

# 民机项目研制设计过程分析识别

## Identification and Analysis of the Civil Aircraft Design and Development Process

梁娟 王欣/Liang Juan Wang Xin

(中国商用飞机有限责任公司, 上海 200120)

(Commercial Aircraft Corporation of China, Ltd., Shanghai 200120, China)

### 摘要:

探讨了民机项目研制设计过程。依据国际航空航天质量系列标准要求、SAE ARP4754A 民用飞机与系统研制指南要求以及项目管理相关知识,运用过程方法分析识别了民机项目研制设计过程,提出了民机项目研制设计过程的过程图,并分析了设计过程与研制阶段的关系,提出了过程方法应用的具体建议。

**关键词:**民机;设计过程;过程方法

[Abstract] The process of the civil aircraft design and development was discussed. Based on the international standards of aerospace quality, SAE ARP4754A guidelines for development of civil aircraft and its systems, and project management principles, by analyzing the process approach, the process of civil aircraft design and development was identified, and the process mapping was presented. Then the relationship between design process and development stages was analyzed. Finally, some suggestions on application of the process approach are presented in detail.

[Key words] Civil Aircraft; Design Process; Process Approach

## 0 引言

“过程方法”是国际标准化组织在 ISO9000:2000 颁布时提出的,它要求组织在建立和完善质量管理体系中,始终贯彻过程方法这一原则,以便更有效地实现预期目标。过程方法的管理建立在过程思维的基础上,将组织的各项活动通过一系列相关联的输入和输出联系起来,进行输入、输出、资源、程序、职责等方面有效地、系统地管理,使过程和结果有机结合,形成良性循环。所有要求都应列入过程模式之中,以业务过程为中心,制定资源配置方案和组织机构设计方案,形成分级过程层次结构,一切过程及其相互作用组成一个大的过程网络。

## 1 过程方法应用特点和基本形态

### 1.1 空客公司过程方法应用特点

空客公司结合公司经营及其业务特点,识别并梳理出管理、销售、开发、实现、采购、服务和支持七大类过程,并进一步细分识别出 104 个二级过程,其中开发过程分为整机开发过程,系统、客舱、货舱和

推进系统的开发过程,结构开发过程,确认、验证和取证过程等 24 个二级过程。其过程具有标准和业务适度融合、规范的高度文档化和完善的绩效指标体系三大特点。

### 1.2 波音公司过程方法应用特点

波音公司将公司业务视作过程的集合,并使用战略计划推动过程,建立工作组以实施过程,使用过程报告来判断过程的健康程度,以数据为基础进行管理。波音公司采用了自顶向下的方式逐层细化过程。首先将组织定义为 5 个核心过程和 3 个主要支持过程,将这些过程管理的监管责任指派给负责这一级别过程的高级管理人员,高级管理人员通过将过程继续拆分,并将拆分后的过程管理的监管责任指派给下一级人员,依次将基于过程的管理向下推动,并逐层定义子过程及次级子过程,直至所有过程定义完成。波音公司运输机和加油机分部(A&T)共定义有大约 300 多个过程。

### 1.3 过程方法的基本形态

过程方法的基本形态是:管理职责——资源管理——产品实现——测量、分析和改进。这一基本

形态强调了持续改进,体现了遵循 PDCA 循环原理进行活动的过程,过程策划(识别)——过程实施——过程监测——过程改进,如图 1 所示。

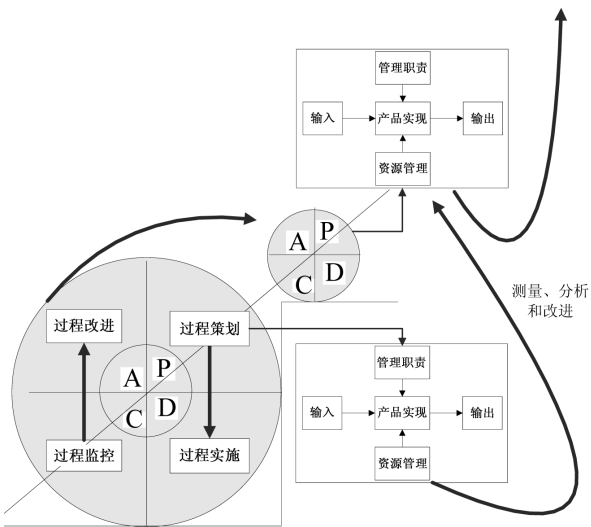


图 1 过程的持续改进

## 2 民机项目研制设计过程识别

与质量管理体系过程方法的思路一致, SAE

ARP4754A 强调对于现代飞机系统高度综合和复杂的特点,应充分关注因为研制错误而引起或造成飞机失效状态的可能性。传统的用于确定性风险或者常规的、非复杂的设计和分析方法可能无法向更复杂的系统提供充分的安全性保证。因此,在飞机级、或者至少在综合系统或交互系统层级运用成体系的分析或评估技术,比如利用过程保证和双 V(确认与验证)体系组合的研制保证。研制保证是一个基于过程的方法,这种方法可以为系统的研制建立置信度,确保其以一个十分规范的方式来完成,并且可限制产生影响飞机安全性的研制错误的可能。

依据 SAE ARP4754A 所提供的研制过程模型,再增加自下而上的确认、验证过程,结合民机项目研制阶段活动,采用过程方法来细化识别民机项目研制的设计过程,主要过程识别分析如下,过程图如图 2 所示。

### 2.1 飞机功能确定过程

飞机功能确定来源于顾客、市场的需求以及法律、法规的要求,从而明确飞机概念,并进一步确定飞机功能和性能。

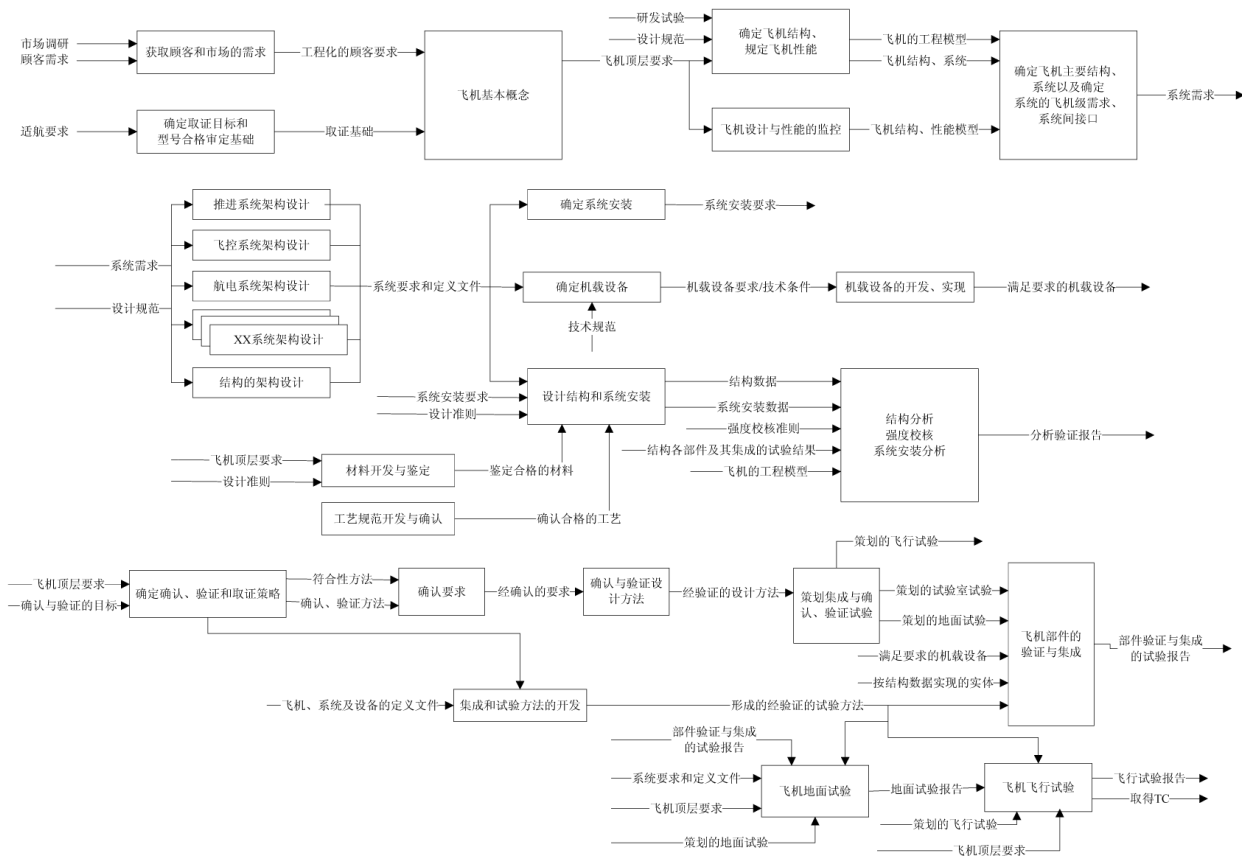


图 2 民机项目研制的设计过程

## 2.2 飞机功能分配到系统的过程

飞机功能分配到系统是依据飞机功能和性能提出系统要求,包括系统间接口的需求。

## 2.3 系统架构研制的过程

系统架构研制一般是飞机概念研制过程的一部分工作。系统架构研制要确立系统结构和边界,在此结构和边界之内,确定系统功能和性能,以及系统的设备间接口。

## 2.4 系统功能分配到设备/产品的过程

系统功能分配到设备是依据系统功能和性能提出设备/产品级要求,包括设备间接口需求。系统架构的形成与需求分配是密不可分的、迭代的过程。随着每一次的迭代循环,对需求的确认与理解不断增加,对分配到设备的系统级需求将进一步清晰。

## 2.5 设备/产品设计开发过程

设备/产品的设计开发依据系统研制过程模型结合 DO178 软件、DO254 复杂电子硬件研发过程指南开展。通过此过程活动,实现满足需求的设备/产品。

## 2.6 确认、验证与取证过程

自下而上的从设备软、硬件设计的确认、验证开始,逐层向上至系统综合和系统功能、性能验证,直至飞机级综合和飞机功能、性能验证。

# 3 设计过程与研制阶段的关系

实际的飞机、系统设计过程涉及很多的迭代,设计过程是循环的而非连续的。民机项目设计是通过采用自上而下的和自下而上的方法并以迭代与并行的方式进行。此外由于民机研制技术含量高、系统复杂、研制周期长的特点,为控制产品质量,降低进度、技术以及经费的风险,一般将研制活动进行阶段性划分,以便于管理。

## 3.1 研制阶段划分

20 世纪 70 年代,德国学者 G. Pahl 和 W. Beitz 提出了具有代表性、权威性和系统性的产品设计方法学。他们将工程设计过程主要分为四个阶段:明确任务阶段、概念设计阶段、具体化设计阶段和详细设计阶段。通过研究对比空客、波音、庞巴迪等航空业代表性企业对项目研制阶段划分可发现,其阶段划分在起止节点、粗细程度、划分方法上有所差异,不同的研制阶段划分并不影响设计过程的明确。本文所研究的设计过程从有明确的设计要求

开始到详细设计阶段完成,因此把民机项目研制的设计过程分为:设计要求确定阶段、方案确定阶段、初步设计阶段、详细设计阶段、试验验证阶段。

## 3.2 设计过程和研制阶段的关系

设计过程定义了从客户要求到设计验证全过程,侧重反映技术流程;研制阶段划分定义了项目里程碑,侧重反映项目进度;通过设计过程不断迭代使得项目向前推进,对项目按里程碑实施阶段性检查,从而有效地控制产品质量,降低风险。设计过程和研制阶段划分在实际研制活动中的反映如图 3 所示。

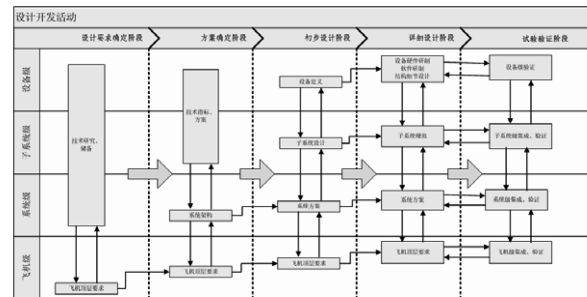


图 3 迭代循环的设计开发活动

# 4 结论

目前,过程与过程方法已受到了越来越广泛的关注。本文运用过程方法分析识别了民机项目研制设计过程,提出了过程图,并结合民机研制特点分析表述了设计过程与研制阶段的关系,应用过程方法应注意以下几方面:一是要有效识别过程,并注意识别关键过程以及简化过程,在识别中注意过程的层次性和唯一性;二是要注意对过程的管理和控制,要做到评审输入、规范程序、审核输出、控制过程,并特别关注过程间的接口;三是要注重对过程的持续改进,通过测量和分析发现不足或改进机会,以实现过程的改进。

## 参考文献:

- [1] ISO 9000. 质量管理体系——基础和术语.
- [2] SAE AS 9100C. Quality Management Systems—Requirements for Aviation, Space and Defense Organizations.
- [3] ARP4754AA. Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems.
- [4] PMP 项目管理知识体系指南.
- [5] BOOKER J D. Industrial practice in design for quality [J]. International Journal of Quality and Reliability Management, 2003.