

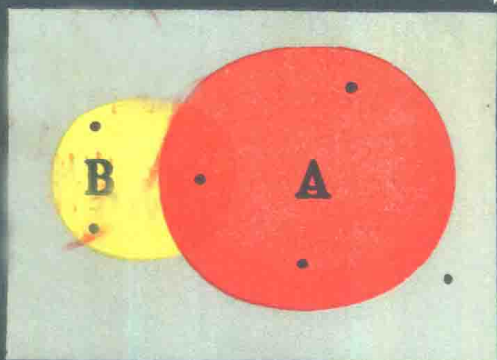
YUN CHOU XUE QIAN SHUO

运筹学浅说

经济管理知识读物



S



江苏人民出版社

经济管理知识读物

运筹学浅说

汤玉卿 编著

江苏人民出版社

运 筹 学 浅 说

汤玉卿 编著

江苏人民出版社出版

江苏省新华书店发行 泰州人民印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 印张8.375 字数176,000

1982年8月第1版 1982年8月第1次印刷

印数 1—16,000册

书号: 4100·024 定价: 0.68元

责任编辑 高 怀

前 言

企业在实现四化的过程中，管理工作的重要作用越来越明显了，许多企业的领导干部和管理人员，迫切地希望学习有关企业经营管理的科学知识。这本《运筹学浅说》就是为了适应这种需要而编写的。

考虑到运筹学的研究对象和内容，迄今仍人言言殊，笔者在撰写时给本书定了个范围：(1)只限于经济管理的问题，至于军事、政治、社会等方面的问题不予探讨；(2)只限于微观经济中的企业管理问题，凡属于宏观经济（如国民经济各部门间的平衡、投入—产出等）的问题，概不论述；(3)只限于企业管理中的生产和业务问题，其他如财务管理、经济核算、成本管理等概不论述。同时，笔者在撰写过程中力求做到通俗易懂，一些太抽象的和不易理解的理论和方法，就略去不作介绍了。

现在，电子计算机在有些国家已成为运筹学不可缺少的工具，为了使读者对电子计算机有概念性的了解，特编写“电子计算机与运筹学”作为附录一。“概率论基础知识”，是学习运筹学的必修课目，作为附录二，供读者阅读参考。

为便于有些读者进一步研究、查考，特将编写本书时所用的一些主要参考文献目录，附在本书的最后。

本书在编写时，承蒙上海社会科学院副院长蔡北华同志和部门经济研究所副所长徐之河同志给予大力支持。复旦大

学郑绍濂教授审阅了本书的原稿并提供了宝贵的修改意见。上海社会科学院杨锡山、钱志坚两教授也给了有益的指导和帮助。张楚熊同志为整理本书的底稿付出了辛勤的劳动，谨此一并表示衷心的感谢。

由于本人水平有限，书中倘有缺点和错误之处，敬希读者批评指正。

汤玉卿

1982年2月于上海

目 录

第一篇 从科学管理到管理科学	(1)
第 一 章 泰罗和科学管理制度.....	(3)
第 二 章 运筹学的发生与发展.....	(8)
第 三 章 运筹学——一门年青的学科.....	(16)
第二篇 运筹学的方法论	(28)
第 四 章 决策论概述.....	(30)
第 五 章 模型论入门.....	(52)
第 六 章 模拟法导论.....	(64)
第 七 章 规划论片断.....	(75)
第 八 章 库存论大意.....	(101)
第 九 章 排队论原理.....	(117)
第 十 章 对策论初阶.....	(131)
第十一章 网络技术基础.....	(153)
第十二章 信息论要旨.....	(171)
第十三章 其他有关理论和方法梗概.....	(186)
第三篇 结 论	(215)
附录:	
一、电子计算机与运筹学.....	(221)
二、概率论基础知识.....	(233)
主要参考书目	(259)

第一篇

从科学管理到管理科学

十九世纪初叶欧洲工业革命之初，工业生产的规模很小，企业的经营管理照例由老板总揽一切。以后，由于生产力的发展，出现了分工。人们在共同的劳动过程中需要有专人来组织、指挥、监督和调节，使生产有秩序地、有效率地进行，正象乐队里需要指挥一样。此项工作在小范围的工场里是由工头承担的，大生产则由总工程师协调全厂各部门之间复杂的分工协作关系。但是，有的时候部门之间还会产生矛盾需要去解决。这就客观地提出了研究科学管理的迫切需要。十九世纪后期，西方发达的资本主义国家中出现了不少科学管理研究工作者，并取得了许多成就，其中以美国人F.W.泰罗（Taylor）最为著名。

如果把管理科学的发展划分为阶段的话，那末，这就是第一个阶段。这个阶段是以泰罗制为代表的科学管理为标志的。第二个阶段是从第二次世界大战结束后，运筹学被应用于管理开始的。运筹学就是狭义的管理科学。运筹学又可译为“作业研究”，它同作业分析、系统分析等大同小异，有人认为是同义词。管理科学与科学管理的不同在于：前者着重提高效率，即如何增加生产速度，降低成本和减轻疲劳；而后者则侧重于增加效果，讲求有系统的组织的策略。现代管理科学可称为第三阶段。现代管理学家认为，工业社会的

现代管理,除了运用电子计算机作为基础的工作系统,通过管理信息、计算机模拟、运筹学等科学技术以及逻辑程序的运用以协助决策外,更要充分发挥人的创造性和工作精神,有效地利用人力资源。现代管理科学内容广泛,与许多现代科学理论、方法和技术密切关联,已成为一门多学科的综合性的边缘科学。

这一篇就从泰罗和科学管理谈起,然后介绍运筹学的基本内容。

第一章 泰罗和科学管理制度

一、泰罗制度的由来

科学管理运动主要是把有关管理决策的一些因素引向定量化。科学管理的先驱泰罗在这方面作出了卓越的贡献。

1881年,泰罗在米德瓦尔钢铁公司研究金属切削工作时,认为若把各种决定因素定量化,就能在不同条件下选用最合适的工具、车速和进料。他通过试验发现,为了取得最佳效果,需要考虑十二个变量,其中包括金属质量、工件直径、工具切边的形状、工具钢的化学成分等。后来,他和他的同道们导出了十二个非常复杂的经验公式,每一个公式代表一个变量。

接着,他们又开始设计一种计算尺,旨在使使用人能在几秒钟之内对每一种情况应采用的工具、车速和进料作出正确判断。他们请教了著名数学家和教授,并愿意向能为他们解决问题的人给予可观的报酬。但无人肯接受这一任务,所得到的一致答复则是:有四个联立方程求解四个变量或许是可能的,但超过了这个范围便是不能确定的问题,是无法求得数学答案的。但是,泰罗他们刻苦钻研,花了十八年工夫,计算尺终于由他的学生C.巴思(Barth)创造了出来。

泰罗在伯利恒钢铁公司工作时,发现各项铲起工作所用的铁铲是一式的。他作了测定,一铲煤屑重仅 $3\frac{1}{2}$ 磅,而一铲铁矿砂却重达38磅。各种铲起工作的负载相差悬殊,用同

样的铲显然是不合理的。通过进一步试验，他确定了一铲的最理想重量是 $21\frac{1}{2}$ 磅。于是，他设计了适应不同铲起任务的不同铲型和大小，使每铲的负载接近理想重量。从此，铲起的生产率大幅度上升，在三年半内，该公司的铲起工人从500人减少到140人，而工作量没有减少。

泰罗在研究了搬运生铁块工作之后，确定了一种最好的搬运法、最佳的步态、和最合适的工作和休息时间。他又挑选了工人并亲自训练他们完全按照他所规定的方式搬运，结果生产效率显著提高。

泰罗对每项工作从两方面进行分析研究。一是“工作设计”（或称“方法研究”），就是分析操作中的必要动作和规格，减少不必要的动作。二是“工作测量”，就是测定应该给予操作人完成一项工作的时间；这个数字的倒数便是在一定的时间内（例如一天）一个工人应当完成的工作量。泰罗总是十分仔细地测定一个工人按照他所规定的操作法进行一项特定工作所需的时间，从而确定一天的工作量。他发明用马表测时，现称“时间标准”，作为核定工资的主要基础，也是工业产品核定价格的必要依据之一。泰罗还科学地对作业顺序和定额作了深入的研究。

泰罗对于工资是主张适当提高借以调动工人积极性的。他的口号是，“合理的一天工作得到合理的一天报酬”。他提倡计件工资制。在他的管辖下，往往是在产量提高的同时，公司的总的工资支出减少，而工人们个人收入却增加了，在某些地方，产量甚至提高四倍。

以上就是泰罗的管理方法的若干方面。泰罗的管理方法自成体系，称为“泰罗制”。他的名著《科学管理原理》于

1911年问世。他的管理方法可扼要地归纳成下列四条原则：

(1)不要凭老经验办事，而要对各项工作的每一个环节作分析研究；

(2)不要让工人选择自己的工作 and 执行旧的操作方法，而要根据工作需要挑选合适的工人，并对他们进行培训和提高；

(3)发扬管理部门和工人之间的真诚协作关系，使工作能按科学的设计程序进行；

(4)不要把绝大部分工作和责任压在工人身上，而是要和管理部门合理分工，各尽其责。

泰罗是为资本主义服务的，泰罗制的最终目的是最大限度地剥削剩余劳动。然而，他对科学管理的贡献是不可抹煞的，尤其在定量化方面，其影响所及，十分深远，为运筹学创造了必要的条件。列宁同志也对泰罗制作了精辟的论断，他指出：“一方面是资产阶级剥削的最巧妙的残酷手段，另一方面是一系列的最丰富的科学成就”(《列宁选集》第3卷第511页，人民出版社版)。泰罗制的积极的一面，确有值得我们借鉴的地方。

二、同时代的科学管理

和泰罗同时代的有法国的工程师兼产业家亨利·费尧(Fayol)。他于1916年发表了《一般管理与工业管理》，把经营管理职能规定为：计划，组织（人和物），指挥，协调，控制。他还制定了四项重要原则：权力与责任相适应，统一指挥，统一指导，用“跳板”防止指挥系统活动陷于停

顿。另外，他还拟定了十条细则。

在美国，与泰罗同时代的有吉尔博斯夫妇，埃德加·汤姆逊，安德鲁·卡内基，皮埃尔·杜邦，和阿尔弗雷特·斯隆。吉尔博斯夫妇发明了动作研究和疲劳分析。汤姆逊制定了一套先进的情报系统，确定了管理的指挥系统和通讯系统，制定了职工详细的工作规则和岗位责任制，并建立了详尽的纪录保管制度。卡内基创立了成本分析制度和分红办法。杜邦建立了职能部门和“执行委员会”作为最高管理机构。斯隆创立了“集中的政策指导下分散经营”体制，他对控制、考核、预测作出了贡献。

泰罗以后，在美国出现了亨利·福特的同期管理方法，推行了甘脱的计时奖励制。在德国，有韦伯的组织机构模型，等等。

他们所作的这些贡献丰富了科学管理的内容。然而，泰罗的贡献是无与伦比的，他被誉为“科学管理之父”是当之无愧的。

三、企业管理的新要求

综上所述，科学管理的目的是：（1）人尽其才，才尽其用。（2）物无浪费，力无虚耗。（3）提高效率，降低成本。（4）分层负责，各司其职。其所采取的科学方法是：制度化，简单化，效率化，标准化。其主要内容有：（1）动作研究，探索有效的标准动作。（2）方法研究，注重生产程序。（3）时间研究，规定生产标准时间。（4）工作流程研究，注重工人、工具、机械、材料活动的关系和效率。（5）工具设计，考虑生产

环境和工作人员疲劳等因素来设计工具。(6)设备研究,研究生产设备的安排和设计方法。(7)工资标准,用泰罗的话来描述:“管理的第一目标是较高的工资与较低的成本结合起来。”所有这些,在当时确实是很先进的。但是,第二次世界大战以后,西方的工业生产发生了巨大变化,主要表现在:

(1)企业的生产规模不断扩大,产量大幅度上升,跨国公司空前发展,一个大的企业雇佣职工多达数万乃至数十万人。

(2)产品品种和结构多样化,制造技术复杂化,质量要求越来越高,精密度大大增加,新产品层出不穷,产品生命期缩短,商业竞争激烈。

(3)企业专业化、协作化关系复杂。例如,参加美国阿波罗登月飞船的设计、研制、生产的单位多达两万多家。

(4)企业受法规的制约和政府的干预,不能单纯地追求利润,而必须向社会承担一定的义务,如生态关系,公害控制等。与此同时,企业对国内外市场、运输、原材料、能源、以及国际政治、经济形势的依赖关系日益广泛密切。

总之,对于现代企业的错综复杂的管理工作,科学管理已不能适应,于是,运筹学便应运而生。

第二章 运筹学的发生与发展

一、朴素的运筹思想

“运筹”一词，就其原来的意义来说，是指谋士幕僚出谋献策、运筹策划，即所谓“运筹于帷幄之中”。在我国古代，这种例子是不胜枚举的。演义小说里的诸葛亮、智多星吴用等就是这一类人物。在西洋四世纪时候，阿基米达向锡腊库札国王献策，终于解除了罗马舰只的封锁。近代谋士幕僚的角色大都是由科学家扮演的。

二、第一次世界大战前后的情况

第一次世界大战爆发前不久，英国数学家F.W.兰吉斯特 (Lanchester) 对空战作了数学分析，他用一些方程式描述了战争的某些基本关系。后来，他把这个分析运用到特拉沃尔战役获得了某些成功。兰吉斯特的功绩在于：他第一个证明了战争情况，是可用数学方法分析的；虽然在大的战役中，由于他的方程式过分简单，不能作为分析全局的复杂战况的依据，但仍可在局部的战役中，对武器的效果作些评价。与此同时，美国科学家T.A.爱迪生 (Edison) 也研究了反潜战争过程。他编制了一种统计，可用以分析潜艇的机动情况，使水面上的船只能躲避并进而摧毁潜艇。但是，他们两

人的成果没有能得到及时应用。

在第一次大战中，以生理学教授 A.V. 希尔 (Hill) 为首的英国国防部防空试验小组成立，专门研究高射炮的利用问题。这可以算是第一次世界大战时期运筹组织的萌芽。事实上，希尔在第一次世界大战中和两次战争之间，对于发挥科学在国防中的作用作出了无可估量的巨大贡献。他被称为“运筹学之父”。另外一个人是美国的 P.M. 摩斯 (Morse) 教授。美国于 1917 年参战，摩斯构造并分析了横跨大西洋护航队损失的模型。这一工作是第二次世界大战中许多同样分析的先导。摩斯领导了美国运筹学的发展。

三、第二次世界大战前和战时的发展

S. 楚格门 (Zuckerman) 曾说：“运筹学是科学家和飞行人员秘密联系的私生子”，事实正是如此。1935 年，英国空军部建立了以 H.G. 铁寨 (Tizard) 爵士为主席的防空科学调查委员会。这个委员会了解到华生-瓦特 (Watson-Watt) 认为无线电波可以探测飞机。通过试验研究，获得了成功，发明了雷达。到了 1938 年，英国在东部沿海一带建成了一连串的雷达站作为空防的第一道防线。

在这以前，铁寨组织了科学家研究如何利用雷达指挥战斗机截击敌机，取得了丰硕的成果。这些科学家对雷达站的操作以及指挥部对报告和飞机控制系统的全面操作作了建设性的建议，均一一为军方所采纳。

由于这些卓越的成就，作战研究部主任罗威 (Rowe) 称科学家们的这些工作为运筹学 (Operational Research)。

这就是运筹学这个名称的由来。

英国皇家空军对科学家们的贡献作了高度的评价。战争爆发以后，他们立即邀请科学家们转入空军司令部斯坦慕战斗指挥部，在那里成立了永久性的运筹组织。到了1941年，运筹组织在英国空军中广泛地建立起来了。

1942年，在大西洋战役中，运筹组织对飞机深水轰炸德国潜水艇的效率作了测定：在战争的某一阶段，空军护航机平均每出动三架次就能挽救一艘商船免于被袭击沉没。因此，如何有效地调动为数有限的护航机使之发挥最大可能的威力乃是当务之急。当时，英国沿海防御运筹小组负责人遗传学家C.戈登（Gordan）博士研究了空军护航机的使用情况，认为把可使用率当作维修效率这样一个准则限制了飞机出动的架次。他把飞机经过飞行状态和维修状态又回到飞行状态这一循环，同生物的生命循环作了比拟^[1]。他通过对飞机的出动次数、人力、和维修效率的调研，提出了凡是可以使用的飞机就应当尽量让它飞行以提高作战效率的主张，理由是：飞机越是经常飞行越需要维修，可使用率便越低，因此，上述准则是不合理的。

为了证明戈登的假说，指挥部命令一个中队不必考虑可使用率的问题，尽量让可以飞行的飞机出动。试验结果表明，整个中队出动架次大大增加，可使用率却大大降低，而维修系统仍能充分发挥作用。这样，海岸司令部的飞机出动架次几乎增加了一倍，对大西洋战役作出了贡献。

1940年，英国陆军也决定采用雷达作为高射炮的瞄准器。

[1] 参阅第五章第四节。

英国皇家学会会员 P.M.S. 白兰格脱 (Blackett) 教授奉命指导这项研究工作，他组织了一个由三名生理学家、两名数学物理家、一名天文物理学家、一名军官、一名测量员、一名普通物理学家和两名数学家组成的研究组。这个由各种专家组成的混合组织有“马戏团”的名号，他们从不同的角度来探索问题。在第二次世界大战后期，整个英国陆军普遍成立了运筹组织从事研究工作，研究课题主要是新式武器的使用问题。

白兰格脱教授还负责在英国海军中推广运筹组织，研究如何利用雷达探测船只和潜艇。这样，到了1942年，英国的空、陆、海三军全面建立了运筹组织。

第二次世界大战中英国的运筹组织主要是非军事人员在起作用。在J.D. 伯纳耳(Bernal)和楚格门两教授的领导下，运筹组织对敌机轰炸造成居民伤亡和物资损失作了分析，并且用动物进行试验来估计爆炸对有机体的影响。在这些研究中，他们估计了500颗敌人的炸弹轰炸考文垂城(Coventry)可能造成的后果。后来，这种轰炸果真实现了，其后果正如所料。他们的分析还为战争后期盟军的反击轰炸提供了可靠数据。

在抵抗法西斯潜水艇的战斗中，运筹组织也发挥了重大的作用。在开始的时候，飞机的深水轰炸收效甚微，英国 E.J. 威廉 (William) 教授经过分析研究，建议把炸弹的起炸装置固定在离水面 100 呎以下爆炸的地位，改为固定在水面下 35 呎处爆炸，结果击沉率增加了四倍到七倍。另外，知道了敌艇的性能，运筹人员可以算定每一潜艇将在何时何地必须升出水面，飞机就在艇只再潜以前飞往轰炸。