

并行工程中 面向成本的设计

DFC

陈晓川 著

吉林人民出版社

Design For Cost (DFC)
in Concurrent Engineering

并行工程中 面向成本的设计(DFC)

陈晓川 著



吉林人民出版社

(吉)新登字 01 号

并行工程中面向成本的设计

著 者 陈晓川

责任编辑 吴兰萍

责任校对 岚 萍

封面设计 翁立涛

版式设计 晓 丽

出 版 者 吉林人民出版社 0431—5649710
(长春市人民大街 124 号 邮编 130021)

发 行 者 吉林人民出版社

制 版 吉林人民出版社激光照排中心 0431—5637018

印 刷 者 长春市华艺印刷厂

开 本 850×1168 1/32

印 张 8

字 数 186 千字

版 次 2003 年 4 月第 1 版

印 次 2003 年 4 月第 1 次印刷

印 数 1—2 000 册

标准书号 ISBN 7-206-02942-6/T·12

定 价 24.00 元

如图书有印装质量问题,请与承印工厂联系。

序

20 世纪 90 年代以来,以信息技术革命为中心的高新技术迅猛发展,社会生产力得到极大提高。在世界范围内各国、各地区的经济相互交织、相互影响、相互融合,逐渐形成“全球统一市场”,建立了规范经济行为的全球规则,并以此为基础建立了经济运行的全球机制。任何一个国家的经济发展已离不开经济全球化这个大环境,尤其在我国加入了 WTO 后,国内的企业都会不由自主地被卷入国际市场竞争的大潮中,竞争的焦点集中反映在产品的性能、成本、质量、上市时间等方面。因此现代设计方法和现代制造技术是当前制造学科研究的热点,采用并行工程可以有效地缩短新产品上市的时间,提高产品的质量,降低成本。本书介绍的面向成本的设计(DFC)是并行工程中的一个重要组成部分,并与其它 DFX(例如面向制造的设计、面向装配的设计等)有着密切的联系。DFX 需要通过成本分析来对设计进行优化,而 DFC 在分析产品各阶段成本时也需要运用 DFX 的研究成果。这就决定了研究 DFC 的复杂性,需要在 DFX 研究取得一定成果的基础上才有条件开展研究。

在全球市场竞争环境下,成熟的消费者关心的不仅仅是产品的销售价格,还比较注意产品的使用和维护成本。从全社会考虑,产品的报废和回收需要消耗相当的资源,并以一定的方式转嫁给企业或消费者来承担。传统的仅仅考虑设计制造消耗的产品成本概念已经不能准确地评价产品的经济属性了。本书以一定的篇幅

介绍了产品全生命周期成本的概念和组成,并以产品的全生命周期成本的角度来研究 DFC。

在设计阶段,尤其在设计早期阶段估算产品的全生命周期成本,由于进行估算所需的数据不全和不精确,不可能也没有必要花太多时间对产品的全生命周期成本作详细精确的计算,通常是对多种设计方案进行对比性的成本分析。传统的生产成本核算的理论和方法无法用于 DFC。本书提出采用多域特征映射技术和灰色关联分析和 GM(1,1)建模技术,根据产品各个设计阶段的设计特征,对产品全生命周期成本与设计参数、材料重量、直接人工、辅助人工费用之间进行了关联分析,得到了符合实际的结果,是一个很好的尝试,具有重要的理论意义和应用前景。

在估算产品全生命周期成本时,涉及到产品全生命周期内各阶段资源的消耗,这些消耗通常不是独立变量,相互之间存在着复杂的依存关系。本书提出采用公理设计原理将这些依存关系解耦,建立了成本估算软件的开发框架,对 DFC 应用软件的开发有指导意义。

本书研究内容涉及的面较广,不仅涉及到了机械制造专业,还涉及到管理专业中有关成本的问题。作者长期来从事并行工程方面的研究,本书是他长期研究工作的总结,内容新颖,工作有一定的开创性。尽管书中内容尚需进一步充实,但读者可以从本书中了解到一些其他书籍中较少涉及到的知识,有助于提高自己所从事领域的研究水平。

冯 辛 安

2002 年 12 月 30 日

前 言

从 1997 年到 2000 年,我在大连理工大学攻读博士学位期间参加了国家 863/CIMS 主题的研究工作(项目名称:面向虚拟制造和基于企业资源知识化及信息集成化的产品设计方法研究 项目编号:863-511-942-015)。在 2000 年到 2002 年期间我在上海大学 CIMS& 机器人中心做博士后,先后得到了上海市博士后资助计划(沪科(2001)第 535 号)和香港王宽诚教育基金会的大力资助。近 5 年来,我一直以“并行工程”为研究方向,围绕着“面向成本的设计”开展研究工作。本书是我近 5 年来研究工作的总结,其中也渗透着我在攻读博士学位和博士后期间的指导教师的心血,在此特向大连理工大学冯辛安教授、上海大学方明伦教授表示衷心的感谢!

本书的研究对象主要属于设计方法学的范畴,有关成本的内容是与管理科学相交叉的部分,本书可以供产品设计人员、并行工程研究人员、企业管理者、高校教师、高年级大学生和研究生使用,其主要内容有:

1. 在对并行工程研究工作进行总结和分析的基础上,对易于混淆的两个概念 DFC 和 DTC 进行了辨析,给出了 DFC 的内涵和关键技术,提出了 DFC 的概念模型。
2. 对设计过程进行了深入分析,根据不同的设计模型对设计阶段进行了划分,并针对不同的设计模型,研究了为进行全生命周期成本分析所需的设计特征。

3. 对全生命周期成本进行了解析,研究了为进行全生命周期成本分析所需的不同的成本特征,并提出了相应的分析方法。

4. 对全生命周期成本数据的收集、处理和使用提出了所需的方法和理论。

5. 对价值工程与面向成本的设计方法进行了对比和分析,指出了两者的异同。

6. 给出了全生命周期成本与作业成本方法的结合点,并提出了结合使用两者的具体步骤和方法。

7. 利用多域特征映射理论和方法,给出了设计域到成本域的特征映射。

8. 运用公理设计理论,建立了全生命周期成本分析的框架系统,为相应的软件开发提供有效的理论和方法依据。

9. 设计并部分实现了 DFC 的原型系统。

10. 通过实际企业的调研,得到了在生产实际中的有关数据,利用灰色系统理论,建立了设计参数与全生命周期成本的关系,在面向成本的设计方法的实践应用方面走出了第一步。

由于作者的水平所限,书中可能存在着许多不当或纰漏,敬请广大读者批评指正。

陈晓川

2002 年 12 月 30 日于上海

Design For Cost(DFC) in Concurrent Engineering

Abstract: On the condition of market economy and the information period of on - limits, integrative economy in whole world, enterprises comprehensively use cost, quality, service, time and environment to compete in the market. The cost is a key influence factor in enterprise competition abilities. Adapt to the age characters, it has a great meaning to find a new method to reduced the cost and enhance the enterprise competition abilities and economic benefit. Generally, this method is very effective in the beginning of design because the cost of the product have been decided in the design phase. After the design phase, it is difficult to reduce the product cost. In this book, the special emphasis has put on the theories and application of Design For Cost(DFC). This book mainly consists of some sections as follows:

1. We discussed concurrent engineering about its definition, targets, characters, affection, research hotspots, general application situations and key technologies. Then we discussed the relational research of DFC. For the first time we analyzed the differences and sameness between DTC (Design To Cost) and DFC. We gave a definition of DFC and its research areas. And we also analyzed the differences and sameness between value engineering (VE) and DFC in concurrent engineering's research.

2. We put forward the concept model of DFC and its key technologies for the first time.

3. We analyzed theories and methods of machine design and design process. Then we bring forward different design feature classes in the different design models. The feature provided design information for estimating cost.

4. On the basis of life cycle cost (LCC) component and estimation analysis, we gave the cost estimation features in product life cycle (include manufacturing, assembly, sale, use, service, recycling and reject). Then we proposed the cost estimating strategies and a framework structure of cost estimating ways. By analysis of LCC and activity - based costing (ABC), we proposed the ABC's application methods in DFC. Then we put forward the theory and method of LCC data collection, disposal and usage in DFC for the first time.

5. The transformation of the design features to the cost estimation features is realized by using multiple domain feature mapping.

6. Using axiom design theory and method, we analyzed life cycle cost estimation and decoupled the cost estimating. Then we proposed a cost estimation software frame. Using the frame the software development and the cost estimation can be executed concurrently.

7. We proposed a DFC prototype system and a DFC concept model based on the group technology and feature technique for the first time.

8. Finally, using practice data we propose a GM(1,1) model between design parameter and LCC based on grey system theory.

Key words: Concurrent Engineering, Design For Cost (DFC), DFX, Life Cycle Cost (LCC), Design, Feature Mapping, BP - nerve net, Group Technology (GT), Grey system theory, Value Engineering (VE), Activity - Based Costing (ABC)

目 录

第一章 绪论	1
§ 1.1 并行工程概述	1
§ 1.1.1 并行工程的定义	1
§ 1.1.2 并行工程的目标	2
§ 1.1.3 并行工程的特点	3
§ 1.1.4 并行工程在先进制造技术中的地位 与作用	4
§ 1.1.5 并行工程的关键技术	4
§ 1.1.6 并行工程的研究概况	7
§ 1.1.7 并行工程的实际应用概况	10
§ 1.2 DFC 的国内外相关研究概况	13
§ 1.2.1 面向成本的设计的概念	14
§ 1.2.2 价值工程与面向成本的设计	15
§ 1.2.3 DFC 与 DFX	23
§ 1.2.4 DFC 与 DTC 辨析	30
§ 1.3 本书的主要工作	35
第二章 DFC 的关键技术和概念模型	38
§ 2.1 引言	38
§ 2.2 DFC 的关键技术	39
§ 2.3 DFC 的概念模型	40

§ 2.3.1	模型和模型分类	40
§ 2.3.2	DFC 的概念模型构成	41
§ 2.3.3	质量功能配置	43
§ 2.3.4	设计兼容性分析	45
§ 2.4	本章小结	50
第三章	设计方法与设计过程	52
§ 3.1	引言	52
§ 3.2	机械设计方法概述	54
§ 3.2.1	设计理论概述	54
§ 3.2.2	设计类型	57
§ 3.2.3	机械设计的主要内容	59
§ 3.3	设计过程分解及其设计特征分类	62
§ 3.3.1	设计的一般过程	62
§ 3.3.2	概念设计阶段	62
§ 3.3.3	技术设计阶段	71
§ 3.3.4	施工设计阶段	75
§ 3.4	本章小结	76
第四章	DFC 中的成本问题研究	77
§ 4.1	引言	77
§ 4.2	全生命周期成本的构成	80
§ 4.2.1	全生命周期成本的概念	80
§ 4.2.2	全生命周期成本的构成	83
§ 4.3	全生命周期成本的估算方法及其成本特征	87
§ 4.3.1	全生命周期成本的估算方法	87
§ 4.3.2	全生命周期成本的详细分解及其	

成本特征的提取	93
§ 4.3.3 计算全生命周期成本时的时间因素	108
§ 4.3.4 LCC 的应用实例举例	110
§ 4.3.5 成本估算中的准确性	113
§ 4.4 我国 LCC 的研究重点和方向	115
§ 4.5 作业成本法在 DFC 中的应用	118
§ 4.5.1 作业成本法简述	118
§ 4.5.2 ABC 法与 LCC 法的关系	122
§ 4.5.3 DFC 中作业成本的应用步骤和方法	123
§ 4.6 全生命周期成本数据的收集	127
§ 4.6.1 企业内的 LCC 数据的收集方法	128
§ 4.6.2 企业外 LCC 数据的收集方法	130
§ 4.7 全生命周期成本数据的处理和使用	132
§ 4.8 DFC 的成本估算策略及估算方法库的组织结构	134
§ 4.8.1 DFC 的成本估算策略	134
§ 4.8.2 DFC 成本估算方法库的组织结构	136
§ 4.9 本章小结	137
第五章 多域特征映射理论在 DFC 中的运用	140
§ 5.1 引言	140
§ 5.2 多域特征映射的概念	141
§ 5.2.1 特征的概念性定义和分类	141
§ 5.2.2 多域特征映射的概念	143
§ 5.3 多域特征映射的理论与方法概述	144
§ 5.3.1 多域特征映射模型	144
§ 5.3.2 特征域之间的关系	147

§ 5.3.3	多域特征映射的算法	148
§ 5.3.4	特征映射方法分类	150
§ 5.4	DFC 中的多域特征映射研究	152
§ 5.4.1	DFC 中特征域的划分	152
§ 5.4.2	概念设计阶段的特征映射和 成本估算的实现	154
§ 5.4.3	初步总体设计阶段的特征映射和 成本估算的实现	164
§ 5.4.4	总体设计阶段的特征映射和 成本估算的实现	167
§ 5.4.5	施工设计阶段的特征映射和 成本估算的实现	171
§ 5.5	本章小结	173
第六章	DFC 的成本估算软件开发框架结构	174
§ 6.1	引言	174
§ 6.2	公理设计理论概述	175
§ 6.2.1	公理设计理论的基本概念	175
§ 6.2.2	应用设计矩阵对设计方案进行评价	179
§ 6.2.3	设计信息与公理设计	180
§ 6.2.4	并行工程与公理设计	183
§ 6.3	DFC 成本估算软件开发框架的建立	185
§ 6.3.1	DFC 功能分解	185
§ 6.3.2	FR_1 的分解	186
§ 6.3.3	FR_{11} 的分解	187
§ 6.3.4	FR_{12} 的分解	187
§ 6.3.5	FR_{13} 的分解	189

§ 6.3.6 FR_2 的分解	189
§ 6.3.7 FR_3 的分解	190
§ 6.3.8 DFC 成本估算软件框架	191
§ 6.4 本章小结	192
第七章 DFC 的原型系统	194
§ 7.1 原型系统的功能模块构成	194
§ 7.2 施工设计阶段的 DFC 原型系统的构成	197
第八章 DFC 的企业实践	200
§ 8.1 引言	200
§ 8.2 灰色系统理论	200
§ 8.2.1 灰色系统理论简述	200
§ 8.2.2 灰色关联分析	202
§ 8.2.3 GM(1,1)建模原理及方法步骤	203
§ 8.3 应用实例和计算结果分析	206
§ 8.3.1 灰色关联分析的应用	206
§ 8.3.2 GM(1,1)模型的应用实例和分析	209
§ 8.4 平台选择	211
§ 8.5 本章小结	211
第九章 结论与展望	213
§ 9.1 结论	213
§ 9.2 研究工作展望	214
参考文献	216
后 记	233

Contents

Chapter 1 Introduction	1
§ 1.1 Summary of Concurrent Engineering	1
§ 1.1.1 Definition of Concurrent Engineering	1
§ 1.1.2 Targets of Concurrent Engineering	2
§ 1.1.3 Characters of Concurrent Engineering	3
§ 1.1.4 Concurrent Engineering's Function and Status in Advanced Manufacturing Technologies	4
§ 1.1.5 Key Technologies of Concurrent Engineering	4
§ 1.1.6 General research situation of Concurrent Engineering	7
§ 1.1.7 General application situation of Concurrent Engineering	10
§ 1.2 DFC's general research situation in the world	13
§ 1.2.1 DFC's concept	14
§ 1.2.2 Value Engineering and DFC	15
§ 1.2.3 DFC and DFX	23
§ 1.2.4 The Differentiation and Analysis between Design To Cost(DTC) and Design For Cost(DFC)	30
§ 1.3 Main work in this book	35
Chapter 2 The key technologies and conceptual model of DFC	38

§ 2.1 Introduction	38
§ 2.2 Key technologies of DFC	39
§ 2.3 Conceptual model of DFC	40
§ 2.3.1 Model and its classification	40
§ 2.3.2 Structure of DFC's conceptual model	41
§ 2.3.3 Quality Function Deployment	43
§ 2.3.4 Design Compatibility Analysis	45
§ 2.4 Brief summary of this chapter	50
Chapter 3 Design methods and design process	52
§ 3.1 Introduction	52
§ 3.2 Summary of machine design methods	54
§ 3.2.1 Summary of design theory	54
§ 3.2.2 Design types	57
§ 3.2.3 Main content of machine design	59
§ 3.3 Design process disassembly and design feature classification	62
§ 3.3.1 General process of design	62
§ 3.3.2 Conceptual design stage	62
§ 3.3.3 General design stage	71
§ 3.3.4 Detail design stage	75
§ 3.4 Brief summary of this chapter	76
Chapter 4 Research on cost in DFC	77
§ 4.1 Introduction	77
§ 4.2 Composition of life cycle cost (LCC)	80
§ 4.2.1 LCC's concept	80

§ 4.2.2 Composition of LCC	83
§ 4.3 LCC estimation methods and its cost features	87
§ 4.3.1 LCC estimation methods	87
§ 4.3.2 Detail analyses on LCC and its cost feature's extraction	93
§ 4.3.3 Time factors of LCC calculation	108
§ 4.3.4 LCC's applications and cases	110
§ 4.3.5 Accuracy in cost estimation	113
§ 4.4 Research directions and emphases of LCC in China	115
§ 4.5 Applications of Activity – based costing(ABC) in DFC	118
§ 4.5.1 Brief description on ABC	118
§ 4.5.2 Relations between ABC and LCC	122
§ 4.5.3 Application processes and methods of ABC in DFC	123
§ 4.6 LCC data collection in DFC	127
§ 4.6.1 LCC data collection in enterprises	128
§ 4.6.2 LCC data collection outside enterprises	130
§ 4.7 LCC data disposal and usage in DFC	132
§ 4.8 Structure of LCC estimation methods base and LCC estimation strategies in DFC	134
§ 4.8.1 Estimation strategies in DFC	134
§ 4.8.2 Structure of estimation methods base	136
§ 4.9 Brief summary of this chapter	137
Chapter 5 Application of multiple domain feature mapping in DFC	140
§ 5.1 Introduction	140