

多版本有效模式下的架次有效性管理技术研究

赵攀,刘看旺,刘俊堂,张永辉

(中航工业第一飞机设计研究院,西安 710089)

[摘要] 在多版本有效模式下,将产品结构进行扁平化的分层组织,并变换产品结构,用标注模型来表达真实的装配件,通过标注架次有效性,使得飞机研制过程中的多次更改形成一颗超配的产品结构,可根据架次有效性对超配产品结构进行过滤,从而确定单架机的装机信息。飞机架次有效性管理技术在保证设计历史完整可控的基础上,极大地降低了更改的追溯层级,有利于进行飞机研制过程的管理和控制,从而保证产品数据的一致、完整和可控。

关键词: 版本;产品结构;模块;有效性;过滤

Study on Effectivity Management of Multi-Version Availability Mode

ZHAO Pan, LIU Kanwang, LIU Juntang, ZHANG Yonghui

(AVIC The First Aircraft Institute, Xi'an 710089, China)

[ABSTRACT] Product structure is flattened in the mode of multi-version availability. And label model, which carries on aircraft sorties, has transform for use as assembly. In the process of aircraft development, the product structure is super-configuration along with the number of changes increase. And the SSPL (Single Ship Part List) will be gotten by filtering product structure. The results show that effectivity management in the mode of multi-version availability not only makes the design history completed and under control, but also decreases the level of change delivery. The results are also helpful to manage and control the process of aircraft development. Accordingly, the consistency, integrality and controllability of the product data are ensured.

Keywords: Version; Product structure; Model; Effectivity; Filter

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2016.11.095

飞机设计异常复杂,产品结构树也非常庞大,一个部件下关联几百个甚至上千个零组件的情况非常普遍,这些零组件在飞机实际架次中的有效性也会千差万别,这给飞机的架次有效性管理带来了非常复杂的问题。譬如,在多版本有效模式下,底层零组件和其上级装配件的有效性可能会不同,此时,若底层零组件的有效性比其上级装配件的有效性区间大,那么,当按照架次有效性提取某架机的装机件时,会导致底层零组件失效。因此,开展飞机架次有效性管理技术研究,并应用飞机研制,就显得重要而有意义。飞机架次有效性管理技术包括更改的版本定义与更改过程控制、架次有效性定义与演化规则机理控制、产品结构树规划定义与管理等技术内容。

1 架次有效性定义相关技术

任何一个构成相对比较复杂的产品都有一个唯一的系列号,而有效性就是定义更改生效范围的一种系列号。有效性表示对特定产品的更改或差异的处理,包括

何时生效或已经生效。在飞机的研制中,有效性是体现并落实更改的必须途径和唯一手段,它作为一个中心环节,把设计、制造、维修等联合起来组成一个整体,它由字母和数字的形式组成,用来确定更改的生效架次^[1]。

有效性有两种类型,即选项有效性和架次有效性。选项有效性表示提供给客户可选择性能、功能、设备或服务,按类型可分为主选项、次选项、备用选项和客户特定选项。架次有效性可分为可用架次有效性和应用架次有效性。其中,可用架次有效性用来指定零组件对哪些架次的飞机可用,即可用范围。应用架次有效性用来指定零组件已经或将要在哪些架次的飞机上进行了应用^[2]。本文将可用有效性和应用有效性结合起来,统称为架次有效性。

2 版本定义相关技术

版本是产品零组件在全生命周期内的一个特定标识,在产品的设计过程中,它的每一个零组件都可能存在多个版本。当零组件出现多个版本时,存在两种情况:

(1) 如果新版本对工程可用,旧版本作废,则称之为最新版有效;(2) 如果新旧版本都对工程可用,则称之为多版本有效。

在最新版有效模式下,仅零组件的新版本出现在产品结构树上,如图1所示。在多版本有效模式下,零组件的新旧版本同时出现在产品结构树上,如图2所示。本文主要研究多版本有效模式下的架次有效性管理。

3 飞机产品结构组织技术

3.1 扁平化的产品结构组织

产品结构反映产品的构成情况,通常将零组件之间组成上下级关系而形成一个树状结构。飞机的研制过程围绕产品结构而展开,在进行数据组织、流动和拓延的过程中,是以产品结构为主线、以零组件为中心的组

织管理模式。因此,产品结构构建的好坏将直接影响到飞机构型控制的形式和过程。

如果将传统的“分层较深”的产品结构变成“更扁平化”的产品结构,就可以在后续进行构型控制时更为简化。

借鉴“扁平化”思想,将飞机的产品结构进行分层组织,分为顶层结构和底层结构。其中,顶层结构按照产品、系统、分系统、子系统的组织划分方式进行分层组织,在不同批架次的飞机中,顶层产品结构是稳定的,一般保持不变;底层结构按照装配关系进行组织,主要用来进行零组件的具体设计,如图3所示。

3.2 模块化底层设计结构组织方法

飞机模块综合考虑飞机产品研制的全生命周期过程中的所有要素,运用标准化原理,针对系列飞机产品

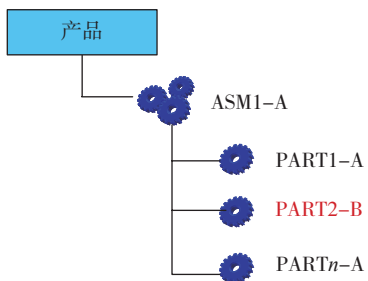


图1 最新版有效模式
Fig.1 Latest version availability mode

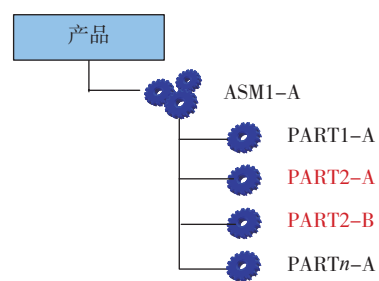


图2 多版本有效模式
Fig.2 Multi-version availability mode

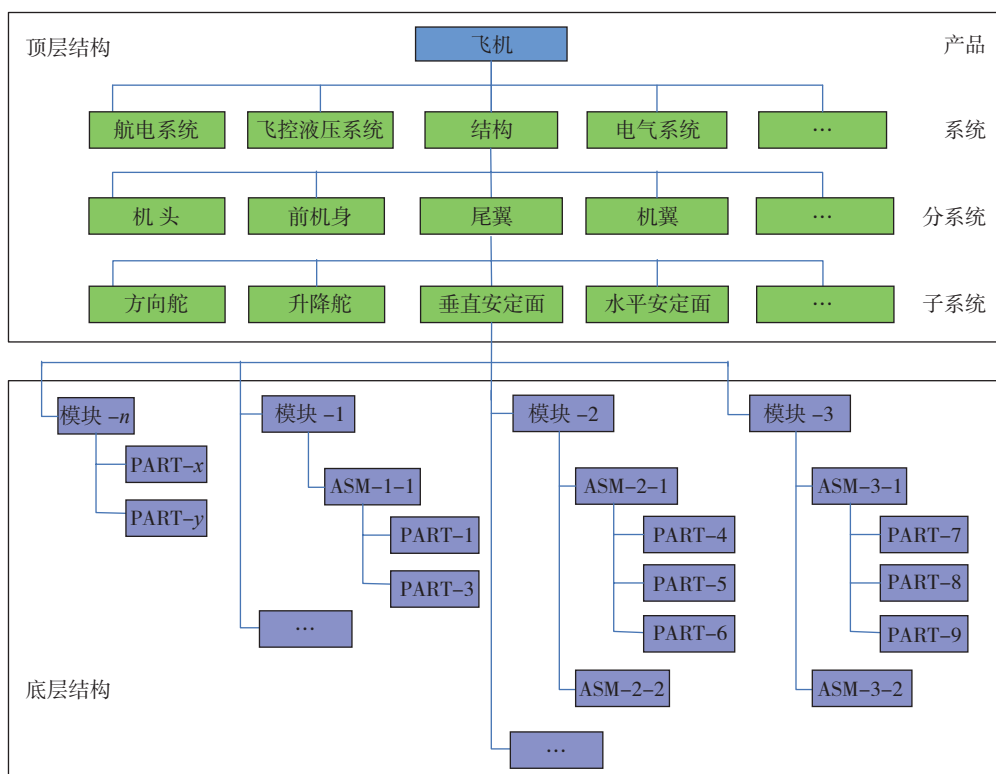


图3 扁平化产品结构
Fig.3 Flat product structure

结构的构成,将飞机产品分解为一个个具有独立特性和接口结构的模块,并在生产管理中按模块进行管理。

在分层组织的基础上,借鉴“模块化”思想,再将大的部件或子系统划分成多个比较独立的单元,即底层结构中的模块。模块的划分具有特定的原则^[2],主要包括:

(1)独立性原则。独立性是要求各个模块之间只有很少或没有相互的交叉,尽量减少模块之间的关联,使模块具有相对的独立性。

(2)粒度适中原则。模块的粒度与数量是两个相互矛盾的因素,模块的划分要满足粒度与数量适中的原则。

(3)重用性原则。模块的独立性是模块进行重用的基础,可重用性可以减少重复设计,减少生产工艺过程,有利于装配、拆卸、试验和维修。

(4)唯一性原则。对于特定构型的飞机,每个飞机模块在数量上只能有一个。

(5)设计分离面和工艺分离面重合原则。在模块划分过程中,应当尽早地考虑工艺问题,不仅要考虑飞机的功能划分,还有考虑飞机的工艺划分,在制造环节中减少对飞机产品结构进行重组。

(6)单级分层原则。模块为单层的结构,不能嵌套。

(7)“只加”原则。对模块只做加法,像堆积木一样组成飞机构型表。

(8)广义原则。模块不仅由实际的零部件的集合组成,也可能包含某种特定的功能特性和接口特性。

(9)以机身坐标系为参考坐标系原则。模块划分时的参考坐标系为机身坐标系,以确定在飞机上的真实空间位置。

(10)以安装件为参考原则。模块的划分可参考原来的飞机安装件的划分来确定。

3.3 产品结构管理中的标注模型定义技术

在底层结构中,对装配件的产品结构进行变换,即给每个装配件增加一个特殊的子节点,称之为“标注模型”,用来描述装配件的变化情况。相比之下,装配件即为飞机研制过程中真实存在的模型,称之为“原模型”。如此以来,装配件本身不再需要有版本信息,借用标注模型即可体现装配件的版本变化情况。在后续更改中,装配件的版本不会随着更改发生变化,装配件的所有版本均通过标注模型的版本得以体现和保留。变换前的装配件产品结构如图4所示,变换后的产品结构如图5所示,其中,ASM1-V即为标注模型。

4 飞机架次有效性管理技术

4.1 架次有效性的标注

在多版本有效模式下,飞机的架次有效性标注在底

层结构中的不同层次的零组件上,如图6所示。零件的架次有效性直接标注在零件上,装配件的架次有效性分两种情况进行标注:1)装配件上标注全区间的架次有效性,且永远保持不变;2)标注模型初始情况下标注全架次有效性,随着后续更改的进行,标注模型上的架次有效性会随着更改发生变化。

架次有效性采用数字形式进行标注,标注的格式有如下5种:

(1)有效性为某架次到无穷,如从第5架起到无穷有效,则应标为 $5\sim\infty$;

(2)连续的有效性,如从第2架到第5架有效,则应标为 $2\sim 5$;

(3)如从第2架到第3架(即2,3架)有效,则应标为 $2\sim 3$ 或2和3;

(4)对于不连续的有效性,如2,5,8架次有效,则单独分开表示;

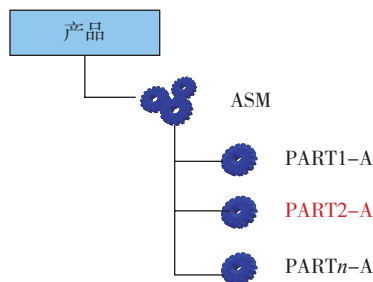


图4 变换前的产品结构组织

Fig.4 Product structure before changed

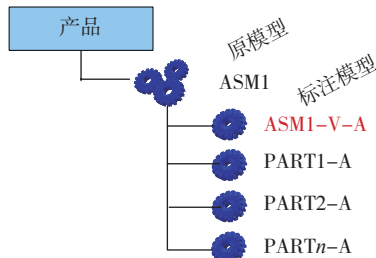


图5 变换后的产品结构组织

Fig.5 Product structure after changed

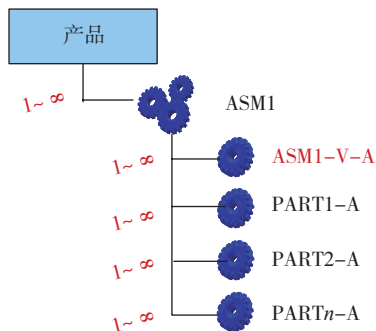


图6 有效性的标注

Fig.6 Label of effectivity

(5) 有效性为单架次, 如仅在第 3 架有效, 则应标为 3。

4.2 架次有效性的传递

初始情况下, 所有零组件的架次有效性均为 $1 \sim \infty$, 随着后续更改的进行, 零组件的架次有效性会发生变化。当零组件的更改不涉及批架次变化时, 新版代替旧版, 新版有效, 旧版作废, 此时, 零组件的所有版本在平台中保留, 旧版冻结, 设计历史可供查看。当零组件的更改涉及到批架次变化时, 新版、旧版同时有效, 制造部门根据架次有效性信息, 对新版、旧版零件进行生产。当零组件的更改不影响其上级装配件时, 上级装配件标注模型的版本及有效性保持不变。当零组件的更改影响其上级装配件时, 上级装配件标注模型的版本及有效性发生变化, 如图 7 所示。

当零组件依据设计完善、设计改进、协调更改等原因发生更改而引起架次有效性发生变化时, 架次有效性会在新旧版本之间进行传递。传递的规则如下: 将更改的架次有效性范围与原架次有效性范围进行比较, 如果更改的范围小于原架次有效性的范围, 则将对原架次有效性进行拆分。假设零组件更改时架次有效性变化区间的起始值为 A , 结束值为 B ; 原架次有效性区间的起始值为 M , 结束值为 N , 如图 8 所示。那么, 如果 $M < A < N$ 且 $B < N$, 即更改的架次有效性和原架次有效性范围有交叉, 那么, 原架次有效性范围更新为 $M \sim A-1$, $B+1 \sim N$, 新版架次有效性为 $A \sim B$ 。

4.3 基于架次有效性定义的产品结构过滤

经过多次更改后, 飞机最初的产品结构组织已经演变成一颗超配的产品结构树, 所有版本在整个过程中均被记录下来, 保留了所有的更改过程。要提取某架飞机

产品的信息时, 需要对产品结构按照架次有效性进行过滤。

产品结构过滤的原则是依据过滤条件自顶向下层层筛选。对于图 7 所示的产品结构, 若要查看有效性为 $5 \sim \infty$ 的装机件, 那么, 过滤条件就为架次有效性 $5 \sim \infty$ 。此时, 根据过滤条件, 从顶层部件 ASM1 开始层层筛选: 由于 ASM1 的有效性为 $1 \sim \infty$, 与有效性 $5 \sim \infty$ 有交集, 所以被过滤出来; 在 ASM1 的基础上, 会进行更深层次的过滤: 标注模型 ASM1-V 的 B 版的有效性为 $5 \sim \infty$ 、PART1 的 B 版的有效性为 $5 \sim \infty$ 、PART2 和 PART n 的 A 版的有效性为 $1 \sim \infty$, 这些与 $5 \sim \infty$ 均有交集, 所以它们也被过滤出来, 而标注模型 ASM1-V 的 A 版和 PART1 的 A 版有效性为 $1 \sim 4$, 与 $5 \sim \infty$ 没有交集, 所以被淘汰掉, 过滤后的产品结构组织如图 9 所示。

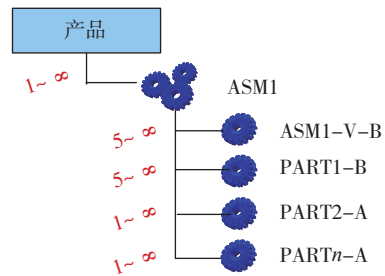


图9 超配产品结构过滤

Fig.9 Filter of super-configuration product structure

可见, 超配的产品结构树在过滤后的结果和期望中的相符, 能够真实反映单架次的装机件信息, 不会存在零组件失效的情况。

该架次有效性管理技术简化了零组件数量大、零组件间关系复杂的飞机架次有效性管理, 避免了研制阶段频繁的工程更改逐级追溯的弊端, 消除了产生工程错误的最大源头, 减少了无价值的附加工作, 使设计人员能够投入更多的时间来进行产品的创新, 为飞机的研制提供强有力的保障。

5 结束语

针对飞机研制特点, 研究了架次有效性定义和版本定义技术, 提出了满足飞机研制需求的架次有效性管理技术。该技术在将产品结构进行扁平化、模块化组织的基础上, 定义了表达真实装配件的标注模型, 给出了工程更改引起的产品结构变换与架次有效性传递的机理以及如何通过架次有效性获取有效的产品结构。该架次有效性管理技术解决了飞机研制过程中更改多样化和复杂化的问题, 有利于进行飞机研制过程的管理和控制, 从而保证飞机产品数据的一致性、完整性和可控性要求。

(下转第 102 页)

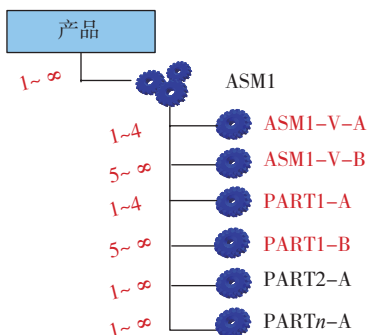


图7 架次有效性的变化

Fig.7 Change of effectivity

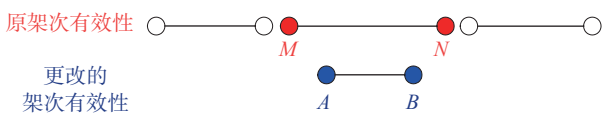


图8 更改的架次有效性与原架次有效性比照

Fig.8 Changed effectivity VS original effectivity