

# 民机研制适航取证总体技术方案探讨

## Discussion of Airworthiness Certification Overall Technology Scheme for Civil Aircraft Development

中国商用飞机有限责任公司适航工程中心 郝 莲



郝 莲

研究员, 1989年毕业于西北工业大学, 获可靠性理论应用专业工学硕士学位。曾任中国航空工业集团成都飞机工业(集团)有限责任公司国外转包生产办公室副主任、成飞公司生产管理部副生产指挥长、成飞公司民机项目部部长, 现任中国商飞公司适航工程中心主任。

美国波音公司波音 707 飞机于 1957 年 12 月 20 日首飞, 欧洲空客公司 A300 于 1972 年 10 月 28 日首飞; 而中国第一架支线飞机——运 7 于 1970 年 12 月 26 日首飞, 中国第一

本文基于对型号研制阶段及适航当局开展型号合格审定阶段的分析, 研究作为申请人在型号研制中如何有效开展适航取证工作、适航取证工作与设计研发工作有机融合的途径与方法, 归纳总结提出适航取证总体技术方案的框架。适航取证总体技术方案是指导型号合格适航取证全过程工作的总体部署与规划, 是民机研制中重要的、不可缺少的纲领性文件。

架大型喷气客机——运 10 于 1980 年 9 月 26 日首飞。由此看来中国的民机研制相比波音与空客开始的时间并不算晚, 但波音公司从波音 707 开始已经衍生出波音 717、波音 727、波音 737、波音 747、波音 757、波音 767、波音 777、波音 787 一系列成功运营的机型; 空客公司自 20 世纪 80 年代起, 奋起直追, 也衍生出 A330、A340、A320、A321、A319、A318、A380、A350 一系列成功运营的机型。而中国进入 21 世纪才真正依据国际惯例开始民机研制, 但目前尚无按 CCAR25 部标准获得型号合格证的民用飞机进入市场商业运营。

中国航空工业由前苏联援建, 其组织与研发机制沿用前苏联军机研

制的模式——特定用户(军方)确定战绩指标, 制造商设计与制造, 用户验收产品。这种模式显然不能适应以市场为导向, 公共安全为重点的民机研制。中国航空工业多年来一直致力于探索民机研制的有效途径与运作机制, 原中航工业第一集团公司于 2002 年组建成立的中航商用飞机有限责任公司就是对民机研制运作机制的一种有效的探索。2008 年成立中国商用飞机有限责任公司, 是从国家层面肯定中国民机研制实施“主制造商+供应商”的动作机制, 这样的管理模式符合民机研制的国际规范与惯例, 而以中国航空工业为基础组建成立的中国商飞公司尽管有全新的组织构架, 实施全新的运作

机制,要建立一套完全符合民机研制规律的技术、标准与管理体系统需时日。需要深入研究型号合格适航取证与飞机研制的关系,将适航取证工作完全融入飞机研制工作中。本文基于对型号研制阶段及适航当局开展型号合格审定阶段的分析,研究作为申请人在型号研制中如何有效开展适航取证工作、适航取证工作与设计研发工作有机融合的途径与方法,归纳总结提出适航取证总体技术方案的框架。适航取证总体技术方案是指导型号合格适航取证全过程工作的总体部署与规划,是民机研制中重要的、不可缺少的纲领性文件。

## 适航规章条例中相关要求解读

### 1 《中华人民共和国民用航空法》相关条例解读

《中华人民共和国民用航空法》规定设计、生产、维修民用航空器必须向国务院民用航空主管部门申请领取型号合格证书、生产许可证书、维修许可证书,经审查合格的,发给型号合格证书、生产许可证书、维修许可证书。同时规定民用航空器的所有人必须保证民用航空器处于适航状态<sup>[1]</sup>。

《中华人民共和国民用航空法》明确规定设计、制造和使用民用航空器必须持有国务院民用航空主管部门颁发的适航证书,这也是民机研制首先必须依据的法律要求。由此可以得出,民机研制最重要的特征就是向国务院民用航空主管部门提出适航证件的申请,经过其审查然后获得相应的适航证件,此过程就是民机研制中作为申请人的适航取证过程。

### 2 《中华人民共和国民用航空器适航管理条例》相关条例解读

《中华人民共和国民用航空器适航管理条例》明确提出民用航空器的适航管理定义为:按国家规定的适航标准和程序,实施以确保飞行安

全为目的的技术鉴定和监督<sup>[2]</sup>。

《中华人民共和国民用航空器适航管理条例》规定了对民用航空器实施适航管理的内容、责任人及执行的标准与程序。民用航空主管部门对民用航空器进行适航管理的过程称为审定过程。即民用航空主管部门作为审查方针对申请人提出的申请要求而实施的检查、审核及批准的过程。

### 3 《民用航空产品和零部件合格审定规定》相关条例解读

《民用航空产品和零部件合格审定规定(CCAR-21-R3)》中关于“型号合格证的颁发”有明确规定。要获得型号合格证需要满足以下条件:

(1) 申请人提交的型号设计、试验报告和计算证明申请型号合格审定的民用航空产品符合适航规章和环境保护要求,以及局方规定的专用条件。

(2) 局方在完成所有试验和检查等审定工作后,认为其型号设计和民用航空产品符合适航规章和专用条件及环境保护的要求,或任何未符合这些要求的部分具有局方认可的等效安全水平。

(3) 对于航空器,相对其申请的型号合格审定类别没有不安全特征或特性中要求“在型号合格证或型号设计批准书的颁发前,申请人必须向审查方表明其符合性。

《民用航空产品和零部件合格审定规定(CCAR-21-R31)》中关于“颁发生产许可证”明确规定,要获得生产许可证需要满足以下条件:

(1) 申请人的质量控制资料、组织机构和生产设施得到审查方的审定。

(2) 申请人建立并能够保持有效的质量控制系统,使生产的每一民用航空产品均符合相应型号合格证或型号设计批准书、补充型号合格证或改装设计批准书的设计要求。

(3) 申请人建立保证每一生产

的民用航空产品都能符合型号设计并处于安全可用状态所必需的检验和试验程序。

(4) 申请人建立有效的对供应商的控制程序。

《民用航空产品和零部件合格审定规定(CCAR-21-R3)》具体明确从事民机研制中需申请获取的适航证件类别,申请人具备何种条件可获得适航管理主管部门颁发的型号合格证等<sup>[3]</sup>。

### 4 《航空器型号合格审定程序》相关条例解读

《航空器型号合格审定程序(AP-21-AA-2011-03-R4)》规定颁发民用航空器型号合格证,审查方需完成的工作内容、工作程序与方法,其中按航空器的生命周期将审定过程划分为:概念设计阶段、要求确定阶段、符合性计划制定阶段、计划实施阶段和证后阶段共5个阶段,并详细规定了各阶段的主要工作事项和步骤<sup>[4]</sup>。

### 5 《生产批准和监督程序》相关条例解读

《生产批准和监督程序(AP-21-AA-2010-04R4)》规定颁发民用航空器生产许可证,审查方需完成的工作内容、工作程序与方法<sup>[5]</sup>。

## 民机研制过程及适航取证过程分析

上述适航条例、规章和程序明确了民用航空主管部门作为审查方应该如何开展航空器适航审定和颁发相关证件,也明确了民用航空器研制者作为申请人必须申请适航证件,开展相应的符合性验证,表明对适航标准和程序的符合性,但并未明确申请人如何实施适航取证过程管理。在此通过对民机研制过程分析,对照审查方型号合格证审定过程的5个阶段,探讨民机型号研制过程中适航取证阶段与设计研制阶段有机融合的途径。

## 1 民机研制过程分析

中国的航空工业沿袭前苏联的军机研制体系建造,结合计划经济,形成了一套具有中国特色的研制保障体系,其最突出的是国家的决策、经费支撑与监管。往往是依据国家的需要,确定需要研发的型号,进行立项论证,经国家主管部门批准下拨经费后实施研制,并且各研制阶段需要通过国家主管部门组织的转段评审,最终的产品由军方(国家机构)收购。民机研制目前也采用相应的阶段管理模式,具体划分为立项论证阶段、可行性论证阶段、预发展阶段(细分为总体方案定义阶段和初步设计阶段)、工程发展阶段(细分为详细设计阶段、全面试制阶段和试飞取证阶段)、批生产与产业发展阶段。所不同的是,在民机研制中加入了相应的适航工作。

对于军机研制而言,各阶段的工作内容、输入与输出及相关的文件体系均已形成相应的行业标准。本文列举各阶段输出的部分内容:立项论证阶段输出项目建议书说明基本技术方案、主要技术性能指标,产品研制能力、关键技术及解决途径分

析,研制总经费需求,研制计划和生产规划;可行性论证阶段输出可行性研究报告从各目标、关键技术、运作管理、采购、质量管理等方面说明研制此型飞机的可行性;预发展阶段的总体方案定义阶段输出初步总体技术方案、顶层飞机设计要求、通用技术规范、项目总进度计划、试飞规划方案,在初步设计阶段输出总体技术方案、系统和分系统规范、工艺总方案、试飞总方案;工程发展阶段的详细设计阶段输出所有产品数模和图样、各种工艺文件、试飞大纲及测试改装方案、成品系统件和设备规范,全面试制阶段输出各种试验评审报告。军机后续需完成设计定型与生产定型。

中国的民机研制在充分运用这些已有行业标准的基础之上,还必须探索确定各阶段中适航工作的内容、输入与输出及相关的文件体系。尤其是国内以适航标准为基础开展民机研制的机型有限,实践经验不足,不少符合性验证难题未解决,以及适航规章中对申请期限的要求,使得确定各阶段适航工作内容成为民机研制中非常重要与关键的工作。

## 2 适航取证过程分析

目前,国内已有的民机研制中,申请人未自行定义适航取证过程的阶段,而是沿用审查方在适航规章中明确的审定过程的阶段定义。这也成为惯例,而且在项目之初,潜在的审查方和意向申请人通过签署安全保障合作协议(PSP)确定双方按概念设计阶段(未提交TC申请前,双方沟通预提交TC申请机型信息,对规章相关要求符合性达成共识)、要求确定阶段(提交TC申请后,双方确定需要满足的具体规章要求和符合性方法,并编制初步的专项合格审定计划PSCP)、符合性计划制定阶段(双方确定符合性验证工作,形成符合性验证计划CP)、计划实施阶段(按CP,申请人进行符合性验证,审查方开展审查,形成TC证及PC证)和证后阶段(双方开展持续适航相关工作)共同开展工作。在PSP框架下,各阶段完成均需要进行评估,评估结论符合要求后转入下一阶段工作。PSP的阶段与审定过程的阶段定义一致。

型号研制阶段划分与适航取证阶段划分示意图分别如图1和图2

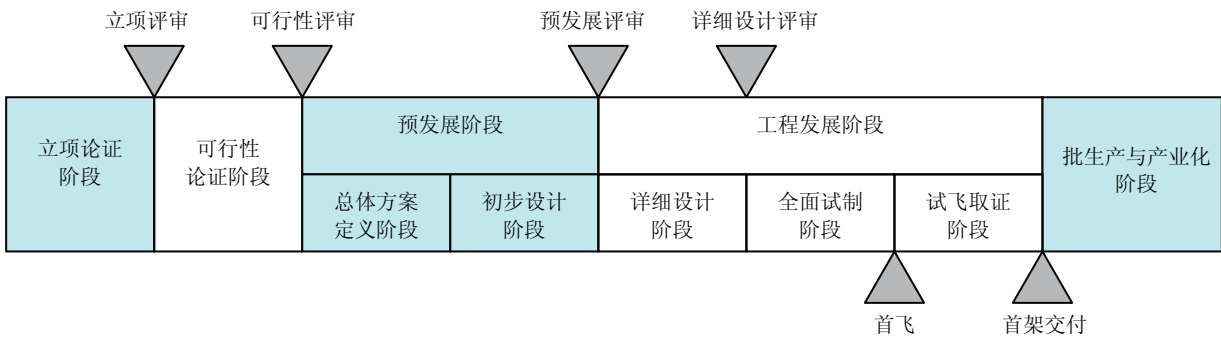


图1 型号研制阶段示意图

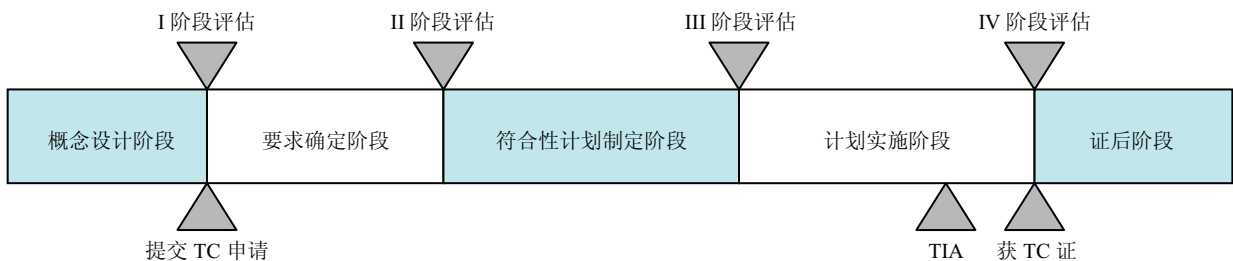


图2 适航取证阶段示意图

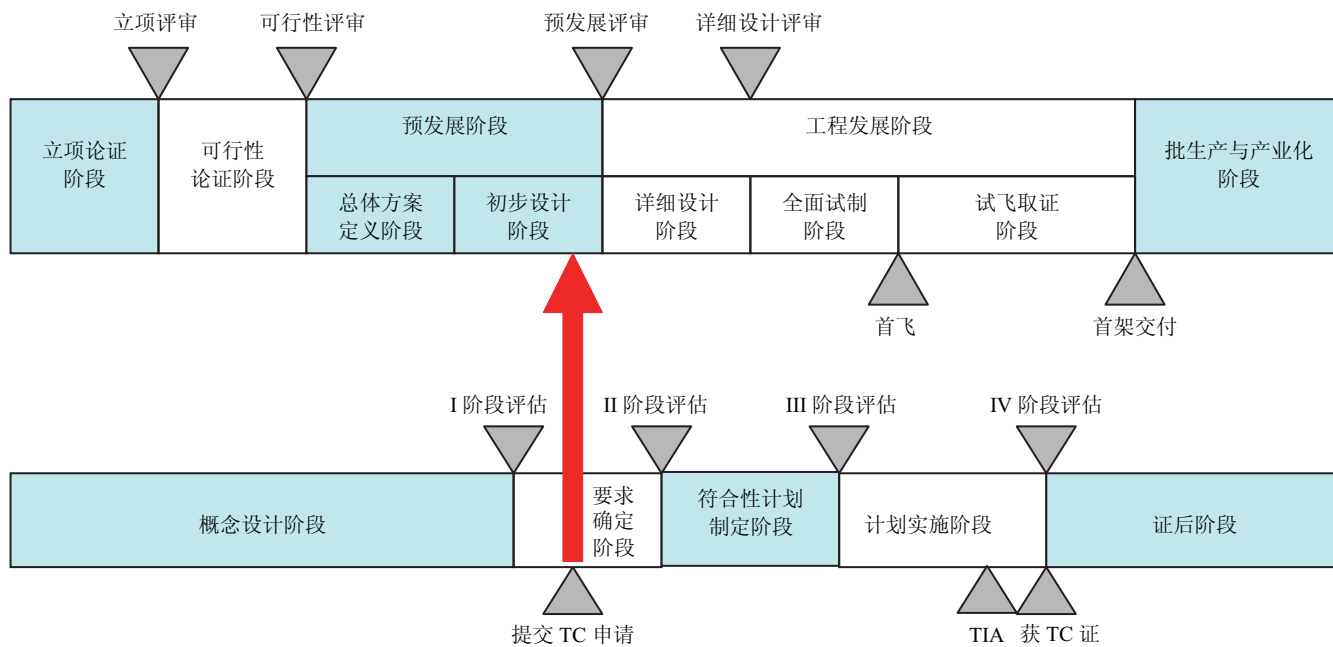


图3 型号研制阶段与适航取证阶段对应示意图

所示。

依据适航规章的规定,从提出 TC 申请起至获得 TC 证的时限为 5 年,可按规定延长 2 年;必须获得 TC 证首架飞机才能交付;提交 TC 申请的同时需附带提交:①航空器型号的设计特征、三面图和基本数据;②相应的审定计划(CP);③建议的审定基础和符合性方法,包括建议的专用条件;④设计保证手册。由此不难看出,必须通过提交 TC 申请的节点链接适航取证阶段与型号研制阶段。在此提出这个链接节点应当确定在型号研制阶段的预发展阶段中后期,所以民机研制成功的关键就在于提交 TC 申请时间的把控。也就是说在提交 TC 申请时,型号的设计应当达到一定的程度,能够基本确定型号的特征与定义、总体参数指标,预计采用的新技术、新工艺和新材料,适应的使用环境等,以此初步建议出审定基础与符合性方法,估算验证活动量,在适航规章规定的时间内合理安排符合性验证活动,形成 CP 规划与初步的 CP 方案。型号研制阶段与适航取证阶段对应关系示意图如图 3 所示。

### 适航取证总体技术方案构架

对适航取证过程的策划,是保证民机研制成功的关键,尤为重要的是选择提交 TC 申请的节点,合理地分配适航取证的各项工作任务,因此,必须在项目初期就构思确定适航取证的目标与总体要求,在预发展的总体方案定义阶段细化要求,制定出详细的适航取证总体技术方案,用以全面规划与部署整个的适航取证工作。依据上述阶段分析,提出适航取证总体技术方案构架为提出适航取证目标;选定建议的审定基础,确定 TC 申请节点,明确各研制阶段中适航取证工作的内容,定义适航取证过程(包括审定基础、符合性方法、设计符合性、制造符合性、CP 及实施计划管理、构型管理及供应商管理等方面),管理要素与方法,制定 CP 规划(保证符合性验证工作完整性的总体安排),论述取证风险并说明应对措施。

### 结束语

适航规章是国家保证民用航空器安全的最低标准,是民机研制过程

必须遵循的法律,民用飞机必须符合适航规章的要求,并取得适航当局颁发的型号合格证才能够投入运营。采用本文总结归纳的适航取证总体技术方案,规划出适航取证的目标、任务与整个过程控制要素,是适航取证工作合理、完整、有效、有序开展的前提,也是民机项目研制成功的重要前提。

随着国内民机研制型号的增加,适航取证工作经验的积累,适航取证总体技术方案的构架将得到不断地修订与完善。

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国民用航空法. 中华人民共和国主席令 56 号公布, 1995.
- [2] 中华人民共和国民用航空器适航管理条例. 国务院, 1987.
- [3] 民用航空产品和零部件合格审定规定(CCAR21-R3). 中国民用航空总局令第 183 号公布, 2007.
- [4] 航空器型号合格审定程序(AP-21-AA-2011-03-R4). 中国民用航空局航空器适航审定司, 2011.
- [5] 生产批准和监督程序(AP-21-AA-2010-04R4). 中国民用航空局航空器适航审定司, 2010.

(责编 深蓝)