

文章编号:1000-6893(2005)02-0224-05

切换线性奇异系统能达的必要条件

孟 斌, 张纪峰

(中国科学院 数学与系统科学研究院, 北京 100080)

Necessary Condition for Reachability of Switched Linear Singular Systems

MENG Bin, ZHANG Ji-feng

(Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

摘 要: 在各子系统正则的条件下研究了切换线性奇异系统的能达性问题。对给定的切换序列定义了容许控制集合,以保证在该容许控制集合中的任意控制律的作用下,相应切换系统的状态都是连续的。基于切换线性奇异系统状态方程解的结构特点,定义了一系列子空间。利用所定义的子空间是循环不变子空间的特点,得到了切换线性奇异系统能达的必要条件。所给的必要条件涵盖了常规切换系统和非切换奇异系统的能达性必要条件。

关键词: 切换系统;奇异系统;线性系统;能达性;容许性

中图分类号: 0231.1 **文献标识码:** A

Abstract: The reachability problem of switched linear singular (SLS) systems is investigated under the regularity assumption of all subsystems. To ensure the continuity of the states of the SLS systems, for a given switching sequence an admissible control set is introduced. Based on the structure characteristics of the solution of the SLS system state equation, a series of subspaces are defined. By using the circular invariant characteristic of the defined subspaces, a necessary condition on complete reachability is given, which includes the existing conditions given for conventional (non-singular) switched systems and normal (non-switching) singular systems as its special cases.

Key words: switched systems; singular systems; linear systems; reachability; admissibility

由于切换控制系统大量存在于工程技术和会领域中^[1,2],所以有关这类系统的分析与控制问题已引起广泛关注。而且在诸如切换系统的能达、能稳、控制器及切换策略设计、最优控制等诸多问题上,都已取得重要进展^[3~5]。在切换系统能达、能控性问题的研究方面近年来涌现出一批优秀的研究成果。文献[6]首次给出了周期型切换系统在一个周期之内能控性和能观性的判定条件。文献[4]严格定义了一般线性切换系统的能控性和能达性,给出了能控性和能达性的一个必要条件和充分条件。文献[7]利用能达集概念给出能控性和能达性的充要条件。文献[8]构造一个切换律,其能控集与切换系统任意切换律下的能控集相同,表明切换系统只由一个切换律即可实现其能控性。关于离散线性切换系统的能控、能达问题的研究,近年来也有一些结果^[9,10]。

奇异系统是 20 世纪 70 年代 Rosenbrock 在研究复杂的电网络系统中首先提出的。近几十年来,对奇异系统能控性、能观性、最优控制、输出调

节等问题的研究已取得很大进展^[5,11~14]。由于奇异系统的切换问题普遍存在于电网络以及经济系统中,故研究切换线性奇异(SLS)系统的动态行为及控制器设计具有非常重要的理论和实际意义。但由于切换奇异系统存在正则性、脉冲模去除、切换时刻状态相容等问题,故较正常状态切换系统的研究要复杂。因此,最近虽然在 SLS 系统控制研究方面获得了一些基本成果^[5,14],但仍有大量的问题有待研究。文献[5]研究了具有马氏跳变参数的奇异混杂系统的渐近性质,借助于双时间尺度的思想,分析了系统的收敛性及复杂性降阶问题。文献[14]研究了所有子系统都不是 R 能稳的 SLS 系统的反馈容许控制律设计问题,通过设计状态反馈切换控制律和状态反馈输入控制律使得 SLS 系统容许,并且状态轨线连续。本文研究 SLS 系统的能达性问题,在切换子系统正则的条件下,给出了 SLS 系统能达的必要条件。

1 问题描述

考虑切换线性奇异(SLS)系统

$$E_{\sigma(t)} \dot{x} = A_{\sigma(t)} x + B_{\sigma(t)} u_{\sigma(t)}(t) \quad (1)$$

其中: $\sigma(t): [0, +\infty) \rightarrow \Lambda, \Lambda = \{1, 2, \dots, m\}$, 为右

收稿日期:2004-08-30; 修订日期:2004-12-27

基金项目:国家自然科学基金(60274021, 60221301, 60334040)资助项目

