

# 运输航空公司航空器 部件可靠性管理量化评估方案（征求意见稿）

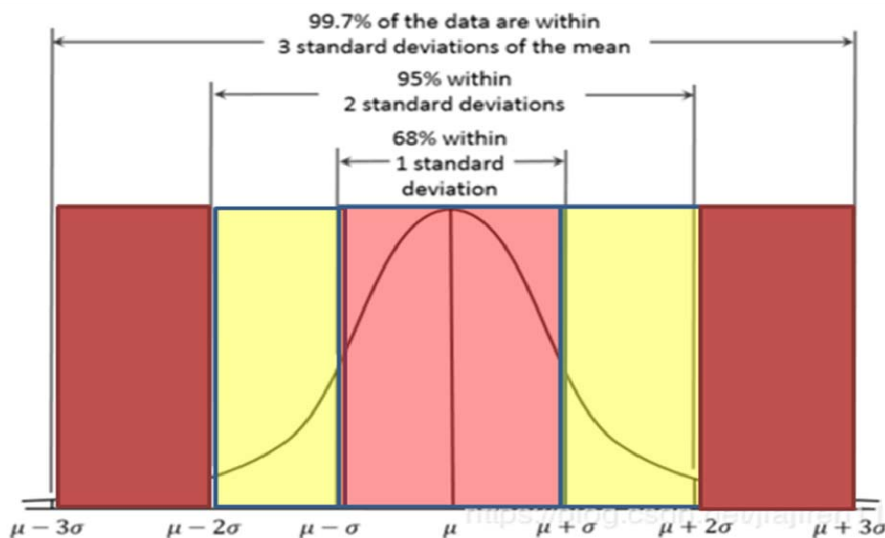
## 一、 背景、思路和目标

今年 8 月，民航局下发《航空器适航与维修信息相关的信息报告和调查》（AC-120-FS-060R2）， 要求航空公司向民航局报告如下信息：使用困难报告、机械原因中断使用汇总报告和维修差错事件。这三个信息能够综合反映航空公司的维修管理水平，其中机械原因中断使用汇总报告能反映各公司航空器部件可靠性管理水平。

理论上，航空器部件使用寿命  $X$  是一个随机变量，在使用寿命期望值  $\mu$  上下波动，并且服从正态分布。

$X = \mu + K\sigma$ ，其中  $\sigma$  为方差。

根据统计学原理，当  $K$  值为 2 时， $X$  介于黄色和粉色区域的概率为 95%；当  $K$  为 3 时， $X$  在有色区域的概率为 99.7%。



对于航空器部件而言，各部件使用寿命期望值  $\mu$  和方差  $\sigma$  是不同的，并且运输航空公司希望每个部件能够使用到原制造厂家给定的使用寿命（期望  $\mu$ ）。当航空器不能使用到其期望寿命值  $\mu$  时就出现故障而必须拆换，此时航空器部件就出现一次非计划拆换。若航空器部件在运行有限时间  $t$ （例如 10000 飞行小时）内出现的次数为  $n$ ，那么就可以用千时非计划拆换率（简称非计划拆换率） $X=1000*n/t$  表征部件可靠性。

在现行的可靠性管理中，航空公司以部件的千时非计划拆换率 ( $X$ ) 来监控部件可靠性。当然，航空器部件非计划拆换率  $X$  可当成一个随机变量，其值也是服从正态分布。

$X = \bar{X} + K\sigma$ ，其中：

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}, \sigma = \sqrt{\frac{\left( \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N} \right)}{N - 1}}$$

$K$  为系数， $\sum$  为求和， $N$  为样本数， $X$  为部件非计划拆换率。

同理，也可以用不安全事件千时率表征一个机队或航空公司的飞机运行状态。从历年统计分析，中南地区机械原因不安全事件千时率平均值为 0.316，2020 年 3 月、4 月和 7 月为 0.62、0.50、0.58，8 月、9 月有下降趋势。

为了提高航空器运行正点率，就必须降低航空器部件故障率。中南局创新管理方法，推出航空器部件可靠性管理量化评估方案，对各航空公司可靠性管理水平进行横向比较。总体思路是依托航空公司现有可靠性方案数据，管理局适航维修处从运输航空公司飞机装机的部

件中抽取选取一定数量的航空器部件，以千时非计划拆换率作为评估对象，分析各部件过去 12 个月的运行数据，计算部件可靠性管理水平分值。

## 二、 航空器部件可靠性管理水平量化评分办法

根据 AC-120-FS-060 R2 咨询通告《航空器适航与维修相关的信息报告和调查》要求，运输航空公司需上报维修信息系统（MIS）数据。这些数据包括但不限于如下部件：此类部件故障导致航空器延误、取消、备降、返航，或者导致发生以下机械事件：中断起飞、复飞、发动机空中停车、火警、空中抛油、紧急下降、客舱释压、重力放起落架或其他需要机组非正常操作的情况；

以各航空公司上报的过去 12 个月非计划拆换率为基准，千时非计划拆换率事件高于过去 12 个月非计划拆换率平均值的部件进入备选监控清单；局方从备选监控清单中选取故障率高、安全影响大的部件纳入部件量化清单，每个机型抽取 10 个部件，共有机型的公司参与横向比较。

对于某个特定的航空器部件，其固有可靠性是一个可测量的值，部件千时非计划拆换率相对稳定。当样本到达足够多时，可以用  $\bar{x}$  表征部件千时非计划拆换率。如果一个航空公司的千时非计划拆换率低于  $\bar{x}$ ，说明这个航空公司飞机上的部件故障率低，从而可认为这个航空公司的部件可靠性管理要比其他公司好，管理水平分值就高。反之，如果一个航空公司的千时非计划拆换率高于  $\bar{x}$ ，从而可认为这个航空公司的部件可靠性管理要比其他公司差，评估分值就低。

基于上述逻辑，可以用下面公式计算公司部件可靠性管理评估分值 M:

$$M=100-5*K \quad (\text{评估分值计算公式})$$

其中:

$$K=(X-\bar{X})/\sigma$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}, \sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N-1}}$$

$\sum$  为求和，N 为样本数，X 为部件非计划拆换率。

非计划拆换率 X 统计以月为周期，评估分值标准基础分为 100 分。公司的部件可靠性评估分值高于 100 分，说明该公司管理水平在平均值之上。

### 三、 部件可靠性管理评估分值计算样例

样例 1 通过统计中南地区航空公司 2018 年 9 月至 2020 年 9 月机械原因不安全事件，利用评估分值计算公式，得出如下统计表:

中南地区航空公司机械原因不安全事件 K 值、评估分值表

月 份	事件 千时率	K 值	评估 分值
2018 年 9 月	0.23	1.13	105.64
2018 年 10 月	0.21	1.13	105.67
2018 年 11 月	0.28	0.47	102.34
2018 年 12 月	0.23	1.14	105.72
2019 年 1 月	0.24	-0.20	99.00
2019 年 2 月	0.18	1.77	108.85
2019 年 3 月	0.19	1.33	106.64
2019 年 4 月	0.22	0.65	103.24
2019 年 5 月	0.23	0.20	101.02
2019 年 6 月	0.26	-0.53	97.34
2019 年 7 月	0.25	-0.39	98.05
2019 年 8 月	0.26	-0.89	95.54

2019年9月	0.16	1.80	109.02
2019年10月	0.30	-1.62	91.92
2019年11月	0.29	-1.29	93.54
2019年12月	0.31	-1.45	92.77
2020年1月	0.30	-1.08	94.58
2020年2月	0.11	2.16	110.82
2020年3月	0.62	-2.80	85.98
2020年4月	0.51	-1.49	92.54
2020年5月	0.36	-0.38	98.12
2020年6月	0.30	0.09	100.46
2020年7月	0.59	-0.12	99.42
2020年8月	0.29	-0.10	99.50
2020年9月	0.34	-0.01	99.95

样例2 假设5个航空公司的某机型装有某个部件，过去12个月的非计划拆换率已知，利用上述的计算公式可以计算K值和M值，计算结果如下表：

航空公司名称	月份1	月份2	月份3	月份4	月份5	月份6	月份7	月份8	月份9	月份10	月份11	月份12	-K值	评估分值
公司1	0.028	0.067	0.028	0.028	0.028	0.067	0.017	0.067	0.028	0.067	0.067	0.029	0.041	100.206
公司2	0.028	0.058	0.145	0.079	0.79	0.23	0.63	0.029	0.079	0.36	0.29	1.56	-0.634	96.828
公司3	0.065	0.065	0.065	0.035	0.065	0.035	0.085	0.065	0.065	0.076	0.076	0.018	0.046	100.231
公司4	0.063	0.031	0.063	0.063	0.063	0.059	0.089	0.031	0.063	0.028	0.028	0.028	0.042	100.209
公司5	0.059	0.026	0.072	0.172	0.072	0.083	0.083	0.026	0.072	0.029	0.029	0.507	-0.170	99.152
中南每月均值	0.0424	0.0576	0.0746	0.0754	0.2036	0.129	0.1808	0.0436	0.0614	0.112	0.098	0.4284	0.028	100.139

从表中分析：公司3得分最高:100.231，公司2得分最低:96.828。中南地区整体得分100.139，在平均线之上，说明这个部件的故障率在平均线之下，呈下降趋势。

#### 四、 部件可靠性管理评估分值的应用和要求

1) 各运输航空公司应按照 AC-121-54 《可靠性方案》收集、统计航空器部件非计划拆换率；

2) 中南辖区各个航空公司应在每月 20 日前上报各公司部件千时非计划拆换率和 SDR 万时率两个表格（见附件）。

3) 中南局适航维修处在每月 30 日汇总相关数据，计算各公司部件可靠性管理评估分值，定期通报。

4) 根据部件可靠性管理评估分值，定量分析出各公司非计划拆换率在中南地区整体水平和变化趋势，为部件可靠性管理提出合理化建议。

附件 航空公司部件非计划拆换率和 SDR 万时率月度统计表

航空公司名称	部件名称	部件件号	部件非计划拆换次数	整个机队部件运行小时	非计划拆换率	SDR 报告次数	SDR 万时率

备注：

1) 每月统计都是报告前一个月的数据；

2) 部件非计划拆换次数指前一个月该类部件在整个机队装机部件的非计划拆换次数，整个机队部件运行小时指机队装机的所有该类部件的运行小时，例如：一架飞机装了两个该类部件，运行小时应该为该飞机飞行小时的两倍。

3) SDR 报告次数指基于该类部件故障而必须按照 MIS 要求上报 SDR 的次数；