

舰载机机舰适配性体系研究

郭润兆*, 段卓毅, 李小卫

中航工业第一飞机设计研究院, 陕西 西安 710089

摘要: 针对固定翼舰载机和采用弹射装置的大型航母, 分析了舰载机与航母之间的约束接口关系, 提出了较为完整的舰载机机舰适配性研究框架。该体系框架涵盖了量化的机舰适配性设计要素, 为舰载机的全程研制提供了指导和依据。

关键词: 舰载机; 机舰适配性; 体系框架; 约束接口

中图分类号: V271.4+92 文献标识码: A 文章编号: 1007-5453 (2014) 03-0010-4

航空母舰是以舰载机为主要作战武器的大型水面舰船。在这个尺度有限的海上浮动平台, 舰载机需要在紧张的作业周期内, 与数十架各型舰载机高效有序地完成各种舰面操作和维修保障。因此, 舰载机除了必须具备陆基飞机的共性设计特点外, 还要满足各种舰面使用要求, 即实现机舰适配, 以充分利用舰面资源, 在航母作战体系中发挥出最大效能。

1 机舰适配性概念

狭义上的机舰适配性是指舰载机和航母在设计及使用中各种约束接口的兼容性, 包括各型舰载机在进行弹射、回收、调运、补给、维修和特情处理等操作时, 在几何、结构、性能、功能等方面与航母及舰面设备之间的各种使用协调关系。从广义来讲, 舰载机还需要与航母进行作战指挥信息交互、舰面保障控制、电磁兼容与防护等方面的适配性工作, 才能真正上舰并形成战斗力。

在舰载机的设计流程中, 机舰适配性不宜被当做一个常规专业来对待, 而是一个以“与航母及设备相匹配、具备高效舰面操作、方便舰上维护保障”为目的, 而开展的综合设计、机舰协调和验证评估的一个研究范畴。从机舰适配性约束的性质而言, 包含了定性约束和定量约束; 从约束范围而言, 既有规范性的通用要求, 又有航母对飞机的特殊要求。任何一类机舰约束所涉及的专业很多且处理流程复杂。

对机舰适配性进行体系规划, 不但有利于细化约束接口, 优化设计流程, 使适配性问题得到综合化分析, 还可以作为机

舰沟通桥梁, 对航母提出要求, 使其提供良好的舰面环境。

2 机舰适配性体系组成

根据机舰适配性要素的特点, 并结合飞机各专业需要考虑的机舰约束, 构建的机舰适配性总体框架见图1。在飞机研制的不同阶段, 接口约束需要通过机舰协调不断检查和修正。

2.1 舰载机顶层要求及主要指标的适配性

舰载机的设计要求及设计指标, 很大程度上受到了航母编队作战需求的影响。机舰双方在适配性设计及协调中, 需要了解双方的任务使命、使用模式等顶层定位, 综合各型机的基本指标要求(包括飞行性能、作战性能、四性和综合保障等), 作为航母适配性设计及舰面保障规划的依据, 从而确定飞机在航母编队中的配置以及保障资源的优先程度。

2.2 舰载机平台相关适配性

与舰载机平台相关的机舰适配性研究主要涉及舰载机的布局外形(含起落架)、重量重心、气动特性、性能参数等, 具体参数构成见图2。

从图2中所述参数及其特性出发, 需要针对起降、驻留、调运等舰面操作过程中, 与航母布局及相关设备进行几何、性能和功能等方面的机舰适配性分析, 以得到机舰之间量化的约束接口关系。

(1) 弹射起飞

对于采用前轮拖曳式弹射起飞的舰载机, 需要与航母的弹射装置协调: 离舰速度及甲板风要求, 弹射能级要求, 弹射

收稿日期: 2013-07-05; 退修日期: 2013-11-10; 录用日期: 2014-02-28

*通讯作者. Tel.: 029-86832378 E-mail: guo519@tom.com

引用格式: GUO Runzhao, DUAN Zhuoyi, LI Xiaowei. Study on adaptation system of carrier-based aircraft[J]. Aeronautic Science and Technology, 2014, 25(03): 10-13. 郭润兆, 段卓毅, 李小卫. 舰载机机舰适配性体系研究[J]. 航空科学技术, 2014, 25(03): 10-13.

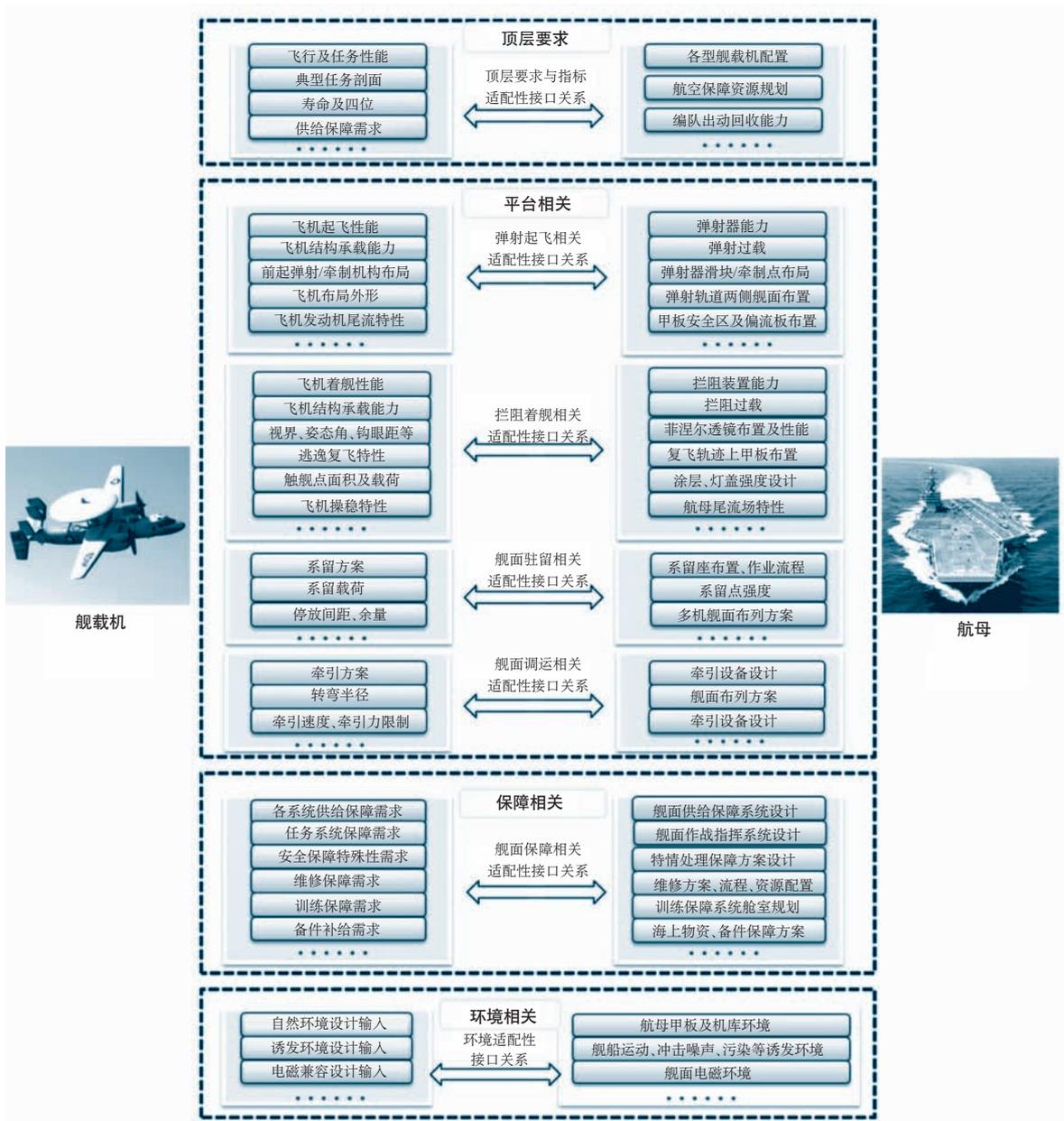


图1 机舰适配性总体框架

Fig.1 Adaptation framework between carrier and aircraft

后甲板端距要求,过载峰值及过载变化率要求,以及对航母运动特性的要求等,作为弹射工况的设计输入。

为使弹射器与多型舰载机相匹配,需要考虑多型机的弹射角/牵制角要求、弹射时机轮载荷和轮印尺寸,牵制杆啮合速度,前起轮胎内外间距与Y形区导轨宽度的关系等因素。

舰载机在弹射过程中,可能受到机身位置不正、起落架故障或者侧风等影响,飞机两侧机翼、外挂物、螺旋桨等机构扫过的轨迹,需要与弹射区甲板上的灯光盖、供给盖、限制梁、弹射控制台、光学助降系统背景板等,具有规定的安全间隙。

偏流板用于遮挡处于起飞位的舰载机尾喷流,其设计需

要考虑:机轮对偏流板的作用载荷,起飞工况下尾喷流的温度和速度分布、喷射时间,尾喷口距偏流板的距离,偏流板冷却速度等。为保证对本机及偏流板后方飞机和人员的安全,需要优化偏流板尺寸和升起角度。

(2) 拦阻着舰

与弹射装置相同,拦阻装置需要针对各机型不同的着舰重量和速度进行工况设计和优化,需要与飞机协调:拦阻啮合速度及甲板风要求,拦阻装置能级要求,拦阻峰值过载及过载变化率要求,着舰偏心偏航限制,以及对航母运动特性要求,作为拦阻工况的设计输入。



图2 舰载机平台相关适配性所涉及的参数

Fig.2 Adaptation parameters of Carrier-based aircraft platform

光学助降装置是舰载机着舰的必要设备,需要根据各型机的着舰姿态角、下滑角、钩眼距、钩/甲板间隙、视界等,确定助降装置的性能参数以及与拦阻索合理的相对位置。

航母着舰区及停机安全线,需要根据舰载机最大翼展和着舰精度来确定。飞机逃逸复飞过程中,越过斜甲板尽头时,需要检查飞机掠过轨迹与舷侧设施是否存在干涉。

由于受到飞机起落架法向载荷冲击,着舰区甲板的强度设计需要考虑着舰时的机轮载荷和轮印尺寸。甲板涂层则需要考虑拦阻钩钩头对甲板的冲击载荷。

为保证进场着舰安全,还需要协调飞机操稳特性对航母后部尾流场特性的要求。

(3) 驻留操作

舰载机在舰上具有航渡、风暴、试车、升降机转运、顶起、调向转盘等驻留状态。为确定各状态系留方案及系留载荷,需要考虑:规定海况下飞机所受的气动载荷、舰对飞机的惯性载荷,甲板的系留点布置,系留安装余量和停放间距等。此外,舰载机进行发动机试车、雷达开高压测试等检测工作时,需要与航母协调专用的驻留区以及相应的供给保障。

(4) 调运操作

舰载机在着舰后进入停机区前和离开停机区后,可依靠动力自主滑行。在飞行甲板和机库布列、升降机调运时,则需要使用牵引车辆。飞机的调运需要与航母协调:自主滑行速度及转向特性,牵引形式、牵引速度及转向特性,最大许用牵引力,甲板凸出物高度限制,调运时对母舰运动特性的要求等。

2.3 系统级保障约束接口

系统级适配性工作从舰载机各系统的任务性能与配置方案出发,通过与航母相应保障支援系统的协调,对机舰之间的供给保障、作战保障、安全保障、维修保障、生活训练保障、后勤保障等约束接口进行明确。

(1) 供给保障

提出并协调飞机各系统对燃料、滑油、电源、液压、液冷、空调气、氧气、氮气、压缩空气、冲洗液、淡水等舰面保障资源的需求,明确加注/排放方式、接口形式、速率、压力、品质、任务消耗、采样检测、存储条件等具体要求。

(2) 作战保障

各型舰载机需要与航母编队作战指挥环境、作战模式、信息类型、信息容量、信息交互方式、信息体制等进行协调,并保证与航母编队作战指挥关系、指挥协同模式和方法、指挥授权原则等相匹配,实现作战指挥信息融合。

(3) 安全保障

防静电要求需明确飞机接地要求、地桩、数量、位置。灭火要求需明确针对性的灭火方式和灭火剂成分。危险品要求需要明确随机上舰的危险品种类、化学成分、保障条件等。特殊情况需要针对机型明确拦阻网形式、失事后切割、整机与设备吊起等。海上救生需要明确飞机及空勤人员的救援方式、配置、时间要求、信标接收机参数等。

(4) 维修保障

舰载机舰上维护首先需要明确维修体制,进而明确舰上维护的主要内容,包括:维护项目、维护时机、是否离位维护、维护作业环境要求等;维护设备工具的型号、数量、尺寸、重量、包装、存放、供给接口等;上舰备件的名称、型号、数量、功能用途、存放要求等;此外,还需要对主要维护保障作业流程及时序进行协调,提高全舰航空保障工作的效率。

(5) 生活/训练保障

对空勤人员的生活及训练需求,尤其理论训练和模拟训练需求进行协调,确定舱室配备、设备组成、设备尺寸重量、供给接口需求等。

(6) 后勤保障

协调明确舰载机所需的地勤及空勤人员的组成、数量及分工。

协调明确需要海上补给的物资、备件的名称、数量、尺寸、重量、包装、补给周期等。

2.4 舰面环境要求

舰面环境主要包括自然环境、诱发环境、电磁环境。舰载机在使用寿命周期内都与舰面环境密切相关。

(1) 自然环境

舰载机所面临的自然环境影响包括:安全舰面操作的海况,甲板及机库使用环境的温度、湿度、风速、降雨雪量、冰雹、盐雾、霉菌、日照辐射等。

(2) 诱发环境

舰载机在舰面受到的诱发环境影响包括: 舰船运动特性, 舰船受到的波浪、爆炸、发射等冲击, 舰面设备震动/颠簸, 舰面设备或舰载机的噪声、污染物排放, 不同舰载机尾喷流, 甲板外来物损伤、光源照射等。

(3) 电磁环境

舰载机在航母编队中需要考虑的电磁环境问题包括: 机载/舰载雷达、雷达告警、通信、导航等设备配置的频谱规划和乱真发射控制, 抗强电磁环境、防雷电、抗干扰等设计; 静/动态接地、绝缘要求; 适应全舰电磁兼容管理。

3 机舰适配性的验证与评估要求

舰载机所有的机舰适配性设计要素需要通过验证和评估, 并得到飞机使用方的认可。但全机的陆基试验和舰上试验, 不但受到试验条件建设的限制, 同时不能在飞机的方案设计阶段及时作出改进反馈, 带来潜在的风险和改进成本。因此, 需要在飞机方案设计阶段就要开始建立机舰适配性评估手段, 包括完备的仿真手段, 作为适配性专项试验的补充。

对于定性的设计要求, 需要在总体和系统/设备的阶段性审查时, 组织使用部门和专家对机舰适配性定性要求进行符合性检查和专项评审, 确保设计要求落实到方案中。

4 结束语

通过对机舰适配性体系的梳理和论述, 形成了基于机舰协调的跨多专业的研究框架。基于此体系框架, 舰载机承研单位需要统一规划适配性设计、分析、评估及试验工作, 在飞机研制的各个重要节点, 适时开展适配性评估和试验, 形成对飞

机研制的有效支持。

AST

参考文献

- [1] 王钱生. 航母适配性的基本设计要求[J]. 飞机设计, 2006, (6): 32-35.
WANG Qiansheng. Basic design requirements of adaptation for carriers[J]. Aircraft Design, 2006, (6): 32-35. (in Chinese)
- [2] 渔翁. 舰机适配性对航母设计的影响[J]. 现代舰船, 2006, (10): 33-38.
YU Weng. Impact on carrier design of adaptation between carrier and aircraft [J]. Modern Ships, 2006, (10): 33-38. (in Chinese)
- [3] 潘涵, 宋东安, 邢芳, 等. 国外舰载机电磁安全性研究[J]. 舰船科学技术, 2009, (3): 150-153.
PAN Han, SONG Dongan, XING Fang, et al. Research on electromagnetic safety for foreign carrier-based aircraft[J]. Ship Science and Technology, 2009, (3): 150-153. (in Chinese)
- [4] 谢文娇. 舰载机舰机适配性分析[J]. 国际航空, 2013, (1): 27-30.
XIE Wenjiao. Analysis of adaptation between carrier and aircraft for carrier-based aircraft[J]. International aviation, 2013, (1): 27-30. (in Chinese)

作者简介

郭润兆(1982—) 男, 工程师, 硕士。主要研究方向: 飞机气动布局设计。

Tel: 029-86832378

E-mail: guo519@tom.com

Study on Adaptation System of Carrier-based Aircraft

GUO Runzhao*, DUAN Zhuoyi, LI Xiaowei
AVIC The First Aircraft Institute, Xi'an 710089, China

Abstract: In Based on the fixed wing carrier-based aircraft and large carrier with catapult, the constraint interface between aircrafts and carrier is analyzed and a carrier-based aircraft adaptation system architecture is proposed. This system architecture, which involves quantized adaptation design factors, provides guidance and basis for the carrier-based aircraft design.

Key Words: carrier-based aircraft, adaptation, system architecture, constraint interface

Received: 2013-07-05; Revised: 2013-11-10; Accepted: 2014-02-28

* Corresponding author. Tel.: 029-86832378 E-mail: guo519@tom.com