

# 2023 杭州电子科技大学第十三届研究生数学建模竞赛题目

(请先阅读“2023 杭电第十三届研究生数学建模竞赛参赛须知”)

## B 题：多无人车协同快递配送问题

据相关统计数据显示，近五年来，我国的快递量呈快速增长趋势。快递量的增长也意味着物流运输的需求增大，由于人力资源成本的提高，物流行业对于无人化快递配送提出了需求，从而催生了无人车快递配送服务，这一新型配送模式是未来物流行业发展的一大趋势，前景十分可观。

在本课题中，我们考虑某城市的一个区域内有数个快递站点，每个快递站点都可以接收或发送快递，站点与站点之间有道路相通，有一组无人车，其中无人车开始位于快递站点上，称为无人车的初始站点，每辆无人车都具有自身的速度和电量消耗速率（表示无人车每行驶 1km 消耗的电量），每辆无人车都有自身的配送范围，无人车只能在自身允许的配送范围内行驶，两辆无人车可以在公共配送范围内交接包裹。最初在起始站点上有一批快递，需要通过无人车协同配送到目标站点，无人车只能在站点上存放或收取快递（无人车无法在道路中间交接，忽略无人车存放或收取快递所花费的时间）。

下图刻画了一个简易配送网络，其中快递站点设在道路交点处，快递位于起始站点，需配送到目标站点。图中包含了 3 辆无人车，无人车 1 可以在蓝色和红色的区域移动，无人车 2 可以在黑色、紫色和红色的区域移动，无人车 3 可以在黄色、紫色和红色的区域移动。

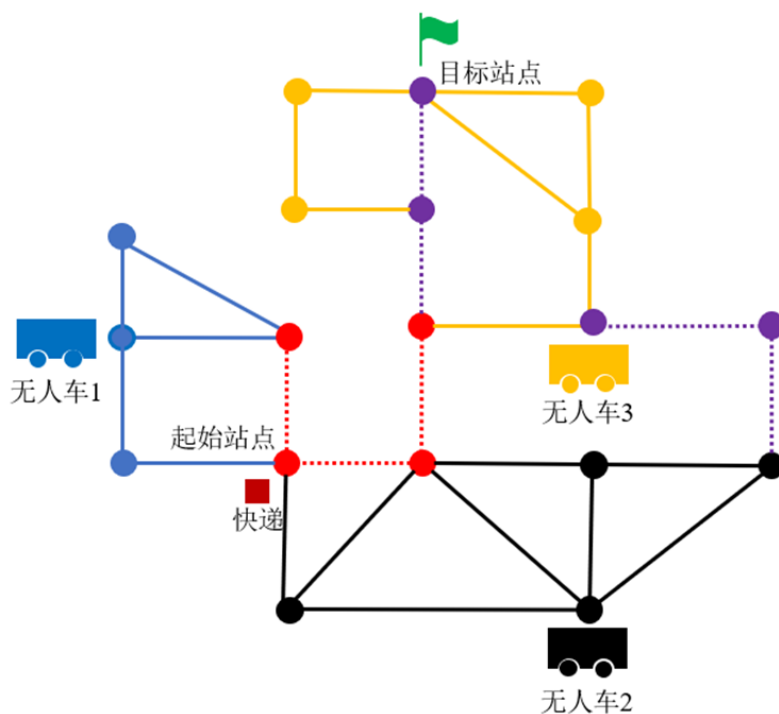


图 1 无人车配送网络示例

请你们团队考虑以下多无人车协同配送问题（假设仅进行一次配送）：

问题 1：若配送网络不包含任何环形线路，以控制无人车总电量消耗为目标，

建立数学模型，并根据附件 1 的数据给出具体配送方案和实际总能耗。

问题 2：若配送网络不包含任何环形线路，以尽早完成本次配送为目标，建立数学模型。附件 2.1，2.2 和 2.3 是三个不含环形线路的配送网络（注意无人车初始位置），请分别给出具体配送方案、计算配送总时间。

问题 3：针对环形配送网络（附件 3），重新考虑问题 1 和问题 2。

问题 4：考虑一般的配送网络（包含环形线路且非单环），结合附件 4，计算能量最小的优化配送线路。

问题 5：以路状或环形配送网络为例（附件 5.1 和 5.2），研究如何同时控制单次配送所需的总时间和耗费的总电量。