

一类双参数线性奇异摄动系统鲁棒性分析^①

罗 林 开

(厦门大学自动化系 厦门 361005)

摘要 讨论用补偿器稳定一类两个独立小参数的线性奇异摄动系统的鲁棒性. 利用图拓扑的方法对该系统进行分析, 给出了该系统图拓扑收敛于其退化系统的一个充分条件, 说明了在此条件下该系统是鲁棒稳定的.

关键词 鲁棒性, 图拓扑, 线性奇异摄动系统

中国图书分类号 TP 13

过去奇异摄动系统的分析方法主要是边界层法, M. Vidyasagar 于八十年代用图拓扑的方法对单参数线性奇异摄动系统的反馈稳定鲁棒性进行了分析, 该方法具有简便、无须考虑奇异摄动系统与退化系统阶次不同等特点, 本文在此基础上将其方法推广至一类快变量之间具有半解耦的双参数线性奇异摄动系统.

对于如图 1 所示的标准反馈系统, 让 u_1, u_2 表示外部输入, a, e_2 分别表示补偿器和对象的

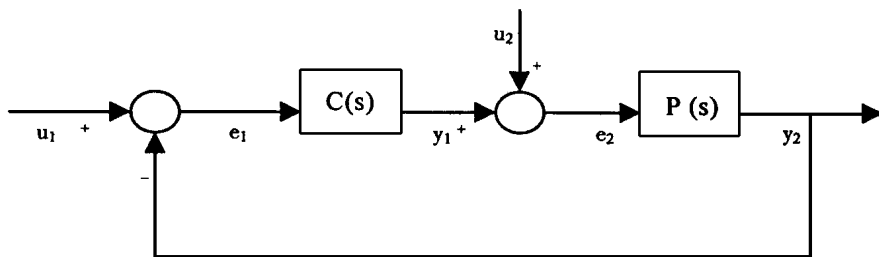


图 1 反馈系统

Fig 1 Feedback system

输入, y_1, y_2 分别表示补偿器和对象的输出, 则从 u_1, u_2 到 e_1, e_2 的闭环传递矩阵为

$$H(P, C) = \begin{bmatrix} (I + PC)^{-1} & -P(I + CP)^{-1} \\ C(I + PC)^{-1} & (I + CP)^{-1} \end{bmatrix}$$

考虑 $P(s)$ 为如下的双参数线性奇异摄动系统

$$\begin{bmatrix} \dot{X} \\ \dot{XZ}_1 \\ \dot{XZ}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Z_1 \\ Z_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{bmatrix} U \quad (1)$$

^① 本文 1998-12-29 收到

$$Y = C_1 X + C_2 Z_1 + C_3 Z_2 + D_1 U \tag{2}$$

的传递函数矩阵的情形, 这里 X, Z_1 和 Z_2 是系统的状态向量, U 是输入向量, Y 是输出向量, A_{ij} 和 $B_i (i=1, 2, 3; j=1, 2, 3)$ 是合适维数的矩阵, X_1, X_2 是大于零的独立摄动小参数, A_{22} 和 A_{33} 是 Hurwitz (即其特征值具有负实部) 的. 在此仅考虑 A_{23} 和 A_{32} 中有一个为零的一类系统, 不妨设 $A_{32} = 0$

当 $X_1 = X_2 = 0$ 时, 可得上述系统的退化系统为

$$\dot{X} = A_0 X + B_0 U \tag{3}$$

$$Y = C_0 X + D_0 U \tag{4}$$

这里 $A_0 = A_{11} - A_{12} A_{22}^{-1} A_{21} - A_{13} A_{33}^{-1} A_{31} + A_{12} A_{22}^{-1} A_{23} A_{33}^{-1} A_{31}$

$$B_0 = B_1 - A_{12} A_{22}^{-1} B_2 - A_{13} A_{33}^{-1} B_3 + A_{12} A_{22}^{-1} A_{23} A_{33}^{-1} B_3$$

$$C_0 = C_1 - C_2 A_{22}^{-1} A_{21} - C_3 A_{33}^{-1} A_{31} + C_2 A_{22}^{-1} A_{23} A_{33}^{-1} A_{31}$$

$$D_0 = D_1 - C_2 A_{22}^{-1} B_2 - C_3 A_{33}^{-1} B_3 + C_2 A_{22}^{-1} A_{23} A_{33}^{-1} B_3$$

我们的问题是当补偿器 C 稳定双参数线性奇异摄动系统的退化系统时, 在什么条件下 C 亦能稳定双参数线性奇异摄动系统?

引入下述记号: C_+ 表示闭的右半复平面; S 表示极点在左半复平面, 且在无穷远点有界的真实有理函数; RH_∞ 表示元素属于 S 的矩阵全体; RL_∞ 表示实有理函数矩阵全体; r.c.f 表示右互质分解; l.c.f 表示左互质分解; $\bar{\sigma}(A)$ 表示矩阵 A 的最大奇异值, 即 $\bar{\sigma}(A) = \max_i \sqrt{\lambda_i(A^* A)}$.

1 RL_∞ 上的图拓扑

在 RH_∞ 中定义如下的 H_∞ 范数: $\|N\|_\infty = \sup_{\epsilon, \omega} \bar{\sigma}(N(s))$, $\forall N \in RH_\infty$, 从而可以考虑 RH_∞ 中的收敛, 但对于 RL_∞ , 如何考虑它的收敛性呢? 下面将通过在其中引入图拓扑来定义它的收敛性. 首先引进 RH_∞ 中的右互质和左互质的概念, 然后介绍 RL_∞ 中左互质分解和右互质分解, 最后引入 RL_∞ 上的图拓扑.

类似于多项式环, 可以定义 RH_∞ 中的因式, 公因式, 最大公因式和互质的概念.

定义 1 如果 N, D 是 RH_∞ 中具有相同列数的矩阵, 则 N 和 D 右互质是指它们的最大右公因式为么模阵; 如果 \tilde{N}, \tilde{D} 是 RH_∞ 中具有相同行数的矩阵, 则 \tilde{N} 和 \tilde{D} 左互质是指它们的最大左公因式为么模阵.

定义 2 设 $P \in RL_\infty$, 一个 RH_∞ 中的有序对 (N, D) 满足下列条件称为 P 的右互质分解

- 1) D 是方阵, 且 $|D| \neq 0$
- 2) $P = ND^{-1}$;
- 3) N 和 D 右互质.

一个 RH_∞ 中的有序对 (\tilde{D}, \tilde{N}) 满足下列条件称为 P 的左互质分解.

- 1) \tilde{D} 是方阵, 且 $|\tilde{D}| \neq 0$
- 2) $P = \tilde{D}^{-1} \tilde{N}$;
- 3) \tilde{N} 和 \tilde{D} 左互质.

引理 1 设 (N, D) 是右互质对, 且 $|D| \neq 0$ 那么存在一个正常数 $\epsilon = \epsilon(N, D)$, 使得当

$$\left\| \begin{matrix} N_1 - N \\ D_1 - D \end{matrix} \right\|_\infty < _ \text{ 时, } (N_1, D_1) \text{ 也是右互质对, 且 } |D_1| \neq 0$$

定义 3 设 $P \in RL_\infty$, (N, D) 是 P 的任意一个 r c f, X 是任意一个小于 $_ (N, D)$ 的正数, P 的一个基邻域是指集合 $O(N, D; X) = \{P_1: P_1 = ND^{-1}, \left\| \begin{matrix} N_1 - N \\ D_1 - D \end{matrix} \right\|_\infty < X\}$

现在如果让 X 取遍所有小于 $_ (N, D)$ 的正数, 让 (N, D) 取遍 P 的所有 r. c f., 让 P 取遍 RL_∞ 所有的元素, 就得到了基邻域的一个集合, 易证该集合组成了 RL_∞ 的一个拓扑基, 这样就得到了 RL_∞ 上的一个拓扑, 我们就把它叫做图拓扑. 当 $X \rightarrow 0$ 时, 如果 P_X 按图拓扑收敛于 P_0 , 就记为 $P_X \xrightarrow{g} P_0$.

关于图拓扑收敛与左、右互质分解的关系, 有如下的结论.

引理 2 设 $\{P_i\}$ 是 RL_∞ 中的一个序列, $P \in RL_\infty$, 那么下列的叙述是等价的:

- 1) P_i 按图拓扑收敛 P ;
- 2) 对 P 的每一个 r c f (N, D) , 存在 P_i 的 r c f (N_i, D_i) , 使得在 H_∞ 范数意义下 $N_i \rightarrow N, D_i \rightarrow D$;
- 3) 存在 P 的一个 r c f (N, D) 和 P_i 的 r c f (N_i, D_i) , 使得在 H_∞ 范数意义下 $N_i \rightarrow N, D_i \rightarrow D$;
- 4) 对 P 的每一个 l c f (\tilde{D}, \tilde{N}) , 存在 P_i 的 l c f $(\tilde{D}_i, \tilde{N}_i)$, 使得 H_∞ 在范数意义下 $\tilde{N}_i \rightarrow \tilde{N}, \tilde{D}_i \rightarrow \tilde{D}$;
- 5) 存在 P 的一个 l c f (\tilde{D}, \tilde{N}) 和 P_i 的 l c f $(\tilde{D}_i, \tilde{N}_i)$, 使得在范数意义下, $\tilde{N}_i \rightarrow \tilde{N}, \tilde{D}_i \rightarrow \tilde{D}$.

2 一类双参数线性奇异摄动系统的鲁棒稳定性

对于系统 (1) (2), 记 $X = \begin{bmatrix} X_1 & X_2 \end{bmatrix}^T$, $P_X(s)$ 表示从输入 U 到输出 Y 的传递函数矩阵; 对于其退化系统 (3) (4), 其传递函数矩阵记为 $P_0(s)$. 现在我们面临的一个鲁棒稳定问题就是: 如果一个补偿器 $C_0(s)$ 稳定 $P_0(s)$, 那么是否对充分小的 X 和 X_2 亦有 $C_0(s)$ 稳定 $P_X(s)$? 对此有如下的结论.

定理 1 对于系统 (1) (2), 假设 $A_{32} = 0$ 同时 $A_{23} A_{33}$ 是 Hurwitz 的, 且设其退化系统 (3) (4) 是能稳能检的, 那么如果

$$C_2(sI - A_{22})^{-1}B_2 \equiv C_3(sI - A_{33})^{-1}B_3 \equiv C_2(sI - A_{22})^{-1}A_{23}(sI - A_{33})^{-1}B_3 \equiv 0$$

则当 $X, X_2 \rightarrow 0$ 时, 有 $P_X(s) \xrightarrow{g} P_0(s)$.

注 若 $P_X(s) \xrightarrow{g} P_0(s)$, 则当 X 充分小时, 稳定 P_0 的补偿器 C_0 亦稳定 P_X 所以当系统 (1) (2) 满足上述条件时, 双参数奇异摄动系统是鲁棒稳定的.

证 既然退化系统能稳能检, 所以存在 F_0 使得 $A_0 - F_0C_0$ 是 Hurwitz 的, 故系统 (3) (4) 有左互质分解: $P_0(s) = \tilde{D}_0^{-1}(s)\tilde{N}_0(s)$, 这里 $\tilde{D}_0(s) = I - C_0(sI - A_0 + F_0C_0)^{-1}F_0, \tilde{N}_0(s) = C_0(sI - A_0 + F_0C_0)^{-1}(B_0 - F_0D_0) + D_0$.

对于系统 (1) (2), 我们取 $F = \begin{bmatrix} F_0 & 0 & 0 \end{bmatrix}^T$, 则由于

$$A_X = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21}/X & A_{22}/X & A_{23}/X \\ A_{31}/X & 0 & A_{33}/X \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} F_0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} [C_1, C_2, C_3]$$

$$= \begin{bmatrix} A_{11} - F_0 C_1 & A_{12} - F_0 C_2 & A_{13} - F_0 C_3 \\ A_{21} \bar{X}_1 & A_{22} \bar{X}_1 & A_{23} \bar{X}_1 \\ A_{31} \bar{X}_2 & 0 & A_{33} \bar{X}_2 \end{bmatrix}$$

利用分块矩阵的知识, 易证当 $\bar{X}_1, \bar{X}_2 \rightarrow 0$ 时, A_X 的特征值趋于 $A_{22} \bar{X}_1$ 的特征值并上 $A_{33} \bar{X}_2$ 的特征值再并上

$$\begin{aligned} & A_{11} - F_0 C_1 - [A_{12} - F_0 C_2 \quad A_{13} - F_0 C_3] \begin{bmatrix} A_{22}^{-1} & -A_{22}^{-1} A_{23} A_{33}^{-1} \\ 0 & A_{33}^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_{21} \\ A_{31} \end{bmatrix} \\ &= A_{11} - F_0 C_1 - (A_{12} - F_0 C_2) A_{22}^{-1} A_{21} - (A_{13} - F_0 C_3) A_{33}^{-1} A_{31} + (A_{12} - \\ & F_0 C_2) A_{22}^{-1} A_{23} A_{33}^{-1} A_{31} \\ &= A_0 - F_0 C_0 \end{aligned}$$

即 $A_0 - F_0 C_0$ 的特征值. 所以当 \bar{X}_1, \bar{X}_2 都足够小时, A_X 也是 Hurwitz 的, 从而 P_X 有左互质分解: $P_X(s) = \bar{D}_X^{-1}(s) \bar{N}_X(s)$, 这里 $\bar{D}_X(s) = I - C_X(sI - A_X)^{-1} [F_0 \ 0 \ 0]^T$, $\bar{N}_X(s) = C_X(sI - A_X)^{-1} (B_X - [F_0 \ 0 \ 0]^T D_1) + D_1$, $C_X = [C_1 \ C_2 \ C_3]^T$, $B_X = [B_1 \ B_2 \ \bar{X}_1 B_{X2}]^T$.

为方便书写记 $M = (\bar{X}_1 sI - A_{22})^{-1}$, $N = (\bar{X}_2 sI - A_{33})^{-1}$ 由分块矩阵的逆, 可得

$$\bar{D}_X(s) = I - C \Delta^{-1} F_0 - (C M A_{21} + C_3 N A_{31} + C M A_{23} N A_{31}) \Delta^{-1} F_0$$

这里 $\Delta = (sI - A_{11} + F_0 C_1) - (A_{12} - F_0 C_2) M A_{21} - (A_{13} - F_0 C_3) N A_{31} - (A_{12} - F_0 C_2) M A_{23} N A_{31}$

易证当, $\bar{X}_1, \bar{X}_2 \rightarrow 0$ 时, 有

$$\begin{aligned} \Delta^{-1} &\rightarrow (sI - A_0 + F_0 C_0)^{-1} \\ (\bar{X}_1 sI - A_{22})^{-1} A_{21} \Delta^{-1} &\rightarrow -A_{22}^{-1} A_{21} (sI - A_0 + F_0 C_0)^{-1} \\ (\bar{X}_2 sI - A_{33})^{-1} A_{31} \Delta^{-1} &\rightarrow -A_{33}^{-1} A_{31} (sI - A_0 + F_0 C_0)^{-1} \\ (\bar{X}_1 sI - A_{22})^{-1} A_{23} (\bar{X}_2 sI - A_{33})^{-1} A_{31} \Delta^{-1} &\rightarrow A_{22}^{-1} A_{23} A_{33}^{-1} A_{31} (sI - A_0 + F_0 C_0)^{-1} \end{aligned}$$

故 $\bar{D}_X(s) \rightarrow \bar{D}_0(s)$.

设 $(sI - A_X)^{-1} = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & W_{13} \\ W_{21} & W_{22} & W_{23} \\ W_{31} & W_{32} & W_{33} \end{bmatrix}$, 则有

$$\begin{aligned} W_{11} &= \Delta^{-1}, W_{12} = \bar{X}_1 \Delta^{-1} (A_{12} - F_0 C_2) M \\ W_{13} &= \bar{X}_2 \Delta^{-1} (A_{13} - F_0 C_3) N + \bar{X}_1 \Delta^{-1} (A_{12} - F_0 C_2) M A_{23} N \\ W_{21} &= M A_{21} \Delta^{-1} + M A_{23} N A_{31} \Delta^{-1} \\ W_{22} &= \bar{X}_1 M + \bar{X}_1 M (A_{21} + A_{23} N A_{31}) \Delta^{-1} (A_{12} - F_0 C_2) M \\ W_{23} &= \bar{X}_1 M A_{23} N + \bar{X}_1 M (A_{21} + A_{23} N A_{31}) \Delta^{-1} [(A_{12} - F_0 C_2) M A_{23} + (A_{13} - F_0 C_3) N] \\ W_{31} &= N A_{31} \Delta^{-1}, W_{32} = \bar{X}_2 N A_{31} \Delta^{-1} (A_{12} - F_0 C_2) M \\ W_{33} &= \bar{X}_2 N + \bar{X}_2 N A_{31} \Delta^{-1} [(A_{12} - F_0 C_2) M A_{23} + (A_{13} - F_0 C_3) N] \end{aligned}$$

经计算可得

$$\begin{aligned} \bar{N}_X(s) &= (C_1 + C_2 M A_{21} + C_3 N A_{31} + C_2 M A_{23} N A_{31}) \Delta^{-1} (B_1 - F_0 D_1) + \\ & (C_1 + C_2 M A_{21} + C_3 N A_{31} + C_2 M A_{23} N A_{31}) \Delta^{-1} (A_{12} - F_0 C_2) M B_2 + \\ & (C_1 + C_2 M A_{21} + C_3 N A_{31} + C_2 M A_{23} N A_{31}) \Delta^{-1} (A_{12} - F_0 C_2) M A_{23} N B_3 + \\ & (C_1 + C_2 M A_{21} + C_3 N A_{31} + C_2 M A_{23} N A_{31}) \Delta^{-1} (A_{13} - F_0 C_3) N B_3 + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& C_2MB_2 + C_3NB_3 + C_2MA_{23}NB_3 + D_1 \\
& = (C_1 + C_2MA_{21} + C_3NA_{31} + C_2MA_{23}NA_{31})\Delta^{-1} [(B_1 + A_{12}MB_2 + A_{13}NB_3 + \\
& A_{12}MA_{23}NB_3) - F_0(D_1 + C_2MB_2 + C_3NB_3 + C_2MA_{23}NB_3)] + \\
& C_2MB_2 + C_3NB_3 + C_2MA_{23}NB_3 + D_1
\end{aligned}$$

故若 $C_2(sI - A_{22})^{-1}B_2 \equiv C_3(sI - A_{33})^{-1}B_3 \equiv C_2(sI - A_{22})^{-1}A_{23}(sI - A_{33})^{-1}B_3 \equiv 0$ 则当 $X_s \rightarrow 0$ 时,

$$\begin{aligned}
\tilde{N}_X(s) & \rightarrow (C_1 - C_2A_{22}^{-1}A_{21} - C_3A_{33}^{-1}A_{31} + C_2A_{22}^{-1}A_{23}A_{33}^{-1}A_{31})(sI - A_0 + F_0C_0)^{-1} \\
& [(B_1 - A_{12}A_{22}^{-1}B_2 - A_{13}A_{33}^{-1}B_3 + A_{12}A_{22}^{-1}A_{23}A_{33}^{-1}B_3) - F_0(D_1 - C_2A_{22}^{-1}B_2 - C_3A_{33}^{-1}B_3 + \\
& C_2A_{22}^{-1}A_{23}A_{33}^{-1}B_3)] + D_0 \\
& = C_0(sI - A_0 + F_0C_0)^{-1}(B_0 - F_0D_0) + D_0 = \tilde{N}_0(s)
\end{aligned}$$

由引理 2 得, 当 $X_s \rightarrow 0$ 时, 有 $P_X(s) \xrightarrow{g} P_0(s)$.

推论 对于系统 (1)(2), 假设 $A_{23} A_{33}$ 是 Hurwitz 的, 且其退化系统 (3)(4) 是能稳能检的, 那么

1) 若 $A_{23} = 0$ 则

$$C_2(sI - A_{22})^{-1}B_2 \equiv C_3(sI - A_{33})^{-1}B_3 \equiv C_3(sI - A_{33})^{-1}A_{32}(sI - A_{22})^{-1}B_2 \equiv 0$$

是 $P_X(s) \xrightarrow{g} P_0(s)$ 的一个充分条件;

2) 若 $A_{23} = A_{32} = 0$ 则 $C_2(sI - A_{22})^{-1}B_2 \equiv C_3(sI - A_{33})^{-1}B_3 \equiv 0$ 是 $P_X(s) \xrightarrow{g} P_0(s)$ 的一个充分条件.

例 考虑如下的双参数线性奇异摄动系统

$$\begin{aligned}
\dot{x} &= x + z_1 + z_2 + u \\
\dot{X}_{z1} &= x - z_1 + z_2 + u \\
\dot{X}_{z2} &= x - 2z_2 \\
y &= x + z_2 + u
\end{aligned}$$

它的传递函数 $p_X(s) = \frac{(s + 2/X_1)(s + 2/X_2)}{s^3 + (1/X_1 + 1/X_2 - 1)s^2 + (1/X_1X_2 - 2/X_1 - 2/X_2)s - 4/X_1X_2} + 1$ 其退化系统为

$$\begin{aligned}
\dot{x} &= 3x + 2u \\
y &= \frac{3}{2}x + u
\end{aligned}$$

其传递函数 $p_0(s) = \frac{s}{s-3}$ 易见其退化系统是能稳能检的, 又因 $C_2 = B_3 = 0, A_{22} = -1, A_{33} = -2$ 故定理 2.1 的条件满足, 应有 $p_X(s) \xrightarrow{g} p_0(s)$. 事实上, 由于退化系统能检, 取 $F_0 = 8$ 经

计算可得退后系统的一个互质分解 $p_0(s) = D_0^{-1}(s)\tilde{N}_0(s)$, 这里 $D_0(s) = \frac{s-3}{s+9}, \tilde{N}_0(s) = \frac{s}{s+9}$. 取 $F = [8 \ 0 \ 0]^T$, 经计算可得 $p_X(s)$ 的一个互质分解 $p_X(s) = D_X^{-1}(s)\tilde{N}_X(s)$, 这里 $D_X(s) =$

$$1 - 8\Lambda^{-1}(1 + \frac{1}{X_1s+2}), \tilde{N}_X(s) = 1 - \frac{(7X_1s+6)(X_2s+3)}{(X_1s+1)(X_2s+2)}\Lambda^{-1}, \Lambda = s + 7 - \frac{1}{X_1s+1} + \frac{7}{X_2s+2}$$

$$- \frac{1}{(\bar{X}_{s+} - 1)(\bar{X}_{s+} - 2)}$$

显然, 当 $\bar{X}, \underline{X} \rightarrow 0$ 时, $\tilde{D}^X(s) \rightarrow \tilde{D}^0(s), \tilde{N}^X(s) \rightarrow \tilde{N}^0(s)$, 从而 $p^X(s) \xrightarrow{g} p^0(s)$. 进一步, 取 $C_0(s) = \frac{(s+5)(s+7)}{(s+4)(s-1)}$, 则 $C_0(s)$ 稳定 $p_0(s)$. 事实上, 取 $C_0(s)$ 的一个互质分解为 $C_0(s) = \tilde{D}_c^{-1}(s)\tilde{N}_c(s)$, 这里 $\tilde{D}_c(s) = \frac{s-1}{s+5} \in S, \tilde{N}_c(s) = \frac{s+7}{s+4} \in S$, 而 $\tilde{N}_0(s)\tilde{N}_c(s) + \tilde{D}_0(s)\tilde{D}_c(s) = \frac{2(s+1)(s+2)(s+3)}{(s+4)(s+5)(s+9)}$ 是 s 的可逆元, 故 $C_0(s)$ 稳定 $p_0(s)$. 易验证当小正数 \bar{X}, \underline{X} 充分小时, $C_0(s)$ 亦稳定 $p^X(s)$, 且当 $\bar{X}, \underline{X} \rightarrow 0$ 时, $H(p^X C_0) \rightarrow H(p_0 C_0)$.

3 结 语

从图拓扑的角度考虑奇异摄动系统的稳定性, 具有方法简便, 无须考虑奇异摄动系统与退化系统阶次不同等优势; 再者, 用图拓扑的方法分析奇异摄动系统, 使我们更加清楚地认识到奇异摄动系统可以作为一个特殊的鲁棒系统来分析. 对双参数线性奇异摄动系统, 本文考虑的是 A_{23} 与 A_{32} 中有一个为零, A_{22} 和 A_{33} 是 Hurwitz 的情形, 能否把结论推广至 A_{23} 与 A_{32} 都不为零的情形, 能否降低定理 1 中的条件, 都是今后可以考虑的开放问题.

参 考 文 献

- 1 V ilyasagar M. The graph metric for unstable Plants and robustness estimates for feedback stability. IEEE Trans Auto. Control, 1984 AC-29 403- 417
- 2 V ilyasagar M. Control system synthesis a factorization approach Cambridge The MIT Press, 1985

Robust Analysis Toward a Class of Two-Parameter Linear Singular Perturbation System

Luo Linkai

(Dept. of Automation, Xiamen Univ., Xiamen 361005)

Abstract The purpose of this article is to discuss the robustness of a class of two-parameter linear singular perturbation system when it was stabilized by a compensator. The method of graph topology is introduced to analyze this system. A sufficient condition is given out to ensure the convergence of the system to its reduction system as the graph topology and it is explained that the system is robustly stability under this condition.

Key words Robust Graph topology, Linear singular perturbation system