

山东大学控制学院第七届学以致用

2025 编程能力大赛赛题

智能仓储中环形轨道穿梭车系统的应用日益广泛，其性能与车辆任务调度具有密切关系。由于任务请求具有动态性，实时性特点，使得多车协调运作时容易产生任务分配不合理、车辆堵塞、空车运行、效率低下等问题。因此，需要设计出良好的车辆任务调度算法提高系统效率。

如图 1 所示为环形轨道穿梭车系统的一个实际应用案例，多台穿梭车在环形轨道上单向运行，连接立体库区和出入库站台，立库区和出入库站台各有多个取货口和放货口，穿梭车从取货口装载物料，输送到目的放货口卸载物料完成物料搬运任务。



图 1 环形穿梭车系统实际应用案例

1、表 1 为穿梭车参数表

表 1 穿梭车参数表

参数名称	参数值	参数名称	参数值
直轨最大行走速度（米/分钟）	160	弯轨最大行走速度（米/分钟）	40
加速度、减速度（米/秒 ² ）	0.5	前后车最小距离（毫米）	200
装载货物、卸载货物时间（秒）	7.5	车辆长度（毫米）	2000

2、图 2 为系统布局图

系统布局图的上方为自动化库仓储区，自动化库仓储区和环形穿梭车系统的对接输送接口设备共有 12 个，其中 1, 3, 5, 7, 9, 11 为入库接口设备，2, 4, 6, 8, 10, 12 为出库接口设备；系统布局图的下方为出入库作业区，出入库作业区和环行穿梭车系统的对接输送接口设备共有 6 个，其中 13, 14, 15 为出库口，16, 17, 18 为入库口，系统设备关键尺寸和位置如图 2 标注所示。

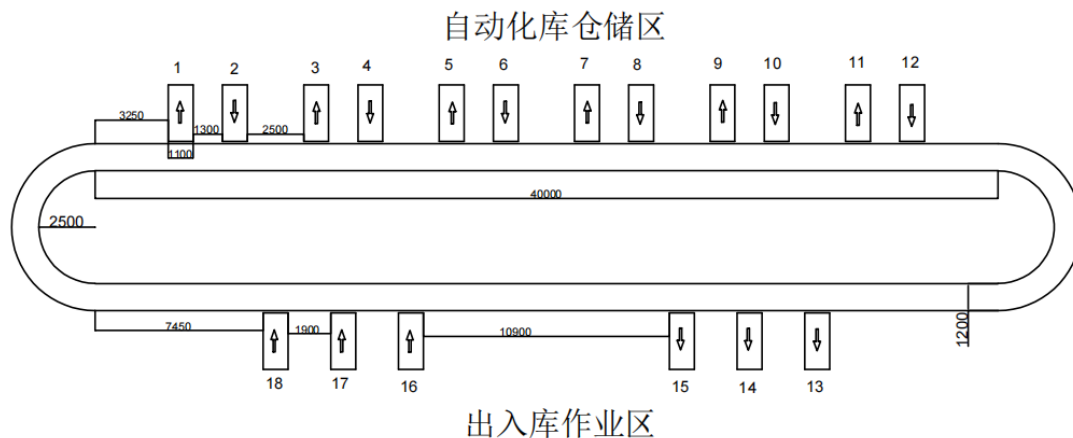


图 2 系统布局图

- 3、出库任务为穿梭车将出库接口设备 2, 4, 6, 8, 10, 12 上的货物搬运到出库口 13, 14, 15 上，出库口上的货物由操作人员搬下，用于装车发货；出库接口设备上的货物来自于所属巷道的堆垛机，当出库接口设备为空闲时，堆垛机开始将库位中的货物搬运到出库接口设备上，完成该搬运堆垛机需要耗时 50 秒；操作人员将出库口上的货物搬下需要耗时 30 秒；
- 4、入库任务为穿梭车将入库口 16、17、18 上的货物搬运到入库接口设备 1, 3, 5, 7, 9, 11 上，入库接口设备上的货物由所属巷道的堆垛机搬运到入库库位中；入库口上的货物由操作人员用叉车放置，当入库口设备为空闲时，操作人员需要耗时 30 秒才能完成向入库口放置货物的作业；入库接口设备上的货物需要等待 25 秒，才能由堆垛机取走；
- 5、穿梭车启停必须按照加减速规律和速度参数行走，小车不能发生碰撞和超车；
- 6、穿梭车在装卸货物时必须在行走停止状态；
- 7、对于出库任务，出库口为空时，小车才能向出库口放货；
- 8、对于入库任务，入库接口设备为空时，小车才能向入库接口设备放货；

设计任务

任务 1:

- 1、按照系统实际物理尺寸的比例，绘制系统布局图和穿梭车；
- 2、按照给定的穿梭车参数，让 3 辆穿梭车以随机速度巡游一圈，并随机在出入库口停车，显示并记录每辆小车每次加减速时的起始时间、速度、加速度和终止时间、速度、加速度，并统计每辆小车的总运行时间、停车次数等信息；开始时，穿梭车都在停止状态，第 1 辆车的位置与 15 号出库口对齐，其他车辆依次停在前车相距 200mm 的位置；
- 3、仿真系统中设定“秒”的仿真基准，可以通过调整该参数实现多倍速模拟。
- 4、仿真界面上需显示仿真时钟值和倍速值；

任务 2:

- 1、设计调度算法并仿真完成附件《任务列表》中给定的任务，任务列表中相同起始设备的任务必须严格按任务编号的顺序执行，不同起始设备的任务不需要按任务编号的顺序执行；如：入库任务 1 和 2 两个任务由于起始设备都是 16，必须先执行任务 1，才能再执行任务 2；而入库任务 2 和 19 两个任务由于起始设备一个为 16，另一个为 17，则对这两个任务那个先执行没有要求；
- 2、仿真初始每个入库口和出库接口设备上都已将该设备的第一个任务放置完毕；穿梭车都在空闲、停止状态，第 1 辆车的位置与 15 号出库口对齐，其他车辆依次停在前车相距 200mm 的位置；
- 3、分别按照车辆数为 3，5，7 台时的系统运行情况进行优化和仿真，用文本数据文件记录每个任务放置到起始设备上的时间，执行该任务的穿梭车编号，穿梭车从起始设备上完成取货的时间，穿梭车在目的设备上完成放货的时间以及货物在目的设备上消失的时间，数据项包括：任务编号、物料编号、任务类型、起始设备、目的设备、起始时间、穿梭车编号、取货完成时间、放货完成时间、货物取走时间；文件名为 TaskExeLog.txt, 数据项之间以'\t'间隔，以'\n'结束每行任务记录，存放位置同源代码工程文件的存放路径；用文本数据文件记录每台设备（穿梭车、入库口、入库接口、出库接口、出库口）的状态变化，数据项包括：时间、设备编号、货物编号、状态（无货变为有货或无货变为有货）；由无货变为有货及由有货变为无货的时间，文

件名为 DeviceStateLog.txt, 数据项之间以'\t' 间隔, 以'\n' 结束, 存放位置同源代码工程文件的存放路径;

- 4、入库口、出库口、入库接口、出库接口设备的有货、无货等不同状态的显示需不同, 穿梭车无任务无货、有任务无货、有货等不同状态的显示需不同;
- 5、统计不同车辆数量情况下, 完成所有任务的运行时间、每台设备的空闲总时间、每台设备的有货总时间, 并对仿真结果进行统计分析展示;
- 6、仿真必须严格符合小车参数、系统布局、设备运行、任务执行的要求, 在符合的要求的前提下总耗时越少越好;
- 7、在不改变轨道、入库接口设备和出库接口设备位置的前提下, 给出系统布局的改进建议;

分组说明

- 1、比赛以团队形式进行, 每队人数 2-3 人。仅限选修本学期《高级程序设计与实践》课程的人员相互组队, 且主体编程语言必须使用 C++面向对象编程(允许混合调用其他语言的程序), 图形编程可参考 <https://easyx.cn/>; 其他人员自由组队且编程语言不受限制。
- 2、比赛时间: 自发布之日起, 作品提交截止日期为 6 月 1 日晚;
- 3、提交要求:

每支队伍提交一个压缩包, 由各班班长负责收齐并提交给学院, 对于跨班组队的队伍, 提交给组长所在班级的班长。

压缩包内内容必须包含:

- ① “算法及程序设计报告”
- ② “源代码包”
- ③ “可执行文件及资源包”

压缩包命名为“队名+队长名.zip”;

提交时请认真核对以上内容, 如果有缺失将直接影响参评资格。

本题目为开放性题目, 如有没有明确定义的地方, 可以自由进行合理假设, 宗旨是体现创意和编程能力, 详情请在相应的文档中着重说明, 以备专家评判。