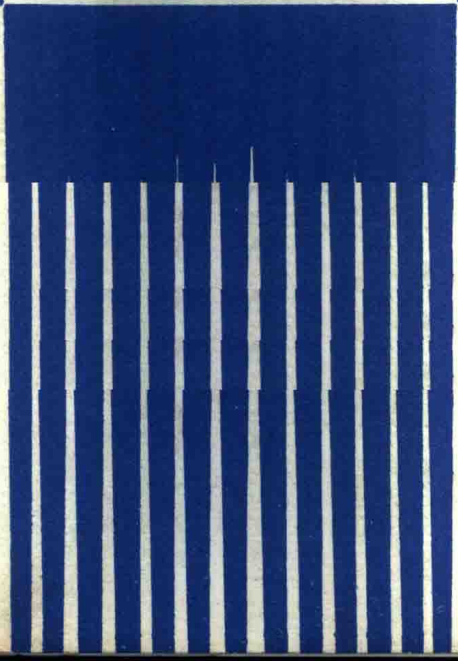




毛正中
熊天祥

卫生管理中的数量方法



四川科学技术出版社

卫生管理中的数量方法

毛正中 熊天祥

四川科学技术出版社

责任编辑：赵 健

封面设计：陈世五

技术设计：翁宜民

卫生管理中的数量方法

毛正中 熊天祥

四川科学技术出版社出版

(成都盐道街三号)

四川省新华书店发行

四川省卫干院印刷厂印刷

统一书号：7298·226

1986年10月第1版 开本 787×1092毫米1/32

1986年10月第1次印刷 字数 220 千

印数1—3,000 册 印张10.25 插页 1

定 价：2.15 元

目 录



绪 论	1
第一章 网络计划方法初步	9
§1—1 引 言	9
§1—2 网络图及其绘制	11
§1—3 网络图的时间参数及其计算方法	25
§1—4 网络图的分析	34
§1—5 网络图的调整与优化	41
第二章 线性规划	52
§2—1 引 言	52
§2—2 线性规划模型的构造	53
§2—3 简单线性规划问题的图解法	67
§2—4 单纯形法	76
§2—5 灵敏度分析	90
§2—6 0—1 型整数规划简介	98
第三章 存贮论	104
§3—1 引言	104
§3—2 存贮论的一些基本概念	106
§3—3 确定性存贮模型	107
§3—4 随机性存贮模型	128
第四章 排队论	142

§4—1	引 言	142
§4—2	排队系统	143
§4—3	排队系统的数量指标和排队分析中常用 的概率分布	147
§4—4	排队系统分析	157
§4—5	经济分析	181
第五章	卫生服务需求预测	189
§5—1	引 言	185
§5—2	长期预测	187
§5—3	中期和短期预测	209
第六章	决策分析	225
§6—1	引 言	225
§6—2	决策问题的分类	226
§6—3	风险型决策的分析	228
§6—4	决策树法	236
§6—5	不确定型决策的分析	253
§6—6	效用理论	258
§6—7	灵敏度分析	271
	参考文献	

附 录

表 1	泊松分布表
表 2	各种服务强度下的 L_q 值表
表 3	有限排队表
表 4	正态分布表
表 5	χ^2 分布表
表 6	t 分布表
表 7	F 分布表

绪 论



在管理理论中，有一种理论方法，称为管理科学 (Management Science)，或称运筹学 (Operation Research)，亦称管理决策中的数量方法 (Quantitative Methods)。

卫生事业本质上是一种社会福利事业。提高卫生事业的效益，其基点应放在各种卫生资源（人力、物力、财力、信息等）的最优配置或利用上。怎样把有限的资源配合使用，使它们产生最大的效益呢？要完成某项规定的卫生服务计划，如何安排才能使之耗用的资源最少呢？面对种种带有风险的计划，怎样选择才最合理呢？凡此种种，都是卫生事业管理者所关注的问题。而数量方法则可以为决策者解决这些问题提供最好的方案。事实上，大多数（如果不是全部的话）决策问题（或者其中的某些部分，即它的某些子问题）都能以数量化的方式去度量。换言之，在大多数情况下，数量方法都可以帮助管理者作出科学的决策。

也许有人会说：“经验是最好的老师”，“行政经验本身就是解决实际问题的最好方法。”事实上，这只是天真的管理者的一种幼稚的看法。美国人巴伐 (Buffa) 曾作过一次试验，受试者是52名高层次的经理、副经理或重要部门的主管人员，他们都有很多成功的管理经验。试验者向他们提出了一些实际问题（在这里，通常的事务判断力可以用来选择出

适当的方案)，每个问题的构造都是使得受试者可以用正规的数量分析方法去算出“正确的答案”的。结果只有10%的人作出了最好的决策。而意味深长的是，所有这些人都是用数学的方法得出答案的。直觉、很强的判断能力、情绪等都被证明为次要的因素。当然，这决不意味着直觉和判断力对管理来说是不重要的。相反，直觉和判断能力常常是反映一个成功的管理者的重要特征。首先，在确定问题以及解释由数量方法提供的解答方案时，需要管理者的经验和判断力；其次，经验和判断力在成功地实施所得的方案时更是至为关键的。而数量方法本身只用来对数据资料作逻辑处理，以帮助管理者选出最好的方案来。

自然，只有当存在着两个或若干个方案时，才需要进行决策。管理者面对一个决策时，首先必须区分出各种可供选择的方案，其次要建立起评价它们的准则，最后还必须能估计每种方案的结果。在大多数情形下，都存在多种方案、多个评价准则。这些准则可能是互相联系的或者是彼此抵触的，而各种结果又是很难预测的。因此，管理决策者必须借助于他的经验和判断力去确定决策问题中的这些重要的要素。但是问题确定后，还有待解决。还要将各种要素结合在一起，作出分析以至最后选出最好的方案来。数量方法正是在这个阶段上发挥作用的。这些方法提供了一种系统的、逻辑的方式去分析全部因素，并给出解，或者说最好的方案。

近30年来，数量方法在管理决策中的运用越来越多，这主要是由于电子计算机的发展和管理决策面对的问题越来越复杂这两个原因所促成。电子计算机的发展为数量方法的实现提供了有力的运算工具；问题复杂性的增加，使得各项活动的费用和风险都增加了，因而管理者就更多地求助于数

量方法去作出更有效的决策。表1和表2给出了一些具体的数据，说明了数量方法使用的增加情况。

表1 应用数量方法（运筹学技术）的范围对比表

	调 查 者		
	美国管理协会 n*=631(1957年)	哈 维 等 n=90(1958)	苏曼彻尔等 n=65 (1964)
生产	24	32	65
长期计划	23	39	55
做广告、销售	25	14	20
库存	21	31	65
运输	15	18	41
最高层管理	15	数字不准确	数字不准确
研究开发	14	数字不准确	数字不准确
财政	13	数字不准确	数字不准确
会计	11	11	13
购买	8	数字不准确	数字不准确
人员安排	8	数字不准确	数字不准确
质量控制	数字不准确	22	38
维修	数字不准确	11	24
选址	数字不准确	10	24
设备更新	数字不准确	10	20
包装	数字不准确	9	5
预算	数字不准确	7	29
每个领域的平均数	15	18	34

* 这里的n表示调查的单位数。

过去，不少管理决策者总是避免采用数量方法的。这—则是因为数量方法的应用本身受到了一些条件的限制，二则是因为人们往往对尚未证明有用的东西存在着疑惑的心理。然而，广泛适用的各种计算机程序打破了应用数量方法的许多束缚，开阔了人们的眼界。人们甚至已经看到数量方法在

表2 应用数量化方法于生产问题的情况调查 (1975年)

生产问题	数 量 方 法					单位 类	号
	线性和非 线性规划	计算机 模拟	网络 技术	指数平滑法 和回归分析	排队论	类总	
生产计划和控制	41	25	40	23	7	136	1
目标计划和控制	1	4	85	1	0	91	2
存贮分析和控制	20	29	5	22	8	84	3
分析投资目标	21	25	5	5	0	56	4
质量控制	15	12	2	27	0	56	4
维修计划	8	5	33	3	2	51	6
人力配置	29	13	0	2	2	46	7
产品混合	31	11	0	2	0	44	8
物资分配	19	14	1	4	0	38	9
设备设计分析	4	21	2	4	1	32	10
设备选址	13	9	6	2	1	31	11
线路平衡*	14	6	1	4	6	31	11
配料	19	3	0	4	0	26	13
后勤研究	13	5	2	1	2	23	14
每个操作员的机器安排	11	5	0	0	7	23	14
维修人员的规模	2	8	0	0	10	20	16
系统的可靠性	0	11	0	5	1	17	17
占用面积的大小	4	6	0	0	4	14	18
排队线	0	3	0	0	11	14	18
设备布局	3	3	2	0	2	10	20
设备更新 (减少修理浪费)	6	2	0	0	0	8	21
总数	274	220	184	109	64		
类号	1	2	3	4	5		

* 指安排好生产线使得分配给每种工作状态的工作相等。

管理决策中还有很大的潜在的应用前景。一个不愿落伍的管理决策者，应该及时地掌握这一有用的工具。

当然，这并不意味着管理决策者一定要成为一个数学家或者一个熟练的数学工作者，而是说他应该充分认识数量方法能够帮助他作出管理决策。在这方面应该达到的起码要求是：第一，识别并确认能用数量方法解决的问题；第二，建议一个能用的(或应该用的)适当方法；第三，能理解并解释数量方法所求得的解；第四，弄清所求得的解的限制条件。一般地说，有各种精通数量方法和电子计算机程序的专家可供咨询。但是，这并不能成为降低对管理决策者本人掌握数量方法的要求的理由。管理者本人不仅应能鉴别是否需要作出决策，并应能判断是否需要专家来帮助解决某个问题。只有管理者自己理解了数量方法，才能与专家就使用什么样的数量方法和它们所需的条件进行深入的讨论，给专家指出正确的方向，理解专家们所得的结果。由此也就有效地提高了管理者的决策能力。

数量方法主要通过建立数学模型，从而借助数学工具，来为管理者提供最好的方案。实际情形常常是复杂的。但实际情形之所以呈现这样的而不是那样的面貌，常常又是由不多的几种主要因素作用的结果。要构造从本质上刻画实际情形的数学模型，必须将实际情形简化，即挑选和分隔出实际情形的主要特征，得出一种从本质上看是实际情形，但又不完全是那个真实的实际情形的理想化情形。模型就是理想化了的系统的象征性表示；它既象它所代表的实际情形，又不是实际情形的准确复制；它代表了实际情形在结构上、功能上的属性，但又不是实际的实体本身。这样，模型为我们看清现实中实际上正在发生着什么，为把实际隐藏着的关系显露出来提供了一种方式。而且还提供了逻辑运算的基础，能把内在的关系表述得十分清晰，使我们不仅明白了各种要素是：

怎样结合在一起的，各种概念是怎样彼此联系的，而且还可以弄清它们的运动和变化趋势，从而使我们能够发现某些不明显的规律。数学模型就是用数学符号（字母或运算符号）来刻画理想化了的系统的一种符号模型。它用字母来代表系统的各种因素，用各种运算符号把字母连接起来构成一个数学表达式，反映各种因素间的本质联系。

数学模型可分为随机型与确定型两大类。当数学模型的参数是常数或者以可预测的方式变化时，这个模型就是确定型的；当模型的参数与机遇有关或模型涉及到了实际情况的不确定（随机）性时，这个模型就是随机型的。当然，可以按模型所起的作用分为描述性模型、预测性模型和规定性模型。描述性模型刻画了它们所代表的那个理想化系统的本质特征，由模型得到的结果可以用来解释系统的各种现象；预测性模型提供了演绎（在时间或范围上外推）的基础；规定性模型常用来指出怎样达到所述的目标。一个模型可以不只是一种功能。

建立数学模型是成功地应用数量方法的一个最重要的关键。图1说明了构造和应用模型的一般过程。

具体地说，有如下五个步骤：

第一，把实际问题抽象化或概念化，即把实际情形抽象成一种理想的系统；

第二，符号化，即用各种字母来代表系统的要素，并构造起一个模型——用数学运算符号去显示各要素之间的关系，即建立起一个数学表达式，用它去代表系统。

第三，处理模型，即对模型作逻辑运算，以求出抽象出来的问题的解；

第四，评价，即通过对比以模型为基础的预测与实际的

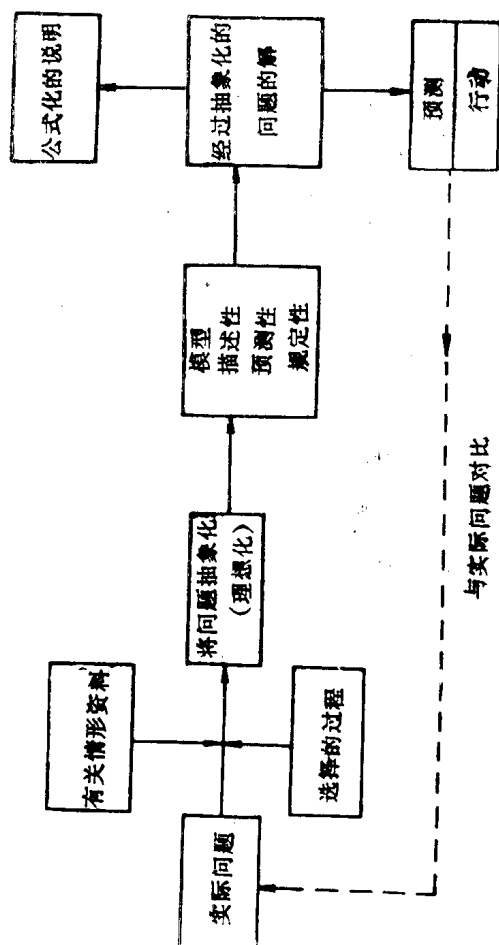


图 1 建立数学模型的过程

观测结果，或对比基于模型的方案的结果与实际的目标，来检验模型代表实际的能力；

第五，有时，要把已成为新的研究的出发点的一般原则或假设作公式化的表示。

本书主要通过对卫生管理中一些常用的数学模型的建立及其应用的粗略描述，来介绍一些最基本的数量方法及其在卫生管理中的应用。

最后，需要说明的是，本来数量方法应该包括统计学方法，但是这本小册子不打算把统计学作为一种专门方法来介绍，只是在必要时引用了有关结果。本书主要内容，编者曾在卫生部第二期、第三期管理科学讲习班（四川班）、华西医科大学卫生管理干部培训中心和四川省卫生管理干部学院管理系多次讲授。这次出版，听取了许多同志的意见，对原讲义作了一些改动，力求更多反映数量方法在卫生管理中的应用，使之易于为不熟悉数学的读者所理解。但愿这本不成熟的小册子对于在卫生管理干部中普及数量方法能起一点小小的作用。

第一章 网络计划方法初步



§ 1—1 引言

一、网络计划方法的起源

网络计划方法是现代管理方法的一个重要组成部分，它在科学管理中得到了广泛应用，取得了显著成效。

网络计划方法起源于美国。1957年，美国杜邦化学公司为了缩短新厂的建厂时间，与兰德公司协作，提出了一种用网络图对工程进行计划安排的方法——关键路线法(Critical Path Method)，简称CPM。应用CPM的结果，使这项耗资1000万美元的建厂工程比计划提前两月完工。几乎与此同时，美国海军特种计划局开始执行“北极星”计划，研制导弹潜艇。当时有250家主承包商和9000多家转包商参与了这项计划。为了处理庞大的业务量和信息量，美国海军专门设立了特殊项目管理处进行研究，提出了以网络分析为内容、以电子计算机为手段的新型计划管理方法——计划评审方法(Program Evaluation and Review Technigue)，简称PERT。采用这种方法的结果，使研制任务提前两年完成。这两种方法后来在世界各国得到了推广。现在，在具体应用中，一般都不再对这两种方法加以区分，而统称为网络计划

方法或网络分析技术。

我国应用网络计划方法是从六十年代初期开始的。当时，华罗庚教授将这些方法介绍到国内来，并进行了统一和推广，应用于国民经济的各个部门和各个领域，取得了显著效果。近几年来，网络计划方法在各个部门和领域得到了进一步的普及和深入应用，加速了我国管理现代化的进程。

二、网络计划方法的特点

网络计划方法的基本思想是“统筹兼顾”。具体地说，就是它将研究和开发的所有各项任务当作一个系统来处理，将系统内的各项任务（工序）按阶段和顺序，通过网络图统一计划、合理安排，从而有效地利用各项资源（人力、物力、财力、时间等），求得计划的最优方案，完成整个系统的预期目标，取得良好的经济效益。

网络计划方法与计划管理中长期使用的“横道图”（或称条形图、甘特图）是大不相同的。传统的横道图是在不同的工作项目后画水平直线，这样来表示计划的日程安排和工作进度。这种方法的优点是：绘图容易，应用方便，对于计划和实际工作进展情况容易进行直观的比较和判断。但是，它只能反映出各个工程项目的静态联系，而不能反映出计划工程的全貌，更不能反映出各个工程项目之间在先后次序上的依赖关系，因此也就不能反映出计划的全局性关键所在，从而无法进行最合理的计划安排。

网络计划方法则与此不同，它是以各个工程项目（工序）所需的工时作为制订计划时要考虑的主要因素，以各个工程项目（工序）之间的相互联系绘成网络图，来反映整个工程的全貌，并用数学方法计算确定对全局有影响的关键工

序，从而对整个工程中的各个具体项目作出最有利的全面规划和安排的。

因此，与横道图方法相比，网络计划方法有下列优点：

1) 它能反映出各工序之间的相互制约关系和依赖关系，可以预见到任一工序提前或推迟完工时对整个工期可能产生的影响；

2) 它能反映出整个工程的关键路线与关键工序所在，从而便于对工程实行控制和调整；

3) 它能对各种可行方案进行优选和比较；

4) 有关的分析和计算可以用电子计算机进行。

网络计划方法既可以用于大型工程项目、科研设计、新产品开发计划的制订等，也可用于医疗及卫生工作的计划、组织和控制。据国外统计，应用网络计划方法的工程项目，一般可以缩短工期百分之二十，节约投资百分之十。关于网络计划方法用于卫生事业管理的文献也经常可以见到。

§ 1—2 网络图及其绘制

网络图是网络计划方法的基础。下面分别介绍网络图的构成和绘制的有关问题。

一、网络图的构成

网络图是由工序（活动）、结点（事件）和路线三部分构成的工作流程图，它反映了一项工作任务中各个有关项目之间的逻辑关系。为简单计，在以下的叙述中，我们将各项不同性质的工作任务统称为工程。

1. 工序 工序是工程中的某一项具体活动过程，它要消

耗一定的资源(人力、物力、财力), 占用一定的时间。在网络图中, 工序用箭线 $\circ \rightarrow \circ$ 来表示, 箭头指向表示工序的推进方向, 工序的名称标在水平箭杆上部, 完成该项工序所需要的时间标在箭杆的下部。箭线前后的圆圈中填有号码, 以区分不同的工序。

2. 结点 结点就是相邻两道工序之间的衔接点, 它既表示一道工序的开始, 又表示另一道工序的结束。在网络图中, 通常用符号 $\circ$ 来表示结点。例如, 在图 1—1 所示的网络图中, 结点②既表示工序A的结束, 又表示工序B的开始。

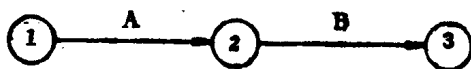


图 1—1

注意, 结点不占用任何资源和时间。

3. 路线 在网络图中, 由起点开始沿着箭头所指的方向直到终点的一条条通道, 称为路线。例如, 假设我们已经绘制出了某个工程项目的网络图, 如图 1—2 所示:

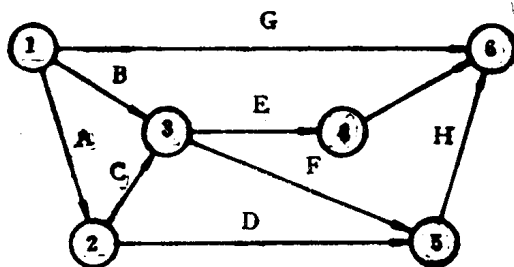


图 1—2

则从起点①至终点⑥的各条路线就是: