1. 已知如图1.1所示的网络系统，取、为状态变量，试写出系统的状态方程。



解：由电路知识可以得出下列方程： ，

于是可以得到状态方程为： ，。

1.3 图1.3所示水箱系统中，管道阻尼系数均为，水箱截面积为单位截面积。设、为水箱I、II的液位。流量为输出，流量为输入，求此水箱系统的状态方程和输出方程。



解 由物理知识可以得到下列方程： ，

于是可得状态方程和输出方程为： 。

1.6 已知如图1.6所示的机械位移系统，图中***m***为小车的质量，***u***为外作用力**，*y***为输出位移，***f***为阻尼系数，***k***为弹簧系数，选择小车的位移和速度为状态变量。

（1）试列写系统状态空间表达式；

（2）试写出输出位移***y***与外作用力***u***之间的传递函数。

***u***

***y***

***m***

***f***

***k***

解：由物理知识可得：****，取，

可得状态方程为：。

传递函数为：。

1.8 设系统的差分方程为



输出为，试写出系统的状态方程。

解：系统的状态方程为：



或



1.9 某国家有一亿人口，其中城市人口有一千万。假定城市每年有其前一年人口的4% 迁到农村，而农村又有前一年人口的2% 迁到城市，城市人口的自然增长率为0.8%，农村人口的自然增长率为1%，试建立城乡人口变化的数学模型（包括状态方程和初始条件。提示：设为第年城市人口数，为第年农村人口数。人口变化按照先增长后迁移的方式计算。）

解：由题意可得系统的状态方程为：



（先迁移后增长）。 初始条件：（单位：千万）

1.10 系统的运动方程为



输入为*u*，输出为*y*，试写出它的能控标准**I**型和能观标准**II**型，并画出它们相应的系统模拟结构图。

解：能控标准I型：

；

系统模拟结构图为：

+

***y***

***e***

***x2***

***x1***

***x3***

**∫**

**∫**

**∫**

**3**

**-8**

**-14**

**-7**

***u***

能观标准II型为：



系统模拟结构图为：

***x*1**

**y**

**u**

***x*2**

***x*3**

+

+

+

**∫**

**∫**

**-8**

**-14**

**3**

**-7**

**∫**

***x*1**

1.11 已知系统:



输入为*u*，输出为*y*，试写出能控标准**I**型和能观标准**II**型，并画出它们相应的系统模拟结构图。

解：

能控标准I型为： 能观标准II型为：

； 。

能控型结构图

**-2**

**∫**

**∫**

**∫**

**-2**

***y***

***e***

***x2***

***x1***

***x3***

***u***

+

**-7**

**-13**

**-7**

能观型结构图

**-2**

***x*1**

**u**

***x*2**

***x*3**

+

+

+

**∫**

**∫**

**-7**

**-13**

**-2**

**-7**

**∫**

***x*1**

**y**

1.12 已知系统的方程为



试导出系统的状态空间表达式。选取状态变量，使状态矩阵为对角标准型。

解：由系统方程得到系统的传递函数为：



于是可得对角标准型为：



1.13 试求如下系统的状态空间表达式，使之成为解耦标准型。



解：由传递函数得到：

，

于是可得对角标准型为：

。

1.15 将如下系统化为特征值规范型。

****

解：解得特征值为：，选 ，

可得对角标准型为：



1.16 已知系统传递函数为



试写出它的约当标准型。并画出相应的系统结构图。

解：由传递函数得到：



于是可得约当标准型为：

。

系统结构图：

**∫**

－-

－-

**∫**

**∫**

-2

y

+

+

u

x2

x1

x3

1.17 已知系统的状态空间表达式为





试求系统的传递函数阵。

解：



1.18 已知如下两个子系统：

****

****

(1)求并联系统的状态空间表达式；

(2)求在前，在后的串联系统状态空间表达式；

(3)求在主通道，在反馈通道的反馈连接系统的状态空间表达式。

解：(1) 并联

****

1. 串联

****

1. 反馈

****

1.19 已知反馈系统的结构如图1.7所示，试列出系统的状态空间表达式。



图1.7

解：将结构图变化如下，并选取相应的状态变量：

10



2







5

u

－

x3

x1

x2

x4

y

＋

＋

列出方程得：

，

于是可得状态方程为：

