**作业名称：**基于元启发式算法的单机调度优化问题求解

本任务旨在面向离散制造业场景下的典型单机（单设备）排产问题，利用元启发式算法，对一组待加工作业进行排序与优化，减少因交货期紧张、加工时间不均衡或作业权重不同带来的生产延误与资源浪费。通过构建调度目标函数、设计邻域搜索策略并完成元启发式算法求解过程，可有效替代人工经验排产方式，提高排产质量与运行效率，为制造执行系统、智能排程与生产计划优化提供算法支撑。

**任务目标：**利用模拟退火等元启发式算法，对给定的单机作业集合生成一条合理的加工顺序，使调度目标最小化（如最小化加权总延误或最小化最大延误），并与基准调度规则（如EDD、SPT）进行性能对比。

**任务输入：本次作业给定的**单机作业数据集（每条记录包含：加工时间 p、交货期 d、作业权重w）**为纯文本格式**，内容示例如下（若数据中未出现权重行，则默认所有作业权重为1）：  
p 49 26 31 61 89

d 66 134 41 206 146

**任务输出：**①经过元启发式算法求解得到的当前最优调度序列；②对应的目标函数值及各作业完工时间、延误时间；③求解过程日志（温度、迭代次数、被接受解数目等）；④调度结果可视化图（如甘特图或时间轴）。

**主要步骤（以模拟退火算法为例）：**

1. 准备单机调度数据集，并完成读入与格式检查（作业时间、交货期、权重均为正数）；
2. 构建单机调度目标函数，如：根据给定作业顺序计算各作业的开始时间、完工时间、延误时间并汇总为总目标值；
3. 设计初始解生成策略，可选EDD、SPT或随机序列，作为后续SA的起点；
4. 设计邻域结构（交换/插入/反转），用于在解空间中产生新解；
5. 编写并运行模拟退火算法：设置初始温度、终止温度、降温系数与每温度迭代次数，记录最优解；
6. 对比不同参数组合或不同邻域方式下的求解效果，并与基准调度规则（EDD、SPT）进行性能对比；
7. 生成求解日志与调度结果可视化图，整理为作业报告。

**作业要求：**

1. 至少尝试3种以上不同的元启发式算法（包含多种邻域结构），并给出结果对比表。
2. 要求元启发式算法在给定数据集上的最优结果优于至少一种基准调度规则（如EDD），并在报告中写明“改善幅度”。
3. 作业需提交：源代码与运行环境说明、数据文件、求解过程日志（或运行截图）、调度结果可视化图（如甘特图）、简要报告。
4. **参考代码和数据集见：**https://github.com/KosmoBots/Intelligent\_Manufacturing\_ Engineering\_Management.git

**参考结果：**

1. 10个作业SA求解甘特图：

