

飞机零部件更改管理方法研究

Study on Rejigger Management of Aircraft Part and Assemble

海军装备部 胡晋铭 拜斌

[摘要] 针对飞机研制过程中零部件更改管理问题,分析了国内外的管理模式,提出更为符合技术状态管理要求以及逻辑性更优的管理思路,为今后的飞机研制过程中零部件更改管理提供参考。

关键词: 零部件更改 更改追溯 变号

[ABSTRACT] The focus on studying rejigger management of aircraft part and assemble is placed. The domestic and international management model is analyzed, better management ideas in line with technical requirements as well as state management logic are put forward, which provides a reference for aircraft parts and assemble change management of future aircraft development process..

Keywords: Rejigger of aircraft part and assemble Change retroactive Alter number

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.01/02.074

飞机产品的研制过程中,不可避免地发生更改。尤其对于新设计的飞机产品,在形成完整的产品基线过程中,设计更改量相当巨大。如何合理高效地对飞机产品零部件的更改进行控制和追溯,对于理清飞机产品的技术状态,减少研制过程的人力、物力耗费,具有相当重要的意义^[1-3]。而目前的零部件更改管理现状并不理想,管理模式的发展没有跟上设计模式的变更,甚至阻碍了先进设计模式的应用,因此开展零部件更改管理方法的探讨十分必要。

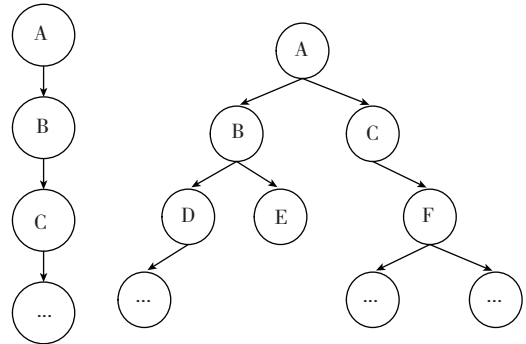
1 零部件更改管理相关概念

1.1 零部件更改

零部件的更改,实际上是对零部件在设计、生产乃至使用维护的全寿命周期中所形成的产品数据的更改。在以往的概念中,提到产品数据,马上会想到零部件的二维图样、三维模型和验收技术条件,以及生产加工用的工艺文件,但这并不全面,零部件的产品数据还应包含前期的设计文档、试验文档以及后期的使用维护资料等,因此在建立零部件的更改机制时,必须考虑到这些产品数据的变化和影响^[4-5]。

1.2 版本管理模型

版本是记录和追溯更改历程的标识,版本的演变规则是零部件更改管理的核心组成^[6]。根据版本的衍生及追溯关系,版本模型分为线性模型和树状结构模型,如图1所示。



(a)线性追溯模型 (b)树状结构追溯模型

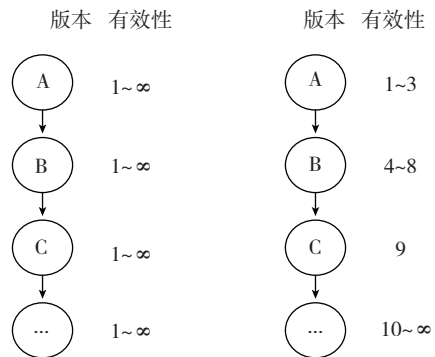
图1 版本模型

Fig.1 Model of version

由图1可以看出,线性追溯模型是按版本生成的时间顺序进行排列的,而树状的追溯模型不光考虑了生成的先后顺序,并且考虑了版本之间的衍生关系。在实际工程应用中,线性追溯模型的管理更简单清晰,计算机管理更易实现。所以目前在航空行业内部管理中,均采用线性追溯模型。

确立了版本追溯模型,再结合有效性管理规则建立版本管理模型,具体见图2。

由图2(a)可以看出,版本变化而有效性始终保持



(a)串行 (b)并行

图2 版本管理模型

Fig.2 Management model of version

不变,即新版替代旧版,称之为串行版本管理。由图2(b)可以看出,版本变化的同时,对应了不同的架次有效性,即各个版本均对应了不同状态的零部件,称之为并行版本管理。

1.3 更改追溯

在零部件更改过程中,还需要考虑的一个问题就是更改追溯,即较低层次的零部件发生更改,对较高层次的零部件的关联影响。由于飞机的产品结构层次深、产品数据量大,更改追溯是一项过程较为复杂、工作量较大的工作,一直以来都是更改管理的一个难点。

2 零部件更改管理现状分析

2.1 国内状况

(1) 版本管理模式分析。

航空行业内基本都是采用并行版本管理模式。在设计试制过程中,这种管理模式因其变更简单、追溯性强、变更工作量小,较为适宜。但到了交付使用维护阶段,由于维护资料均是以零部件编号为依据判断维护对象的,不同版本的差异使得零部件的真实状态很难被确定,维护工作无法准确实施,具有安全隐患。特别对于交付后仍需改装的飞机,改装时没有一个明确的状态基准,发图难度大,容易引起设计错误和工作反复。因此对于产品数据整个生命周期的管理来说,目前的管理模式存在一定的弊端。

(2) 更改追溯模式分析。

目前,行业内对于更改追溯的管理均是按照航标所规定的,是一种基于图样的管理方式,而不是基于零部件的管理方式,详见图3。

由图3可见,追溯的判断依据为是否影响装配关系,即装配图样是否需要更改,这种基于图样的管理模式不能反映零部件的真实变化。

(3) 现行零部件更改管理模式存在的问题。

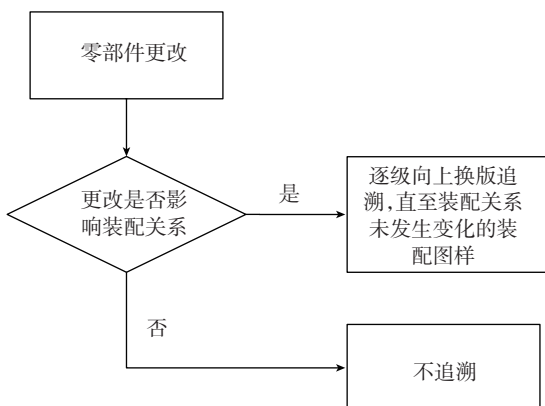


图3 更改追溯逻辑推断

Fig.3 Logical deduction of retrospective change

通过对目前行业内零部件更改管理中的版本管理模式以及更改追溯模式的分析,可以看出其存在问题主要体现在以下几点:

a. 由于使用版本控制和区分零件,因此版本标识必须作为零件标识的一部分,所以当试制现场出现临时性更改时,零件上的版本标识会与图样的版本标识不一致,造成实物与图样不一致的情况;

b. 由于目前的产品保障体系与研制体系的管理模式不配套,会造成试制批的产品状态与保障资料中所列的产品状态不一致,导致后期的使用维护没有依据,存在安全隐患;

c. 对于装配件来说,编号和版本并不能区分其真实状态,这部分不可控,不符合技术状态管理的要求。

2.2 国外状况

以波音公司为例,更改管理采取的是换版与变号相结合的更改管理模式。即对于同一编号的零部件来说,使用串行版本进行管理,永远保持最新版有效,当该零部件的外形、配合、功能(3F)或适用有效性发生变化时,均采取变号的方式。其更改逻辑推断模型如图4所示。

串行的零部件更改管理模式,过程简单清楚,但是按上述的逻辑推断,变号较为频繁,作为零部件的产品数据集合,变号就要按新号重新建立产品数据。且需要逐层进行更改追溯,即每一层装配均需变号。对于飞机这种隶属关系深,数据量庞大的产品来说,这种追溯工作量是很大的,那么波音是如何解决的呢?

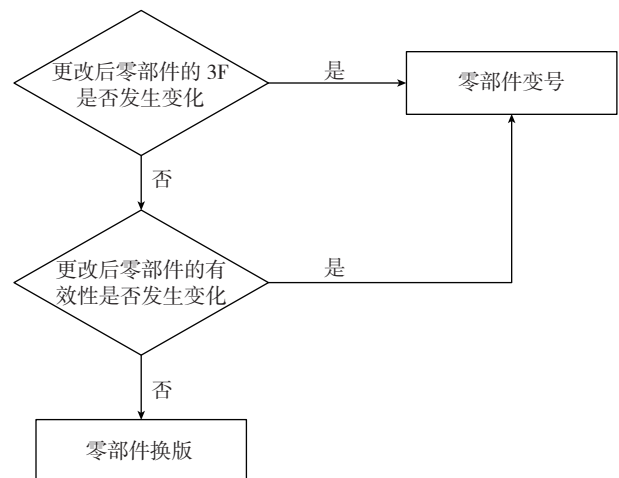


图4 零部件更改逻辑推断图

Fig.4 Logical deduction scheme of aircraft part and assemble rejigger

波音公司采用了模块化设计的手段,将产品数据结构扁平化,大大简化了追溯。传统的产品结构完全是按飞机的隶属关系进行分解和构成的,一旦进行变号更改追溯,就需要追溯至顶层装配图样。波音采用模块化设

计方法将产品数据结构扁平化,将追溯控制在模块级以下,且模块级以下的装配关系不会超过三层,更改追溯层级不多,大大简化了追溯过程。波音的这种做法是基于零组部件的管理,能够清晰有效地控制和掌握零组部件的状态,满足产品的技术状态管理需求。

3 零部件更改管理方案

经过上述分析,结合目前国内的模块化设计现状,可以采取下述方案进行解决。

首先根据更改的性质,将更改分为“纠正型更改”和“适应与改进型更改”,然后根据两种更改的特点分别建立更改机制,以达到最优最简的更改实施效果。

3.1 纠正型更改

更改前的对象将不应用于最终产品中。在详细设计过程中为了纠正设计制造错误、提高性能等,需对零部件的几何设计、工艺加工方法、材料等进行更改,更改前的内容不应用于任何一个或一批产品中。这种投产前对零部件进行的更改称之为纠正型更改。纠正型更改应使用换版管理的方法处理。

3.2 适应与改进型更改

更改前的零部件已应用于最终产品中。形成最终产品后,由于用户对产品提出了新的要求,或设计方为了改进性能和增强功能,需要对零部件进行更改,并应用于后续全部或部分架次中,将此类更改称之为适应与改进型更改。

对于适应与改进型更改,如零部件的外形、配合、功能和互换性发生变化,应根据具体情况按一定的逻辑推断进行变号处理,否则仍可使用换版更改。

3.3 换版与变号的逻辑关系

依据上述概念,可以建立如图5所示的零部件换版与变号的逻辑推断图。

由图5可以看出,在整个逻辑推断中,并没有考虑有效性(架次)变化的影响,而主要是以零部件的互换来进行推断的,这样一来可以有效地减少变号次数,简化更改管理。在工程设计阶段,对于零部件的更改往往是为了完善设计,由于各种原因更改前的对象已形成了最终产品,但在后续架次,该零部件将不再应用,在不影响零部件互换的情况下,可以采用换版更改,以简化更改管理。所以在实际的工程应用中,进行逻辑推断时可不考虑有效性变化带来的影响,而应以互换性影响判断为主。

3.4 更改追溯

零部件的更改追溯,建立如图6所示的逻辑推断,

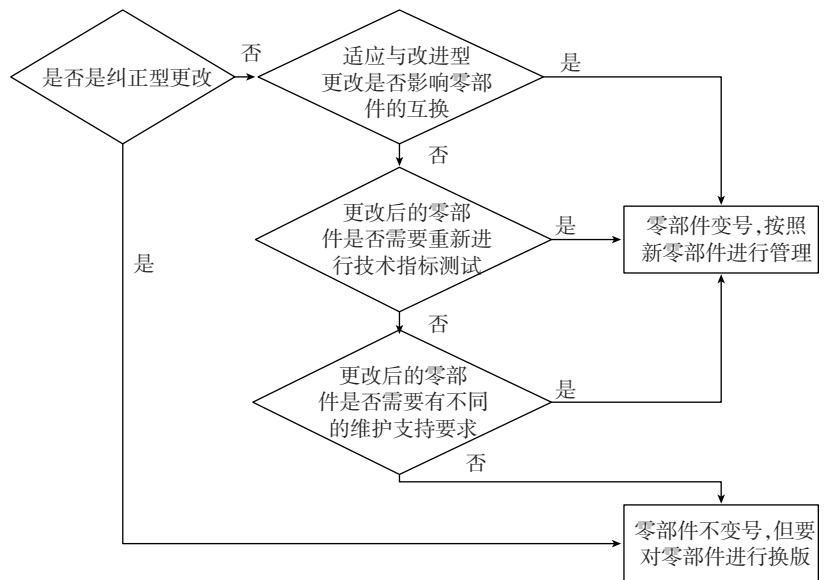


图5 换版与变号的逻辑推断图

Fig.5 Logical deduction scheme of vision and number change

作为解决方案。

从逻辑推断图可以看出,由于更改引起的不同版本的变化,可能分布于不同的飞机架次上,所以向上追溯时必须考虑有效性(架次)变更造成的影响,所以针对有效性(架次)是否改变采用不同的追溯办法,对于有效性不变的采取最新版有效的方法,对于有效性发生改变的则版本向上追溯直至顶层装配,这样就能满足有效性过

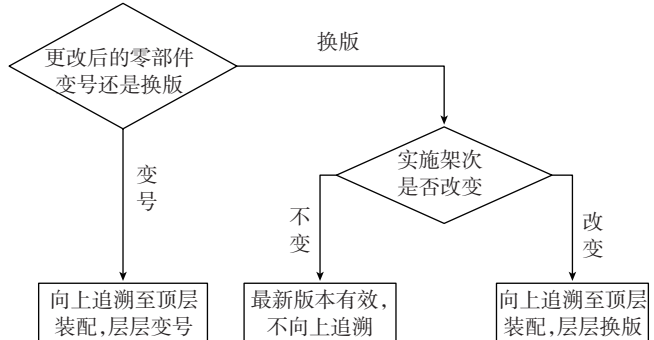


图6 更改追溯逻辑推断图

Fig.6 Logical deduction scheme of retrospective change

滤的管理需求。

上述管理方案的科学性、合理性毋庸置疑,短期来看,由于模块化设计水平较低,追溯层级较多的问题仍然存在,长远来看,随着模块化设计的进一步发展,该方法的优势必将体现出来。

4 结束语

零部件更改管理是产品技术状态管理的一个核心

(下转第81页)

表7 属性相似度与整体相似度计算结果

实例	材料类别	材料牌号	材料硬度	材料状态	加工面类型	工件尺寸	精度	数量	整体相似度
X001	0.800	0.900	0.077	0	0.6	0	0.750	0.667	0.711
X002	0.900	1.000	0.023	0	0.4	0.379	1.000	0.667	0.704
X003	1.000	0.900	0.026	1	0.8	0.053	0.750	0.667	0.641
权值	0.263	0.132	0.132	0.026	0.263	0.132	0.026	0.026	

式中: 权重 ω_i 代表第 i 个属性的重要程度, $\sum_i \omega_i = 1$ ($i=1, 2, \dots, n$), n 是实例的属性个数。

距离最小的实例是最相似的实例, 所以整体相似度值按照由小到大排序^[9-11]。

3.4 属性赋权

根据各特征属性对刀具选择结果的影响程度, 对各属性赋予不同的权值, 将它们分为 3 个等级, 从高到低依次为: (1) 工件材料类别、加工面类型; (2) 工件材料牌号、工件材料硬度、工件尺寸; (3) 工件材料状态、加工数量、加工精度。依据每级属性的权值应大于低等级所有属性权值和的原则, 给出一个具体的分配方案^[12]: 一级属性的权值为 0.263, 二级属性的权值为 0.132, 三级属性的权值为 0.026。

4 实例分析

本文以一个问题实例的检索匹配过程为例, 对基于 CBR 的刀具选配方法进行进一步说明, 验证上述方法的可行性。

首先, 将新的刀具选配问题组织成问题实例, 通过索引特征的初步检索从实例库中得到一个候选实例集合, 问题实例和候选实例集如表 6 所示。

计算问题实例与 3 个候选实例的属性相似度, 并将权重、属性相似度代入公式(3)计算整体相似度值, 计算结果如表 7 所示。

距离越小则表示 2 个实例越相似, 备选实例 3 的整体相似度值最小, 为最佳匹配实例, 则新问题选用实例 3 的刀具选配结果。

5 结束语

本文对基于 CBR 的刀具选配模型及其关键技术进行了研究: (1) 提出了用框架结构对刀具选配实例进行知识表示, 把刀具选配实例对应到框架结构中, 建立了刀具选配实例框架。(2) 建立了索引来提高检索效率, 对刀具选配实例的特征属性分类, 并给出了每个特征属性的属性相似度的计算方法及实例整体相似度的计算公式。最后通过实例验证了其可行性。

参考文献

- [1] Edalew K O, Abdalla H S, Nash R J. A computer-based intelligent system for automatic tool selection. *Materials & Design*, 2001, 22(5): 337-351.
- [2] Carpenter I D, Maropoulos P G. A flexible tool selection decision support system for milling operations. *Journal of Materials Processing Technology*, 2000, 107(1-3): 143-152.
- [3] Gupta U G. How case-based reasoning solves new problems. *Interfaces*, 1994, 24(6): 110-119.
- [4] 王遵彤, 刘战强, 万熠, 等. 相似度及基于实例推理在高速切削数据库中的应用. *机械科学与技术*, 2003, 22(3): 432-434.
- [5] 王遵彤, 刘战强, 艾兴. 高速切削中实例相似度及其应用的研究. *计算机集成制造系统*, 2005, 11(5): 722-726.
- [6] 李太福, 黄茂林, 赵明富. 旋转机械故障诊断的框架知识表示. *辽宁工程技术大学学报*, 2002, 21(5): 634-636.
- [7] 黄玉祥, 朱瑞祥, 郭康权, 等. 基于实例推理技术的农业机械标书评价方法. *农业机械学报*, 2006, 37(7): 91-94.
- [8] 张开富, 李原, 彭培林, 等. 基于实例的飞机装配协调方案设计技术研究. *西北工业大学学报*, 2006, 24(2): 250-254.
- [9] 刘晋飞, 李沪曾. 本体思想在高速切削专家系统中的应用. *计算机集成制造系统*, 2008, 14(6): 1156-1161.
- [10] Liao T W, Zhang Z M, Claude R M. Similarity measures for retrieval in case-based reasoning systems. *Applied Artificial Intelligence*, 1998, 12(4): 267-288.
- [11] Burkhard H D. Similarity and distance in case-based reasoning. *Fundamenta Informaticae*, 2001, 47(3-4): 201-215.
- [12] 相克俊, 刘战强, 艾兴. 基于混合推理的高速切削数据库系统的建立. *计算机集成制造系统*, 2006, 12(3): 421-427.

(责编 亿霖)

(上接第 76 页)

环节, 上述管理方案虽然实施条件上仍有些欠缺, 但该方法能够有效地控制零部件技术状态, 满足管理需求, 其思路和逻辑是正确的、值得借鉴的, 因此在后续型号应用中有一定的参考价值。

参考文献

- [1] 刘晓冰, 孟永胜, 邢英杰, 等. 制造领域工程更改管理系统的技术研究. *中国机械工程*, 2005(15): 23-29.
- [2] 潘翔, 王云鹏, 郭学旭, 等. 协同设计中的版本管理解决方案. *航空制造技术*, 2004(1): 16-21.
- [3] 柏彦春, 于勇, 范玉青, 等. 工程更改在飞机项目中的应用. *航空制造技术*, 2003(9): 38-43.
- [4] 约琴夫·萧塔纳. 制造企业的产品数据管理. 祁国宁译. 北京: 机械工业出版社, 2000: 67-91.
- [5] 胡斌. 变更信息管理机制及其在 PDM 变更管理中的应用[D]. 杭州: 浙江大学, 2004: 13-24.
- [6] 万立, 罗新星. 产品数据管理中的工程变更管理的建模与实现. *计算机辅助工程*, 2004(2): 25-30.

(责编 一帆)