

2019 年 MathorCup 高校数学建模挑战赛题目

B 题 环形穿梭车系统的设计与调度

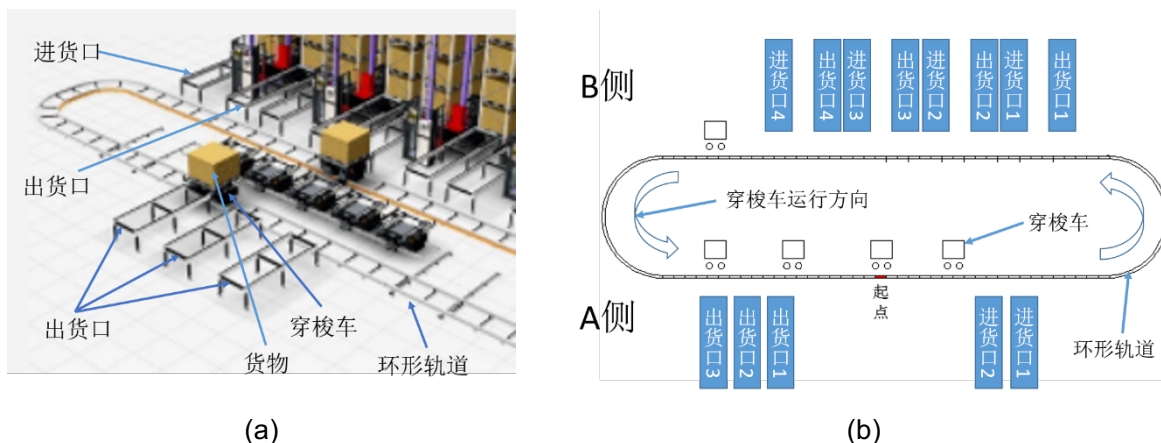


图 1：环形穿梭车系统示意图

某公司的环形穿梭车系统主要由一条环形轨道、 N 辆穿梭车、 m 个进货口（其中 A 侧 m_A 个，B 侧 m_B 个）和 n 个出货口（其中 A 侧 n_A 个，B 侧 n_B 个）构成。环形轨道由直线部分和弯道部分组成，分别记直线和弯道部分的长度为 l_1 和 l_2 。每辆穿梭车只能沿着环形轨道运行逆时针匀速运行（不能超车，只能一辆跟着一辆），记穿梭车的行驶速度为 v 。进出货口分别分布在环形轨道（直线部分）的两侧，分别记为 A 侧和 B 侧。A 侧进出货口是出货口在一起，进货口在一起；B 侧进出货口交替排列，即一个进货口、一个出货口，依次交替排列。为简化问题，每侧的进出货口均匀地分布在轨道（直线部分）边上。每辆穿梭车每次只能运送一件货物。

B 侧进货口至 A 侧出货口的一次出货操作的流程为：穿梭车运行至 B 侧进货口，穿梭车停在该进货口装载货物直至装载过程完成（装载时间不能忽略，在某个穿梭车装货的过程中，跟随在该车后面的穿梭车可能因不能超车而需停车等待），然后运行至 A 侧出货口，再停在该出货口把穿梭车上的货物卸载下来（卸载时间也不能忽略，并假设完成一次装货与一次卸货时间相同，并记一次装卸货时间为 $t_{L/U}$ ）。A 侧进货口至 B 侧出货口一次进货操作的流程与之类似。

现有 A、B 两侧的各个进货口处分别有一批货物需要处理。A 侧（B 侧）进货口的货

物要通过穿梭车运送至 B 侧（A 侧）出货口。A 侧进货口处的货物只能送至 B 侧给定的目标出货口，而 B 侧进货口的货物可以送到 A 侧任意的出货口。同一个进出货口处的多件货物按照先来先服务的顺序运送。我们用 R_{Aj} (R_{Bh}) 表示 A 侧 (B 侧) 进货口 j (进货口 h) 中的待处理货物数， d_{Ajk} 表示 A 侧进货口 j 中的第 k 个货物在 B 侧的目标出货口。

表 1：穿梭车系统的参数设置

轨道长度		穿梭车行驶速度	穿梭车长度	进货口数		出货口数		一次装卸货时间
直线	弯道			A 侧	B 侧	A 侧	B 侧	
94 米	6 米	1.5 米/秒	1.3 米	2	4	3	4	10 秒

请完成以下任务：

问题 1： 不计穿梭车实际长度的情况下，建立一般化的调度 N 辆穿梭车来完成各个进货口中待处理货物的数学模型和相应的求解算法，目标为总完工时间最小。此外，请在表 1 所示的具体系统参数下，分别给出在 $N = 3, 6, 9$ 时，完成附件 1 和附件 2 中的待处理货物所需的时间。

问题 2： 考虑穿梭车长度的情况下，建立一般化的调度 N 辆穿梭车来完成各个进货口中待处理货物的数学模型和相应的求解算法，目标为总完工时间最小。此外，请在表 1 所示的具体系统参数下，分别给出在 $N = 3, 6, 9$ 时，完成附件 1 和附件 2 中的待处理货物所需的时间。

问题 3： 在表 1 的系统参数条件下，以附件 1 和附件 2 中的数据为基础，对环形穿梭车系统运行效率进行评价。（系统运行效率的评价可以从系统中穿梭车的拥堵时间以及系统的最大货物吞吐量等角度展开，但不限于以上视角）。

问题 4： 对此环形穿梭车系统进行参数优化设计，并提出实际可行的改进建议。

附件：

1. A 侧各个进货口处待送至 B 侧出货口的货物信息；
2. B 侧各个进货口处待送至 A 侧出货口的货物信息。