

# 忙总谈数学：管理科学发展史简介

January 22, 2022

## Abstract

前面我们介绍过，管理科学=系统分析+决策分析+运筹学+控制论+数理统计+计算机算法。其中方法体系的骨架是系统分析，主要工具是各种优化模型，最常用的还是运筹学模型，所以在某种程度上，讲管理科学，就是指运筹学，有时也指美国兰德公司发展的系统分析。

在后面的帖子中，我会用通俗语言（不带数学符号和公式）分别介绍管理科学中的系统分析、决策分析、运筹学、控制论、数理统计、计算机算法等等概况。当然只能做点概念普及。

豆瓣小组“管理实践与学习”

<https://www.douban.com/group/542139/?ref=sidebar>

管理科学发展史简介

来自: wxmang 2015-09-22 13:50:08

<https://www.douban.com/group/topic/79759824/>

前面我们介绍过，管理科学=系统分析+决策分析+运筹学+控制论+数理统计+计算机算法。其中方法体系的骨架是系统分析，主要工具是各种优化模型，最常用的还是运筹学模型，所以在某种程度上，讲管理科学，就是指运筹学，有时也指美国兰德公司发展的系统分析。

在后面的帖子中，我会用通俗语言（不带数学符号和公式）分别介绍管理科学中的系统分析、决策分析、运筹学、控制论、数理统计、计算机算法等等概况。当然只能做点概念普及。

## 1 管理科学的起源

19世纪末，电力、石油等能源工业发展促进制造业开始大规模发展时，以冶金和建材为代表的重型工业，和以炸药和无机酸碱盐为代表的化学工业的发展，使生产技术、设备和工艺流程开始复杂化，现代工业的发展，也催生了现代的铁路运输体系和有线电话通信体系的大规模建设，市场已经出现局部供给过剩，企业开始出现市场竞争，需要企业提高运营效率，提升资源最有配置能力和专业化分工网络优化能力，对需要定量衡量，定量计算，定量计划，定量考核的管理技术就变得极端急迫和需要了。

所以是工业发展带来的技术进步带来管理问题，催生了科学管理。

这个时候管理者面临的问题主要是：如何组织打群架（例如生产和经营之间的协调和综合），如何进行资源最优配置（例如如何实现低成本，高质量，高产出），如何进行专业化分工（例如如何尽可能实现流程化。标准化。专业化生产）。

### 1.1 管理科学的最初尝试-排队问题

前面介绍过，管理科学其实就是应用数学解决管理问题。

人类第一次用现代数学手段解决管理问题，是排队问题。

排队问题就是尽可能少的投入，保证理想的服务质量。直观点描述就是：一个服务提供机构按照排队模式提供服务，顾客当然希望等待时间越短越好，所以希望服务台个数尽可能多；服务机构当然不希望无限增加服务台数，因为会增加运营成本。所以这中间就有一个平衡点：增加多了会导致成本过高，增加少了要引起顾客的抱怨甚至失去顾客，增加多少比较好？这就是排队问题。

一般说来，由于顾客排队是随机的，所以排队问题是一个随机最优问题。

排队问题并不局限于人的服务，工厂生产线的上零件加工排队，出入库排队，订单安排排队等等都是排队问题，排队问题是企业管理一个常见问题。

评价排队系统优劣由6个数量指标评价：

★系统负荷水平：也即服务台的工作量和工作效率（服务一个顾客时间）；

★系统空闲概率：系统处于没有顾客要求服务的概率；

★排队长度：系统中排队等待服务的顾客总数；

★服务台数：系统中正在服务的顾客数；

★逗留时间：一个顾客在系统中停留时间，包括等待时间和服务时间；

★等待时间：一个顾客在系统中排队等待时间。

显然排队论就是要优化服务时间和等待时间，在资源约束条件下（尽可能不增加服务台数量情况下），通过优化排队规则和服务流程，提高服务效率，减少等待时间和服务时间。

排队规则可以选择大概是有几种：先到先服务（常见人的服务系统）；后到先服务（这个一般在工厂生产线上零件加工中常用，主要为减少生产现场空间占用和减少库存手续）；随机服务（这个主要用于计算机网络服务的工作流平衡，随机可以减少系统复杂程度）；有优先权服务（如医院接待急救病人或紧急订单完成）。

服务流程可以选择的大概是几种：多服务台并行服务（例如售票窗口）；串联服务（例如医院体检窗口）；服务时间分成确定型和随机型（自动服务装置服务时间一般是确定型，例如自动洗车；人的服务时间一般是随机型的，例如专家会诊，随机型的服务时间一般符合某种分布，例如常见的是服从负指数分布，通过计算，可以确定出随机服务的平均服务率和平均服务时间）。

显然还有一个问题，那就是等待时间与顾客到来时间分布有关系，不同的到来模式，例如均匀到来（例如面试）或者是涌浪到来（例如食堂吃饭）到来，等待时间是不同的，所以必须研究不同顾客到来模式。同时顾客到来还分为确定型和随机型两种。例如，在生产线上加工的零件按规定的间隔时间依次到达加工地点，定期运行的班车、班机等都属于确定型；随机型是指在时间 $t$ 内顾客到达数 $n(t)$ 服从一定的随机分布，如服从泊松分布；或相继到达的顾客的间隔时间 $T$ 服从负指数分布。在排队论中，讨论的输入过程主要是随机型的。

排队论通过对服务对象到来及服务时间的统计研究，可以计算出这些数量指标（等待时间、排队长度、忙期长短等）的统计规律，然后根据这些规律来改进服务系统的工作流程、布局 and 结构，或制定新的排队规则，例如地铁站进站口用钢栅栏建成U型回廊限制插队，就是一种排队规则，或重新组织被服务对象，例如预约制度等等，使得服务系统既能满足服务对象的需要，又能使机构的费用最经济或某些指标最优。

现已开始应用计算机仿真来求解排队系统问题。

数学用于管理实践开始于1910年，丹麦数学家A.K.埃尔朗针对当时电话服务排队等待时间过长问题（那时是纵横制交换机，需要人工插接），受热力学统计平衡理论的启发而建立了电话系统统计平衡模型，这是第一个排队论模型，提高了电话接线服务效率。这个模型类似今天的网络交换机流负载平衡模型。

1925年，美国电话电报公司成立贝尔电话实验室，发展了埃尔朗的电话系统模型，创造了一套电话系统分级复联的方法，并利用概率模拟装置，经过理论计算和实验验证来求出最佳通话服务方式，提高了系统运营效率。

30年代，瑞典数学家巴尔姆和苏联数学家辛钦又对电话呼叫过程进行深入的数学分析，提出呼叫过程的普遍性、平稳性、有限性和无后效性等4个特征，奠定了关于随机聚散现象的基本理论—排队论的理论基础。为电话通信工程服务现代化奠定基础。而电话通信服务技术对管理技术产生和发展产生了巨大影响，其排队技术宽泛用于制造业生产线配置，库存管理等。

## 1.2 群星闪耀的时代—管理科学的诞生的前夜

1911年，美国人泰勒发表《科学管理》一书，创立了著名的泰勒制。泰勒继承前人对劳动工时的研究，从系统的角度来研究提高劳动生产率。他通过实验发现通过专业化分工，完善的应知应会培训，采用计件工资和超产奖励，可以大幅减轻劳动强度，却同时能使生产量成倍增长，并在此基础上制定劳动定额制、合理安排工序、专业化分工和培训制。

1928年，数学家J.von诺伊曼提出对策论（又称博弈论）的奠基性工作，为管理中的博弈问题提出了解决办法。

1936年,俄罗斯人列昂别夫把瓦尔拉斯供求模型的平衡方程应用到集中计划经济的情况,提出了投入产出模型。此后投入产出模型成为应用于经济分析和经济预测的重要工具。

1939年,苏联数学家康托罗维奇发表《生产组织与计划的数学方法》,提出了线性规划模型在资源配置中的使用。同时他认为提高工业生产率的途径除改进技术(即改进设备、工艺和寻找优质原料等)外,还需要在生产组织计划方面寻求改进,即正确分配设备、订货、原料和燃料等。对线性规划模型,他采用了与经典数学分析求解极值迥然不同的解乘法。这些工作与运筹学后来的单纯性法结合起来成为管理科学的基本工具。

1940年代,N.维纳提出了控制论和C.E.香农提出了信息论,为管理科学的发展提供了支柱。

美国贝尔电话实验室在1940年开始建立横跨美国东西部的微波中继通信网时就充分利用当时的运筹学成就来规划和设计新系统。这项工作因第二次世界大战而停顿。战后分别于1947年和1951年完成该网的TD-X和TD-2系统,并投入使用。

## 2 管理科学诞生

管理科学诞生于战争中,是提高军事作战效率和效能的倍增器,管理科学一开始就与军事行动密不可分。这点必须有足够认识。

在第一次和第二次世界大战期间,军事上的需要促使数学家去研究提高作战指挥能力和武器效能的方法。

1915年美国的托马斯·爱迪生设计出一种可躲避和击毁敌潜艇的战争对策,并运用一种“战术对策板”来求解。

1917年,美国的莫尔斯提出了横渡大西洋的护航船队遭到德国潜艇袭击的损失分析模型,这种分析成为风险决策的先驱。

1919年,为优化兵力使用和部署,英国的兰彻斯特提出描述作战双方兵力变化过程,得出了一个战斗的结果同双方战斗人员和火力的相对数量之间关系的公式,也即军事运筹学常讲的兰彻斯特方程。

第二次世界大战爆发,为了提高资源配置效率,赢得战争(现代战争本质就是后勤战争),管理者面临着越来越复杂的组织、管理、协调、规划、计划、预测和控制等问题。这些问题的特点是在空间活动规模上越来越大,时间上变化越来越快,层次结构上越来越复杂,后果和影响上越来越深远和广泛。要解决高度复杂的问题,单靠经验已显得无能为力,需要采用科学的方法。

1939年,英国为对抗德国空袭,需要解决雷达系统和高炮的合理布置,提高生存能力和预警效率,开始进行正规的资源优化配置和布局研究,并获得巨大成功。后来英国又在陆、海、空三军分别设置研究组织,研究飞机出击时间和队形编列的效能,有效的后勤保障等问题。

运筹学大规模使用于管理是在接近二战结束时,美国为解决盟军在欧洲的战略空军资源最优配置、调度和管理,采用了数学规划模型。为解决商船护航部署、侦察敌方潜艇、空中轰炸准确度等问题开始用运筹学的优化办法研究,美国数学家用概率论和数理统计方法研究反潜问题,提出了舰艇躲避或攻击潜艇的最优战术。

1945年,美国国防部和科学研究开发署与道格拉斯飞机公司订立了称为兰德计划的合同,为美国空军研究洲际战争,并提出有关技术和设备的建

议。1947年，在福特基金会的支持下，成立了兰德公司，继续为战后美国空军的发展战略和规划提供咨询服务。兰德公司成立，催生了管理科学，因为管理科学的主要框架：系统分析和决策分析，都来自于兰德公司。

运筹学在二战中的优异表现，证明运筹学在研究实际系统的有效运用问题时，可为系统优化提供一整套定量研究方法。所以运筹学后来成为管理科学方法论最主要的思想和方法的源泉。

所以管理科学首先是从军事和大型工程系统的研制中产生和发展起来的。

第二次世界大战以后，运筹学迅速推广到经济管理部门，为制定政策提供依据，取得了良好的经济效果。1951年，美国P.M.莫尔斯和G.E.金布尔合著《运筹学》一书的出版标志着运筹学的成熟。以后随着国防工程和企业生产规模的不断扩大，运筹学使用越来越广泛。

50年代以后，兰德公司扩大了工作范围，成为一个非营利的咨询机构。兰德公司在多年积累的研究经验的基础上创立了系统分析和决策分析。系统分析的目的是根据系统目标和评价指标来寻求最优方案，决策分析是针对风险情况下选择方案，减少风险。系统分析和决策分析几乎是同管理科学并行地发展起来的，所以管理科学和系统分析常出现混用现象。

兰德公司创造的系统分析、决策分析、规划计划预算编制法(PPBS)、特尔斐法、社会实验法等方法丰富了管理科学方法论。

50年开始，为了管理大型工程项目，在线条图的基础上，兰德公司发展了用于系统管理的网络技术。

1957年，美国杜邦公司基于兰德公司的网络技术，发展了协调大企业内各部门工作的关键路线法。

1958年，美国海军特别计划局在执行“北极星”弹道导弹核潜艇计划中发展了控制工程进度的新方法—计划协调技术(PERT)，使“北极星”导弹提前两年研制成功。这些项目用网络技术来进行管理，可在不增加人力、物力和财力的情况下使工程进度提前、成本降低。

美国1961年开始进行的阿波罗工程，由地面、空间和登月三部分组成，于1972年成功结束。在工程高峰时期有两万多家厂商、200余所高等院校和80多个研究机构参予研制和生产，总人数超过30万人，耗资255亿美元。完成阿波罗工程不仅需要火箭技术，还需要了解宇宙空间和月球本身的环境。为此又专门制定了“水星”计划和“双子座”计划，以探明人在宇宙空间飞行的生活和工作条件。为了完成这项庞大和复杂的计划，美国航空航天局成立了总体设计部以及系统和分系统的型号办公室，以对整个计划进行组织、协调和管理。在执行计划过程中自始至终采用了系统分析、网络技术和计算机仿真技术，并把计划协调技术发展成随机协调技术。

1972年，历时11年的美国载人登月的阿波罗工程的项目管理由于采用了大量的运筹学技术和最优控制技术，使这项无前例的庞大工程基本上按预算完成。阿波罗工程的圆满成功使世界各国开始接受管理科学。

此后，运筹学在管理中的应用范围也逐渐地从军事项目和工程项目扩展到经济管理。

### 3 管理科学主要发展

管理科学作为一门定量技术，可概括为建模、仿真、分析和优化四个方面。

### 3.1 建模和仿真

建模是将一个实际系统的结构、输入输出关系和系统功能用数学模型加以描述。

仿真是在计算机上对模型进行实验和研究。仿真便于改变模型参数以获得各种方案，以便选择最优方案和设计最合理的系统。

建模和仿真需要融合多学科的知识 and 不同领域的专家通力合作。60年代提出的模糊子集合理论，70年代出现的大系统理论、队决策理论和以前建立的运筹学、对策论、控制论、信息论以及有关应用领域的学科都可为建模提供素材、方法和原理。

### 3.2 社会经济系统的管理研究

对社会经济系统用定量方法研究，是人类一直的梦想，但是一直走在路上，相比于管理科学应用于企业管理的巨大成功，可以说是革命尚未成功，同志尚需努力。简单介绍如下：

1952年，J.廷伯赫提出了适用于静态和平稳经济结构的线性镇定策略理论。

1953年，A.塔斯庭首先采用自动控制理论的观点来解决经济问题。

1954年，A.W.菲利普斯又采用PID（比例-积分-微分）控制原理来改善经济政策的稳定性。

50年代中期，赫伯特西蒙等人研究了宏观经济的最优控制问题。

60年代，美国麻省理工学院教授J.W.福雷斯特应用控制理论和计算机仿真研究复杂系统时创立了系统动力学，它是一种适用于长期预测的建模和仿真方法，可用于对社会、经济等复杂系统进行初步的研究。

1965年，罗马尼亚出版了《经济控制论》一书。

1978年，在第4届国际控制论和系统大会上讨论了控制论和社会的关系，提出了社会控制论。

目前在经济方面的主要建模方法已有投入产出模型、计量经济模型、系统动力学模型和经济控制论模型等。

但由于对经济规律的掌握还不很充分，经济系统建模尚处在初级阶段。

70年代以来，科学家试图对世界范围内的资源、生态环境和经济发展模式等重大问题进行定量研究和预测，构造了大量模型。J.W.福雷斯特和D.梅多斯分别在1971年和1972年提出著名的世界模型II和世界模型III。此后，不少国家的学者纷纷提出各种世界模型，诸如生存战略模型、发展新景世界模型、重建新秩序世界模型、世界经济模型、人类发展目标世界模型等。

在社会、经济、管理等有人参与的复杂系统中，人的行为受心理、经验等因素偶然变化的影响，使系统有很大的不确定性。人的思维本身也具有模糊性，需要用模糊子集描述。在现代社会中，人类活动范围日益广阔，制定完善策略所需知识和信息迅速增加，已经达到任何一个决策人或机构无法完全收集和处理的程度。信息和决策功能的分散化势在必行。

社会系统是迄今为止最复杂的系统。1972年，何毓琦和祝开景把队决策理论的研究范围从静态推广到动态情况。队决策理论可为大型分散控制（管理）系统的信息结构（即信息在处于不同层次和空间位置上的决策人之间的分配）和相应的控制（管理）策略提供设计的参考。对策论与决策论和行为科学等结合起来在主从对策（又称斯塔克尔贝格对策）和激励对策方面的研究，提供了一种

适用于社会、经济和管理系统的建模方法。这种建模方法反映了系统中的层次结构，可用于宏观控制政策的制定。

对策论就理论框架而言，是研究社会系统的理想工具。但是，对策论把人的社会性、复杂性、心理和行为的不确定性大大简化了。对策论目前的成就还不能处理社会系统的复杂性问题。对于社会系统，需要采用定性和定量相结合的研究方法。

### 3.3 软系统方法

70年代，我国开始重视对软系统的管理科学方法论的研究。硬系统或称良结构系统是指机理清楚，能用明确的数学模型描述的系统，如物理系统和工程系统。对于硬系统已有较好的定量研究方法，可以计算出系统行为和最优的结果。软系统或称不良结构系统是指机理不清，很难用明确的数学模型描述的系统，如社会系统和生物系统。

软系统的管理科学方法论一般处理较粗的信息，而且以定性为主。常用软系统的管理科学方法有特尔斐法、智暴、想定情景法、生活质量法、层次分析法等。此外，模糊子集理论、对策论、系统动力学和聚类分析、相关分析等数理统计方法以及心理学和社会学中的不少方法都在借鉴使用。

70年代，计算机技术，特别是软件工程的发展促进了管理科学的发展。人工智能的发展，特别是专家系统和决策支持系统的出现为管理科学的定性和定量研究方法提供了有力的工具。

但是到目前为止，对社会经济系统的研究，基本处于实证阶段，也即没有统一的概念和框架，只有个别案例，而且无法推广，目前只能一事一议，没有什么放之四海而皆准的理论。

### 3.4 成熟软件包

目前最常用的管理科学软件是采用网络技术并可以图形显示的决策和指挥协调实时控制系统，可以显示企业管理系统和合作伙伴的全部或局部网络，包括企业实时运营监控系统（包括研发、生产、销售、财务和人力资源系统是实时数据监控，计划于实际差异分析），决策支持系统（包括资源最优配置，专业化分工，生产计划，调度计划，财务预算计划，销售计划，物流计划等等），虚拟会商平台（例如调度会系统）和合作伙伴协同平台（例如SCM系统的供应链上合作伙伴的协同动作协调机制就是系统的核心功能，这些协商结果还可以通过实时对话笔修改，经网络实时双向把修改过的网络计划传送给各个执行单位）。

目前管理科学算法和软件已经商品化，例如线性规划、非线性规划、动态规划、排队排序、库存管理、计划协调技术 / 关键路线法、计划协调实时控制、系统建模、实时仿真、作战模拟、决策支持系统、决策室等成套应用软件和完整的系统都有成熟稳定的商品软件包出售，只需要系统集成即可使用。

## 4 管理科学与企业管理

上世纪80年代开始，应用管理科学的思想和方法对企业运营活动进行组织与管理成为潮流。

企业系统由人、资金、设备、原材料、产品和技术、任务（或经营目标）和信息七个要素组成，分别代表企业的六大子系统：研发、生产、销售、财务、人力资源，信息，它们都要满足一定的资源约束条件（必要条件，例如人财物）和目标约束条件（充分条件，例如政策、市场需求和竞争对手），然后在约束条件下进行系统优化，实现目标。业绩管理者首先要认识它们的约束条件（可行性优先于必要性），然后才能在约束条件下实现系统的最优运转。

上述约束条件分为两类，一类是经济规律的约束，一类是技术条件的约束。在约束条件下求得总体最优是管理科学的核心问题。

管理科学在80年代以后的主要发展是：企业管理方法最优化、管理工具现代化和管理结构合理化。

目前，管理结构一般采用递阶控制模式（金字塔结构，等级严格，授权清晰，主要用于传统的大型制造业）和网络控制模式（太阳结构，组织层级少，编组灵活，主要用于任务型的创新型企业）。

金字塔结构是把控制系统分成若干层次和等级的决策单元，其特点是下级决策单元只接受上级决策单元的命令，上级不逾越下级而直接介入被控系统。整个递阶系统有一个总目标，各决策单元之间利益冲突由上一级决策单元基于整体利益最优原则协调，最终采取逐级收敛方法，实现总目标的最优。金字塔结构可由两种形式实现：多层控制结构和多级控制结构。

多层控制中，第一层是直接控制层，它根据上层决策（给定）直接控制系统的过程，并调节环境条件变化所引起的扰动。第二层是优化层，它根据给定的任务指标和约束条件，建立系统优化模型并求出最优解，据此制订控制策略并提出给定值，实现最优控制功能。第三层是自适应层，即根据市场供销情况等决定生产计划，并补偿条件变化，校正系统的最优运行。

多级控制就是企业常用的控制结构：总部—部门—单位—岗位，充分授权，严格监督，责任划分，任务划分，协调靠上一级。

太阳结构就是只有一个控制中心，只有一个目标，所有人都是分散化的围绕核心运转，一切指令来自于唯一核心，企业没有充分授权和监督。在软件公司、设计公司、网络公司等等这种结构非常普遍，尽管有的创新性公司也有类似金字塔结构的部门设置，也有各种头衔等等，但是实际上这种公司只有一个核心，其他头衔不过是荣誉，例如总裁衔，副总裁衔其实都是办事员，头衔只是一个心理安慰，他们也就是太阳结构中的一个行星而已，其权力和责任与任何一个程序员并无本质区别。这种公司最大问题就是员工经常把虚拟头衔当真了，把少将办事员当成真的少将，把总裁办事员当成真的总裁，以至于引起大量的争权夺利内讧和混乱，其实都是虚荣心和愚蠢闹的。

目前，应用计算机和网络，尤其是大量使用管理信息系统，是现代管理的重要标志。这可以提高管理工作的准确性、及时性、经济性和科学性。

在企业中，目前管理信息系统（MIS）、计划资源管理系统（ERP）、供应链管理系统（SCM）、客户关系管理系统（CRM）、高级计划排程系统（APS）、制造执行系统（MES）、知识管理系统（KMS）和决策支持系统（DSS）等等都能大量替代人类完成下述几方面的工作：

★事务管理中大量的数据处理工作，如实时监控数据分析，业绩计算，报表统计，库存管理，电子订单，任务单等等。

★运营系统效率分析，成本效益分析，运营问题分析，运营统计分析等等



等。

★编制生产计划，安排生产进度，优化资源配置，优化专业化分工网络，库存优化，生产调度，物流调度等等。

★市场预测和生产预测，决策分析，合作伙伴协同，纠纷会商，方案计算机仿真实验，风险预警等等。

★技术管理优化，生产管理优化，流程优化，工艺优化，计算机辅助设计和计算机辅助制造等等。

★自动控制和远程控制，形成企业自动化生产和管理体系。

至于企业管理智能化的时代，还没有来临，因为企业管理核心还是人，还是凝聚人心，没人努力工作，没人齐心协力工作，企业就是散件，哪怕是无人工厂，也得有人编程，也得有人争取订单，也得有人提供售后服务，也得有人去勾兑工商税务。

所以计算机在现阶段，只是工具，管理还是靠人。不能神化计算机和管理科学。管理科学有用，但是没想象的本事大，就是一个管理工具而已。