

# MA60 飞机初始备件 计划方法研究

北京航空航天大学可靠性工程研究所 常文兵

**摘要** 以 MA60 飞机为例论述了国人民用飞机在初始备件计划制订过程中，初始备件项目确定及备件数量计算的方法，该方法为飞机制造厂科学制订初始备件清单提供了科学的依据。

**关键词** 民用飞机 初始备件 备件计划

## 1. 引言

备件计划是备件支援中的一项基础工作，因为备件费用约占维修及其维修支援费用的 60~70%。通过科学制订备件计划，合理配置备件的品种和数量，对于保持飞机的可用状态和降低寿命周期费用均有特殊重要的意义；成功的备件计划管理系统可以在以下方面发挥重要的作用<sup>[1]</sup>：

- 减少因备件短缺而造成的飞机停场，有效提高飞机的可用率；
- 减少备件投资风险，减少备件积压，有效提高备件的利用率；
- 对与之相关的备件库存、商务等产生积极影响；
- 可为制订备件采购、供应等政策与策略提供依据。

本文结合我国国情和 MA60 飞机实际，提出了建立一套科学、合理的初始备件计划管理方法，以保证在尽量少的备件投资下，满足飞机正常营运要求。

## 2. 初始备件项目的确定

备件项目的确定是制定备件计划中一项重要工作。初始备件项目的确定需要综合考虑下述各因素后予以确定。

- 用户对飞机预计的使用要求，包括：单机年飞行时间（飞行小时/起落次数）、飞机架数、备件保障期限；

- 产品可靠性、耐久性，产品 MTBUR/MTBF/MTBR、恢复/报废期限；

- 缺件影响—备件短缺对飞机放飞的影响，NO GO 项目—缺件后不能放飞、GO IF 项目—缺件后在一定条件下放飞、GO 项目—缺件后不影响放飞；

- 产品修理周转期；
- 产品保障概率。

综合上述各因素，按图 1 所示的逻辑决断过程，确定初始备件项目。

## 3. 备件数量计算

根据备件的属性可将备件分为四类<sup>[3]</sup>，即周转件、可修件、消耗件、标准件，不同类型的备件有不同的计算方法，具体如下：

### 1) 周转件的计算

波音、空客对于周转件的计算均按备件需求量服从于泊松分布来计算，同时，实际数据与经验证明，如果产品寿命分布服从于指数分布，则应用该模型计算，可获得满意的结果<sup>[2]</sup>。根据研究，可以认为 90% 以上的产品，其寿命分布服从于或接近于指数分布。

#### (1) 有寿周转件备件需求计算

设 S 为备件需求总量，它是满足式 (1) 的最小整数：

$$\sum_{i=0}^S \frac{\lambda_R^i}{i!} e^{-\lambda_R} \geq \alpha \quad (1)$$

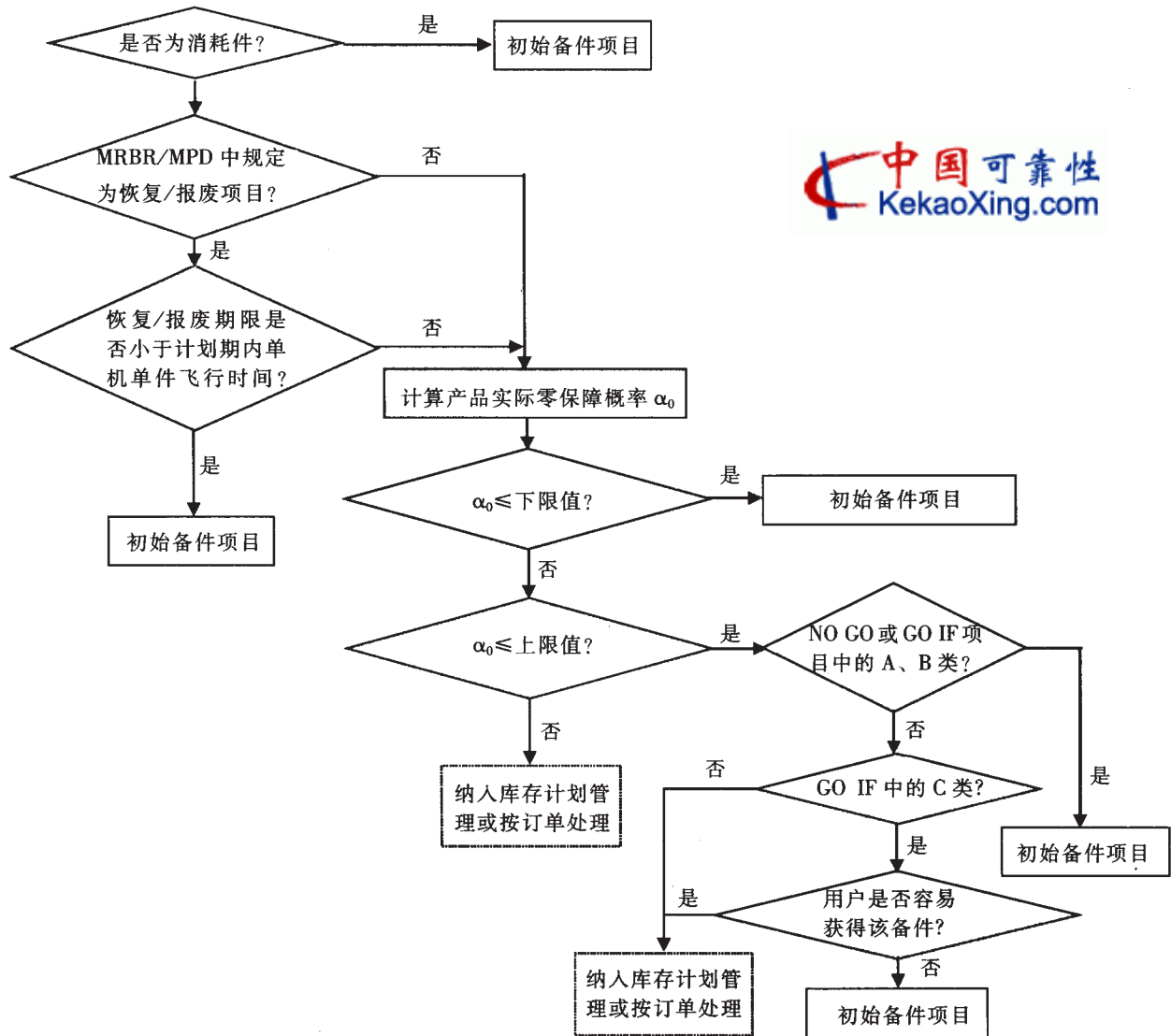


图 1 初始备件项目确定逻辑决断图

$$\lambda_R = \frac{AN \times UN \times FH}{MTBR} \times \left( \frac{TAT}{365} \right)$$

$$\frac{1}{MTBR} = \frac{1}{MTBUR} + \frac{1}{TBR}$$

式中：

- $\lambda_R$ ——备件需求量均值
- $\alpha$ ——保障概率
- $AN$ ——飞机架数
- $UN$ ——产品单机安装数
- $FH$ ——单机在计算时间间隔内预计的飞行时间
- $MTBR$ ——产品平均拆换间隔时间

$MTBUR$ ——产品平均非计划拆换间隔时间

$TAT$ ——产品送修平均周转时间（包括修理和运输时间，天）

$TBR$ ——恢复间隔时间

Q) 无寿周转件备件需求计算

设  $S$  为备件需求总量，它是满足式 (2) 的最小整数：

$$\sum_{i=0}^S \frac{\lambda_R^i}{i!} e^{-\lambda_R} \geq \alpha \quad (2)$$

$$\lambda_R = \frac{AN \times UN \times FH}{MTBUR} \times \left( \frac{TAT}{365} \right)$$

参数说明同上。

## 2) 可修件的计算

可修件是飞机使用单位可以修理的产品, 它也属于周转件范围, 但其需考虑在自行修理过程中拆坏的因素。其计算方法如下:

### (1) 有寿命要求的可修件计算

设  $S$  为备件需求总量, 它是满足式 (3) 的最小整数:

$$\sum_{i=0}^S \frac{\lambda_R^i}{i!} e^{-\lambda_R} \geq \alpha \quad (3)$$

$$\lambda_R = \frac{AN \times UN \times FH}{MTBR} \times \left[ \left( \frac{TAT}{365} \right) \times \left( 1 - \frac{SR}{1000} \right) + \left( \frac{SR}{1000} \right) \times \frac{REPLTIME}{365} \right]$$

$$\frac{1}{MTBR} = \frac{1}{MTBUR} + \frac{1}{TBR}$$

$SR$ ——拆毁率

$REPLTIME$ ——补充订货时间

其它参数说明同上。

### (2) 无寿命要求的可修件计算

设  $S$  为备件需求总量, 它是满足式 (4) 的最小整数:

$$\sum_{i=0}^S \frac{\lambda_R^i}{i!} e^{-\lambda_R} \geq \alpha \quad (4)$$

$$\lambda_R = \frac{AN \times UN \times FH}{MTBUR} \times \left[ \left( \frac{TAT}{365} \right) \times \left( 1 - \frac{SR}{1000} \right) + \left( \frac{SR}{1000} \right) \times \frac{REPLTIME}{365} \right]$$

## 3) 消耗件计算

消耗件是在其故障后, 从经济上衡量不值得修理的产品。消耗件备件需求量, 可用下述三种计算方法进行预测。

### (1) 利用消耗标准计算

消耗标准为平均每架飞机每飞行 2000 小时, 产品所消耗的数量。备件需求量可按式 (5) 计算。

$$\text{备件需求量 } S = \frac{AN \times FH \times C \times T}{2000} \times \beta \quad (5)$$

$C$ ——平均每架飞机每 2000 飞行小时的消耗量

$T$ ——计算保障期限 (年)

$\beta$ ——风险系数, 一般  $\beta = 1.2 \sim 1.5$

### (2) 利用 $MTBR$ 计算

$$\text{备件需求量 } S = FH \times AN \times UN \times \frac{1}{MTBR} \times T \times \beta \quad (6)$$

$T$ ——计算保障期限 (年)

$\beta$ ——风险系数, 一般  $\beta = 1.2 \sim 1.5$

### (3) 利用配备比例计算

$$\text{备件需求量 } S = ES \times AN \times UN \quad (7)$$

$ES$ ——配备比例, 它是一个不大于 1 的数。

以上三种算法可根据数据的拥有情况进行选取。

## 4) 标准件的计算

标准件需求量与其拆换次数及损坏概率有关。

第  $i$  种标准件的需求量按式 (8) 计算。

$$\text{标准件需求量为 } S_i = \lfloor \mu \cdot n_i \cdot N_i \rfloor \quad (8)$$

式中:

$N_i = T/t_i$ : 标准件在计划备件保障期内的拆换次数

$t_i$  为在  $i$  时的检查间隔时间,  $i=1, 2, 3, \dots, m$ 。其中 1、2 分别代表航线检查、 $R$  检, 3 代表  $A$  检, 4 代表  $2A$  检,  $m$  代表  $(m-2)A$  检。 $t_{m-2}$  应小于  $D$  检时间。 $t_1=1.2$  小时;  $t_2=50$  小时;  $t_3=300$  小时……。

$T$ ——计划备件保障期内的飞行小时 (等于: 年计划飞行小时  $\times$  计划年限  $\times$  飞机架数)

$n_i$ ——在第  $i$  种检查中涉及到的产品个数

$\mu$ ——在各级检查间隔时间发现标准件损坏或存在损坏迹象而需更换的概率

## 4. 结论

民用飞机初始备件计划工作由初始备件项目确定和备件数量的确定组成, 最终提交飞机用户初始备件清单。本文结合民用飞机特点论述了初始备件项目的确定方法及备件数量的计算模型, 该方法及模型已在国产新舟 60 飞机初试备件计划中应用, 并完成了国产民机初试备件预测软件的开发工作, 填补了该领域的空白。

## 参考文献

- [1] 吕川, 赵宇, 张坚. 《飞机备件需求量的确定方法》. 北京航空航天大学学报, 1995.
- [2] 杨秉善等. 《备件供应规划要求》. 中国国防科技报告, 1998.
- [3] HB7384-96, 《军用飞机备件配置要求》. 中国航空工业总公司, 1997.