1. 系统结构图如图10.38所示。试用等倾斜线法作出系统的 $x-\dot{x}$ 相平面图。系统参数为 $K=T=M=h=1$。

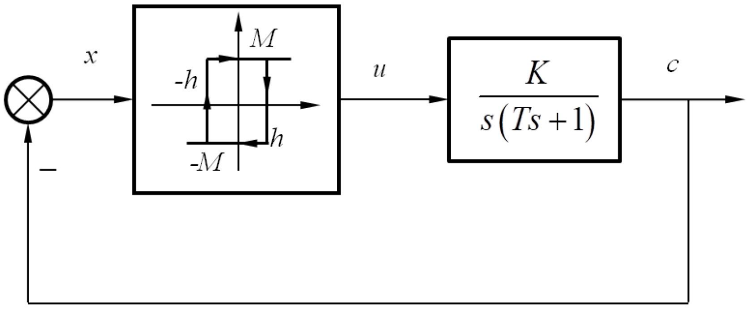

图 10.38

2. 非线性系统结构图如图10.39所示，取 $(c,\dot{c})$ 为坐标，写出相轨迹方程，并画出 $c(0)=2,\dot{c}(0)=0$ 起始的相轨迹。

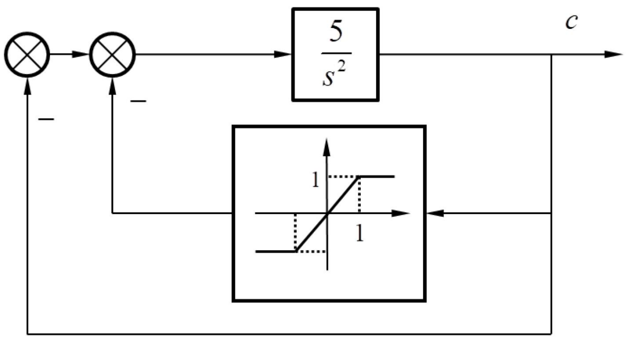

图 10.39

3. 三个非线性系统的非线性环节一样，线性部分分别如下，用描述函数分析时哪个系统的准确程度高？

(1)$G(S)=\frac{1}{s(0.1s+1)}$
(2)$G(S)=\frac{2}{s(s+1)}$
(3)$G(S)=\frac{2(1.5s+1)}{s(s+1)(0.1s+1)}$

4. 系统结构图如图10.40所示，其中 $G(\mathrm{j}\omega)/K$ 及 $-1/N(A)$ 的轨迹如图10.41所示，试判断：
(1) 当 $N(A)=1$ 时，使系统稳定的 K 值范围；
(2) 当 $-1/N(A)$ 曲线如图10.41所示时，系统存在几个极限环，并判断其性质 (稳定、不稳定或半稳定)。

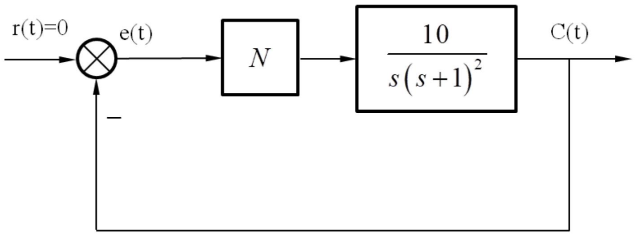

图 10.40

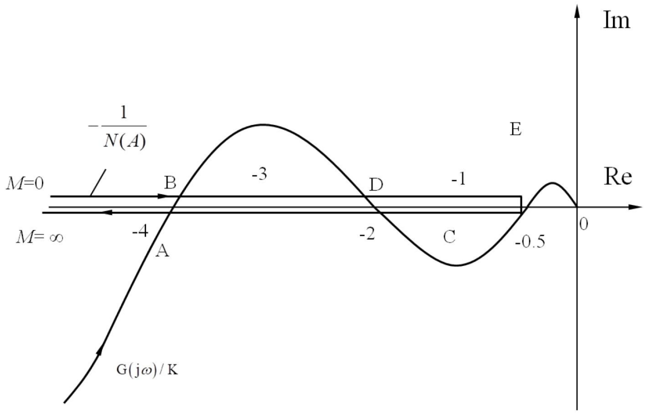

图 10.41

5. 试分析图10.42所示的非线性控制系统 ($M = 2, h = 0.5$) 的稳定性，若系统存在自振，则求出自振的振幅及频率。

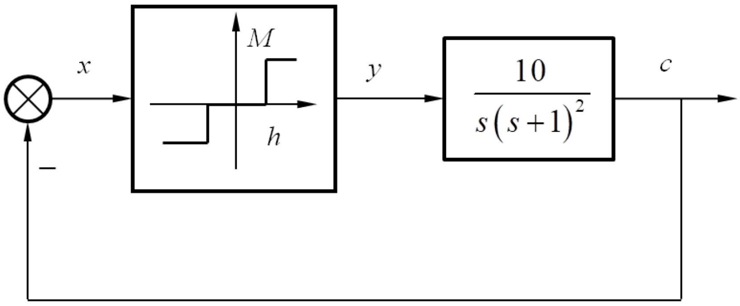

图 10.42

6. 已知图10.43所示的非线性系统，试求延迟时间 τ 为何值时，会使系统产生临界自振？临界自振时，非线性元件输入信号的振幅及频率各为多少？

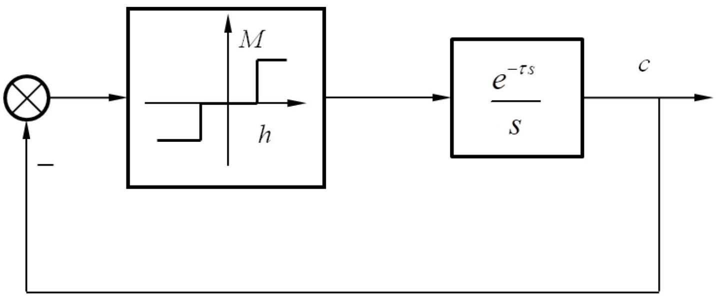

图 10.43

7. 非线性控制系统如图10.46所示，非线性特性为 $y(t) = x^3(t)$，用描述函数法分析系统的稳定性。

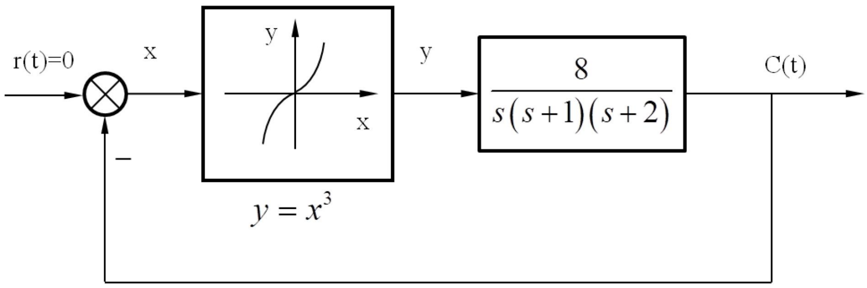

图 10.46

8. 某非线性系统如图10.48所示，$\frac{M}{h}=2$。

(1) 画出 $-\frac{1}{N(X)}$ 的图像；

(2) 分析系统的稳定性，如存在自持振荡，请计算出自持振荡的频率与振幅；

(3) 当 M 值不变，h 值加大时，系统将有何特点。

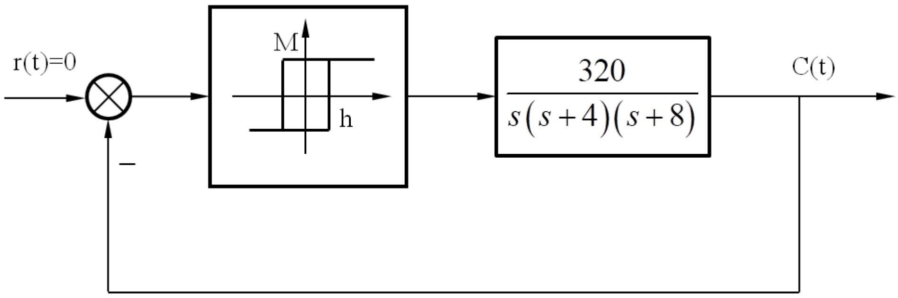

图 10.48

9. 设非线性系统如图10.49所示。试求：

(1) 两个非线性环节串联后的等效非线性特性；

(2) 用描述函数法求此系统的自振角频率 ω 和振幅 A。

已知：$N_1=\frac{2K}{\pi}\left[\arcsin\frac{a}{A}+\frac{a}{A}\sqrt{1-(\frac{a}{A})^2}\right], A \geqslant a$

$N_2=\frac{4b}{\pi A}\sqrt{1-(\frac{\Delta}{A})^2}, A \geqslant \Delta$

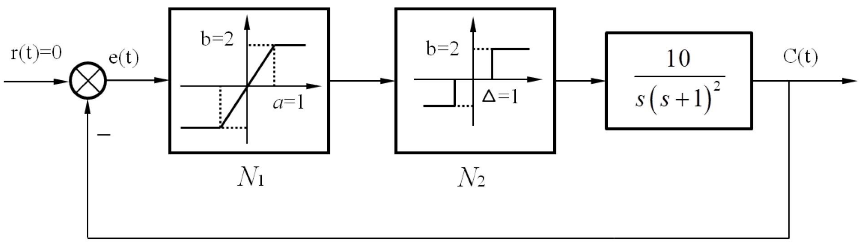

图 10.49

10. 设有一非线性系统，其平衡点附近的线性化微分方程为

$$\ddot{x} + 2b\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$$

系统的平衡点是相平面的奇异点，试给出下列 6 种情况下平衡点附近的相平面图 (图形特征要明显)，并标出奇异点的名称 (类型)。

(1) $b > 0, \quad b^2 < \omega_0^2$

(2) $b < 0, \quad b^2 < \omega_0^2$

(3) $b > 0, \quad b^2 > \omega_0^2$

(4) $b < 0, \quad b^2 > \omega_0^2$

(5) $b = 0, \quad \ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$

(6) $b = 0, \quad \ddot{x} - \omega_0^2 x = 0$