

# 产品设计阶段的 成本管理研究

蔡军 著



暨南大学出版社  
JINAN UNIVERSITY PRESS

# 产品设计阶段的 成本管理研究

蔡军 著



暨南大学出版社  
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

## 图书在版编目 (CIP) 数据

产品设计阶段的成本管理研究/蔡军著. —广州: 暨南大学出版社, 2017. 11

ISBN 978 - 7 - 5668 - 2226 - 0

I. ①产… II. ①蔡… III. ①产品设计—成本管理—研究 IV. ①F273. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 258302 号

## 产品设计阶段的成本管理研究

CHANPIN SHEJI JIEDUAN DE CHENGBEN GUANLI YANJIU

著 者: 蔡 军

---

出 版 人: 徐义雄

策划编辑: 潘雅琴

责任编辑: 黄志波

责任校对: 邓丽藤

责任印制: 汤慧君 周一丹

出版发行: 暨南大学出版社 (510630)

电 话: 总编室 (8620) 85221601

营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)

传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

网 址: <http://www.jnupress.com>

排 版: 广州市天河星辰文化发展部照排中心

印 刷: 佛山市浩文彩色印刷有限公司

开 本: 787mm × 960mm 1/16

印 张: 10.25

字 数: 180 千

版 次: 2017 年 11 月第 1 版

印 次: 2017 年 11 月第 1 次

定 价: 35.00 元

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

本书出版得到以下项目资助：

广东省教育厅质量工程项目——广东技术师范学院会计学专  
业综合改革试点项目

广东省应用型人才培育示范专业——广东技术师范学院财务  
会计教育专业试点项目

## 前 言

机械产品设计过程的费用虽然只占产品总成本的5%，但是决定了70%~80%的产品成本，这就决定了产品设计阶段进行成本管理的重要性。而现行的机械产品设计阶段的成本控制管理研究多见于工程学领域，会计学领域的成本管理研究大多集中在制造环节，产品设计阶段的成本管理研究无论是理论上还是技术上都尚未成熟。

笔者多年从事产品设计阶段的成本管理研究，在本书中，笔者首先阐述了该内容的研究背景与研究意义，对国内外产品设计阶段性研究进展与成果进行了动态追踪与梳理，在此基础上，运用全新的视角，从会计学角度出发，结合工程设计方面的理论与知识，将会计学中目标成本管理与作业成本管理的思路融合到机械产品设计的各个过程中，在分析评价两大战略成本管理的方法——作业成本法与成本企划的基础上，形成产品设计阶段成本管理的理论基石——“目标—作业”成本管理体系，将其与产品设计过程紧密联系，对该模式的基本框架、主要特征、流程与方法体系及优点进行了详细阐述。随后，依据机械产品生命周期成本及并行设计的特性，笔者解决了在产品设计之初成本信息不足的情况下，确定产品级目标成本问题，并采用层次分析法（AHP法）对确定的产品级目标成本作出初步评价。随着功能模块的划分同步进行目标成本的分解，笔者提出采用数据包络分析法（DEA法）对功能级子目标成本进行评价。

影响产品成本的细节因素非常多，笔者从全生命周期成本角度，重点分析了产量、体积、尺寸与材料四个因素对准备成本和材料成本的影响，建立一个量化的模型，从原型产品的原有成本结构推导出改型产品的新的成本结构，以利于寻找成本降低的重点，并在定量与定性分析基础上，提出各因素的成本控制规则。对于影响加工成本的工艺与装配流程，本书在分析流程特点与成本影响因素基础上，总结出低成本的工艺与装配形状设

计规则与组织措施。在详细分析成本各项目及约束关系基础上，本书构建了贯穿机械产品设计全过程的产生—框架式成本知识表示体系，并从对象与关系映射、推理等方面论述在知识库中保证其实现的方式。在此基础上，本书利用知识推理机制，寻求成本降低的策略，制定具体的成本降低措施及评价机制。

本书的创新之处主要体现在三个方面：提出了并行工程与协同设计环境中，支持机械产品设计全过程的“目标—作业”成本管理理论，建立了产品级与功能级两层目标成本确定及评价反馈模型；通过影响成本的各项因素分析及流程分析，明确了成本控制重点并提出了低成本的目标设计规则，从而实现目标成本的求解；采用产生—框架式的知识表示方法，构建了基于知识管理的降低成本决策支持体系。

# 目 录

前 言 .....	1
第一章 绪 论 .....	1
第一节 研究背景与意义 .....	2
第二节 工程学领域产品设计阶段成本问题研究综述 .....	4
第三节 会计学领域产品设计阶段成本问题研究综述 .....	8
第四节 目前研究存在的主要问题 .....	11
第五节 研究思路与结构 .....	15
第六节 创新之处 .....	17
第二章 产品设计与成本管理相关理论与方法 .....	19
第一节 产品设计内涵 .....	20
第二节 产品生命周期与并行工程 .....	26
第三节 作业成本法与成本企划 .....	30
第四节 知识管理 .....	37
第三章 构建“目标—作业”成本管理体系 .....	43
第一节 “目标—作业”成本管理体系的基本框架 .....	44
第二节 “目标—作业”成本管理体系的主要特征 .....	46
第三节 “目标—作业”成本管理流程与方法体系 .....	47
第四节 “目标—作业”成本管理体系的优点 .....	52
第四章 目标成本的确定及评价 .....	55
第一节 产品级目标成本的确定 .....	56
第二节 采用 AHP 法评价产品级目标成本方案 .....	60
第三节 目标成本的分解 .....	63

第四节 功能级目标成本的评价 .....	68
<b>第五章 影响成本的关键因素及控制规则研究 .....</b>	<b>75</b>
第一节 成本影响因素分析及控制规则 .....	76
第二节 加工成本分析及低成本设计规则 .....	88
第三节 产品设计中的成本控制流程与一般性措施 .....	97
<b>第六章 产品设计成本控制的知识模式构建 .....</b>	<b>103</b>
第一节 成本控制知识范围及特征分析 .....	104
第二节 产生—框架式成本知识表示 .....	107
第三节 成本知识库组织及推理 .....	117
第四节 成本控制知识模式的实现 .....	120
<b>第七章 设计阶段成本管理应用实例 .....</b>	<b>125</b>
第一节 背景描述 .....	126
第二节 “目标—作业”成本管理实施 .....	127
第三节 利用知识管理寻找解决方案 .....	136
第四节 设计方案实现 .....	140
第五节 总结及结论 .....	141
<b>第八章 结束语 .....</b>	<b>143</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>146</b>
<b>后 记 .....</b>	<b>158</b>



# 第一章

---

## 绪 论

---

## 第一节 研究背景与意义

### 一、研究背景

在产品市场竞争日益激烈的今天，成本成为决定产品竞争力的重要因素。为保证核心竞争力，企业在保证产品功能与质量、差异化与重点化的同时，必须降低成本。影响产品成本的因素贯穿于整个产品生命周期，但传统的成本控制局限于企业内部的采购、生产、销售三个过程，未考虑产品生命周期，也未考虑企业外部的竞争者、客户、供应商等环境因素，这样的成本管理的范围狭窄，造成成本的降低幅度有限。可见，产品成本很大程度上是由产品设计阶段决定的。对于机械产品，如图 1-1 所示，设计阶段的成本占了整个产品生命周期成本的 70% 以上，但所需现金流出仅占 5% 左右，可见，一旦产品设计完成，成本在设计以后阶段降低的空间相当有限。因此，应将产品成本管理扩展到整个产品生命周期，实现全生命周期成本管理，并将重点放在产品设计阶段。

随着市场竞争加剧，机械产品生产工艺及流程日益复杂，整个设计进程涉及多个领域与学科，涵盖了从工程学的现代设计理论和方法学、优化、特征设计等，信息技术方面的 CAD/CAM，人工智能到管理方面的价值工程、成本优化等各种新兴学科和现代技术，成本管理难度大，工作量也很大。在进行产品设计时不仅要满足产品功能和结构上的要求，还要满足成本控制的要求。因此，机械产品设计过程中，不仅需要工程技术领域的理论与实践知识，还需将会计学方面基于全生命周期的战略成本管理及成本企划思想注入产品设计过程，并用以指导产品设计，实现工程管理与成本管理的高度融合统一。

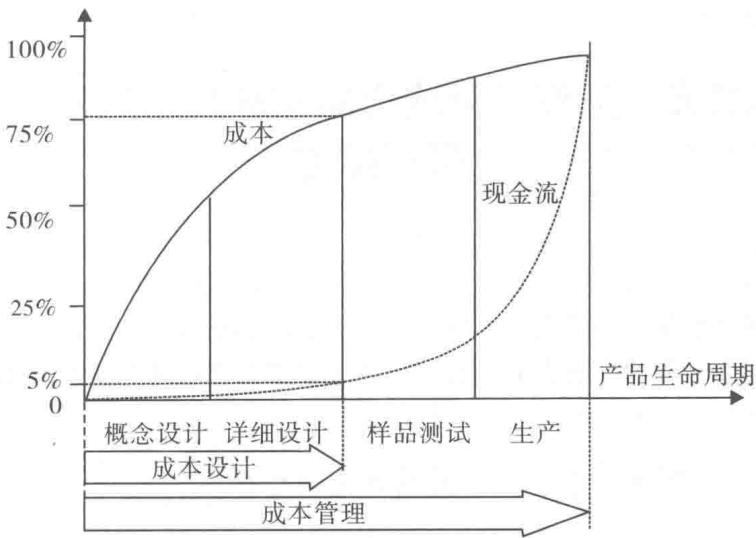


图 1-1 产品生命周期成本与现金流占比

## 二、研究意义

本书在协同设计的平台上，以装配型机械产品设计阶段的成本管理为研究对象，以目标成本管理与作业成本理念为指导思想，将成本管理扩展到整个产品生命周期，将成本管理的时间追溯到设计阶段，建立了产品级与功能级两层目标成本确定及评价反馈模型；通过影响成本的各项因素分析及流程分析，明确了成本控制重点并提出了低成本形状设计规则，从而实现了目标成本的求解；采用产生—框架式的表示方法，构建了基于知识管理的降低成本的决策支持体系。本书从战略成本管理角度出发，建立起产品设计与成本控制（目标成本设定、分解、估算、达成）之间的协调同步与动态反馈的成本控制模型，为成本控制的重心由生产阶段转向设计阶段提供有力的支撑工具，对实现机械产品成本的根本性降低具有一定的指导意义。

## 第二节 工程学领域产品设计阶段成本问题 研究综述

产品设计一般包括概念设计、详细设计、样品测试等阶段。成本估算建模、成本优化控制和成本分析可以注入上述各个阶段。工程学方面的学者对产品设计领域中的成本研究方法论、成本估算、成本优化控制、成本分析方面作出了有益的研究:

### 一、产品设计中的成本控制技术方法综述

当前, 工程学产品设计领域的成本控制技术方法研究主要包括两个方法论: 按费用设计和面向成本的设计。

#### 1. 按费用设计 (Design To Cost, DTC)

DTC 概念出现在 20 世纪 70 年代的美国, 其主旨是按照给定的费用指标进行设计, 成本被视为与技术、工程进度、性能等同样重要的参数在设计中加以考虑。设计人员依靠模型和经验确定合理的成本目标, 整个设计过程在成本目标作为约束条件之一的并行环境中进行, 从而获得满足全生命周期成本 (Life Cycle Cost, LCC) 要求的设计。

DTC 的设计方法和管理技术, 使设计者以目标成本为设计的一个重要标杆, 当设计的产品估算超过了目标成本, 设计者将中止设计并重新审视已有的设计, DTC 的运用实现了设计者对成本目标与功能的双重追求, 为产品设计节约了大量的费用。美国在 DTC 研究与实施方面处于世界领先地位, Jack V. Michaels 等人编撰了有关 DTC 的专著, 且在飞机开发中成功应用了 DTC; Tandon 等人开发了自动按费用设计原型系统, 可以在产品设计过程中为设计实现提供快速成本反馈。

#### 2. 面向成本的设计 (Design For Cost, DFC)

20 世纪末出现了最早的 DFC 概念, DFC 属于并行工程中的 DFX (Design For X) 技术的一个分支。面向成本的设计是在满足用户功能需求的前提下, 通过研究、分析和评价产品全生命周期 (设计、采购、生产、销售、使用、维修、回收、报废) 中的各个阶段的成本构成情况, 对原设计中导致产品成本过高的构造件进行设计修改, 以达到降低成本的设计方

法。成本在 DFC 中也是设计的一个关键参数,设计者利用 DFC 提供的支持工具进行成本分析和成本评价。

DTC 与 DFC 的相同之处在于二者都是从设计方面入手,将成本作为与性能、进度和可维护性等要求同样重要的参数,追求全生命周期成本的最小化。但二者在最终目标和处理手法等方面有着较大的差异。DTC 是面向用户的,在设计和管理中进行成本的控制,其目标是对一个项目反复进行设计直到项目的花费与预算相一致,降低成本时一般降低到使用户满意的水平即可,具有一定的随机性。其实施过程是管理驱动,反复进行设计和分配成本的调整直到满足所给预算,不强调产品设计一次成功(会产生返工成本)。DFC 是面向设计者的,目标是面向设计者的性能价格比最优,追求全生命周期成本的最小化,有时会超过用户要求的水平。其实施过程是工程驱动,在设计过程中通过计算机支持工具实现全生命周期成本的估算与评价,尽量使产品设计一次成功。DTC 比 DFC 更重视降低成本中的管理工作。

## 二、产品设计全过程的成本估算建模综述

产品建模方面的研究比较成熟,很多研究都是针对产品设计过程的某一环节论述分阶段适用的建模方法,但支持产品设计全过程的成本建模理论方法的文献很少。在成本建模研究方面,越处在设计阶段的前端,不确定因素越多,产品的已知参数越少,成本估算建模的难度越大,准确性也越低。下面介绍针对各个设计阶段的产品成本建模研究现状。

### (一) 概念设计阶段的成本估算方法

概念设计阶段的产品是未知的,成本估算的主要任务是建立产品参数与成本的数学关系,其估算的对象都是某一类特定的产品,可以参照有类似成本规律的产品的历史数据进行估算。

#### 1. 价值工程

价值工程(VE)主要研究产品功能与成本之间的对比效用关系。以台湾成功大学的 Hsiao Shih - Wen 为代表的学者曾应用价值工程法在电扇方案设计中实现了开发时间和生产成本综合选优,国内学者主要针对某一特定对象的方案设计运用价值工程进行研究。因为一直未能有效解决目前产品功能与成本之间的映射关系问题,因此设计阶段价值工程研究进展不是很令人满意。

## 2. 回归统计分析

回归统计分析是当前在现实工作中运用的一种方法, 研究应用都比较成熟。此法先是对源自设计或制造过程中的经验数据进行统计分析, 确定自变量与因变量, 得到回归函数模型, 以此模拟产品成本模型, 最后用现有模型进行成本的估算和预测。应用此方法较困难之处是在系统缺乏数据等情况下无法获得相关的模型。这方面的研究内容包括:

(1) 功能参数回归分析法。选取与产品成本相关程度高的特性参数, 对历史数据的功能参数进行回归分析, 然后利用所选取的功能特性参数进行多参数回归分析来估算成本。德国学者首先进行此类研究, G. 帕尔和 W. 拜茨等在研究热处理及加工工艺、材料成本、调整时间等数据的基础上, 提出了几何相似和几何半相似产品的增长规律, 并以此进行成本估算, Klasmeier 提出了适用于加工成本和材料成本的通用成本估算函数, 并利用该函数开发了一个成本估算软件系统。美国学者 Cawthorne 和 Nugent 建立的订货环境下基于知识的智能化成本估算函数模型主要是针对已有或生产过的产品进行回归统计。英国学者 A. R. Mileham 和 G. C. Currie 应用功能参数回归分析技术仔细研究了方案设计阶段参数化成本估算方法, 对设计方案的经济性评价起到了一定作用。国内学者利用功能参数回归分析法建立功能与成本之间的关联模型, 如组合化系列产品的成本增长规律、功能参数和设计成本的关联分析、零件尺寸公差与成本的关系等。虽然这种方法运用得比较成熟, 但其缺点是回归分析不能参与的因素不能太多, 尤其是不确定因素。此外, 此法主要用于报价, 不能揭示成本的成因, 对实现成本控制的益处不多。

(2) 类比工程法。运用类比工程的相似性和统计规律来确定成本, 多用于设计前期成本估算, 特点是速度快但精度不高。如德国学者在对不同设计方案的功能、制造工艺和材料进行对比评价时使用了相对成本概念, 关注到成本特征与设计特征之间的转化, 研究了产品系列的成本增长规律。

(3) 快速估价方法。根据知识的自我学习与自我适应机理, 通过计算机迭代计算来进行产品成本估算, 其缺点是需要确定预估产品、已有产品的详细特征参数, 而这些参数在设计初期恰恰非常不易获得。

(4) 模糊数学法。利用最相似工程中模糊数转换计算来估算产品成本, 其特点是速度快, 精度也较高, 但影响该法有效性的关键点是要有充分的产品特征系数, 然而确定产品的特征系数并不容易, 这是此法的主要缺点。

### 3. 新的技术和技巧

新的技术和技巧包括神经网络、专家系统、多属性模糊法等。专家系统在新的技术和技巧之中应用最为成功，但针对的是特定的产品或对象。

以上这些方法具有共性，即利用统计方法将历史数据与参数进行回归计算，通过对输入已知值（设计特征值、功能特征值等）与输出评价值（产品的成本值）进行典型的黑箱分析得到一个函数，再利用这个函数进行成本估算。但这种方法得出的成本函数是粗放式的，输入值自变量并不一定是成本动因，不能有效识别成本影响因素，也难以对输出产品成本值（因变量）的内在成本结构进行分析，无法追溯成本过高的原因，对有效产品成本控制的效果有限。

#### （二）详细设计阶段的成本估算方法

详细设计阶段以完成满足其功能要求的产品结构为主要设计任务，是成本控制的重点阶段。相同的功能可通过不同的结构实现，相同的结构可通过不同的材料实现，相同的材料随加工工艺不同而实现不同的结构。确定满足产品功能、制造成本和其他相关约束条件最低的结构形式、尺寸大小与加工流程是设计人员的主要任务。随着设计深入，相关特征参数也越来越充足，获得较准确的成本估算成为可能。概念设计中的价值工程、回归统计分析、专家系统等成本建模方法基本上在本阶段得到应用，除此之外，还有以下三种方法：

（1）几何特征和时间定额法。首先设计信息以几何特征进行描述，产品的工艺流程通过工艺规划获得，接着按照工艺流程确定的作业时间的经验数据进行成本估算，并作为产品的加工成本估值。此法的主要特点是依据产品生产的所有环节和作业进行成本估算，编制工作复杂，编制估算文件时间长，但对象性强且精度高。如 G. Boothroyd 等采用成组技术，将金加工产品分为七个序列，在对每个序列产品进行大量的制造成本动因及其相互联系的统计分析的基础上，制订了该类产品的标准工艺计划，并以此进行材料成本、非切削成本、切削成本、刀具更换成本及准备成本的成本估算。国内学者朱江新在定量研究切削加工过程中的金属变形和切屑成形原理的基础上，提出了切削—挤压成形过程的金属变形规律与建模方法等。

（2）公差成本设计。不少国内外学者对此进行了深入的研究。W. Hu 和 Z. Dong 以公差与成本之间的定量关系研究为基础，提出了在特定公差

条件下制订各工序公差分配方案和最优成本的工艺顺序安排方案，他们从现有的成本—公差模型入手，提出了可以提高拟合精度的新多项式模型和混合模型，并通过最小二乘法模拟了几种常用加工方法的成本—公差数据。国内学者曹衍龙通过模糊化处理加工因素，建立了加工因素的模糊影响系数，并以此系数和零件公差作为自变量输入，建立了基于模糊神经网络的公差—成本模型。

(3) 参数化成本估算。对具体的应用对象先建立产品设计的参数化表达，再建立专业的成本估算模型，利用产品的设计参数等估算产品成本。在很多固定对象的成本估算中广泛采用了参数化成本估算方法，该方法的缺点是用户输入信息量大，使用不方便且无法满足通用成本估算的要求。

### 第三节 会计学领域产品设计阶段成本问题 研究综述

传统的成本会计属于事后管理，即仅在产品投入生产之后进行管理，所以，在成本设计阶段参与较少，会计学方面关于产品设计阶段成本问题的研究也较少，其研究主要集中在两个方面：作业成本管理与目标成本管理。

#### 一、作业成本管理研究综述

作业成本法是一种先进的成本管理方法，起源于20世纪80年代末的美国，90年代后，日本与欧洲也开始这方面的研究。国际先进制造联盟（Consortium for Advance Manufacturing - International, CAM - I）提出了ABC/ABM标准术语集，规范了ABC/ABM相关概念的定义，确定了相关术语及范围，概括了ABC的最新发展，目前该标准术语集已发展到第三版。

##### （一）生产阶段的作业成本管理研究

生产阶段的作业成本管理研究是目前对作业成本管理研究较集中的方面，主要针对的是作业分类、核算模型与应用实施方面，这些研究对设计阶段的作业成本管理提供了有益的参考。



在作业分类方面, R. Cooper 提出了包括单位作业、批量作业、产品作业和支持作业在内的作业层次分类模型, 这个分类模型有助于为作业成本确定正确的成本动因。R. Cooper 和 R. Kaplan 提出了能力管理问题, 关注在 ABC 核算中, 区分使用的生产能力和未使用的生产能力, 提出二阶段分配模型, 分别是资源向作业分配和作业向成本对象分配。KBSI 公司提出了以 IDEF0 图为基础的 ABC 分析与建模方法, 借助 IDEF0 图的层次分析能力, 能对 ABC 模型中的作业按照需要进行多层次细分。Murray Best 和 Massimo D. Falco 提出的 ABC 核算模型以二阶段分配模型为基础, 重点关注成本对象, 可以对成本对象进行多维的划分并具有层次结构。

在应用实施方面, R. Cooper 提出了面向离散制造行业实施 ABC 的设计方案, J. Reeve 提出了面向流程行业实施 ABC/ABM 的设计方案等。Emily Brodeur 提出了 ABC 与 ERP 集成的目标与框架, 对二者的相互作用进行了分析。Alta Via 咨询公司结合对 SAP 与 OROS 系统的实施, 对独立 ABC 系统与集成 ABC-ERP 系统在系统实施、成本概念设计、系统处理过程、组织考虑等方面进行对比。我国学者王平心对 ABC 进行了应用实证研究, 回答了 ABC 在中国的适用性问题, 陈胜群将 ABC 与日本的成本企划进行了比较, 栾庆伟提出了一个 ABC 开发过程的步骤模型。

## (二) 设计阶段的作业成本管理研究

设计阶段的作业成本管理主要集中在成本估算方面, “成本对象消耗作业, 作业消耗资源”这一作业成本法的基本原理对成本估算有重要的启发指导意义。

Eagleham 提出了对成本估算使用作业成本信息的方法, 认为作业动因在设计规格说明书中即确定, 将作业动因的成本信息从作业成本数据库中导出, 进行组合加工后即可得出设计成本的估算值。Martin 和 Sheryl 提出了基于特征属性驱动的作业成本估算思想, 但是未建立具体的基于作业成本的成本估算模型, 未得出作业动因与产品特征属性之间的函数关系, 仅描述了由作业成本累加得到产品成本的过程。Takakuba 采用作业成本分析仿真模型估算了柔性制造系统的成本。N. S. Ong 提出了运用作业表进行成本估算的思路, 但未解决生产新产品需要耗用多少作业动因量这一关键问题。Tseng 和 Jiang 在分析制造作业的基础上, 开发了估算不同制造成本的分析模型。Subbaraman 提出一个始于 CAD 的成本估算概念, 运用 CAD 进行产品构思过程中, 融入特征抽取算法, 在此指导下运用作业成本进行产