

## 航材封存期限确定的方法

刘照青<sup>1</sup>, 蔡晓光<sup>2</sup>, 尤丁忠<sup>3</sup>, 傅涛<sup>1</sup>

(1.北京航空工程技术研究中心, 北京 100076; 2.空军勤务学院, 徐州 221000;  
3.95941 部队, 北京 102202)

**摘要:** **目的** 研究科学确定航材封存期的方法。**方法** 深入分析航材封存期限的现状 & 影响航材封存期限的因素, 研究通过运输实验、贮存实验和计算机模拟计算的方法确定航材封存期限, 探讨延长航材封存期限的可能。**结果** 影响航材封存期限的关键因素是包装材料的水蒸气透过率和氧气透过率, 可以据此计算航材封存期。**结论** 通过运输实验、贮存实验和计算机模拟计算的方法可以确定航材封存期, 对延长封存期具有重要的意义。

**关键词:** 航材; 封存期限; 包装材料; 包装尺寸

**中图分类号:** TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)03-0051-04

## Determination Method of Storage Period of Aviation Materials

LIU Zhao-qing<sup>1</sup>, CAI Xiao-guang<sup>2</sup>, YOU Ding-zhong<sup>3</sup>, FU Tao<sup>1</sup>

(1.Beijing Aeronautical Technology Research Centre, Beijing 100076, China; 2.Air Force Logistics College, Xuzhou 221000, China; 3.95941 Force, Beijing 102202, China)

**ABSTRACT:** The work aims to research the method to scientifically determine the storage period of aviation materials. An in-depth analysis on the current situation of and the factors that affect the storage period of aviation materials was conducted. During the research, the storage period of aviation materials was determined based on the transportation experiment, storage test and computer simulation calculation. On the basis of that, the possibility to prolong the storage period of aviation materials was discussed. The key factors that affect the storage period of aviation materials were water vapor permeability and oxygen permeability of the packaging materials. According to the key factors, the storage period of aviation materials could be calculated. In conclusion, the storage period of aviation materials can be determined based on the transportation experiment, storage test and computer simulation calculation, which has great significance for the prolonging of the storage period.

**KEY WORDS:** aviation materials; storage period; packaging materials; packaging size

航材封存期又称为航材包装有效期, 是对储存航材、运输环节质量的保证与承诺。航材封存期是非常重要的包装指标, 是确保航材储存质量的重要依据。由于航材封存期是衡量航材储存质量的重要指标, 是确定库存航材能否装机使用的重要依据, 是影响飞行安全的重要因素, 所以航空工业部门和航材保障部门对航材封存期的管理都非常重视, 严格杜绝使用超封存期航材现象的发生。正是由于航材封存期影响飞行安全, 所以给定的航材封存期安全系数都比较大, 如液压系统、滑油系统附件的封存期一般都是 3 年以

下。航材封存期短, 因此部队二次封存的任务多, 封存费用高, 给部队带来巨大工作量。如何科学确定航材封存期、节约包装费用、确保航材储存质量是目前的首要任务。

### 1 影响航材封存期限的因素

航材封存期的长短与航材品质、包装材料、包装方法和环境条件等因素有关<sup>[1-2]</sup>。影响航材包装有效期的各个因素间的关系见图 1。

收稿日期: 2016-08-22

作者简介: 刘照青 (1981—), 女, 硕士, 北京航空工程技术研究中心工程师, 主要研究方向为装备航材保障。

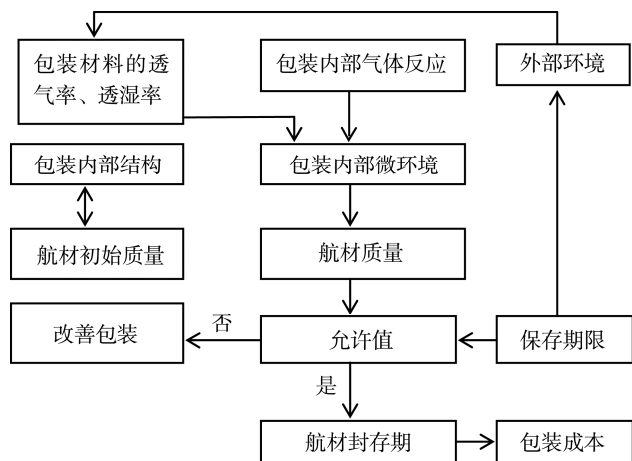


图1 航材封存期影响因素

Fig.1 Influencing factors of the packaging effective period of aviation materials

1) 包装材料。如果航材使用非渗透性材料(如玻璃、金属)包装,航材的储存质量变化主要是由于自身的化学反应引起的,包装对航材的有效保质期影响不大<sup>[3]</sup>。很多航材采用金属盒充氮包装,几十年后其中的包装物仍然完好无损。若使用可渗透性材料,则包装方式对产品的质量影响很大。

2) 产品敏感性。产品受各种因素影响而变质的特性称为产品的敏感性。不同材质的产品敏感性差别很大,金属材料因相对湿度超过临界值会发生锈蚀<sup>[4-5]</sup>,如铁、锌、铝、镍的临界相对湿度分别为60%~70%,65%,60%~65%,80%。橡胶因相对湿度降低会变脆,一般情况下,橡胶适宜储存的相对湿度为50%~70%。电子、电气产品适宜储存的相对湿度为40%~70%。航材适宜储存的温度为5~30℃,适宜储存的相对湿度为45%~70%,也就是所谓的“三七线”。为了满足航材的储存要求,包装材料的保护性能应该与航材敏感性进行科学匹配,保证在航材封存期内,航材的固有可靠性不会下降。

3) 包装材料关键性指标。包装材料的某些指标将会对航材包装有效期产生很大的影响,其中的关键性指标分别为水蒸气透过率和氧气透过率<sup>[6]</sup>。水蒸气透过率(g/cm<sup>2</sup>·d)指的是1个标准大气压、一定温度和湿度条件下,1d内每平方厘米材料透过水蒸气的质量;氧气透过率(cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·d·atm)指的是1个标准大气压(1 atm=101.325 kPa)、一定温度和湿度条件下,1d内每平方厘米材料透过氧气的体积。

4) 包装尺寸大小。包装尺寸越大,包装面积与容积之比越小。透过包装的成分渗透量以尺寸的平方数增加,而吸收渗透物的航材体积以尺寸的立方数增加。在其他条件相同的情况下,对阻隔层的要求随着包装尺寸的增大而降低。

5) 环境条件。要确定航材的封存期首先要弄清航材流通过程的主要问题,即航材的材质组成以及航

材的储存和运输环境。

航材包装要保证航材在最恶劣的条件下仍保持完好有效。一般情况下,要求民用产品的包装在流通过程中保证80%的产品是完好的<sup>[7]</sup>,而航材则要求95%以上。

## 2 确定航材封存期的方法

### 2.1 运输试验法

无论航材从出厂运到航材仓库储存,还是从仓库运送到使用部门,都要经过运输环节。一般情况下,航材仓库的储存环境要比航材在运输过程中所处的环境条件更好,航材在仓库中的储存要满足“三七线”的要求,即环境温度为5~30℃,环境相对湿度为45%~70%,还有“一垫五不靠”等要求<sup>[8]</sup>。运输过程中航材包装件所处的环境条件比仓库要恶劣很多,为了保证航材的封存质量,必须进行航材包装件运输试验<sup>[9]</sup>,以检验航材的缓冲包装和防护包装的效果。运输试验要严格按照相关国家标准和国家军用标准的要求进行。

### 2.2 贮存试验法

将航材按照包装要求封存包装以后,贮存在库房内,并评估其质量随时间变化的情况。如1969年,当时的三机部组织下属的航空工业部门,对航材进行为期30年的封存包装贮存试验,5年后对其封存包装效果进行了抽样检查,并对其进行性能检查,并在10年,20年,30年后分别进行了质量检查,并得出了相应的试验结果,为确定航材封存期获取了第一手试验资料。试验结果证明,干燥空气封存、充氮封存能够长期保证航材的固有可靠性,外部油封则不宜长期封存。

为了快速确定航材的封存效果,也可以采取加速试验的方法。航材采用相应的封存方法进行封存包装后,进行高低温试验、湿热试验、盐雾试验等,以确定航材封存包装的效果<sup>[10-11]</sup>。一般情况下,航材封存期与包装材料的渗透率有关,其中包装材料的氧气渗透率和湿度渗透率对封存期的影响较大,可以采用试验的方法确定其渗透率。

空军航材部门根据航空工业部门长期封存试验的结果,空军航材仓库的实际储存数据,并结合加速试验的数据,将航材封存期从3~5年提高到8~10年,科学地延长了封存期限,大大地减轻了航材封存工作量,提高了航材保障效率。

### 2.3 计算机模拟试验法

首先对影响航材储存质量的因素进行分析,再对包装材料的阻隔性能进行分析,最后利用计算机进行模拟分析<sup>[12]</sup>。在研究如何延长空军航材封存期的过程

中,对影响航材储存质量的因素进行了系统的分析论证,如环境温度、湿度、氧气、尘埃、盐雾、阳光等都会对航材的储存质量产生影响,而这些因素中对仓库储存的航材影响最大的是湿度和氧气,尘埃、阳光、盐雾这些问题通过密闭库房就可以解决。解决航材包装件内的湿度问题,目前一般使用添加干燥剂的方法来解决,干燥剂使用质量的计算公式<sup>[13-14]</sup>为:

$$m_g = 300A_1R_1t_1 + 0.5m_D$$

式中:  $m_g$  为干燥剂的使用质量(g);  $A_1$  为密封袋的表面积( $m^2$ );  $t_1$  为封存期限(年);  $R_1$  为包装材料的水蒸汽透过率( $g/m^2 \cdot d$ );  $m_D$  为包装内含湿性材料的质量(包装纸、衬垫、缓冲材料等)。

根据干燥剂质量  $m_g$ , 包装材料的水蒸气透过率  $R_1$ , 通过航材的立体尺寸确定的包装材料的表面积  $A_1$ , 包装纸、衬垫等包装件内的含湿材料的质量  $m_D$ , 通过计算机模拟计算, 就可以根据给定的封存期限确定干燥剂的投放量。

解决航材包装件内的氧浓度问题, 可以采取添加除氧剂的方法来实现, 除氧剂的投放量是按照标称吸氧量来投放的, 按照除氧剂的产品标准, 吸收  $1000 \text{ cm}^3$  的氧气, 需要投放  $20 \text{ g}$  的除氧剂, 因此, 将需要吸收的氧气总量转化为  $1000 \text{ cm}^3$  的倍率, 就可以计算出除氧剂的投放量<sup>[15]</sup>。

$$m_c = \left( \frac{V - V_0}{5} + \frac{A_2 R_2 t_2}{1000} \right) \times 20$$

式中:  $m_c$  为除氧剂的投放量(g);  $V$  为密封袋的容积( $dm^3$ );  $V_0$  为密封袋内产品的有效体积( $dm^3$ );  $A_2$  为密封袋的有效表面积( $m^2$ );  $R_2$  为密封袋材料的氧气透过率( $cm^3/m^2 \cdot d \cdot (0.1 \text{ MPa})$ );  $t_2$  为封存期限(d)。

根据除氧剂用量  $m_c$ 、包装材料的氧气透过率  $R_2$ 、密封袋的容积  $V$ 、密封袋袋内产品的有效体积  $V_0$ 、密封袋的表面积  $A_2$ , 通过计算机模拟计算, 就可以根据给定的封存期限确定除氧剂的投放量。

### 3 延长航材封存期的方法

#### 3.1 改进航材包装方法

影响航材储存可靠性的主要因素是环境湿度和氧气, 环境湿度和氧气会引起金属材料锈蚀、非金属材料老化变质, 通过改进包装方法, 使航材包装件内的相对湿度保持在临界相对湿度以下, 氧的体积分数保持在  $0.1\%$  以下, 就可以保证航材不发生锈蚀变质现象。对于不同的储存时间, 包装要求一般也不同。美军的包装标准规定了长期储存、短期储存和运输包装 3 个等级, 储存时限在 3 年以上的称为长期储存,  $90 \text{ d}$  至 3 年的是短期储存,  $90 \text{ d}$  以内的采用运输包装。我军国军标针对产品特性、储运条件和储存期将防护包装分为 3 级。

1) A 级。A 级防护包装应能保证产品在下列情况下不产生锈蚀、机械物理损伤, 不降低性能: 储存期较长; 在高(低)温、高湿度、强光、盐雾或有害气体条件下贮运; 产品易生锈、变质、污损、破损等, 且一旦出现这些情况, 将严重影响产品的使用。

2) B 级。B 级防护包装应能保证产品在下列情况下不产生锈蚀、机械物理损伤, 不降低性能: 储存期较 A 级短; 贮运环境较好, 通常为有遮盖贮运; 产品耐环境性能较好, 无须像 A 级那样高度防护。

3) C 级。C 级防护包装应能保证产品在下列情况下不产生锈蚀、机械物理损伤, 不降低性能: 储存期短; 贮运环境条件好; 产品耐环境性能好。

对防护包装要求不同的航材应当选用不同阻隔性能的包装材料, 一般情况下, A 级包装透湿率要求为  $2 \text{ g/m}^2 \cdot d$ , B 级包装的透湿率要求为  $5 \text{ g/m}^2 \cdot d$ , C 级包装的透湿率要求为  $15 \text{ g/m}^2 \cdot d$ 。通过采用高阻隔的包装材料, 可以准确地计算出航材的封存期限。

#### 3.2 改善库房的环境条件

通过控制库房的温度和相对湿度条件, 使库房的温湿度控制在“三七线”, 即温度控制在  $5 \sim 30 \text{ }^\circ\text{C}$ , 相对湿度控制在  $45\% \sim 70\%$ 。在这样的库房条件下, 可以适当延长航材的封存期。

### 4 结语

航材封存期对航材保障的影响很大, 每一次飞行事故发生后都要对所有航材的封存期进行检查, 查看有无超封存期使用的现象。目前的航材封存期太短, 部队封存人员编制少, 二次封存成为一项不可能完成的任务, 因此加强航材封存技术和方法的研究, 科学确定航材封存期限, 对提高航材保障质量和效益意义重大。

#### 参考文献:

- [1] 金国斌. 现代包装技术[M]. 北京: 上海大学出版社, 2001.  
JIN Guo-bin. Modern Packaging Technology[M]. Beijing: Shanghai University Publishing House, 2001.
- [2] 郭宝华. 军品包装概论[M]. 北京: 解放军出版社, 2012.  
GUO Bao-hua. Introduction Military Packaging[M]. Beijing: PLA Publishing House, 2012.
- [3] 张春和, 张大鹏, 周红, 等. 防潮包装储运期限的分析与评价[J]. 包装工程, 2008, 29(1): 47—52.  
ZHANG Chun-he, ZHANG Da-peng, ZHOU Hong, et al. Analysis and Evaluation of Storage Time Limit of Damp proof Package[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(1): 47—52.
- [4] 陆佳平. 防潮包装货架寿命及其简便估算法[J]. 塑

- 料包装, 1997(3): 34—36.
- LU Jia-ping. Shelf Life and Simple Estimation Method of Damp Proof Package[J]. Plastic Packaging, 1997(3): 34—36.
- [5] 董志武. 包装有效期预测模型研究进展[J]. 中国包装工业, 2001(9): 30—32.
- DONG Zhi-wu. Packaging Term of Validity Forecast[J]. China Packaging Industry, 2001(9): 30—32.
- [6] 刘振华, 张志刚, 陈明杰. 军用物资包装有效期的影响因素与对策分析[J]. 包装工程, 2011, 32(9): 51—53.
- LIU Zhen-hua, ZHANG Zhi-gang, CHEN Ming-jie. Influencing Factors and Countermeasures of Packaging Effective Period for Military Supplies[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(9): 51—53.
- [7] 金国斌. 关于商品货架寿命的影响因素与确定方法[J]. 中国包装工业, 2001(11): 28—30.
- JIN Guo-bin. Factory and Measures about Products Shelf Life[J]. China Packaging Industry, 2001(11): 28—30.
- [8] 明波, 杨学强, 王玉栋. 装甲装备器材包装防护研究[J]. 包装工程, 2003, 24(6): 29—30.
- MING Bo, YANG Xue-qiang, WANG Yu-dong. Protection Research on the Packaging of Armored Equipments[J]. Packaging Engineering, 2003, 24(6): 29—30.
- [9] 徐自芬, 郑百哲. 中国包装工程手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1996.
- XU Zi-fen, ZHENG Bai-zhe. China Packaging Engineering Manual[M]. Beijing: Machinery Industry Publishing House, 1996.
- [10] 李荣强, 黄晓霞. 新世纪武器装备包装的研究与发展方向[J]. 包装工程, 2004, 25(6): 164—166.
- LI Rong-qiang, HUANG Xiao-xia. Research and Developing Trend of New Century Packaging of Materiel [J]. Packaging Engineering, 2004, 25(6): 164—166.
- [11] 赵火应. 装甲装备器材保养封存与包装[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008.
- ZHAO Huo-ying. Maintain and Packaging of Armored Equipment[M]. Beijing: National Defense Industry Publishing House, 2008.
- [12] 张春和, 赵复涛, 吴志斌, 等. 战储装备器材长效综合防护包装方法研究[J]. 包装工程, 2011, 32(23): 26—30.
- ZHANG Chun-he, ZHAO Fu-tao, WU Zhi-bin, et al. Research on Long-term Effective and Comprehensive Protection and Packaging Method of Warfare Miscellaneous Equipment. Packaging Engineering, 2011, 32(23): 26—30.
- [13] 刘振溪. 数理统计法在预测橡胶制品储存期限中的应用研究[J]. 中国市场, 2008(9): 36—38.
- LIU Zhen-xi. Research on the Application of Mathematical Statistics in the Forecast Period of Rubber Stored Term[J]. China Market, 2008(9): 36—38.
- [14] 闫肃, 闫鹏程, 孙江生, 等. 装备维修器材防潮包装干燥剂使用研究[J]. 包装工程, 2012, 33(23): 68—70.
- YAN Su, YAN Peng-cheng, SUN Jiang-sheng, et al. Application Research of Moisture Proof Packaging Desiccant for Weapon Maintenance Equipment[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(23): 68—70.
- [15] 潘松年. 关于阻隔性防潮包装储存期的计算[J]. 中国包装工艺, 2000(6): 37—39.
- PAN Song-nian. Calculate of Storage Time Limit of Obstruct Damp Proof Package[J]. China Package Technology, 2000(6): 37—39.