

海 军 工 程 大 学

2027 年硕士研究生招生考试自命题科目考试大纲

科目代码：809 科目名称：自动控制原理

一、考试要求

主要考查学生对自动控制系统基本概念的理解与掌握；对控制系统的数学模型及不同模型间相互转换方法的理解与掌握；对线性连续系统时域分析法、复域分析法和频域分析法的理解与掌握；对线性系统设计与校正基本概念和基本方法的了解；对状态空间分析法基本概念和基本方法的理解与掌握。

二、考试内容

1. 控制系统的数学模型

控制系统的微分方程、传递函数的定义性质与计算方法、结构图及等效变换、Mason 增益公式、状态空间表达式及与传递函数的相互转换。

2. 线性连续系统的分析方法

时域分析法：线性系统时域性能指标的分析计算、稳定性分析和劳斯稳定判据、稳态误差的计算。

复域分析法：根轨迹的概念、根轨迹绘制方法、根轨迹分析系统性能。

频域分析法：频率特性的概念、开环幅相曲线(奈氏曲线)和开环对数频率特性曲线(Bode 图)的绘制、奈氏稳定判据、幅值稳定裕度和相角稳定裕度的概念和计算方法、闭环系统的频域性能指标。

3. 线性连续系统设计与校正方法

校正的概念、常用校正装置的原理及特性、PID 控制规律。

4. 状态空间分析法

线性定常连续系统状态空间表达式的建立、可控性与可观性的概念和判别方法、李雅普诺夫稳定性分析、线性定常连续系统的状态反馈和极点配置方法。

三、考试形式

考试形式为闭卷、笔试，考试时间为 3 小时，满分 150 分。

题型包括：填空或选择题 18 分、判断题 12 分，分析计算题 120 分。

四、参考书目

《自动控制原理》(第八版). 胡寿松主编. 科学出版社, 2023 年。

全国硕士研究生招生考试海军工程大学
自动控制原理 样卷

(科目代码 809)

注意事项:

1. 本试卷共 2 页, 满分 150 分; 考试时间 180 分钟。
2. 所有试题都作答在答题纸(卡)上, 答在试卷上无效。
3. 考试结束后, 考生将答题纸(卡)和本试卷一同装入试卷袋后密封, 并在密封签上签名。

一、单项选择题(本大题共 6 小题, 每小题 3 分, 共 18 分)

在每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的, 请将其代码填写在答题纸上对应题号内。错选、多选或未选均无分。

1. 线性定常系统的传递函数等于系统_____响应的拉氏(Laplace)变换。
A. 零状态 B. 零输入 C. 单位脉冲 D. 单位阶跃
2. 若单位负反馈系统开环传递函数 $G(s) = \frac{3}{s}$, 则系统的调节时间(误差带取 5%)为_____秒。
A. 3 B. 1.33 C. 2.2 D. 1
3. 若某线性系统对阶跃输入信号的稳态误差为零, 则该系统_____
A. 至少为一阶系统 B. 至少为二阶系统 C. 至少为 I 型系统 D. 至少为 II 型系统
4. 已知闭环系统特征多项式 $D(s) = 3s^4 + 10s^3 + 5s^2 + s + 2$, 则系统在 s 右半平面根的个数为_____。
A. 3 B. 2 C. 1 D. 0
5. 已知高阶系统的闭环传递函数 $\Phi(s) = \frac{30(s+2.1)}{(s+15)(s+2)(s^2+2s+2)}$, 则该系统可近似降阶为_____
A. $\Phi(s) = \frac{2.1}{s^2+2s+2}$ B. $\Phi(s) = \frac{30}{s+15}$ C. $\Phi(s) = \frac{2}{s^2+2s+2}$ D. $\Phi(s) = \frac{30}{(s+15)(s+2)}$
6. 单位负反馈系统的开环传递函数 $G(s) = \frac{\tau s + 1}{s^2}$, 则当参数 $\tau =$ _____时系统相角裕度为 $\gamma = 45^\circ$ 。
A. $\frac{\sqrt{2}}{2}$ B. $\sqrt{\frac{\sqrt{2}}{2}}$ C. 1 D. 2

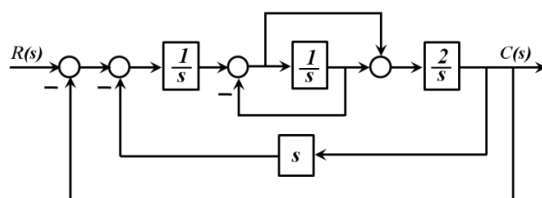
二、判断题(本大题共 6 小题, 每小题 2 分, 共 12 分)

判断每小题的论断是否正确, 如正确请在答题纸上对应题号内填“√”, 否则填“×”。全填“√”或“×”本大题均无分。

7. 若控制系统稳定则其稳态误差必为零 ()
8. 欠阻尼二阶系统的阻尼比越大则其单位阶跃响应的超调量就越小 ()
9. 闭环稳定的系统必是最小相位系统 ()
10. 对状态空间模型的非奇异线性变换不改变系统的特征值 ()
11. 含有测量元件的控制系统必定是反馈控制系统 ()
12. 一阶系统的带宽频率 ω_b 和其时间常数 T 成反比 ()

三、分析计算题(本大题共 7 小题, 共 120 分)

13. (10 分) 已知控制系统结构图如下图所示, 试采用梅森增益公式求传递函数 $\frac{C(s)}{R(s)}$ 。



题 13 图

14. (15 分) 某随动系统的微分方程为

$$T_1 \frac{d^2 c(t)}{dt^2} + \frac{dc(t)}{dt} = u(t)$$

$$u(t) = K[r(t) - b(t)]$$

$$T_2 \frac{db(t)}{dt} + b(t) = c(t)$$

式中 $r(t)$ 为系统的输入量, $c(t)$ 为输出量, $u(t)$ 为中间变量, $b(t)$ 为反馈量; $T_1 > 0$, $T_2 > 0$ 。

(1) 试绘制系统的结构图, 求系统的传递函数;

(2) 分析 K 满足什么条件时系统稳定。

15. (15 分) 已知单位负反馈系统的开环传递函数 $G(s) = \frac{1}{s(s+1)}$

(1) 求闭环系统的上升时间 t_r 、峰值时间 t_p 以及调节时间 t_s (误差带取 $\Delta = 5\%$); (注意: 最终结果可以不算出具体的数值)

(2) 求单位阶跃输入作用下闭环系统的稳态误差 e_{ss} 。

16. (15 分) 已知单位负反馈系统的开环传递函数 $G(s) = \frac{K(s-2)^2}{s(s+4)}$

(1) 试绘制闭环系统的根轨迹图;

(2) 分析闭环系统含有振荡衰减特征根时的 K 值范围。

17. (25 分) 设单位负反馈系统的开环传递函数 $G(s) = \frac{40}{s(s+1)(s+4)}$

(1) 绘制系统的开环对数幅频特性曲线 (渐近特性曲线);

(2) 绘制系统概略开环幅相曲线, 并采用奈氏判据判别闭环系统的稳定性;

(3) 求系统的幅值裕度。(求对数: $\lg 2=0.3$, $\lg 3=0.47$, $\lg 4=0.6$, $\lg 4.5=0.65$, $\lg 5=0.7$, $\lg 6=0.78$, $\lg 7=0.85$, $\lg 8=0.9$)

(求平方根: $\sqrt{2}=1.414$, $\sqrt{3}=1.732$, $\sqrt{5}=2.24$, $\sqrt{6}=2.45$, $\sqrt{7}=2.65$, $\sqrt{10}=3.16$)

18. (15 分) 已知系统的动态方程为

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 - x_1(x_1^2 + x_2^2) \\ \dot{x}_2 = -x_1 - x_2(x_1^2 + x_2^2) \end{cases}$$

试分析系统的李雅普诺夫稳定性。

19. (25 分) 若系统的状态空间模型为

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -2 & -3 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad y = [1 \quad 0 \quad 0] x$$

(1) 判断该系统的可控性和可观性;

(2) 能否采用状态反馈将系统的极点配置为 -1 , $-1+j1$ 和 $-1-j1$? 若能试求反馈增益阵 K 。

(3) 确定状态反馈后闭环控制系统的传递函数。