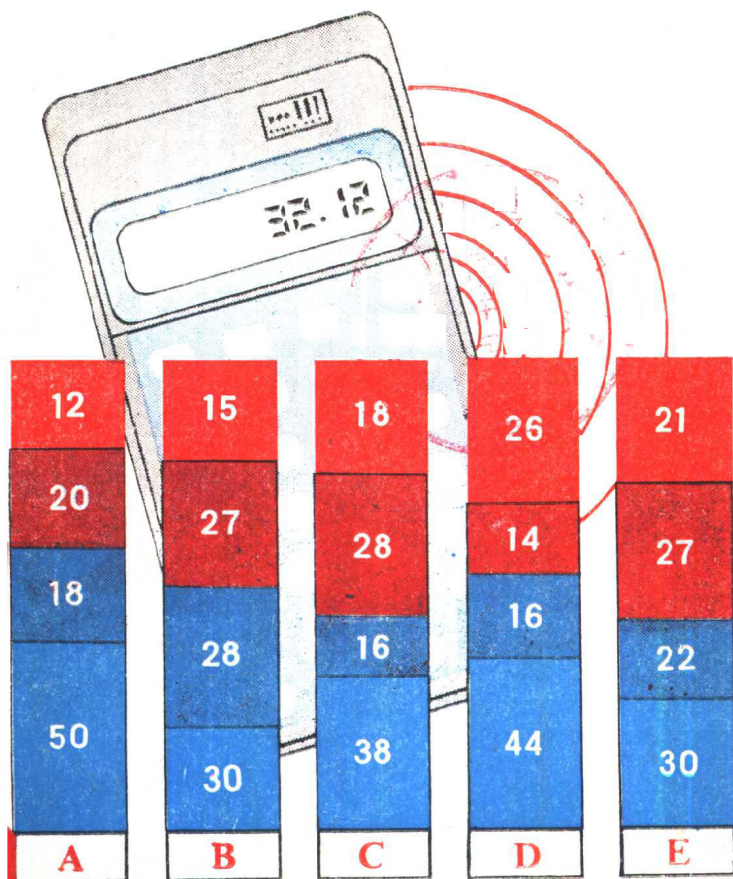


基建投资估算入门

英国 化学工程师学会 联合工作组编
成本工程师协会



化学工业出版社

基建投资估算入门

英国 化学工程师学会 联合工作组编
成本工程师协会
费仲虎

内 容 提 要

本书介绍了西方国家化学工程项目基建投资估算的主要方法。基建投资估算是工程项目经济评价的主要基础,工程项目从设想到实现经过许多阶段的经济评价,对基建投资估算精确程度的要求不同。本书按照各阶段的不同要求,列举了不同的估算方法。本书还介绍了各类设备、材料近似价格的估算方法和参考数据。此外,还介绍了工程项目经济评价的做法和事例。

本书可用来核对国外装置和设备的报价是否合理,研究引进装置的分交,也可作为建立我国投资估算方法体系的参考。

本书可供从事化学工业规划、设计、基建、科研、计划、生产等有关方面的工程技术人员、技术经济人员和管理人员以及其他有关人员参考。

A Joint Working Party of The Institution of Chemical
Engineers and The Association of Cost Engineers

A New Guide to

CAPITAL COST ESTIMATING

THE INSTITUTION OF CHEMICAL ENGINEERS 1977

基建投资估算入门

费仲虎 译

*

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 787×1092 $1/32$ 印张 $3\frac{1}{2}$ 字数 77 千字 印数 1—10,150

1981年6月北京第1版 1981年6月北京第1次印刷

统一书号 15063·3253 定价 0.38 元

序

自从1969年《基建投资估算和工程项目评价的研究》一书出版以来，影响西方世界的经济气候已经发生了显著的变化：原料、燃料和人工涨价迅猛以致工业活动普遍衰退，同时许多公司的利润减少，活动资金紧缩。由于市场和价格变得越来越难以捉摸，所以越来越难以作出关于投资的决定。为了适应这样的情况，已经出现了更灵敏的工程项目评价方法和更富有弹性的工程项目经营方法。与此同时，社会风气也有明显的转变，特别强调工艺装置的安全和对环境的影响。

本书打算把这些变化反映出来。此外，虽然上面提到的那本书已经被广泛接受，大家觉得关于成本工程方面的论述还要进一步展开。因此，化学工程师学会邀请成本工程师协会共同合作进行这次修订。

本书虽作了重大的修订，但仍保留了原来编写的意图——作为学生或青年工程师参与基建投资估算和工程项目开发的入门书。本书试图指出此类工作中需要研究的领域和使用的方法。虽然价格数据已经修订并且用国际通用单位表示，同时注明了数据的根据，但是这些数据仍旧只能是指示性的，主要在于表明各类设备的尺寸与其价格之间的关系。由于同一设备类型的规格千差万别，因此价格差别也很大，所以书中各个图表也不一定能够互相关联。这本入门书并不拟提供可以直接用来做估算的真实价格数据。关于真实价格数据，工程师应该经常向这方面的专家们请教。

全书的重点是介绍目前通用的良好方法，而不是根本原理的理论性探讨。由于商业上的和时间上的紧迫性往往影响到这些原理的严密运用，而只好以本单位里有经验的人来判断。虽然如此，希望这本入门书将能帮助读者去理解一个工程项目研究中涉及的各种因素，并且在定量估算的领域里能给读者以引导。

**化学工程师学会，成本工
程师协会联合工作组主席**
H.A. 安 生

附 记

编写本书的化学工程师学会和成本工程师协会联合工作组成员如下:

- | | |
|---------------|--|
| H.A. 安生(主席) | May & Baker Ltd, Dagenham. |
| D.J. 乔奇 | Cremer & Warner, Hertford. |
| B.A.J. 琼斯(主编) | B.A.J. Jones & Associates, London. |
| A.W. 普特纳姆 | Humphreys & Glasgow Ltd,
London. |
| V. 汤普森 | Imperial Chemical Industries Ltd,
London. |
| G.L. 韦尔斯 | University of Sheffield. |

此外,工作小组愿意特别提到 L.E. 威廉斯(Humphreys & Glasgow Ltd.)在本书编写过程中所作的宝贵贡献,同时也对学会和协会的一些成员对本书所提出的详细的、建设性的意见表示谢意。不过,本书内容仍由作者和编者承担责任。

下列一些公司提供了价格数据,这对本书的编写有很大帮助。对这些公司为编写本书给予的热情支持和贡献谨表谢意。

APV-Mitchell Ltd
Chemineer Ltd
T. Guisti and Son Ltd
Humphreys & Glasgow Ltd
Imperial Chemical Industries Ltd
Johnson-Hunt Ltd
John Laing Construction Ltd
Welding Technical Services Ltd

编者

目 录

1. 引言(B. A. J. 琼斯)	1
2. 工程项目的开发(H. A. 安生)	3
2.1 时间和费用——平衡	3
2.2 可行性和报告书	4
2.3 工程项目的实现	5
3. 工程项目开发过程中的投资估算(B. A. J. 琼斯)	10
3.1 引言	10
3.2 数量级估算	11
3.3 研究性估算	12
3.4 预算性估算	12
3.5 工程项目控制用估算	14
3.6 详细估算	15
3.7 估算的费用	16
3.8 估算的可靠性	16
4. 估算方法(A. W. 普特纳姆)	18
4.1 引言	18
4.2 指数估算法	18
4.3 因子估算法	22
4.4 典型的投资费用分配	28
4.5 工厂价格估算(根据施工设计)	29
4.6 电子计算机的使用	29
4.7 价格数据的现时化	31
5. 估算的构成(A. W. 普特纳姆)	35
6. 组成部分和材料的选择(A. W. 普特纳姆)	41

7. 关于组成部分近似价格的述评	
(V. 汤普森和 B.A.J. 琼斯)	46
7.1 引言	46
7.2 主要金属材料的价格	47
7.3 容器、槽罐和其它工厂设备的价格	48
7.4 材料的供应和施工费用	57
8. 工程项目评价(G.L. 韦尔斯)	71
8.1 引言	71
8.2 对现有认识的回顾	72
8.3 对过去成就的研究	72
8.4 工厂的规模和综合程度	73
8.5 运行费用	74
8.6 工程项目获利率的估计	79
8.7 工艺过程经济情况对不同参数的敏感度	82
9. 关于工程项目评价的一个例子(G.L. 韦尔斯)	85
10. 价格数据的来源(D.J. 乔奇)	93
10.1 来源的评述	93
10.2 主要参考书目	96

附录

1. 典型估算核对清单	99
2. 1976 年欧洲外汇市场汇率	103
3. 1976 年人民币对主要外币汇价表	104
4. 1976 年国际初级产品价格比较表	106
5. 几种工厂价格指数的年平均数据	106

1. 引 言

在 1948 年至 1973 年这段时期内,相对来说,化学工业除了有过一些较小的停滞以外,一直是一门发展特别快的工业。在其后四年中,世界贸易的发展普遍减慢以及随后的下降趋势,不可避免地影响到化学工业。在这段时间里,化学工业和与其有关的工业的生产指数下降了大约 10%。不过,当目前的衰退状况得到扭转以后,预期一直到八十年代中期,化学工业生产将再一次大幅度增长,虽然其年增长率不会象六十年代那样高。

由于出现了一些新的因素,预料未来五年到十年内英国化学工业的增长模式将变得比较复杂。世界能源供应的竞争将会发生重大的影响。虽然英国将从北海和其它海上油田获得不断增长的基本能源供应,但是这些油田都在高生产成本区,开采年数有限,并且必须在强有力的政治“保护”之下才能开发,同时,英国现在已经是欧洲共同体的一个成员,所以她所作的有关化学工业方面投资的决定,无疑地比以前受欧洲景况的影响要更大一些。再者,近年来大部分生产装置的规模都比六十年代装置的平均规模大得多,虽然增大规模的目的是获得超额利润,但计划和实行投资过程中因失误而受到的惩罚也就变大了。由于这样一些因素的影响,所以在计划进行新的化学工业投资的时候,对于基建投资的估算、决策的程序、以及为了利用新装置得到有利可图的生产而采取的必要措施等,都必须给予更多的注意。

和一些其它主要工业部门一样，化学工业部门要建立规模大并且花钱很多的工厂，这些工厂必须提前几年就进行规划。一个工程项目按照典型程序，从先有一个最初的设想，经过董事会研究、董事会审批、施工设计、物资采购、施工和试车等阶段，最后达到满负荷生产，大概要花三至五年时间。所以最好有一个提前三至五年的定案计划(firm plan)，还有一个衔接其后的两至三年的近期计划(Provisional Plan)。超出这一范围，计划可能不易确定。但是不管怎样仍旧必须进行规划，以便为研究和开发提供一个有把握的依据。

为使这个规划能够取得成效，在早期就应当拿出经济预测来，并按照当时的技术趋势和经济趋势经常进行修订。这些经济预测是由下述各领域的分析而来的：

- 市场 原料价格，对产品的需求，竞争程度，维持销售份额或者进入市场的可能性，可以接受的销售价格，广告的有效性等等。

- 工艺技术 科学技术的进展，关于工艺路线和设备的技术研究和开发。

- 工程 工厂设计，费用和时间安排(timing)。

- 生产 能力，成本和时间安排。

- 资源 资金，管理人员和技术力量。

- 获利率(Profitability) 资金的有效利用。

这些条目是开发和评价一个工程项目时必须考虑的。这本小册子的主要目的，是初步介绍工艺加工工厂基建投资的估算方法以及影响这些估算的因素。第8和第9是对一个工程项目的总体评价的系统评述和有关化学工艺过程的经济评价的一个实例。本书最后提出了关于进一步参阅的读物的建议。

2. 工程项目的开发

2.1 时间和费用——平衡

2.1.1 为了帮助青年工程师明白他自己在一项新的事业 (new venture) 中的任务, 并且使得他能够对事业的成功作出最大的贡献, 必须使他了解一些在商业机构里开发一个工程项目的做法, 并且懂得在开发的各个步骤中“时间”的重大影响。虽然他最直接关心的事通常是将来生产的可靠性、基建投资和生产成本, 但是这些方面的任何一点的改善, 常常要分配给更熟练但往往又非常缺少的人员来做, 这样一来就经常导致工程项目的拖延。这些因素之间的平衡要靠丰富经验来进行判断。不管工程项目是出之于制造商要生产一种新产品, 或是一个合同公司为工业家进行工作, 虽然他们在获得各自的利益所采取的方法上是有很大差别的, 但是必须懂得, 都需要作同样的总体考虑。

2.1.2 近年来, 不仅技术上的创新发展得很快, 同时市场情况、利率、原料价格也波动极大, 有时人工和材料的价格也猛升。这些因素的一个直接后果是越来越难以在任何决策点 (decision point) 稍长一点时间之前及时作出有把握的、定量的预测。而且, 为了取得完整的数据和为了使设计“完善化”而进行设计开发方面的工作, 就更加难于恰如其分了。在许多情况下, 由于为达到这样完善程度的设计而引起的延误可能导致基建投资的增高, 而且会增加其它有关因素的不精确性, 因而不论做出来的决策怎样周密, 其正确性也可能发生

问题。要警惕那些设计小组为了努力追求设计的“第一流”和“完美无缺”而耗费太多的时间和代价。

2.1.3 开发工作完成以前，一直到作出投资的决策并获得投资的资金为止，关于可行性(feasibility)的研究工作要经常地进行，而且这种研究的次数要逐步增加。象第9的例子说明的那样，在这一段时期里基建投资估算上的一些差错，不如在投产时间估计上的差错那么严重。因此，工程师要确保所提出的进度估计是最现实的。

2.2 可行性研究和报告书

2.2.1 所有新的基建工程项目包含下列各个阶段：

设计

采购

施工

试车

大部分公司指定一个工程项目负责人，以保证这些活动之间以及与此直接或间接有关的专业部门(如安全、会计、法律等)之间能够有效地协调。不过通常在投资资金尚未分配下来之前是不指定项目负责人的。在这种情况下，负责从事可行性研究的工程师最好尽量向有这方面工作经验的工程师请教，以确保他把所有有关因素都考虑到(见第5)。

2.2.2 在设计工艺流程图和布置图时，特别是如果开发工作尚未完成并且还可以施加影响，设计工程师必须意识到他自己所作的决定对工程项目进度的影响可能比对费用的影响更大。

2.2.3 使用定型设备和标准管件，并且尽可能使用现成的构筑材料，这种做法的好处是再怎么强调也不为过的，这样做通常可以有许多制造商可供选择，从而可以在价格上进

行竞争,在交货日期的可靠性上也有好处。特殊设计的设备,或者使用进口的材料制造的设备,都需要进行设计、制造、检验,有时还要作修改,这些可能给工程项目的进度带来灾难性的影响。尤其是,有时一台大设备包括许多附属设备,而这台大设备又位于工厂的中心,这台设备拖延交货就会耽误现场大量工作的进行。

2.2.4 所有这些情况以及与此类似的问题,使得工程师有必要提出一份可行性研究报告,报告里对各种方案的效果、成本、进度和安全等方面都要进行深入的研究。报告的目的是描述建议中的事业在技术上和商业上的生命力。报告应该说明在时间进度估计上所根据的假设条件,以及最大的误差可能到什么程度,因为所考虑的这些事可能对决策有影响。开发和设计的时间进度估计以及它们所根据的参数,都应得到有关部门的同意,以确保它们现实可行,并能遵照执行。整个工程项目的进度控制(time control)必须从这个时期开始,并须包括资金得到批准所需的时间,因为在这个阶段丢掉的时间以后就找不回来了。

报告所应包含的详细内容,通常与公司的传统有关,但是一般应包括一个工艺流程图,指明主要设备及其尺寸和型式,以及控制仪表的范围和施工用的材料。生产的规模和扩建的潜力必须加以说明,同时应说明对公司给予空间(包括仓库)、服务和人员等资财方面的需求。生产费用应不仅包括人工费和材料费,如果是值得注意的话,还要列出诸如排出物的处理之类的项目。安全和环境保护方面的因素必须加以估价(参阅第5和第8)。

2.3 工程项目的实现

2.3.1 象前面指出的那样,一旦决定已经作出,资金也

已被批准，工程项目的控制通常就交给一名工程项目负责人（或工程项目工程师），他必须协调各方面的活动和经常发生的互相抵触的先后次序问题，以保证在分配的资金限额之内把一个效率很高的、安全的工厂按时交付生产。施工设计、投资费用控制和计划的机构应该在这个时候正式建立。

对于一个工艺加工工厂，通常的做法是顾主和合同公司同时各指定一名工程项目负责人（或工程项目工程师），来协调双方公司内部及双方之间的工作，以保证整个工程项目进程中有良好的联络。

2.3.2 早期要作出的决策之一是合同方式的选择。施工合同虽然有许多种可能的方式，但基本上不外乎两种方式，即一次总付的方式和价格补偿方式。

2.3.3 “一次总付”的合同，这种方式适用于邀请许多合同公司在竞争的基础上为按指定的日期完成的工程进行投标。事前所有主要设计工作已经完成。合同费用不仅包括工程的直接费用，也包括那些尚未完成的施工设计的设计费、管理费和利润，以及与合同公司担风险有关的费用。合同中常有价格调整的条款，这些调整可能是由于工程内容发生变化或者由于存在着其它超出合同公司所能控制的范围的一些因素。

以完整的设计为基础的一次总付的合同，常常可以达到最明确的进度，并使直接费用最低。但是这样做所需要的时间很长，因而常常难以接受。对于一些大型的工程项目更是如此，在象 1975~1976 年那样的难以捉摸的经济状况下，很少合同公司愿意按这样的方式接受生意。

2.3.4 价格补偿的合同适用于在设计完成以前，因而也就是整个工程的最终费用还不能精确地算出之前就确定一个

合同公司。采用这种方式的合同，合同公司收取一笔固定的费用或按工程量的一定的百分数计算的费用，其余由合同公司支付的全部费用由顾主支付。当进行这种方式的合同谈判时，下面各项的全部或一部必须加以考虑：

利润和管理费

工地管理

设计

设备供应

工程项目管理

施工和安装

采购和检验

试车

2.3.5 工艺加工工厂常常采用经过谈判的价格补偿方式的合同，因为这样可以有比较大的弹性（例如在设计或规格方面可以变动），同时可以达到用最短的时间进行新装置试车的目的。在价格变化剧烈的时期这种方式的合同还有更大的好处。即投标者不必象采用一次总付方式的合同那样猜测时间对他的成本费用可能造成的影响。因此，目前常常采用补偿方式的合同，甚至在设计工作已经完成的情况下也是如此。这样的合同比较费钱，并且较难管理，因此在工程进行过程中，如果风险减小，有时也有转为一次总付方式的。

2.3.6 合同方式的选择、合同的谈判和最后选定一家合同公司，常常需要丰富的经验和审慎的判断。关于这方面的讨论已经超出本书的范围，但可以从化学工程师学会出版的一本书《化学工程项目的组织》(The Organization of Chemical Engineering Projects)中得到有益的知识〔这本书已绝版，可在学会图书馆找到〕。

2.3.7 在采用价格补偿方式的合同时，现场施工应该在设计已经领先，足以保证施工工作能顺利地、有效地进行到底的情况下才能开始。因为现场机构的费用（管理、事务、临时建筑等）在全部工程费用中占相当大的比重，并且不是按现场

工作量的多少来支付的，所以必须对设计和采购进行周密的安排，以避免由于设计变更、资料未到、交货拖延等类似的原因而引起局部窝工。因此，为了在资方面前表现办事敏捷而要求过早地开辟现场的压力必须加以抵制。以边设计、边订货的方式使设计和采购之间很好地配合，以求得到缩短工期的全部好处，是要多花一些钱的。设计工程师有一种追求更完美的设计的天然倾向，对此，也必须有充分认识，并且要加以控制，使之不会带来不能按期建成的风险。

2.3.8 当采用一次总付的合同时，对于前面所列出的所有各方面的控制，主要是为了保证工程项目按期进行，不超过预算，同时不发生什么“意外”。在这种情况下，投资费用的监督是在合同公司内部进行的。但是顾主仍旧必须在进行决断所花的时间、变更的认可、施工设计的批准和工作的进展等方面执行有效的资方控制。

2.3.9 当实现施工进度计划时，对于某些可以加速完工的措施(例如采用加班加点的方法，投资会有所增加)，应当对照提前投入生产会给公司带来的经济利益进行权衡得失的评价。在采取这样的做法时，尤其是提前开展现场作业时，必须能够保证由于时间提前而得到的好处不致因后来工作上的拖延而丧失。

2.3.10 试车阶段的拖延不仅仅是经常遇到的，而且是最花钱的，因为在这个时刻绝大部分的资金已经花掉，操作人员已经雇来，物资已经投入。为了把这种拖延减少到最小的程度而作相当大的努力是值得的，这些努力包括下列几个方面(当然也包括充分的科研开发工作、设计工作和设备可否正常操作的研究)：

(1) 为某些设备不能达到预定的性能而作好备用仪表、

取样点和放料或打循环措施的准备。

(2) 在模拟的条件下及早对各个组成部分(components)和线路(circuits)进行验证,发现性能方面的缺点和操作上的问题,以便在必要时能留下足够的时间来进行校正。

(3) 在按照设计建设工厂的需要之外,额外准备一些施工材料、管件、操作备品、仪表和某些设备。虽然这样会增加一些投资费用,但是便于进行必要的修改,万一用不着的物资,也可以在工厂投产后转作维修之用。

2.3.11 为了保证从建设施工经过试车顺利转入正常运转,必须在工程项目的完成过程中就安排好充分的咨询工作和人员培训工作。

咨询工作必须包括安全方面的各项检查,例如,查明必须增加的安全防护设施,设备和部件可能遇到的不正常的检修条件,污染或噪音的控制情况,或者为了增加操作程序的安全性而必需进行的修改等等。经过维修工程师们的检查,可能提出设计上的改进,以求减少停车时间和减少整个工厂寿命期间的维修费用。如果方便,应该及时与工会和安全福利委员会(Safety and Welfare Committee)的代表们进行磋商。

培训计划应确保操作工、安全小组和维修人员在试车开始以前都熟悉操作程序、特殊工艺、工厂特点、控制系统以及工厂的平面布置和操作点。

项目工程师必须确保所有这些活动都在工程项目进展过程中预先商定的各个阶段及时地进行。他应该留下一些时间和精力以便应付在讨论这些事情时可能冒出来的项目。除非在工程项目执行阶段所有这些方面都得到充分的、及时的注意,否则在工厂的试车和开工时就难免会发生重大的拖延而支付额外的费用。