

中国科学院大学

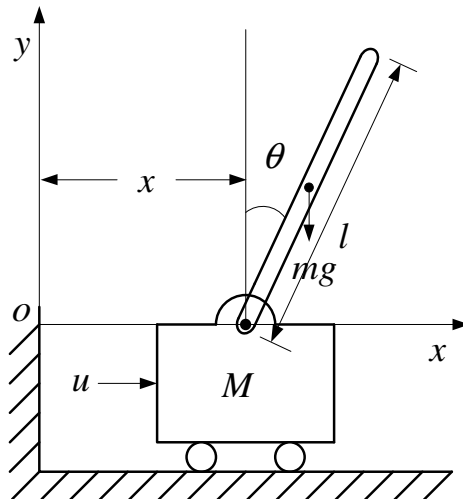
2013 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题

科目名称：自动控制理论

考生须知：

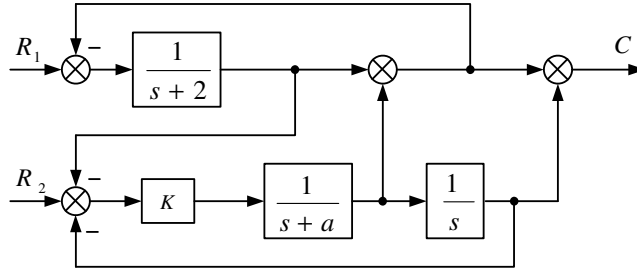
1. 本试卷满分为 150 分，全部考试时间总计 180 分钟。
2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上一律无效。
3. 可以使用无字典存储和编程功能的电子计算器。

一、（共 15 分）如下图所示，空间起飞助推器的姿态控制模型可简化为一个安装在马达传动车上的倒立摆。姿态控制问题的目的是要把空间起飞助推器保持在垂直位置。倒立摆是不稳定的，如果没有适当的控制力作用到它上面，它将随时可能向任何方向倾倒。这里只考虑二维问题，即认为倒立摆只在如图所示的平面内运动。控制力 u 作用于小车上，小车的质量为 M ，摆杆的质量为 m ，摆杆的长度为 l ，假设摆杆的重心位于其几何中心，摆杆围绕其重心的转动惯量为 I 。试求该系统的数学模型。



二、(共 15 分) 设线性系统结构图如下图所示, 要求:

- (1) 画出系统的信号流程图; (5 分)
- (2) 求传递函数 $C(s)/R_1(s)$ 及 $C(s)/R_2(s)$ 。(10 分)



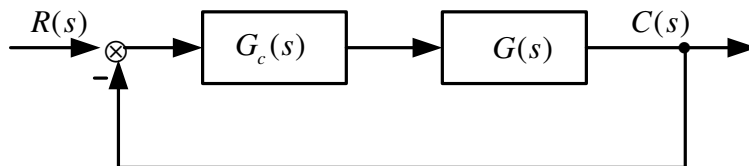
三、(共 20 分) 已知二阶系统的单位阶跃响应为 $h(t) = 10 - 12.5e^{-1.2t} \sin(1.6t + 53.1^\circ)$, 试求:

- (1) 阻尼比 ζ 、自然频率 ω_n 和阻尼振荡频率 ω_d ; (10 分)
- (2) 系统的峰值时间 t_p 、调节时间 t_s 和超调量 $\sigma\%$ 。(10 分)

四、(共 25 分) 为了克服在平衡弯道上产生巨大的离心力, 高速列车配备了倾斜控制系统, 其系统结构图如下图所示, 其中:

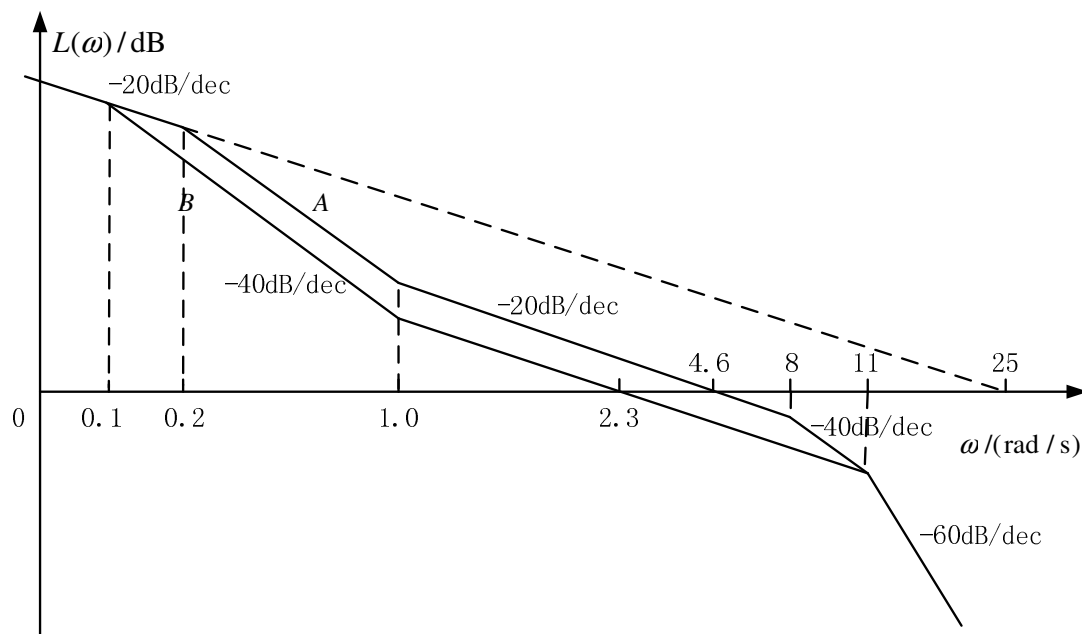
$$G(s) = \frac{1}{s^2 + 6s + 10} \quad G_c(s) = \frac{K^*}{s + 1}$$

- (1) 画出 K^* 由 $0 \rightarrow \infty$ 变化时系统的概略根轨迹图; (12 分)
- (2) 求分离点时系统闭环极点和前向开环增益; (8 分)
- (3) 求根轨迹与虚轴相交时的闭环极点和根轨迹增益。(5 分)



五、(共 25 分) 单位负反馈最小相位系统 A、B 的 Bode 图如下图所示。

- (1) 计算 A、B 系统的相角裕度；(10 分)
- (2) 分别判断 A、B 闭环系统的稳定性；(6 分)
- (3) 分别求出输入为单位斜坡信号时 A、B 系统的稳态误差。(9 分)



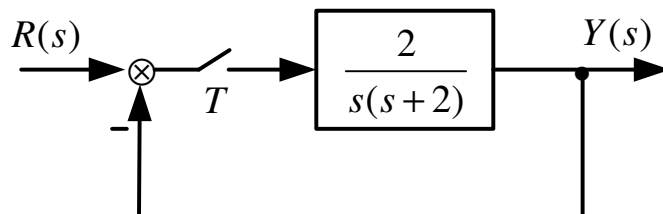
六、(共 25 分) 单位反馈系统开环传递函数为

$$G(s) = \frac{40}{s(0.2s+1)(0.0625s+1)}$$

若要求校正后系统的相角裕量为 30° ，幅值裕量为 $10\sim 12\text{dB}$ ，试设计串联校正装置。

(以下七题、八题任选其一)

七、(共 25 分) 已知离散系统如下图所示, $T=0.5s$, 求:



- (1) 系统的开环脉冲传递函数; (5 分)
- (2) 系统的闭环脉冲传递函数; (5 分)
- (3) 判断系统是否稳定; (6 分)
- (4) 系统在单位阶跃输入下的时间响应。(9 分)

$$\left(\quad \quad \quad \mathbf{Z}\left[e^{-at} \sin \omega t\right] = \frac{ze^{aT} \sin \omega T}{z^2 e^{2aT} - 2ze^{aT} \cos \omega T + 1} \quad , \right)$$

$$\mathbf{Z}\left[e^{-at} \cos \omega t\right] = \frac{z^2 - ze^{-aT} \cos \omega T}{z^2 - 2ze^{-aT} \cos \omega T + e^{-2aT}} \quad)$$

八、(共 25 分) 已知下图所示的二阶采样系统, $T=1s$, 求:

- (1) 在不带零阶保持器 $G_h(s)$ 情况下, 系统极点分布与系统临界稳定的开环增益值; (10 分)
- (2) 在带零阶保持器 $G_h(s)$ 情况下, 系统极点分布与系统临界稳定的开环增益值。(15 分)

