|  |  |
| --- | --- |
| 黑色校徽学校代码： | 10254 |
| 学 号： | 201530610016 |
| 密 级： |  |



SHANGHAI MARITIME UNIVERSITY

**硕士学位论文**

MASTER’S THESIS

|  |  |
| --- | --- |
| **学位类别：** | **专业学位** |
| **论文题目：** | **基于遗传算法的武汉新港空港综合保税区功能区布局规划方法研究** |
| **学科专业：** | **交通运输规划与管理** |
| **作者姓名：** | **陈伟杰** |
| **指导老师：** | **李钢** |
| **完成日期:** | **二〇一七年五月** |

论文独创性声明

本论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。论文中除了特别加以标注和致谢的地方外，不包含其他人或者其他机构已经发表或撰写过的研究成果。其他同志对本研究的启发和所做的贡献均已在论文中作了明确的声明并表示了感谢。

作者签名：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_日期：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

论文使用授权声明

本人同意上海海事大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留送交论文复印件，允许论文被查阅和借阅；学校可以上网公布论文的全部和部分内容，可以采用影印、缩印或者其他复制手段保存论文。保密的论文在解密后遵守此规定。

作者签名：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_导师签名：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_日期：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

# 摘 要

在国家“一带一路”、长江经济地等开放型发展战略背景下，武汉新港空港综合保税区依托国家长江黄金水道建设长江经济带的战略部署，围绕建设武汉长江中游航运中心的总体目标，打造“横贯中西、纵通南北”的空、江、海、铁、公联运外向型物流大通道。因此，对武汉新港空港综保区进行功能区布局优化是十分必要的，通过对武汉新港空港的基本情况分析，确定综合保税区主要功能，依托实际数据进行综保区功能区布局规划，为武汉新港空港建设提供有效意见。

通过阅读多篇国内外研究综述，文章总结归纳了物流园区功能区布局规划理论和方法，通过比较和筛选，选出一套适合武汉新港空港物流园区布局规划的方法。在第三章中，先是介绍了武汉新港空港的空间布局和地理区位，详细分析了周边公路、水路、铁路、航空等交通方面的区位优势。接着基于SWOT分析法对武汉新港空港综保区基本情况进行客观、系统的剖析。结合基本情况进行功能定位和产业定位，确定武汉新港空港综保区的主要功能。然后详细阐述了武汉新港空港功能区划分情况，基于重点业务，分析主要作业流程。

第四章确定物流园区布局总体目的和方向，详细介绍了物流园区布局所要遵循的布局原则。基于布局目的和布局原则建立布局规划模型，采用SLP法确定物流园区功能区之间的综合关系，基于割树理论对物流园区进行切割划分，以获取最大土地利用率，最后采用遗传算法进行求得一组或多组最优解。第五章以武汉新港空港综保区“两园一区”中的阳逻港园区为例，建立数学模型，根据作业流程和专家小组讨论确定物流园区各个功能区之间的综合关系，代入模型进行求解，得出多个武汉新港空港阳逻港园区功能区平面布局方案，经过比对和筛选选出最适合阳逻港区的功能区布局方案。

最后得出结论：①本文建立武汉新港空港双目标模型，分别以物流成本费用最低和邻接关系度最大为目标，并对该模型进行简化，变成单目标模型，简化遗传算法求解过程，达到相同的规划目的；②割树理论可以简化模型，减少武汉新港空港综保区功能区布局规划模型建立的约束条件，方便遗传算法编码和求解；③在进行遗传算法求解过程中，采用三段式编码方式编码染色体，使求解过程更加直观，从所求最优解便可知道详细切割方式。

关键词：SLP方法，SWOT分析法，割树理论，遗传算法

# 

# **Abstract**

Under the background of the One Belt One road ,the Yangtze River Economic Belt and other open development strategy, Wuhan Newport Comprehensive Bonded Zone relies on the strategic plan of the Yangtze River Economic Zone to build Yangtze River Economic Zone .The overall goal is to create the transport - oriented logistics channel which can “across the east and west” by air, river, sea, railway and highway. Therefore, it is necessary to optimize the functional area layout of Wuhan Newport Comprehensive Protection Zone. The paper analyzes the basic situation of Wuhan Newport Comprehensive Bonded Zone and determines the main functions of the comprehensive bonded area. Relying on the actual data, the article makes the planning of the functional area layout and provides effective advice for Wuhan Newport Comprehensive Bonded Zone.

This paper summarizes the theory and method of the layout of the functional area of the logistics park by reading a large number of research reports at home and abroad. Through the comparison and screening, the article selects a set of suitable for Wuhan Newport Airport logistics park layout planning method. In the third chapter, the paper introduces the spatial layout and geographical location of Wuhan Newport, and analyzes the advantages of the surrounding roads, waterways, railways and aviation. Then, this paper makes an objective and systematic analysis of the basic situation of Wuhan Newport Comprehensive Management Zone relying on SWOT analysis method. We combine the basic situation of functional positioning and industry positioning to determine the main functions of Wuhan Newport Airport comprehensive management area. Then I introduce the Wuhan Newport Airport functional area division, based on key business, analysis of the main operating processes. According to the job flow chart and excellent domestic and international reference data, I determined the comprehensive relationship between the various functional areas.

The fourth chapter determines the layout direction of the logistics park, and introduces the layout principle of the logistics park layout. Basing on the purpose of layout and the principle of layout, we establish the layout model and use SLP method to determine the comprehensive relationship between the functional areas of the logistics park, and use the cutting tree theory to cut and divide the logistics park with maximum land use rate. Then we use genetic algorithm to solve. The fifth chapter takes the Yangluo Port Park in the "two parks and one district" of Wuhan Newport Airport Comprehensive Management Area as an example, establishes the model, determines the comprehensive relationship between the logistics parks according to the operational process and the historical expert data, carries on the model to solve. And finally, the solution of the functional area layout of Yangluo Port Park in Wuhan Newport Airport is selected and compared with the screening and selection of the functional area layout scheme which is most suitable for Yangluo Port area.

Finally, the conclusion is drawn: (1) The paper establishes the dual-target model of Wuhan Xingang airport, simplifies the model and becomes a single-objective model, simplifies the process of genetic algorithm to achieve the same planning purpose. (2) The tree-cutting theory can simplify the model, reduce the constraints of the model established by Wuhan Newport Comprehensive Bonded Zone, facilitate the coding and solving of genetic algorithm; (3) In the process of solving the genetic algorithm, the chromosome is coded by the three-stage coding method, so that the solution process is more intuitive and the detailed solution can be known from the optimal solution.

**KEYWORDS:** SLP method，SWOT analysis，Tree cutting theory，Genetic algorithm

# 目 录

[摘 要 I](#_Toc483906771)

[Abstract III](#_Toc483906772)

[目 录 VI](#_Toc483906773)

[第一章 绪论 1](#_Toc483906774)

[1.1 研究背景 1](#_Toc483906775)

[1.2 研究意义 1](#_Toc483906776)

[1.3 国内外研究综述 2](#_Toc483906777)

[1.3.1 国外研究综述 2](#_Toc483906778)

[1.3.2 国内研究综述 3](#_Toc483906779)

[1.4 研究内容及技术路线 5](#_Toc483906780)

[1.4.1 研究内容 5](#_Toc483906781)

[1.4.2 技术路线 6](#_Toc483906782)

[第二章 相关方法论述 8](#_Toc483906783)

[2.1 设施布局问题的研究 8](#_Toc483906784)

[2.1.1 等面积设施布局问题模型 8](#_Toc483906785)

[2.1.2 不等面积设施布局问题模型 10](#_Toc483906786)

[2.2 物流园区功能区布局步骤 12](#_Toc483906787)

[2.3 物流园区功能区布局方法研究 13](#_Toc483906788)

[2.3.1 SWOT分析法 13](#_Toc483906789)

[2.3.2 割树理论 14](#_Toc483906790)

[2.3.3 SLP方法 15](#_Toc483906791)

[2.4 模型求解方法研究 16](#_Toc483906792)

[2.4.1 遗传算法 16](#_Toc483906793)

[2.4.2 禁忌搜索法 16](#_Toc483906794)

[2.4.3 模拟退火法 17](#_Toc483906795)

[2.4.4 爬山法 17](#_Toc483906796)

[第三章 武汉新港空港综合保税区发展现状研究 18](#_Toc483906797)

[3.1 武汉新港空港综合保税区地理概况 18](#_Toc483906798)

[3.1.1 空间布局 18](#_Toc483906799)

[3.1.2 地理区位 19](#_Toc483906800)

[3.2 武汉新港空港综合保税区的SWOT分析 20](#_Toc483906801)

[3.2.1 优势分析 20](#_Toc483906802)

[3.2.2 劣势分析 22](#_Toc483906803)

[3.2.3 机遇分析 23](#_Toc483906804)

[3.2.4 挑战分析 24](#_Toc483906805)

[3.2.5 战略定位 25](#_Toc483906806)

[3.3 武汉新港空港综合保税区主要功能 28](#_Toc483906807)

[3.3.1 功能定位 28](#_Toc483906808)

[3.3.2 产业定位 29](#_Toc483906809)

[3.4 武汉新港空港阳逻港功能区划分及作业流程 30](#_Toc483906810)

[3.4.1 阳逻港功能区块划分 30](#_Toc483906811)

[3.4.2 武汉新港空港综保区阳逻港重点业务 31](#_Toc483906812)

[3.4.3 武汉新港空港综保区主要业务作业流程 32](#_Toc483906813)

[第4章 物流园区功能区布局优化模型 34](#_Toc483906814)

[4.1 物流园区布局方向及布局原则 34](#_Toc483906815)

[4.1.1 物流园区布局目的 34](#_Toc483906816)

[4.1.2 物流园区布局原则 34](#_Toc483906817)

[4.2 建立模型 35](#_Toc483906818)

[4.2.1 模型假设及已知数据 35](#_Toc483906819)

[4.2.2 建立模型及模型 35](#_Toc483906820)

[4.3 遗传算法求解优化模型 40](#_Toc483906821)

[4.3.1 遗传算法基本概念 40](#_Toc483906822)

[4.3.2 遗传算法运算过程 41](#_Toc483906823)

[第5章 武汉新港空港阳逻港区功能区布局 45](#_Toc483906824)

[5.1 阳逻港区功能区之间综合关系分析 45](#_Toc483906825)

[5.2 阳逻港区功能区布局模型建立 47](#_Toc483906826)

[5.2.1 目标函数 47](#_Toc483906827)

[5.2.2 算法参数设置 47](#_Toc483906828)

[5.3 阳逻港区功能区模型求解 48](#_Toc483906829)

[5.4 布局方案比较与选择 51](#_Toc483906830)

[5.4.1 输出结果 51](#_Toc483906831)

[5.4.2 布局方案比较与选择 55](#_Toc483906832)

[第6章 结论与展望 59](#_Toc483906833)

[6.1 结论 59](#_Toc483906834)

[6.2 展望 60](#_Toc483906835)

[参考文献 61](#_Toc483906836)

[附件一 64](#_Toc483906837)

# 第一章 绪论

## 1.1 研究背景

目前，武汉长江中游航运中心建设已步入迅速发展时期，成为了构筑中部崛起战略支点的核心支撑。自武汉长江中游航运中心总体规划实施以来，武汉航运中心建设呈现良好的发展态势，重大规划编制全面加速，自贸区及综保区建设稳步推进。其中，武汉新港空港综合保税区的建设不但强化了阳逻港在长江中上游地区的核心港、枢纽港地位，而且突出了东西湖区依靠铁路、空港进行中部对外开放的新格局，在航运中心建设中扮演重要角色。

国务院于2016年3月11日颁发了《国务院关于同意设立武汉新港空港综合保税区的批复》（国函[2016]51号），湖北省将开展第二个综合保税区——武汉新港空港综合保税区的建设。

在国家长江黄金水道建设长江经济带的战略背景下，湖北省第二个综合保税区——武汉新港空港综合保税区的建设将推进武汉长江中游航运中心快速发展，同时紧紧围绕国家“一带一路”战略，长江经济地等开放型发展战略，打造“四通八达”的空、江、海、铁、公等多式联运外向型物流大通道，推动武汉及周边城市的经济发展。

## 1.2 研究意义

武汉新港空港综合保区的合理规划决定武汉新港空港综保区建成之后货物的装卸、仓储、配送、信息处理等各个相关环节的效率。综合保税区功能区设置的合理与否直接影响着综合保税区功能的实现。如果综保区功能园区布置不合理，可能会增加物流负担，交通堵塞，物流成本提高，不利于物流作业的管理与协调。

因此，本文的研究目的是：深入剖析武汉空港综保区发展现状，基于SWOT分析法分析武汉空港新港综保区发展的优势、劣势以及机遇和挑战，然后阐述了武汉新港空港综保区的功能定位和产业定位，确定武汉新港空港主要功能。基于主要功能和重点业务进行武汉新港空港综保区功能区综合关系分析，借鉴国内外学术经验，建立数学模型，利用遗传算法进行求解，科学得出多组综保区功能区布局方案，然后对布局方案进行比对和筛选，挑选出最优布局方案。为武汉新港空港综合保税区的建设提供指导性意见。规划建设好武汉新港空港综保区，才能更好的打造现代化物流产业体系，加速推进武汉长江中游航运中心建设，对接长江经济带、“21世纪海上丝绸之路”等国家战略，同时也是武汉长江中游航运中心深化改革与创新发展的重要实践。

## 1.3 国内外研究综述

### 1.3.1 国外研究综述

早期具有代表性的布局方案是20世纪60年代由美国查理繆瑟[1]提出的SLP（Systematic Layout Planning系统布置设计），此方法较为经典，目前在很多设施布局问题仍然使用该方法。此方法将作业单位（待布局设施）之间的相互关系划分等级，将设施布局问题中模糊不清的设施关系转化为定量研究，从多个因素进行考虑，得出待布局设施之间的物流关系和非物流关系，从而得到彼此之间的综合关系。有利于全面准确的处理设施布局问题，为设施布局问题提供了更为科学的理论依据。

德国Fraunhofer IML[2]物流研究所，对大量国际性物流中心规划项目进行研究分析，总结了经典的MSFLB法（Market Study，Strategic Positioning，Function Design，Layout Design、Business Plan）规划构建物流中心。目前许多物流中心规划项目仍然使用该方法。MSFLB法基于市场需求、战略定位来定位物流园区的功能、制定功能区布局和商业规划。由于此方法布局物流园区功能区的科学性和系统性，被国内外学者广泛借鉴和应用。

1960年以来，随着计算机技术的发展，以Lee R.C[3]为代表的国内外研究学者将计算机技术应用于平面设计以及其布局优化方面的问题研究上，催生了越来越多不同计算机语言的平面布局程序，形成了一套以计算机编程语言为辅助的平面设施布置方法CAFD（Computer Aided Facilities Design）。随着计算机的快速发展，计算功能、视图技术、人工智能的发展，使得原来复杂的布局问题变得简单，原来解不出来的模型也能快速精确的求解，为物流园区功能区布局提供强有力的辅助与支持。

21世纪后，国内外学者从不同的方面，提供了更多的方法解决布局问题。Eiichi[4]（1999）等先使用排队论和非线性规划模型确定物流园区规模和选址最佳方案。Agatina La Rosa[5]（2000）等利用GIS技术，以运输成本最小化为目标，对物流设施的位置等问题采用数学方法进行了研究。Chen[6]（2001）采用模糊综合评价方法，建立多目标优化模型，对物流配送中心选址指标以及园区功能区布局规划问题进行了探讨。Hyun Jeung Ko[7]等采用启发式算法，构建动态规划模型，基于第三方物流企业项目，研究了物流企业一体化设施的布局问题。Kyu-Yeul Lee[8]（2005）研究设施之间的最短路径问题，从最短路径方面着手，采用Dijkstra算法解决设施之间的距离求解，基于混合遗传算法，用过选择、变异、交叉等基因操作，解决了多层设施的布置问题。Alessandro[9] （2008）等从安全评价的角度对设施布局问题进行了深入研究。J.Cagan[10]根据实际问题，建立与之对应的非线性数据模型，基于非线性优化算法进行求解，解决设施布局问题。J.Abu[11] 等人为在设施布局问题中，设计了设施间的缓冲区，设计了适合弹性化生产作业的设施布局系统，在一定程度上优化作业流程，缓解了作业压力，为空间占有量少的作业单元提供缓冲，并利用优化算法进行求解得出设施布局方案。Sabin[12]等深建立多目标设施布局模型，以物流运输成本最低和待布局区块邻接关联度最大为布局目标，并采用模拟退火法进行求解。

分析以上国外参考文献可以得出结论：①国外对设施布局问题的研究起步较早，相关理论成熟，研究着重点是对布局问题模型的建立、算法的求解以及利用计算机技术解决复杂布局模型。②国外早期学者研究的理论和方法较为经典，例如MSFLB法和SLP法，现在很多研究和项目仍在借鉴和广泛使用。

### 1.3.2 国内研究综述

物流园区规划研究主要可以分为宏观层面上的物流园区规划研究和微观层面上的功能园区规划研究。宏观层面上大体分为这几个方面：物流需求预测、物流园区规模确定、物流园区选址确定、区内功能区数量确定等等；微观层面则集中在物流园区功能区布局上。

相比国外而言，国内物流园区功能区布局研究起步较晚。1996年，《机械工厂总平面及运输设计规范》出版，这本书为平面布置和设计制定了详细标准的设计规范，成为我国平面布置和设计的重要参考书目，具有规范性指导意义[13]。丁宁宁[14]（2005）编写了《我国物流基础设施规划有关问题的研究》一书，这本书详细阐述了物流基础设施规划相关的理论知识，深刻分析了我国物流行业基础设施规划目前存在的问题，并对这些问题提出指导性意见。

台湾学者林立千[15]等编写了《设施规划与物流中心设计》一书，结合设施规划理论与物流中心设计实例，对物流中心规模估算方法进行研究，设计物流运输体系以及规划物流中心设施布局等多个方面都进行了系统全面的研究。基于大量真是案例，分别建立10个信息模块和9个实体模块，辅助规划者进行物流中心设施规划与布局。

苏超[16]等借鉴车间设施布局方案应用于物流园区功能区布局中，分析了园区内部功能区与周边交通设施以及道路的关系。基于系统布局设计方法（SLP），对SLP方法进行改进，分析了周边交通设施对物流园区的功能区的影响，建立物流园区功能区布局模型，采用栅格法对待布局区域进行划分求解，简化求解过程，求得最优解。

郝红艳[17]（2007）研究了一套从功能区划分到功能区布局的方法，应用了遗传算法求解，最后将其应用与连云港港口的某个物流园区。许程[18]（2012）分析了物流园区布局的基本理论，对物流园区的功能定位、作业流程以及功能区之间的关系进行了详细的分析，并且利用Flexsim软件进行仿真建模，并将其应用于实例，对各个功能区细节设置进行优化。王喜萍[19]（2008）应用图论法和系统布置设计法对航空物流园区设施进行布局，提高机场物流作业运作效率。

米婷露[20]（2014）基于改进的SLP方法对物流园区功能区布局规划进行了深入研究。比较了传统SLP方法与改进SLP方法的区别。改进的SLP方法不仅分析了物流园区内功能区之间的相互关系，也分析了物流园区内部区域与物流园区外部交通设施的关系。更加全面的考虑了能对物流园区功能区造成影响的因素。许程[21]（2015）采用混合算法求解物流园区布局模型。将遗传算法与爬山算法相结合。从而避免了遗传算法求解陷入局部最优解的局面，为求解物流园区功能区布局模型提供了新思路。

周三元[22]（2009）将设施布局模型分为四类，分别为多目标模型、模糊模型、模拟模型以及离散模型，并对设施布置评价进行了算法集成。张泳[23]（2010）深入研究了多目标模型布置设计的内涵，应用遗传算法进行多目标模型求解，并且讨论了遗传算法在设施布局中的灵敏度。潘宁楠[24]（2010）阐述了港口物流园区布局方案的设计方法，详细说明了方案的设计思路和原则，通过分析比较现有物流园区布局规划的优缺点，建立仿真模型，采用AutoMod软件进行仿真优化。陈娟[25]（2009）通过实地考察、调研，结合数据确定钢铁物流园区规模，使用SLP方法对钢铁物流园区布局规划进行分析，结合作业下料优化对物流园区进行布局优化，对钢铁物流园区布局和作业相辅具有指导性意义。

分析以上国内参考文献可以得出，国内物流园区功能区布局规划具有以下特点：①物流园区规划布局宏观层面的研究比微观层面上的研究全面，微观层面上的研究内容、理论和方法相对欠缺；②关于园区内部功能区规划的方法比较单一，绝大多数是基于SLP方法进行研究和分析，本文同样也借鉴了SLP方法进行研究；③进行物流园区功能区规划时，没有系统的从宏观到微观多个层面去研究；④针对功能区布局方案的评价不够深入，方法欠缺。

## 1.4 研究内容及技术路线

### 1.4.1 研究内容

本文第一章围绕着论文的研究背景和意义，分析归纳了大量国内外文献。重点从物流园区功能区布局的原理、方法、建模以及求解等方面去总结记录，并根据国内外优秀的研究经验，结合实际情况，提取出对武汉新港空港建设有用的方案。

在第二章中，分析了物流园区功能区布局的基本理论。分别从概念上分析了物流园区的功能以及综合保税区的功能，同时对其他类似概念做了详细的界定。然后分析了物流园区功能区布局规划的含义、基本原理以及一般物流园区规划的步骤。最后介绍了本文用到的相关理论：割树理论和SLP方法。

在第三章中，根据第二章物流园区功能区布局的一般步骤，先对市场进行分析。本章分别分析了武汉新港空港发展的优势和劣势，对发展的机遇与挑战作深入挖掘，最后结合武汉新港空港的综合情况做出战略选择。

第四章是结合地方政府对武汉新港空港的指导思想，给出战略定位。根据实地调研与考察，详细分析武汉新港空港园区周边的产业结构，分别给出“阳逻港园区”和“东西湖园区”的产业定位。确定武汉新港空港的主要任务，充分发挥武汉新港空港功能。

在第五章中，以阳逻港园区为例，以物流运输费用最小，土地使用率最大，邻接关联度最大建立了阳逻港区功能区布局模型，基于遗传算法进行求解，得出结论。给出合理布局的方案。

第六章对全文主要结论做出总结，围绕文章主要贡献点进行阐述，分析论文研究不足之处，指出后续发展方向。

### 1.4.2 技术路线

提出问题

国内研究综述

国外研究综述

文献回顾

设施布局问题研究

相关理论研究

设施布局步骤

算法比对选择

物流园区布

局方法

物流园区功能区布局

空间布局 地理区位

SWOT分析

主要功能

武汉新港发展现状研究

作业流程

物流园区功能区布局模型及求解研究

布局目的及原则

割树理论

模型假设

物流园区功能区布局模型

模型简化

种群初始化

功能区布局模型求解算法

编码方式

变异算子

交叉算子

：本文的研究技术路线

武汉新港空港阳逻

港区布局

结论与未来研究展望

# 第二章 相关方法论述

## 2.1 设施布局问题的研究

设施布局问题是关于设施布局过程的抽象问题，基于设施之间的关系以及设施布局空间的需求实施不重复的摆放，以获取一个或多个设施布局方法。

根据设施功能属性的差异，可以将设施布局分为两大块。一类是设备布局，一类是功能区布局。相比较来说，设备布局所考虑的问题单一，通常采用单行、多行和环形等多种布局模式，但功能区布局所考虑的因素就复杂很多。而本文的研究内容属于功能区布局问题。

根据不考虑或考虑功能设施的形状和面积可以将设施布局问题分为两大类：一是相等面积设施布局问题模型；二是不等面积布局问题模型。

### 2.1.1 等面积设施布局问题模型

如果不考虑设施布局中形状和面积的问题，就可以把需要布局的设施看作是一系列分散的点。选定n个候选点，将n个设置布局到n个候选点上，见图2-1a或者将各个设施看作相等面积的小块进行排放如图2-1b。从而将各个设施布局到指定的位置。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** |
| **4** | **5** | **6** |
| **7** | **8** | **9** |
| **10** | **11** | **12** |

**（b）**

**（a）**

图2-1 一对一放置模型示意图

通常这种模型的优化是以区块之间的总物流费用最小为优化目标，建立求解二次指派问题的模型如公式（2-1）所示：

其中：

c(i，j，k，l)表示个体i处于k位置、个体j处于l位置时，从位置l到位置k的运输费用。

x(i，j)为0或1变量，当x位于位置k时，x（i，k）的值为1，否则为0。

虽然这种方法简单，但是它能处理的问题也相对单一，只可以处理忽视设施面积不等的布局问题。此时设施之间的距离是确定的，不会随着设施位置的变化而变化。但是，在进行设施布局时，并不是所有的设施面积都是相等的。因此该方法的使用范围太窄，本文研究的功能区布局中功能区的面积就不相等。

### 2.1.2 不等面积设施布局问题模型

因为如果忽略面积因素，这种设施布局模型的适用范围就很窄，解决不了面积不相等设施布局问题。因此，90年代之后，研究设施布局问题主要聚焦 在面积不相等设施布局问题上。在解决设施面积不相等的布局问题上，研究者们提出了模块化和连续平面布局模型：

（1） 模块化布局模型

模块化布局模型将设施待布局区域栅格化，每个小栅格的面积相等，多个小栅格组成一个设施如图2-2。这种模型常规的解决方案是Buffa提出的CRAFT（Computerized Relative Allocation of Facilities Technique），在设施布局区栅格化的基础上，由布局者随机给出一套布局方案，再通过一次次交换布局设施的位置，然后对每个方案进行评估，最后得出评估成绩最优的方案。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 4 |
| 3 | 2 | 4 |
| 3 | 5 | 4 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 2 | 2 | 4 |
| 3 | 1 | 4 |
| 3 | 5 | 4 |

图2-2 CRAFT法的迭代演示

左边是初始布局方案，右边是调整一次后的布局方案。首次调整可以交换的区块可以是1~2，1~3，1~5，2~3，2~4，2~5，3~5，4~5。其中有一个原则是，交换后不能打碎布局区块，属于同一区块的栅格要连在一起。这种改进方法简单，在规模较小时实操性强，可以人为的用手工去求解。当规模增大时，也可以利用计算机去求解。但可能造成的结果是，最后布局出来的区块并不是矩形，形状不是规则的。

(2)连续平面布局模型

以上布局模型的思路是将布局区域抽象为点或者区块，而连续型布局模型是将布局区域视为连续平面，设施之间相互不重复，可以任意的把设施放置在功能区能的任意的位置。

连续布局模型的目标是以两地方之间的运输费用最小实施布局。约束条件：一是布局区域面积不大于总的规划区域；二是布局区域之间互相不重叠。由此建立初始模型如下：

其中：

-单位物流量单位距离的运输费用；

-设施i和设施j之间的物流量；

-设施i和设施j之间的距离；

-是两个功能区之间的距离，这个距离有多种计算方法，为了简化计算，学者们用在平面布局中的距离求解公式通常为直线距离（2-3）或者折线距离（2-4）；是单位距离单位运量的运输费用；是设施i和设施j之间的物流量，物流量可以根据分析、预测、评估等多种方法得出。

其中：

-设施i中心的横坐标；

-设施i中心的纵坐标；

约束1：布局区域互不重叠：

约束2：设施布局总面积小于规划区域面积：

其中：

-是设施i的宽度

-是设施i的高度

-是功能区的宽度

-是功能区的高度

连续型平面布局模型更加灵活，适用性范围更加广泛，更加贴近实际布局情况，因此本文采用连续型平面布局模型对武汉新港空港阳逻港区进行布局。

## 2.2 物流园区功能区布局步骤

本文所采用的物流园区功能区布局规划步骤是参考了德国弗劳恩霍夫物流研究院提出的MSFLB规划步骤。此步骤是该研究院根据众多国际性物流项目而总结的步骤，主要分为五大步骤：市场分析-->战略选择-->功能定位-->布局设计-->商业规划。

1. 市场分析

要进行物流园区功能区布局，首先要对物流园区功能区基本发展情况有所了解。主要从以下几个方面：物流园区周边经济状况、基础设施建设情况、同类服务竞争情况、市场需求情况、产业类别及分布情况等等。

本文则是通过SWOT分析法，分析武汉新港空港综合保税区的内部优势与劣势，以及外部面临的机遇和挑战，深层次挖掘武汉新港空港综合保税区的发展现状，为武汉新港空港综保区功能区布局做铺垫。

1. 战略选择

基于物流园区市场分析制定吻合市场规律的发展战略。主要确定物流园区功能区发展总体目标、发展战略、发展思路以及发展方法等等。

本文基于武汉新港空港综保区SWOT分析结果，确定发展方向以及制定详细发展举措，尽力克服武汉新港空港现阶段所面临的问题，发挥自身优势，推进武汉长江中游航运中心建设。

1. 功能定位

物流园区的功能定位要依据本地区的市场分析和战略定位的结果。运输、配送、仓储、装卸、加工等基本功能是传统的物流园区都具备的功能。根据不同地区的需求差别，物流园区还需要具备其它特别的功能。例如：本文研究的武汉新港空港除了具有基本功能外，还具有商贸展示的功能。物流园区具有巨大的运输力，聚集了多种交通运输方式，人流量和物流量都很大。因此吸引了商贸企业入住园区内进行商贸展示。

1. 布局设计

根据物流园区的作业流程，需要在保证业务高效运转的情况下，尽可能地降低运输费用，提高高质量的服务，从而提升服务竞争力。这也是本文研究的重点。本文将借鉴国内外学者的优秀研究成果，对武汉新港空港基本情况进行深入的剖析。首先建立科学的数学模型，然后利用遗传算法进行模拟仿真，最后得出最优的布局方案。

1. 商业规划

物流园区建成之后，商业规划可以让更加专业的团队提供更高质量更多元化的服务，以提高物流园区的服务竞争力，从而获取利润。获取商业利润的形式通常有园区销售、市场推广、投资收益、促销活动。根据不同的业务，商业规划可能会有不同的形式。例如，武汉新港空港主要从保税物流项目、保税加工项目以及保税服务项目三方面进行招商引资。

## 2.3 物流园区功能区布局方法研究

### 2.3.1 SWOT分析法

SWOT分析法是对研究对象先进行内部的优势分析和劣势分析再提出外部所面对的机遇和挑战的一种分析方法。应用这种方法，可以对研究对象进行客观的、全面的、系统的、准确的研究。从而根据对研究对象深层次的剖析，制定相应的发展战略、计划和任务。

本文在SWOT分析法的基础上，对武汉新港空港的基本建设情况作深入分析，构造SWOT分析矩阵。根据武汉新港空港优劣势以及发展所面临的机遇和挑战，确定武汉港区发展战略和功能定位，对于园区的建设和发展具有指导性意义。

### 2.3.2 割树理论

在对物流园区功能区布局规划时，功能区布局要遵照两个约束条件：一是功能区与功能区之间互不重叠；二是功能区总面积不能超出物流园区面积的总和。同时实现土地利用率最大化。那么使用割树法去划分功能园区就可以满足上述的所有要求。

割树法：就是将一个矩形水平切或者垂直切，一刀切到底从而得到一个（n+1）个矩阵，其中n是切的刀数。其中割树更为精准的确定切割的方式（横竖）、切割顺序以及切割的位置。

我们利用H表示水平切割，利用V表示竖直切割。然后就可以根据不同的切割方式构建出与之对应的割树。根节点代表的是切割方式（横竖），叶子节点代表的是切割后的功能区块。

**3**

**4**

**1**

**6**

**5**

**2**

图2-3 割树模型对应的区域分割图

如图2-3所示，先竖直切一刀，并没有分出叶子节点，然后分别在新得到的两个区域里面横着切一刀，得到两个叶子节点，在对应的位置标出4和6。然后再在剩下的部分切割，最后又得到4个叶子节点，在对应的位置标出序号。就得到相应的平面切割图。总体的框架与切割方式是一 一对应的，一个切割树只能得到一种切割平面图。

### 2.3.3 SLP方法

系统布置设计方法（System Layout Planning，SLP）是以常规的设施布局为基础，分析了每个地区的物流关系与非物流关系，再经过综合打分最后得到每个区域之间的综合关系度，从而确定它们之间距离的远近。通常SLP方法的步骤如下：

（1）确定功能区划分及规模大小。根据市场分析，确定功能区块，并根据系统的方法确定各个功能区块的面积，为之后的物流园区的规划奠定良好的基础。

（2）分析综合关系，对关联度进行量化。首先需要对物流园区功能区之间的物流关系和非物流关系进行剖析。然后用科学方法来设置物流关系和非物流关系的权重，最后确定物流关系之间的综合关系。

（3）确定功能区布局图。根据功能区之间的综合关系以及设定的功能区区块大小，结合地貌特征即可在规划区域内布局。

本文在对物流园区功能区布局时，参考SLP方法来研究功能区之间的综合关系。把功能区布局问题简单化，并将定性问题转化到定量问题上。

## 2.4 模型求解方法研究

近些年，随着计算机技术的发展，计算机运算能力的提升，使得求解优化算法的效率提高，时间变短。随着对优化算法的研究更为深入，对其的应用也更加普遍。常用的优化算法包括模拟退火法、遗传优化算法、禁忌搜索法和爬山法等。

### 2.4.1 遗传算法

遗传算法起始于上世纪九十年代。目前，国内外对它的理论和应用探究都很深入。遗传算法的研究主要在模糊推理、机器学习和神经网络等方面。遗传算法是模仿达尔文生物进化论中的自然选择和遗传学而演化出来的求解方法。遗传算法的简要思想就是随机生成一个种群，对种群进行适应度评估，淘汰劣等基因，筛选出优等基因。然后对优势基因进行近似的“生物进化”处理，对其进行选择运算、交叉运算和变异运算获得下一个种群群体。依次迭代运算，获得一组最优的个体，就是一组最优解。

### 2.4.2 禁忌搜索法

禁忌搜索法是一种随机的搜索运算。它从一个可行的初始解开始，选择一条特定的搜寻方向搜寻，朝着目标函数值改变最大的方向移动，从而找到最优解。为了使搜索的解做到对整体来说是最优的，以免陷进局部最优的僵局。禁忌搜索算法采用“tabu list禁忌表”记录搜索路径，并不执着于搜索某个区域，某个区域搜索完成后会接着去其他的区域搜索，直到找到一个全局最优解。在这个过程中，“禁忌表”的作用：一是以免陷进某块指定区域查找，只找到局部的最优解；二是可以缩短搜索时间，原来搜索的区域就不用再去搜索，使得求解的过程效率更高。

### 2.4.3 模拟退火法

模拟退火法（Simulate Anneal Arithmetic，SAA）是1983年S.Kirpatrick和M.P.Vecchi所发明，模拟冶金学上的“退火”演化而来的算法。模拟退火算法的主要思想是：材料被加热后，它的内能会增加，晶粒的体积变大，原子会远离原本的地方，随机在其他地方移动。给定一个特定的速率进行冷却，原子有较多的可能找到内能比原来更低的位置。其中的内能E就是目标函数值F，内能最小就是目标函数最优的解。

### 2.4.4 爬山法

爬山法（Hill Climbing）也是一种搜寻算法，该算法的原则就如同“爬山”一样，为了达到最高峰，随机取一个点，然后在临近范围内寻求一些新的点。要是新解优于目前解，那么新点将变成新的目前点。然后在新点附近再次搜寻新的点，进行迭代操作。直到最后，再搜寻附近的点，所得到的解与当前解相同，或者低于当前解时，爬山算法终止。

从爬山算法的原理很容易看出来，它可以很快的找到最优解，但是找到的是局部最优解。要想获取全局最优解，则需要多次选取初始点，从多个不同的区域进行“爬山”，以寻找多个局部最优解。最后得到全局最优解。

经过以上多种优化算法的比较。使用遗传算法解决设施布局问题模型比较有优势。借鉴国内外先进的研究成果，遗传算法在物流园区功能区布局问题上的应用比较广泛，理论研究的也比较深入。所以本文利用遗传算法对物流园区布局问题进行研究。

# 第三章 武汉新港空港综合保税区发展现状研究

## 3.1 武汉新港空港综合保税区地理概况

### 3.1.1 空间布局

规划用地4.1平方公里建设武汉新港空港综合保税区，规划模式是“一区两园”形式，其中一区是指“武汉新港空港综合保税区”，两园是指“阳逻港园区”和“东西湖园区”，阳逻港园区和东西湖园区在地理位置上是相互隔离的。4.1平方公里中有1平方公里用于规划建设阳逻港园区。阳逻港园区北边接壤江北快速路，西边接壤亚东水泥厂，南边接壤阳逻港区二期，东边接壤平江路。余下3.05平方公里的土地面积用于规划东西湖园区。向东接壤新城十六路，向南接壤汉丹铁路，向西接壤南十四支沟，向北接壤107国道，具体平面图见 3-1。

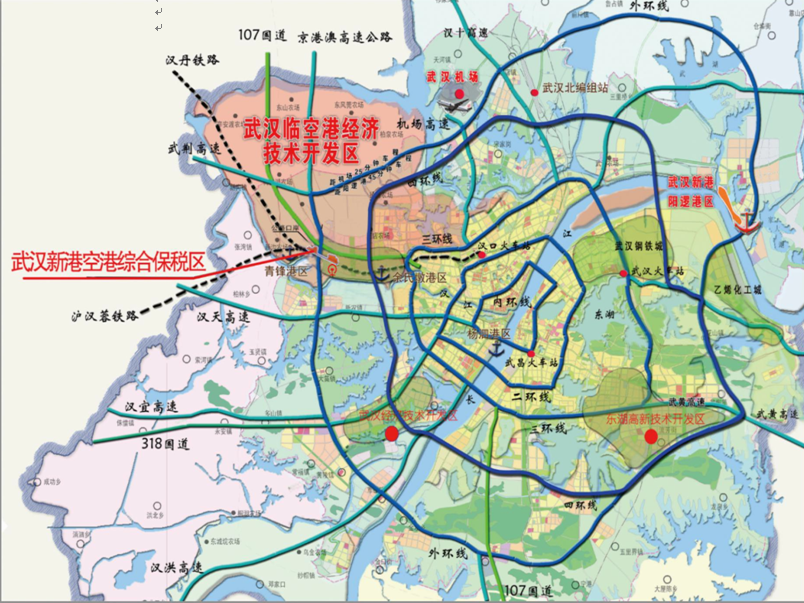


图3-1 武汉新港空港综合保税区选址区位图

### 3.1.2 地理区位

武汉新港空港综合保税区区位交通优势突出，依托武汉天河国际机场、中欧（武汉）国际货运班列、江海直达三大国际物流通道，高效对接“海上丝绸之路”。其中阳逻港区辐射范围广泛，可达河南、陕西、四川、重庆等7个省市，是我国长江中上游最大的集装箱核心港。阳逻港于2004年2月开港，第一年集装箱吞吐量仅有2万标箱，2005年集装箱年吞吐量上升为25万标箱，到2015年集装箱吞吐量已经破百万达到106.2万标。基于港区区位优势，从建港至今，港区规模不断增大，辐射范围不断增大。

与武汉新港空港综保区东西湖园区毗邻的武汉天河国际机场隶属国家一类航空口岸，是我国华中地区最大的航空港。目前开通亚太地区、欧美地区、拉美地区等国际、国内航线30余条。东西湖园区内部有全国最大铁路集装箱中心站之一的吴家山铁路集装箱枢纽站。同时，吴家山铁路集装箱枢纽站正在申报国家一类铁路口岸。中欧（武汉）国际货运班列是“丝绸之路经济带”的重要组成部分，途径亚洲、欧洲20多个国家，常年保持货运总量全国排名第二，全活货运增量排名第一。

表3-1 武汉新港空港综合保税区区位优势分析

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 公路方面 | 水路方面 | 铁路方面 | 航空方面 |
| 武汉新港空港综合保税区处于京港澳高速、武汉外环、107国道、沪蓉高速交汇处；至武汉汉口火车站20余公里，乘车至武汉天河国际机场只需要20余分钟 | 武汉新港空港综合保税区区内有长江江段36公里，有舵落口和青峰港两大港区，其中青峰港就位于综保区管辖范围内。港区距武汉阳逻港50公里，进口集装箱和散装货物可经长江直达武汉 | 铁路有沪汉蓉高速铁路；汉丹铁路；  武汉铁路集装箱中心站；  舵落口铁路货运站（铁路口岸和中欧国际货运班列）； | 机场二通道；  临空港大道；  机场高速；  以及大临空经济辐射区等等 |

## 3.2 武汉新港空港综合保税区的SWOT分析

SWOT分析模型对研究对象的优势（Strengths）、劣势（Weaknesses）、机遇（Opportunities）和挑战（Threats）进行全面、深刻的分析。“优劣势分析”主要着手于武汉新港空港自身条件与其他竞争机构相比较而突显出来的优势和劣势。“机遇和挑战”着手于外部大环境给武汉新港空港发展带来的机遇和挑战。

### 3.2.1 优势分析

（1）区位优势明显

武汉位于长江中游，距北京、上海、香港、重庆等特大中心城市都在1200公里内，素有“九省通衢”的美誉，是全国内陆重要的水陆空综合交通枢纽之一，是长江中游吞吐量规模最大、水运市场最活跃、航运要素最密集的国家对外一类开放口岸。武汉新港集装箱2015年达到106万标箱，拥有江海直达航线和国际半轮航线，航线开通至欧洲四个国家，在长江内河区域号称最大的深水港。东西湖园区紧靠武汉临空港经济技术开发区，临近京港澳、沪蓉等高速路，沪汉蓉铁路、汉新欧铁路等交通主干道，与华中地区最大的航空港武汉天河机场相距仅25分钟车程。2015年，武汉新港阳逻港通过国家质检总局批复，在湖北筹建第一个进口肉类指定口岸，对湖北省进口肉类指定口岸申报工作取得进展有着深远的意义，此外阳逻港还是湖北省水果、粮食指定进口口岸。

（2）周边产业与经济基础雄厚

武汉新港空港周边产业与经济基础雄厚为武汉新港空港综保区发展提供了强大的动力。国家于2006年颁发了《关于中部崛起的若干意见》，得益于国家政策，湖北及其周边省份的经济得以迅速发展。打造了以汽车、纺织、钢铁等传统产业，新能源、现代服务业、电子信息、互联网+等高科技产业相辅相成的工业体系。

武汉新港空港综合保税区周边产业与经济基础雄厚，重点发展现代物流业、钢铁及深加工、建材、石油化工、汽车、装备制造、电子信息、食品加工、商贸服务、现代服务等十大产业。依托港口岸线资源，布局建设一个新港现代服务商务区、五个临港新城、十二个临港产业园。东西湖园区拥有可与中心城区相媲美的现代工业基础与经济实力，战略性新兴产业比重较大，先进制造业与现代服务业协调发展，高新技术产业和高附加值服务业发展快速，产业结构优化，发展能级提升。区内拥有良好的现代物流与临空产业基础，已聚集起一定数量的综合保税企业和临空偏好型企业。而临空、临港产业的发展会进一步促进综保区的建设发展。

（3）保税区政策环境优越

武汉新港空港综合保税区为在其内从事进出口加工制造、大宗商品交易、进出口商品交易、航运金融、货物仓储、保税物流、保税展示、国际服务外包、服务贸易等业务的企业和机构设立扩大开放专项资金，重点支持开放型经济发展。给予企业资金、场地、平台、物流、国际市场开拓、综合服务等方面的支持，为企业在综合保税区内的发展提供良好的环境。

（4）硬件设施建设进展顺利

综合保税区硬件设施较为完善，监管区内已建成保税常温仓库3万多平方米，其中进口食品保税仓库面积约占总面积的三分之一。为配合“进口酒类交易中心”项目，综合保税区内还建有4层恒温仓库，总面积达10756平方米。园区内部保税联检大楼综合服务区是保税区的信息管理中心。一楼、二楼是驻区海关、国检监管职能部门办理报关报检申报及办公，其他楼层为配套服务区和外向型企业办公区，为提高综合保税区业务的办理效率，提高服务质量，综保区也在有序进行信息化建设。同时，武汉新港空港综合保税区一期工程建设基本完成，将于2016年底进行预验收。

### 3.2.2 劣势分析

（1）园区整体分离，区港联动效应不足

武汉新港空港综合保税区“一区两园”空间布局，东西湖园区规划用地面积3.05平方公里，而阳逻港园区仅有1平方公里的面积。两个园区位置较远，且分别依托铁路枢纽和海运枢纽，两个园区之间很难实现内部联动发展。阳逻港与阳逻港园区、东西湖园区与吴家山铁路集装箱枢纽站尚未实现完全的区港一体化发展，彼此依然存在围网的障碍，未来需要进一步优化区港的联动发展、信息化对接及监管模式创新等。

（2）园区功能业务单一，两园功能定位缺乏错位

武汉新港空港综合保税区具有一区两园的特殊性，在管理体制上，阳逻园区归新港管委会管理，东西湖园区归东西湖区政府直接管理，两园区隶属于不同的管理主体，不能协调统一，使得业务流程过于复杂，对综合保税区整体发展的有所影响。目前，综合保税区仅开展了保税物流、出口加工、保税贸易等基础业务，还有一日游、综合展示等附加业务，总体来说园区功能业务单一化，而且各个园区之间有些功能业务重复，增加了彼此竞争关系，对综合保税区一些业务进一步发展有所影响。

（3）多式联运体系发展滞后，园区与港口、铁路枢纽之间的衔接仍有待优化

阳逻港至铁路最近货运站仅20公里，但集装箱汽车短驳费用过高，占总体物流运输费用的比重过高，多式联运体系发展之后，没有将铁路运输方式接入港口，使得运输成本大幅度增加。东西湖园区紧邻汉新欧铁路口岸和天河机场口岸，但园区口岸之间的转换衔接不便，多式联运发展缓慢，以及各项功能配套设施不健全，作业效率不高，各种运输方式之间信息透明度不高，各部门协调性不高，综合交通运输体系发展相对滞后。

### 3.2.3 机遇分析

（1）“一带一路”战略拓宽业务互联互通

新常态下，经济社会发展大局稳定，港航业也将持续稳定发展。同时，在“一带一路”国家战略背景下，港航发展在“全面融入和主动服务国家战略下”迎来了更广阔的空间。在“一带一路”战略背景下，将优先发展交通运输行业领域，铁路、物流、港口、公路等交通运输业将直接受益于亚欧交通运输大通道的建成，公、空、铁、水等多种运输方式将实现更大范围的互联互通。综合保税区也将凭借自身优势，借助现有的资源，积极应对“一带一路”战略带来的机遇。

（2）长江经济带战略提供政策优势和产业契机

国家实施长江经济带战略，带动区域产业的提升发展、促进贸易往来，给综合保税区发展带来了机遇。国家实施武汉长江中游航运中心建设战略后，将推动武汉市内河航运业、港口建设等相关航运行业的发展。这是综合保税区发展的有利良机，可以在此过程中优化产业布局，调整战略模式，推动自身建设。

（3）长江经济带战略提供政策优势和产业契机

国务院于2015年批复同意《长江中游城市群发展规划》等文件，长江中游城市群发展正式上升为国家战略。长江中游城市群是长江经济带三大跨区域城市群支撑之一，也是武汉港口辐射和腹地经济范围所在。长江中游城市群国家战略将推进武汉城市圈区域经济一体化，更加紧密武汉与长江中游其他城市之间的联系。这一战略的实施，将为综合保税区进行产业协调互动发展，联动长江中游城市群产业资源，拓宽供应链服务范围提供前所未有的机遇。

（4）武汉国家中心城市建设提升软硬实力

从2011年武汉明确提出建设国家中心城市以来，不少国家部委在武汉设立中心并服务周边地区，一批重量级项目落户为国家经济转型提供支撑，武汉已逐渐成为高端要素聚集中心。武汉建设国家中心城市，需要依托长江经济带区位交通优势，加快建设现代化国际性综合交通中心。综合保税区在此过程中可利用明显的区位优势，提升自身的硬实力与软实力。

（5）承接东部地区产业转型升级

改革开放沿海城市成为了承接国际产业转移的主要地带，而经过十几年的发展后，随着东部地区土地成本和人力成本得不断上升，环境方面的压力不断增大，中部地区将成为承接东部地区产业结构转移的主要地区，而武汉基于区位优势和交通优势，将成为该地区的重点发展城市。

### 3.2.4 挑战分析

（1）长江中上游城市之间竞争激烈

为抓住“一带一路”、长江经济带和东部产业转移的战略机遇，中西部地区主要省份都非常重视对于产业发展的支持力度，为企业落户出台了诸多鼓励政策。同时，郑州跨境电商、合肥高新产业集聚等也在加速形成，未来给武汉相关产业的集聚增加了诸多挑战。重庆两路寸滩保税港区、河南的新郑综合保税区等也在加速推进。国家为了进一步支持东北和中西部的发展，在中西部大中城市设立综合保税区。如此以来，中西部众多综合保税区的成立势必会给武汉新港高港综保区带来一定的竞争压力。

（2）与周边相同服务机构竞争激烈

当前国内综保区同质化竞争严重，基本都是执行保税港区的税收和外汇政策，聚焦国际中转、配送、采购、转口贸易和出口加工等业务，综保区与自贸区之间需要进一步融合发展。另外，武汉东湖高新自贸区于2016年9月获批建立，拥有出口加工功能区、保税物流功能、港口功能等众多主流功能，相比较内地其他港口而言，开放层次高、功能齐全、服务质量良好、优惠政策齐全。在一定程度上给武汉新港空港带来一定的压力，东湖高新自贸区政策优势更加成熟与突出，产业集中度更高。新港空港综保区与东湖自贸区在部分业务上有一定的冲突，二者之间形成竞争格局。

### 3.2.5 战略定位

表3-1 武汉新港空港综合保税区TOWS矩阵

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内部条件  外部条件 | 优势（Strength） | 劣势（Weakness） |
| \*区位优势明显，具有肉类与生鲜口岸领先优势  \*周边经济基础雄厚，临港产业助力综保区发展  \*保税区政策环境优越  \*硬件设施建设进展顺利，高度重视区内信息一体化建设 | \*“一区两园”地理分离，产业集聚与区港联动效应不足  \*园区功能业务单一，两园功能定位缺乏错位  \*多式联运体系发展滞后，园区与港口、铁路枢纽之间的衔接仍有待优化 |
| 机遇（Opportunity） | SO战略（发展型战略）略） | WO战略（扭转型战略） |
| \*“一带一路”战略拓宽业务互联互通  \*长江经济带战略提供政策优势和产业契机  \*长江经济带战略提供政策优势和产业契机  \*武汉国家中心城市建设提升软硬实力  \*承接东部地区产业转型升级 | 抓住 “一带一路”、长江经济带、武汉国家中心城市、长江中游航运中心建设、自贸区获批、多式联运发展等战略契机，更好的提升武汉新港空港综合保税区的竞争优势，加快打造内陆综合保税区开放高度。 | 抓住 “一带一路”、长江经济带、武汉国家中心城市、长江中游航运中心建设、自贸区获批、多式联运发展等战略契机，弥补武汉新港空港综合保税区在管理架构、政策创新、复合型人才、多式联运体系构建等方面的欠缺，扭转综合保税区发展的劣势。 |
| 挑战（Challenge） | ST战略（防御型战略） | WT战略（紧缩型战略） |
| \*长江中上游城市之间竞争激烈  \*与周边相同服务机构竞争激烈 | 迎接与长江中上游城市、内陆海关特殊监管区、其他综保区、东湖自贸区之间的竞争与挑战，增强武汉综合保税区的竞争优势，加快打造综保区开放高度。 | 迎接与长江中上游城市、其他综保区、东湖自贸区之间的竞争与挑战，弥补武汉新港空港综合保税区在机制体制、管理架构、政策创新、复合型人才、多式联运体系构建等方面的欠缺，扭转综合保税区发展的劣势。 |

（1）SO发展型战略

抓住当前国家主要领导高度重视，“一带一路”、长江经济带、武汉国家中心城市、长江中游航运中心建设、自贸区获批、多式联运发展等战略契机，更好的提升武汉新港空港综合保税区的竞争优势，加快打造内陆综合保税区开放高度。①最大程度的抓住毗邻阳逻港、吴家山铁路集装箱枢纽站等区位，聚焦肉类与生鲜口岸特色，做大做强冷库及冷链物流运输；②依托湖北产业特色，大力发展汽车、电子信息、新能源、装备工业等产业；③充分发挥综保区政策优势，更好的借力自贸区政策辐射；④加快推进设施设备完善，推进园区信息一体化和口岸便利化建设。

（2）WO扭转型战略

抓住当前国家主要领导高度重视，“一带一路”、长江经济带、武汉国家中心城市、长江中游航运中心建设、自贸区获批、多式联运发展等战略契机，弥补武汉新港空港综合保税区在机制体制、管理架构、政策创新、复合型人才、多式联运体系构建等方面的欠缺，扭转综合保税区发展的劣势。①完善综保区体制机制建设，理顺综保区管理架构搭建；②充分利用承接东部地区产业转移机遇，调整综保区产业功能定位；③借力武汉长江中游航运中心发展，全力打造国际化人才高地；④加快推进多式联运建设，推进综合交通运输体系建设。

（3）ST防御型战略

迎接与长江中上游城市、内陆海关特殊监管区、其他综保区、东湖自贸区之间的竞争与挑战，增强武汉综合保税区的竞争优势，加快打造综保区开放高度。①利用武汉长江中游城市的区位优势，与长江上游城市错位发展；②借助综保区周边雄厚经济基础，推动临港产业大力发展；③完善综保区软硬件设施建设，形成差异化发展态势。

（4）WT紧缩型战略

迎接与长江中上游城市、内陆海关特殊监管区、其他综保区、东湖自贸区之间的竞争与挑战，弥补武汉新港空港综合保税区在机制体制、管理架构、政策创新、复合型人才、多式联运体系构建等方面的欠缺，扭转综合保税区发展的劣势。①加快推进多式联运体系建设，实现新“九省通衢”方式方法；②整合综保区资源，完善在复合型人才引进、管理架构等方面的政策创新。

通过SWOT和TOWS矩阵分析，综合来看当前武汉新港空港综合保税区面临的机遇大于挑战，同时自身优势明显，但同时也面临较强的制度瓶颈和同质化竞争。在此背景下，建议选择SO发展型战略，并兼顾转型升级，应该充分把握“一带一路”、长江经济带、武汉国家中心城市、长江中游航运中心建设、自贸区获批、多式联运发展等战略契机，充分发挥综保区与阳逻港、吴家山铁路集装箱枢纽站、武汉天河机场的客货集散中心的资源优势，深化保税物流、保税加工、保税服务，聚焦高新技术产业和跨境电商等新业态发展，创新更多增值服务，同时要紧紧围绕开放高地的建设目标，依托国家战略，加强战略对接、体制机制创新、政策突破。

## 3.3 武汉新港空港综合保税区主要功能

### 3.3.1 功能定位

为了使两个园区协调协作，在功能定位时，以差异化发展，实现优势互补为原则，实现“差异发展、互相补充、协调发展”战略格局。

阳逻港园区主要功能有：

1. 保税物流，保税服务等保税业务；
2. 国际采购、销售和配送等国际贸易业务；
3. 航运金融、航运贸易、船舶租赁、综合展示等新型服务业；
4. 提供特殊监管区域实现海关检查等功能；

东西湖园区主要功能有：

1. 保税物流，保税加工；
2. 航空零部件产品生产、电子产品生产、飞机维修等功能；
3. 保税展示、分拨配送、跨国贸易等新型业态；
4. 临空产业基地、国际物流集散中心。

***东西湖园区***

***阳逻港园区***

**功能定位保税物流**

**园区**

图3-2 武汉新港空港综合保税区两个园区的功能定位

### 3.3.2 产业定位

阳逻港园区的产业定位：

（1）保税贸易与保税物流。建设冷链进出口食品、食品加工、电子信息、酒类、汽车、装备制造、飞机制造、生物医药、健康产品等产品品牌展示体验中心，促进出口贸易健康发展。

（2）农产品冷链保税物流。集中阳逻港园区和阳逻港的优势，发挥湖北省唯一的进口粮食、水果和肉类指定口岸的功能，以万吨国检备案冷库为载体，开展冷链（肉类、水果、水产、乳制品）、红酒等国际采购、温控仓储、全程配送等业务。引入红酒检测中心、食品质量监督检验中心、出入境检验检疫保税区分中心等管理机构，提高了国际贸易专业化程度，提升企业增值服务。

（3）供应链金融业务。以本区域大宗商品交易载体，重点发展仓单/提单融资、信用证融资、大宗商品交易结算等金融服务，着力开展以SPV（单船单机融资租赁模式）金融服务为载体，开展船舶、融物业务、机械设备、医疗器械等融资。

（4）商品批发零售产业。以进口商品展示交易中心为载体，开展全球商品批发零售业务，以跨境电商网站平台为载体，开展进口商品线上B2B、B2C交易。

（5）航运服务产业。充分依托武汉在长江航运管理与航运人才的基础优势，加速航运金融与保险、海事法律与仲裁、船舶管理、航运咨询、海事人才教育与培训等高附加值航运产业集聚，着力打造以武汉新港空港综合保税区阳逻园区为核心的武汉长江中游航运中心核心功能区。

东西湖园区的产业定位：

（1）供应链管理服务业。围绕空、铁、水物流产业链条，重点发展国际中转、国际分销、国际配送、多式联运、交付结算等服务，服务区内外加工、贸易企业，促进货物采购、分拨、分销、配送等业务联动，重点发展高端物流、智慧物流和供应链管理业务，规避传统业态的同质化竞争，建立覆盖国内外网络的高效服务供应链，形成一站式的供应链管理服务平台。

（2）电子商务产业（含跨境）。大力引进电子商务企业，支持京东、苏宁电器、顺丰电商、腾讯电商等一批电子商务企业在东西湖区加快发展，着力建设电子商务产业集群。

（3）发展新兴商贸业态。依托武汉自贸城全球购电子商物平台，构建全方位、多层次商贸业态体系，推动商贸业与互联网的结合，加快体验式、休闲式商业综合体建设，探索商业新业态和营销新模式，突出“线上”与“线下”资源整合。

（4）发展创新创意产业。发展众创、众包、众扶、众筹空间，重点支持创客空间、创业咖啡、创新工厂等平台建设。大力推进台湾青年创业孵化器、海外留学生创业园、大学生创业特区等功能平台建设，使其成为东西湖区高科技成果转化和高新技术产业发展的加速器。

## 3.4 武汉新港空港阳逻港功能区划分及作业流程

### 3.4.1 阳逻港功能区块划分

阳逻园区是武汉新港空港综合保税区的核心园区之一，总规划面积1600余亩。整个阳逻港区域分为港区和物流园区两个部分。为实现“港区联动”，阳逻港园区为港区20余个5000吨级泊位配套约105亩的集装箱堆场；园区内部设置标准保税仓库20余座，总占地面积880余亩，约占总体规划面积的一半，主要为货物运输提供保税仓储服务；出口加工厂房4座，出口加工区占地面积196亩。园区内部设有海关检查区48亩；综合展示区200多亩，含一片室内展示区域，两片室外展示区域；综合办公区58.05亩，包括会议接待、船员活动室、商务办公等设施；现场服务区27亩，为区内员工提供餐饮服务、现场服务等；停车场区50.25亩。详细情况见表 3-2。

表3-2 各个功能区的面积(亩)

|  |  |
| --- | --- |
| 区域 | 面积(亩） |
| 保税仓库区 | 880.5 |
| 出口加工区 | 196 |
| 海关检查区 | 48 |
| 综合展示区 | 205.5 |
| 现场服务区 | 27 |
| 停车场区 | 50.25 |
| 综合办公区 | 58.05 |
| 集装箱堆场 | 105 |
| 散杂货堆场 | 49.5 |

### 3.4.2 武汉新港空港综保区阳逻港重点业务

前面已经介绍了武汉新港空港综保区的主要功能，依托主要功能，细化到重点业务上，主要包括：中转、仓储、通关、配送、商务、加工等业务。具体业务如下：

（1）大宗商品交易，大宗商品主要包括有色金属、石材、棉花、玉米、冷链、钢材、大豆、化工原料、棕榈油、等；

（2）租赁交易，租赁进口贵重医疗设备和重型装备；

（3）进口商品交易，对进口商品进行展示，主要交易零售品和日常消费品；

（5）开展“一日游”业务，增加客流量，推动园区内部旅游业务和贸易市场发展；

（6）依托港口和保税优势，进行船舶交易、船舶注册等业务；

（7）为汽车配件、化妆品等商品提供保税加工服务；

（8）整车进口展示、销售板块。

### 3.4.3 武汉新港空港综保区主要业务作业流程

以集装箱为例，如图3-3，集装箱出口的物流作业流程大致有以下几种方式：

（1）生产企业生产的货物直接运往物流配送区，然后运往阳逻港港区，通过水路运往目的地。

（2）生产企业生产的货物，有部分是需要经过加工再出口的。则先运往出口加工区进行加工，然后通过物流配送运往阳逻港港区进行出口。

（3）生产企业生产的货物，有一部分是不急着运输的，经过物流配送或者临港加工运往集装箱堆存区进行存储，等到需要配送时再运往阳逻港港区。

生产企业

集装箱堆存区

物流配送

临港加工

港口物流园

拆装箱区

港区

二期WIT 三期

图3-3 阳逻港区集装箱业务主要流程

# 第4章 物流园区功能区布局优化模型

## 4.1 物流园区布局方向及布局原则

### 4.1.1 物流园区布局目的

在计划的区域里合理的进行功能区布局是武汉新港空港非常重要的一个环节。如何合理的去布局就是本文所要研究的主要问题。合理布局的目的是为以最小成本，使得物流园区正常高效的运转，以下便是布局设计的几个主要目的：

（1）有效的利用规划区域内的土地；

（2）使得物料运输费用最小化；

（3）作业流程简单高效；

（4）为工作人员提供方便，安全和舒适的工作环境。

### 4.1.2 物流园区布局原则

物流园区功能区布局的一般原则：

（1）近距离原则：一般情况下，物流园区追求的是高效和快捷，要想提升自己在同类竞争中的竞争力，就要尽可能缩短一个流程的距离，使货物尽快的走完一个流程，满足客户的需求。因此就需要使物品在物流园区的流通距离最短。

（2）布局优化原则：如果两个关系特别紧密的功能区，它们之间的货物运输十分的频繁，那么就需要拉近这两个功能区的距离。把两个没有什么关系的，物流量少的功能区可以根据需要放的相对远一点。这样就可以减轻交通负担、运输费用以及作业成本，整体优化物流园区布局。

（3）系统优化原则：根据上述布局目的，我们最终布局的根本是为了提高综合水平，使目标多元化。在保证作业正常高效运行的情况下，降低作业成本，缩减作业时间，给顾客高水平的服务，同时给园区职工一个惬意、舒适、方便的工作环境。从多方面对物流园区实施布局，使物流园区布局整体最优。

（4）柔性化原则：物流园区功能区布局，不但要考虑横向的最优，还要考虑纵向的最优，在中长期使用期限内，应该有一个可以整改，扩张的准备。物流园区功能区在规划时首先要具有冗余性，在规定期限内，随着货物运输量的增加，物流园区有能力去良好的运作。当超出物流园区的运转承受力时，物流园区应具有扩建的能力。

（5）满足生产和管理要求的原则：在运输的货物中有部分是半成品，需要经过物流园区加工区进行加工生产。并且对于进出口的货物，需要经过海关和检疫等相关管理部门的协作，防止违法物品通关。所以物流园区的布局应该方便整个生产过程，便于生产与监督，利于各个环节的协作。

## 4.2 建立模型

### 4.2.1 模型假设及已知数据

模型假设如下：

1. 假设物流园区总的规划区域被抽象成矩形
2. 假设各个物流园区功能区被抽象成矩形
3. 假设功能区不能够穿越，货物必须沿道路运输
4. 假设道路被分摊给各个功能区，功能区划分完全占据整个区域

已知数据如下：

1. 物流园区总面积
2. 各个功能区的面积
3. 各个功能区长宽比的上下限
4. 功能区域数量

### 4.2.2 建立模型及模型

（1）建立目标函数

依据物流园区功能区布局规定，要达到系统总体最优，往往需要设置多个目标函数使得全局最优。如：加工周期短、企业利润最大化、客户服务水平最高、工作人员安全系数最大。由于布局是根据需求来确定每个功能区的规模大小，所以在布局成本上一般不会造成太大的影响。因此，布局问题就要从日常的运维管理方面考虑。如何削减日常业务运行的费用是本文研究的重点。其次，就是尽可能提高土地利用率。最后要使得布局的环境方便园区职工工作。在此基础上，我们先以运输费用最小为，邻接关系度最大设为目标函数如下：

满足约束条件：

-功能区之间物流运输费用总和

-功能区之间邻接关系度总和

-单位距离单位物流量的运输费用

-功能区i和功能区j之间的物流量

-功能区i和功能区j之间的距离

-是两个功能区的距离，这个距离有多种计算方法，为了简化计算，学者们用在平面布局中的距离求解公式通常为直线距离（4-2）或者折线距离（4-3）；是单位距离单位运量的运输费用；是设施i和设施j之间的物流量，物流量可以根据分析、预测、评估等多种方法得出。

其中 *bij*是功能区i和功能区j之间的邻近度，两个功能区之间，邻近度是跟路程成反比的，相距越小则邻近度越大；是指功能区i和功能区j的关联度，代表功能区的关系亲密程度。如表4-1，根据不同的距离等级，将邻近度划分为多个不同的层级。

表4-1 临近度与间距之间的关系

|  |  |
| --- | --- |
| 布局块间距*dij* | 布局块临近度*bij* |
| [0, *d* max /6] | 1 |
| [*d* max /6, *d* max /3] | 0.8 |
| [*d* max /3, *d* max /2] | 0.6 |
| [*d* max /2, 2*d*max /3] | 0.4 |
| [2*d*max /3, 5*d*max /6] | 0.2 |
| [5*d*max /6, *d* max] | 0 |

-物流园区功能区之间的综合关系，两个布局区域之间的物流关系和非物流关系决定了综合关系。

物流关系是指，功能区之间存在着明显的货物流通，以货物运输为最主要的业务来往，因此物流关系研究的重点是功能区之间的物流强度，通常可以用物流量表示。但是由于生产需要的非确定性，物流量也是不可定的。本文借鉴国内外优秀研究经验，将依据物流园区的重要业务的操作过程，把功能区之间的物流关系用相对物流强度去量化。如表4-2所示：

表4-2 物流强度分级表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 物流强度分级表 | | | | | |
| 物流关系 | 大批量 | 小批量 | 大批量 | 小批量 | 无货物流动 |
| 多频次 | 多频次 | 少频次 | 少频次 |
| 评级 | A | E | I | O | U |
| 分数 | 8 | 6 | 4 | 2 | 0 |

非物流关系是指，功能区之间具有的除物流活动之外的其他活动。这种非物流关系可以概括为三种：

（1）组织关系：在组织上，有时候需要部门协作共同完成一些工作，这两个部门之间就存在一定的组织关系，在实施布局问题时，就要考虑将这两个部门放的紧密一点。

（2）业务关系：功能区之间除了有运输业务的往来，还有其他业务需求，这些其他的业务需求就构成了业务关系。

（3）环境关系：有一些功能区，在作业流程中可能会有一些特殊操作，需要特定的环境或者存在一定的安全隐患。因此需要考虑其环境上的关系，有危险操作的就需要远离人口密集的地方。

根据物流园区功能区之间的非物流关系，对相关的非物流关系进行打分，并划分级别，如表4-3所示。目标函数是求物流园区功能区之间物流费用最小和综合关系最大。

表4-3 非物流关系的级别、划分比例及理由

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 相关因素 | | 关系密切程度等级 | | |
| 理由编码 | 接近理由 | 符号 | 程度说明 | 作业单位配对比例 |
| 1 | 物流运输频繁 | A | 绝对重要 | 1%-5% |
| 2 | 共用相同的空间区域 | E | 特别重要 | 5%-10% |
| 3 | 共用设施 | I | 重要 | 10%-15% |
| 4 | 组织管理 | O | 一般 | 15%-20% |
| 5 | 人员接触方便 | U | 不重要 | 20%-85% |
| 6 | 信息交流方便 |  |  |  |
| 7 | 提升功能效率 |  |  |  |
| 8 | 工作生活环境舒适 |  |  |  |

综合上述关系，就能得到物流关系与非物流关系，将其结合考虑就可以获得物流园区功能区之间的综合关系。通常用加权的方法得出区域i和区域j之间的整体关系。即=\*m+\*n，其中m是物流关系，n是非物流关系，。

（2）目标函数的简化

得到物流园区之间的综合关系后，根据目标函数（4-1）可知，模型最终目标是求运输费用最低和邻近关联度最大。其中邻接关联度表示的是功能区之间综合关系度大的靠的更近，但是综合关系里面包括了物流关系与非物流关系，与第一个目标函数有重复的部分，就是第一个部分，利用物流量来计算物流成本，就代表了物流关系。所以对模型进行进一步的优化，可以得到（4-6）：

其中，是功能区之间的距离，是综合关系。这个简化后的模型就可以满足运输费用最低，并且综合关系最大。也就是让两个综合关系联系紧密的功能区靠的更近。同时还有一个好处，就是在用遗传算法求解时变得更加简单，从一个多目标的模型转化为一个单目标的模型。

（3）带惩罚项的目标函数

功能区布局时需要设置长宽比上下界：此文采用遗传算法求解模型，就用到遗传算法中的惩罚项来处理。由于目标函数是求解最小值，那么就加上惩罚项给定惩罚系数，其中惩罚系数可以是恒定的很大的数，也可以根据迭代次数的增加逐渐增大，用以尽快淘汰掉长宽比超出规定值的解。具体的长宽比，、分别是功能区i的宽和高。[是功能区i的长宽比上下限，功能区i形状的惩罚项是=max｛0，max () ｝如目标函数（4-7）：即为惩罚项。

## 4.3 遗传算法求解优化模型

### 4.3.1 遗传算法基本概念

遗传算法最初由Holland提出来，其目的为了探究自然界中的自身适应行为，从而设计了一款具有自适应功能的计算机软件。其特点是随机生成种群群体，对参数进行编码和运算，不依赖于有关体系和经验，进行迭代搜索，避免陷入局部最优的陷阱。

遗传算法是通过初始化的种群起始的，而种群则是由基因编码构成的个体组成，每个个体相当于带有染色体特性的实物。通过模仿自然界优胜劣汰的原则，逐代淘汰掉劣势个体，筛选出最接近最优的个体。

每一代的筛选中，是依据问题域中个体的适应度来实现。筛选出来的优质个体，再对其作组合、交叉、变异处理，产生出一个新的个体。然后依次迭代。最终得到一个最优的种群，十分靠近最优解。运算过程如图4-1：

**是**

**是否满足优化准则**

**计算适应度**

**产生初始种群**

**否**

**选择**

**开始**

**最佳个体**

**结果**

**交叉**

**变异**

图4-1 遗传算法流程图

### 4.3.2 遗传算法运算过程

遗传算法可以解决搜索问题，它是一种通用的算法，但是针对不同的应用场景，将会有不一样的运算操作过程。主要的运算处理有：编码、选择、交叉以及变异。

1. 编码

如果仿照基因编码会相当的复杂，遗传算法就对编码进行了简化，例如二进制编码，只要能做到编码与个体一一对应，那么这个编码就是有效的编码。针对于不同的场景会有不同的编码方式。常见的编码方式分为以下几种：

二进制编码方法：最常用的编码方法是二进制编码，与其它编码方法比较，相对简单。基因位用二进制数0和1来表示，最后编码形成的染色体是一个二进制的数组。

浮点数（实数）编码方法：在实际应用中，面对多维度、复杂的优化问题时，使用二进制编码方法并不能解决问题。浮点数编码是指将每一个基因值取到某个范围的某个浮点数。其优点是增加了遗传算法求解结果的精确度。

符号编码方法：是针对于不一样的场景，为了使得后面的选择、交叉、变异等遗传算法操作算法能够简单的实行。通常需要加入一些符号编码，以简化后面算法操作。

编码是形成个体的一个过程，是种群初始化过程中最重要的一步。前面的编码方式合理简单，将有助于后面选择、交叉、变异等操作处理。本文在设计物流园区功能区布局方案时，为了使土地的使用率极大化，采取了切割的方式对物流园区的总面积划分。因此文章使用混合编码的方法，对染色体编码时采用三段式编码，首先对物流园区功能区自然数编号，然后使用二进制编码方式代表横竖切割方式，最后使用数字表示括号队的位置。

例如，染色体的编码为314652 10100 32145，第一部分表示有6个功能区需要布局，先对功能区进行编号，从1-6分别编号。第二部分表示6个功能区需要切5刀，才能切完因此用二进制0和1分别代表横切和竖切。将第二段编码中的切割方式插入功能区编号之间。最后，第三部分32145表示括号对的位置，3就表示在第三个切割方式的两边加上括号对。所以上面的染色体编码可以先写成这样：31104160502，即先将切割方式插入功能区编号之间。然后添加括号对：3表示在第三个切割方式的两边加上括号对，即 （31104）1（60502）。依次分下去就为：（（311）04）1（60（502））。如图4-2：

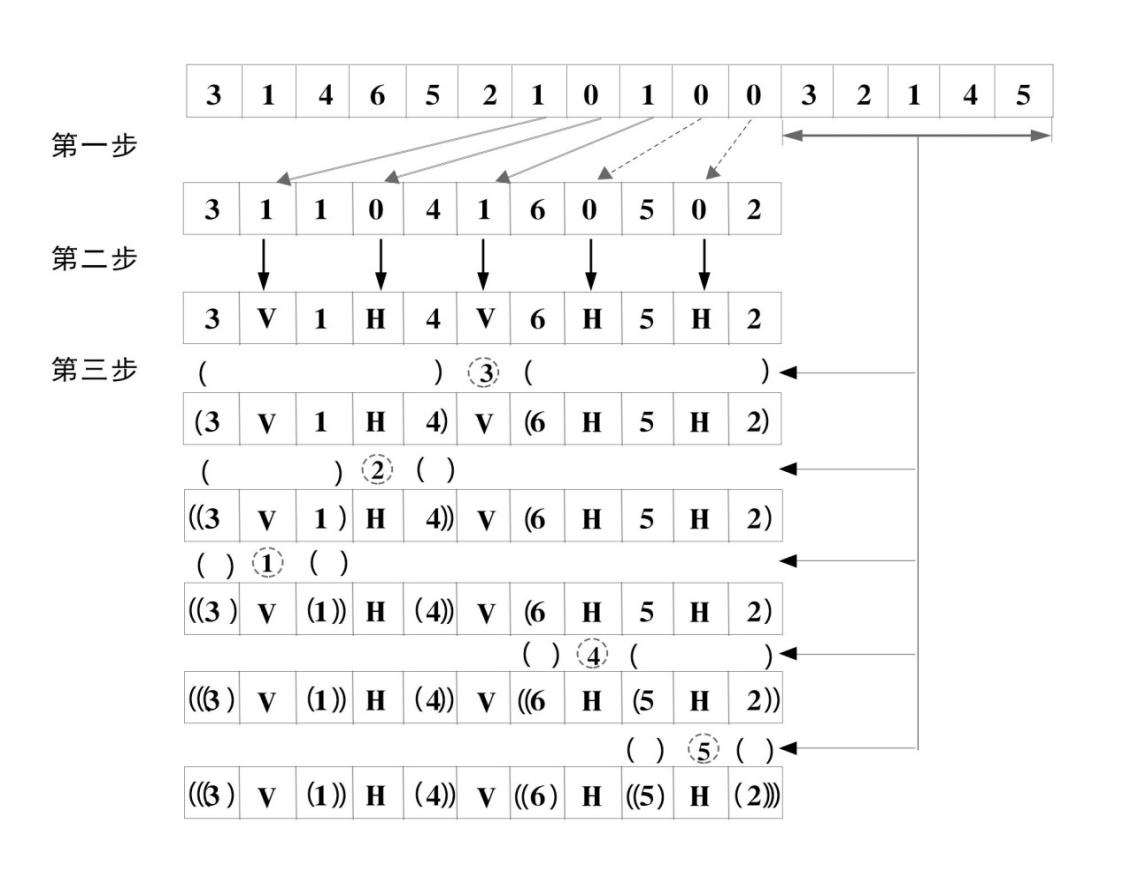


图4-2 遗传算法三段式编码过程

1. 选择

根据达尔文“物竞天择，优胜劣汰”相关理论，搜索最优解要筛选出优等个体，淘汰掉劣等个体，这个过程叫选择操作。选择的目的是把优胜基因保留到下一代，经过交叉处理、变异处理之后再选择，依次迭代从而得到最优解。

那么如何精确的淘汰掉劣等个体而筛选出优胜个体，就需要有一个筛选的标准。这个筛选的标准把它称之为适应度。首先对各个个体作适应度评估，常用的选择方法有轮盘赌选择法。该法中个体被选择的几率和其适应度成正相关。假设种群大小为n，个体i的适应度为fi，则i个体被选择的概率如(4-8)：

评估完该种群中各个个体的选择概率后，为了后续操作，需要做出多轮选择。每轮选择将随机生成一个[0，1]范围内 的随机数， 将这个随机数作为指针来指出备选个体。挑选完备选个体后将对新的个体组成的种群进行余下的操作。

1. 交叉

交叉就是将两个父代个体的部分编码结构进行交叉互换，然后组合形成新个体的过程。交叉的作用可以增加遗传算法的搜索速度和效率。依据遗传算法不同的编码形式，遗传算法的交叉操作也都不相同。通常有实值从组和二进制交叉两种算法。

其中二进制交叉包括单点交叉、洗牌交叉、均匀交叉等多种交叉形式，因为单点交叉相对其他交叉形式较为简单，也是最常用的。因此本文也使用单点交叉进行交叉操作。具体实施方法如下：在个体的染色体随机抽取一个点，对该点的前后的部分区域进行交叉替换，形成两个新的个体。例如：

个体X： 1 0 0 1 | 0 1 1 1 ——> 1 0 0 0 | 1 1 1 1 新个体

个体Y： 0 0 1 0 | 1 0 0 0 ——> 0 0 1 1 | 0 0 0 0 新个体

1. 变异

自然界中，由于外界环境的影响，基因会有小概率发生变异，变异出父代没有的基因。同样的，在遗传算法实施过程中，我们设置一个合适的变异率，对新生个体实施变异操作。一来，当遗传算法通过交叉操作进行最优解搜索时，经过一定概率的变异可以加速搜寻效率。二来，使遗传算法中的个体表现多样化，以避免未成熟的收敛现象，陷入局部最优。

通常变异是从群体中的个体串随机挑选一个进行改变，如果是二进制编码方式，那就只有0改变为1或者1改变为0两种变化方式。本文就是对个体编码的第二部分横竖切割方式进行一定概率的变异操作。例如：

个体A 1 0 0 0 1 0，随机抽取第5位进行变异得到的新个体就是 1 0 0 00 0。通常变异的概率非常小，取0.001~0.1之间。

# 第5章 武汉新港空港阳逻港区功能区布局

## 5.1 阳逻港区功能区之间综合关系分析

根据第三章武汉新港空港阳逻港主要业务以及作业流程进行专家打分，对各个物流园区功能区的分析，得到表5-1：

表5-1 功能区之间物流关系图

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 物流关系（0.7） |  | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| 保税仓库区 | A |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 出口加工区 | B | O |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 海关检查区 | C | U | O |  |  |  |  |  |  |  |
| 综合展示区 | D | O | U | U |  |  |  |  |  |  |
| 生活居住区 | E | U | U | U | U |  |  |  |  |  |
| 停车场区 | F | U | U | U | U | U |  |  |  |  |
| 综合办公区 | G | U | U | U | U | U | U |  |  |  |
| 集装箱堆场 | H | E | A | O | E | U | U | U |  |  |
| 散杂货堆场 | I | E | A | O | E | U | U | U | A |  |

然后是进行非物流关系的评估。一般非物流关系的评估大多都是凭借经验进行定性评估，可能会对物流园区功能区之间的非物流关系的评估偏差较大。因此，本文选取多个指标对功能区之间的非物流关系进行评估。指标如表5-2所示：

表5-2 非物流关系评判指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 接近理由 | 编号 | 接近理由 |
| 1 | 作业流程连贯性 | 6 | 风向等自然环境因素 |
| 2 | 电磁、辐射、噪音等外界恶劣环境干扰 | 7 | 提升功能效率考虑 |
| 3 | 作业安全因素 | 8 | 人员的流动 |
| 4 | 工作环境因素 | 9 |  |
| 5 | 监管工作实施方便 | 10 |  |

针对于上表的指标，对物流园区功能区之间的非物流关系进行打分。最后得出表5-3：

表5-3 功能区之间非物流关系图

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 非物流关系（0.3） |  | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| 保税仓库区 | A |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 出口加工区 | B | U |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 海关检查区 | C | O | U |  |  |  |  |  |  |  |
| 综合展示区 | D | U | U | U |  |  |  |  |  |  |
| 生活区 | E | U | U | I | I |  |  |  |  |  |
| 停车场区 | F | U | U | O | E | O |  |  |  |  |
| 综合办公区 | G | O | O | U | I | I | I |  |  |  |
| 集装箱堆场 | H | U | U | U | U | U | U | I |  |  |
| 散杂货堆场 | I | U | U | U | U | U | U | I | I |  |

然后基于综合关系和物流关系以及非物流关系的关系式，求解功能区之间的综合关系，根据参考文献，将物流关系的权重设置为0.7，非物流关系的权重设置为0.3.得到武汉新港空港物流园区功能区之间的综合关系如表5-4:

表5-4 功能区之间综合关系图

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 综合关系 |  | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| 保税仓库区 | A |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 出口加工区 | B | 1.4 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 海关检查区 | C | 0.6 | 1.4 |  |  |  |  |  |  |  |
| 综合展示区 | D | 1.4 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |  |
| 生活区 | E | 0 | 0 | 1.2 | 0.6 |  |  |  |  |  |
| 停车场区 | F | 0 | 0 | 0.6 | 1.8 | 0.6 |  |  |  |  |
| 综合办公区 | G | 0.6 | 0.6 | 0 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |  |  |  |
| 集装箱堆场 | H | 4.2 | 5.6 | 1.4 | 4.2 | 0 | 0 | 1.2 |  |  |
| 散杂货堆场 | I | 4.2 | 5.6 | 1.4 | 4.2 | 0 | 0 | 1.2 | 6.8 |  |

## 5.2 阳逻港区功能区布局模型建立

### 5.2.1 目标函数

根据以上分析，建立武汉新港空港阳逻港功能区布局模型的目标函数如下：

式中：

-功能区i和功能区j之间的相互距离

-功能区i和功能区j之间的相互关系

-功能区i的长宽比惩罚项，=max｛0，max（）｝，[本文长宽比上下限取[2,5]。

### 5.2.2 算法参数设置

已知园区总面积1620亩，其中长为1161.9米，宽为929.5米。具体功能区面积分布如表5-5所示，其中：

表5-5 各个功能区的面积(亩)

|  |  |
| --- | --- |
| 区域 | 面积(亩） |
| 保税仓库区 | 880.5 |
| 出口加工区 | 196 |
| 海关检查区 | 48 |
| 综合展示区 | 205.5 |
| 现场服务区 | 27 |
| 停车场区 | 50.25 |
| 综合办公区 | 58.05 |
| 集装箱堆场 | 105 |
| 散杂货堆场 | 49.5 |

为了简化计算，令z=a\*b，其中z为园区总面积，a为园区的长，b为园区的宽。即45\*36=1620（亩），设置园区的长a为45，园区的宽b为36进行求解计算。

遗传算法的参数设置如下：

种群的数量：100个

最大迭代次数：300次

交叉概率：0.5

变异概率：0.45

遗传概率：0.9

## 5.3 阳逻港区功能区模型求解

针对阳逻港区功能区布局模型进行matlab编程求解，并绘制出简要功能区布局图。主函数如下：

%% 利用遗传算法求解模型

%% 清理工作空间

clear

clc

close all

%% 参数设置

%布局参数设置

area=[880.5 196 48 205 27 50.25 58.75 105 49.5]; %各个功能区面积

Nv=length(area); %功能区数目

L=45; %园区总长

B=36; %园区总宽

data=xlsread('各功能区之间的关系');

data(find(isnan(data)==1))=0;

R=data+data'; %各功能区的关系系数

pp=100; %长宽比惩罚项

pdown=1;

pup=5;

%遗传算法参数设置

NIND=100; %种群数量

MAXGEN=300; %最大迭代次数

Pc=0.5; %交叉概率

Pm=0.45; %变异概率

GGAP=0.9; %遗传概率

Chrom=InitPop(NIND,Nv); %初始化及编码

%%优化

gen=0;

figure;

hold on; box on

xlim([0,MAXGEN])

title('优化过程')

xlabel('代数')

ylabel('最优值')

ObjV=Objfun(Chrom,Nv,area,L,B,R,pp,pdown,pup);

preObjV=min(ObjV);

while gen<MAXGEN

%%计算适应度

ObjV=Objfun(Chrom,Nv,area,L,B,R,pp,pdown,pup);

line([gen-1,gen],[preObjV,min(ObjV)]);pause(0.0001)

preObjV=min(ObjV);

FitnV=Fitness(ObjV);

%%选择

SelCh=Select(Chrom,FitnV,GGAP);

%%交叉

SelCh=Recombin(SelCh,Pc,Nv);

%%变异

SelCh=Mutate(SelCh,Pm,Nv);

%%重新插入子代的新种群

Chrom=Reins(Chrom,SelCh,ObjV);

%%更新迭代次数

gen

gen=gen+1;

end

%%画出最优解的路线图

ObjV=Objfun(Chrom,Nv,area,L,B,R,pp,pdown,pup);

[minObjV,minInd]=min(ObjV);

%%输出最优解的划分和距离

format long

disp('最优解')

p=Chrom(minInd(1),:)

DrawPath(p,Nv,area,L,B);

disp(['最优目标函数值',num2str(ObjV(minInd(1)))]);

disp('-----------------------------------------------------------')

其他辅函数见附录一。

## 5.4 布局方案比较与选择

### 5.4.1 输出结果

（1）收敛曲线图输出

收敛曲线是遗传算法从种群初始化后开始迭代到搜寻到最优解这个过程的直观表示。如图 5-1 是本文进行一次matlab仿真计算所得到的收敛曲线图，从图中我们可以看到遗传算法计算到150代左右开始收敛，即表示该算法已经搜索到最优解，最优解的目标函数最优值在1600到1800之间。

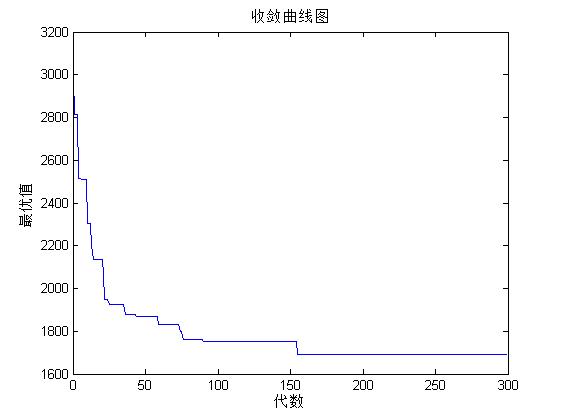


图 5-1 matlab求解生成的收敛曲线图

（2）最优解输出

最优解输出如下：

功能区块：1 4 6 7 3 9 5 8 2

切割方式：0 0 1 1 1 0 1 1

括号位置：1 3 7 6 2 4 8 5

此时目标函数值：1690.9981

最优解的输出是第四章中所描述的基因编码，本文采用的是三段式编码：第一段用1-9之内的随机自然数代表着9个功能区；第二段用二进制编码代表功能区划分切割方式，0表示横切，1表示竖切；第三段编码用于添加括号对位置，如果不添加括号对，只采用两段式编码（包含功能区块和切割方式）的表现型并不唯一，即解码并不唯一，用相同的基因编码可能会生产多种方式切割的平面布局图。所以需要加上括号对来确定切割位置，使解码过程唯一。

（3）平面布局图输出

遗传算法在每一次计算都会搜索到一次最优解，基于最优解对阳逻港园区进行切割划分得到功能区布局平面图。因为本文采用割树理论，对整个物流园区进行切割划分，默认是将道路面积放在各个功能区内部，依据功能区的平面布局图进行道路设计。

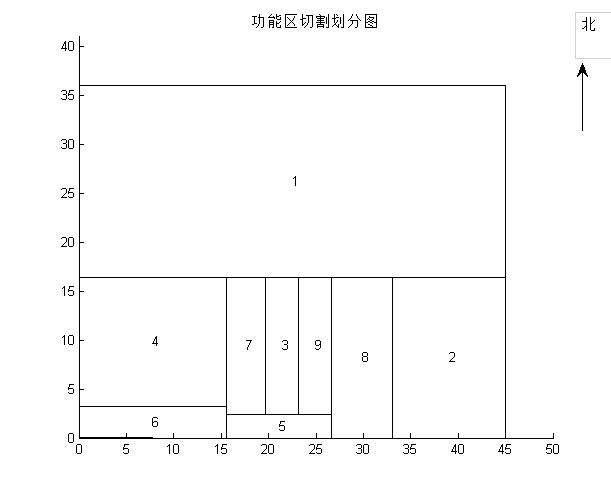


图 5-2 功能区切割划分图

（4）坐标输出

为了更准确的为规划方提供更为准确的布局方案，文章在编码时设计输出功能区详细坐标。为了计算方便，文章以“亩”作为计算单位，那么长和宽的单位就是，不是国家统一标准单位，最后再统一转化为米。如表 5-6 ，文章选择输出阳逻港区综保区各个功能区的中心坐标（x，y）的值和各个功能区的长和宽。这样就可以准确的界定各个功能区的划分范围。

表 5-6 各个功能区坐标输出

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 功能区 | 中心x坐标 | 中心y坐标 | 长 | 宽 |
| 1 | 保税仓库区 | 22.50 | 26.22 | 45.00 | 19.57 |
| 2 | 出口加工区 | 39.04 | 8.22 | 11.93 | 16.43 |
| 3 | 海关检查区 | 21.44 | 9.43 | 3.43 | 14.01 |
| 4 | 综合展示区 | 7.77 | 9.83 | 15.53 | 13.20 |
| 5 | 现场服务区 | 21.11 | 1.21 | 11.15 | 2.42 |
| 6 | 停车场区 | 7.77 | 1.62 | 15.53 | 3.24 |
| 7 | 综合办公区 | 17.63 | 9.43 | 4.19 | 14.01 |
| 8 | 集装箱堆场 | 29.88 | 8.22 | 6.39 | 16.43 |
| 9 | 散杂货堆场 | 24.92 | 9.43 | 3.53 | 14.01 |

（5）单位换算

本文为了计算方便，另45\*36=1620亩，功能区的长宽是要经过单位转换。如题公式如下：

1公顷=15亩=10000平方米

1=

园区长=

园区宽=

表 5-7 各个功能区坐标输出（单位：米）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 功能区 | 中心x坐标（米） | 中心y坐标（米） | 长（米） | 宽（米） |
| 1 | 保税仓库区 | 580.95 | 676.91 | 1161.90 | 505.21 |
| 2 | 出口加工区 | 1007.92 | 212.15 | 307.95 | 424.31 |
| 3 | 海关检查区 | 553.53 | 243.41 | 88.45 | 361.79 |
| 4 | 综合展示区 | 200.52 | 253.92 | 401.05 | 340.78 |
| 5 | 现场服务区 | 545.01 | 31.26 | 287.92 | 62.52 |
| 6 | 停车场区 | 200.52 | 41.77 | 401.05 | 83.53 |
| 7 | 综合办公区 | 455.18 | 243.41 | 108.26 | 361.79 |
| 8 | 集装箱堆场 | 771.45 | 212.15 | 164.97 | 424.31 |
| 9 | 散杂货堆场 | 643.36 | 243.41 | 91.21 | 361.79 |

### 5.4.2 布局方案比较与选择

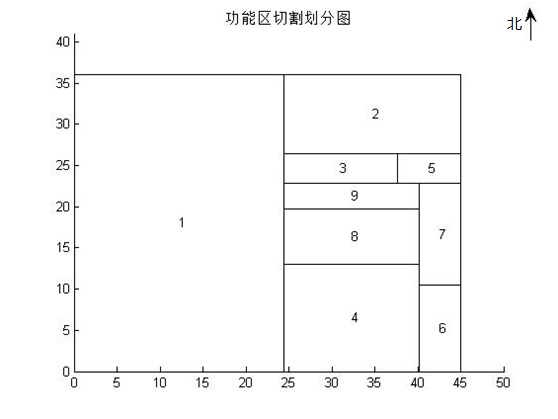
由于遗传算法可以搜索到多组不同功能区布局方案的最优解，本文采用matlab进行10次仿真计算求解求出10组最优解，然后对着10组最优解进行比较挑选出这10组最优解里面更加合适的解。其中目标函数值和最优解的输出分别输出如表 5-8 ：

表 5-8 利用matlab进行10次求解结果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 目标函数值 | 最优解 |
| 第一次 | 1696.20 | 289743516（00001001）81573642 |
| 第二次 | 1692.15 | 289376541（11111010）83726451 |
| 第三次 | 1732.28 | 675348921（11101110）84265731 |
| 第四次 | 1718.43 | 164735982（01110111）13746285 |
| 第五次 | 1679.93 | 128394756（10100100）14652738 |
| 第六次 | 1811.04 | 651743982（01011111）37251468 |
| 第七次 | 1739.38 | 167489532（10100001）16384275 |
| 第八次 | 1703.51 | 167354982（01101111）15748632 |
| 第九次 | 1659.49 | 123598476（10100010）14786253 |
| 第十次 | 1711.96 | 128947365（01111110）12564387 |

从以上10次仿真中挑选两组最优解，第五次和第九次，平面布局图如 5-3所示。其目标函数值分别为1679.93和1659.49。单一从目标函数值来判断，10次仿真计算中，第五次和第九次的目标函数值偏小，要优于其他八次布局方案。第九次布局方案的目标函数值最小，其结果是相比其他九组是最优的。然后针对于筛选出来的最优解进行评估，筛选出最为合适的解。其评估标准如一下五点：

1. 与周边环境协调性。物流园区内部切分是否与周边交通设施协调。
2. 分割合理性。良好的物流园区功能区布局图减少跨区域运输，缓解交通负担。
3. 作业顺畅性。合理的物流园区功能区布局图使生产作业高效进行。
4. 和谐美观性。在满足基本需求的同时最求布局美观。
5. 经济效益性。根据目标函数值大小进行判断，筛选出总体体成本最低的解。



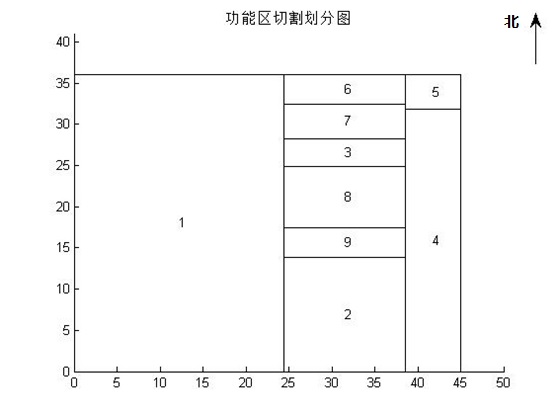


图 5-3 matlab仿真第五次和第九次功能区平面布局图

由于阳逻港区在物流园区背面有一条东西走向的公路，出入口设计在北边中间区域。此时，第9次布局方案是优于第5次布局方案，因为阳逻港区有“一日游”业务，将编号为6的停车场设计在靠近出口的位置，实现车辆入园即停车，园区内部交通压力。因此第9次布局方案在“与周边环境协调性”这一点是优于第5次布局方案。其次在经济效益上，第九次的目标函数值小于第五次，也是优于第五次布局方案。具体两个备选方案评分详情，如表 5-9 ：

表 5-9 备选方案评分

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 指标 | 第九次 | 第五次 |
| 与周边环境协调性 | 好 | 稍差 |
| 分割合理性 | 好 | 好 |
| 作业顺畅性 | 好 | 好 |
| 和谐美观性 | 稍差 | 好 |
| 经济效益性 | 好 | 稍差 |

根据以上评分可以筛选第九次仿真获取的功能区布局方案最优。功能区坐标如表 5-10 ：

表 5-10 最优方案各个功能区坐标值

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 功能区 | 中心x坐标(米) | 中心y坐标（米） | 长（米） | 宽（米） |
| 1 | 保税仓库区 | 315.76 | 464.76 | 631.51 | 929.52 |
| 2 | 出口加工区 | 813.51 | 179.49 | 363.99 | 358.99 |
| 3 | 海关检查区 | 813.51 | 685.92 | 363.99 | 87.91 |
| 4 | 综合展示区 | 1078.70 | 410.67 | 166.39 | 821.34 |
| 5 | 现场服务区 | 1078.70 | 875.43 | 166.39 | 108.18 |
| 6 | 停车场区 | 813.51 | 883.50 | 363.99 | 92.04 |
| 7 | 综合办公区 | 813.51 | 783.68 | 363.99 | 107.60 |
| 8 | 集装箱堆场 | 813.51 | 545.80 | 363.99 | 192.31 |
| 9 | 散杂货堆场 | 813.51 | 404.32 | 363.99 | 90.66 |

详细功能区平面布局图如图 5-4：

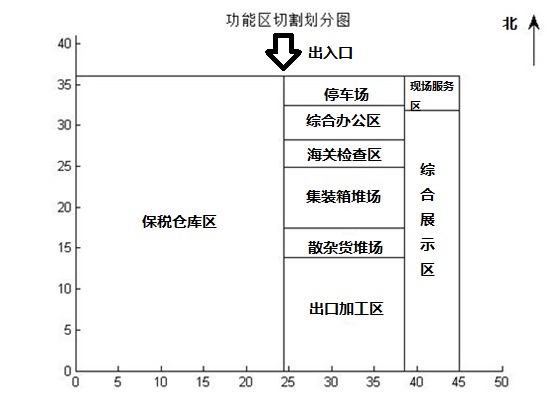


图5-4 最优方案功能区布局平面图

# 第6章 结论与展望

## 6.1 结论

本文通过归纳总结国内外与设施布局相关的理论和方法，基于物流园区的特点，对原有模型和方法进行改进，简化模型约束条件，求解过程等步骤。以武汉新港空港阳逻港区为例，建立布局规划模型，利用matlab编程求解模型，多次仿真，设置评价标准，寻求最优解。本文研究内容的主要结论如下：

（1）本文对经典布局模型进行改进，将多目标模型转化为单目标模型。简化了武汉新港空港综保区功能区布局遗传算法编码步骤和求解过程，达到了同样的布局目的。而且使用matlab编码求解具有很强的实操性，求得结果准确。利用遗传算法求解可以获取多组不同的解，进行筛选。

（2）本文采用了割树理论，对功能区进行切割，这样的妙处在于减少了武汉新港空港综保区功能区布局模型的约束条件。传统的功能区布局方式，需要设置两个必备的约束条件：一是功能区之间不能相互重叠，二是功能区面积总和不能超过园区总面积。本文用切割的方法就很好的避开了这两个约束，使得模型在编码求解过程中更加简单。于此同时还有一个好处就是，使用切割方法进行功能区划分，会让武汉新港空港阳逻港区的土地利用率最大化。

（3）本文在进行遗传算法编码时，采用了三段式编码染色体，第一段是自然数编码，第二段是二进制编码，第三段是自然数编码。将切割方式编进染色体中，从获取的结果可以直接得出遗传算法在进行求解过程中是如何进行切割，输出平面布局图。对武汉新港空港阳逻港区功能区布局具有鲜明直观的指导意义，有很强的实操性。

## 6.2 展望

本文在研究过程中遇到了许多问题不能解决，建立模型考虑因素并不全面。有许多不足之处，主要体现在以下几个方面：

（1）武汉新港空港综保区，有两个园区，阳逻港区和东西湖园区。如何针对于两个园区进行功能区规划，实现港区联动效应是未来需要研究的一个方向。

（2）本文在建立模型假设时，将阳逻港区抽象成矩形，各个功能区也理想化为规则图形。下一步的方向是研究不规则区域的布局。

（3）本文建立模型时，只考虑了园区内部功能区与功能区之间的影响因素，忽略了园区外部交通设施对功能区布局的影响，因此布局模型影响因素考虑不全面，可能会造成物流园区建设完成后与外部交通设施的不协调。

（4）最后，本文使用遗传算法求解时，经过多次运算求出多组解进行评价筛选。如何针对算法改进，使用较少次数就求得全局最优解是文章下一步的研究方向。

# 参考文献

[1] (美)理查德.缪瑟.系统布置设计[M].北京机械工业出版社，1988.

[2] 房殿军.德国物流园区的规划方法及其在中国的实践[C].2006.

[3] 唐小明.物流节点设施布置设计方法研究[D].长安大学.2006.

[4] Eiichi Taniguchi, Michihiko Noritake, Tadashi Yamada.Optimal size and location planning of public logistics terminals[J]. Transportation Research E 35 1999.207-222.

[5] Agatina La Rosa.Intergrating Location and Logistics Models [D].The University of Tennessee, Knoxville.2000.

[6] Chen-Tung Chen.A Fuzzy Approach to Select the Location of the Distribution Center. FuzzySets and Systems, 2001(118):65-73.

[7] Hyun Jeung Ko. Optimization Modeling for the Design and Operation of Dynamic Facility Networks for 3PLS [D].the University of Louisville.2003.

[8] Kyu-Yeul Lee,.An Improved Genetic Algorithm for Multi-floor Facility Layout Problems Having Inner Structure Walls and Passages[J]. Computers and Operations Research.2005, (32)879-899.

[9] Alessandro Tugnoli, Faisal Khan, Paul Amyotte. Safety Assessment in Plant Layout Design Using Indexing Approach: Implementing Inherent Satety Perspective. 2008, 160 (1):100-109.

[10]J. Cagan,D. Degentesh, S. Yn, A simulated annealing-based algorithm using hierarchical models for general three-dimensional component layout[J]. Computer Aided Design, 1998(10):228-242.

[11]Yamamoto. Production layout design system by GA with one by one encoding method[J]. Artif Life Robotics2008, (13):234-237.

[12] Ramazan Sahin. A simulated annealing algorithm for solving the bi-objective facility layout problem[J]. Expert Systems with Applications, 2011，(38):4460--4465

[13] 第一机械工业部. 机械工厂总平面及运输设计规范[M]. 北京：机械工业出版社, 1996.

[14] 丁宁宁.我国物流基础设施规划有关问题的研究.2005城市规划年会论文集，2005.

[15] 林立千. 设施规划与物流中心设计[M]. 北京：清华大学出版社, 2003.08.

[16]苏超. 物流中心功能区布局规划研究[D].西南交通大学,2010.

[17] 郝红艳.基于遗传算法的物流园区功能区布局方法研究田].北京:北京交通大学，2007.

[18] 许程.物流园区布局优化与作业流程仿真研究[D].西南交通大学，2015.

[19] 王喜萍.航空物流园区基础设施布局规划及方法研究[D].西南交通大学2008.

[20] 米婷露. 基于改进SLP的物流园区功能区布局规划研究[D].北京交通大学,2014.

[21] 许程. 基于混合算法的物流园区布局优化研究[J]. 物流科技,2015,(05):106-109.

[22] 周三元.物流设施布置程序模式浅析[[J].物流技术.2009,28(3):56-58.

[23] 张泳、赵建民.基于SLP方法的遗传算法在多目标布置设计中的应用[J]，计算机时代，2010,5:1-3.

[24] 潘宁楠. 港口物流园区总体布局优化与仿真研究[D].武汉理工大学,2010.

[25] 陈娟. 基于SLP方法的钢铁物流园区平面布置规划[D].武汉理工大学,200

[26] 邵子奇.保税物流园区布局规划及发展对策研究[D].导师：李常洪.山西大学,2013.

[27] 韩杨.上海市物流园区的功能比较及布局研究[J].商场现代化,2008,(35):132.

[28] 姜涛.大连空港物流园区布局研究[D].导师：王诺;王春刚.大连海事大学,2012.

[29] 张春燕.基于SLP技术的潍坊临港物流园区布局规划设计研究[D].导师：张汝华;王绍恩.山东大学,2013.

[30] 刘巍.物流园区的空间布局及规划管理策略研究[D].导师：崔东旭.山东建筑大学,2011.

[31] 陶经辉,乔均.物流园区内部功能区规划建设探析[J].中国流通经济,2006,(06):11-14.

[32] 王永峰.云南省物流园区空间布局优化研究[D].导师：李严锋.云南财经大学,2015.

[33] 邹欣. 物流园区布局规划与建设后评价[D].成都理工大学,2016.

[34] 但京. 基于遗传算法的钢材物流园区规划研究[D].武汉理工大学,2011.

[35] 贾贞. 内河港物流园区规划方法与应用研究[D].武汉理工大学,2011.

[36] 王丽娜. 物流园区空间布局规划研究[D].郑州大学,2006.

[37] 苏玲利. 物流园区空间类型及功能定位研究[D].长沙理工大学,2006.

[38] 刘颖. 物流园区选址与总体布局研究[D].西安建筑科技大学,2005.

# 附件一

Matlab主要求解代码：

function NewChrIx=Sus(FitnV,Nsel)

[Nind,ans]=size(FitnV);

cumfit=cumsum(FitnV)

trials=cumfit(Nind)/Nsel\*(rand+(0:Nsel-1)')

Mf=cumfit(:,ones(1,Nsel));

Mt=trials(:,ones(1,Nind))';

[NewChrIx,ans]=find(Mt<Mf&[zeros(1,Nsel);Mf(1:Nind-1,:)]<=Mt);

size(NewChrIx)

[ans,shuf]=sort(rand(Nsel,1));

NewChrIx=NewChrIx(shuf);

end

function coordinate=div(coordinate,flag,node,area,bi,a)

temp=coordinate(flag+1:end-1,:);

xA=coordinate(flag,1);

yA=coordinate(flag,2);

xB=coordinate(flag,3);

yB=coordinate(flag,4);

switch bi

case 0

sA=sum(area(a(node(flag,1):node(flag,2))));

m=sA/(coordinate(flag,3)-coordinate(flag,1));

xC=xB;

xD=xA;

yC=yB-m;

yD=yC;

coordinate(flag,:)=[xD yD xB yB];

coordinate(flag+1,:)=[xA yA xC yC];

coordinate(flag+2:end,:)=temp;

case 1

sA=sum(area(a(node(flag,1):node(flag,2))));

m=sA/(coordinate(flag,4)-coordinate(flag,2));

xC=xA+m;

xD=xC;

yC=yB;

yD=yA;

coordinate(flag,:)=[xA yA xC yC];

coordinate(flag+1,:)=[xD yD xB yB];

coordinate(flag+2:end,:)=temp;

end

end

function DrawPath(Chrom,Nv,area,L,B)

coordinate=geshu(Chrom,Nv,area,L,B);

figure;

xlabel('横坐标')

ylabel('纵坐标')

title('功能区划分图')

axis([0 L+5 0 B+5]);

for i=1:Nv

xic=(coordinate(i,1)+coordinate(i,3))/2;

yic=(coordinate(i,2)+coordinate(i,4))/2;

Li=coordinate(i,3)-coordinate(i,1);

Bi=coordinate(i,4)-coordinate(i,2);

rectangle('Position',[coordinate(i,1),coordinate(i,2),Li,Bi]);

hold on;

text(xic,yic,num2str(Chrom(i)));

end

function varargout = dsxy2figxy(varargin)

if length(varargin{1}) == 1 && ishandle(varargin{1}) ...

&& strcmp(get(varargin{1},'type'),'axes')

hAx = varargin{1};

varargin = varargin(2:end);

else

hAx = gca;

end;

if length(varargin) == 1

pos = varargin{1};

else

[x,y] = deal(varargin{:});

end

axun = get(hAx,'Units');

set(hAx,'Units','normalized');

axpos = get(hAx,'Position');

axlim = axis(hAx);

axwidth = diff(axlim(1:2));

axheight = diff(axlim(3:4));

if exist('x','var')

varargout{1} = (x - axlim(1)) \* axpos(3) / axwidth + axpos(1);

varargout{2} = (y - axlim(3)) \* axpos(4) / axheight + axpos(2);

else

pos(1) = (pos(1) - axlim(1)) / axwidth \* axpos(3) + axpos(1);

pos(2) = (pos(2) - axlim(3)) / axheight \* axpos(4) + axpos(2);

pos(3) = pos(3) \* axpos(3) / axwidth;

pos(4) = pos(4) \* axpos(4 )/ axheight;

varargout{1} = pos;

end

set(hAx,'Units',axun)

function FitnV=Fitness(len)

FitnV=(1.1-len/max(len)).^2;

End

function coordinate=geshu(Chrom,Nv,area,L,B)

a=Chrom(1:Nv);

b=Chrom(Nv+1:2\*Nv-1);

c=Chrom(2\*Nv:end);

coordinate=zeros(Nv,4);

coordinate(1,:)=[0 0 L B];

node=zeros(Nv,2);

node(1,:)=[1,Nv];

for i=1:Nv-1

for j=1:Nv

if c(i)>=node(j,1)&&c(i)<=node(j,2)

flag=j;

break;

end

end

temp=node(flag+1:end-1,:);

temp2=node;

node(flag,:)=[temp2(flag,1) c(i)];

node(flag+1,:)=[c(i)+1 temp2(flag,2)];

node(flag+2:end,:)=temp;

coordinate=div(coordinate,flag,node,area,b(c(i)),a);

end

end

function x=Init(N\_ch,Nv)

vm1=281894;

vm2=350996;

xx=zeros(N\_ch,Nv);

xx(:,1)=rand(N\_ch,1).\*vm1;

xx(:,2)=rand(N\_ch,1).\*(vm1-xx(:,1));

xx(:,3)=rand(N\_ch,1).\*(vm1-xx(:,1)-xx(:,2));

xx(:,4)=vm1-xx(:,1)-xx(:,2)-xx(:,3);

xx(:,5)=rand(N\_ch,1).\*vm2;

xx(:,6)=rand(N\_ch,1).\*(vm2-xx(:,5));

xx(:,7)=rand(N\_ch,1).\*(vm2-xx(:,5)-xx(:,6));

xx(:,8)=vm2-xx(:,5)-xx(:,6)-xx(:,7);

v1=ones(N\_ch,1)\*151840;

v2=ones(N\_ch,1)\*216270;

x=[v1 v2 xx];

end

function [A,B]=intercross(A,B,Nv)

a1=A(1:Nv);

b1=A(Nv+1:2\*Nv-1);

c1=A(2\*Nv:end);

a2=B(1:Nv);

b2=B(Nv+1:2\*Nv-1);

c2=B(2\*Nv:end);

[a3,a4]=intercrosstsp(a1,a2);

[b3,b4]=intercrossfun(b1,b2);

[c3,c4]=intercrosstsp(c1,c2);

A=[a3 b3 c3];

B=[a4 b4 c4];

function [a,b]=intercrossfun(a,b)

L=length(a);

r1=randi(L);

r2=randi(L);

if r1~=r2

a0=a;b0=b;

s=min([r1,r2]);

e=max([r1,r2]);

for i=s:e

temp=a(i);

a(i)=b(i);

b(i)=temp;

end

end

end

function [a,b]=intercrosstsp(a,b)

L=length(a);

r1=randi(L);

r2=randi(L);

if r1~=r2

a0=a;b0=b;

s=min([r1,r2]);

e=max([r1,r2]);

for i=s:e

a0=a;b0=b;

x=find(a==b(i));

y=find(b==a(i));

a(i)=b0(i);

b(i)=a0(i);

a(x)=b0(y);

b(y)=a0(x);

end

end

function SelCh=Mutate(SelCh,Pm,Nv)

[NSel,LL]=size(SelCh);

for i=1:NSel

a=SelCh(i,1:Nv);

b=SelCh(i,Nv+1:2\*Nv-1);

c=SelCh(i,2\*Nv:end);

L=length(a);

if Pm>=rand

R=randperm(L);

a(R(1:2))=a(R(2:-1:1));

end

L=length(b);

if Pm>=rand

R=randperm(L);

b(R(1:2))=b(R(2:-1:1));

end

L=length(c);

if Pm>=rand

R=randperm(L);

c(R(1:2))=c(R(2:-1:1));

end

SelCh(i,:)=[a b c];

end

function ObjV=myfunction(x)

um=[0.08241 0.07412 0.07066 0.07161 0.07378 0.07414 0.07066 0.07150 0.07380 0.07459];

pho=[1 3.1 7.7 4.2807 4.06 2.63 7.7 3.373 4.21 2.742];

B=1;

I0=0.662;

d=10;

v6=x(6);

v10=x(10);

I=B\*I0\*exp(-sum(pho.\*x.\*um)/sum(x)\*d)+1e6\*max(0,-v6)+1e6\*max(0,-v10);

ObjV=I;

end

function ObjV=Objfun(Chrom,Nv,area,L,B,R,pp,pdown,pup)

N=size(Chrom,1);

for i=1:N

coordinate{i}=geshu(Chrom(i,:),Nv,area,L,B);

end

s=zeros(N,1);

for k=1:N

dij=0;

for i=1:Nv

xic=(coordinate{k}(i,1)+coordinate{k}(i,3))/2;

yic=(coordinate{k}(i,2)+coordinate{k}(i,4))/2;

for j=1:Nv

xjc=(coordinate{k}(j,1)+coordinate{k}(j,3))/2;

yjc=(coordinate{k}(j,2)+coordinate{k}(j,4))/2;

dij=abs(xic-xjc)+abs(yic-yjc);

s(k)=s(k)+R(Chrom(k,i),Chrom(k,j))\*dij;

end

Li=coordinate{k}(i,3)-coordinate{k}(i,1);

Bi=coordinate{k}(i,4)-coordinate{k}(i,2);

pi=max(Li,Bi)/min(Li,Bi);

s(k)=s(k)+pp\*max(0,max(pi-pup,pdown-pi));

end

end

ObjV=s;

end

function inf=output(Chrom,Nv,area,L,B)

coordinate=geshu(Chrom,Nv,area,L,B);

for i=1:Nv

xic=(coordinate(i,1)+coordinate(i,3))/2;

yic=(coordinate(i,2)+coordinate(i,4))/2;

Li=coordinate(i,3)-coordinate(i,1);

Bi=coordinate(i,4)-coordinate(i,2);

inf(Chrom(i),:)=[xic,yic,Li,Bi];

end

function len=PathLength(D,Chrom)

[Ni,NN]=size(D);

[Nn,nn]=size(Chrom);

for j=1:Nn

len(j,1)=D(Chrom(j,Ni),Chrom(j,1));

for i=1:(Ni-1)

len(j,1)=len(j,1)+D(Chrom(j,i),Chrom(j,i+1));

end

end

function SelCh=Recombin(SelCh,Pc,Nv)

NSel=size(SelCh,1);

for i=1:2:NSel-mod(NSel,2)

if Pc>=rand

[SelCh(i,:),SelCh(i+1,:)]=intercross(SelCh(i,:),SelCh(i+1,:),Nv);

end

end

function Chrom=Reins(Chrom,SelCh,ObjV)

NIND=size(Chrom,1);

NSel=size(SelCh,1);

[TobjV,index]=sort(ObjV);

Chrom=[Chrom(index(1:NIND-NSel),:);SelCh];

end

function SelCh=Reverse(SelCh,D,ObjV)

[row,col]=size(SelCh);

SelCh1=SelCh;

for i=1:row

r1=randsrc(1,1,[1:col]);

r2=randsrc(1,1,[1:col]);

mininverse=min([r1 r2]);

maxinverse=max([r1 r2]);

SelCh1(i,mininverse:maxinverse)=SelCh1(i,maxinverse:-1:mininverse);

end

ObjV1=PathLength(D,SelCh1);

index=ObjV1<ObjV;

SelCh(index,:)=SelCh1(index,:);

end

function SelCh=Select(Chrom,FitnV,GGAP)

NIND=size(Chrom,1);

NSel=max(floor(NIND\*GGAP+ .5),2);

Fit\_rate=FitnV/sum(FitnV);

rate\_cum=cumsum(Fit\_rate);

for i=1:NSel

minx=[];

minIndex=[];

rate\_cum;

a=rand;

b=find(rate\_cum>=a);

[minx,minIndex]=find(rate\_cum>=a);

SelCh(i,:)=Chrom(minIndex(1),:);

Chrom(minIndex(1),:)=[];

FitnV(minIndex(1))=[];

Fit\_rate=FitnV/sum(FitnV);

rate\_cum=cumsum(Fit\_rate);

end

end

function NewChrIx=Sus(FitnV,Nsel)

[Nind,ans]=size(FitnV);

cumfit=cumsum(FitnV)

trials=cumfit(Nind)/Nsel\*(rand+(0:Nsel-1)')

Mf=cumfit(:,ones(1,Nsel));

Mt=trials(:,ones(1,Nind))';

[NewChrIx,ans]=find(Mt<Mf&[zeros(1,Nsel);Mf(1:Nind-1,:)]<=Mt);

size(NewChrIx)

[ans,shuf]=sort(rand(Nsel,1));

NewChrIx=NewChrIx(shuf);

end