

DOI: 10.19452/j.issn1007-5453.2017.03.065

一种高效的产品与工艺并行设计模式

张石磊*, 刘俊堂

中航工业第一飞机设计研究院, 陕西 西安 710089

摘要: 针对飞机设计制造还没有从根本上实现高度并行这一问题, 给出了解决方案及实施架构, 分析了其中的关键技术, 研究出一种高效的产品与工艺并行设计模式, 构建了相关功能系统, 解决了工艺、工装设计人员在成熟度后期才参与并行研制, 沟通方式落后, 审查过程没有记录, 没有从工具层面支持等问题。该模式已在飞机研制中得到验证和使用, 真正实现了产品与工艺的并行设计。

关键词: 产品; 工艺; 并行设计; 模式

中图分类号: TP391.7 文献标识码: A 文章编号: 1007-5453 (2017) 03-0065-04

计算机辅助设计技术及产品数据管理技术,不但提高了飞机设计的效率,而且进一步使飞机设计上下游之间的并行协同工作关系更加密切。随着全三维设计技术的应用,设计、工艺、工装及检验的一体化设计成为可能^[1]。以大飞机研制为标志的我国航空工业模型定义(MBD)技术规模化应用,实现了以三维模型为依据的飞机研制。基于三维模型实现产品、工艺、工装和检验的设计,实现了基于数字量的准确传递,实现了基于成熟度的数据预发放,使得设计制造并行度进一步提高^[2]。

大飞机及其他型号基于成熟度控制并行,在解决传统的设计主要负责飞机产品的工程定义,制造则负责工艺设计、工装设计、生产制造以及检验等“抛过墙”式串行模型问题方面,给出了基本解决方法,但还没有从根本上解决设计制造实现高度并行的问题,主要表现在:(1)并行程度不高。工艺、工装设计人员在成熟度阶段的后期才通过预发放的方式参与并行研制。(2)沟通方式落后。并行过程中,工艺人员在指定的办公室展开工艺预审查,有问题则通过电话等方式与设计员沟通。(3)并行过程没被记录。审查过程没有记录,造成审查经验知识丢失,无法从工具层面支持产品设计与工艺设计的异地协同。

为了克服上述问题,就必须深入研究一种高效的产品与工艺并行设计模式,从而适应国内新研飞机研发模式,与

国际接轨,满足产品工艺在线并行研制需求,实现飞机产品工艺并行设计过程可追溯,结果可验证,从而真正实现高效并行研制,最终提高研发质量和效益。

1 总体思路

以并行工程思想为指导,按照业务驱动、IT支撑的总体思路,以设计模块为基本单元,以成熟度控制流程为驱动,通过将工艺审查融入产品设计阶段的成熟度控制流程,并通过对工艺审查融入产品设计阶段的成熟度控制流程,并通过对工艺在线协调等技术方法的研究和使能工具的开发。一方面使得在产品阶段早期发现并解决工艺性问题,减少后期的设计更改,提升产品的可制造性;另一方面使得工艺审查和设计提前到产品打样设计阶段,显著提升设计制造的并行程度;同时,整个产品设计和工艺预审查基于同一个数字化环境和唯一数据源异地协同工作,协同效率显著提升。

2 解决方案

2.1 业务方案

针对新研飞机需求特点,该并行设计模式的业务架构如图1所示。

收稿日期: 2017-01-06; 退修日期: 2017-02-06; 录用日期: 2017-02-13

* 通讯作者: Tel.: 029-86832939 E-mail: 529775394@qq.com

引用格式: ZHANG Shilei, LIU Juntang. An efficient concurrent design model for product and manufacturing process[J]. Aeronautical Science & Technology, 2017, 28 (03): 65-68. 张石磊, 刘俊堂. 一种高效的产品与工艺并行设计模式[J]. 航空科学技术, 2017, 28 (03): 65-68.

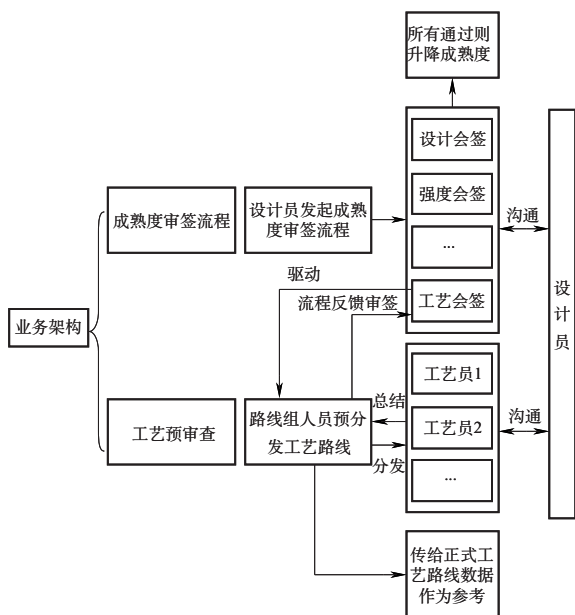


图1 业务架构

Fig.1 Business architecture

设计员以设计模块为单元进行成熟度审签。首先由设计员发起成熟度提升或降级审签流程，并由相关人员对设计模块进行审签，不通过则与设计员进行在线交流直至通过为止，最终由系统控制模块成熟度等级的提升与降低。

工艺人员通过 VPM 平台参与工艺预审查。工艺预审查由工艺接口人分发工艺路线开始，业务可独立进行，也可以在成熟度审签流程需要工艺会签且工艺接口人收到审签任务时开始。工艺接口人分发工艺路线后，相关工艺人员收到任务后对相关装配或者零件进行工艺设计，同时进行工艺预审查工作，不通过则与设计员进行交流直至通过为止，所有工艺人员审查通过之后由接口人汇总反馈给设计人员。

据此形成了一种高效的产品与工艺在线并行研制模式及架构，通过该架构支撑了新研飞机在统一数字化环境下的设计工艺并行研制。

2.2 实施方案

结合知识工程和 CAA 技术，根据相关人员角色，开发多个相关的功能模块，形成一套与 CATIA 紧密集成的系统，实现一种高效的产品与工艺并行设计模式。根据业务需求特点，相关功能系统架构包括用例层、业务层、功能层和数据层，如图 2 所示。

(1) 用例层：根据用例模型分析项目需求；

(2) 业务层：根据项目需求，研究高效的产品与工艺并行设计模式，划分出业务模块；

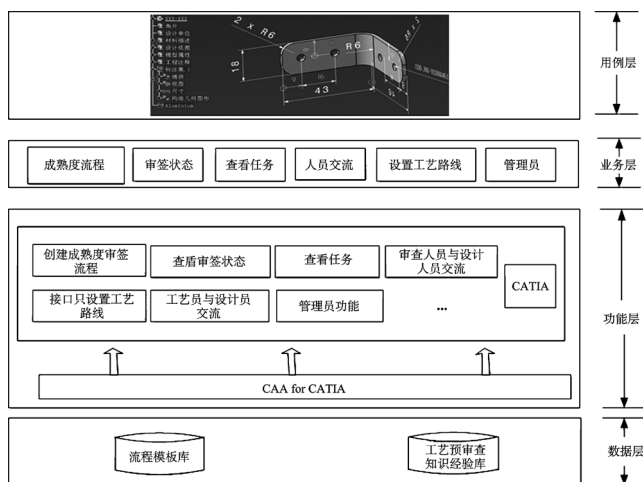


图2 实施架构

Fig.2 Implementation architecture

(3) 功能层：按照业务模块，分解出功能点，以此为单元完成软件开发；

(4) 数据层：围绕业务和功能需求组织数据，支撑功能层对各类数据的查询与互操作，驱动产品与工艺并行设计，包括流程模板库和工艺预审查知识经验库。

根据以上方案开发的系统功能包括创建成熟度审签流程、查看审签状态、查看任务、审查人员与设计人员交流、接口人设置工艺路线、工艺员与设计员交流和管理员功能等七大功能模块以插件的方式嵌入在 CATIA 中，实现与 CATIA 的无缝集成。

3 关键技术

3.1 基于统一数字化环境和唯一数据源的产品工艺并行设计模式

提出了基于统一数字化环境和唯一数据源的产品工艺并行设计模式，该模式以设计模块为基本单元，以成熟度控制流程为驱动，通过将工艺审查融入产品设计阶段的成熟度控制流程，并通过对在线工艺预分工、工艺预审查、审查问题记录及反馈、设计工艺在线协调等技术方法的研究和使能工具的开发。一方面使得在产品设计阶段早期发现并解决工艺性问题，减少后期的设计更改，提升产品的可制造性；另一方面使得工艺审查和设计提前到产品打样设计阶段，显著提升设计制造的并行程度；同时，整个产品设计和工艺预审查基于同一个数字化环境和唯一数据源异地协同工作，协同效率显著提升。

设计与工艺人员统一通过 VPM 平台中的设计制造并行数据审签功能系统参与并行研制，且设计与工艺人员使用

统一的应用服务器参与并行工艺预审查,使得设计与工艺在逻辑上形成了厂所一体的并行研制模式,提升并行程度。

3.2 产品工艺数字化并行研制技术

提出了一种驱动成熟度升降、进而驱动产品工艺在线并行工艺预审查的独特的流程引擎技术,提出了基于设计模块的工艺预审查和在线交流技术,最终开发了设计制造并行数据审签功能系统,实现了高效的产品工艺数字化并行研制。

(1) 门径式成熟度处理流程引擎

通过设计门径式的成熟度处理流程引擎(如图3所示),在预审查流程中,零件审查人员与设计员持续沟通,直至所有问题闭环通过,实现了基于成熟度的预审查问题闭环控制技术,最终完成成熟度的升降工作。

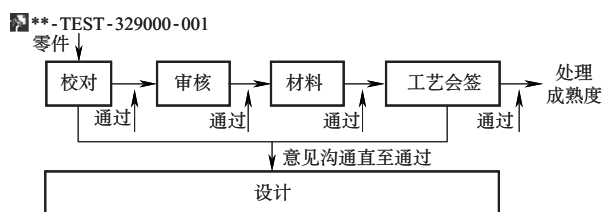


图3 门径式的成熟度处理流程引擎

Fig.3 Gate type maturity process engine

(2) 基于设计模块的预审查和在线交流机制

模块化预审查的优势是简化飞机工艺预审查管理的复杂度。将数十万个零件的预审查的管理化为数千个设计模块的管理,有力支撑了设计与工艺的快速迭代,形成了设计和工艺高度并行设计流程。模块化划分要符合粒度适中原则,模块分解的粒度太大,模块与模块之间的耦合度必然增加,模块化并行开展的余地就减小;模块分解的粒度太小,则会导致产品结构模块过于零碎,不具有可操作性。

工艺人员通过系统平台参与工艺预审查,主要针对设计模块中产品或者零件三维数模结构、工艺性、材料信息、附注信息等进行审查,确定零件的可加工性。当产品数模不利于加工工艺或者存在明显设计缺陷时,工艺人员可与设计在线交流,围绕零件的工艺性、结构符合性、设计初始意图进行讨论,在满足设计要求的同时,尽量使产品利于机械加工与检测,在产品数模正式发布前完成预审查。

基于设计模块的预审查和在线交流适应了新研飞机的特点和需求,以设计模块为基本管理单元,并且创造性的将模块化管理与预审查和在线交流有机结合起来,支撑了在线并行工艺预审查。

3.3 结构化的工艺预审查知识经验库

工艺预审查知识经验库形成过程如图4所示。

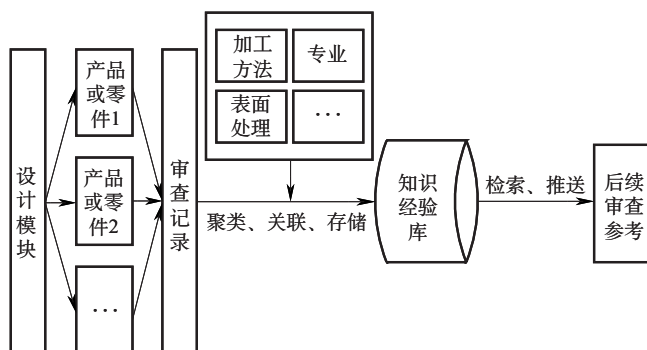


图4 知识经验库形成

Fig.4 Knowledge base formation

通过以设计模块为单元对其中的产品或零件进行工艺预审查,形成审查记录,通过相关的功能系统对其聚类、关联与存储等知识处理过程^[3],考虑产品或零件所在的设计模块及其相关属性等因素,最终形成结构化的知识经验库,经过检索与推送供后续型号或后续产品的工艺预审查做参考。

其中,聚类是工艺预审查知识经验库数据挖掘中一项非常重要的任务,利用聚类可以从审查记录数据集中提取描述数据类的一个函数或者模型(也常称分类器),并把数据集中的每个对象归结到某个已知的对象类中。关联模式挖掘旨在从大量的数据中发现特征之间或者数据之间的关联关系,存在于给定数据集中的频繁出现的关联模式,又称为关联规则,这些关联并不总是事先知道,而是通过数据库中数据的关联分析获得的,具有重要价值。

3.4 基于角色的权限控制

以角色为基础的访问控制是一种较新且广为使用的访问控制机制,其不同于强制访问控制以及自由选定访问控制直接赋予使用者权限,而是将权限赋予角色。该机制采用一套较为强制访问控制以及自由选定访问控制更为中性且更具灵活性的访问控制技术。

访问控制可以简单表述为:判断谁(who)对什么(what)进行怎样(how)的操作是否为真。用户的权限不是在用户本身上进行管理的,用户的权限是由用户所处的角色所决定的。在权限管理中,通过角色这一桥梁将用户与权限联系起来。用户和角色、角色与权限是一个多对多的关系。

项目分配了4种角色,包括设计员、工艺员、路线组人员、工艺管理员。4种角色人员分别对应相应的项目分工和系统命令。设计员负责成熟度的升降流程;工艺员负责零件与装配的工艺预审查并且与设计员进行在线沟通;接口人负责路线设置工作;工艺管理员负责工艺预审查的路线任务分配协调工作。

4 结束语

针对型号研制中的产品与工艺设计并行协同工作中存在的难题,通过分析研究业务流程、业务活动的要素及相互的关联关系、数字化的实现方法等,建立了产品与工艺设计并行协同的机制和运行环境,并通过型号验证。该模式已在飞机研制中得到应用,结果表明可以提高设计与工艺协同效率,缩短了研发周期。

AST

参考文献

- [1] 徐根红,李长杰,倪炎榕,等. 基于成熟度的飞机工装协同设计管理研究与应用[J]. 机械制造, 2013, 51 (9): 73-76.
- XU Genhong, LI Changjie, NI Yanrong, et al. Research and application of the aircraft process tool concurrent design management based on maturity[J]. Machinery, 2013, 51 (9): 73-76. (in Chinese)
- [2] 孙炜,许旭东,余志强. 基于 VPM 的并行工程在飞机研制过程中的研究初探[J]. 航空制造技术, 2013, (13): 47-52.

SUN Wei, XU Xudong, YU Zhiqiang. Initial research of concurrent engineering based on VPM in aircraft production [J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2013, (13): 47-52. (in Chinese)

- [3] 陈化为,高琦,王超宇. 基于知识关联的产品知识聚类集成模型研究[J]. 制造业自动化, 2016, 38 (9): 122-125.

CHEN Huawei, GAO Qi, WANG Chaoyu. Research of product knowledge clustering and integration model based on knowledge association [J]. Manufacturing Automation, 2016, 38 (9): 122-125. (in Chinese)

作者简介

张石磊(1987—)男,硕士,工程师。主要研究方向:CAD/PLM。

Tel: 029-86832939

E-mail: 529775394@qq.com

An Efficient Concurrent Design Model for Product and Manufacturing Process

ZHANG Shilei*, LIU Juntang

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

Abstract: Aiming at the problem that highly concurrent working has not achieved, the solution and implementation architecture were presented. An efficient concurrent design model for product and manufacturing process was researched. The related system was constructed, and the problem was solved that the manufacturing process and tool design persons participate in the program at very late stage, the communication was inadequate, the examination process was not recorded, that it was not supported by system. This model has been validated and used in the aircraft design and manufacturing. The concurrent design of product and manufacturing process is highly achieved.

Key Words: product; manufacturing process; concurrent design; model

Received: 2017-01-06; Revised: 2017-02-06; Accepted: 2017-02-13

*Corresponding author. Tel.: 029-86832939 E-mail: 529775394@qq.com