

## E 题：高原高寒地区无人车高效物资保障问题

高原高寒边境防卫作战中，受复杂地形环境和气候条件的影响，采用传统保障方式向前沿阵地运输补给物资（食品、弹药、装备器材等）的难度大、周期长。无人车由于“平台无人”，在恶劣环境下能够连续不间断地运输物资，可缩短补给周期，有效提升物资保障效能。

在某任务区域，红方部署了若干前沿阵地遂行分区控守任务，其物资补给由后方基地经中转仓库中转后运送至前沿阵地。为了依托不同型号无人车搭建“后方基地-中转仓库-前沿阵地”的全链路物资保障运输体系，经勘察，在后方基地（H）和前沿阵地（Z1-Z9）之间选定了若干适合设立中转仓库的候选点位（C1-C9），如图 1 所示。任务区域的三维地形数据及格式说明见附件 1。红方前沿阵地，中转仓库候选点位，以及后方基地的位置见附件 2。

由于任务区域地理环境复杂，地表为裸露的原始地貌，无人车行驶受地表地质、地形地貌等因素影响较大。为简化问题，附件 3 给出了本题所用 A、B 两种型号无人车的战技术指标、简化后的运行规则、评价行驶路径质量的主要指标（平稳性、时效性和安全性），以及无人车保障维护要求，其中，影响无人车通行的不良区域的位置信息见附件 4。请你们团队根据给定条件，建立模型解决下列问题。

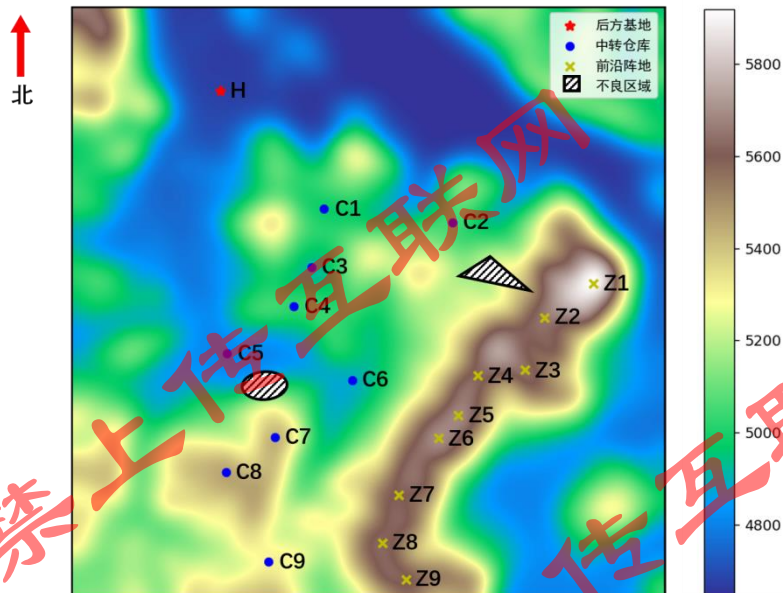


图 1 任务区域示意图

**问题 1：**现有 1 辆 A 型无人车于 0 时刻从栅格 P1(1669, 11613)出发，行驶经过栅格 L1(1670, 11612)、L2(1671, 11611)、……、L1555(2975, 10332)，至栅格 P2(2976, 10332)结束，行驶路径依次途经的所有栅格坐标见附件 5，请计算该路径的安全性、平稳性和时效性指标，并绘制出里程-时间曲线（里程关于时间的变化曲线）、高程-里程曲线（高程关于里程的变化曲线）、坡度-里程曲线（坡度

关于里程的变化曲线)、速度-里程曲线(速度关于里程的变化曲线)。

**问题 2:** 请考虑行驶路径的安全性、平稳性和时效性等指标,建立指定两点间的路径规划模型。结合 A 型无人车的战技术指标,计算各中转仓库候选点位至各前沿阵地,以及相邻前沿阵地之间的备选路径,构建无人车运输路网,绘制路网示意图,并将 C1-Z2、C2-Z3、C3-Z5、C5-Z6、C7-Z8 等 5 组点位之间的路径规划结果填入 Result1.xlsx 中,在论文正文中绘制这些路径的示意图,并给出这些路径的安全性、平稳性和时效性指标。

**问题 3:** 请基于前沿阵地的日常物资需求量和候选中转仓库的容量上限(见附件 6),结合问题 2 中的路径规划模型,优先考虑路径的安全性和平稳性,兼顾时效性,以无人车数量尽可能少和中转仓库数量尽可能少为目标,建立前沿阵地日常保障方案优化模型。

简化后的保障要求如下:

- ①各前沿阵地最多可存储 3.5 天的日常物资(每日需求量的 3.5 倍)。
- ②各前沿阵地日常物资的消耗速度每日按小时等比例进行,即每小时的消耗量为每日需求量的  $1/24$ 。
- ③各前沿阵地相邻两次获得日常物资补给的间隔不超过 3 天(72 小时,含),且每次得到补给时,日常物资的持有量不低于每日需求量的  $1/4$ 。

假设初始时刻为某日 0 时,各前沿阵地持有 2 天的日常物资,所有无人车处于空车、满电状态且各自位于某一中转仓库,结合无人车充电维护时间,给出连续 15 天的日常物资持续保障方案,包括选择哪些候选点位设立中转仓库,每辆无人车在 0 时刻所处的中转仓库,15 天内各前沿阵地日常物资持有量随时间变化情况,以及 15 天内所有无人车的运行日志。其中,各前沿阵地日常物资持有量每小时计算 1 次,以各小时结束时刻为准。请将 15 天内所有无人车的运行日志填入 Result2.xlsx 中。

**问题 4:** K 时刻,红方前沿阵地突发情况,前沿阵地常规弹药库存无法满足需求,亟需 A、B 型无人车同时进行弹药运输补给。请结合问题 2 中的路径规划结果,以及问题 3 中确定的中转仓库和无人车数量,综合考虑各前沿阵地 K 时刻弹药库存、弹药需求和无人车位置等因素(见附件 7),以最快完成保障任务为目标(时间从 K 时刻开始,至完成所有阵地保障为止。制定规划保障方案所需的计算时间不计),建立“需求-调度”两级联动应召补给模型,将任务保障期间所有无人车的运行日志填入 Result3.xlsx 中。

填报的 Result1.xlsx, Result2.xlsx 和 Result3.xlsx 文件作为单独附件随参赛论文一并提交。

**附件：**

附件 1：任务区域地形数据及文件格式说明（文件夹）

附件 2：各点位位置信息.xlsx

附件 3：无人车相关参数和规则.docx

附件 4：不良区域位置信息.xlsx

附件 5：P1-P2 行驶路径.xlsx

附件 6：前沿阵地日常物资需求、中转仓库参数.xlsx

附件 7：K 时刻弹药库存、弹药需求和无人车位置.xlsx

Result1.xlsx

Result2.xlsx

Result3.xlsx