

武器装备备件 需求量计算的方法研究

李源 杨建军

(空军工程大学导弹学院)

摘 要:从武器装备的综合保障工作出发,概述了武器装备备件的涵义及分类,分析了武器装备综合保障的重要参数及影响战备完好性的重要参数战备保障率,并针对几种典型备件类型,提出了与之对应的备件需求量预测数学模型。

关键词:武器装备 战备完好性 备件故障率 需求量模型

现代武器装备是复杂的高新技术产品,其备件保障能力直接影响使用寿命、维护成本和能否按时发挥战斗效能。由于武器部件组成复杂、种类繁多、数量大,因此,必须选取科学的方法对部件进行分析,作为制定备件配置方案的合理依据。

1. 武器装备备件的涵义及分类

武器装备备件是指在武器装备使用与维修中用于替换已损坏或即将损坏的零件、部(组)件的供应物资。备件既包括事先采购尚未使用的,又包括故障件修复后转入备用的。备件有大有小,可以是武器装备的各功能层次,也可以是武器装备本身,此时称为备用装备。

备件的分类方法很多,根据实际的需要只按寿命和结构属性进行分类。按寿命分布可分为指数寿命件或随机失效件、正态寿命件、威布尔寿命件等几种典型形式。按结构属性可分为电子件备件和机械件备件等。

2. 武器装备综合保障性的重要参数

(1) 战备完好性

战备完好性是指军事单位接到作战命令时,实施其战斗计划的能力。战备完好性的概率密度称为战备完好率。它表示当要求武器装备投入战

斗时,装备准备好并能够执行任务的概率。目前,部队选用使用可用度(A_0)作为战备完好性参数,即:

$$A_0 = \frac{T_{MUT}}{T_{MUT} + T_{MDT}} \quad (1)$$

式中: A_0 为武器装备使用可用度; T_{MUT} 为武器装备平均可用时间; T_{MDT} 为武器装备平均不能工作时间。

(2) 备件保障率

备件保障率(A_s)是指在规定条件下,武器装备在任一随机时刻需要备件时能得到所需备件的概率,即:

$$A_s = \frac{T_{MUT}}{T_{MUT} + T_s} \quad (2)$$

式中: A_s 为备件保障率; T_{MUT} 为武器装备平均可用时间; T_s 为备件平均供应时间。

在式(1)中,若令 $T_{MDT} = T'_{MDT} + T_s$,其中 T'_{MDT} 为除去备件供应时间 T_s 后的其他保障延误时间和故障修复时间,则:

$$A_0 = \frac{T_{MUT}}{T_{MUT} + T'_{MDT} + T_s} = \frac{1}{1 + \frac{T'_{MDT}}{T_{MUT}} + \frac{T_s}{T_{MUT}}}$$

$$= \frac{1}{\left(1 + \frac{T'_{MDT}}{T_{MUT}}\right) \left(1 + \frac{T_S}{T_{MUT}}\right) - \frac{T'_{MDT}T_S}{T_{MUT}^2}}$$

通常情况下, $T_{MUT}^2 \gg T'_{MDT}T_S$, 可忽略高阶

小项 $\frac{T'_{MDT}T_S}{T_{MUT}^2}$, 那么

$$A_0 = \frac{1}{\left[1 + \frac{T'_{MDT}}{T_{MUT}}\right] \left[1 + \frac{T_S}{T_{MUT}}\right]} = \frac{T_{MUT}}{T_{MUT} + T'_{MDT}} \cdot \frac{T_{MUT}}{T_{MUT} + T_S} = A'_0 A_S$$

由此可见, 备件保障率直接影响了武器装备的使用可用度, 亦即直接影响了武器装备的战备完好性。

3. 备件需求量模型

根据备件寿命的分布类型, 即可确定备件的计算模型, 从而确定备件的需求数量。

(1) 指数寿命件计算模型

指数寿命件通常指具有恒定故障率的部件, 在耗损故障前, 正常使用的复杂部件或由随机高应力导致故障的部件, 以及在一般规定的使用期内出现的故障为弱耗损型的部件。例如, 某些电子备件, 其寿命分布一般按指数分布处理。

装备中某种零部件所需备件的数量可按式(3)确定, 即:

$$P(j \leq s) = \sum_{j=0}^s \left(\frac{(N\lambda t)^j}{j!} \right) \exp(-N\lambda t) \quad (3)$$

式中: P 为需要备件时能得到的概率, 也称保障概率; s 为装备中某零部件所需备件的数量; N 为装备中某零部件的机用件数; λ 为装备中某零部件的失效率(假定在存放期内无失效); t 为工作时间, 可按不同情况分别处理:

对不可修复件, t 取初始保障期(1~2年)内装备累计工作时数(h)或备件更新周期内装备累计工作时数(h);

对可修复件又分两种情况: 一是基层级更换, 后送中继级或基地级修复, 此时 t 取修理周转期内装备累计工作时数(h); 二是在基层级该件进行修复, 此时应满足该件的平均故障间隔时间

远大于该件的平均修复时间, t 即用平均修复时间代替修理周转期内装备累计工作时间。

当 $N\lambda t > 5$ 时, 可用正态分布近似计算, 这时备件需求量的计算式简化为^[1]:

$$S = N\lambda t + u_p \sqrt{N\lambda t} \quad (4)$$

式中: u_p 为正态分布分位数, 可从统计分布数值表中查出。

(2) 正态寿命件计算模型

机械件部件的寿命分布一般按正态分布处理, 属限寿件。机械件按寿命长短又可进一步划分为全寿件(整个服役期内除执行规定的保养外, 不需翻修)、单寿件(对应一个浴盆曲线, 盆底长度即翻修时限)、短寿件(基层级预防维修件, 也叫易损部件)。防空武器装备件中的正态寿命件通常包括半导体器件、硅晶体管、弹体结构、电动绕组绝缘等。

已知正态寿命件均值为 E , 标准差为 σ , 更换周期(零部件故障后, 能得到备件的时间)为 t , 需要备件时能得到备件的概率 P 条件下, 单件件(装备中需用该部件, 但只有一个)备件需求量 S_N ^[2] 为:

$$S_N = N\lambda t + u_p \sqrt{\frac{\sigma^2 t}{E^3}} \quad (5)$$

利用式(5)很容易导出式(4), 只需按正态分布近似计算指数寿命件备件的条件, 将 $E = 1/N\lambda$, $\sigma^2 = 1/(N\lambda)^2$ 代入式(5)即可。

(3) 威布尔寿命备件计算模型

武器装备件中的滚动轴承、继电器、开关、断路器、某些电容器、电子管、磁控管、电位器、陀螺、电动机、发电机、蓄电池、机械液压恒速传动装置、齿轮等都可视为威布尔分布寿命件。

已知威布尔寿命件的形状参数为 β , 尺度参数为 η , 位置参数为 γ , 寿命件更换周期为 t , 则在满足备件保障概率 P 的条件下, 备件需求量 S 为:

$$S = \left[\frac{u_p k}{2} + \sqrt{\left(\frac{u_p k}{2} \right)^2 + \frac{t}{E}} \right]^2 \quad (6)$$

钛合金材料的 等离子弧焊接技术

刘立成 于 晶 谷彦军

(中国兵器工业集团公司第624厂)

摘 要:通过对钛合金管的等离子弧焊接工艺技术探索及分析、试验,掌握了钛合金材料的焊接要点,解决了钛合金在焊接时熔池和高温区的保护措施,改进了保护装置结构和喷嘴尺寸,在合理规范的参数下获得了满意的接头质量。

关键词:钛合金 小孔型等离子弧焊接 保护装置 压缩喷嘴

随着科技进步,钛合金在航天、航空等领域得到广泛应用,近年来兵器工业在某些型号产品上也在逐渐扩大使用。某型号产品配套件组焊是在腐蚀条件下使用,以TC1钛合金管材、钛合金板材和钛合金复合板材为主。其中钛合金管管连接是一项重要的连接结构,管件厚度在3~6mm之间,要求单面焊接双面成形。目前,钛合金材

料的焊接方法采用大多热量集中、高能量的焊接方法,生产中常见双面焊接,一般采用钨极氩弧焊。用钨极氩弧焊来实现单面焊接双面成型受到条件限制难以实现,生产效率也低。等离子弧焊具有能量集中、穿透力强、单面焊接双面成型、坡口制备简单、质量稳定,以及生产效率高等许多优点。针对钛合金等离子弧焊的特点,进行了试

.....
式中: $E = \eta \times \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$ (假定位置参数 γ
= 0); $k = \frac{\sqrt{Var(\tau)}}{E}$ 是变异系数,对指数分布

$k=1$, 对威布尔分布 $k = \frac{\Gamma(1 + \frac{2}{\beta})}{\Gamma(1 + \frac{1}{\beta})^2} - 1$ 。

根据现场数据求威布尔分布参数(β, η)的方法及 Γ 分布表见IEC 61649-1997威布尔分布拟合优度检验及置信区间、置信下限。

4. 结束语

备件保障一直是影响武器装备保障的重要因素。本文依据武器装备自身寿命特性与需求量的关系,提出了备件的自身寿命特性与需求量的关系,提出了备件需求量的预测数学模型。需求量

计算模型属于抽象化数学公式,其中各参数的确定取决于对实际数据的统计处理。因此,针对具体型号武器装备备件的数据统计和调研工作依然繁重。模型的验证可采用解析方法和仿真方法进行对比。

参考文献:

- [1] 徐序春. 装备维修管理学 [M]. 北京: 国防工业出版社, 1994.
- [2] 韩晓明, 赵杰. 决策理论与决策实用技术 [M]. 西安: 西北工业大学出版社, 2002.

(本文第一作者通讯地址: 陕西三原空军工程大学导弹学院研究生二队, 邮编: 713800)