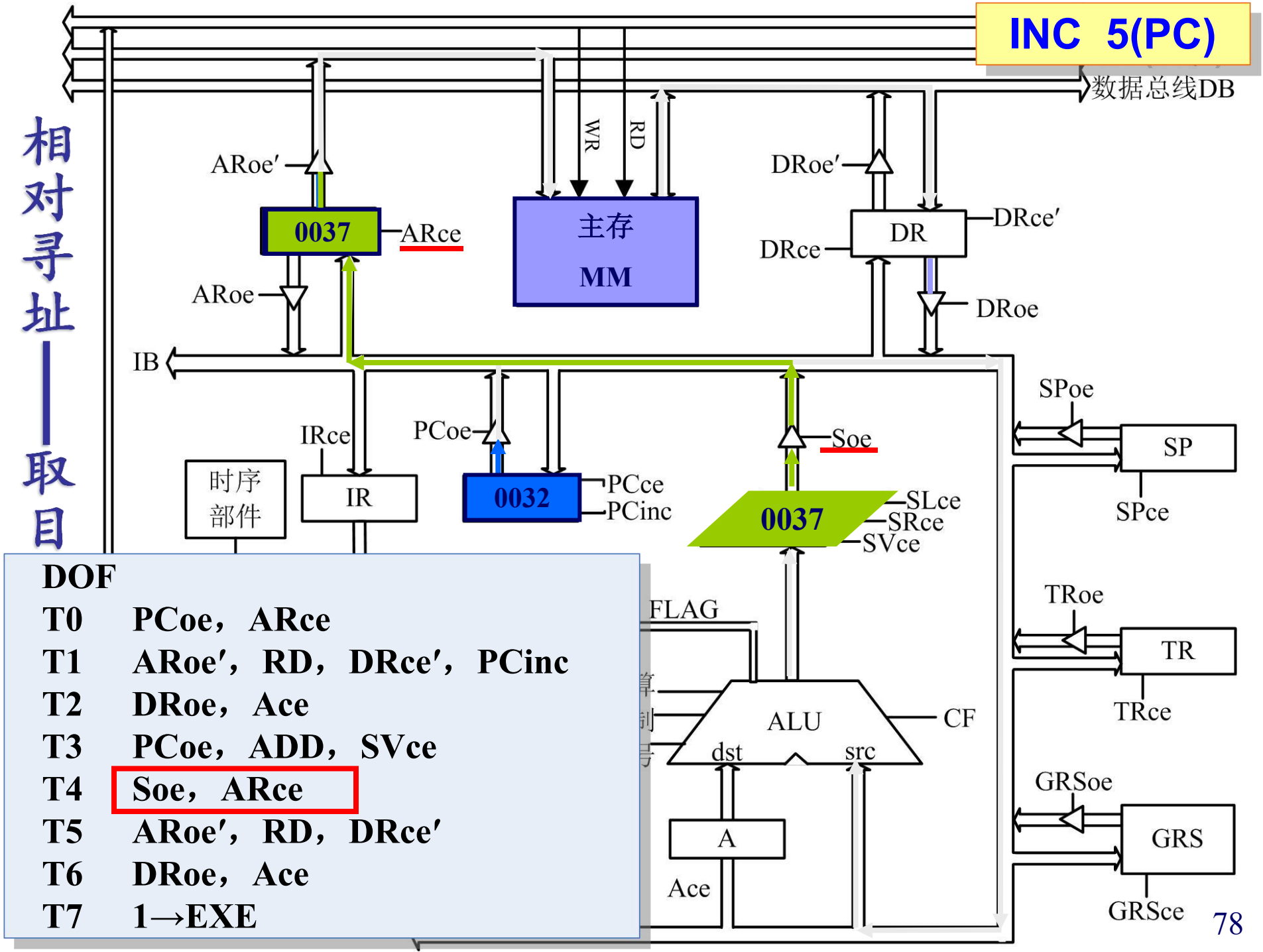
T5　AROe′，RD，DRce′

T6　DROe，Ace

T7　1→EXE

相对寻址——取目

INC 5(PC)



DOF

T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，Ace

T3　PCoe，ADD，SVce

T4　Soe，ARce

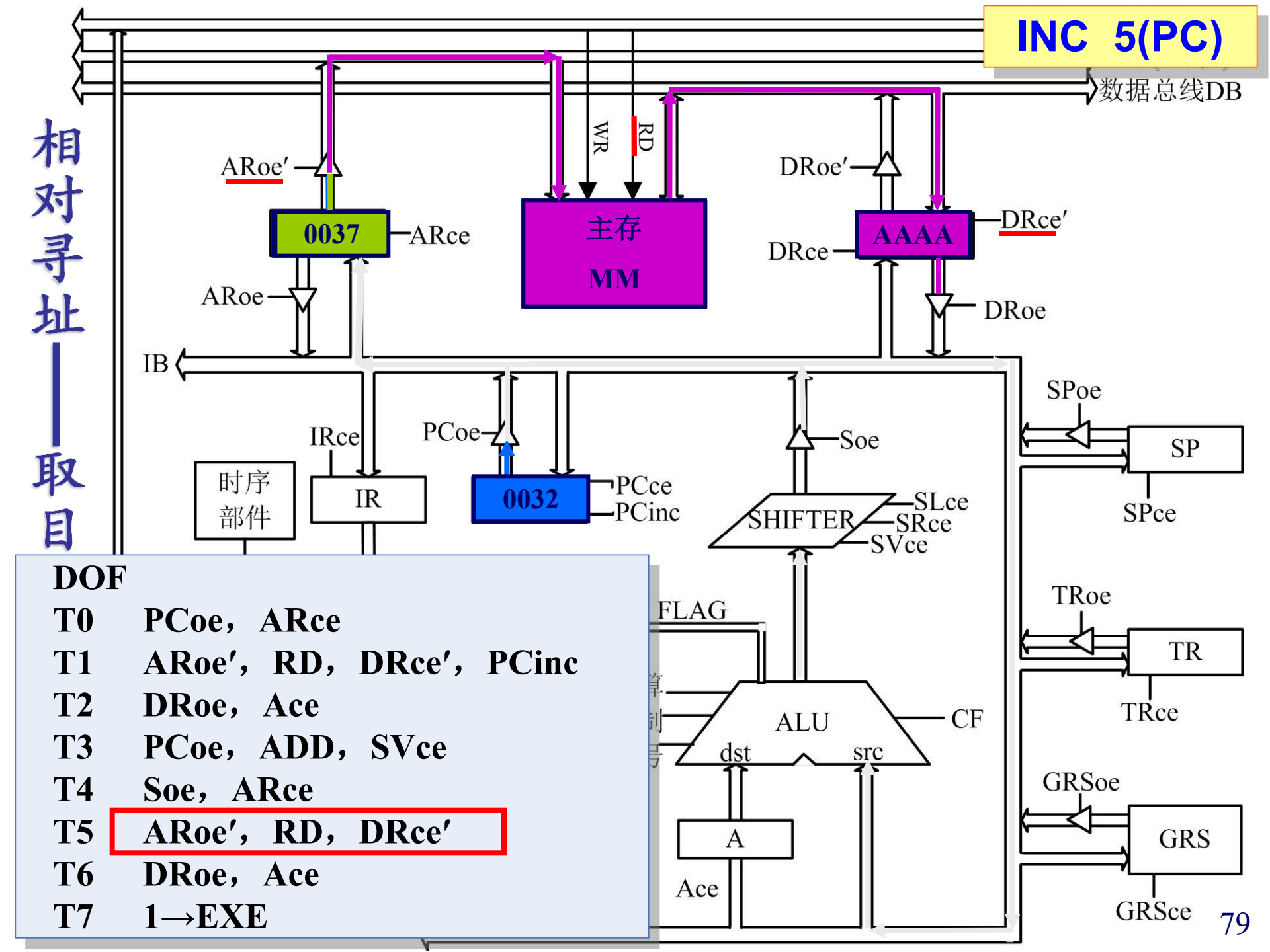
T5　AROe′，RD，DRce′

T6　DROe，Ace

T7　1→EXE

相对寻址——取目

INC 5(PC)



DOF

T0　PCoe，ARce

T1　ARoe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DRoe，Ace

T3　PCoe，ADD，SVce

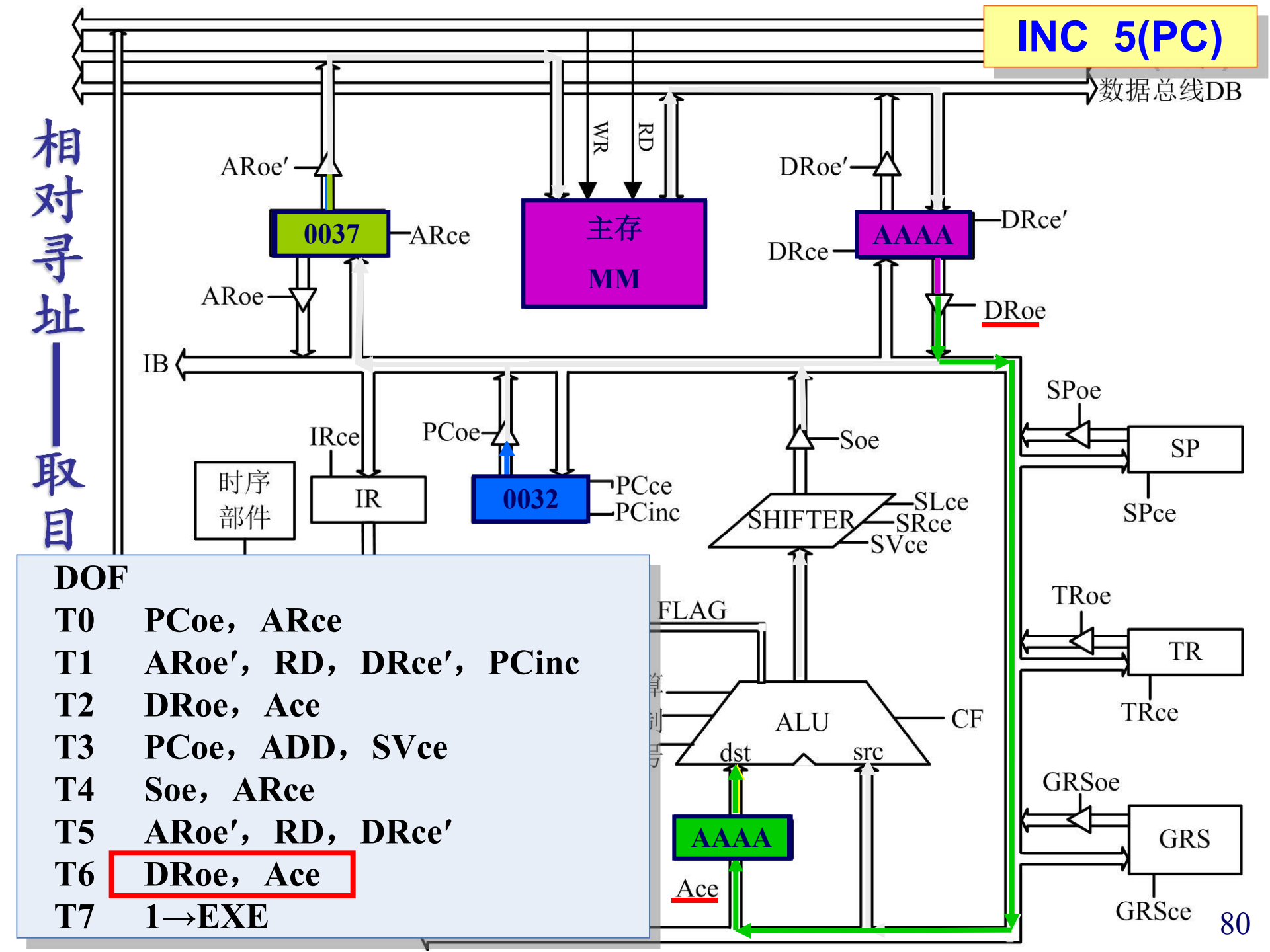
T4　Soe，ARce

T5　ARoe′，RD，DRce′

T6　DRoe，Ace

T7　1→EXE

相对寻址——取目



DOF

T0　PCoe，ARce

T1　AROe′，RD，DRce′，PCinc

T2　DROe，Ace

T3　PCoe，ADD，SVce

T4　Soe，ARce

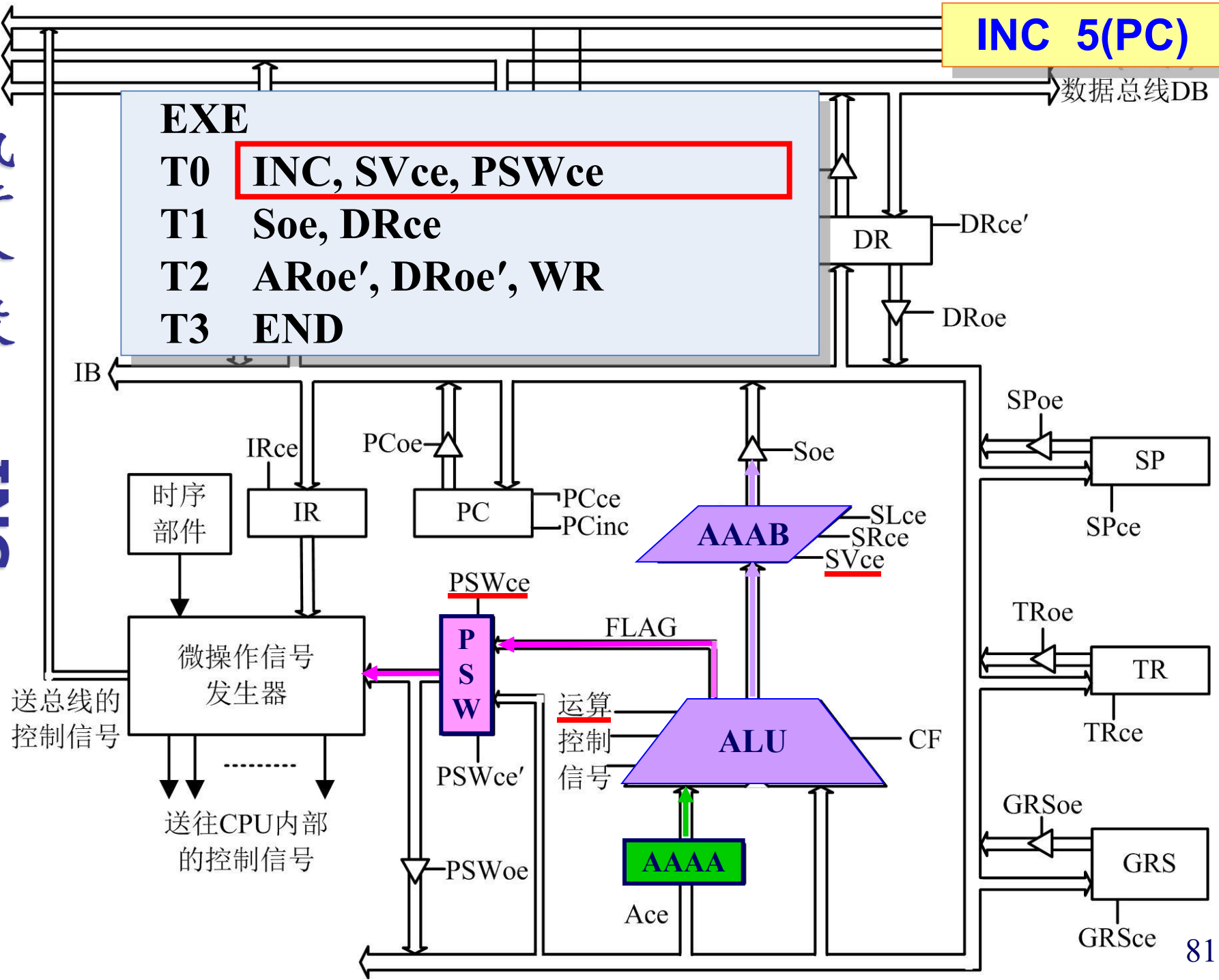
T5　AROe′，RD，DRce′

T6　DROe，Ace

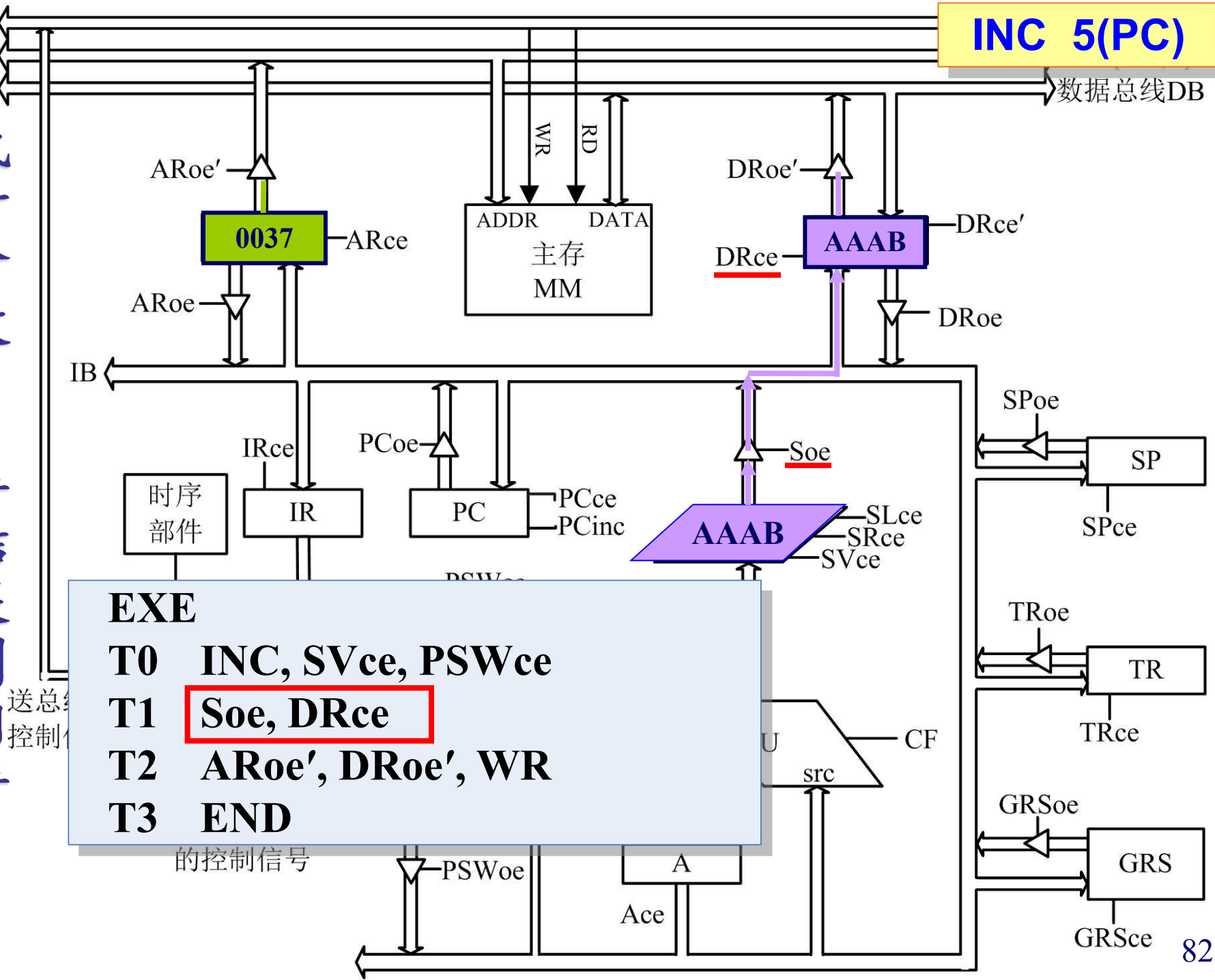
T7　1→EXE

INC 5(PC)

执行阶段——INC



执行阶段——存结果到内存



EXE

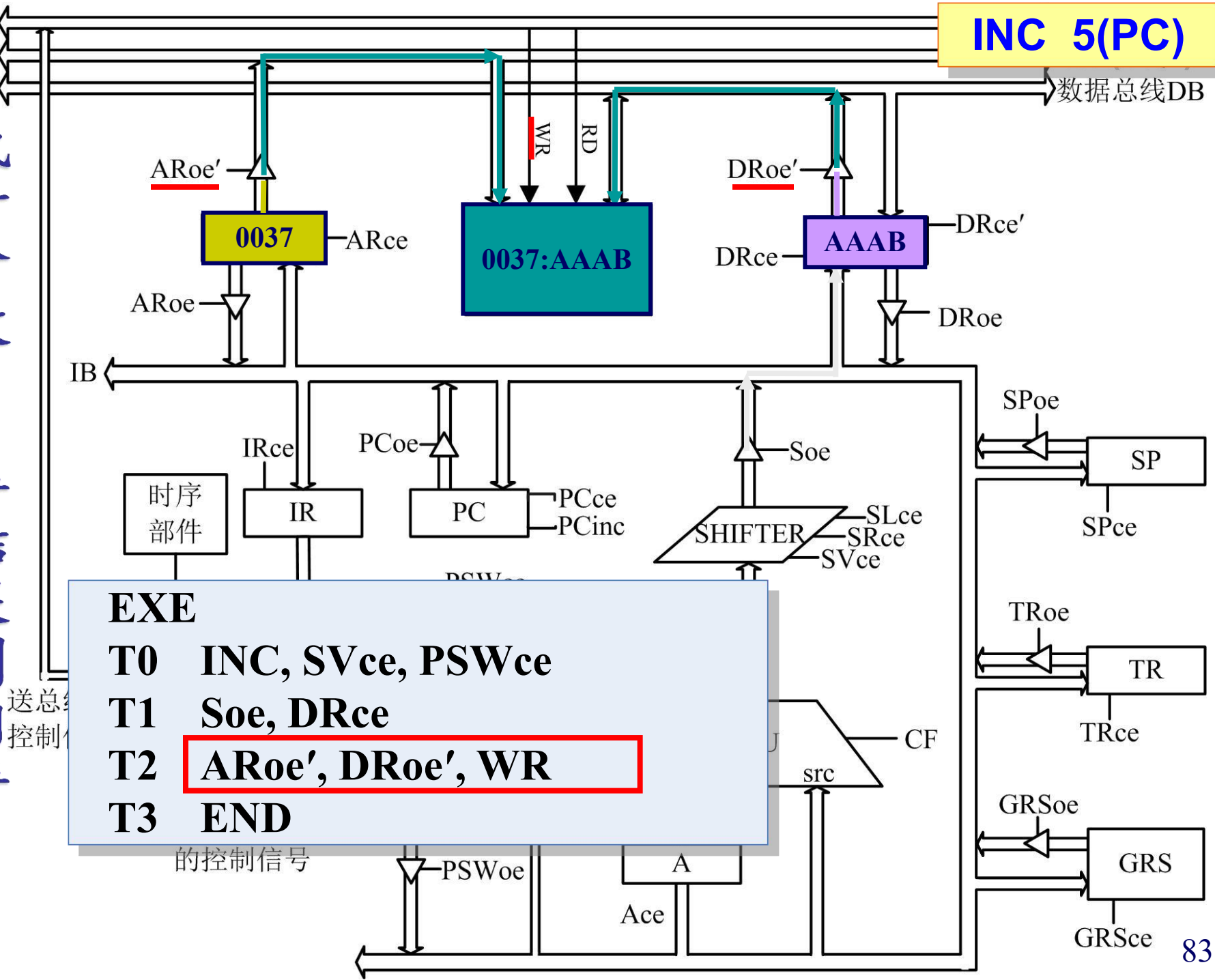
T0 INC, SVce, PSWce

T1 Soe, DRce

T2 AROe′, DROe′, WR

T3 END

执行阶段——存结果到内存


INC 5(PC)
数据总线DB
WR
RD
AROe′
0037
ARce
AROe
0037:AAAB
DROe′
DRce
AAAB
DRce′
DROe
IB
SPoe
SP
SPce
IRce
PCoe
Soe
时序部件
IR
PC
PCce
PCinc
SHIFTER
SLce
SRce
SVce
TRoe
TR
TRce
CF
src
GRSoe
GRS
GRSce
PSWoe
A
Ace
EXE
T0 INC, SVce, PSWce
T1 Soe, DRce
T2 AROe′, DROe′, WR
T3 END
的控制信号

指令INC 5(PC)的微操作序列

- IF
  - (同前省略)
- DOF
  - T0 PCoe，ARce
  - T1 ARoe′, RD, DRce′, PCinc
  - T2 DRoe，Ace
  - T3 PCoe，ADD，SVce
  - T4 Soe，ARce
  - T5 ARoe′，RD，DRce′
  - T6 DRoe，Ace
  - T7 1→EXE
- EXE
  - T0 INC, SVce, PSWce
  - T1 Soe, DRce
  - T2 ARoe′, DRoe′, WR
  - T1 END