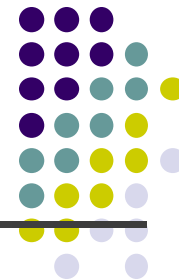




教材:

1. 胡运权等. 运筹学基础及应用, 高等教育出版社
2. 钱颂迪等. 运筹学.清华大学出版社
3. 胡运权. 运筹学习题集.清华大学出版社.第四版



运筹学

Operations Research

运
筹
帷
幄
之
中

决
胜
千
里
之
外



Introduction





境界



好看视频



编辑星

www.bianjixing.com



境界



- 运筹帷幄，经略天下(国家，帝王将相)
- 审时度势，纵横捭阖(集体，文臣武将)
- 深谋远虑，精打细算 (个人，平民布衣)





格局



- 曾国藩说：谋大事者首重格局。
- 大格局决定大结局。
- 大格局大胸怀



赵抃赈灾的故事

- 赵抃是今浙江衢州人，北宋时期著名的大臣。
- 赵抃为官清廉、正直敢言，是当时与包拯齐名的清官。在宋神宗时期，赵抃官至参知政事，也就是副宰相。
- 他刚直不阿、敢于进谏。赵抃曾在朝廷里担任殿中侍御史，负责监督百官。他“弹劾不避权幸，声称凜然”，即使是宰相有过失，也一样弹劾，因此美誉雀起，被称之为“铁面御史”。





赵抃赈灾的故事



- 晚年时在越州（今浙江绍兴）担任知州时，浙江一带发生了严重的旱灾及蝗灾，粮食颗粒无收，饥民遍地。赵抃奋力救灾，可民以食为天，解决粮食问题才是当务之急。当时，饥荒发生后米价暴涨，各州县官府为了平抑米价，在各个交通要道张贴公告，严禁粮商哄抬米价，否则将处以重罚。米价虽然被控制住了，但是粮商们都不愿意出售，市场上根本没有米，灾情也进一步加重。赵抃却并没有那样做，他反其道而行，命人在交通要道贴出公告，宣布越州官府绝不会干预米价，粮商们可以在越州境内涨价售米。赵抃如此做法，众人都大惑不解，议论纷纷：一向爱民如子的赵抃怎么会允许粮商哄抬米价呢？这对于饥民来说，岂不是雪上加霜吗？





赵抃赈灾的故事



- 这个消息传出之后，各地粮商见有利可图，争相运米前往越州。很快，越州就聚集了大量的大米，供应充足，米价也随之暴跌。由于当时的交通条件很不便利，粮商们如果再将大米运走，成本就会很高，所以只能在越州降价售米。
- 赵抃还趁此机会，雇佣饥民兴修水利、建设城墙，然后发给饥民们报酬，使他们都有钱买米。这样做既发展了基础设施建设，又救了百姓，并使百姓们有事情可做，不至于在灾荒时期爆发动乱，可谓一举多得，百姓们感激不已。



点评

- 智慧
- 技能
- 艺术





引子



《史记-高祖本纪》中有一段话：“夫运筹策帷帐之中，决胜于千里之外，吾不如子房（张良）。镇国家，抚百姓，给粮饷，不绝粮道。吾不如萧何。连百万之军，战必胜，攻必取，吾不如韩信。此三者，皆人杰也，吾能用之，此吾所以取天下也。项羽有一范增而不能用，此其所以为我擒也。”

筹策又叫**算筹**，它是中国古代普遍采用的一种计算工具。算筹不仅可以替代手指来帮助计数，而且能做加减乘除等数学运算。中国古代数学家正是以“算筹计算机”为工具，运筹帷幄，殚精竭虑，写下了数学史上光辉的一页。

中国古代曾经有过一种小圆棍作为计算数字的重要工具，材料一般用竹子制成，也有用木头或其他材料制作的，直径1公分，长约6寸（合现在的13.8厘米）。



引子

在算筹计数法中，以纵横两种排列方式来表示单位数目的，其中1-5均分别以纵横方式排列相应数目的算筹来表示，6-9则以上面的算筹再加下面相应的算筹来表示。

形式 \ 数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9
纵式	丨	＝	＝	＝	＝	⊥	⊥	⊥	⊥
横式	一	＝	＝	＝	＝	⊥	⊥	⊥	⊥



引子

表示多位数时，个位用纵式，十位用横式，百位用纵式，千位用横式，以此类推，遇零则置空。这种计数法遵循十进制。5 4 2 8 3 2 5 9 1 6 0 8 3 7 9 2 4

$\equiv \equiv \equiv = \equiv$ $\equiv = \equiv \equiv \equiv \equiv$ $\perp \equiv \equiv \perp \equiv \equiv \equiv = \equiv$

算筹可以进行加减乘除的计算，也可做乘方、开方等复杂运算。范例 $137 + 5428 = 5565$

$\perp \equiv \equiv + \equiv \equiv \equiv = \equiv = \equiv \equiv \perp \equiv$

算筹的出现年代已经不可考，但据史料推测，算筹最晚出现在春秋晚期战国初年（公元前722年~公元前221年），一直到算盘发明推广之前都是中国最重要的计算工具。祖冲之就是用算筹计算圆周率的。





什么是运筹学



- 运筹学(OR)

Operations Research, 作业学(中国台湾)

其含义:

- ▶ 由一支综合性的队伍，采用科学的方法，为一些涉及到有机系统（人-机）的控制系统问题提供解答，为该系统的总目标服务的学科。

——钱学森等





什么是运筹学



- ▶ 事有常规，物有定理。事物的活动也有其规律可进行研究，这些规律统称为“事理”；OR就是研究事物活动规律的科学，亦称“事理学”。

——许国志





什么是运筹学



- ▶ 执行部门对所控制的业务做出决策提供数量上的依据的科学或**利用所有应用科学**执行部门对其所属业务作出决策**提供数量上依据**的一门科学。

——Morse(运筹学界元老)





什么是运筹学



- ▶ 二十世纪四十年代开始形成的一门学科，主要研究经济活动与军事活动中能用数量来表达的有关运用、筹划与管理等方面的问题。它根据问题的要求，通过数学分析和运算，作出综合性的合理安排，以达到较经济、较有效地使用人力、物力。近年来，它在理论与应用方面都有较大的发展。运筹学的分支有规划论、对策论、排队论及质量控制等。

——《辞海》





什么是运筹学



- ▶ 以决策者的格局和境界来组织资源以实现最大的社会效率。

——我的理解





What is Operations Research? What is Management Science?



- **World War II : British military leaders asked scientists and engineers to analyze several military problems**
 - Deployment of radar
 - Management of convoy, bombing, antisubmarine, and mining operations.
- **The result was called *Military Operations Research*, later Operations Research**
- **MIT was one of the birthplaces of OR**
 - Professor Morse at MIT was a pioneer in the US
 - Founded MIT OR Center and helped found ORSA





What is Management Science (Operations Research)?



- **Today: Operations Research and Management Science mean**

“the use of *mathematical models* in providing guidelines to managers for making effective decisions within the state of the current information, or in seeking further information if current knowledge is insufficient to reach a proper decision.”

- **c.f. Decision science, systems analysis, operational research, systems dynamics, operational analysis, engineering systems, systems engineering, and more.**





Voices from the past



- **Waste neither time nor money, but make the best use of both.**
 - *Benjamin Franklin*
- **Obviously, the highest type of efficiency is that which can utilize existing material to the best advantage.**
 - *Jawaharlal Nehru*
- **It is more probable that the average man could, with no injury to his health, increase his efficiency fifty percent.**
 - *Walter Scott*



运筹学的三个来源

- 1、军事
 - 两次世界大战期间的军事运筹研究
- 2、管理
 - 生产中的组织与计划问题
- 3、经济
 - 魁内的《经济表》





运筹学的三个来源——军事



- 古代中国

《孙子兵法》一书中,体现了丰富的运筹思想。

孙武首先将度、量、数 等概念引入军事领域,通过必要的计算,来预测战争的胜负,并指导战争中的有关行为.

围魏救赵、增兵减灶、沈括运军粮.

- 古代欧洲

阿基米德、达芬奇、伽利略都研究过作战中的运筹问题.



运筹学的三个来源——军事

● 第一次世界大战期间

✿ 1914-1915兰彻斯特的若干军事论文

- 研究战争的胜负同兵力多寡、火力强弱之间的关系；

✿ 爱迪生解决反潜战的“战术对策演示盘”

- 反潜战的研究项目：汇编各项典型统计数据，用于选择回避或击毁潜艇的最佳方法，使用“战术对策演示盘”解决免受潜艇攻击的问题；



运筹学的三个来源——军事

● 第二次世界大战期间

● 鲍德西雷达站的研究——“布莱克特马戏团”

- Bawdsey 雷达站—Blackett 杂技班专门就改进空防系统进行研究。
- 由心理学家3，数学家2，数学物理学家2，天文物理学家1，普通物理学家1，陆军军官1，测量员1等11名科学家组成。
- 研究的问题：
 - 设计将雷达信息传送给指挥系统及武器系统的最佳方式；
 - 雷达与防空武器的最佳配置；



运筹学的三个来源——军事

● 第二次世界大战期间

● 鲍德西雷达站的研究——“布莱克特马戏团”

● 研究的问题

- 设计将雷达信息传送给指挥系统及武器系统的最佳方式；
- 雷达与防空武器的最佳配置；
- 对探测、信息传递、作战指挥、战斗机与防空火力协调等获得成功大大提高了英国本土的防空能力，不久以后在对抗德国对英伦三岛的狂轰滥炸中发挥了极大的作用



运筹学的三个来源——军事

● 第二次世界大战期间

✿ 鲍德西雷达站的研究——“布莱克特马戏团”

● 堪称运筹学的发祥与典范,展示了运筹学的本色与特色

- ◆ 项目的巨大实际价值
- ◆ 明确的目标
- ◆ 整体化的思想
- ◆ 数量化的分析多学科协同
- ◆ 最优化的结果
- ◆ 简明朴素的表述



运筹学的三个来源——军事

● 第二次世界大战期间

● 大西洋反潜战——Morse小组的重要工作

- 1942年麻省Morse教授应美国大西洋舰队反潜战官员Baker舰长的请求担任反潜战运筹组的计划与监督工作，其最出色的工作之一是协助英国打破了德国对英吉利海峡的海上封锁，研究所提出的两条重要建议是：
 - 将反潜攻击由反潜舰艇投掷水雷改为飞机投掷深水炸弹，起爆深度由100米改为25米左右，即当德方潜艇刚下潜时攻击效果最佳；
 - 运送物资的船队及护航舰艇的编队由小规模、多批次改为大规模、少批次，从而减少了损失率；



运筹学的三个来源——军事

第二次世界大战期间

★ 大西洋反潜战——Morse小组的重要工作

- 丘吉尔采纳Morse的建议
 - 打破德国封锁；
 - 重创德国潜艇部队；
- Morse同时获得英国及美国战时最高勋章



军事——第二次世界大战

● 英国战斗机中队援法决策

✿ 背景

二战开始不久，德军突破马奇诺防线，法军节节败退，英国参与抗德，派遣十几个战斗机中队在法国国土上空与德国空军作战，指挥、维护均在法国进行。由于战斗损失，法国总理要求增援10个中队，时任英国首相丘吉尔准备同意该请求。



军事——第二次世界大战

● 英国战斗机中队援法决策

✿ 英国运筹学者的快速研究

结果表明：在当时的环境下，当损失率、补充率为现行水平时，只要两周时间，英国的援法战斗机就一架都不存在了。



军事——第二次世界大战

● 英国战斗机中队援法决策

✿ 结果

- 运筹学家以简明的图表、明确的分析结果说服了丘吉尔
- 丘吉尔决定
 - 不再增换新的战斗机中队
 - 将在法英国战机大部撤回本土
 - 以本土为基地，继续抗德

局面出现很大改观





二战时期军事运筹学的特点



- 定量化系统化方法迅速发展
- 采集真实的实际数据
- 多学科密切协作
- 解决方法渗透着物理学思想



运筹学的三个来源——管理

- 管理科学的特点与学派

- 科学性与艺术性

- 古典学派、行为学派、系统学派、数学学派

- 古典管理学派对运筹学产生与发展的影响

寻求一些方法，使人们自愿地联合与协作，保持个人的首创精神和创造能力，达到增加效率的目的。





运筹学的三个来源——管理



- 动作研究与泰勒工作制
- 切削效率与车速、进刀量等因素的数学关系——优选问题
- 提出管理的基本原则，研究了机构设置、权限、工厂布局、计划等问题
- 刺激性工资制举世闻名
- 用于生产活动分析和计划安排的甘特黑道图发展成为统筹方法



运筹学的三个来源——经济

● 经济理论特别是数理经济学派对运筹学影响巨大

- ✿ QUSNAY（魁内）1758年在凡尔塞发表《经济表》对经济中各部门的平衡关系作了最早的研究
- ✿ 经济学家对数理经济的重大贡献——Walras（沃尔拉思）对经济平衡问题的研究，其数学形式被持续深入研究、发展和推广（奥地利、德国），1932年VON Neumann提出第一个广义经济平衡模型



运筹学的三个来源——经济

- 马克思是最早将数学用于经济研究的经济学家之一。在沃尔拉思钻研他的数理经济问题的同时，马克思也在研究他所碰到的数理经济问题。而且都在相应的数学理论之前，解决了各自的数理经济问题。沃尔拉思在数学家 Brouwer 之前就几乎用了后者以后作出的不动点定理，而马克思在数学家 Markoff、Perron、Frobenius 之前，实质上就用了以这三位数学家命名的定理。
- 近三十年经济数学和运筹学互相影响，相互促进，共同发展



运筹学的三个来源——经济

● Von Neumann的开创性工作

- ✿ 1939年提出宏观经济优化的控制论模型，成为数量经济学的一个经典模型
- ✿ 近代对策论创始人之一，1944年与Morgenstern合作发表《对策论与经济行为》一书，将经济活动中的冲突、协调、平衡分析问题量化处理，解决了一些基本问题（二人零和对策）
- ✿ 领导研究的电子计算机成为OR的技术实现支柱之一
- ✿ 慧眼识人最早肯定扶持当时未满30岁的Dantzig从事的以单纯形法为核心的线性规划研究





运筹学的性质



1) 运筹学是一种普遍的科学

运筹学从实践中产生以后，不再是对个别事物的分散研究，而是对统筹协调类问题的普遍研究，可广泛应用于工商企业、军事部门、民政事业等许多部门。





运筹学的性质



2) 运筹学强调以量化为基础

运筹学需要建立数学模型,为决策者提供定量的依据。





运筹学的性质



3) 运筹学依靠多学科交叉

例如，综合运用经济学、心理学、物理学、系统学等学科中的方法。





运筹学的性质和特点



4) 运筹学强调整体最优

它不是仅仅考虑局部的优化，而是以整体最优为目标。它从系统的观点出发,力图以整个系统最佳的方式来解决该系统各部门之间的利害冲突，对所研究的问题求出最优解。





运筹学的特点



1) 目的性


做一件事，首先应该明确，你追求的是哪方面的效益。

例如，我方与敌方作战,目的是为了抢占战略要地,还是最大限度地杀伤敌人有生力量,还是突围，等等。

目的明确之后，应贯彻始终,直至最终实现目的。

如果起初目的就不明确或目的有误,那么后面的工作很可能就是徒劳。





例：第二次世界大战期间,英美商船为了对付德国飞机的袭击,在船上装设了高炮,但这些高炮击落的敌机很少(仅占来袭敌机的**4%**),而且高炮的安装维修费用高;这时有人提出应将商船上的高炮拆除.

但是运筹分析人员指出,安装高炮的目的不是击落敌机,而是**保护商船安全按期到达目的地**. 统计显示,不安装高炮的商船损失率大于**25%**,安装高炮后,致使敌机不敢低飞,商船的损失率降到了**10%**以下,可见安装高炮是有效的.

目前最先进的高炮,对现代喷气式战斗机的击毁率不到千分之一,但各国的防空系统中还少不了高炮,这同样是因为考虑到使用高炮的目的性.





运筹学的特点



2) 系统性

一个系统的优化指标常常有多个,例如对于彩电来说,优化目标有清晰度、稳定性、抗干扰性、灵敏度等。

几个指标同时达到最优的情况,一般并不存在.因此,要达到整体的优化,必须进行统一规划,在诸多的可能方案中找出一个相对优秀的方案.

系统性在军事指挥中尤为重要.古今不乏这样的战例,某方以少量兵力,阻止敌方主要力量前进,以实现整个战局目的.这就是牺牲局部利益来求取全局最优.





运筹学的特点



3) . 有效性

例如, 在军事上,兵贵神速,但军事效果不仅是指速度,更重要的是以较少的代价换取较大的成功.于是, 如何减小伤亡就是一个军事上的有效性问题.

在运输系统中,怎样以较小的油耗,在限定时间内,使运输车队到达,也是一个有效性问题.

这类问题的解决并非轻而易举,其中要求的几个方面效果,实现起来可能互相矛盾。而运筹学能为解决这类问题提供可行的途径.



运筹学的特点

4) 科学性

运用运筹学,能大大增强决策的科学性。因为这种决策方式有定量分析作基础,而且手段先进,有较准确的数学模型、适合的算法以及计算机设备作保证,只要信息来源可靠,运用运筹学做出的决策方案肯定比"凭感觉,拍脑袋"想出来的要有更高的可行性价值.这就是运筹学的科学性所在.

例：马知恩小组关于“非典型肺炎”的预测（03-5-19）

高峰期已经过去；当年6月下旬可以解除旅游禁令；患病总人数小于6000.





运筹学的特点



5) 参谋性

“运筹学再高级也只起参谋作用，他不能充当指挥员，不是决策人。运筹的结果只是用来辅助指挥员去作决策。”

其原因在于,并非所有的问题都能进行量化处理，建立数学模型。例如，系统中各种“人的因素”就难以量化描述。

因此,运筹得出的结果在最终决策时,只能作为参谋和咨询之用。

领导者实践经验的积累，当然有利于提高决策能力；而学习和掌握运筹学,也将对提高综合决策能力有很大的帮助。





运筹学在管理领域的应用



1. 生产计划

如一家重 型制造厂用线性规划安排生产计划,节省了
10%的生产费用.

另外,诸如生产作业计划、日程表的安排、合理下料、
配料问题、物料管理等也可用运筹学来帮助解决.





运筹学在管理领域的应用



2. 市场营销

在广告预算和广告媒介的选择、竞争性定价、新产品开发、销售计划、市场竞争策略的制定等方面,运筹学 也大展身手.

美国杜邦公司在五十年代起就非常重视将运筹学用于研究如何做好广告工作、产品定价,通用公司也运用运筹学方法进行市场模拟研究.





运筹学在管理领域的应用



3. 库存管理

运筹学中的存贮论可以应用于物资库存量的管理，以确定仓库的合理容量，以及确定适当的库存方式和库存量。





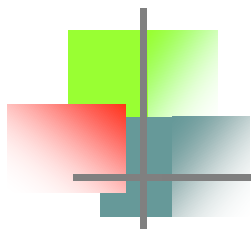
运筹学在管理领域的应用



4. 运输问题

用运筹学,可以确定最小成本的运输线路、物资的调拨、运输工具的调度, 以及为方便运输选择建厂的地址等等.





5. 人事管理

对人员的需求和招聘情况的预测；人力资源的开发，如对人才的教育和培训,人员的合理编制,人才的合理分配和利用,人才评价体系、薪酬体系的确定等，都可运用运筹学方法。





运筹学在管理领域的应用



6. 财务与会计

这里涉及预算、贷款、成本分析、定价、投资、证券管理和现金管理等。





运筹学在管理领域的应用



其他

此外,运筹学还成功地应用于设备维修、更新和可靠性研究, 项目选择与评价, 工程的优化设计, 信息系统的设计和管理以及各种城市紧急服务系统的设计和管理上。





运筹学的分支



1. 线性规划

这是运筹学最成熟的一个分支。开始是在生产组织管理和制定交通运输方案方面,后来波及更广的范围,小到一个班组的计划安排,大至整个部门,以至国民经济计划的最优化方案分析,它都有用武之地。线性规划具有适应性强,应用面广,计算技术比较简便的特点。

电子计算机的出现和日益完善,更使规划论得以迅速发展。





运筹学的分支



2. 非线性规划

规划论的另一部分，是非线性规划。

它的基础性工作是在**1951**年才由库恩
(**H.W.kuhn**)和图克(**A.W.Tucker**) 等人完成的, 后来
逐步发展。





运筹学的分支



3. 图论

图论是一个古老的但又十分活跃的分支,它是网络技术的基础. 在**1847**年基尔霍夫应用图论的原理分析电网,从而把图论引进到工程技术领域. **20**世纪**50**年代以来,图论的理论得到了进一步发展。

将复杂庞大的工程系统和管理问题用图描述,可以解决很多工程设计和决策的最优化问题。





运筹学的分支



4. 决策论

决策就是根据客观可能性,借助一定的理论、方法和工具,选择最优策略、方案的过程。

决策问题是由决策者和决策域构成的,而决策域又由决策空间、状态空间和结果函数构成。

决策的类型,按决策者所面临的状态是否确定可分为:确定型决策、风险型决策与不确定型决策;按决策所依据的目标多少可分为:单目标决策与多目标决策;按决策问题的性质可分为:战略决策与策略决策,等等。





运筹学的分支



5. 博弈论(对策论)

有利害冲突的诸方,为了各自的需要在竞争场合下做出决策,且各自的决策能互相影响,这种决策称为对策。

竞争性质的活动是人类生活中常见的,如体育比赛、军事斗争,各企业之间的经济谈判及市场争夺等。

在竞争过程中,各方为了达到自己的目标和利益,必须考虑对手各种可能的行动方案,并力图选取对自己最为有利或最为合理的方案。博弈论就是研究对策行为中竞争各方是否存在着最合理的行动方案,以及如何找到这个合理的行动方案的数学理论和方法。





运筹学的分支



6. 排队论(随机服务系统理论)

1909年丹麦的电话工程师爱尔朗(**A.K.Erlang**)提出排队问题; **1949**年前后,开始了对机器管理、陆空交通等方面的研究; 逐渐奠定了现代随机服务系统的理论基础。

排队论主要研究各种排队的队长,排队的等待时间及所提供的服务等各种参数,以便求得更好的服务。它是研究系统随机聚散现象的理论。





运筹学的分支



7. 可靠性理论

可靠性理论是研究系统故障、以提高系统可靠性的理论.

它研究的系统有两类:

(1)不可修复系统:如导弹

这种系统的参数是寿命、可靠度等;

(2)可修复系统:如一般的机电设备

这种系统的重要参数是有效度,即

正常工作时间/(正常工作时间+事故修理时间).





运筹学的分支



8. 搜索论

搜索，即寻找某种目标。搜索论研究的是：在资源和探测手段受到限制的情况下，如何设计搜索的方案，并加以实施的理论。

例如二十世纪**60**年代，美国寻找在大西洋失踪的核潜艇"打谷者号"和"蝎子号"，以及在地中海寻找丢失的氢弹，都是依据搜索论获得成功的。





运筹学的分支



- 确定性模型
 - 数学规划
 - 线性规划
 - 整数规划
 - 非线性规划
 - 动态规划
 - 几何规划
 - 参数规划
 - 多目标规划





运筹学的分支



- 组合优化
- 图论与网络分析
- 优选与统筹方法
- 随机性模型
 - 对策论
 - 排队论（随机服务系统）
 - 可靠性理论
 - 库存论
 - 搜索论
 - 计算机随机模拟
 - 决策论





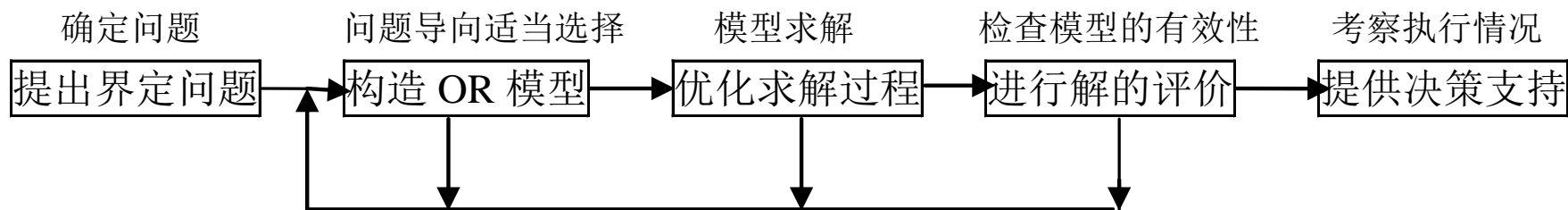
运筹学的方法论



- 从整体优化的角度出发， 使用科学方法
 - 具有整体性观点
 - 科学方法：
 - 使用的人员是一支综合性队伍
 - 研究解决问题的一般过程如下：



运筹学的方法论





运筹学的方法论



- 使用的数学方法——代数、分析、概率统计、组合分析、具有一定实验性质的模拟方法，大量使用计算机
- 与其他学科的交融渗透——计算机科学、行为科学、控制论、管理科学、系统分析与系统工程等



未来是你们的！



世界是你们的，也是我们的，但是归根结底是你们的。你们青年人朝气蓬勃，正在兴旺时期，好像早晨八、九点钟的太阳。希望寄托在你们身上。

.....
世界是属于你们的，中国的前途是属于你们的。

——毛泽东



2016年



奥利弗·哈特（英国）

本特·霍姆斯特罗姆（芬兰）

在契约理论方面的卓越贡献，将相关理论用于公司，企业治理及金融危机期间流动性问题的研究。



2017年



理查德·H·泰勒（美国）

将心理上的现实假设纳入到经济决策分析中。通过探索有限理性，社会偏好和缺乏自我控制的后果，他展示了这些人格特质如何系统地影响个人决策以及市场成果。



2005 年



罗伯特·奥曼（以色列） 托马斯·谢林（美国）

通过对博弈论的分析加深了对冲突与合作的理解。



2002年



丹尼尔·卡尼曼（美国） 弗农·史密斯（美国）

在心理和实验经济学研究方面所做的开创性工作。



2001 年



迈克尔·斯彭斯（美） 乔治·阿克洛夫（美） 约瑟夫·斯蒂格利茨（美）

在“对充满不对称信息市场进行分析”领域作出重要贡献。

