第 14 卷第 2 期
1997 年 4 月

控制理论与应用
CONTROL THEORY AND APPLICATIONS

Vol. 14, No. 2
Apr., 1997

随机大系统利用变结构控制的分散镇定*

冯昭枢　邓飞其　刘永清
(华南理工大学自动控制工程系·广州, 510641)

摘要：本文研究了随机大系统的变结构控制问题. 对互连项满足匹配条件的随机大系统首次建立了利用变结构控制的分散镇定方法，并证明了所构造的滑动流形的可达性和均方渐近稳定性.

关键词：随机大系统；均方渐近稳定性；变结构控制；分散镇定

1　引　言

变结构控制理论自 50 年代提出以来[1,2]，已得到较大的发展. 在确定性系统变结构控制的研究取得了较系统的研究成果的基础上，确定性大系统变结构控制的研究也有一些进展[3,4]. 然而，由于随机系统变结构控制在理论方法上具有它的特殊性[5,6]，因此随机大系统变结构控制的研究在国内外一直处于空白的状态. 随机大系统是具有规模庞大、因素众多、结构复杂、功能综合、目标多样以及不确定的随机性等特点的数学模型，它能更真实、更客观、更准确地反映客观世界的动态规律. 另一方面，变结构控制作为一种综合方法，具有许多优点，如滑动模态对加给系统的干扰和系统的摄动具有完全的自适应性，适合于任何非线性系统的控制等，因而，它在许多复杂系统的控制中已显示出其有效性. 由此可见，随机大系统的变结构正迫待开展系统深入的研究. 它的研究对于发展和完善变结构控制理论、大系统理论等学科具有重要的理论意义和广阔的应用前景.

本文的目的，就是对互联项满足匹配条件的随机大系统给出变结构控制律的设计方法，使随机大系统实现分散镇定. 本文证明了对于该类随机大系统，给出的变结构控制律满足到达条件，滑动模态渐近稳定且具有良好的动态品质. 文后给出了一个例子，以说明本文结果的可用性.

2　系统描述与定义

考虑由下面 N 个互连随机子系统组成的 Ito 型线性随机大系统

$$(\Sigma_i):\quad \mathrm{d}x_i = (A_ix_i + B_iu_i)\mathrm{d}t + \sigma_ix_i\mathrm{d}W_i + \sum_{j\neq i,j=1}^{N} B_iL_{ij}x_j\mathrm{d}t,\quad i=1,\cdots,N \tag{1}$$

式中，$x_i\in\mathbb{R}^{n_i}$，$u_i\in\mathbb{R}^{m_i}$，(A_i,B_i) 可控，B_i 列满秩，A_i 是一个 $n_i\times n_i$ 常矩阵，B_i 是一个 $n_i\times m_i$ 常矩阵，W_i 是一个具有独立分量的一维零均值标准维纳过程，它表示作用在第 i 个子系统上的随机扰动，σ_i 是一个表示随机扰动 W_i 强度的常数；L_{ij} 是一个 $m_i\times n_j$ 矩阵.

3　随机大系统的变结构控制

利用 (A_i,B_i) 可控和 B_i 满秩，并根据线性系统理论，可知存在非奇异线性变换

$$z_i = T_ix_i, \tag{2}$$

把每个孤立子系统 (S_i) 变换成

---

* 国家自然科学基金资助项目.
本文于 1995 年 8 月 11 日收到. 1996 年 6 月 3 日收到修改稿.

$$dz_i = (\widetilde{A}_i z_i + \widetilde{B}_i u_i + \sum_{j\neq i, j=1}^{N} \widetilde{A}_{ij} z_j)dt + \sigma_i z_i dW_i, \tag{3}$$

其中

$$\widetilde{B}_i = T_i B_i = \begin{bmatrix} 0 \\ I_{m_i} \end{bmatrix}, \quad \widetilde{A}_i = T_i A_i T_i^{-1}, \quad \widetilde{A}_{ij} = T_i A_{ij} T_j^{-1} = T_i B_i L_{ij} T_j^{-1} = \begin{bmatrix} 0 \\ I_{m_i} \end{bmatrix} L_{ij} T_j^{-1}.$$

令 $z_i = (z_{i1}^{\mathrm{T}}, z_{i2}^{\mathrm{T}})^{\mathrm{T}}$, $z_{i1} \in \mathbb{R}^{n_i - m_i}$, $z_{i2} \in \mathbb{R}^{m_i}$, $\widetilde{A}_i = \begin{bmatrix} A_i^{11} & A_i^{12} \\ A_i^{21} & A_i^{22} \end{bmatrix}$, 其中 A_i^{11}, A_i^{12}, A_i^{21} 和 A_i^{22} 分别是 $(n_i - m_i) \times (n_i - m_i)$, $(n_i - m_i) \times m_i$, $m_i \times (n_i - m_i)$ 和 $m_i \times m_i$ 维的矩阵. 因而(5)又可表为

$$dz_{i1} = (A_i^{11} z_{i1} + A_i^{12} z_{i2})dt + \sigma_i z_{i1} dW_i, \tag{4}$$

$$dz_{i2} = (A_i^{21} z_{i1} + A_i^{22} z_{i2})dt + u_i dt + \sigma_i z_{i2} dW_i. \tag{5}$$

在非奇异线性变换作用下,随机大系统(1)具有以下形式

$$dz_{i1} = (A_i^{11} z_{i1} + A_i^{12} z_{i2})dt + \sigma_i z_{i1} dW_i, \tag{6}$$

$$dz_{i2} = (A_i^{21} z_{i1} + A_i^{22} z_{i2})dt + u_i dt + \sigma_i z_{i2} dW_i + \sum_{j\neq i,\, j=1}^{N} L_{ij} T_j^{-1} z_j dt, \tag{7}$$

由于 (A_i, B_i) 可控,根据文献[4]中的有关结论可知,(A_i^{11}, A_i^{12}) 也可控. 因此,对给定的正定加权阵 $R_i \in \mathbb{R}^{m_i \times m_i}$, $Q_i \in \mathbb{R}^{(n_i - m_i)\times(n_i - m_i)}$, 下面的 Riccati 方程

$$\left(A_i^{11} + \frac{1}{2}\sigma_i^2 I_{n_i - m_i}\right)^{\mathrm{T}} P_i + P_i\left(A_i^{11} + \frac{1}{2}\sigma_i^2 I_{n_i - m_i}\right) - P_i A_i^{12} R_i^{-1} (A_i^{12})^{\mathrm{T}} P_i = -Q_i \tag{8}$$

存在唯一的对称正定解矩阵 P_i. 因而,$z_{i2} = -R_i^{-1}(A_i^{12})^{\mathrm{T}} P_i z_{i1}$ 是随机系统最优控制问题

$$dz_{i1} = (A_i^{11} z_{i1} + A_i^{12} z_{i2})dt + \sigma_i z_{i1} dW_i, \tag{9a}$$

$$\min J_i = \mathrm{E}\left[\int_0^{\infty} (z_{i1}^{\mathrm{T}} Q_i z_{i1} + z_{i2}^{\mathrm{T}} R_i z_{i2})dt\right] \tag{9b}$$

的解. 这里 z_{i2} 被看成是控制. 在反馈律 $z_{i2} = -R_i^{-1}(A_i^{12})^{\mathrm{T}} P_i z_{i1}$ 的作用下,(9a)的平衡态 $z_{i1} = 0$ 为均方渐近稳定[7,8]. 下面记

$$K_i = R_i^{-1}(A_i^{12})^{\mathrm{T}} P_i, \tag{10}$$

对(1)选取切换函数

$$S_i = [K_i, I_{m_i}] T_i x_i, \tag{11}$$

和变结构控制律

$$u_i = u_{iL} + u_{iG}, \quad i = 1, \cdots, N. \tag{12}$$

其中

$$u_{iL} = -[K_i, I_{m_i}] T_i A_i x_i - (k_i S_i + \varepsilon_i \mathrm{sgn} S_i), \quad u_{iG} = -\sum_{j\neq i, j=1}^{N} L_{ij} x_j$$

上式中 $\varepsilon_i = \mathrm{diag}\{\varepsilon_{i1}, \cdots, \varepsilon_{im_i}\}$, $\mathrm{sgn} S_i = (\mathrm{sgn} S_{i1}, \cdots, \mathrm{sgn} S_{im_i})^{\mathrm{T}}$, k_i 满足 $2k_i - \sigma_i > 0$.

随机大系统(1)在变结构控制律(12)作用下的闭环系统是

$$dx_i = (A_i x_i - B_i [K_i, I_{m_i}] T_i A_i x_i)dt + \sigma_i x_i dW_i - B_i (k_i S_i + \varepsilon_i \mathrm{sgn} S_i)dt, \quad i = 1, \cdots, N \tag{13}$$

随机大系统(1)的滑动模流形是

$$\mathrm{E}\| S_i \|^2 = 0. \tag{14}$$

注 1　由于本文讨论的是均方稳定性,因此滑动流形是 $\mathrm{E}\| S_i \|^2 = 0$, 但没有 $S_i = 0$. 这

样，滑动模运动方程仍具有(13)的形式，只是其中 $-B_i(k_iS_i+\varepsilon_i\mathrm{sgn}S_i)$ 不影响滑动模的稳定性.

定理 1　随机大系统(1)在变结构控制律(12)作用下满足滑动模的可达性条件.

证　利用 $[K_i,I_{m_i}]T_iB_i=I_{m_i}$，以及(1)和(11)，可得

$$\mathrm{d}S_i=[K_i,I_{m_i}]T_i\mathrm{d}x_i$$

$$=([K_i,I_{m_i}]T_iA_ix_i+[K_i,I_{m_i}]T_iB_iu_i+[K_i,I_{m_i}]T_iB_i\sum_{j\neq i,j=1}^{N}L_{ij}x_j)\mathrm{d}t+[K_i,I_{m_i}]T_i\sigma_ix_i\mathrm{d}W_i, \tag{15}$$

把变结构控制律(12)代入上式，可得

$$\mathrm{d}S_i=(-k_iS_i-\varepsilon_i\mathrm{sgn}S_i)\mathrm{d}t+\sigma_iS_i\mathrm{d}W_i, \tag{16}$$

我们用 $\mathscr{L}_{S_i}$ 表示(16)生成的 Kolmogorov 向后偏微分算子[8,9]. 构造 Lyapunov 函数 $v_i(S_i)=S_i^{\mathrm{T}}S_i=\|S_i\|^2$，并引入记号 $\varepsilon_{i0}=(\sum_{j=1}^{n_i}\varepsilon_{ij}^2)^{1/2}$，$\varepsilon=\min\{\varepsilon_{ij}\}$，可得

$$\mathscr{L}_{S_i}v_i=2S_i^{\mathrm{T}}(-k_iS_i+\varepsilon_i\,\mathrm{sgn}\,S_i)+\sigma_i^2S_i^{\mathrm{T}}S_i$$

$$=-(2k_i-\sigma_i^2)S_i^{\mathrm{T}}S_i-2S_i^{\mathrm{T}}\varepsilon_i\,\mathrm{sgn}\,S_i\leqslant-2\varepsilon\|S_i\|_1 \tag{17}$$

记 $\mathscr{D}=\dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}$. 由随机微分方程稳定性理论[8,9]，可得

$$\mathscr{D}\mathrm{E}v_i=\mathrm{E}\mathscr{L}_{S_i}v_i\leqslant-2\varepsilon\mathrm{E}\|S_i\|_1 \tag{18}$$

令 $S=[S_1,S_2,\cdots,S_N]^{\mathrm{T}}$，$v=S^{\mathrm{T}}S=S_1^{\mathrm{T}}S_1+S_2^{\mathrm{T}}S_2+\cdots S_N^{\mathrm{T}}S_N=v_1+v_2+\cdots+v_N$，那么，我们有

$$\mathscr{D}\mathrm{E}v\leqslant-2\varepsilon\mathrm{E}\|S\|_1\leqslant-2\varepsilon\sqrt{\mathrm{E}S^{\mathrm{T}}S}=-2\varepsilon\sqrt{\mathrm{E}v} \tag{19}$$

即知滑动模刻达性条件成立.　证毕.

注 2　在对确定性系统利用变结构控制策略进行综合时，一般都设在滑动流形 $S=0$ 上还有 $\dot{S}=0$，由此得出等效控制，构造出变结构控制律. 但是，对随机大系统(1)，若令 $\dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(\mathrm{E}S_i^{\mathrm{T}}S_i)=0$，则一般难以求出显式表达的"等效控制"，所以本文在对(1)构造变结构控制律时，借助对应于随机大系统(1)的确定性大系统的变结构控制律来进行构造. 由定理1证明中的(17)，(18)及定理1的结论，可得

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(\mathrm{E}[S_i^{\mathrm{T}}(t)S_i(t)])\big|_{t=t_1}=\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(\mathrm{E}\|S_i(t)\|^2)\big|_{t=t_1}=0. \tag{20}$$

因此，利用定理1可得，存在有限时间 $t_1\in[0,\infty)$，使(20)成立.

定理 2　在变结构控制律(12)的作用下，随机大系统(1)的滑动模运动是稳定运动，即其平衡态 $x_i=0$ 是均方渐近稳定的.

证　我们只需证明位于滑动流形(14)上的轨线 x_i 有 $\mathrm{E}\|x_i\|^2\to0\ (t\to\infty)$. 利用(7a)，(8)和(11)给出证明. 因 $S_i=[K_i,I_{m_i}]T_ix_i=[K_i,I_{m_i}]z_i=K_iz_i^1+z_i^2$，故由(6)可得

$$\mathrm{d}z_{i1}=[(A_i^{11}-A_i^{12}K_i)z_{i1}+A_i^{12}S_i]\mathrm{d}t+\sigma_iz_i^1\mathrm{d}W_i \tag{21}$$

利用 Riccati 方程(8)确定的 P_i 构造 Lyapunov 函数 $v_i(z_i)=z_{i1}^{\mathrm{T}}P_iz_{i1}$. 我们用 $\mathscr{L}_{z_i}$ 表示(21)生成的 Kolmogorov 向后偏微分算子. 我们得到

$$\mathscr{L}_{z_i}v_i=2z_{i1}^{\mathrm{T}}P_i[(A_i^{11}-A_i^{12}K_i)z_i^1+A_i^{12}S_i]+\sigma_i^2z_{i1}^{\mathrm{T}}P_iz_{i1}$$

$$=z_{i1}^{\mathrm{T}}[(A_i^{11})^{\mathrm{T}}P_i+P_iA_i^{11}-2P_iA_i^{12}R_i^{-1}(A_i^{12})^{\mathrm{T}}P_i+\sigma_i^2P_i]z_{i1}+2z_{i1}^{\mathrm{T}}P_iA_i^{12}S_i \tag{22}$$

取 γ_i 使得 $0<\gamma_i<\lambda_m(Q_i)$ ($\lambda_m(Q_i)$ 为 Q_i 的最小特征值)．我们有

$$\begin{aligned} 2z_{i1}^{\mathrm T}P_iA_i^{12}S_i &\leqslant \gamma_i z_{i1}^{\mathrm T}z_{i1}+\frac{1}{\gamma_i}S_i^{\mathrm T}(A_i^{12})^{\mathrm T}P_i^{\mathrm T}P_iA_i^{12}S_i \\ &\leqslant \gamma_i z_{i1}^{\mathrm T}z_{i1}+\frac{1}{\gamma_i}\|(A_i^{12})^{\mathrm T}P_i^{\mathrm T}P_iA_i^{12}\|S_i^{\mathrm T}S_i. \end{aligned} \tag{23}$$

将(23)代入(22)，并利用(8)，可得

$$\begin{aligned} \mathscr{L}_{z_i}v_i &= z_{i1}^{\mathrm T}(-Q_i-P_iA_i^{12}R_i^{-1}(A_i^{12})^{\mathrm T}P_i)z_{i1}+2z_{i1}^{\mathrm T}P_iA_i^{12}S_i \\ &\leqslant -\rho_i v_i+\frac{1}{\gamma_i}\|(A_i^{12})^{\mathrm T}P_i^{\mathrm T}P_iA_i^{12}\|S_i^{\mathrm T}S_i. \end{aligned} \tag{24}$$

其中 $\rho_i=\frac{1}{\|P_i\|}(\lambda_m(Q_i)-\gamma_i)>0$. 记 $\mathscr{D}=\frac{\mathrm d}{\mathrm dt}$. 由(24)和 Ito 公式，以及滑动流形方程 $\mathrm E S_i^{\mathrm T}S_i=0$，可得

$$\mathscr{D}\mathrm E v_i=\mathrm E\mathscr{L}_{z_i}v_i\leqslant \rho_i \mathrm E v_i, \tag{25}$$

因而

$$\mathrm E v_i\leqslant \mathrm E v_i(0)\mathrm e^{-\rho_i t},\quad t\geqslant 0. \tag{26}$$

由此可得 $\mathrm E v_i\to 0(t\to\infty)$，因而 $\mathrm E\|z_{i1}\|^2\to 0(t\to\infty)$. 又由

$$\|z_{i2}\|^2=\|S_i-K_iz_{i1}\|^2\leqslant 2(\|S_i\|^2+\|K_i\|^2\|z_{i1}\|^2),$$

可得 $\mathrm E\|z_{i2}\|^2\leqslant \mathrm E\|K_i\|^2\mathrm E\|z_{i1}\|^2$. 因而 $\mathrm E\|z_{i2}\|^2\to 0(t\to\infty)$. 从而有

$$\mathrm E\|z_i\|^2=\mathrm E\|z_{i1}\|^2+\mathrm E\|z_{i2}\|^2\to 0(t\to\infty), \tag{27}$$

最后，由 $x_i=T_i^{-1}z_i$ 及 $\|x_i\|\leqslant\|T_i^{-1}\|^2\|z_i\|^2$，可得

$$\mathrm E\|x_i\|^2\to 0(t\to\infty),\quad i=1,\cdots,N. \tag{28}$$

证毕.

注 3　当 $\sigma_i=0\ (i=1,\cdots,N)$ 时，随机大系统成为确定性大系统

$$\dot x_i=A_ix_i+B_iu_i+\sum_{j\neq i,\ j=1}^{N}B_iL_{ij}x_j,\quad i=1,\cdots,N. \tag{29}$$

这时，控制策略(12)就是对应于(28)的变结构控制律. 因此，本文的结果以确定性大系统(29)的经典变结构控制方案为特例.

4　例　　子

这一节将给出一个例子，以说明随机大系统(1)的变结构控制设计方案.

考虑下面的随机大系统

$$\begin{aligned} \mathrm d\begin{bmatrix}x_{11}\\x_{12}\\x_{13}\\x_{14}\end{bmatrix} &= \left(\begin{bmatrix}0.5&1&4&0\\0&-0.5&4&4\\1&-1&3&0\\5&4&-1&4\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_{11}\\x_{12}\\x_{13}\\x_{14}\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0&0\\0&0\\1&0\\0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}u_{11}\\u_{12}\end{bmatrix}\right)\mathrm dt \\ &\quad+\begin{bmatrix}x_{11}\\x_{12}\\x_{13}\\x_{14}\end{bmatrix}\mathrm dW_1+\begin{bmatrix}0&0\\0&0\\1&0\\0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}2&3&5&2\\3&1&4&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_{21}\\x_{22}\\x_{23}\\x_{24}\end{bmatrix}\mathrm dt, \end{aligned} \tag{30a}$$

$$\mathrm{d}\begin{bmatrix}x_{21}\\x_{22}\\x_{23}\\x_{24}\end{bmatrix}=\left(\begin{bmatrix}1&1&4&0\\0&0&4&4\\0&0&1&0\\0&-1&0&-1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_{21}\\x_{22}\\x_{23}\\x_{24}\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0&0\\0&0\\1&0\\0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}u_{21}\\u_{22}\end{bmatrix}\right)\mathrm{d}t$$

$$+2\begin{bmatrix}x_{21}\\x_{22}\\x_{23}\\x_{24}\end{bmatrix}\mathrm{d}W_2+\begin{bmatrix}0&0\\0&0\\1&0\\0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}4&1&3&2\\5&0&2&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_{11}\\x_{12}\\x_{13}\\x_{14}\end{bmatrix}\mathrm{d}t. \tag{30b}$$

在这个例子中，$n=8$，$N=2$，$\sigma_1=1$，$\sigma_2=2$，$x_i=(x_{i1},x_{i2},x_{i3},x_{i4})^{\mathrm{T}}\in\mathbb{R}^4$，$x=(x_1^{\mathrm{T}},x_2^{\mathrm{T}})^{\mathrm{T}}\in\mathbb{R}^8$，直接验证，可得$(A_1,B_1)$和$(A_2,B_2)$均可控，$B_1$和$B_2$均满秩. 相应地可取$T_1=I_4$，$T_2=I_4$（$4\times4$单位矩阵）. 取

$$R_1=4I_2,\quad Q_1=\begin{bmatrix}6&3\\3&4\end{bmatrix},\quad R_2=I_2,\quad Q_2=\begin{bmatrix}10&15\\15&28\end{bmatrix},$$

则对应的Riccati方程(8)的解分别为$P_1=I_2$和$P_2=I_2$. 于是由(10)得

$$K_1=R_1^{-1}(A_1^{12})^{\mathrm{T}}P_1=\begin{bmatrix}1&1\\0&1\end{bmatrix},\quad K_2=R_2^{-1}(A_2^{12})^{\mathrm{T}}P_2=\begin{bmatrix}4&4\\0&4\end{bmatrix}.$$

由(11)，通过计算，可得S_1,S_2. 由$2k_1-1>0$，$2k_2-4>0$，取$k_1=1$，$k_2=3$，并取$\varepsilon_1=\begin{bmatrix}2&0\\0&1\end{bmatrix}$，$\varepsilon_2=\begin{bmatrix}3&0\\0&3\end{bmatrix}$，由(12)可得变结构控制律如下

$$u_1=-\begin{bmatrix}2.5&0.5&12&4\\5&4.5&3&9\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_{11}\\x_{12}\\x_{13}\\x_{14}\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}2&3&5&2\\3&1&4&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_{21}\\x_{22}\\x_{23}\\x_{24}\end{bmatrix}$$

$$-\begin{bmatrix}2\operatorname{sgn}(x_{11}+x_{12}+x_{13})\\\operatorname{sgn}(x_{12}+x_{14})\end{bmatrix},$$

$$u_2=-\begin{bmatrix}16&16&37&16\\0&11&16&18\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_{21}\\x_{22}\\x_{23}\\x_{24}\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}4&1&3&2\\5&0&2&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_{11}\\x_{12}\\x_{13}\\x_{14}\end{bmatrix}$$

$$-\begin{bmatrix}3\operatorname{sgn}(4x_{21}+4x_{22}+x_{23})\\3\operatorname{sgn}(4x_{22}+x_{24})\end{bmatrix}.$$

参 考 文 献

1 Emelyanov, S. V.. Variable structure control systems. Moscow: Nauka, 1967 (in Russian)

2 Utkin, V. I.. Variable structure systems with sliding modes. IEEE Trans. Automat. Contr., 1977, AC-22(7)

3 高为炳. 变结构控制研究的发展与现状. 控制与决策，1993，8(4)：241—248

4 高为炳. 变结构控制理论基础. 北京：中国科学技术出版社，1990

5 郑锋，程勉，高为炳. 随机系统的变结构控制. 控制与决策，1992，7(1)：7—12

6 夏常弟，李治. 具有随机量测噪声的变结构控制. 控制与决策，1994，9(3)：226—229

7　刘永清，冯昭枢．大型动力系统的理论与应用(卷 4)——随机・稳定与控制．广州：华南理工大学出版社，1992

8　Feng Zhaoshu and Liu Yongqing. Stability analysis and stabilization synthesis of stochastic large scale systems. Science Press，1995

9　Arnord，L.. Stochastic differential equations：theory and applications. Wiley：New York，1974

Decentralized Stabilization of Stochastic Large Scale Systems by Varialbe Structure Control

FENG Zhaoshu，　DENG Feiqi　and　LIU Yongqing

(Department of Automatic Control Engineering，South China University of Technology・Guangzhou，510641，PRC)

Abatract：In this paper，the problem of variable stucture control of stochastic large scale systems is studied for the first time. An approach to decentralized stabilization by variable structure contrtol is established for stochatic large scale systems with matched interconnections. Both reachability and mean square asymptotic stability of sliding modes constructed in the present paper are proved.

Key words：Stochastic large scale systems；mean square asymptotic stability；variable structure control；decentralized stabilization

本文作者简介

冯昭枢　1962 年生．1990 年在华南理工大学自动控制工程系获博士学位并留校工作，1994 年被破格评聘为教授，现为系统工程研究所副所长．已在国内外发表学术论文 90 多篇，出版中英文专著 3 本，先后获得国家教委科技进步奖、国防科工委光华科技奖、中国青年科技奖、全国青年科技标兵等多项奖励和荣誉．目前的研究领域是时滞系统、随机系统、大系统的分析与综合．

邓飞其　1962 年生．1983 年 7 月于湖南大学应用数学系毕业，1983 年 8 月至 1995 年 8 月在东北重型机械学院任教，在国内外学术刊物与会议发表论文 90 多篇，1993 年晋升为副教授，目前为华南理工大学自动控制工程系博士生．目前的研究领域为时滞系统、随机系统、大系统的分析与综合．

刘永清　见本刊 1997 年第 1 期第 33 页．