第20卷 第6期 自 动 化 学 报 Vol. 20, No. 6
1994 年 11 月 ACTA AUTOMATICA SINICA Nov., 1994

短 文

基于观测器的H_∞鲁棒次优性能回复设计

申 铁 龙
(燕山大学自动化系 秦皇岛市 066004)

摘 要

提出了一种基于状态观测器的 H_∞ 鲁棒次优性能回复设计方案. 对于具有不确定性的被控对象,当存在满足给定的 H_∞ 鲁棒次优性能准则的状态反馈阵,且状态不可测量时,引入适当的状态观测器可使闭环系统的 H_∞ 鲁棒次优性能任意接近状态反馈系统.

关键词: 鲁棒控制, H_∞ 次优系统,构造型不确定性.

1 引言

考虑如图 1 所示系统,P_Σ 表示具有不确定性 Σ 的广义被控对象,K 表示控制器. H_∞ 鲁棒次优系统设计问题是: 设 Σ 属于某一可描述集,求能使闭环系统对任意 Σ 稳定且满足 $\|T_{zw}\|_\infty<\gamma$ 的 K,这里 T_{zw} 表示由 w 至 z 的闭环传递阵,$\gamma>0$ 称为次优指标.对于许多鲁棒控制问题都可以归结为这一类设计问题.近几年来提出了许多解法,其中较为简洁的解法就是基于黎卡堤方程的设计方法[1-4]. 文献[1—4]讨论了状态反馈问题,文献[4]还给出了基于输出动态反馈的设计方法. 本文提出一种基于高增益状态观测器的性能回复设计方案.

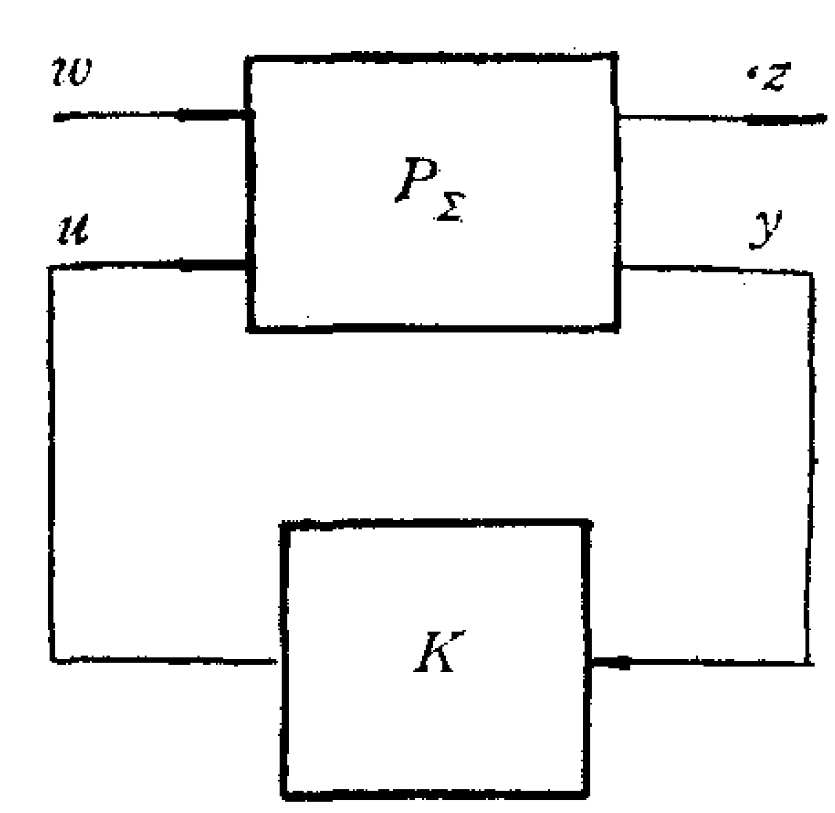

图 1 H_∞ 鲁棒性能准则设计问题

2 系统描述

设被控对象 P_Σ 由下式描述

$$(P_\Sigma):\dot{x}=(A+\Delta A)x+B_1w+(B_2+\Delta B)u, \tag{1}$$

$$z=C_1x+D_1u, \tag{2}$$

$$y=C_2x. \tag{3}$$

其中 $x\in R^n,u\in R^m,w\in R^p,y\in R^r,z\in R^q$ 分别为状态、控制输入、干扰输入、可测输出及被控输出量; A,B_1,B_2,C_1,D_1 及 C_2 为已知阵. 不确定性摄动阵 ΔA 及 ΔB 可描述为

本文于1992年7月13日收到.

$$[\Delta A \ \Delta B] = E\Sigma[F_a \ F_b], \Sigma \in R^{h\times k}. \tag{4}$$

其中 E, F_a 及 F_b 为已知;未知阵 Σ 属于给定集 $\Omega = \{\Sigma \mid \sigma_{\max}(\Sigma) \leqslant 1\}$; $\sigma_{\max}(\cdot)(\sigma_{\min}(\cdot))$ 表示最大(小)奇异值.

若被控对象 P_Σ 和控制器 $u = K(s)y$ 所构成的闭环系统的状态空间具有如下结构

$$(S_\Sigma):\ \dot{x}_s = A_s(\Sigma)x + B_s(\Sigma)w, \tag{5}$$

$$z = C_s(\Sigma)x_s. \tag{6}$$

实际上,当 $C_2 = I, K(s) = K$ 时, $A_s(\Sigma) = A_K + E\Sigma F_K$, $B_s(\Sigma) = B_1, C_s(\Sigma) = C_K$. 其中 $A_K = A + B_2K, C_K = C_1 + D_1K, F_K = F_a + F_bK$.

定义 1[1,4]. 如果存在正定阵 P 使得黎卡堤不等式

$$A_s^T(\Sigma)P + PA_s(\Sigma) + \frac{1}{\gamma^2}PB_s(\Sigma)B^T(\Sigma)P + C_s^T(\Sigma)C_s(\Sigma) < 0, \forall\Sigma \in \Omega \tag{7}$$

成立,则称闭环系统 S_Σ 对于给定 $\gamma > 0$ 满足 H_∞ 鲁棒次优性能准则.

由文献[5]的引理 2.2 可证,如果 S_Σ 满足 H_∞ 鲁棒次优性能准则,则对于任意 $\Sigma \in \Omega$ 系统 S_Σ 为内部稳定,且满足 $\|C_s(sI - A_s)^{-1}B_s\|_\infty < \gamma$, 或等价地有 $\|z\|_2 < \gamma\|w\|_2$, $\forall w \in L_2(0, +\infty)$.

3 状态反馈 H_∞ 鲁棒次优系统

令 $C_2 = I$, 考虑静态状态反馈控制器 $u = Kx$. 由上节可知,如果存在一正定阵 P, 使得

$$(A_K + E\Sigma F_K)^T P + P(A_K + E\Sigma F_K) + \frac{1}{\gamma^2}PB_1B_1^TP + C_K^TC_K < 0, \forall\Sigma \in \Omega \tag{8}$$

成立,则状态反馈系统满足 H_∞ 鲁棒次优准则.

引理 1[3,6]. 存在正定阵 P 使得(8)式成立的充分必要条件是存在一标量 $\lambda > 0$, 使得不等式

$$A_K^TP + PA_K + \frac{1}{\gamma^2}PB_1B_1^TP + C_K^TC_K + \lambda^2PEE^TP + \frac{1}{\lambda^2}F_K^TF_K < 0 \tag{9}$$

有正定解 P.

根据引理 1 可得如下结论. 证明参见文献[1—4].

定理 1. 设 (A, B_2) 为可稳定且 D_1 为列满秩. 对于给定的 $\gamma > 0$, 存在状态反馈阵 $K \in R^{m\times n}$, 使闭环系统满足 H_∞ 鲁棒次优性能准则的充分必要条件,是存在一正定阵 Q 和标量 $\lambda > 0$, 使得黎卡堤方程式

$$A_m^TX + XA_m + X(B_mB_m^T - B_2M^{-1}B_2^T)X + C_m^T(I - D_mM^{-1}D_m^T)C_m + Q = 0 \tag{10}$$

有正定解 X, 并且 H_∞ 鲁棒次优控制器给定如下:

$$K = -M^{-1}(B_2X + D_m^TC_m), \tag{11}$$

其中 $A_m = A - B_2M^{-1}D_m^TC_m$, $B_m = \left[\frac{1}{\gamma}B_1 \ \lambda E\right]$, $C_m^T = \left[C_1^T \ \frac{1}{\lambda}F_a^T\right]$, $D_m^T = \left[D_1^T \ \frac{1}{\lambda}F_b^T\right]$, $M = D_m^TD_m$.

4　基于状态观测器的性能回复设计

假设被控对象 P_Σ 由(1)—(3)式给定,且存在正定阵 Q 和标量 $\lambda > 0$，使得黎卡堤方程(10)有正定解. 当 $C_2 \neq I$ 时，我们引入状态观测器,使闭环系统的 H_∞ 鲁棒次优性能渐近回复到状态反馈下的系统性能. 为此需要 P_Σ 及 λ 满足以下条件:

1) (C_2, A) 为能检测，(A, B_m) 为能稳定;

2) C_2 为行满秩阵，B_m 为列满秩阵;

3) $p + h \leqslant \gamma \leqslant n$;

4) $\operatorname{rank}\begin{bmatrix} A - sI & B_m \\ C_2 & 0 \end{bmatrix} = n + p + h, \forall R_e s > 0$.

令 K 由(11)式给定,考虑基于观测器的反馈控制器为

$$(O_C):\ \dot{\hat{x}} = A\hat{x} + B_2 u + L_\sigma(y - C_2\hat{x}), \tag{12}$$

$$u = K\hat{x}. \tag{13}$$

为确定满足要求的状态观测器增益 L，引入如下黎卡堤方程

$$AY + YA^T + \frac{1}{\sigma^2}Y(K^TD_m^TD_mK + R)Y - YC_2^TC_2Y + \sigma^2B_mB_m^T + Q_0 = 0, \tag{14}$$

其中 R 和 Q_0 为正定阵.

引理 2. 设条件 1)—4) 成立. 对于任意给定的 $\gamma > 0$ 及正定阵 R, Q_0 存在 $q_1 > 0$，使得(14)式对于任意给定 $\sigma \geqslant q_1$ 具有正定解 $Y > 0$，且存在 $N \in R^{(p+h)\times r}$ 使得下式成立:

$$\lim_{\sigma\to\infty}\frac{1}{\sigma}YC_2^T = B_mN,\ NN^T = I, \tag{15}$$

$$\lim_{\sigma\to\infty}\frac{1}{\sigma^2}Y = 0. \tag{16}$$

证明. 参见文献[7].

令 $L_0 = YC_2^T$，并记 $\frac{1}{\sigma}YC_2^TN^T = \begin{bmatrix}\frac{1}{\gamma}B_\sigma & \lambda E_\sigma\end{bmatrix}$,

其中矩阵 $B_\sigma \in R^{n\times p}, E_\sigma \in R^{n\times h}$. 由引理 2 可知 $\lim_{\sigma\to\infty}\begin{bmatrix}\frac{1}{\gamma}B_\sigma & \lambda E_\sigma\end{bmatrix} = B_m$. 构造观测器增益阵为

$$L_\sigma = L_0 + l_\sigma YC_2^T, \tag{17}$$

其中 l_σ 为充分大正数.

定义 1 具有不确定性的系统 $P_{\Sigma'}$ 为

$$(P_{\Sigma'}):\ \dot{x} = (A + \Delta A)x + B_1w + (B_2 + \Delta B)u, \tag{18}$$

$$z = C_1x + D_1u, \tag{19}$$

$$y = C_2x. \tag{20}$$

其中 $[\Delta A\ \Delta B] = E\Sigma'[F_a\quad F_b]$，不确定阵 Σ' 属于给定集合

$$\Omega' = \left\{ \Sigma' \mid \Sigma' = \frac{\gamma}{\gamma+\varepsilon} \Sigma, \sigma_{\max}(\Sigma) \leqslant 1 \right\},$$

$\varepsilon \geqslant 0$ 为任意给定正数. 比较 P_Σ 和 $P_{\Sigma'}$ 可知，标称系统在 $\Sigma = 0$ 时 P_Σ 和 $P_{\Sigma'}$ 一致,且 $\Omega' \subseteq \Omega$.

控制器 O_C 和被控对象 $P_{\Sigma'}$ 构成的闭环系统为

$$\dot{x}_c = (\tilde{A} + \tilde{E}\Sigma'\tilde{F})x_c + \tilde{B}w, \tag{21}$$

$$z = \tilde{C}x_c. \tag{22}$$

其中 $x_c^T = [x^T \ e^T]$, $e = x - \hat{x}$, $\tilde{E}^T = [E^T \ E^T]$, $\tilde{F} = [F_K \ -F_b K]$, $\tilde{C} = [C_K \ -D_1 K]$, $\tilde{B}^T = [B_1^T \ B_1^T]$, $\tilde{A} = \begin{bmatrix} A_K & B_2 K \\ 0 & A - L_\sigma C_2 \end{bmatrix}$.

引理 3. 令 K 由(11)式给定. 对任意给定 $0 < \delta < \sigma_{\min}\{X^{-1}QX^{-1}\}$ 存在 $q_2 > 0$, 使得如下不等式对于任意 $\sigma \geqslant q_2$ 成立:

$$A_K^T X + XA_K + \frac{1}{\gamma^2} XB_\sigma B_\sigma^T X + C_K^T C_K + \lambda^2 XE_\sigma E_\sigma^T X + \frac{1}{\lambda^2} F_K^T F_K < -\delta I. \tag{23}$$

证明. 见附录.

引理 4. 定义正定阵,

$$P_\sigma = \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & \sigma^2 Y^{-1} \end{bmatrix}, \tag{24}$$

对于任意 $\sigma \geqslant q_3$ (q_3 为正数)存在 $l_\sigma > 0$ 和正定阵 $R > 0$, 使得

$$\tilde{A}^T P_\sigma + P_\sigma \tilde{A} + \frac{1}{\gamma^2} P_\sigma \tilde{B}_\sigma \tilde{B}_\sigma^T P_\sigma + \tilde{C}^T \tilde{C} + \lambda^2 P_\sigma \tilde{E}_\sigma \tilde{E}_\sigma^T P_\sigma + \frac{1}{\lambda^2} \tilde{F}^T \tilde{F} < 0 \tag{25}$$

成立. 其中 $\tilde{B}_\sigma^T = [B_\sigma^T \ B_\sigma^T]$, $\tilde{E}_\sigma^T = [E_\sigma^T \ E_\sigma^T]$.

证明. 见附录.

定理 2. 对于任意给定的 $\varepsilon > 0, \sigma \geqslant \sigma_\varepsilon (\sigma_\varepsilon > 0)$ 存在 l_σ, 使得由 O_d 和 $P_{\Sigma'}$ 构成的闭环系统满足 H_∞ 鲁棒次优性能准则 $\gamma + \varepsilon$, 且

$$\lim_{\varepsilon \to 0} \Omega' = \Omega, \tag{26}$$

$$\lim_{\varepsilon \to 0} \sigma_\varepsilon = \infty. \tag{27}$$

证明. 证明对于 $\sigma \geqslant \sigma_\varepsilon$ 存在正定阵 Z, 满足

$$(\tilde{A} + \tilde{E}\Sigma'\tilde{F})^T Z + Z(\tilde{A} + \tilde{E}\Sigma'\tilde{F}) + \frac{1}{(\gamma+\varepsilon)^2} Z\tilde{B}\tilde{B}^T Z + \tilde{C}^T\tilde{C} < 0, \ \forall \Sigma' \in \Omega' \tag{28}$$

即可. 将 $\Sigma' = \frac{\gamma}{\gamma+\varepsilon}\Sigma$ 代入上式,得

$$\tilde{A}^T Z + Z\tilde{A} + \frac{1}{(\gamma+\varepsilon)^2} Z\tilde{B}\tilde{B}^T Z + \tilde{C}^T\tilde{C} + \left(\frac{\gamma}{\gamma+\varepsilon} \tilde{E}\Sigma\tilde{F}\right)^T Z + \frac{\gamma}{\gamma+\varepsilon} Z\tilde{E}\Sigma\tilde{F} < 0. \tag{29}$$

由引理 1 可知,(29)式对于任意 $\Sigma \in \Omega$ 成立的充分必要条件是存在一个标量 $\lambda > 0$, 使得

$$\tilde{A}^T Z + Z\tilde{A} + \frac{1}{(\gamma+\varepsilon)^2} Z\tilde{B}\tilde{B}^T Z + \tilde{C}^T\tilde{C} + \frac{\lambda^2\gamma^2}{(\gamma+\varepsilon)^2} Z\tilde{E}\tilde{E}^T Z + \frac{1}{\lambda^2}\tilde{F}^T\tilde{F} < 0 \quad (30)$$

成立．对定理 1 给定的 $\lambda > 0$ 存在满足(30)式的 $Z > 0$．定义 $\hat{B} = [\tilde{B} \ \lambda\gamma\tilde{E}]$，$\hat{B}_\sigma = [\tilde{B}_\sigma \ \lambda\gamma\tilde{E}_\sigma]$，$\hat{C}^T = \left[\tilde{C}^T \ \ \frac{1}{\lambda}\tilde{F}^T\right]$，则根据引理 2 有 $\lim\limits_{\sigma\to\infty}\hat{B}_\sigma = \hat{B}$．再由引理 4，对于 $\sigma \geqslant q_3$ 存在 l_σ 使得

$$\tilde{A}^T P_\sigma + P_\sigma\tilde{A} + \frac{1}{\gamma^2} P_\sigma\hat{B}_\sigma\hat{B}_\sigma^T P_\sigma + \hat{C}^T\hat{C} < 0 \quad (31)$$

成立．因此，根据文献[5]的引理 2.2 得 $\tilde{A}$ 为稳定阵，且有

$$\hat{C}(sI - \tilde{A})^{-1}\hat{B}_\sigma\hat{B}_\sigma^T(-sI - \tilde{A}^T)^{-1}\hat{C}^T < \gamma^2 I, \ \forall s = j\omega. \quad (32)$$

令 $\hat{B}\hat{B}^T = \hat{B}_\sigma\hat{B}_\sigma^T + \Delta(\sigma)$，则当 $\sigma \to \infty$ 时 $\Delta(\sigma) \to 0$．故对于任意给定 $\varepsilon > 0$，存在 $\sigma_\varepsilon \geqslant q_3 > 0$，使

$$\sigma_{\max}\{\Delta(\sigma)\} < \frac{(\gamma+\varepsilon)^2 - \gamma^2}{\|\hat{C}(sI - \tilde{A})^{-1}\|_\infty}, \ \forall\sigma \geqslant \sigma_\varepsilon \quad (33)$$

成立．由(32)及(33)式，得

$$\hat{C}(sI - \tilde{A})^{-1}\hat{B}\hat{B}^T(-sI - \tilde{A}^T)^{-1}\hat{C}^T \leqslant \gamma^2 I + \sigma_{\max}\{\Delta(\sigma)\}\|\hat{C}(sI - \tilde{A})^{-1}\|_\infty \cdot I < (\gamma+\varepsilon)^2 I. \quad (34)$$

根据上式及文献[5]的引理 2.2，存在正定阵 Z 满足黎卡堤不等式

$$\tilde{A}^T Z + Z\tilde{A} + \frac{1}{(\gamma+\varepsilon)^2} Z\hat{B}\hat{B}^T Z + \hat{C}^T\hat{C} < 0. \quad (35)$$

由 $\hat{B}$ 和 $\hat{C}$ 的定义，(35)式等价于(30)式．(26)和(27)式由 Ω' 的定义及(33) 式显然成立．　　证毕．

定理 2 表明，通过引入状态观测器可以使闭环系统的 H_∞ 鲁棒次优性能任意接近原状态反馈系统，即性能指标 $\gamma + \varepsilon \to \gamma$，不确定性集 $\Omega' \to \Omega$．

5 结束语

对于具有构造型不确定性的系统，如果存在状态反馈阵使闭环系统满足 H_∞ 鲁棒次优性能准则 γ，则通过引入适当的状态观测器可使闭环系统的 H_∞ 鲁棒次优性能任意接近状态反馈系统．

附　录

引理 3 的证明．设(10)式有正定解 X，且 K 由(11)式给定，则

$$A_K^T X + XA_K + \frac{1}{\gamma^2} XB_\sigma B_\sigma^T X + C_K^T C_K + \lambda^2 XE_\sigma E_\sigma^T X + \frac{1}{\lambda^2} F_K^T F_K = -H_\sigma, \quad (36)$$

其中

$$H_\sigma = X\left\{ B_m B_m^T - \left(\frac{1}{\gamma^2} B_\sigma B_\sigma^T + \lambda^2 E_\sigma E_\sigma^T\right) + X^{-1} Q X^{-1} \right\} X.$$

由引理 2，$\frac{1}{\gamma^2}B_\sigma B_\sigma^T + \lambda^2 E_\sigma E_\sigma^T \to B_m B_m^T (\sigma\to\infty)$，故对任意 $0 < \delta < \sigma_{\min}\{X^{-1}QX^{-1}\}$ 存在充分大的 $q_2 >$

0，使得

$$\sigma_{\max}\left\{B_m B_m^T-\left(\frac{1}{\gamma^2}B_\sigma B_\sigma^T+\lambda^2 E_\sigma E_\sigma^T\right)\right\}<\sigma_{\min}\{X^{-1}QX^{-1}\}-\delta, \tag{37}$$

即 $H_\sigma>\delta>0$，$\forall\sigma>q_2$. 证毕.

引理4的证明. 令 $q_3=\max\{q_1,q_2\}$，其中 $q_1>0$ 及 $q_2>0$ 分别由引理2及引理3给定. 再令

$$S=\tilde{A}^T P_\sigma+P_\sigma\tilde{A}+\frac{1}{\gamma^2}P_\sigma\tilde{B}_\sigma\tilde{B}_\sigma P_\sigma+\tilde{C}^T\tilde{C}+\lambda^2 P_\sigma\tilde{E}_\sigma\tilde{E}_\sigma^T P_\sigma+\frac{1}{\lambda^2}\tilde{F}^T\tilde{F}$$

$$=\begin{bmatrix}S_{11} & S_{12}\\ S_{12}^T & S_{22}\end{bmatrix}, \tag{38}$$

其中

$$S_{11}=A_K^T X+XA_K+\frac{1}{\gamma^2}XB_\sigma B_\sigma^T X+C_K^T C_K+\lambda^2 XE_\sigma E_\sigma^T X+\frac{1}{\lambda^2}F_K^T F_K, \tag{39}$$

$$S_{12}=XB_2K+\frac{\sigma^2}{\gamma^2}XB_\sigma B_\sigma^T Y^{-1}-C_K^T D_1 K+\lambda^2\sigma^2 XE_\sigma E_\sigma^T Y^{-1}+\frac{1}{\lambda^2}F_K^T F_b K, \tag{40}$$

$$S_{22}=\sigma^2(A-L_\sigma C_2)^T Y^{-1}+\sigma^2 Y^{-1}(A-L_\sigma C_2)+K^T D_m^T D_m K$$
$$+\sigma^4 Y^{-1}\left\{\frac{1}{\gamma^2}B_\sigma B_\sigma^T+\lambda^2 E_\sigma E_\sigma^T\right\}Y^{-1}. \tag{41}$$

将(17)式代入(41)式，并根据(10)式及 B_σ,E_σ 的定义整理，得

$$S_{22}=-\sigma^2\left\{Y^{-1}(\sigma^2 B_m B_m^T+Q)Y^{-1}+\frac{1}{\sigma^2}R\right\}-\sigma^2 C_2^T(I-N^T N)C_2-2\sigma^2 l_\sigma C_2^T C_2. \tag{42}$$

故，对于任意 $\xi^T=[\xi_1^T\ \xi_2^T]\ (\neq 0)\in R^{2n}$，

$$\xi^T S\xi=\xi_1^T S_{11}\xi_1+2\xi_1^T S_{12}\xi_2+\xi_2^T S_{22}\xi_2$$
$$\leqslant\xi_1^T S_{11}\xi_1+2\xi_1^T M_{12}\xi_2+2\sigma\xi_1^T X\left[\frac{1}{\gamma}B_\sigma\ \ \lambda E_\sigma\right]\begin{bmatrix}\frac{1}{\gamma}B_\sigma\\ \lambda E_\sigma\end{bmatrix}\sigma Y^{-1}\xi_2$$
$$-\xi_2^T\{R+\sigma^2 Y^{-1}QY^{-1}\}\xi_2-2\sigma^2 l_\sigma\xi_2^T C_2^T C_2\xi_2. \tag{43}$$

其中 $M_{12}=XB_2K-C_K^T D_1 K-\frac{1}{\lambda^2}F_K^T F_b K$. 由引理3可知，对充分小的 $\alpha_1<0,\alpha_2<0(\alpha_1+\alpha_2<\delta)$，有 $S_{11}<-(\alpha_1+\alpha_2)I$. 所以，

$$\xi^T S\xi\leqslant-(\alpha_1+\alpha_2)\|\xi_1\|^2+2\sigma_{\max}\{M_{12}\}\|\xi_1\|\cdot\|\xi_2\|-\beta\|\xi_2\|^2$$
$$+2\sigma_{\max}\left\{X\left[\frac{1}{\gamma}B_\sigma\ \ \lambda E_\sigma\right]N\right\}\|\xi_1\|\cdot\|C_2\xi_2\|-2\sigma^2 l_\sigma\|C_2\xi_2\|^2, \tag{44}$$

其中 $\beta=\sigma_{\min}\{R+\sigma^2 Y^{-1}QY^{-1}\}$. 因此，可以选取适当的 $R>0$ 及充分大的 $l_\sigma>0$，使得 $\xi^T S\xi<0$，$\forall\xi\in R^{2n}(\xi\neq 0)$. 证毕.

参 考 文 献

[1] Xie L, Carlos E. de Souza. Robust H_∞ control for linear timeinvariant systems with norm-bounded uncertainty in the input matrix. *System and Control Letters*, 1990, **14**(5):398—396.

[2] 申鉄龍，田村捷利. 構造的不確かさを持つプラントに対する H_∞ロバスト準最適補償器の構成法. 計測自動制御学会論文集，1991，**27**(9): 1058—1060.

[3] Shen T, K Tamura. Properties of algebraic riccati inequalities and H_∞ robust sub-optimal controller design. Proceedings of IEEE 30th CDC, Brighton, 1991, 212—213.

[4] Shen T. Analysis and synthesis of H_∞ robust sub-optimal control systems. Ph. D. Dissertation,

Sophia University, January 1992.
[5] Zhou K, P P Khargonekar. An algebraic riccati equation approach to H_∞ optimization. *systems and Control Letters*, 1988, **11**(2):85—91.
[6] Pertersen I R. A stabilization algorithm for a class of uncertain linear systems. *Systems and Control Letters*, 1987, 8(4):351—357.
[7] Pertersen I R, C V Hollot. High gain observer applied to problems in the stabilization of uncertain linear systems, disturbance arrenuation and H_∞ optimization. *International Journal of Adaptive Control and Signal Processing*, 1988, 2:347—369.

A PERFORMANCE RECOVERY APPROACH TO H_∞ ROBUST SUB-OPTIMAL CONTROL VIA OBSERVER

SHEN TIELONG
(Department of Automatic Control, Yianshan University, Qinhuangdao 066004)

ABSTRACT

This paper proposes a performance recovery approach to H_∞ robust sub-optimal controller design problem for plant with structured uncertainty. It is shown that if there exists such a state feedback gain matrix that the closed loop system satisfies H_∞ robust sub-optimal performance and the state is not measurable, then, one can introduce a high gain observer such that H_∞ robust sub-optimal performance of the closed loop system arbitrarily approaches to the performance achieved by the state feedback.

Key words: Robust control, H_∞ sub-optimal system, structured uncertainty.