

民用飞机需求变更管理研究

周璇*, 史肖飞

中航西飞民用飞机有限责任公司, 陕西 西安 710089

摘要: 现代民用飞机项目采用基于需求的研发流程, 在整个项目进展过程中, 需求变更不可避免。作为设计的输入, 需求的变更可能带来重大项目风险, 因此需求变更管理在民用飞机项目中至关重要。本文解析了需求变更、需求工程与构型管理之间的关系, 提出了根据成熟度实施需求变更控制的思想, 给出了需求变更的流程, 为工程人员更为深刻的认识需求变更具有指导意义。

关键词: 民用飞机; 需求变更; 需求管理; 需求工程; 构型控制

中图分类号: V37 文献标识码: A DOI: 10.19452/j.issn1007-5453.2018.10.070

随着现代民用飞机产品复杂性的急剧上升, 传统设计往往由于设计目标不够明确、系统顶层要求不够完善等, 容易造成系统接口不清晰甚至接口丢失、团队之间缺乏沟通、项目进度拖延、反复工作量大, 直接导致项目成本增加甚至项目取消。

需求工程 (Requirements Engineering, RE) 始于 20 世纪 60—70 年代, 早期主要应用于软件工程领域^[1], 是一种以需求为驱动的贯穿于系统研制全生命周期的系统研制和管理技术。民用飞机采用基于需求的研发流程, 有利于产品研制的有序开展, 有利于减少项目成本、降低项目风险, 对项目的成功实施具有重大意义。目前, 需求工程在现代民用飞机项目中的应用越来越受到人们的关注, 尤其是一些国际大型飞机制造商或者系统供应商, 需求工程技术已经成为产品研制所依据的基础技术。

需求是对产品或流程在使用、功能、设计特征或约束等方面的一种形式化陈述, 具有必要性、无歧义、可测试验证等特征^[2]。民用飞机的研制是一项长期、复杂、开放、集成度高的工程活动, 期间必将产生数量庞大的需求^[3]。在民用飞机研制过程中, 随着设计人员对产品功能的理解逐渐加深, 方案的多轮迭代, 新技术的推广应用, 甚至适航规章的不断修订, 数量庞大的需求也必将不断动态变化。作为设计依据和目标, 需求的变更是飞机产品研制项目中突出的风险源。因此, 需求变更管理在民用飞机研制过程中具有极其重要的

作用。

1 需求变更概述

1.1 需求变更、需求工程与构型管理

需求变更是需求工程中需求管理的一项重要活动, 图 1 显示出了需求变更、需求管理和需求工程的关系。其中, 需求工程是在产品研制项目生命周期中实施基于需求的、以需求为驱动的工程流程, 通过合适的语言和符号系统地描述和演进待开发的需求 (包括功能、性能和约束等), 并对需求进行管控。需求管理作为需求工程的一部分, 其目的是在研制各层级团队、同一层级各联合团队之间建立对需求的共同理解, 维护需求、设计和产品的一致性, 并实现对需求变更的有效控制。而需求变更一般是在需求正式发布或建立需求基线之后, 通过变更申请、评估、建议和实施的过程, 确保需求的变更是必要的、影响分析是全面的、最终的实施是正确的。

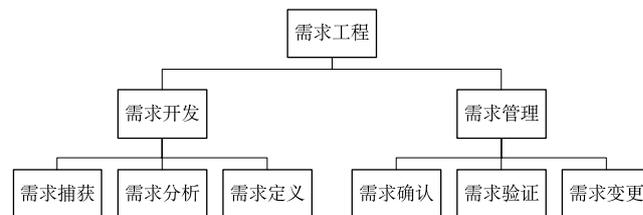


图 1 需求变更、需求管理和需求工程的关系
Fig.1 Relationship among requirements change, requirements management and requirement engineering

收稿日期: 2018-09-14; 退修日期: 2018-09-21; 录用日期: 2018-09-29

* 通信作者. Tel.: 13630233043 E-mail: 271917028@qq.com

引用格式: Zhou Xuan, Shi Xiaofei. Research on requirements change management of civil aircraft [J]. Aeronautical Science & Technology, 2018, 29 (10): 70-73. 周璇, 史肖飞. 民用飞机需求变更管理研究 [J]. 航空科学技术, 2018, 29 (10): 70-73.

另外,需求变更也是构型管理中构型控制的一项重要活动,图2显示出了需求变更、构型管理和需求工程的关系。其中,需求标识和需求基线是需求开发中需求定义以及构型管理中构型标识的公共活动。需求是产品构型信息的组成部分,因此,需求变更应该符合构型控制的原则和要求。

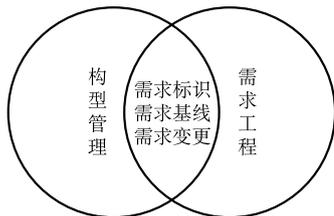


图2 需求变更、构型管理和需求工程的关系示意

Fig.2 Relationship among requirements change, configuration management and requirement engineering

1.2 需求变更与需求工程其他活动的关系

在一个系统中,构成该系统的元素本身可能需要被当作系统来考虑,这种系统包含子系统的结构通常称为系统层级结构。民用飞机产品通常包含项目级、飞机级、系统级、子系统级和设备级等多个层级。在民用飞机研制过程中,需求工程技术并不是使用一次即可丢掉,相反,这种技术在飞机研制的各个层级上都需要应用,且通常在某一系统层级内的多个子系统间是并行的。另外,根据所在的层级以及实际产品的复杂程度,可以对需要开展的活动进行适当裁剪。

图3显示出了在某一层级需求变更与图1所示的其他需求工程活动之间的关系。

理想化的需求工程过程不包括需求变更,首先开展需求捕获,需要获取到的信息(称为源需求)包括潜在的利益相关方、利益相关方的需要和期望、法律法规的约束、竞争产品的信息等。然后,通过需求分析对所捕获到的信息进行排列、筛选、权衡、重新组织和进一步细化,从而使得源需求更加准确、有效,产品功能、性能目标更加明确、细化和完整。进而采用标准化的语言对需求进行描述,并与源需求或需求依据建立追溯性,完成需求定义。需求确认是对需求正确性和完整性的检查,通常伴随飞机项目里程碑的评审完成,作为后续设计、验证的依据。需求验证是指通过检查、分析、测试等验证方法表明设计方案、产品符合需求的过程。但是,在现实的民用飞机研制项目中,需求定义、需求确认甚至需求验证之后都可能需要进行需求变更。另外,根据SAE ARP4754A,需求确认计划中应明确发生需求变更时,如何对需求进行重新确认和管理。

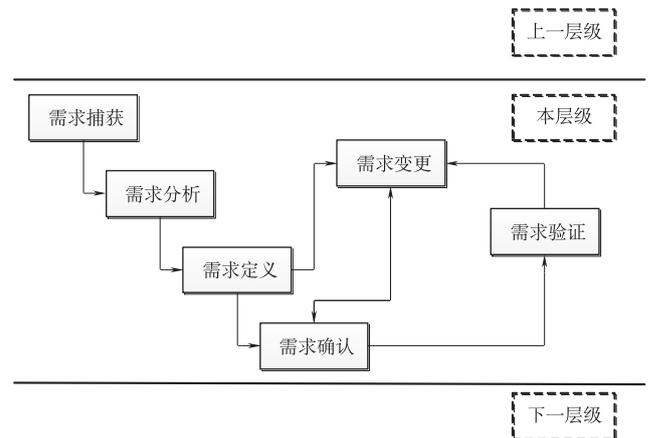


图3 需求工程各活动之间的关系示意

Fig.3 Relationship among activities of requirements engineering

1.3 需求成熟度

随着民用飞机研制工作的不断深入进行,需求的成熟度逐渐提高。

(1) 在需求得到正式确认之前,需求尚不成熟,需求的更改可以通过版次管理来进行控制。

(2) 当需求得到正式确认之后(即建立了正式基线),需求的更改应该按照严格的需求变更流程来进行控制,以避免因需求变更问题,不断地调整项目计划进度、成本以及质量,最终导致项目失控。

典型的民用飞机研制阶段划分如图4所示^[4],其中:

(1) 飞机级需求在总体技术方案审查(决策门Gate) G5处应该得到确认。

(2) 系统级需求在初步设计审查 G6处应该得到确认。

也就是说,在G5/G6之前,飞机级/系统级需求可以通过版次进行更改,而G5/G6之后,飞机级/系统级需求应经过严格的需求变更流程进行更改。



图4 民用飞机研制程序

Fig.4 Development process of civil aircraft

2 需求变更流程

按照SAE ARP4754A,一旦各层级需求建立基线后,就应该开展需求变更控制,并确保变更得到记录、批准和实施。作为设计的输入,需求的更改可能带来重大项目风险,因此,应通过科学的变更控制流程最大程度地规避这种风险。如

图5所示,在民用飞机研制过程中,需求变更通常包括变更请求、变更审批和变更实施。

2.1 需求变更请求

当已得到正式确认的需求需要进行变更时,申请者应识别拟变更的需求,分析变更的合理性和紧迫性,提交正式的变更请求,指出需求变更的原因,并开展变更影响分析,详细说明变更的影响范围,并提出初步的需求变更建议。

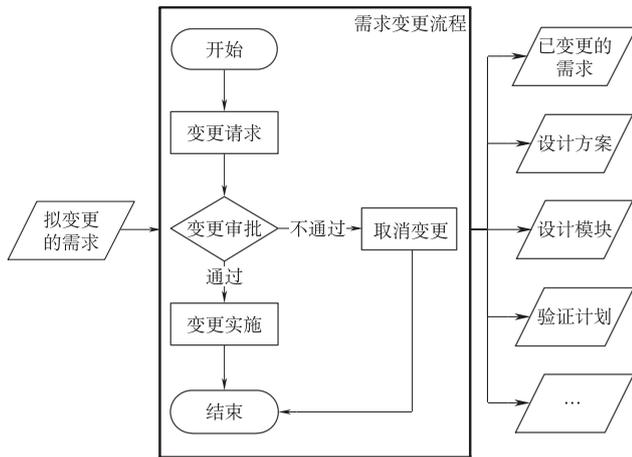


图5 需求变更流程

Fig.5 Requirements change process

2.1.1 需求变更产生原因

在民用飞机研制项目中,需求变更的形式包括修改、删除或增加,需求变更产生的原因是多方面的,通常可从外部因素和内部因素两方面来考虑。

常见的外部因素有:(1)原有设计不符合市场需要;(2)利益相关方提出了新的需求,如新的适航法规;(3)客户或供应商对需求的理解产生歧义;(4)供应商提供的产品无法满足技术指标要求。

内部因素主要包括:(1)项目成本、进度的制约,需要对需求进行调整;(2)随着项目的进行,设计团队对需求的理解程度逐渐加深;(3)初始需求存在不一致、不明确、不可实现等问题;(4)联合设计团队内部对需求的理解存在分歧;(5)联合设计团队中其他专业的需求变更所造成的影响;(6)在方案设计或产品验证过程中,由于受到现有技术条件或手段的限制,设计方案或最终产品无法实现现有需求。

2.1.2 需求变更影响分析

需求变更影响分析是指通过对拟变更需求的内容和追溯性进行检查,多方面分析变更对其他对象(如其他需求、设计方案、接口、验证程序、工艺工装、产品组件等)的影响,进一步确定需求变更对项目进度、成本、产品构型、质量等方

面的影响,为决策者提供判断依据。

需求变更的影响分析可结合需求的追溯性来完成。需求的追溯性是指飞机产品研发过程中需求与其他元素(如需求来源、其他需求、方案、验证方法、验证活动等)之间建立的关联,它贯穿于整个需求工程过程。

2.2 需求变更审批

需求变更请求应提交至变更控制委员会(Change Control Board, CCB)进行审批,通过对拟变更需求的分析、变更影响的评估以及对变更建议的审查,得出是否开展需求变更的结论。

民用飞机研制是一种多专业高度综合项目,需求变更可能会牵一发而动全身,因此,需要一个权威机构多方面权衡变更造成的影响,并做出变更决策。CCB是需求变更的最高决策机构,通常由具有技术能力、项目经验的多方成员联合组成,包括项目管理、总设计师系统、质量控制等人员。应设置一名权威的CCB主任,当CCB会议中存在意见不一致的情况时,由其根据情况综合考虑,做出最后决策。CCB主任可以由飞机型号总设计师或项目负责人担任。

在对需求变更进行审批时,应谨慎对待优先级较高的需求。具有较高优先级的需求一般对产品的功能、性能、安全性、可靠性等重要技术指标有更为重要的影响,对这类需求进行变更可能会对飞机项目产生更大的影响。

另外,一旦需求变更请求处于CCB审批时,CCB应对该请求做出最后的决策,确定需求的影响范围,明确是否通过该请求,并提出最终的需求实施建议(包括实施人员、期限、内容等)。

2.3 需求变更实施

当需求变更请求得到批准之后,根据实际情况,需求变更可能会转化为多个变更指令,由需求变更实施人员根据指令实施。另外,拟变更的需求应与其他变更对象一并控制,包括设计方案、设计模块、验证程序等,并对成本、进度等做出调整。

为确保需求变更实施与CCB决议一致,应由质量控制人员对需求的实施情况进行监控、评估,并给出最终的需求变更总结报告。

当需求变更完成之后,应建立新的基线,记录变更的需求内容、时间、人员,并与需求变更过程、变更活动建立关联,并应妥善保管需求变更中所产生的所有数据、文档、记录等信息,确保需求变更的可追溯性,为后续设计打下基础。

3 结论

需求工程最早应用于软件工程领域,随着现代民用飞机项目对研制流程的重视程度越来越高,其在民用飞机领域中的应用也日趋广泛。民用飞机项目中需求的数量极其庞大,小型通用飞机约有数万条需求,大型飞机可能会有十几万条需求,如此量级的需求在研制过程中必然会发生变更,而作为设计输入的需求的变更,可能会为项目带来灾难性的风险。因此,更加深入地认识需求变更,分析需求变更产生的原因,了解需求变更流程,在民用飞机项目研制中尤为重要。

AST

参考文献

- [1] 刘忠宝,赵文娟. 需求工程现状和发展研究[J]. 电脑开发与应用, 2011(11): 1-4.
Liu Zhongbao, Zhao Wenjuan. Research on present situation and future of requirement engineering [J]. Computer Development & Applications, 2011(11): 1-4. (in Chinese)
- [2] IEEE Std 1220-2005 Application and management of the systems engineering process [S]. IEEE, 2005.
- [3] 季建琴. 民用飞机需求管理技术研究与应用[J]. 科技视界, 2012(25): 55-57.
Ji Jianqin. Civil aircraft requirement management research and application [J]. Science & Technology Vision, 2012(25): 55-57. (in Chinese)
- [4] HB 8525—2017 民用飞机研制程序[S]. 中华人民共和国工业和信息化部, 2017.
HB 8525—2017 Development process for civil aircraft [S]. Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China, 2017. (in Chinese)

作者简介

周璇(1987-) 男,工程师,硕士。主要研究方向:民用飞机需求管理、构型管理。

Tel: 13630233043 E-mail: 271917028@qq.com

Research on Requirements Change Management of Civil Aircraft

Zhou Xuan*, Shi Xiaofei

AVIC XAC Commercial Aircraft Co., Ltd., Xi'an 710089, China

Abstract: Requirements-based development is applied in modern civil aircraft programs, within which, requirements change is inevitable. While requirements change may cause critical risks to a program, the management of requirements change is significant during aircraft design. The differences among requirements change, requirements engineering and configuration management were explicated, an idea to implement requirements change based on requirements maturity was proposed, and requirements change process was provided, which are beneficial for engineers to better understand requirements change.

Key Words: civil aircraft; requirements change; requirements management; requirements engineering; configuration management

Received: 2018-09-14; Revised: 2018-09-21; Accepted: 2018-09-29

*Corresponding author. Tel.: 13630233043 E-mail: 271917028@qq.com