

doi: 10.7690/bgzdh.2013.07.010

## 美军装备备件需求预测应用现状及启示

张连武<sup>1</sup>, 赵方庚<sup>2</sup>, 陈学军<sup>1</sup>

(1. 总装军械技术研究所二室, 石家庄 050000; 2. 蚌埠汽车士官学校司训勤务系, 安徽 蚌埠 233011)

**摘要:** 针对我军装备备件保障中存在的问题, 对美军装备备件需求预测的研究和应用情况进行研究。分析了美军陆、海、空三军备件初始供应标准的确定方法, 讨论了进行需求预测采用的常用方法, 从目标和做法 2 个方面介绍了美军的改进计划。根据我军实际, 从装备研制和使用 2 个阶段, 提出了加强我军备件需求预测研究的策略。该研究将有助于推动我军装备备件保障的精确化水平。

**关键词:** 美军; 备件; 需求预测; 策略

**中图分类号:** TJ03 **文献标志码:** A

## Application Actuality and Inspiration of Equipment Spare Parts Demand Forecasting in US Army

Zhang Lianwu<sup>1</sup>, Zhao Fanggeng<sup>2</sup>, Chen Xuejun<sup>1</sup>

(1. Ordnance Technology Research Institute, General Equipment Department, Shijiazhuang 050000, China;

2. Department of Training Service, Bengbu Automobile Petty Officer School, Bengbu 233011, China)

**Abstract:** In review of the backward technology of demand forecasting in the equipment spare parts support in PLA, the researches and applications of demand forecasting methods used in US army were researched. The decision methods of initial spare parts supply standard used by US army, navy and air force were analyzed, the common used methods of demand forecasting were discussed, and the improving plans of US army were introduced from two aspects: objectives and practices. According to our practice, the strategies in both equipment development and usage phases to enhance the research of spare parts forecasting demand were proposed. The research will be helpful to promote the precision level of equipment support in our army.

**Key words:** US army; spare parts; demand forecasting; strategy

### 0 引言

备件是装备保障的重要物质基础, 做好备件保障工作不仅是提高装备完好率, 保证“打得赢”的重要前提, 而且也是实现精确化保障、减少浪费的现实要求, 具有重要的军事和经济意义。提高装备备件保障效益的关键是控制其库存量, 而准确的需求预测是库存控制的基础, 外军特别是美军非常重视装备备件的需求预测, 并进行了理论和应用研究。

当前, 在我军的装备备件保障工作中, 普遍存在着备件筹措供应标准针对性不强、备件短缺与呆滞共存的现象, 在一定程度上制约着装备保障能力的提高。究其原因, 包括备件需求预测在内的科学决策手段的缺乏是造成这种情况的重要因素之一; 因此, 分析美军装备备件需求预测的研究和应用情况, 探讨其对我军的启示意义, 对实现备件精确化保障、提高装备保障能力具有积极的促进作用<sup>[1]</sup>。

### 1 美军装备备件的需求预测应用现状

美军非常重视备件需求预测方法和模型的研究, 并在理论研究的基础上开发了专门的备件需求

预测系统, 在美军平战时的装备保障中发挥了作用。

#### 1.1 初始供应阶段备件的需求预测

##### 1.1.1 美陆军备件初始供应标准的确定方法

美国陆军早在 1965 年就确定了维修率的定义: 某备件的维修率是在一组 100 套含有该件的装备中, 每年出现故障的预期数, 或在某一期间内, 由于设计、环境、使用原因引起的故障的预期数。这里的故障除了与固有可靠性对应的自然故障外, 还包括实际使用(作战)环境中的诸多因素影响所导致的故障, 因而可用于平时及战时备件消耗量的计算。美陆军对维修率进行初始估计的方法主要有依据供应技术文件、可靠性预计手册、核对表法等。

##### 1.1.2 美海军备件初始供应标准的确定方法

美海军将陆军的维修率称为更换率。不可修部件的更换率为一个中继级或更低级维修的周期内, 该种部件需要更换的次数; 可修部件的更换率为一个周期内, 该种部件超出分队级和中继级的修理能力而需要更换的次数。美海军对更换率进行初始估

收稿日期: 2013-01-24; 修回日期: 2013-02-29

基金项目: 总装通保科研课题资助项目

作者简介: 张连武(1975—), 男, 山东人, 硕士, 工程师, 从事装备技术保障研究。

计的方法主要有相似产品法和可保留度分析法。

### 1.1.3 美空军备件初始供应标准的确定方法

美空军从20世纪50年代就开始研究备件需求,并提出了需求率的概念。1966年美空军提出了著名的METRIC(可修件控制的多级技术)模型<sup>[2]</sup>。该模型不仅能用于库存控制,还可以系统整体可用度为目标对备件需求进行预测。METRIC模型是可修件多级库存控制的开创性成果,受到了学者们的高度关注,并衍生了很多扩展模型,如MOD-METRIC, VARI-METRIC和DYNA-METRIC<sup>[3]</sup>等。

## 1.2 正常供应阶段备件的需求预测

在正常供应阶段,由于已积累了大量使用数据,且装备达到可靠性成熟期,美军主要采用一些常用方法进行需求预测。

### 1.2.1 美军库存控制中心司令部的预测方法

美军库存控制中心司令部应用8季度加权滑动平均法来预测备件需求<sup>[4]</sup>:利用8季度的需求数据,预测下4个季度的需求量。在8季度加权滑动平均法中,最早2个季度的权重均为5%,第3、4个季度的权重均为10%,第5、6个季度的权重均为15%,最近2个季度的权重均为20%。通过预测获得下4个季度的需求量后,将之与总库存水平(现有库存+未交付量-延迟供应量)进行比较,如果预测值高于库存水平,管理人员会对预测值和各季度的历史消耗数据进行手工比较,并最终确定接受预测结果还是人工确定新的预测量。

### 1.2.2 美军库存点控制规划中的需求预测方法

库存点控制规划对采用4季度滑动平均模型和一阶指数平滑模型预测备件需求量<sup>[4]</sup>。预测之前,首先进行数据“清洗”,即将历史消耗数据与预定的上下限进行比较,如果消耗数据不在上下限范围之内,则放弃该数据。数据处理后,则利用如下方法进行需求量的预测:如果需求没有明显的变化趋势,则利用4季度滑动平均法进行预测,如果有一定的变化趋势,则利用一阶指数平滑模型进行预测。预测时,如果数据被放弃,则等待下一季度的数据,如果下一季度的数据仍然不符合要求,则利用4季度滑动平均模型预测需求量。

### 1.2.3 美军的D041需求预测系统

美国空军的D041系统使用8季度移动平均法和PRELOG方法(即线性回归法)预测其备件需求<sup>[5]</sup>。D041系统选择8季度移动平均法的原因有二:一是

用户容易理解该模型,二是当需求波动时,该技术预测值较稳定;应用PRELOG技术的原因则在于它能有些探测需求变化趋势,并能做出相应的反应。PRELOG法通过检查备件在过去12个季度的需求率以获取需求变化的趋势,据此生成回归预测结果。但由于该方法比较复杂,故应用不多,通常由相关专家在精算师的帮助下,运用他们掌握的知识 and 经验,实现保障资源的优化使用。

### 1.2.4 美军的需求数据库系统

美军的需求数据库(RDB)对美空军807000中消耗件、可修件的采购和维修需求进行预测和控制<sup>[5]</sup>。RDB包括自动和手动功能,RDB的可修件子系统负责维修备件的预测、采购及保存。该系统应用了4种预测方法:移动平均法(4、8季度)、二阶指数平滑法、线性回归法、人工输入估计。移动平均法可由管理人员选择进行4季度或8季度平均,其中,8季度平均可获得更稳定的预测结果,而4季度平均能更快响应需求变化。二阶指数平滑法使用5个不同的平滑系数分别进行预测,并从中选择平均绝对偏差最小那个作为预测结果。

### 1.2.5 美军的统计需求预测系统

统计需求预测系统(SDF)是美国海军于1992年开发的,用于预测武器装备消耗件和可修件的需求预测<sup>[5]</sup>。对于不同的备件类型,SDF可提供8种不同的需求预测方法。SDF模型对备件的需求量均值、方差以及维修期间的需求量进行预测,各备件的最近观察值和当前预测值都需经过统计测试进行比较。如果最近观察值和最近预测值一致,SDF会保持当前预测方法不变;否则,在下一周期,将会采用一种新的预测方法。SDF采用的预测方法包括:移动平均法、指数平滑法、二阶指数平滑法、非参数估计、线性回归法、组合预测等。

## 2 美军装备备件需求预测的改进计划

### 2.1 美军改进备件需求预测的目标

美军希望通过需求预测的改进,使备件库存能更准确地反映实际需求,其设定的目标<sup>[6]</sup>包括:

1) 改进预测过程和方法,减少预测的系统性缺陷。目前,美军正在部署应用企业资源规划系统,通过该系统引入了大量新技术,用于统计建模和多方协作,力图克服其需求预测系统存在的缺陷。

2) 提高评估需求预测准确性的能力。任何预测方法都会存在一定的误差,美军将更重视评估备件需求预测准确性的能力,达到减少偏差、提高预测准确性的目的。

3) 建立快速解决预测错误的的能力。需求预测值过高,将导致备件库存的大量积压,而预测值过低,则会导致装备完好率的下降。为此,美军将建立预测错误时的快速反应能力,及时调整预测偏差,纠正预测过量和不足问题。

4) 建立预测人员、部队和供应商的协作机制。部队知道自身需求,能提交准确的预测数据;供应商了解部队需求,能缩短订货提前期,降低部队的备件库存投资。因此,建立预测人员、部队和供应商的协作机制,是改进备件需求预测的有效手段。

## 2.2 美军各军种改进备件需求预测的做法

目前,美军各军种都正在将以往的管理信息系统更换成企业资源规划系统,从而会对其备件需求预测产生重要影响。

### 1) 陆军。

在初始供应阶段,如果该备件是随着新武器系统的采购进入国防部库存的,则陆军采用“基于战备完好性的备件供应”方法计算其需求,否则采用工程估计法预测其需求。在正常供应阶段,陆军将用企业资源规划——“保障现代化计划”系统取代原有的预测系统。“保障现代化计划”系统可利用多个模型,如指数平滑法、移动平均法、加权移动平均法、Croston 法等,预测备件需求,并能根据行动节奏的变化调整结果。目前,美陆军正在评估这些模型的有效性,以进一步提高预测准确性。

### 2) 海军。

在初始供应阶段,美海军利用“基于战备完好性的备件供应”方法计算备件需求。在正常供应阶段,海军正逐步向其企业资源规划系统过渡。美海军的企业资源规划系统利用过去 5 年的全球历史需求数据预测未来的需求,技术储备水平,还可滤除突发性需求增长,并可通过分析把具有持续性需求的备件和间歇性需求的备件分开。

### 3) 空军。

美空军在初始供应阶段的备件需求预测与海军相同。在正常供应阶段,空军将采用 D200 系统预测备件需求,根据历史需求数据、预期的行动节奏以及指数平滑法计算移动平均数,并分别对基层级需求和基地级需求进行预测。

## 3 美军装备备件需求预测对我军的启示

### 3.1 装备研制阶段

#### 3.1.1 加强对备件的可靠性分析

可靠性是备件的固有属性,是备件消耗规律的

决定性因素。分析装备备件的可靠性是掌握其消耗规律最直接的途径。众所周知,装备的可靠性主要取决于其研制阶段;因此,加强装备备件的可靠性分析,是研究其消耗规律的有效方法。一方面,要提高对装备备件可靠性分析的认识,应通过普及可靠性知识、开展学术交流等多种方式,深化对武器装备可靠性分析重要性的理解;另一方面,要健全相关的法规标准,应该针对武器装备特点,对武器装备全寿命周期内尤其是装备研制阶段的备件可靠性分析的内容、方法等进行详细而明确的规定,并把可靠性分析与保障资源建设结合起来,为备件需求预测的研究提供有价值的依据。

#### 3.1.2 严格贯彻初始备件供应程序

完善的供应程序是组织实施备件初始供应的制度依据。美军早已建立并实施了完善的初始供应程序,有效规范了其装备备件的初始保障过程。我军也已在相关国军标中,对初始备件品种和数量的确定方法、供应技术文件的编制、备件的包装与运输等环节、初始备件供应清单的确认及验收与交付都作出了明确规定。在部队的装备采购管理中,应严格贯彻、落实相关规范和程序,做好装备研制与保障资源的同步建设,确保新装备保障力的迅速形成。

#### 3.1.3 健全装备备件出厂配套技术文件

装备备件出厂配套的技术文件除随装、连用、团用备件配备标准和各级备件配备标准外,还包括整机零部件目录图册、各级维修作业指导书、质量控制文件、装备停产后备件供应计划等。整机零部件目录图册应具有全部零部件的件号、名称、所属装配号、材料、三维或平面简图,部件装配关系简图等内容。各级维修作业指导书应明确全部备件的使用方法和安装调试要求。此外,这类技术文件最好能制作成多媒体电子文件形式,方便部队的使用。

#### 3.1.4 采用工程分析法,研究确定备件品种数量

以可靠性为中心的维修分析(RCMA),是一种以用最小的费用达到设备固有可靠性的维修原则,确定武器装备的系统、设备和结构预防性维修要求的工作程序,适用于确定预研、在研和现役装备所需的预防性维修工作、维修方式、维修间隔和维修级别,制定完善的预防性维修大纲。故障模式影响及危害性分析(FMECA)通过分析确定产品所有可能的故障模式及每一故障模式对产品工作的影响,找出单点故障,并按故障模式的严酷度及其发生概率,确定其危害性。将 RCMA、FMECA 等工程分

析方法结合起来，可作为装备研制阶段备件品种数量确定的有效手段。

## 3.2 装备使用阶段

### 3.2.1 探索备件分类管理方法，提高需求预测方法的针对性

现代武器装备越来越复杂，所属的部件不仅数量多，而且部件的材料、结构、功能、特征参数、工作环境及维修策略等都大相径庭。这些显著的差异必然导致其消耗规律的不同。显然，难以甚至无法找出某一种方法能较准确地描述所有备件的需求规律。此外，关于备件需求预测的方法也往往有不同的适用范围；因此，有必要研究科学的装备备件分类管理方法，并针对不同类别的备件，探索适合其特点的需求预测方法。

### 3.2.2 严格落实备件管理规章，确保备件消耗信息准确、反馈及时

备件消耗数据是进行消耗规律研究的重要基础。只有建立完善的备件消耗数据采集上报制度，规范数据管理流程，建立以信息化为主导的末端数据采集系统，才能收集积累到真实、有价值的新装备备件消耗数据，逐步总结备件消耗特点规律，为通用武器装备备件消耗规律供技术支撑。美军对备件消耗数据的收集非常重视，美陆军武器装备备件供应部最重要的工作之一就是抽样数据收集工作，该部负责的各个分队的定期检修和不定期检修的各种信息(其中包含备件消耗信息)，并将收集到的数据输入到数据库。

### 3.2.3 使用统一的备件管理信息系统，提高装备备件管理信息化水平

需求信息的可获得性、一致性、稳定性、透明性、及时性，直接影响需求预测、决策的质量和水平。为了提高整个备件供应链上需求信息的一致性和稳定性，减少由于多重预测导致的需求信息扭曲，必须增加备件供应链上各单位对需求信息获取的及时性和透明性。为此，应针对备件管理的内容和特点，建立备件管理网络系统，在供需双方间构建一个畅通的信息链路，实现需求数据在备件供应链中实时、准确地快速传递和高度共享，为备件需求决策提供高效、精确、及时的信息服务，降低需求变异放大的影响，提高需求信息的准确性。

### 3.2.4 加强备件需求预测模型研究，开发实用的决策支持工具

在备件供应活动中，科学地预测需求量、合理

地确定库存种类和数量具有重要的意义。从美军各备件需求预测系统使用的预测方法可见，算法和模型的简单、易操作是其突出特点。美陆军研究机构开发的备件需求预测算法和模型很多，但多数比较复杂。而美军在实际工作中，都是在复杂模型的基础上，结合实际经验和统计规律改造出新的模型和算法，虽然其理论性较低，操作简单，达不到非常高的计算精度，但足以满足实际需要，具备一定文化水平的人员只需经简单的培训即可使用。因此，借鉴美军的做法，加强通用武器备件需求预测基本方法和模型的研究，并在此基础上开发实用的决策支持工具，是我军备件精确化保障能力的重要手段。

### 3.2.5 改革备件管理模式，探索应用先进库存管理模式的可行性

我军传统的装备备件采取多级存储方式，每级都设有自己的库存，每级都有自己的库存控制目标和相应的库存控制策略，但是由于逐级申请，层次多，周期长，需求信息在逐级传递中被扭曲，不可避免地造成从下级到上级的需求变异效应的增大。国内外、军内外的实践表明：应用先进的备件管理模式，如联合库存管理和供应商管理库存等模式，是解决这一问题的有效方法。

## 4 结语

科学准确的需求预测是做好备件保障工作的重要技术基础。笔者在借鉴美军先进经验的基础上，在装备研制阶段通过可靠性分析确定备件的使用寿命，在正常使用阶段通过消耗数据摸索备件的需求规律，并在此基础上开发科学、易用的决策支持工具，必将有力推动我军装备备件保障的精确化水平。

## 参考文献：

- [1] 张康. 美军装备经费管理机制对系统思维的运用[J]. 四川兵工学报, 2010, 31(11): 73.
- [2] Sherbrooke C. METRIC: A multi-echelon technique for recoverable item control. Operations Research[J]. 1968, 16(2): 122-141.
- [3] Sherbrooke C. Optimal Inventory Modeling of Systems: Multi-Echelon Techniques (Second Edition) [M]. Kluwer Academic Publishers, 2004.
- [4] Unlu N T. Improving the Turkish navy requirements determination process: an assessment of demand forecasting methods for weapon system items [D]. Naval Postgraduate School, 2001.
- [5] Dussault C J H. Evaluation of air force and navy demand forecasting systems [D]. Air University, 1995.
- [6] Buxbaum B. Demand Planning[J]. Military logistics forum, 2011, 5(9): 9-12.