

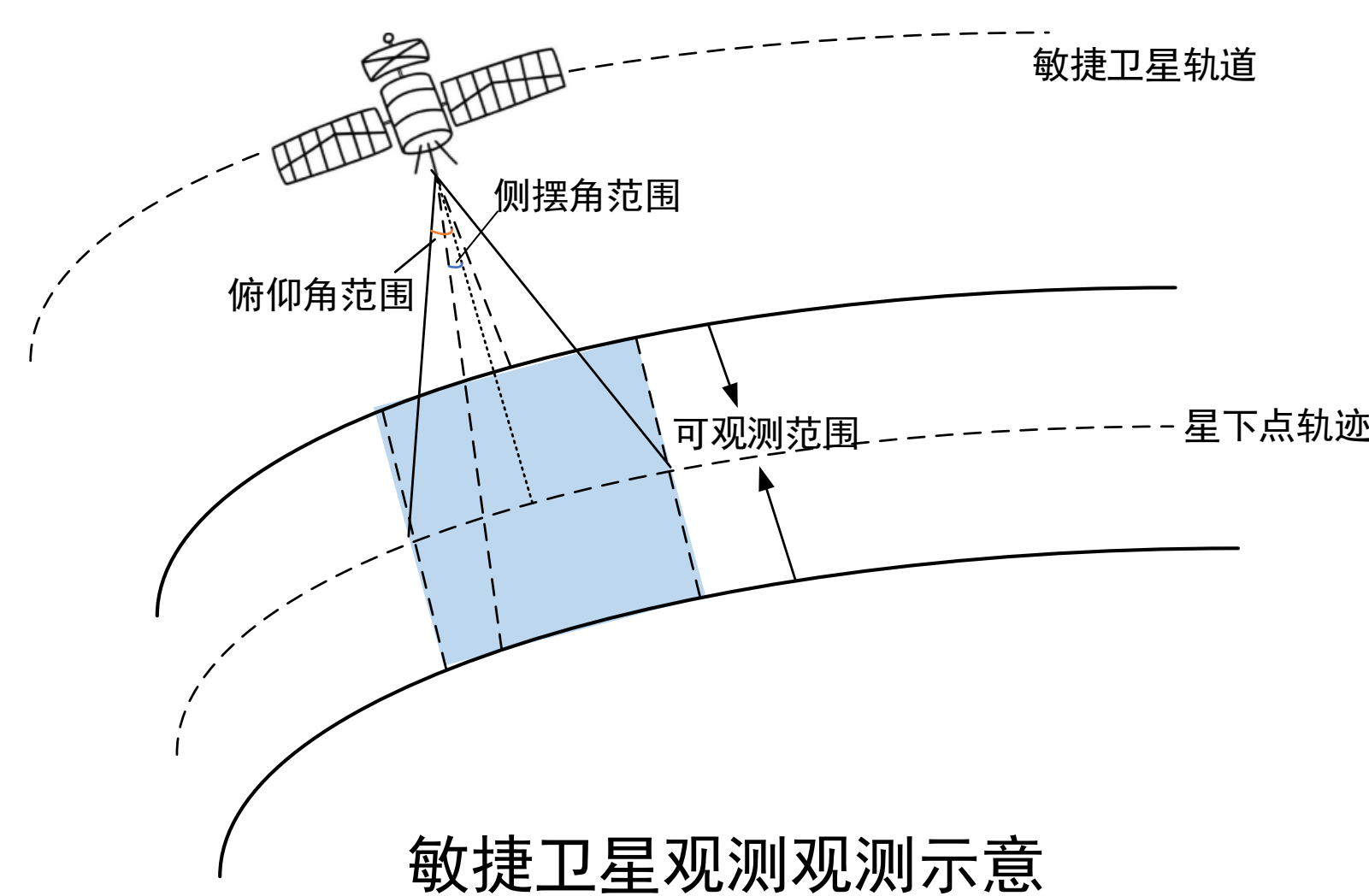
基于多目标粒子群算法的卫星任务规划

潘优美, 王鹏

联系方式: 潘优美 13027724836 1823979887@qq.com

1. 技术背景

如今卫星任务规划的目标已经不仅仅是单一的**最大化观测收益**, 而希望同时考虑**能耗、成像质量、资源利用均衡性**等多种因素。对于任务规划问题: 卫星数量的增加, 类型的增多, 以及用户需求的提升, 都考验了**算法的可扩展性和时效性**;



2. 卫星任务规划多目标模型

目标函数1: 观测收益 (体现在单个任务优先级)

$$profit = \max \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^M \sum_{u=1}^{N_{ik}} \xi_{kiu} g_{\rho_i}$$

目标函数2: 成像质量 (体现在卫星姿态角)

$$ImageQuality = \min \left(\sum_{i=1}^N (Pitch_i + Roll_i) \right)$$

目标函数n:

约束条件1: $\sum_{k=1, u=1}^{T, C} \xi_{kiu} \leq 1$ 一个目标只能被观测一次;

约束条件2: $T_{k,i,E,u} - T_{k,i,S,u} \geq MD_i$ 实施观测的可见时间窗口持续时间不能小于目标的观测跟踪持续时间;

约束条件3: $t_{k,m,e,u} + tcha_k + MD_i \leq T_{k,n,S,q}$ 设备转换时间约束;

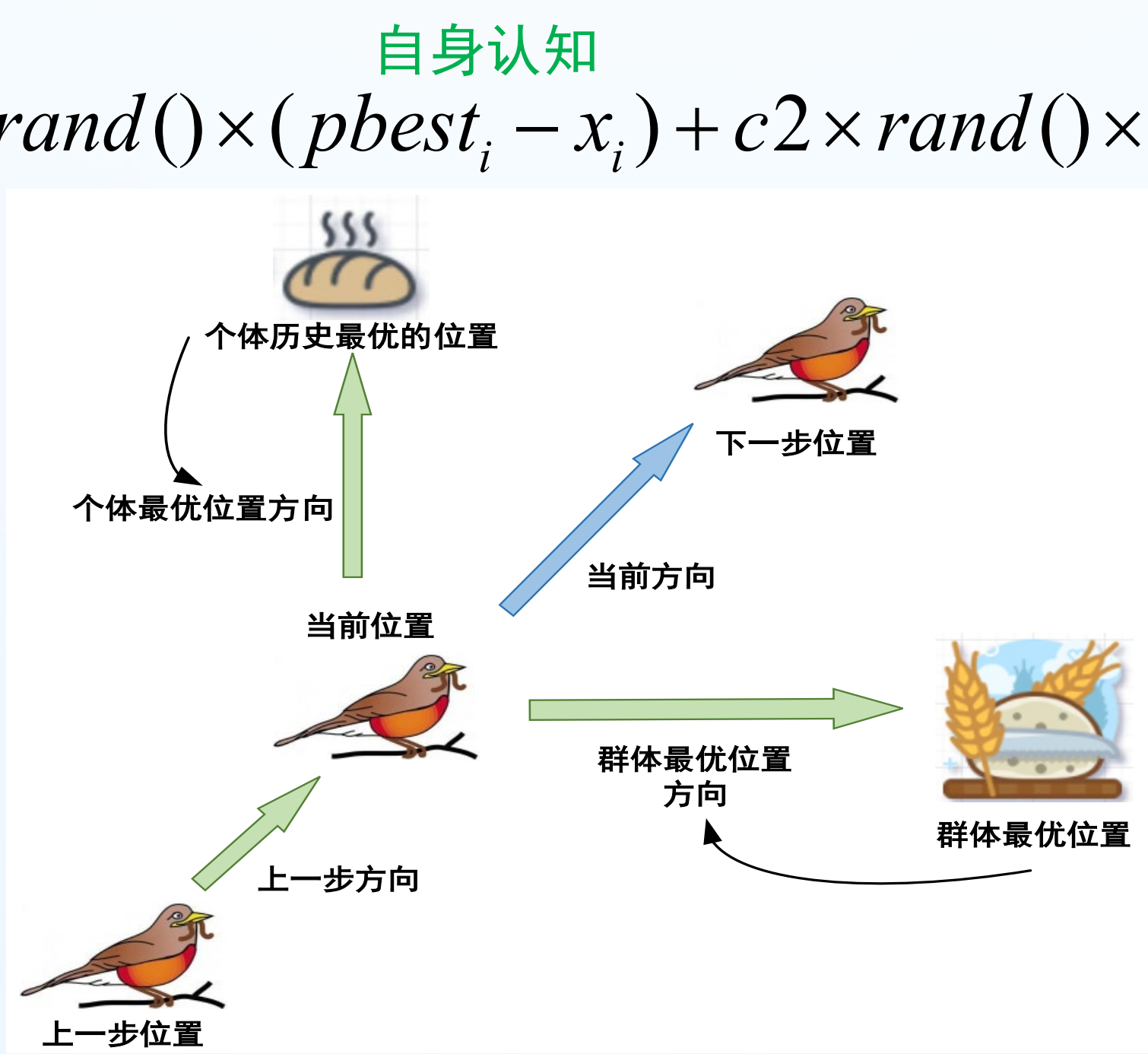
约束条件n:

3. 多目标粒子群算法

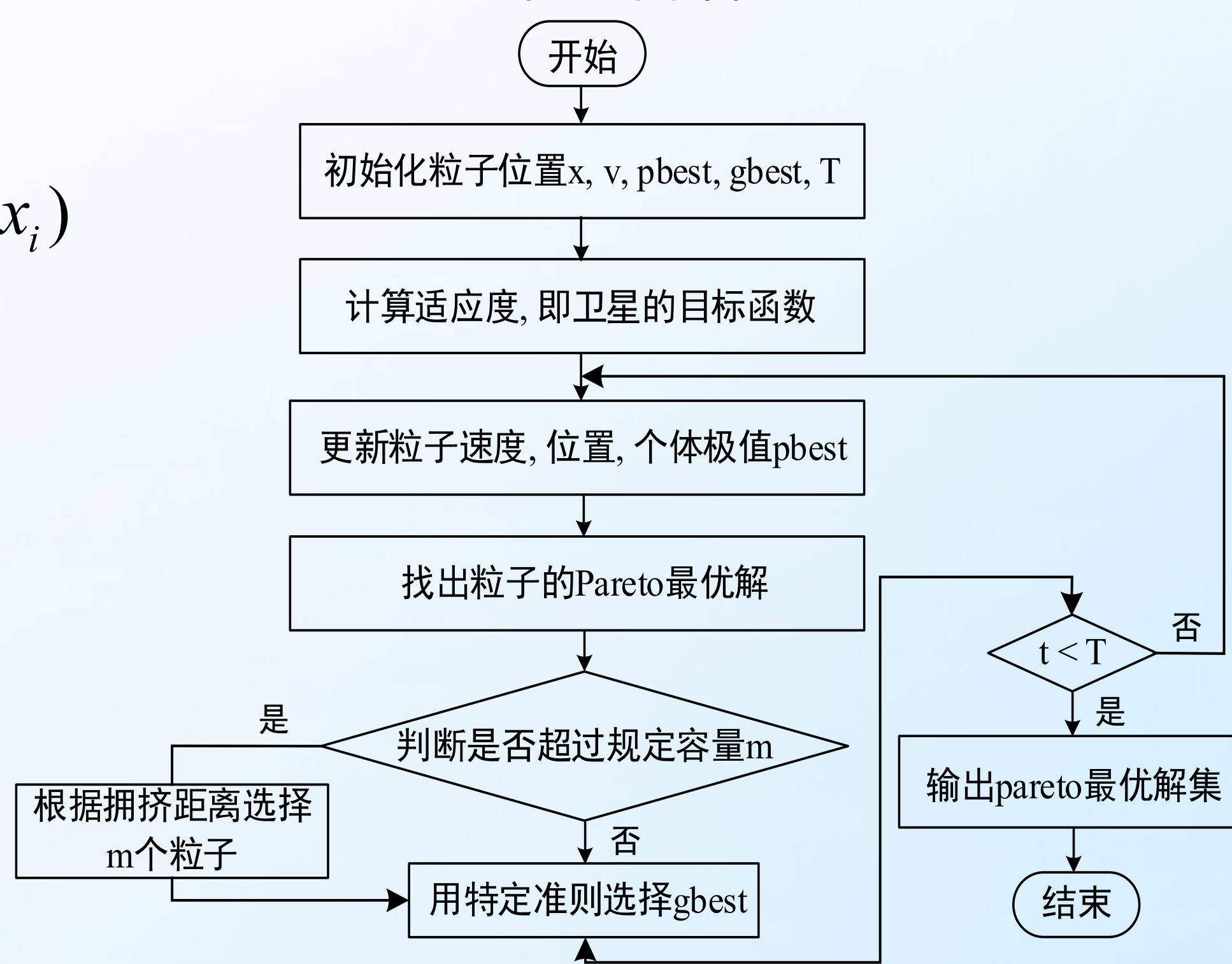
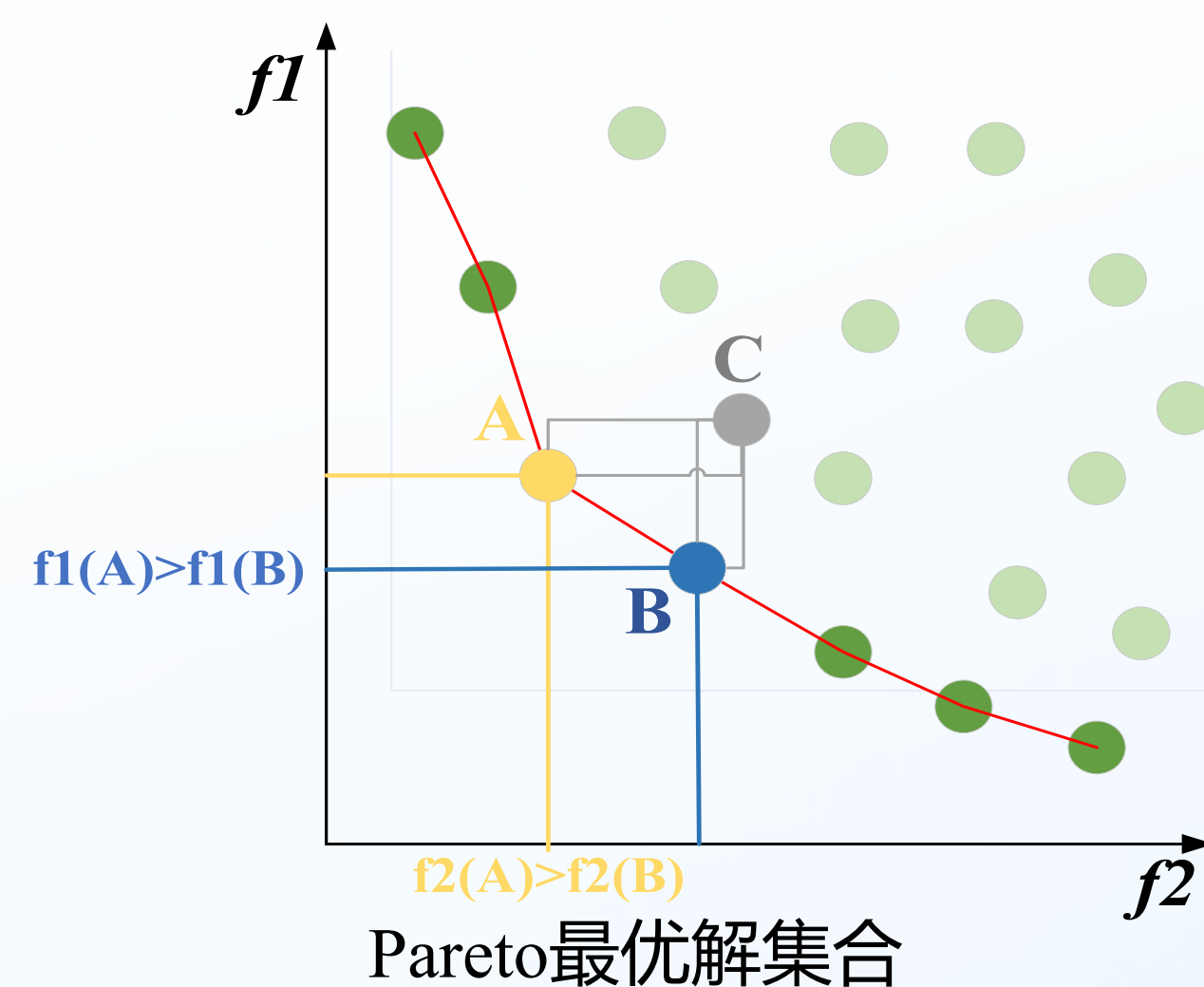
主要思路: 通过粒子群模拟自然界中鸟群寻找猎物的搜索策略搜索目标, 分别计算每个粒子的适应度值, 求出粒子**个体极值pbest**, 然后再求出多个目标函数下的**全局极值gbest**, 不断迭代, 最终选出**Pareto非劣解集合**。

$$v_i = v_i + c1 \times rand() \times (pbest_i - x_i) + c2 \times rand() \times (gbest_i - x_i)$$

$$x_i = x_i + v_i$$



粒子群示意图

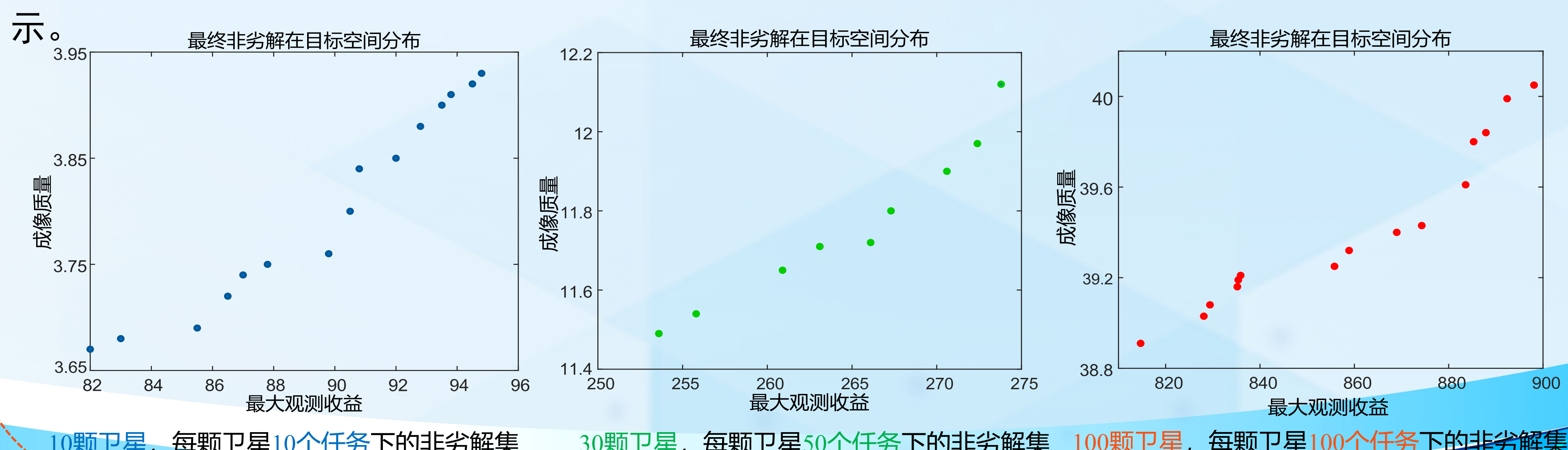


多目标粒子群在卫星规划中的主要流程

4. 实验与结论

分别设置**不同数量卫星**, 每个卫星分配**不同任务数量**, 根据问题规模, 设置粒子数 $N = 50$, 最大迭代次数 T , 运用多目标粒子群算法进行问题求解, 求得不同卫星对应的观测收益、成像质量分布情况如下图所示。

实验结果表明该**多目标粒子群算法**在**不同卫星和不同任务下**够给出所有满足约束条件的**非劣解集**, 且对于算法不同的参数设置, 也都表现了良好的适应性。



10颗卫星, 每颗卫星10个任务下的非劣解集

30颗卫星, 每颗卫星50个任务下的非劣解集

100颗卫星, 每颗卫星100个任务下的非劣解集