

序

自从1926年挪威经济学家弗瑞希提出经济计量学一词以来,已有半个多世纪。在这段时间内它有很大的发展,已经分为理论经济计量学和应用经济计量学两门学科,前者实质上是根据社会经济现象的特点改造过的数理统计,是一门方法论学科;后者是在一定的经济理论指导下,利用时间序列或横截面数据,采用理论经济计量学提供的方法,研究社会经济问题。

培养一支宏大的现代管理队伍,是实现四化大业的关键。实践证明,经济计量学在经济管理中有着广泛用途。从事这种研究和应用的人员,既要懂经济、计划,又要懂数学和计算机,是目前我国十分短缺的综合人才。针对不同对象编写各种类型的经济计量学教科书,对于培养现代管理人才具有深远的意义。

近几年我国出版了几本经济计量学教科书,与它们相比,由贺铿、蔡世雅和李慧芬三位同志编写的《经济计量学原理与应用》一书,具有突出的特点:理论与实践结合,方法与应用并重,将理论经济计量学与应用经济计量学融为一体。本书具有这些特点决非偶然,一方面他们都长期从事经济计量学教学工作,具有丰富的教学经验;另一方面他们都作过经济计量模型,具有比较丰富的实践经验。本书是他们从事经济计量学教学与应用工作经验的总结,是一本很好的教材。它的出版不仅会受到理工科有关专业和财经院校师生的欢迎,而且还会受到广大经济管理干部的欢迎。

党的十一届三中全会以来,我国经济计量学发展较快,在理论研究和实际应用方面作了不少工作,取得了一定的成绩,但与国外先进水平相比,还存在较大的差距,需要组织跨学科的攻关。理论经济计量学的一些问题至今没有解决,如序列相关检验、多重共线性检验与克服办法、非线性估计方法和各种估计方法比较等等,都有待于进一步研究。至于应用经济计量学,问题更多,其中一个重要问题是如何提高经济计量模型预测的准确性。随机方程的参数是根据历史数据估计的,用它们模拟过去比较理想,但用于预测未来时,需要正确地判断经济发展的变化趋势。西方学者说,用经济模型作预测,既是科学又是艺术,此言不无道理。为了解决这个难题需要作许多工作,如及时了解决策者的意图,深入分析经济形势;在重视中长期预测模型的同时,多作短期预测模型;改进外生变量的预测方法,使其尽可能准确;比较预测值与实际值,分析产生误差的原因;一个模型要坚持长期使用,在使用中加以改进和补充,使其不断完善;等等。鉴于经济计量模型的上述特点,除继续编制预测模型外,需要更多地编制政策模拟模型。

以上看法供读者参考。

张守一

一九八六年十二月二十八日

于北京

目 录

绪论

第一部分 单一方程模型估计技术

第一章 经典线性回归模型

第一节 经典线性回归模型的概念	17
第二节 最小平方估计	21
第三节 估计量的性质	27
第四节 最大似然估计	35
第五节 假设检验	38
第六节 区间估计	48
第七节 预测	51

第二章 违背模型误差项的经典假定的讨论

第一节 零均值假定的违背	58
第二节 方差非齐性	63
第三节 序列相关	79
第四节 广义最小平方法	93

第三章 违背数据矩阵 X 的经典假定的讨论

第一节 多重共线性	102
第二节 随机性解释变量	114
第三节 分布滞后模型	119
第四节 虚拟变量	134

第二部分 经济模型构造理论

第四章 市场分析与家庭经济理论

第一节 供给函数和需求函数	138
第二节 弹性及其应用	149
第三节 恩格尔定理	158
第四节 线性支出系统	163

第五章 生产理论

第一节 厂商均衡理论	174
第二节 生产函数的设定和估计	188
第三节 成本函数和要素需求函数的设定与估计	202
第四节 技术进步分析	209

第六章 投资理论

第一节 投资行为	216
第二节 投资滞后分布模型	220
第三节 投资加速器模型	227
第四节 新古典投资理论	233
第五节 宏观经济投资行为——动态控制模型	236

第七章 宏观经济模型的建模理论

第一节 国民经济系统的特点	245
第二节 国民经济发展机制与模型导向	250
第三节 宏观经济模型的构造方法	258

第三部分 联立方程模型理论和应用

第八章 联立方程模型与识别问题

第一节 联立方程模型的一般概念	276
第二节 联立方程模型的结构型与约简型	278

第三节	联立方程模型的识别	284
第四节	识别条件的证明与应用	293
 第九章 联立方程模型的参数估计方法		
第一节	联立方程模型产生的问题	303
第二节	联立方程模型参数估计方法概述	307
第三节	间接最小平方法	308
第四节	两阶段最小二乘法	313
第五节	三阶段最小平方法	323
第六节	其它方法介绍	331
 第十章 经济计量模型预测原理		
第一节	经济计量预测模型概述	333
第二节	经济计量模型预测的基本程序	334
第三节	经济计量模型预测性能的评价方法	348
 第十一章 经济计量模型的应用		
第一节	美国宏观经济模拟模型	366
第二节	武汉地区国民经济综合平衡与控制模型	382
第三节	浙江省嵊县总体规划宏观经济模型	390
第四节	中国财政宏观调节模型	400
统计表		417
表1	标准化正态分布曲线下的面积	417
表2	t分布的临界点	418
表3	χ^2 分布的临界点	419
表4	F分布的百分位点	421
表5	杜宾——瓦特森检验上下界	431
表6	冯诺曼比临界值	433
后记		435

绪 论

当我们进入一个新的学科领域时，首先希望对它有一个概略了解。包括它的研究对象、范围、任务和目的。也希望了解它的历史、现状和发展前景。回答这些问题是绪论的任务。

第一节 什么是经济计量学

“经济计量学”或“计量经济学”同出于一个英文词——Econometrics。这个词是挪威经济学家、第一届诺贝尔经济学奖获得者R. Frisch在1926年仿照“生物计量学”(Biometris)提出来的。

经济计量学的基本含意是对经济的测度。但是，并不是所有的经济测度问题都属于经济计量学范围。例如，国民收入指标的测算、价格指数的测算都是很重要的经济测度问题。众所周知，这些都不属于经济计量学的范围，而是属于经济统计学的范围。

经济计量学还是一门比较年轻的经济科学分支。从1926年算起，也不过六十年的历史。半个多世纪以来，它发展非常迅速，现在已经形成一个庞大的学科体系。包括理论经济计量学、应用经济计量学和经济计量模型技术等专门的分支。美国著名的经济学家、第二届诺贝尔经济奖获得者P. A. Samuelson说：“二次世界大战后，经济学是经济计量学的时代”。

经济计量学发展迅速，应用广泛。但是，时至今日对它还没有统一而精确的定义。不同作者对经济计量学的含意有不同的解释。例如，1951年，经济计量学的创始人之一，荷兰经济计量学家J. Tinbergen写了一本《经济计量学》。他在这本书里所下的定义是：“经济计量学是数理经济学和数理统计学联合应用的一个科学领域的名字。”1953年，经济计量学的另一个创始人，美国经济计量学家L. R. Klein写了《经济计量学教科书》。他在这本书里所下的定义是：“可以认为经济计量学的纯理论研究是教我们怎样去开展计量或测度经济关系的一门学问。”“因为经济计量研究中使用的数据是从观察现实的经济过程得来的。所以我们可以作出结论：经济计量学是研究历史的一种方法——一种很有系统的方法。”前者认为经济计量学是经济学、数学和数理统计学的综合或统一，后者则认为经济计量学是一门方法论科学。

任何经济学，归根结蒂是要研究经济变量关系的。揭示经济变量之间的相互依存关系，既要运用定性分析的方法，也要运用定量分析的方法。但是从科学发展的精确性要求和制订经济政策、指导经济行为的应用要求来看，经济学不应当停留在定性分析阶段。当经济科学越来越走向成熟的时候，必然要求更多地应用数学方法。经济计量学正是在经济科学日趋“数量化”、“精确化”的条件下发展和形成起来的。由R. Frisch等人倡导，于1930年12月29日在美国成立了经济计量学会。这个学会描述自己是“为了促进经济学理论在统计学和数学的结合中发展的国际学会。”从1933年起，该学会出版了会刊——《经济计量学》。R. Frisch在发刊词中写道：“对经济的数量研究有几个方面，其中任何一个就其本身来说都不应该与经济计量学混为一谈。因此，经济计量学与经济统计学决不是一样的。它也不同于我们所说的一般经济理论，即使这种理论中有很大部分具有确定的数量特征，也不应把经济计量学的意义与

在经济学中应用数学看成是一样的。经验表明，统计学、经济理论和数学三个方面观点之一是实际理解现代经济生活中数理关系的必要条件，但任何一种观点本身都不是充分条件。这三者的统一才是强有力的工具。正是由于这三者的统一才构成了经济计量学。”

R.Frisch所阐明的经济学、数学和统计学三者综合而构成经济计量学的观点，被大多数经济计量学家所接受。显然，他强调经济计量学是一门独立的科学。他指出：经济计量学既不同于数理经济学和经济统计学，也不应把经济计量学的意义与在经济学中应用数学方法看成是一样。尤其指出：经济计量学的任务是以经济学、统计学和数学三者的统一为充分条件，去实际理解现代经济生活中的数量关系。这些论述，无疑是重要的。因为它确定了经济计量学的地位，指明了经济计量学研究的基本范围和任务。但是，R.Frisch没有最终解决经济计量学研究对象问题。因为他没有阐明决定经济计量学性质的特殊矛盾性。任何一门科学都具有决定自身性质的特殊矛盾性。科学研究的区分，就是根据科学对象所具有的特殊的矛盾性。由于R.Frisch没有明确指出经济计量学研究对象所具有的“特殊矛盾性”，因而容易被人误解经济计量学不是一门独立的科学。法国统计学家E.Malinvaud就认为：“经济计量学可以概括地理解为应用数学或统计学方法研究经济现象。从这个观点看，它不是一门独立的学科。因为政治经济学的任何一个分支，只要应用数学或统计学，就会变成经济计量学。”

其实，经济计量学作为经济学的一个新的分支，其研究对象是具有特殊矛盾性的。这就是：它注重经济变量关系的随机性特征，试图借助统计学方法建立经济变量之间的定量关系。根据这个特点，我们可以给出如下定义：经济计量学是在定性分析的基础上，专门探讨用经济数学模型方法定量描述具有随机性特征的经济变量关系的应用经济科学。

上述定义使经济计量学与数理经济学和数理统计学以及其他相邻近的学科明确区分开来。最关键的词句是注重“经济变量关系的随机性特征。”

数理经济学也研究经济变量之间的关系。但是，它不注重经济变量关系的随机性特征，也不估计经济变量关系中的参数值。它只讨论经济变量之间的精确关系，建立一些代数式或提出一些假定常数值。

数理统计学并不专门研究经济变量之间的关系，而是以客观世界中大量随机现象为研究对象。既包括社会现象，也包括自然现象。它既不是社会科学，也不是自然科学，而是恩格斯所说的一般意义的数学。

描述统计学或社会经济统计学只提供经济变量的测度方法，而不以建立经济变量之间的相互关系为目的。

经济计量学也不同于在经济学中应用数学或统计学方法。各门经济学分支都有自己的研究对象。无论哪一门经济学，为了完成各自的任務，都需要应用数学和统计学方法，这是科学发展的必然趋势。只要研究对象所具有的“特殊矛盾性”没有改变，它就不可能变成其他性质的科学。

投入产出分析，数学规划理论等经济学分支也不应包括在经济计量学范围内。虽然它们也是探讨用数学模型方法定量描述经济变量关系的科学，但是它们都不注重经济变量关系的随机性特征。

用数学模型定量描述经济变量关系是经济计量学的基本任务。但是，并非所有的经济数学模型都能称为经济计量模型。只有那些包含有随机方程的经济数学模型方可称为经济计量模型。

综上所述，经济计量学是一门独立的应用经济科学，有自己的研究对象、范围和任务。它以客观经济系统中具有随机性特征的经济关系为研究对象，用数学模型方法描述具体的经济

数量关系，为经济计量分析工作提供专门的理论和方法。

根据经济计量学的定义，理论经济学和数理统计学必然是经济计量学的重要理论基础。作经济关系的定量分析，既要以数学、数理统计学和计算机科学为工具，又要与定性分析相结合。离开了经济理论的指导，就不可能构造出反映现实经济系统本质特征的模型来；同样，离开了数学、数理统计学和计算机方法，不但不可能准确科学地估计出模型中的未知参数，也不可能选择适当的函数关系式来描述现实经济系统中的变量关系。因此，经济计量学需要多学科知识作补充，是一门非常典型的“边缘科学”。

第二节 经济计量分析工作的基本内容和程序

上一节谈到，经济计量学的基本任务是为经济计量分析工作提供专门的理论和方法。那么，什么是经济计量分析工作呢？所谓经济计量分析工作是指根据经济学理论、运用经济计量模型方法，研究现实经济系统的结构、提供经济预测情报、提出或评价经济政策的全部工作过程。

经济计量分析工作的对象是现实经济系统。所谓“系统”(system)是由部分组成的一个整体。系统的各个部分相互协调，彼此制约，在一定的外部条件下，共同达到某些固有的目标。

系统的大小是相对的。一般说，任何一个现实的经济系统都是复杂的大系统。国民经济系统包括生产、流通、分配和消费等环节。每个环节都是国民经济系统的组成要素，又都可以独立成为一个子系统。系统的划分取决于研究目的。比如，当我们考察整个国民经济活动规律时，必须把全国的 生产、流通、分配和消费过程作为一个系统来研究；而当我们只考察交

换环节中的价格问题时，又只需将交换中的一个侧面——价格形成要素及其波动原因当作一个系统来研究。从范围大小来看，既可将一个国家看成一个系统，也可将一个省、一个县或者一个经济单位看成一个系统。

经济系统是有人参与的一种社会活动过程。因此，它是一种特别复杂的有机系统。

系统分析为我们提供一种科学的思维方法。我们提出系统这个概念，目的在于明确经济活动都是相互联系、彼此制约的。研究问题既要注意内部各个方面的相互关系，也要看到外部的各种制约条件的影响。切切不可孤立地、静止地看待我们所考察的对象。各种经济现象都有其规律性，内部要素决定规律的性质，外部条件决定规律的作用方式和作用范围。经济计量分析是定量地揭示经济活动规律的重要方法。正确运用这一方法，必须坚持辩证唯物主义理论，全面考察系统的内部要素和外部条件。在经济计量分析工作中，要认真分析系统的输入要素，运算过程和输出结果。

经济计量分析是以经济计量模型的建立和运用为基础的。

模型(model)是现实系统的代表。经济计量模型是对现实经济系统最高度的抽象。任何一个经济模型决不企图复制现实经济系统的全部属性。因此，摆在经济计量分析工作者面前头等重要的问题是要仔细考虑“从现实经济系统中抽象什么？”当我们去实际建造经济计量模型的时候，即使已经学习了许多经济计量学理论，也会深切感到对自己的工作对象是多么无知。我们往往会感到无法划分现实经济系统的边界，找不到构成系统的要素和外部条件。面对一大堆经济统计数据，往往不知道哪些数据可以用，哪些方面还缺乏数据。也不知道应当采用什么方法，在什么地方去收集自己需要的数据。也许没有哪一本教科书能解决这些难题，唯一的办法是自己去实践，在实践中摸索经验。L.R.klein教授说：“构造模型既是科学又是艺

术。”教科书只能讲述科学道理，无法讲清具体的艺术。具体的建模方法不可能、也不应该规定某个不变的定则。但是，一般应当遵守以下两条原则：

第一，要求模型有足够的精确度。所谓精确度，就是模型反映现实经济系统的本质方面的可靠程度。模型精确度既与系统的性质有关，又与系统所处的时间、状态等外部条件有关。要保证模型的精确度，首先在于理论分析的准确性。只有通过对系统作深入的观察和细致的理论分析，才能抓住决定系统性质的基本要素，并且剔除那些次要的、非基本的要素，在构造模型时，若不注意理论分析，只讲究数学形式的“完美”，是决不可能构造出精确度高的模型来的。也就是说，坚持定性分析与定量分析相结合，是建模的一条最基本的原则。

第二，要求模型大小适度。根据一定的建模目的，所建模型既要保证精确度，又要尽可能简单。内容的精确和形式的简单是辩证的统一，形式要与内容相适应。模型作得过分复杂，往往由于主次不分，反而影响内容的精确性。而且，模型作得过分大，过分复杂化，收集信息、拟合函数、调整参数和求解模型都会遇到麻烦，会浪费人力和物力。一般说，模型的大小和繁简程度，取决于研究的目的和我们对现实系统掌握的深刻程度。如果研究目的要求我们通过模型获取较多、较全面的信息，就需要构造较大的模型。只要我们对现实系统有比较深刻的了解，大模型也可以保证较好的精确度。所以，模型的大与小或繁与简是相对的。应当根据客观条件和研究目的来决定，不要片面追求大，也不要片面追求小。在保证实现研究目的的前提下，使模型尽可能地小一些、简单一些，这是建模的另一条基本原则。有一位美国应用数学家说得好，构造模型既不要落于过分简单的“陷阱”，也不要陷于过分复杂的“泥潭”。

模型是由方程(equation)组成的。当然，如果现实系统简单，只需一个方程来描述，单一方程也可称为模型。但是，前

面已经说过，经济系统是非常复杂的有机系统。一般的经济计量模型都是由多个方程组成的，称为联立方程模型 (simultaneous equation model)。随着经济计量学理论的发展和计算机技术的进步，世界上已经出现了包括两万多个方程的巨大模型。如果说，对于单一方程的参数估计（本书第一部分讨论）并非易事，那么，对于联立方程模型，最棘手的问题则是模型的识别 (identification) 和联立性偏误 (simultaneity bias) 的处理（本书第三部分讨论）。

经济计量模型中的方程，一般可以划分为两类：随机方程和非随机方程。

随机方程是根据经济机能 (functioning) 或经济行为 (behavior) 构造的函数关系式。由于任何一种经济行为都要受到多种因素的影响，我们在构造函数时，不可能，也不必要把一切因素都罗列到函数关系式中来。有些因素影响很小，而且没有规律性，它们的作用结果一般无法观测到，我们称这类因素为随机因素，可综合地用随机干扰项 u 来表示。例如，人们的消费行为是很复杂的。在时期 t 的消费水平 C_t 一般受多种因素的影响，但主要由人们的收入水平 y_t 和上一时期的消费水平 C_{t-1} 决定。社会时尚，广告宣传等因素也有影响，但这些影响既无规律性又无法定量地观测到，只好用随机干扰项 u_t 来综合地表示。故一般的消费方程可记为

$$C_t = f(y_t, C_{t-1}, u_t) \quad (0.2.1)$$

如果是线性函数，则记为

$$C_t = a + bC_{t-1} + Cy_t + u_t \quad (0.2.1)$$

随机干扰项在方程中看起来微不足道，但是，它们的性质对于随机方程的参数估计问题有极重要的影响。所以，随机干扰项在理论经济计量学中始终都扮演着重要的角色。

由于经济计量模型中的随机方程是根据经济行为构造的，因此，也常称它们为“行为方程”。

非随机方程是根据经济学理论或政策、法律规定而构造的经济变量恒等式。例如，根据国民生产总值 (GNP) 的定义，可以构造

$$\text{GNP}_t = I_t + C_t + S_t + X_t^* \quad (0.2.3)$$

(0.2.3) 式表明， t 时期的 GNP_t ，从其使用来分析，由 t 时期的总投资 (I_t)，居民总消费 (C_t)，社会总消费 (S_t) 和净出口 (X_t^*) 四项构成。又例如根据经济法规，固定资产折旧方程可写为

$$D_t = ak_t \quad (0.2.4)$$

式中 a 称为折旧系数。它是根据经济法规人为规定的，有时也称这样的参数为“外生参数”。再例如，税收方程可写为

$$T_t = bx_t \quad (0.2.5)$$

式中 b 是按税法规定的税率，也是外生参数。

由于经济计量模型中的非随机方程是根据理论、政策、法规确定的，因此常称它们为“定义方程”、“制度方程”或“政策方程”。

无论是随机方程或非随机方程，它们都是由变量和参数组成的。在经济计量模型中，对于方程中的变量和参数常常还有专有的名称和解释。

对于整个模型来说，变量可分为两类：内生变量 (exogenous variable) 和外生变量 (exogenous variable)。内生变量是具有一定概率分布的随机变量，它们由模型自身决定，其数值是求解模型的结果。外生变量是非随机变量，它们在模型之外决定，即在模型求解之前已经得到了数值。内生变量和外生变量的划分是相对的，二者没有不可逾越的鸿沟。什么作内生变量，什么作外生变量，常常是由模型设计者根据具体情况决定的。

对于一个方程来说，等号左边的因变量称为被解释变量 (explained variable)，等号右边的自变量称为解释变量

(explaining variable)。在模型中，一个方程的被解释变量可能是其它方程的解释变量。因此，被解释变量一定是模型的内生变量，但解释变量除包括外生变量之外，还可能包括一些内生变量。

有些方程还使用内生变量的前期或前几期的数值作解释变量〔如方程(0.2.2)中的 C_{t-1} 〕。我们称这样的变量为滞后变量(lagged variable)。滞后变量如同外生变量一样，在模型求解之前是已知的。故一般将外生变量和滞后变量合称为前定量(predetermined variable)。

由于经济控制论思想不断渗入经济计量学，许多经济计量模型都具有政策控制的特点。因此，常常称模型中的一些变量为控制变量(controlled variable)或政策变量(policy variable)，输入变量(input variable)和输出变量(output variable)。输出变量一定是模型的内生变量，输入变量一定是模型的外生变量。政策变量或控制变量一般在模型中表现为外生变量，但也并非绝对。有时决策者只给出一个控制范围，具体的数值要通过模型内生，看其是否落在规定的范围内。如果没有落在规定的范围内，则通过调整外生变量或参数来修正。这种控制变量或政策变量在模型中就表现为内生变量。

参数也分为两类：外生参数和内生参数。前面已经说过，外生参数是根据经济法规人为确定的。例如固定资产折旧率、税率等等。也有些外生参数是凭经验确定的，例如基本建设投资的交付使用率，不同生产部门的流动资金与固定资金的比重等等。内生参数是指根据一定的观测样本，按统计学方法估计得到的参数。选择估计参数的方法是理论经济计量学的基本任务。

现在，我们简要地介绍一下经济计量分析工作的程序。经济计量分析工作包括建立模型和运用模型两个基本的工作环节。一般分四个步骤进行：

(1) 设定模型。包括模型的总体设计和个体设计。作整体设计要依据现实经济系统的机制,用流程图来表示;作个体设计要依据现实经济系统的机能,用函数式来描述。设定模型要以一定的经济理论作指导,并以可收集到的统计数据为基础。在本书的第三部分将作详细的讨论。

(2) 估计参数。根据样本数据及随机干扰项的性质,选择适当的统计办法确定参数值。在本书的第一部分和第三部分讨论。

(3) 检验模型。包括两方面的工作:一是作统计检验,即通过计算一些统计量,如 t 统计量, F 统计量,测定系数 R^2 和 DW 统计量等等来判别被估计参数的性质;一是运用经济理论分析、经验判断和计算机仿真等方法判断模型的功效。检验模型的功效十分重要,在本书的各个部分都要涉及。

(4) 运用模型。包括运用模型作经济预测、进行经济结构分析和制定或评价经济政策等内容。在本书的最后一章讨论。

以上工作程序及其相互关系可用图(0-2-1)来描述。

第三节 我国的“数量经济学”发展概况

利用数学、数理统计学方法来研究社会主义经济管理问题,在我国走过了一段曲折的路程。在五十年代,对在西方发展起来的数理经济学和经济计量学持完全批判的态度,不分“精华”与“糟粕”,一概斥之为“资产阶级的数学游戏”。到了五十年代末、六十年代初,我国经济学界和应用数学界一些有识之士开始倡导学习和研究西方经济学界的定量分析方法。当时,中国科学院经济研究所所长孙冶方,数学研究所所长华罗庚领导一部分中、青年学者对优选法、统筹法、投入产出分析进行了研究和推广,在微观经济管理方面取得了较好的

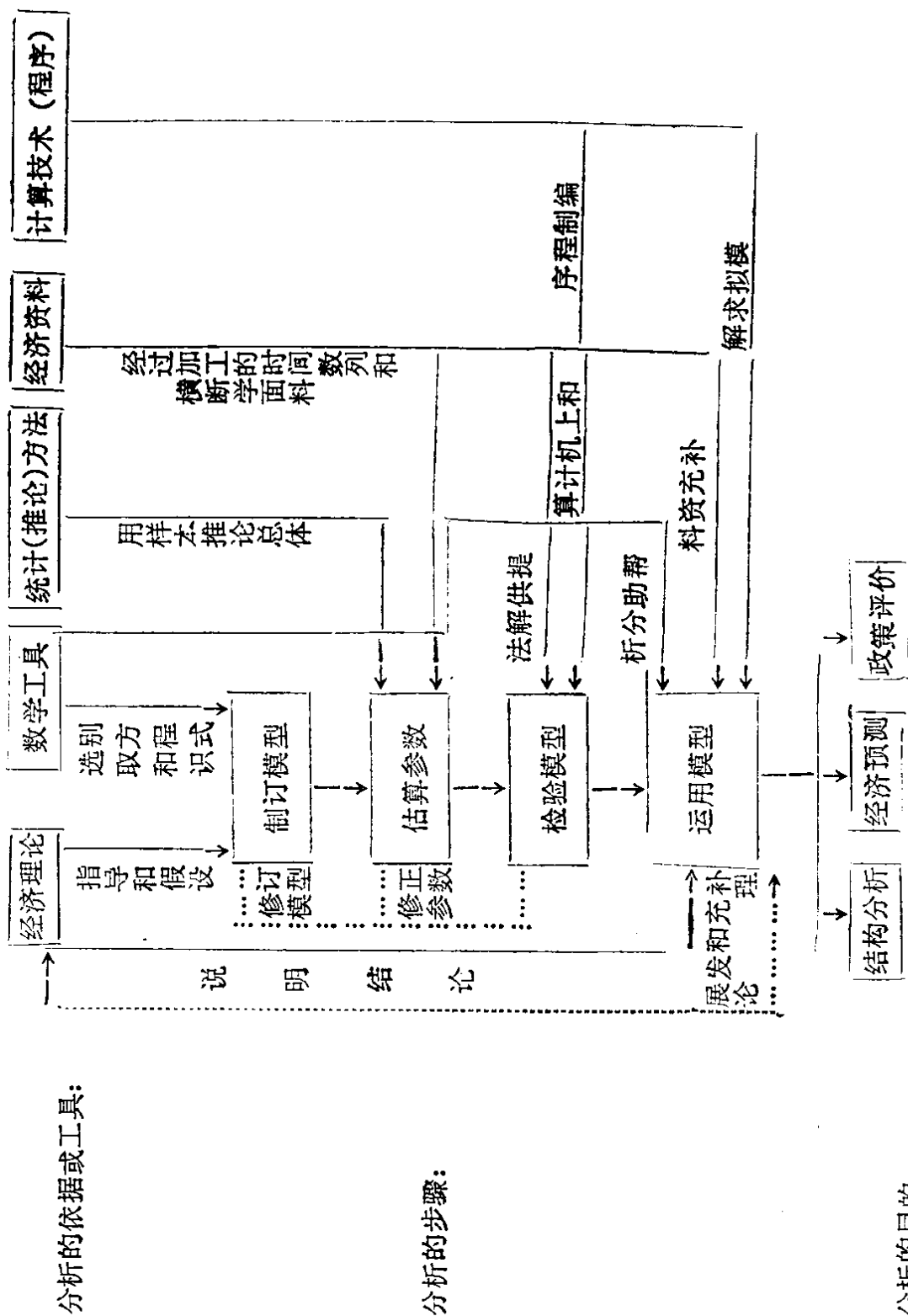


图0-2-1

分析的依据或工具:

分析的步骤:

分析的目的: