5.3 $G(s)=\dfrac{2.55\times10^5}{s^3+115s^2+1500s}$

解得闭环极点为$s_1=-1.2017$， $s_{2,3}=0.0259\pm0.4599j$，有极点在虚轴右侧，因此系统不稳定。

要提高稳定裕度，可采用超前校正，又要保持穿越频率不变，应采用滞后校正，所以综合应采用超前滞后校正。

5.4 $G(s)=\dfrac{K}{s(s+1)(2s+1)}$

开环比例系统$K=K_v=10$。$\omega_c=1.59\,\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$，$\gamma=-40.4^\circ$。在此$\omega_c$条件下，$\gamma$很难达到$50^\circ$。

用MATLAB绘制伯德图，当相角为180°时，$\omega=0.704\,\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$，将其作为校正后的系统对数穿越频率，因此取超前角$\varphi_m=50+10=60^\circ$。

超前校正设计：$\alpha=\dfrac{1+\sin60^\circ}{1-\sin60^\circ}=13.928$，$\dfrac{1}{T_1}=\sqrt{\alpha}\omega_c=2.627$，$T_1=0.381$，$\alpha T_1=5.301$，因此控制器的超前校正设计部分为：

$$G_{c_1}(s)=\frac{1+5.301s}{1+0.381s}$$

滞后校正设计：分析$G_p(s)G_{c_1}(s)$的幅频特性。

$$20\lg\left|G_p(j0.704)G_{c_1}(j0.704)\right|>20\lg|25.098|$$

因此，$20\lg\left|G_{c_2}(j0.704)\right|=-20\lg|25.098|=-20\lg\beta$。$\beta=25.098$。取$\dfrac{1}{T_2}=\dfrac{\omega_c}{5}=0.141$，

得$T_2=7.092$，$\beta T_2=177.992$。

因此控制器的滞后校正设计部分为：

$$G_{c_2}(s)=\frac{1+7.092s}{1+177.995s}$$

校正后系统性能分析。

$$G_p(s)G_c(s)=\frac{10(1+5.301s)(1+7.092s)}{s(s+1)(2s+1)(1+0.381s)(1+177.995s)}$$

经验证，得到的相角裕量为50°，增益裕度为$12.8\,\text{dB}$。

5.9 系统的开环传递函数为$G_o(s)=\dfrac{10K_1}{s\left(s^2+25s+100+20K_1K_2\right)}$，

$$Q_r(s)=\frac{\beta\left(\dfrac{s}{\omega_{\text{cut}}/\alpha}+1\right)}{\dfrac{s}{\omega_{\text{cut}}}\left(\dfrac{s}{\omega_{\text{cut}}/(\alpha\beta)}+1\right)\left(\dfrac{s}{\gamma\omega_{\text{cut}}}+1\right)\left(\dfrac{s}{\gamma\delta\omega_{\text{cut}}}+1\right)}。$$

对比$G_o(s)$可知，$\beta=1$，因此$Q_r(s)=\dfrac{\omega_{\text{cut}}^3\gamma^2\delta}{s\left(s+\gamma\omega_{\text{cut}}\right)\left(s+\gamma\delta\omega_{\text{cut}}\right)}$。

进一步可知，$\gamma\omega_{\text{cut}}\left(1+\delta\right)=25$。又由于$K_v=\lim\limits_{s\to 0}sG_o(s)=\beta\omega_{\text{cut}}=4$，因此$\omega_{\text{cut}}=4\,\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$。取$\delta$=1，$\gamma$=3.125，易知$\alpha$可取10。因此，$\omega_1=\dfrac{\omega_c}{\alpha\beta}=0.4$，$\omega_2=\dfrac{\omega_c}{\alpha}=0.4$，$\omega_3=\gamma\omega_c=12.5$，$\omega_4=\gamma\delta\omega_c=12.5$，$T_1=\dfrac{1}{\omega_1}=2.5$，$T_2=\dfrac{1}{\omega_2}=2.5$，$T_3=\dfrac{1}{\omega_3}=0.08$，$T_4=\dfrac{1}{\omega_4}=0.08$。

$$Q_r(s)=\frac{4}{s\left(0.08s+1\right)\left(0.08s+1\right)}=\frac{4\times 156.25}{s\left(s^2+25s+156.25\right)}$$

由$t_s=\dfrac{1}{\omega_c}\left(8-\dfrac{3.5}{\alpha}-\dfrac{4}{\beta}+\dfrac{100}{\left(\alpha\gamma\delta\right)^2}\right)=0.9381$，$\sigma=\dfrac{160}{\gamma^2\delta}+6.5\dfrac{\beta}{\alpha}+2=19.034\%\le 20\%$可知，满足条件。

因此，$K_1=\dfrac{4\times 156.25}{10}=62.5$，$K_2=\dfrac{156.25-100}{2\times 62.5}=0.045$。