## 摘要

本文主要针对化工厂巡检线路的排班问题展开研究，通过多方参考文献资料，建立有效的模型并求解得到更加优秀的路线规划。

由于各个巡检点的巡检时间和巡检周期已定，所以只能考虑通过减少在各个巡检点之间移动的时间来达到减少人力资源的目的。由此分析，可根据原始的稀疏图利用弗洛里德算法求得各点之间的最短路径，建立无向带权完全图，将问题转化为寻找一条线路使得遍历各点的路径之和最短，可知这是一个旅行商问题。

本文解决旅行商问题使用了Java语言编写遗传算法，求得近似最优解，经过实践分析，本文所建立的数学模型非常有效地解决了此类旅行商问题，规划了更优秀的巡检路线。

最终本文规划的巡检线路使用了更少的人力，采用了三班轮换和线路轮换的策略，任务更加均衡，最终可在13天内实现每个工人的任务量相对均衡。

在第一问不休息排班中，本文规划的路线每班4人，每天只需12人即可完成巡检任务，采用线路轮换让每个员工任务量更均衡。

在第二问可休息进餐排班中，本文规划的路线每天只需14人，其中由于进餐需要1至2名替班工人，早班2点到10点需4人，安排中班10点到18点需6人，晚班18点至次日2点4人。

在第三问错时上班排班模型中，经分析是一个最小哈密顿回路问题，属于旅行商问题的子问题，在不休息排班中每天需12人，可休息进餐排班中每天需13人。

**关键词：**旅行商问题，最小哈密顿回路，遗传算法，巡检线路，最短路径

**Abstract**

目录

[摘要 1](#_Toc6321303)

[一、 绪论 4](#_Toc6321304)

[二、 相关基础介绍 6](#_Toc6321305)

[三、 模型与解法 6](#_Toc6321306)

[四、 实验仿真 6](#_Toc6321307)

[五、 总结 6](#_Toc6321308)

# 绪论

1. **问题重述**

本论文研究题目是2017年全国大学生数学建模竞赛题目D题。

某化工厂有26个巡检点，各点需要在指定周期内巡检以保证正常生产，每个巡检点每次巡检需要一名工人，巡检工人的巡检起始地点在调度中心XJ-0022，工人可以按固定时间上班也可以错时上班，在调度中心得到任务后开始巡检。现在需要建立数学模型来安排巡检人数和巡检线路，要求所有点能按要求完成巡检，并且耗费的人力资源尽量少，同时考虑每名工人在一时间段内的工作量尽量均衡。

**问题1**.如果采用固定时间上班，不考虑巡检人员的休息时间，每天三班倒，每班工作8小时左右，每班需要多少人，巡检线路如何安排，要求给出巡检人员的巡检线路和巡检时间表。

**问题2.**如果巡检人员每巡检2小时左右需要休息一次，休息时间大约是5分钟到10分钟，中午12点和下午6点左右需要进餐一次，每次进餐时间为30分钟，仍采用每天三班倒，每班需要多少人，巡检线路如何安排，要求给出巡检人员的巡检线路和巡检时间表。

**问题3.**如果采用错时上班，重新讨论问题1和问题2，试分析错时上班是否更省人力。

1. **研究现状**

化工厂是一个比较危险的地方，为了减少事故发生的概率，安排人员定时巡检各个巡检点非常必要，可以有效降低事故发生率，提高化工厂安全生产水平。

目前本文所研究的题目已有了多种解决方案，下面我将分析各种解决方案的思路和存在的问题，对多种解决方案的理论依据在国内外的研究现状做一个综述，并提出自己的更优秀的解决方案。

谢晓敏、王正的《化工厂安全巡检线路的排班研究[1] 》一文中采用了弗洛伊德算法找出各个巡检点之间的最短路径，并按照巡检周期是否为35分钟将26个巡检点划分为两类，一类巡检周期35分钟的有18个巡检点，另一类是巡检周期大于35分钟的8个特殊巡检点，对两类巡检点分别采用蚁群算法求出最小哈密顿回路，其中第一类巡检点又划分为4个区域，最终规划的线路的路程消耗时间至少为105分钟。文中对问题一规划出的巡检线路每天需要15人；对问题二规划的线路是建立在第一问基础之上，将周期大于35的穿插到第一问线路中，需要16人或17人每天；对问题三，原有模型已不适合，重新规划后固定时间上班排班需要14人，可休息进餐排班需要15人。

《化工厂安全巡检线路的排班研究》一文中建立的模型采用了区域划分、分而治之的思想，对不同区域采用蚁群算法求解，虽然解决了问题，但是建立的模型和弗洛伊德算法、蚁群算法之间的关联程度有所欠缺，最后需要人为修正路径，因为该模型划分的不同区域之间路径重合过多，所以在路程上消耗的时间也就相对较多。

在《巡检线路排班优化模型》[2]一文中，作者采用了基于最小生成树建立多旅行商模型，利用弗洛伊德算法求最短路径，使用MATLAB工具求解模型，最后人为规划线路。对问题一规划的路线需要15人每天；对问题二规划的线路需要16人，替班工人在12点和6点先后顶替其他工人的工作，让其他工人进餐；对问题三采用错时上班，固定时间上班排班需要12人每天，可休息可进餐排班需要多一名替班工人，需13人每天。

该文中建立的模型和解法相对灵活，较好的解决了巡检线路的规划问题，同时巡检人员的数量相对较少。但是解法出现误差的可能性大，因为人为划分线路，数据的读入可能会容易出现不精确的情况。

在《“巡检线路的排班”问题解析》文中，作者首先采用了LINGO程序得到了精确的路程耗时68分钟和检查耗时67分钟，共135分钟，经计算得知至少需要4个工人，作者考虑增加一名工人，由此划分5条线路。作者采用TSP建立模型，由启发式方法根据TSP图形划分了5条路线。对第一问需要工人15人每天；第二问需要工人16人；第三问中，固时上班需要12人，可休息进餐需要13人每天。

该文中作者对排班调度分析较为详细，基于TSP建立的图形启发式模型简单有效，问题分析到位。在解决问题三时，作者提出7小时换班制，会出现每天换班时间不一样的情况，提前了三小时，这里可以优化。

综合多方文献资料，现对各种解法做总结。多数解法都是围绕多旅行商问题划分为单旅行商问题建立模型，采用了不同的解法，因为巡检节点数只有26个，大多数使用了图论启发法，有的直接基于最短路径、最小生成树划分路径。多数建立的模型复杂，解法却比较简单。

本文将基于图论法建立TSP模型，使用遗传算法解决旅行商问题，基于任务均衡划分每条线路的巡检节点数量，期望使用更少的人力资源完成巡检任务。

1. **本文思路**

本论文为了解决化工厂巡检线路的规划问题，参考了多方文献资料，研究了旅行商问题的应用场景和解决方法，研究了遗传算法在解决旅行商问题的有效性

# 相关基础介绍

# 模型与解法

# 实验仿真

# 总结

# 参考文献

1. 谢晓敏,王正.化工厂安全巡检线路的排班研究[J].南通职业大学学报,2018,32(02):69-71+74.
2. 段振华,杨海铭,李循鹏,文雷华.巡检线路排班优化模型[J].南方职业教育学刊,2018,8(04):61-66.
3. 薛毅.“巡检线路的排班”问题解析[J].数学建模及其应用,2018,7(01):52-62+79.