

产品设计链中概念设计变更管理研究

王有远 徐卫平

南昌航空大学,南昌,330063

摘要:分析了当前概念设计中设计变更管理的不足,针对设计链概念设计中产品的结构和组成不明确等特点,提出以文件关系结合配置管理的思想,对概念设计变更进行管理。在分析已有概念设计流程的基础上,构建了产品设计链的概念设计流程,对概念设计阶段的文件关系进行了定义和形式化描述,提出了基于配置管理的概念设计变更控制流程。提出了文件矩阵树的概念,克服了基于文件的设计变更管理模式不能确定变更扩散范围的不足,实现了产品设计链各成员间文件关系信息的完整性、一致性和有效性。

关键词:设计变更;概念设计;产品设计链;配置管理;文件矩阵树

中图分类号: TB21 **文章编号:** 1004—132X(2009)19—2304—07

Research on Conceptual Design Change Management in Product Design Chain

Wang Youyuan Xu Weiping

Nanchang Hangkong University, Nanchang, 330063

Abstract: Some deficiencies were analyzed for current design change management of conceptual design. This paper proposed a solution for conceptual design change management, where the document relationships combined with configuration management. It aimed at the structure and composition uncertainty of conceptual design in product design chain. On the basis of analyzing existing conceptual design procedures, the conceptual design flow of product design chain was constructed. In conceptual design phase, the document relationships were defined and formally described, a design change control processing was proposed based on configuration management for conceptual design of product design chain. The concept of document matrix tree was proposed originally, and the method can overcome insufficiency which the pattern of design change management based on document cannot determine the change of proliferation scope. This paper achieves the integrity, consistency and effectiveness of document relationship information among the partners of design chain.

Key words: design change; conceptual design; product design chain; configuration management; document matrix tree

0 引言

随着全球化市场的形成,市场的竞争已经从

单个企业转向了价值链^[1-2],越来越多的企业意识到通过与供应商的密切合作可以获得竞争优势。整个产品设计链的过程决定了上市产品的上市时间和成本^[3]。

在由核心企业、协作企业、供应商和客户等组

收稿日期:2008—10—10

基金项目:江西省教育厅科研基金资助项目(GJJ09182);南昌航空大学科研基金资助项目(EA200803208)

[8] Jeong S J, Kim M S, Song J S, et al. Two-layered Piezoelectric Bender Device for Micro-power Generator[J]. Sensors and Actuators A:Physical, 2008, 148(1):158-167.

[9] Marco F, Vittorio F, Daniele M, et al. Modeling, Fabrication and Performance Measurements of a piezoelectric Energy Converter for Power Harvesting in Autonomous Microsystems[J]. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2006, 55(6):2096-2101.

[10] Roundy S, Wright P K. A Piezoelectric Vibration Based Generator for Wireless Electronics [J]. Smart Material and Structure, 2004, 13(5):1131-1142.

[11] Chen S N, Wang G J, Chien M C. Analytical Modeling of Piezoelectric Vibration-induced Micro Power Generator[J]. Mechatronics, 2006, 16(7): 379-387.

[12] 王光庆. 压电智能主动构件等效机电耦合动力学模型及其特性研究[J]. 中国机械工程, 2008, 19(2):154-159.

[13] 张福学,王丽坤. 现代压电学[M]. 北京:科学出版社,2001.

[14] 王衿奉,姜祖桐,石瑞大. 压电振动[M]. 北京:科学出版社,1989.

(编辑 卢湘帆)

作者简介:王光庆,男,1975年生。浙江工商大学信息与电子工程系副教授、博士。主要研究方向为压电驱动/压电发电、超声波电机、智能信息处理。发表论文 30 余篇。

成的产品设计链中,涉及企业间的设计变更是一项必要的、经常性的活动。

目前对企业间的设计变更管理的研究主要有:Chen等^[4]建立了一个分布式设计变更管理方法和设计系统管理框架;Huang等^[5]开发了基于Web的设计变更管理系统;Liu等^[6]提出了基于Petri网的并行变更流程模型;Eckert等^[7]研究了航空企业的产品设计实例后,分析了变更产生的原因及影响,提出了设计变更的特征和处理变更的策略;Rouibah等^[8]提出了多个企业协同开发产品时的设计变更管理模型;裘灵等^[9]结合分布式产品数据管理中的BOM管理、项目管理和工作流管理,提出了企业联盟工程变更集成系统。

上述研究针对产品结构形成以后的设计变更,均没有涉及产品概念设计阶段的设计变更问题。概念设计虽然只占整个设计活动的10%,但80%以上的产品成本由这一阶段所决定^[10]。在产品设计链的概念设计阶段,影响产品上市时间主要的一个瓶颈是设计变更^[11]。从经济学的观点看,要降低产品成本、缩短上市时间,产品概念设计阶段的潜力最大。

实施设计变更管理的途径有:①基于文档方式;②基于流程方式;③基于产品结构方式等。前两种方式简便易行,有利于保证变更过程的可追踪性,其缺点是无法有效评估变更影响范围。后一种方式利用产品结构存储和管理变更信息,使产品结构同变更过程紧密集成并保持同步,能有效地支撑变更的传播与追踪。而在概念设计中,产品的结构和组成不明确,当发生设计变更时往往无法通过产品的结构找到需要修改的零部件。

基于此,本文基于文件关系和配置管理相结合的思想,提出了文件矩阵树的概念,克服了基于文档和流程的变更设计管理的不足,实现了产品设计链中概念设计的设计变更控制与管理。

1 产品设计链的概念设计

概念设计是最具有创造性的阶段,德国学者Pahl等^[12]认为在确定任务之后,通过抽象化,拟定功能结构,寻找适当的作用原理及其组合等,确定出基本求解方法,得出求解方案,这一部分工作叫概念设计。

概念设计包含了工程设计与工业设计两部分内容^[13]。概念设计在工程设计阶段主要完成产品的功能设计、原理设计和简单的结构设计等。在工程设计的基础上,概念设计的工业设计阶段进行产品的外观造型设计,主要考虑产品的形态、

布局、色彩和人机工程等问题。

产品设计链是一个由一群组织合作开发产品或服务以满足用户需求的系统,核心企业通过分析产品的市场需求,了解潜在的商业对手,制定相应的战略目标,依据目标,制定产品的最佳产品设计链应用策略,进行产品的概念设计。

在产品设计链中,核心企业对任务进行分解后,通过采用合作伙伴评价模型,对产品设计链合作伙伴进行选择。被选中的合作伙伴又可以将设计任务进一步分解,选择下一级的合作伙伴,如此往复,从而形成一个由核心企业、供应商(合作伙伴)等组成的产品设计网络。

由此可见,产品设计链的概念设计过程同时也是产品设计链的组建过程,通过合作伙伴的加入,能够在概念设计过程中集成产品生命周期的相关知识,降低设计问题的求解难度,缩短产品设计时间。

2 产品设计链的概念设计流程

在产品开发过程中,必须制定完整的流程来规划产品每一阶段的开发内容、依据和职责等,以控制产品开发过程的设计变更,确保产品质量和进度顺利完成。目前,概念设计流程还没有统一的定义。

Pahl^[14]将概念设计流程分为两个阶段。首先是任务分类阶段,该阶段从产品规划开始,根据分析与调查研究的结果,具体描述产品的规格,明确产品的设计任务;其次是概念设计阶段,以客户的功能需求分析产品规格,进行功能分解,寻找解决方案,依据相应的准则评选最优方案。

Aleixos等^[15]提出了产品计划和建立概念设计两阶段概念设计流程。第一阶段为了解产品发展概况、描述新产品需求、制定开发计划等;第二阶段包含了寻找解决方法、描述评价准则、绘制相关草图与方案评估等。

Brunetti等^[16]在Pahl两阶段流程的基础上,将功能与结构独立为一个阶段,根据该阶段的功能结构进行所有可能方案的搜索,最后得到最佳的设计概念方案,认为概念设计分为任务说明、定义功能和架构、寻找解决方案等三个阶段。

Zuo等^[17]则提出了问题定义、问题解决和概念形成三阶段概念设计框架。问题定义阶段主要是分析设计问题,如客户需求的收集和确认、产品设计说明、设计约束等;问题解决阶段主要是定义设计过程中需要解决的问题,并制定解决问题的方法;概念形成阶段形成解决问题的描述,评估和

选择最优的产品设计概念,形成最终的产品概念。

Simon 等^[18]将概念设计细分为解释、开发、分散、转换和聚积等 5 个部分,每个部分包含若干活动,共 12 个设计活动。其中,解释部分的活动提出问题,开发部分的活动决定项目的特性,分散部分的活动提出和寻找所有可能的方案,转换部分的活动确定概念设计的相关参数,聚积部分的活动评价与选择最佳的概念设计方案。

本文在以上研究的基础上,提出了产品设计链的概念设计流程。流程包括五个阶段,每个阶段均要求进行评价,评价合格方可进行下一阶段的设计,从而减少了概念设计阶段的设计缺陷,避免设计返工的发生。产品设计链的概念设计流程如图 1 所示。

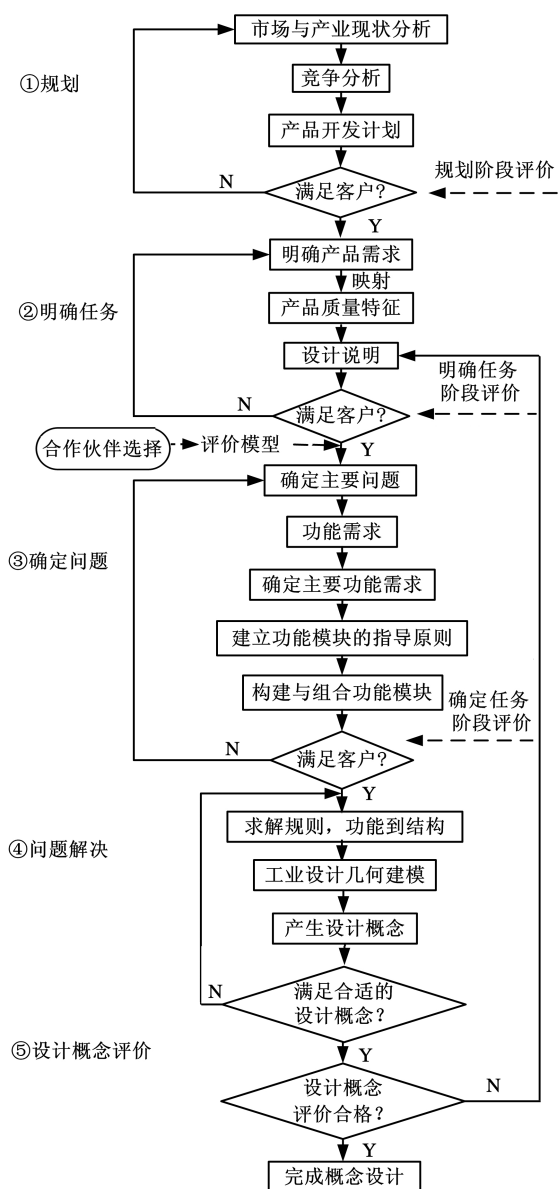


图 1 产品设计链概念设计流程

在五阶段流程中共有 20 个设计活动,其步骤如下:

(1)市场与产业现状分析。对相关产业进行调查和分析,分析对企业有利和不利因素,明确企业自身的发展目标,搜集产品开发的机会。

(2)竞争分析。对竞争对手、潜在的进入者和行业竞争环境等的分析。

(3)产品开发计划。通过了解客户的需求,形成各种方案,提出项目计划书。

(4)规划阶段评价。客户确认产品开发计划,若满意,则进入下一个设计活动;如不满意,则回到第一个设计活动,重新开始,直到客户满意。

(5)明确产品需求。将待设计产品需求分解成子需求,并明确描述各个子需求。

(6)质量特征。将需求映射为质量特征。

(7)设计说明。根据质量特征形成设计说明,并将设计任务分解。

(8)设计任务阶段评价。确定设计说明有无问题,是否需要修改。

(9)确定主要问题。根据设计任务,归纳出完成设计任务要求需要解决的主要问题。

(10)功能需求。根据解决的主要问题,提出满足产品设计说明和符合产品开发计划书要求的功能需求。

(11)确定主要功能需求。确定设计任务的主要功能需求。

(12)建立功能模块的构建原则。描述功能需求组合的构建原则。

(13)构建与组合功能模块。根据功能需求组合的指导原则,建立功能模块。

(14)确定问题阶段评价。如功能需求无法组合成为功能模块,则返回步骤(13)修改指导原则,如还不能满足,则需要重新确认问题。

(15)确定求解规则,实现从功能到结构的设计。寻找每个设计说明要求,且满足功能模块的求解规则,实现从功能到结构的设计过程。

(16)工业设计几何建模。主要解决产品外观的美学等问题。

(17)产生设计概念。根据求解规则产生所有可能的概念。

(18)选择合适的设计概念。根据规则(算法)选择合适的设计概念。

(19)设计概念评价。通过分析比较,如果设计概念满足设计说明的要求,则进入下一阶段的设计。反之,则需重新进行设计。

(20)完成产品概念设计。产生概念设计

方案。

在上述流程中,明确任务之后的伙伴选择过程,没有纳入设计活动之中。如果合作伙伴的设计任务不需要再分解,则该合作伙伴的概念设计流程为从步骤(9)到步骤(20)。若某一合作伙伴的设计任务需进一步分解,并进行伙伴选择,则该合作伙伴的概念设计流程从步骤(1)到步骤(20)。

通过建立的概念设计标准流程,本文提出了文件矩阵的概念,概念设计流程每一阶段的各个节点中产生的文件,通过文件矩阵,文件可以很方便的存储、检索和回溯。

3 基于 CM 的产品设计链概念设计变更管理

3.1 配置管理

配置管理是在产品生命周期内,建立和维护与其需求、设计和操作信息相一致的产品性能和功能等的管理过程。国际配置管理协会(institute of

configuration management, ICM) 在 1970 年颁布了其配置管理标准 CM, 1988 年推出了 CM II 标准。CM II 中所有的活动都必须以需求驱动,并通过表单的形式加以批准和控制,直到活动完成,活动的结果得到需求方的确认后表单才会停止流转。配置管理通过产品结构树找出设计变更所涉及到的所有零部件,对其进行一致性的修改,从而到达设计变更的控制与管理。

本文借鉴 CM II 的变更控制思想,以文件为配置单元,通过建立产品设计链的概念设计标准流程,构建文件矩阵树,通过管理与控制概念设计阶段文件间的关系,实现对产品设计链概念设计变更管控的目的。

3.2 文件矩阵

在产品概念设计的过程中,会产生反映产品设计信息的相关文件,概念设计文件的结构如图 2 所示。

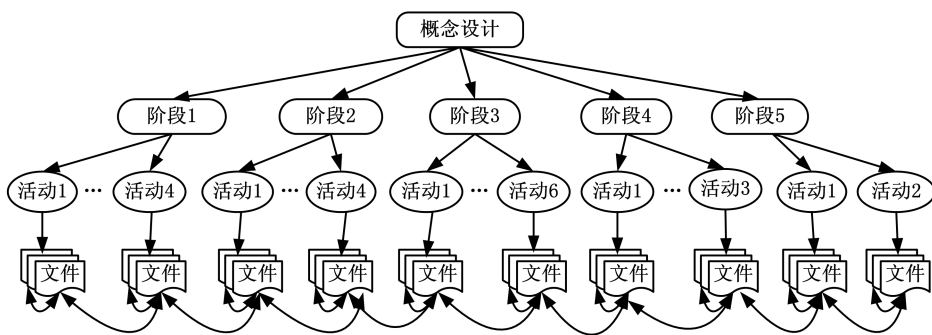


图 2 概念设计文件的结构

将产品设计链的概念设计流程中五个阶段视为 5 个节点,设产品设计链的概念设计过程中,所产生的文件为 A , 则 A 可以用矢量表示为

$$A = (A_1, A_2, \dots, A_5)$$

式中, A_1, A_2, \dots, A_5 分别为 5 个阶段产生的文件。

若第 i 个节点中有 j 个活动,则在该节点中产生的文件表示为 a_{ij} 。在概念设计流程中,第 1 至第 5 个节点的设计活动数分别为 4、4、6、4 和 2 个,则概念设计中设计活动所产生的文件可用矩阵表示为

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & 0 & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} & a_{36} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} & 0 & 0 \\ a_{51} & a_{52} & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}_{5 \times 6}$$

通过文件矩阵,对概念设计流程每一阶段中产生的文件可以很方便地进行存储、检索和回溯。

由于每个活动可能产生多个文件,文件的类型也可能不同,如文本文件(. doc)、Rhino 文件

(. 3dm) 等,如某一个活动中产生的同一类型文件的个数为 n ,共有 m 个类型的文件,则该设计活动产生的文件又可用 $m \times n$ 阶矩阵表示为

$$(a_{ij})_{m \times n} =$$

$$\begin{bmatrix} a_{ij,11} & a_{ij,12} & a_{ij,13} & \dots & a_{ij,1n} \\ a_{ij,21} & a_{ij,22} & a_{ij,23} & \dots & a_{ij,2n} \\ a_{ij,31} & a_{ij,32} & a_{ij,33} & \dots & a_{ij,3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{ij,m1} & a_{ij,m2} & a_{ij,m3} & \dots & a_{ij,mm} \end{bmatrix}_{m \times n} \begin{matrix} \rightarrow . doc \\ \rightarrow . 3dm \\ \rightarrow . asm \\ \rightarrow \vdots \\ \rightarrow STEP \end{matrix}$$

以上设定矩阵的第一行为文本文件(. doc),第二行为 Rhino 文件(. 3dm),……。由此,在概念设计阶段依据不同合作伙伴所完成的不同任务,可以生成概念设计文件矩阵树,如图 3 所示,通过文件矩阵树作为连接零部件对象与文件对象的桥梁。图 3 中, A_k 为部件的文件矩阵, $k = 1, 2, 3, \dots, n$; $A_k B_{kr}$ 为零件的文件矩阵, $r = 1, 2, 3, \dots, n$ 。

将产品按照部件、零件进行分解,由此形成的分层的树状结构称为产品结构树。在产品结构树

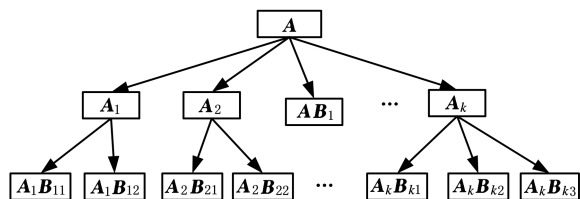


图 3 文件矩阵树

中,每个零件、部件对象都有自己属性,如零件标识码、名称、版本号、数量、材料、类型(自制件、外购件)等。

在概念设计阶段,通过从文件矩阵树中提取出零部件的层次信息,可建立概念设计产品结构树。由于零部件对象的某些属性并不能全部确定,概念设计的产品结构树只包含一些必要的属性:零部件名称、版本、体积、重量和功能描述等。零部件名称同时兼有零部件标识码的功能,如果不同的产品设计方案出现相同零部件,只需要加上方案代号的前缀加以区别。

由于概念设计阶段零部件对象的某些属性并不能全部确定,难以建立具有完全信息的产品结构树,概念设计产品结构树与产品结构树不同。概念设计产品结构树只是表示对产品装配关系的初步规划。概念设计完成后,概念设计产品结构树将被转换成详细设计产品结构树。

3.3 文件关系信息的形式化描述

两文件间的关系可分为有关系和没有关系两种。有关系文件按照文件内容产生的形式又可分为组成、引用和依赖等三种关系,若两文件间关系同时存在几种关系,则按照“依赖大于组成,组成大于引用”的优先级确定其关系。更改文件的影响是不同的,若影响越大,则文件的重要程度越大,文件的重要程度分为不重要、一般重要和重要三种。

文件有设计、预发布、发布和变更四种状态。设计状态指正在设计中的文件的状态;预发布状态指已完成设计但还没有归档的文件的状态;发布状态指已完成设计且已归档的文件的状态。设计变更是针对预发布状态和发布状态的文件。变更状态指该文件正处于变更中。

从文件内容的使用方向看,文件关系可分为单向和双向两种。单向指文件一方提供给另一方使用,双向指彼此互相提供使用。

设 $DC(f_i)$ 表示 f_i 的文件变更,用 $/ \rightarrow$ 表示变更影响关系。

定义 1 文件的组成关系。组成关系指某文件使用了另一文件的全部或部分文字,或者某文件由一个或多个文件组成。

记文件的组成关系为 R ,文件的组成关系 R

是 F 与 F (F 为文件集) 之间的一个二元关系,若 $R \subseteq F \times F$ 是一个文件关系集合,则 $(f_i, f_j) \in R$ 表示文件 f_i 为文件 f_j 的上层文件, f_j 为文件 f_i 的下层文件,即 f_i 由一个 f_j 或若干个 f_j 组成。上层文件发生改变时,其下层所属文件也需要作调整或变更。文件 f_i 的变更下层文件集表示为

$$X_{DC}(f_i) = \{f_j \mid (f_i, f_j) \in R \wedge DC(f_i) / \rightarrow DC(f_j)\}$$

定义 2 文件的引用关系。引用关系指某文件设计时引用了另一文件,但没有直接使用该文件中的字句。

记文件的引用关系为 R_{ref} ,文件的引用关系 R_{ref} 是 F 与 F 之间的一个二元关系,若 $R_{ref} \subseteq F \times F$ 是一个文件关系集合,则 $(f_i, f_j) \in R_{ref}$ 表示文件 f_i 为文件 f_j 的引用文件,即 f_i 文件引用了文件 f_j ,当文件 f_j 的内容进行变更时,文件 f_i 也必须进行更改。

定义 3 文件的依赖关系。依赖关系指一个文件是另一个文件产生的,如 Solid Edge 中的 ASM 文件可以生成二维的 DFT 文件。

记文件依赖关系为 R_{dep} ,文件依赖关系是 F 与 F 之间的一个二元关系,假定 $R_{dep} \subseteq F \times F$ 是一个文件依赖关系集合,则 $(f_i, f_j) \in R_{dep}$ 表示文件 f_i 依赖于文件 f_j ,当文件 f_j 产生修改时,文件 f_i 必须进行相应的修改或变更。

定义 4 文件集 F 。文件 f_i 可形式化描述为 $\{id_i, f_name_i, f_domain_i, f_state, f_importance_i, f_access_i, f_type_i, ver_i\}$ 。其中, id_i 为文件 f_i 的标识; f_name_i 为 f_i 的名称; f_domain_i 为文件的域,表示文件 f_i 归属于产品设计链中某一成员; f_state 为文件的状态; $f_importance_i$ 为文件的重要程度,决定文件的使用或更改方式; f_access_i 为文件的访问方式; f_type_i 为文件的类型,文件类型分通用文件和专用文件,通用文件如 Word、STEP、IGES 等格式,专用文件如 CAD 文件只有相应的 CAD 软件才能打开; ver_i 为 f_i 的版本,由于文件之间的关联性,当某个文件发生版本更新时,相关文件的版本也需要进行相应的更新。 f_i 的变更版本集表示为

$$Ver_{DC}(f_i) = \{f_j \mid DC(f_i, ver_i) / \rightarrow DC(f_j, ver_j)\}$$

定义 5 文件的使用方向 D 。假定 $D \subseteq F \times F$ 是一个文件使用方向集合,则 $(f_i, f_j) \in D$ 表示文件 f_i 提供给文件 f_j 使用,若同时 $(f_j, f_i) \in D$,则表示文件 f_i 和 f_j 互相提供给对方使用。

3.4 基于 CM 的产品设计链概念设计变更控制流程

产品设计链中各成员均为独立的企业(组

织),经营方式和理念各不相同,且每个成员均要保守自身的商业秘密,使其设计变更的控制流程不同于单个企业。产品设计链中概念设计变更控制模式采用集中式,利用协调管理器对设计变更进行管理,通过文件关系基准线来决定是否启动控制流程,当配置单元发生改变时,使得基准线记录的文件版本发生改变,从而启动控制流程来管理概念设计的变更。

文件关系基准线为启动设计变更控制流程的触发点,文件关系基准线包含三部分内容:

(1) 通知渠道。通知渠道就是发生设计变更时,通知与之相关的成员的方法,如可以通过应用软件、电子邮件和任务箱等。

(2) 涉及对象。涉及对象为产品设计链中成员,如 A 成员在流程中第二阶段的第 3 个活动有一文件,表示为 AF_{23} ,分别与成员 B、C 的文件 BF_{31} 和 CF_{33} 有关系,则文件 AF_{23} 涉及的对象为成员 B 和 C。

(3) 变更通知单(ECN)。当发生设计变更时需要将变更通知单通知涉及对象,变更通知单的内容包括文件的关系、文件的重要程度、文件的访问方式、文件的状态等。

协调管理器根据变更申请单中的信息,建立一个文件变更集,通过分析后(若该文件为变更状态,则回复对方,禁止变更),启动通知程序,将变更申请单发送到基准线中记录有文件关系的成员,相关成员收到变更申请单后,启动如图 4 所示的单个成员设计变更控制流程。

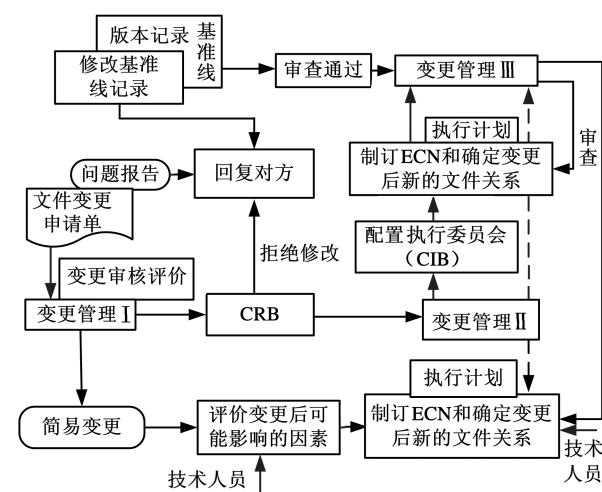


图 4 基于配置管理的概念设计变更控制流程

该变更控制流程为三阶段闭环控制流程,实现了在各成员中文件关系信息的完整性、一致性和有效性,并保证变更过程的可追踪。

经过变更流程的审核,如果准予变更则首先

变更自身的基准线,确定该文件新的文件关系,回复协调管理器并将修改后的变更申请单发送到协调管理器,协调管理器收到回复后,将通知变更发起成员变更申请的结果。如此往复,直至产品设计链中各成员间文件保持一致。

4 应用

本文研究已应用在某产品的协同设计中。产品设计链中概念设计变更通过协调管理器进行管理,设计变更流程用例图见图 5。

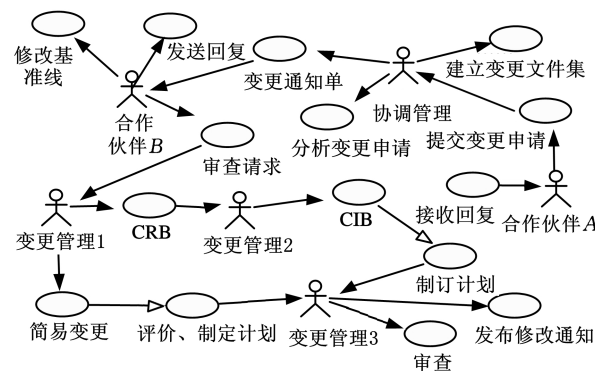


图 5 概念设计变更流程用例图

当某一成员需要进行设计变更时,须向协调管理器提交变更申请单。

当有设计变更发生时,通过设计变更文件集确定设计变更的影响范围。设需要变更的文件集为 DC_C ,版本发生变化的文件集为 DC_V ,则通过以下算法生成文件变更集 DC_C_T ,版本变更集为 DC_V_T 。具体步骤如下:

(1) 取文件并判断。将 DC_C 放入 DC_C_T 中,取出一个文件 dc_{f_i} ,若不为空则执行下一步骤,否则转步骤(5)。

(2) 从文件的组成关系集、依赖关系集中求出 dc_{f_i} 的相关变更集 DC_R , $DC_R = \{X_{DC}(dc_{f_i}) \cup Y_{DC}(dc_{f_i})\}$ 。若 DC_R 不为空,则执行下一步骤,否则转步骤(4)。

(3) 依次判断。依次判断 DC_R 中的每一条 $dc_{f_{r_k}}$ 是否存在 DC_C_T 中,如果不存在,则将 $dc_{f_{r_k}}$ 置入 DC_C_T 中;如果存在,则执行下一步骤。

(4) 取 DC_C_T 的下一个文件 dc_{f_j} ,判断 dc_{f_j} 是否为空,如果不为空,则转步骤(2);否则执行下一步骤。

(5) 将 DC_V 放入 DC_V_T 中,取一个文件 dc_{f_i} ,若不为空,则执行下一步骤。否则,则转步骤(9)。

(6) 在版本变更信息中得到 dc_{f_i} 的相关变

更集 $DC_R = Ver_DC(dc_f_i)$, 判断是否为空。若不为空, 则执行下一步骤; 否则, 转步骤(8)。

(7) 依次判断。依次判断 DC_R 中的每一条 $dc_f_{r_k}$ 是否在 DC_V_T 中; 若不存着, 则将 $dc_f_{r_k}$ 放入 DC_V_T 中; 否则转步骤(4)。

(8) 取 DC_V_T 的下一个文件 dc_f_j 判断是否为空; 如果为空, 则执行下一步骤; 否则, 转步骤(6)。

(9) 将 DC_V_T 插入 DC_C_T 中。

5 结论

本文构建了产品设计链的概念设计流程, 对概念设计阶段的文件关系进行了定义和形式化描述, 提出了文件矩阵树的概念。针对产品设计链概念设计中产品的结构和组成不明确等特点, 以文件关系结合配置管理的思想, 提出了基于配置管理的概念设计变更控制流程, 实现了对协同产品设计链中成员间设计变更的有效管理, 克服了传统的基于文档和流程的设计变更管理无法有效评估变更影响范围的缺点。

参考文献:

- [1] Cadence Design Systems. Design Chain Optimization: Competing in the Disaggregated Electronics Industry[EB/OL]. (2003-05-16)[2008-10-20], White Paper, <http://www.cadence.com>.
- [2] 王有远, 黄卫东, 谢强, 等. 产品设计链管理及其关键技术研究[J]. 中国机械工程, 2007, 18(13): 1571-1576.
- [3] Parametric Technology Corporation. Collaborative Design Chain Management—the Next Wave of Opportunity for B2B Trading Exchanges[R]. Massachusetts: Parametric Technology Corporation, 2002.
- [4] Chen Y M, Shir W S, Shen C Y. Distributed Engineering Change Management for Allied Concurrent Engineering[J]. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2002, 15(2): 127-151.
- [5] Huang G Q, Yee W Y, Mak K L. Development of a Web-based System for Engineering Change Management[J]. Robotics and Computer Integrated Manufacturing, 2001, 17(3): 255-267.
- [6] Liu S J, Meng X X. Research on Engineering Change Management in Virtual Enterprise[C]//Intelligent Control and Automation, 2002, Proceedings of the

4th World Congress on, Piscataway: IEEE Robotics and Automation Society, 2002: 2608-2612.

- [7] Eckert C, Clarkson P J, Zanker W. Change and Customization in Complex Engineering Domains[J]. Research in Engineering Design, 2004, 15(1): 1-21.
- [8] Rouibah K, Caskey K R. Change Management in Concurrent Engineering from a Parameter Perspective[J]. Computers in Industry, 2003, 50(1): 15-34.
- [9] 裘昊, 谭建荣, 张树有, 等. 一种高效的企业联盟工程变更集成系统[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2005, 17(4): 806-813.
- [10] Nagl M, Westfechtel B, Schneider R. Tool Support for the Management of Design Processes in Chemical Engineering[J]. Computers and Chemical Engineering, 2003, 27(2): 175-197.
- [11] Alisantoso D, Khoo L P, Lee I B H. A Rough Set Approach to Design Concept Analysis in a Design Chain[J]. Int. J. Adv. Manuf. Technol., 2005, 25(9): 427-435.
- [12] Pahl G, Beitz W. Engineering Design[M]. Berlin: Springer-Verlag, 1984.
- [13] 孙守迁, 黄琦. 计算机辅助概念设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [14] Pahl G. Engineering Design: a Systematic Approach[M]. Berlin: Springer-Verlag, 1998.
- [15] Aleixosa N, Company P, Contero M. Integrated Modeling with Top-down Approach in Subsidiary[J]. Computers in Industry, 2004, 53: 97-116.
- [16] Brunetti G, Golob B. A Feature-based Approach towards an Integrated Product Model Including Conceptual Design Information[J]. Computer-aided Design, 2000, 32: 877-887.
- [17] Zuo J, Director S W. An Integrated Design Environment for Early Stage Conceptual Design[C]//Design, Automation and Test in Europe Conference and Exhibition 2000, Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 2000: 754.
- [18] Simon A, Steele J, Macmillan S. Mapping the Conceptual Design Activity of Interdisciplinary Teams[J]. Design Studies, 2001, 22: 211-232.

(编辑 马尧发)

作者简介: 王有远, 男, 1965年生。南昌航空大学经济管理学院教授、博士。主要研究方向为制造业信息化、工业工程等。
徐卫平, 男, 1964年生。南昌航空大学国防科技研究院高级工程师。