

舰载机装备系列丛书

国外舰载机使用保障

海军装备部飞机办公室 编
中国航空工业发展研究中心



航空工业出版社

《舰载机装备系列丛书》

国外舰载机使用保障

海军装备部飞机办公室
中国航空工业发展研究中心
编

航空工业出版社

北京

内 容 提 要

舰载机综合保障技术是舰载机关键技术之一。开展舰载机综合保障工作的主要内容包括:综合保障的规划与管理、保障性设计与分析、研制与提供保障资源、飞机的部署保障和保障性试验与评价等。

本书从国外舰载机综合保障技术的发展现状出发,阐述了这些技术的基本原理、特点、应用状况与发展前景,详细介绍了开发基于建模与仿真的保障性分析技术和保障性试验与评价技术等关键技术。

本书可作为航空院校有关专业的教材,对从事相关研究的工程设计人员和军队相关人员也有重要的参考作用。

图书在版编目(CIP)数据

国外舰载机使用保障 / 海军装备部飞机办公室, 中国航空工业发展研究中心编. —北京: 航空工业出版社, 2008.1

(舰载机装备系列丛书)

ISBN 978-7-80243-094-5

I. 国… II. ①海…②中… III. 舰载飞机—工程保障
IV. V271.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008) 第 002783 号

国外舰载机使用保障

Guowai Jianzaiji Shiyong Baozhang

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行部电话: 010-64919539 010-64978486

北京盛通印刷股份有限公司印刷

2008 年 1 月第 1 版

开本: 787 × 1092

印数: 1—3000

1/16

印张: 8.125

全国各地新华书店经售

2008 年 1 月第 1 次印刷

字数: 136 千字

定价: 56.00 元

序

航母编队是一种以舰载机为主要作战武器的大型水面舰艇编队，自诞生之日起，一直在争议中曲折前进。有史以来，还没有哪一类作战武器能够像航母编队那样，集各类作战飞机、水面舰艇和潜艇于一体，遂行多种作战任务。几十年来，它一直是战争的主旋律和最强音，究其原因，它把作战飞机的高度机动能力和大型水面舰艇在海上的持久活动能力有机综合起来，符合未来信息化战争协同、联合的作战理念，大大增强了编队的制空、制海和综合攻防能力，是实现海上纵深防御和远海机动作战不可或缺的装备。海洋世纪的来临，航母编队将在保卫海洋国土，维护海洋权益，保护海上交通要道安全方面，彰显其无以伦比的作战威力，是国家综合实力的重要组成部分。

就舰载机而言，在活动“机场”的投送下，能够深入地球的每一个角落遂行多种作战任务，正是由于舰载机作战能力的不断提高，功能不断拓展，战场上的前方和后方、进攻和防御的界限逐渐模糊，战争面貌发生了深刻的变化。追索舰载机的发展历史，研究其发展规律，对海军航空兵的发展将起到以史为鉴的作用。

至今，海军航空兵与舰载机发展了近一个世纪。1910年末至1911年初，美国海军飞行员尤金·伊利（Eugene Ely）驾驶“金鸟”号双翼飞机先后利用“伯明翰”号巡洋舰和“宾夕法尼亚”号装甲巡洋舰，完成人类历史上飞机首次从舰上起降飞行，拉开了舰载机和海军航空兵发展的序幕。近一个世纪以来，舰载机的发展步伐从未停顿，飞机性能也随着航空技术的进步不断提高，从只能执行单一任务发展到多用途，海军航空兵的舰载机从单一机种发展为多机种组成的舰载机联队，从单独海上作战发展为在复杂电磁环境下海空岸联合作战。舰载机担负的作战任务也越来越广，涵盖防空、反舰、袭岸、反潜、电子战、预警侦察和空中指挥等，成为航母作战编队攻防体系的核心。舰载机是随着作战理论、科技水平和战争实践的发展而逐步走向辉煌的，最初受“巨舰大炮”思想的影响，舰载机发展缓慢，然而，通过第二次世界大战中一系列大型海战的实践，使舰载机的作战能力得到了充分的检验和展现，彻

底击碎了“巨舰大炮”作战思想，舰载机决定海战胜负的思想逐步得到认同。第二次世界大战后，随着舰载机喷气化的发展，西方军事强国先后发展了多型喷气式舰载战斗机，较第二次世界大战时的活塞螺旋桨战斗机，性能有了很大提高，在朝鲜战争、越南战争中发挥了重大作用。

20世纪70年代以来，西方军事大国先后发展了F-14“雄猫”、F/A-18“大黄蜂/超级大黄蜂”、苏-33、米格-29K、“阵风”M等一批具有第三代、三代半作战能力的舰载战斗机。这些舰载机采用了先进的航空电子技术，具有超视距精确攻击能力，能够在复杂的环境下执行作战任务；同时先后出现了预警机、电子战飞机、反潜巡逻机等各类舰载飞机，形成了功能完备的舰载机联队，使航母编队具有更加完善的攻防能力。随着现代航空科学技术和电子信息技术的迅猛发展，以网络中心战为主要特征的信息化战争模式已经进入我们的视野，舰载机的发展正在经历一个更新换代过程。美国海军从2002年开始，逐步用F/A-18E/F替代F/A-18C/D和F-14，其中F-14已经完全退役；在F/A-18F基础上改进研制了EA-18G，将极大提高美国航母舰载机编队的电子对抗能力；正在研制的F-35C舰载联合攻击机，将成为下一代高性能航母舰载机的主力，与F/A-18E/F形成高低搭配；以E-2C“鹰眼”预警机为基础，改进研制更高性能的E-2D“先进鹰眼”舰载预警机，无不显示着紧跟信息化战争的步伐。此外，美国还积极研发舰载无人作战飞机，于2007年8月正式宣布X-47B作为美国海军的舰载无人机。

经过近百年的实践，世界主要海上军事强国已在航母舰载机装备、技术和作战使用等领域积累了丰富的经验。由海军装备部飞机办公室和中国航空工业发展研究中心组织专家编著的这套10册的《舰载机装备系列丛书》，涵盖了近期国外舰载机装备、关键技术、飞行员培训、使用保障、作战指挥的发展现状和趋势等多方面内容，希望能对舰载机感兴趣的专家学者有所帮助，有益于我们学习和借鉴国外先进的技术和经验，对加快我国海军航空兵建设和装备发展起到积极的作用。

张永毅

前 言

与陆基飞机相比，舰载机有许多明显不同的使用环境特点，比如，海上气候恶劣多变、舰载战斗机要在远比陆地机场小得多的航母甲板上起降、要在非常有限的空间内完成维护和保障工作等。由于在使用环境上存在的这些巨大差异，使得舰载机有着许多特殊的关键技术，综合保障技术就是其中之一。

以美国为代表的西方国家对舰载机综合保障技术极其重视，并成功地将其运用于舰载机系统工程实施的各个阶段。从舰载机设计开始，就成立综合保障管理机构，制定综合保障计划，提出综合保障与保障性要求。在舰载机研制过程中，全面开展保障性设计与分析、保障性试验与评价，并贯穿到全寿命周期中。美国在50多年的喷气式舰载战斗机研制发展历程中，逐渐形成了一整套科学合理的设计技术与方法，代表了国际舰载机综合保障技术发展的先进水平。

本书以舰载机使用保障技术的研究工作为基础，着眼于国外舰载机综合保障技术的发展现状和未来，阐述了这些技术的基本原理、特点、应用情况和发展前景，详细介绍了开发基于建模与仿真的保障性分析技术和保障性试验与评价技术等关键技术的情况。

本书是集体智慧的结晶，参加编著的人员都是从事相关领域研究工作的专家，在编著和出版过程中得到了海军和中国一航领导的大力支持，在此表示感谢。

如本书中存在不妥之处，恳请读者批评指正。

目 录

第一章 综合保障的内涵与工作内容

- 第一节 综合保障的定义、内涵与综合保障要求 2
- 第二节 综合保障与可靠性、维修性和保障性的关系 4
- 第三节 综合保障工作的内容 6

第二章 美军舰载机综合保障

- 第一节 美军舰载机综合保障工作的发展 8
- 第二节 美军舰载机综合保障工作的实践 14
- 第三节 舰载机综合保障工作的关键技术 39

第三章 信息技术在舰载机舰面维修和供应保障中的应用

- 第一节 装备维修保障信息化 72
- 第二节 信息化的维修与保障技术 77
- 第三节 信息技术在航空母舰和舰载机舰面维修与供应保障中的应用 97

- 参考文献 122

第一章
综合保障的内涵与
工作内容



第一节 综合保障的定义、内涵与综合保障要求

综合保障，美军称为综合后勤保障（Integrated Logistics Support, ILS）。《可靠性维修性保障性术语》（GJB 451A）对综合保障的定义：“在装备的寿命周期内，综合考虑装备的保障问题，确定保障性要求，影响装备设计，规划保障并研制保障资源，进行保障性试验与评价，建立保障系统等，以最低费用提供所需保障而反复进行的一系列管理和技术活动。”综合保障的主要任务包括：以保障要求影响装备设计，确定装备的保障性要求，规划并开发保障资源，为装备使用提供所需的经济有效的保障。综合保障的最终目标，是以可以承受的寿命周期费用，满足装备的战备完好性要求。

综合保障的内涵主要体现为综合设计、同步交付、全寿命管理和通力协作。

(1) 在装备研制过程中及早综合考虑保障性问题，开展装备与保障的综合设计，使设计的装备容易保障和便于保障，以实现用最少的费用和最有效的保障方式来满足装备的战备完好性要求。

(2) 在装备研制过程中，要考虑装备所需的保障条件和保障资源，在装备设计与制造中，同时开展保障资源的设计与制造，以实现装备与保障资源的同步交付。

(3) 综合保障工作贯穿于装备的全寿命周期，是一个反复迭代的过程，是装备全寿命全系统管理的集中体现。

(4) 综合保障不仅是一个工程技术问题，更主要的是体现了一种新的装备管理思想。它涉及面很广，需要由装备的使用部门、订购部门和研制部门通力协作，从顶层推动。

在军用飞机研制中，开展综合保障工作通常需要涉及规划保障，人力与人员，供应保障，保障设备，技术资料，训练与训练保障，计算机资源保障，保障设施，包装、装卸、储存和运输，设计接口等10个要素。其中，规划保障和设计接口是保障性分析过程的一部分，其余8个要素包括

了直接影响飞机战备完好性目标实现的全部后勤保障资源。

a.规划保障 从确定装备保障方案到制定装备保障计划的工作过程。包括规划使用保障和规划维修。

b.人力和人员 平时和战时使用与维修装备所需人员的数量、专业及技术等级。

c.供应保障 规划、确定、采购、储存、分发并处置备件、消耗品的过程。

d.保障设备 使用与维修装备所需的设备,包括测试设备、维修设备、试验设备、计量与校准设备、搬运设备、拆装设备、工具等。

e.技术资料 使用与维修装备所需的说明书、手册、规程、细则、清单、工程图样等的统称。

f.训练与训练保障 训练装备使用与维修人员的活动与所需的程序、方法、技术、教材和器材等。

g.计算机资源保障 使用与维修装备中的计算机所需的设施、硬件、软件、文档、人力和人员。

h.保障设施 使用与维修装备所需的永久性和半永久性的建筑物及其配套设备。



图1-1 AV-8B飞机停在两栖攻击舰上



图1-2 停在航母上的F/A-18舰载战斗机

i.包装、装卸、储存和运输 为保证装备及其保障设备、备件等得到良好的包装、装卸、储存和运输所需的程序、方法和资源等。

j.设计接口 包含有关保障的设计要求(如可靠性、维修性等)与战备完好性要求和保障资源要求之间的相互关系。

第二节 综合保障与可靠性、维修性和保障性的关系

一、综合保障与可靠性及维修性的关系

综合保障和可靠性及维修性都是为了实现装备的战备完好性和任务成功性而形成的工程领域,它们的功能范围不同,但有着密切的联系。可靠性及维修性是综合保障的设计接口,也就是说综合保障通过可靠性及维修性设计来影响飞机设计和保障资源的设计。因此,必须根据飞机的战备完好性开展相关的可靠性及维修性设计分析工作。同时,要将有关的设计分析结果提供给保障性分析,作为规划和优化保障资源的依据。

二、综合保障与保障性的关系

飞机的保障性指的是飞机的设计特性和计划的保障资源满足平时战备完好性和战时利用率要求的能力。其中，飞机与保障有关的设计特性包括可靠性、维修性、测试性、运输性、自保障特性和其他特性；计划的保障资源指的是在飞机设计中规划飞机投入外场使用时所需的保障资源，包括人力和人员、保障设备、供应保障、技术资料、保障设施等；平时战备完好性要求指的是平时训练与飞机战备值班时飞机具有良好的使用可用度或能执行任务率（MCR）的要求，而战时利用率要求则指对飞机具有快速出动、高出动强度（高出动架次率）和高部署机动性的要求。为了满足使用要求还必须制定维修保障方案，包括维修任务分配、维修场地部署和维修保障管理等。概括地说，飞机保障性是一种与飞机保障有关的设计和使用的综合特性，如图1-3所示。

从保障性和综合保障的定义可以看出，保障性是装备的一种综合特性，它包括装备自身的保障设计特性和保障系统的特性，强调装备要容易保障并且能够得到保障。综合保障是围绕装备保障而开展的一系列管理和技术活动，其主要任务是从保障的角度影响装备的设计并规划保障。因此，保障性目标的实现，有赖于有效地开展综合保障工作。

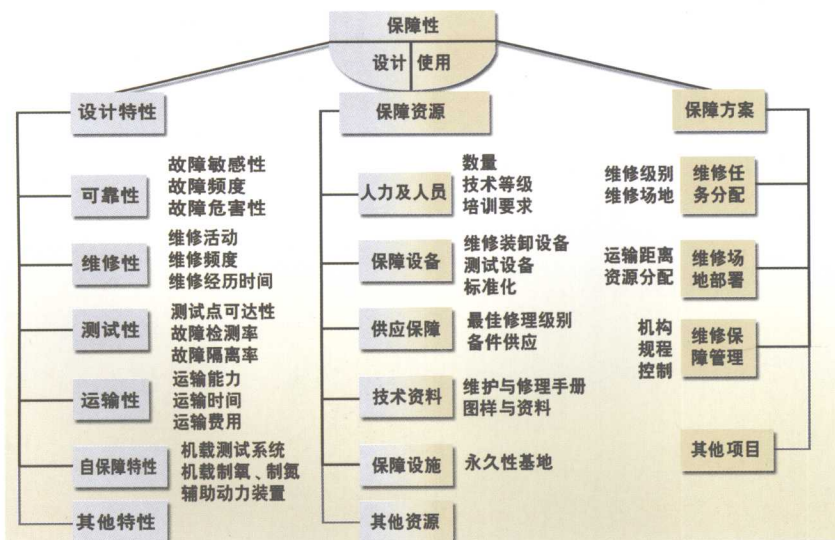


图1-3 保障性的内涵



第三节 综合保障工作的内容

舰载机开展综合保障工作的内容主要包括：综合保障的规划与管理、保障性设计与分析（包括规划使用保障和规划保障资源）、研制与提供保障资源、飞机的部署保障和保障性试验与评价等。表1-1列出了综合保障工作内容在寿命周期内各阶段的适用情况。

表1-1 综合保障工作内容在寿命周期内各阶段的适用情况

工作类型	工作内容	立项	论证	方案	工程研制	定型	生产部署和使用
规划与管理	建立综合保障管理机构和综合保障管理组	●	●	●	●	●	●
	制定综合保障计划		●	●	●	●	●
	制定综合保障工作计划			●	●	●	●
	综合保障评审		●	●	●	●	●
	对转承制方和供应方的监督和控制			●	●	●	●
设计与分析	确定保障性定性和定量要求	●	●	●	●		
	保障性设计			●	●		
	开展保障性分析		●	●	●	●	
	规划使用保障		●	●	●	●	
	规划维修		●	●	●	●	
	规划保障资源		●	●	●	●	
	寿命周期费用分析	●	●	●	●	●	●
	建立保障性分析记录		●	●	●	●	●
研制与提供	研制保障资源			●	●	●	●
	提供保障资源				●	●	●
部署保障	装备的部署保障				●	●	●
试验与评价	保障性设计特性试验与评价			●	●	●	●
	保障资源试验与评价			●	●	●	●
	系统战备完好性评估					●	●

注：●表示适用。

第二章

美军舰载机综合保障



第一节 美军舰载机综合保障 工作的发展

一、美军航空母舰与舰载机概况

(一) 美军现役与研制中的航空母舰

美国海军目前拥有12艘航空母舰和11个航母舰载机联队。里根号(如图2-1所示)于2003年交付海军使用。美军拥有航母的数量、名称和状态见表2-1。



图2-1 美国里根号航空母舰

(二) 美军现役与研制中的舰载飞机

截至2006年,美国海军拥有11个航母舰载机联队,每个联队一般配备大约75架固定翼飞机和直升机,其中,作战飞机大约50架。航母舰载机联队的基本编制是9个飞行中(分)队,包括1个F-14^①战斗机中队(14架)、3个F/A-18战斗机中队(36架)、1个电子战飞行中队(4架EA-6B)、1个空中预警机中队(4架E-2C)、1个海上压制中队(8架S-3B)、1个反潜直升机中队(6~7架SH-60F或HH-60H)和1个后勤支援分队(2架C-2A)。这些飞机的简要情况如下。

(1) F-14“雄猫” 美国格鲁门公司生产的海军舰载多用途战斗机,1969年开始研制,1972年试用;1984年改型为F-14D,1992年交付部队。

^① 2006年9月,F-14战斗机已退出现役。

表2-1 美军航母的数量、名称和状态

编号	名称	动力装置	服役时间/财年	退役时间/财年
CV-59	福雷斯特尔号	常规动力	1955	1993
CV-60	萨拉托加号	常规动力	1956	1994
CV-61	“突击队员”号	常规动力	1957	1993
CV-62	“独立”号	常规动力	1959	1998
CV-63	“小鹰”号	常规动力	1961	2008
CV-64	“星座”号	常规动力	1962	2003
CV-66	美利坚号	常规动力	1965	1996
CV-67	肯尼迪号	常规动力	1968	2018
CVN-65	“企业”号	核动力	1962	2013
CVN-68	尼米兹号	核动力	1975	2023
CVN-69	艾森豪威尔号	核动力	1978	—
CVN-70	文森号	核动力	1982	—
CVN-71	罗斯福号	核动力	1987	—
CVN-72	林肯号	核动力	1990	—
CVN-73	华盛顿号	核动力	1992	—
CVN-74	斯坦尼斯号	核动力	1996	—
CVN-75	杜鲁门号	核动力	1998	—
CVN-76 ^①	里根号	核动力	2003	—
CVN-77	—	核动力	2008	—
CVN-78	—	核动力	2013	—
CVN-79	—	核动力	2018	—
CVN-21 ^②	—	核动力	2014	—

①该航母正在建造中；
②该航母2007年开始建造，2014年开始服役。

(2) F/A-18 “大黄蜂” 美国原麦克唐纳·道格拉斯公司（麦道公司）和诺斯罗普公司研制的舰载战斗/攻击机，F/A-18A于1975年开始研制，1983年交付部队使用；1986年改型为F/A-18C/D；1992年开始改型为F/A-18E/F “超级大黄蜂”，2002年交付使用。

(3) AV-8B “鹞” II 美国麦道公司和英国航宇公司联合研制的垂直/短距起落攻击机，1984年交付使用。

(4) F-35B联合攻击战斗机（JSF）美国洛克希德·马丁公司研制的舰载型垂直/短距起落攻击机，1996年开始研制，计划于2010年服役。

(5) EA-6B “徘徊者” 美国格鲁门公司研制的舰载电子干扰机，1971年交付使用，1983年开始改型，20世纪90年代初交付改型飞机。

(6) E-2C “鹰眼” 美国格鲁门公司研制的舰载预警机，1973年交付使用。

(7) S-3B “北欧海盗” 美国洛克希德·马丁公司研制的舰载反潜机，1974年开始交付S-3A，1980年初开始改型为S-3B，并于1985年10月交付海军使用。



(8) SH-60F“大洋鹰” 美国西科斯基飞机公司研制的舰载直升机，替代SH-3H，用于战斗搜索与营救，1987年首飞。

(9) HH-60H 美国西科斯基飞机公司研制的舰载直升机，用于美国海军战斗搜索与营救，是特种作战支援型直升机，1989年进入服役。

(10) C-2A运输机 用于舰载后勤补给。

二、舰载机综合保障工作发展的4个阶段

(一) 20世纪70年代中期之前——维修保障年代

第二次世界大战以后，军用飞机等武器装备发展日新月异，技术性能和复杂程度的提高不仅导致装备研制费用大幅度上升，而且造成装备的使用和保障费用急剧增长。据统计，20世纪70年代以后，美军每年国防预算的1/3都消耗在武器装备的使用和维修方面。F-14等某些军用飞机的使用保障费用占寿命周期费用的比率高达60%。

另一方面，随着军用飞机技术水平越来越先进，飞机的复杂程度、作战使用和保障要求不断提高，其保障系统也日益庞大，飞机的保障在战争中的作用和地位也越来越突出。20世纪70年代中期之前美国海军研制的舰载机，如A-7、F-4、F-14A和S-3等，在飞机的研制过程中，重视飞机的战术技术性能，

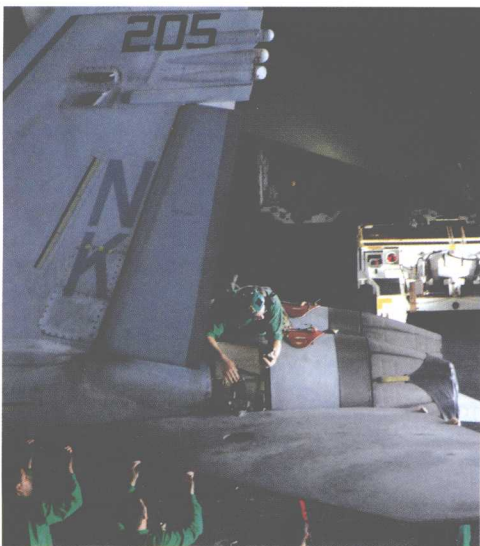


图2-2 维修人员正在维护F/A-18飞机

轻视飞机的维修与保障特性，没有全面、综合地考虑飞机的维修与保障问题。这些飞机投入部队使用后，采用常规的3级维修与保障方式，虽然战术技术性能水平比较先进，却难以发挥应有的作战效能，迟迟不能形成战斗力。主要表现在可靠性低，故障率高，备件需求量大，使用和维修保障困难，战备完好率低。上述飞机在后来的改进改型中，都补做了以可靠性为中心的维修分析(RCMA)工作。