

国家精品课程/ 国家精品资源共享课程/ 国家级精品教材

国家级十一(二)五规划教材/ 教育部自动化专业教学指导委员会牵头规划系列教材

控制系统仿真与CAD

# 第六章 非线性系统的建模与仿真

## 微分方程的Simulink建模与求解

Simulink Modeling and Solutions of Ordinary Differential Equations



主讲：薛定宇教授



# 微分方程建模基础

- 微分方程是动态连续系统的重要表现形式
- 本节给出一种通用的描述方法



## 6.2 仿真举例——微分方程建模

### ➤ 微分方程的建模：Rössler方程

$$\begin{cases} x'(t) = -y(t) - z(t) \\ y'(t) = x(t) + ay(t) \\ z'(t) = b + [x(t) - c]z(t) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} a &= b = 0.2, c = 5.7 \\ x(0) &= y(0) = z(0) = 0 \end{aligned}$$

### ➤ 建模方法

- 底层建模——关键信号定义：积分器使用
- 利用MATLAB函数模块 Fcn



# 微分方程最底层的建模方法

## ➤ 底层模块建模

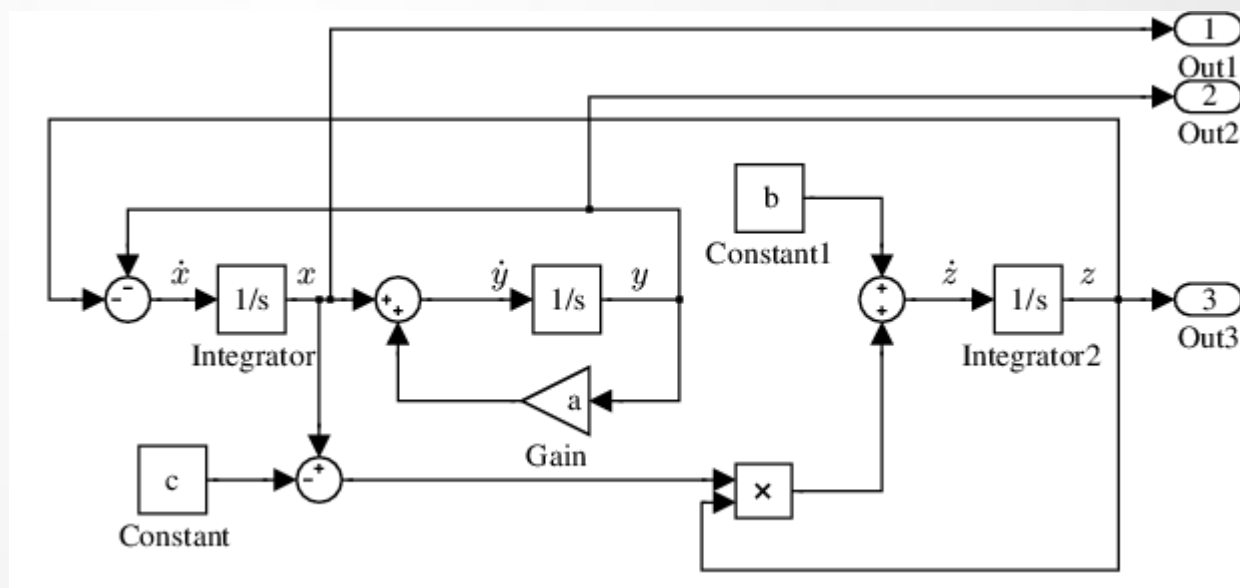
### ➤ 先构建关键信号

$x, x', y, y', z, z'$

### ➤ 由关键信号连线， 画出微分方程

### ➤ 微分方程的求解： 仿真方法

$$\begin{cases} x'(t) = -y(t) - z(t) \\ y'(t) = x(t) + ay(t) \\ z'(t) = b + [x(t) - c]z(t) \end{cases}$$





# 简单建模方法

## ➤ 简化模型

➤ 为什么需要简化？

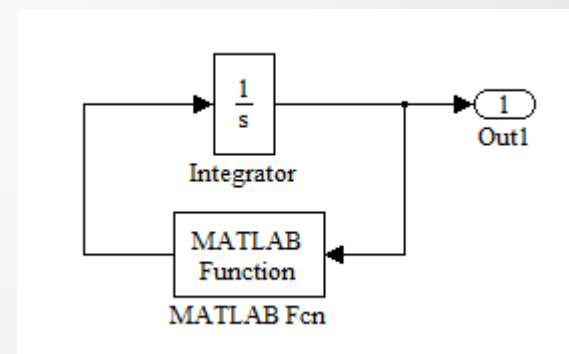
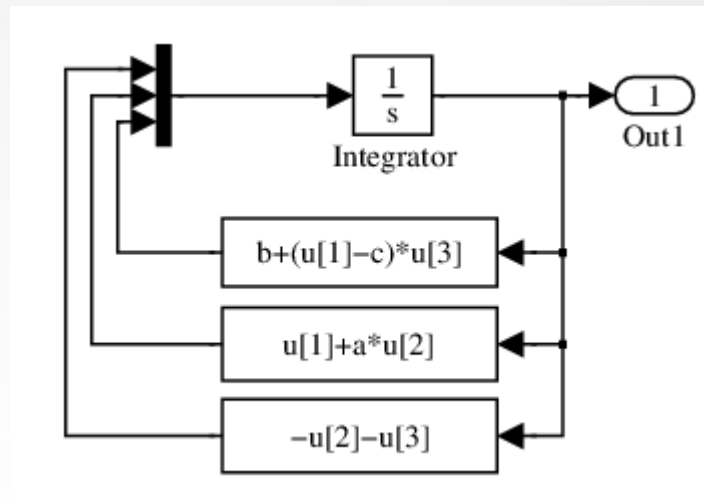
➤ 利用Fcn模块——局限性

➤ 模型修饰——向量信号、数据类型、路数等

## ➤ 更简单的描述：

➤ MATLAB Fcn模块——模型：c6mross1.mdl

```
function y=c6mross(x)
a=0.2; b=0.2; c=5.7;
y=[-x(2)-x(3); x(1)+a*x(2); b+[x(1)-c]*x(3)];
```





# 微分方程的求解

## ➤ MATLAB求解

```
>> a=0.2; b=0.2; c=5.7; x0=[0; 0; 0];  
    f=@(t,x)[-x(2)-x(3); x(1)+a*x(2); b+[x(1)-c]*x(3)];  
    [t,x]=ode45(f,[0,10],x0); plot(t,x)
```

## ➤ Simulink建模优势：模块化建模

## ➤ 两种方法

➤ 界面方法：输出端子——返回 tout, yout

➤ 语句方法

```
[t,x,y]=sim(model,[t0,tf],options)
```



# 微分方程Simulink建模小结

- 用Simulink画出微分方程
  - 关键信号构造——利用积分器搭建
  - 向量化的积分器
  - 自定义函数描述微分方程
    - 统一的描述框架
- 微分方程求解——sim函数

