



第一章 离散时间信号与系统

Discrete-time signals and systems

1.2 离散时间系统

离散时间系统的移不变性质

华东理工大学信息科学与工程学院 万永菁



◆ 移不变系统 (时不变系统)

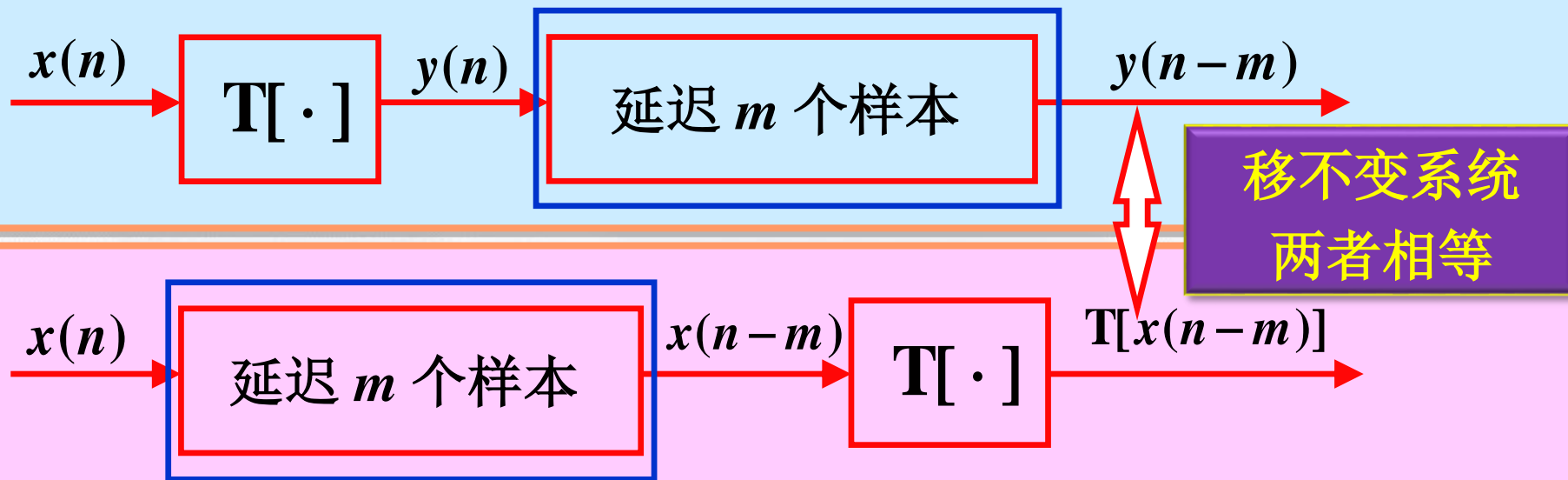
Shift invariant system

概念：若系统响应与激励加于系统的时刻无关，则系统为移不变或时不变系统。

改 n

改自变量

即：若有 $y(n) = T[x(n)]$ ，则 $y(n-m) = T[x(n-m)]$ 成立。



例：验证下面的系统是否为移不变系统：

$$(1) \quad y(n) = \sum_{m=-\infty}^n x(m)$$

$$\textcircled{1} \quad T[x(n-k)] = \sum_{m=-\infty}^n x(m-k)$$

改自变量

$$x(?) \rightarrow x(?-k)$$

$$\underline{\underline{\text{令 } m' = m - k}} \quad \sum_{m'=-\infty-k}^{n-k} x(m') = \sum_{m=-\infty}^{n-k} x(m)$$

$$\textcircled{2} \quad y(n-k) = \sum_{m=-\infty}^{n-k} x(m)$$

改 n

$$n \rightarrow (n-k)$$

因为： $y(n-k) = T[x(n-k)]$ ，所以该系统是移不变系统。

$$(2) \quad y(n) = \sum_{m=0}^n x(m)$$

$$\textcircled{1} \quad T[x(n-k)] = \sum_{m=0}^n x(m-k)$$

改自变量

$$x(?) \rightarrow x(?-k)$$

$$\underline{\underline{\text{令 } m' = m - k}} \quad \sum_{m'=0-k}^{n-k} x(m') = \sum_{m=-k}^{n-k} x(m)$$

$$\textcircled{2} \quad y(n-k) = \sum_{m=0}^{n-k} x(m)$$

改 n

$$n \rightarrow (n-k)$$

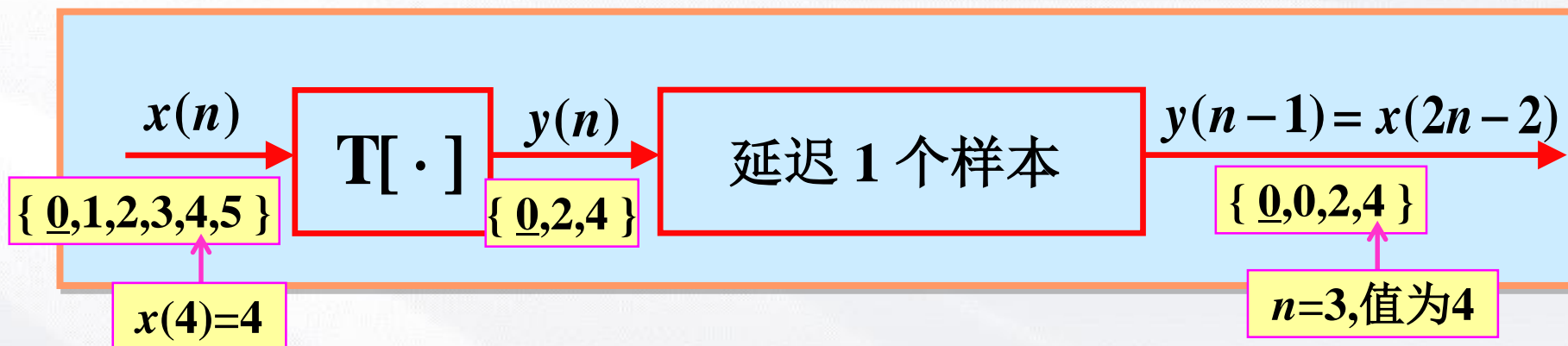
因为： $y(n-k) \neq T[x(n-k)]$ ，所以该系统不是移不变系统。

离散时间系统的移不变性质

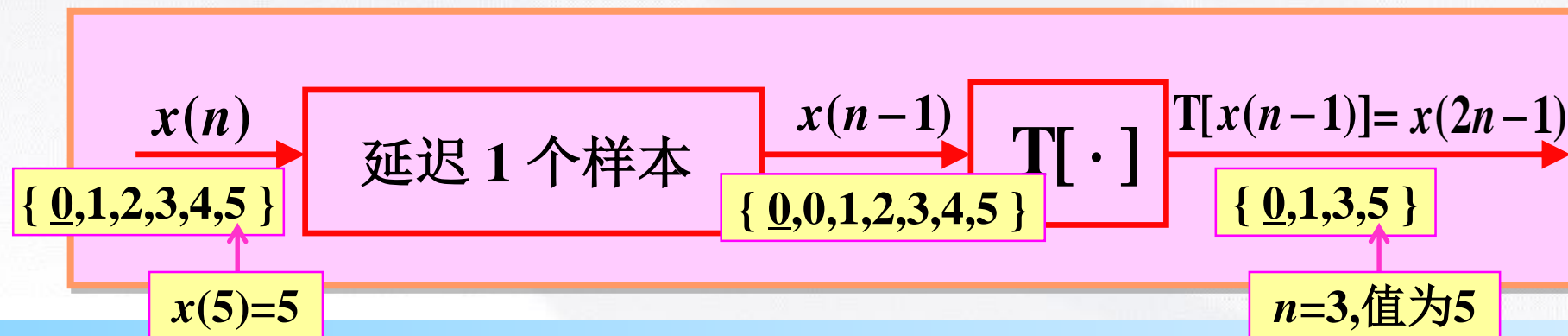


例：验证下面的系统是否为移不变系统： $y(n) = x(2n)$ **移变系统**

$$(1) y(n-1) = x(2(n-1)) = x(2n-2) \rightarrow x(2 \cdot 3 - 2) = x(4) = 4$$



$$(2) T[x(n-1)] = x(2n-1) \rightarrow x(2 \cdot 3 - 1) = x(5) = 5$$



➤ 线性移不变系统举例 —— 滑动平均系统

Moving Average System

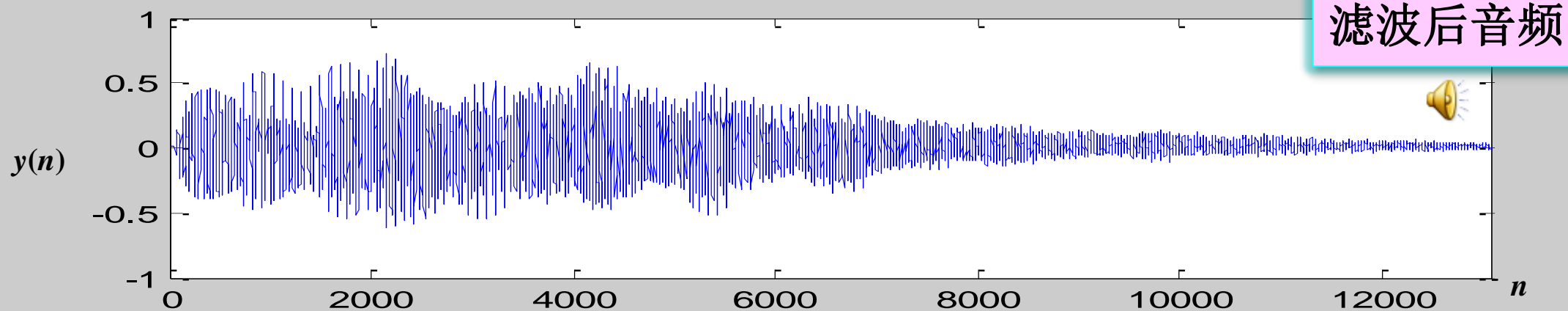
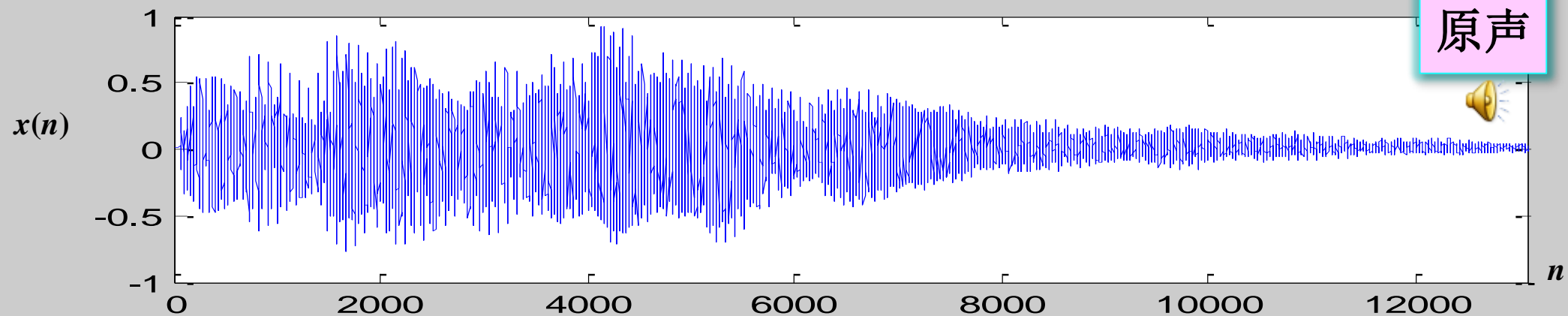
$$\mathbf{T}[x(n)] = \frac{1}{M_2 - M_1 + 1} \sum_{k=M_1}^{M_2} x(n-k)$$

例如：当 $M_1=0$, $M_2=3$ 时：

$$y(n) = \frac{1}{4} \sum_{k=0}^3 x(n-k) = \frac{1}{4} [x(n) + x(n-1) + x(n-2) + x(n-3)]$$

这是一个线性移不变系统，又称算术平均滤波器，可以实现滤除信号中高频噪声的作用。

仿真实验：4点滑动平均滤波器的音频处理





第一章 离散时间信号与系统

Discrete-time signals and systems

1.2 离散时间系统

离散时间系统的移不变性质

华东理工大学信息科学与工程学院 万永菁

