

面向民机复杂系统需求管理过程研究

Research on Requirement Management Process for Civil Aircraft Complicated System

田 彬 / Tian Bin

(上海飞机设计研究院,上海 201210)

(Shanghai Aircraft Design and Reserch Institute,Shanghai 201210,China)

摘 要:

需求是商用飞机研制的基础,并贯穿于整个飞机研制的生命周期。在需求研发团队中建立一套有效的需求管理流程,使捕获、传递和更改需求的过程更规范高效。在飞机研制早期就保证需求的正确性和完整性,这样最终达到节约成本和优化进度的目的,设计出客户想要的飞机。

关键词:需求;需求管理;需求确认;需求验证

中图分类号:F272.7

文献标识码:A

[Abstract] Requirements are the basis of civil airplane development, and run throughout the entire life cycle of the airplane development. An effective requirement management process is established, which is specified and effective to capture, transfer and modify requirement. At the beginning of airplane development, the correctness and completeness of requirement have to be assured. At last saving cost and optimizing schedule will be got, and the airplane that the custom want will be design.

[Key words] requirement; requirement management; requirement validate; requirement verification

0 引言

商用飞机具有技术要求高,研发周期长,项目投入大等特点。其研制过程就是基于需求的实现过程,把客户的需求如何一层层地传递下去,使最终生产出来的飞机是客户想要的。需求的影响贯穿于系统研制的始终,无论是设计、验证还是集成都离不开需求。需求管理确保通过分配、验证和更改的调整和控制使解决方案符合利益攸关者的需求和期望。需求管理影响系统全生命周期的质量和成本。需求管理也逐步成为各工程领域和学术界研究的重点。

1 需求管理过程

需求管理的主要目的是确保利益攸关方对飞机需求理解一致。需求管理通过在需求开发过程中建立基线使需求受控;确保计划、产品和活动与需求相一致。为了达到以上目标,必须保证需求更改是受控的。需求管理贯穿整个系统生命执行过

程,以一致的、可追溯的、可关联的、可验证的方式捕获、确认、验证、管理和控制需求和相关文件^[1]。

如图 1 所示,需求管理主要过程包括:需求捕获流程,需求确认,需求验证,需求变更管理等,评审评估和构型管理活动也属于需求管理的活动。

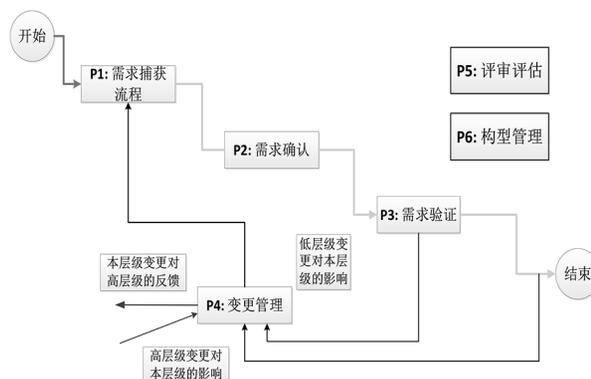


图 1 需求管理过程

1.1 需求管理捕获流程

需求管理捕获活动流程的目的是实现统一的方式记录相关方的需求,并确保需求被正确理解,

以实现在项目初始即确保满足利益攸关方的需要和期望。在捕获需求时,还要记录需求的来源^[1]。

需求捕获的具体活动流程如图 2 所示,这些流程活动是按先后顺序逐步实现的。

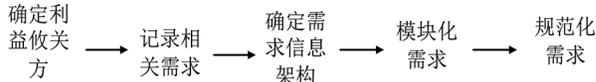


图 2 需求捕获流程

1.1.1 捕获利益攸关方

识别利益攸关方是需求管理工作的第一步。现代航空制造商在立项研发新的飞机型号过程中,为了取得最终的适航、市场、运营及商业成功,必须完整地标识所有攸关方,通过体系化的方法捕获利益攸关方的需求,并在决策和具体工作中落实利益攸关方的需求,使产品满足攸关方预期^[2]。

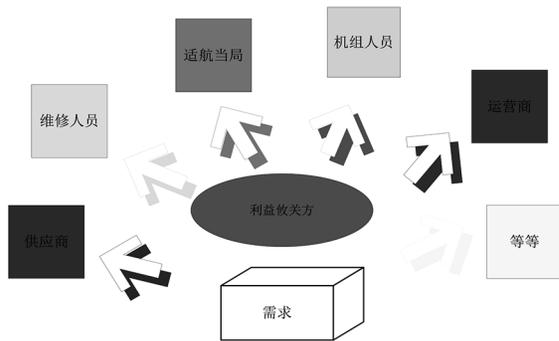


图 3 确定利益相关方

1.1.2 需求信息架构

在项目初期定义出需求的层次关系,提供需求组织和分解的标准,描述项目开发阶段和需求文件层次的关系。对多系统建立需求组织架构可以清晰地表述需求信息的流向,表达出需求各层级之间的关系,说明需求之间的直接追溯关系。这是非常重要和必要的。

在飞机级主要的需求模块有:

0—规章和市场需求文件夹里主要有:RM01 适航模块, RM02 市场需求模块。

1—顶层需求和目标文件夹里主要有:AMRO 飞机制造需求模块, CSRO 客户支持需求与目标模块, DRO 飞机设计需求与目标模块。

2—飞机级需求文件夹主要有:AFDD 飞机级功能定义模块; AFRD 飞机级功能性需求模块; ANFRD 飞机级非功能性需求模块。

在系统级主要的需求模块有:

3—Systems 需求文件夹里主要有:系统的功能

性需求模块;系统的非功能性需求模块;系统功能危害性评估模块;系统功能定义及分解模块;系统需求确认矩阵模块;系统验证矩阵模块。

PS—系统产品技术规范。

图 4 是需求模块的层次架构,需求按照从飞机级到系统级层层分解传递和分配。



图 4 需求层次架构

1.1.3 模块化需求

需要对飞机和系统产生的需求模块按照需求管理规定进行编号,每一个需求模块都按照分类的需求模板填写需求的相关内容,和相关属性内容。图 5 是系统需求文件夹下的需求模块集。

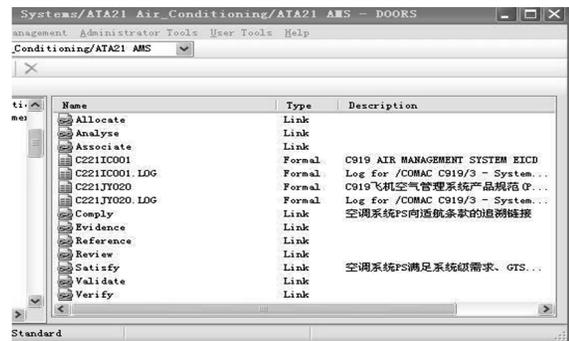


图 5 需求模块化

1.1.4 规范化需求

需求的编写有具体、可测量、可接受、可实现和可追溯 5 大标准,应根据此标准对需求进行初步规范。根据每份需求的类别建立不同的属性,在研制的不同阶段建立不同的属性便于需求捕获、需求确认、需求验证等活动的展开。每个属性都应可见,其值可更新。

应存储每个需求的信息或者属性。每个成员能够浏览这些属性,指定权限的工程技术人员能够更新它们的数值。需求管理工具生成系统定义的几个属性,例如需求产生的日期和版本,并且允许

客户定义其他类型的属性,譬如需求 ID、需求类型、需求源和成熟度。

1.1.5 需求确认

需求确认的目的是为了确定所捕获和分析的需求是正确的、一致的、完整的,以减少需求缺失、需求冲突、需求错误等对后期研发工作的影响。

需求的正确性是指在需求陈述和属性中不存在歧义和错误。如果需求彼此之间没有出现矛盾冲突,就可以说这一系列需求是正确的。

需求的完整性是指确保产品的所有特征、功能和约束条件能够通过完整的需求集合来表达,需求集合的遗漏将带来很多问题。

需求确认活动如表 1 所示。

表 1 需求确认活动

需求确认活动主要有:	制定需求确认计划——建立需求和确认的程序和方法;
	开展确认活动——确认矩阵填写;
	捕获确认证据——生成确认矩阵和确认总结报告。

1.2 需求初步确认

需求初步确认是对需求的正确性和完整性进行初步的判定。

(1) 正确性要求对每一条需求进行检查。正确性检查单样例如表 2 所示。

表 2 正确性检查单样例

编号	宽体飞机正确性检查准则	描述
1	需求层级是否正确	需求层级是否正确
2	需求是否被分割为了若干个独立的条目	为保证一条需求自身的完整性,不应将一条需求拆分成多个条目。检查中应找到存在这种情况的条目,并将它们合并成为一条完整的需求
3	需求的表述应只有唯一的一种解释	编制者、设计者、验证和确认者应以一种同样的方式理解需求的意图。歧义会导致对需求的解释不能反映设计者真实的意图
4	需求中是否存在拼写错误、错别字	需求中是否存在拼写错误、错别字等低级错误
.....		

(2) 完整性要求对需求集合进行检查。完整性检查单样例如表 3 所示。

1.3 需求验证

需求验证是建立需求和验证结果之间的追溯链

表 3 完整性检查单样例

编号	检查项	描述
1	是否所有利益攸关方的需求被正确、完全覆盖到	是否所有分配给该模块的高层级需求都有一个从该模块需求开始的链接;同时,本层级需求应该对所有分配给该模块的高层级需求进行完整、正确的分解
2	是否已经包含了全部适用的适航规章及其他指导性要求	应该将所有适用的适航条款及规章等转换为指导开展设计工作具体的需求
3	是否已经包含了相关适用的工业标准和公司设计标准	应该将所有适用的行业标准及公司设计标准转换为指导开展设计工作具体的需求
4	是否已经包含了相关适用的运营和维护需求	是否已经定义了相关的运行、维护方面的需求;所定义的需求必须涵盖所有相关的运行、维护需求
5	是否已经包含了相关适用的可靠性需求	所定义的需求应包括完整、全部的 MTBF、派遣可靠性、派遣限制等需求
.....		

接关系,为此必须要定义具体的验证程序,单独的验证计划定义具体的流程与方法。记录需求与验证程序的链接,并记录验证结果。确保需求使用了建议的验证方法,通过验证标识出产品的不足和需求不一致的部分。需求验证活动主要有:开发定义验证程序——制定验证计划和初始验证矩阵;链接需求与对应的验证程序——需求与验证矩阵之间的链接;捕获验证证据;评审验证结果;输出数据进入构型管理。

1.4 需求变更管理

虽然需求达到了发布状态,但是随着复杂系统研究的深入,需求不可避免地会发生变更。

一般来说,由需求开发团队提出需求变更请求,交由技术团队进行评估,内容包括需求更改的必要性和合理性评估,对其他需求的影响评估等。如果同意变更,由需求管理人员对需求的状态从已批准状态变为待更新状态,并由需求开发团队进行需求更新,直到需求再次批准;如果不同意变更,则终止此项活动。需求变更流程如图 6 所示^[2]。

1.5 需求管理工具

在项目的整个生命周期中,高效的需求管理工具是项目团队成员之间有效沟通的重要保障。

需求管理工具是管理和控制需求流程并进行追溯的需求管理平台,可以由一个或多个工具组成。自动化的需求管理平台能够帮助管理项目需求

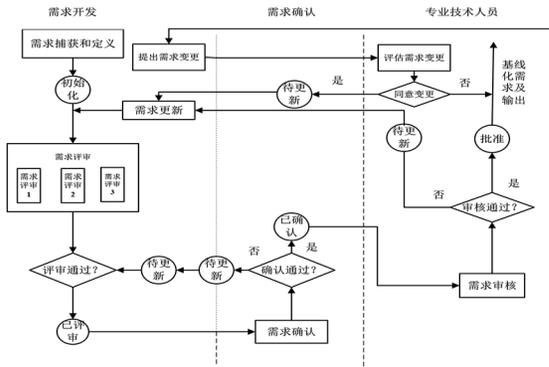


图6 需求变更流程

和进展。平台能够涵盖下列功能^[3]：

- (1) 识别单个需求；
- (2) 将需求分配和分类；
- (3) 识别需求分组修改并添加基线；
- (4) 提供基础数据接口。

随着研制的进展,自动化的工具集可以辅助管理项目的需求。工具能涵盖的范围如下^[4]：

- (1) 管理文档:通过添加表格或者对先前已存在的文件链接来追踪需求；
- (2) 追溯需求:在导入的需求集之间追溯和编辑需求；
- (3) 生成需求:在平台内部生成需求文件；
- (4) 嵌入模型或模拟图。

需求管理工具应能够通过更改控制来收集和监控需求的稳定性。更改控制追踪对现有需求的任何添加、删除和改变。追踪导致更改的原因,改进流程,降低未来型号的更改及成本。通过这种数据收集进行持续的改进,从而降低未来的不稳定性^[5]。

2 结论

针对民用飞机的特点和研制要求,提出了基于状态流的需求管理过程,阐述了需求开发团队,需求确认团队和需求验证团队的职责,介绍了需求捕获流程,需求分析评审,需求确认和需求验证,需求变更等活动。通过有效的需求管理,确保了飞机早期需求的正确性和完整性,以及系统生命周期中需求的稳定性。

参考文献:

- [1] 胡楠. 对基于项目需求工程理论的软件需求管理的研究[J]. 计算机光盘软件与应用, 2012(14): 116-118.
- [2] 吕岸. 面向民用记载系统的需求管理过程研究[J]. 航空研究, 2015, 5: 23-25.
- [3] Scott Jackson. Systems engineering for commercial aircraft 1997 .
- [4] SAE AIR6110 飞机/系统研制过程示例[S].
- [5] SAE ARP 4754A 民用飞机与系统研制指南[S].

(上接第 57 页)

4 总结

民用飞机项目的供应商选择需要考虑技术、价格、质量、服务等多种因素,如图 3 所示。本文从机载软件的角度出发,以供应商机载软件研制能力评估入手,提出了一种供应商评估和监控的机制。在此基础上扩展,逐层建立机载软件/电子硬件、机载系统、技术/价格/质量/服务层级的评估模型,就可以形成一套民用飞机项目供应商选择和监控的机制。

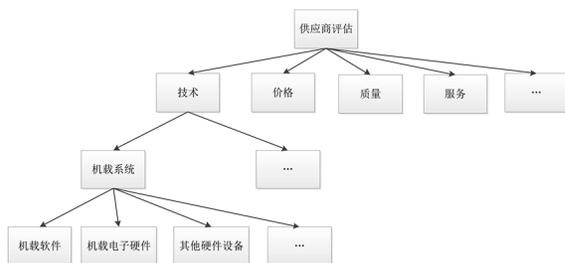


图3 民用飞机供应商评估因素

参考文献:

- [1] 姜香美,张亚莉,徐祎飞. 波音供应商合作关系对大飞机项目的启示[J]. 航空制造技术, 2010, 24: 102-105.
- [2] 王圆. 航空制造业供应商评估体系研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2010.
- [3] Akram Zouggari, Lyes Benyoucef, Vipul Jain. A Knowledge-based Discrete Event Simulation Approach for Supplier Selection with Order Allocation [C]. Proceedings of the 2009 IEEE IEEM, 1673-1678.
- [4] 翟子钧. 我国大飞机供应商选择模型的初探[C]//西安: 中国航空学会管理科学分会学术交流会议论文集, 2011.
- [5] 徐建新,李洋,郭巧荣. 民用飞机供应商评估体系研究[J]. 中国民航大学学报, 2012, 8, 30(4): 17-21.
- [6] 8110.49 Chg 1, Software Approval Guidelines [S]. FAA, Sep 28, 2011.
- [7] CM - SWCEH - 002 Issue: 01, Subject Software Aspects of Certification[S]. EASA, Aug 11, 2011.