



卫生事业管理系列

卫生管理运筹学

■ 主编 薛迪

复旦大学出版社 www.fudanpress.com.cn

Management



博
學



卫生事业管理系列

卫生管理运筹学

主 编 薛 迪

副主编 曹建文 陈英耀

江苏工业学院图书馆
藏书章

复旦大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

卫生管理运筹学/薛迪主编. —上海:复旦大学出版社, 2004. 5
(博学·卫生事业管理系列)
ISBN 7-309-03954-8

I. 卫… II. 薛… III. 卫生管理学:运筹学 IV. R19

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 023711 号

卫生管理运筹学

薛 迪 主编

出版发行 复旦大学出版社

上海市国权路 579 号 邮编 200433

86-21-65118853(发行部) 86-21-65109143(邮购)

fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

责任编辑 傅淑娟

装帧设计 马晓霞

总 编 辑 高若海

出 品 人 贺圣遂

印 刷 上海浦东北联印刷厂

开 本 787×960 1/16

印 张 22.75 插页 2

字 数 479 千

版 次 2004 年 5 月第一版 2004 年 5 月第一次印刷

印 数 1—3 100

书 号 ISBN 7-309-03954-8/R·843

定 价 36.00 元

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

主 编 薛 迪

副主编 曹建文 陈英耀

编 委(按姓氏拼音字母排序)

曹建文 复旦大学公共卫生学院

曹 阳 第二军医大学卫勤系

陈英耀 复旦大学公共卫生学院

何雪松 湖南省永州市人民医院

黄葭燕 复旦大学公共卫生学院

李 军 复旦大学公共卫生学院

薛 迪 复旦大学公共卫生学院

应向华 复旦大学公共卫生学院

前 言

在现代管理中,管理者需要收集、处理、分析大量的数据,以提高决策的科学性与可行性。作为 20 世纪才逐步形成和发展起来的一门新兴学科,运筹学为卫生管理者的决策提供了数据分析工具。它在解决实际问题时,从总体最优的要求出发,把要解决的实际问题作为一个系统,统筹兼顾,为决策者提供最优可行方案,从而达到使有限的资源取得最大效益的目的。

编写《卫生管理运筹学》的宗旨是结合卫生管理的实际,全面、系统地介绍运筹学的基本理论与基本方法,并有选择地介绍卫生系统中运筹学应用的案例,使学生能意识到运筹学在提高卫生管理决策水平、改善人民健康方面所能起的作用,学会合理运用运筹学的基本理论与基本方法。本书的编写在内容上力求由浅入深,在文字上力求通俗易懂,在例题和习题方面尽可能结合卫生管理实际。本书的目标读者为卫生事业管理专业的本科生,也兼顾卫生管理领域的其他读者。

本书编写中参考了大量的相关文献,但撰写中仍会存在不足与缺陷,希望广大读者予以批评、指正,以利我们在再版时修正。

作 者

2004 年 5 月

目 录

第一章 绪论	薛 迪	1
第一节 运筹学的产生与发展.....		1
第二节 运筹学的概念、特点与分支		4
第三节 运筹学在科学管理中的作用.....		6
第二章 线性规划	薛 迪	9
第一节 线性规划问题及其数学模型.....		9
第二节 线性规划问题的图解法		15
第三节 单纯形法		19
第四节 应用实例		35
习题一		40
第三章 线性规划的对偶理论	薛 迪	44
第一节 对偶规划问题		44
第二节 对偶单纯形法		53
第三节 线性规划的灵敏度分析		56
第四节 应用实例		66
习题二		68
第四章 运输问题	曹 阳	71
第一节 运输问题的数学模型		71
第二节 表上作业法		75
第三节 产销不平衡的运输问题及其求解方法		85
第四节 应用实例		89
习题三		92
第五章 整数规划	何雪松	94
第一节 整数规划问题的提出		94

第二节 分枝定界解法	96
第三节 指派问题	100
第四节 应用实例	105
习题四	110
第六章 图与网络方法	黄葭燕 112
第一节 图的基本概念	113
第二节 网络分析	122
第三节 网络的优化	134
第四节 网络分析的思路	144
习题五	146
第七章 决策分析	曹建文 148
第一节 决策的基本概论	148
第二节 确定型与不确定型决策	150
第三节 风险型决策	154
第四节 决策的灵敏度分析	162
第五节 决策分析中的效用度量	164
第六节 贝叶斯决策	167
习题六	174
第八章 预测方法	应向华 179
第一节 概述	179
第二节 时间序列预测	181
第三节 回归预测	193
第四节 定性预测方法	193
第五节 选择合适的预测方法	197
习题七	198
第九章 排队论	李 军 200
第一节 基本概念	200
第二节 到达的时间间隔分布与服务时间分布	205
第三节 几个排队模型	209

第四节 排队系统的最优化·····	223
习题八·····	228
第十章 库存论····· 黄蓓燕	230
第一节 基本概念·····	231
第二节 确定性库存模型·····	236
第三节 具有附加条件的库存模型·····	249
第四节 随机性库存模型·····	256
习题九·····	269
第十一章 对策论····· 应向华	271
第一节 概述·····	271
第二节 对策模型的建立·····	273
第三节 对策问题的解·····	275
习题十·····	284
第十二章 质量管理方法····· 陈英耀	285
第一节 概述·····	285
第二节 排列图·····	287
第三节 因果分析图·····	289
第四节 直方图·····	291
第五节 相关图·····	292
第六节 休哈特控制图·····	294
第七节 容许限控制图和可信限控制图·····	300
第八节 选控图·····	302
习题十一·····	306
第十三章 模型与模拟····· 曹建文	308
第一节 模型及其分类·····	308
第二节 建立模型的一般原则、方法和步骤·····	309
第三节 随机模拟·····	312
第四节 蒙特卡洛法·····	313
第五节 马尔柯夫分析·····	317

习题十二	320
第十四章 综合评价	陈英耀 322
第一节 综合指数法	322
第二节 综合系数法	325
第三节 加权综合法	328
第四节 模糊分析法	335
第五节 层次分析法	340
习题十三	349
附录 随机数表	351

第一章 绪 论

在现代管理中,管理者需要收集、处理大量的数据,并对未来作出预测,以提高决策的科学性与可行性。作为 20 世纪才逐步形成和发展起来的一门新兴学科,运筹学(operational research)为管理者的决策提供了数据分析工具。它在解决实际问题时,把要解决的实际问题作为一个系统,从总体最优的要求出发,统筹兼顾,为决策者提供最优可行方案,从而达到使有限的资源取得最大效益的目的。

第一节 运筹学的产生与发展

运筹学正式开始的标志并不清晰,很多早期先驱者所做的工作现在也可以看成是运筹学思想的雏形。现在一般认为运筹学是 20 世纪 40 年代开始形成的一门学科。

一、早期朴素的运筹思想

我国朴素的运筹思想可追溯到公元前 600 多年前的春秋时期。这种朴素的运筹思想可以体现在军事领域与日常生活与管理中。公元前 684 年(鲁庄公十年)鲁国的曹刿,在齐国攻打鲁国时,全面分析了两国的形势,统筹全局,及时把握战机,在齐、鲁长勺之战中,弱小的鲁国打败了强大的齐国,成为我国历史上以弱胜强的典型战例之一。战国时期,齐国田忌和齐威王赛马的故事是对策论中的一个典型例子。三国时期曹操与袁绍的“官渡之战”,南北朝时期秦、晋的“肥水之战”等,都是历史上十分典型的战例。运用运筹的思想,运筹帷幄之中、决胜千里之外,以弱胜强,以少胜多的例子不胜枚举。运筹学的思想应用于交通运输、兴修水利、土木建筑和开挖运河等方面的生动例子也有许多记载。如战国时期(公元前 200~250 年),秦国太守李冰父子主持修建了驰名中外的都江堰水利枢纽工程,就是应用运筹学思想的一个突出事例。在土木建筑方面,北宋时期,宋真宗祥符年间(公元 1008~1016 年)京都失火,烧毁一座皇宫。宋真宗派宰相丁渭主持修复宫室任务。丁渭考虑到取土太远影响工期,经过统筹规划,最后提出如下施工方案:①拟定施工方案;②把几条主

要街道挖成渠道;③用挖出的土就地烧制砖瓦;④渠挖成后引汴河之水入渠;⑤把建筑材料和烧制出来的砖瓦沿渠运往工地;⑥施工;⑦把碎杂砖土运出填渠修复主要街道,施工结束。按照这个方案施工,一举三得,功效很高,堪称我国历史上建筑工程的典范。这一事例表明,早在北宋时期,在处理一项复杂的工程时,就注重从总体出发,通盘筹划,在施工步骤上则注重工程之间各环节的衔接及先后顺序,具有统筹方法的思想。

在西方,运筹思想的产出和运用可以追溯到公元前3世纪。古希腊大数学家阿基米德为希龙君主提供了一个设防方案,粉碎了罗马船只攻占西那库斯城的企图。这是西方史籍中最早关于应用运筹思想制定军事方案的记载。

二、运筹学的形成和发展

(一) 酝酿阶段

早在1914年英国人兰彻斯特(F. W. Lanchester)曾发表过关于人力和火力的优势与胜利之间的理论关系的文章。在美国,第一次世界大战期间,托马斯·爱迪生(Thomas Edison)接受了一个任务:找出商船运行策略,使它能最有效地减少敌人潜艇对商船的损害。为了避免在实战条件下船只冒风险,他用了一个“战术对策板”来求解。大约与此同时(在20世纪10年代后期),一个在哥本哈根电话公司工作的丹麦工程师爱尔朗(A. K. Erlang)正在进行关于自动拨号设备对电话需求影响的实验,他的工作是今天用于排队理论的数学模型的基础。1928年德国犹太人冯·诺伊曼(后移居美国)证明了博弈论的一个基本定理,为对策论奠定了理论基础。1926年前苏联提供的“国民经济平衡的棋盘表”和1936年美国的利昂节夫发表的《美国经济体系的投入-产出数量关系》,奠定了用数学方法研究经济平衡理论的基础。1939年前苏联数学家康托洛维奇出版了《生产组织与计划中的数学方法》一书。书中对运输计划,合理利用原材料,生产的配置等都给出了数学模型和确定最优方案的具体方法。上述这一时期,可视为运筹学在理论上的酝酿阶段。

(二) 军事运筹学

1937年,英国科学家被请去帮助军队运用新发展的雷达以确定敌机的位置。1939年9月研究此问题的不同方面的科学家都被集中到英国皇家空军战斗机指挥总部。这个组被看成第一个运筹学组的核心。它逐步地扩展业务范围,甚至超过了原来的雷达和与它构成整体的地面观察站的任务。

这个组成立后不久便和防空司令部研究组合并到一起研究空防目标问题(1940年9月)。杰出的英国物理学家布莱开特(P. M. S. Blackett)领导这个

组,研究野外火炮控制设备的效能,尤其是在实战中的应用。这个组起先包括了2名生物学家、2名理论物理学家、1名天体物理学家、1名军官和1名前任的测量员,以后又补充了1名生物学家、1名一般物理学家和2名数学家。他们成为有名的布莱开特组(Blackett's Circus)。这个由11位科学家组成的小组专业面很广,它进一步发展并分为一个陆军组和一个海军组,结果使战争初期(1941年)在英国所有军队中都有一个运筹学组从事军事研究。由于最初的研究是致力于雷达的运行,并由雷达研究科学家所实现,从此,在英国把这种类型的科学活动叫“运筹学”。

在美国,罗伯特·华生-华特(Sir Robert Watson-Watt)推荐把运筹学引入到陆军和海军的各个部门。到1942年4月已作出引入高水平运筹学的决策并予以实现。最初的研究问题是雷达和旨在减少受敌方潜艇损害的商船海运的问题,在美国空军被称为“运行分析”,而在美国陆军和海军叫做“运行研究和运行评价”。这种类型的活动在第二次世界大战期间在加拿大和法国也有增长。

在第二次世界大战期间,运筹学处于早期发展阶段,也称为“军事运筹学”。

(三) 工商业运筹学

第二次世界大战后,世界经济不断走向新的繁荣,于是人们开始把二战中发挥过重大作用的运筹学迅速地应用到经济领域。很多从事军事运筹学研究的科学家转向工业和经济发展等新的领域。1947年丹捷格(George Dantzig)提出的求解线性规划问题的单纯形法是运筹学发展史上最重要的进展之一。这套完备的理论和方法,使运筹学有了最重要的方法求解基础和理论分析基础,并使运筹学作为一门理论性和应用性很强的学科逐渐形成并得到迅速发展。1953年世界上第一个运筹学学会在美国成立,1955年又在美国举行了首次国际运筹学会议。此后,许多国家相继建立了运筹学学会。20世纪50年代末,很多标准的运筹学方法,如动态规划、排队论、存贮论等都已基本发展成熟。

促进这一时期运筹学蓬勃发展的另一因素是计算机的发展。因为运筹学中很多复杂问题需要大量的计算,在过去需要花费很多时间进行手工运算的过程,通过计算机应用很快就能完成。这对运筹学的推广应用和方法学上的发展奠定了基础。

运筹学引进中国是20世纪50年代中期由钱学森等教授首倡的,后来一大批中国学者在推广运筹学及其应用中做了大量工作,并取得了很大成绩,同时也发表了不少专著和论文,在世界上也产生了一定的影响。

第二节 运筹学的概念、特点与分支

一、运筹学的概念

目前,对于运筹学尚没有一个比较完善的、统一的定义,因为它仍是一门新兴的、不断发展的学科,不同的学术组织从不同的角度定义运筹学。

英国运筹学会给运筹学下的定义是:“运筹学是运用科学的方法,解决工业、商业、政府和国防事业中,由人、机器、材料、资金等构成的大型系统管理中所出现的复杂问题的一门学科。它的一个显著特点是科学地建立系统模型和对机会与风险的评价体系去预测和比较不同的决策策略与控制方法的结果。其目的是帮助管理者科学地确定他的政策和行动。”

美国运筹学会给出的定义更简单,但含义基本相同:“运筹学是一门在紧缺资源的情况下,如何设计与运行一个人-机系统的决策科学。”

莫斯(P. M. Morse)和金博尔(G. E. Kimball)曾对运筹学下过这样的定义:“为决策机构在对其控制下的业务活动进行决策时,提供以数量化为基础的科学方法。”

我国运筹学研究工作者一般认为,运筹学是指应用系统的、科学的、数学分析的方法,通过建立、分析、检验和求解数学模型,而获得最优决策的科学。

二、运筹学的主要特点

(一) 最优方案的寻求

运筹学研究和解决问题的基础是最优化理论和技术,并强调系统整体最优。对研究的实际问题,从系统的观点出发,研究各组成部分的功能及其相互间的影响关系,平衡各组成部分之间的矛盾冲突,以整体最优为目标,求出所研究问题达到最佳效果的解,并寻找一个最好的行动方案付诸实施。

(二) 多学科的综合应用

运筹学研究和解决问题的优势是应用各种学科交叉的方法,具有综合性和应用性。由于研究对象的复杂性和多因素性,决定了运筹学内容的跨学科性、交叉渗透性和综合性。

(三) 系统分析与数学模型的采用

运筹学研究和解决问题的方法具有显著的系统分析特征,需要建立数学模型和创造完善有效的数学方法以及研制计算机软件进行求解。伴随着计算

机日新月异的发展,运筹学为许多领域提供了技术保障和各类优质的服务,其自身也迅速得到发展。

(四) 循环上升式解决问题的思路

运筹学研究 and 解决问题的效果具有循环上升的发展趋势。运筹学方法获得在某种局限的条件下的解或最优方案,同时又发现新的情况或问题,以调整与完善原来的解或方案。因此,只有通过持续研究才能获得新的、更好的效果。

(五) 注重实际问题的解决

运筹学具有明显的实践性和应用的广泛性。运筹学的目的在于解决实际问题,使用的全部假设和数学模型都是解决实际问题的工具,有助于各种经济活动和管理问题的解决,最终能向决策者提供建设性方案并能收到实效。

(六) 运筹学自身理论的发展性

运筹学研究 and 解决问题的系统复杂性和广泛性,使其自身理论、方法和基础也随之迅速产生发展,并不断丰富与扩展。

运筹学在解决大量实际问题过程中形成了独特的工作步骤:①分析问题、确立问题,即确立研究的目标,明确环境的约束条件;②构造模型,这需要抓住事物的本质,大胆取舍,用一个简单明了的模型去刻画和表述其问题的系统或过程;③模型求解,找出最优可行方案;④决策实施,反馈控制,即在求出的最优解一旦被决策者采用并付诸实施,要在实践中进行检验,确定是否符合实际,将检验的信息及时反馈回来,以便进行控制,为继续实施还是修改模型做出反应(图 1-1)。

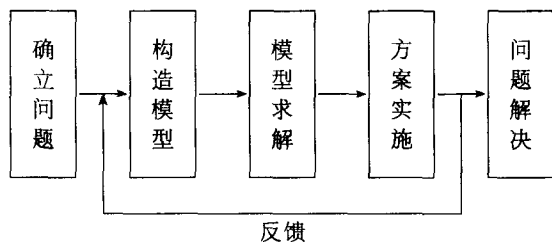


图 1-1 运筹学解决问题的步骤

三、运筹学的分支

(一) 规划论

它是运筹学的主要分支,包括线性规划、非线性规划、整数规划、目标规划、动态规划等。它是在满足给定约束条件下,按一个或多个目标来寻找最优

方案的数学方法。

(二) 图论与网络分析

图是研究离散事物之间关系的一种分析模型,它具有形象化的特点,因此比单用数学模型更容易为人们所理解。最小生成树问题、最短路问题、最大流、最小费用流问题、中国邮递员问题、旅行推销员问题、网络计划都是网络分析中的重要组成部分。

(三) 排队论

它是一种研究公共服务系统的运行与优化的数学理论与方法。它通过对随机服务现象的统计研究,找出反映这些随机现象的平均特性,从而研究提高服务系统水平和工作效率的方法。

(四) 决策论

它是为了科学地解决带有不确定性和风险性决策问题所发展的一套系统分析方法,其目的是为了科学决策的水平,减少决策失误的风险。

(五) 存贮论

又称库存论,它是研究经营生产中各种物资应当在什么时间,以多少数量来补充库存,才能使库存和采购的总费用最小的一门学科。它在提高系统工作效率、降低产品成本上有重要作用。

(六) 对策论

又称博弈论,它是一种研究在竞争环境下决策者行为的数学方法。在竞争形势下,竞争双方为了达到自己的利益和目标,都必须考虑对方可能采取的各种可能的行动方案,然后选取一种对自己最有利的行动方案。对策论就是研究双方是否都有最合乎理性的行动方案,以及如何确定合理行动方案的理论与方法。

此外,运筹学还包括模拟论,可靠性理论、多目标规划、随机规划、组合优化等。近年来又提出冲突分析,可以说运筹学的研究也出现了定量与定性分析相结合的发展趋势。

第三节 运筹学在科学管理中的作用

运筹学在管理中的应用涉及生产计划、库存管理、运输问题、人事管理、市场营销、财务和会计、网络流控制问题、证券投资、设备维修与更新、项目选择与评价、工程的优化设计、交通控制与管理、计算机与信息系统的管理、城市管理。

用运筹学方法可从总体上确定适应需求的生产、存贮和劳动力安排等计划,以谋求最大的利润或最小的成本,主要用线性规划、整数规划以及模拟方法来解决此类问题。运筹学还可应用在生产作业计划、日程表的编排、合理下料、配料问题、物资管理等方面。

将运筹学方法用于多种物资库存量的管理,可确定某些设备的合理能力或容量以及适当的库存方式和库存量。美国某机器制造公司应用存贮论之后节省了 18% 左右的费用。

用运筹学中运输问题的方法,可以确定最小成本的运输的线路、物资的调拨、运输工具的调度以及建厂地址的选择等等。

用运筹学方法可对人员的需求和获得情况进行预测;确定适合需要的人员编制;用任务分配问题对人员合理分配;用层次分析法等方法来确定一个人才评价体系等。

运筹学方法还可用于广告预算和媒介的选择、竞争性的定价、新产品的开发、销售计划的制定等方面。

在财务和会计工作中,使用较多的运筹学方法为统计分析、数学规划与控制决策分析等,它们可以帮助进行预测、贷款、成本分析、定价、证券分析与管理、现金管理。

运筹学中的网络流规划问题可解决网络系统中各流量的分配、控制,获得网络最佳设计和优化控制。

此外,运筹学还应用于各种紧急服务系统的设计和运行,如救火站、救护车、警车等分布点的设计,美国也曾用排队论方法来确定纽约市紧急电话站的值班人数。加拿大曾研究一城市的警车配置和负责范围,出事故后警车应走的路线等。

我国运筹学的应用是在 1957 年始于建筑业和纺织业,从 1958 年开始又在交通运输、工业、农业、水利建设、邮电等方面有所应用。在解决邮递员合理投递路线时,管梅谷教授提出了国外称之为“中国邮路问题”的解法。从 20 世纪 60 年代起我国的运筹学工作者在钢铁和石油部门较全面地和深入地应用了运筹学,投入产出法在钢铁部门首先得到应用,而线性规划在石油勘探中得到了非常好的效果。在 1965 年统筹法应用于建筑业、大型设备维修计划,1970 年起优选法的推广,排队论、存贮论的应用,使运筹学在经济建设中发挥了重要作用。

近年来,运筹学的应用已趋向研究大规模和复杂的问题,如部门计划、区域经济规划、交通与通信系统等,并已与系统工程融合在一起。

参考文献

1. 宁宣熙编著. 运筹学实用教程. 北京:科学出版社,2002
2. 朱德通编著. 运筹学. 上海:上海人民出版社,2002
3. 罗伯特·吉·瑟罗夫著,薛华成等译. 运筹学入门. 北京:清华大学出版社,1984