

经济管理定量方法

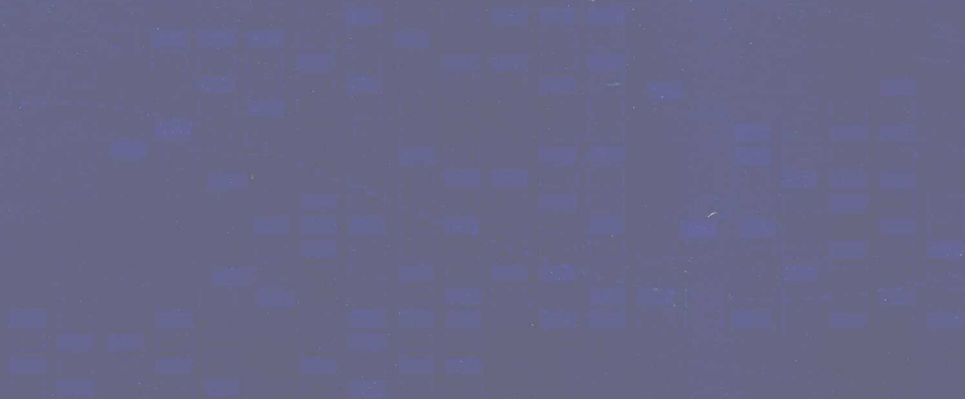
汪传旭 主编

Quantitative Methods
for Economics
and Management

格致出版社



上海人民出版社



上架建议：管理学·教材

ISBN 978-7-5432-1812-3



9 787543 218123 >

定价：32.00元

易文网：www.ewen.cc

格致网：www.hibooks.cn

本书由上海市高等学校“外贸经济”本科教育高地建设项目资助出版

经济管理定量方法

汪传旭 主编

格致出版社  上海人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

经济管理定量方法 / 汪传旭主编. — 上海: 格致出版社, 2010
ISBN 978 - 7 - 5432 - 1812 - 3

I. ①经… II. ①汪… III. ①经济管理-定量决策
IV. ①F2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 148116 号

责任编辑 钱 敏
美术编辑 路 静

经济管理定量方法

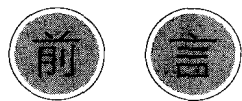
汪传旭 主编

出版 世纪出版集团 格致出版社
www.ewen.cc www.hibooks.cn
上海人民出版社
(200001 上海福建中路193号24层)



编辑部热线 021-63914988
市场部热线 021-63914081

发行 世纪出版集团发行中心
印刷 上海书刊印刷有限公司
开本 787×1092 毫米 1/16
印张 21
插页 1
字数 404,000
版次 2010年8月第1版
印次 2010年8月第1次印刷
ISBN 978 - 7 - 5432 - 1812 - 3/F · 313
定价 32.00 元



经济管理面临着动态的、充满挑战的环境,需要对管理中出现的问题作出预先思考和分析,提出解决方案。经济管理定量分析结合量化过程、建模和推理,以分析较为复杂的问题,从而实现运营的改善。经济管理定量分析包括:提出复杂情形下的数学模型、运用模型或推导求解方法、利用 Spreadsheet 或者其他专门计算机程序求解模型、分析计算机运行结果以提出合适的建议、向管理层提交建议。

定量分析方法在现代经济管理中占有极其重要的位置。面对越来越复杂的经济管理问题,一个成功的管理者必须切实掌握有关的定量分析技术,并将定性分析方法与定量分析技术结合起来去分析和解决实际的经济管理问题。因此,切实掌握有关的定量分析技术,是对每一位管理者的基本要求。纵观经济管理理论产生和发展的每个历史阶段,其均是伴随着各种数量分析方法相辅相成地成长起来的。20世纪70年代以来,相继兴起的许多定量分析理论和方法在经济管理领域得到广泛应用,它和经济管理理论交融结合,如今已成为西方管理学和主流经济学的重要研究分支;另外,这些定量分析理论和方法本身也已经成为数量方法和理论上的一些新的研究方向。本书主要介绍经济管理过程中常用的一些数量分析方法,它们都是近年来经济管理理论和实际应用研究中最基本的一些定量分析理论和方法。

《经济管理定量方法》面向应用领域,注重问题导向;在注重应用的同时,引出相应的定量分析方法。这些方法和模型包括如何对问题进行求解的技术和方法,通过这些方法可以使读者不再拘泥于研究定量方法是如何应用的,而且使读者了解定量方法是如何提供决策支持的。

本书是编者根据多年从事管理学、统计学、运筹学、经济学等课程的教学经验,吸取国内外优秀教材之长,特别是采纳了国外教材中的一些经典问题和案例,在充分考虑经济学和管理类本科学生学习基础和接受能力的基础上编制而成的教材。本书着重介绍了经济管理定量方法的应用背景与具体思路,从而既体现了量化分析的特点和要求,又

便于广大读者理解和掌握。本书的特点主要体现为：第一，简便易行。本书不注重于方法本身的介绍，而是侧重于方法的运用；本书不依赖于任何复杂软件，而是利用一些比较流行的软件，使读者感到通俗易懂，便于操作。第二，面向实际。本书中附有大量的实际问题和相关案例。第三，辅助决策。本书通过模型结果分析，提出具有参考价值的决策建议。

本书的主要目的是让读者熟悉建立数学模型的核心问题，并根据获取的数据建立最合适的模型，掌握求解数学模型的方法，为决策者分析和提出有效的结果。

本书共分10章，其中第1章、第2章和第9章由汪传旭编写；第3章、第4章和第7章由韩晓龙编写；第5章由柯蓉和汪传旭共同编写；第6章由柯蓉编写；第8章由肖敏编写；第10章由张扬编写。此外，第5章和第6章的案例由柯蓉编写，其余各章的案例由汪传旭编写，汪传旭对全书各章习题还进行了完善，并完成了全书的统稿工作。

本书在出版过程中得到了格致出版社的帮助，在此表示由衷的感谢！

由于水平有限和时间仓促，本书难免存在不妥之处，望广大读者批评指正，以便以后再版时改正。

编者

目 录

第1章 引言	1
1.1 经济管理定量方法	1
1.2 经济管理定量方法的发展历程	2
1.3 数学建模	3
1.4 经济管理定量分析过程	4
本章习题	6
第2章 经济管理预测方法	9
2.1 预测的作用	9
2.2 预测的特征	11
2.3 经济预测的四大原则	12
2.4 经济预测的主要方法	13
2.5 时间序列预测绩效的评估	38
本章习题	39
案例分析	43
第3章 经济管理决策方法	45
3.1 决策的基本概念	45
3.2 确定型决策	47
3.3 非确定型决策	48
3.4 风险型决策	54
本章习题	73
案例分析	80
第4章 经济管理优化方法：线性规划	82
4.1 线性规划问题及其数学模型	82
4.2 线性规划模型的求解	88
4.3 线性规划问题的软件求解	92

4.4	灵敏度分析	103
4.5	整数线性规划	110
	本章习题	117
	案例分析 4.1	124
	案例分析 4.2	125
第5章	经济管理优化方法：非线性规划	127
5.1	动态规划的基本理论	127
5.2	动态规划的典型问题	136
5.3	非线性规划问题的基本概念	146
5.4	无约束非线性规划	148
5.5	有约束非线性规划	150
	本章习题	158
	案例分析	162
第6章	库存管理方法	164
6.1	库存管理概述	164
6.2	常见库存控制策略	170
6.3	确定型库存模型	174
6.4	随机型库存控制模型	183
	本章习题	193
	案例分析	195
第7章	排队理论与方法	197
7.1	排队系统概述	197
7.2	到达间隔和服务时间的分布	201
7.3	排队系统分析	205
7.4	排队系统的优化问题	217
7.5	排队系统的仿真	220
	本章习题	226
	案例分析	228
第8章	经济管理模拟仿真法	229
8.1	概述	229
8.2	离散事件系统仿真	231
8.3	排队系统的仿真建模	238
8.4	库存系统的仿真建模	248

本章习题	256
案例分析	260
第9章 马尔可夫分析方法	261
9.1 马尔可夫过程的基本概念	261
9.2 没有吸收状态的马尔可夫过程的转移矩阵	263
9.3 具有吸收状态的马尔可夫过程的转移矩阵	266
9.4 马尔可夫过程状态向量的确定	269
9.5 没有吸收状态的马尔可夫过程的极限(稳定状态)行为的确定	270
9.6 具有吸收状态的马尔可夫过程极限(稳定状态)行为的确定	272
9.7 马尔可夫过程在经济分析中的应用	274
9.8 小结	279
本章习题	280
案例分析	285
第10章 图论与网络分析	288
10.1 图的基本知识	288
10.2 图的连通性、回路、树	292
10.3 最短路问题	296
10.4 有向图及图的矩阵表示	298
10.5 网络的有关概念	307
10.6 最大流问题	313
10.7 最小费用流问题	318
本章习题	321
案例分析	325
参考文献	328

第1章 引言

1.1 经济管理定量方法

经济管理定量方法是指对经济管理活动进行定量分析的具体方法,它为经济管理部门的决策提供定量分析基础,主要包括统计推断、决策理论、数学规划、概率模型、网络和计算机科学等技术。经济管理定量方法已经在很多领域得到运用,并对各个机构的效率产生了很大的影响。其中比较成功的实例包括:

(1) 美国快餐店汉堡王的汉堡生产决策。为了生产汉堡小面饼,汉堡王利用线性规划方法确定各种不同肉块的合理配置,其目标是以最小成本生产满足顾客各种要求的汉堡面饼。

(2) 美国航空公司的机组人员调度机制。机组人员调度是一个复杂的问题,主要考虑飞机机型、航线的起始地和目的地、飞机停靠的中间城市、航线长度等因素。此外,美国联邦政府对飞机人员配置也制订了规则。为此,美国航空公司已开发整数规划模型,能够使公司迅速地为其人员确定最优飞行计划。

(3) 索尼公司的先进旅行者导航信息系统。索尼公司通过微型处理器和全球卫星定位系统的匹配,开发出指引汽车驾驶员辨别方向的导航系统。该信息系统在交通拥挤状态时能够发挥出更大的作用。该系统软件是依据最短路线网络模型开发的。

(4) 芬兰的环境政策。环境问题的政治决策通常是相当复杂的。为了有助于芬兰提出未来水政策的综合框架,该国水和环境委员会利用决策分析方法分析很多问题。其中研究的问题包括由能源生产和防止酸雨措施而引起的湖泊水位允许变化的标准问题。

(5) 迪士尼乐园和迪士尼世界的魅力设计。迪士尼乐园和迪士尼世界是世界上游客

最喜欢光顾的两大景点。这些主题公园的魅力每天吸引了大量的游客。因此,主题公园往往形成排队等候的现象。为此,主题公园的“imagineers”系统在公园总体设计中引入排队模型,这些模型考虑了顾客在排队时的行为和忍耐程度,开发出一种全新的享受排队的“行业”,以维持顾客满意度水平和提高公园魅力。

1.2 经济管理定量方法的发展历程

利用拥有的资源实现价值的最大化,这虽然是古老的问题,但直到 19 世纪初和 20 世纪末,现代定量分析方法的基础才逐渐形成。表 1.1 显示出 20 世纪定量分析方法取得重大进展的时间进程。早期的定量方法注重于开发必要的工具来解决复杂的决策问题,后来,定量分析侧重于在以下领域开发模型和系统:电子商务、保健服务、供应链管理、全球变暖、光电通讯、银行、柔性制造、神经网络、国际经济、运输系统、环境影响、机器人等。目前,Spreadsheet 在很多机构中得到普遍运用。Excel 和其他 Spreadsheet 软件包括很多定量分析工具,这些工具的运用已经成为经济管理定量分析方法的必要组成部分。

在大型机构中,定量方法一直成为它们的主要决策工具。从通用汽车公司到贝尔实验室,从美国航空公司到联邦快递,定量分析方法已经在改进公司运营绩效方面取得了成功。各级政府部门也重视运用定量方法从事很多项目决策。

表 1.1 经济管理定量方法的发展历程

时 间	方 法
19 世纪 90 年代	Frederick Taylor 提出“科学管理”的思想,运用科学方法改进生产中的经营问题(industrial engineering)。
20 世纪初	Henry Gantt 提出控制流程图,使机械化作业完成时间最短(project scheduling); Andrey A. Markov 研究系统如何随时间而变化(Markov processes)和一般分配方法的提出(networks)。
20 世纪 10 年代	F. W. Harris 提出确定最优库存量的方法(inventory theory); E. K. Erlang 提出确定打电话者平均等待时间的公式(queueing theory)。
20 世纪 20 年代	Willam Shewart 引进控制流图的概念; H. Dodge 和 H. Roming 提出接受样本的技术(质量控制)。
20 世纪 30 年代	Jon von Neuman 和 Oscar Morgenstern 提出评价竞争环境的策略(game theory)。
20 世纪 40 年代	二战促进了数学模型在军事问题中的应用; George Dantzig 提出解决线性目标函数和线性约束问题的单纯形法(linear programming); 在此期间,首台电子计算机问世。

时 间	方 法
20 世纪 50 年代	H. Kuhn 和 A. W. Tucker 确定非线性结构问题最优的必要条件 (nonlinear programming), Ralph Gomory 提出变量要求取整数值问题的求解过程 (integer programming); PERT 和 CPM 方法问世 (project scheduling); 美国运筹学会 (ORSA, The Operations Research Society of America) 和管理科学学会 (TIMS, The Institute of Management Science) 建立; Richard Bellman 提出解决多阶段决策问题的方法 (dynamic programming)。
20 世纪 60 年代	John D. C. 证实排队长度与顾客平均排队时间之间的理论关系 (queuing theory); 专门的模拟语言如 SIMSCRIPT 和 GPSS 问世 (simulation)。
20 世纪 70 年代	微型计算机问世。
20 世纪 80 年代	N. Karmarkar 提出求解大规模线性规划问题的步骤 (linear programming); 个人计算机问世; 能够在微型计算机运行的专门软件包问世。
20 世纪 90 年代	Spreadsheet 软件包开始在模型建立和求解中扮演重要角色; TIMS 和 ORSA 合并成为 INFORMS (The Institute of Operations Research and Management Science)。

1.3 数学建模

要求管理决策的很多问题都借助定量分析。很多具有目标和约束的大量决策问题需要从定量角度开展分析。定量分析需要借助数学模型将观察到的现象转化为数学表达式。数学模型可以从不同角度进行分类。根据模型的目的,可以分为优化模型和预测模型。优化模型考虑在某些约束条件下寻求数量的最大化(如利润、效率等)或最小化(如成本、时间等);预测模型考虑在某种给定条件下描述或预测事件(如销售预测、项目完成日期等)。然而,预测模型通常又是大规模优化模型的组成部分。例如,一家快餐馆管理者利用预测模型确定由于额外雇用一名员工而导致的顾客平均等待时间的减少量和销售额的增加量,根据预测模型结果而得到的信息可用于优化模型的输入参数。优化模型有助于确定顾客平均等待时间的减少和销售额的增加是否能够抵消由额外雇用一名员工而引起的成本的增加。

根据模型数据的确定性程度,可以分为确定模型和随机模型。确定模型中的利润、成本和资源数据都是已知的;而在随机模型中,至少一个输入参数的值是由概率分布决定的。例如,在制造过程中,装配生产线的速度可以由运营者控制,每小时到达装配车间的零件数量也可以用确定的概率表示。然而,每小时到达超市的顾客数量却是不确定的,因此,在该种情形下,随机模型是适合的。

1.4 经济管理定量分析过程

经济管理定量分析过程可以分为四个步骤,如图 1.1 所示。

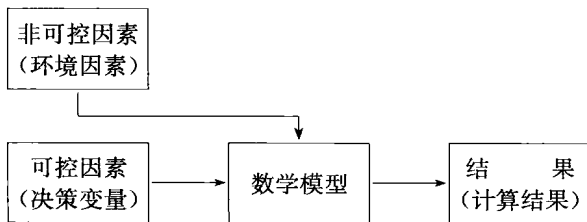


图 1.1 可控因素和非可控因素通过模型得到结果的过程

1.4.1 问题的确定

经济管理定量分析过程的最重要部分是认识所需要考虑的问题。正如国外一位管理咨询师所言,一个正确问题的错误答案不是致命的,因为可以修正和设计不同的方案;然而,一个错误问题的正确答案可能是灾害性的。因此,在花费很多时间和精力进行建模和求解之前,对问题的正确定义是十分关键的。

经济管理定量分析一般运用于三种情形:设计和实施新过程或新运营方案;评价正在实施的过程或方案;对正在产生不满意结果的运营方案和过程确定和建议纠正措施。在问题定义阶段,需要经历如下六个步骤:观察运营现状、降低复杂程度、认识政治现实性、确定实际所需、认识约束条件、不断寻求反馈。

1.4.2 建立数学模型

数学建模是认识问题、用语言表述问题、并用一系列符号和数学表达式定量描述问题的过程,它是定量分析中的关键环节。虽然建模要求很多基本技能,但建模同时也是一门艺术。数学建模过程包括如下基本步骤:识别决策变量、量化目标和约束、构建模型框架、数据搜集。在整个建模过程中,有些因素并不在管理者和决策者的控制之下,一般称这种能够影响目标函数和约束条件却又无法对其进行控制的因素为非可控因素;而称那些可以被管理者和决策者控制的因素为可控因素。可控因素是可以由管理者和决

策者具体制定的,因此可以称它为模型的决策变量。

一旦所有可控因素和非可控因素都已经确定,便可以由此写出目标函数和约束条件,并得到计算结果。图 1.1 表示的是数学模型如何将可控和非可控因素转化为结果输出的过程。

非可控因素既可以是明确的也可以是模糊的、随机的。如果一个模型的非可控因素都是不变的、明确的,则该模型为确定模型。如公司的所得税率是管理者无法影响的,因此,所得税率在很多模型中都作为非可控变量。由于所得税率是一个常数(至少在短期内不变),因此如果模型仅含有所得税率这样一个非可控因素,则该模型即为确定模型。如果一个模型的非可控变量是不明确的、随机的,则该模型称为随机模型或者概率模型。对于大多数生产模型来说,产品需求都作为非可控因素考虑,如果未来需求不确定,则该模型为随机模型。

1.4.3 求解数学模型

所建立的数学模型需要能够对其求解,从而为决策者提供参考。模型求解的步骤有:选择合适的求解技术、产生模型结果、测试模型结果、如结果不合适返回建模步骤、灵敏度分析。

一旦模型的解求出以后,管理者将对解的好坏做出判断。毋庸置疑,目前,很多人士为了使模型更加精确,已经采取了很多措施,但是,模型的准确性在结果产生以前是无法准确确认的。一般来说,较为简易的方法是将一些比较简单的并且答案已经知道的问题代入模型中,用来验证模型的好坏与对错。若得到的结果与已知一致,且附带的结果也没有什么错误的话,则该模型就可以用来对真实问题进行求解了。但是,如果验证时发现一些潜在的问题或者模型本身存在错误,则需要对模型进行修改。总之,在模型运用到实际问题之前,需要对模型进行验证和改进。

1.4.4 检测结果

该步骤为求解后阶段。该阶段有两个功能:准备商业报告、检测实施过程。

准备商业报告要建立在模型解答的基础上,定量分析所得出的解是管理者进行决策的依据之一。因此,报告的内容必须简单易懂。报告中必须包括推荐的方案和一些有助于决策

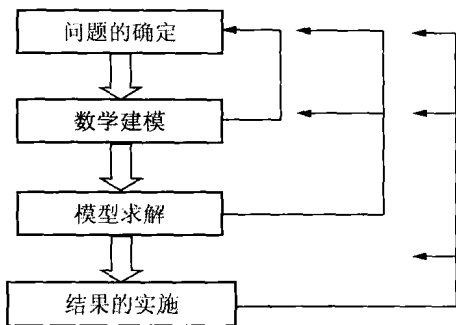


图 1.2 经济管理定量分析过程

的相关信息。检测实施过程中,管理者应该继续对模型进行跟踪。在实施过程中,很可能需要扩大或简化模型,这些都会使管理者返回到定量分析的早期阶段。

【本章习题】

1. 说明经济管理定量分析的主要步骤。

2. 某文件公司制造廉价的两抽屉、三抽屉和四抽屉文件柜。据估计,每台两抽屉、三抽屉和四抽屉文件柜的净利润分别为 4 美元、6 美元和 10 美元。

(1) 写出以利润最大化为目标的数学表达式。

(2) 文件由 $3/8$ 英尺厚的平板金属制造,每台两抽屉、三抽屉和四抽屉文件柜分别要求 40 平方英尺、55 平方英尺和 70 平方英尺的平板金属。目前,该公司拥有 25 000 平方英尺的 $3/8$ 英尺厚的平板金属。写出该公司所面临的约束条件。

3. The Dixie Champions Tennis 公开赛将在 Charlotte, N. C. 举行,需要决策该活动是否在室内举行,考虑的主要因素是天气,假定天气有四种情况:(a)非常炎热和潮湿,(b)非常舒畅,(c)有小雨,(d)有大雨。天气将影响观众的数量以及公开赛所得到的利润。天气与期望利润之间的关系如下表所示:

	潮 湿	舒 畅	小 雨	大 雨
室 外	\$25 000	\$100 000	\$30 000	— \$25 000
室 内	\$45 000	\$50 000	\$45 000	\$35 000

令: X_1 = 室外所举行的公开赛次数, X_2 = 室内举行的公开赛次数。

(1) 写出公开赛举行的变量约束表达式。

(2) 如果目标是实现最小期望利润最大化,写出其表达式,并求解。

4. Circuit Guys 是一家电脑零售商,柜台上展示着来自 COMPAQ 和 IBM 的最新式电脑。每台 COMPAQ 和 IBM 的销售利润分别为 200 美元和 300 美元。对于每一台所展示的 COMPAQ 电脑,估计某一天被售出的可能性为 0.02,而 IBM 为 0.01。

(1) 该零售商的一位经理建议,由于这是一家新店,应该实现展示的电脑数量最大化。试写出该目标的数学表达式。

(2) 另一位经理认为,为了给公司总部加深印象,应该实现最大限度的销售。写出此时的目标表达式。

(3) 还有另一位经理认为利润是重要的考虑因素。因此,从长远来看,利润最大化应该是股东所期待的。写出此时的目标表达式。

5. 华丽床垫厂生产一种床垫,年固定费用为 90 000 元,生产一个床垫的可变费用为 50 元,床垫的销售单价为 100 元。假定市场条件不变,产品价格稳定,所有的产品均能够被销售。确定该产品在盈亏平衡点的产量(盈亏平衡点即保本点,这时总成本等于总收益)。如果该工厂生产 2 400 个床垫,盈亏情况如何?

6. 库存模型必须经常考虑贮存开始、产量、销售量和贮存结束。在生产时间 j 内,设 s_{j-1} 为前一个贮存的结束(贮存时间段 j 的开始), x_j 为时间段 j 内的生产量, d_j 为时间段 j 内的需求量, s_j 为时间段 j 的贮存结束。

(1) 写出包含 4 个变量的模型;

(2) 如果生产时间 j 内的生产能力为 C_j ,约束条件将变为什么?

(3) 如果贮存结束时,贮存量至少是 I_j ,则约束条件变为什么?

7. 奥尼尔制鞋公司将生产一种新款的鞋,如果订单数量比较大,利润将相当可观。公司每接一份订单,生产设备建设的固定成本都是 1 000 美元,每双鞋的可变成本是 30 美元,每双鞋的售价是 40 美元。

(1) 假设 x 是总产量,建立一个表示总成本的数学模型;

(2) 设 P 为总利润,建立一个数学模型表示生产 x 双鞋时的总利润;

(3) 若想使公司达到盈亏平衡,鞋的订单数量应该为多少?

8. Eastman 出版公司将出版一本简装的教科书。手稿的准备、书的设计、生产设备的准备所需要的费用是 8 000 美元,生产可变费用预计为每本 3 美元,估计书的需求是 3 000 册。出版商计划将以每册 20 美元的价格出售给学院和大学的书店。

(1) 盈亏平衡点是多少?

(2) 售出 3 000 册图书的利润是多少?

(3) 如果书的需求量为 3 000 册,要实现盈亏平衡,书的价格应该为多少?

(4) 如果出版商预测书的单价提高到 26 美元且需求量不变,出版商会采取什么行动? 此时利润为多少?

9. 运筹学和管理科学学会(INFORMS)与 Sentinel 安全机构签订安保协议,向 Sentinel 安全机构支付费用 B 美元,由 Sentinel 安全机构为该学会在纽约举行的三天四夜的全国性会议提供安保服务。在会议期间,从上午 8:00 到下午 6:00, Sentinel 安全机构需要每小时支付保安费用 D 美元。在夜间, Sentinel 安全机构需要每小时支付较少的保安费用 E 美元。INFORMS 要求夜间至少要配置 N 名保安;在白天,至少配置 2 名保安,并按每 1 000 名出席会议人数额外配置 1 名保安。除了支付保安薪水以外, Sentinel 安全机构预计夜间发生的固定费用(设备、通信等费用)为 F 美元。

Sentinel 安全机构通过与运筹学和管理科学学会签订协议所达成的金额扣除支付给保安的费用和固定费用以后,即得到净利润。

(1) 构建该问题的模型。目标是实现 Sentinel 安全机构为 T 名会议出席者提供安保服务的净利润最大化, 令 X_1 为每个白天需要的保安数量; X_2 为每个夜晚需要的保安数量。

(2) 解释净利润最大化问题等价于支付给保安的变动费用最小化问题。

(3) INFORMS 预计出席人数为 2 000 名, 而且希望每个夜晚至少配备 2 名保安。如果 INFORMS 与 Sentinel 安全机构签订的合同金额为 10 000 美元, 预计发生的固定成本为 1 000 美元, Sentinel 安全机构支付给保安的小时薪水为白天 15 美元, 夜间 12 美元, 构建该问题的数学模型。

(4) 假设出席会议人数达到 2 200 名, 则模型如何变化?

10. 某企业现在用于生产 A、B 两种产品的固定厂房、设备、机器等成本为 100 万元。A 产品的售价为 100 元, 平均变动成本为 55 元, B 产品的售价为 150 元, 平均变动成本为 70 元, 现上级要求该厂必须生产 10 000 个 A 产品, 企业想知道在保证 10 000 个 A 产品的前提下, B 产品至少要生产多少才能达到盈亏平衡?