

大飞机全生命周期成本估算方法和控制策略研究

陈晓川¹ 李晴²

1.东华大学 机械工程学院, 上海, 201620

2.河北师范大学 职业技术学院, 河北省石家庄市, 050031

内容摘要: DFC (Design For Cost) 是 DFX 方法的一个分支, 是指在满足用户需求的前提下, 尽可能地降低成本, 通过分析和研究产品制造过程及其相关的销售、使用、维修、回收、报废等产品全生命周期中的各个部分的成本组成情况, 并进行评价后, 对原设计中影响产品成本的过高费用部分进行修改, 以达到降低成本的设计方法。本文从 DFC 的角度提出大飞机的经济性必须依靠设计中的全生命周期成本(LCC-Life cycle cost) 估算、全面成本管理和 PLM、DFX、CRM 等相关软件的综合应用来实现, 分析了民用飞机的成本特征(起飞质量、发动机静推力和机翼面积等)和 LCC 估算方法(类比、神经网络和详细估算等方法), 并给出了一个包括波音和空客民用飞机数据的采用 BP 神经网络进行 LCC 估算的实例。

关键词: 民用飞机, 面向成本的设计(DFC—Design For Cost), 全生命周期成本, 估算

中图分类号: TH122

Life cycle cost estimate and control methods of Chinese civil aircraft

Chen XiaoChuan¹, Li Qing²

(1.The Mechanical Engineering College, Donghua University, Shanghai, China, 200051

2. The College of Career Technology, Hebei Normal University, Shijiazhuang, Hebei province, China, 050031)

Abstract: Design For Cost (DFC) is a embranchment of Design For X (DFX). In this paper, we defined DFC as a design method which analyzed and evaluated the product's life cycle cost (LCC), then modified the design to reduce the LCC. From DFC angle, civil aircraft economy depends on synthetic application of LCC estimation in a design, total cost management and software (PLM, DFX, CRM, etc.). We analyzed life cycle cost features (takeoff weight, engine thrust and wing area, etc.) and LCC estimation methods (analogy, artificial neural network and detailed cost estimation method, etc.). Finally, using BP ANN a LCC estimation case that includes Boeing and Airbus aircraft data was given.

Keywords: Civil aircraft, Design For Cost (DFC), Life cycle cost (LCC), estimate

1 引言

所谓大飞机一般是指起飞总重超过 100 吨的运输类飞机, 包括军用、民用大型运输机, 也包括 150 座以上的干线客机。目前世界上只有美国、欧洲四国和俄罗斯有制造大飞机的能力, 而占领国际市场的只有美国的波音公司和欧洲的空中客车公司。

我国的大飞机需要在安全性、经济性、舒适性和绿色性方面具有竞争力^[1]。可以说大飞机的设计与制造不仅是个技术问题, 更是一个成本问题。与国外相比, 在民用飞机的技术上我们基本没有优势, 但我们的技术应该比“运十”上天飞行时候有了长足的进步, 也就是说我们的大飞机从技术上看是绝对可以飞上蓝天的。问题是目前的民用航空市场已经被波音和空中客车两大公司垄断, 如果我们的飞机仅仅能够飞上蓝天, 是明显不够的, 只有参与国际竞争, 并能够立足, 才能有后续的发展。

大飞机的经济性实现不仅仅决定在技术上, 还需要管理和软件的配合, 尤其是成本管理和成本估算, 其中成本估算特别是设计中的成本估算具有重要作用。本文通过分析民用飞机的成本特征和估算方法、策略, 指出实现我国大飞机的经济性, 必须依靠面向成本的设计、全面成本管理和相关软件的综合应用来实现。

2 面向成本的设计方法简介

DFC (Design For Cost) 的意思是面向成本的设计, 它最早出现于九十年代初期, 是指在满足用户需求的前提下, 尽可能地降低成本, 通过分析和研究产品制造过程及其相关的销售、使用、维修、回收、报废等产品全生命周期中的各个部分的成本组成情况, 并进行评价后, 对原设计中影响产品成本的过高费用部分进行修改, 以达到降低成本的设计方法^[2]。其主要研究内容有^[3]:

- (1) 基于并行工程的全生命周期成本模型: 此模型必须能够在产品的不同设计阶段对成本进行相应的分析。
- (2) 在不同设计阶段中, 设计工具的选择和设计特征的提取, 尤其是设计早期不精确的信息的利用。
- (3) 在全生命周期成本构成中成本特征的提取: 全生命周期成本的构成是复杂的, 不同的产品有不同的成本特征, 提取关键的成本特征是进行成本估算的前提。
- (4) 设计特征与成本特征之间的转换方法和理论: 为了在 DFC 中使用成本估算方法, 就需要将设计特征

映射为成本特征,建立设计特征与成本特征的关联是需要的。

(5) 设计结果评价和改进设计建议的生成:这一工作需要其他 DFX 技术的支持下,即不能只考虑成本一个要素,而且还要综合考虑其他的评价模块提供的评价依据,才能生成合理的设计建议。

(6) 成本估算方法:不同的估算方法有可能产生不同的结果,怎样合理地确定估算是值得研究的问题。一般来说在并行工程中,由于不同的设计阶段所产生的信息的完整程度不同,所采用的成本估算方法也不同。

此外还有目标成本的确定、与其他 DFX 工具的集成等。总的来说,为了解决上述关键技术,应该综合运用特征建模技术、拟实技术、人工智能、成组技术、工业工程和信息集成等技术。由于本文篇幅所限,有关 DFC 的详细论述请参考文献[3]。

在 DFC 中的成本是指全生命周期成本(LCC—Life Cycle Cost),它是指产品从开始酝酿,经过论证、研究、设计、发展、生产、使用一直到最后报废的整个生命周期内所耗费的研究、设计与发展费用、生产费用、使用和保障费用及最后废弃费用的总和^{[4][5]}。LCC 的概念最早由美国国防部(DoD—Department of Defense)提出并使用,但 DoD 开发的方法不是用于设计的,而是用于采购的。干线客机的 LCC 构成大致如下:获得成本为 32%,维修费用 13%,燃油成本为 12%,飞行员费用为 12%,机场费用为 8—14%,空中服务费用为 10%,空中交通管制 2%—6%,保险费用为 1%^[6]。

3 民用飞机设计中的成本特征分析

飞机设计是一个多学科、多目标的综合优化过程^[7],民用飞机的 LCC 中主要需要考虑的是制造、使用、维修成本,后面两者一般在航空公司称为直接运营成本(DOC—Direct Operation Cost),而与设计相关的内容和影响因素很多,对一些因素进行分类可以有几何参数、性能参数、重量参数和运行参数等。据文献[8]统计,对于商用飞机来说,在概念设计阶段的后期可以决定 70% 的 LCC,而降低成本的机会只有 35%。考虑到设计初期决定的成本更多,数据更难收集,本文的参数主要涉及到概念设计和总体设计阶段的关键参数。

从 DFC 的角度分析民用飞机的成本构成,首先需要划分设计阶段,通过不同的设计阶段找到关键的设计参数作为成本特征,通过成本数据建立相关的成本估算模型,通过设计参数来驱动成本变化,评估设计结果对成本的影响,达到优化设计的目的。由此产生的设计方案不仅飞得好,还会用得起。

飞机设计的一般过程分为概念设计(Conceptual design)、总体设计(Preliminary design)和详细设计(Detail design)阶段。在概念设计阶段的任务是根据飞机的设计要求,对所要设计的飞机进行全面的构思,形成粗略的飞机设计方案的基本概念,并草拟一个或几个能满足设计要求的初步设计方案^[9]。具体的工作内容主要包括:初步选定飞机的型式和进行气动外形布局;初步选择飞机的主要基本参数;选定发动机和主要的机载设备;初步选择各主要部件的主要几何参数;粗略绘制飞机的三面草图;初步考虑飞机的总体布置方案并进行初步的性能估算,检查是否符合飞机设计要求给定的性能指标,然后对所拟定的初步方案进行修改整理,组织专门的评比和论证,选定最合理的方案^[9]。总体设计的任务是对前面草拟的飞机设计方案进行修改和补充,使其进一步的明确和具体,最终给出完整的飞机总体设计方案。详细设计阶段的工作主要是进行飞机的结构设计,包括部件设计和零件设计。设计完成后,要给出飞机各个部件及各系统的总图、装配图、零件图和详细的重量计算及强度计算报告。

飞机的主要参数有^{[9][10]}:

几何尺寸参数:机翼翼展、机翼面积、轮距、机长和机高;

发动机参数:发动机型号、发动机类型、发动机价格、发动机重量、海平面最大起飞推力、涵道比、压气机级数、总增压比;

重量:使用空重、最大起飞重量、最大着陆重量和最大商载;

性能:最大速度、巡航速度、起飞场长、着陆场长和最大航程。

最主要的参数有飞机的正常起飞质量、动力装置的海平面静推力和机翼面积。这三个参数如果改变,则飞机方案将有较大的变化。在实际应用的时候,仅有设计参数是不够的,还需要考虑成本数据的多少,结合估算方法的选择确定有关参数。

随着设计的进行,设计参数的增加也是很多的,但成本构成的影响因素大多都确定了,降低成本的机会也就减少了。所以一般在设计的前期就需要进行成本估算,但此时设计信息不完整,估算误差一般较大,在下文结合实例给出了成本估算的结果。

4 大飞机全生命周期成本估算方法研究

4.1 估算方法简介

成本估算方法的研究有很长的历史, 早期一般研究的是制造成本, 60 年代开始由美国国防部提出并使用了 LCC 方法, LCC 的应用范围逐渐从军事领域扩展到民用产品。成本估算的方法比较多, 按照估算原理, 一般可以分为基于统计和参数拟合的方法和分析法两大类^[11]。

I. 基于统计和参数拟合的方法

这类估算方法的最大特点是无需对产品本身作详细的结构分析, 而是充分利用已有类似产品的结构和成本信息来弥补待估产品设计信息的不足, 通过建立二者之间参数的拟合关系或由已知产品的成本统计信息建立起成本估算的数学表达式, 进而通过这些统计数据 and 关系式来估算出新产品的成本。

这类方法的最大优点是只需部分产品信息即可得出成本估算公式, 特别适合解决产品设计早期阶段的成本估算问题, 而且工作量相对较小。其缺点是由于新产品设计信息尚未完全确定, 造成估算精度不高, 误差较大。常见的该类估算方法有如下几种^[12]:

1) 类比成本方法 (Analogy Cost Method)

这一方法是建立在与过去类似的产品和技术经验进行类比的基础上得出成本估计。当新产品的功能、结构和性能等与某个已有产品相类似, 则可利用类似产品现有的成本数据并考虑到对新产品与类似产品的不同之处加以修正, 即可得到新产品的成本。使用类比法进行成本估算主要是利用历史数据, 然后根据技术进步的影响和价格因子进行修正。基于成组技术的估算方法也属于这一方法的范畴。对于大飞机项目来说, 因为基本上是新产品开发, 可供参考的成本数据是很少的, 国内的机型也仅仅有一个 ARJ21 支线飞机可以参考, 建立部分零部件的模型是可能的, 但对于整机来说建立类比模型基本是不可能的。

2) 参数成本方法 (Parametric Cost Method)

根据产品的历史记录找出产品的成本驱动参数, 然后将当前设计阶段的已知信息转化为成本驱动参数, 依次预测产品的成本, 这是产品设计早期阶段应用较广的一种方法。只要具有在工作中积累起来的数据库, 就可以建立起成本和特征量之间的数学关系式。此种关系一旦建立, 只需输入少量的特征参数即可估算出产品在研究、生产阶段的成本, 再根据产品的可靠性、维修性参数、人员的技术水平、备件的政策等估算出使用、维护、回收报废成本, 而得到全生命周期的成本估计值。在这一方法中最重要的环节是数据库。数据库必须满足一些特定的要求, 如数据库必须对类似的产品而建立, 每个类似的数据库单元应当由类似的部件组成, 并始终如一地用同一种方法进行处理, 即要保证可比性, 否则将会导致估算关系式产生明显的偏差, 甚至不可信。基于回归分析 (Regression Analysis) 的成本估算方法也属于这一方法的范畴。对于大飞机项目来说, 目前没有实际进行生产, 数据来源所限, 建立这样的模型是需要努力才可能实现的。

3) 神经网络法 (Artificial Neural Network)

和参数法一样, 也是适用于设计早期阶段的一种成本估算方法。通过样本数据的训练, 由神经网络自身拟合出输入(参数)与输出(成本)的关系, 由此实现成本的估算。它可以发现隐藏在数据中的关系, 不需要提供或者洞悉产品成本与特征属性之间的关系, 简化了建模过程, 估算的准确性一般高于参数方法, 本文采用这一方法建立了一个参考模型, 但是神经网络方法是一种黑箱方法, 缺乏透明度, 难以被跟踪和解释。

另外, 还有功能成本法 (Function Cost Estimating)、基于实例的推理方法 (CBR—Case-based Reasoning) 和基于灰色系统理论预测法等几种方法, 因为对大飞机的成本估算应用价值不大, 因此省略。

II. 分析估算方法

分析法的出发点是跟踪产品生命周期的行为(设计、制造、装配、销售、使用、维护、报废等), 通过详细分析这一过程中造成成本的“动因”来实现产品的成本估算。

与基于统计和参数拟合的方法相比, 分析法的精确度更高, 误差更小, 因为它始终面向造成成本的“动因”。但这种估算方法是建立在产品信息比较完整的基础上, 因此更适合于在产品设计的后期阶段或设计完成后的成本估算中。常见的该类估算法有如下几种^[12]:

1) 详细估算方法

一般采用成本分解结构 (CBS—Cost Break Structure) 方法, 对成本的构成进行详细分解, 总和成 LCC; 这一方法又称为“自下而上” (Bottom-Up) 法。特别需要注意的是使用这一方法应当采用统一的标准, 即不同费用的计算需要使用统一的基准。一般可用标准成本因子估算成本, 大飞机项目目前缺乏这样的标准数据, 在条件具备时是可以采用这一方法的。

2) 作业成本(ABC—Activity-based Costing)方法

此方法把企业视作最终满足客户需要而设计的“一系列作业”的集合体,形成一个由此及彼、由内到外的作业链,每完成一项作业要消耗一定的资源,而作业的产生又形成一定的价值,转移到下一个作业,按此步骤逐步推移,直至最终把产品提供给客户。它根据历史信息或估计数据,计算每一作业的单位成本,然后计算新产品所消耗的作业数,两者相乘即可得到产品的总成本。其优点是估算精度较高,缺点是估算要在产品设计完成后进行,而且单位作业成本不易获得。ABC方法虽然通过追踪作业可以分析成本产生的结果,但使用这一方法的前提条件是企业必须使用作业成本法进行成本核算,这就要求企业具有较高的管理水平,目前国内企业采用这一方法进行成本核算的还不多。大飞机项目在条件具备时是可以采用这一方法进行成本管理和估算的。

除了上述方法,还有基于特征和加工工艺的估算法,这个方法仅仅用于制造成本估算,因此省略,表1总结了上述估算方法的特点。

表1 主要估算方法特点比较

	估算方法	特点		
		适用阶段	精确度	需要的信息量
统计和参数拟合的方法	类比分析估算法	设计早期	一般	较少
	参数法			
	神经网络法			
分析估算方法	详细估算法	设计后期或设计完成后	较高	需要详细的产品设计信息
	ABC法			

4.2 估算实例

通过网络我们得到了波音公司和空客公司飞机的一些数据,主要有:最大起飞质量、最大降落质量、机长、机高、翼展、发动机最大推力、轮距、座位数、航程等,考虑到所收集到的数据中的最大航程和座位数变动量多,本文没有采用这两个参数;因为生命周期成本的数据很难得到,我们收集到了2008年两家公司的出售价格目录数据,作为获得成本,其维修和燃油费用按比例附加后得到了每架飞机的LCC近似数据,本文采用神经网络建立了估算模型。我国的大飞机目前定位在与波音737和空客320类似的飞机,根据公开报道其主要指标有:航程在3700—5555公里之间,座位数在150—190之间,首型国产大飞机将命名为“C919”^{[13][14]}。因为其他相关数据没有公开,因此无法应用本文模型估算我国大飞机的成本,但在检测样本中包括了波音737和空客A320的数据,其估算结果对我国大飞机的成本估算工作具有一定的参考价值。

4.2.1 样本数据的收集和选择

通过互联网,共收集到干线客机数据样本27组,其购买费用从51至320百万美元不等,本文采用19组作为训练样本,8组作为检验样本。训练样本的输出值为:

$T=[51.5 \quad 72.5 \quad 76 \quad 234 \quad 127.5 \quad 144.5 \quad 158 \quad 205.5 \quad 257 \quad 56 \quad 63.3 \quad 176.3 \quad 195.9 \quad 211.8 \quad 245 \quad 205.9 \quad 238.2 \quad 267 \quad 317.2]$ 单位:百万美元

检验样本输出值为: $TT=[73 \quad 233 \quad 200 \quad 180.6 \quad 58.5 \quad 161 \quad 76 \quad 234]$ 单位:百万美元

4.2.2 模型建立和估算结果

本文选择了三层BP神经网络结构,由7个输入节点,1个输出节点作为成本的输出值,一般从简化网络结构的角度看,隐含节点不宜过多,通过实际试算,选择一个隐含层共9个隐含节点已经足够。为了方便程序设计,我们选择了MATLAB7.0中的神经网络工具箱进行了有关计算。

传统的BP神经网络训练算法采用梯度下降法,收敛速度慢,易于陷入局部极小值,本文采用了改进的训练算法——Levenberg-Marquardt(LM)法。Levenberg-Marquardt的长处是在网络权值数目较少时收敛非常迅速,它结合了梯度下降法和牛顿法的优点。本文使用的算法存在局部极小问题,所以对网络使用了不同的初始值进行多次的训练,最终运算结果在表2中给出。

表2 获得成本、燃油和维修成本相加后的LCC估算结果表

预测对	LCC计算值 (百万美	获得成本(百万美元)	燃油和维修成本(百万美元)	LCC估算 (百万美元)
		训练步数: 20 训练误差: 0.001	训练步数: 204 训练误差: 0.001	

		实际值	预测值	误差(%)	实际值	预测值	误差(%)	预测值	误差(%)
1	130.188	73	75.082	-2.8521	57.188	57.472	-0.4973	132.55 4	1.817372
2	415.03	233	219.68	5.7162	182.03	179.79	1.2313	399.47	-3.74913
3	356.25	200	200.95	-0.47395	156.25	153.58	1.7059	354.53	-0.48281
4	321.69	180.6	177.56	1.6836	141.09	143.23	-1.5165	320.79	-0.27977
5	104.203	58.5	55.907	4.4328	45.703	43.874	4.0024	99.781	-4.24364
6	286.78	161	156.17	2.9998	125.78	136.89	-8.8343	293.06	2.189832
7	135.375	76	78.906	-3.8234	59.375	66.43	-11.882	145.33 6	7.358079
8	416.81	234	233.67	0.13899	182.81	182.92	-0.0566	416.59	-0.05278
平均误差(%)		2.7651			3.7158			2.521676	

文献[15]认为在得到成本数据的过程中,在不同的阶段需要在变化,产品信息在不断丰富,在概念设计阶段由于信息的不易获得和不完整,成本估算的准确性一般在-30%~+50%之间;当设计信息进一步丰富,并且可以利用与当前设计相似的历史成本数据时,估算的准确性一般可以达到-15%~+30%。从本文的 LCC 估算结果看,误差控制在-4%~+8%之间,取得了很好的估算结果。

5 大飞机设计中的成本控制策略和方法

从大的方面来说,当前在波音和空客双寡头控制的市场条件下,我们的大飞机销售首先必须立足国内市场,适度扩展发展中国家市场,基本不依靠发达国家市场。这是因为发达国家对于中国发展的戒备从来就没有中止,大国的发展道路从来就不平静,在大飞机产业中,无论如何对于波音和空客来说都是对手关系,竞争中的合作只能是在我们取得一定的竞争优势后才能够谈。目前我们刚刚起步,谈合作还为时尚早。当然空中客车公司在天津设立了一个总装厂,表现出了一定的合作诚意,但既然是人家的厂子,其控制权就不在我们手中。即对于国际合作问题,必须抱着“自力更生为主、依靠外援为辅”的观点,否则最终的结果就是受制于人。这一点从国内外发展大飞机的过程中失败的事实就可以看到。在未来我们的大飞机会遇到专利壁垒、适航壁垒、绿色壁垒等非关税壁垒的制约,对此我们应该有足够的准备和应对措施。

从小的方面看,成本估算是进行面向成本设计的基础,但成本是个综合性的指标,要实现对成本的控制,还需要从如下几个方面进行工作:

1、管理方面

(1) 开发模式的选择与管理:并行工程等先进制造模式已经诞生多年,在产品设计中采用并行工程方法也是波音和空客的选择,我们也不能例外。即采用集成产品开发团队(IPT—Integrated Product Team)的开发模式实现大飞机的并行设计与开发,这就需要在管理上提高水平,改变传统的管理模式,采用小组工作(Team Work)方式,由多方面(市场、设计、工艺、制造、采购、销售、维修等各个部门有经验的专家,还包括用户、供应商或协作企业的人员)的人员构成开发团队。同时,这一团队是个动态组织,随着设计进程不断改变,例如:波音公司采用这一组织形式进行 777 和 737-X 飞机设计时,最多的时候有 238 个这样的团队^[16]。

(2) 成本管理:应该是全面成本管理,不仅仅是制造阶段的管理,从设计到销售都涉及到成本问题,而且它是其他技术进行应用的前提条件,这是因为成本估算工作需要的许多信息都必须由日常的成本管理工作提供,例如:采购信息、库存信息、工时和历史成本数据等,信息提供的丰富性、完整性、准确性和及时性对估算精确程度有重要影响,另外,成本管理的模式也决定了成本估算所采用的方法。因此需要将两者的工作统一考虑、互相结合,使两者互相促进,共同提高工作的有效性。同时,这也将有效保证执行力,否则即使有了好的估算和设计结果,没有好的管理最后的成本也是降低不下来的,良好的管理是提高执行力的关键。

2、实现技术和方法

(1) 大多的成本估算方法都需要利用历史数据,因此必须积累产品的成本信息,建立产品全生命周期成本数据库,为相似产品和零件的成本估算提供依据。大飞机项目虽然刚刚启动,但我们已经有了一个新的支线飞机 ARJ21 成功首飞,这样可以从它入手,收集其成本数据,建立成本信息数据库和数据仓库,从支线飞机与干线飞机的相似性中得到部分类比模型。

(2) 利用积累的历史数据,从设计参数入手,简化一些复杂的设计参数,提出关键参数,建立成本与设计的关联关系,从机身设计中的成本估算逐步扩展到整机的设计、制造成本估算,再推广到 LCC 的估算。

(3) LCC 估算不仅需要制造成本信息,还需要维修和使用成本信息,而在真正首飞前,大飞机是没有有关数据的,因此我们需要从波音和空客的维修费用中关注可维修性的产品设计,提高我们的设计水平。

(4) 目标成本的确立,因为我们的飞机项目是以波音 B-737 和空客 A320 层次的飞机为目标的,这样目标成本自然就是这类型的飞机价格和 LCC,具体的数据可以通过我们的航空公司的获得成本和使用、维修成本数据的调查得到,这个是一个总的目标,具体的指标需要分配到相应的组成部分,而分配后的指标也仅仅是最低目标,或者说是最低的标准,仅仅达到最低标准的飞机是没有竞争力的,目标可以起到指导和引导的作用。

(5) 从产品族的理念中得到启示,我们必须进行飞机族的设计,即从客机到货机等模块化、平台化,保证开始的设计的飞机就是标准化、通用化、模块化的,这对降低成本具有重大意义。

(6) 随着企业和技术进步成本估算所需要的信息是不断变化的,因此成本估算是一项动态的工作,而且,成本估算模型一般总与实际情况存在一定的不符合,因此也需要在实际应用中不断发展和修正成本估算模型,使之越来越完善。

3、相关软件工具的应用

现代的企业管理已经离不开软件的应用,虽然软件不等于管理,但用好软件才能实现高水平的管理。其中 PLM、DFX、ERP、CRM、CSCW 与 DFC 的关系最为密切。通过分析我们认为:以 PDM/PLM/CSCW 为支撑环境,为 DFC 提供产品全生命周期的基本数据支持,ERP 提供企业内部的材料成本信息、工艺信息等;CRM 从用户的角度提供新产品需求信息、产品使用中的信息反馈等。DFX 是设计工具和方法的综合,其中的 DFM/A 等已经有商品化软件,购买国外现成的软件不一定能够达到目的;成本估算软件国外也有很多商品化的软件产品,但成本估算软件与 ERP 软件系统类似,不适合直接使用国外的商品化软件,因为需要考虑到企业管理水平、成本管理模式等诸多因素,这与 CAD 造型软件在国内的应用是不同的。

需要注意的是软件开发、购买要协调,多种软件需要兼容并形成统一的开发平台,波音公司因为平台和数据库等的不一致问题,花费了大力气进行解决,代价很大。这也是老公司发展过程中带来的问题,我们新成立的公司做得好就可以不重复它们的老路和弯路,形成真正的“后发”优势。依靠软件尤其是自主知识产权的软件是需要关注的,否则将在未来的应用中不断支付软件的使用费,不能带动国内相关软件的发展,这不符合国家的创新战略要求。

6 结论

本文通过分析民用飞机的成本特征和估算方法、策略,指出从我国的大飞机从设计的开始阶段就必须重视成本问题,通过成本管理,并采用面向成本的设计方法(DFC)才是解决问题的关键手段。如果在设计后期还不能估算其全生命周期成本,那么大飞机的经济性也很难在制造过程中进行保证,对今后的市场化就更难了。不能通过设计解决成本问题,一切都等到制造中或制造后就太晚了,当然在设计前期进行的成本估算都十分粗糙,但也必须进行,至少要知道大概,随着设计阶段进行调整,到产品定型时都需要不断进行成本研究,否则最后的经济性就无法保证。

总之,以 DFC 和管理为核心,建立科学决策机制,保证飞机设计的可靠、经济和先进;还需要结合系统论,以商用飞机的设计、制造和销售为手段,带动国内先进制造、设计、管理等方面发展,培养人才、稳定队伍,可以说这不仅仅是个经济问题,更是一个政治问题,并从国家发展战略的高度,推动国家技术创新和产品水平升级,实现从制造大国到制造强国的转变。

参考文献

- [1] 温家宝.让中国的大飞机翱翔蓝天[J].国防科技工业,2008,5:6-9.
- [2] 陈晓川,张暴暴,冯辛安.面向成本的设计的关键技术及其概念模型[J].大连理工大学学报,1999,39(6):775-780.
- [3] 陈晓川.并行工程中面向成本的设计(DFC)[M].长春:吉林人民出版社,2003.
- [4] 阮镡,章国栋.工程系统的规划与设计[M].北京:北京航空航天大学出版社,1991.10:140-141.
- [5] [美国]Booz Allen, Hamilton Inc.著,王若松,章国栋,阮镡,郁士光译.美国系统工程管理[M].北京:北京航空航天大学出版社,1991.
- [6] William M. Swan a, Nicole Adler. Aircraft trip cost parameters: A function of stage length and seat capacity [J]. Transportation Research Part E 42 (2006) 105-115
- [7] 周盛强,向锦武.飞机总体设计中的一种多目标鲁棒优化方法[J].工程设计学报,2006,13(6):426-430.
- [8] M. Price, S. Raghunathan, R. Curran. An integrated systems engineering approach to aircraft design[J]. Progress in Aerospace Sciences,42 (2006) 331-376.
- [9] 杨景佐,曹名.飞机总体设计[M].北京:航空工业出版社,1993.
- [10] 陈勇.民用飞机维修成本分析与评估[D].南京航空航天大学硕士学位论文,2006.
- [11] 潘双夏,姜少飞,冯培恩等.产品生命周期的成本决策支持系统框架研究[J].计算机集成制造系统,2002,8(11):881-886
- [12] 陈晓川,刘晓冰,冯辛安.面向成本的设计中的成本构成及其估算框架的研究[J].中国机械工程,2001,12(5):510-514.
- [13] 中国大飞机之路有多远 [EB]. (2009-03-20)[2009-06-10]. 人民日报海外版 http://news.xinhuanet.com/fortune/2009-03/20/content_11042888.htm
- [14] 中国大飞机首次全面公开总体技术方案和研制思路 [EB]. (2009-05-27)[2009-06-10]. 新华网 http://news.xinhuanet.com/fortune/2009-05/27/content_11445848.htm

[15]Creese R. C., Moore L. T.,Cost modeling for concurrent engineering[J]. Cost Engineering,1990,32(6):23-27.

[16]梁思礼.并行工程的实践[J]. 质量与可靠性,2003, 1: 1-7.

欢迎访问《CIMS 论文的天地》

本站免费向大家提供论文全文，本站论文除了特别说明的以外都是从作者手中征集得到的。

<http://www.cimspaper.com> <付费空间>

欢迎您参加我站提供的邮件列表

希网提供的列表 分类首页/科学.技术/另类科学

<http://www.cn99.com/cgi-bin/catalog?viewcat=58>

为您提供《CIMS 论文的天地》更新通知，以及有关的论文和学术信息，每月至少发送一次。