

# 求离散多态系统可靠性的矩阵分析法

唐良忠, 程礼

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

**摘要:**针对典型的二态系统可靠性数学模型存在的缺陷,在分析离散多态系统基本特点的基础上,提出了一种求解离散多态系统可靠性的新方法——矩阵分析法。

**关键词:**可靠性;离散多态系统;矩阵分析法

**中图分类号:** O213.2    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1009-3516(2004)02-0092-03

经典的可靠性模型都是建立在系统和元件均为两状态假设的基础之上的<sup>[1]</sup>,但在工程实践中大量遇到的却是超过两种状态的元件和系统,无法按照二态系统模型进行可靠性分析。例如二极管就是一个三状态元件。自20世纪70年代以来,有不少学者开始了多状态或连续状态可靠性问题的研究。Barlow & Wu<sup>[2]</sup>定义了多态串联系统及多态并联系统,并利用最小路集和最小割集的概念给出了一个一般多态系统的定义,同时把二态系统中的一些结果推广到多态系统中,求出了系统在各个状态的概率。但是,对于比较复杂的多态元件和多态系统,计算非常繁琐,而且不便于推广应用。

本文在离散多态系统定义<sup>[3]</sup>的基础上,提出了一种求解离散多态系统可靠性的矩阵分析法,该方法可以解决多态系统在工程实践中遇到的困难。为论述方便,本文假设各单元之间正常或故障是相互独立的。

## 1 矩阵分析法

所谓矩阵分析法,就是根据概率论多元随机变量的条件概率分布和联合概率分布的基本定义,给定随机变量的边际分布律,任意选取某一随机变量,如果变量之间相互独立,则根据某一随机变量在其它随机变量条件下的条件分布律仍为其原来的边际分布律,利用矩阵的形式表示出系统随机变量的概率分布,最后求出系统在各个状态的概率,即可靠度。

对于离散多态串联系统,只有组成系统的每一个单元都是  $M$  状态时,系统才是  $M$  状态。而对于从  $M-1$  状态一直到  $0$  状态的系统而言,只要组成系统的所有单元中有一个单元处于最低状态,那么系统的状态就为这个单元的最低状态。即系统状态  $X$  可表示为

$$X = \begin{cases} M & X_i \in M \quad (i=1, 2, \dots, n) \\ M-K & \forall X_i \in (M-K) \cup M, \text{至少存在一个单元 } X_i \in M-K \quad (K=1, 2, \dots, M) \end{cases}$$

式中:  $X_i$  表示系统第  $i$  个元件的状态,“ $\cup$ ”表示对某一确定的  $K$  值,从  $(M-K)$  到  $M$  的所有状态集合。

对于离散多态并联系统,只有组成系统的每一个单元都是  $0$  状态时,系统才是  $0$  状态。而对于从  $1$  状态一直到  $M$  状态而言,只要组成系统的所有单元中有一个单元处于最高状态,那么系统的状态就为这个单元的最高状态。即系统状态  $X$  可表示为

$$X = \begin{cases} 0 & X_i \in 0 \quad (i=1, 2, \dots, n) \\ M-K & \forall X_i \in 0 \cup (M-K), \text{至少存在一个单元 } X_i \in M-K \quad (K=0, 1, \dots, M-1) \end{cases}$$

式中:  $X_i$  表示系统第  $i$  个元件的状态,“ $\cup$ ”表示对于某一确定的  $K$  值,从  $(M-K)$  到  $0$  的所有状态集合。

收稿日期:2003-07-23

作者简介:唐良忠(1972-),男,湖北天门人,硕士生,主要从事可靠性工程研究;  
程礼(1963-),男,黑龙江哈尔滨人,教授,主要从事飞机推进系统研究。



### 3 结束语

针对典型的二态系统可靠性数学模型存在的缺陷,以及目前关于离散多态系统可靠性的研究文献中尚无一种通用计算方法的现状,本文提出的矩阵分析法,过程简明,易于理解,离散  $M+1$  态系统可靠性计算公式具有较好的通用性,对系统可靠性设计具有一定的参考价值。

#### 参考文献:

- [1] 高社生,张玲霞. 可靠性理论与工程应用[M]. 北京:国防工业出版社,2002.
- [2] Barlow R E, Wu A S. Coherent Systems with Multistate Components[J]. Mathematics of Operations Research, 1978, 3(4): 275-281.
- [3] 蒋仁言,左明健. 可靠性模型与应用[M]. 北京:机械工业出版社,1999.

(编辑:姚树峰)

## Matrix Analysis Method for Calculating Reliability of Discrete Multiform System

TANG Liang - zhong, CHENG Li

(The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710038, China)

**Abstract:** In view of the defects of typical mathematic model for the dimorphic system's reliability, a new method, i. e. a matrix analysis method, is put forward to calculate the reliability of discrete multiform system on the basis of analyzing the basic characteristics of such kinds of systems.

**Key words:** reliability; discrete multiform system; matrix analysis method

(上接第71页)

## Realizing VSAT Power Amplification Control Chain

YANG You - min, ZENG Yue - sheng

(The Telecommunication Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710077, China)

**Abstract:** The designing and realizing of the VSAT RF power amplification chain are presented. Based on the applying environment and the technique requirement, the number of the stages, the Gain of each stage and the output power of each stage are designed. Again based on the requirement of low cost and small volume, the configuration, active devices and substrate material of each stage of circuit are chosen. According to the requirement of system, some power detecting points and power controlling switch are provided for the amplification control chain. The results of design and development show that the circuits can provide 67 dB Gain, 5W output power,  $\pm 1$ dBpp pass band ripple from 5925MHz to 6425MHz, the isolation of the channel switching is larger than 40dB.

**Key words:** VSAT; LNA; SSPA; LANGE Bridge; ALC