

# 多个系统同时稳定:一种映射方法

林 岩

(中国人民大学信息系 北京 100872)

**摘 要** 本文研究了多个 SISO 系统同时稳定的问题. 到目前为止, 当系统个数  $\geq 3$  时, 人们还没有提出任何可行的补偿器设计方法. 在本文中, 我们利用保形映射及 Nevanlinna-Pick 插值定理得到了一个使多个系统(系统个数  $\geq 3$ )同时稳定的充分条件及补偿器设计方法.

**关键词** 同时稳定, 映射方法, 补偿器

## 1 引言

给定  $l(l \geq 3)$  个互不相同 SISO 正则系统

$$\begin{cases} p_i(s) = n_i(s)/d_i(s), & i = 1, 2, \dots, l \\ \deg(n_1) = \deg(n_2) = \dots = \deg(n_l) = m, & m \leq n \\ \deg(d_1) = \deg(d_2) = \dots = \deg(d_l) = n \end{cases} \quad (1)$$

这里, 假定  $n_i(s)$  与  $d_i(s)$  互质且  $d_i(s)$  为首一多项式,  $i=1, 2, \dots, l$ . 本文研究设计固定补偿器  $G_c(s)$ , 使单位反馈系统  $G_c(s)p_i(s)(1+G_c(s)p_i(s))^{-1}$  对所有  $i=1, 2, \dots, l$  同时稳定的问题. 该问题在鲁棒稳定控制、非线性系统在若干平衡点处作线性化处理时的稳定性及可靠性理论等方面均有重要意义. 对任意两个系统的同时稳定问题, 文献[1, 2, 3]已从不同角度完全解决. 但到目前为止, 当系统个数  $\geq 3$  时, 还未提出任何实际可行的补偿器设计方法. 在已知的最新进展中, 文献[4]扩展了 Youla 等人在文献[5]中的结果, 给出了一个可验证的使 3 个系统同时可稳的必要条件及一个充分条件(参见[4]之定理 4.7、定理 4.9), 但也未能解决补偿器的设计. 本文首先研究如何在复平面上形成一个可能造成此多个系统不稳定的区域, 进而研究如何利用保形映射及 Nevanlinna-Pick 插值定理<sup>[6]</sup>避开该区域, 设计出使此  $l$  个系统同时稳定的补偿器.

## 2 主要结果

**引理 1<sup>[4]</sup>** 对任意 3 个系统  $G_i(s) = N_i(s)/D_i(s), i=1, 2, 3$ , 设多项式  $E_{12}(s) = N_1(s)D_2(s) - N_2(s)D_1(s), E_{13}(s) = N_1(s)D_3(s) - N_3(s)D_1(s)$  及  $E_{23}(s) = N_2(s)D_3(s) - N_3(s)D_2(s)$  在  $C^-$  互质, 并设  $\{\alpha_r\}, \{\beta_r\}, \{\gamma_r\}$  分别表示  $E_{12}(s), E_{13}(s)$  及  $E_{23}(s)$  在  $C^-$  的实根的集合, 则存在一个固定补偿器使此 3 个系统同时可稳的必要条件是存在  $\epsilon_i = +1$  或  $-1, i=1, 2, 3$ , 使得以下不等式成立.

$$\begin{cases} \epsilon_1 \epsilon_2 E_{12}(\gamma_r) E_{13}(\gamma_r) < 0, & \forall \gamma_r \in \{\gamma_r\} \\ \epsilon_1 \epsilon_3 E_{12}(\beta_r) E_{23}(\beta_r) < 0, & \forall \beta_r \in \{\beta_r\} \\ \epsilon_2 \epsilon_3 E_{13}(\alpha_r) E_{23}(\alpha_r) < 0, & \forall \alpha_r \in \{\alpha_r\} \end{cases} \quad (2)$$

这里,  $C^- \triangleq \{s | \operatorname{Re} s \geq 0\}$ .

对(1)所示的  $l$  个系统, 如定义  $e_{ij}(s) = n_i(s)d_j(s) - n_j(s)d_i(s)$ ,  $i, j \in \{1, 2, \dots, l\}$ ,  $i \neq j$ , 则根据引理 1, 如下结论为显然.

**推论** 设对所有  $k \in \{3, 4, \dots, l\}$ ,  $e_{12}(s)$ ,  $e_{1k}(s)$  及  $e_{2k}(s)$  在  $C^-$  互质, 则存在一个固定补偿器  $G_c(s)$  使(1)式所示之  $l(l \geq 3)$  个系统同时稳定的必要条件是  $\{e_{12}(s), e_{1k}(s), e_{2k}(s)\}$  对所有  $k \in \{3, 4, \dots, l\}$  满足引理 1 之(2)式.

对(1)中的  $l$  个系统, 我们作如下假设.

**假设 1**  $\deg(e_{12}(s)) = \max\{\deg(e_{ij}(s)), i, j = 1, 2, \dots, l, i \neq j\}$ , 且  $\operatorname{geg}(e_{12}(s)) = n + m$  或  $n + m - 1$ ;

**假设 2** 对所有  $k \in \{3, 4, \dots, l\}$ , 多项式  $e_{12}(s)$ ,  $e_{1k}(s)$  及  $e_{2k}(s)$  满足上述推论;

**假设 3**  $e_{1k}(s)$ ,  $k = 2, 3, \dots, l$ , 无临界稳定根.

**定理 1** 如对(1)式所示的  $l(l \geq 3)$  个系统  $p_1(s), p_2(s), \dots, p_l(s)$ , 假设 1~假设 3 成立, 且存在两个同阶的胡尔维茨多项式  $\delta_1(s), \delta_2(s)$  满足以下条件, 则一定存在一个固定补偿器  $G_c(s)$  使此  $l$  个系统同时稳定.

(1) 满足插值条件

$$\frac{\delta_2(s)}{\delta_1(s)} = \begin{cases} n_2(s_i)/n_1(s_i), \forall s_i \in A_{12}^* \\ d_2(s_i)/d_1(s_i), \forall s_i \in A_{12} \setminus A_{12}^* \end{cases} \quad (3)$$

及

$$\delta_2(\infty)/\delta_1(\infty) = d_2(\infty)/d_1(\infty) \quad (3')$$

(2) 对所有  $k = 3, 4, \dots, l$  及所有  $\omega \in R, \lambda \in [0, 1]$ , 有

$$\frac{\delta_2(j\omega)}{\delta_1(j\omega)} \neq \frac{e_{2k}(j\omega) - x(\lambda)e_{12}(j\omega)}{e_{1k}(j\omega)} \quad (4)$$

其中,  $x(\lambda) \triangleq (1-\lambda)/\lambda$ ,  $A_{12} \triangleq \{s_i, s_i \in C^-, e_{12}(s_i) = 0\}$ ,  $A_{12}^* \triangleq \{s_i, s_i \in C^-, d_1(s_i) = d_2(s_i) = 0\} \subset A_{12}$ . (证明见附录)

现对不等式(4)右边的约束条件, 令

$$E_k(j\omega, \lambda) = [e_{2k}(j\omega) - x(\lambda)e_{12}(j\omega)]/e_{1k}(j\omega), k = 3, 4, \dots, l \quad (5)$$

并定义

$$H_k = \{E_k(j\omega, \lambda); \forall \omega \in R, \forall \lambda \in [0, 1]\}, k = 3, 4, \dots, l \quad (6)$$

以及

$$H = \begin{cases} \bigcup_{k=3}^l H_k, & \text{若 } (-\infty, 0] \subset \bigcup_{k=3}^l H_k \\ [\bigcup_{k=3}^l H_k] \cup (-\infty, 0], & \text{其余情况} \end{cases} \quad (7)$$

则利用计算机可方便地绘出域  $H_k$  及  $H$ . 事实上, 当给定一系列不同的  $\lambda$  值时, 从(5)式可看出, 不用计算机, 根据熟知的频率特性分析法也不难得到  $H_k$  及  $H$  的大致图形.

**例 1** 考虑 3 个系统  $p_1(s) = n_1(s)/d_1(s) = (s-4)/(s-6)$ ,  $p_2(s) = n_2(s)/d_2(s) = (s-1)/(s-5)$ ,  $p_3(s) = n_3(s)/d_3(s) = (s+2)/(s-8)$ . 容易算出  $e_{12}(s) = -2(s-7)$ ,  $e_{13}(s) = -8(s-5)$  及  $e_{23}(s) = -6(s-3)$ . 由(5)式得

$$E_3(j\omega, \lambda) = \frac{e_{23}(s) - x(\lambda)e_{12}(s)}{e_{13}(s)} \Big|_{s=j\omega} = \frac{(3-x)s + (7x-9)}{4(s-5.5)} \Big|_{s=j\omega} \quad (8)$$

并可验证  $p_1(s)$ ,  $p_2(s)$  及  $p_3(s)$  满足假设 1~假设 3. 图 1 绘出了对应于  $x=0, 1, 2, 4, 8$  及 15 时  $E_3(j\omega, \lambda)$  的图形, 当  $\omega: -\infty \rightarrow +\infty$  时, 它们是一系列的圆. 因此, 当  $x$  由  $0 \rightarrow +\infty$  (即  $\lambda$  由  $1 \rightarrow 0$ ) 连续变化时, 得到  $H_3=H$  为无数圆形成的包络线所围区域. 显然, 本例中  $(-\infty, 0] \subset H_3=H$ .

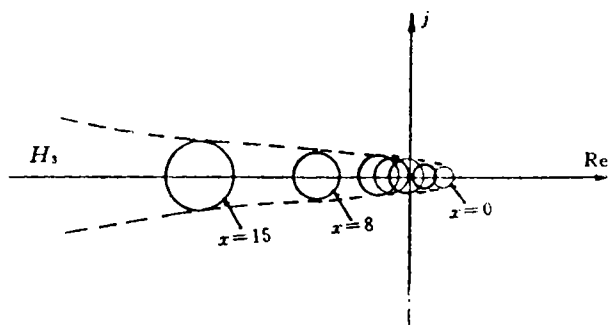


图 1 例 1 中  $H_3$  的图形

由定理 1 及  $H_3, H$  的定义可知, 如果能够设计  $\delta_2(j\omega)/\delta_1(j\omega)$ , 使其避免进入域  $H$ , 则有可能利用 Nevanlinna-pick 插值定理求得所需补偿器. 设  $H^c$  为  $H$  的补以及  $\tilde{H}^c \subseteq H^c$  为  $H^c$  的一个单连通的子域, 则有

**定理 2** 如果存在一个在  $C^-$  解析的正则有理函数  $F(s)$ , 使得对所有  $s \in C^-$  都有  $F(s) \in \tilde{H}^c$ , 同时,  $F(s)$  满足定理 1 之插值条件, 则一定存在两个同阶的胡尔维茨多项式满足定理 1 之 (1), (2) (证明见附录).

为求  $F(s)$  考虑如下变换图

$$\begin{array}{ccc} C^- & \xrightarrow{F} & \tilde{H}^c \\ \varphi \downarrow & & \downarrow \theta \\ \bar{D} & \xrightarrow{h} & D \end{array}$$

其中,  $\bar{D}, D$  分别表示闭的和开的单位圆盘,  $\varphi: C^- \rightarrow \bar{D}$ ,  $\theta: \tilde{H}^c \rightarrow D$  为保形映射. 由变换图可得如下 1 对 1 的变换

$$F = \theta^{-1} \circ h \circ \varphi \text{ 或 } h = \theta \circ F \circ \varphi^{-1} \quad (9)$$

令  $s_1, s_2, \dots, s_t$  为  $e_{12}(s)$  在  $C^-$  的所有根 (包括  $s=\infty$ , 参见 (3)' 式), 为方便, 设它们均为单根. 记

$$r_i = \delta_2(s_i)/\delta_1(s_i), \quad i = 1, 2, \dots, t \quad (10)$$

及

$$\xi_i = \varphi(s_i), \quad \eta_i = \theta(r_i), \quad i = 1, 2, \dots, t \quad (11)$$

则求定理 2 中  $F(s)$  的问题可变为用 Nevanlinna-Pick 定理求满足如下插值点的有理函数  $h(s)$  的问题.

$$h(\xi_i) = \eta_i, \quad i = 1, 2, \dots, t \quad (12)$$

再注意到  $h(s)$  存在的充要条件是 Hermite 阵

$$\left[ \frac{1 - \bar{\eta}_i \eta_j}{1 - \bar{\xi}_i \xi_j} \right]_{i,j=1,2,\dots,t} \quad (13)$$

正定, 则有

**定理 3** 对(1)式所示的  $l$  个系统  $p_1(s), p_2(s), \dots, p_l(s)$ , 如

(1)  $r_i \in \tilde{H}^c, i=1, 2, \dots, l$  ( $r_i$  由(10)式定义);

(2) Hermite 阵(13)正定,

则一定存在一个正则有理函数  $F(s)$  满足定理 2. (证明见附录)

根据以上理论分析, 可得如下设计步骤.

Step 1 对给定的  $l$  ( $l \geq 3$ ) 个系统, 当假设 1~假设 3 成立时, 根据(5), (6), (7) 求域  $H$  ( $H^c$ );

Step 2 选  $\tilde{H}^c \subseteq H^c$ , 并验证  $r_i$  ( $i=1, 2, \dots, l$ ) 是否属于  $\tilde{H}^c$ , 若是, 则令

$$\varphi(s) = (s-1)/(s+1) \quad (14)$$

并根据  $\tilde{H}^c$  之形状选实有理函数  $\theta^{-1}(s): D \rightarrow \tilde{H}^c$  ( $\theta(\cdot)$  不一定为有理函数;  $\theta^{-1}(s)$  的选择可参考[8]);

Step 3 按(10), (11) 确定  $h(s)$  的插值点, 验证 Hermite 阵(13)是否正定, 如其正定, 则可按文献[6, 7, 9] 所给出的递推公式解出  $h(s)$ ;

Step 4 求出  $F(s) = \theta^{-1} \circ h \circ \varphi \triangleq \delta_2(s)/\delta_1(s)$ , 及

$$\begin{cases} x_c(s) = [\delta_1(s)d_2(s) - \delta_2(s)d_1(s)]/e_{12}^+(s) \\ y_c(s) = [\delta_2(s)n_1(s) - \delta_1(s)n_2(s)]/e_{12}^-(s) \end{cases} \quad (15)$$

进而得到所求补偿器  $G_c(s) = x_c(s)/y_c(s)$ . 这里,  $e_{12}^+(s) = e_{12}(s)/e_{12}^-(s)$ ,  $e_{12}^-(s)$  为  $e_{12}(s)$  中稳定根组成的首一多项式.

### 3 实例

考虑 3 个系统

$$\begin{cases} p_1(s) = n_1(s)/d_1(s) = (s-3)/(s-6)(s+1) \\ p_2(s) = n_2(s)/d_2(s) = (s-1)/(s+1)(s-5) \\ p_3(s) = n_3(s)/d_3(s) = (s+2)/s(s-8) \end{cases} \quad (16)$$

它们均不稳定且  $p_1(s), p_2(s)$  为非最小相位系统. 我们按上节步骤设计使其同时稳定的补偿器.

(1) 根据(16)式得  $e_{12}(s) = -(s+1)(s-9)$ ,  $e_{13}(s) = -8(s+0.2972)(s-5.0473)$ ,  $e_{23}(s) = -7(s-3.4179)(s+0.4179)$ , 不难验证,  $e_{12}(s)$ ,  $e_{13}(s)$  及  $e_{23}(s)$  满足假设 1~假设 3, 因此, 由(5) 式得

$$\begin{aligned} E_3(j\omega, \lambda) &= [e_{23}(j\omega) - x(\lambda)e_{12}(j\omega)]/e_{13}(j\omega) \\ &= \frac{7(s-3.4179)(s+0.4179) - x(\lambda)(s+1)(s-9)}{8(s+0.2972)(s-5.0473)} \Big|_{s=j\omega} \end{aligned} \quad (17)$$

进而, 算得

$$\max_{\omega, \lambda} \operatorname{Re}[E_3(j\omega, \lambda)] = 0.8750$$

故本例中直接选  $H = H_3$  为图 2 左侧的阴影区.

(2) 令  $\varphi(s) = (s-1)/(s+1)$ , 并选

$$\theta^{-1}(s) = \frac{s+19}{10(1-s)} \Rightarrow \theta(s) = \frac{10s-19}{10s+1} \quad (18)$$

由  $\theta^{-1}: D \rightarrow \tilde{H}^c$  所得之域  $\tilde{H}^c$  位于图 2 虚线右侧的半平面. 根据(3), (3)' 及(10)式, 得  $r_1 = \delta_2$

(9)/ $\delta_1(9)=4/3, r_2=\delta_2(\infty)/\delta_1(\infty)=1$ . 显然,  $r_1, r_2$  均属于  $\tilde{H}^c$ .

(3) 由(10), (11)式得插值点  $(\xi_1, \eta_1)=(0.8, -0.3953), (\xi_2, \eta_2)=(1, -0.8182)$ , 且可验证, 此时(13)式正定, 故根据文献[9]所给出的递推公式, 算得

$$h(s) = (0.1048 - 0.3089s) / (0.8023 - 0.5529s) \quad (19)$$

(4) 由(9)式得

$$\begin{aligned} \delta_2(s)/\delta_1(s) &= F(s) = \theta^{-1} \cdot h \cdot \varphi = \\ \theta^{-1}(h(\frac{s-1}{s+1})) &= (2.6163 + 0.4535s) / (0.9415 + 0.4535s) \quad (20) \end{aligned}$$

再由(15)式, 有

$$\begin{cases} x_c(s) = -1.2213(s+1) \\ y_c(s) = 0.7678 \end{cases} \quad (21)$$

故所求之补偿器为

$$G_c(s) = x_c(s)/y_c(s) = -1.5906(s+1) \quad (22)$$

这是一个非正则补偿器, 如欲得到一个正则补偿器, 可按[4]所提出的方法, 取

$$\bar{G}_c(s) = -1.5906(s+1)/(\epsilon s + 1) \quad (23)$$

则当  $|\epsilon|$  足够小时, 例如, 当  $\epsilon = -0.01$  时, 容易证明  $\bar{G}_c(s)$  将是此 3 个系统同时稳定的补偿器.

#### 4 结语

本文讨论了(1)式所示的多个系统的同时稳定问题. 与研究此类问题一般所使用的代数方法不同, 本文利用保形映射提出了一个可行的设计方法, 以此方法为基础, 还可进一步研究具有不同阶数的多个系统的同时稳定问题.

#### 附录

定理 1 的证明:

令  $\Delta_1(s) = \delta_1(s)e_{12}(s), \Delta_2(s) = \delta_2(s)e_{12}(s)$ , 则(15)式等价于

$$\begin{cases} x_c(s) = [\Delta_1(s)d_2(s) - \Delta_2(s)d_1(s)]/e_{12}(s) \\ y_c(s) = [\Delta_2(s)n_1(s) - \Delta_1(s)n_2(s)]/e_{12}(s) \end{cases} \quad (A1)$$

当  $\delta_1(s), \delta_2(s)$  满足定理中条件(1)时, 从(A1)可知  $x_c(s), y_c(s)$  均为多项式且

$$x_c(s)n_i(s) + y_c(s)d_i(s) = \Delta_i(s), i = 1, 2 \quad (A2)$$

因此,  $G_c(s) = x_c(s)/y_c(s)$  就是使  $p_1(s), p_2(s)$  同时稳定的补偿器. 当定理之条件(2)成立时, 注意到假设 3, (4)式等价于

$$\begin{aligned} \lambda \delta_2(j\omega)e_{1k}(j\omega) - \lambda \delta_1(j\omega)e_{2k}(j\omega) + (1-\lambda)\delta_1(j\omega)e_{12}(j\omega) &\neq 0, \\ \forall \omega \in R, \forall \lambda \in [0, 1], k \in \{3, 4, \dots, l\} \end{aligned} \quad (A3)$$

再用  $e_{12}(j\omega)$  乘上式两边并注意到(A1), 经整理得

$$\begin{aligned} \Delta_1(j\omega) + \lambda[n_1(j\omega) - n_2(j\omega)]x_c(j\omega) + \lambda[d_2(j\omega) - d_1(j\omega)]y_c(j\omega) &\neq 0, \\ \forall \omega \in R, \forall \lambda \in [0, 1], k \in \{3, 4, \dots, l\} \end{aligned} \quad (A4)$$

下面证明多项式

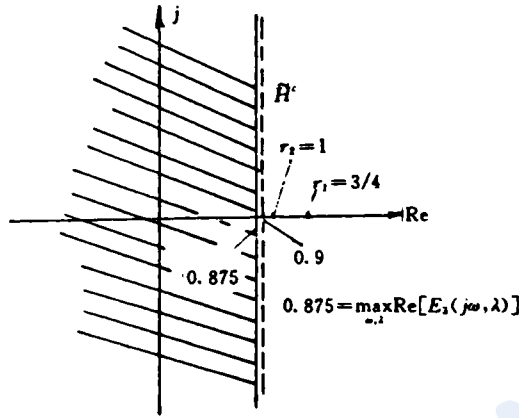


图 2 复平面图

$$\Delta_1(s) + \lambda[n_k(s) - n_1(s)]x_c(s) + \lambda[d_k(s) - d_1(s)]y_c(s) = 0, \quad \lambda \in [0, 1], k \in \{3, 4, \dots, l\} \quad (A5)$$

为胡尔维茨多项式. 由零点分离定理<sup>[10]</sup>,  $\Delta_1(s)$ 为胡尔维茨多项式及(A4)成立时, 只要证明(A5)对所有  $\lambda \in [0, 1]$  均有相同的阶数即可. 设  $\deg(\Delta_1(s)) = \deg(\Delta_2(s)) = v$ , 则当  $\deg(e_{12}(s)) = n+m$  时, 由插值条件(3), (3)' 及(A1), 有

$$\begin{cases} \deg(x_c(s)n_i(s)) \leq (v+m-1) - (n+m) + m = v-1 \\ \deg(y_c(s)d_i(s)) \leq (v+m) - (n+m) + n = v, i=1, 2 \end{cases} \quad (A6)$$

而由(A2)知

$$\deg(y_c(s)d_i(s)) = v, i=1, 2 \quad (A7)$$

已知  $d_i(s) (i=1, 2, \dots, l)$  为首一多项式, 因此(A6), (A7)成立时, (A5)恒有

$$\deg(\Delta_1) > \deg\{[n_k - n_1]x_c + [d_k - d_1]y_c\} \quad (A8)$$

即(A5)对所有  $\lambda \in [0, 1]$  为胡尔维茨多项式, 特别, 取  $\lambda=1$ , 有  $n_k(s)x_c(s) + d_k(s)y_c(s) = 0$ , 即  $G_c(s)$  使  $p_k(s)$  稳定. 而若  $\deg(e_{12}(s)) = n+m-1$ , 由假设 1 不难看出此时  $n_i(s) (i=1, 2, \dots, l)$  均为首项系数相同的多项式, 与上述证明类似, 知(A8)仍成立. 最后, 取  $k=3, 4, \dots, l$ , 定理得证. 证毕

#### 定理 2 的证明:

令  $F(s) = f_2(s)/f_1(s)$ , 只要证明  $f_2(s), f_1(s)$  就是满足定理 1 条件(1), (2)的  $\delta_2(s), \delta_1(s)$  即可. 事实上, 由于  $F(s)$  在  $C^+$  解析, 故  $f_1(s)$  为胡尔维茨多项式, 而对所有  $s \in C^+$ ,  $F(s) \in \tilde{H}^c$  又蕴涵  $\deg(f_2) = \deg(f_1)$  及  $f_2(s)$  亦为胡尔维茨多项式. 这是因为,  $(-\infty, 0] \subset H$ , 如  $\deg(f_2) < \deg(f_1) \Rightarrow \lim_{s \rightarrow \infty} f_2(s)/f_1(s) = 0 \notin \tilde{H}^c$ ; 而如  $f_2(s)$  为非胡尔维茨多项式, 则有  $s_0 \in C^-$ , 使  $f_2(s_0) = 0 \Rightarrow F(s_0) = 0 \notin \tilde{H}^c$ , 这与  $F(s_0) \in \tilde{H}^c$  的假设相矛盾. 因此, 当  $F(s)$  还满足定理 1 之(1), 只要令  $f_1(s) = \delta_1(s), f_2(s) = \delta_2(s)$  即可. 证毕.

#### 定理 3 的证明:

定理之条件(1), (2)成立时, 由 Nevanlinna-Pick 插值定理可求得一在  $D$  解析且满足插值条件(12)的有理函数  $h(s)$ . 由于  $\varphi, \theta^{-1}$  均为有理保形映射函数, 故  $F = \theta^{-1} \cdot h \cdot \varphi$  为在  $C^+$  解析且满足插值条件(3), (3)' 的有理函数. 再注意到  $0 \notin \tilde{H}^c, h \cdot \varphi: C^+ \rightarrow D$  以及  $\theta^{-1}$  在  $D$  解析, 故当  $s \rightarrow \infty$  时, 有  $0 < |F(s)| = |\theta^{-1} \cdot h \cdot \varphi| < \infty$ , 即  $F(s)$  为正则有理函数. 证毕

### 参 考 文 献

- 1 Saeks R, Murry J. Fractional Representations, Algebraic Geometry and the Simultaneous Stabilization Problem. IEEE Trans Automat Contr, 1982, AC-27(4): 895-903.
- 2 Vidyasagar M, Viswantham N. Algebraic Design Techniques for Reliable Stabilization. IEEE Trans Automat Contr, 1982, AC-27(5): 1085-1095.
- 3 Ghosh B K. Simultaneous Partial Pole Placement - A New Approach to Multimode System Design. IEEE Trans Automat Contr, 1986, AC-31(5): 440-443.
- 4 Wei K. The Solution of Transcendental Problem and its Applications in Simultaneous Stabilization Problems. IEEE Trans Automat Contr, 1992, AC-37(9): 1305-1315.
- 5 Youla D C, et al. Single-Loop Feedback Stabilization of Linear Multivariable Dynamical Plants. Automatica, 1974, 10(4): 159-173.
- 6 Walsh J L. Interpolation and Approximation by Rational Functions in Complex Domain. A. M. S. Colloquium Publication, Second Edition, 1956.
- 7 Delsarte P H, et al. On the Role of the Nevanlinna-Pick Problem in Circuit and System Theory. Circuit Theory and Applications, 1981, 9: 177-188.
- 8 曹伟杰. 保形变换理论及其应用. 上海科学技术文献出版社, 1988.
- 9 Khargonekar P P, et al. Non-Euclidian Metrics and the Robust Stabilization of Systems with Parameter Uncertainty.

IEEE Trans Automat Contr, 1985, AC-30(10): 1005-1013.

- 10 Frazer R A, Duncan W J. On the Criteria for Stability for Small Motions. Proc Roy Soc London, Ser, 1929, A124: 642-654.

## SIMULTANEOUS STABILIZATION OF MULTISYSTEM: A MAPPING APPROACH

LIN Yan

(The People's University of China)

**Abstract** Simultaneous stabilization problem of multisystems is studied in this paper. A sufficient condition of simultaneous stabilization of the multisystems has been obtained by using conformal mapping and Nevanlinna-pick interpolation theorem. Design procedures for compensator are also given.

**Key words** simultaneous stabilization, mapping approach, compensators

(林 岩,男,40岁,硕士.研究领域为控制系统的鲁棒性稳定性,自适应控制及最优控制在经济系统中的应用,系统设计中的计算方法,最优控制.)

### 电气自动化新技术丛书出版消息

为了使经济建设第一线工作的技术人员能够及时熟悉和掌握电气自动化领域中的新技术,中国自动化学会电气自动化专业委员会和中国电工技术学会电控系统与装置专业委员会联合成立了电气自动化新技术丛书编辑委员会,负责组织编辑《电气自动化新技术丛书》.丛书由机械工业出版社分期分批出版.

该丛书有如下特色:

- (1)该丛书是专题论著,选题内容新颖,反映电气自动化新技术的成就和应用经验.
- (2)理论联系实际,重点在于指导如何正确运用理论解决实际问题.
- (3)内容深入浅出,条理清晰,语言通俗,文笔流畅,便于自学.

该丛书适于从事电气自动化领域科研、设计、制造工作的工程技术人员与现场工作的管理、维护人员阅读,也可作为大专院校有关专业的教师、研究生和学生的参考书.

01 大功率交-交变频交流调速及矢量控制	马小亮著	现已售缺,等作者修订后再版
02 可编程序控制器及其应用	宣练中 王燕生等编	定价 19.5 元 邮寄 22.0 元
04 电气传动的脉宽调制控制技术	吴守箴 臧英杰著	定价 12.0 元 邮寄 14.0 元
05 智能控制系统及其应用	王顺晃 舒迪前编著	定价 15.8 元 邮寄 18.0 元
06 异步电动机直接转矩控制	李 夙编	定价 8.8 元 邮寄 10.0 元
07 模糊控制原理与应用	诸 静著	定价 26.0 元 邮寄 29.9 元
08 开关型磁阻电动机调速控制技术	王宏华编著	定价 9.0 元 邮寄 10.4 元
09 滑模变结构控制	王丰尧编著	定价 16.0 元 邮寄 18.4 元

邮购地址:300180 天津塘路 174 号中国自动化学会电气自动化委员会丛书邮购部,汇款时请在附言中说明所购书代号、册数、收件人、姓名、邮编与详细地址.