

工程师应知： 制造成本估算

〔美〕 E.M. 马尔斯特罗姆 著



机械工业出版社

50.6

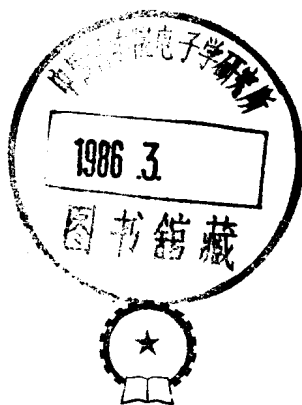
469

工程师应知：制造成本估算

〔美〕 E.M. 马尔斯特罗姆 著

唐齐千 译

陈崇祐 校



机械工业出版社

8610205

2406/10
本书是美国《工程师应知》丛书的一种，以后将陆续编辑出版其他几种。如：《工程项目管理》、《经济决策分析》、《发明》、《工业技术革新》等。

本书的目的是为了适应技术人员知识更新的要求，使技术人员不但会技术，而且要学会管理，学会经济，以便把技术和经济密切结合起来，从而不断提高企业的经济效益。

本书的特点是：通过实例说明成本估算的方法，易于理解和掌握，适用性强，是技术人员和管理人员身边不可缺少的一本有价值的参考书。

What Every Engineer Should Know About Manufacturing Cost Estimating

Eric M. Nolstrom

1981 by Marcel Dekker Inc

工程师应知：制造成本估算

【美】E.M. 马尔斯特罗姆 著

唐齐千 译

陈崇枯 校

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

中国农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092 1/32 · 印张 6 1/4 · 字数 135 千字

1986年3月北京第一版·1986年3月北京第一次印刷

印数 00,001—16,000 · 定价 1.55 元

统一书号：15033·6205

译者的话

《工程师应知：制造成本估算》一书，系统介绍了制造成本的初步估算、评价、审核及预测的基本知识和方法。

本书内容比较新颖，着重通过实例说明成本估算的方法，容易理解和掌握。可结合我国企业的具体情况，加以应用。书中所举实例主要是金属加工和电子产品的制造和装配方面，因此更适于机械行业和电子行业的工程技术人员及管理人员阅读，并可以结合计算机的应用，使成本估算工作进一步程序化。

当前，我国的大专院校，无论是工科专业或管理专业，都缺乏介绍这方面知识的学科。技术人员特别缺少这方面的知识，迫切需要了解设计成本、工艺成本的构成，以及如何进行估算，从而讲求不断提高企业的经济效益。

本书作者E.M.马尔斯特罗姆，系“美国工程师协会”、“美国工业工程师协会”及“制造工程师协会”成员。担任过美国工业界和政府市政当局及法律机构的专业顾问。得过工业工程博士学位，是衣阿华州立大学工业工程副教授，写过不少著作和文章。

本书适合于从事设计、工艺工作的工程技术人员阅读，也可供企业领导、生产管理人员、计划人员以及大专院校工科和管理工程学科的师生参考。

本书承北京市机械工业总公司陈崇祐同志校订，在此深表谢意！

由于译者水平所限，书中错误之处在所难免，恳请读者批评和指正。

1984年12月

原 序

本书的目的是提供“基础的”成本估算、成本审核和成本预测的方法，对于工业工程师、制造工程师、设计工程师、生产计划员、车间调度员以及制造业的经理们来说，这些都是必不可少的基础知识。对于学习工业设计、制造工艺和工业技术等课程的大学生来说，这方面的知识也是必需的。

本书的内容偏重于制造业，其重点是金属加工以及电子产品的制造和装配。此外本书还有些章节讨论了建筑工程的成本估算和工程设计工作的成本估算；读者如果对这方面的内容特别感兴趣的话，可以参考更详细地论述这些题目的其他文献。

我用了一些方法使本书的内容易于在实际的成本估算场合中应用。并花了相当多的时间和精力来详细讲解数字例题，这些例题载于第三章、第五章至第八章中。读者将能体会到，慢慢消化这些材料是有益的。要是手里有一本稿纸和一个计算器，就更容易跟着书一步一步弄懂这些数字例题了。第八章介绍了用精确的数字标记来进行成本预测的方法。这些标记和下标对想在计算机上应用这套系统的读者来说是必不可少的。

对于大多数读者来说，除了第八章以外，所有其他章节，相对来说是循序渐进的，后面的章节利用和吸取了前面部分讲过的内容。因此建议读者按照本书所列的前后次序逐章阅读。

E.M. 马尔斯特罗姆

目 录

第一章 成本估算过程的特征.....	1
1.1 前言	1
1.2 工程师过去在成本估算过程中的作用	2
1.3 成本估算人员的经验与经历	2
1.4 估算过程定量化的进展	3
1.5 估算过程中的各个手工操作步骤	4
第二章 生产费用的类型.....	6
2.1 前言	6
2.2 产品销售价格的费用组成	6
2.3 间接人工费与企业规模	9
2.4 费用源	12
2.5 车间任务单	14
2.6 确定工时费用	15
2.7 其他类型的生产费用	20
2.8 工具费	24
2.9 材料费	25
第三章 作业标准.....	29
3.1 前言	29
3.2 时间研究分析	29
3.3 预定时间法	37
3.4 利用作业标准估算工时	54
第四章 作出初步估算.....	56
4.1 前言	56
4.2 零件分解图	56

4.3	估算材料费用	61
4.4	估算工时	64
4.5	作出初步估算	71
第五章	两个成本估算的例题	82
5.1	前言	82
5.2	有盖圆筒的成本估算	82
5.3	电子滤波器的成本估算	95
第六章	进行成本审核	115
6.1	前言	115
6.2	成本审核表	115
6.3	有盖圆筒成本审核	122
第七章	生产改进曲线	135
7.1	前言	135
7.2	各项曲线参数的定义	136
7.3	生产改进曲线的形式	138
7.4	建立改进曲线百分率与指数值之间的关系式	143
7.5	绘制以往的改进曲线	144
7.6	改进曲线中的常用公式	149
7.7	在成本估算时考虑改进曲线的计算结果	151
7.8	小结	153
第八章	成本估算过程的定量化	155
8.1	前言	155
8.2	对常规成本估算进行定量校核	155
8.3	成本预测	160
第九章	成本估算在建筑工程方面的应用	180
9.1	前言	180
9.2	建筑工程成本估算方法的特点	180
9.3	建筑工程成本估算的各个部分	181
9.4	成功的估算实践	187

9.5 建筑工程成本估算的定量化研究	188
第十章 成本估算在研究和设计等生产 项目中的应用	189
10.1 前言	189
10.2 与常规估算方法的不同点	189
10.3 作出估算	190
10.4 制定生产进度表	192

第一章 成本估算过程的特征

1.1 前 言

成本估算就是预测制造一种产品或完成一项特定工作所需费用的过程。加拉各尔 (Gallagher, 1965) 曾经指出: 成本估算工作包含计算和规划人工、材料、加工方法以及管理的未来费用。所作估算的精确程度主要取决于两个因素: (1) 在作出估算时, 设计或工程项目的确定程度; (2) 用于估算的时间多少。

如果已经完成了一个产品的设计, 且将来不加修改, 则外购的零件和原材料就不会有变动。如果在进行估算以前就知道确切的产量, 那么生产方法和工艺就可以相当精确地预测出来。派克 (Park, 1973) 曾指出: 成本估算的精确度是直接与公司 (或其委托人) 愿意花钱的多少成正比的。估算越是精确, 需要的准备时间也就越多。

本书首先论述与产品制造有关的成本估算工作。在后面的章节中, 将讨论如何把制造成本的估算过程扩展到建筑工程和设计研究项目方面去。可以看出, 在这三者之中, 制造成本的估算过程最为复杂。

本章的目的是论述工程师过去在成本估算过程中的作用。某些篇幅将叙述一般搞制造成本估算的人在工作经验和经历方面应具有的特点。对估算过程中定量化方面迄今已有的进展也要加以总结。最后还扼要地讲一下成本估算过程中的手工计算。

8610205

1.2 工程师过去在成本估算过程中的作用

过去,大多数工程师在成本估算过程中的作用是有限的。在常规教育中,工程师们很少或者根本没受过这方面的训练;这也许是由于在大学阶段很难讲授这门课程的缘故。要获得成本估算的全面和有用的知识,需要相当多的经验,而这些经验最好是通过生产实践去取得。由于多数学者没有机会获得这些经验,因此在许多高等院校的教学计划中,很少或根本不注意这方面的课题。

工程师们往往是在参加实际工作一至两年以后,才注意到成本估算工作的重要性。制造成本估算人员不仅必须十分了解企业生产的全部产品,而且要极其稔熟产品制造过程中使用的所有物质生产装备。虽然不少工程师能熟悉所制产品的各种型号,但是由于工程师职务的性质所限,其中很多人难于获得生产过程和工艺方面的详尽知识。

工程师需要了解成本估算过程的各个方面,这一点极其重要。在大多数工程师从来没有足够的生产经验以便自行作出成本估算时,还是有不少人充分研究了成本—数量之间的关系以及各种不同的生产程序,以作出合理的、成本低廉的设计。随着职位的不断提升,有些工程师担任了制造公司的经理职务,这时他们就要对成本估算部门或成本估算小组负直接或间接的领导责任了。

1.3 成本估算人员的经验与经历

工程师们经常要从事产品的设计、开发和研究的费用估算工作,但是他们并非总能认识到产品制造成本的估算是一件比较费时而复杂的工作。制造成本的估算者常是那些在

企业内工作过相当一段时间的人。成本估算员一般在高中毕业后没有受过正规的高等教育，有些人在专科学校学过两年技术课程，这种学习通常是在不脱产的情况下进行的。许多估算人员来自车间的某一岗位，后来成为成本估算员，从而在其职业生涯的中段，由蓝领雇员转变为白领雇员；这种转变往往是先有了在产品制造的机加工部门或装配部门的各种岗位上工作 5 至 15 年的经历后才实现的。

为产品制造编制成本估算时，需要估算人员的丰富知识，这些知识只有经历多年的生产工作之后才能得到。成本估算员需要十分了解企业生产的全部产品，同时也必须极其稔熟物质生产装备。估算员需能确定或预计制造某些具体产品所需的工艺过程；此外，还要了解这些工艺过程的适当次序，即使是同一种产品，这些次序也可能不同，特别是当产量变动时更是如此。

1.4 估算过程定量化的进展

在估算过程的定量化以及自动化方面，迄今还未取得重大进展，实际上大多数制造成本的估算仍是靠用人工计算的。其所以缺乏进展可归因于两点：第一、当前从事制造成本估算的人大多数缺乏在推导数学模型或应用计算机以提高估算效率方面所必须的多种分析技能；第二、具有做出这些改进所必需的技能的工程技术人员，以前又极少注意成本估算过程。应当指出，估算过程的自动化是一个极其复杂的问题。为了作出精确一致的估算，在产品结构和光洁度方面所需变量的数目太多，以致可能永远无法实现成本估算过程的完全自动化。

尽管存在这些困难，还是取得了某些进展。在用传统方

法作出初始成本估算方面，马尔斯特罗姆 (Malstrom, 1976) 研究出一个算法，用以预测一旦工程开始以及进入各个完成阶段之初可能需要的工程费用。已经表明，费赖曼 (Freiman, 1975) 导出的PRICE算法是在成本估算完成以后对其精确度进行检验的有效方法。这一算法主要用于电子产品，以生产批量大小、元件数目、元件集成度和其他变量为基础预测总成本。还做过一些工作以简化在制品、外购零件费用的计算，并利用计算机的存储进行价格检索；但是，为了使价格检索精确，外购零件必须曾多次在几种不同批量下购进过。在后面的章节中对这些方法还将更详尽地举例说明。

1.5 估算过程中的各个手工操作步骤

编制一项制造成本估算所需要的大多数步骤都是靠手工进行的。简而言之，这一过程要求对所需的制造工序初步排定次序，必须对组成所制最终产品的每一个零件和部件分别排定加工次序。预计加工次序的精确程度是至关重要的；如果一个制造工程师后来拟订的次序与估算员预计的次序完全不同，则实际生产成本就可能和其估算值差别很大。

对于包含金属切削在内的机加工来说，有时可以用公式来估计算机床运行工时。更换刀具和准备工作的工时则须经判断确定。对于不能用时间公式来计算的机械或电子零件的装配工作，应该用标准数据或历史资料来估算费用。所有这些估算一般是只凭一张零件或部件的设计图作出来的，但常常是在进行估算时连这张设计图也还没有完成。

对于以前没有生产过的产品，必须预计其生产中的各种问题。当产量增加时，应当考虑降低产品单位成本的问题；这一点可以通过成功地运用生产改进曲线来实现。

不少估算员认为，只要不损害企业的竞争地位，高估总比低估好。当某一项目获得超额利润时，与遭受大量财政亏损的项目相比，估算员受到的批评总是比较少的。当估算员完成了对各不相同的许多项目估算的过程后，一般总希望高估部分能被同样数目的低估部分所平衡。这种平衡的置信度部分地决定了偶然误差的大小，该误差后来是要加到估算的总成本上去的。

虽然可以列举并讨论估算过程中的各个步骤，但是估算工作本身必须在“干中学”。因此，单靠这一本书是不能为工程师们提供编制生产成本估算所需的全部必要技能的。但是，本书不仅在产品制造方面，而且在建筑工程以及包括研究和设计在内的工程项目方面，都将对其在成本估算过程中使用的方法、变量和技术加以讨论。

在详细分析制造成本的估算过程以前，需要对在生产场合发生的各种费用类型有一全面的了解。第二章将对这些费用作详细的说明。

第二章 生产费用的类型

2.1 前 言

如果不了解某一生产场合可能发生的各种不同的费用类型，就很难精确地估算成本。此外，还要懂得这些费用之间是如何相互联系的，以及它们与工业企业各部分之间的关系如何。本章将讨论构成产品销售价格的各种费用，还要讨论用以确定人工费和间接费定额的各费用组成，再把人工费定额中的变量与企业的费用源以及车间任务单等概念放在一起研究。最后，引入产品材料费用的概念，并把价格变化作为采购批量的函数，进一步讨论材料费用。

2.2 产品销售价格的费用组成

待售产品的销售价格是由多种情况和条件决定的。格林 (Greene, 1974) 举出下述五种例子：

1. 与市场上的同类产品相比，价格可能要定得有竞争性。如属这种情况，则企业不能控制其价格水平。
2. 为某一有声誉的产品制定高价，以便引起市场的注意。
3. 按产品的生产成本加上一个固定的百分比来确定价格。
4. 对用“保密”的方法制造的产品或有专利保护的产品，可按市场能接受的最高水平来确定价格。
5. 按照顾客的购买习惯确定价格。当产品刚投放到市

场上时，价格可能定得低一点；等产品为市场接受以后，再提高价格。

产品的销售价格是由各不相同的诸部分组成的，这些将在下面几节中分别予以叙述。

2.2.1 直接人工费和材料费

某一产品销售价格的基础由各种各样的费用构成，其中最明显的就是直接人工费。直接人工费可定义为制造某一特定产品所需的全部“工人手做”工作的费用之和。车间工作中典型的直接工时包括机加工、装配、检验、电子和机械测试以及调试方面花费的工时。

直接人工的活动必然与某一特定产品有关。不属于直接人工的活动包括：成批零件的发送和搬运、车间管理、成本估算的准备工作以及在各工作中对那些互相扯皮的工作进行调度等。

直接材料费是指所制最终产品所包含的一切零件和原材料的费用。不属于直接材料的某些材料费用包括：为制作工具购买的原材料、专用试验设备以及为在运输中包装成品而需要的材料等。

2.2.2 成本组成间的函数关系

尼布尔 (Niebel) 及德雷珀 (Draper; 1974) 用下述方式描述了不同类型产品成本之间的相互关系：直接人工费 L_D 与直接材料费 M_D 之和称为初始成本 C_F 。即：

$$C_F = L_D + M_D \quad (1)$$

车间经费系指所有租金、供热、电气设备、供水、工厂的消耗性物资以及间接人工等全部费用的总和。间接人工费包括不能归入直接人工费的所有人工费用（见2.3节）。初始成本和车间经费之和称为工厂成本，

$$\text{工厂成本} = C_F = C_P + \text{车间经费} \quad (2)$$

产品制造中的企业经营管理费包括设计、采购、科室人员工资和办公用品以及折旧的费用。制造某一产品所需的费用称为制造成本。制造成本是工厂成本和企业经营管理费之和。

$$\text{制造成本} = C_M = C_F + \text{企业经营管理费} \quad (3)$$

确定产品的销售价格时，只考虑制造该产品所耗的费用是不够的。在产品销售时还会带来其他的费用。销售费是在销售产品和发货过程中承担的所有费用。这些费用可能包括广告费用、垫付倒帐的费用、运输费用以及推销员的工资和佣金等。因此，总成本就是制造成本和销售费之和。

$$\text{总成本} = C_T = C_M + \text{销售费} \quad (4)$$

最后，把总成本加上一定幅度的利润，就得出产品的销

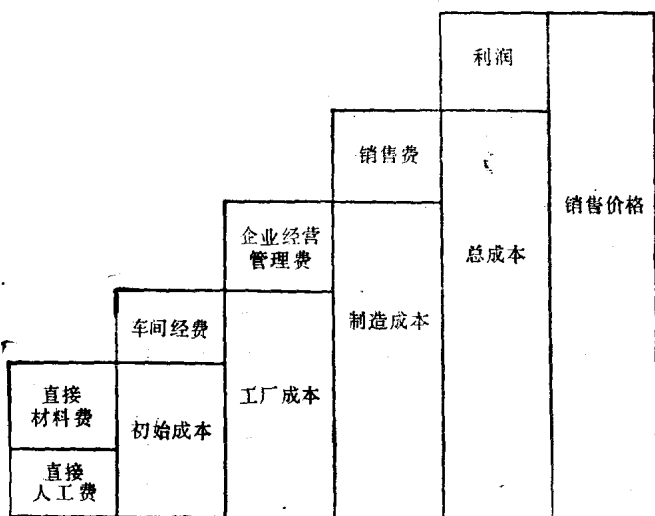


图2.1 产品成本各组成部分间的关系

售价格。

$$\text{销售价格} = S = C_r + \text{利润} \quad (5)$$

图2.1阐明了各种产品成本之间的关系。

2.3 间接人工费与企业规模

间接人工费是所有与产品制造没有直接联系的人工作业的费用。根据这一定义，所有的非直接人工都是间接人工，诸如产品制造中的管理工作、制订生产计划、估算成本以及采购等人员的工资支出都是间接人工费的例子。

生产企业的规模与其所承担间接费用的数量之间存在着一定的关系。图2.2是一个中型至大型生产企业的典型组织

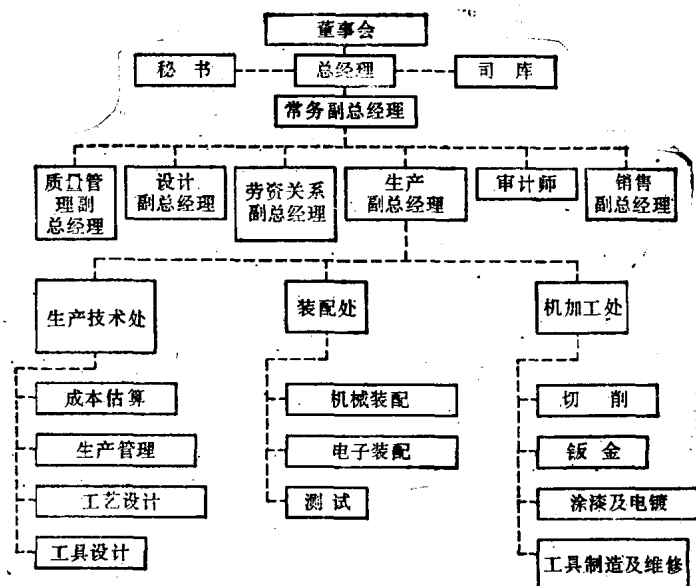


图2.2 中型和大型工厂的典型组织结构图