

# 运筹学

做事情到最好



闫桂英

中国科学院数学与系统科学研究院  
中国科学院国家数学与交叉科学中心

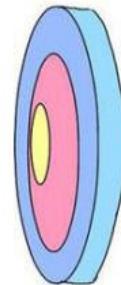


介绍一下数学院  
陈景润、华罗庚励志故事

**Goal !**



工作要5  
周完成



--要往返于城市A和B之间，每周一要从A出发，周三从B返回；

--往返计票价格400元，单张机票是往返机票的75%，往返跨周末的话，折扣20%

如何购票最划算？



- 右手 在什么条件下做出决策？（约束条件）
- 左手 评价每个方案的评价标准是什么？（目标）
- 左手 都有哪些可能的方案？（可行方案）
- 右手 哪个是最好的方案？（最优解）

约束条件

工作要5周完成

每周一要从A出发，周三从B返回；往返机票价格400元，单张机票300元，往返跨周末320元

目标

如何购票最划算？

可行方案

5张往返票

A



1张单程A → B  
4张往返票A ↔ B  
1张单程A ← B

W1	Mon	Wed
W2	Mon	Wed
W3	Mon	Wed
W4	Mon	Wed
W5	Mon	Wed

$$5 \times 400 = 2000$$

5张往返票

A



A



W1	Mon	Wed
W2	Mon	Wed
W3	Mon	Wed
W4	Mon	Wed
W5	Mon	Wed

$$2 \times 300 = 600$$
$$4 \times 400 \times 0.8 = 1280$$

共计1880

W1	Mon	Wed
W2	Mon	Wed
W3	Mon	Wed
W4	Mon	Wed
W5	Mon	Wed

$$5 \times 400 \times 0.8 = 1600$$

- 在什么条件下做出决策？（约束条件）
- 评价每个方案的评价标准是什么？（目标）
- 都有哪些可能的方案？（可行方案）
- 哪个是最好的方案？（最优解）

约束条件

工作要5周完成

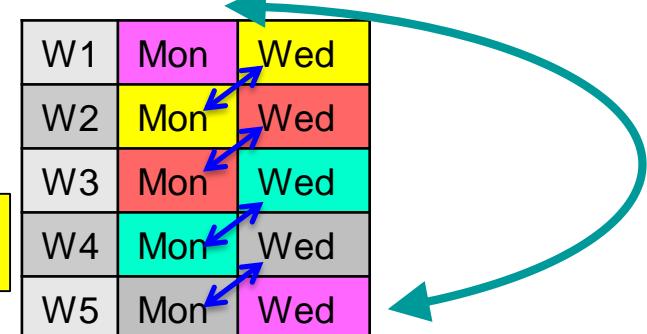
每周一要从A出发，周三从B返回；往返机票价格400元，单张机票300元，往返跨周末320元

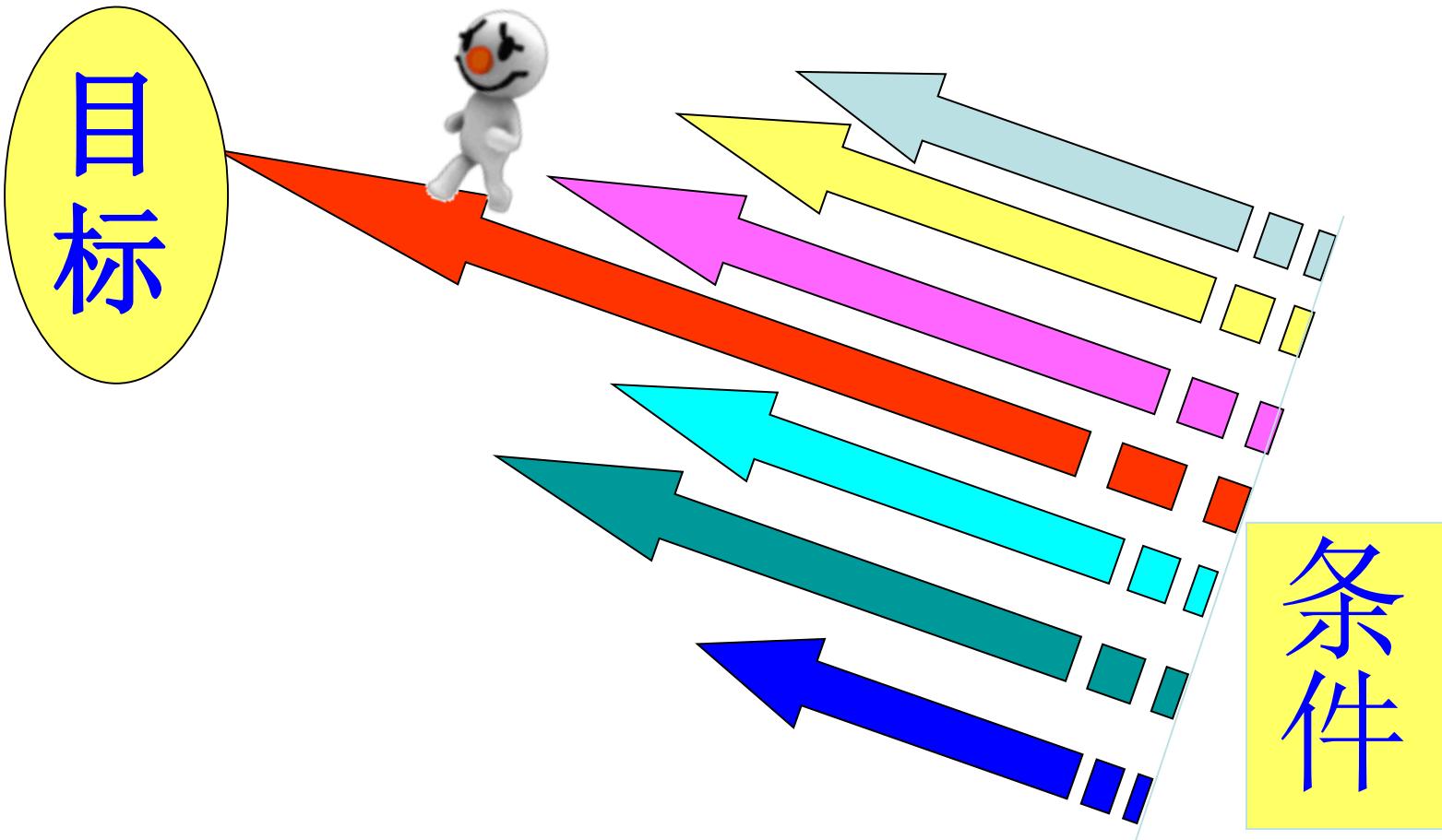
目标

如何购票最划算？

可行方案

最优方案





依照给定的条件和目标，设计若干可行方案，  
从中选择最佳方案，也称为最优化技术。

# 运筹学(运用与筹划)

研究如何通过运用与筹划把事情办得最好的一门科学。

—主要研究如何对各种有限资源运用及筹划，以发挥资源的最大效益，达到总体最优的目标。

(通过发现其中的数学问题和规律，提出相应的求解方法)



刘  
邦



# 历史

《史记一高祖本纪》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。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。”(刘邦)



# 中国早期运筹思想：

- 田忌赛马
- 丁渭修宫
- 围魏救赵

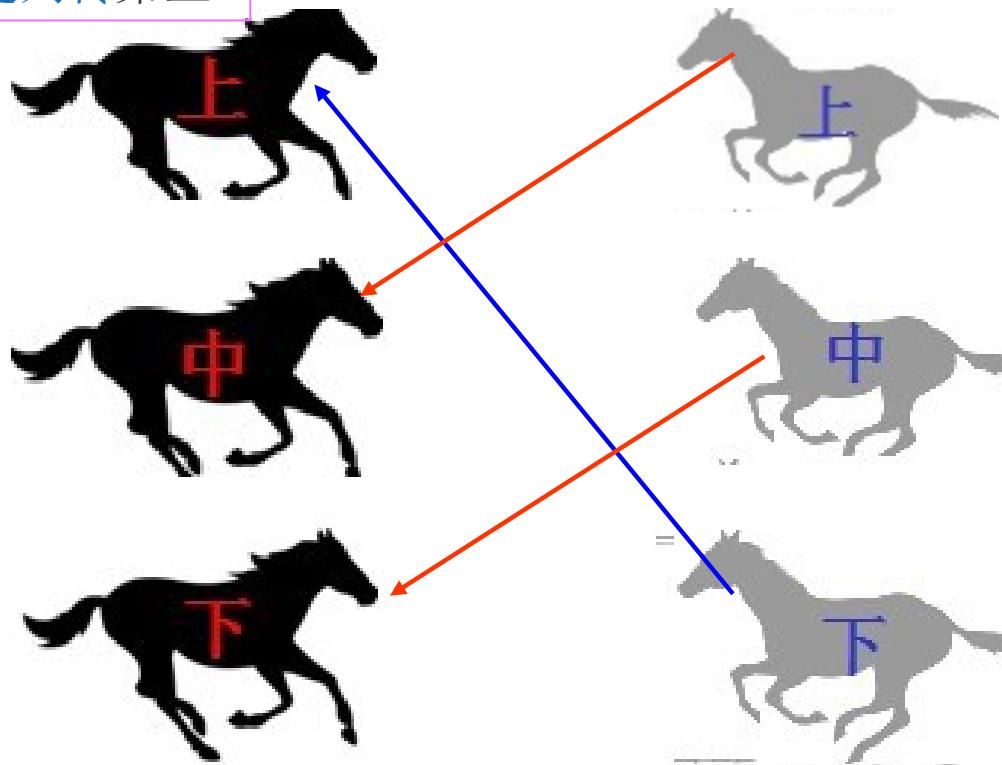
萌芽

# 田忌赛马



10544170290634

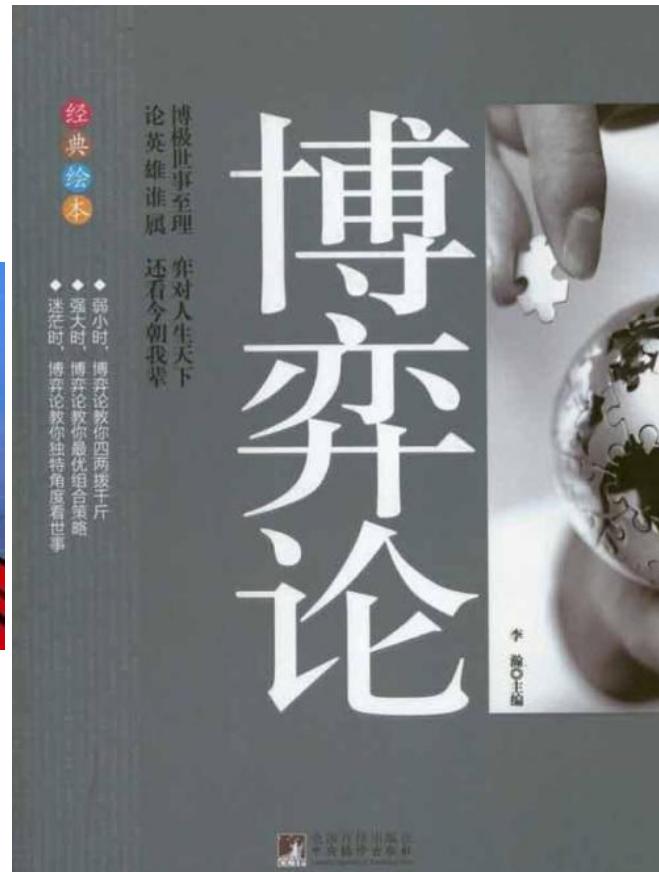
《史记》卷六十五  
---孙子吴起列传第五



	C1	C2	C3	比分
齐王	上	中	下	
田忌	下	上	中	2:1
田忌	上	下	中	1:2
田忌	中	上	下	1:2
田忌	中	下	上	1:2
田忌	上	中	下	0:3
田忌	下	中	上	1:2



孙子：世界上第一个军事运筹学家

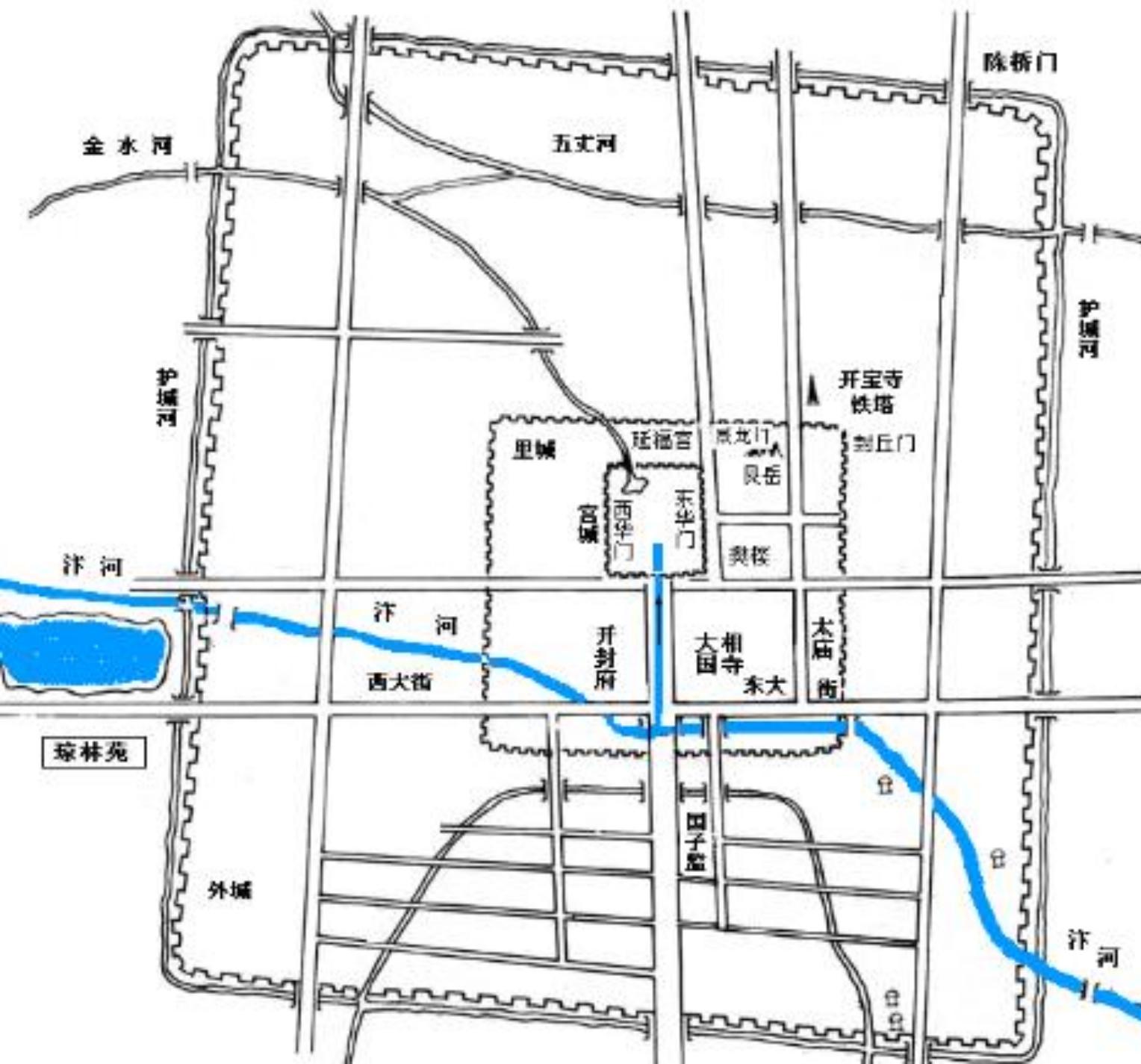


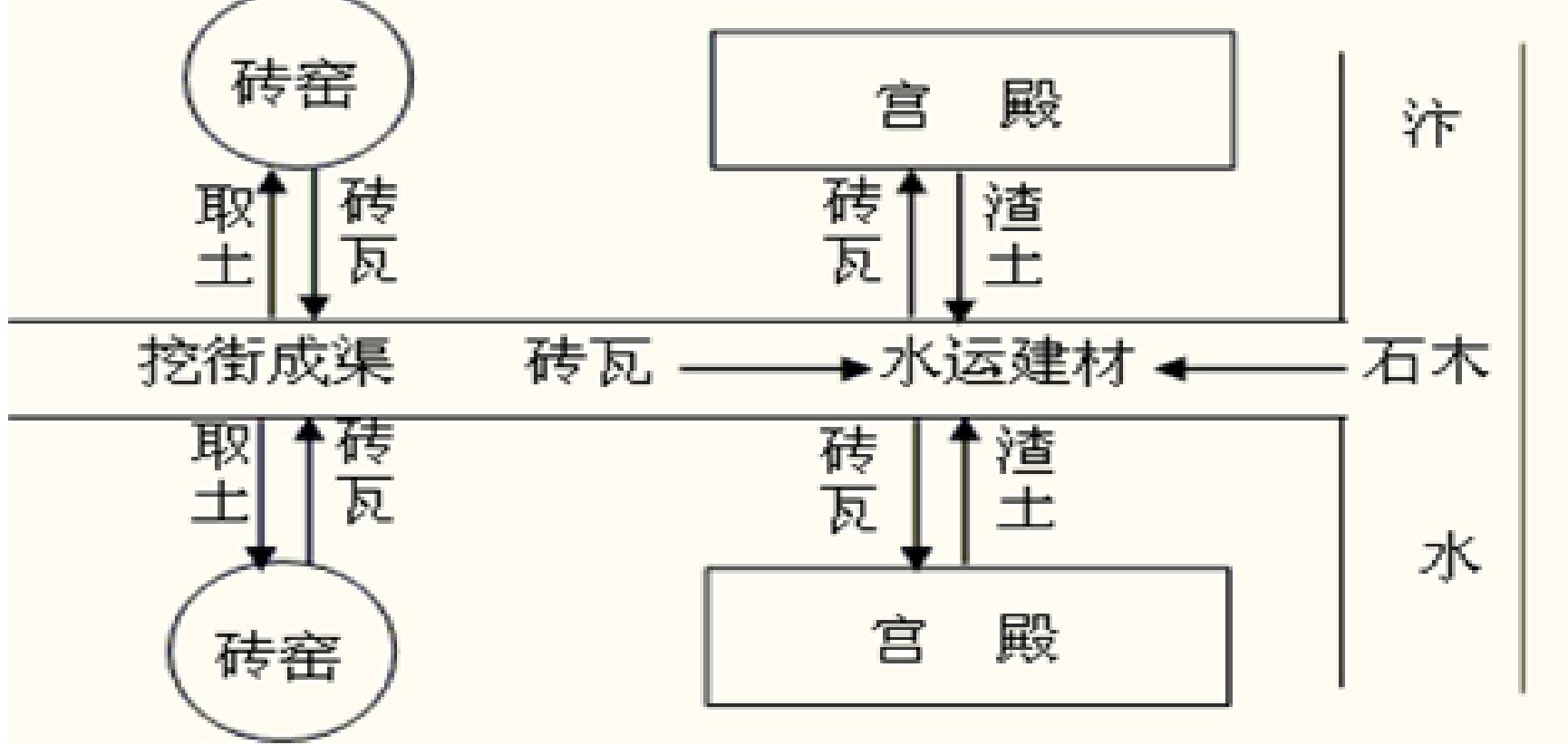
中俄博弈，都在打哪些算盘？



烧制砖瓦  
物料运送  
废墟清理

# 丁渭修宫





多么聪明的策划  
 多么巧妙的设计  
 多么优秀的“系统工程”  
 多么伟大的中华智慧！

一举三得  
 统筹安排  
 系统思想

丁渭修宫

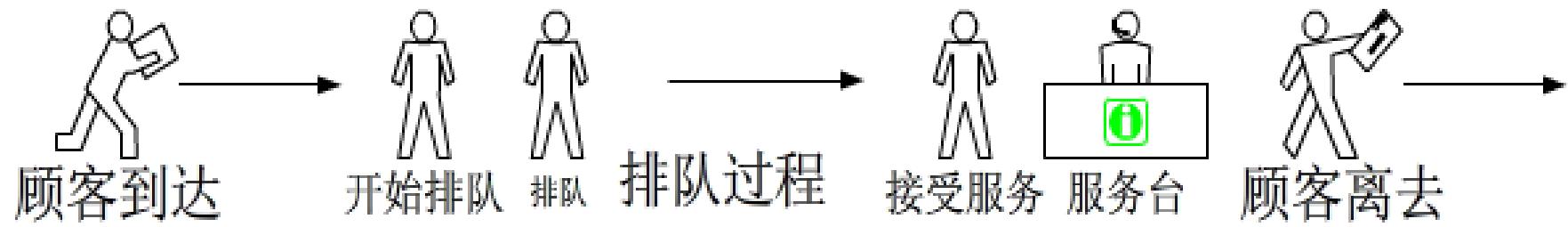


萌芽 moubai.com

萌  
芽

# 国际早期运筹思想：

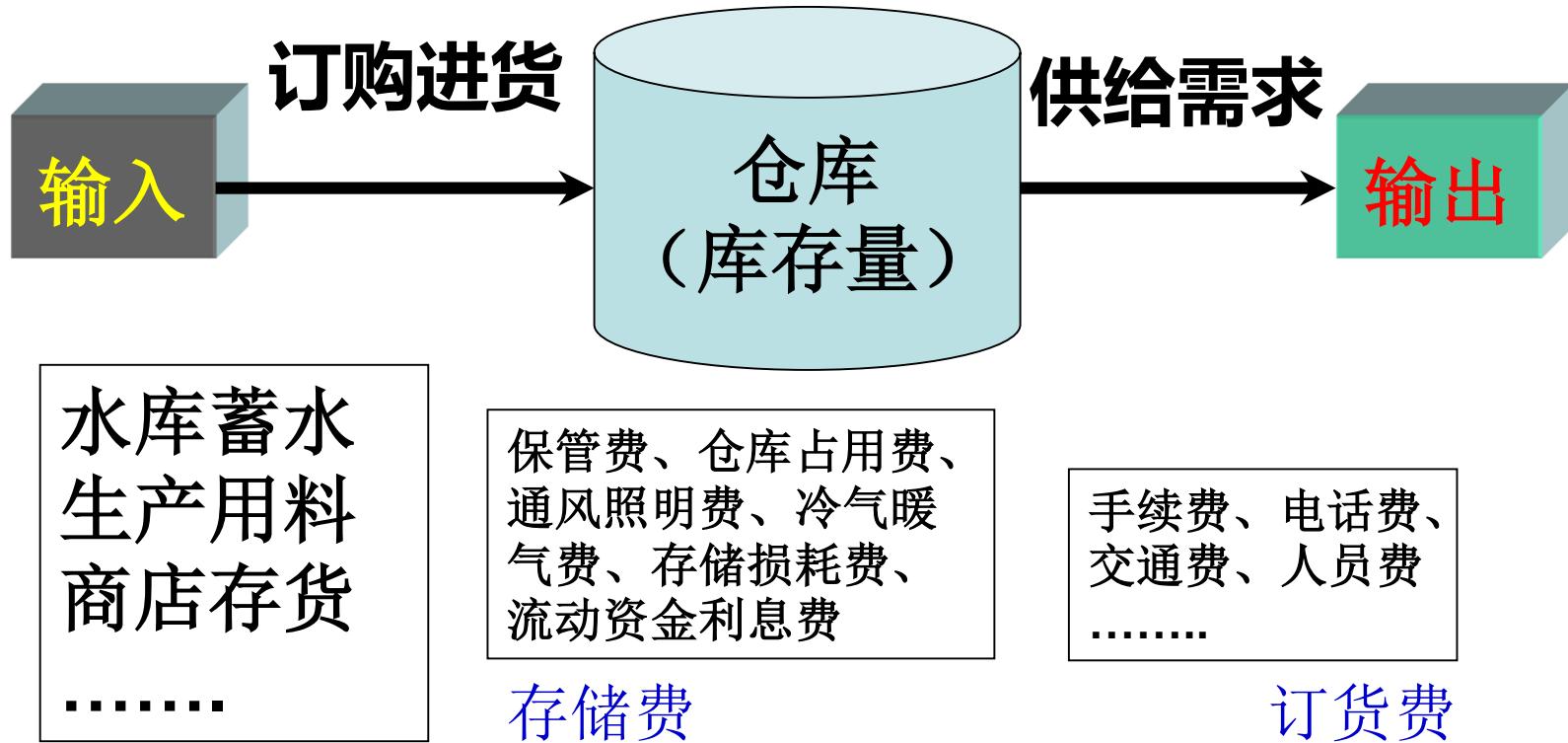
- Erlang 1917 排队论
- Harris 1920 存储论
- Lanchester 1914 作战理论



**顾客到达分布**  
**平均排队顾客数**  
**平均等待时间**  
**服务人员数**

.....

# 存储论，哈李斯（F.Harris）



两方面矛盾：

- 短缺---损失；
- 存贮---费用

--最佳订货周期和订货量  
--如何将存贮降至最低，  
减少和优化物流环节



Patrick M. S. Blackett



Patrick M. S. Blackett

# 运筹学

?

## 做事情到最好

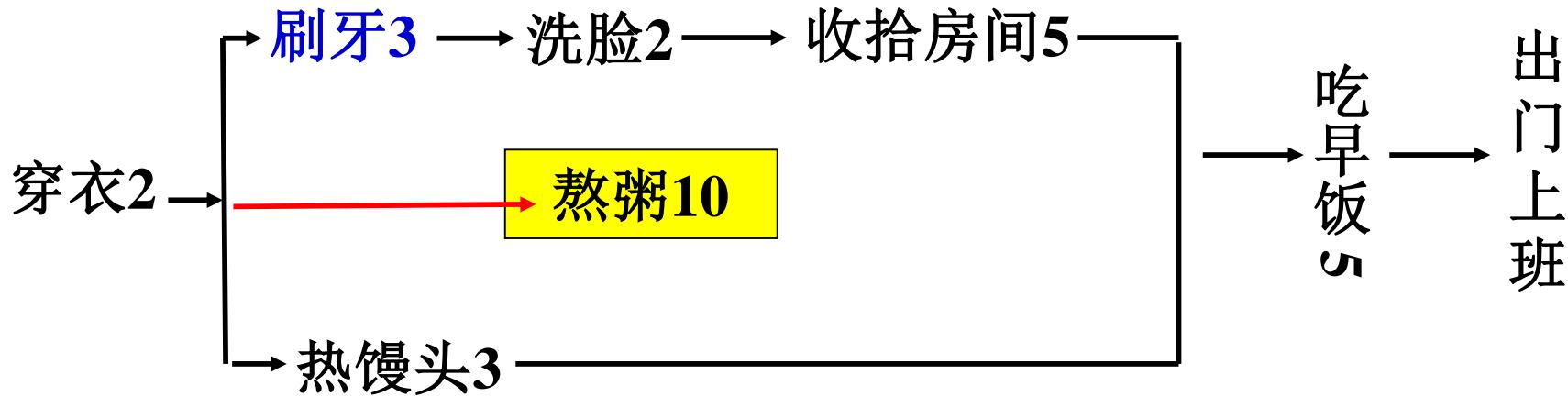
# 运筹学分支

运筹学分支：  
规划论  
库存论  
图论  
决策论  
组合学  
对策论  
博弈论  
排队论  
可靠性理论  
组合优化  
统筹方法  
.....



甲

30



乙 17



统筹方法

# 智猪博弈

猪圈中有一头大猪和一头小猪，在猪圈的**一端**设有一个按钮，每按一下，猪圈**另一端**的食槽中就会有**10单位**的猪食进槽，但每按一下按钮会耗去相当于**2单位**猪食的成本。

大猪 小猪

(按, 按) = (7, 3)

(按, 等) = (6, 4)

(等, 按) = (9, 1)

(等, 等) = (0, 0)

	小猪	
	按	等待
大猪	按	5, 1 4, 4
等待	9, -1 0, 0	

减去成本



小猪躺着受益（搭便车），  
大猪跑着争取利益

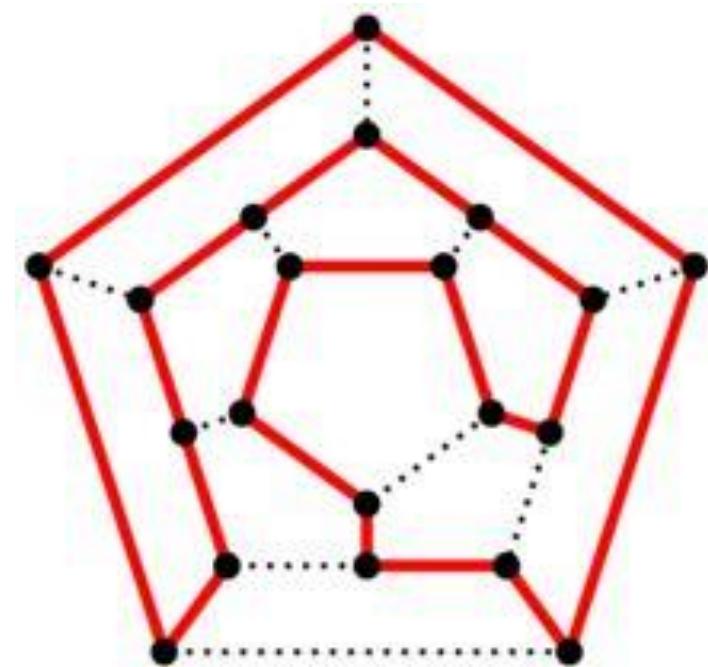
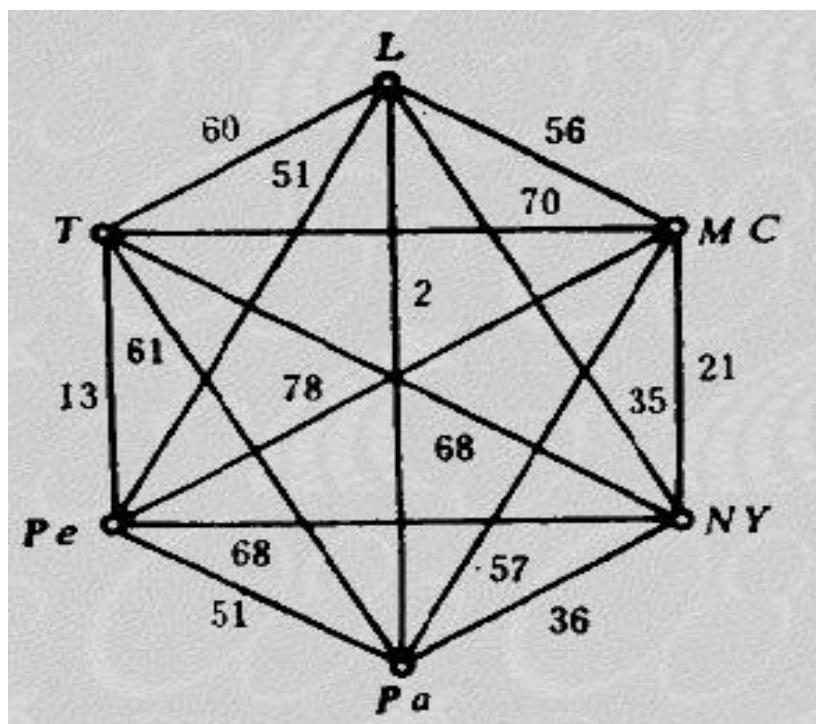
博弈论：找出在面对竞争时自己的最佳反应策略

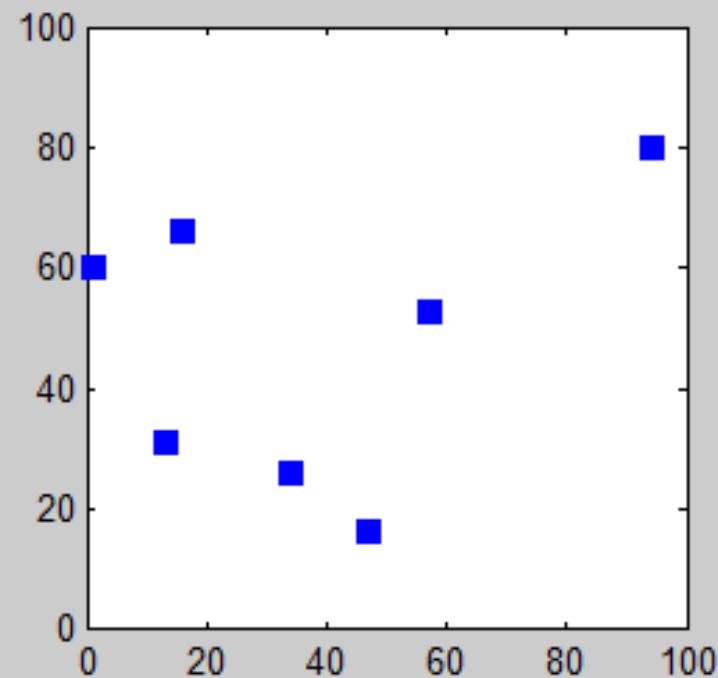
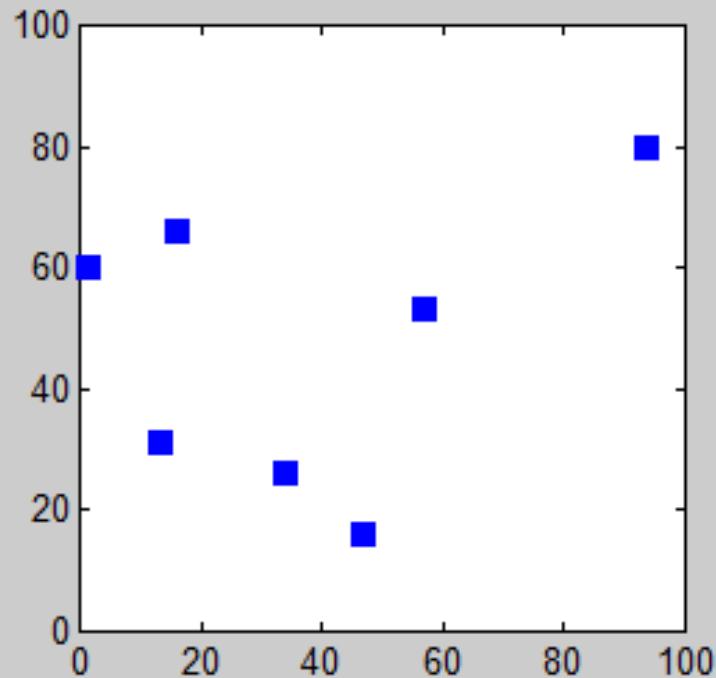


肯定不会去踩，  
唉，没办法只能  
亲自动脚了! 😞

决定大猪、小猪策略的核心指标  
每次落下的食物数量；  
踏板与投食口之间的距离；  
激励与惩罚机制；

# 旅行商问题（简称TSP）



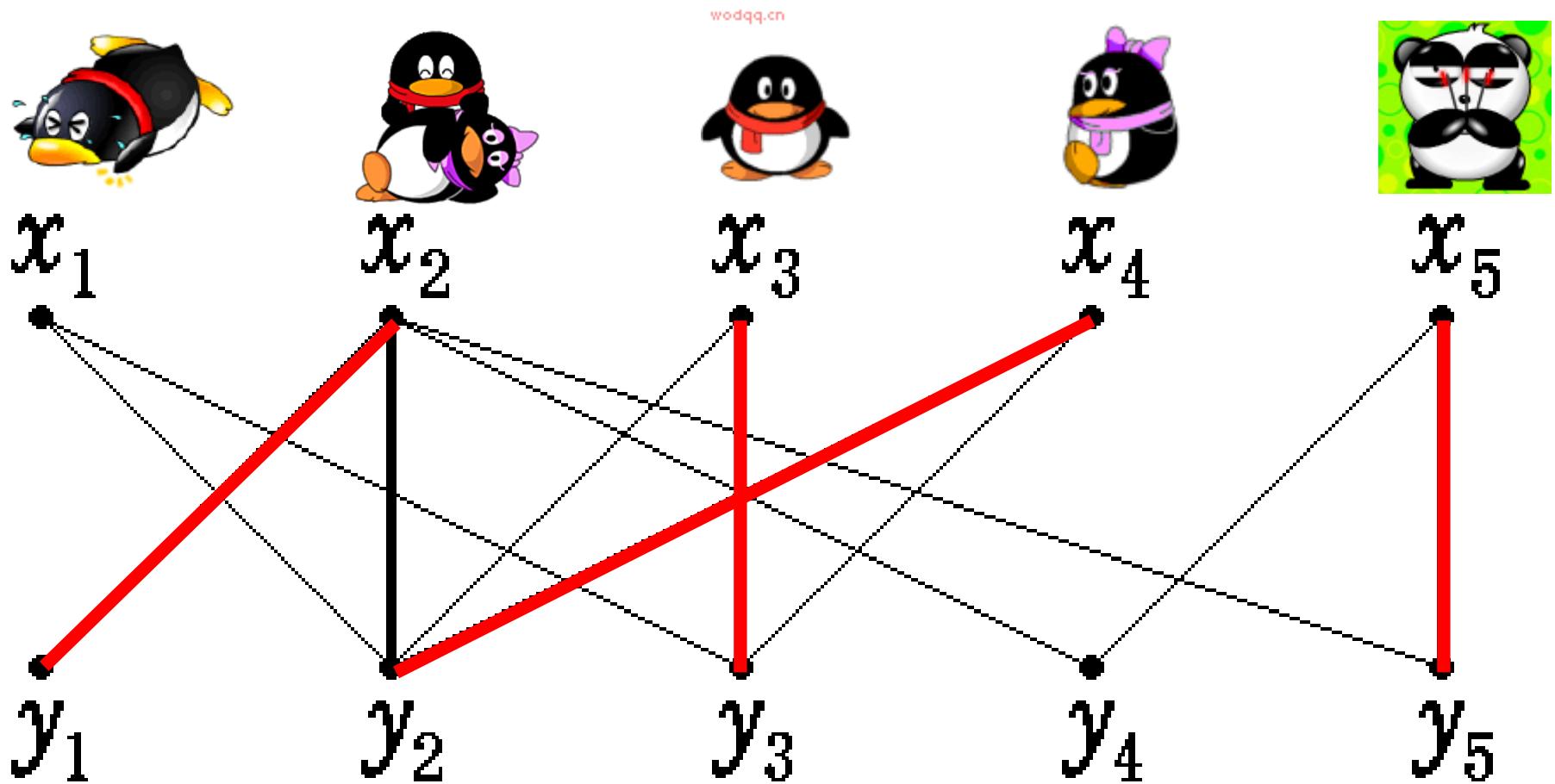


$$(n-1)!/2$$

$$(7-1)!/2=360$$

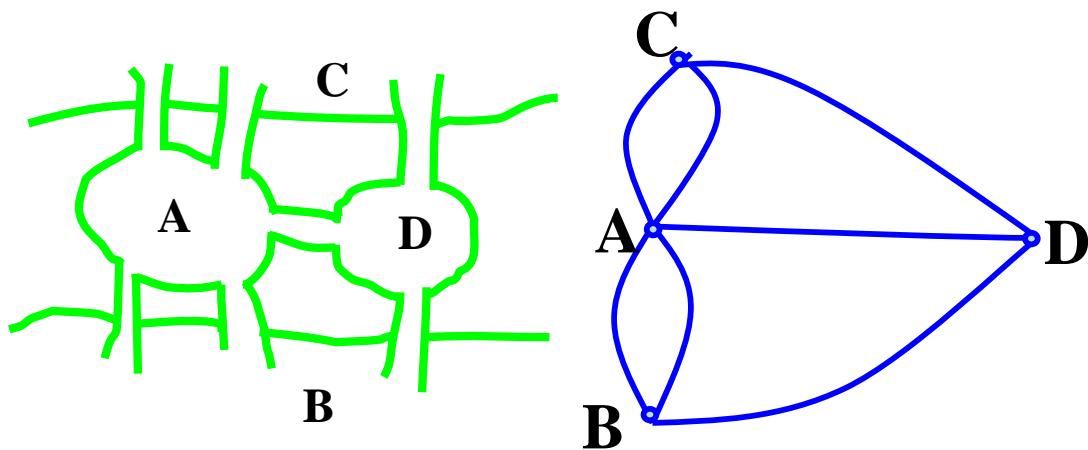
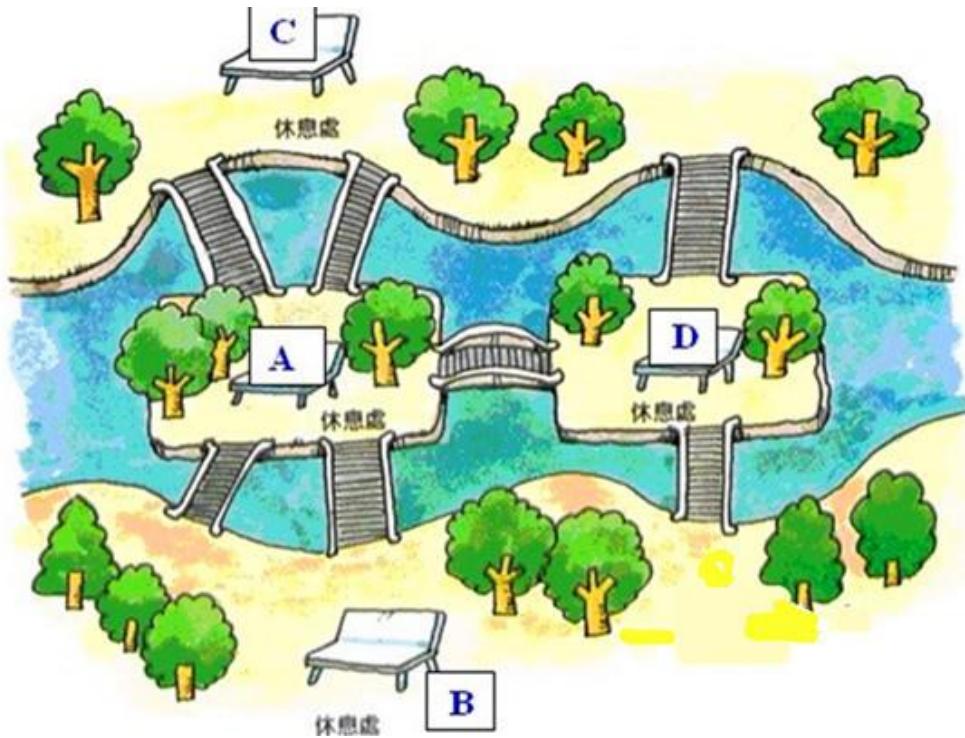
$$(10-1)!/2=181440$$

# - 找工作



wodqq.cn

# \* 图与网络理论

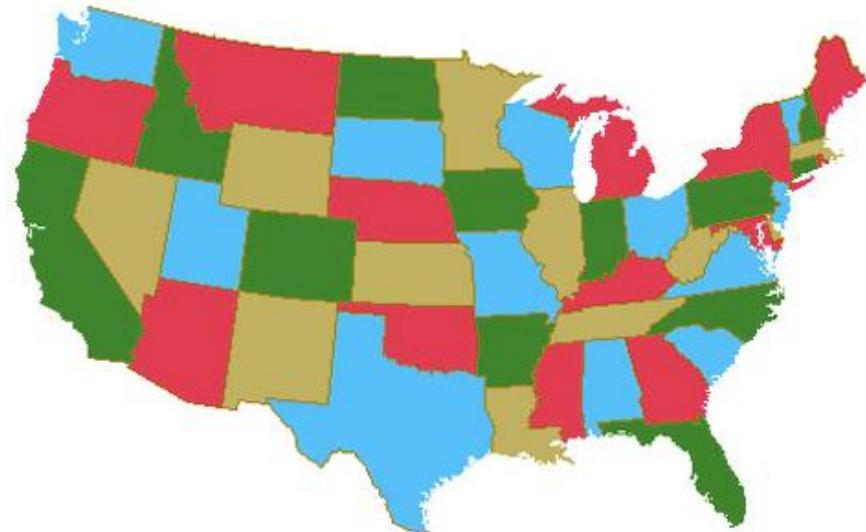


**结论：**不能。每个结点关联的边数要均为偶数。

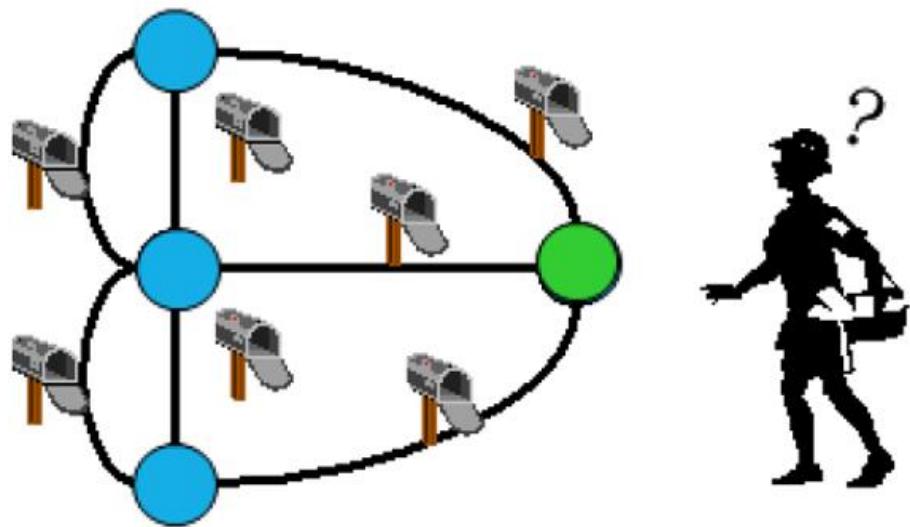
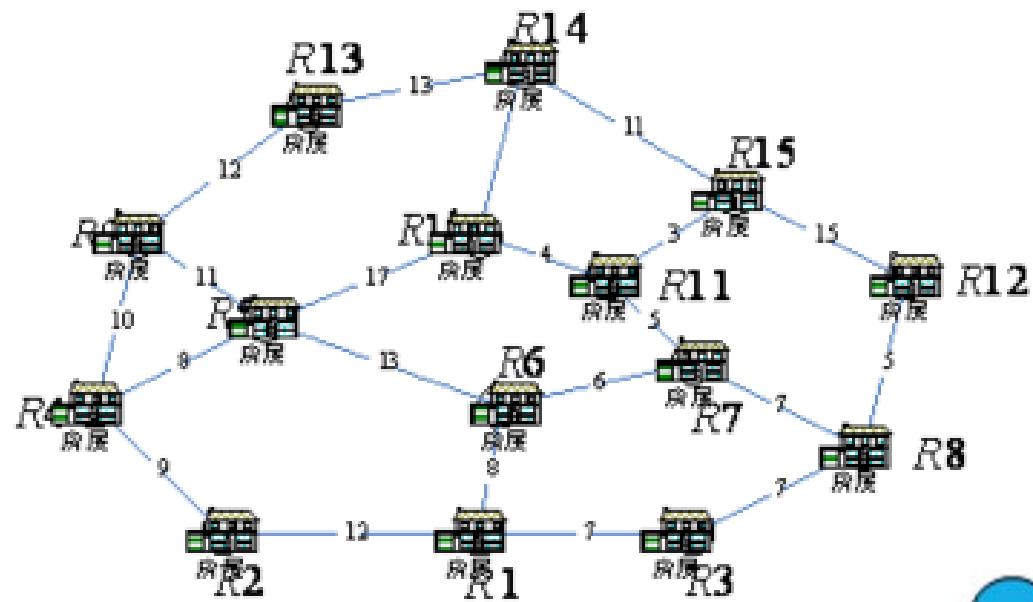
# \* 图与网络理论



世界近代三大  
数学难题之一



# 中国邮递员问题 (管梅谷, 1960)



# 中国邮递员问题

Prob1. 如何确定第一个可行方案?

Prob2. 可行方案是不是最优方案? 如何判断?

Prob3. 如果不是最优方案, 如何调整以达到最优?

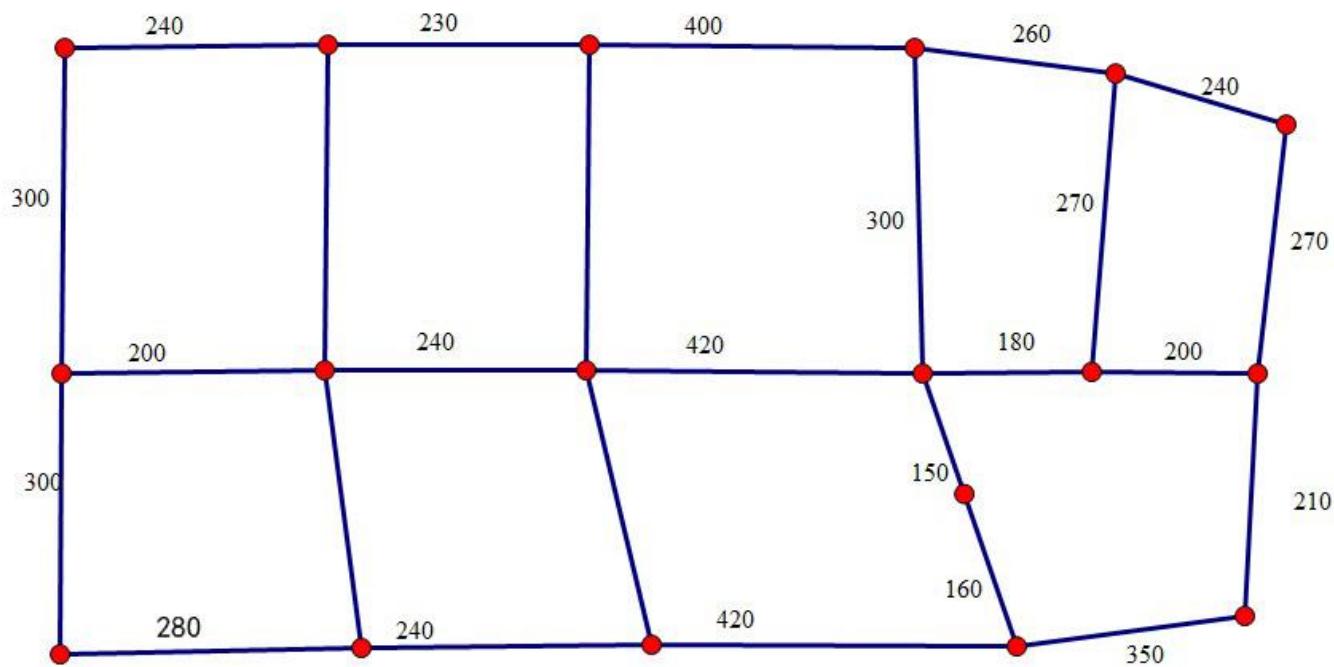
最优方案:

- (1) 每条边最多重复一次;
- (2) 每个圈上的重复边的总权不大于该圈总权的一半。



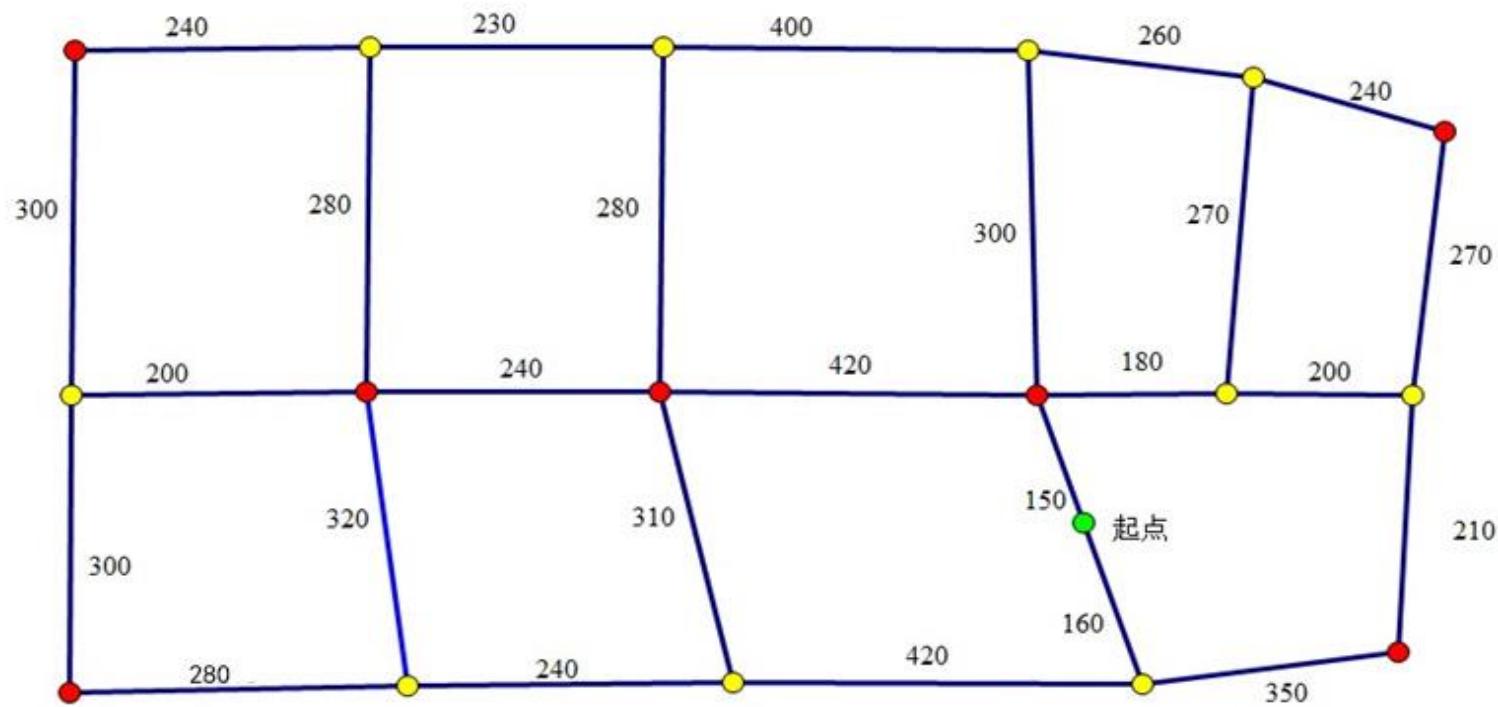


## 中国邮递员问题 Chinese Postman Problem



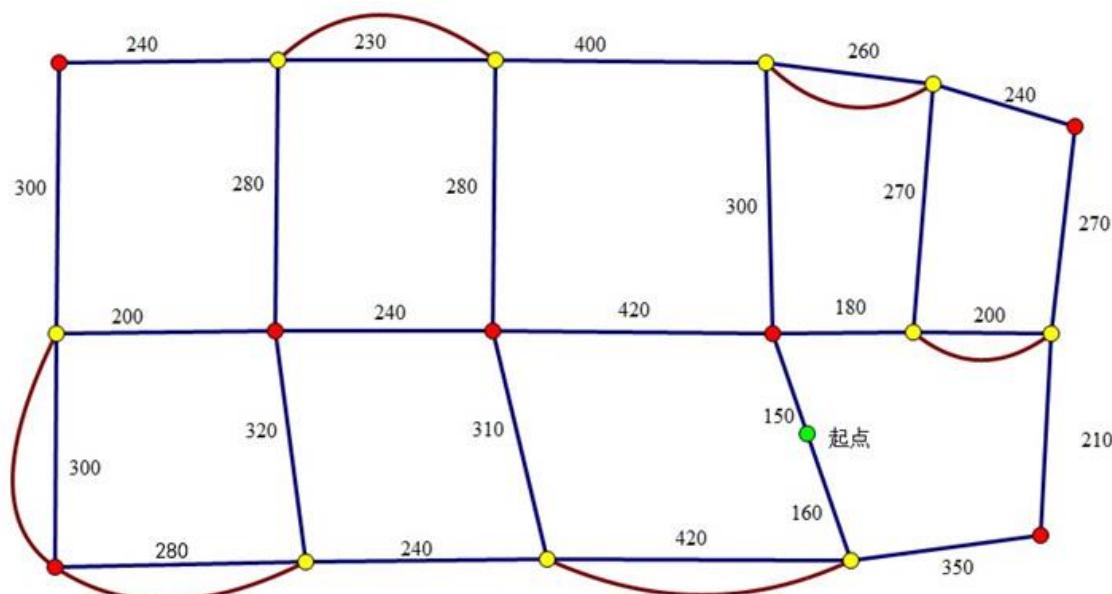
# 中国邮递员问题 Chinese Postman Problem

有10个奇度点



## 中国邮递员问题 Chinese Postman Problem

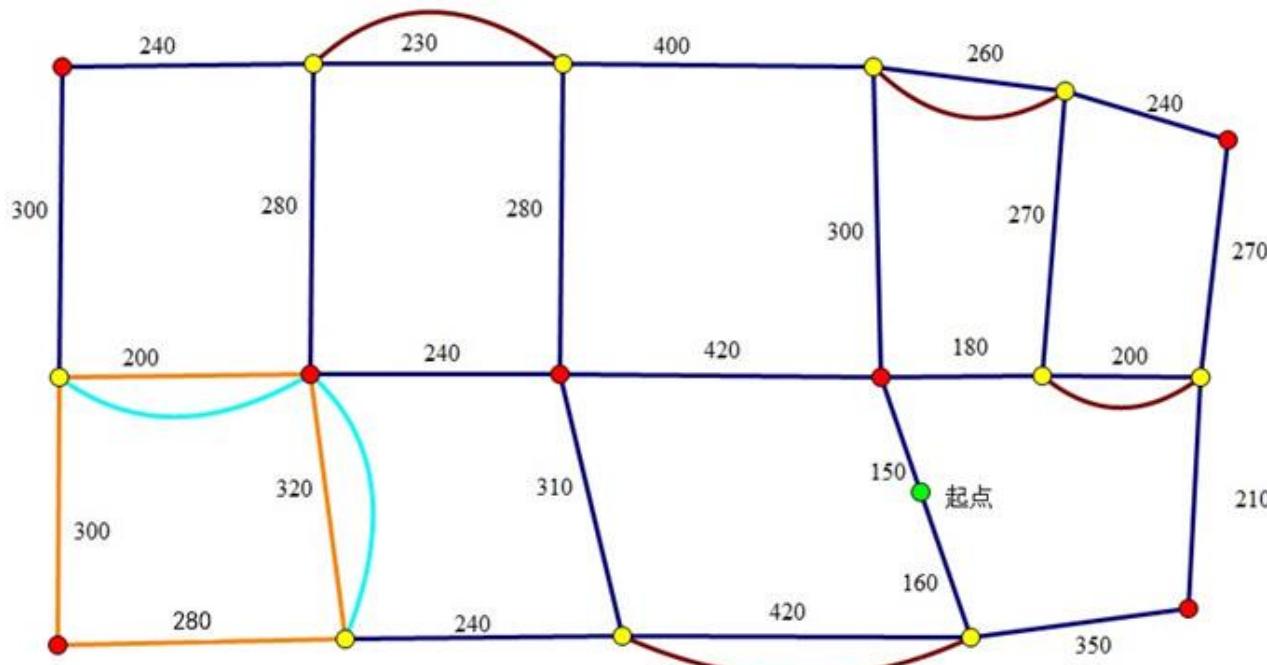
把奇点两两配对，得到一个可行方案



重复边总长=1690

## 中国邮递员问题 Chinese Postman Problem

去掉圈上原来的重复边，添上原没有的重复边



重复边总长=1630，得到最优解

## 最优方案：



重复边总长=1630

## 如果没有学过中国邮递员问题



重复边总长=1690，比最优方案多走50米，那么一年中将要多走21900米的路程



# “坏”方案：



重复边总长=3440，比最优方案多走1810米，那么一年中将要多走660650米的路程（660.65公里，比兰州到西和还要远）



	产品1	产品2	零件数量
零件1	2	4	80
零件2	3	2	60
零件3	3		45
利润	50	60	

某公司生产两种产品，需要三种零件，但零件数量有限，如何安排生产才能使公司获利最高？

解：设分别安排生产 $x_1$ 个产品1,  $x_2$ 个产品2，公司获利最高？

$$\max z = 50x_1 + 60x_2$$

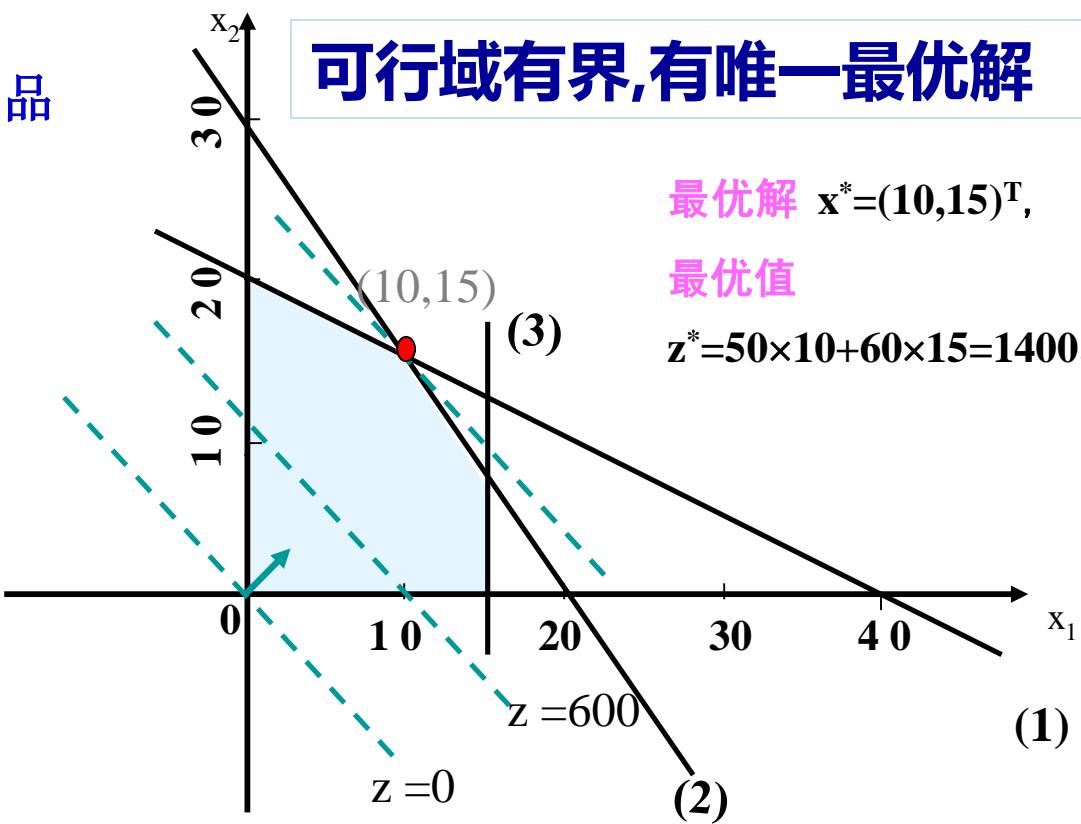
$$s.t. \begin{cases} 2x_1 + 4x_2 \leq 80 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 60 \\ 3x_1 \leq 45 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

可行域有界, 有唯一最优解

最优解  $x^* = (10, 15)^T$ ,

最优值

$$z^* = 50 \times 10 + 60 \times 15 = 1400.$$





# 线性规划

## 两类问题：

- 极大化：面对一定的资源，要求充分利用，以获得最大的经济效益。
- 极小化：给定一项任务，要求统筹安排，尽量做到用最少的人力、物力资源去完成这一任务。



运输问题



人员分派问题



合理下料问题



产品生产计划



投资方案选择问题

.....

# 每天拥有3亿次点击量



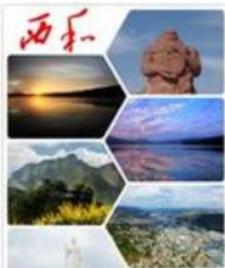
查询的全过程通常不超过半秒时间，但在这短短的时间内需要完成多个步骤，然后才能将搜索结果交付给搜索信息的用户。

[网页](#) [资讯](#) [视频](#) [图片](#) [知道](#) [文库](#) [贴吧](#) [采购](#) [地图](#) [更多»](#)

百度为您找到相关结果约28,600,000个

▼ 搜索工具

### 西和县 百度百科

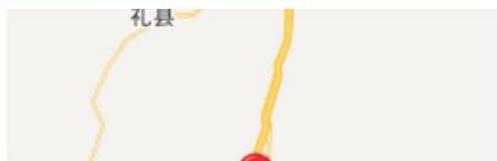


西和县隶属于甘肃省陇南市，位于甘肃省东南部，陇南市北端，因古西和州而得县名。西汉时于洛峪（今洛峪镇）置武都郡，两晋时为仇池国，北魏于洛峪置南秦州，西魏时改称成州，后经多次变革，南宋时改岷州为西和州，明洪武年间西和州降州为县。西和县下辖16镇、4乡，幅员面积1861平方公里，总人口43.7633...

[建制沿革](#) [行政区划](#) [地理环境](#) [自然资源](#) [人口民族](#) [更多>>](#)

<https://baike.baidu.com/> ▼

### 西和县地图 百度地图



提供西和县的地图浏览、地点搜索等多项服务。

查找地点：

### 甘肃省地名



成县

素有陇上江南之称



徽县

素有陇上小江南之称



礼县

隶属于甘肃省陇南市



甘谷县

甘肃省天水



庄浪县

全国梯田化

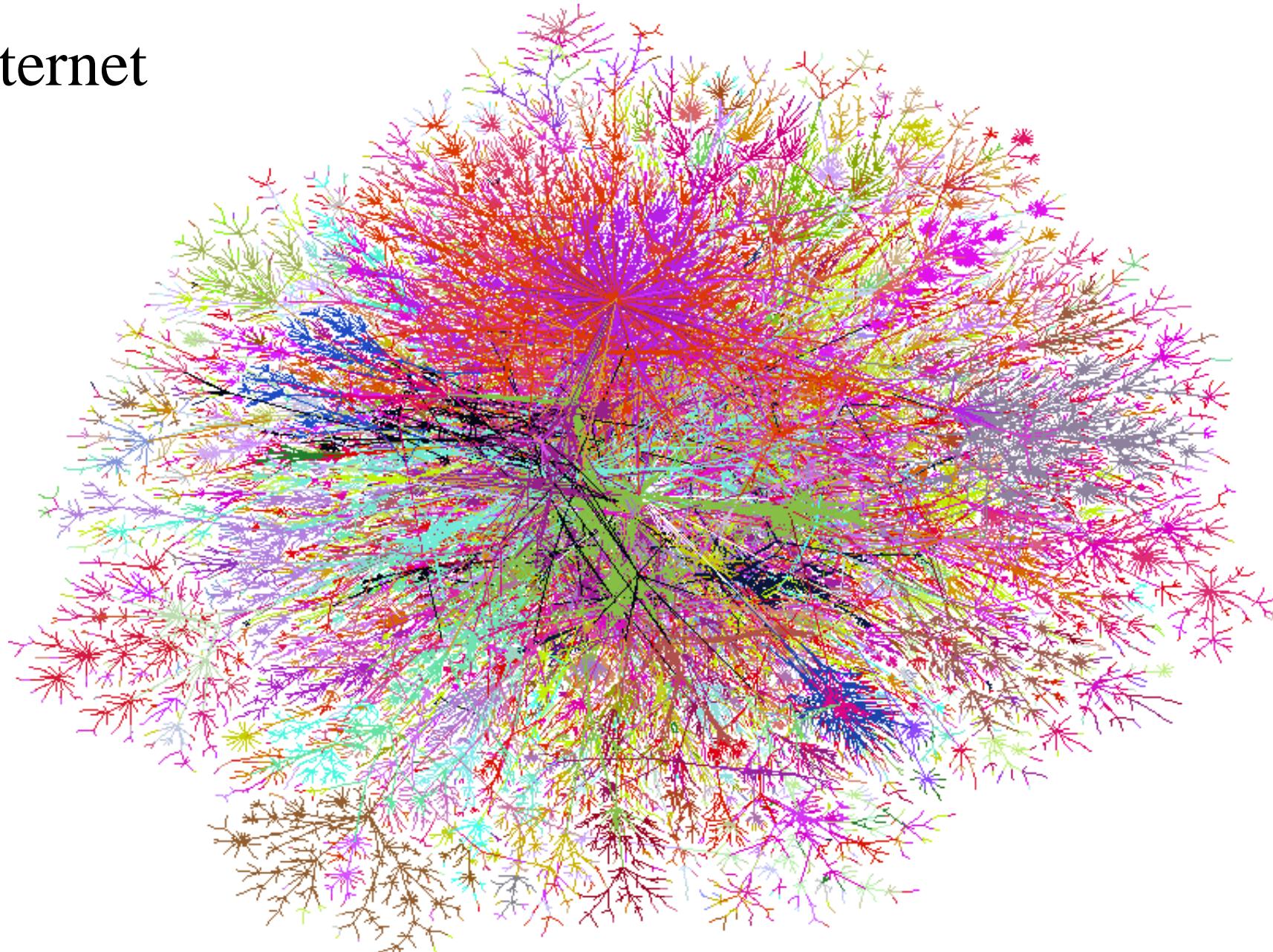


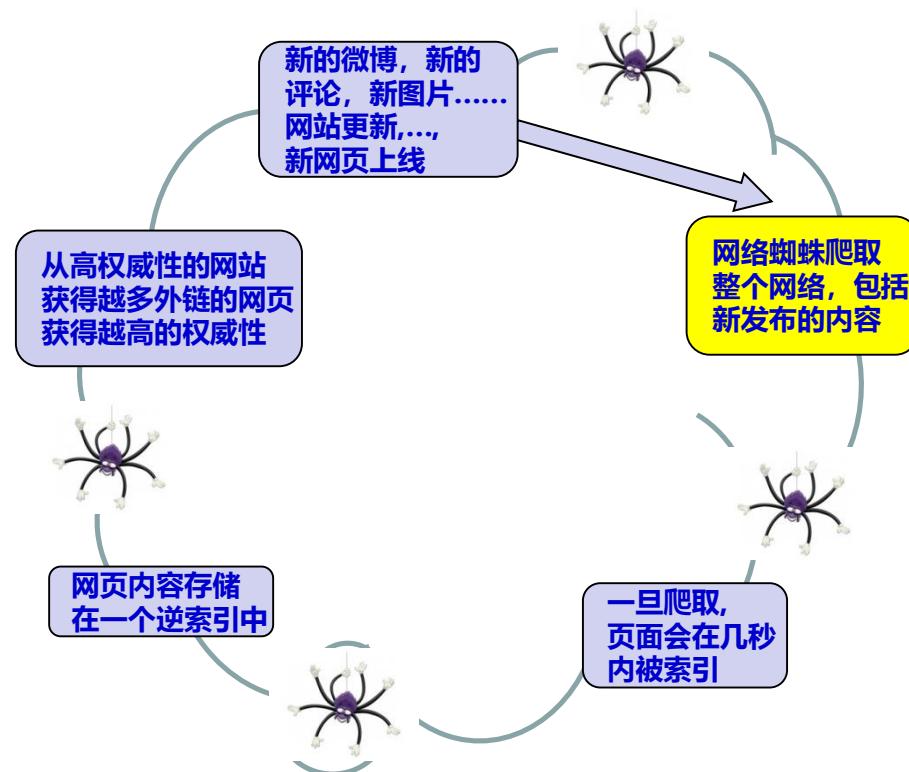
仇池山

三面环水的

展开 ▼

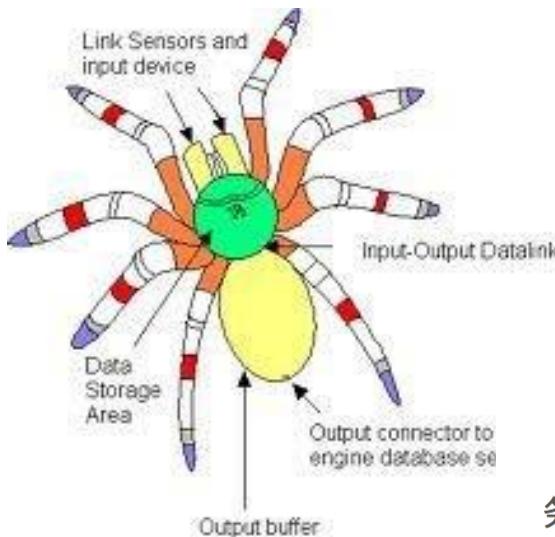
# Internet





# 数据的搜索

## 爬行和抓取



## Googlebot



被高估的内鬼斯诺登泄密其实很“简单”



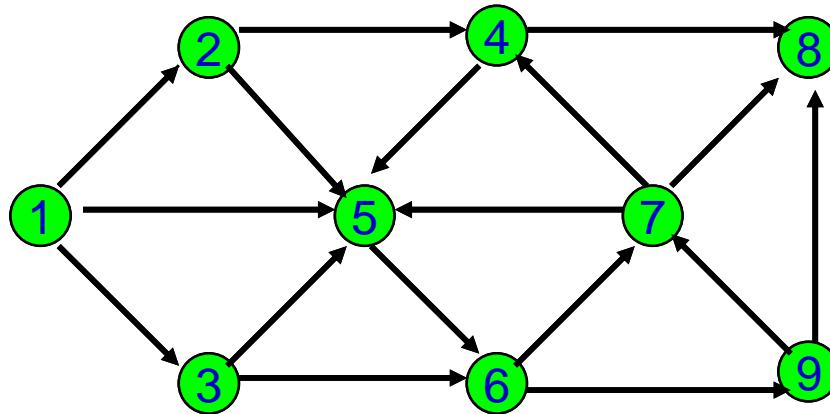
美国《纽约时报》9日刊文报道，正在调查“棱镜门”事件的美国情报官员透露，前防务承包商雇员爱德华·斯诺登只凭借比较简单的“网络爬虫”技术就获取了大量机密文件，由此曝光国家安全局对内安保存在一定漏洞。

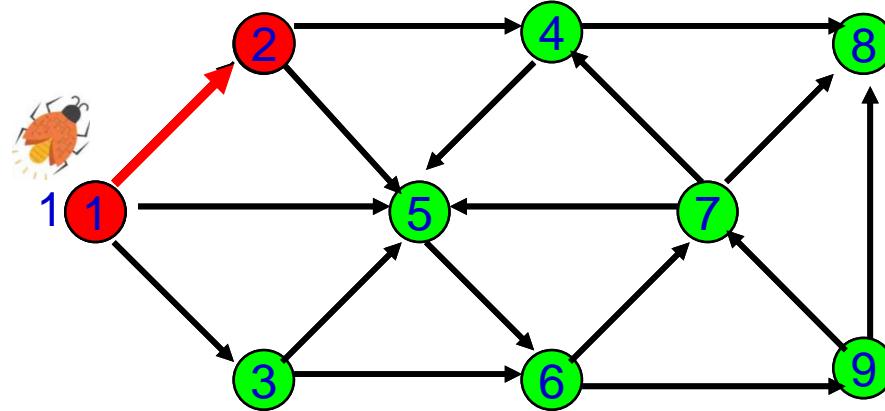
# 搜索

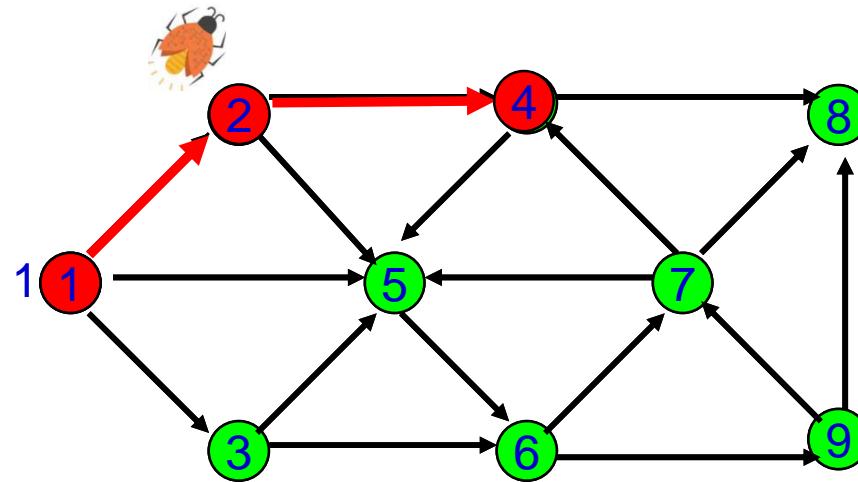
最简单的爬行遍历策略分为两种：

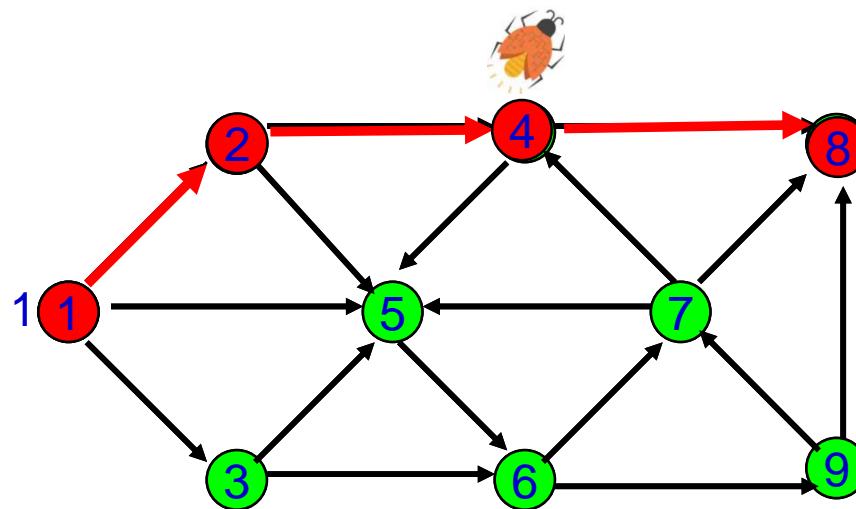
- 深度优先
- 广度优先

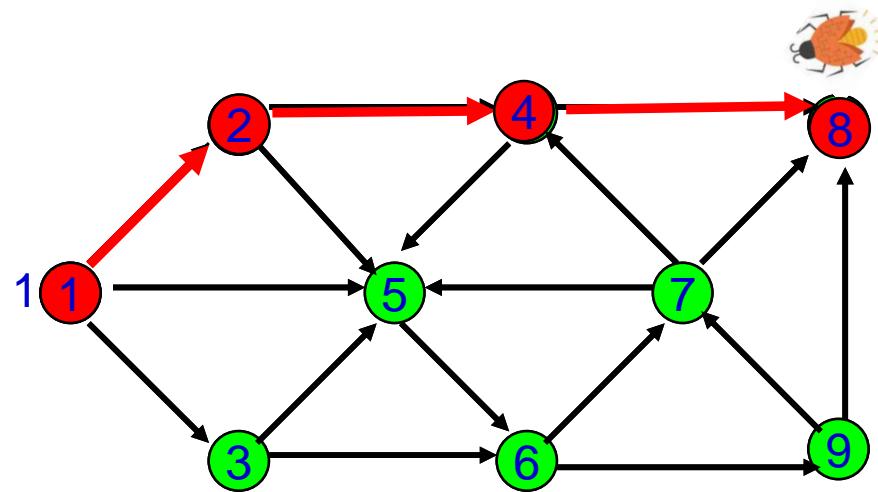
## ■深度优先

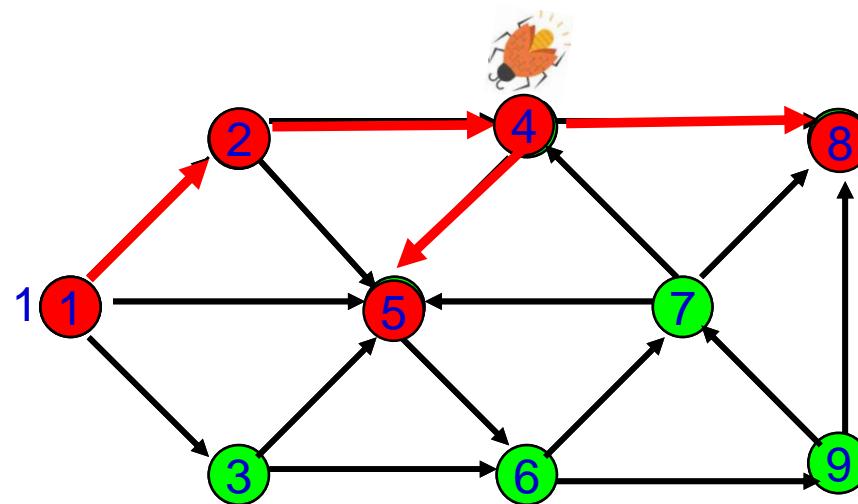


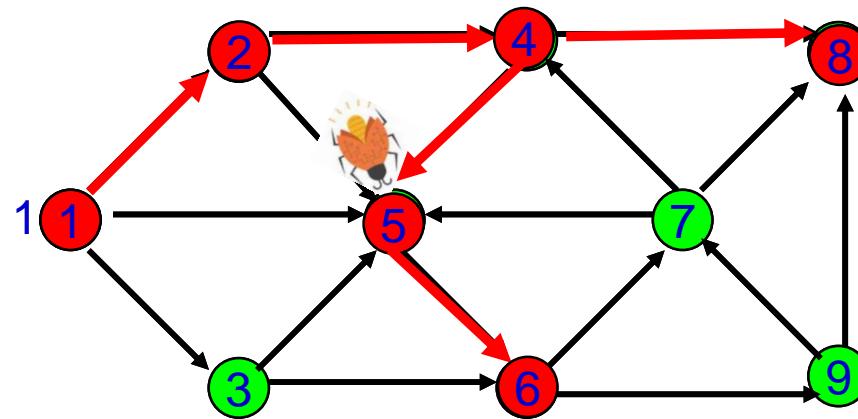


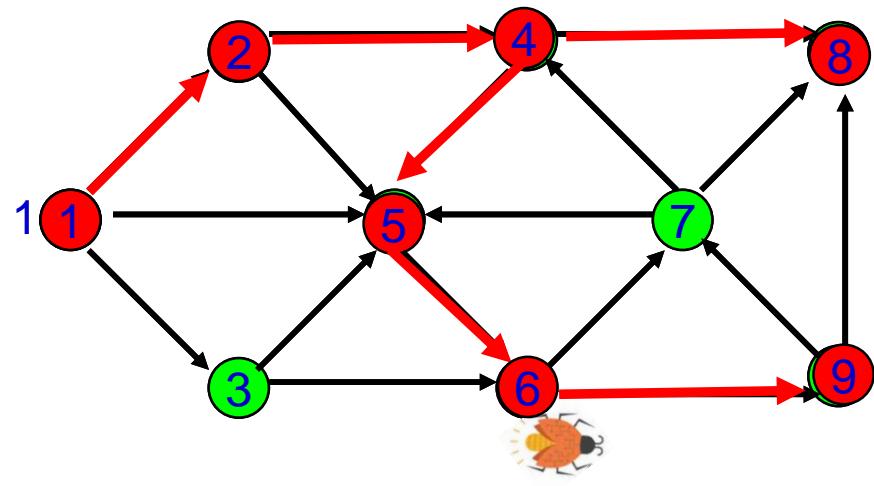


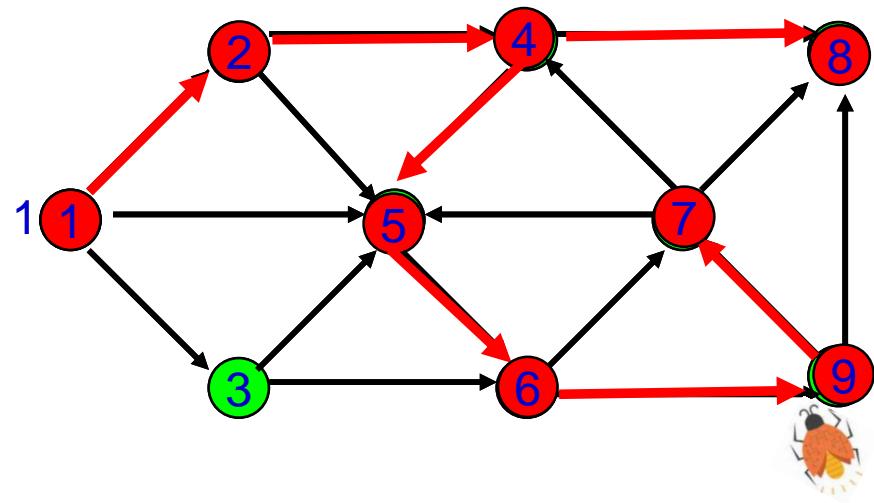


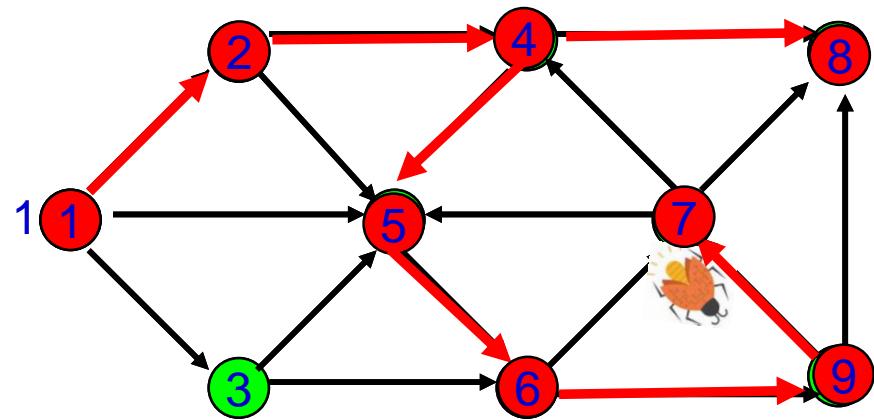


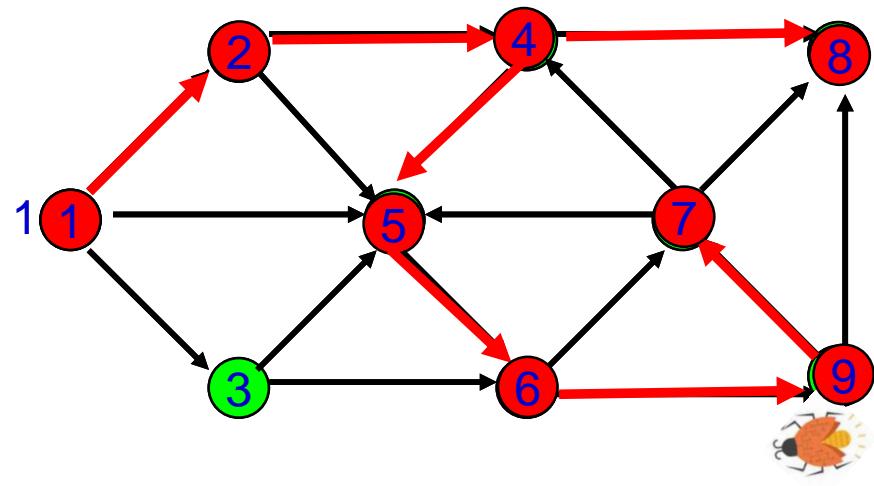


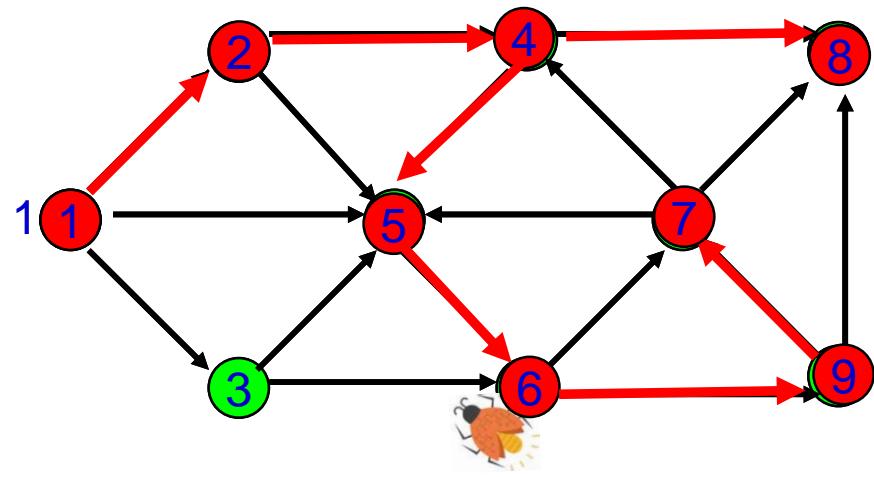


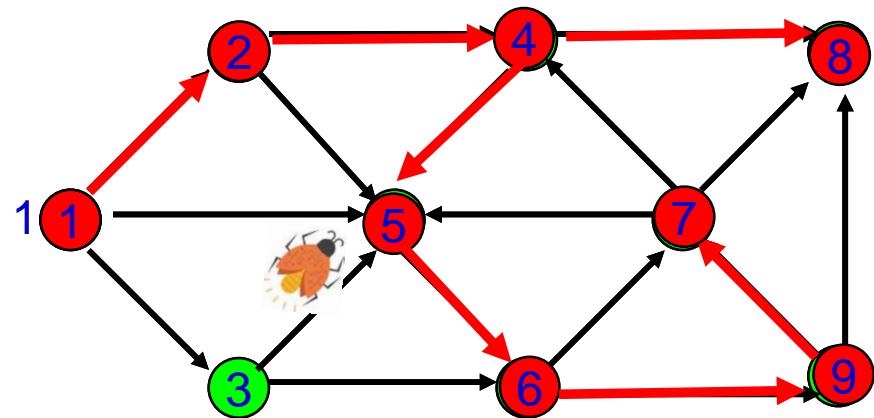


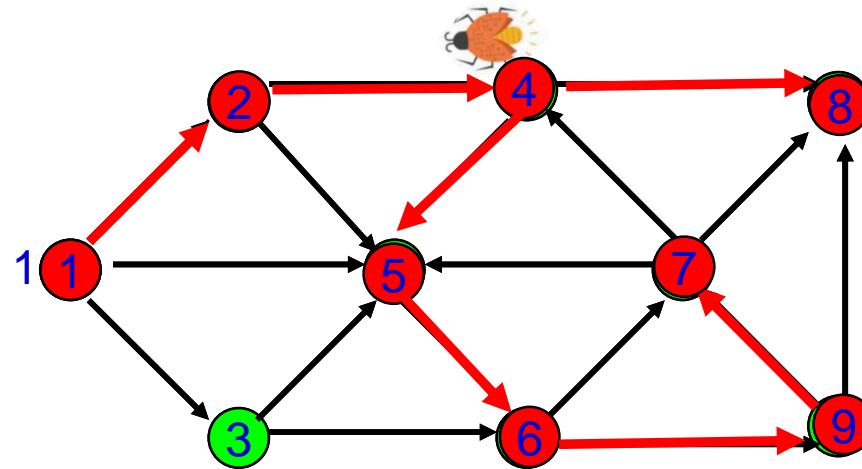


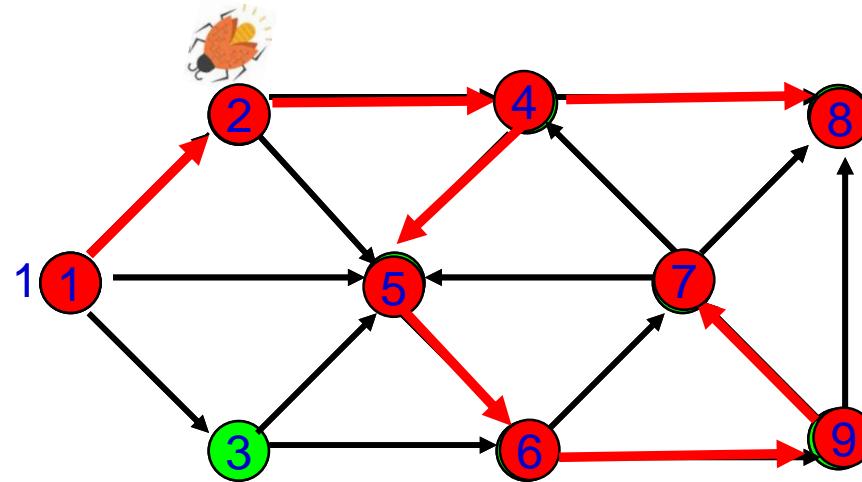


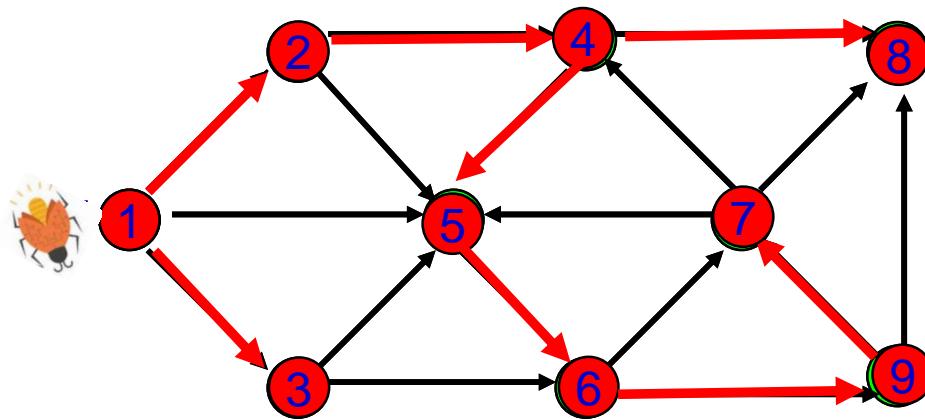


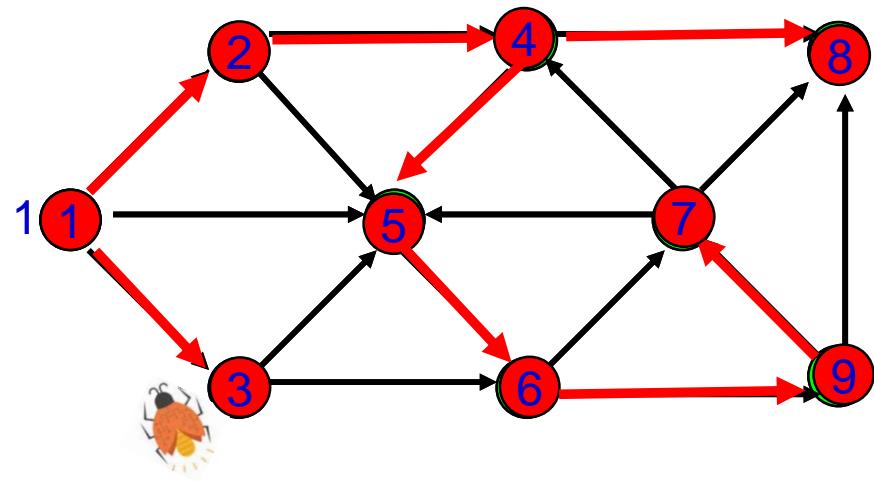


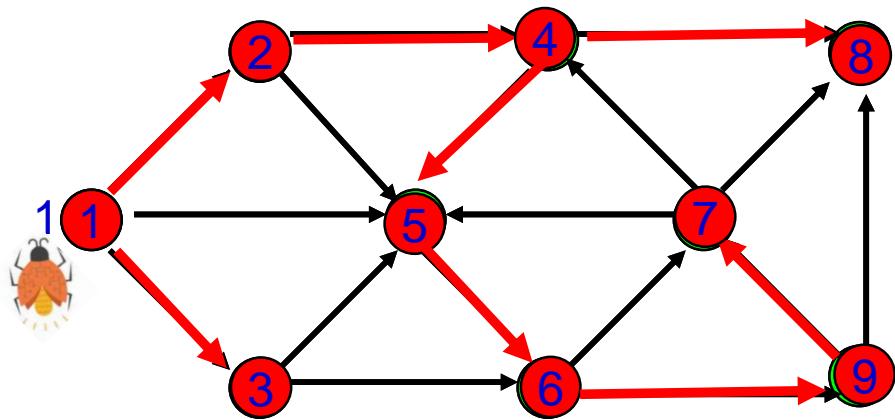




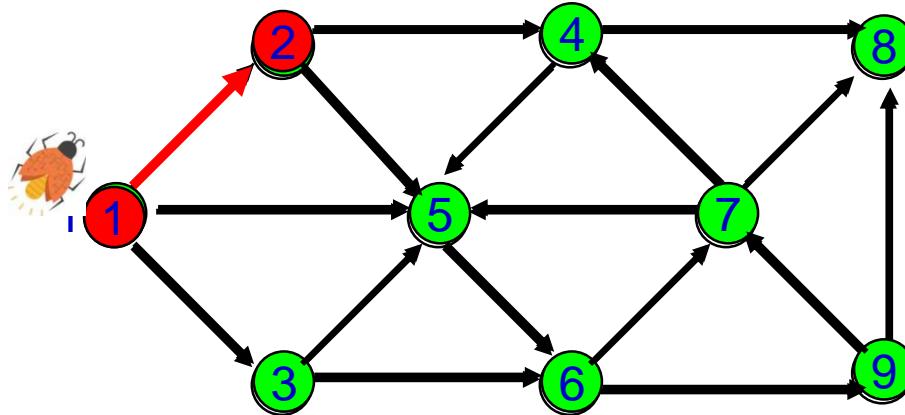


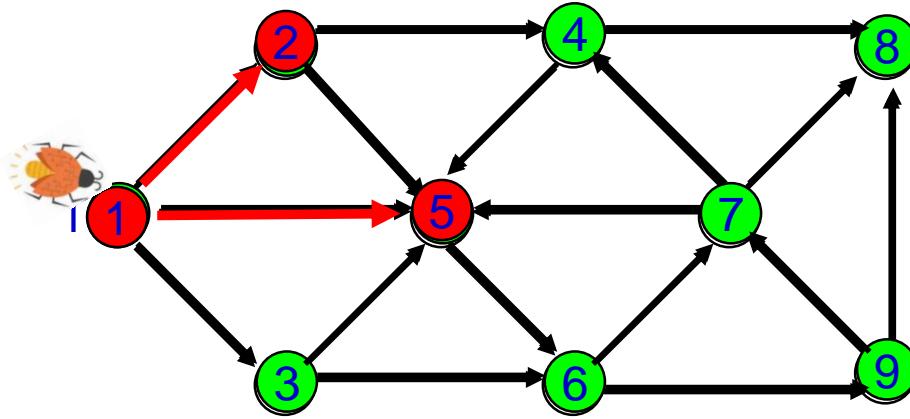


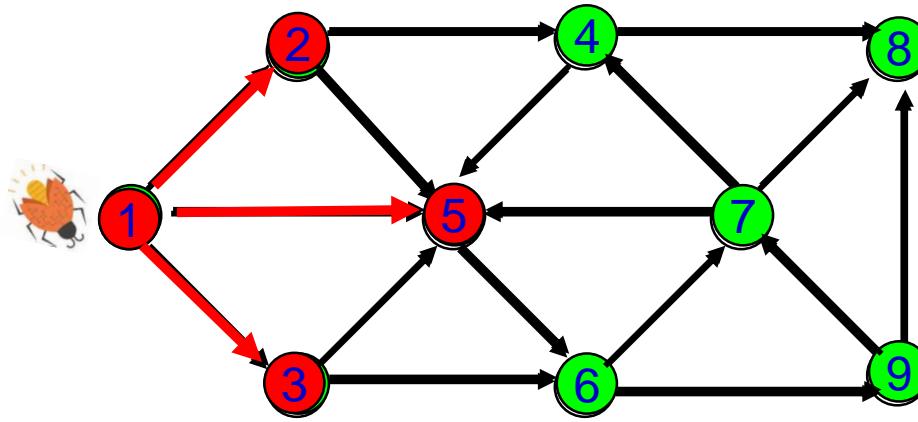


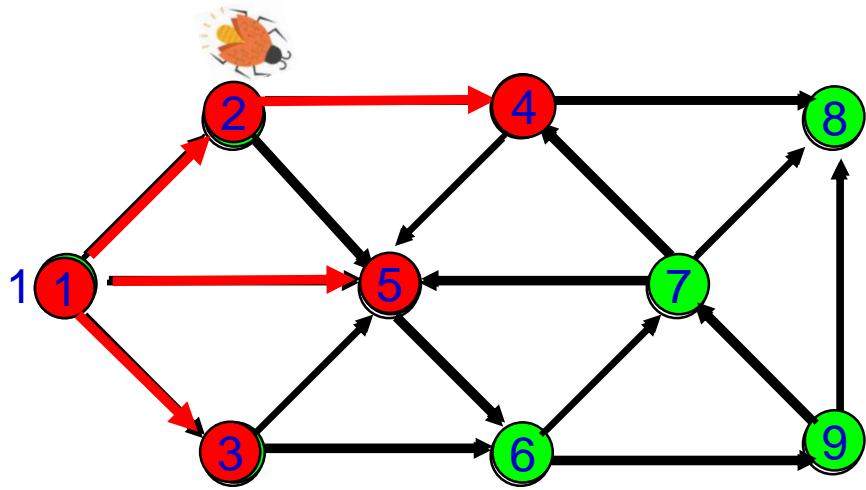


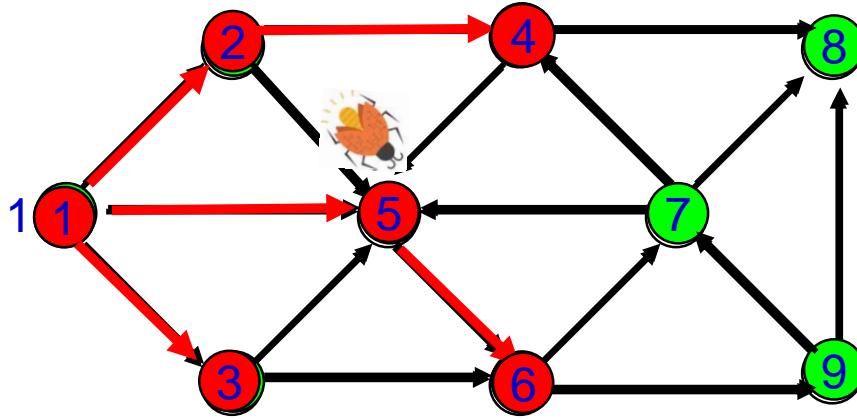
# 广度优先

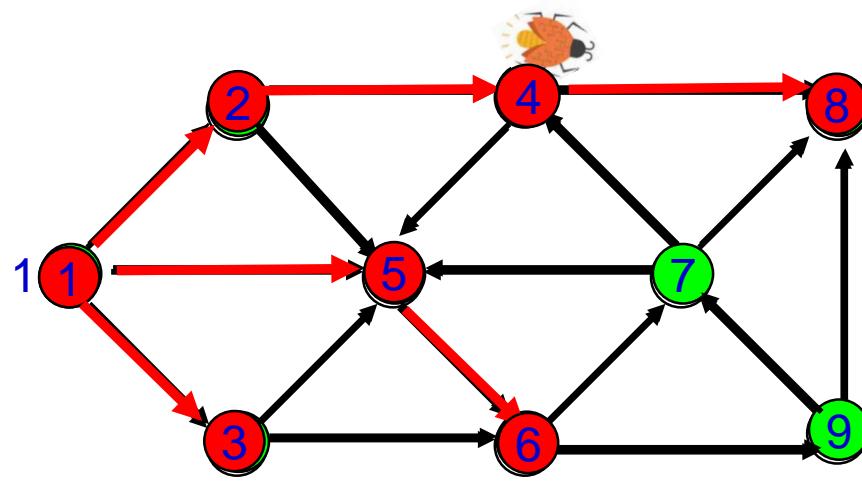


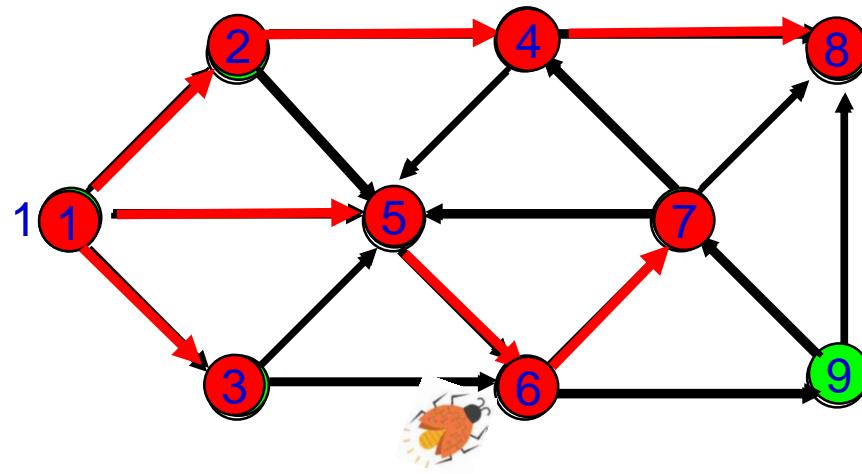


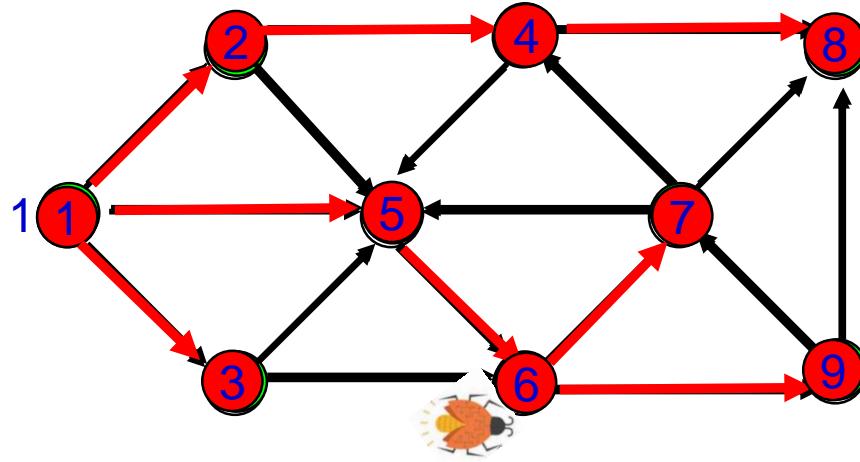


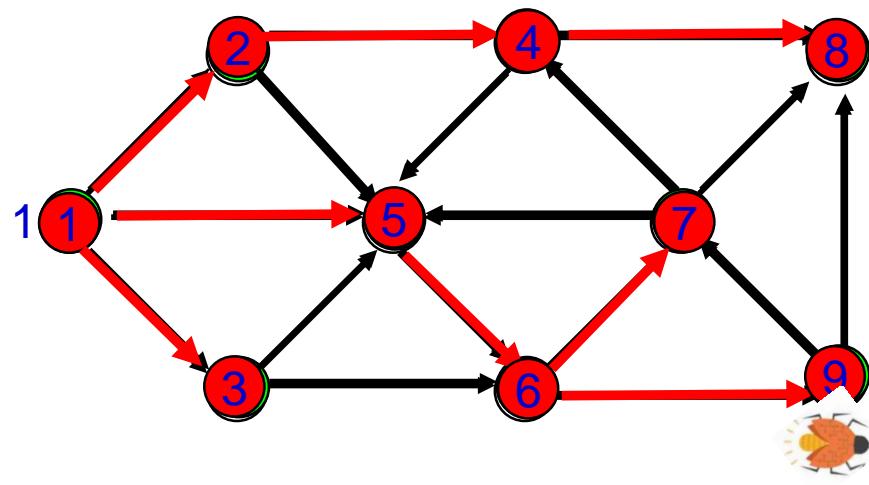


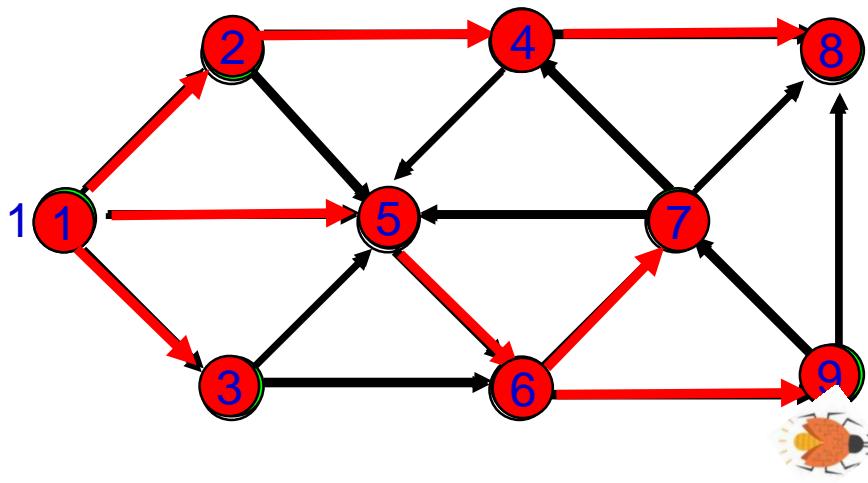


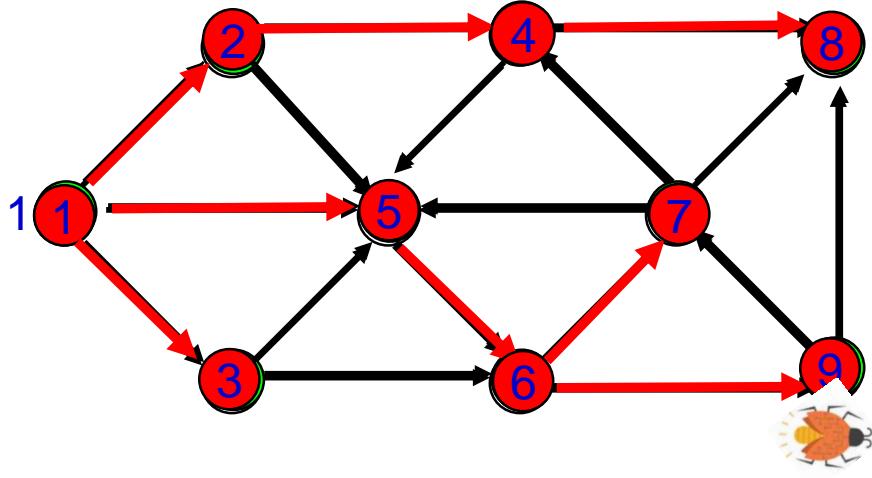


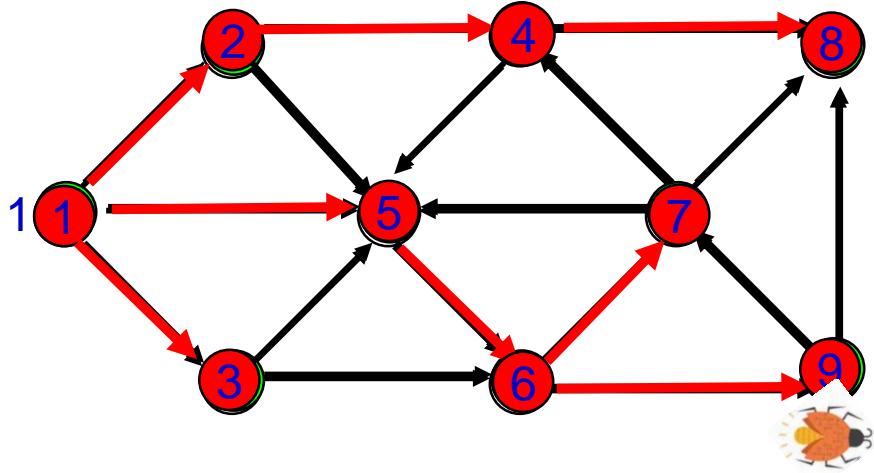












搜狗搜索  换词 × 搜狗搜索

网页 新闻 微信 知乎 图片 视频 明医 英文 问问 学术 更多 ▾

搜狗已为您找到约230,167条相关结果 全部时间

相关推荐: [西和县旅游景点](#) [甘肃西和县黑社会老大](#) [甘肃西和刘宝宝杀人案](#)

**西和新闻网**

甘肃首个定制客运试点申请获批 乘客可享定制出行服务 [西和] 西和：“119”消防宣传月来袭“全民参与防治火灾” [西和] 第十届陇南乞巧女儿节新闻发布会在兰州举行 [西和] 西和...  
[www.gsxh.gov.cn/ - 2019-10-12 - 快照](http://www.gsxh.gov.cn/)

**2019西和旅游攻略,西和自由行攻略,马蜂窝西和出游攻略游记 - 马蜂...**

2019西和旅游攻略,介绍了西和旅游景点、线路、美食、住宿、地图等  
西和旅游攻略信息,了解西和旅游等自由行攻略信息来马蜂窝旅游攻略

相关地名    
姜席镇 晚家峡水库 武...

ai du 百度  百度一下

网页 资讯 视频 图片 知道 文库 贴吧 采购 地图 更多»

百度为您找到相关结果约28,600,000个 搜索工具

**西和县 百度百科**

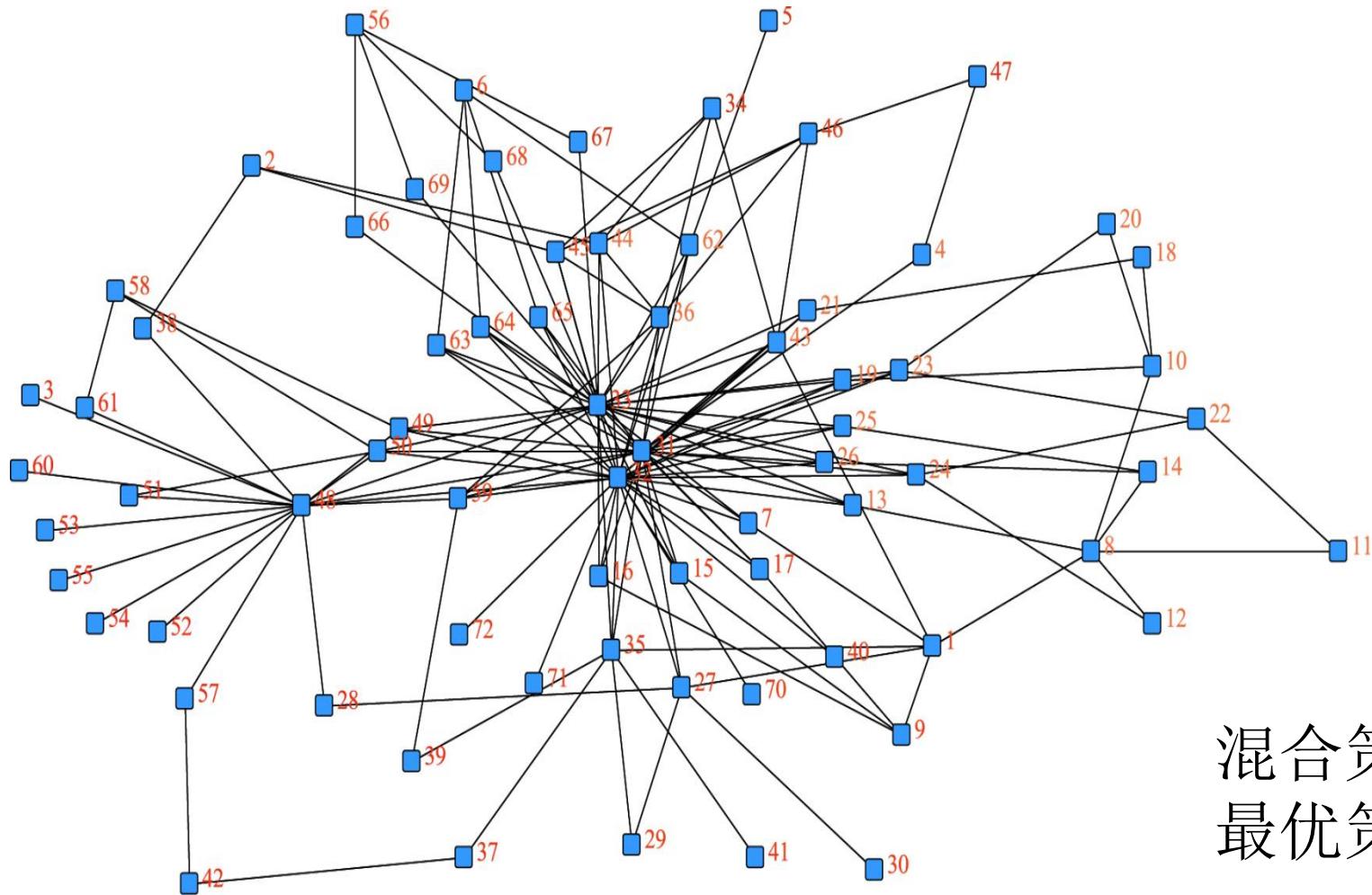
西和县隶属于甘肃省陇南市,位于甘肃省东南部,陇南市北端,因古西和州而得县名。西汉时于洛峪(今洛峪镇)置武都郡,两晋时为仇池国,北魏于洛峪置南秦州,西魏时改称成州,后经多次变革,南宋时改岷州为西和州,明洪武年间西和州降州为县。西和县下辖16镇、4乡,幅员面积1861平方公里,总人口43.7633...  
[建制沿革](#) [行政区划](#) [地理环境](#) [自然资源](#) [人口民族](#) [更多>>](#)  
<https://baike.baidu.com/>

**西和县地图\_百度地图**

提供西和县的地图浏览、地点搜索等多项服...

甘肃省地名 展开 ▾

成县  素有陇上江南之称  
徽县  素有陇上小江南之称  
礼县  隶属于甘肃省陇南市



混合策略  
最优策略



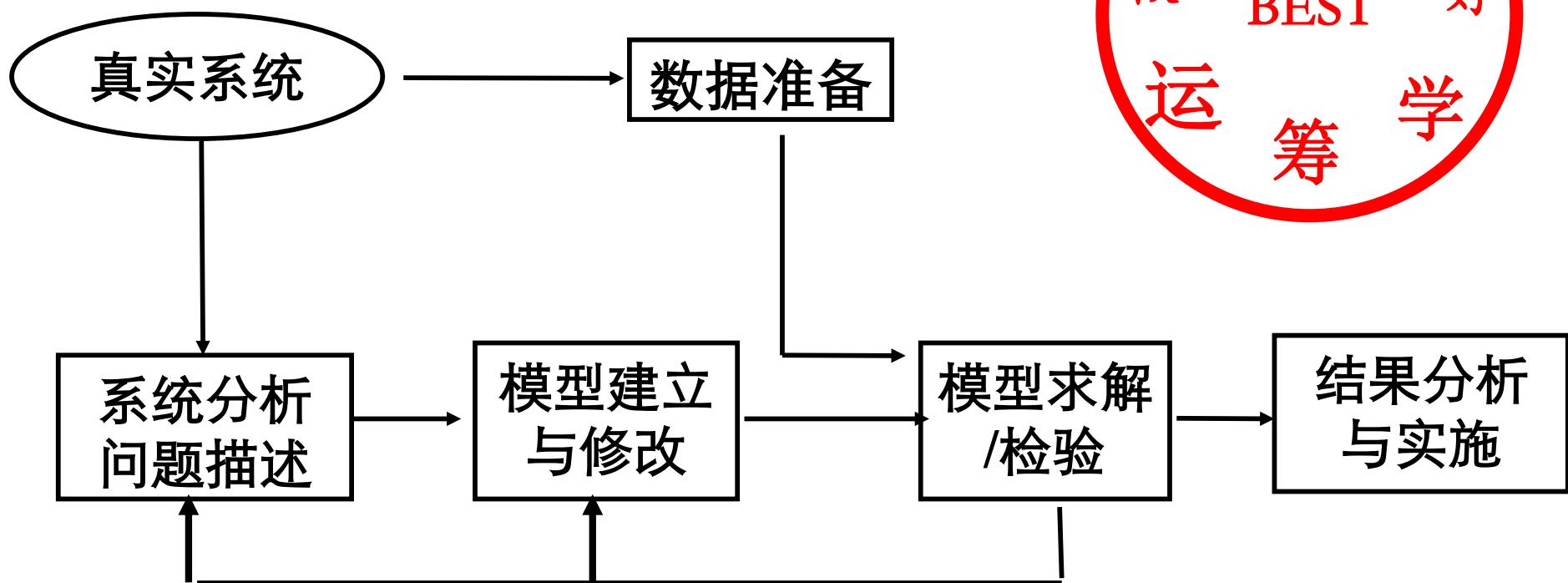
# ETA/路径规划机器学习系统



路径规划：  
**最低的价格**  
**最高的司机效率**  
**最佳交通系统运行效率**

# 运筹学

运用科学的数量方法（主要是数学模型）研究对人力、物力进行合理筹划和运用，寻找复杂问题中的最佳或近似最佳方案的综合性学科。



无处不在



# 无处不在

## 京东物流-中国最高效的物流网络

JD.COM 京东

京东自营物流网络覆盖全国1961个区县及所辖乡镇，在核心城市提供“1小时达”“极速达”的极致体验

7

7大物流中心超200万平库房面积

143

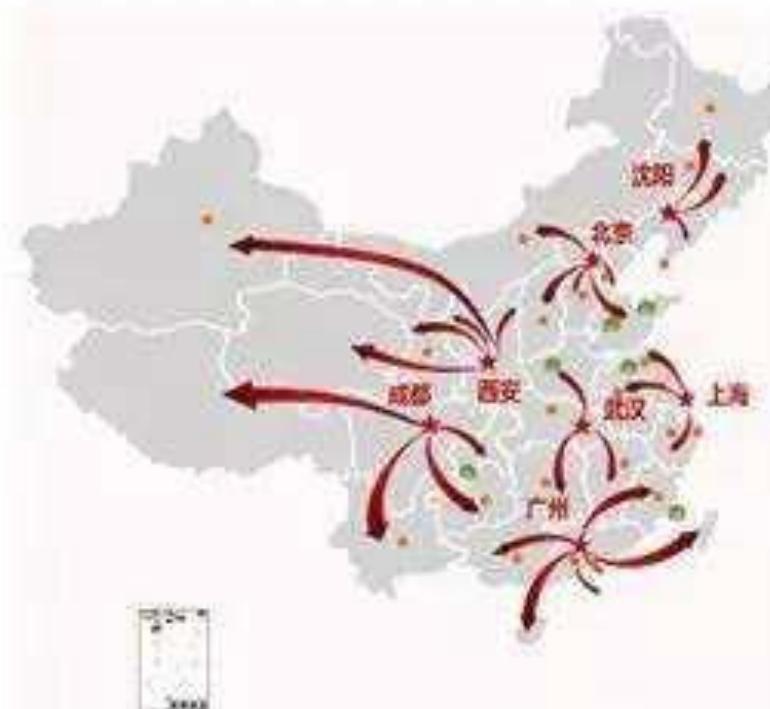
个大型仓库

3539

个自提点和配送站

1961

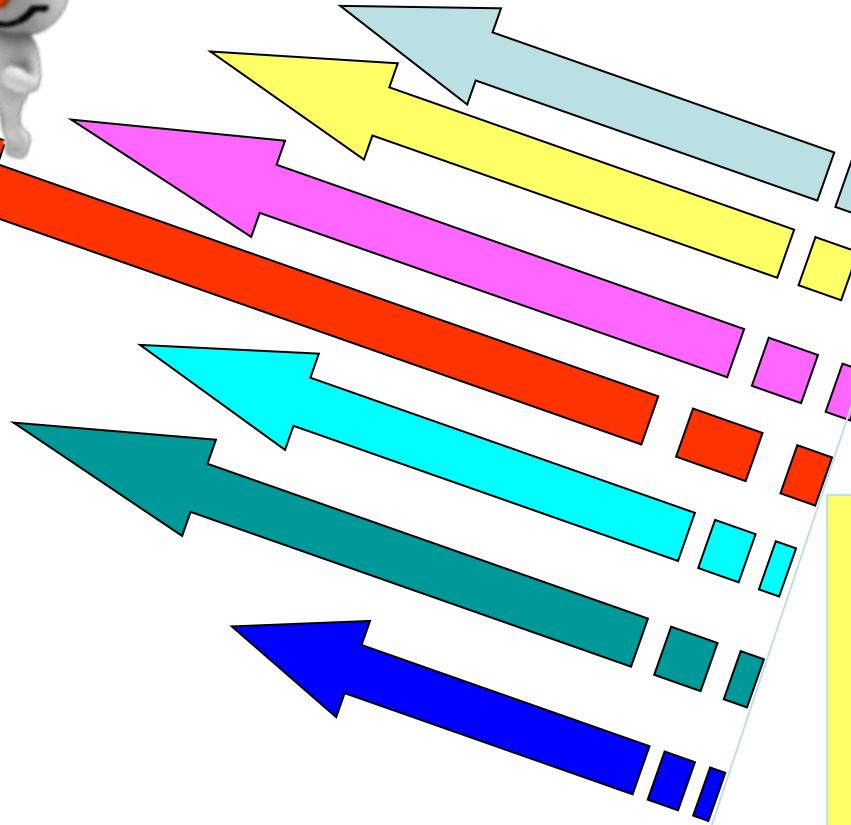
个区县覆盖



数据来源：京东2015年第一季度财报。数据截至2015年3月31日

运筹未来，  
实现梦想

目标



条件

条件和目标——可行方案——最佳方案

# 做好自己该做的事情

- 坚持接受教育；
- 发现自己的才能；
- 锻炼良好的品格；
- 拒绝放弃困难与问题

.....

有责任感

# 运筹好自己的一生



运筹帷幄 令旗领先未来

谢谢！