

## 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时

---

时钟电路用于产生单片机工作所需要的时钟信号。时钟信号提供单片机内部各种微操作的时间基准，控制计算机工作的节奏。时序研究指令执行中各信号之间的相互关系，是CPU执行指令时所需控制信号的时间顺序。单片机本身就如一个复杂的同步时序电路，为了保证同步工作方式的实现，电路应在唯一的时钟信号控制下严格地按时序进行工作。所以单片机系统就是一个由同步时序控制的时序系统。

# 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时

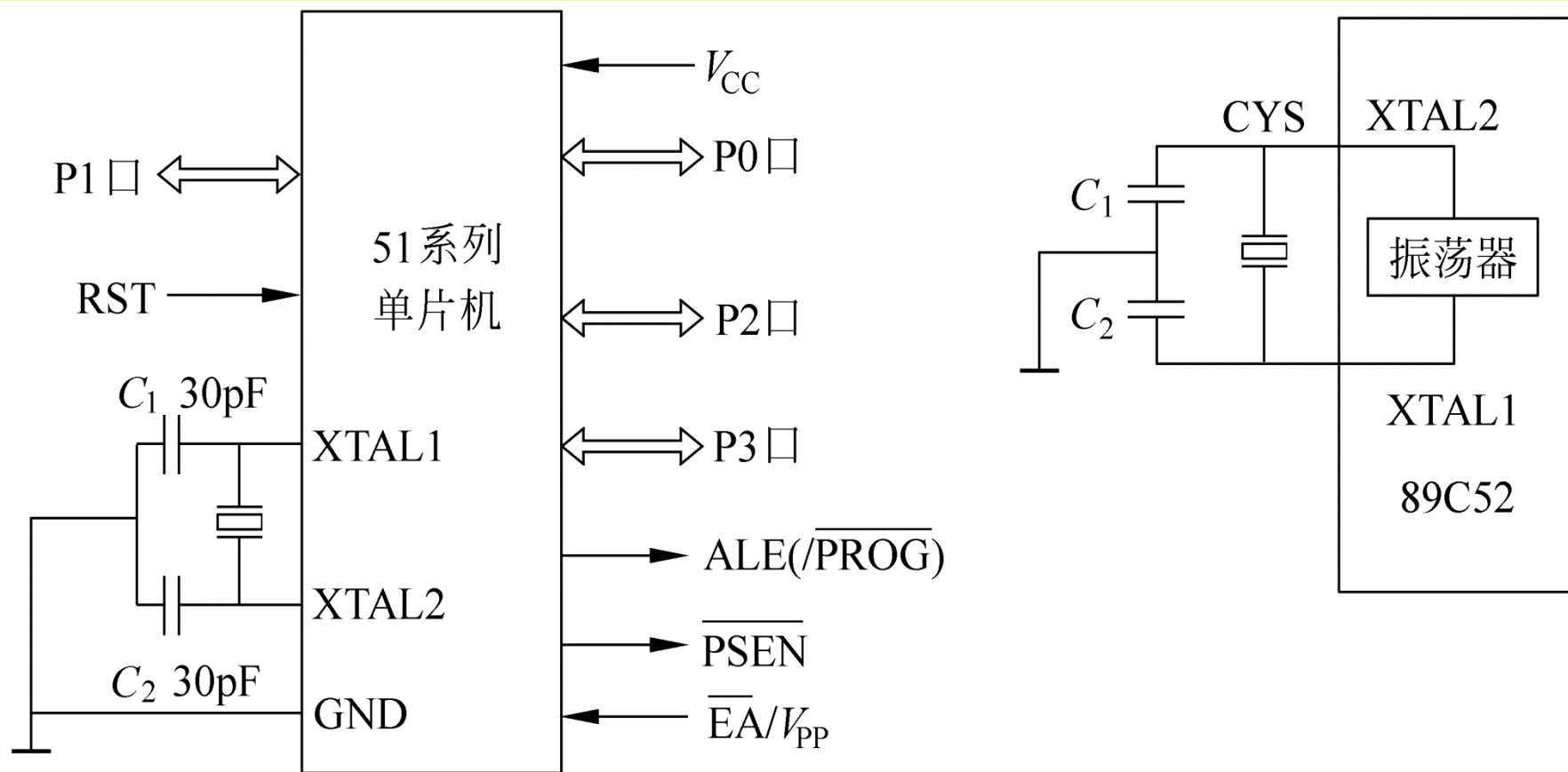
## 2.3 .1 89C52的时钟电路

单片机的时钟产生方式有2种，内部振荡方式和外部振荡方式。

### 1. 内部振荡方式

89C52芯片内部有一个高增益反相放大器，其输入端为芯片引脚XTAL1，输出端为引脚XTAL2，在芯片的外部通过这两个引脚跨接石英晶体或陶瓷振荡器和微调电容，形成反馈电路，就构成了一个稳定的自激振荡器。电容C1、C2起到稳定振荡频率、快速启振的作用。对石英晶体，C1、C2取值分别为 $30\text{pF} \pm 10\text{pF}$ ；对陶瓷谐振器，C1、C2取值分别为 $40\text{pF} \pm 10\text{pF}$ 。晶振可选用12MHz。为了减少寄生电容，晶振器和电容应尽可能安装的与单片机芯片靠近。振荡器的工作频率一般在1.2~12 MHz之间，有些单片微机的频率范围高端可达40 MHz，低端可达0Hz。

## 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时



内部时钟

## 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时

---

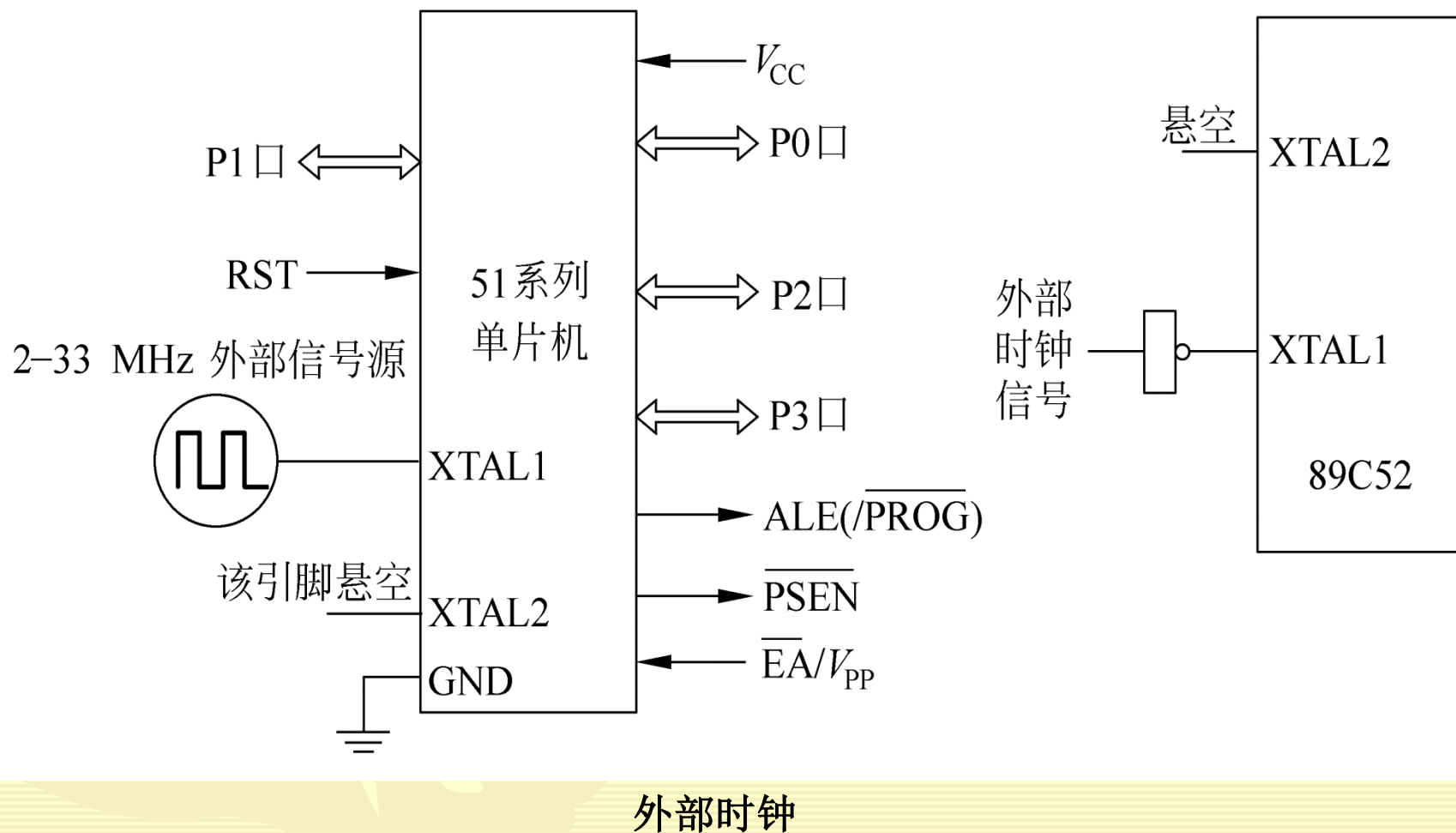
### 2. 外部振荡方式

在由多片单片机组成的系统中，为了各单片机之间时钟信号的同步，引入唯一的公用外部脉冲信号作为各单片微机的振荡脉冲。

外部振荡脉冲信号由XTAL1端输入单片机，XTAL2端悬空。

外接的脉冲高、低电平持续时间大于20ns。

## 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时



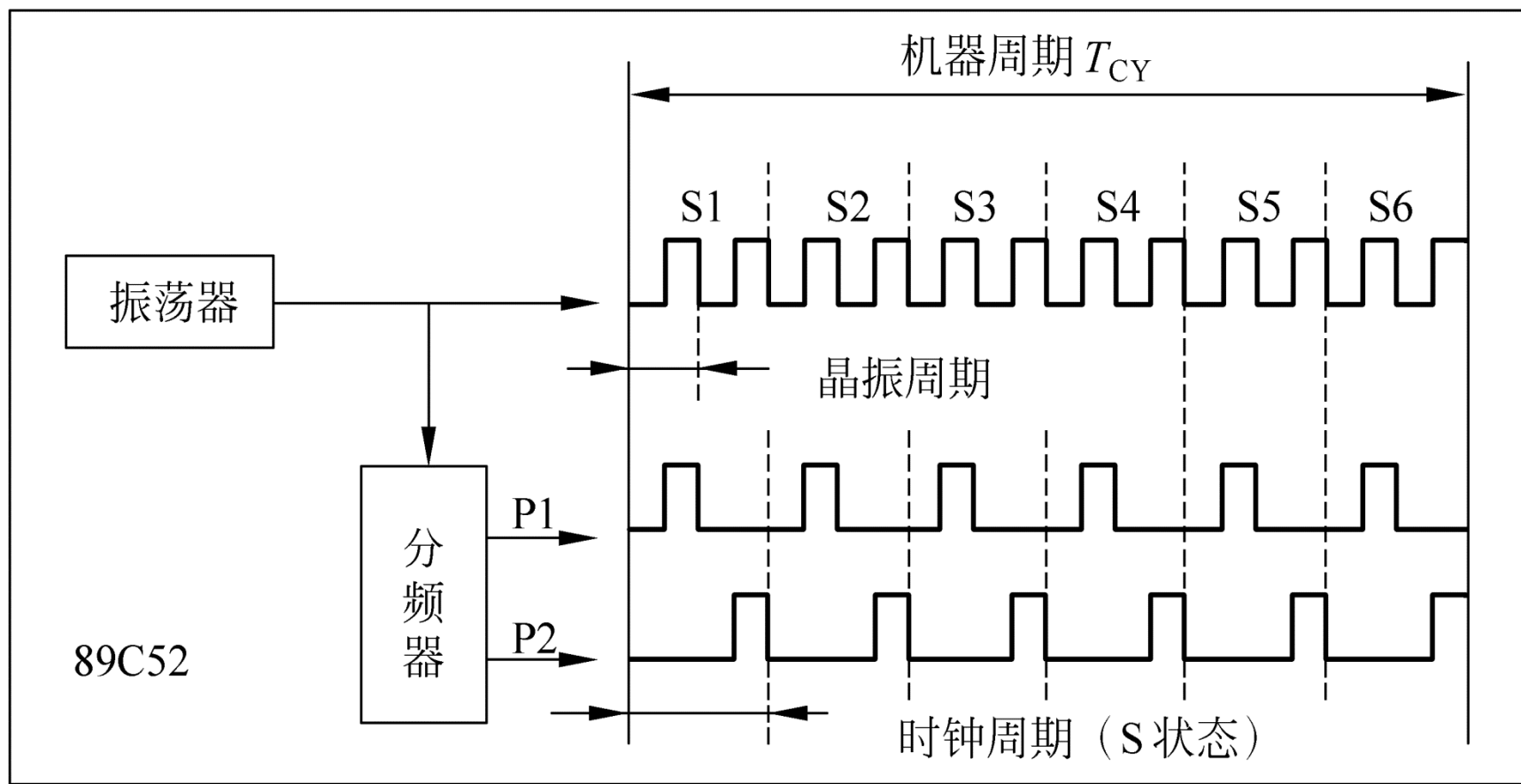
# 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时

## 2.3 .2 CPU定时

时序反映各控制信号在时间上的相互关系，用定时单位来说明。51系列单片机时序的定时单位共有4个，从小到大依次是：振荡周期（节拍）、状态（时钟周期）、机器周期和指令周期。下面分别加以说明。

1. **振荡周期** 一个振荡脉冲持续的时间就称为一个振荡周期，也称为节拍(P, Pulse)。它是晶体振荡器产生的时钟频率的倒数，是微型计算机系统中最小、最基本的时序定时单位。
2. **状态** 两个振荡周期为一个状态，也称为时钟周期（Clock Cycle）。状态由节拍构成。51系列单片机中状态用S（State）表示，1个状态包含2个节拍，分别称为前拍P1和后拍P2。在状态的前拍P1有效时，通常完成算术逻辑操作；在后拍P2有效时，一般进行内部寄存器之间的传输。
3. **机器周期** CPU访问存储器或I/O端口一次（读写一个字节）所需的时间就是一个机器周期(Machine Cycle)。51系列单片机采用定时控制方式，它有固定的机器周期。规定1个机器周期包括6个状态或者12个振荡周期，也就是振荡脉冲的12分频，可依次表示为S1P1、S1P2 ... S6P2。

# 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时



时钟信号

## 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时

### 4. 指令周期

指令周期(Instruction Cycle)就是CPU取出一条指令，到该条指令执行完成所需要的时间，以机器周期为单位。由于机器执行不同的指令所需要的时间不同，因此执行不同的指令所需要的机器周期数不同。通常一条指令执行所需要的时间在1~4个机器周期。51系列单片机除乘法、除法指令是四周期指令外，其余都是单周期指令和双周期指令。若用12 MHz晶振，则单周期指令和双周期指令的指令周期时间分别为1  $\mu\text{s}$  和2  $\mu\text{s}$ ，乘法和除法指令为4  $\mu\text{s}$ 。

指令的运算速度与指令所包含的机器周期数有关，执行指令的机器周期数越少，指令执行得越快。或者说，指令的执行速度由系统时钟频率决定的，时钟频率越高，执行指令速度越快。指令周期是时序的最大时间单位。



## 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时

机器周期 ( $\mu\text{s}$ ) =  $12/f$ ,  $f$ 是晶振频率 (MHz)。当晶振频率为24MHz时, 机器周期是 $0.5\mu\text{s}$ , 当晶振频率为12MHz时, 机器周期是 $1\mu\text{s}$ , 当晶振频率为6MHz时, 机器周期是 $2\mu\text{s}$ 。

总结: 一个机器周期包含12个振荡周期 (节拍) 或6个时钟周期 (状态); 指令的执行时间称作指令周期, 单片机中按照指令执行所需要的机器周期数将其分为单周期指令、双周期指令和四周期指令三种, 全部指令按其长度可分为单字节指令、双字节指令和三字节指令; 各指令的微操作在时间上有严格的次序, 这种微操作的时间次序便是**时序**。

## 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时

---

### 概念

1. CPU的工作：取指—译指—执行
2. 指令周期—CPU取出一条指令到该指令执行完所需的时间。以机器周期为单位。
3. 一个机器周期由6个状态（S1、S2、S3、S4、S5、S6）组成，每个状态为2个时钟周期（时相P1，P2），一个机器周期有12个时钟（S1P1，S1P2，S2P1，S2P2，...，S6P1，S6P2）
4. 字节、机周

# 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时

## 2.3.3 89C52的典型时序

CPU执行任何一条指令都分为取指令和执行指令两个阶段。取指令阶段是把程序计数器（PC）中的地址送到程序存储器，在读控制信号的作用下，从存储器中取出需要执行的操作码和操作数。执行指令阶段包括对指令操作码译码和产生控制信号、完成指令执行的过程。

### 1. 指令的取指/执行时序

#### 1) 单周期指令时序

分单字节指令和双字节指令。

ALE信号是为地址锁存而定义的，该信号每有效一次对应单片机进行一次读指令操作。在一个机器周期中，ALE信号两次有效，第一次在S1P2和S2P1期间，第二次在S4P2和S5P1期间，有效宽度为一个状态周期S。

**双字节时**，执行在S1P2开始，操作码被读入指令寄存器；在S4P2时，再读入第二个字节。ALE的两次读操作都是有效的，第一次是读指令操作码，第二次是读指令第二字节。

## 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时

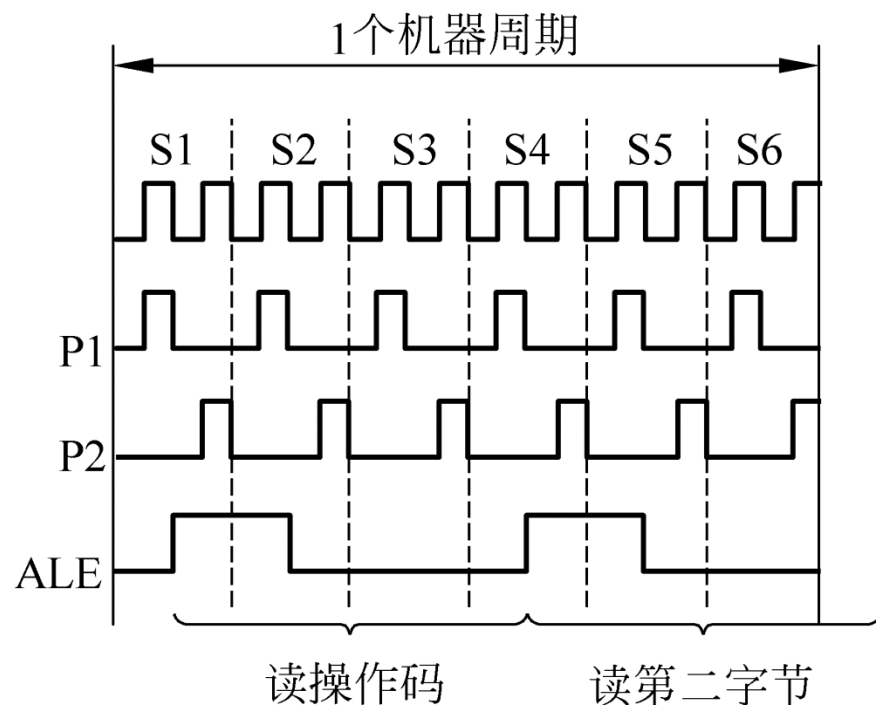
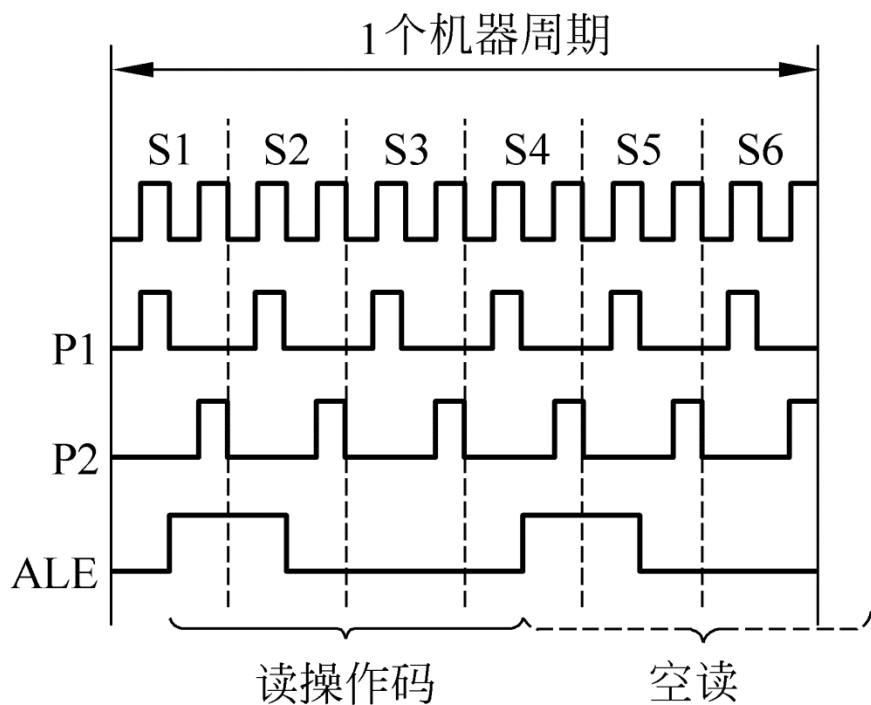
**单字节时**，执行在S1P2开始，操作码被读入指令寄存器；在S4P2时仍有读操作，但被读入的字节（即下一操作码）被忽略，且此时PC并不增量。只需进行一次读指令操作。当第二个ALE有效时，由于PC没有加1，所以读出的还是原指令。

以上两种情况均在S6P2时结束操作。

### 2) 双周期指令时序

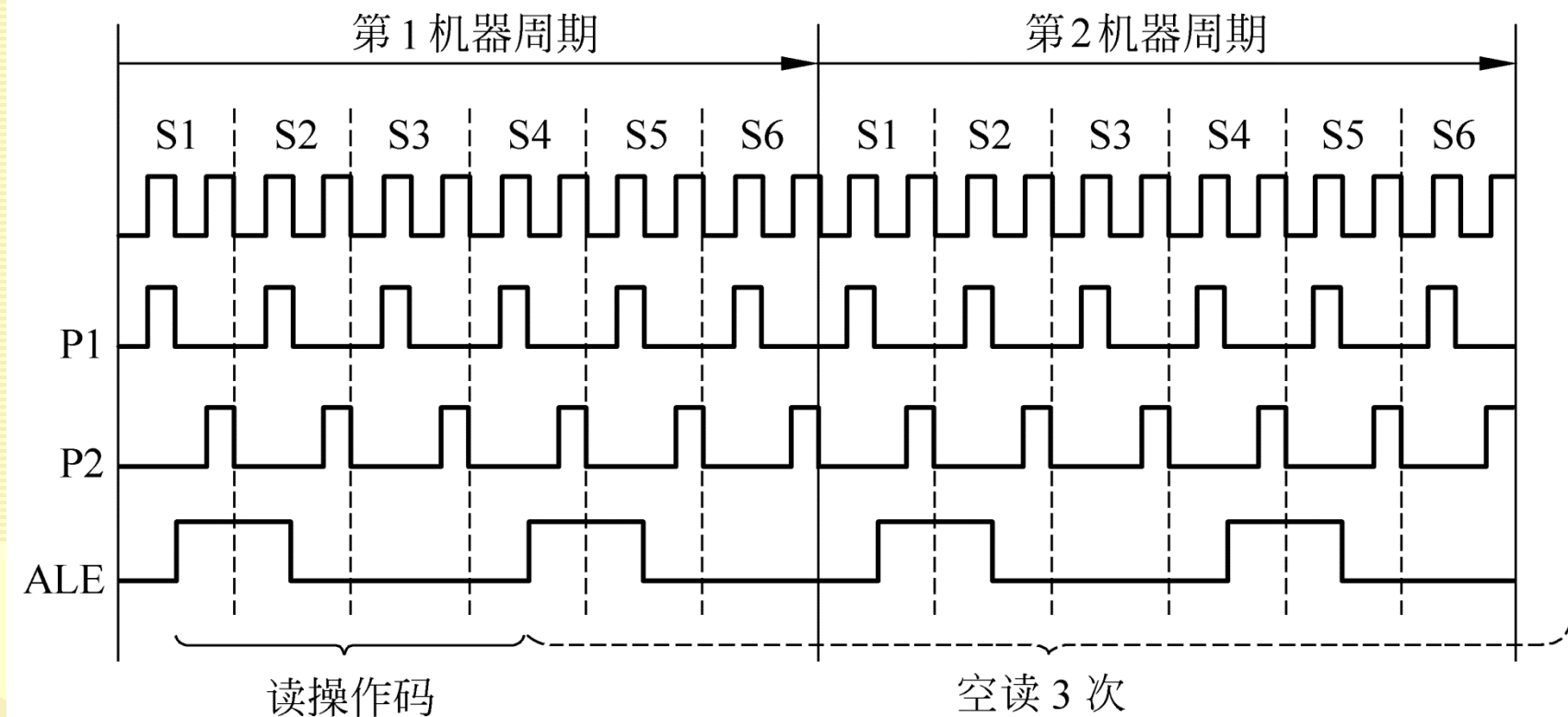
分单字节指令、双字节指令和三字节指令。**单字节时**，执行在S1P2开始，在整个两个机器周期中ALE信号有效4次，共发生4次读操作，但是后3次操作都无效。

## 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时



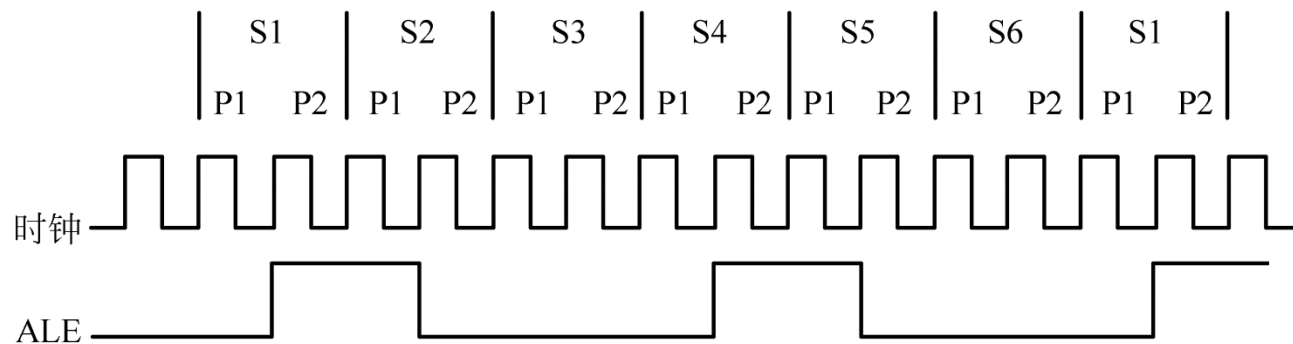
单周期（单字节、双字节）

## 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时

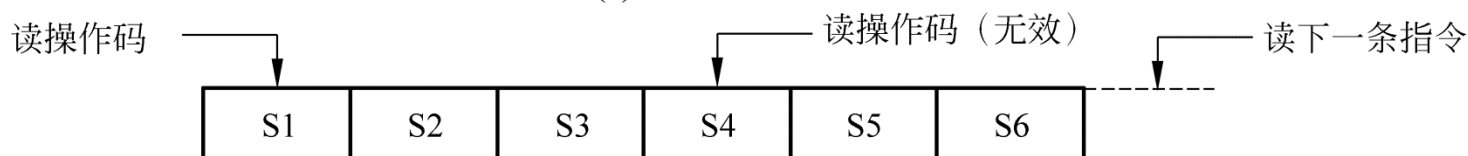


双周期（单字节）

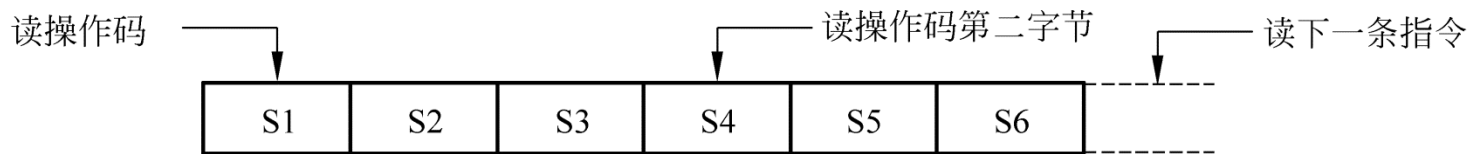
# 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时



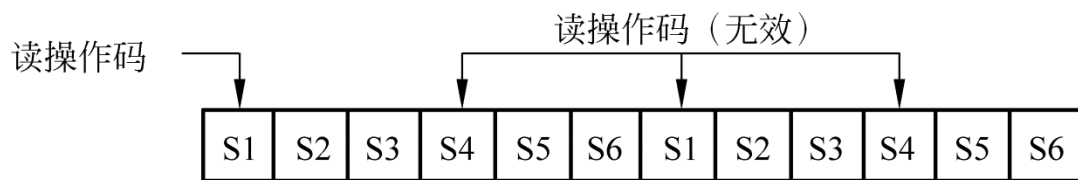
(a)



单字  
单周



双字  
单周



(c)

单字  
双周

## 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时

### 2. 访问片外存储器的操作时序

51系列单片机片外存储器有程序存储器ROM和数据存储器RAM两种，CPU访问它们的指令也分两类、时序也有所不同。

#### 1) 访问外部ROM的操作时序

访问片外ROM时，除了ALE外，还需要  $\overline{\text{PSEN}}$  信号有效，需要P0口提供低8位地址、P2口提供高8位地址。

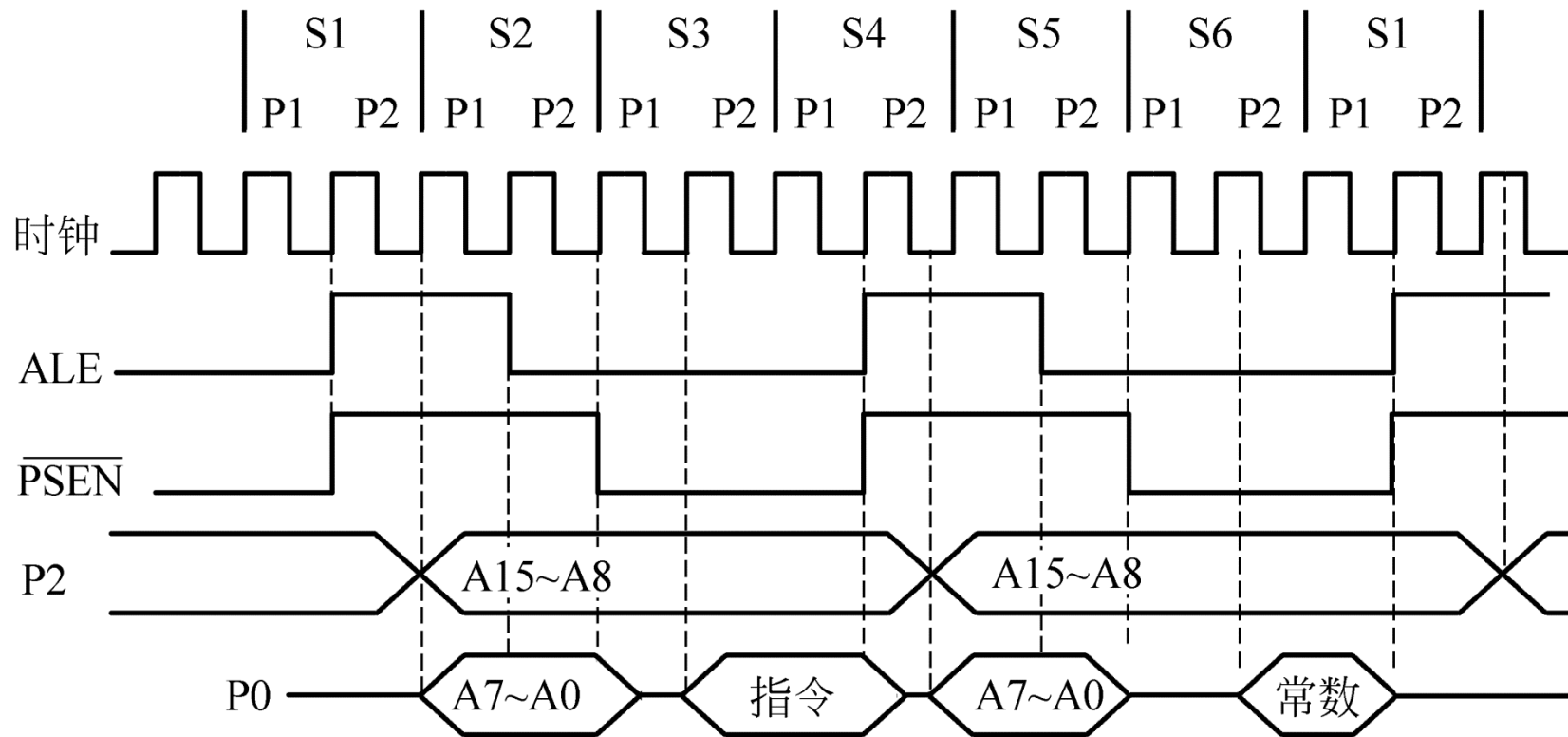
#### 2) 访问外部RAM的操作时序

访问外部RAM的时序是双周期指令时序。执行在S1P2开始，操作码被读入指令寄存器；在S4P2时，再读入的字节被忽略。由S5开始送出外部数据存储器的地址，随后是读或写的操作。在读、写期间，ALE不输出有效信号。在第二个机器周期，片外数据存储器也寻址和选通，但不产生取指操作。

在第二机器周期无读操作码的操作，而是进行外部数据存储器的寻址和数据选通。ALE信号会出现非周期现象。

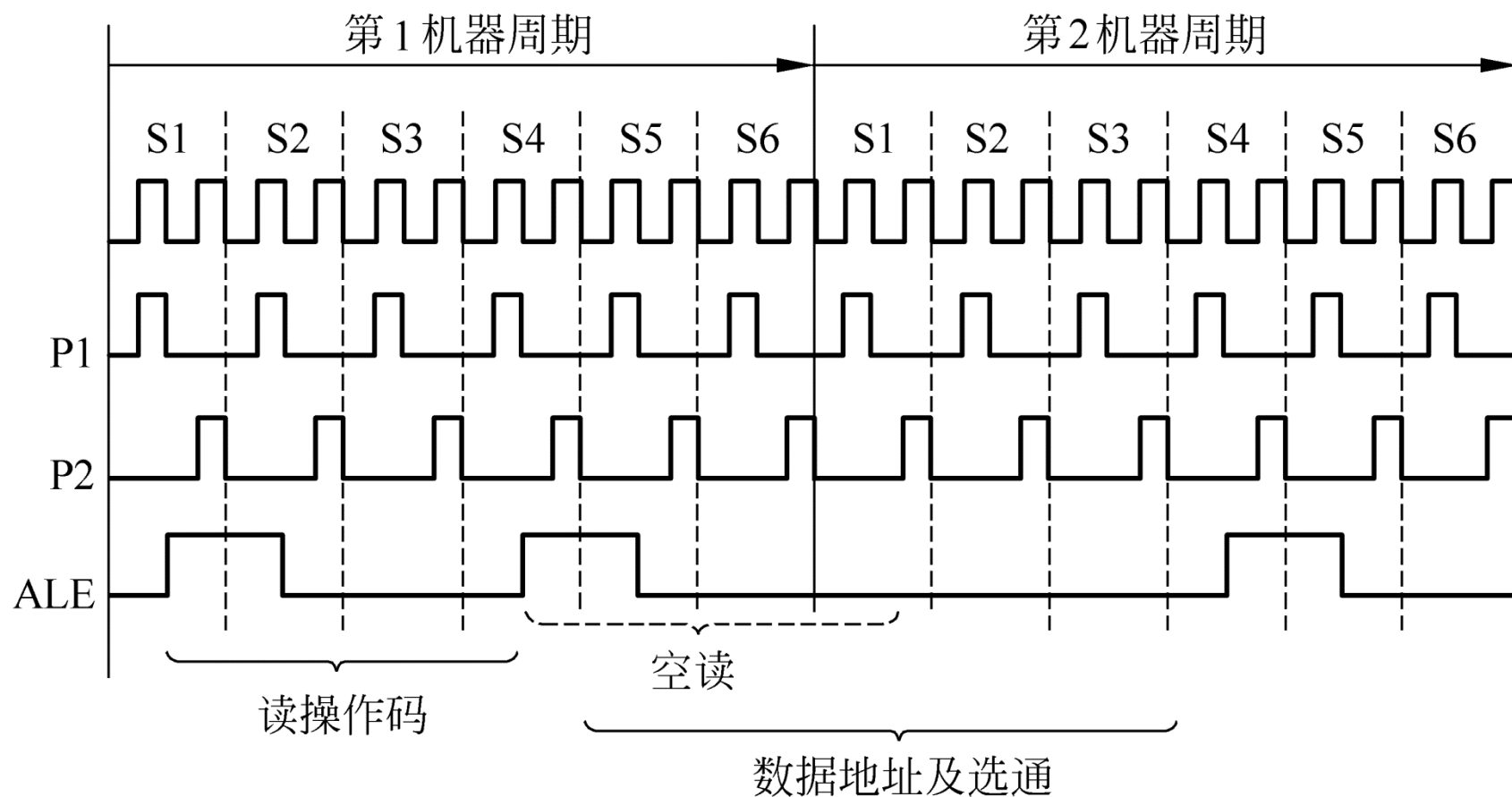


## 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时



访问片外ROM

## 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时



访问片外RAM

## 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时

访问外部RAM时，要进行两步操作：第一步是先从外部ROM中取出访问片外数据存储器指令MOVX；第二步是根据MOVX指令所给出的数据选中外部RAM某单元，再对该单元进行操作。

第一个机器周期是从外部ROM中取指令，在S4P2之后，将取来的指令中的外部RAM地址输出，P0口送出低8位地址，P2口送出高8位地址。第二个机器周期中，ALE第一个有效信号不再出现，读信号有效，将外部RAM的数据读出送到P0口。以后尽管ALE的第二个信号出现，但没有操作进行，从而结束了第二个机器周期。

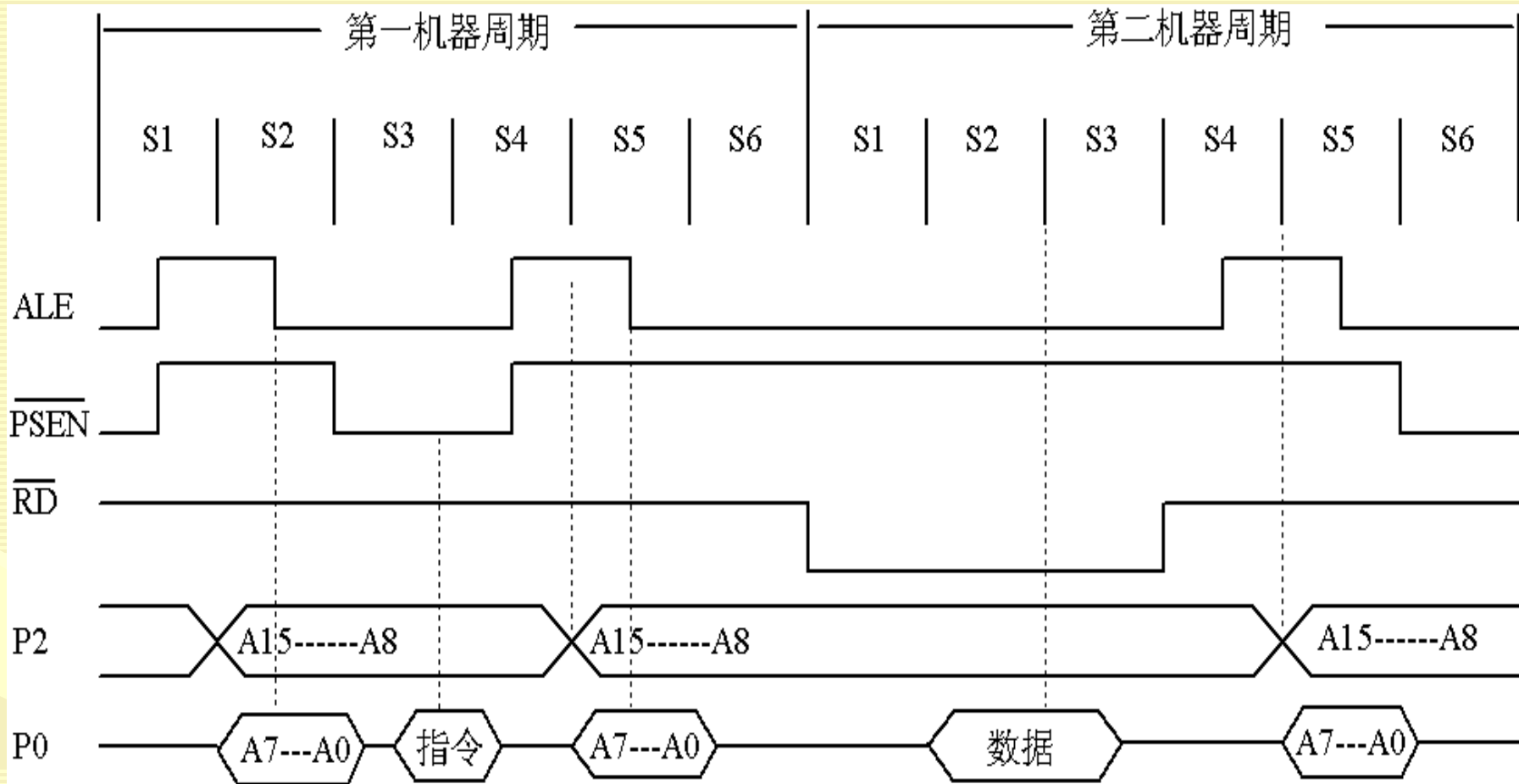
执行MOVX类指令时，先在ROM读取指令，然后对外部RAM进行读/写操作。

第一机器周期时，与其它指令一样，第一次读指令（操作码）有效，第二次读指令操作无效。

第二机器周期时，进行外部RAM访问，此时与ALE信号无关，不产生读指令操作。

注意：在访问外部RAM时，ALE丢失1次，所以不能用ALE作为精确的时钟输出。

## 2.3 时钟、时钟电路、CPU定时



访问外部RAM的操作时序