

军用直升机 型号发展工程

JUNYONG ZHISHENGJI

XINGHAO FAZHAN GONGCHENG

路录祥 王新洲 编著



航空工业出版社

军用直升机型号发展工程

路录祥 王新洲 编著

航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

军用直升机型号发展工程是一门交叉边缘学科,既具有相对的独立性又与其他学科有一定的联系,是对军用直升机型号发展工程的本质和规律的反映。本书采用嫁接与系统集成、开拓与创新的研究方式,根据我国多年来军用直升机与研制、航空订货和直升机使用维护保障的实践经验,结合型号发展的实际与未来前景,并借鉴国外的国防采办、综合保障等先进理论和学科,突出军用直升机型号发展工程特点和一般规律。注意从直升机效能分析,寿命周期费用分析与控制,现代直升机效费权衡分析,直升机论证模式,直升机总体结构设计 with 优化,直升机可靠性、维修性和保障性综合权衡,直升机保障性验证,直升机质量控制,备件供应保障,直升机改进改型和加改装等各个方面的综合考虑和设计出发,并结合近年国内外军机、民机设计实例,进行了详细论述。

本书可作为从事直升机型号发展工程的工程技术人员和管理人员的参考书,可作为高等院校航空科学与技术、管理科学与工程等专业的本科生的教学用书;也可作为航空装备管理、使用、维修和保障部门,航空装备研究所,驻厂军事代表室等单位的管理干部、研究人员、工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

军用直升机型号发展工程/路录祥 王新洲编著. —北京:
航空工业出版社, 2009. 8
ISBN 978 - 7 - 80243 - 356 - 4

I. 军… II. ①路…②王… III. 军用直升机—研究
IV. E. 926. 396

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 116994 号

军用直升机型号发展工程

Junyong Zhishengji Xinghao Fazhan Gongcheng

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 - 64815615 010 - 64978486

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2009 年 8 月第 1 版

2009 年 8 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 19.75

字数: 490 千字

印数: 1—1500

定价: 42.00 元

前 言

军用直升机型号发展工程是一门交叉边缘学科,既具有相对的独立性又与其他学科有一定的联系,是对军用直升机型号发展工程的本质和规律的反映。本书采用嫁接与系统集成、开拓与创新的研究方式,根据我国多年来军用直升机论证与研制、航空订货和直升机使用维护保障的实践经验,结合型号发展的实际与未来前景,并借鉴国外的国防采办、综合保障等先进理论和学科,突出军用直升机型号发展工程特点和一般规律。注意从效能、寿命周期费用、论证模式、总体结构设计 with 优化、使用适用性、质量控制、直升机改进改型等各个方面的综合考虑和设计出发,并结合近年来国内外军用直升机型号发展实例进行了详细论述。

本书共分 11 章,基本与直升机型号发展阶段相适应。第 1 章阐明了军用直升机的特点,军用直升机型号发展工程的阶段划分和军用直升机型号发展工程学科特点和理论体系;第 2 章阐明了直升机效能评估方法;第 3 章系统研究了寿命周期费用常用估算方法,军用直升机寿命周期各阶段费用的估算方法,寿命周期费用分析和控制及其方法;第 4 章具体阐明了军用直升机效费权衡分析模型和方法;第 5 章提出了直升机型号综合论证模式和应把握的关键问题;第 6 章阐明了直升机形式及选择,直升机主要总体参数的选择与优化,直升机的气动布局和总体布置设计;第 7 章研究和提出了确定可靠性、维修性和保障性参数体系,确定保障性综合参数指标的方法,直升机可靠性和维修性指标确定和保障系统与保障资源要求的确 定及直升机可靠性、维修性和保障性验证;第 8 章提出了军用直升机采办风险管理的方法和手段;第 9 章提出了型号发展质量保证体系,军用直升机研制过程、生产过程、总装和试验过程的质量控制;第 10 章研究和提出了备件供应保障指标、备件需求量确定;第 11 章阐明了直升机改进改型和加改装的特点及要求。

本书第 1 章至第 7 章由路录祥编写,第 8 章至第 11 章由王新洲编写,全书由路录祥统稿。王明新绘制了部分插图,在此表示谢意。

在本书编写出版过程中,得到了陆军航空兵学院领导的支持和帮助,在此表示衷心感谢。

对于书中的缺点和错误,敬请读者不吝指出,以便再版时修正。

作 者

2009 年 5 月于北京

目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 基本概念	(1)
1.2 军用直升机的特点	(3)
1.3 军用直升机型号发展工程的阶段划分	(6)
1.4 军用直升机型号发展工程学科特点和理论体系	(13)
第2章 直升机效能分析	(15)
2.1 概述	(15)
2.2 直升机系统效能评估方法	(18)
2.3 直升机作战效能评估参数算法	(22)
第3章 寿命周期费用分析与控制	(53)
3.1 寿命周期费用概述	(53)
3.2 寿命周期费用估算方法	(58)
3.3 军用直升机寿命周期各阶段费用的估算方法	(70)
3.4 寿命周期费用分析	(79)
3.5 军用直升机费用控制及其方法	(83)
第4章 军用直升机效费权衡分析	(87)
4.1 军用直升机效费权衡分析概述	(87)
4.2 直升机效费比	(90)
4.3 直升机效费权衡分析的比例模型	(93)
4.4 应用关联矩阵法进行直升机效费评价	(96)
4.5 利用效费比确定直升机型号发展重点	(99)
4.6 方案论证阶段直升机的效费比分析	(101)
第5章 直升机型号综合论证模式	(104)
5.1 确定直升机型号发展的指导原则	(104)
5.2 军用直升机型号发展论证应把握的关键问题	(105)
5.3 直升机型号发展的综合论证模式	(107)

第6章 直升机总体结构与优化	(117)
6.1 概述	(117)
6.2 直升机形式及选择	(118)
6.3 直升机主要总体参数的选择与优化	(122)
6.4 直升机的气动布局	(137)
6.5 直升机总体布置设计	(147)
第7章 可靠性、维修性和保障性权衡优化	(157)
7.1 概述	(157)
7.2 确定可靠性、维修性和保障性参数体系	(167)
7.3 确定保障性综合参数指标的方法	(171)
7.4 直升机可靠性和维修性指标确定	(181)
7.5 保障系统与保障资源要求的确定	(193)
7.6 确定保障性参数指标的转换关系	(198)
7.7 保障性要求实例	(199)
7.8 直升机可靠性、维修性和保障性验证	(205)
第8章 型号发展风险管理	(219)
8.1 概述	(219)
8.2 风险管理与采办项目管理融为一体	(222)
8.3 采用多种风险辨别和分析方法	(224)
8.4 形成完整的技术风险控制手段	(230)
8.5 利用评判标准和制度随时掌控风险	(233)
8.6 军方在日常监督和现场审核中应把握的要点	(237)
第9章 型号发展质量控制	(239)
9.1 质量保证体系	(239)
9.2 研制过程的质量控制	(242)
9.3 试验过程的质量控制	(246)
9.4 生产过程的质量控制	(248)
9.5 使用过程的质量控制	(255)
第10章 备件供应保障	(265)
10.1 备件及其供应保障指标	(265)
10.2 备件需求量确定	(267)
10.3 备件库存控制	(276)
10.4 建立基于供应链的直升机备件保障体制	(285)

第 11 章 直升机改进改型和加改装.....	(287)
11.1 概述	(287)
11.2 直升机改进改型	(287)
11.3 直升机加改装	(299)
参考文献	(305)

第 1 章 绪 论

直升机能垂直起落、空中悬停和低空低速灵活飞行，在作战时能执行地面火力支援、反坦克、武装护航、反舰、反潜、战术运输、侦察、指挥等许多任务，这些独特性能使它在军用各个领域得到广泛应用。随着科学技术和工业生产水平的进步，直升机的技术快速发展，应用范围日益扩大。军用直升机要求速度高和机动性好，噪声和振动水平低，驾驶和维护简单等。未来军用直升机将是一种战斗力强、安全可靠、高效实用、机动灵活的军用航空飞行器。

1.1 基本概念

1.1.1 直升机型号

直升机型号是某型直升机的代号，如直 11 高原型直升机，用 Z11MB1 表示，称做 Z11MB1 型直升机。直升机通过型号加以区别，每一个型号集中体现了该型直升机发展到某一特定阶段时的作战使用性能水平和关键技术发展状况，以及有关设计与生产的能力。直升机型号是指某型直升机的全体，而不是指具体的某一架直升机。若说具体的某一架直升机，就称××型直升机××号机。

军用直升机型号的确定，标志着该型直升机已经通过定型设计，进行批量生产并被列入部队装备序列，成为军用直升机体系中的一员，形成初始战斗力。因此，直升机型号一旦正式确定（定型），便表明该型号的一系列的研究、设计、试制、试验、评审等活动已经完成，与之相应的生产设施、检验设备、维修工具等方面的“硬件”及技术成果、设计图纸、生产工艺等方面的“软件”也随之确定。

每个型号实际上是包含设计、生产和列装三个要素的综合体。对于参与型号的有关人员，要将直升机型号的概念与直升机序列中的一个具体型号相关联，就应当将直升机型号的内涵扩展到与该直升机型号有关的科研成果、关键技术、生产工艺等方面。

直升机只是一种统称，只有××型军用直升机才是军方可使用的直升机，才是军队战斗力构成要素。

1.1.2 军用直升机型号发展工程

军用直升机型号发展工程（Type Develop Engineering of Military Helicopter）一般定义为：为了保证直升机型号发展的各种要求全面落实，军方在其寿命周期内开展的一切管理活动和技术活动的总称。

军用直升机型号发展工程是一项非常庞大而十分复杂的系统工程，需要军方、军工厂家

和科研院所等相关单位广大人员的积极参与和密切协作。其中军方是主导者, 责任重大。在一定程度上军方负有引领直升机技术进步、及早形成战斗力的责任, 因为《直升机型号研制总要求》、《直升机型号研制任务书》等型号重要文本是由军方制定, 军用直升机设计生产是由军方全程监控, 定型是由军方主持的。

军用直升机型号发展需进行大量复杂的科学研究、计算分析、工艺制造、试验测量和绘图等技术工作和庞杂的工程管理工作, 涉及空气动力学、飞行力学、工程力学、结构动力学、材料力学、制造工艺学、航空发动机、自动控制技术、电气、电子、仪表、武器、计算机技术和人机工程等多种学科和专业领域; 也涉及系统工程学、运筹学及优化理论等, 这些相关学科和专业的发展与进步, 将促进直升机型号的发展。因此, 可将军用直升机型号发展工程学科定义为: 把基础理论、现代科学理论和现代工程理论应用于军用直升机型号发展而形成的一门新兴学科。

直升机型号发展工程学科是伴随着我军直升机较快速发展新形势下应运而生的, 具有极强的军方特色, 它的性质、目的、内容都不同于地方院校设置的飞行器设计、飞行器制造、航空动力工程等学科, 也不同于一般的管理学科与工程学科, 而是航空科学与技术领域内的一门复合型新兴学科。

1.1.3 直升机型号寿命周期

直升机型号寿命周期指一种直升机型号从预研、项目可行性论证、方案论证、工程研制、生产制造、使用和保障, 以及到退役处置所经历的整个时间历程。

为了便于理解, 对于通常所说的直升机使用寿命(直升机在使用过程中由于自然磨损直到报废所经历的时间)、技术寿命(由于技术进步而引起的无形损耗使之陈旧过时而淘汰的时间)、经济寿命(考虑费用使用到最经济的时间)、疲劳寿命(因交变疲劳载荷使裂纹扩展到临界裂纹的时间)等概念, 都是从不同侧面来研究直升机寿命的, 它们都包含在直升机型号寿命周期之内。有人把直升机型号寿命周期理解为直升机从生到死终其一生所经历的时间, 这是不全面的。因为这里所说的寿命周期, 是从预研这个“孕育”阶段开始, 而不是从直升机“诞生”才开始。

1.1.4 军用直升机型号发展工程理论

军用直升机型号发展工程理论依据我国多年来军用直升机与研制、航空订货和直升机使用维修保障的实践经验, 结合型号发展的实际与未来前景, 并借鉴美国的国防采办、综合保障等先进理论和学科而提出并产生的, 是人们对直升机型号发展工程这一客观事实的系统化的理性认识, 是对军用直升机型号发展工程的本质和规律的反映。

军用直升机型号发展工程理论涉及的问题非常广泛, 目前的研究只是初期阶段, 众多理论有待解决, 不少理论的工程化问题尚需研讨。本书阐述军用直升机型号发展工程的核心理论、关键技术和方法论, 以及建立基本的理论框架, 只是涉及军用直升机型号发展工程理论的若干主要问题, 较完善的理论体系有待于今后研究、探讨。

军用直升机型号发展工程军方急需解决的问题为:

一是在一定规划期内(一般为十年或十年以上), 究竟需要什么样的直升机?

二是如何才能高效低风险获得所需要的直升机?

三是怎样才能尽快形成和持续保持直升机的战斗力?

这些问题在现有的学科中还没有成熟的答案,而是军用直升机型号发展工程理论所要回答的问题。本书后面的章目将按照这一思路阐述相关内容。对于第一个问题,因涉及国家的军事战略方针、国防形势、周边的战场环境、军队的作战原则等问题,本书不进行论述,仅阐述型号立项论证和方案论证的有关问题。

军品的采办,既具有国家行政指令性又具有市场经济商品性。1987年1月我国颁布了《武器装备研制合同暂行办法》,1995年8月我国颁布了《武器装备研制合同暂行办法实施细则》,这两个文件明确了武器装备研制实行“指令性计划下的合同制”。这标志着过去由国家向研制主管部门(工业部门)下达研制计划、下拨研制经费的管理模式发生变化,变为国家将研制经费拨给使用部门(军兵种及总部有关业务部门),并向其下达研制计划,由使用部门通过招标方式与研制单位签订合同,研制单位按合同进行研制。

这意味着直升机研制单位由过去只向研制主管部门负责,转变为首先要按研制合同的要求向使用部门负责,使用部门不再是简单的购买产品。要向国家负责,而且要全过程控制,充分发挥军方的主导作用,以完成国家赋予的重大历史责任。

1.2 军用直升机的特点

与军用固定翼飞机相比,直升机具有整体构造简单、局部相对复杂的特点,因而其型号发展工程既有共性、又有个性。下面阐述直升机具有的特点。

1.2.1 直升机的飞行使用维修保障特点

1.2.1.1 直升机的任务特点

军用直升机可用于对地(海)攻击、对空攻击、火力支援、兵力和物资运送、侦察、搜索、识别、跟踪目标、通信联络、指挥警戒、救援救护、搜潜反潜、中继通信、炮兵校射等任务。军用直升机大多执行这些急难险重任务,飞行高度较低,特别是武装直升机大多低空、超低空,甚至贴地飞行,极易受到地形、地物、气流和能见度的影响,也极易受到敌方地面炮火的攻击。

1.2.1.2 直升机的飞行特点

直升机由于有旋翼,具有以下飞行特点:

- (1) 直升机能垂直起降,不需要正规的有跑道的机场,即能在野外起降;
- (2) 直升机能在空中任意方向飞行,能进行空中悬停;
- (3) 直升机飞行速度较慢,一般最大平飞速度为 $270 \sim 350\text{km/h}$;
- (4) 直升机升限较低,一般在 $6000 \sim 6500\text{m}$ 。

1.2.1.3 直升机的维修保障特点

与军用固定翼飞机相比,军用直升机维修保障差异很大,主要表现在野外修理、战伤抢修任务重,野外维修场地条件差,维修设备体积、重量限定多,备件供应保障难度大,维修

人员素质要求等。

1.2.2 直升机构造、研制特点

直升机由机身、动力装置、起落架和不同于固定翼飞机的旋翼系统、操纵系统及传动系统等部分组成。直升机一般采用轮式起落架,轻型直升机多用滑橇式起落架,有些直升机的机身两侧有短翼。单旋翼带尾桨直升机都有尾梁,在尾梁上装有水平尾面。由于直升机是靠发动机提供旋翼动力带动旋翼转动而产生升力的飞行器,因此直升机旋翼在旋转时,是个巨大的旋转体和振动源。所以,直升机在构造和研制上,既有较简单的一面,又有较复杂的一面。

1.2.2.1 旋翼结构和研制技术复杂

旋翼是直升机最关键、最重要,同时也是最复杂的系统,是直升机更新换代的标志。旋翼的气动力设计和结构复杂,承力件制造工艺要求严格。旋翼的性能在很大程度上决定了直升机的飞行性能,是直升机设计水平和技术难度的集中体现。

直升机前飞时,旋翼桨叶剖面上的相对气流不断交变,从而引起气动载荷的不断交变。桨毂一般通过三个方向的铰与细长的桨叶相连,并要加装减摆器和桨叶限动器等。旋翼是直升机结构中最复杂的部件,一些新技术、新材料、新工艺等的应用,都首先集中在旋翼上。技术和费用上的高风险也集中在旋翼系统的研制上。研制一套成熟实用、安全可靠、性能优良的新旋翼,一般必须经过旋翼模型风洞试验、旋翼模型组合吹风试验、旋翼塔旋转试验,以及联合试车台试验和旋翼装机地面长试及试飞验证,这期间还需进行一系列大量的设计及工艺性试验。由于研制新旋翼所需的人力和时间的增加,研制工作的专家人数也相应增加,所以研制新旋翼需要高技术、长周期和投入巨额的费用。

1.2.2.2 机身结构和布局相对简单

按平衡旋翼反扭矩的方式,直升机形式可分为单旋翼带尾桨式、双桨共轴式、双桨纵列式、双桨横列式和倾转旋翼机等。

就单旋翼带尾桨直升机而言,它的机身主要由前机身、中机身、尾梁、平尾、垂尾等部分组成。一般来讲,由于直升机过载较小,使其机身结构较固定翼飞机结构受力相对简化,使直升机结构形式可多变,布局也相对容易。对于武装直升机,因强调作战能力、生存性、抗坠毁、座舱纵列式布局、高度机动性、贴地飞行及良好的敏捷性等,使直升机结构设计、减重等问题比一般固定翼飞机更为困难,其设计、制造难度也相应加大。

1.2.2.3 振动问题突出

由于直升机的动部件多、振动源多,所以存在着比固定翼飞机较为严重的振动和疲劳问题。

直升机振动源分别来自旋翼系统、发动机和传动系统,而且,振动频率范围宽,从低频到高频,所以直升机的振频振型较固定翼飞机复杂。设计上尤其要注意使机体固有频率与旋翼振动频率耦合而发生的“地面共振”,这给直升机的设计带来了极复杂的振动设计难题。为了减少振动、防止事故的发生,直升机在设计制造上有专门的减振技术措施做保证。以上因素增大了研制费用,但也促使减振技术的快速发展。目前,被动减振技术十分成熟,主动减振技术也进入实用阶段。

1.2.2.4 操纵系统相对复杂

直升机的操纵系统主要由控制垂直升降的总距杆系统,控制纵向、横向的周期变距杆系统和控制航向的脚蹬系统组成。它们分别通过控制自动倾斜器进而控制旋翼及尾桨来操纵直升机,这比固定翼飞机操纵升降舵、副翼的驾驶杆和操纵方向舵的脚蹬装置操纵系统来说,要复杂得多,增加了直升机操纵系统的研制难度。

1.2.2.5 复合材料应用范围广

以复合材料为主的直升机机体,能改善机身表面流线、降低机体阻力。以复合材料为主的桨叶,也易于研制成较理想的气动外形。因而,复合材料很快在直升机上得到广泛应用,虽然起步较晚,发展却相当迅速。20世纪六七十年代已完成了复合材料的旋翼桨叶、桨毂、尾桨、前机身、中机身、尾梁、平尾等的研究工作,其中大部分已经用于批量生产的直升机。复合材料在直升机主要结构中已经形成取代金属材料之势。

1.2.2.6 研制周期长

随着直升机性能和基本参数的提高和发展,不仅直升机总体布局和机身、旋翼和传动装置的构造越来越复杂,而且直升机的各系统也日益复杂。相应地,制造、生产的难度和所需的时间也有所增加。实践证明,为研制新机进行风洞吹风等试验所需的时间、所消耗的人力和计算工作量都是按指数规律增加的。研制一架直升机,从项目启动到原型机第一次试飞所需的时间需要3~4年,而研制一种没有原准机的全新的直升机年限则要成倍增加,一般需要8~10年。第一次试飞到批量生产型的直升机通常还需3~5年的时间,甚至更长。

在财力、物力和研制周期有限的情况下,为了保证现代直升机研制规划的成功,在进行直升机设计时,对直升机性能的预估要求应有更高的准确性。这是制定涉及面广和复杂的研制规划时难于准确解决的问题之一。

在现代,对空气动力、重量、强度特性、动力装置特性、飞行性能、效能和费用等方面的评估,其方法、算法和计算程序上所取得的成就,已经用于建立可用于各设计阶段的结构设计软件系统和计算机辅助设计工程系统。基于知识的直升机数字化设计已广泛应用于直升机结构设计,图1-1所示是基于知识的直升机数字化设计框图。实现基于知识的直升机数字化设计,要求把知识工程与直升机数字化设计有机地结合起来,用知识工程原理来组织直升机结构设计知识,利用特征参数化和关联设计方法,将知识嵌入到工程设计系统中,建立由特征、尺寸参数、规则等驱动的直升机设计环境,扩大设计方案的选择性和在较短的时间内提高接近最佳方案的程度。

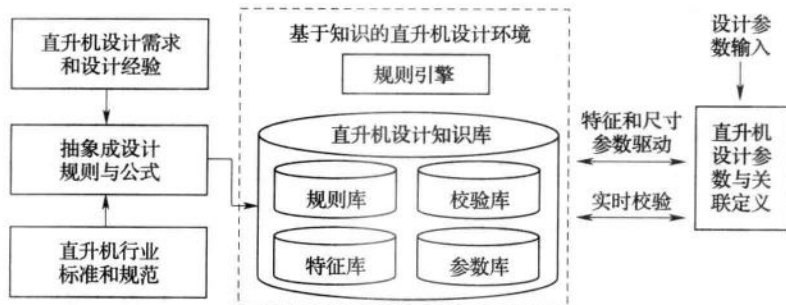


图 1-1 基于知识的直升机数字化设计框图

1.3 军用直升机型号发展工程的阶段划分

1.3.1 我国常规武器装备研制阶段划分

我国常规武器装备研制,一般划分为论证、方案、工程研制、设计定型、生产定型5个阶段,见表1-1。

表1-1 我国常规武器装备研制阶段划分

阶段	论证阶段	方案阶段	工程研制阶段	设计定型阶段	生产定型阶段
主要工作	形成《武器装备研制总要求》	形成《武器装备研制任务书》	设计,研制,科研试验	对性能进行全面考核	对批量生产条件进行全面考核

1.3.1.1 论证阶段

这一阶段的主要任务是战术指标、总体方案论证、研制经费、保障条件、研制周期的预测,以订购方为主进行使用要求和战术技术要求的论证,以承制方为主进行技术经济可行性论证,完成任务要求评审,确定战术技术指标要求,形成《武器装备研制总要求》。论证工作由订购方组织实施。

1.3.1.2 方案阶段

研制方案论证、验证。订购方进一步完善战术技术要求的论证,承制方是在方案优选的基础上确定总体研制方案并制定与总体研制方案有关的文件,完成直升机总体研制方案报告,形成《武器装备研制任务书》。研制方案论证、验证工作由承制方组织实施。

1.3.1.3 工程研制阶段

承制方进行技术设计,并在订购方参与下完成样机审查工作,通过技术设计评审后,冻结系统技术状态。承制方组织实施武器装备设计、研制与科研试验。

1.3.1.4 设计定型阶段

设计定型试验与设计定型。该阶段完成设计定型试验、试飞和设计定型,由订购方军工产品定型委员会按《军工产品定型工作条例》的规定,组织并主持型号的设计定型审查,完成新机设计定型鉴定。

1.3.1.5 生产定型阶段(包括试生产和批量生产)

根据生产用设计文件和图纸试生产,并完成生产定型。根据已经批准的武器装备性能,订购方对生产数量和进度及需要改进的内容提出要求,承制方与订购方签订直升机生产合同,按合同拨款和组织生产与验收。非生产定型阶段可分为小批量生产、生产定型和成批生产。

1.3.2 美国防务采办过程阶段划分

美国防务采办过程包括若干阶段,它以里程碑为分界点,武器装备遵循这些阶段进行研究、研制、试验与评价、生产和部署。采办过程阶段划分的演变见表1-2。

表 1-2 美国防务采办阶段划分

文件名称	分类	阶段 0	阶段 I	阶段 II	阶段 III	阶段 IV
DoDD5000. 1 1971 年	项目启动			全面研制	生产与部署	—
DoD15000. 1 1977 年	任务需求说明	方案探索	验证与确认	全面研制	生产与部署	—
DoD15000. 2 1987 年	任务需求说明	方案探索与定义	方案论证与确认	全面研制	大批量生产与部署	使用和保障
DoD15000. 2 1991 年	确定任务需求	方案探索与定义	方案验证与确认	工程与制造研制	生产与部署 使用和保障	
DoD15000. 2 - R 1996 年	确定任务需求	方案探索	项目定义与风险降低	工程与制造研制	生产服役/部署和使用保障	—
DoD15000. 2 2001 年	—	方案与技术开发	系统研制与验证	生产与部署	使用与保障	
DoD5000. 2 2003 年	—	方案精选	技术开发	系统开发与演示验证	生产与部署	使用与保障
DoD5000. 2 2008 年	—	装备方案分析	技术开发	工程与制造开发	生产与部署	使用与保障
里程碑决策点	A B C					

(1) 越南战争结束之后,美国进入一个军事上相对稳定、没有大规模直接军事冲突的时期。由于存在庞大的军费支出与有限的国防预算之间的矛盾,美国不得不要求采取与战争时期的采办策略有显著区别的采办策略。1971年7月,美国国防部颁布了第一个指令《重大防务系统的采办》DoDD5000.1,该文件把防务采办阶段划分为3个阶段,即项目启动、全面研制、生产与部署。

(2) 1977年颁布的第三版《重大系统采办》DoD15000.1和《重大系统采办过程》DoD15000.2把采办阶段划分为4个阶段,即方案探索、验证与确认、全面研制、生产与部署,突出了验证与确认在采办过程中的作用。

(3) 1987年发布的《防务采办项目程序》DoDI5000.2规定了5个采办阶段,分别为方案探索与定义、方案论证与确认、全面研制、大批量生产与部署、使用和保障。

(4) 1991年发布的《防务采办管理政策和程序》DoDI5000.2,把采办阶段划分为方案探索与定义、方案验证与确认、工程与制造研制、生产与部署、使用和保障5个阶段。其中,阶段III与IV有部分重叠,这表明系统在投入外场部署时必须立即得到保障,尽管生产还

得持续多年。

(5) 1996 年发布的《重大防务采办项目和重大自动化信息系统采办项目必须遵循的程序》DoD5000.2-R 规定的防务采办阶段包括方案探索、项目定义与风险降低、工程与制造研制、生产服役/部署和使用保障 4 个阶段。从表 1-2 可以看出,里程碑(阶段分界点)I 是采办项目计划开始的决策点。阶段 I 的名称由“验证与确认”改为“项目定义与风险降低”,体现了把重点放在本阶段的关键工作上。此外,原阶段 III 与阶段 IV 合并在一起,称为“生产服役/部署和使用保障”,体现了在工程实践中完成批量生产的产品在进入服役(部署)和使用时立即需要进行保障。

(6) 2001 年发布的《防务采办系统的运行》DoDI5000.2,把采办阶段划分为方案与技术开发、系统研制与验证、生产与部署、使用与保障 4 个阶段,把技术开发与系统研制分开,更强调成熟技术。

(7) 2003 年发布的《防务采办系统的运行》DoD5000.2,把采办阶段划分为方案精选、技术开发、系统开发与演示验证、生产与部署和使用与保障 5 个阶段,强调采办的灵活性和快捷性。方案精选阶段的主要工作是方案决策,系统开发阶段的主要工作是设计完备性评审。

(8) 2008 年发布的《防务采办系统的运行》DoD5000.2,把采办阶段划分为装备方案分析、技术开发、工程与制造开发、生产与部署和使用与保障 5 个阶段,这里解决近年来愈加严重的国防采办项目“拖进度、降指标、涨费用”的问题。装备方案分析阶段的主要工作是装备开发决策,工程与制造开发阶段的主要工作是初始设计后期评审和关键设计后期评审。

美国防务采办管理程序,调整周期较短,每次调整的幅度较大。如与 2003 年版 5000.2 相比,新版 5000.2 指示,强调采办管理工作由“放权”改为“收权”。新设了多项评审和报告要求,加强了军方对采办项目全寿命过程的控制和监督。其中: a. 严格项目立项评审。所有采办项目立项或批次采办启动前,必须经过需求管理、资源分配与采办部门联合开展的“装备开发决策评审”,确保拟采办的装备性能满足作战需要、经费保障充分、技术能够实现。 b. 拓宽里程碑决策评审范围。各里程碑决策点除原有审查内容外,在决策点 A 增加了费用估算评审;决策点 B 增加了对《采办项目基线》、研制合同类型、“化学、生物、放射和核生存能力”评审;决策点 C 增加了“化学、生物、放射和核生存能力”评审,加强了费用和进度控制,更加重视装备的互操作性和生存能力。 c. 增设里程碑节点以外的评审。要求里程碑决策当局在工程与制造开发阶段的“初始决策评审”和“关键设计评审”后,开展正式的“初始决策评审后期评估”评审。 d. 充分发挥试验与鉴定部门的作用。强调将高效的试验与鉴定充分融入项目各采办阶段,推行“一体化”和“无缝”的试验与鉴定方式,促进研制试验与鉴定和作战试验与鉴定人员更紧密地合作,有效共享试验数据。要求尽早开展试验与鉴定工作,及时发现和解决采办项目的技术问题以及使用保障中可能存在的问题。

1.3.3 北约武器系统项目阶段划分

北大西洋公约组织(简称北约/NATO)武器系统项目阶段划分为 7 个阶段:任务需求评价、预可行性研究、可行性研究、项目定义、设计与研制、生产和使用,如图 1-2 所示。图中里程碑是提出建议和批准项目开始或继续进行(进入下一个阶段)的节点或决策点。

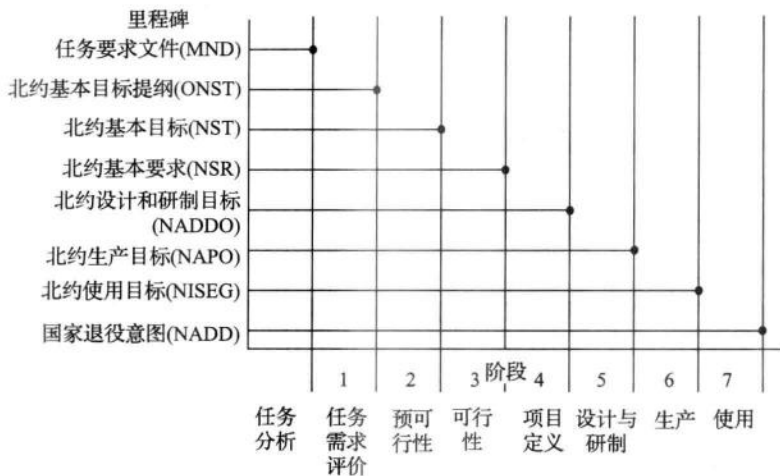


图 1-2 北约武器系统项目阶段划分

1.3.4 欧洲直升机公司法国公司军用直升机研制阶段划分

欧洲直升机公司法国公司军用直升机研制阶段一般分为定义阶段、研制阶段、工业化阶段、批生产和交付使用阶段，如图 1-3 所示。

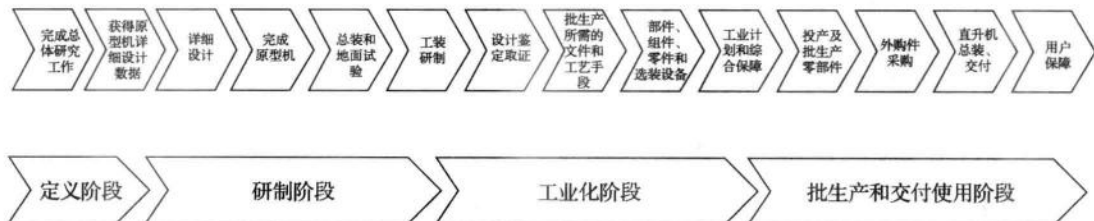


图 1-3 欧洲直升机公司法国公司军用直升机研制阶段划分示意图

1.3.4.1 定义阶段

定义阶段主要工作为：

- (1) 细化可行性论证确定的技术数据；
- (2) 完成总体研究工作：系统的定义和方案、总体布置；
- (3) 按照技术、进度和经济目标正式定义概念；
- (4) 获得原型机详细设计的必要数据。

1.3.4.2 研制阶段

研制阶段主要工作为：

- (1) 完成所有必须的任务，获取直升机的鉴定和取证；
- (2) 所有零部件和系统及综合成整机的详细研制；

- (3) 全套图样;
- (4) 对所选定的供应商和对其设备的质量、价格及交付进度等进行监控;
- (5) 原型机的准备及完成;
- (6) 工装研制;
- (7) 系统和航电设备的地面试验;
- (8) 总装和地面试验;
- (9) 原型机首飞和飞行计划的后续试飞。

1.3.4.3 工业化阶段

(1) 按照鉴定取证构型和所要求的生产能力,建立直升机批生产所需的所有文件和工艺手段;

(2) 实现和建立所有的工业化手段,保障投资项目,合理组织零部件、备件和选装设备的制造;

(3) 完成批生产设计文件、直升机的主要部件系统规范和产品规范,批生产直升机飞行试验的维护文件,电路图,工装夹具及试验台,工艺流程,工业计划和后勤保障等。

1.3.4.4 批生产和交付使用阶段

- (1) 根据市场需求,确定首批投产的数量;
- (2) 根据市场要求所确定的鉴定/取证构型,制造零部件及批生产直升机和备件;
- (3) 市场营销;
- (4) 外购件采购;
- (5) 直升机总装、地面试验和飞行试验,交付;
- (6) 用户保障;
- (7) 后续研制和更改,以改进直升机。

1.3.5 英国武器装备采办周期阶段划分

英国国防部在武器装备采办过程中采用了“精明采办”方法,将开始进行武器装备概念研究到最终退役的整个过程视为一个采办周期,共包括6个阶段和3个关键决策点。它们是:概念研究阶段、评估阶段、演示阶段、生产阶段、服役阶段和退役阶段;概念研究阶段与评估阶段之间的初始决策点(Initiate Gate)、评估阶段与演示阶段之间的第一主决策点(Main Gate 1)和演示阶段与生产阶段之间的第二主决策点(Main Gate 2)。

根据“精明采办”规定,各阶段和决策点的主要任务分别为:

(1) 概念研究阶段

生成武器装备用户需求文件(URD);筹划组建一体化项目小组;邀请工业界参与概念研究;确定可供进一步开发的技术和采购方案,为评估阶段及后续阶段筹措资金和制订计划,确定性能、成本和进度的范围;启动全寿期(全寿命周期)管理计划;持续监控方案的成熟度,并在适当时机编制和提交一份在性能、成本和进度限定范围内的初始决策点报告,为项目进入评估阶段作准备。

(2) 初始决策点