

南京航空航天大学 论文集

(二〇〇一年)

第11册

五院

南京航空航天大学科技部编

二〇〇二年六月

五 院

○五三～○五四系



目 录

序号	姓 名	职 称	单 位	论 文 题 目	刊物、会议名称	年、卷、期	类别
1	吴含前 姜澄宇 王宁生	博士 正高 正高	053 053 053	一种面向对象的产品结构与配置管理	南京航空航天大学学报	013302	J
2	孙国梓 姜澄宇 王宁生	博士 正高 正高	053 053 053	面向企业的产品配置管理关键技术研究	计算机工程与应用	013722	J
3	吕常魁 姜澄宇 王宁生	硕士 正高 正高	053 053 053	并行工程中面向多目标的目标决策方案	南京航空航天大学学报	013301	J
4	吕常魁 姜澄宇 王宁生	硕士 正高 正高	053 053 053	产品开发中的阶段并行与信息交互	机械设计与制造	010001	J
5	卢厚清 王宁生	博士 正高	053 053	关于模糊综合评判取大取小算法问题的讨论	系统工程理论与实践	012104	J
6	陈丹伟 楼佩煌 王宁生	博士 正高 正高	053 053 053	FMS 动态调度软件自动生成	南京航空航天大学学报	013306	J
7	朱建江 戴 勇 王宁生	博士 正高 正高	053 053 053	基于组件装配的分布式可重构企业信息 系统	南京航空航天大学学报	013304	J
8	王瑜涛 戈敏霞 王宁生	硕士 硕士 正高	053 053 053	动态配置 ODBC Data Source 内幕	计算机应用研究	010002	J
9	王瑜涛 王宁生	硕士 正高	053 053	VC++实现数据库大字段存取	计算机应用与软件	011808	J
10	包振强 王宁生	博士 正高	053 053	A system for generating operational sketches based on the multi-level graphic library	System Science and System Engineering	011001	
11	侯 方 游有鹏	硕士 副高	053 053	Windows 95/98 下实时系统的实现	机械与电子	010002	J
12	史先传 游有鹏	硕士 副高	053 053	一种经济实用的智能红外遥控模块	机械设计与制造工程	010004	J
13	刘 静 柳 柱 李桥梁	硕士 硕士 博士	053 053 053	光纤收发器重要元器件的选择	电子工程师	012710	
14	叶文华 马万太	副高 副高	053 053	双语 CAPP 中机械制造工艺语言机器翻 译研究	中国机械工程	011209	H
15	叶文华 陈蔚芳 王宁生	副高 副高 正高	053 053 053	GT/CAD/CAPP/PDM/ERP 系统集成研究	制造技术与机床	010011	H

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物、会议名称	年、卷、期	类别
16	叶文华 陈蔚芳	副高 副高	053 053	面向大型产品多项目定制生产模式的 CIMS 研究	机械设计与制造	010006	J
17	叶文华	副高	053	从硕士学位论文的创新谈研究生培养	南京航空航天大学学报(社科版)	0103 增刊	
18	薛善良 叶文华 王宁生	博士 副高 正高	053 053 053	面向敏捷制造的 PDM 及其关键技术研究	组合机床与自动化加工技术	010012	J
19	薛善良 叶文华 王宁生	博士 副高 正高	053 053 053	面向敏捷制造的产品数据管理框架研究	机械与电子	010006	J
20	王忠宾 叶文华 王宁生	博士 副高 正高	053 053 053	CBC 技术在动态可重构 CAPP 系统中的应用	机械设计与制造	010006	J
21	邹伟 叶文华	硕士 副高	053 053	壳体类零件计算机辅助检测规划系统的研究与开发	航空精密制造技术	013703	J
22	楼佩煌	正高	053	基于 Web 的客户化分布式网络制造技术	数据采集与处理	011602	H
23	范澄 周燕飞	硕士 副高	053 053	RMS 中的基于时间的设备选择方法研究	计算机工程与设计	012205	J
24	姬鹏华 周燕飞	硕士 副高	053 053	可重构制造系统的合弄结构研究	机电一体化	010002	J
25	孙颖 赵东标	硕士 正高	053 053	可重构数控系统模块化设计的研制与开发	工业控制计算机	011412	
26	张庆华 常宗瑜 王宁生	博士后 博士后 正高	053 053 053	模糊 ART 网络方法在壳体振动强度区域识别中的应用	第四届全国青年交通学术会议	2001	
27	张庆华 王宁生 朱建江	博士后 正高 中级	053 053 053	快速成型技术在并行工程中的应用	国际先进制造技术研讨会 ISAMT' 2001	2001	
28	王宏涛 赵转萍 赵雪冬	中级 副高 初级	053 053 053	滚珠丝杠螺距误差补偿法提高数控机床定位精度的研究	航空精密制造技术	013705	J
29	赵转萍 吕晓明 郑叔芳	副高 副高 正高	053 053 053	运动目标六自由度单束激光跟踪测量方法研究	仪器仪表学报	012203 增刊	H
30	孙志峻 朱剑英	中级 正高	053 053	具有柔性加工路径的作业车间智能优化调度	机械科学与技术	012006	H
31	游有鹏 王珉 朱剑英	副高 正高 正高	053 052 053	NURBS 曲线高速高精度加工的插补控制	计算机辅助设计与图形学学报	011310	H
32	游有鹏 张晓峰 王珉	副高 博士 正高	053 053 052	可重构机床的模块化设计	机械科学与技术	010006	H
33	乔兵 孙志峻 朱剑英	博士 中级 正高	053 053 053	Solving flexible sob shop scheduling problem by genetic algorithm	南京航空航天大学学报(英文版)	011801	J
34	乔兵 朱剑英	博士 正高	053 053	多 Agent 智能制造系统研究综述	南京航空航天大学学报	013301	J

序号	姓 名	职 称	单 位	论 文 题 目	刊物、会议名称	年、卷、期	类 别
35	乔 兵 孙志峻 朱剑英	博士 中级 正高	053 053 053	基于 Agent 的分布式动态作业车间调度	信息与控制	013004	H
36	吴晓琳 郑叔芳	副高 正高	053 053	机械工程测试知识系统及教材改革	教育探索	010005	H
37	吴晓琳 刘平成 杨 圣	副高 硕士 副高	053 053 053	Isolation design and simulational experiment of nanometer micro movement Test-bed	南京航空航天大学学报(英文版)	010002	J
38	张丽艳 周儒荣 蔡炜斌	副高 正高 硕士	054 054 054	三角网格模型重建中的误差分析与显示	南京航空航天大学学报	013303	J
39	张丽艳 庄海军 聂军洪	副高 中级 博士	054 054 054	基于海量数据测量的逆向工程与快速原型集成技术研究	中国机械工程学会年会暨第九届全国特种加工学术年会	2001	
40	张丽艳 周儒荣 蔡炜斌	副高 正高 硕士	054 054 054	海量测量数据简化技术研究	计算机辅助设计与图形学学报	011311	H
41	张丽艳 周儒荣 周来水	副高 正高 正高	054 054 054	Model reconstruction from cloud data for rapid prototy manufacturing	南京航空航天大学学报(英文版)	011802	J
42	张丽艳 周来水 安鲁陵	副高 正高 副高	054 054 054	逆向工程技术及其应用研究	航空制造技术学术交流会	2001	
43	张丽艳	副高	054	指导本科生毕业论文的几点体会	南京航空航天大学学报(社科版)	0103 增刊	
44	陈 辰 张丽艳	硕士 副高	054 054	基于 Pro/E 平台的工程图纸自动化生成软件的开发	计算机辅助设计与制造	010011	
45	李卫国 陈文亮 蔡 喆	博士 副高 硕士	054 054 054	非矩形定义域上的散乱数据曲面重建的 Multiquadric 基函数拟合法	计算机工程与应用	013723	J
46	陈文亮 曾建江 周 良	副高 中级 中级	054 054 054	用 ARX 实现图形文件的超链接	计算机应用与软件	011808	J
47	高 雷 陈文亮 翟建军	硕士 副高 副高	054 054 054	数控铣削刀具参数的优化	机械制造与自动化	010005	
48	徐啸峰 周儒荣 安鲁陵	博士 正高 副高	054 054 054	一种复杂平面型腔加工区域自动识别的算法	机械设计与制造工程	013002	J
49	徐啸峰 周儒荣 周来水	博士 正高 正高	054 054 054	基于实体的三轴数控精加工研究	南京航空航天大学学报	013306	J
50	谢 叻 周儒荣	博士 正高	054 054	裁剪 NURBS 曲面数控加工刀轨干涉处理	中国机械工程	011210	H
51	崔耀东 周儒荣 廖文和	博士 正高 正高	054 054 054	根据协同效应确定制造业信息技术的实施顺序	南京航空航天大学学报	013305	J

序号	姓 名	职 称	单 位	论 文 题 目	刊物、会议名称	年、卷、期	类 别
52	崔耀东 周儒荣 廖文和	博士 正高 正高	054 054 054	制造业信息系统应用评价研究	系统工程	011906	J
53	崔耀东 周儒荣	博士 正高	054 054	冲裁件有约束最优剪切方式的设计	数学的实践与认识	013102	H
54	崔耀东 周儒荣	博士 正高	054 054	单一尺寸矩形坯排样时长板的最优分割	计算机辅助设计与图形学 学报	011305	H
55	周儒荣 唐 杰 张丽艳	正高 博士 副高	054 054 054	基于检测球控制的网格模型简化算法研究	软件学报	011211	H
56	周儒荣 张丽艳 苏 旭	正高 副高 硕士	054 054 054	海量散乱点的曲面重建算法研究	软件学报	011202	H
57	周儒荣 张丽艳 庞秀峰	正高 副高 硕士	054 054 054	Smooth piecewise spline surfaces over arbitrary control polyhedron	航空学报英文版	011202	H
58	鲁世红 恽君璧	中级 正高	054 054	共析钢的相变超塑性扩散连接	南京航空航天大学学报	013306	J
59	鲁世红 高 霖 谢兰生	中级 正高 副高	054 054 054	超塑状态下拉深-胀形组合工艺研究	热加工工艺	010006	H
60	闫国永 李绍成	硕士 副高	054 054	Al-Li 合金无中间层扩散焊接工艺研究	广东有色金属学报	011101	
61	闫国永 李绍成	硕士 副高	054 054	铝锂合金无中间层扩散焊接工艺研究	材料开发与应用	011602	J
62	房莉华 沈建新 廖文和	硕士 中级 正高	054 054 054	基于 PDM 的 CAPP 系统集成技术的研究 与实现	机械设计与制造工程	010001	J
63	沈建新 周儒荣	中级 正高	054 054	PDM 在企业中的应用研究	2001 年航空制造技术	2001	
64	沈建新 周儒荣	中级 正高	054 054	基于 PDM 技术 CAX 集成框架研究	2001 年航空制造技术	2001	

文章编号:1005-2615(2001)02-0171-04

一种面向对象的产品结构与配置管理

吴含前 姜澄宇 王宁生 楼佩煌

(南京航空航天大学机电学院 南京,210016)

摘要 面向对象的建模方法是目前较为先进的建模方法之一,本文针对目前产品数据管理(Product data management)系统中的产品结构与配置管理模块存在的一些不足,根据面向对象建模的思想提出了一种基于一类产品的结构模型,即产品类属模型,以此为基础,提取产品类属模型中的各实体并建立相应的类,从而实现一种面向对象的产品结构与配置管理。

关键词: 管理;建立模型;面向对象建模;产品数据管理
中图分类号: TP31 **文献标识码:** A

引言

市场竞争的加剧促使产品向小批量、多品种方向发展,产品的更新周期明显缩短,这些变化使企业中产品数据变得庞大和复杂,如何有效地管理产品数据是现代企业面临的挑战^[1,2]。产品数据管理(Product data management)技术的出现为企业解决这一问题提供了手段,PDM概念是在80年代后期被正式提出,它是一门用来管理产品数据(包括零部件图纸,技术文件,工艺,产品结构,用户权限信息)以及所有与产品相关过程(项目与流程管理)的新技术,它能够使企业极大地缩短产品开发周期,提高产品质量,降低产品成本,提高企业的竞争力^[3]。PDM技术从出现到现在仅仅十几年时间内,许多国内外企业迅速地接受了PDM,并把它作为一种企业竞争策略,用来支持过程重组、实施并行工程、ISO9000认证等^[4]。

近年来,随着PDM技术在我国应用的深入,企业对PDM系统的功能要求越来越高,PDM管理的产品数据和过程也越来越复杂,一些原先设计的PDM系统在某些方面已不能满足企业的要求^[5,6],其中较明显的是对产品数据的有效组织上。

在PDM系统中,产品结构与配置管理是实现产品数据管理的主要功能模块,它以产品结构为核心建立一个产品模型,通过该模型把与产品相关的数据按一定规则有序地组织起来,实现对产品数据的有效管理。目前,许多企业在产品结构管理上采用传统的一个产品对应一个明细表(Bill of material)的管理方式,这种产品结构模型主要反映产品的装配关系,不能全面合理地包容相关产品数据,很难适应现代企业对产品数据管理的要求,因此如何合理地建立一个产品结构模型是有效地实现产品结构和配置管理的关键,而这也正是当前PDM系统中功能普遍较弱的方面,针对这一现象,本文按照面向对象的建模方式提出了一种基于一类产品的结构模型,即产品类属模型,该模型覆盖了一类产品中所有可能的变化以及相关的数据,同时,定义各种配置条件,根据不同的用户需求,通过相似产品和零部件的选配及组装实现快速的产品配置。

1 产品结构与配置管理概述

1.1 产品结构管理

产品结构管理是用来维护产品本身的结构关

基金项目:863国家高科技发展计划基金(编号:863-511-930-009)资助项目。

收稿日期:2000-04-26;修订日期:2000-06-22

作者简介:吴含前,男,博士生,1972年4月生;姜澄宇,男,教授,博士生导师,1947年4月生;王宁生,男,教授,博士生导师,1936年8月生;楼佩煌,男,副教授,1962年10月生。

系,并围绕产品的构成关系,通过把产品分解为装配体和零件,再把装配体进一步分解成子装配体和零件的方法组织和描述一切与产品相关的数据,其主要功能是对产品的概念设计结构、功能模块组成结构、机械组成结构及材料清单 BOM 进行管理,提供一种组织、控制和管理数据的机制。通常,产品结构管理包含以下功能^[7]:

(1)产品结构的生成和维护:组成产品零部件之间的装配关系,将零部件与其对应的图文档(图纸、模型、说明书、工艺文件等)联系起来,形成完整的产品信息树。

(2)产品结构的变化管理:包括产品的版本管理,零部件版本管理,产品变更管理,产品系列、可选件、替代件、配件等管理。

(3)提供多视图功能:针对不同的用户提供相应的产品结构视图,如为设计部门提供产品设计 BOM,为制造部门提供产品制造 BOM,为采购部门提供外购和库存 BOM。

(4)产品维护及技术文档管理:跟踪并保存产品在设计、制造、销售、技术支持和维护过程中产生的大量数据,为用户提供有效的检索产品极其相关过程的信息。

1.2 产品配置管理

产品配置管理的主要功能是在产品结构管理的基础上,管理产品零部件的各个版本,以便实现同类产品之间零部件的互换,迅速改变产品结构,从而改变产品的设计流程、工艺、NC 加工程序等。图 1 给出了产品结构版本空间示例。从图中例子可以看出,某部件由于其功能要求变化,在结构上形成了 3 个版本,由此可知,产品结构的许多节点存在多值关系,而产品实例的形成是通过节点与节点之间的约束关系即配置条件实现的。在 PDM 系统中,产品配置管理主要分为以下内容:

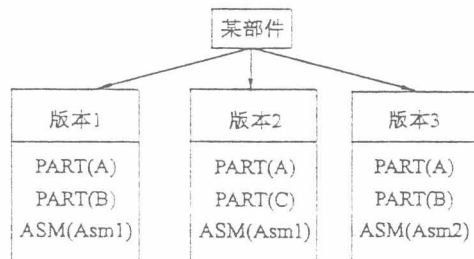


图 1 产品结构版本空间

(1)产品在不同工作环境下的历史配置(包括:产品结构、工作流程以及相关数据和文档)的维护

与管理。

(2)产品在某一状态下的产品数据与产品过程定义数据的管理,相关集成工具的配置与管理。

(3)产品数据的发放与工程更改过程的管理。

(4)检索产品结构与配置信息。

2 产品类属模型的建立及类层次的构造

2.1 产品类属模型的建立

任何产品的结构都表现为所有零部件按照一定的装配关系的组合,因此对于一个产品类属模型可以用一装配拓扑树对其进行描述,利用数学工具,装配拓扑树可定义如下:

定义 1 $CAsmTree = \{NODE, R\}$ 。

其中, $CAsmTree$ 为产品原型的装配拓扑树; $NODE$ 代表组成产品原型以及产品原型子对象的集合, $NODE$ 中的每一个元素称为构件; R 代表构件之间组合关系的集合, E 中的每一个元素称为装配。

对上述定义中的 $NODE$ 和 R 中的元素可以进一步定义:

定义 2 $NODE_i = \{PT | ASM | SEL\}$

其中, $NODE_i$ 代表 $NODE$ 中的一个构件; PT 代表零件构件,它是装配树中的不可再分的节点; ASM 代表装配构件,它由下层装配构件和 PT 构成,处于最顶层的装配构件为产品原型; SEL 为异或构件,它表示一组具有选择关系的构件。

定义 3 $R_{ij} = \{ASSEMBLY | SELECTION\}$

其中: R_{ij} 为 R 中的一个装配关系,表示构件 i 指向构件 j 的装配; $ASSEMBLY$ 代表装配关系,表示构件 j 装配到构件 i 中,由于 PT 为不可分节点,因此,构件 i 不能为 PT 型; $SELECTION$ 代表选择关系,表示从构件 j 的下属中选择一个构件装配到构件 i 中,构件 j 必须是 SEL 型构件,可选关系的定义为支持产品的变异提供了可能。

图 2 给出了一个装配拓扑树的例子,该装配拓扑树包含了一个可选件 $SELE3$, $R_{1,3}$ 为 $SELECTION$ 关系,这表明要从 $SELE3$ 的直接下属构件 $PT5, PT6, PT7$ 中选择一个装配到 $ASM1$ 中。

2.2 类层次的构造

从上面装配拓扑树的定义可知,产品类属模型中存在三个基本的对象: PT (零件)、 ASM (部件)、

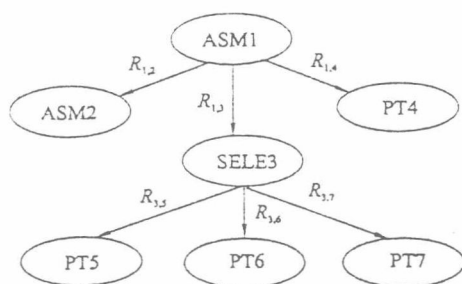


图2 装配拓扑树

SEL(可选件),因此产品类属模型的类层次构造可围绕这三个对象进行。

由于SEL,PT与ASM具有一些相同的属性,在类构造时先提取它们所有的相同属性建立一个基类BASE,再从BASE中派生出PT类、SEL类和ASM类,图3为它们的类层次结构。其中的一些属性说明如下:

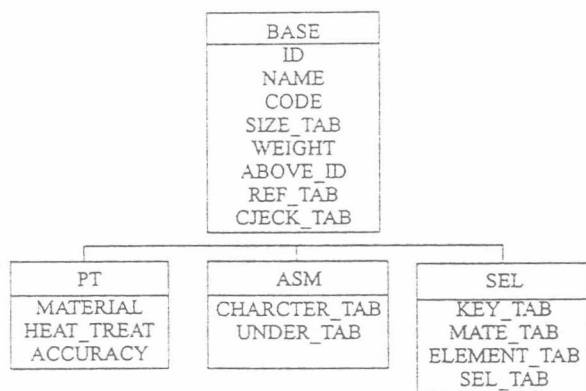


图3 产品类属模型的类层次结构

- ID:对象标识码。
- NAME:对象名称。
- CODE:对象的信息编码,可与企业编码挂钩。
- SIZE_TAB:对象尺寸描述表。
- ABOVE_TAB:表示对象上层构件的标识码。
- REF_TAB:描述该对象与其他构件之间的引用关系。
- CHECK_TAB:描述对该对象的评价和检验等内容。
- CHARACTER_TAB:描述装配件的特性参数。
- KEY_TAB:选择构件的相关参数描述表。
- MATE_TAB:可选件的匹配条件描述表。
- ELEMENT_TAB:可供选择的构件的描述

表。

• SEL_TAB:选中构件的描述表。

3 应用实例简介

南昌某企业生产用于纺织行业的片梭机,它是国家“863”计划CIMS主题中的试点企业,该企业为了提高市场竞争力而引进了瑞士的先进片梭机产品,但由于片梭机机构复杂,零部件种类繁多,再加上片梭机在功能上变化较广,因此该企业目前还无法根据用户的不同需求在已有片梭机品种之上完全配置出新产品,必须通过瑞士公司提供产品的配置BOM表,这很大程度上影响了企业的效益。本文提出的以产品类属模型及其相应的类层次为基础的面向对象的产品结构与配置管理方法为企业解决这一问题提供了手段,具体实现步骤如下:

(1)根据该企业对片梭机结构的管理特点,即按照功能模块划分管理相应的零部件的方式,如图4所示,因此在建立产品类属模型以及类层次的构建中,除了创建部件类(CAssemble)、零件类(CPart)和可选类(CSelection)外,以产品的功能模块为核心,建立产品功能类(CFunction),在功能类中定义其相关的属性、对应的功能以及相应的零部件配置表等内容(次处略)。

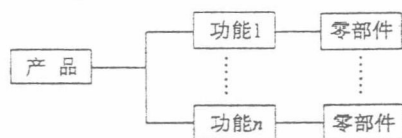


图4 产品结构

(2)按照产品→功能模块→零部件结构的层次关系对已有的产品按功能进行结构整理,建立相应的产品功能资源,同时定义相应的功能配置条件。

(3)采用目前流行的面向对象编程语言VC++实现产品结构与配置管理的软件,该软件包含的功能为:用户权限管理、零部件的版本管理、以产品功能模块为单元的资源管理(包括功能模块的增加、变化以及删除,相应功能模块的零部件结构管理)、按用户需求通过功能模块的选配实现产品配置、多种BOM表的输出、查询功能(包括产品及零部件的属性查询,图纸的浏览等)。

通过上述步骤的实施,以产品类属模型为基础的面向对象的产品结构与配置管理已成功地应用于该企业,为CIMS技术的顺利实施打下了良好的基础。

参 考 文 献

- 1 周洪亮,赵 敏.走出 PDM[J].计算机辅助设计与制造,1999,6:5~9
- 2 朱志良,庞士宗.产品数据管理技术的新思考[J].机械设计与制造,1999,10:14~17
- 3 李建明,田 凌.PDM 技术在并行工程中的应用和实施[J].中国机械工程,1998,9(1):12~15
- 4 王 强,马 静.PDM 技术在型号产品研制中的应用[J].计算机辅助设计与制造,1999,7:28~31
- 5 Gain P R. New generation of PDM emerges[J]. Computer Aided Engineering, 52 Nov. 1996. 52~58
- 6 徐 伟,万 立.PDM 系统中产品结构模型的研究[J].计算机辅助设计与制造,1999,1:41~43
- 7 叶晓俊,王建明.产品数据管理概述[J].工程设计 CAD 及自动化,1998,2:10~19

An Approach to Object-Oriented Product Structure and Configuration Management

Wu Hanqian Jiang Chengyu Wang Ningsheng Lou Peihuang

College of Mechanical and Electrical Engineering,
(Nanjing University of Aeronautics & Astronautics Nanjing 210016, P. R. China)

Abstract The object-oriented modeling is one of advanced modeling methods, according to the defects existed in the product structure and configuration management of product data management system, this paper presents a kind of structure model based on a class of product, which is called product class model (PCM), and realizes the object-oriented product structure and configuration management. According to the theory of Object-Oriented, PCM covers the whole alternatives of the product objects, such as product assembly, parts and so on, it can be more efficient to create bill of material (BOM) ordered by customer. So the competitive ability of the enterprise is improved. The paper also analyzes and establishes the classes of entities existed in PCM. Finally, an enterprise example is introduced and the example shows how to develop the PS&CM software with the VC6.0 language.

Key words: management; model building; object-oriented modeling; product data management

面向企业的产品结构与配置管理关键技术研究

孙国梓 姜澄宇 王宁生

(南京航空航天大学 CIMS 工程研究中心, 南京 210016)

E-mail: guozi_sun@263.net

摘要 结合目前企业的发展需要, 简述现今 PDM 的发展趋势, 并针对产品结构与配置管理在企业实施中存在的问题, 提出面向企业的产品结构与配置管理理念。在此基础上, 论述了信息资源库的建立、面向企业的全局产品信息模型、版本管理、体系结构等关键技术。

关键词 产品数据管理 产品结构管理 产品配置管理 产品信息模型 关键技术

文章编号 1002-8331-(2001)22-0015-02 文献标识码 A 中图分类号 TP31

Research on Some Key Techniques in Product Structure and Product Configuration Management Oriented Enterprise

Sun Guozi Jiang Chengyu Wang Ningsheng

(CIMS Engineering Research Center, Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, Nanjing 210016)

Abstract: Combined with the needs of present enterprise development, the developing trends of current PDM is briefly described. For solving the problem of product structure and product configuration management when applying in enterprise, the concept of product structure and product configuration oriented enterprise is presented. Based on these, some key techniques is discussed such as establishing the information resource storeroom, global product information model oriented enterprise, edition management and architecture.

Keywords: PDM, Product Structure Management, Product Configuration Management, Product Information Model, Key Techniques

1 引言

产品数据管理(PDM)是一种对制造企业产品形成过程中的有关信息和过程进行统一管理的技术^[1-3]。它涉及到产品概念、详细设计、样机制作、批量生产、维护和服务等相关阶段。近几年来, PDM 技术得到了迅速发展, 已经从单一的电子文档管理、版本管理和配置管理向基于 CORBA/Web^[4-6]、软件总线及软构件, 面向企业级和企业间的产品数据管理方向发展^[7]。国内外一些企业正逐步采用产品数据管理技术和产品, 将其作为支持产品开发、经营管理、流程重组的企业级的集成环境, 以保持并加强企业的竞争能力。

PDM 所带来的好处大致可表述如下: PDM 的文档管理实现对文档的有效控制, 能够使使用者方便快捷地查找到所要的文档; 与此同时, 由于版本管理的作用, 能够查找到文档的准确版本; 实现对数据的安全管理, 保障数据的完整性和安全性; 实现信息的再利用, 避免重复工作。对于企业来讲, 已经不是不上 PDM 的问题, 而是何时上 PDM 的问题。

随着计算机网络技术和信息技术的发展, 以及全球化竞争的出现, 产品开发需要从更加广泛的范围内获取资源并进行合作。新的制造理念, 如并行工程、准时生产、精益生产以及敏捷制造的出现, 对管理产品开发过程的产品数据管理系统提出了新的要求, 如建立基于网络的异地协同工作环境、集成异构分布的应用系统、解决分布环境下的信息共享等。

全球化企业为更好地参与竞争, 构建了虚拟企业。这种“企业”的特点是企业功能上的不完整性、地域上的分散性和组织上的非永久性, 即包括: 功能、组织以及地域的虚拟化。作为企业发展重要使能技术的 PDM 必须适应虚拟企业的要求。

2 PDM 的发展趋势及产品结构与配置管理存在的问题

针对现今企业的发展需要, 目前国内外对 PDM 的研究主要集中在向以下几个方向发展:

(1) 基于 Web 技术的应用越来越深入

通过 Web 实现全球化信息查询、浏览、创建或更新已成为现实, 以此在 PDM 中的有效运用, 支持全球化虚拟企业的信息共享。

(2) 基于 CORBA 标准与 OLE/COM 标准的应用集成

以 PDM 作为企业集成框架, 利用上述两种标准建立标准的中间件模块, 将新旧应用系统与 PDM 系统集成起来, 为 PDM 系统与应用系统集成提供更为方便的手段。

(3) 面向对象技术的应用及信息模型的标准化

面向对象技术的运用, 增强了系统的开放性; 采用 PDM 系统信息模型的标准化, 为不同系统之间信息交换带来方便, 如 STEP 标准。基于 STEP 标准开发整个企业的通用产品模型仍有相当的难度, 而且 STEP 标准覆盖的内容与 PDM 覆盖的内容仍有

基金项目: 国家高科技研发项目(编号: 863-511-930-009)资助

作者简介: 孙国梓, 博士生, 主要研究领域: 计算机集成制造, 并行工程, 产品数据管理。

计算机工程与应用 2001.22 15

较大的区别,还不能作为建立全局企业信息模型的标准。

(4)PDM 与 MRP II 以及 ERP 的功能渗透

它们分别服务于工程设计与生产制造,之间的桥梁为 BOM 表。他们通过互相集成,互为补充,构成完整的企业信息系统。另外,他们又在互相渗透,都试图将对方的部分乃至全部功能集成进来。

(5)过程管理、配置管理与项目管理功能的强化

通过过程管理功能的加强,满足工程更改、并行化产品设计等复杂过程变化的需要。以配置管理为核心,将数据管理、工作流程管理以及变更管理集于一体,形成更为强大的 PDM 系统。目前 PDM 对项目管理考虑较少,许多 PDM 系统只能提供工作流程活动的状态信息。也有文章提出了面向目标的项目管理模型^[8]。

(6)PDM 与图形核心系统的集成

把实体模型的特征和特征值从实体造型系统的核心系统中提取出来,并存储在数据库中,是实现 PDM 实体造型的较好途径。需对图形核心系统有较深入的了解,虽然在实现的技术上有一定的难度,但为了实现真正意义上的集成,PDM 系统与 CAD 应用系统的核心集成也是 PDM 系统研究的一个方向。

在上述研究方向的基础上,根据当前企业发展的现状,可以发现目前作为 PDM 核心的产品结构与管理存在如下一些主要问题:

(1)产品由很多零部件组成,企业各类人员查阅产品资料要花费大量时间。如何形象地描述产品全部资料的相互关系,建立面向整个企业的全局产品信息模型,使产品各部分之间的关系一目了然。

(2)设计、生产、采购等不同部门有不同形式的 BOM 表,当设计和制造、采购供应的材料清单不一致时,就会造成返工和浪费。但不同的形式只是反映产品信息的不同视图,如何准确快速地地为各部门提供不同形式的 BOM,建立一致的材料清单,是产品结构与管理面临的关键问题,这也从另一个侧面反映了企业对信息集成的要求。

(3)产品结构与管理信息不准确,直接影响采购、制造和装配等部门,造成不该有的损失,需要有先进的配置方法。由更改产生了不同的版本,如何保证产品配置的正确版本,需建立产品资料的版本管理和有效性原则。

(4)市场竞争的加剧必将促使企业对顾客需求做出快速响应,产品结构与管理在此将起主要作用,如提供产品快速配置功能,使其能根据市场的变化快速配置出新产品,或者为不同的用户定制个性化产品,而实现这一功能需建立与产品结构相联系的规则库或决策表,如何有效而全面地建立和定义产品结构之间的约束条件以及决策信息是产品结构与管理需要解决的问题。

3 面向企业的产品结构与配置管理

通过上述对目前产品结构与配置所面临问题的分析可知,解决问题的关键是建立企业统一的全局产品信息模型,实现企业信息集成。

由此,作者结合产品结构与配置管理在 PDM 乃至整个企业中所处的地位,提出面向企业的产品结构与配置管理的理念。认为企业要想成功实施 PDM 并解决上述实施中可能遇到的产品结构与管理方面的问题,必须构建面向企业的全局产品信息模型。在构建该面向企业的全局产品信息模型时,应充分考虑企业采购、制造和装配等部门的信息要求,建立一致

的材料清单,实现统一,亦使得各种 BOM 表之间的转换变得简单易行。企业利用该全局产品信息模型,实现面向企业的产品结构与配置管理的功能,同时结合文档管理、 workflow 管理以及项目管理等其它功能模块,从而实现最终的 PDM 功能。

4 面向企业的产品结构与配置管理的关键技术

在考虑实现面向企业的产品结构与配置管理理念时,需涉及的技术因素较多,现对下述几个关键技术进行论述。

4.1 信息资源库的建立

企业想要实现面向企业的产品结构与配置管理,首要问题是如何建立面向企业的信息资源库。可以采用面向对象的编码方式对企业的产品、零部件等对象进行分类编码,实现对资源的有效管理。在使用的过程中,使用分类码(对于类对象)或标识码(对于实例对象)作为核心代码描述对象,每一个类对象具有一个事物特性表,用来描述该类对象所包含的实例及其各种特性。

4.2 面向企业的全局产品信息模型

在构造零部件基本信息资源时,重点考虑研究并建立面向企业的全局产品信息模型,包含所有已定义视图中的构件及其联系。全局产品信息模型是成功实施 PDM 系统的一个重要前提条件,也是构建复杂的虚拟产品模型的基础。有了虚拟产品模型以后,就可以在产品的整个生命周期中对种类各异的信息及其之间动态变化的联系进行有效的管理。

4.3 版本管理

在产品的研制过程中,更改时常发生,与文档管理相类似,产品的结构与配置管理应该实施相关的配置监视工作,对所有重要的活动进行监视。不同的产品配置可能对应于不同版本的产品模型,研究产品配置的有效性原则,利用配置监视和配置记录实现产品配置的版本管理。

4.4 体系结构

考虑面向企业的产品结构与配置管理理念时,应以产品结构与配置为核心,重新构造和组织产品数据管理的功能框架,实现对零部件及相关文档的管理,并在以零部件基本信息为基础的资源上,考虑面向企业的全局产品信息模型,构建产品类树,以客户需求信息为源头,利用产品结构之间的约束和配置规则等相关算法以及版本管理方法,实现个性化的产品变型配置,满足并快速响应顾客的特殊需要。当满足顾客需求的产品配置完成后,根据相关的模板生成项目及 workflow,实现与项目管理、 workflow 管理模块之间的接口。与此同时,考虑系统的管理功能模块,如用户管理和权限管理等。所有上述的功能模块,应遵循 CORBA 规范^[9],做成相应的组件,形成代理服务,实现异构环境的信息共享。

5 小结

产品数据管理系统作为一种对制造企业产品形成过程中的有关信息和过程进行统一管理的技术,其具体的实施总是存在这样那样的问题。结合目前企业的发展需要,作者提出面向企业的产品结构与配置管理理念,认为应该以企业的产品、零部件等资源为基础,充分考虑各部门的信息需求,建立面向企业的全局产品信息模型,有效管理产品资料及其相互关系,为不同形式的 BOM 提供一致的信息,并为实现 PDM 与 MRP II 和 ERP 的集成提供可能。对产品配置实施版本管理与有效性

(下转 31 页)

文章编号:1005-2615(2001)01-0033-04

并行工程中面向多目标的目标决策方案

吕常魁 姜澄宇 王宁生

(南京航空航天大学机电学院 南京,210016)

摘要 目标决策(Goal programming,GP)是一种常用的多目标分析管理技术。在实施并行工程(Concurrent engineering,CE)期间结合目标决策技术能够很好地协调工程中多个目标间的冲突。如何压缩产品开发时间和降低耗费一直是生产中决策者关心的问题。文中采用目标决策的方法,引入了 GP/CE 数学模型,针对产品并行开发中耗资与耗时两个相冲突的目标,对产品并行开发的过程进行 GP/CE 模型建模,达到优化并行工程的实施效果。

关键词: 并行工程;目标冲突;目标决策;GP/CE 模型

中图分类号: TP31

文献标识码: A

引言

并行工程作为一种产品开发哲理,把现代先进的管理思想和先进的计算机技术结合起来以加速产品的开发过程。产品开发人员在设计开始就考虑产品整个生命周期,包括从概念形成到产品报废的所有因素,并行地集成、组织、实施其间各阶段的工程任务,以达到快速开发高质量、低成本、满足用户所需的产品的目的,并确保产品开发的一次性成功。而如何组织和协调产品开发的各个阶段,使整个开发流程达到最佳状态,从而满足产品开发的多个目标,是实施并行工程的关键技术。

项目规划者在新品开发初期就应同时考虑到诸如产品上市时间、产品质量与成本等多个目标,以优化总体实施效果。而并行工程项目的动态性及项目中多目标相互冲突的特征给这种优化带来了一定难度^[1]。

目标决策(GP)技术是一种较常用的多目标分析管理技术,该技术通过对工程中要达到的相互联系、相互制约的多个目标建立数学模型,对各目标进行总体优化,最终得到合理的解决方案。并行工

程是目前最有前景的新品开发规划技术,而以并行工程为框架的目标决策优化组合技术则有利于充分发挥这两门技术的优势,可以更方便、更有效地解决新品开发中的问题。并行工程与目标决策的逻辑组合是可行的,并行工程可以首先采用关键路径方法(CPM)来建模,然后再将其转换为更为先进的目标决策模型(以下简称关于并行过程的目标决策模型为 GP/CE 模型)。

1 GP/CE 数学模型

GP/CE 模型中引入了一个对项目耗费与耗时的综合评价指数,称最小偏移指数,这个指数实际上代表了耗费与耗时这两个相冲突目标的优化程度。这两个目标又相互制约,GP/CE 模型对最小偏移指数的限制条件体现了这种制约关系。限制条件的数学模型以项目任务的初始日期为变量(称决策变量),通过这一系列制约条件最终得到最佳方案的理想决策变量值。GP/CE 的数学模型如下

$$Z = P_1(d_1^- + d_1^+) + P_2\left[\sum_{i=2}^{m-1}(w_i d_i^-)\right] + P_3(d_m^- + d_m^+) \quad (1)$$

基金项目:863 国家高科技发展计划(编号:863-511-930-009)资助项目。

收稿日期:2000-06-16;修订日期:2000-09-26

作者简介:吕常魁,男,硕士研究生,1971 年 9 月生;姜澄宇,男,教授,博士生导师,1947 年 4 月生;王宁生,男,教授,博士生导师,1936 年 8 月生。

限制条件

$$x_n - x_1 + d_1^- - d_1^+ = \Omega \quad (2)$$

$$x_k - x_j + d_i^- - d_i^+ = \epsilon_{jk} \quad (3)$$

(对所有的 k, j 和 i)

$$x_n - x_1 + d_m^- - d_m^+ = 0 \quad (4)$$

式(1)中的 Z 为总的最小偏移指数,在多方案情况下,是选择最优方案的重要参数。 d^- 和 d^+ 代表相对于项目任务估算完成时间的偏移量。 d^- 代表为了满足既定的计划完成日期,每一任务的估算完成时间所必须压缩的量, d^+ 则代表每一任务在能按时完成整个计划前提下的时间延迟量。 w_i 代表相应任务单位时间内的耗费,它可以是某一部门每小时、每天或者每周的消耗总值,主要由人员及设备因素来确定。关键路径是项目计划网络中决定项目总完成时间的路径。同一项目的目标决策方案可以有多种,而同一方案的项目计划网络里可能存在多条关键路径。在多方案、多关键路径情况下,与单关键路径流程不同的是,此时的 w_i 值不再是简单的相应单个任务或子任务的单位时间耗费 w_i ,而是几条关键路径里需同时压缩的任务或子任务的相应 w_i 值的叠加。 p 为优先系数,优先系数的数目和级别由模型的限制条件的数目 m 决定。优先系数一般被分为 3 个级别,实际应用中,值的大小可以根据经验确定^[2]。式中的 d_1^+ 和 d_1^- 代表相对于总的项目完成时间的偏移量,与项目总的完成时间能否被保证直接相关,因此被冠以最高优先系数 p_1 ; 项目中每一任务的相应时间偏移的耗费均由第 2 优先系数 p_2 来约束;第 3 优先系数 p_3 实际上是对所选择的关键路径的约束。优先系数 p_1 可根据总的项目完成时间来设定,但很有可能与 p_2 产生冲突。实际应用中一般是在偏重满足 p_1 的前提下,通过调节 p_2 来解决这种冲突。式(2)中的 Ω 是完成整个项目的期望时间。 x_j 作为决策变量,代表项目中每一任务预期的起始日期。该数学模型中 n 个决策变量的下标 j 到 k 代表项目计划网络中的先后任务。式(3)中 ϵ_{jk} 是项目中每一任务的估计完成时间, x_k 与 x_j 为该任务所对应的两个决策变量。

式(2)中偏移变量的 d_1 的设定受优先系数 p_1 制约,来保证获得期望的总的项目完成时间 Ω 。式(3)中的这组公式由优先系数 p_2 约束,目的是要满足所给定的任务估计完成时间 ϵ_{jk} 。估算时间 ϵ_{jk} 是该方案中的决定性参数,在本模型中需要输入。在该模型中,由式(1)可以看出,为了避免值的大幅度增加,应当尽量避免压缩具有较大 w_i 的子任务。项

目规划者可以根据他们所期望的项目完成时间来适当地设定 Ω 值,GP/CE 模型将会以最小必要耗费的方案来获得所期望的 Ω 值。项目计划网络中的关键路径需要满足限制条件式(4)。

每一次 Ω 值被压缩以后,偏移量 d 将出于保证最小耗费的目的而发生改变。任务的完成时间可能存在着一个压缩下限,但是,这个下限可能永远无法达到^[2]。这一点可以通过构造一系列类似于式(3)的限制条件来表达

$$x_k - x_i + d_i^- - d_i^+ = \epsilon_{jk}^* \quad (5)$$

(对所有的 k, j 和 i)

在这里, ϵ_{jk}^* 是在必要时每一任务 jk 的估算时间可以被压缩到的下限。所有具有式(5)的限制条件的偏移变量 d^- 应被冠以最高优先系数 p_1 ,从而使原先的 3 个优先系数下移。应当注意的是,由于实际应用中项目任务的动态特性, ϵ_{jk}^* 的值很难确定。该限制条件可仅作为 GP/CE 模型建模时的参考条件。

2 GP/CE 模型的应用

图 1 为某产品开发的 5 个基本阶段。如果采用传统的方式串行地实施,最终将用约 68 周的时间完成整个项目。而并行工程则使这几个阶段在时间上可以互相交叠,或者说可以去并行地实施,从而可以有效地缩短总的串行实施所需的时间。

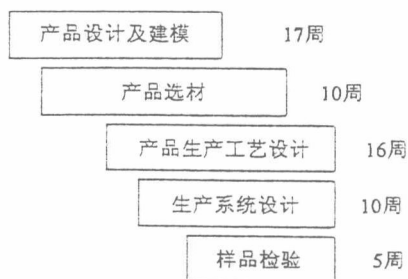


图 1 某产品并行开发流程

以图 1 所示的产品的设计与生产流程为例。首先进行子任务的分解及项目计划网络图的设计。图 1 中的 5 个阶段可以被分解成若干如图 2 所示的子任务。例如,产品设计及建模任务可分解成串行的 3 个子任务,总共约需 17 周的时间。可以将这些子任务分别表示为:1-2,2-3 及 3-4。一些子任务可以并行地来实施,但其他的却不能这样。例如,在开始实施选材部分的子任务 5-6 以前,必须先完成任务 1-2。由于产品的设计与建模和产品的选材两

个阶段没有直接的关系,因此引入了“虚拟”子任务来力求精确地反映项目中相关子任务的前后关系。比如,子任务 5-6 之前的虚拟子任务是 2-5。这些虚拟子任务是出于算法的需要而人为引入的,它们的完成时间均为 0。本例中的 5 个阶段总共被分成 12 个子任务,在建模中将其划为 23 个子任务

(含虚拟子任务)。图 2 是该项目的计划网络图,该图展示了这些子任务及其以周为时间单位的期望完成时间,其中的小圆圈称为节点,代表每一子任务实施的起始日期。箭头则代表项目中每一子任务的估计完成时间。

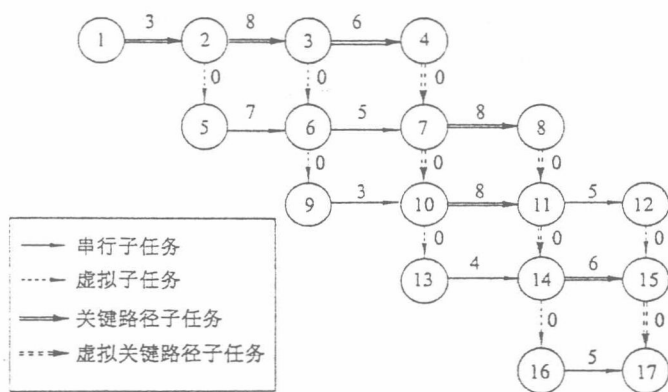


图 2 任务分解后的计划网络图

在拟定了初始方案后,构建该方案的 GP/CE 数学模型如下:

最小偏移指数

$$Z = P_1(d_1^- + d_1^+) + P_2\left[\sum_{i=2}^{24}(w_i d_i^-)\right] + P_3(d_{25}^- + d_{25}^+) \quad (6)$$

限制条件(共 25 个限制条件)

$$x_{17} - x_1 + d_1^- - d_1^+ = 31$$

$$x_2 - x_1 + d_2^- - d_2^+ = 3$$

.....

$$x_5 - x_2 + d_5^- - d_5^+ = 0$$

.....

$$x_{17} - x_{16} + d_{24}^- - d_{24}^+ = 5$$

$$x_{17} - x_1 + d_{25}^- - d_{25}^+ = 0$$

该模型中共有 25 个限制条件和 17 个期望获得的决策变量(x),实际上,每一限制条件对应着一个子任务,每一限制条件对应着不同的 w_i, d^+, d^- 及 ϵ_{jk} 值。建立了数学模型后,就要根据实际情况来确定这些参数的初始方案值(ϵ_{jk} 的初始方案值在项目计划网络图中已确定)。该组公式的第一个和最后一个公式,分别是对总的计划完成日期和关键路径的限制条件,都不存在 w_i 值。 d_1^+ 和 d_1^- 值一般为 0。虚拟子任务的 ϵ_{jk} 值显然为 0。 d^+ 和 d^- 值一般也为 0,而 w_i 值可以取的很大,以确保该子任务不会在总时间为 0 的基础上发生时间偏移。初始方案的这些参数确定以后,就可以通过以上限制条件得到

该方案的各决策变量值。

接着要进行方案的优化工作。方案的优化包括总的项目完成时间 Ω 的压缩、个别参数的重新设定等。最小偏移指数 z 负责衡量初始方案优化后的效果。方案的优化关键是压缩时间的分配,而关键路径确定了总的初始完成时间值 Ω ,因此总的压缩时间一般应分配在关键路径上的子任务当中。为了尽量降低由于时间压缩造成的耗费,GP/CE 模型通过选择耗资最小的任务来进行时间压缩,一般情况下,选择 w_i 值最小的子任务进行时间压缩。这个项目计划网络图中存在两条关键路径:1-2-3-4-7-8-11-14-15-17 和 1-2-3-4-7-10-11-14-15-17,假设子任务 1-2 所对应的 w_i 值最小,如果在优化方案里重新设定 Ω 值为 30,就可以将总的时间压缩量 $(31-30=1)$ 加在子任务 1-2 对应的偏移量 d_2^- 中。简单的情况下,项目计划网络只有一条关键路径;但在大多数项目里,往往存在多条关键路径。由于总时间由关键路径确定,缩短总时间的唯一途径只能是同时压缩项目中所有的关键路径,这无疑增加了被压缩任务的单位时间耗费值 w_i 。多方案情况下,在满足项目完成时间的基础上,根据最小偏移量 z ,项目规划者可以由这一变化来选择耗费较小的最佳方案。

实际上,一旦总时间 Ω 被压缩,就需要重新运作该模型。并行工程项目任务的动态特性导致了相关任务或子任务的完成时间的不断地重新评估和

修正,从而在一定程度上限制了以估算时间为基础的关键路径方法在并行工程中的应用。比如,项目中不同任务小组成员间的流动与交互,就有可能在很大程度上影响相应的任务时间;对上游任务进行时间压缩及追加资源投资从而减轻下游任务资源和时间上的负担,这种情况也不少见^[3]。综合地考虑这些因素,GP/CE模型就需要周期性的刷新和重新运作。刷新后的GP/CE模型不但提供了新的项目信息,而且提供了更多的信息与资源的交换机会,同时也大大地节省了项目负责人在以前不得不召开许多计划会议讨论、确定针对各种变化的方案的时间。

3 结束语

本文阐明了GP/CE数学模型的算法及原理,介绍了在并行工程项目中引入目标决策技术,通过建立GP/CE模型来优化并行过程的方法。该模型对于并行工程中项目流程的优化具有实际的指导

意义。值得注意的是,在建模过程中GP/CE模型对项目任务的时间估算的精确性要求较高,那么多方案情况下的单位耗费值(w_i)对任务时间的估算也很敏感。如果在项目中合理地应用基于时间估算的多路径方法,那么在大多数应用中,这种时间估算能够达到精度要求。对于在时间估算方面存在问题的应用,解决方式是对各任务进行关于时间敏感性的概率分布计算,然后对敏感性高的任务再重新进行时间估算。

参考文献

- 1 徐文胜,常天庆.并行工程基于实例的冲突解决的研究[J].中国机械工程,1999,10(4):384~386
- 2 Kim C B. Least cost tolerance allocation and bicriteria extension[J].INT. J Computer Integrated Manufacturing, 1999,12(5):418~426
- 3 曹健,赵海燕,张友良.产品协同设计中的任务调度方法研究[J].中国机械工程,1999,10(5):489~492

Multiobjective Coordination Approach in Concurrent Engineering

Lu Changkui Jiang Chengyu Wang Ningsheng

College of Mechanical and Electrical Engineering,

(Nanjing University of Aeronautics & Astronautics Nanjing 210016, P. R. China)

Abstract How to balance and coordinate different conflicting objects in concurrent engineering (CE) has long been a disturbance in manufacturing industry. Goal programming (GP) is a commonly used engineering and management technique to improve decision making by conflicting objectives criteria. The conflicting objectives can be harmonized when using GP as an aid to CE in new product development. In the practical situation, reducing both cost and time tolerance has always been an interesting area for the decision maker. This paper shows how to construct GP/CE model using GP technology in CE process according to the double conflicting objectives—cost and time, to enhance the performance of CE. A simple and effective methodology algorithm for the problem is presented to generate efficient solutions with respect to cost and time.

Key words: concurrent engineering; conflicting objects; goal programming; GP/CE model

文章编号: 1001-3997(2001)01-0043-02

产品开发中的阶段并行与信息交互

吕常魁 姜澄宇 王宁生 (南京航空航天大学 CIMS 研究中心, 南京 210016)

The simultaneous execution of coupled phases and the concerning
information exchange in concurrent product development

LU Chang - kui, JIANG Cheng - yu, WANG Ning - sheng

(CIMS Research Center, Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, Nanjing 210016, China)

【摘要】并行工程通过吸收信息的下游阶段和提供信息的上游阶段的并行动作来获得并行效果,但这种阶段间的并行如果得不到合理的安排,将会对产品的开发带来实质上的损害。这里提出了一种基于上游信息演进度和下游阶段敏感性的概念框架,说明了如何应用这种概念框架来处理关联阶段并行中的风险问题以及在实际设计、生产中的运用。

关键词:演进度;敏感性;概念框架

【Abstract】The common approach to simultaneous execution in Concurrent Engineering (CE) involves performing a downstream information absorbing product development phase concurrently with an information supplying upstream phases. However, such simultaneous execution of coupled phases, in the absence of careful management, can lead to substantial deterioration in the product development performance. The paper here presents a conceptual framework based on upstream information evolution and downstream sensitivity to manage the risks involving the simultaneous execution of coupled development phases and illustrates how the framework would apply to the substantial development process.

Key words: upstream evolution; downstream sensitivity; conceptual framework

中图分类号: TP31

文献标识码: A

1 引言

现在,并行工程越来越强调设计与生产的并行以及生产流程的优化与自动化,基本的途径是在产品开发中通过加大上下游阶段间信息交流的效率,使下游任务能够及时、有效地利用、反馈上游任务的信息,做到上下游任务的并行。新品开发中阶段间相互的信息依赖关系使得开发小组之间的信息交互显得尤为重要。在传统的串行开发模式中,吸收信息的下游阶段在产生信息的上游阶段完成之前一直处于等待状态。打破串行的模式,达到总体并行的效果,不但需要下游任务对上游任务的决策及早、及时地做出反馈,而且要谨慎安排产品开发中各阶段的时间交叠。下游阶段应该能够利用上游阶段的早期信息与上游阶段并行地执行。为了达到与上游阶段并行的效果,下游任务在所需的产品和市场信息最终完全到位前就开始实施具有内在的风险。在上游的信息没有提供完全就开始实施下游任务,或在还尚不知道上游信息是否符合既定的生产技术规范和市场需求的情况下,就盲目地早早冻结上游信息以求能及早传送给下游任务,其间上下游之间任何交互信息的更改都有可能造成下游阶段的重复、追加工作,以消化掉上游任务信息的更改变化,从而造成不必要的资金、资源以及时间上的浪费,这就从根本上失去了并行的意义。为了合理地实现设计与生产的并行,有必要寻找一种流程划分的合理规范。引入了上

游任务的演进度、下游任务的敏感性以及总体概念框架的概念,以求这种模式可以定性地作为并行流程设计的一种依据。

2 上游任务信息的演进度

上游任务信息的演进度(以下简称演进度)用来衡量上游任务的信息距离它的最终状态的远近程度,可以用距离最终状态的百分比来表达,在上游初始阶段,可以将它的信息演进度定为0,该阶段结束后值为1。在演进度高的情况下,上游信息很快接近信息交流的最终状态,从而可以及早冻结传给下游任务。但如果不能在早期临近上游任务信息的最终状态而早早冻结信息提交给下游任务,将会造成相当的损失,这种情况下就认为该任务的信息演进度比较缓慢。演进度快的任务能够在早期将大部分甚至全部的信息传递给下游阶段,以便于下游任务的并行实施。对于严格遵循非递减信息进化规律的信息演化过程,上下游之间信息的交换量可以表达为时间的函数(见图1),从中可以看出,信息的进化速度越快,在上游任务的最终阶段与下游任务的信息交换量越小。

在阶段并行实施的过程中,对于下游阶段,交换信息在上游阶段的早期和晚期发生更改具有不同的意义。如果交互信息更改的高峰期发生在上游任务的晚期,并行执行的下游阶段就极有可能付出返工或追加工作的代价。然而,如果大部分的信息更改发生在上游的初始阶段,实施并行就有可能有效地发