

AMSAA 模型在火箭导弹发射系统可靠性评估中的应用



刘军 冯广斌¹ 熊定辉²

(军械工程学院, 石家庄 050003; 总装军械技术研究所¹, 石家庄 050003; 73041 部队 76 分队², 苏州 215004)

摘要 AMSAA 模型是目前应用最广泛的可靠性增长模型。文中给出了运用 AMSAA 模型对具有离散试验数据的某火箭导弹发射系统的可靠性增长过程进行评估的方法。

关键词 AMSAA 模型 可靠性增长 插拔机构

中图分类号 O213.2; **文献标识码** A

在武器系统研制过程中,需要通过试验—改进—再试验—再改进来提高可靠性。因此,只有选取适当的可靠性增长模型才能很好地评估武器系统的可靠性。目前最常用的可靠性增长模型是 Duane 模型和 AMSAA 模型,特别是 AMSAA 模型已得到广泛地使用。

1 AMSAA 模型

AMSAA 模型假设产品在试验时间 $(0, T)$ 内的累积失效次数 $N(t)$ 是具有均值函数 $E[N(t)] = at^b$ 和瞬时失效率 $\lambda(t) = \frac{dE[N(t)]}{dt} = abt^{b-1}$ 的非齐次泊松过程,其中 $a > 0$ 为尺度参数, $b > 0$ 为形状参数或增长参数。

火箭导弹定向器上安装插拔机构是实现火箭炮筒易控制火箭弹的重要措施,插拔机构可靠性是直接影响发射的关键因素。对于插拔机构来说,试验数据是离散的成败型数据,而当可靠性较高且试验次数足够多时,是可以 AMSAA 模型来进行可靠性增长分析的。

2 AMSAA 模型在插拔机构可靠性增长评估中的应用

某火箭导弹发射系统的插拔机构的试验情况如表 1。

表 1 某火箭导弹发射系统插拔机构试验数据

失败次数 j	1	2	3	4	5	6
与第 j 次失败对应的累计试验次数 i_j	1	2	5	12	73	172

2.1 可靠性增长趋势检验

可靠性增长分析的前提是可靠性有增长的趋势,检验可靠性增长趋势最常用的是 Laplace 检验。Laplace 检验统计量为:

$$\mu = \left[\frac{\sum_{j=1}^M i_j}{MI} - 0.5 \right] \sqrt{12M} \quad (1)$$

(1) 式中 j 为失败次数, i_j 为第 j 次失败时的累积试验次数, I 为试验终止时的累计试验次数, M 为试验失败次数,失败截尾时 $M = N - 1$,成功截尾时 $M = N$, N 为累积失败次数。

将试验数据代入(1)式得 $\mu = -1.4861$,取 $\alpha = 0.2, \mu_\alpha = -1.282, \mu < -\mu_\alpha$,则表明可靠性有显著增长趋势。

2007年4月29日收到

第一作者简介:刘军,男(1981—),江苏盐城人。石家庄军械工程学院硕士生,研究方向:武器维修理论与技术。E-mail: woai bendan453@163.com。

2.2 增长参数的确定

增长参数的估计值可以采用最大似然估计法得到:

$$\begin{cases} \hat{b} = \frac{M}{M \ln I} - \sum_{j=1}^M \ln i_j \\ \hat{a} = \frac{M}{I} \end{cases} \quad (2)$$

当故障数 $M \leq 20$ 时,参数的无偏估计为:

$$\begin{cases} \bar{b} = \frac{(M-1)\hat{b}}{M} = \frac{M-1}{M \ln I - \sum_{j=1}^M \ln i_j} \\ \bar{a} = \frac{N}{I^{\bar{b}}} \end{cases} \quad (3)$$

将试验数据代入(2)式和(3)式得到: $\bar{a} = 1.003$, $\bar{b} = 0.3475$ 。

2.3 拟合优度检验

对模型进行拟合优度检验,验证模型是否适用于可靠性增长数据,一般采用 Cramer-Von 检验,其检验统计量:

$$C_M^2 = \frac{1}{12M} + \sum_{j=1}^M \left[\left(\frac{i_j}{I} \right)^{\bar{b}} - \left(2j - \frac{1}{2M} \right) \right]^2 \quad (4)$$

将试验数据代入(4)式得: $C_M^2 = 0.1822$, 取 $\alpha = 0.05$, $C_{M\alpha}^2 = 0.199$, $C_M^2 < C_{M\alpha}^2$, 所以可以用 AMSAA 模

型进行可靠性增长分析。

2.4 计算可靠度

计算得到插拔机构的可靠性点估计:

$$\bar{R}(I) = 1 - \bar{a}\bar{b}I^{\bar{b}-1} = 0.9988。$$

3 结论

运用 AMSAA 模型对火箭导弹发射系统的插拔机构的离散试验数据进行可靠性增长分析,可以看出插拔机构的可靠性是随着可靠性增长试验的进行而逐步增长的。

参 考 文 献

- 1 李根成,姜同敏. 导弹战斗部任务可靠性评估方法分析. 火炸药学报,2006;29(4):6—9
- 2 GJB1407. 可靠性增长试验. 北京:国防科学技术工业委员会,1992
- 3 梅文华. 利用 AMSAA 模型预测产品可靠性增长. 空军工程大学学报,2003;4(2):81—83
- 4 刘学杰,陈卫昌,杨宝利. AMSAA-BISE 模型在成敗型产品可靠性增长分析中的应用. 第二炮兵工程学院学报,2001;15(3):27—28
- 5 刘 飞,张为华. 基于离散 AMSAA 模型的固体火箭发动机可靠性增长分析. 固体火箭技术,2006;29(1):22—25
- 6 冯虎田. 火箭导弹发射系统可靠性研究. 南京理工大学博士学位论文,2000

Application of AMSAA Model in Reliability Estimation of the Rocket & Missile Launching System

LIU Jun, FENG Guang-bin, XIONG Ding-hui

(Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, P. R. China; Institute of General Weapon Equipment¹, Shijiazhuang 050003, P. R. China; Unit 73041 of PLA², Suzhou 215004, P. R. China)

[Abstract] AMSAA model is the most widely used model, today. The method of reliability estimation of the Rocket & Missile Launching system's reliability growth is given.

[Key words] AMSAA model reliability growth inset-pull machine