

从酝酿到决策 ——民用飞机预发展阶段工作分析

邓建邦*

(西南交通大学,成都 610031)

摘要:对比军机和民机项目研制目标的差异,指出民机项目的最终目标是追求商业成功。通过对民机项目各阶段投入比例的对比,强调了预发展阶段有奠定项目基调、指明发展方向和降低研制风险的作用,明确了预发展阶段工作的两大任务是飞机定义和概念方案迭代、优化,并对预发展阶段的工作内容进行划分,将其分为市场分析与飞机定义、可行性研究及初步设计三部分内容,阐述了各部分的承接关系、内部工作流程与做法。指出市场分析与飞机定义部分的输出成果是以飞机定义文件呈现,并由飞机定义评审会确定;可行性研究部分的重点是方案的展开和迭代,其中市场验证是方案优选的重要参考依据;初步设计部分要持续关注市场验证与技术环境研究工作。最后总结了民用飞机预发展阶段工作的市场指向性、科学性和相关投入的必要性。

关键词:民用飞机;预发展;飞机定义;市场验证

中图分类号: V271.1

文献标识码: A

OSID:



0 引言

从我国民用飞机研制程序角度看,前期论证、技术经济可行性论证和总体方案论证三个阶段,构成了民用飞机项目批准上马(国外称 ATP 或 Fully Go-ahead)前的项目工作内容,空客集团等国外制造商一般将这部分内容统称为“预发展”(Pre-Development)。

从科学技术管理的角度看,吕佩(1994)提出预发展可分为先期技术开发(A)和先期系统开发(B)两个阶段;A阶段由预研(pre-research)管理部门按课题管理相关要素进行管理,B阶段由型号项目办公室管理。前者注重前沿技术探索和技术成熟度的提高,成果通用性强,属于课题研究;后者注重技术的工程应用,具有明显的项目指向性,属于型号研制。

本文的内容属于后者,并结合在实际项目工作中的经验,强调民用飞机预发展阶段的意义、阐述其

划分和工作内容,并简述相关工作方法。

1 开展预发展工作的意义

民用飞机的研制是一项庞大的系统工程^[1],与军用飞机研发过程中以“研制总要求”为核心,强调性能达标的指导思想不同,一个民用飞机项目的成功不仅仅是研发一款优秀的飞机,更重要的意义在于飞机能否满足目标群体的潜在需求,并利用飞机的商品经济属性实现盈利,即项目的商业成功是民用飞机研发的首要目的,因此对于一个新的民用飞机项目,在项目正式立项铺开前,会先进行预发展阶段的工作,作为预研(课题研究)向工程应用(型号研制)的过渡。整个项目研发周期的资源投入大致如图1所示,预发展阶段投入的资源占比较小,但是从重要性来讲,预发展阶段对项目后续发展起到举足轻重的作用。民用飞机项目具有研发周期长、投入资源多、投资回收周期长等特点,通过预发展阶段的工作,可以用较小的代价检验市场需求与技术方

* 通信作者. E-mail: migdeng@vip.126.com

引用格式: 邓建邦. 从酝酿到决策——民用飞机预发展阶段工作分析[J]. 民用飞机设计与研究, 2020(3):133-137. DENG J B. From brewing to decision-making—analysis of civil aircraft pre-development phase[J]. Civil Aircraft Design and Research, 2020(3):133-137(in Chinese).

案的匹配程度、挑选最佳设计点、降低项目后期因设计更改产生的额外成本,为后续项目实施指明道路和方向。

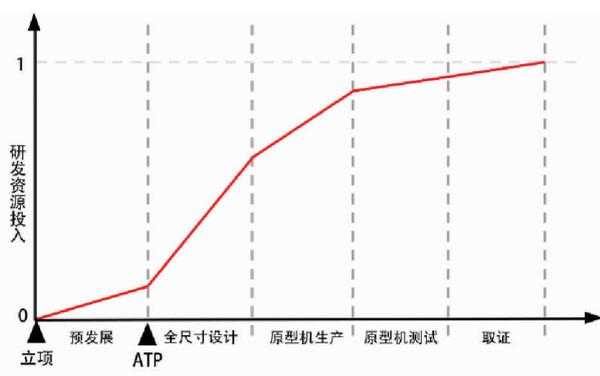


图1 项目各阶段研发资源投入示意

在一些文献和著作中,预发展阶段被“总体方案论证”代替,本文观点认为“预发展”比后者涵盖的内容更丰富,“总体方案论证”体现的是一种以产品(飞机)为重心的设计理念,侧重于飞机概念设计方面的内容;而“预发展”则强调市场需求、技术环境、经济性等多方面因素的综合考察。特别是对于民用飞机,其成功的主要因素在于市场“要求”与技术“可能”之间平衡点的取舍,因此采用“预发展”的模式可以更科学、客观的评价项目的可行性,有利于项目后期顺利开展。

2 预发展工作的任务

一般而言,民用飞机预发展阶段的主要任务有两个。其一是设计点的选择(飞机定义),这是开展预发展工作的核心目的,它贯穿于整个阶段的工作中。当设计师脑海中酝酿一款新飞机的时候,一方面他要调研目标市场情况、向飞机未来运营的利益相关方咨询,获取市场端的“需要”;另一方面他还要考察行业相关技术的发展情况,筛选那些技术风险可控、能为新飞机带来足够竞争优势的技术,获取技术端的“可能”。之后项目组将“需要”与“可能”放在一起,科学客观的对它们进行权衡、取舍,找到最有利于项目未来获得成功的平衡点,也就是该项目的设计点。通过对设计点工程化的量化和描述,就形成飞机定义文件。该步骤对项目发展的影响是深刻而长远的,因为一旦设计点确定,关于飞机的各个重要参数也在飞机定义文件中随之划定。

其次是迭代优化,有了飞机定义文件后,在这个

“定义”的框架下,技术上仍然有很多种满足要求的解决方案。因此这一部分任务通常由两个小阶段来完成,即前一个阶段在飞机定义的框架下尽可能的展开,尽量尝试多种不同解决方案,并适当进行迭代和深入以考察方案可行性;后一阶段综合各方因素对方案进行横向评比,不断收敛优选范围,直到最后选出最优概念方案。

3 预发展阶段工作内容与方法

3.1 工作内容与划分

典型民机研制阶段如图2所示,其中预发展阶段工作一般由三个小阶段组成,即市场分析与飞机定义、可行性研究和初步设计,如图3所示。在时间轴上,三个阶段大致呈首尾衔接或适度并行重叠,研究范围逐步收缩,技术复杂程度依次递增。

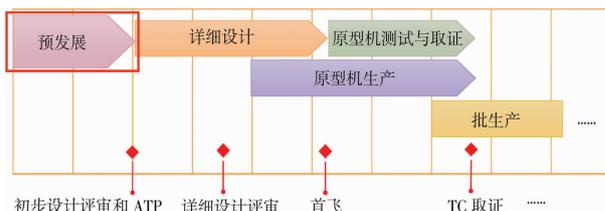


图2 民机研制阶段示意

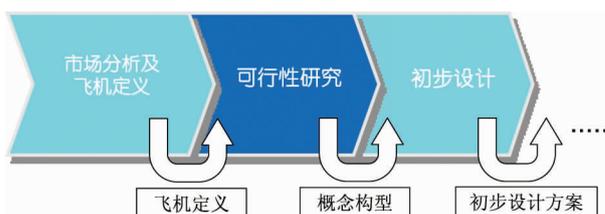


图3 预发展阶段工作划分

每个小阶段都会有一个最终输出成果(交付物),该成果既是本阶段工作的总结回顾,也是下一阶段工作的输入条件。市场分析与飞机定义阶段的最终成果是飞机定义文件,该文件明确了拟研发飞机的类别、主要功能和设计要求。可行性研究的任务是在飞机定义文件的框架内,对各个可行的技术方案进行迭代研究,并从政策、技术、工艺、经济性等方面进行对比,挑选出最优的概念方案。最终胜出的方案在初步设计阶段完成更加细致的工程数模,并通过各种成熟的分析工具对飞机的气动特性、结构特性进行进一步的分析,对飞机重量和性能进行更准确的评估^[2]。通过初步设计阶段的工作,设计方案的可信度得到大幅提升,可以作为项目最终决

策的依据。

需要指出的是,预发展阶段工作内容的划分并不是绝对的,可根据项目实际情况进行增减。因为民用飞机涵盖范围宽广,从数百公斤的超轻型飞机到上百吨的大型运输机都有涉及,技术复杂度差距很大,可根据需要对预发展阶段工作适当增减。

3.2 市场分析及飞机定义

该阶段的目的是寻找、分析与拟研发机型相似的机型市场情况,给出各机型的目标性能参数、关键设计特性和未来新机型可能的概念构想,评估各方面风险,为设计点的决策提供建议。作为项目初始阶段,该部分工作以桌面研究为主。“市场分析”是一个模糊而宽泛的概念,在此项目组需要根据实际情况和工程经验划定研究范围、研究方法和成果提交形式。一般会利用设计组织自有的数据库或与专业咨询机构合作来获取准确而全面的数据。民用飞机的市场分析思路示意图,如图4所示。

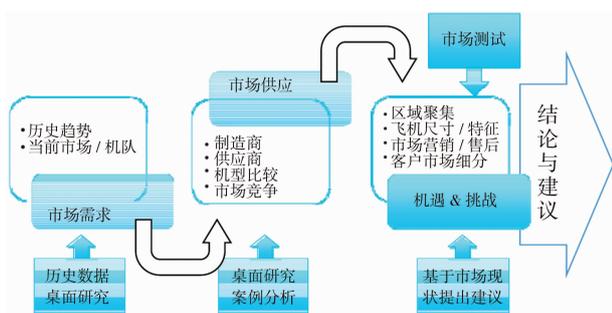


图4 市场分析思路示意

本阶段各工作项的逻辑关系,如图5所示。其中1~7个小项即是市场分析范畴下的子工作项,图中列出的工作项只是一个示意,工作项可以根据项目实际情况增减。各工作组开始正式研究前需要与项目负责人讨论、确定各自报告的“编写指南”,指



图5 市场分析与飞机定义阶段工作流程

南中对报告的研究范围、数据需求、研究方法等方面给予说明和指导,确保研究能朝预期方向开展。随着各项子工作相继完成,便获得政策、市场、技术等多方面的支持信息。

对于未来新机型的定位,是填补市场空缺还是与现有对手正面竞争,新机型在商载/航程、性能、客舱尺寸等哪些方面优于现有机型,新机型采用具有吸引力的引导性价格还是采用与现有对手直接竞争的挂牌价格,诸如此类问题的答案将通过提取各报告的关键信息和结论,综合权衡后汇总到飞机定义文件中。

飞机定义文件将描述各候选类别的市场成功因素,并为项目决策者提供建议,帮助其决策哪个细分类别进入可行性研究阶段的研究。

在市场分析及飞机定义阶段的末尾,以专家评审会的形式对飞机定义文件进行审议。通过评审,完成最终设计点(细分类别)的确定,飞机定义文件即被冻结,此后的项目工作都将在该定义文件的框架下开展。

3.3 可行性研究

可行性研究旨在确定某一概念方案是否值得继续推进下去。但是在正式决定某一方案的取舍之前,应当确保已尽可能多的拓展各种可能性,以免漏掉最好的方案。该阶段将并行开展三大部分工作:技术方案研究、技术背景研究和市场验证,如图6所示。

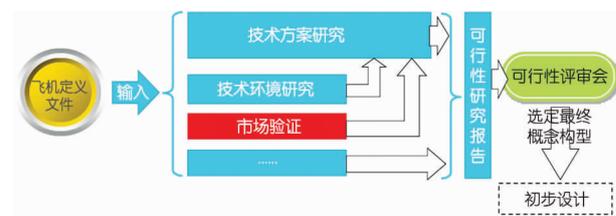


图6 可行性研究阶段工作流程

技术方案研究贯穿于本阶段,主要内容是在飞机定义文件的框架下开展多个概念构型(design concept)的迭代研究。从主要部件的几何外形绘图开始,初步选定机身、机翼、尾翼等部位的形式,随后进行重量与平衡初步估算、气动力原始数据工程估算、性能与使用特性估算,各部分估算结果又反馈到飞机草图上进行修改,以此形成迭代循环。随着迭代的深入,逐渐加入结构初始布置和强度预估、推力需求论证与发动机预选、主要机上系统配置方案等

内容。在技术方案研究的后期,将接受来自技术环境研究、市场验证工作组的输入信息,帮助对各概念构型进行筛选、缩小优选范围。

技术环境研究工作的任务是收集、分析新飞机可能采用的新技术。此处的新技术主要是面向生产和飞机系统的功能部件(设计性技术一般有单独文件描述),广泛收罗生产线已有的技术、已成功应用在其它机型的技术、国外率先应用的技术、尚在研究但不久即可应用的技术,通过成熟度、先进性等标准进行分类,筛选适合本项目应用的先进技术和工艺。从生产工艺的角度支撑概念构型的选择,保证进入后续阶段的方案有足够的技术先进性和工艺成熟性。

市场验证的工作是在前期市场分析的基础上,建立潜在客户/运营商与竞品数据库、根据当前概念构型迭代进展制作可视化的展示内容、将设计中的开放性问题转换成面向用户的调查问卷。工作组将根据数据库的信息制定客户走访计划、利用拜访、会议、展会等机会向潜在客户展示项目内容、进行问卷调研,从而收集市场端对本项目的反馈信息,从市场/运营的角度支撑概念构型的选择,保证最终方案受到市场认可。

此外,项目办公室在本阶段还应组织团队开展项目成本模型定义、项目经营模型与敏感性分析、适航取证目标和计划制定等工作。该阶段主要工作项的示意图表 1。

表 1 可行性研究阶段主要工作内容

编号	工作内容
1	可行性研究报告
2	目标市场趋势和竞争者分析
3	先进工艺方法和技术定义
4	先进工艺方法和技术影响分析
5	飞机构型选项的研究和分析
6	机身结构和内部布局概念的初始分析
7	飞机各系统概念的初始分析
8	各概念构型的初始重量和性能评估
9	项目成本模型定义
10	项目经营模型与敏感性分析
11	主要潜在供应商和合作伙伴调查
12	适航取证目标和方案
13	初步设计阶段的建议和计划

以上工作内容和过程都将以技术报告的形式提交,并反映在项目可行性研究报告中,经过前期的展开、迭代再到后期的逐步优选、收敛,此时对最终选定的概念构型已有了比较明确意向和建议。通过提交可行性评审会,选定最终概念构型。

3.4 初步设计

初步设计可以认为是可行性研究工作的延续,只是在这一阶段的工作范围已经显著收敛,一般通过上一轮工作的遴选,只有一个最优概念方案入围。初步设计阶段的工作就是以该方案为基础,自顶向下、由浅到深的细化技术方案,同时评估分/子系统级别的可行性。

同时,该阶段还应该按重要度依次验证前序阶段提炼的需求是否得到满足,对于初步设计,所有需求最终可以映射为飞机本体的六大方面,即类型(民用/商用)、动力装置、运能、巡航速度、巡航高度和最大航程^[6]。该阶段的气动、结构、重量、性能等方面具体工作,相关著作已有详细说明不再赘述。而作为民用飞机,需注意市场验证与技术环境研究工作应当继续并行的开展,虽然此时飞机级的构型已经确定,但在系统级的构型上还有很大的选择余地,可以更深入的权衡选择;特别是一些技术更迭较快的系统(如航电系统),距离上一阶段的技术环境研究可能已过去了数月甚至更长时间,一些新技术或新产品的成熟度已经提高,从而出现在候选范围内。此时即使发生系统级的颠覆性修改也是可以接受的,尽管会造成进度拖延,但与项目后期实施过程中发生更改而花费的代价相比这是微不足道的。

4 结论

至此,预发展阶段的工作宣告完成,通过以上步骤,将笼统的设计思想逐步分解、落实、验证,形成量化、可实现的工程技术方案,为项目最终决策提供技术上可信、市场上可行的依据。

1) 预发展中的市场验证环节是民机项目正式铺开前的重要工作内容,也是区分军机前期预研工作的显著特点。其体现的高度关注用户和市场需求的的设计理念,也值得军机项目前期论证工作借鉴。

2) 预发展不是型号决策上马的缓兵之计,它从设计定位、生产准备、适航认证、市场策略等方面对民用飞机的研制产生深刻影响,应当充分认识到预

发展工作的重要性。

3)对于设计人员,应当抱以对待正式型号的严谨负责态度和饱满的创新探索精神来面对预发展工作。

4)对于项目管理者,预发展为项目最终决策上马提供全面而科学的依据,应当为预发展阶段提供足够的周期和经费支持。

参考文献:

- [1] 徐明,曾相戈,郑朔昉,等. 民用飞机研制程序:HB 8525-2017[S]. 北京:中国航空综合技术研究所, 2017.
- [2] 舒秀丽. 民用飞机预研课题管理研究[J]. 民用飞机设计与研究,2015(2):86-88.
- [3] 李云军. 民用飞机的研制程序与总体设计[J]. 航空系统工程,1996(5):22-27.
- [4] 顾涌芬. 飞机总体设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2001:2-3.

- [5] 陈迎春,宋文滨,刘洪. 民用飞机总体设计[M]. 上海:上海交通大学出版社,2010.
- [6] 徐敏. 国外预研管理对我国民机科技发展的启示[J]. 民用飞机设计与研究,2012(4):65-69.
- [7] 程不时. 民用飞机的预发展阶段[J]. 航空科学技术, 1997(2):44-48.
- [8] 吕佩. 促进航空预研成果转化调整预研经费比例强化先期技术演示验证[J]. 航空系统工程,1994,1(4):13-19.
- [9] 郑作棣. 我国民用飞机的预研、攻关和预发展[J]. 航空科学技术,1997(1):41-43.
- [10] (美)帕斯夸里 M 斯福尔扎. 商用飞机设计指南[M]. 段卓毅等,译. 北京:航空工业出版社,2018.

作者简介

邓建邦 男,学士,工程师。主要研究方向:飞行器总体设计、民机市场研究等方面。E-mail: migdeng@vip.126.com

From brewing to decision-making—analysis of civil aircraft pre-development phase

DENG Jianbang *

(Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: By comparing the differences between the development goals of military and civil aircraft projects, it was pointed out that the ultimate goal of civil aircraft projects was to pursue commercial success. By comparing the proportion of investment in each phase of civil aircraft project, it was emphasized that the pre-development phase played a vital role in setting the project tone, indicating the development direction and reducing the development risk. It was concluded that the two tasks of the pre-development phase were aircraft definition and conceptual scheme iteration & optimization. The work content of the pre-development phase was divided into three stages: market analysis and aircraft definition, feasibility study and preliminary design. The relationship of each stage, internal work-flow and practice were described. It was pointed out that the output of market analysis and aircraft definition stage were presented in the aircraft definition documents and determined by the aircraft definition review meeting. The focus of feasibility study stage was the expansion and iteration of the scheme, in which the market verification was an vital reference for scheme optimization. And the preliminary design stage should give continuous attention to the market verification and advanced technology research. Finally, the market orientation, scientificity and the essentials of investment in the pre-development phase of civil aircraft were summarized.

Keywords: civil aircraft; pre-development; aircraft definition; market verification

* Corresponding author. E-mail: migdeng@vip.126.com