问题背景

导弹在未来战争中发挥着越来越重要的作用，战时导弹火力打击的效果往往是决定战争胜负的关键。

导弹作战将是未来战场的主要作战样式之一。

导弹使用车载发射装置，平时部署在待机区域隐蔽待机，在受领发射任务后，能携带导弹沿道路机动，快速抵达指定发射点位实施导弹发射，

高技术条件下的现代化战争 , 突发性急骤增强 , 对导弹部队的机动能力提出了更高的要求。

机动路线制定的好坏直接决定着导弹部队暴露时间和导弹打击效果。

在一定的作战意图下，根据给定的打击目标和现有的武器条件，将可用的弹型、弹量、火力发射单位最优配置到各个目标上去，以追求更快和最优的打击效果。

问题简述-用于前言

导弹部队的车载发射装置，平时部署在待机地域隐蔽待命，战时沿发射阵地路网机动到发射点位实施发射。

实施多波次发射时，需要在完成上一波次后 机动至 转载地域 重新装弹。

需要我们 合理分配 车载发射装置 前往 发射点位 和 转载地域 的路径，以及 车载发射装置 在待机地域的出发时刻。

使得整体暴露时间最短。

问题重述

简要描述元素组成

描述的是导弹发射车机动路径的规划问题，

即如何安排 导弹发射车 前往 发射点 和 转载地域 实现最短暴露时间和作战目标。

阵地介绍

导弹部队的作战阵地由 待机地域，转载地域，发射点位 道路节点，几种单位组成。阵地道路连接各单位。道路分为两种，普通道路和主干道，

普通道路为单车道只能同时通行一辆车，

在普通道路上三种发射车的行驶速度为 A:45,B:35,C:30。

主干道为双车道可同时容纳两辆车通行。

在主干道上三种发射车的行驶速度为A:70,B:60,C:50。

当阵地道路阻塞时，车载发射装置在各道路节点会车等待。

发射车平时在待机地域隐蔽，并从待机地域出发作战。

发射车平均部署在待机地域。

在 转载地域 重新装弹。

转载地域最多同时容纳两台发射车。

转载地域每次只能给一台发射装置装弹。

每次装弹作业耗时10分钟。

转载地域 各弹种类型和数量 充足。

车载发射装置机动到发射点位发射导弹，发射点位只能容纳1台发射车。

多波次发射时(以两波次为例)，每个发射点位仅能使用一次。

作战流程

作战时，第一波次攻击：

车载发射装置 从待机地域沿阵地路网到达 第一波次发射点位 实施打击。

第二波次攻击：

车载发射装置从第一波次发射点位沿阵地路网前往转载地域重新装弹。

装弹完成后前往 第二波次发射点位 实施打击。

发射车介绍

导弹部队使用导弹发射车进行攻击，

发射车每次只能载弹一枚。

发射车在转载地域重新装弹。

多波次攻击时，发射车必须前往转载地域 重新装弹才能重新发射。

有三种发射车：A,B,C

参与作战行动的车载发射装置共有24台， A、B、C三类发射装置的数量分别为6台、6台、12台，

评价指标介绍

暴露时间

指得是是指各车载发射装置从待机地域出发时刻至第二波次发射时刻为止的时间，其中发射装置位于转载地域内的时间不计入暴露时间内。

期望暴露时间尽可能短。

每辆车的耗时组成：行车耗时，道路节点会车等待耗时，发射点齐射等待耗时，转载点转载作业耗时，转载等待耗时(分转载点内和点外)。

其中 行车耗时，道路节点会车等待耗时，发射点齐射等待耗时，组成一辆车的暴露时间。