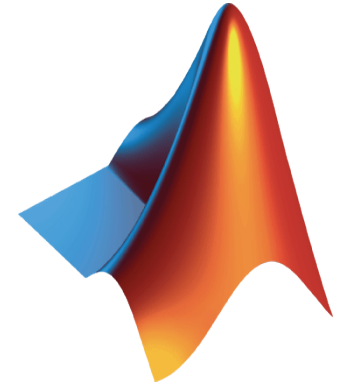


# MATLAB

## 在数学建模中的应用



卓金武  
MathWorks中国  
[steven.zhuo@mathworks.cn](mailto:steven.zhuo@mathworks.cn)

# 内容提要



## MATLAB典型数学模型的求解策略

- MATLAB数据挖掘技术及赛题求解实例
- MATLAB优化技术及及赛题求解实例
- MATLAB时代CUMCM的核心竞争力
- 总结

# 数学建模典型赛题类型与求解方法

类型1：数据型



拟合、回归、分类、聚类、主成分...

类型2：连续型



微分、偏微分、差分...

类型3：离散型



目标规划，智能算法(神经网络、遗传、模拟退火、蚁群、粒子群...)

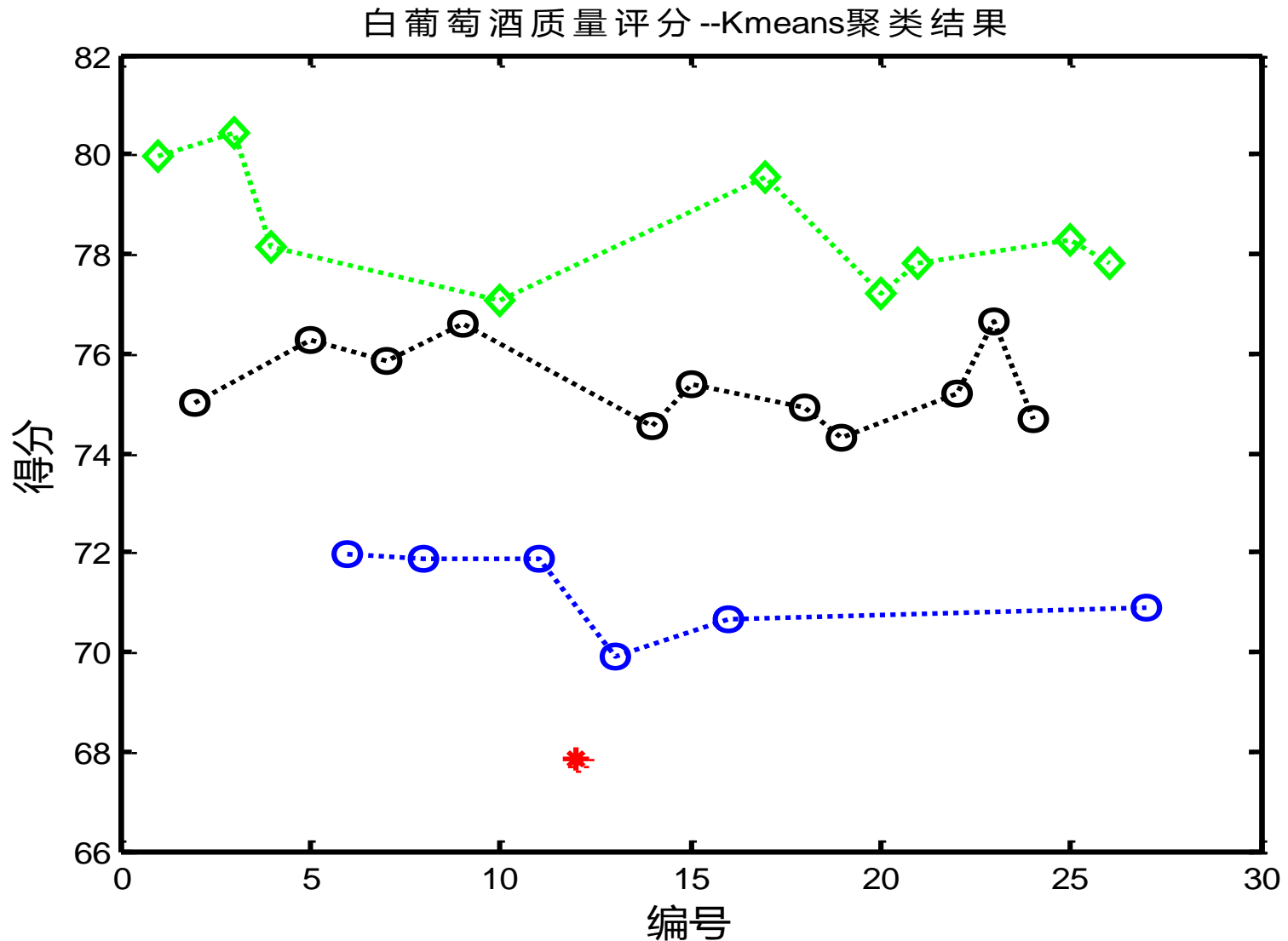
类型4：评价型



层次分析法、多因子决策、回归...

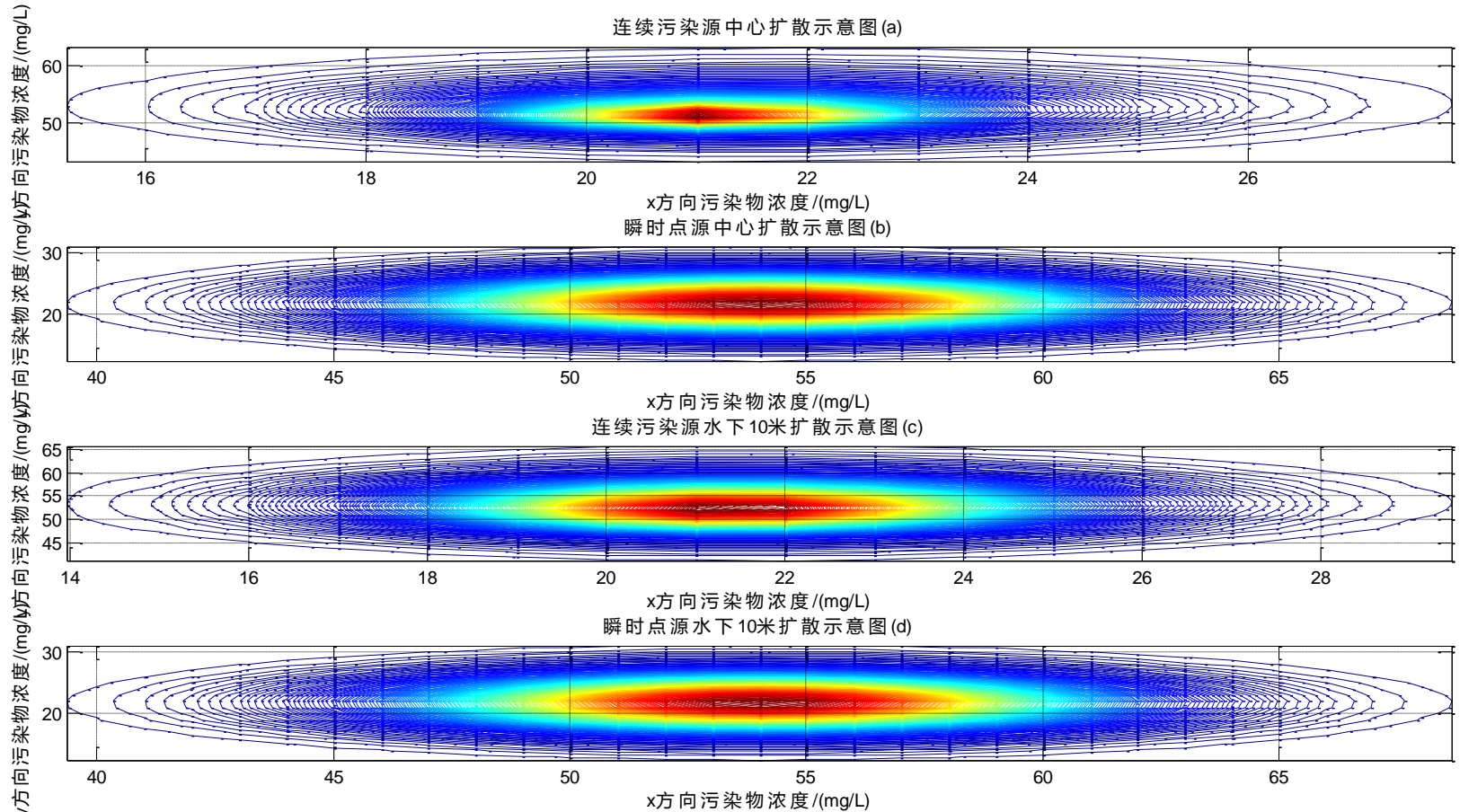
# 数据型数学模型MATLAB求解实例

## 葡萄酒聚类(2012A)



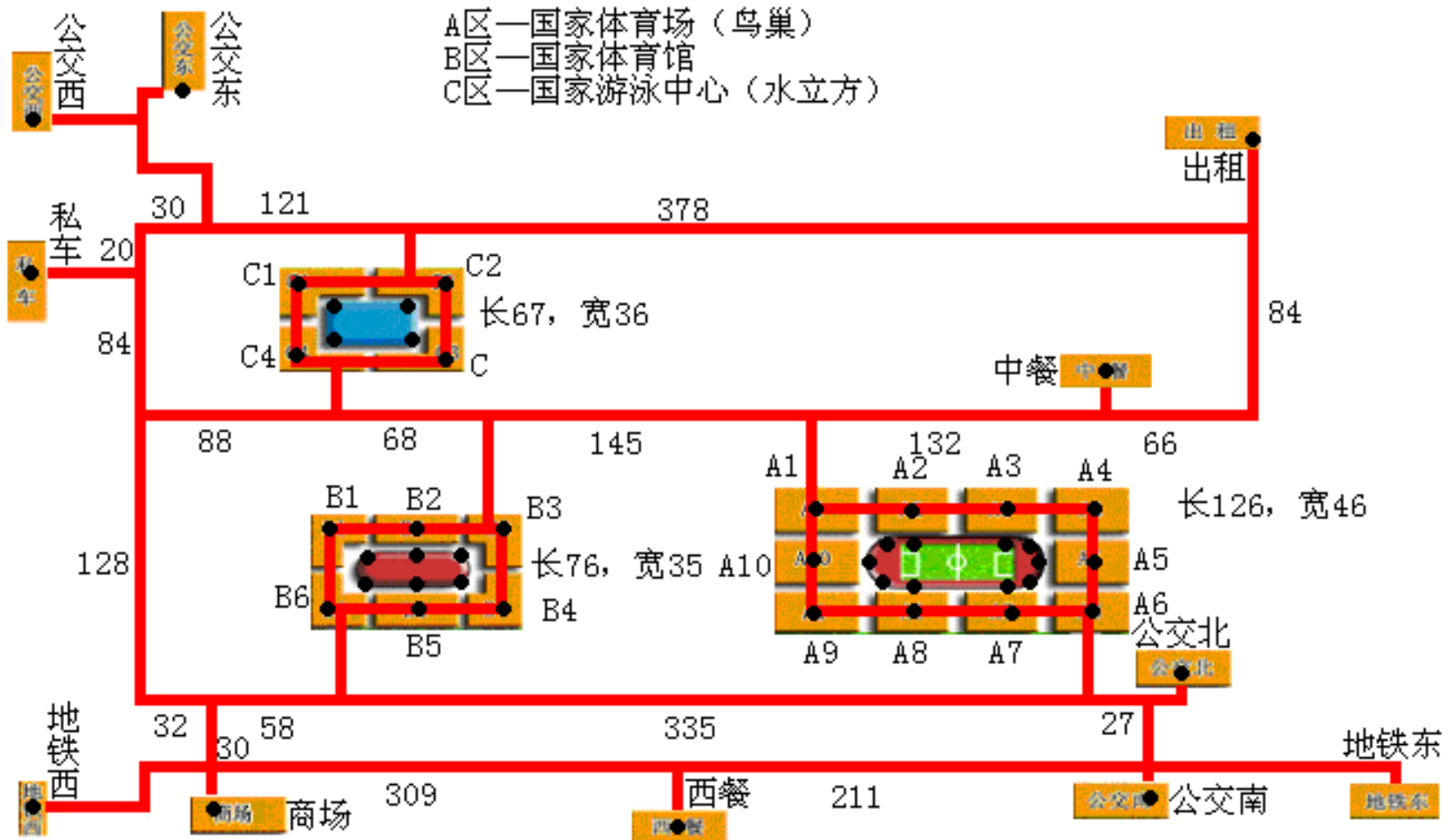
# 连续性数学模型MATLAB求解实例

## 水质污染(2005A)



# 离散型数学模型MATLAB求解实例

## 奥运场馆超市布局设计(2004A)



# 评价型数学模型MATLAB求解实例

## 层次分析法


```
3 -   clc
4 -   clear all
5 -   % A=[1 2 6; 1/2 1 4; 1/6 1/4 1];% 评判矩阵
6 -   % A=xlsread('AHP_data.xlsx','B2:F6');
7 -   A=xlsread('matrix1.xlsx','B4:E7')
8 -   %% 一致性检验和权向量计算
9 -   [n,n]=size(A);
10 -  [v,d]=eig(A);
11 -  r=d(1,1);
12 -  CI=(r-n)/(n-1);
13 -  RI=[0 0 0.58 0.90 1.12 1.24 1.32 1.41 1.45 1.49 1.52 1.54 1.56 1.58 1.59];
14 -  CR=CI/RI(n);
15 -  if CR<0.10
16 -      CR_Result='通过';
17 -  else
18 -      CR_Result='不通过';
19 -  end
20
21 -  %% 权向量计算
22 -  w=v(:,1)/sum(v(:,1));
23 -  w=w';
24
25 -  %% 结果输出
26 -  disp('该判断矩阵权向量计算报告:');
27 -  disp(['一致性指标:' num2str(CI)]);
28 -  disp(['一致性比例:' num2str(CR)]);
29 -  disp(['一致性检验结果:' CR_Result]);
```

# CUMCM赛题趋势分析结论

## 定量分析



- ◆ 数据量增大，对数据处理能力要求提升
- ◆ 细分专业，对专业知识要求提升
- ◆ 复杂度变高，对优化、计算精度要求提升

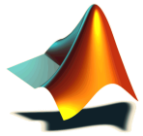


## 定性分析



# 内容提要

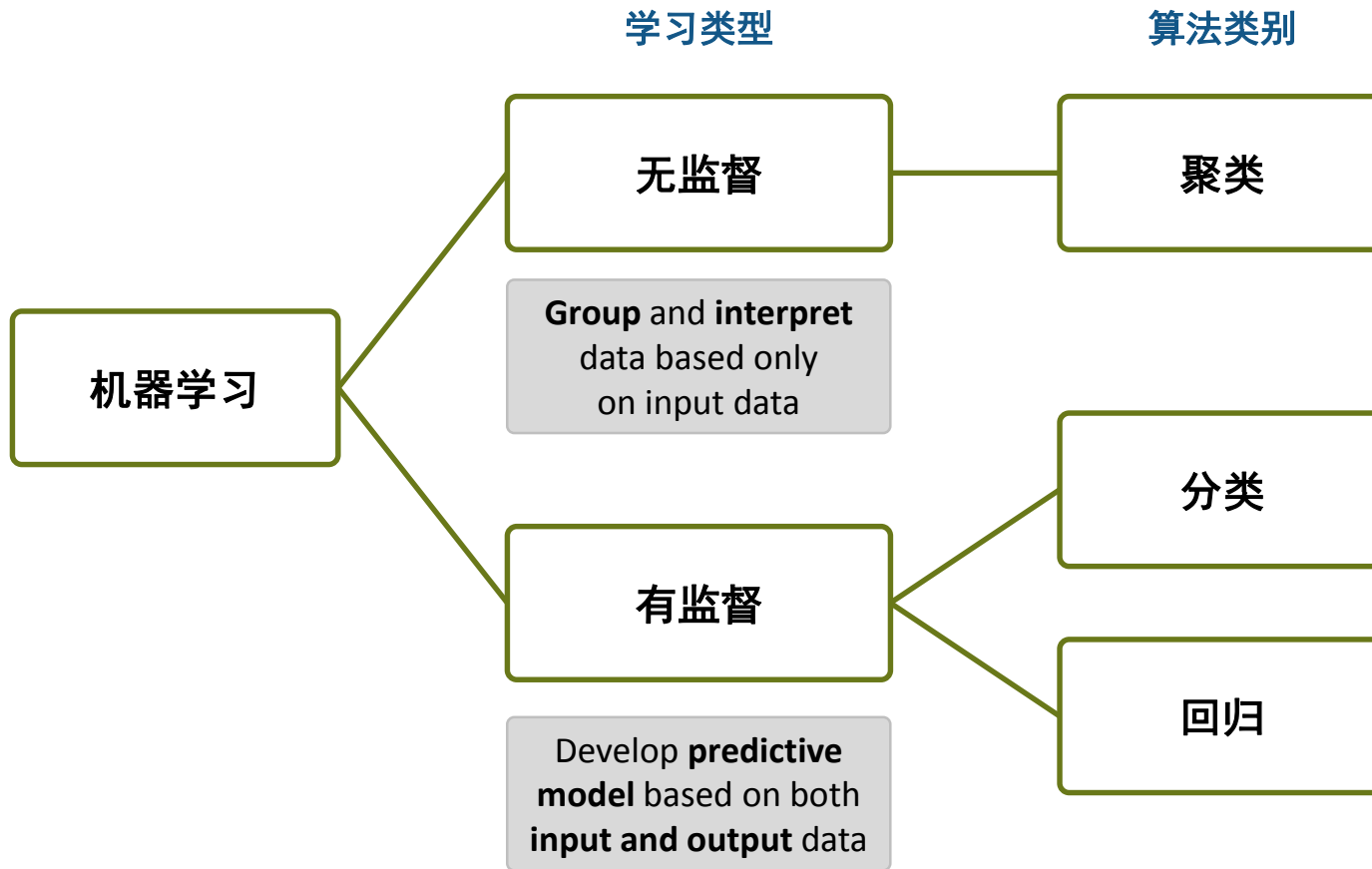
- MATLAB典型数学模型的求解策略



## MATLAB数据挖掘技术及赛题求解实例

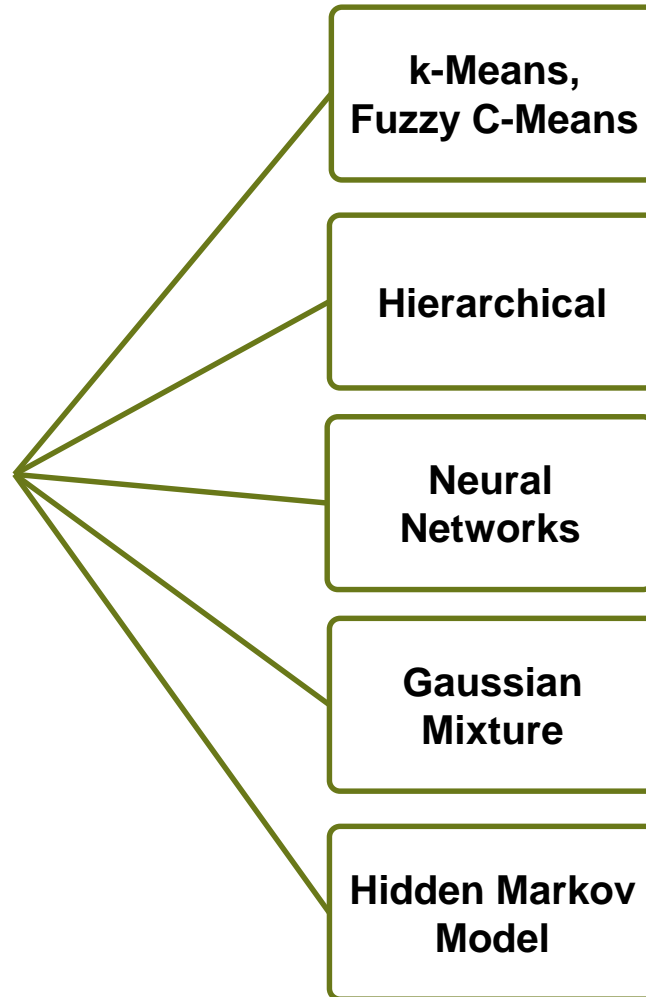
- MATLAB优化技术及及赛题求解实例
- MATLAB时代CUMCM的核心竞争力
- 总结

# MATLAB数据挖掘方法总览

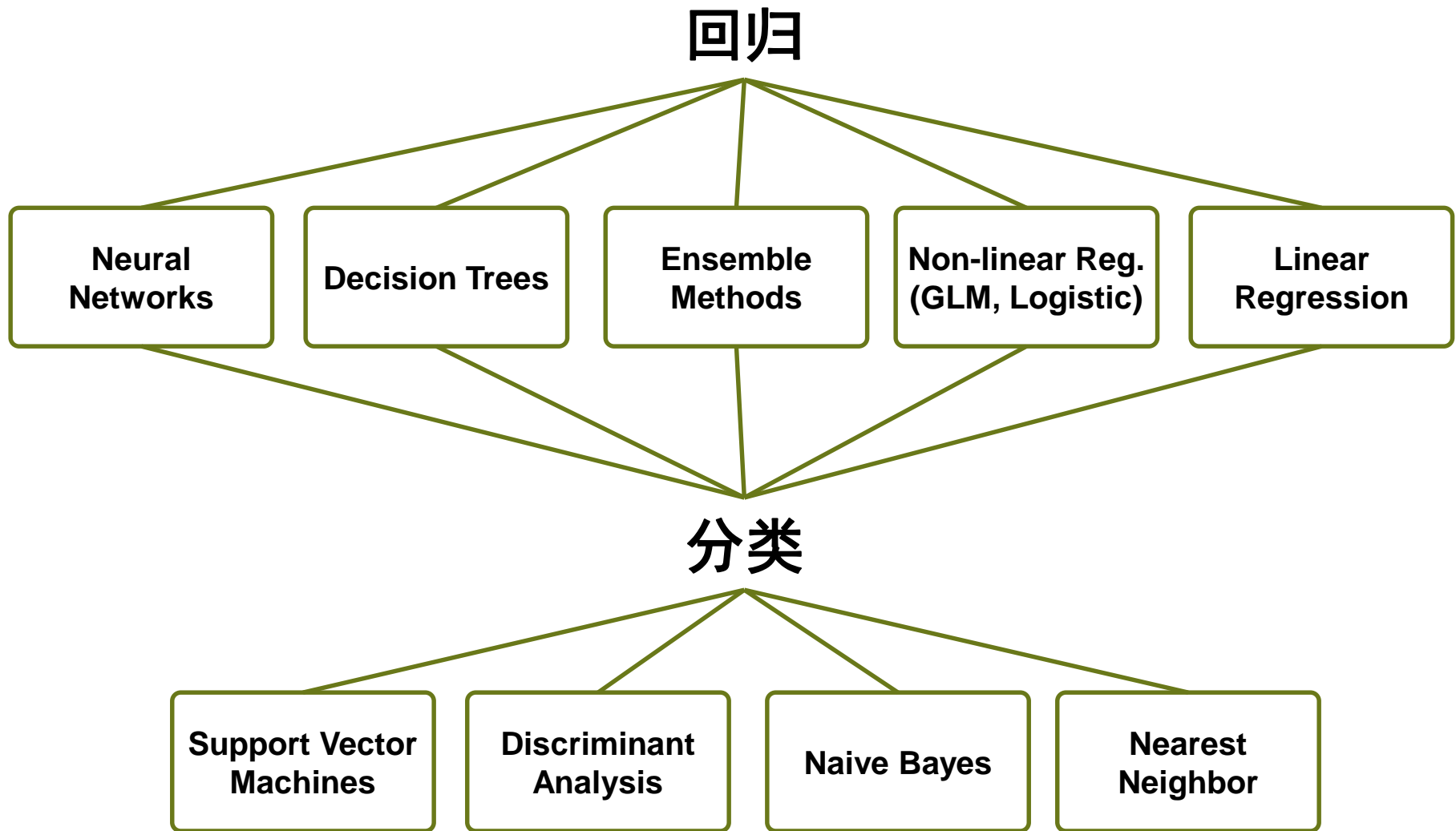


# 无监督学习

## 聚类



# 有监督学习



# Demo – 银行营销战略

- 目标:
  - 根据不同的属性预测客户是否会同意银行的定期存款
- 方法:
  - 用不同模型训练一个分类器
  - 评估准确性
  - 用分类器预测

# Demo – 银行营销战略

用到的分类方法

1. 神经网络

2. Logistics

3. 判别分析

4. 最近邻方法

5. 朴素贝叶斯

6. 支持向量机SVM

7. 决策树

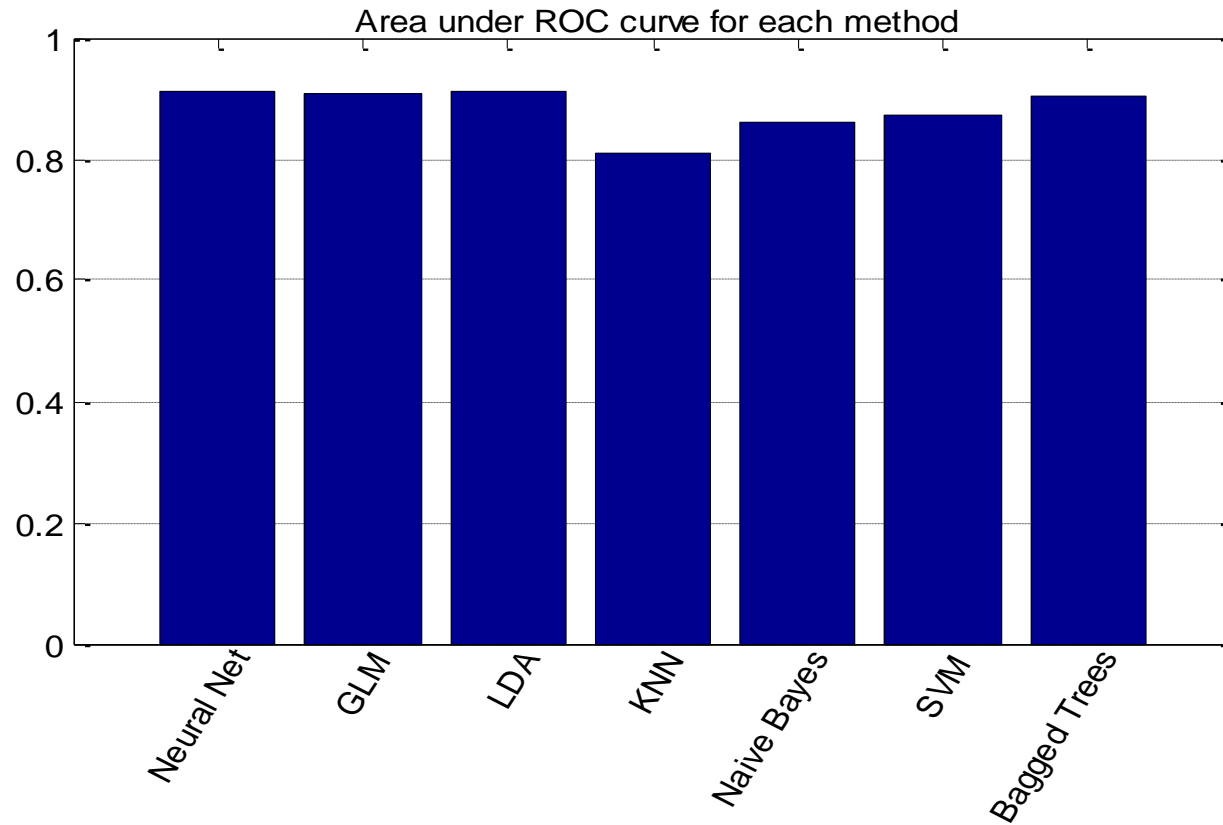
8. 集成学习



最佳  
方法

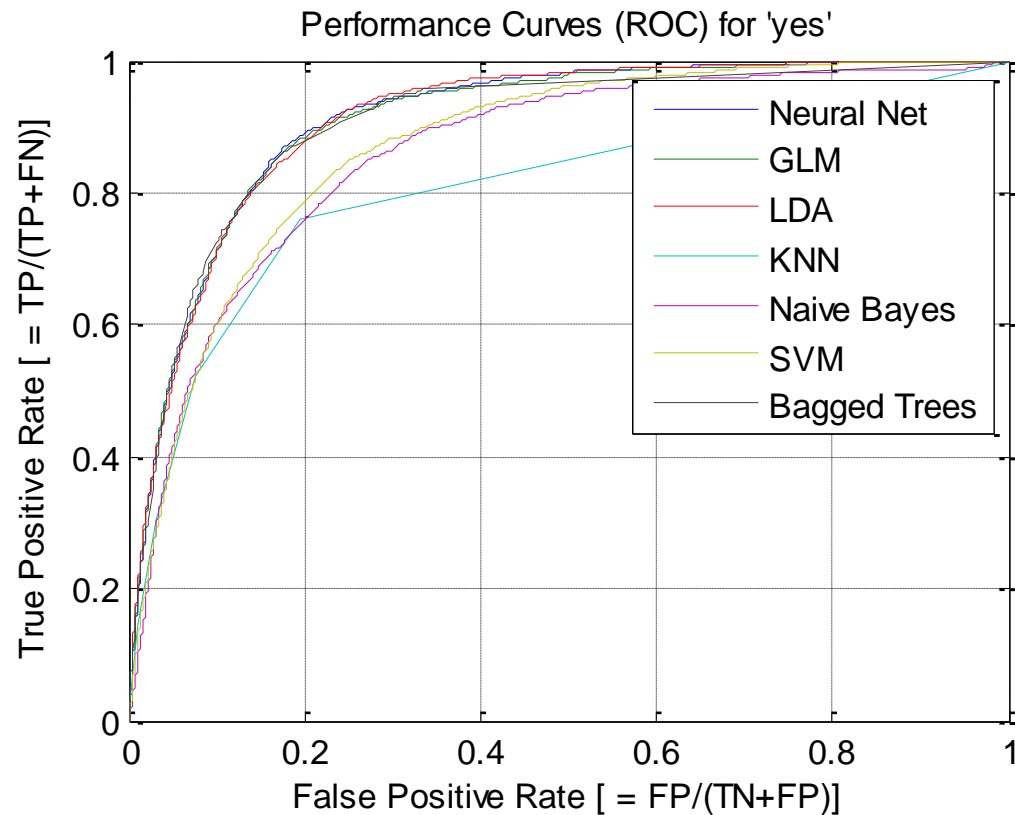
# Demo – 银行营销战略

## 分类正确率



# Demo – 银行营销战略

## 分类算法评价

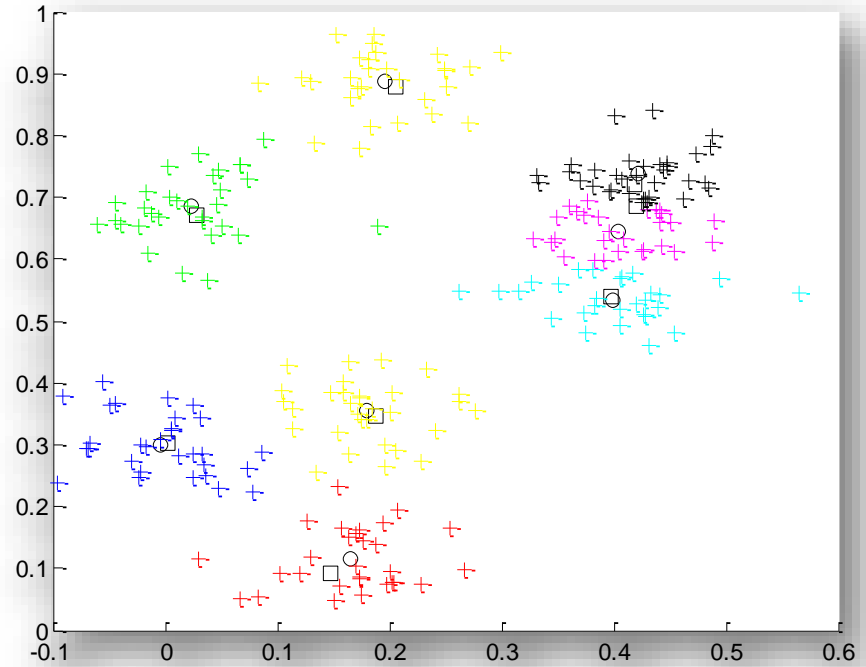




# 聚类

## 概况

- 何为聚类？
  - 根据数据的相似度，将数据分成不同的组
- 为什么用聚类？
  - 辨识异常
  - 得到有意义的分组
- 如何聚类？
  - 可以用多种算法
  - 是个相互交互的过程 (包含尝试和错误)



# Demo – 聚类算法

用到的聚类算法

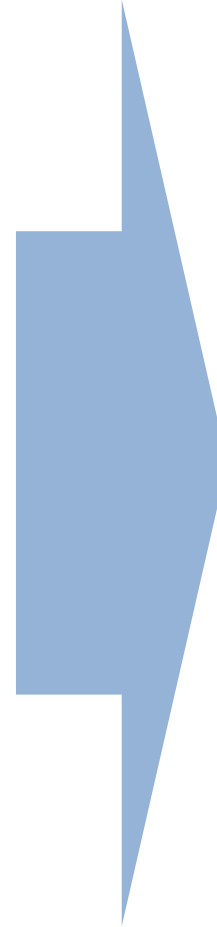
1. K-means

2. 层析聚类

3. 神经网络

4. Fuzzy C-Means

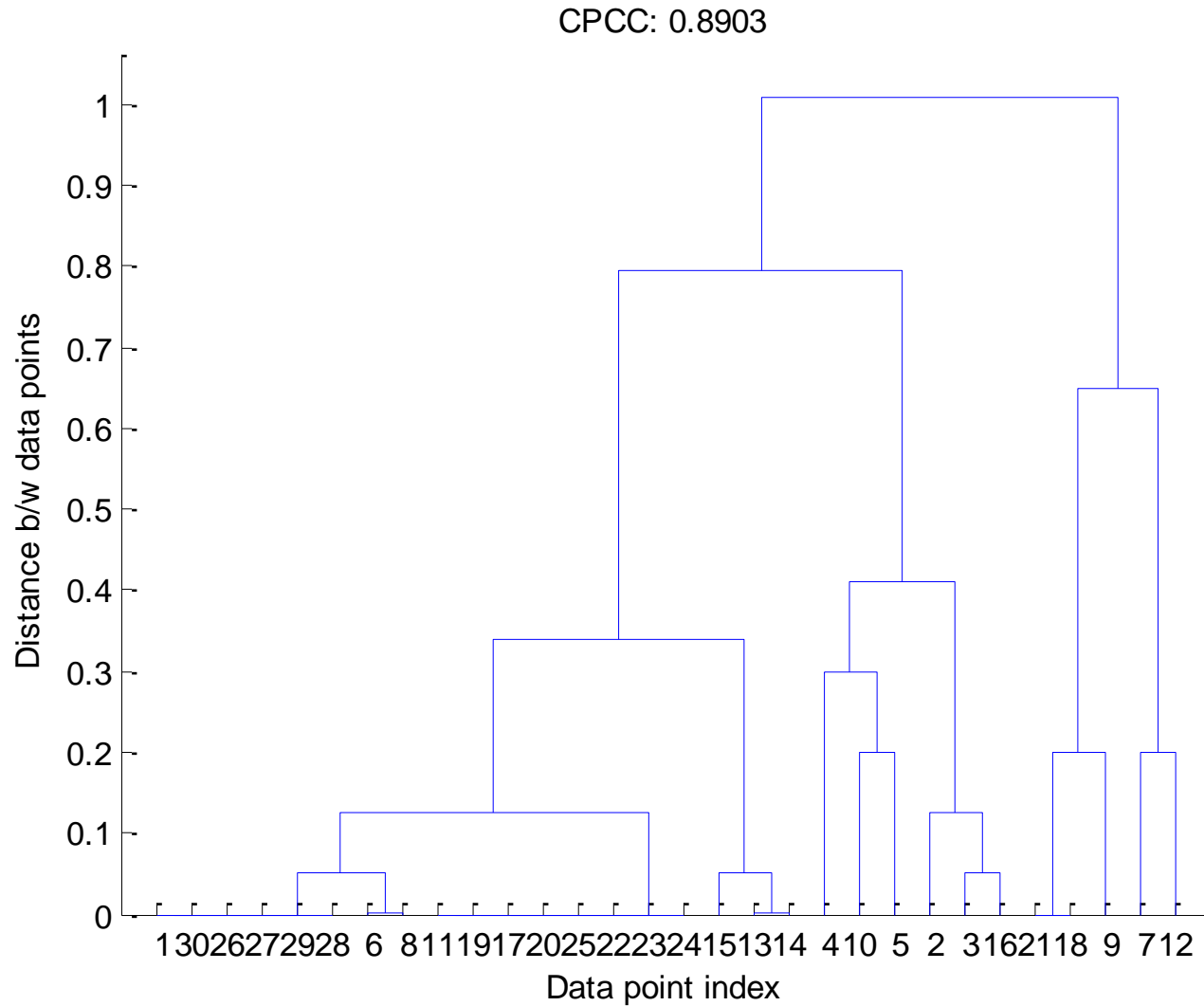
5. 高斯混合聚类



最佳  
算法

# Demo – 债券聚类

## 层次聚类图谱



# Demo – 债券聚类

## 聚类的类别数量

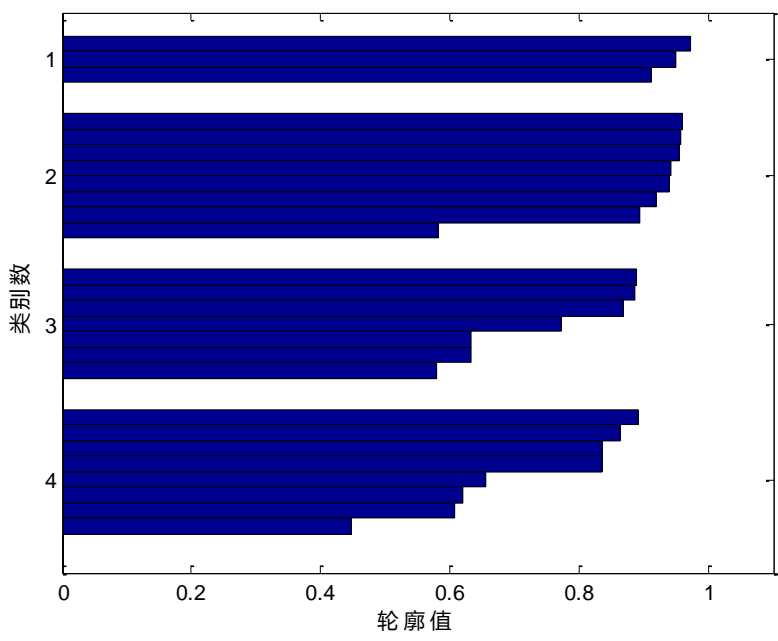
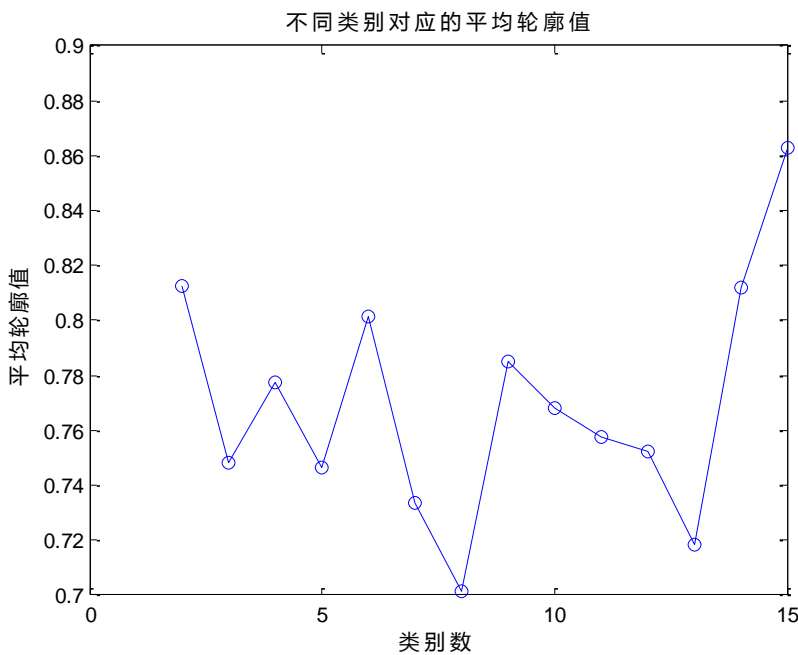
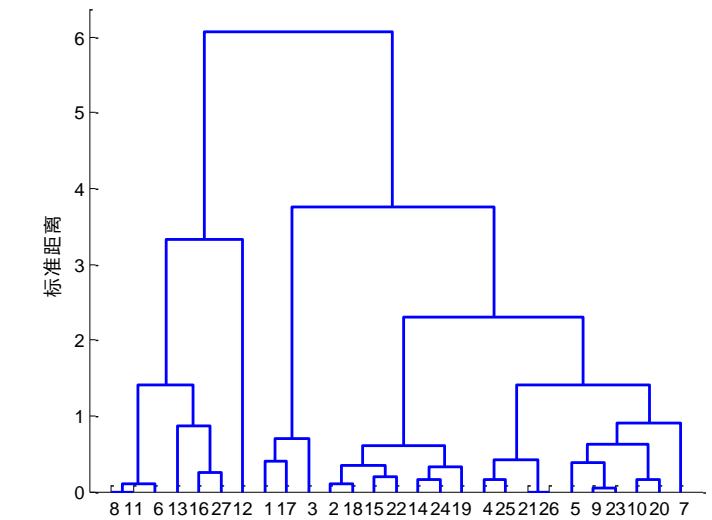
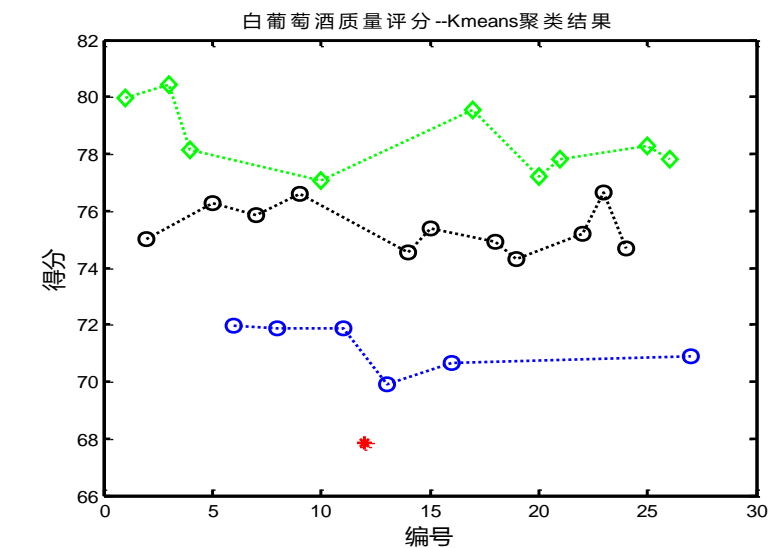


# 赛题求解 – 2012A

确定葡萄酒质量时一般是通过聘请一批有资质的评酒员进行品评。每个评酒员在对葡萄酒进行品尝后对其分类指标打分，然后求和得到其总分，从而确定葡萄酒的质量。酿酒葡萄的好坏与所酿葡萄酒的质量有直接的关系，葡萄酒和酿酒葡萄检测的理化指标会在一定程度上反映葡萄酒和葡萄的质量。

1. 分析附件1中两组评酒员的评价结果有无显著性差异，哪一组结果更可信？
2. 根据酿酒葡萄的理化指标和葡萄酒的质量对这些酿酒葡萄进行分级。
3. 分析酿酒葡萄与葡萄酒的理化指标之间的联系。
4. 分析酿酒葡萄和葡萄酒的理化指标对葡萄酒质量的影响，并论证能否用葡萄和葡萄酒的理化指标来评价葡萄酒的质量？

# 赛题求解 – 2012A



# 内容提要

- MATLAB典型数学模型的求解策略
- MATLAB数据挖掘技术及赛题求解实例



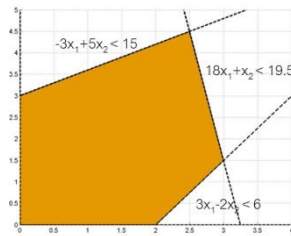
## MATLAB优化技术及及赛题求解实例

- MATLAB时代CUMCM的核心竞争力
- 总结

# 优化工具箱求解器

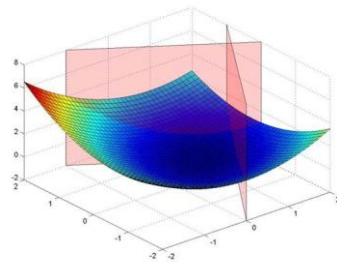
## 线性

- LINPROG
- BINTPROG



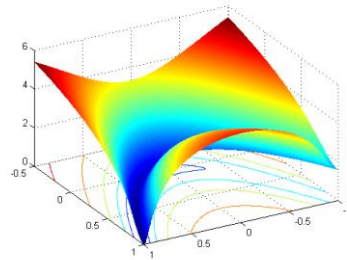
## 二次

- QUADPROG



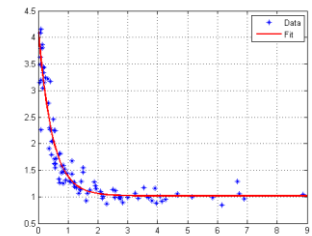
## 非线性

- FMINCON
- FMINUNC
- FMINBND
- FMINSEARCH
- FSEMINF



## 最小二乘

- LSQLIN
- LSQNONNEG
- LSQCURVEFIT
- LSQNONLIN



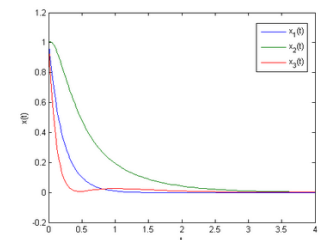
## 非线性方程求解

- FSOLVE
- FZERO

$$\begin{aligned} 2x_1 - x_2 &= e^{-x_1} \\ -x_1 + 2x_2 &= e^{-x_2}. \end{aligned}$$

## 多目标规划

- FGOALATTAIN
- FMINIMAX

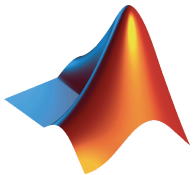




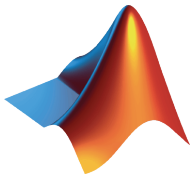
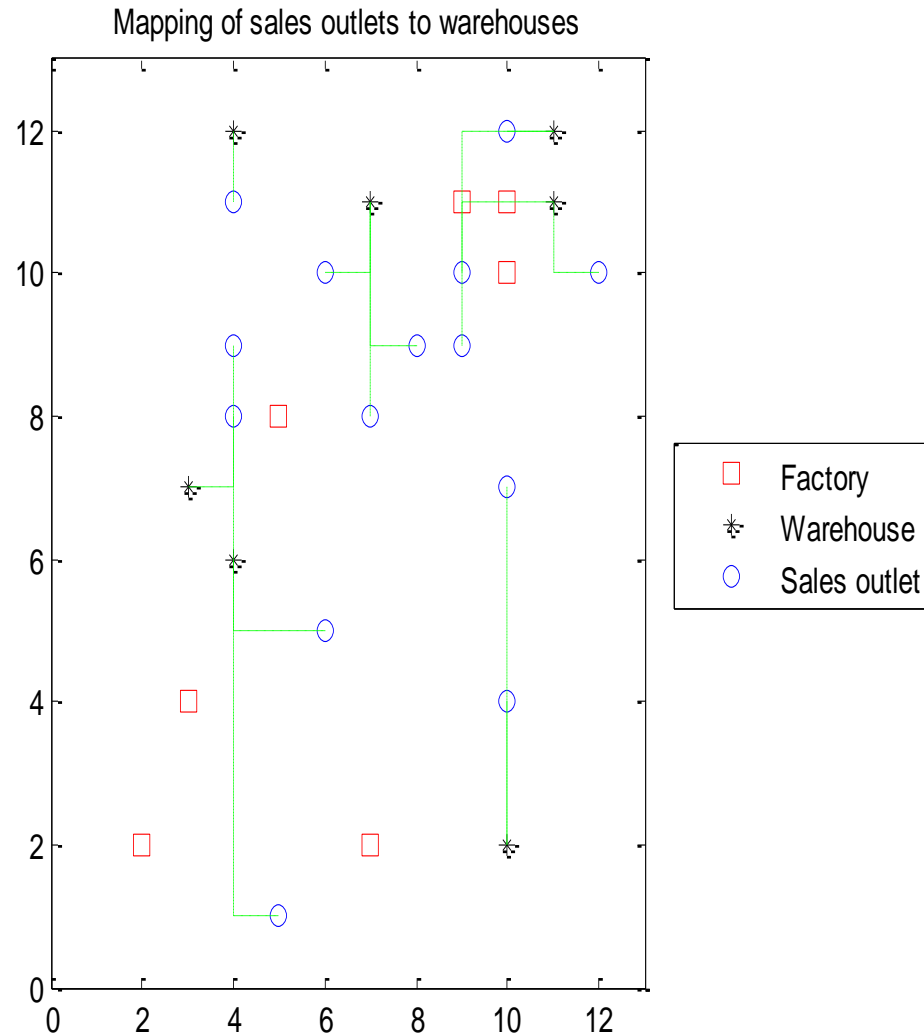
## 整数规划

$$\text{Max } z = 3x_1 - 2x_2 + 5x_3$$

$$s.t. \begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 \leq 2 \\ x_1 + 4x_2 + x_3 \leq 4 \\ x_1 + x_2 \leq 3 \\ 4x_2 + x_3 \leq 6 \\ x_1, x_2, x_3 = 0 \text{ 或 } 1 \end{cases}$$

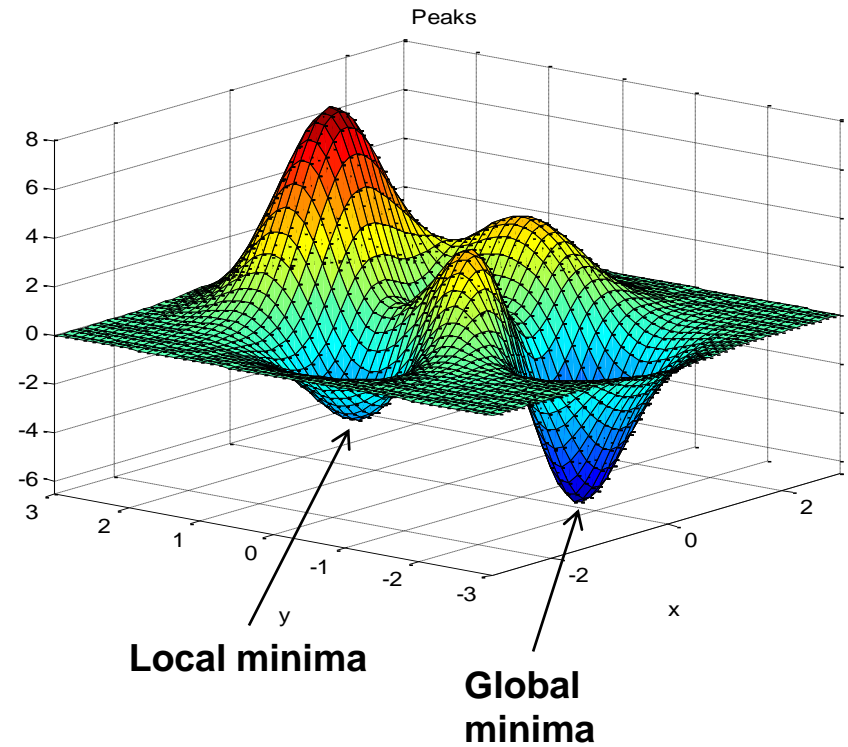


# 整数规划应用案例：生产、仓储、销售物流优化



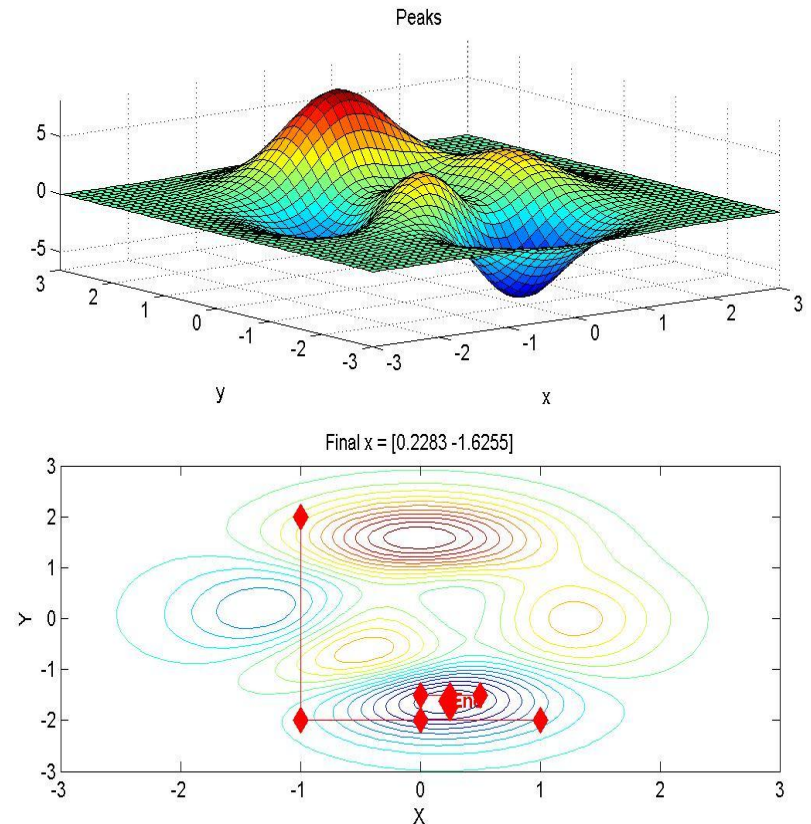
# 全局优化算法

- 遗传算法
- 模拟退火算法
- 模式搜索



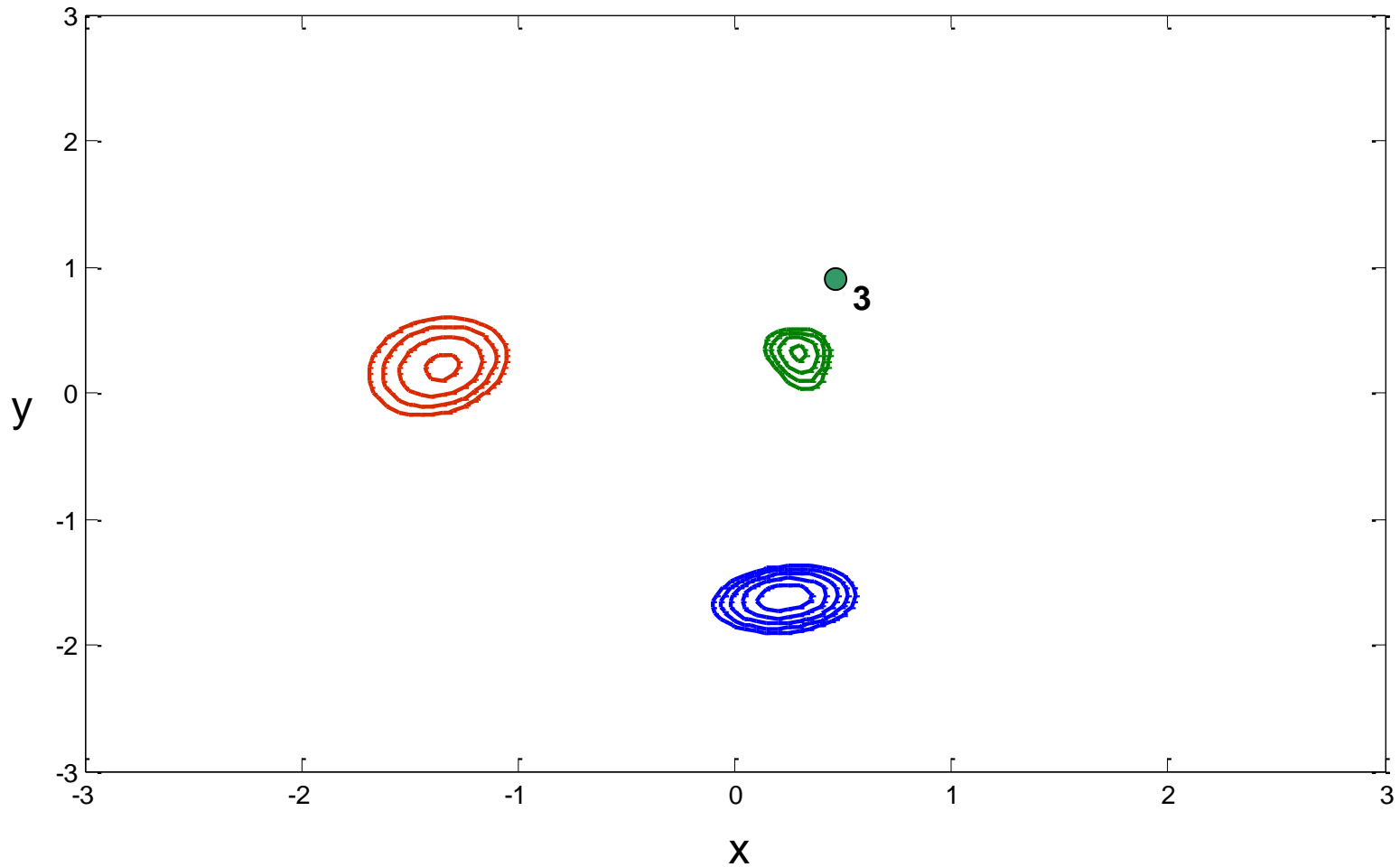
# 什么是模式搜索？

- 围绕现存点按照一定模式进行搜索
- 当没有找到可行解时拓展/收缩范围
- 不依赖梯度: 适合于平滑和非平滑问题



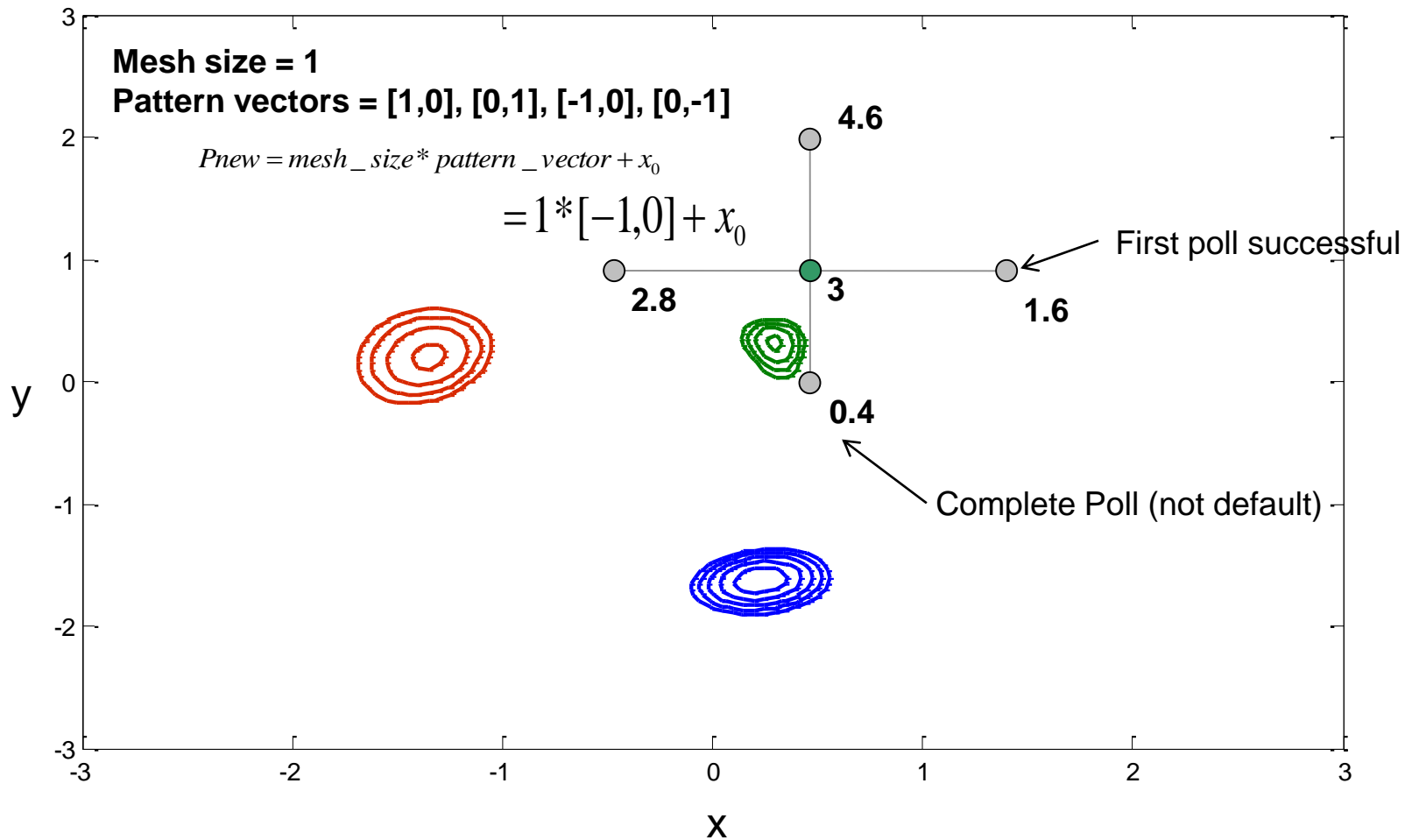
# 模式搜索- 第1次迭代

从指定的 $x_0$ 开始执行

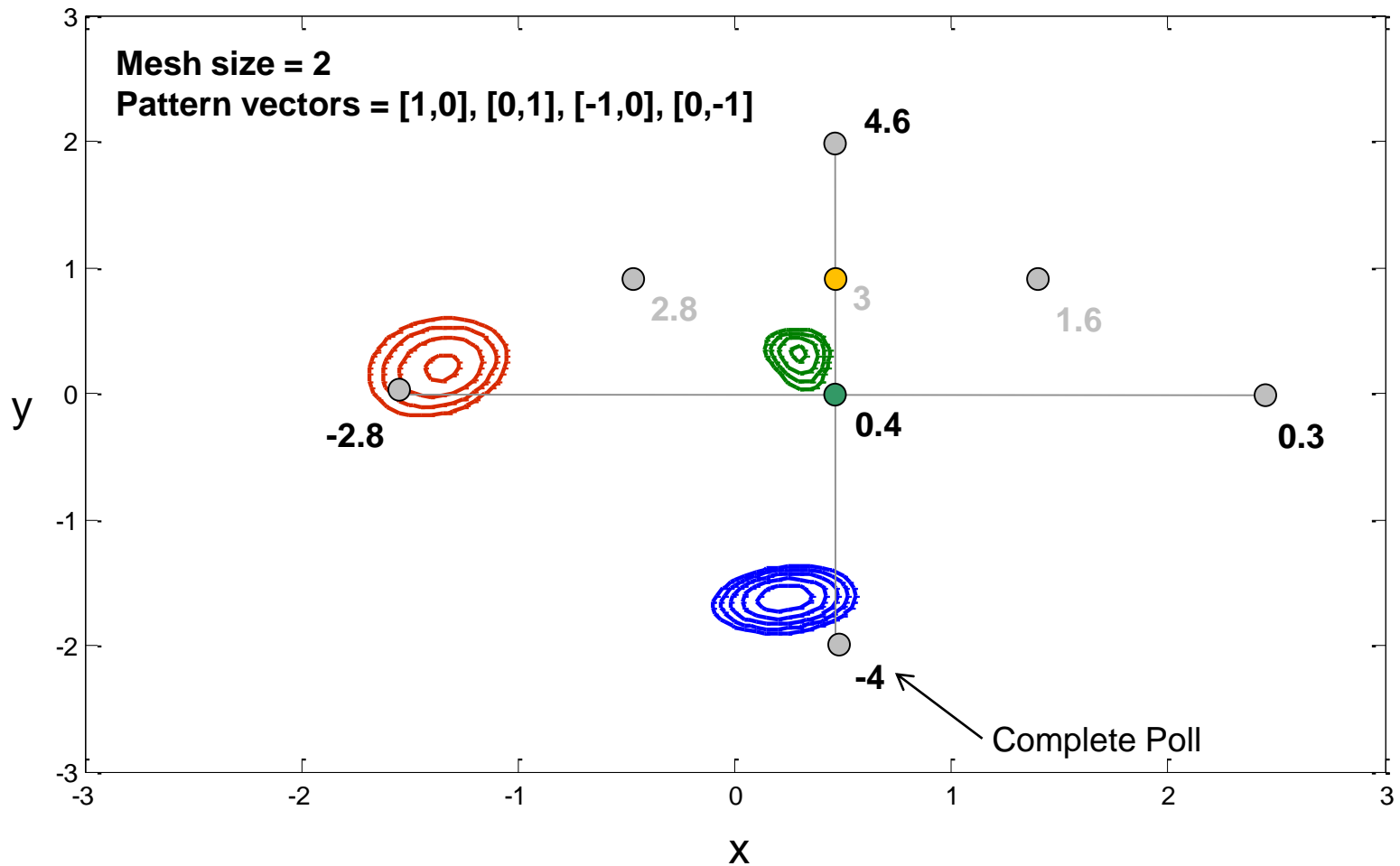


# 模式搜索-第1次迭代

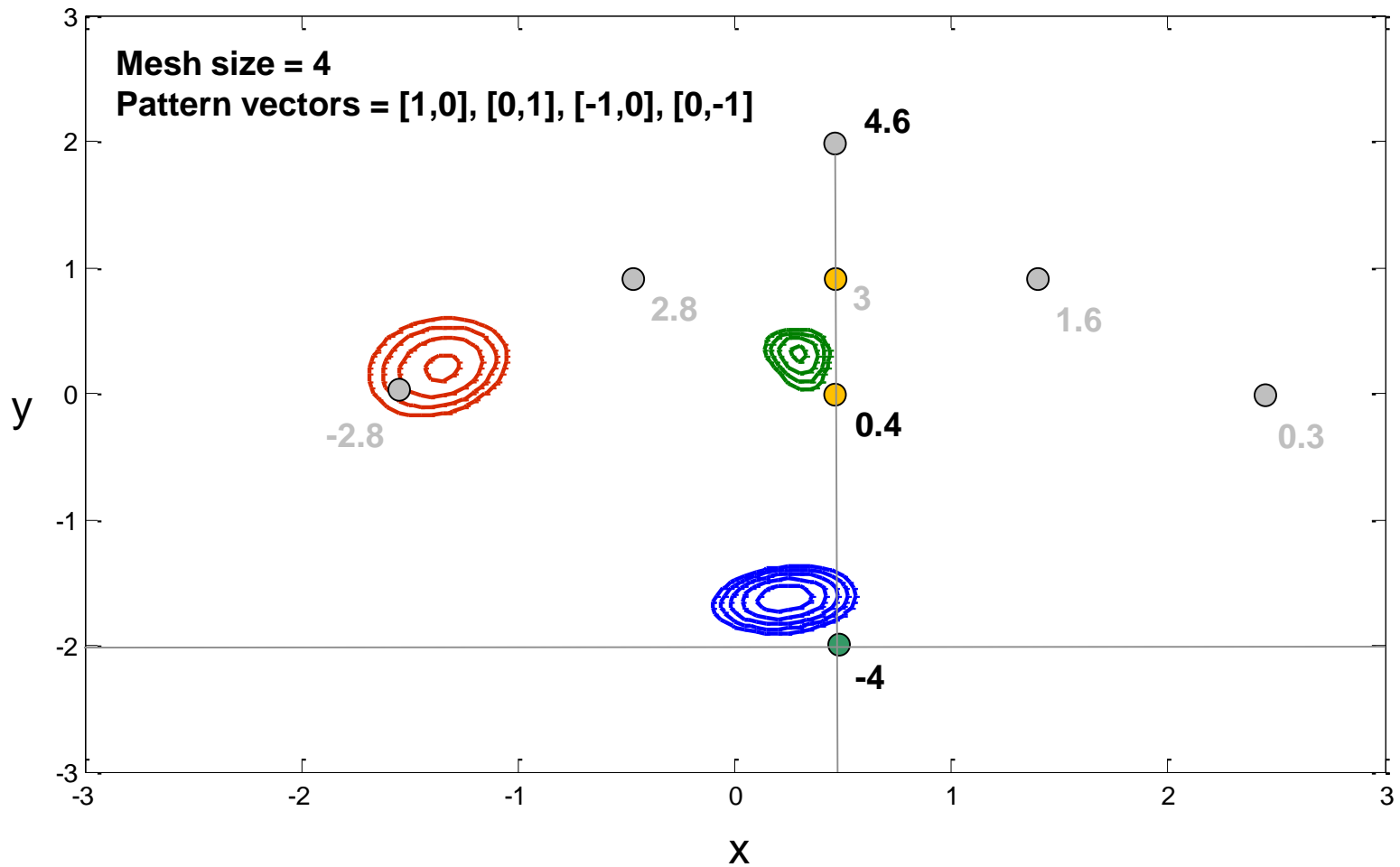
## 应用模式矩阵, 检验新的点



# 模式搜索- 第2次迭代

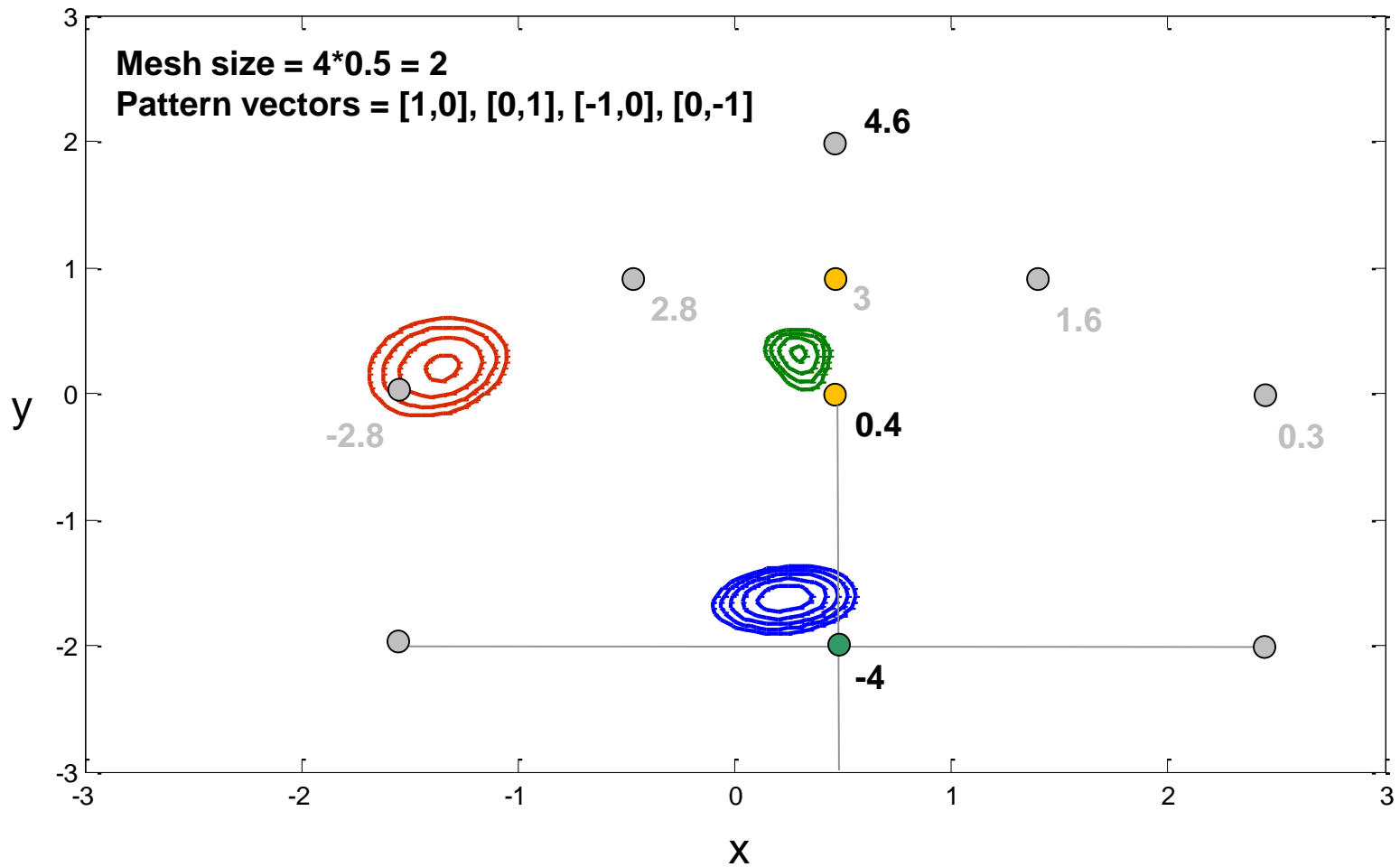


# 模式搜索- 第3次迭代



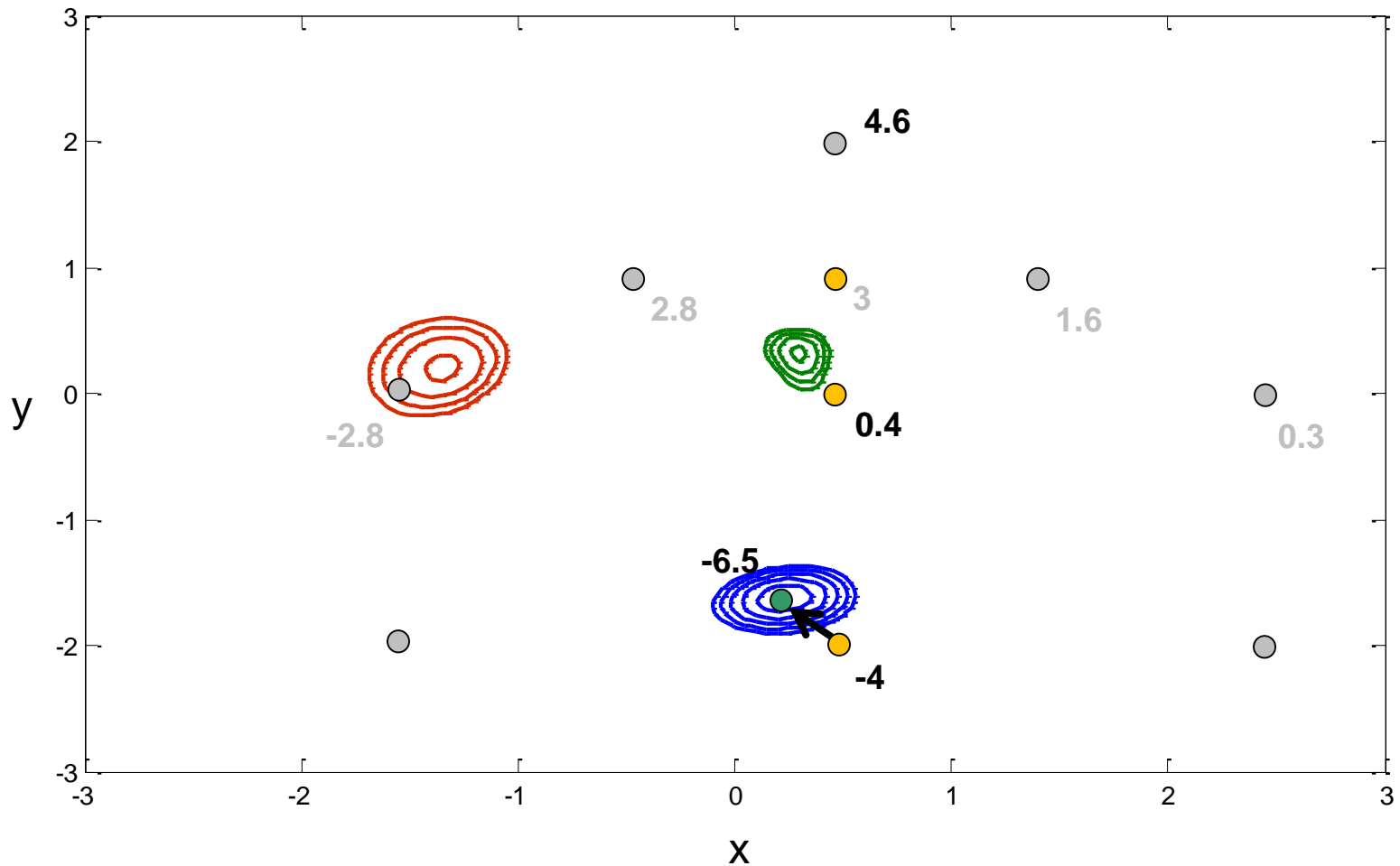


# 模式搜索- 第4次迭代



# 模式搜索- 第N次迭代

不断拓展或收缩，直到收敛



# 模式搜索案例— 随机函数

- 随机目标函数

```
>> Objfcn([1,1])
```

```
ans =
```

```
6.2937
```

```
>> Objfcn([1,1])
```

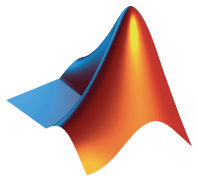
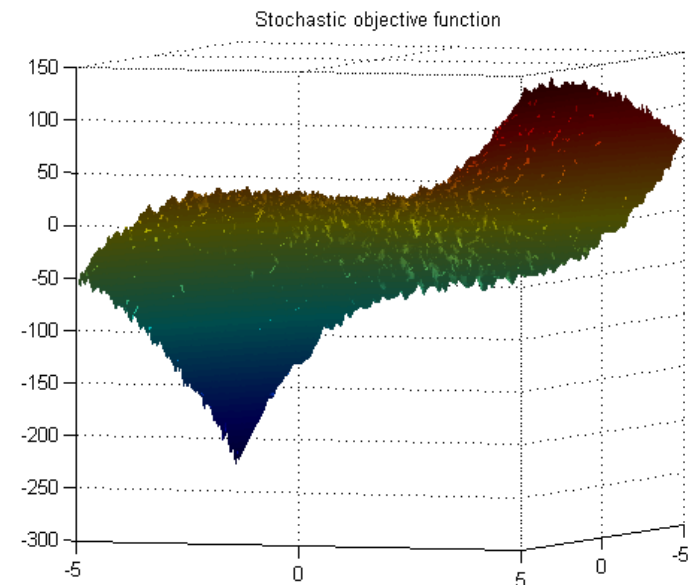
```
ans =
```

```
0.1312
```

```
>> Objfcn([1,1])
```

```
ans =
```

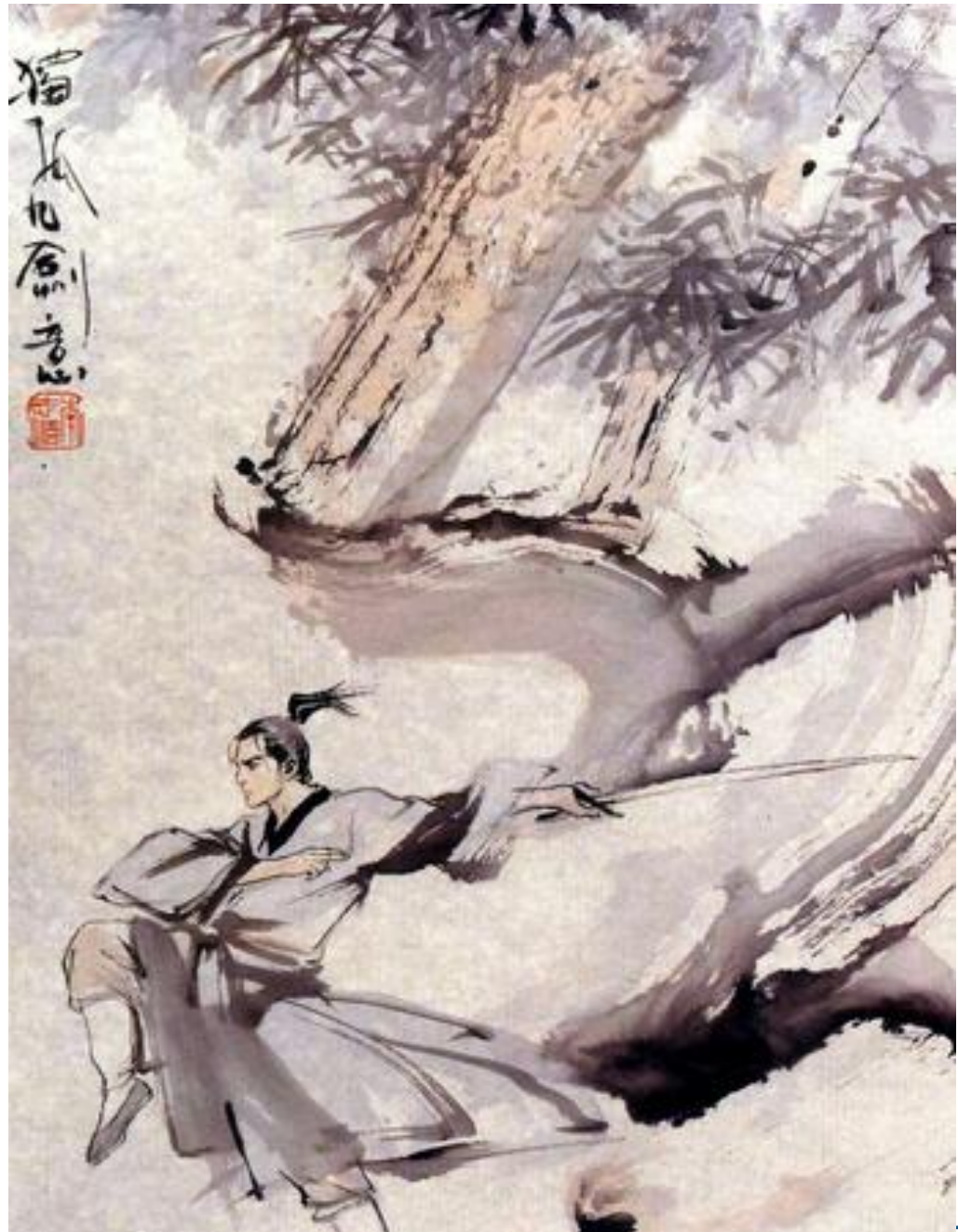
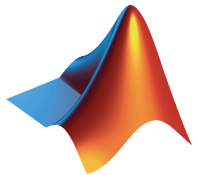
```
4.8071
```



# 无定形优化问题

特点：有明确目标  
没有严格约束

方法：以求解问题为中心  
自主编程求解



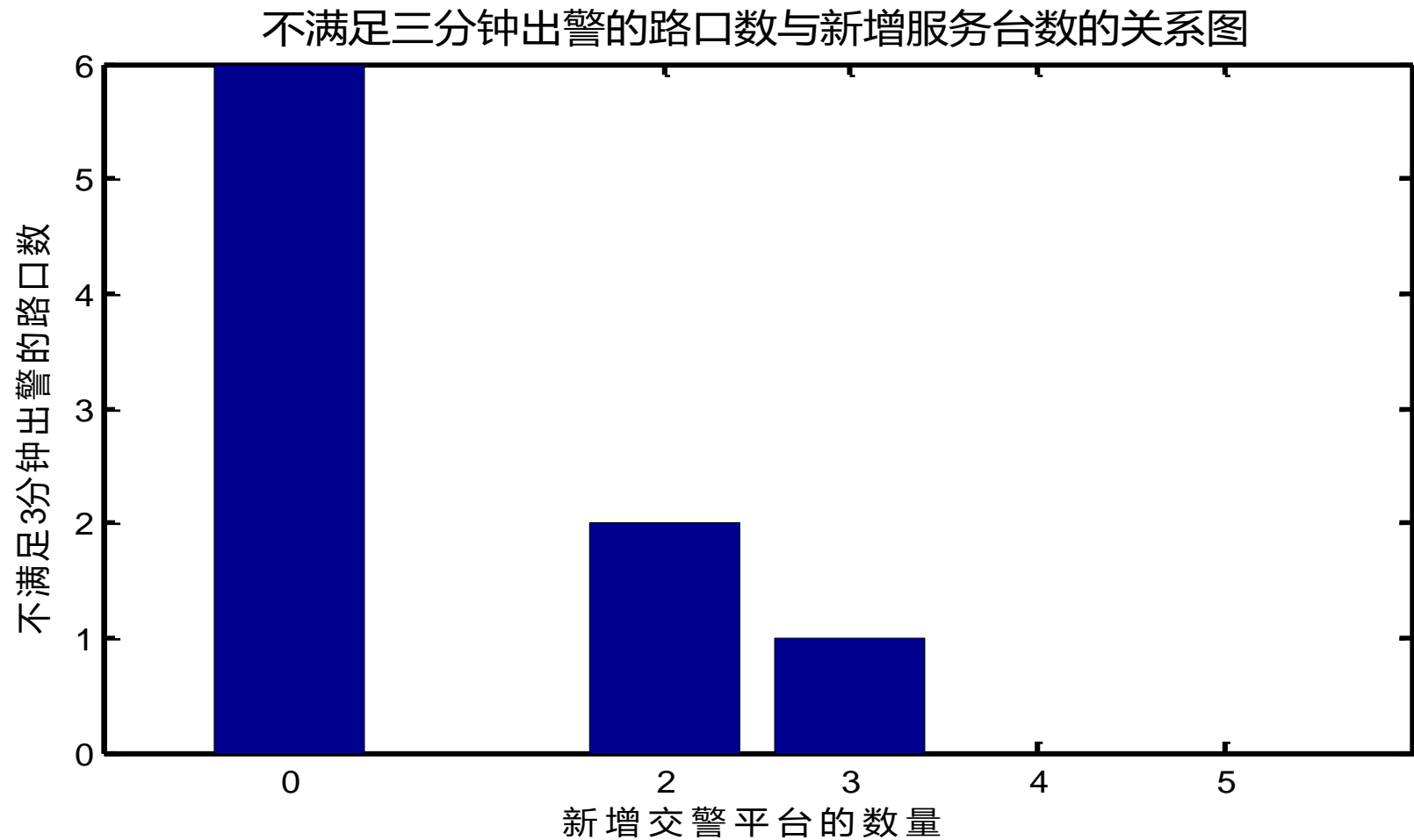
## 赛题求解 – 2011B

请为各交巡警服务平台分配管辖范围，使其在所管辖的范围内出现突发事件时，尽量能在3分钟内有交巡警（警车的时速为60km/h）到达事发地。

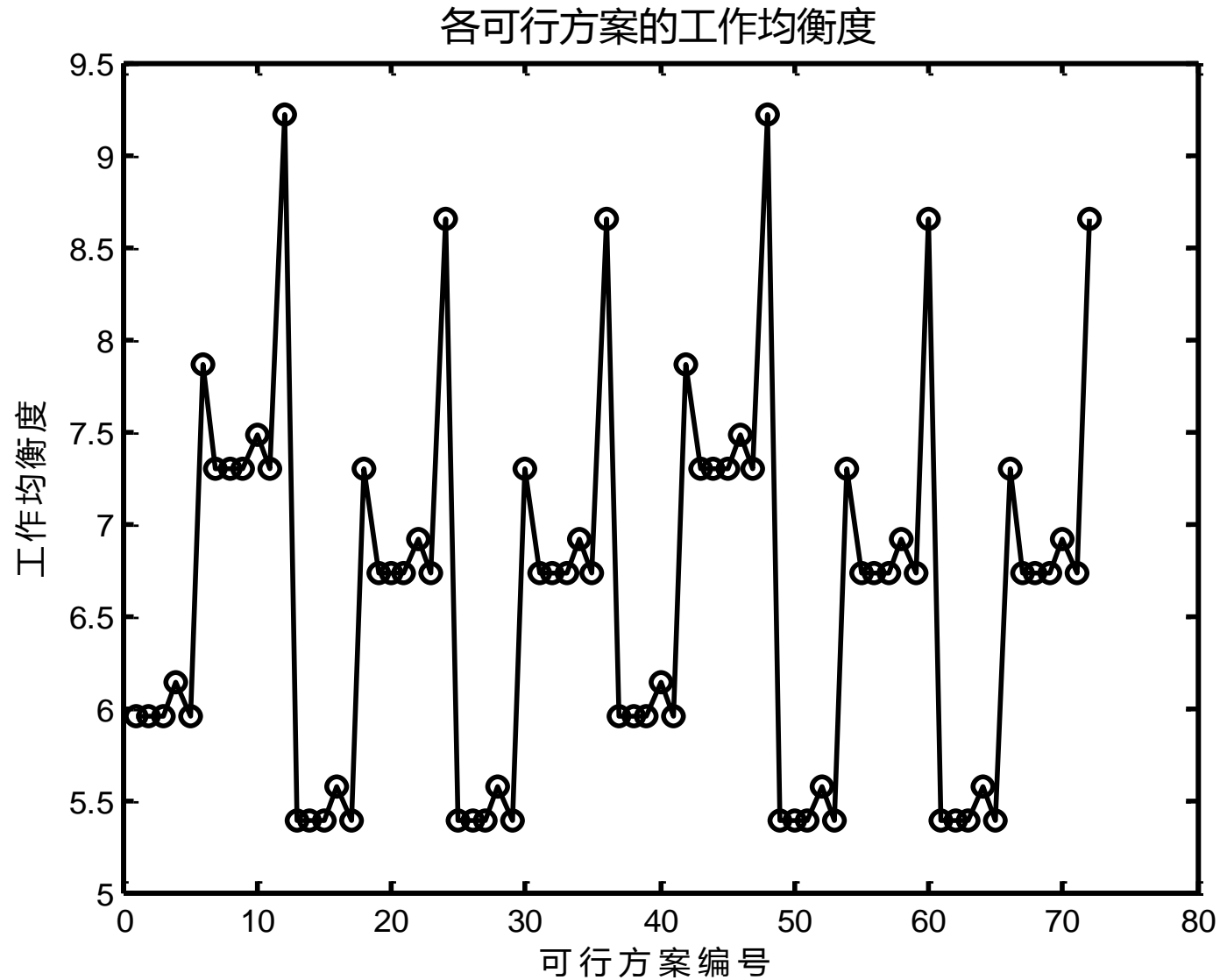
对于重大突发事件，需要调度全区20个交巡警服务平台的警力资源，对进出该区的13条交通要道实现快速全封锁。实际中一个平台的警力最多封锁一个路口，请给出该区交巡警服务平台警力合理的调度方案。

根据现有交巡警服务平台的工作量不均衡和有些地方出警时间过长的实际情况，拟在该区内再增加2至5个平台，请确定需要增加平台的具体个数和位置。

# 赛题求解 – 2011B



# 赛题求解 – 2011B



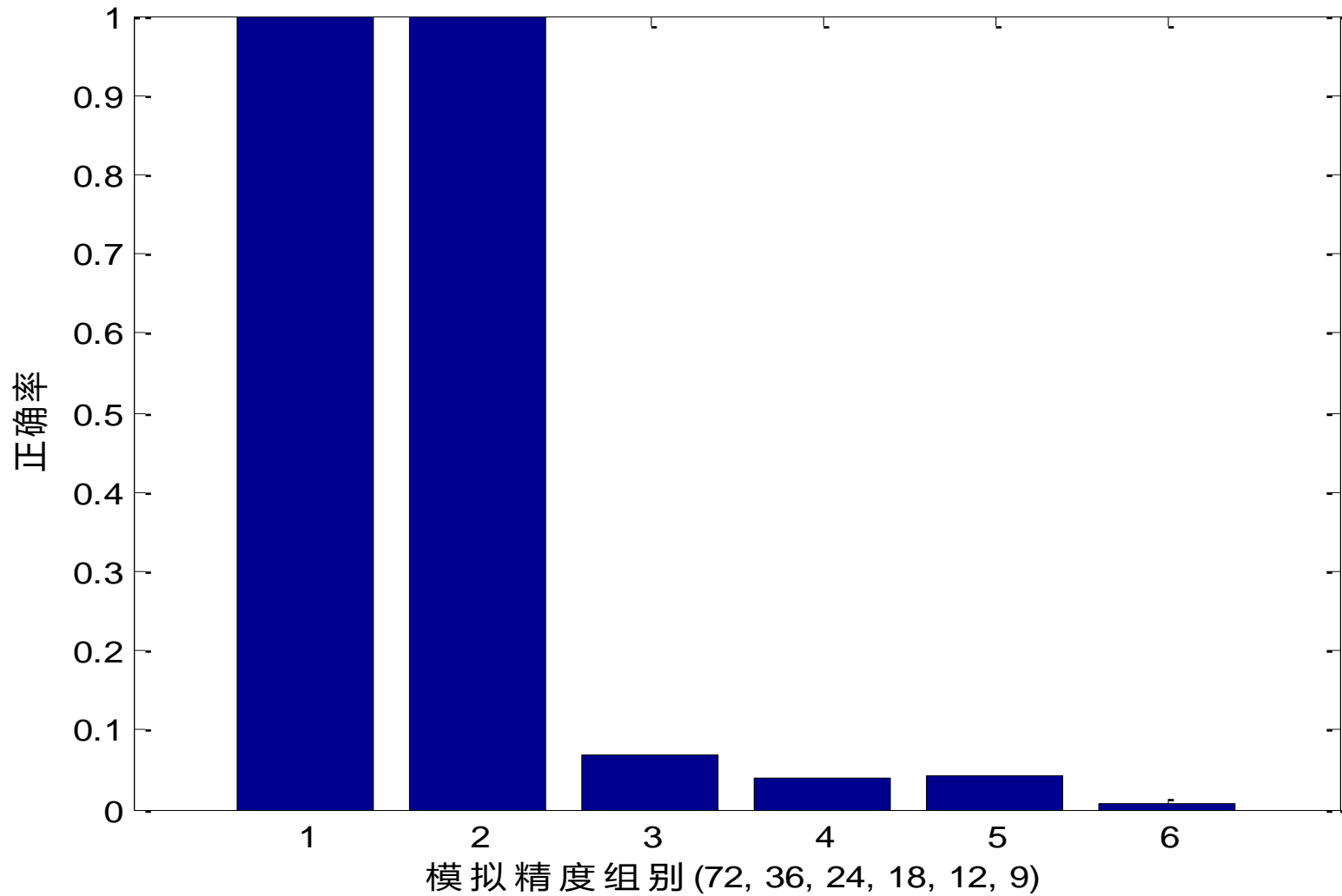
## 赛题求解 – 2013B

破碎文件的拼接在司法物证复原、历史文献修复以及军事情报获取等领域都有着重要的应用。传统上，拼接复原工作需由人工完成，准确率较高，但效率很低。特别是当碎片数量巨大，人工拼接很难在短时间内完成任务。随着计算机技术的发展，人们试图开发碎纸片的自动拼接技术，以提高拼接复原效率。请讨论以下问题：

**1. 对于给定的来自同一页印刷文字文件的碎纸机破碎纸片（仅纵切），建立碎纸片拼接复原模型和算法，并针对附件1、附件2给出的中、英文各一页文件的碎片数据进行拼接复原。如果复原过程需要人工干预，请写出干预方式及干预的时间节点。复原结果以图片形式及表格形式表达（见【结果表达格式说明】）。**

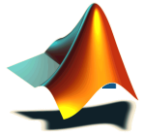


# 赛题求解 – 2013B



# 内容提要

- MATLAB典型数学模型的求解策略
- MATLAB数据挖掘技术及赛题求解实例
- MATLAB优化技术及及赛题求解实例

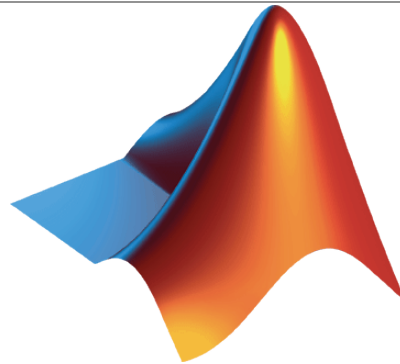
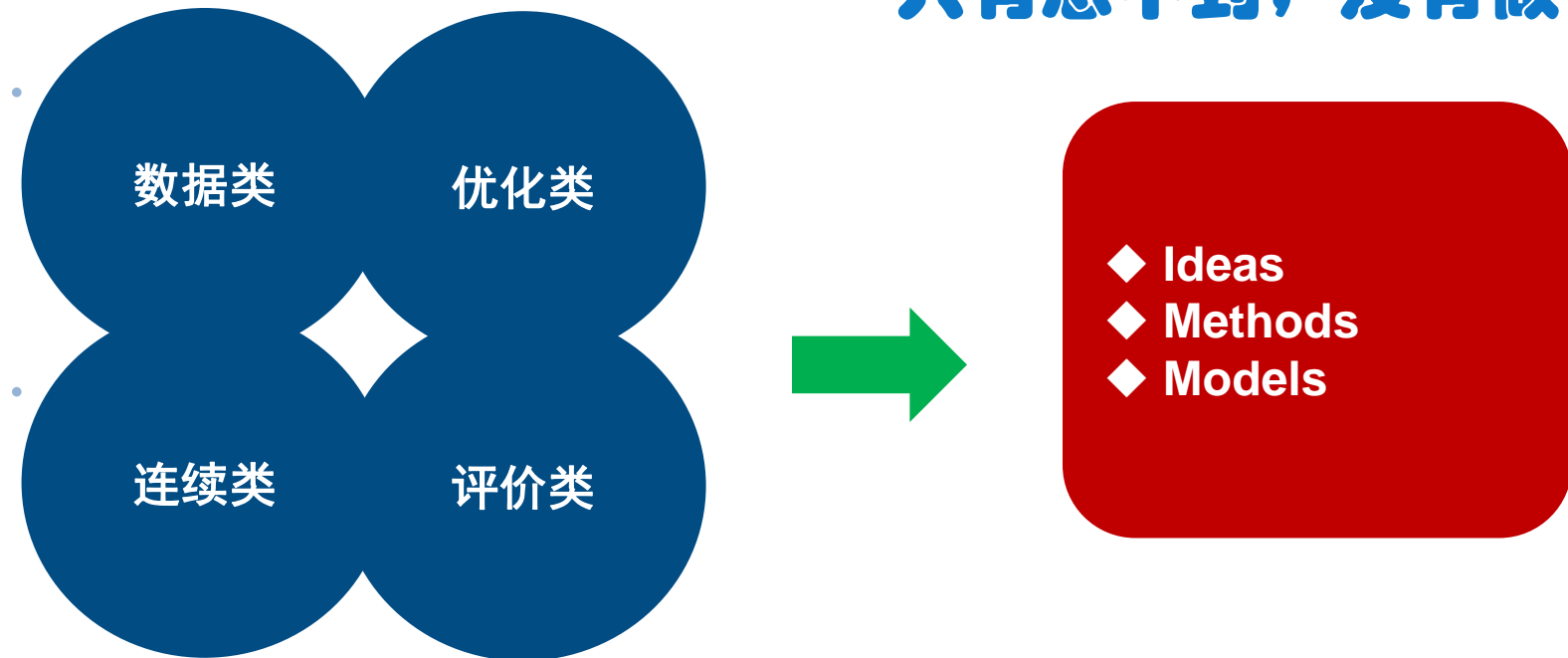


## MATLAB时代CUMCM的核心竞争力

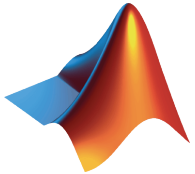
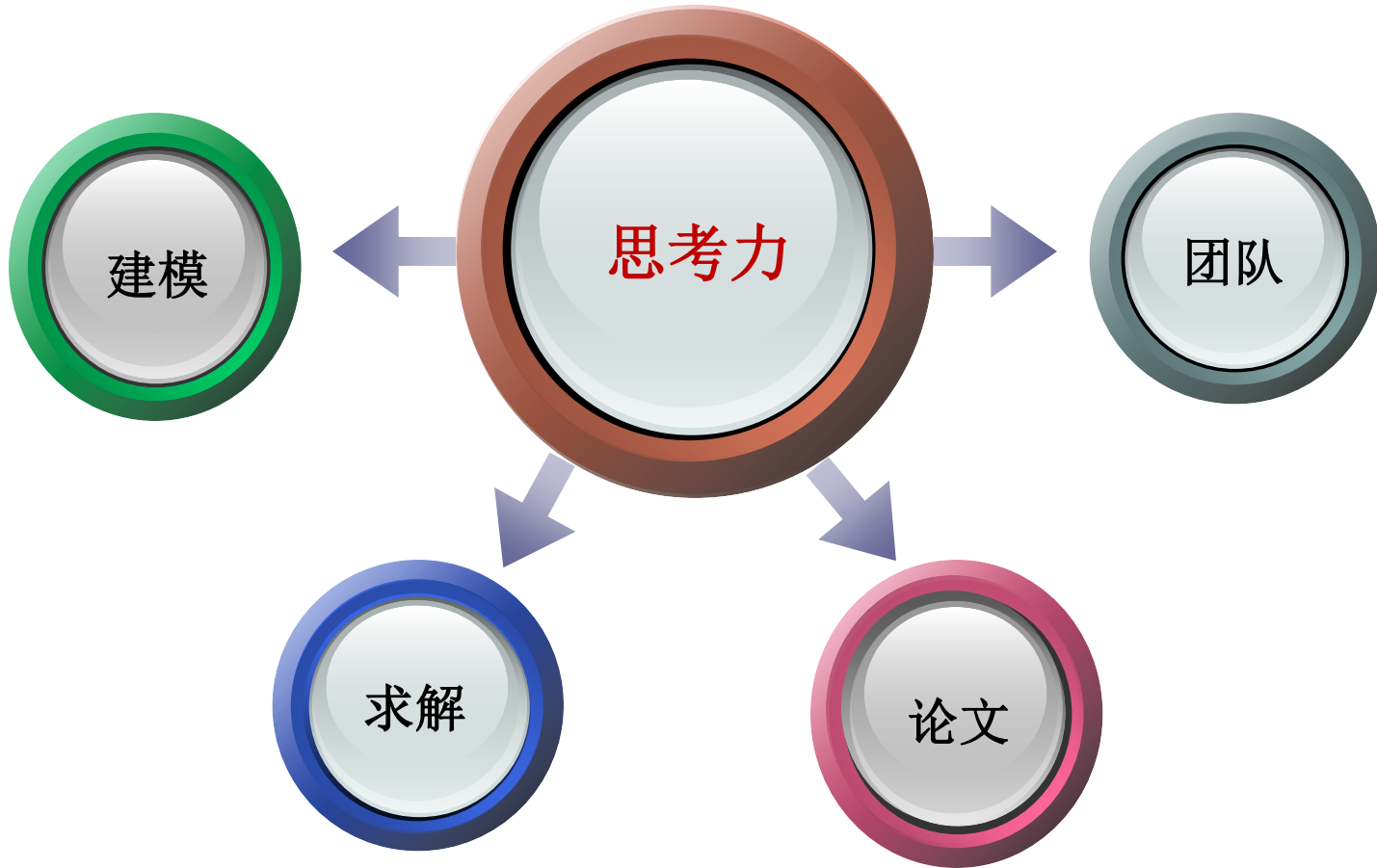
- 总结

# MATLAB时代数学建模的特点

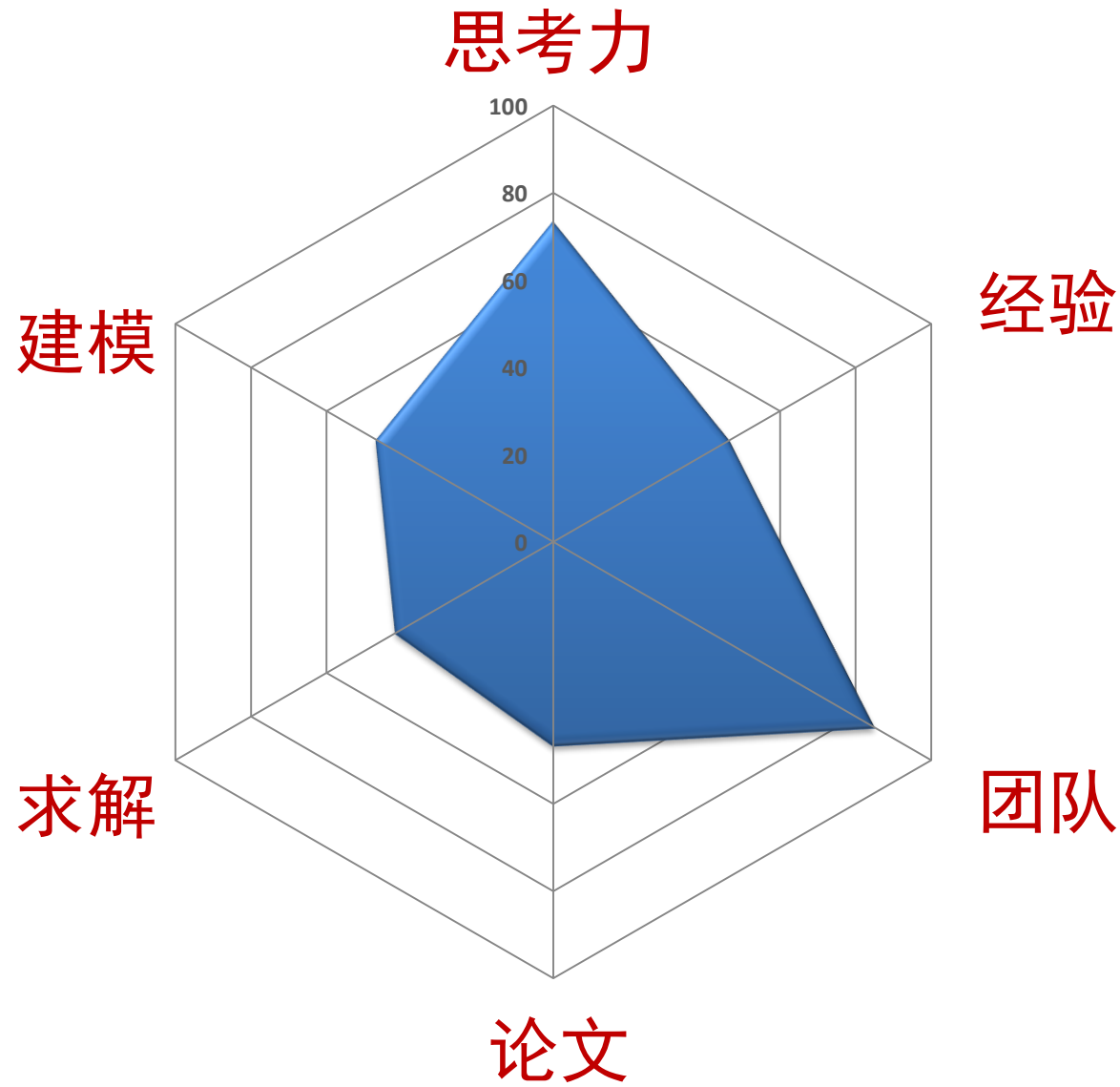
**只有想不到，没有做不到！**



# MATLAB时代数学建模的核心竞争力

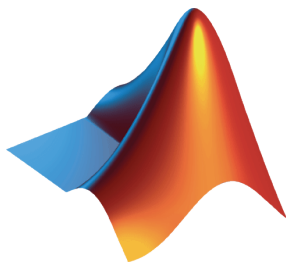


# 优秀建模团队能力图



# 建模知识及技能矩阵

| 建模     | 求解 | 论文 | 团队 | 经验                           | 思考力                  |
|--------|----|----|----|------------------------------|----------------------|
| 数据     | 编程 | 结构 | 搭配 | 快速选题<br>并行分工<br>时间管理<br>任务管理 | 目标<br>创新<br>务实<br>取舍 |
| 优化     | 算法 | 设计 | 尊重 |                              |                      |
| 连续     | 工具 | 清晰 | 统一 |                              |                      |
| 评价     | 技巧 | 逻辑 | 磨合 |                              |                      |
| MATLAB |    |    |    |                              |                      |



# 内容提要

- MATLAB典型数学模型的求解策略
- MATLAB数据挖掘技术及赛题求解实例
- MATLAB优化技术及及赛题求解实例
- MATLAB时代CUMCM的核心竞争力



总结

# 总结与感悟

**MATLAB是最有效的数学模型求解工具：**

1. 赛题类型覆盖最大
2. 是创造性求解模型的最佳工具

## 数学建模相关的MATLAB工具箱

### 数据建模核心工具箱

1. MATLAB
2. Symbolic Math Toolbox
3. Partial Differential Equation Toolbox
4. Statistics Toolbox
5. Curve Fitting Toolbox
6. Optimization Toolbox
7. Global Optimization Toolbox
8. Neural Network Toolbox
9. Wavelet Toolbox

### 数学建模拓展工具箱

1. Image Processing Toolbox
2. Signal Processing Toolbox
3. Financial Toolbox
4. Econometrics Toolbox
5. Bioinformatics Toolbox
6. Control System Toolbox
7. Fuzzy Logic Toolbox
8. Simulink
9. Parallel Computing Toolbox
10. MDCS

**好模型、好求解、好论文、好团队是建模竞赛取得好成绩的保证，思考力是核心。**

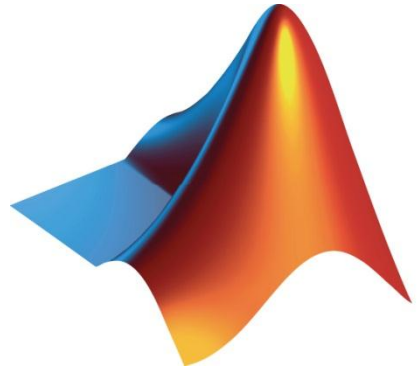


# Q&A



# 联系我们

- 官方网站: [www.mathworks.cn](http://www.mathworks.cn)
- 公司电话: 010-59827000
  
- 高级应用工程师: 卓金武  
手机: 021-60726718  
Email: [steven.zhuo@mathworks.cn](mailto:steven.zhuo@mathworks.cn)
  
- 销售经理: 王飞飞  
手机: 18511677101  
Email: [frank.wang@mathworks.cn](mailto:frank.wang@mathworks.cn)



# MathWorks®

欢迎更多讨论，谢谢！