

绪论

内 容 提 要

- 运筹学名词释义
- 运筹学发展沿革
- 运筹学基本特点
- 运筹学工作步骤
- 运筹学主要分支
- 运筹学应用领域
- 运筹学软件简介
- 运筹学研究展望

运筹学名词释义

- 运筹学作为科学名词出现于20世纪30年代末。
- “运筹学是一门应用于管理有组织系统的科学”，
“运筹学为掌管这类系统的人提供决策目标和数量分析的工具”。——《大英百科全书》
- 运筹学“用数学方法研究经济、民政和国防等部门在内外环境的约束条件下合理分配人力、物力、财力等资源，使实际系统有效运行的技术科学，它可以用来预测发展趋势，制定行动规划或优选可行方案”。——《中国大百科全书》

运筹学名词释义

- “运筹学主要研究经济活动与军事活动中能用数量来表达有关运用、筹划与管理方面的问题。它根据问题的要求，通过数学的分析与运算，作出综合性的合理安排，以达到较经济有效地使用人力物力。”——《辞海》
- 运筹学“应用分析、试验、量化的方法，对经济管理系统中人、财、物等有限资源进行统筹安排，为决策者提供有依据的最优方案，以实现最有效的管理”。——《中国企业管理百科全书》
- “运筹学是一种给出问题坏的答案的艺术，否则的话问题的结果会更坏。”

运筹学名词释义

- 运筹学所研究的，通常是在必须分配稀缺资源的条件下，科学地决定如何最佳地设计和运营人机系统。
 - 对象：人机系统
 - 条件：资源稀缺
 - 方法：模型化、定量化
 - 特点：最优化
 - 目的：决策支持

运筹学名词释义

- 运筹学的英文名称
 - Operational Research, OR (英国)
 - Operations Research, OR (美国)
- 备注
 - 在美国也有人把运筹学称为管理科学(Management Science, MS)。
 - MS运用数学、统计学和运筹学中的量化分析原理和方法, 建立数学模型或计算机仿真, 给管理决策提供科学依据。

运筹学名词释义

- 运筹学的中文名称
 - 运用学（日本）
 - 作业研究（中国香港和台湾地区）
 - 运筹学（中国）
 - 1956年，曾用过“运用学”一词。
 - 1957年，从《史记·高祖本纪》里“夫运筹策帷帐之中，决胜于千里之外”中取“运筹”二字，将OR正式译为运筹学。
 - 可直译为“运用研究”或“作业研究”，也有人曾将运筹学称作“管理数学”。

运筹学发展沿革

- 运筹学的三个来源

- 军事
- 经济
- 管理

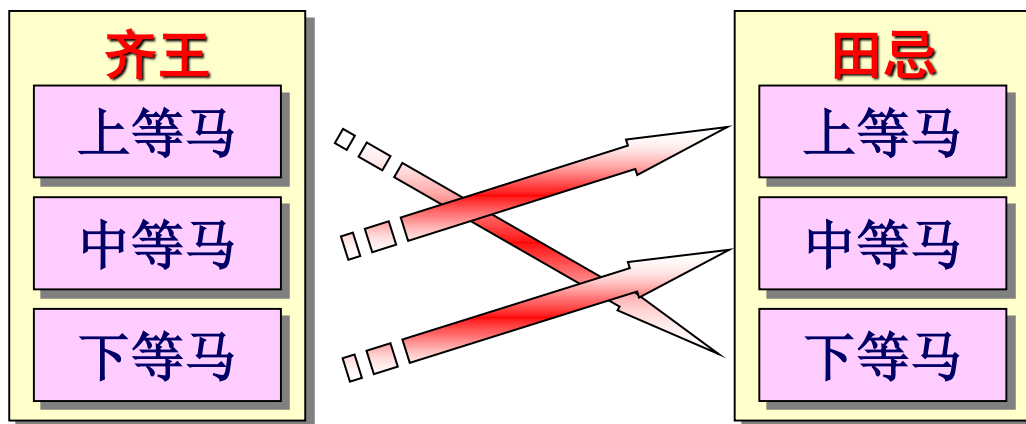
军事是运筹学的发源地之一。运筹学的原意就是“**作战研究**”，一般认为其**诞生于二战期间**，是由于反法西斯战争的需要而发展起来的一门新兴学科。

运筹学发展沿革

- 运筹学思想起源

- 田忌赛马

- 齐王要与大臣田忌赛马，双方各出上、中、下马各一匹，对局三次，每次胜负1000金。若按同等级的马比赛，齐王可获全胜，但田忌在好友、著名的军事谋略家孙臆指导下，做出如下安排，最终净胜一局，赢得1000金。



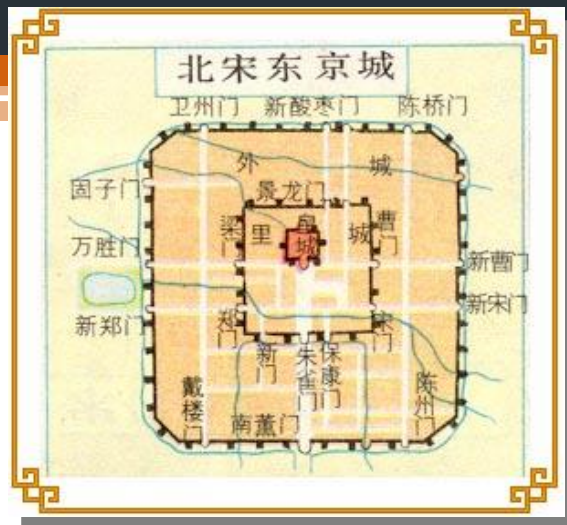
运筹学发展沿革

- 运筹学思想起源

- 都江堰水利工程

- 战国时期（大约公元前250年）川西太守李冰父子主持修建。
 - 目标：利用岷江上游的水资源灌溉川西平原。追求的效益还有防洪与航运。其总体构思是系统思想的杰出运用。
 - 两千多年来，这项工程一直发挥着巨大的效益，是我国最成功的水利工程。

运筹学发展沿革



• 运筹学思想起源

▫ 丁谓修皇宫

- 北宋年间（约1000年前），开封一场大火，北宋皇宫毁于一旦。宋真宗命晋国公丁谓主持重建皇城。
- 丁谓的施工方案是：先让人在皇宫前大街挖土烧砖；待挖成沈沟后，引入城外汴水使之成渠；利用水渠运来各种建筑用材料；皇宫修复后，再将碎砖乱瓦填入河道，修复宫前大街。
- 挖街取土，就地烧砖，渠成引水，运送建材，宫殿完工，渣土回填，恢复街道。这就巧妙地解决了取土之难，运输之难，清场之难，可谓“一举三得”。

运筹学发展沿革

- 运筹学思想起源

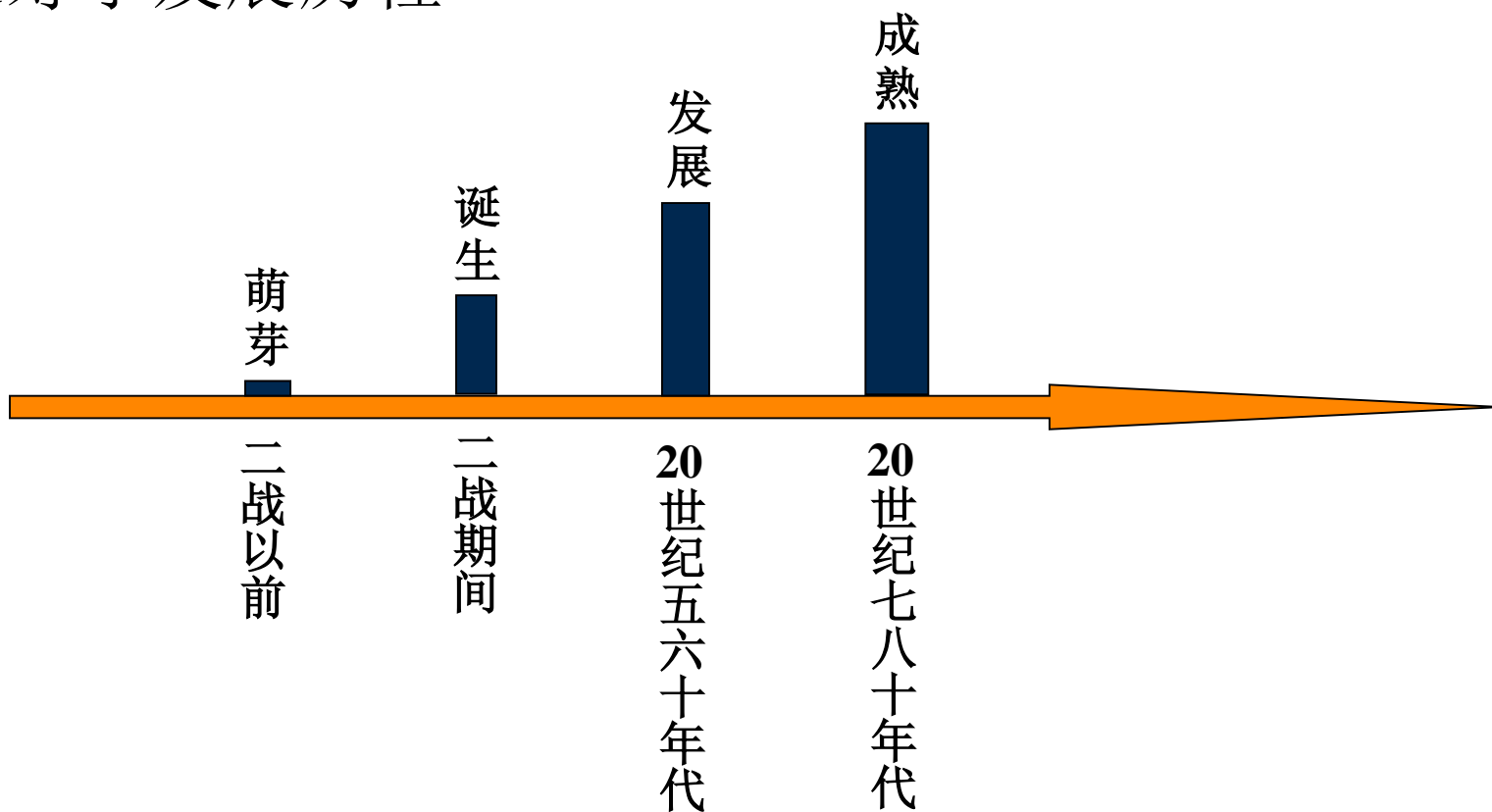
- 沈括运粮

- 沈括(1031-1095年)，北宋时期大科学家、军事家，著有《梦溪笔谈》，其中涉及了军队运粮的有关问题。
 - 沈括曾率兵抗击西夏侵扰，研究了士兵数、行军天数、粮食需求数、民夫数这四个变量之间的关系，得出结论：十万大军行军一个月，至少需要三十万民夫运粮。最后决定：从敌国就地征粮，夺取敌军粮草。
 - 与《孙子兵法》“食敌一盅，当吾三十盅”一脉相承。
 - 这种军事后勤问题的分析计算是具有现代意义的运筹思想的杰出范例。



运筹学发展沿革

- 运筹学发展历程

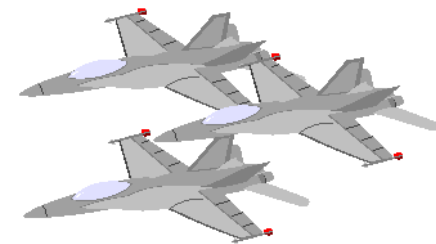


运筹学发展沿革

- 运筹学萌芽期

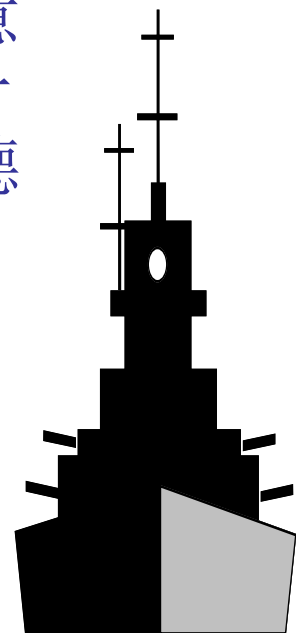
- **1914年**：英国工程师Lanchester用微分方程研究作战双方的兵力使用，提出了军事运筹学中著名的Lanchester战斗方程。
- **1917年**：丹麦工程师Erlang在哥本哈根电话公司研究电话交换机的效率开始提出了排队论的一些公式。
- **20世纪20年代初**：Harris提出了存储论的最优批量公式。
- **20世纪30年代**：列温逊运用运筹学思想分析商业广告、顾客心理。

运筹学发展沿革



• 运筹学诞生期

- 运筹学作为一门系统的科学，产生的背景为**第二次世界大战**。主要用于解决如何在与德军的对抗中最大限度地杀伤敌人，减少损失。
- **二战前期**，**1935**年，英国科学家**沃森·瓦特**发明了雷达，英国首相**丘吉尔**意识到它的重要意义，并下令在英国东海岸的**Bawdsey**建立了一个秘密的**雷达站**。雷达技术帮助了英国探测德国空军，但仍存在很多漏洞。
- **1938年7月**，**Bawdsey**雷达站的负责人**罗伊**（A.P. Rowe）提出立即进行整个防空作战系统运行的研究。



运筹学发展沿革

- 运筹学诞生期

- 1939年，以曼彻斯特大学物理学家、英国战斗机司令部顾问、战后获得诺贝尔奖的P.M.S. Blackett为首，组织了一个代号“Blackett马戏团”的研究小组，专门进行改进防空系统的研究。

- 这个小组包括三名心理学家、两名数学家、两名应用数学家、一名天文物理学家、一名普通物理学家、一名海军军官、一名陆军军官、一名测量员，因此被称为“马戏团”。

运筹学发展沿革

- 运筹学诞生期

- “Blackett马戏团”对一系列雷达防空作战问题作了系统的研究，并获得了成功，从而大大提高了英国本土防空能力，在以后不久对抗德国对英伦三岛的狂轰滥炸中，发挥了极大的作用。

- 在该研究小组就此项研究所写的秘密报告中，使用了“Operational Research”，意指“作战研究”或“运用研究”，此即OR一词的起源。
- 二战史专家评论说，如果没有这些技术及研究，英国就不可能赢得这场战争，甚至在一开始就被击败。

运筹学发展沿革

- 运筹学诞生期

- “Blackett马戏团”是世界上第一个运筹学小组。Bawdsey雷达站的研究是运筹学的发祥与典范。后来发展到每一个英军指挥部都成立运筹学小组。
- 1942年，美国和加拿大也都相继成立运筹学小组。这些小组在确定扩建舰队规模、开展反潜战侦察和组织有效对敌轰炸等方面作了大量研究，为取得反法西斯战争的胜利及运筹学有关分支的建立作出了贡献。

运筹学发展沿革

- 二战期间典型战役

- 不列颠之战

- 1941年，希特勒为了实施在英伦三岛登陆的计划，命令德国空军轮番对英国进行狂轰滥炸。
 - 当时英国皇家空军以1:7的数量劣势迎战，为此需要尽可能地保持飞机处于飞行状态。
 - 空军司令部规定保持70%的飞机在天上巡逻。但是，英军很快发现要保持这么高的飞行比例有困难，因为飞机有被击落的、有需要维修的，飞行员也有伤亡。这一决策的后果是在空中飞行的飞机数量越来越少。

运筹学发展沿革

- 二战期间典型战役

- 不列颠之战

- 究竟保持多大比例的飞机在巡逻才能持久作战呢？
 - OR小组的专家纷纷研究这个问题，这个问题最后被生物学家康顿解决了。他根据计算生物平均寿命的方法，运用飞机飞行时间、维修时间、空战特点和飞机被落击伤状况等数据，得出结论：只要保持35%的飞机在飞行状态，就能使全部飞机的飞行战斗时间最多。这一研究成果为取得不列颠之战的胜利作出了贡献。

运筹学发展沿革

- 二战期间典型战役

- 大西洋反潜战

- **主要问题**：德国的潜水艇严重威胁盟军的运输船，研究如何用飞机投掷深水炸弹，有效摧毁敌军潜艇为当务之急。
 - 美国投入第二次世界大战后，吸收了大量科学家协助作战指挥。1942年，美国大西洋舰队反潜战官员W.D. Baker舰长请求建立反潜战运筹组，麻省理工学院的物理学家P.W. Morse被请来担任计划与监督。

运筹学发展沿革

- 二战期间典型战役

- 大西洋反潜战

- **Morse**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。**Morse**小组给出的解决办法：
 - 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米左右，改为25米左右，即当德方潜艇刚下潜时攻击效果最佳。
 - 运送物资的船队与护航舰艇编队，由小规模多批次，改为大规模少批次，这样，损失率将减少。
 - **丘吉尔**采纳了**Morse**的建议，最终成功打破了德国的封锁，并重创了德国潜艇舰队，因这项工作，**Morse**同时获得了英国及美国战时的最高勋章。

运筹学发展沿革

- 二战期间典型战役

- 英国战斗机援法

- 二战开始后不久，德国军队突破了法国的马奇诺防线，法军节节败退，英国为了对抗德国，派遣了十几个战斗机中队。由于战斗损失，法国总理要求增援10个中队。已出任英国首相的丘吉尔决定同意这个请求。
 - 英国运筹人员得悉此事后，进行了一项快速研究，其研究表明：在当时环境下，当损失率、补充率为现行水平时，英国的援法战斗机不出两周机会全部损失掉。
 - 这些运筹学家以其研究结果说服了丘吉尔。丘吉尔最终决定：不仅不再增援新的战斗机中队，而且还将在法的英国战机大部分撤回英国本土，以本土为基地，继续对抗德国，结果局面有了很大改观。

运筹学发展沿革

• 二战期间典型战役

▣ 猎潜战例

1944年初，为帮助美国海军在连接大西洋和地中海的**直布罗陀海峡**封锁过往的德军潜艇，美军OR小组的约翰·佩芝姆博士提出了一种“**屏障巡逻**”飞行战术。



运筹学发展沿革

• 二战期间典型战役

▣ 猎潜战例

在深水航道的最窄处划出一个4英里长、1英里宽的长方形，两架飞机保持在长方形两边线的对称位置上，同时以115英里/小时的速度绕长方形飞行。



在方形上每一点，每隔3分钟就有一架飞机巡逻通过。潜艇通过这个区域时，巡逻的飞机至少会有两次机会去发现它。这样，在2月24日到3月16日短短三个星期内，一个巡逻机中队击沉击伤德军潜艇3艘，自己无一伤亡。

运筹学发展沿革

- 二战期间典型战役

- 南太平洋战争

- **问题：**美军与日军在南太平洋战区相遇，日方需决定应该带着军队走南太平洋的南线还是北线；美军需决定应该把轰炸机安置在南太平洋的南线还是北线。
 - **模型：**对策论中的矩阵对策。
 - **影响决策的因素：**
 - 北线天气不好，不易走，但隐蔽性好；
 - 南线天气好，易走，但隐蔽性比较差。
 - **双方的决策结果：**
 - 日方决定带军队走南太平洋的北线；
 - 美方决定把轰炸机安置在南太平洋的北线；
 - 结果这次交战日军惨败。

运筹学发展沿革

- 运筹学发展期

- 创建阶段（20世纪40年代末~50年代初）：研究人数不多，范围较小，出版物、学会寥寥无几。
- 成长阶段（20世纪50年代）：电子计算机技术迅速发展，促进了运筹学在民用部门的推广应用。
- 普及阶段（20世纪60年代以来）：除军事方面的应用研究之外，相继在工业、农业、经济、管理和社会问题等各领域都有应用。
 - 运筹学迅速发展并开始普及，进一步细分为许多分支，专业学术团体迅速增多，更多的期刊创办，运筹学书籍大量出版，更多学校将运筹学课程纳入教学计划中。

运筹学发展沿革

- 运筹学刊物
 - 国际刊物
 - Management Science
 - Operations Research
 - Interfaces
 - Journal of Operational Research Society
 - European Journal of Operational Research
 - Mathematical Programming
 - Computers & Operations Research
 -

运筹学发展沿革

- 运筹学刊物

- 国内刊物

- 运筹学学报
 - 运筹与管理
 - 系统工程学报
 - 系统工程理论与实践
 - 系统管理学报
 - 系统工程
 - 数量经济技术经济研究
 - 中国管理科学
 -

运筹学发展沿革

- 运筹学学会

- 英国（1948年）
- 美国（1952年）
- 法国（1956年）
- 日本，印度（1957年）
- 中国（1980年）
- 到2005年为止，有48个国家和地区建立了运筹学会或类似组织。
- 另外还有国际运筹学联合会（IFORS）、欧洲运筹学协会（EURO）、亚太运筹学协会（APORS）等。

运筹学发展沿革

- 运筹学在我国的发展
 - 20世纪50年代中期钱学森、许国志等教授将运筹学引入我国，并结合我国特点在国内推广应用。
 - 1957年：建筑业和纺织业
 - 1958年始：交通运输、工业、农业、水利建设、邮电等方面（如“图上作业法”、“中国邮路问题”）
 - 20世纪60年代起：钢铁和石油部门
 - 1965年起：建筑业、大型设备维修计划等（统筹法）
 - 1970年：优选法
 - 20世纪70年代中期：最优化方法、排队论、图论
 - 20世纪70年代后期：存储论
 - 近年来：运筹学与系统工程紧密结合，趋向研究和解决规模更大、更复杂的问题。

运筹学基本特点

科学性：在科学方法论指导下，通过一系列规范化步骤，建立问题的**数学模型**或**模拟模型**来进行研究。运筹学研究不仅涉及数学，还要涉及经济学、系统科学、工程物理科学等其他学科。

实践性：以**实际问题**为分析对象，通过鉴别问题性质、系统目标以及系统内主要变量之间的关系，利用数学方法对系统进行最优化，而且分析获得的结果要能被**实践检验**，并被用来**指导实际**系统的运行。

运筹学 基本特点

综合性：是一种综合性研究，它涉及问题的方方面面，应用**多学科知识**，因此，要由**多方面专家**组成的小组来完成。

系统性：用**系统的观点**来分析一个组织（或系统），它着眼于**整个系统**而不是一个局部，通过协调各组成部分之间的关系和利害冲突，使**整个系统**达到最优状态。

运筹学工作步骤

表征问题：确定问题的目标、可能的约束、问题的可控变量以及有关参数，搜集有关数据资料。

建立模型：把问题中的可控变量、不可控变量、技术参数和目标与约束之间的关系用一定的模型表示出来。

求解模型：用各种手段（主要是数学方法，也可以是其他方法）求解模型。解可以是最优、次优、满意解。复杂模型求解需要计算机，解的精度要求可由决策者提出。

解的检验：首先检查求解步骤和程序是否有误，然后检查解是否反映现实问题，判断模型是否正确，必要时要对模型进行修正。

解的控制：通过控制解的变化过程（灵敏度分析），确定最优解保持稳定时的参数变化范围，超出这个范围时，要对模型及解进行修正。

解的实施：明确方案由谁实施，什么时间实施，如何实施，要估计实施过程中可能遇到的阻力，并制定相应措施。

这些步骤往往需要交叉反复进行

运筹学主要分支



主要分支

按所解决问题性质上的差别，可将实际问题归结为不同类型的**数学模型**，这些模型构成了运筹学的各个分支：

- 线性规划（ Linear Programming ）
- 非线性规划（ Nonlinear Programming ）
- 整数规划（ Integer Programming ）
- 目标规划（ Goal Programming ）
- 动态规划（ Dynamic Programming ）
- 图与网络分析（ Graph Theory & Network Analysis ）
- 存储论（ Inventory Theory ）
- 排队论（ Queueing Theory ）
- 博弈论（ Game Theory ）
- 决策论（ Decision Theory ）

运筹学应用领域

重要民用领域

市场营销	生产计划
库存管理	运输问题
财务会计	人事管理
设备维修	库存管理
工程优化	城市管理

运筹学软件简介

目前常用的求解运筹学模型的软件有：

- **LINDO** (线性规划、整数规划、二次规划)
- **LINGO** (解线性规划、非线性规划、整数规划,图与网络模型及存储、排队、对策等)
- **WinQSB** (教学软件, 非大型问题的计算)
- **Excel** (可建立运筹学的电子表格模型, 然后用Excel Solver求解)
- **Matlab** (线性规划、对偶问题、目标规划、整数规划、非线性规划、排队论等)
- **AMPL, MPL, OPL, GAMS**等 (大型建模及管理工具)
- **CPLEX** (线性规划、二次规划、混合整数线性规划、混合整数二次规划等)

运筹学研究展望

- （20世纪70年代起）运筹学应在三个领域发展：运筹学应用、运筹科学和运筹数学，并强调发展前两者，从整体讲应协调发展。
- （20世纪70年代末至80年代初）注意研究大系统，并与系统分析相结合，以及发展（80年代中）决策支持系统。
- （20世纪90年代和21世纪初）两个重要趋势：
 - 软运筹学（如软系统方法论、战略选择、问题结构法、超对策、亚超对策，等等）
 - 软计算（如遗传算法、模拟退火、神经网络、模糊逻辑、进化计算、禁忌算法、蚁群优化、差分进化算法、粒子群优化算法、蜂群算法、文化算法，等）
- 总之，运筹学还在不断发展，新的思想、观点和方法还在不断出现。

谢谢!

Thank you!