



# 第四讲 路径规划

熊蓉

浙江大学 控制科学与工程学院



## 4.1 基本概念

# 路径规划

- 根据所给定的地图和目标位置，规划一条使机器人到达目标位置的路径
- 只考虑工作空间的几何约束，不考虑机器人的运动学模型和约束



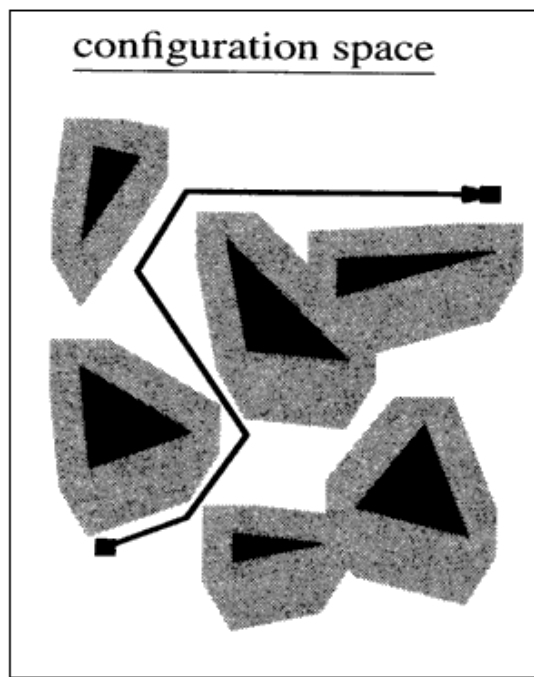
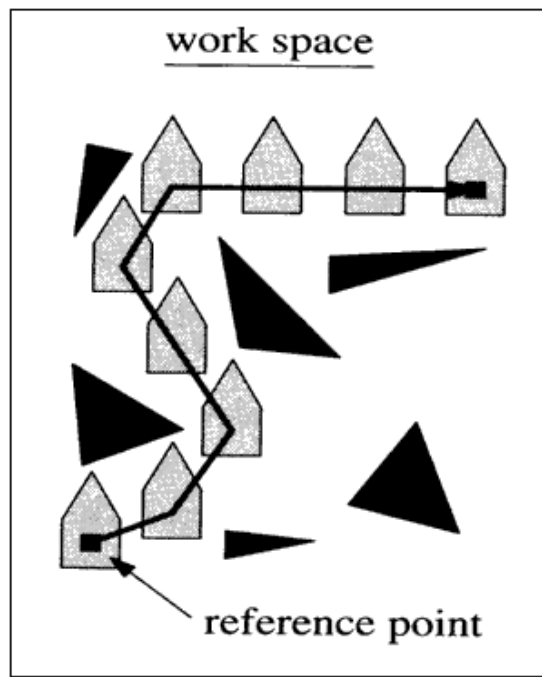
通常将问题转化为

在**自由位形空间**中为机器人寻找一条路径，  
使其从初始位置运行到目标位置



# 工作空间与位形空间(C-SPACE)

工作空间

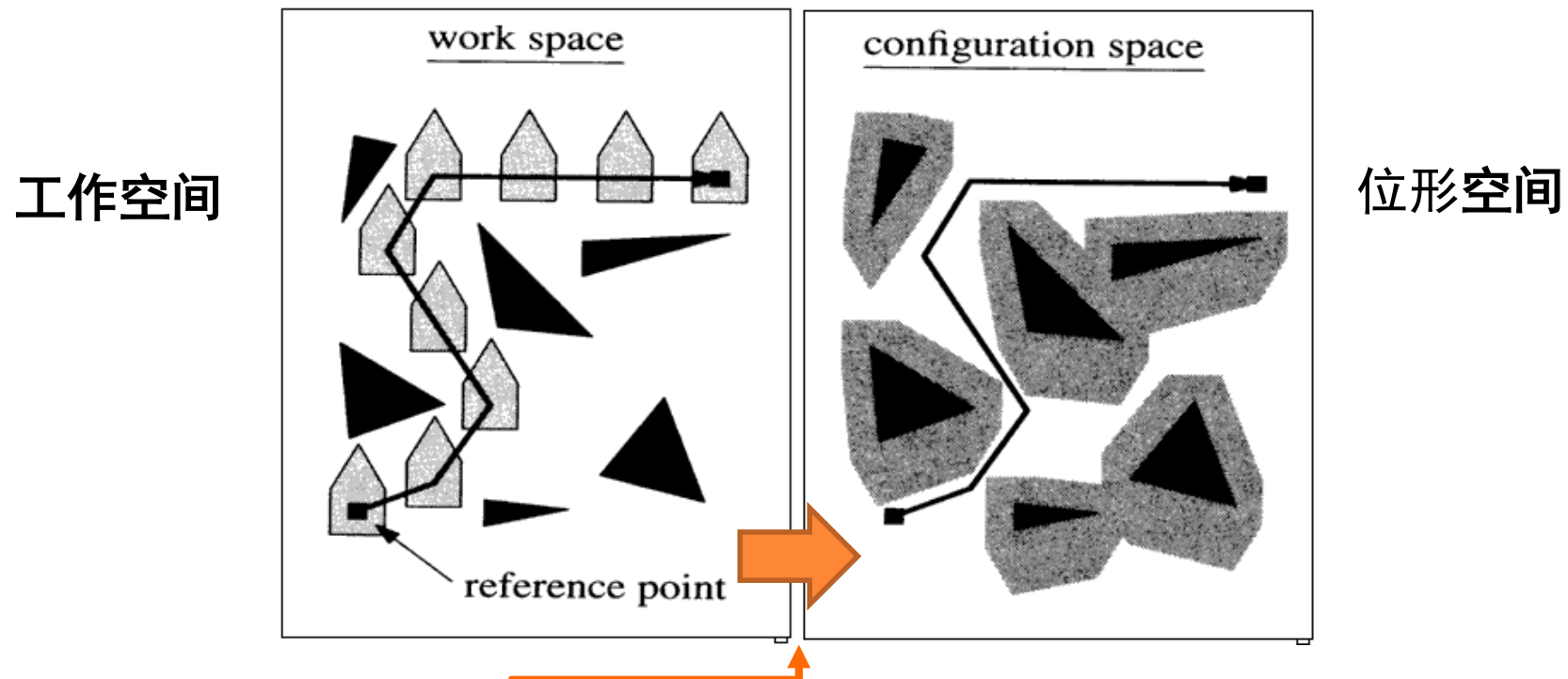


位形空间  
(Configuration Space)

工作空间：移动机器人上的参考点能达到的空间集合，  
机器人采用位置和姿态描述，并需考虑体积  
位形空间：机器人成为一个可移动点，不考虑姿态、体  
积和非完整运动学约束



# 从工作空间到位形空间



障碍物按机器人半径进行膨胀

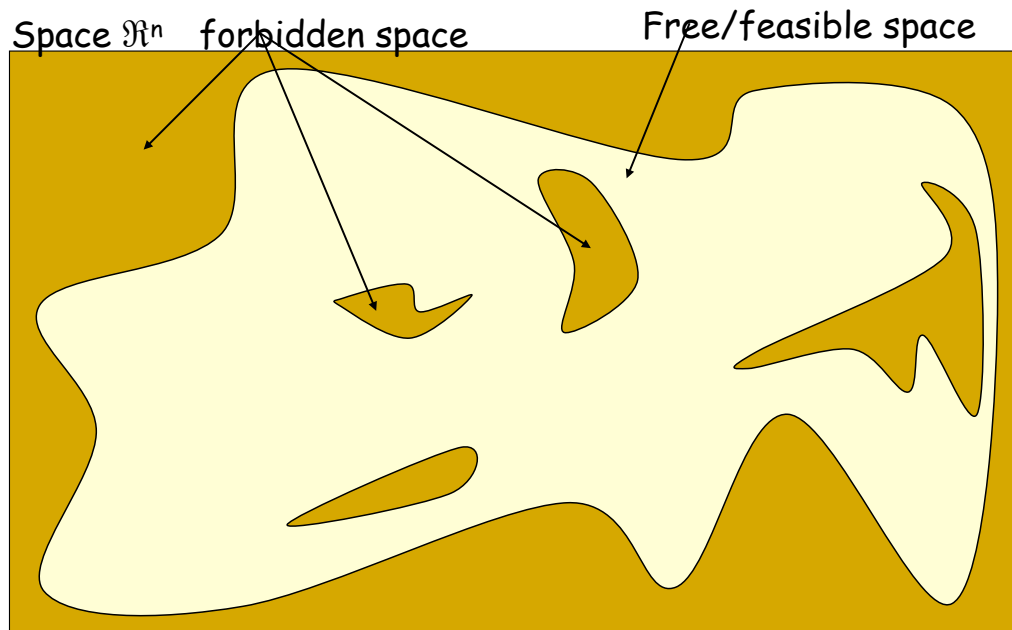
忽略非完整约束对姿态的限制

机器人成为一个点

机器人是完整的

# 位形空间

- 障碍物空间：不可行的位形集合
  - 在该空间中，机器人会与障碍物发生碰撞
- 自由空间：可行的位形集合
  - 在该空间中，机器人将无碰地安全移动



路径规划就是在  
**自由位形空间**中  
为机器人寻找一  
条路径，使其从  
初始位置运行到  
目标位置



# 路径规划的完备性

- 完备性：当解存在时，能够在有限的时间内找到解
- 路径规划算法完备性挑战：
  - 在连续空间内搜索，难以保证时间
- 解决思路：对空间作离散化，确保有限时间内找到
  - 分辨率完备resolution completeness: 将连续空间解析性离散化，确保获得可行解
  - 概率完备Probabilistic completeness: 基于概率进行随机采样离散化，使获得解的概率趋近于1



# 路径规划的主要方法

## ○ 分辨率完备的主要方法：

- 行车图法：基于障碍物几何形状分解姿态空间
- 单元分解法：区分空闲单元和被占单元
- 势场法：根据障碍物和目标对空间各点施加虚拟力

## ○ 概率完备的主要方法：

- PRM (Probabilistic RoadMaps)
- RRT (Rapid-Exploring Random Trees)

