

# 直升机试飞阶段安全性分析方法研究

闫军

航空工业哈尔滨飞机工业集团有限责任公司，黑龙江 哈尔滨 150060

**摘要：**直升机的安全性能受到各方的关注，怎样在试飞时期开展安全性评估也是目前首要任务。此篇文章主要是阐述民机适航使用的安全性分析基础上，引进ATA有关标准，改进了区域安全性分析法，明确划分直升机区域原则。按照有关标准创建直升机区域安全检查原则，经过实例有效划分区域原则和安全性检查原则，证明此方法在试飞时期的使用性能，为试飞阶段的安全性提供技术保证。

**关键词：**直升机；试飞阶段；安全性分析

直升机结构和功能不断复杂，系统交互关系逐渐递加，直升机安全性受到各方的重视。民机安全性能随着适航条件的发展趋向于成熟，适航条款要求为直升机设计安全性提供参考，评估民机系统安全性的方法适用军机研制，便于军机更好的操作安全性，把安全性分析法应用在试飞直升机上也属于可行途径。

## 一、分析民机常用安全性方法

在研制民机设计时为遵从适航标准，需要从概念设计时期提出设计安全性能目标和标准，直到符合验证时期设计符合安全要求，包含定量分析和定性分析。民机安全性评估范围应用安全性定性分析方法包括特殊风险分析、功能危险分析以及特殊风险分析等。区域安全性分析是指按照特定分析准则和流程，对在样机上的人为划定区域，考虑维修失误、设备安装以及外部环境变化等，分析系统运行安全性。开展区域性分析的目地是对飞机各区域开展相容性检查，检查各系统设备安装是否符合设计要求，判断相同区域内系统间的影响程度，研究维修失误的可能性，及时发现不安全因素，提出意见，避免新设计受到其他因素影响，让飞机系统间的完整性和相容性得到保证。

## 二、划分单旋翼尾浆直升机范围

我国区域安全性分析方法判断标准是《飞机区域安全性分析》，飞机划分区域指导理念是：划分区域应从维修和检查角度考虑。区域划分通常是将飞机隔框、地板以及梁等界面当做边界。分析传统区域安全性只是遵照区域划分原则，此种方法实施目地模糊、可操作性弱。根据ATA2200飞机区域安全性划分，应遵循合理以及简单的原理。对于隔框、地板以及梁等有形边界，应确保所给区域要做好全面仔细的分析，判断故障影响度以及危险性。划分区域应简单明了，按照组件划分实际边界，比如按照隔板、客舱地板、操纵边界面等，划分机身部分时，不可把主要隔船划分在不一样的区域，区域边界应展现出结构关系，例如特定用途舱门不能划分至其他区域，和机身连接的零组件要有专属机身区域。某些型号飞机要按照区域划分遵循有关原则，在参考原则后联系直升机航空器特征，细化区域划分，确立直升机区域划分原则。

第一，排列区域划分应具有逻辑性和简单性；第二，区域划

分能够接受航空器；第三，区域划分是为完成维修任务，并且便于统计区域内的故障；第四，在燃油箱、驾驶舱等大量工作区域，要单独划分；第五，各区域要通过有形边界定义；第六，区域边界应让有关结构封闭在内，例如舱门侧壁，不可被区域边界分割。检查准则是区域安全性检查评价过程的核心，同时也是分析区域安全性的根据，要考虑设备影响、区域温度变化、加速度影响等产生的后果，并且要考虑设备安装固定以及导线的等共同性质，明确部件安装、系统安装以及系统间干扰性等作为基础，制作单旋翼尾浆直升机区域安全性分析原则。

## 三、应用案例

### (一) 划分区域

单旋翼尾浆直升机机身结构：前机身是由1框隔成前地板，安装是蓄电池等设备，使用2框隔成两个驾驶员舱，分成前驾驶舱和后驾驶舱，后驾驶舱仅为设备舱，地板下属于操纵系统杆系；动力舱内是由减速器、发动机和灭火系统以及滑油系统等组成；中机身是在3框和5框间，中机身前和前机身连接，中机身和后尾梁连接，上方和整流罩连接，由设备舱和油箱舱构成。油箱舱是储备飞行用燃油，设备舱是由4框、5框以及左右侧纵梁等组成。短翼传递悬挂物以及引起的载荷，短翼是由前缘、后缘以及上面板、下面板等构成。前缘蒙皮和后缘蒙皮能够快速拆卸，给附件安装以及副油箱管理提供空间。按照直升机区域划分原则，遵守直升机机体结构，包括动力舱、前机身、后机身等五部分，从维修、系统布局等角度出发，详细划分区域：

第一，各区域设备维修方式不同，可把前机身划分成三个区域，即下设备舱、机头设备舱和座舱，编辑1-3区；第二，为保持原动力舱不便，需要整体维护传动装置和发动机，将其记为编号4区；第三，联合短翼同时为附件安装和副油箱管理提供空间，把短翼和机身合并在一起，并且把4框划分成两个区域，记做5区和6区；第四，原机身维持不便，将其记为7区；第五，在机身地板下铺设电缆和操纵杆，将其记为8区。

### (二) 制定准则

分析安全性的核心是分析区域安全性的系统专用准则和通用准则。按照国家标准定制直升机区域安全检查的专用准则和通

用专责。

#### 四、分析结果

直升机试飞科目影响着直升机产品状态和直升机性能，因袭要融合直升机试飞科目安排结构强度试飞、航电系统试飞以及燃油系统试飞等。安全性检查时间点需要在完成试飞科目后进行，应做到全部进行安全性检查。

全部做完安全性检查后，共发现存在的问题有 16 条以上，研制部门需要对于出现的问题更改设计，若是后续试飞未再出现问题，则应针对试飞期出现的故障数据，得出安全性评价的结论有：

第一，试飞期间出现的故障未造成系统间干扰，证明系统防干扰措施做得好；第二，在试飞时期，操纵杆系、减速器以及发动机等部件未有外来物进入、发动功率瞬间改变杆系卡带等情况，则证明直升机安全性能良好；第三，在试飞期间未有连接和安装等人为失去，直升机防差错设计安全有效，维护设计安全性有效。根据文中案例比较直升机区域划分准则建立结果和实际试飞结

果比较得知，实验方法有着较高的安全性、评估准确性，可以快速解决试飞时期直升机安全评估问题，有着工程实用性，同时此种方法具备通用性，可在试飞时期的其他型号中进行安全性评估。我国未规范安全性评价，也未将直升机安全性问题标准和工程理论问题解决，有关直升机型号的贯彻也不及时，成功经验少。但是民机安全性能发展成熟，适航条款符合直升机标准，因此民机系统安全评估方法适用于研制军机，同时军机安全性工作也有着超强的操作性，分析安全性方法使用在试飞阶段有着可行性，我国需要重视直升机系统结构和功能，提高安全重视力度，并且使用方和承制方也需要重视直升机的安全性能，为其提供资金和技术保证。

#### 结束语：

综上所述，这篇文章是通过民机领域理论，探究民机安全性方法可适用时期，提出在试飞时期应用区域，同时以此作为基础，明确划分直升机区域，创建检查直升机区域安全准则，比较直升机区域划分准则案例结果和试飞结果，此方法有着较高的安全性和准确性，从而解决试飞时期直升机安全评估问题，有着超强的工程使用性和通用性。

#### 参考文献：

- [1] 王守敏.直升机试飞阶段安全性分析方法研究[J].军民两用技术与产品,2016,(8):27,48.
- [2] 王斌.直升机失事应急救援路线双目标优化的分析[J].军民两用技术与产品,2018,(2):29.
- [3] 宋志民.直升机吊挂运输的安全性分析与研究[J].黑龙江科技信息,2017,(9):36.
- [4] 张娟,詹月玫,王咏梅.2014-2016年世界直升机事故统计及分析[J].直升机技术,2017,(3):68-72.
- [5] 曹顺安,陈捷宇,胡宁.基于 STPA 的直升机燃油系统运行风险分析[J].质量与可靠性,2017,(6):23-27.
- [6] 井雅洁.直升机全动平尾控制系统故障模式、影响及危害性分析[J].机械研究与应用,2017,30(6):169-171,173.