运筹学课程简介

杨俊锋

南京大学数学系
(jfyang@nju.edu.cn)

2014 年 9 月 1 日

提纲

提纲

课程信息

运筹学简介

- 运筹学的起源
- 运筹学的定义
- 运筹学的性质和特点
- 运筹学的工作步骤
- 运筹学的模型
- 运筹学的主要分支及例子

课程计划

参考书

课程信息

- 上课时间：9月1日～12月31日，周一9-10节，周三1-2节
- 地点：逸B-101
- 上课形式：PPT + 板书
- 考试内容：课堂PPT、笔记、作业等
- 考试形式：闭卷
- 课堂 PPT 下载：
  - `ftp://114.212.192.30`
  - username: stud
  - password: download

课程信息

- 上课时间：9月1日～12月31日，周一9-10节，周三1-2节
- 地点：逸B-101
- 上课形式：PPT + 板书
- 考试内容：课堂PPT、笔记、作业等
- 考试形式：闭卷
- 课堂 PPT 下载：
  - `ftp://114.212.192.30`
  - username: stud
  - password: download

课程信息

- 上课时间：9月1日～12月31日，周一9-10节，周三1-2节
- 地点：逸B-101
- 上课形式：PPT + 板书
- 考试内容：课堂PPT、笔记、作业等
- 考试形式：闭卷
- 课堂 PPT 下载：
  - `ftp://114.212.192.30`
  - username: stud
  - password: download

课程信息

- 上课时间：9月1日～12月31日，周一9-10节，周三1-2节
- 地点：逸B-101
- 上课形式：PPT + 板书
- 考试内容：课堂PPT、笔记、作业等
- 考试形式：闭卷
- 课堂 PPT 下载：
  - `ftp://114.212.192.30`
  - username: stud
  - password: download

课程信息

- 上课时间：9月1日～12月31日，周一9-10节，周三1-2节
- 地点：逸B-101
- 上课形式：PPT + 板书
- 考试内容：课堂PPT、笔记、作业等
- 考试形式：闭卷
- 课堂 PPT 下载：
  - `ftp://114.212.192.30`
  - username: stud
  - password: download

课程信息

- 上课时间：9月1日～12月31日，周一9-10节，周三1-2节
- 地点：逸B-101
- 上课形式：PPT + 板书
- 考试内容：课堂PPT、笔记、作业等
- 考试形式：闭卷
- 课堂 PPT 下载：
  - `ftp://114.212.192.30`
  - username: stud
  - password: download

课程信息

- 上课时间：9月1日～12月31日，周一9-10节，周三1-2节
- 地点：逸B-101
- 上课形式：PPT + 板书
- 考试内容：课堂PPT、笔记、作业等
- 考试形式：闭卷
- 课堂 PPT 下载：
  - `ftp://114.212.192.30`
  - username: stud
  - password: download

课程信息

- 上课时间：9月1日～12月31日，周一9-10节，周三1-2节
- 地点：逸B-101
- 上课形式：PPT + 板书
- 考试内容：课堂PPT、笔记、作业等
- 考试形式：闭卷
- 课堂 PPT 下载：
  - `ftp://114.212.192.30`
  - username: stud
  - password: download

课程信息

- 上课时间：9月1日～12月31日，周一9-10节，周三1-2节
- 地点：逸B-101
- 上课形式：PPT + 板书
- 考试内容：课堂PPT、笔记、作业等
- 考试形式：闭卷
- 课堂 PPT 下载：
  - `ftp://114.212.192.30`
  - username: stud
  - password: download

提纲

提纲

运筹学的起源

- 田忌赛马的故事(约公约前300年)
- “运筹帷幄之中，决胜千里之外”——西汉·司马迁《史记·高祖本纪》
- 运筹学的科学名称出现在二战期间。二战期间主要是军事上的应用，短期性、战术性。例如：研究雷达的合理运用，英美对付德国空袭；护航舰队保护商船的合理编队问题；遭遇德潜艇袭击时，如何减少损失的问题；研究深水炸弹合理爆炸深度，以加强对德国潜艇的打击等等。
- 二战后，应用领域延伸到工业、农业、经济、社会等众多其他领域，产生众多分支：数学规划（线性规划、非线性规划、整数规划、目标规划、动态规划、随机规划等）、网络优化、排队论（随机服务系统）、存储论（库存论）、对策论（博弈论）、决策论、可靠性理论等等。
- 1947 年 Dantzig 发表求解线性规划的单纯形法论文 (用以解决美国空军军事计划中出现的问题)，标志着数学规划学科的成为一门正式学科。
- 电子计算机的发明，使得大规模计算成为可能，极大地促进了运筹学的发展。

运筹学的起源

- 田忌赛马的故事(约公约前300年)
- “运筹帷幄之中，决胜千里之外”——西汉·司马迁《史记·高祖本纪》
- 运筹学的科学名称出现在二战期间。二战期间主要是军事上的应用，短期性、战术性。例如：研究雷达的合理运用，英美对付德国空袭；护航舰队保护商船的合理编队问题；遭遇德潜艇袭击时，如何减少损失的问题；研究深水炸弹合理爆炸深度，以加强对德国潜艇的打击等等。
- 二战后，应用领域延伸到工业、农业、经济、社会等众多其他领域，产生众多分支：数学规划（线性规划、非线性规划、整数规划、目标规划、动态规划、随机规划等）、网络优化、排队论（随机服务系统）、存储论（库存论）、对策论（博弈论）、决策论、可靠性理论等等。
- 1947 年 Dantzig 发表求解线性规划的单纯形法论文 (用以解决美国空军军事计划中出现的问题)，标志着数学规划学科的成为一门正式学科。
- 电子计算机的发明，使得大规模计算成为可能，极大地促进了运筹学的发展。

运筹学的起源

- 田忌赛马的故事(约公约前300年)
- “运筹帷幄之中，决胜千里之外”——西汉·司马迁《史记·高祖本纪》
- 运筹学的科学名称出现在二战期间。二战期间主要是军事上的应用，短期性、战术性。例如：研究雷达的合理运用，英美对付德国空袭；护航舰队保护商船的合理编队问题；遭遇德潜艇袭击时，如何减少损失的问题；研究深水炸弹合理爆炸深度，以加强对德国潜艇的打击等等。
- 二战后，应用领域延伸到工业、农业、经济、社会等众多其他领域，产生众多分支：数学规划（线性规划、非线性规划、整数规划、目标规划、动态规划、随机规划等）、网络优化、排队论（随机服务系统）、存储论（库存论）、对策论（博弈论）、决策论、可靠性理论等等。
- 1947 年 Dantzig 发表求解线性规划的单纯形法论文 (用以解决美国空军军事计划中出现的问题)，标志着数学规划学科的成为一门正式学科。
- 电子计算机的发明，使得大规模计算成为可能，极大地促进了运筹学的发展。

运筹学的起源

- 田忌赛马的故事(约公约前300年)
- “运筹帷幄之中，决胜千里之外”——西汉·司马迁《史记·高祖本纪》
- 运筹学的科学名称出现在二战期间。二战期间主要是军事上的应用，短期性、战术性。例如：研究雷达的合理运用，英美对付德国空袭；护航舰队保护商船的合理编队问题；遭遇德潜艇袭击时，如何减少损失的问题；研究深水炸弹合理爆炸深度，以加强对德国潜艇的打击等等。
- 二战后，应用领域延伸到工业、农业、经济、社会等众多其他领域，产生众多分支：数学规划（线性规划、非线性规划、整数规划、目标规划、动态规划、随机规划等）、网络优化、排队论（随机服务系统）、存储论（库存论）、对策论（博弈论）、决策论、可靠性理论等等。
- 1947 年 Dantzig 发表求解线性规划的单纯形法论文 (用以解决美国空军军事计划中出现的问题)，标志着数学规划学科的成为一门正式学科。
- 电子计算机的发明，使得大规模计算成为可能，极大地促进了运筹学的发展。

运筹学的起源

- 田忌赛马的故事(约公约前300年)
- “运筹帷幄之中，决胜千里之外”——西汉·司马迁《史记·高祖本纪》
- 运筹学的科学名称出现在二战期间。二战期间主要是军事上的应用，短期性、战术性。例如：研究雷达的合理运用，英美对付德国空袭；护航舰队保护商船的合理编队问题；遭遇德潜艇袭击时，如何减少损失的问题；研究深水炸弹合理爆炸深度，以加强对德国潜艇的打击等等。
- 二战后，应用领域延伸到工业、农业、经济、社会等众多其他领域，产生众多分支：数学规划（线性规划、非线性规划、整数规划、目标规划、动态规划、随机规划等）、网络优化、排队论（随机服务系统）、存储论（库存论）、对策论（博弈论）、决策论、可靠性理论等等。
- 1947 年 Dantzig 发表求解线性规划的单纯形法论文 (用以解决美国空军军事计划中出现的问题)，标志着数学规划学科的成为一门正式学科。
- 电子计算机的发明，使得大规模计算成为可能，极大地促进了运筹学的发展。

运筹学的起源

- 田忌赛马的故事(约公约前300年)
- “运筹帷幄之中，决胜千里之外”——西汉·司马迁《史记·高祖本纪》
- 运筹学的科学名称出现在二战期间。二战期间主要是军事上的应用，短期性、战术性。例如：研究雷达的合理运用，英美对付德国空袭；护航舰队保护商船的合理编队问题；遭遇德潜艇袭击时，如何减少损失的问题；研究深水炸弹合理爆炸深度，以加强对德国潜艇的打击等等。
- 二战后，应用领域延伸到工业、农业、经济、社会等众多其他领域，产生众多分支：数学规划（线性规划、非线性规划、整数规划、目标规划、动态规划、随机规划等）、网络优化、排队论（随机服务系统）、存储论（库存论）、对策论（博弈论）、决策论、可靠性理论等等。
- 1947 年 Dantzig 发表求解线性规划的单纯形法论文 (用以解决美国空军军事计划中出现的问题)，标志着数学规划学科的成为一门正式学科。
- 电子计算机的发明，使得大规模计算成为可能，极大地促进了运筹学的发展。

提纲

运筹学的定义

- 运筹学 (曾用名：运用研究、应用研究; OR: Operations Research, Operational Research) 是一门应用学科，它运用人们所掌握的经验、知识、技术来解决生产、生活、经济、军事、政治等领域中所面临的问题，为决策者的决策提供依据。
- 运筹学至今没有统一且确切的定义。
- 定义一：为决策机构在对其控制下的业务活动进行决策时，提供以数量化为基础的科学方法。
- 定义二：运筹学是一门应用科学，它广泛应用现有的科学技术知识和数学方法，解决实际中提出的专门问题，为决策者选择最优决策提供定量依据。
- 定义三：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。

运筹学的定义

- 运筹学 (曾用名：运用研究、应用研究; OR: Operations Research, Operational Research) 是一门应用学科，它运用人们所掌握的经验、知识、技术来解决生产、生活、经济、军事、政治等领域中所面临的问题，为决策者的决策提供依据。
- 运筹学至今没有统一且确切的定义。
- 定义一：为决策机构在对其控制下的业务活动进行决策时，提供以数量化为基础的科学方法。
- 定义二：运筹学是一门应用科学，它广泛应用现有的科学技术知识和数学方法，解决实际中提出的专门问题，为决策者选择最优决策提供定量依据。
- 定义三：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。

运筹学的定义

- 运筹学 (曾用名：运用研究、应用研究; OR: Operations Research, Operational Research) 是一门应用学科，它运用人们所掌握的经验、知识、技术来解决生产、生活、经济、军事、政治等领域中所面临的问题，为决策者的决策提供依据。
- 运筹学至今没有统一且确切的定义。
- 定义一：为决策机构在对其控制下的业务活动进行决策时，提供以数量化为基础的科学方法。
- 定义二：运筹学是一门应用科学，它广泛应用现有的科学技术知识和数学方法，解决实际中提出的专门问题，为决策者选择最优决策提供定量依据。
- 定义三：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。

运筹学的定义

- 运筹学 (曾用名：运用研究、应用研究; OR: Operations Research, Operational Research) 是一门应用学科，它运用人们所掌握的经验、知识、技术来解决生产、生活、经济、军事、政治等领域中所面临的问题，为决策者的决策提供依据。
- 运筹学至今没有统一且确切的定义。
- 定义一：为决策机构在对其控制下的业务活动进行决策时，提供以数量化为基础的科学方法。
- 定义二：运筹学是一门应用科学，它广泛应用现有的科学技术知识和数学方法，解决实际中提出的专门问题，为决策者选择最优决策提供定量依据。
- 定义三：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。

运筹学的定义

- 运筹学 (曾用名：运用研究、应用研究; OR: Operations Research, Operational Research) 是一门应用学科，它运用人们所掌握的经验、知识、技术来解决生产、生活、经济、军事、政治等领域中所面临的问题，为决策者的决策提供依据。
- 运筹学至今没有统一且确切的定义。
- 定义一：为决策机构在对其控制下的业务活动进行决策时，提供以数量化为基础的科学方法。
- 定义二：运筹学是一门应用科学，它广泛应用现有的科学技术知识和数学方法，解决实际中提出的专门问题，为决策者选择最优决策提供定量依据。
- 定义三：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。

提纲

运筹学的性质和特点

- 强调科学方法，不单是某种研究方法的分散和偶然的应用，而是可用于整个一类问题。
- 运筹学为决策者进行决策提供定量依据，强调以数量化为基础，数学模型与方法是基础。
- 除定量因素外，决策者的最终决策还需考虑定性因素，如政治、社会、国情等因素。
- 具有多学科交叉的特点。
- 强调最优决策，但最优通常很难达到，实际中往往用次优、满意等代替最优。

运筹学的性质和特点

- 强调科学方法，不单是某种研究方法的分散和偶然的应用，而是可用于整个一类问题。
- 运筹学为决策者进行决策提供定量依据，强调以数量化为基础，数学模型与方法是基础。
- 除定量因素外，决策者的最终决策还需考虑定性因素，如政治、社会、国情等因素。
- 具有多学科交叉的特点。
- 强调最优决策，但最优通常很难达到，实际中往往用次优、满意等代替最优。

运筹学的性质和特点

- 强调科学方法，不单是某种研究方法的分散和偶然的应用，而是可用于整个一类问题。
- 运筹学为决策者进行决策提供定量依据，强调以数量化为基础，数学模型与方法是基础。
- 除定量因素外，决策者的最终决策还需考虑定性因素，如政治、社会、国情等因素。
- 具有多学科交叉的特点。
- 强调最优决策，但最优通常很难达到，实际中往往用次优、满意等代替最优。

运筹学的性质和特点

- 强调科学方法，不单是某种研究方法的分散和偶然的应用，而是可用于整个一类问题。
- 运筹学为决策者进行决策提供定量依据，强调以数量化为基础，数学模型与方法是基础。
- 除定量因素外，决策者的最终决策还需考虑定性因素，如政治、社会、国情等因素。
- 具有多学科交叉的特点。
- 强调最优决策，但最优通常很难达到，实际中往往用次优、满意等代替最优。

运筹学的性质和特点

- 强调科学方法，不单是某种研究方法的分散和偶然的应用，而是可用于整个一类问题。
- 运筹学为决策者进行决策提供定量依据，强调以数量化为基础，数学模型与方法是基础。
- 除定量因素外，决策者的最终决策还需考虑定性因素，如政治、社会、国情等因素。
- 具有多学科交叉的特点。
- 强调最优决策，但最优通常很难达到，实际中往往用次优、满意等代替最优。

提纲

运筹学的工作步骤

1. 提出问题、形成问题：弄清目标、约束、可控变量、参数、资料等
2. 建立模型：可控变量、参数、目标、约束等运用模型表示出来
3. 求解 (理论、计算方法)
4. 解的检验：是否正确的求解了模型；是否反映实际问题
5. 解的控制：是否对解作一定的改变
6. 解的实施：将解应用到实际问题，可能产生的问题和修改
7. 循环上述步骤

运筹学的工作步骤

1. 提出问题、形成问题：弄清目标、约束、可控变量、参数、资料等
2. 建立模型：可控变量、参数、目标、约束等运用模型表示出来
3. 求解 (理论、计算方法)
4. 解的检验：是否正确的求解了模型；是否反映实际问题
5. 解的控制：是否对解作一定的改变
6. 解的实施：将解应用到实际问题，可能产生的问题和修改
7. 循环上述步骤

运筹学的工作步骤

1. 提出问题、形成问题：弄清目标、约束、可控变量、参数、资料等
2. 建立模型：可控变量、参数、目标、约束等运用模型表示出来
3. 求解 (理论、计算方法)
4. 解的检验：是否正确的求解了模型；是否反映实际问题
5. 解的控制：是否对解作一定的改变
6. 解的实施：将解应用到实际问题，可能产生的问题和修改
7. 循环上述步骤

运筹学的工作步骤

1. 提出问题、形成问题：弄清目标、约束、可控变量、参数、资料等
2. 建立模型：可控变量、参数、目标、约束等运用模型表示出来
3. 求解 (理论、计算方法)
4. 解的检验：是否正确的求解了模型；是否反映实际问题
5. 解的控制：是否对解作一定的改变
6. 解的实施：将解应用到实际问题，可能产生的问题和修改
7. 循环上述步骤

运筹学的工作步骤

1. 提出问题、形成问题：弄清目标、约束、可控变量、参数、资料等
2. 建立模型：可控变量、参数、目标、约束等运用模型表示出来
3. 求解 (理论、计算方法)
4. 解的检验：是否正确的求解了模型；是否反映实际问题
5. 解的控制：是否对解作一定的改变
6. 解的实施：将解应用到实际问题，可能产生的问题和修改
7. 循环上述步骤

运筹学的工作步骤

1. 提出问题、形成问题：弄清目标、约束、可控变量、参数、资料等
2. 建立模型：可控变量、参数、目标、约束等运用模型表示出来
3. 求解 (理论、计算方法)
4. 解的检验：是否正确的求解了模型；是否反映实际问题
5. 解的控制：是否对解作一定的改变
6. 解的实施：将解应用到实际问题，可能产生的问题和修改
7. 循环上述步骤

运筹学的工作步骤

1. 提出问题、形成问题：弄清目标、约束、可控变量、参数、资料等
2. 建立模型：可控变量、参数、目标、约束等运用模型表示出来
3. 求解 (理论、计算方法)
4. 解的检验：是否正确的求解了模型；是否反映实际问题
5. 解的控制：是否对解作一定的改变
6. 解的实施：将解应用到实际问题，可能产生的问题和修改
7. 循环上述步骤

提纲

运筹学的模型

运筹学模型的一般数学形式：

- 目标的评测标准：$f(x, y, \xi)$
- 约束条件：$g(x, y, \xi) \geq 0$
- x为可控变量；y为已知参数；ξ为随机因素。

运筹学的模型

运筹学模型的一般数学形式：

- 目标的评测标准：$f(x, y, \xi)$
- 约束条件：$g(x, y, \xi) \geq 0$
- x为可控变量；y为已知参数；ξ为随机因素。

运筹学的模型

运筹学模型的一般数学形式：

- 目标的评测标准：$f(x, y, \xi)$
- 约束条件：$g(x, y, \xi) \geq 0$
- x为可控变量；y为已知参数；ξ为随机因素。

提纲

运筹学的主要分支

- 数学规划
  - 线性规划
  - 非线性规划
  - 整数规划
  - 动态规划
  - 随机规划
  - 多目标规划
  - ...
- 网络优化
- 排队论（随机服务系统）
- 库存论（存储论）
- 对策论（博弈论）
- 决策论
- ...

各分支的研究又包括建模、模型理论、算法设计、算法理论、应用研究等方面

运筹学的主要分支

- 数学规划
  - 线性规划
  - 非线性规划
  - 整数规划
  - 动态规划
  - 随机规划
  - 多目标规划
  - …
- 网络优化
- 排队论（随机服务系统）
- 库存论（存储论）
- 对策论（博弈论）
- 决策论
- …

各分支的研究又包括建模、模型理论、算法设计、算法理论、应用研究等方面

运筹学的主要分支

- 数学规划
  - 线性规划
  - 非线性规划
  - 整数规划
  - 动态规划
  - 随机规划
  - 多目标规划
  - ...
- 网络优化
- 排队论（随机服务系统）
- 库存论（存储论）
- 对策论（博弈论）
- 决策论
- ...

各分支的研究又包括建模、模型理论、算法设计、算法理论、应用研究等方面

运筹学的主要分支

- 数学规划
  - 线性规划
  - 非线性规划
  - 整数规划
  - 动态规划
  - 随机规划
  - 多目标规划
  - …
- 网络优化
- 排队论（随机服务系统）
- 库存论（存储论）
- 对策论（博弈论）
- 决策论
- …

各分支的研究又包括建模、模型理论、算法设计、算法理论、应用研究等方面

运筹学的主要分支

- 数学规划
  - 线性规划
  - 非线性规划
  - 整数规划
  - 动态规划
  - 随机规划
  - 多目标规划
  - ...
- 网络优化
- 排队论（随机服务系统）
- 库存论（存储论）
- 对策论（博弈论）
- 决策论
- ...

各分支的研究又包括建模、模型理论、算法设计、算法理论、应用研究等方面

运筹学的主要分支

- 数学规划
  - 线性规划
  - 非线性规划
  - 整数规划
  - 动态规划
  - 随机规划
  - 多目标规划
  - ...
- 网络优化
- 排队论（随机服务系统）
- 库存论（存储论）
- 对策论（博弈论）
- 决策论
- ...

各分支的研究又包括建模、模型理论、算法设计、算法理论、应用研究等方面

运筹学的主要分支

- 数学规划
  - 线性规划
  - 非线性规划
  - 整数规划
  - 动态规划
  - 随机规划
  - 多目标规划
  - …
- 网络优化
- 排队论（随机服务系统）
- 库存论（存储论）
- 对策论（博弈论）
- 决策论
- …

各分支的研究又包括建模、模型理论、算法设计、算法理论、应用研究等方面

运筹学的主要分支

- 数学规划
  - 线性规划
  - 非线性规划
  - 整数规划
  - 动态规划
  - 随机规划
  - 多目标规划
  - ...
- 网络优化
- 排队论（随机服务系统）
- 库存论（存储论）
- 对策论（博弈论）
- 决策论
- ...

各分支的研究又包括建模、模型理论、算法设计、算法理论、应用研究等方面

运筹学的主要分支

- 数学规划
  - 线性规划
  - 非线性规划
  - 整数规划
  - 动态规划
  - 随机规划
  - 多目标规划
  - ...
- 网络优化
- 排队论（随机服务系统）
- 库存论（存储论）
- 对策论（博弈论）
- 决策论
- ...

各分支的研究又包括建模、模型理论、算法设计、算法理论、应用研究等方面

运筹学的主要分支

- 数学规划
  - 线性规划
  - 非线性规划
  - 整数规划
  - 动态规划
  - 随机规划
  - 多目标规划
  - ...
- 网络优化
- 排队论（随机服务系统）
- 库存论（存储论）
- 对策论（博弈论）
- 决策论
- ...

各分支的研究又包括建模、模型理论、算法设计、算法理论、应用研究等方面

运筹学的主要分支

- 数学规划
  - 线性规划
  - 非线性规划
  - 整数规划
  - 动态规划
  - 随机规划
  - 多目标规划
  - ...
- 网络优化
- 排队论（随机服务系统）
- 库存论（存储论）
- 对策论（博弈论）
- 决策论
- ...

各分支的研究又包括建模、模型理论、算法设计、算法理论、应用研究等方面

运筹学的主要分支

- 数学规划
  - 线性规划
  - 非线性规划
  - 整数规划
  - 动态规划
  - 随机规划
  - 多目标规划
  - ...
- 网络优化
- 排队论（随机服务系统）
- 库存论（存储论）
- 对策论（博弈论）
- 决策论
- ...

各分支的研究又包括建模、模型理论、算法设计、算法理论、应用研究等方面

运筹学的主要分支

- 数学规划
  - 线性规划
  - 非线性规划
  - 整数规划
  - 动态规划
  - 随机规划
  - 多目标规划
  - ...
- 网络优化
- 排队论（随机服务系统）
- 库存论（存储论）
- 对策论（博弈论）
- 决策论
- ...

各分支的研究又包括建模、模型理论、算法设计、算法理论、应用研究等方面

运筹学的主要分支

- 数学规划
  - 线性规划
  - 非线性规划
  - 整数规划
  - 动态规划
  - 随机规划
  - 多目标规划
  - ...
- 网络优化
- 排队论（随机服务系统）
- 库存论（存储论）
- 对策论（博弈论）
- 决策论
- ...

各分支的研究又包括建模、模型理论、算法设计、算法理论、应用研究等方面

运筹学的主要分支

- 数学规划
  - 线性规划
  - 非线性规划
  - 整数规划
  - 动态规划
  - 随机规划
  - 多目标规划
  - ...
- 网络优化
- 排队论（随机服务系统）
- 库存论（存储论）
- 对策论（博弈论）
- 决策论
- ...

各分支的研究又包括建模、模型理论、算法设计、算法理论、应用研究等方面

运筹学的主要分支

- 数学规划
  - 线性规划
  - 非线性规划
  - 整数规划
  - 动态规划
  - 随机规划
  - 多目标规划
  - ...
- 网络优化
- 排队论（随机服务系统）
- 库存论（存储论）
- 对策论（博弈论）
- 决策论
- ...

各分支的研究又包括建模、模型理论、算法设计、算法理论、应用研究等方面

线性规划 (Linear Programming)

研究优化目标与约束条件均为决策变量的线性函数的优化问题。

Table: 世界杯投标问题

Order	#1	#2	#3	#4	#5	...
Argentina	1	0	1	1	0	...
Brazil	1	0	0	1	1	...
Italy	1	0	1	1	0	...
Germany	0	1	0	1	1	...
France	0	0	1	0	0	...
Bidding Price p	0.75	0.35	0.4	0.95	0.75	...
Quantity limit q	10	5	10	10	5	...
Order fill x	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	...

如何决定x？完全订单信息、动态订单信息。

线性规划 (Linear Programming)

研究优化目标与约束条件均为决策变量的线性函数的优化问题。

Table: 世界杯投标问题

Order	#1	#2	#3	#4	#5	...
Argentina	1	0	1	1	0	...
Brazil	1	0	0	1	1	...
Italy	1	0	1	1	0	...
Germany	0	1	0	1	1	...
France	0	0	1	0	0	...
Bidding Price p	0.75	0.35	0.4	0.95	0.75	...
Quantity limit q	10	5	10	10	5	...
Order fill x	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	...

如何决定x？完全订单信息、动态订单信息。

无约束优化 (Unconstrained Optimization)

在全空间中优化决策变量的某一目标函数，决策变量无限制。
设$f : R^n \to R$, 无约束优化问题模型如下：

$$\min_{x}\{f(x) : \ s.t. \ x \in R^n\}.$$

“s.t." = “subject to", “min" = “minimize".

例：某工地有4个工点，其位置与混凝土的需要量如下表：

位置	(x_1, y_1)	(x_2, y_2)	(x_3, y_3)	(x_4, y_4)
需求量	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4

现需建一中心混凝土搅拌站，以供给各工点，要求总运输量（运量× 距离）最小，如何确定位置？分别考虑如下情形

(1) 道路为直线；

(2) 道路为平行于坐标轴的网格。

无约束优化 (Unconstrained Optimization)

在全空间中优化决策变量的某一目标函数，决策变量无限制。
设$f : R^n \to R$, 无约束优化问题模型如下：

$$\min_x \{f(x) : \ s.t. \ x \in R^n\}.$$

“s.t." = “subject to", “min" = “minimize".

例：某工地有4个工点，其位置与混凝土的需要量如下表：

位置	(x_1, y_1)	(x_2, y_2)	(x_3, y_3)	(x_4, y_4)
需求量	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4

现需建一中心混凝土搅拌站，以供给各工点，要求总运输量（运量× 距离）最小，如何确定位置？分别考虑如下情形

(1) 道路为直线；

(2) 道路为平行于坐标轴的网格。

约束优化 (Constrained Optimization)

约束优化的一般形式为

$$\min\{f(x) : s.t.\ x \in \Omega\},$$

其中$f : R^n \to R$, Ω 是R^n 的子集。比如，在非线性规划中

$$\Omega = \left\{ x \in R^n \;\middle|\; \begin{array}{ll} c_i(x) = 0, & i = 1, 2, \ldots, m_e; \\ c_i(x) \geq 0, & i = m_e + 1, m_e + 2, \ldots, m \end{array} \right\}$$

其中$\{f(x), c_i(x), i = 1, 2, \ldots, m\}$ 至少一个为x 的非线性函数。

例：

$$\min_x\{x_1 + x_2 :\ s.t.\ x_1^2 + x_2^2 = 1\}.$$

图解法？消元法？

约束优化 (Constrained Optimization)

约束优化的一般形式为

$$\min\{f(x) : s.t.\ x \in \Omega\},$$

其中$f : R^n \to R$, Ω 是R^n 的子集。比如，在非线性规划中

$$\Omega = \left\{ x \in R^n \,\middle|\, \begin{array}{ll} c_i(x) = 0, & i = 1, 2, \ldots, m_e; \\ c_i(x) \geq 0, & i = m_e + 1, m_e + 2, \ldots, m \end{array} \right\}$$

其中$\{f(x), c_i(x), i = 1, 2, \ldots, m\}$ 至少一个为x 的非线性函数。

例：

$$\min_x\{x_1 + x_2 : \ s.t.\ x_1^2 + x_2^2 = 1\}.$$

图解法？消元法？

整数规划 (Integer Programming)

- 整数规划：规划中的全部或部分变量限制为整数，如整数线性规划(Integer Linear Programming).
- 在整数规划中，如果所有变量都限制为整数，则称为纯整数规划；如果仅一部分变量限制为整数，则称为混合整数规划(Mixed Integer Programming).
- 目前所流行的求解整数规划的方法往往只适用于整数线性规划。
- 简单的舍入归整后，所得的点不一定可行或最优，所以应该有特殊的方法来求解整数规划。
- 0-1规划是整数规划的特殊情形，其变量仅限取值0 或1, 如指派问题、选地问题、送货问题等。
- 不同于线性规划问题，整数规划和0-1规划问题至今尚无一般的多项式时间算法。
- 目前比较成功又流行的解整数规划的方法是分枝定界法和割平面法。

整数规划 (Integer Programming)

- 整数规划：规划中的全部或部分变量限制为整数，如整数线性规划(Integer Linear Programming).
- 在整数规划中，如果所有变量都限制为整数，则称为纯整数规划；如果仅一部分变量限制为整数，则称为混合整数规划(Mixed Integer Programming).
- 目前所流行的求解整数规划的方法往往只适用于整数线性规划。
- 简单的舍入归整后，所得的点不一定可行或最优，所以应该有特殊的方法来求解整数规划。
- 0-1规划是整数规划的特殊情形，其变量仅限取值0 或1, 如指派问题、选地问题、送货问题等。
- 不同于线性规划问题，整数规划和0-1规划问题至今尚无一般的多项式时间算法。
- 目前比较成功又流行的解整数规划的方法是分枝定界法和割平面法。

整数规划 (Integer Programming)

- 整数规划：规划中的全部或部分变量限制为整数，如整数线性规划(Integer Linear Programming).
- 在整数规划中，如果所有变量都限制为整数，则称为纯整数规划；如果仅一部分变量限制为整数，则称为混合整数规划(Mixed Integer Programming).
- 目前所流行的求解整数规划的方法往往只适用于整数线性规划。
- 简单的舍入归整后，所得的点不一定可行或最优，所以应该有特殊的方法来求解整数规划。
- 0-1规划是整数规划的特殊情形，其变量仅限取值0 或1, 如指派问题、选地问题、送货问题等。
- 不同于线性规划问题，整数规划和0-1规划问题至今尚无一般的多项式时间算法。
- 目前比较成功又流行的解整数规划的方法是分枝定界法和割平面法。

整数规划 (Integer Programming)

- 整数规划：规划中的全部或部分变量限制为整数，如整数线性规划(Integer Linear Programming).
- 在整数规划中，如果所有变量都限制为整数，则称为纯整数规划；如果仅一部分变量限制为整数，则称为混合整数规划(Mixed Integer Programming).
- 目前所流行的求解整数规划的方法往往只适用于整数线性规划。
- 简单的舍入归整后，所得的点不一定可行或最优，所以应该有特殊的方法来求解整数规划。
- 0-1规划是整数规划的特殊情形，其变量仅限取值0 或1, 如指派问题、选地问题、送货问题等。
- 不同于线性规划问题，整数规划和0-1规划问题至今尚无一般的多项式时间算法。
- 目前比较成功又流行的解整数规划的方法是分枝定界法和割平面法。

整数规划 (Integer Programming)

- 整数规划：规划中的全部或部分变量限制为整数，如整数线性规划(Integer Linear Programming).
- 在整数规划中，如果所有变量都限制为整数，则称为纯整数规划；如果仅一部分变量限制为整数，则称为混合整数规划(Mixed Integer Programming).
- 目前所流行的求解整数规划的方法往往只适用于整数线性规划。
- 简单的舍入归整后，所得的点不一定可行或最优，所以应该有特殊的方法来求解整数规划。
- 0-1规划是整数规划的特殊情形，其变量仅限取值0 或1, 如指派问题、选地问题、送货问题等。
- 不同于线性规划问题，整数规划和0-1规划问题至今尚无一般的多项式时间算法。
- 目前比较成功又流行的解整数规划的方法是分枝定界法和割平面法。

整数规划 (Integer Programming)

- 整数规划：规划中的全部或部分变量限制为整数，如整数线性规划(Integer Linear Programming).
- 在整数规划中，如果所有变量都限制为整数，则称为纯整数规划；如果仅一部分变量限制为整数，则称为混合整数规划(Mixed Integer Programming).
- 目前所流行的求解整数规划的方法往往只适用于整数线性规划。
- 简单的舍入归整后，所得的点不一定可行或最优，所以应该有特殊的方法来求解整数规划。
- 0-1规划是整数规划的特殊情形，其变量仅限取值0 或1, 如指派问题、选地问题、送货问题等。
- 不同于线性规划问题，整数规划和0-1规划问题至今尚无一般的多项式时间算法。
- 目前比较成功又流行的解整数规划的方法是分枝定界法和割平面法。

整数规划 (Integer Programming)

- 整数规划：规划中的全部或部分变量限制为整数，如整数线性规划(Integer Linear Programming).
- 在整数规划中，如果所有变量都限制为整数，则称为纯整数规划；如果仅一部分变量限制为整数，则称为混合整数规划(Mixed Integer Programming).
- 目前所流行的求解整数规划的方法往往只适用于整数线性规划。
- 简单的舍入归整后，所得的点不一定可行或最优，所以应该有特殊的方法来求解整数规划。
- 0-1规划是整数规划的特殊情形，其变量仅限取值0 或1, 如指派问题、选地问题、送货问题等。
- 不同于线性规划问题，整数规划和0-1规划问题至今尚无一般的多项式时间算法。
- 目前比较成功又流行的解整数规划的方法是分枝定界法和割平面法。

网络优化 (Network Optimization)

- 最短路问题(shortest path problem): 有向图中每条边都有一个权（长度、成本、时间等），找出两节点之间总权和最小的路径。
- 最大流问题(max flow problem): 有向图中每条边都有一个容量，找出从节点A 流向节点B 的最大的流。
- 最小费用流问题(min cost max flow problem)：有向图中每条边都有一个容量和单位流的费用，找出从节点A 流向节点B 的流量为v 的最小费用路径。
- 货郎担/旅行商问题(Travelling Salesman Problem)：有n个城市，用1, 2, . . ., n 表示，城i, j 之间的距离为d_{ij}. 有一个货郎从城1 出发到经过其他$n-1$ 个城市一次且仅一次，最后回到城市1, 怎样选择行走路线使总路程最短？
- 中国邮路问题: 邮递员从邮局出发送信，要求对辖区内每条街，都至少通过一次，再回邮局。在此条件下，怎样选择一条最短路线? 此问题由中国数学家管梅谷于1960年首先提出，故得名。

网络优化 (Network Optimization)

- 最短路问题(shortest path problem): 有向图中每条边都有一个权（长度、成本、时间等），找出两节点之间总权和最小的路径。
- 最大流问题(max flow problem): 有向图中每条边都有一个容量，找出从节点A 流向节点B 的最大的流。
- 最小费用流问题(min cost max flow problem)：有向图中每条边都有一个容量和单位流的费用，找出从节点A 流向节点B 的流量为v 的最小费用路径。
- 货郎担/旅行商问题(Travelling Salesman Problem)：有n个城市，用1, 2, . . ., n 表示，城i, j 之间的距离为d_{ij}. 有一个货郎从城1 出发到经过其他$n-1$ 个城市一次且仅一次，最后回到城市1, 怎样选择行走路线使总路程最短？
- 中国邮路问题: 邮递员从邮局出发送信，要求对辖区内每条街，都至少通过一次，再回邮局。在此条件下，怎样选择一条最短路线? 此问题由中国数学家管梅谷于1960年首先提出，故得名。

网络优化 (Network Optimization)

- 最短路问题(shortest path problem): 有向图中每条边都有一个权（长度、成本、时间等），找出两节点之间总权和最小的路径。
- 最大流问题(max flow problem): 有向图中每条边都有一个容量，找出从节点A 流向节点B 的最大的流。
- 最小费用流问题(min cost max flow problem)：有向图中每条边都有一个容量和单位流的费用，找出从节点A 流向节点B 的流量为v 的最小费用路径。
- 货郎担/旅行商问题(Travelling Salesman Problem)：有n个城市，用1, 2, . . ., n 表示，城i, j 之间的距离为d_{ij}. 有一个货郎从城1 出发到经过其他$n-1$ 个城市一次且仅一次，最后回到城市1, 怎样选择行走路线使总路程最短？
- 中国邮路问题: 邮递员从邮局出发送信，要求对辖区内每条街，都至少通过一次，再回邮局。在此条件下，怎样选择一条最短路线? 此问题由中国数学家管梅谷于1960年首先提出，故得名。

网络优化 (Network Optimization)

- 最短路问题(shortest path problem): 有向图中每条边都有一个权（长度、成本、时间等），找出两节点之间总权和最小的路径。
- 最大流问题(max flow problem): 有向图中每条边都有一个容量，找出从节点A 流向节点B 的最大的流。
- 最小费用流问题(min cost max flow problem)：有向图中每条边都有一个容量和单位流的费用，找出从节点A 流向节点B 的流量为v 的最小费用路径。
- 货郎担/旅行商问题(Travelling Salesman Problem)：有n个城市，用1, 2, . . ., n 表示，城i, j 之间的距离为d_{ij}. 有一个货郎从城1 出发到经过其他$n-1$ 个城市一次且仅一次，最后回到城市1, 怎样选择行走路线使总路程最短？
- 中国邮路问题: 邮递员从邮局出发送信，要求对辖区内每条街，都至少通过一次，再回邮局。在此条件下，怎样选择一条最短路线? 此问题由中国数学家管梅谷于1960年首先提出，故得名。

网络优化 (Network Optimization)

- 最短路问题(shortest path problem): 有向图中每条边都有一个权（长度、成本、时间等），找出两节点之间总权和最小的路径。
- 最大流问题(max flow problem): 有向图中每条边都有一个容量，找出从节点A 流向节点B 的最大的流。
- 最小费用流问题(min cost max flow problem)：有向图中每条边都有一个容量和单位流的费用，找出从节点A 流向节点B 的流量为v 的最小费用路径。
- 货郎担/旅行商问题(Travelling Salesman Problem)：有n个城市，用$1, 2, \ldots, n$ 表示，城i, j 之间的距离为d_{ij}. 有一个货郎从城1 出发到经过其他$n-1$ 个城市一次且仅一次，最后回到城市1, 怎样选择行走路线使总路程最短？
- 中国邮路问题: 邮递员从邮局出发送信，要求对辖区内每条街，都至少通过一次，再回邮局。在此条件下，怎样选择一条最短路线? 此问题由中国数学家管梅谷于1960年首先提出，故得名。

排队论 (Queuing Theory)

日常生活中存在大量的排队现象：旅客购票排队、客服电话占线、银行与医院排队等候服务、车站、码头交通枢纽的排队现象等。排队现象产生的原因是顾客到达的数量超过了服务机构的容量。另外，顾客到达与所需服务时间具有很大随机性，导致排队几乎无法避免。

排队论的基本思想是在20世纪初丹麦工程师Erlang在研究自动电话的话务理论时形成的。

排队论，又称随机服务系统理论，它通过对服务对象到来及服务时间进行统计研究，得出一些数量指标（如等待时间、排队长度、忙期长短等）的统计规律，以之作为依据来改进服务系统的结构或重新组织被服务对象，使得服务系统既能满足服务对象的需要，又能使服务机构的费用最经济或某些指标最优。

主要研究内容包括（1）性态问题，即排队系统的概率规律性，如队长分布、等待时间分布、忙期分布等，包括瞬态和稳态两种情形；（2）最优化问题，分静态最优（最优设计）与动态最优（现有排队系统的最优运营）；（3）统计推断，即一个给定的排队系统符合哪种模型，以便于根据排队理论进行分析研究。

排队论 (Queuing Theory)

日常生活中存在大量的排队现象：旅客购票排队、客服电话占线、银行与医院排队等候服务、车站、码头交通枢纽的排队现象等。排队现象产生的原因是顾客到达的数量超过了服务机构的容量。另外，顾客到达与所需服务时间具有很大随机性，导致排队几乎无法避免。

排队论的基本思想是在20世纪初丹麦工程师Erlang在研究自动电话的话务理论时形成的。

排队论，又称随机服务系统理论，它通过对服务对象到来及服务时间进行统计研究，得出一些数量指标（如等待时间、排队长度、忙期长短等）的统计规律，以之作为依据来改进服务系统的结构或重新组织被服务对象，使得服务系统既能满足服务对象的需要，又能使服务机构的费用最经济或某些指标最优。

主要研究内容包括（1）性态问题，即排队系统的概率规律性，如队长分布、等待时间分布、忙期分布等，包括瞬态和稳态两种情形；（2）最优化问题，分静态最优（最优设计）与动态最优（现有排队系统的最优运营）；（3）统计推断，即一个给定的排队系统符合哪种模型，以便于根据排队理论进行分析研究。

排队论 (Queuing Theory)

日常生活中存在大量的排队现象：旅客购票排队、客服电话占线、银行与医院排队等候服务、车站、码头交通枢纽的排队现象等。排队现象产生的原因是顾客到达的数量超过了服务机构的容量。另外，顾客到达与所需服务时间具有很大随机性，导致排队几乎无法避免。

排队论的基本思想是在20世纪初丹麦工程师Erlang在研究自动电话的话务理论时形成的。

排队论，又称随机服务系统理论，它通过对服务对象到来及服务时间进行统计研究，得出一些数量指标（如等待时间、排队长度、忙期长短等）的统计规律，以之作为依据来改进服务系统的结构或重新组织被服务对象，使得服务系统既能满足服务对象的需要，又能使服务机构的费用最经济或某些指标最优。

主要研究内容包括（1）性态问题，即排队系统的概率规律性，如队长分布、等待时间分布、忙期分布等，包括瞬态和稳态两种情形；（2）最优化问题，分静态最优（最优设计）与动态最优（现有排队系统的最优运营）；（3）统计推断，即一个给定的排队系统符合哪种模型，以便于根据排队理论进行分析研究。

排队论 (Queuing Theory)

日常生活中存在大量的排队现象：旅客购票排队、客服电话占线、银行与医院排队等候服务、车站、码头交通枢纽的排队现象等。排队现象产生的原因是顾客到达的数量超过了服务机构的容量。另外，顾客到达与所需服务时间具有很大随机性，导致排队几乎无法避免。

排队论的基本思想是在20世纪初丹麦工程师Erlang在研究自动电话的话务理论时形成的。

排队论，又称随机服务系统理论，它通过对服务对象到来及服务时间进行统计研究，得出一些数量指标（如等待时间、排队长度、忙期长短等）的统计规律，以之作为依据来改进服务系统的结构或重新组织被服务对象，使得服务系统既能满足服务对象的需要，又能使服务机构的费用最经济或某些指标最优。

主要研究内容包括（1）性态问题，即排队系统的概率规律性，如队长分布、等待时间分布、忙期分布等，包括瞬态和稳态两种情形；（2）最优化问题，分静态最优（最优设计）与动态最优（现有排队系统的最优运营）；（3）统计推断，即一个给定的排队系统符合哪种模型，以便于根据排队理论进行分析研究。

排队论 (Queuing Theory)

排队论的模型表示：X/Y/Z/A/B/C

- X－顾客相继到达的间隔时间的分布；
- Y－服务时间的分布；
- Z－服务台个数；
- A－系统容量限制（∞或有限）；
- B－顾客源数目（∞或有限）；
- C－服务规则（默认为先到先服务FCFS)。

排队系统的衡量指标：队长（系统中的顾客总数）、排队长（队列中的顾客数）、逗留时间（顾客在系统中的停留时间）、等待时间（顾客在队列中的等待时间）、忙期（服务机构两次空闲的时间间隔）、服务强度、稳态（系统运行充分长时间后，初始状态的影响基本消失，系统状态不再随时间变化）等。

到达间隔时间与服务时间常用的分布：泊松分布、负指数分布、Erlang 分布等。

排队论 (Queuing Theory)

排队论的模型表示：X/Y/Z/A/B/C

- X－顾客相继到达的间隔时间的分布；
- Y－服务时间的分布；
- Z－服务台个数；
- A－系统容量限制（∞或有限）；
- B－顾客源数目（∞或有限）；
- C－服务规则（默认为先到先服务FCFS)。

排队系统的衡量指标：队长（系统中的顾客总数）、排队长（队列中的顾客数）、逗留时间（顾客在系统中的停留时间）、等待时间（顾客在队列中的等待时间）、忙期（服务机构两次空闲的时间间隔）、服务强度、稳态（系统运行充分长时间后，初始状态的影响基本消失，系统状态不再随时间变化）等。

到达间隔时间与服务时间常用的分布：泊松分布、负指数分布、Erlang 分布等。

库存论/存储论 (Inventory Theory)

生产生活中往往需要存储各种物资、商品等。存储现象是为了协调供应和需求（或生产和消费）之间关系的一种措施，这种不协调性导致供不应求或供过于求。工厂生产需要原料，存储太少造成停工待料，存储太多造成资金积压、存储费用增加，都会造成经济损失。商店里各类商品的存货量也存在类似问题。

诸如此类与存储量有关的问题，需要做出抉择，在长期实践中人们摸索到一些规律，积累了一些经验。20 世纪初产生了“经济订货”模型，最优批量公式等，二战期间及战后库存理论的各种模型与策略有了较大的发展，逐渐形成一门学科。专门研究存储问题的科学，称为库存论或存储论。

库存论/存储论 (Inventory Theory)

生产生活中往往需要存储各种物资、商品等。存储现象是为了协调供应和需求（或生产和消费）之间关系的一种措施，这种不协调性导致供不应求或供过于求。工厂生产需要原料，存储太少造成停工待料，存储太多造成资金积压、存储费用增加，都会造成经济损失。商店里各类商品的存货量也存在类似问题。

诸如此类与存储量有关的问题，需要做出抉择，在长期实践中人们摸索到一些规律，积累了一些经验。20 世纪初产生了“经济订货”模型，最优批量公式等，二战期间及战后库存理论的各种模型与策略有了较大的发展，逐渐形成一门学科。专门研究存储问题的科学，称为库存论或存储论。

库存论/存储论 (Inventory Theory)

库存论的模型与以下几个要素有关

- 需求方式：即库存物资的输出方式，如间断式需求、连续均匀需求、确定的、随机的等。
- 补充方式：即物资的输入方式。需考虑备货时间、提前时间。备货时间可能很长、很短、确定性、随机性等。决定多长时间补充一次以及每次的补充量的策略称为存储策略。一个好的存储策略既可以使总费用小，又可避免因缺货影响生产（或对顾客失去信用）。
- 存储策略 (可以控制的是输入方式，控制备货时间和备货数量，形成库存控制的策略):
  - t-循环策略，每隔时间 t 就补充固定的存储量;
  - (s, S)策略，每当存储量$x \le s$时，就将存储量补充到S;
  - (t, s, S)混合策略，每经过时间t就检查存储量，不足s时就补充至S.

确定存储策略时，先把问题抽象为数学模型，对其进行研究，得出量化结论。结论正确与否，需要实践检验（修改模型，重新研究，反复进行）。存储模型包括确定性模型（是否允许缺货，备货时间长短，价格有折扣的存储问题等）、随机性模型（需求是随机的，服从一定分布；备货时间也可能是随机的）等。

库存论/存储论 (Inventory Theory)

库存论的模型与以下几个要素有关

- 需求方式：即库存物资的输出方式，如间断式需求、连续均匀需求、确定的、随机的等。
- 补充方式：即物资的输入方式。需考虑备货时间、提前时间。备货时间可能很长、很短、确定性、随机性等。决定多长时间补充一次以及每次的补充量的策略称为存储策略。一个好的存储策略既可以使总费用小，又可避免因缺货影响生产（或对顾客失去信用）。
- 有关生产、库存、备货、缺货的各种费用。
- 存储策略 (可以控制的是输入方式，控制备货时间和备货数量，形成库存控制的策略)：
  - t-循环策略，每隔时间 t 就补充固定的存储量；
  - (s, S)策略，每当存储量$x \leq s$时，就将存储量补充到S;
  - (t, s, S)混合策略，每经过时间t就检查存储量，不足s时就补充至S.

确定存储策略时，先把问题抽象为数学模型，对其进行研究，得出量化结论。结论正确与否，需要实践检验（修改模型，重新研究，反复进行）。存储模型包括确定性模型（是否允许缺货，备货时间长短，价格有折扣的存储问题等）、随机性模型（需求是随机的，服从一定分布；备货时间也可能是随机的）等。

库存论/存储论 (Inventory Theory)

库存论的模型与以下几个要素有关

- 需求方式：即库存物资的输出方式，如间断式需求、连续均匀需求、确定的、随机的等。
- 补充方式：即物资的输入方式。需考虑备货时间、提前时间。备货时间可能很长、很短、确定性、随机性等。决定多长时间补充一次以及每次的补充量的策略称为存储策略。一个好的存储策略既可以使总费用小，又可避免因缺货影响生产（或对顾客失去信用）。
- 有关生产、库存、备货、缺货的各种费用。
- 存储策略 (可以控制的是输入方式，控制备货时间和备货数量，形成库存控制的策略)：
  - t-循环策略，每隔时间 t 就补充固定的存储量；
  - (s, S)策略，每当存储量$x \leq s$时，就将存储量补充到S;
  - (t, s, S)混合策略，每经过时间t就检查存储量，不足s时就补充至S.

确定存储策略时，先把问题抽象为数学模型，对其进行研究，得出量化结论。结论正确与否，需要实践检验（修改模型，重新研究，反复进行）。存储模型包括确定性模型（是否允许缺货，备货时间长短，价格有折扣的存储问题等）、随机性模型（需求是随机的，服从一定分布；备货时间也可能是随机的）等。

库存论/存储论 (Inventory Theory)

库存论的模型与以下几个要素有关

- 需求方式：即库存物资的输出方式，如间断式需求、连续均匀需求、确定的、随机的等。
- 补充方式：即物资的输入方式。需考虑备货时间、提前时间。备货时间可能很长、很短、确定性、随机性等。决定多长时间补充一次以及每次的补充量的策略称为存储策略。一个好的存储策略既可以使总费用小，又可避免因缺货影响生产（或对顾客失去信用）。
- 有关生产、库存、备货、缺货的各种费用。
- 存储策略 (可以控制的是输入方式，控制备货时间和备货数量，形成库存控制的策略)：
  - t-循环策略，每隔时间 t 就补充固定的存储量；
  - (s, S)策略，每当存储量$x \leq s$时，就将存储量补充到S；
  - (t, s, S)混合策略，每经过时间t就检查存储量，不足s时就补充至S.

确定存储策略时，先把问题抽象为数学模型，对其进行研究，得出量化结论。结论正确与否，需要实践检验（修改模型，重新研究，反复进行）。存储模型包括确定性模型（是否允许缺货，备货时间长短，价格有折扣的存储问题等）、随机性模型（需求是随机的，服从一定分布；备货时间也可能是随机的）等。

库存论/存储论 (Inventory Theory)

库存论的模型与以下几个要素有关

- 需求方式：即库存物资的输出方式，如间断式需求、连续均匀需求、确定的、随机的等。
- 补充方式：即物资的输入方式。需考虑备货时间、提前时间。备货时间可能很长、很短、确定性、随机性等。决定多长时间补充一次以及每次的补充量的策略称为存储策略。一个好的存储策略既可以使总费用小，又可避免因缺货影响生产（或对顾客失去信用）。
- 有关生产、库存、备货、缺货的各种费用。
- 存储策略 (可以控制的是输入方式，控制备货时间和备货数量，形成库存控制的策略)：
  - t-循环策略，每隔时间 t 就补充固定的存储量;
  - (s, S)策略，每当存储量$x \le s$时，就将存储量补充到S;
  - (t, s, S)混合策略，每经过时间t就检查存储量，不足s时就补充至S.

确定存储策略时，先把问题抽象为数学模型，对其进行研究，得出量化结论。结论正确与否，需要实践检验（修改模型，重新研究，反复进行）。存储模型包括确定性模型（是否允许缺货，备货时间长短，价格有折扣的存储问题等）、随机性模型（需求是随机的，服从一定分布；备货时间也可能是随机的）等。

库存论/存储论 (Inventory Theory)

库存论的模型与以下几个要素有关

- 需求方式：即库存物资的输出方式，如间断式需求、连续均匀需求、确定的、随机的等。
- 补充方式：即物资的输入方式。需考虑备货时间、提前时间。备货时间可能很长、很短、确定性、随机性等。决定多长时间补充一次以及每次的补充量的策略称为存储策略。一个好的存储策略既可以使总费用小，又可避免因缺货影响生产（或对顾客失去信用）。
- 有关生产、库存、备货、缺货的各种费用。
- 存储策略 (可以控制的是输入方式，控制备货时间和备货数量，形成库存控制的策略)：
  - t-循环策略，每隔时间 t 就补充固定的存储量;
  - (s, S)策略，每当存储量$x \le s$时，就将存储量补充到S;
  - (t, s, S)混合策略，每经过时间t就检查存储量，不足s时就补充至S.

确定存储策略时，先把问题抽象为数学模型，对其进行研究，得出量化结论。结论正确与否，需要实践检验（修改模型，重新研究，反复进行）。存储模型包括确定性模型（是否允许缺货，备货时间长短，价格有折扣的存储问题等）、随机性模型（需求是随机的，服从一定分布；备货时间也可能是随机的）等。

库存论/存储论 (Inventory Theory)

库存论的模型与以下几个要素有关

- 需求方式：即库存物资的输出方式，如间断式需求、连续均匀需求、确定的、随机的等。
- 补充方式：即物资的输入方式。需考虑备货时间、提前时间。备货时间可能很长、很短、确定性、随机性等。决定多长时间补充一次以及每次的补充量的策略称为存储策略。一个好的存储策略既可以使总费用小，又可避免因缺货影响生产（或对顾客失去信用）。
- 有关生产、库存、备货、缺货的各种费用。
- 存储策略 (可以控制的是输入方式，控制备货时间和备货数量，形成库存控制的策略)：
  - t-循环策略，每隔时间 t 就补充固定的存储量;
  - (s, S)策略，每当存储量$x \leq s$时，就将存储量补充到S;
  - (t, s, S)混合策略，每经过时间t就检查存储量，不足s时就补充至S.

确定存储策略时，先把问题抽象为数学模型，对其进行研究，得出量化结论。结论正确与否，需要实践检验（修改模型，重新研究，反复进行）。存储模型包括确定性模型（是否允许缺货，备货时间长短，价格有折扣的存储问题等）、随机性模型（需求是随机的，服从一定分布；备货时间也可能是随机的）等。

库存论/存储论 (Inventory Theory)

库存论的模型与以下几个要素有关

- 需求方式：即库存物资的输出方式，如间断式需求、连续均匀需求、确定的、随机的等。
- 补充方式：即物资的输入方式。需考虑备货时间、提前时间。备货时间可能很长、很短、确定性、随机性等。决定多长时间补充一次以及每次的补充量的策略称为存储策略。一个好的存储策略既可以使总费用小，又可避免因缺货影响生产（或对顾客失去信用）。
- 有关生产、库存、备货、缺货的各种费用。
- 存储策略 (可以控制的是输入方式，控制备货时间和备货数量，形成库存控制的策略)：
  - t-循环策略，每隔时间 t 就补充固定的存储量;
  - (s, S)策略，每当存储量$x \le s$时，就将存储量补充到S;
  - (t, s, S)混合策略，每经过时间t就检查存储量，不足s时就补充至S.

确定存储策略时，先把问题抽象为数学模型，对其进行研究，得出量化结论。结论正确与否，需要实践检验（修改模型，重新研究，反复进行）。存储模型包括确定性模型（是否允许缺货，备货时间长短，价格有折扣的存储问题等）、随机性模型（需求是随机的，服从一定分布；备货时间也可能是随机的）等。

库存论/存储论 (Inventory Theory)

库存论的模型与以下几个要素有关

- 需求方式：即库存物资的输出方式，如间断式需求、连续均匀需求、确定的、随机的等。
- 补充方式：即物资的输入方式。需考虑备货时间、提前时间。备货时间可能很长、很短、确定性、随机性等。决定多长时间补充一次以及每次的补充量的策略称为存储策略。一个好的存储策略既可以使总费用小，又可避免因缺货影响生产（或对顾客失去信用）。
- 有关生产、库存、备货、缺货的各种费用。
- 存储策略 (可以控制的是输入方式，控制备货时间和备货数量，形成库存控制的策略)：
  - t-循环策略，每隔时间 t 就补充固定的存储量;
  - (s, S)策略，每当存储量$x \leq s$时，就将存储量补充到S;
  - (t, s, S)混合策略，每经过时间t就检查存储量，不足s时就补充至S.

确定存储策略时，先把问题抽象为数学模型，对其进行研究，得出量化结论。结论正确与否，需要实践检验（修改模型，重新研究，反复进行）。存储模型包括确定性模型（是否允许缺货，备货时间长短，价格有折扣的存储问题等）、随机性模型（需求是随机的，服从一定分布；备货时间也可能是随机的）等。

库存论/存储论 (Inventory Theory)

库存论的模型与以下几个要素有关

- 需求方式：即库存物资的输出方式，如间断式需求、连续均匀需求、确定的、随机的等。
- 补充方式：即物资的输入方式。需考虑备货时间、提前时间。备货时间可能很长、很短、确定性、随机性等。决定多长时间补充一次以及每次的补充量的策略称为存储策略。一个好的存储策略既可以使总费用小，又可避免因缺货影响生产（或对顾客失去信用）。
- 有关生产、库存、备货、缺货的各种费用。
- 存储策略 (可以控制的是输入方式，控制备货时间和备货数量，形成库存控制的策略)：
  - t-循环策略，每隔时间 t 就补充固定的存储量;
  - (s, S)策略，每当存储量$x \leq s$时，就将存储量补充到S;
  - (t, s, S)混合策略，每经过时间t就检查存储量，不足s时就补充至S.

确定存储策略时，先把问题抽象为数学模型，对其进行研究，得出量化结论。结论正确与否，需要实践检验（修改模型，重新研究，反复进行）。存储模型包括确定性模型（是否允许缺货，备货时间长短，价格有折扣的存储问题等）、随机性模型（需求是随机的，服从一定分布；备货时间也可能是随机的）等。

对策论/博弈论 (Game Theory)

博弈论是研究具有斗争或竞争性质现象的数学理论和方法，是现代数学的新分支，是运筹学的一个重要学科。博弈论思想古已有之，中国古代的《孙子兵法》不仅是一部军事著作，而且算是最早的一部博弈论著作。博弈论最初主要研究象棋、桥牌、赌博中的胜负问题，人们对博弈局势的把握只停留在经验上，没有向理论化发展。

- 1928年，von Neumann 证明了博弈论的基本原理，从而宣告了博弈论的[illegible]
- 1944年，von Neumann 和Morgenstern 合著的《博弈论与经济行为》将二人博弈推广到n 人博弈，并将博弈论系统地应用于经济领域，从而奠定了这一学科的基础和理论体系。
- 1950~1951 年，Nash 利用不动点定理证明了均衡点的存在，为博弈论的一般化奠定了坚实的基础。纳什的一系列工作给出了纳什均衡的概念和均衡存在定理。
- 今天博弈论已发展成一门较完善的学科。

从1994 年诺贝尔经济学奖授予3位博弈论专家开始，共有6届的诺贝尔经济学奖与博弈论的研究有关。

对策论/博弈论 (Game Theory)

博弈论是研究具有斗争或竞争性质现象的数学理论和方法，是现代数学的新分支，是运筹学的一个重要学科。博弈论思想古已有之，中国古代的《孙子兵法》不仅是一部军事著作，而且算是最早的一部博弈论著作。博弈论最初主要研究象棋、桥牌、赌博中的胜负问题，人们对博弈局势的把握只停留在经验上，没有向理论化发展。

- 1928年，von Neumann 证明了博弈论的基本原理，从而宣告了博弈论的正式诞生。
- 1944年，von Neumann 和Morgenstern 合著的《博弈论与经济行为》将二人博弈推广到n 人博弈，并将博弈论系统地应用于经济领域，从而奠定了这一学科的基础和理论体系。
- 1950~1951 年，Nash 利用不动点定理证明了均衡点的存在，为博弈论的一般化奠定了坚实的基础。纳什的一系列工作给出了纳什均衡的概念和均衡存在定理。
- 今天博弈论已发展成一门较完善的学科。

从1994 年诺贝尔经济学奖授予3位博弈论专家开始，共有6届的诺贝尔经济学奖与博弈论的研究有关。

对策论/博弈论 (Game Theory)

博弈论是研究具有斗争或竞争性质现象的数学理论和方法，是现代数学的新分支，是运筹学的一个重要学科。博弈论思想古已有之，中国古代的《孙子兵法》不仅是一部军事著作，而且算是最早的一部博弈论著作。博弈论最初主要研究象棋、桥牌、赌博中的胜负问题，人们对博弈局势的把握只停留在经验上，没有向理论化发展。

- 1928年，von Neumann 证明了博弈论的基本原理，从而宣告了博弈论的正式诞生。
- 1944年，von Neumann 和Morgenstern 合著的《博弈论与经济行为》将二人博弈推广到n 人博弈，并将博弈论系统地应用于经济领域，从而奠定了这一学科的基础和理论体系。
- 1950~1951 年，Nash 利用不动点定理证明了均衡点的存在，为博弈论的一般化奠定了坚实的基础。纳什的一系列工作给出了纳什均衡的概念和均衡存在定理。
- 今天博弈论已发展成一门较完善的学科。

从1994 年诺贝尔经济学奖授予3位博弈论专家开始，共有6届的诺贝尔经济学奖与博弈论的研究有关。

对策论/博弈论 (Game Theory)

博弈论是研究具有斗争或竞争性质现象的数学理论和方法，是现代数学的新分支，是运筹学的一个重要学科。博弈论思想古已有之，中国古代的《孙子兵法》不仅是一部军事著作，而且算是最早的一部博弈论著作。博弈论最初主要研究象棋、桥牌、赌博中的胜负问题，人们对博弈局势的把握只停留在经验上，没有向理论化发展。

- 1928年，von Neumann 证明了博弈论的基本原理，从而宣告了博弈论的正式诞生。
- 1944年，von Neumann 和Morgenstern 合著的《博弈论与经济行为》将二人博弈推广到n 人博弈，并将博弈论系统地应用于经济领域，从而奠定了这一学科的基础和理论体系。
- 1950∼1951 年，Nash 利用不动点定理证明了均衡点的存在，为博弈论的一般化奠定了坚实的基础。纳什的一系列工作给出了纳什均衡的概念和均衡存在定理。
- 今天博弈论已发展成一门较完善的学科。

从1994 年诺贝尔经济学奖授予3位博弈论专家开始，共有6届的诺贝尔经济学奖与博弈论的研究有关。

对策论/博弈论 (Game Theory)

博弈论是研究具有斗争或竞争性质现象的数学理论和方法，是现代数学的新分支，是运筹学的一个重要学科。博弈论思想古已有之，中国古代的《孙子兵法》不仅是一部军事著作，而且算是最早的一部博弈论著作。博弈论最初主要研究象棋、桥牌、赌博中的胜负问题，人们对博弈局势的把握只停留在经验上，没有向理论化发展。

- 1928年，von Neumann 证明了博弈论的基本原理，从而宣告了博弈论的正式诞生。
- 1944年，von Neumann 和Morgenstern 合著的《博弈论与经济行为》将二人博弈推广到n 人博弈，并将博弈论系统地应用于经济领域，从而奠定了这一学科的基础和理论体系。
- 1950~1951 年，Nash 利用不动点定理证明了均衡点的存在，为博弈论的一般化奠定了坚实的基础。纳什的一系列工作给出了纳什均衡的概念和均衡存在定理。
- 今天博弈论已发展成一门较完善的学科。

从1994 年诺贝尔经济学奖授予3位博弈论专家开始，共有6届的诺贝尔经济学奖与博弈论的研究有关。

对策论/博弈论 (Game Theory)

博弈论是研究具有斗争或竞争性质现象的数学理论和方法，是现代数学的新分支，是运筹学的一个重要学科。博弈论思想古已有之，中国古代的《孙子兵法》不仅是一部军事著作，而且算是最早的一部博弈论著作。博弈论最初主要研究象棋、桥牌、赌博中的胜负问题，人们对博弈局势的把握只停留在经验上，没有向理论化发展。

- 1928年，von Neumann 证明了博弈论的基本原理，从而宣告了博弈论的正式诞生。
- 1944年，von Neumann 和Morgenstern 合著的《博弈论与经济行为》将二人博弈推广到n 人博弈，并将博弈论系统地应用于经济领域，从而奠定了这一学科的基础和理论体系。
- 1950~1951 年，Nash 利用不动点定理证明了均衡点的存在，为博弈论的一般化奠定了坚实的基础。纳什的一系列工作给出了纳什均衡的概念和均衡存在定理。
- 今天博弈论已发展成一门较完善的学科。

从1994 年诺贝尔经济学奖授予3位博弈论专家开始，共有6届的诺贝尔经济学奖与博弈论的研究有关。

对策论/博弈论 (Game Theory)

博弈论是研究具有斗争或竞争性质现象的数学理论和方法，是现代数学的新分支，是运筹学的一个重要学科。博弈论思想古已有之，中国古代的《孙子兵法》不仅是一部军事著作，而且算是最早的一部博弈论著作。博弈论最初主要研究象棋、桥牌、赌博中的胜负问题，人们对博弈局势的把握只停留在经验上，没有向理论化发展。

- 1928年，von Neumann 证明了博弈论的基本原理，从而宣告了博弈论的正式诞生。
- 1944年，von Neumann 和Morgenstern 合著的《博弈论与经济行为》将二人博弈推广到n 人博弈，并将博弈论系统地应用于经济领域，从而奠定了这一学科的基础和理论体系。
- 1950~1951 年，Nash 利用不动点定理证明了均衡点的存在，为博弈论的一般化奠定了坚实的基础。纳什的一系列工作给出了纳什均衡的概念和均衡存在定理。
- 今天博弈论已发展成一门较完善的学科。

从1994 年诺贝尔经济学奖授予3位博弈论专家开始，共有6届的诺贝尔经济学奖与博弈论的研究有关。

对策论/博弈论 (Game Theory)

博弈模型的三要素

- 局中人 (玩家，players)
- 策略集 (strategies)
- 赢得函数 (支付函数，payoff function)

博弈模型的分类

- 零和博弈、非零和博弈
- 合作博弈、非合作博弈
- 静态博弈(后决策者不知道先决策者采取了什么具体策略)、动态博弈
- 完全信息博弈、不完全信息博弈(参与人对其他参与人的了解程度不同)
- 有限博弈、无限博弈(以博弈进行的次数或者持续长短分)

纳什均衡达成时，任何一个局中人都不能通过单方改变自己的策略来增加自己的收益。

对策论/博弈论 (Game Theory)

博弈模型的三要素

- 局中人 (玩家，players)
- 策略集 (strategies)
- 赢得函数 (支付函数，payoff function)

博弈模型的分类

- 零和博弈、非零和博弈
- 合作博弈、非合作博弈
- 静态博弈(后决策者不知道先决策者采取了什么具体策略)、动态博弈
- 完全信息博弈、不完全信息博弈(参与人对其他参与人的了解程度不同)
- 有限博弈、无限博弈(以博弈进行的次数或者持续长短分)

纳什均衡达成时，任何一个局中人都不能通过单方改变自己的策略来增加自己的收益。

对策论/博弈论 (Game Theory)

博弈模型的三要素

- 局中人 (玩家，players)
- 策略集 (strategies)
- 赢得函数 (支付函数，payoff function)

博弈模型的分类

- 零和博弈、非零和博弈
- 合作博弈、非合作博弈
- 静态博弈(后决策者不知道先决策者采取了什么具体策略)、动态博弈
- 完全信息博弈、不完全信息博弈(参与人对其他参与人的了解程度不同)
- 有限博弈、无限博弈(以博弈进行的次数或者持续长短分)

纳什均衡达成时，任何一个局中人都不能通过单方改变自己的策略来增加自己的收益。

对策论/博弈论 (Game Theory)

博弈模型的三要素

- 局中人 (玩家，players)
- 策略集 (strategies)
- 赢得函数 (支付函数，payoff function)

博弈模型的分类

- 零和博弈、非零和博弈
- 合作博弈、非合作博弈
- 静态博弈(后决策者不知道先决策者采取了什么具体策略)、动态博弈
- 完全信息博弈、不完全信息博弈(参与人对其他参与人的了解程度不同)
- 有限博弈、无限博弈(以博弈进行的次数或者持续长短分)

纳什均衡达成时，任何一个局中人都不能通过单方改变自己的策略来增加自己的收益。

对策论/博弈论 (Game Theory)

博弈模型的三要素

- 局中人 (玩家，players)
- 策略集 (strategies)
- 赢得函数 (支付函数，payoff function)

博弈模型的分类

- 零和博弈、非零和博弈
- 合作博弈、非合作博弈
- 静态博弈(后决策者不知道先决策者采取了什么具体策略)、动态博弈
- 完全信息博弈、不完全信息博弈(参与人对其他参与人的了解程度不同)
- 有限博弈、无限博弈(以博弈进行的次数或者持续长短分)

纳什均衡达成时，任何一个局中人都不能通过单方改变自己的策略来增加自己的收益。

对策论/博弈论 (Game Theory)

博弈模型的三要素

- 局中人 (玩家，players)
- 策略集 (strategies)
- 赢得函数 (支付函数，payoff function)

博弈模型的分类

- 零和博弈、非零和博弈
- 合作博弈、非合作博弈
- 静态博弈(后决策者不知道先决策者采取了什么具体策略)、动态博弈
- 完全信息博弈、不完全信息博弈(参与人对其他参与人的了解程度不同)
- 有限博弈、无限博弈(以博弈进行的次数或者持续长短分)

纳什均衡达成时，任何一个局中人都不能通过单方改变自己的策略来增加自己的收益。

对策论/博弈论 (Game Theory)

博弈模型的三要素

- 局中人 (玩家，players)
- 策略集 (strategies)
- 赢得函数 (支付函数，payoff function)

博弈模型的分类

- 零和博弈、非零和博弈
- 合作博弈、非合作博弈
- 静态博弈(后决策者不知道先决策者采取了什么具体策略)、动态博弈
- 完全信息博弈、不完全信息博弈(参与人对其他参与人的了解程度不同)
- 有限博弈、无限博弈(以博弈进行的次数或者持续长短分)

纳什均衡达成时，任何一个局中人都不能通过单方改变自己的策略来增加自己的收益。

对策论/博弈论 (Game Theory)

博弈模型的三要素

- 局中人 (玩家，players)
- 策略集 (strategies)
- 赢得函数 (支付函数，payoff function)

博弈模型的分类

- 零和博弈、非零和博弈
- 合作博弈、非合作博弈
- 静态博弈(后决策者不知道先决策者采取了什么具体策略)、动态博弈
- 完全信息博弈、不完全信息博弈(参与人对其他参与人的了解程度不同)
- 有限博弈、无限博弈(以博弈进行的次数或者持续长短分)

纳什均衡达成时，任何一个局中人都不能通过单方改变自己的策略来增加自己的收益。

囚徒困境 (Prisoner's Dilemma)：有两个小偷A和B联合犯事，私入民宅被警察抓住。警方将两人分别置于不同的两个房间内进行审讯，对每一个犯罪嫌疑人，警方给出的政策是：如果两人都坦白罪行，并交出赃物，于是证据确凿，两人都被判有罪，各被判刑入狱3个月；如果只有一个人坦白，另一个人抵赖，则坦白者有功立即释放，而抵赖者以妨碍公务罪（因已有证据表明其有罪）被判入狱1年。如果两人都抵赖，则警方因证据不足不能判两人的偷窃罪，但可以私入民宅的罪名将两人各判入狱1个月。A和B将如何选择？

纳什均衡点：双方均坦白。此时，任何人不能通过单方改变自己的决策使得自己获取更多的利益。

对策论/博弈论 (Game Theory)

因徒困境 (Prisoner's Dilemma)：有两个小偷A和B联合犯事，私入民宅被警察抓住。警方将两人分别置于不同的两个房间内进行审讯，对每一个犯罪嫌疑人，警方给出的政策是：如果两人都坦白罪行，并交出赃物，于是证据确凿，两人都被判有罪，各被判刑入狱3个月；如果只有一个人坦白，另一个人抵赖，则坦白者有功立即释放，而抵赖者以妨碍公务罪（因已有证据表明其有罪）被判入狱1年。如果两人都抵赖，则警方因证据不足不能判两人的偷窃罪，但可以私入民宅的罪名将两人各判入狱1个月。A和B将如何选择？

纳什均衡点：双方均坦白。此时，任何人不能通过单方改变自己的决策使得自己获取更多的利益。

对策论/博弈论 (Game Theory)

掷硬币游戏：路人甲主动过来和你搭讪，并要求和你一起玩个游戏。甲提议：“让我们各自亮出硬币的一面，或正或反。如果我们都是正面，那么我给你3元，如果我们都是反面，我给你1元，剩下的情况你给我2 元就可以了。”这个游戏公平吗？

决策论 (Decision Theory)

决策是人们在政治、经济、技术以及日常生活中普遍遇到的选择行为，其目的是从多种方案中作出正确选择，以便获得好的结果或达到预期目标。决策分直观经验决策与科学决策。决策科学是在研究决策活动基本规律的基础上，总结出一套进行决策必须遵循的原则、规则、程序、方法和技术。

- 单目标决策
  - 确定型决策：决策环境完全确定，作出何种决策会导致何种结果也是确定的。通常是优化某种目标，可借助优化工具求解。
  - 风险型决策：决策环境不完全确定，但以某种概率出现的决策。常见的准则：最大期望收益决策、最小机会损失决策、主观概率、修正概率等
  - 不确定型决策：决策者对将发生结果的概率一无所知，只能凭决策者的主观倾向进行决策。悲观主义决策(max min)、乐观主义决策(max max)、等可能性准则、最小机会损失准则、折中主义准则(max min与max max的加权)等
- 多目标决策：优化目标多于1个。常见方法：主要目标法、加权法（线性加权、平方和加权）、几何平均法等

决策论 (Decision Theory)

决策是人们在政治、经济、技术以及日常生活中普遍遇到的选择行为，其目的是从多种方案中作出正确选择，以便获得好的结果或达到预期目标。决策分直观经验决策与科学决策。决策科学是在研究决策活动基本规律的基础上，总结出一套进行决策必须遵循的原则、规则、程序、方法和技术。

- 单目标决策
  - 确定型决策：决策环境完全确定，作出何种决策会导致何种结果也是确定的。通常是优化某种目标，可借助优化工具求解。
  - 风险型决策：决策环境不完全确定，但以某种概率出现的决策。常见的准则：最大期望收益决策、最小机会损失决策、主观概率、修正概率等
  - 不确定型决策：决策者对将发生结果的概率一无所知，只能凭决策者的主观倾向进行决策。悲观主义决策(max min)、乐观主义决策(max max)、等可能性准则、最小机会损失准则、折中主义准则(max min与max max的加权)等
- 多目标决策：优化目标多于1个。常见方法：主要目标法、加权法（线性加权、平方和加权）、几何平均法等

决策论 (Decision Theory)

决策是人们在政治、经济、技术以及日常生活中普遍遇到的选择行为，其目的是从多种方案中作出正确选择，以便获得好的结果或达到预期目标。决策分直观经验决策与科学决策。决策科学是在研究决策活动基本规律的基础上，总结出一套进行决策必须遵循的原则、规则、程序、方法和技术。

- 单目标决策
  - 确定型决策：决策环境完全确定，作出何种决策会导致何种结果也是确定的。通常是优化某种目标，可借助优化工具求解。
  - 风险型决策：决策环境不完全确定，但以某种概率出现的决策。常见的准则：最大期望收益决策、最小机会损失决策、主观概率、修正概率等
  - 不确定型决策：决策者对将发生结果的概率一无所知，只能凭决策者的主观倾向进行决策。悲观主义决策(max min)、乐观主义决策(max max)、等可能性准则、最小机会损失准则、折中主义准则(max min与max max的加权)等
- 多目标决策：优化目标多于1个。常见方法：主要目标法、加权法（线性加权、平方和加权）、几何平均法等

决策论 (Decision Theory)

决策是人们在政治、经济、技术以及日常生活中普遍遇到的选择行为，其目的是从多种方案中作出正确选择，以便获得好的结果或达到预期目标。决策分直观经验决策与科学决策。决策科学是在研究决策活动基本规律的基础上，总结出一套进行决策必须遵循的原则、规则、程序、方法和技术。

- 单目标决策
  - 确定型决策：决策环境完全确定，作出何种决策会导致何种结果也是确定的。通常是优化某种目标，可借助优化工具求解。
  - 风险型决策：决策环境不完全确定，但以某种概率出现的决策。常见的准则：最大期望收益决策、最小机会损失决策、主观概率、修正概率等
  - 不确定型决策：决策者对将发生结果的概率一无所知，只能凭决策者的主观倾向进行决策。悲观主义决策(max min)、乐观主义决策(max max)、等可能性准则、最小机会损失准则、折中主义准则(max min与max max的加权)等
- 多目标决策：优化目标多于1个。常见方法：主要目标法、加权法（线性加权、平方和加权）、几何平均法等

决策论 (Decision Theory)

决策是人们在政治、经济、技术以及日常生活中普遍遇到的选择行为，其目的是从多种方案中作出正确选择，以便获得好的结果或达到预期目标。决策分直观经验决策与科学决策。决策科学是在研究决策活动基本规律的基础上，总结出一套进行决策必须遵循的原则、规则、程序、方法和技术。

- 单目标决策
  - 确定型决策：决策环境完全确定，作出何种决策会导致何种结果也是确定的。通常是优化某种目标，可借助优化工具求解。
  - 风险型决策：决策环境不完全确定，但以某种概率出现的决策。常见的准则：最大期望收益决策、最小机会损失决策、主观概率、修正概率等
  - 不确定型决策：决策者对将发生结果的概率一无所知，只能凭决策者的主观倾向进行决策。悲观主义决策(max min)、乐观主义决策(max max)、等可能性准则、最小机会损失准则、折中主义准则(max min与max max的加权)等
- 多目标决策：优化目标多于1个。常见方法：主要目标法、加权法（线性加权、平方和加权）、几何平均法等

决策论 (Decision Theory)

决策是人们在政治、经济、技术以及日常生活中普遍遇到的选择行为，其目的是从多种方案中作出正确选择，以便获得好的结果或达到预期目标。决策分直观经验决策与科学决策。决策科学是在研究决策活动基本规律的基础上，总结出一套进行决策必须遵循的原则、规则、程序、方法和技术。

- 单目标决策
  - 确定型决策：决策环境完全确定，作出何种决策会导致何种结果也是确定的。通常是优化某种目标，可借助优化工具求解。
  - 风险型决策：决策环境不完全确定，但以某种概率出现的决策。常见的准则：最大期望收益决策、最小机会损失决策、主观概率、修正概率等
  - 不确定型决策：决策者对将发生结果的概率一无所知，只能凭决策者的主观倾向进行决策。悲观主义决策(max min)、乐观主义决策(max max)、等可能性准则、最小机会损失准则、折中主义准则(max min与max max的加权)等
- 多目标决策：优化目标多于1个。常见方法：主要目标法、加权法（线性加权、平方和加权）、几何平均法等

提纲

课程计划

- 线性规划简介
- 线性规划的单纯形算法
- 线性规划的对偶理论
- 线性规划的应用举例
- 整数规划简介
- 网络优化
- 博弈论
- 无约束优化简介
- 约束优化简介
- 动态规划
- 其他内容简介

课程计划

- 线性规划简介
- 线性规划的单纯形算法
- 线性规划的对偶理论
- 线性规划的应用举例
- 整数规划简介
- 网络优化
- 博弈论
- 无约束优化简介
- 约束优化简介
- 动态规划
- 其他内容简介

课程计划

- 线性规划简介
- 线性规划的单纯形算法
- 线性规划的对偶理论
- 线性规划的应用举例
- 整数规划简介
- 网络优化
- 博弈论
- 无约束优化简介
- 约束优化简介
- 动态规划
- 其他内容简介

课程计划

- 线性规划简介
- 线性规划的单纯形算法
- 线性规划的对偶理论
- 线性规划的应用举例
- 整数规划简介
- 网络优化
- 博弈论
- 无约束优化简介
- 约束优化简介
- 动态规划
- 其他内容简介

课程计划

- 线性规划简介
- 线性规划的单纯形算法
- 线性规划的对偶理论
- 线性规划的应用举例
- 整数规划简介
- 网络优化
- 博弈论
- 无约束优化简介
- 约束优化简介
- 动态规划
- 其他内容简介

课程计划

- 线性规划简介
- 线性规划的单纯形算法
- 线性规划的对偶理论
- 线性规划的应用举例
- 整数规划简介
- 网络优化
- 博弈论
- 无约束优化简介
- 约束优化简介
- 动态规划
- 其他内容简介

课程计划

- 线性规划简介
- 线性规划的单纯形算法
- 线性规划的对偶理论
- 线性规划的应用举例
- 整数规划简介
- 网络优化
- 博弈论
- 无约束优化简介
- 约束优化简介
- 动态规划
- 其他内容简介

课程计划

- 线性规划简介
- 线性规划的单纯形算法
- 线性规划的对偶理论
- 线性规划的应用举例
- 整数规划简介
- 网络优化
- 博弈论
- 无约束优化简介
- 约束优化简介
- 动态规划
- 其他内容简介

课程计划

- 线性规划简介
- 线性规划的单纯形算法
- 线性规划的对偶理论
- 线性规划的应用举例
- 整数规划简介
- 网络优化
- 博弈论
- 无约束优化简介
- 约束优化简介
- 动态规划
- 其他内容简介

课程计划

- 线性规划简介
- 线性规划的单纯形算法
- 线性规划的对偶理论
- 线性规划的应用举例
- 整数规划简介
- 网络优化
- 博弈论
- 无约束优化简介
- 约束优化简介
- 动态规划
- 其他内容简介

课程计划

- 线性规划简介
- 线性规划的单纯形算法
- 线性规划的对偶理论
- 线性规划的应用举例
- 整数规划简介
- 网络优化
- 博弈论
- 无约束优化简介
- 约束优化简介
- 动态规划
- 其他内容简介

提纲

课程信息

运筹学简介

- 运筹学的起源
- 运筹学的定义
- 运筹学的性质和特点
- 运筹学的工作步骤
- 运筹学的模型
- 运筹学的主要分支及例子

课程计划

参考书

参考书

1. 《运筹学》（第三版）清华大学运筹学教材编写组编写，清华大学出版社
2. 《Introduction to Operations Research》(Ninth Edition) by Frederick S. Hillier and Gerald J. Lieberman. 中译本：《运筹学导论》
3. 《Linear and Nonlinear Programming》by David G. Luenberger and Yinyu Ye
4. 《Convex Optimization》by Stephen Boyd and Lieven Vandenberghe (freely downloadable at `http://www.stanford.edu/~boyd/cvxbook/`)
5. 《Numerical Optimization》by Jorge Nocedal and Stephen J. Wright.

参考书下载：`ftp://114.212.192.30`

参考书

1. 《运筹学》（第三版）清华大学运筹学教材编写组编写，清华大学出版社
2. 《Introduction to Operations Research》(Ninth Edition) by Frederick S. Hillier and Gerald J. Lieberman. 中译本：《运筹学导论》
3. 《Linear and Nonlinear Programming》by David G. Luenberger and Yinyu Ye
4. 《Convex Optimization》by Stephen Boyd and Lieven Vandenberghe (freely downloadable at `http://www.stanford.edu/~boyd/cvxbook/`)
5. 《Numerical Optimization》by Jorge Nocedal and Stephen J. Wright.

参考书下载：`ftp://114.212.192.30`

参考书

1. 《运筹学》（第三版）清华大学运筹学教材编写组编写，清华大学出版社
2. 《Introduction to Operations Research》(Ninth Edition) by Frederick S. Hillier and Gerald J. Lieberman. 中译本：《运筹学导论》
3. 《Linear and Nonlinear Programming》by David G. Luenberger and Yinyu Ye
4. 《Convex Optimization》by Stephen Boyd and Lieven Vandenberghe (freely downloadable at `http://www.stanford.edu/~boyd/cvxbook/`)
5. 《Numerical Optimization》by Jorge Nocedal and Stephen J. Wright.

参考书下载：`ftp://114.212.192.30`

参考书

1. 《运筹学》（第三版）清华大学运筹学教材编写组编写，清华大学出版社
2. 《Introduction to Operations Research》(Ninth Edition) by Frederick S. Hillier and Gerald J. Lieberman. 中译本：《运筹学导论》
3. 《Linear and Nonlinear Programming》by David G. Luenberger and Yinyu Ye
4. 《Convex Optimization》by Stephen Boyd and Lieven Vandenberghe (freely downloadable at `http://www.stanford.edu/~boyd/cvxbook/`)
5. 《Numerical Optimization》by Jorge Nocedal and Stephen J. Wright.

参考书下载：`ftp://114.212.192.30`

参考书

1. 《运筹学》（第三版）清华大学运筹学教材编写组编写，清华大学出版社
2. 《Introduction to Operations Research》(Ninth Edition) by Frederick S. Hillier and Gerald J. Lieberman. 中译本：《运筹学导论》
3. 《Linear and Nonlinear Programming》by David G. Luenberger and Yinyu Ye
4. 《Convex Optimization》by Stephen Boyd and Lieven Vandenberghe (freely downloadable at `http://www.stanford.edu/~boyd/cvxbook/`)
5. 《Numerical Optimization》by Jorge Nocedal and Stephen J. Wright.

参考书下载：`ftp://114.212.192.30`