



廣東工業大學

物流设计大赛

题 目____安吉汽车零部件物流优化设计方案____

学 院____管理学院和应数学院____

团队队长____(10 物流管理)____

团队成员____(10 信息与计算科学)____

____(10 信息与计算科学)____

____(10 物流管理)____

____(10 管理科学)____

联系电话____

指导老师____

2012 年 10 月 30 日

摘要



本方案是研究汽车零部件入厂物流的车辆线路优化模型、应急方案及其应用。随着国内汽车行业如火如荼的发展，宣示着汽车零部件物流必定是利润丰厚、尚未开垦的经济领地。而安吉物流是国内领先的汽车物流供应商的佼佼者，应充分抓住现有的不可多得的机遇，发挥自有的优势，才能为企业长久持续的发展提供源源不断的动力。

本方案是在充分研究安吉零部件物流背景的基础上，从零部件入厂物流这个板块入手，然后对案例中零部件物流出现的问题进行研究分析。对安吉当前循环取货的模式进行车辆线路调度模型优化、应急方案的设计；而后针对整个优化方案设置评价体系并进行仿真和实际应用分析。

方案将以大量的数据以及必要的说明展开设计，参考使用了多个成熟的研究模型，对案例中所存在的问题进行分析并提出解决思路。方案不论是从内容上还是从实际上都体现了我们的创新和特色，其中运用到遗传算法和层次分析法（AHP）等多个模型和算法，并使用了 JAVA、SPSS 和 MATLAB 等计算编程软件。在此过程中，注重定性与定量分析的结合，提出的解决方案具体而深入，可操作性强。

关键词：循环取货，遗传算法，层次分析法，路径优化，模拟仿真

目录

第一章 绪论.....	1
1.1 方案的意义.....	1
1.2 方案针对的案例内容.....	1
1.3 方案的创新点.....	1
1.4 方案的整体设计思路.....	2
第二章 汽车零部件物流现状分析.....	4
2.1 汽车零部件的 PEST 分析.....	4
2.1.1 政治法律环境 Political Factors.....	4
2.1.2 经济环境 Economic Factors.....	4
2.1.3 社会文化环境 Sociocultural Factors.....	5
2.1.4 技术环境 Technological Factors.....	5
2.2 安吉零部件公司的 SWOT 分析.....	6
2.2.1 优势 (strength).....	6
2.2.2 劣势 (weakness).....	6
2.2.3 机会 (opportunity).....	7
2.2.4 威胁 (threat).....	7
第三章 零部件入厂物流路径优化设计.....	9
3.1 零部件入厂物流概述.....	9
3.1.1 零部件入场物流的意义.....	9
3.1.2 零部件入厂的主要模式.....	9
3.2 循环取货的含义.....	10
3.3 循环取货方式存在的问题.....	10
3.4 零部件供应商分区.....	11
3.4.1 零部件供应商分区的必要性.....	11
3.4.2 零部件供应商分区的方法.....	12
3.5 近距离循环取货模式下的模型.....	12
3.5.1 循环取货问题的数学描述.....	12
3.5.2 循环取货模式的模型建立过程.....	13
3.5.3 循环取货模型的求解——遗传算法的提出.....	16
3.6 考虑远距离运输的循环取货优化.....	20
3.6.1 远距离的循环取货模式.....	20
3.6.2 远距离循环取货中的 SCC 选址问题.....	20
3.6.3 昆山市建立物流中心的可行性分析.....	24
3.7 循环取货路径优化模型的仿真.....	26
3.7.1 仿真的使用.....	26
3.7.2 方案在实际操作中的应用.....	28
第四章 模型的综合评价.....	29
4.1 方案综合评价的必要性.....	30
4.2 层次分析模型的建立.....	30
4.3 层次分析模型的实际运用.....	34
第五章 循环取货过程中的应急配送方案.....	39

5.1 应急方案的必要性.....	39
5.2 异常配送类型分析.....	40
5.3 异常配送的应急预案.....	40
5.3.1 人为原因造成异常情况的应急预案.....	41
5.3.2 非人为原因造成的异常情况的应急预案.....	43
第六章 结语.....	44
致谢	45
参考文献.....	46
附录	47
附录一 供应商地址数据(部分).....	47
附录二 迭代重心法 matlab 代码.....	48

第一章 绪论

1.1 方案的意义

随着我国汽车市场上经济型轿车所占比重愈来愈大,汽车制造供应商企业对成本的敏感度逐渐提高。成本意识的提高,会刺激物流的需求。因为降低成本的一个有效途径就是优化物流。汽车零部件物流是高技术物流行业,是国际物流业公认最复杂、最具专业性的物流领域。而零部件配送优势物流系统良性运作并持续优化的关键环节。汽车制造厂商为了能够实现 JIT 配送,会利用第三方物流公司进行配送,第三方物流公司有丰富的物流管理和运作经验可以很好完成配送工作。安吉汽车物流有限责任公司(以下简称“安吉”)作为一家为汽车及零部件制造企业提供服务的第三方物流公司,下属业务包括整车物流、零部件物流、口岸物流等三大业务板块,零部件物流是其中一个重要的板块业务。安吉可以依托自有的优势,沟通零部件和整车供应商,发挥供应链的整体优势,做精做强零部件物流板块业务,提高安吉的核心竞争力。

1.2 方案针对的案例内容

本方案以案例 12 作为解决的核心,通过对案例的通篇详细分析,总结出案例提出的问题。在本案例中,需要我们解决的主要是安吉零部件入厂配送的车辆线路优化问题、配送的应急方案、方案的综合评价以及整个方案的仿真和应用。

1.3 方案的创新点

1、**综合考虑库存成本、运输成本及转载率等多个问题。**在循环取货模式下,影响循环取货效益的关键要素之一是取货路径的规划是否合理。车辆路径问题在国内的研究群体比较大,目前主要是根据约束条件、目标不同,形成了各种各样

的模型构造及算法，其中不乏一些快速、优解的启发式算法。本案例中针对安吉汽车入厂物流的循环取货路线设计是对一般VRP问题的拓展，但是放在安吉物流整个供应链的背景下，作为一个物流企业就必须综合考虑到库存、运输成本，解决起来可能更为复杂，目前这个方面的研究还是比较少的。本方案与一般路径优化问题的区别在于，本文的模型增加了案例中的几个限制，首先是库存水平限制，也就是要求一次运进汽车厂的零部件的总量不得超过某一规定的数值，从而强制必须要高频次、小批量地进行零部件取货。允许库存的大小反映了供货的JIT水平，随着库存限制的变化，零部件的运输库存成本也在同步地变化，这也从一定程度上反映了JIT实施的限制。另外，影响循环取货效率的另一大因素是车辆的装载率，案例中本来希望乘凉的装载率可以达到85%，但是实际中往往达不到，本案例充分考虑了这个限制，对装载率进行约束，使之保持在一定的水平之上。在参考了大量研究的基础上，提出了针对汽车制造企业的零部件循环取货路径规划模型。在一般的需求可拆分的路径规划问题基础之上，形成了针对循环取货特点的路线优化设计模型。

2、考虑加入循环取货范围约束。本方案的一大亮点就是考虑了循环取货的范围，因为循环取货的一个特点就是小范围，在距离超出一定界限之后，循环取货的效果将大打折扣，有鉴于此，我们在循环取货的路径达到一定界限时，提出了建立物流中转中心的解决方法。而在一般的循环取货问题中，很少考虑到这个问题，而本方案则充分结合这样一个问题，通过迭代重心法建立物流中心，以此使得循环取货得到更大范围的应用。

1.4 方案的整体设计思路

方案以零部件物流的线路优化为基点，首先对汽车物流配送发展趋势进行分析，确定未来的趋势发展及其存在着主要的问题；接着是对零部件入厂配送体系存在问题进行分析并提出具体的优化解决方案；并通过模拟仿真来进行检验，接下来是在前面的优化的基础上进一步探讨，提出了突发状况的应急方案；然后通过建立综合评价体系方案来评判零部件优化方案的优劣。最后是该优化方案的总结和进一步的研究探讨。整体的设计思路如下图 1-1 所示：

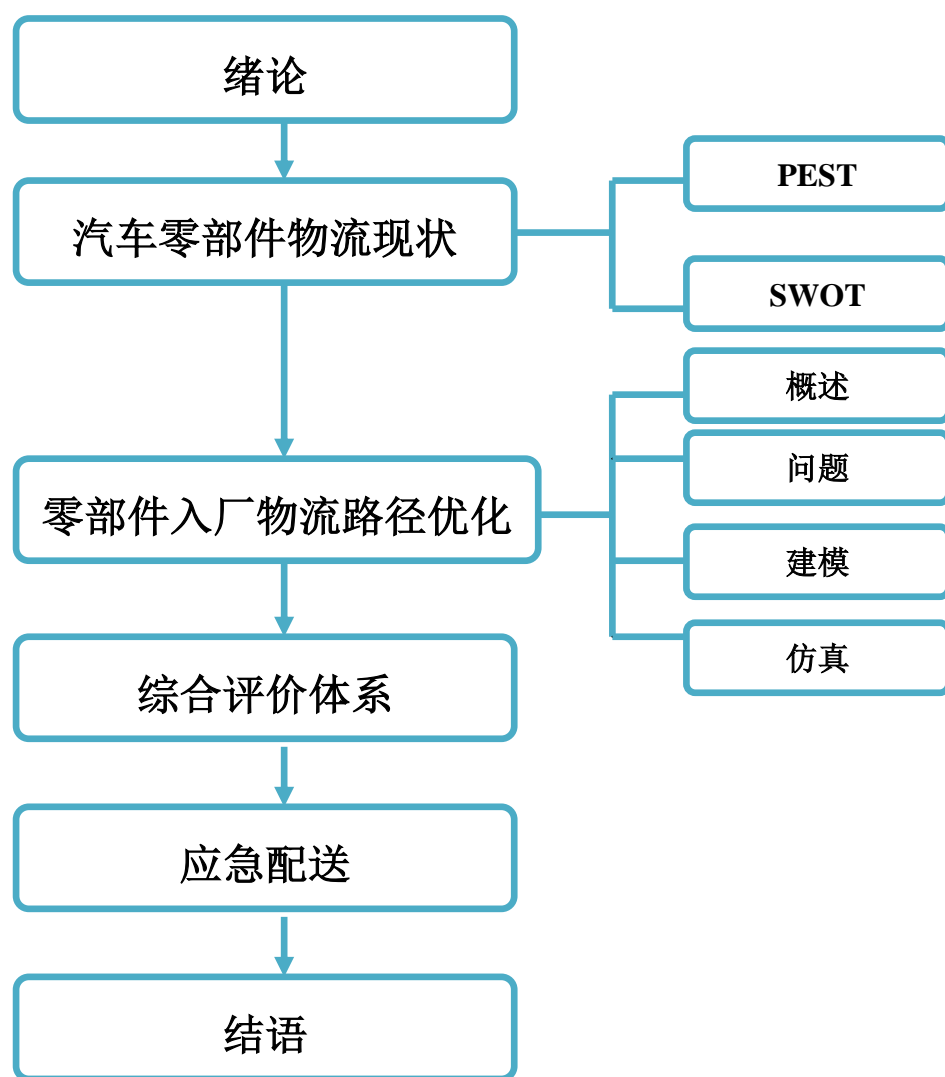


图1-1 设计总体思路

第二章 汽车零部件物流现状分析

2.1 汽车零部件的 PEST 分析

汽车零部件产业是汽车产业的重要组成部分，零部件工业的水平关系着整个汽车工业的发展水平。进入 20 世纪 90 年代，汽车工业发展的重心已转移到汽车零部件业，零部件厂的地位不断加强，一些大型零部件厂已处于和汽车整车厂同等的地位。纵观各经济发达国家汽车工业的发展，无不以其雄厚的零部件工业为基础，一些后进国家汽车工业的兴起也是从发展汽车零部件工业起步的，没有强大的零部件工业作基础，汽车工业只能是空中楼阁。

2.1.1 政治法律环境 (Political Factors)

1.良好的政策和投资环境。汽车产业作为国民经济的支柱产业历来受到政府政策的支持。我国汽车产业政策规定，汽车企业引进制造技术后，必须进行产品国产化，并提出了不低于 40%的国产化率要求；同时，一些政策和规定引导零部件产业进行结构调整、产品种类多元化生产等促进零部件企业的优化组合。

2.1.2 经济环境(Economic Factors)

1. 我国汽车零部件产业的市场规模不断扩大。据中国汽车工业协会公布，2009 年中国汽车产销量分别为 1379.10 万辆和 1364.48 万辆，同比增长 48.20%和 46.15%，创历史新高。同时，2009 年中国汽车产量首次超过日本，位居世界第一。中国一跃成为世界第一汽车生产和消费国。与此同时，汽车销量的增长带动了汽车零部件蓬勃增长。世界 500 强的零部件制造厂商德尔福、博世、伟世通、电装和李尔等都纷纷到中国投资建厂，建立了销售和服务网络。这些零部件跨国企业来到中国，带来了先进的技术和管理，推动了我国汽车零部件产业的建设与发展，促进了我国零部件产业的整体水平的提高，初步形成了具有一定国际竞争力的汽车零部件制造体系。

2. 廉价劳动力成本优势推动着零部件发展。我国是劳动力资源密集型国家，

劳动力供给充分，并且劳动力成本低，具有比较优势。廉价的劳动力是吸引投资者来中国投资的一个重要因素。尤其是在汽车零部件生产方面，目前大部分的企业都是一些附加值低，需要大量劳动力进行生产的组织，利用中国劳动力成本低的优势来提升其产品在国际上的竞争力。

2.1.3 社会文化环境（Sociocultural Factors）

1.国内需求发展。国内消费市场发展迅速，消费规模不断扩大，消费环境持续改善，消费结构加快升级，消费热点不断涌现，消费对经济的拉动作用进一步增强，随着我国的市场经济的不断发展，平均消费水平也在不断提高，随着人们对汽车消费能力的增强，必然会带动汽车零部件产业的发展

2.1.4 技术环境（Technological Factors）

1. 技术有待提高。随着对国外技术引进和吸收，零部件企业的技术水平在一定程度上得到提高，但是总体来说，我国零部件制造技术目前仍然是属于中低技术水平，一些高新和核心技术仍然掌握在国外厂商手中。例如减振器、动力转向、安全气囊、全球定位系统和自动变速器等产品的生产处于初步发展阶段，甚至有一些是属于起步阶段。

2. 产业结构单一，体制不合理。我国汽车零部件企业主要包含从大型汽车集团分离出的国有零部件企业、民营零部件企业和合资零部件企业。从大型汽车集团独立出来零部件企业由于一些历史原因，形成了相对封闭的内部配套体系，虽然从汽车集团独立出来，但是这些企业市场意识淡薄，体制转轨缓慢，管理效率低下，极大制约了零部件企业技术水平的提高。

总体来说，由于良好的政策和投资环境，随着我国经济的不断发展，人均消费水平的不断提高，对汽车能力消费不断增强，必会推动这我国汽车零部件物流的兴旺发展。但是技术或许是制约着零部件物流发展的一瓶颈。

2.2 安吉零部件公司的 SWOT 分析

根据案例来看,安吉零部件物流公司在许多方面都取得了骄人的成绩,同时,随着社会的快速发展,市场对企业的要求也越来越高,发展遇到了许多问题!

2.2.1 优势 (strength)

1. 中国经济的高速增长,带动汽车产业发展。随着中国经济的快速发展,人民收入水平不断提高,从而使汽车消费迅速增加,进而带动零部件产业快速发展。而安吉物流是全球业务规模最大的汽车物流服务供应商。

2. 政策鼓励汽车工业发展,且投资额不断增长。汽车工业以大集团为主,并使其成为具有世界竞争力的汽车制造商发展,确定未来集团化、大者恒大的发展趋势。而且安吉物流公司专业化的运输及配送中心都已实现联网运营!

3. 公司技术条件不断改善。安吉具备良好的信息基础和研发能力,可以更好运用物流新技术和模式,从而会有更多的发展空间。安吉物流通过整合行业内资源,通过资源网络化,节约物流成本,实现社会资源最大化。

4. 加大投入,坚持可持续发展战略。安吉零部件公司发展绿色低碳物流,降低企业的利润,加大对水运和铁路运输方式的投入,努力提高铁路水路运输的比例。

5. 较为完善的运作流程及运营管理。安吉拥有较为完善的运作流程和顺畅的运营管理。在车辆的运输与调度方面,安吉公司提出了总部调度模式和现场调度模式,在一定程度上有效地完成了绩效。

2.2.2 劣势 (weakness)

1. 自主研发及品牌塑造能力不足。
2. 规模效益仍远低于国际知名汽车制造商。
3. 汽车物流业人才匮乏。
4. 零部件供应商缺乏竞争力。

5. 在运输调度上面临许多问题，诸如：如何满足客户的运输质量需求、大量的拼车路径、大小车型的装载性等问题。在现代物流集约化、一体化的发展中，配送是直接与消费者相连的重要环节，配送车辆优化调度是物流系统优化、物流科学化的关键一环，是企业改善服务水平、降低物流配送成本、提高经济效益的重要途径。

6. 目前配送面临亟待解决的线路优化问题。以配送业务为主的安吉公司目前遇到的最大的问题是如何选择适宜的运输路线，优化车辆调度路径，通过共同配送来减少运输成本，并通过提高配送的增值服务来提高客户的满意度。

7. 车辆配送过程成本问题突出。安吉零部件物流公司目前配送上存在的问题有：批量太小，车辆调配难度大，成本居高，而且每个客户配送区域不统一，很多配送线路无法进行集拼以实现共同配送，并通过运量来降低成本。

2.2.3 机会 (opportunity)

1. 快速发展的国民经济拉动汽车零部件产业发展。我国的市场经济的不断发展，人民平均消费水平也在不断提高，随着人们对汽车消费能力的增强，必然会带动汽车零部件产业的发展。

2、物流需求扩大。国际进出口贸易的不断增加，行业物流市场空间巨大。

3、国家政策支持。国家有相关的促进物流发展的系列措施出台，安吉零部件物流要从政策中寻找发展机遇。

4、国内物流价值导向转变。响应国内客户的物流服务需求由成本向价值转变，创新增值服务模式，增加客户价值。

2.2.4 威胁 (threat)

1. 外资物流公司的威胁。外资物流公司涌入中国市场，虽然短期内威胁不大，但外资公司拥有雄厚的资源优势,应提前准备应对措施，既竞争又联盟。

2. 传统物流企业的转型。国内大部分的传统型物流已经过渡到了第三方物流，甚至向第四方物流迈进，未来安吉物流面临的竞争压力将也将越来越大。

从 SWOT 分析可看出，安吉物流公司良好的客户网、较具规模的网络为其今后的转型奠定了良好的基础，而其大部分的内部弱势与外部威胁可以通过优化财务链和业务链，构建信息服务平台得以解决，因而将公司定位于 SO 成长型战略的企业，通过对公司的财务链业务链加以优化，将弱势转化为优势，充分利用自身优势，抓住机遇实现快速发展。

第三章 零部件入厂物流路径优化设计

3.1 零部件入厂物流概述

3.1.1 零部件入场物流的意义

对于汽车制造企业而言，零部件的流转运输是决定汽车制造成本的重要因素。汽车零部件物流是具有极高专业性和复杂性的物流领域。随着汽车工业的迅速发展，零部件入厂的效率和成本问题日益引起关注。零部件入厂规划得好不仅可以降低物流成本、提高供应链的敏捷度，更重要的是可以大幅度地缩短产品生命周期、提高市场的反应速度和柔性，因而它是汽车制造企业增强供应链竞争能力的重要环节。在整个结构中，整车厂处于供应链的主导位置，它根据对市场的预测，制定出自己的产品计划，再依据既定的生产计划进行采购和供应，并与供应商进行信息共享、互相支持。

3.1.2 零部件入厂的主要模式

1 供应商直接送货模式。各个零部件供应商分别根据汽车厂的订单需求把零部件送到装配厂，这是最传统，也是最简单的供应模式。直送的主要优势在于无需中间仓库、操作和协调上简单易行，如果某个供应商每次的最佳供货量恰好与卡车的最大装载量相接近，那么直送是行之有效的。但对于小批量的供应商，如果为了充分利用卡车进行大批量运送，必会导致库存水平的提高，相反，如果使用非满载运输，将会导致运输费用的大幅上升，而且，供应商的单独直接送货将导致很高的接收成本。

2 通过循环路线的直接取货。循环取货路线是一辆卡车从多个供应商处取零部件送至装配厂时所经过的线路。选择了这种取货模式，供应链管理者就必须对每条取货路线进行规划。如果有规律地进行经常性、小批量的取货，且供应商之间的空间距离比较地接近，循环取货可以更充分地利用卡车，从而使运输成本大大降低。循环取货在许多国际著名的企业中得到了成功的应用。

3 通过配送中心的取货模式。这种模式是先将来自大量供应商的零部件集中到一个配送中心，在配送中心进行拆包装，重组，然后再向总装厂供货，供应商到配送中心有直送和循环取货两种方式。在这一运输体系中，配送中心是供应

商和总装厂之间的中间环节,发挥两种不同的作用:一是进行暂时的零部件保管;另一方面又起着转运点的作用。当供应商与总装厂之间的距离比较远时,运费占取货成本的大部分,配送中心可以使供应链获得了规模经济效益。一般这种集货工作是由外包的第三方物流公司来完成的。其优点是可以更好地控制工厂零部件的内向物流,大大减少取货车辆在工厂门外的拥堵。

4 供应商园区。这种模式是在汽车总厂附近建立供应商园区,主要的汽车零部件供应商集中在园区内,根据总装厂的生产计划安排,在很短的时间内将自己的零配件或者组装好的组装件,送到装配线上的需求点。

3.2 循环取货的含义

循环取货是一种制造商用同一货运车辆从多个供应处取零配件的操作模式,具体运作方式是每天固定的时刻,卡车从制造企业工厂或者集货、配送中心出发,到第一个供应商处装上准备发运的原材料,然后按事先设计好的路线到第二家、第三家,以此类推,直到装完所有安排好的材料再返回。这样做省去了所有供应商空车返回的浪费,同时使物料能够及时供应,发运货物少的供应商不必等到货物积满一卡车再发运,可保持较低的库存,最大程度实现了 JIT 供应。

国内最早是汽车制造业(东风、上海通用)使用的一种物料集货模式,这种模式不是由供给商自己将配件运送到客户工厂那里,而是由签定合同的物流公司根据客户工厂的物料需求计划,按最优的集货运输方案到供给商处取货,再集中送到客户工厂,这样可以提高车辆装载率,使返回空车的数量和行驶距离大大减少,能有效降低供给商送货成本,提高物料供给的灵敏性和柔韧性。

3.3 循环取货方式存在的问题

1、设计 Milk-Run 路线困难。当供应商比较少的时候,根据车辆的安排考虑各个供应商的出货地址、出货窗口,设计几条 Milk-Run 路线。遍历那

些供应商是比较容易解决的问题。但是当供应商规模不断扩大之后，这就变得困难了。

2、车辆的装载率不高。案例中提到，实施方案指出是希望装载率可以达到 85%甚至更高，但是事实上装载率远远没有达到标准。由于汽车零部件众多，尺寸大小也不尽相同，所以如何装箱能够达到装载率最大化也就成为必须考虑的一大问题。

3.4 零部件供应商分区

3.4.1 零部件供应商分区的必要性

循环取货又叫 Milk-Run 路线，该词字面意思描述了送奶工给若干用户送奶并回收空奶瓶的过程。而在汽车物流中装载货物容器的空满正好与送牛奶过程相反，即到供应商处取货时留下空容器，把装满货物的容器带走。该运输方式适用于小批量，多频次的中短距离运输要求。

在案例 12 提供的附件——《某日零部件运送清单》中，我们发现全部 204 个厂商，有 164 个位于上海，还有 40 个是位于江苏境内的。将之制作成散点图则如下图 3-1 所示：

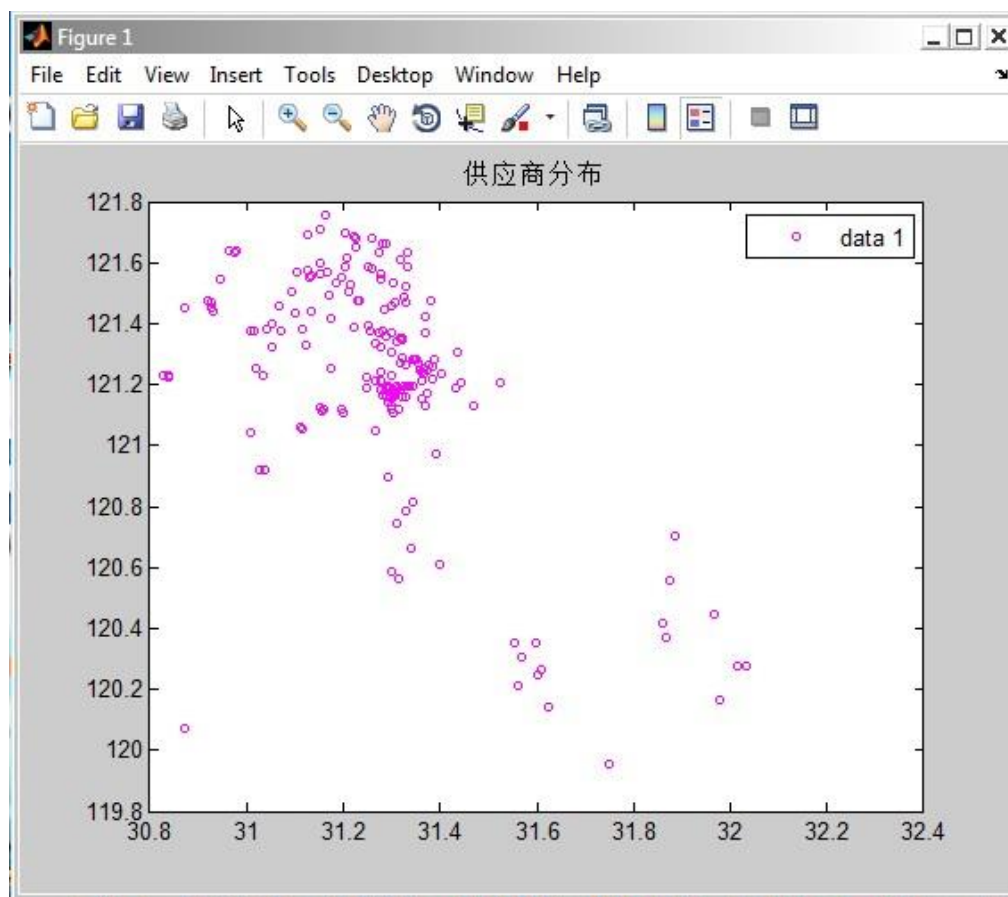


图 3-1 供应商散点图

由上图可知，供应商的分布跨幅比较大，如果不考虑距离而直接只用循环路线，则必然无法得到较为合理的优化路线。所以必须对供应商进行分区，遵循一定的条件，将之划分为不同的区域，由此才能解决分布过散的问题。

3.4.2 零部件供应商分区的方法

对于供应商的分区，我们主要是以距离的远近作为分区的标准，即将距离主机厂在一定范围内的供应商分为一个区，将在一定范围外的供应商作为另一个区。在本方案中，以上海境内的作为近距离的分区，江苏境内的则作为远距离的分区。这样一种聚类的方法更加有利于解决我们的问题，得到一个更优的解决方案。

3.5 近距离循环取货模式下的模型

3.5.1 循环取货问题的数学描述

设无向图 $G=(V,E)$ ，其中 $V=\{V_0, V_1, V_2, \dots, V_n\}$ 表示主机厂和 n 供应商的集合。 $E=\{(i, j)|(i, j \in V), i \geq 0, j \geq 0, i \neq j\}$ 表示路径的集合。本问题中假设所有供应商之间、供应商与主机厂之间均存在可连通的道路。定义矩阵 $C=\{c_{ij}\}$ ，其中 c_{ij} 为 V_i 到 V_j 的距离，因此 C 为对称矩阵，即满足 $c_{ij} = c_{ji}$ 。 V_0 为主机厂，其

y_0

位置已知，坐标为 (x_0, y_0) 。主机厂中有 t 辆车可用的，所有车辆类型相同。每辆车的最大装载量为 Q 。为了避免调度的复杂性，我们约束每家供应商只有一条路径经过，同一条路径上的供应商拥有相同的取货频次。于是原问题就转变为满足一定的约束条件下的极值问题。

1、已知的变量：

- (1) 每辆车的最大装载量
- (2) 任意两个供应商之间的距离、主机厂到任一供应商、任一供应商到主机厂的距离已知。
- (3) 一个周期内，各个供应商的需求已知。

未知的变量：

- (1) 每条路径要访问哪些供应商
- (2) 路径上供应商的访问次序
- (3) 路径的取货频次，也即为每天取货卡车到一个供应商处的次数
- (4) 路径排定的车辆数
- (5) 路径上每个供应商的单词取货量

2、应满足的约束：

- (1) 一条路径上所有供应商单次取货量总和不能超过卡车的最大装载量。
- (2) 不能超过最大的允许库存水平， S 反映 JIT 水平的重要指标，量化地表示了线边允许的库存积放。
- (3) 必须要保证取货的平顺化，这是发现浪费，不断优化的前提。
- (4) 每个供应商只有一条路径经过。

3.5.2 循环取货模式的模型建立过程

引入如下符号：

$V = \{i \mid i=0, 1, 2, \dots\}$ 为 n 个供应商点与 RDC 的集合, $i=0$ 代表 RDC

$K = \{k \mid k=1, 2, \dots, m\}$ 为 m 条路径集合

c_{ij} 供应商 i 到 j 的距离, 特别地 $c_{ii} = 0$

d_i 供应商 i 的全天需求量, 体积表示

Q_k 路径 k 上车的容量限制

t_i 供应商 i 的装卸货时间

t_{ij} 供应商 i 到 j 的行驶时间

T 每条路径单次循环时间的最大允许值

S 允许的库存最高水平

α 单位距离运输成本

β_i 供应商 i 的零部件的单位库存成本

决策变量为：

m 排定的路径总数

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{如果路径 } k \text{ 经过 } i \text{ 到 } j \\ 0 & \text{否则} \end{cases} \quad \forall i, j \in V, \forall k \in K$$

$$y_{ik} = \begin{cases} 1 & \text{如果路径 } k \text{ 经过 } i \\ 0 & \text{否则} \end{cases} \quad \forall i \in V, \forall k \in K$$

f_k 路径 k 的取货频次

p_{ik} 如果路径 k 经过供应商 i , 则一个车次到 i 处的单次取货量为

$$p_{ik} = \frac{d_i}{f_k}$$

基于以上符号和决策变量, CFR 的数学模型如下：

(3-1)

$$\forall k \in K, i \in V \quad (3-2)$$

$$\sum_{i \in V} x_{0ik} = 1, \quad \forall k \in K \quad (3-3)$$

$$\sum_{i \in V} x_{0ik} = 1, \quad \forall k \in K \quad (3-4)$$

$$\sum_{i \in V} x_{ijk} = y_{jk}, \quad \forall j \in V, j \neq 0; \forall k \in K \quad (3-5)$$

$$\sum_{j \in V} x_{ijk} = y_{jk}, \quad \forall i \in V, i \neq 0, \forall k \in K \quad (3-6)$$

$$\sum_{k \in K} y_{ik} = 1, \quad \forall i \in V, i \neq 0 \quad (3-7)$$

$$\forall U \subseteq V, 0 \notin U,$$

$$U \geq 2, \forall k \in K \quad (3-8)$$

$$\sum_{i \in V, i \neq 0} p_{ik} y_{ik} \leq Q_k, \quad \forall k \in K \quad (3-9)$$

$$\sum_{i \in V, i \neq 0} t_i y_{ik} + \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} t_{ij} x_{ijk} \leq T, \quad \forall k \in K \quad (3-10)$$

$$(3-11)$$

$$(3-12)$$

式(3-1)表示问题的目标函数是总成本最小，包括运输成本和库存成本。运输成本是把单条路径的成本乘以路径的运行频次，再进行总和；库存成本是把所有点的单次取货的占用库存相加，再乘以一定的成本系数。

式(3-2)保证离开每个供应商的车辆数与进入该供应商的车辆数相等。

式(3-3)和(3-4)表明车辆从RDC 出发，并最终返回RDC。

式(3-5)、(3-6)、(3-7)是确保每个供应商只能被分配到一条路上；

式(3-8)是著名的子回路消除 (Subtour Elimination) 约束;

式(3-9)确保每个车次访问的所有供应商装载量不得大于车的最大装载量;

式(3-10)指出单条路径的单次循环时间规定不要超过某一固定的值, 主要是为了便于控制, 尽量减少缺货产生的可能性;

式(3-11)是CFR 的关键特征, 所有供应商取货的最大库存之和不能超过限制值 S 。这个约束迫使必须多频次、小批量地取货。约束 S 反映的是避免车间或厂房零部件堆积的一个库存水平, 但在总占用库存满足约束的条件下, 供应商内部的库存分布则具有一定的弹性。比如有两家日需求量相等的供应商向整车厂供货, 一家地处偏远、孤立, 一家离整车厂很近, 或供应商较集中, 最后的优化模型就会是前者低频次取货, 占用相对较大的库存空间, 而后者则是相对更高的频次取货。

式(3-12)是车辆数的约束

该模型属于NP-Hard 问题, 对于实际大规模问题使用精确的算法是比较困难的, 本文将提出启发式算法对问题进行求解。

3.5.3 循环取货模型的求解——遗传算法的提出

遗传算法(Genetic Algorithm, 简称GA)是基于自然选择的遗传机制, 在计算机上模拟生物进化机制的搜索寻优算法。在自然界的演化过程中, 生物体通过遗传、变异来适应外界环境, 一代一代地优胜劣汰、繁衍进化。遗传算法中根据每个个体的适应度进行选择、交叉、变异, 剔除适应度低(性能不佳)的染色体, 留下适应度高(性能优良)的染色体, 从而得到新的群体。由于新群体的成员是上一代群体的优胜者, 继承了上一代的优良性能, 因而明显优于上一代。遗传算法就通过这样反复地操作, 向着更优解的方向进化, 直到满足优化收敛的条件为止。GA是一个重复的搜索过程, 但这一过程并不简单地重复搜索, 而是一个带着“记忆”的搜索, 算法本身使搜索不会向一个低的区域进化。GA就是靠着自身的这种“导向”, 不断地产生新的个体, 不断的淘汰劣的个体, 从而进化到较高阶段或者说趋于收敛。

1、遗传算法的步骤:

- (1) 编码: 解空间的解数据 x , 作为遗传算法的表现形式。从表现型到基因型的映射成为编码。遗传算法在进行搜索之前先将解空间的解数据表示为遗传空间的基因型结构数据, 这些串结构数据的不同组合就构成了不同的点。

- (2) 初始种群的生成：随机产生 N 个初始串结构数据，每个串结构数据称为一个个体， N 个个体构成一个种群。遗传算法以这 N 个串结构作为初始点开始迭代。设置进化代数计数器 $t=0$ ；设置最大进化代数 T ；随机生产 M 个个体作为初始种群 $P(0)$ 。
- (3) 适应度评价检测：适应度函数表明个体或解的优劣性。对于不同的问题，适应度函数的定义方式不同。根据具体问题，计算种群 $P(t)$ 中个个体的适应度。
- (4) 选择与遗传：通过选择算子、交叉算子和变异算子进行选择与遗传。
- ①选择。选择的主要目的是为了从当前群体中选出优良个体，使它们有机会作为父代为下一代繁殖子孙。根据各个体的适应度，按照一定的规则或方法从上一代群体中选出一些优良的个体遗传到下一代群体中。一般常用的方法有轮盘法和期望值法。遗传算法通过选择运算体现这一思想，也符合达尔文的“适者生存”法则。
- ②交叉。交叉操作是遗传算法中最为重要的遗传操作。通过交叉操作可以得到新一代个体，新个体组合了双亲个体的特性。将种群内的各个个体随机搭配成对，对每一个个体以交叉概率交换他们之间的部分染色体。
- ③变异。变异操作首先在种群中随机选择一个个体，对于选中的个体以一定的概率随机改变串结构数据中的某个串的值，即对种群中的每一个个体，以某个概率（称为变异概率）改变某一个或某一些基因座上的基因值为其他的等位基因。种群 $P(t)$ 经过选择、交叉和变异运算后得到下一代种群 $P(t+1)$ 。
- (5) 终止条件判断：若 $t < T$ ，则 $t=t+1$ ，转到步骤(2)；若 $t > T$ ，则以进化过程中所得到的具有最大适应度的个体作为最优解输出，终止运算。

2、模型算法设计

车辆调度问题本质上是组合优化问题，遗传算法具有求解组合优化问题的良好特性。本文采用遗传算法对上面模型进行求解，具体内容如下：

(1) 染色体编码

在研究遗传算法时，确定染色体编码是第一个关键步骤。对于VRP问题，我们根据3.1.1中所建立的车辆路径规划问题的数学模型，采用自然数编码的方式来确定染色体。每一条可行路径可编为一条长度为 $(n+q+1)$ (n 为需求点数

量, q 为车辆数)的染色体, 形式为 $(0, i_{11}, i_{12}, i_{1i}, 0, i_{21}, i_{22}, i_{2i}, 0, \dots, 0, 0, i_{q1}, i_{q2}, i_{qi})$, 其中0表示出发点, i_{ki} 表示第 i_{ki} 个供应商。例如, 染色体“0232089504670”, 表示有3辆车为9个供应商取货, 配送路径为:
 第一条路径: 主机厂-供应商2-供应商3-供应商1-主机厂;
 第二条路径: 主机厂-供应商8-供应商9-供应商5-主机厂;
 第三条路径: 主机厂-供应商4-供应商6-供应商7-主机厂。
 编码方式确定以后, 讨论各个设计算子对优化性能的影响。

(2) 种群初始化

(3) 选择

选择一些染色体来产生下一代。一种常用的选择策略是“比例选择”, 也就是个体被选中的概率与其适应度函数值成正比。假设群体的个体总数是 M , 那么那么一个体 x_i 被选中的概率为 $f(x_i)/(f(x_1) + f(x_2) + \dots + f(x_n))$ 。这就是轮盘赌选择法, 从染色体群体中选择一些成员的方法, 被选中的机率和它们的适应性分数成比例, 染色体的适应性分数愈高, 被选中的概率也愈多。这不保证适应性分数最高的成员一定能选入下一代, 仅仅说明它有最大的概率被选中。其工作过程是这样的: 设想群体全体成员的适当性分数由一张饼图来代表 (见图3-2), 这一饼图就和用于赌博的转轮形状一样。我们要为群体中每一染色体指定饼图一个小块。块的大小与染色体的适应性分数成比例, 适应性分数愈高, 它在饼图中对应的小块所占面积也愈大。为了选取一个染色体, 你要做的, 就是旋转这个轮子, 并把一个小球抛入其中, 让它翻来翻去地跳动, 直到轮盘停止时, 看小球停止在哪一块上, 就选中与它对应的那个染色体。

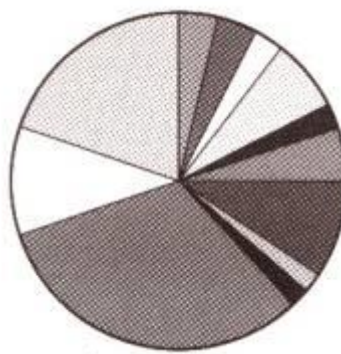


图 2-2 染色体的轮盘赌式选择

(4) 交叉

用适当交叉率选择出需进行交叉操作的种群，在交叉操作过程中仍要保证对约束条件的满足，采用的是部分映射交叉法，一个父个体解在两交叉位之间的部分被直接复制到子个体解中。因此该部分的位置、邻接和顺序将在子个体解中保持不变。

我们举一个参与部分映射交叉（PMX）的下列两个父个体的例子：

Pr1: 0123|4567|890

Pr2: 0345|1298|760

步骤：

①随机选择两个交叉位，如上所示。

② Pr1 中处在两交叉位之间的元素 4、5、6、7 被直接复制到 Ch1 中。于是我们得到 Ch1[4]=4, Ch1[5]=5, Ch1[6]=6, Ch1[7]=7。

③Ch1 的剩余元素确定如下：搜索始于 Pr1 中的两交叉位之间的元素。元素 Pr1[4]=4 位于 Pr2 的第 2 位，即 Pr2[2]。因此，Ch1 的第 2 位由 Pr2 的第 4 位元素即城市 1 来填充。

Ch1[2]=Pr2[4]=1

类似的，发现元素 Pr1[5]=5 出现的 Pr2 的第三位，即 Pr2[3]。因此，Ch1 的第 3 位将被 Pr2 第 5 位上的一个元素占据，即城市 2。

Ch1[3]=Pr2[5]=2

类似的，我们可以确定 Ch1 的以下元素：

Ch1[9]=Pr2[6]=9

Ch1[8]=Pr2[7]=8

④Ch1 的余下元素直接从 Pr2 中复制得到，即 Ch1[1]=Pr2[1]=3。因此，得到 Ch1 如下：

Ch1: 312456789

Ch2 可按类似的方法确定如下：

Ch2: 453129876

(5) . 变异

(6) . 适应度的计算

要计算各个染色体的适应度，首先要设计适应度函数，本文中的适应度函数取总目标值的倒数

3.6 考虑远距离运输的循环取货优化

3.6.1 远距离的循环取货模式

远距离零部件供应商的循环取货，该模式的操作包括三个阶段：第一阶段由第三方物流企业在接收主机厂生产计划的基础上进行循环取货，并将货物送至SCC(supplier consolidation center)，在SCC内完成货物的重新组合或通过越库作业(Cross—Docking)将货物重新组合装车；第二阶段是将SCC的货物通过干线运输的方式送至物流中心(RDC)；第三阶段是由物流中心的运营方通过看板、序列等方式将物料送至主机厂的线边仓库或生产。

3.6.2 远距离循环取货中的 SCC 选址问题

SCC(supplier consolidation center)：供应商集并中心，主要用于零部件的临时存放或周转，是对远距离供应商开展循环取货时零部件的集并地，循环取货的运作企业在SCC完成零部件的重新包装、越库作业(Cross—Docking)等操作将物料重新组合，将汽车零部件从循环取货车辆集中到干线运输车辆，通过干线运输的形式将汽车零部件运到主机厂所在地的区域物流中心(RDC)。

1、模型的假设

(1)．循环取货的物流成本以运输费用的形式表现，而且产品的运输费用仅仅和供应商集并中心(SCC)、供应点之间的直线距离成正比例关系，而不考虑城市的交通状况；

(2)不考虑集并中心(SCC)所处地理位置不同所引起的成本差异，如土地使用费、建设费、劳动力成本、库存成本等；

2、模型的建立

记SCC到供应商点j的运费为 q_j , 总运费为H ,

则有:

$$H = \sum_{j=1}^n q_j \quad (1)$$

$$q_j = h_j w_j l_j$$

(2)

式中 h_j —SCC到供应商j的运费费率，即每吨公里的运输费用；

w_j —供应商到SCC j的物流量；

l_j —从SCC到供应商j的直线距离，即

$$l_j =$$

k —— 将欧氏距离变为实际距离的转换因子，它依赖于区域的实际调查情况，本文设定 $k=1.41$ 。因此，可以将欧几里德模型选址模型最优评价函数模型表示为：

$$Y_{\min} = \min \sum_{j=1}^n h_j w_j k l_j$$

为求的总费用最小的SCC的位置，对求偏导数，并令其为0，有：

由以上式子

$$x_0 = \frac{\sum_{j=1}^n h_j w_j x_j}{\sum_{j=1}^n h_j w_j}$$

(3)

$$y_0 = \frac{\sum_{j=1}^n h_j w_j y_j}{\sum_{j=1}^n h_j w_j}$$

(4)

由于上述式子中未知，不能直接求出 SCC 的坐标，因此采用迭代计算的方式进行 SCC 的选址，

(1) . 选取SCC规划位置点的初始解，记为 (x_0, y_0) 。

可以下列公式计算各供应商位置之间的几何重心点 (\bar{x}, \bar{y}) ，并将几何重心点作为初始SCC规划的地点。

$$\bar{x} = \frac{\sum_{j=1}^n h_j w_j x_j}{\sum_{j=1}^n h_j w_j}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{j=1}^n h_j w_j y_j}{\sum_{j=1}^n h_j w_j}$$

(2) . 计算与 (x_0, y_0) 对应的总费用 Y_0 ；

(3) . 把 (x_0^0, y_0^0) 带入1、2式中，计算SCC的改善点 (x_1, y_1) ；

(4) 计算与 (x_1, y_1) 对应的总费用 Y^1 ；

(5) . 如果 $Y^k < Y^{k-1}$ ，说明 (x_k, y_k) 是最优解；如果 $Y^k \geq Y^{k-1}$ ，说明结果得到改进，有待进一步优化，返回到第5步，计算再次改善的新位置；如此反复迭代，直到第k(k: 1, 2...n)次，使得 $Y^k < Y^{k-1}$ ，求出最优解 (x^k, y^k) 。此时的 (x^k, y^k) 即为SCC最佳选址的位置， Y^k 即为最小的总运输费用

3、模型的求解

$$h_j = w_j = 1/k = 1.41$$

这里我们假定 ，

(1) 初始解的确定：

$$(\bar{x}, \bar{y}) = () = (121.1858, 31.3026)$$

(2) 通过 MTALAB 编程，迭代 54 次，达到的最优位置是

$$(x, y) = (121.2259, 31.2899)$$

如下图 3-3 所示：

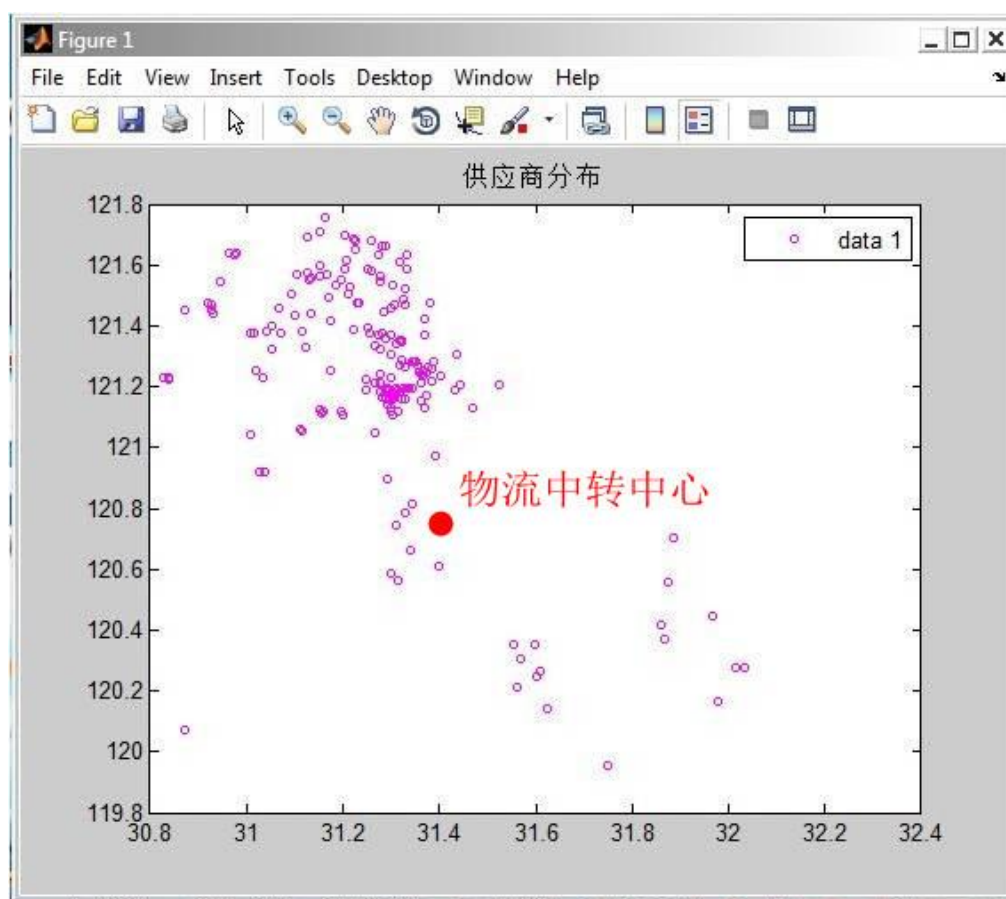


图 3-3 物流中转中心的位置

4、结论

通过查找地图我们可以发现，该点在江苏省昆山市。经过适当的调整，决定去昆山市陆家镇作为物流中转中心，也即是通过这样一个中转中心的建立，可

以实现远距离的运输，并且在运输过程中可以使用到循环取货的方式。如下图所示：

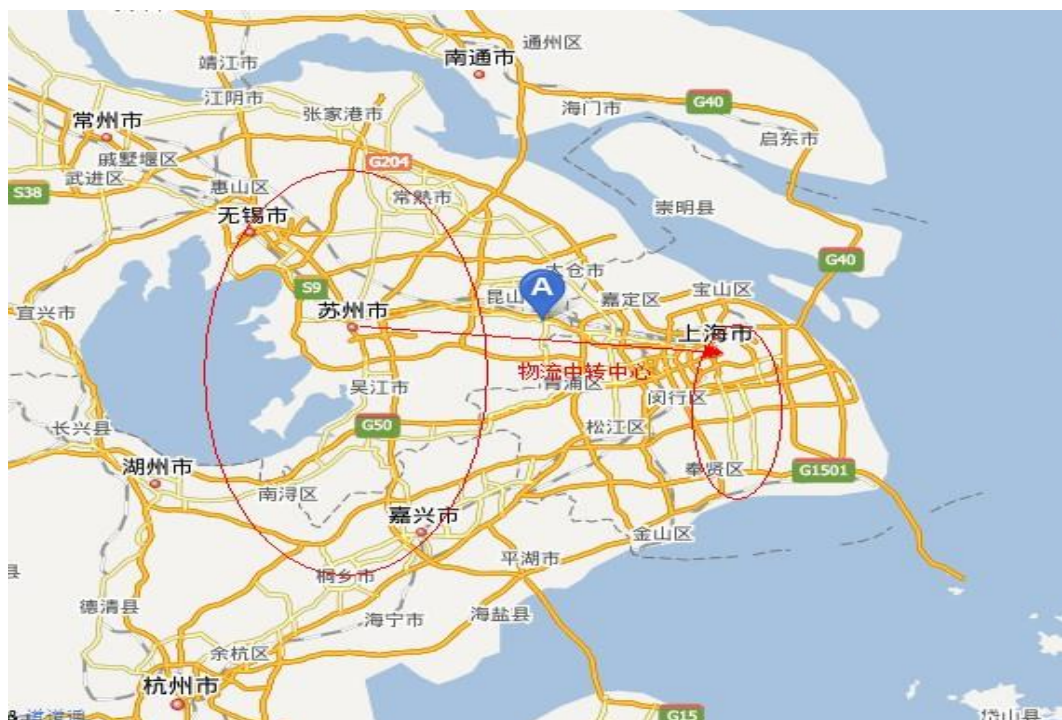


图3-4 中转中心的在地图上的位置

3.6.3 昆山市建立物流中心的可行性分析

现代物流作为先进的组织方式和管理技术，已经成为经济发展的重要推动力量。改革货运组织模式、大力发展现代物流已经成为汽车物流行业适应新经济发展的必然趋势和重要战略选择。

1. 长三角地区建设铁路物流中心的优势分析

(1) 机遇优势

江苏省综合交通运输规划要求：构建沪宁、沿江、徐宿淮盐、沿东陇海四大东西向和沿海、沿京杭运河、徐宁杭三大南北向组成的“四横三纵”运输通道，加快形成对内网络化、对外便捷化的现代综合运输网络体系，保障省内各经济区域、产业带之间以及与省外的联系畅通。

昆山市将大力发展一站式货运代理，着力解决铁路、机场及公路等交通衔接不紧密以及由此带来的迂回运输和重复装卸等问题，实行多种运输方式“无缝”

对接。这对安吉大力打造为零部件提供中转和集散的中转中心，开展干线运输、城市配送以及区域配送等零部件物流服务的综合性物流中心带来机遇。

(2) 区位优势

昆山市区域优势十分明显。这里拥有极其良好的水、陆、空交通条件，有沪宁、新长、沪宁城际及建设中的京沪高速等铁路干线和无锡南站等多个大型货运营业站。公路方面，有沪宁、锡澄、锡宜等高速公路、312 国道及 32 省道。航空方面：上海浦东国际机场、虹桥机场、无锡机场、常州机场、南京禄口国际机场、杭州萧山国际机场六大机场距本区均不超过 2h 路程。正是昆山市的地理优势条件，决定了其物流中心在将来的潜力。

(3) 铁路能力优势

沪宁城际铁路建成运营，京沪高速铁路正在建设中，京沪高铁建成后，京沪线可实现客货分线，既有京沪铁路通道运输能力紧张的状况将得到缓解，货运通道能力将得到释放。

(4) 基础设施优势

现代物流体系在业务上包含了多个行业和环节，但其中两个最重要的环节是运输和仓储。交通运输业是物流的基本载体，运输费用在总的物流费用中占有很大比重，对于一般制造业来说，运输成本要占物流总成本的 45% 左右。组织合理运输，以最小的费用、较快的时间、及时准确、安全地将货物从产地运到销地，是降低物流费用和提高物流效率的重要方面之一。运输已成为现代物流业的重心所在。

2 昆山市建设铁路物流中心的可行性

(1) 区位优势显著

昆山市地处上海市与江苏交接。在铁路和公路大动脉的中心地带,同时,依靠其优越的区位,在现代物流园区的升级改造后,在其辐射区内拥有足够的适运货物。

(2) 符合昆山市对物流基地的要求

昆山市将通过改造、提升、完善物流服务功能，提高物流运作效率，优化物流增量资源，走集约式、内涵式的发展道路，增强物流产业的可持续发展能力。

重点发展一批以布局集中、用地节约、产业集聚、功能集成、经营集约为特征，具有区位优势、具备综合服务能力的物流基地。通过站内整合优化，可发展为产业聚集、多功能的综合货场，其用地、布局也能够满足集约化需要。

3 昆山市建立物流中心需改进的方面

(1) 提升经营管理信息化水平

在经营上，目前昆山市的信息系统尚不能有效地搜集、分析不断变化的客户需求信息，并以此作为经营决策的依据；在管理上，目前的信息系统尚未有效实现运输信息在系统内部以及相关单位之间的集成共享，只能从某些固定的窗口查询信息，影响了运输计划与控制的水平，无法进行全局调控配置，进而导致了铁路运输服务时效性差。

(2) 加强物流设施的标准化建设

目前，现有的称重标准及设备与各种运输设备、装卸设备标准之间缺乏有效的衔接，降低了其通用性；与各种运输设备、装卸设备、仓储设施相衔接的物流单元化包装较欠缺，对各种运输工具的装载率、装卸设备的荷载率、仓储设施空间的利用率方面存在较大影响，这些因素在一定程度上影响着昆山市多式联运的规模，对于昆山市所处的区域优势也有所浪费。

总结：长三角地区是我国经济最发达的地区，沪宁城际等一批客运专线陆续通车，既有线运输能力得到释放，在昆山市建立物流中转中心的时机已经成熟。昆山市建立物流中心是可行的，同时具备良好的发展前景。

3.7 循环取货路径优化模型的仿真

3.7.1 仿真的使用

在本案例中，由于单位库存成本等信息未提供，所以难以对方案进行反正。但为了使我们的方案更有说服力，我们模拟了整个过程，对方案进行了简化。假设主机厂的车辆数为：3，每辆车的容量限制为100，有五个供应商，编号为1, 2, 3, 4, 5；距离矩阵C为：

供应商1的零部件需求量为：50，单位库存成本为1
 供应商1的零部件需求量为：100，单位库存成本为1
 供应商1的零部件需求量为：200，单位库存成本为1
 供应商1的零部件需求量为：100，单位库存成本为1
 供应商1的零部件需求量为：150，单位库存成本为1
 列表如下表3-1所示：

表3-1 供应商信息

供应商标号	1	2	3	4	5
零部件需求量	50	100	200	100	150
单位库存成本	1	1	1	1	1

- (1) 先设定车辆的数量为 i ，也可以看作是路径的数量。
- (2) 进行编码随机产生初始解，如0123450
- (3) 设置交叉概率为： $pc=0.8$ ，变异概率为： $pm=0.1$ ，迭代次数为10
- (4) 最后得到最优解并记录在一辆车是的最优解，车辆数加1， $i+1>3$ ，则结束，否则跳到（2）

将上述得到的最优解输出即可：最后得到最优解为：01502340，于是得到的路径如下图3-5所示：

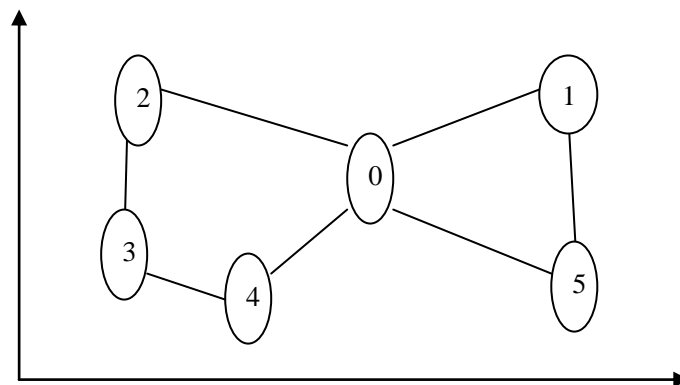


图3-5 循环取货路径

即线路1：从主机厂出发到供应商1，取货量为25，再到供应商5，取货量为：75，最后回到主机厂，批次为2

线路2：从主机厂出发到供应商2，取货量为25，再到供应商3，取货量为50，再到供应商4，取货量为：25，最后回到主机厂。

3.7.2 方案在实际操作中的应用

在实际的操作中，只要能够提供数据，完全可以达到实现这样一个操作的目的。我们制作了一个界面，如下图 3-6 所示：

点浏览显示下面的对话框

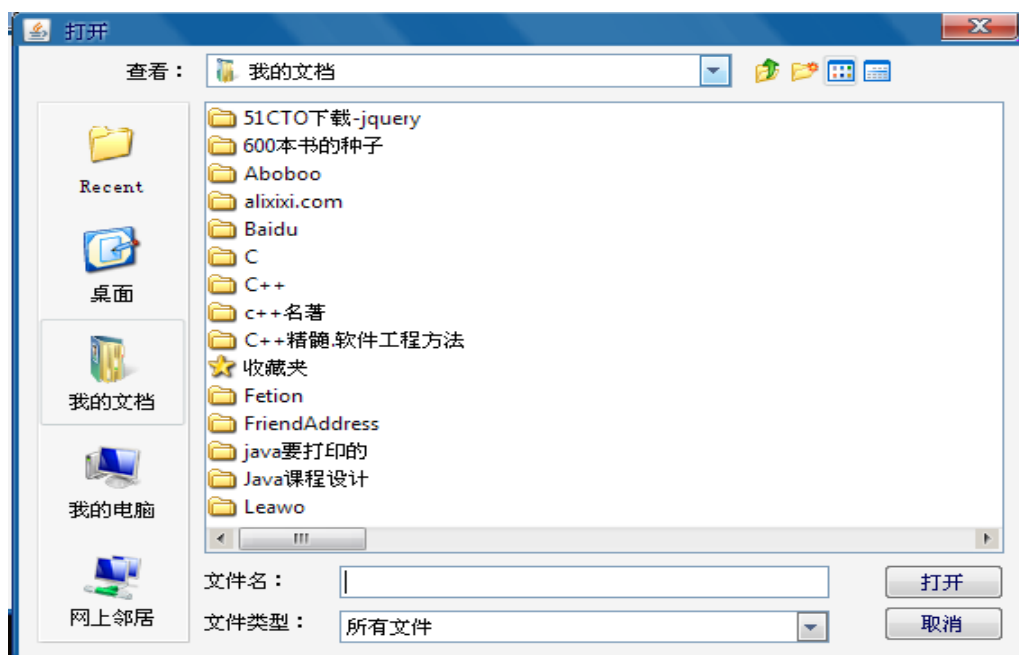


图 3-6 操作界面

首先输入车辆的长宽高、单位运输成本等参数，在下面的订单数据中，单击浏览，选中我们要读取的数据表点击提交即可。通过以上操作即可得到实际运营中的路线。最后得到如下图 3-7 的线路，这样的线路可以节省大量的成本。

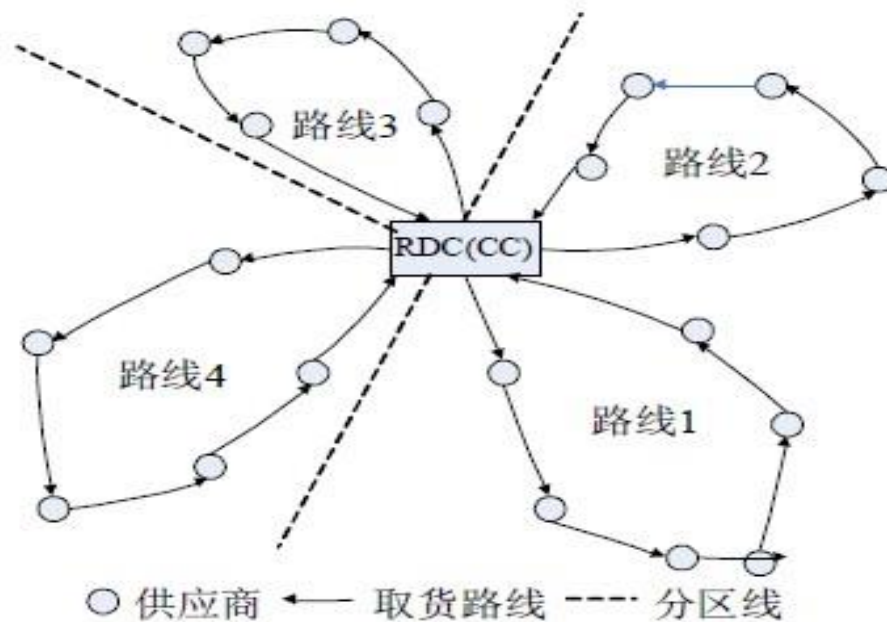


图 3-7 供应商循环取货路径

第四章 模型的综合评价

4.1 方案综合评价的必要性

通过以上仿真模型的建立及求解过程，我们可以看到，模型对零部件配送线路进行优化后，得到了优解的结果。但这样一个方案是否真的达到优化的目的了呢？为了证明我们给出的配送方案比原来的配送方案更好，我们需要对现在设计出的方案进行综合评价，以对比原来的配送方案，分析我们设计出的现行配送方案的优化程度，所以接下来我们将采用 AHP (层次分析法) 进行分析。通过对原方案和优化后的方案的评价，得出方案优化是否真的较之前要好。

4.2 层次分析模型的建立

1 层次分析法概述：

层次分析法(AHP 法) 是一种解决多目标的复杂问题的定性与定量相结合的决策分析方法。该方法将定量分析与定性分析结合起来，用决策者的经验判断各衡量目标能否实现的标准之间的相对重要程度，并合理地给出每个决策方案的每个标准的权数，利用权数求出各方案的优劣次序，比较有效地应用于那些难以用定量方法解决的课题。

2 层次分析法的步骤和方法：

运用层次分析法构造系统模型时，大体可以分为以下四个步骤：

(1)：建立层次结构模型

将决策的目标、考虑的因素（决策准则）和决策对象按它们之间的相互关系分为最高层、中间层和最低层，绘出层次结构图，最高层：决策的目的、要解决的问题，最低层：决策时的备选方案，中间层：考虑的因素、决策的准则。对于相邻的两层，称高层为目标层，低层为因素层。

(2)：构造成对比较矩阵

设某层有 n 个因素 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ，要比较它们对上一层某一准则（或目标）的影响程度，确定在该层中相对于某一准则所占的比重。（即把 n 个因素对上层某一目标的影响程度排序），用 a_{ij} 表示第 i 个因素相对于第 j 个因素的比较结果，

则 $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$, $A = (a_{ij})_{n \times n} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}$, A 则称为成对比较矩阵。

比较尺度如表 4-1: (1~9 尺度的含义)

表 4-1 尺度含义

标度	含义
1	表示两个因素相比, 具有同样重要性
3	表示两个因素相比, 一个因素比另一个因素稍微重要
5	表示两个因素相比, 一个因素比另一个因素明显重要
7	表示两个因素相比, 一个因素比另一个因素强烈重要
9	表示两个因素相比, 一个因素比另一个因素极端重要
2, 4, 6, 8	上述两相邻判断的中值
倒数	因素 i 与 j 比较的判断 a_{ij} , 则因素 j 与 i 比较的判断 $a_{ji} = 1/a_{ij}$

由上述定义知, 成对比较矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$, 满足一下性质: 1、 $a_{ij} > 0$,

2、 $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$, 3、 $a_{ii} = 1$, 则称为正互反阵。

(3): 层次单排序及一致性检验

层次单排序: 确定下层各因素对上层某因素影响程度的过程。用权值表示影响程度, 先从一个简单的例子看如何确定权值。

例如: 一块石头重量记为 1, 打碎分成 n 各小块, 各块的重量 w_1, w_2, \cdots, w_n , 则可得成对比较矩阵:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \frac{w_1}{w_2} & \cdots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & 1 & \cdots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (6.4)$$

由矩阵可以看出: $\frac{w_i}{w_j} = \frac{w_i}{w_k} \cdot \frac{w_k}{w_j}$, 即 $a_{ik} \cdot a_{kj} = a_{ij}$, $i, j = 1, 2, \cdots, n$, 即称为一致阵。

一致性矩阵有如下性质：

1. $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, a_{ii} = 1, i, j = 1, 2, \dots, n$
2. A^T 也是一致阵,
3. A 的各行成比例, 则 $\text{rank}(A)=1$,
4. A 的最大特征根 (值) 为 $\lambda = n$, 其余 $n-1$ 个特征根均等于 0。
5. A 的任一行 (列) 都是对应于特征根 n 的特征向量

若成对比较矩阵是一致阵, 则我们自然会取对应于最大特征根 n 的归一化特

征向量 $\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, 且 w_i 表示下层第 i 个因素对上层某因素影响程度的权值。若成对比较矩阵不是一致阵, Saaty 等人建议用其最大特征根对应的归一化特征向量作为权向量 W , 则 $AW = \lambda W$, $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$, 这样确定权向量的方法称为特征根法。

定理: n 阶互反阵 A 的最大特征根 $\lambda > n$, 当且仅当 $\lambda = n$ 时, A 为一致阵。

由于 λ 连续的依赖于 a_{ij} , 则 λ 比 n 大的越多, A 的不一致性越严重。用最大特征值对应的特征向量作为被比较因素对上层某因素影响程度的权向量, 其不一致程度越大, 引起的判断误差越大。因而可以用 $\lambda - n$ 数值的大小来衡量 A 的不一致性。

定义一致性指标 $CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$, 其中 n 为 A 的对角线元素之和, 也为 A 的特征根之和。定义随机一致性指标 RI , 随机构造 500 个成对比较矩阵 A_1, A_2, \dots, A_{500} , 则可得一致性指标 $CI_1, CI_2, \dots, CI_{500}$,

$$RI = \frac{CI_1 + CI_2 + \dots + CI_{500}}{500} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_{500} - n}{n - 1},$$

随机一致性指标 RI 的数值:

表 4-2 随机一致性指标 RI 的数值表

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0	0	0.58	0.9 0	1.1 2	1.2 4	1.32	1.4 1	1.4 5	1.4 9	1.5 1

表中 $n=1, 2$ 时 $RI=0$ ，是因为 1, 2 阶的正互反阵总是一致阵。

一般，当一致性比率的不一致程度在容许范围之内，可用其归一化特征向量作为权向量，否则要重新构造比较矩阵，对 A 加以调整。

一致性检验：利用一致性指标和一致性比率 < 0.1 及随机一致性指标的数值表，对 A 进行检验的过程。

(4)：层次总排序及其一致性检验

确定某层所有因素对于总目标相对重要性的排序权值过程，称为层次总排序。从最高层到最低层逐层进行。如下图 4-1 设：对总目标 Z 的排序为：

a_1, a_2, \dots, a_m ，B 层 n 个因素对上层 A 中因素为 A_j 的层次单排序为：

$b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{nj} \quad (j=1, 2, \dots, m)$ ，

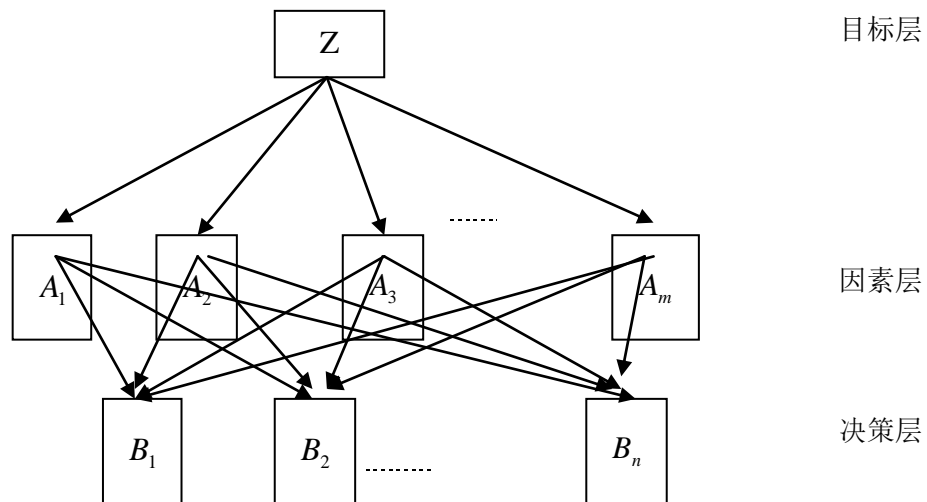


图 4-1 层次排序图

B 层的层次总排序为：

$$B_1 : a_1 b_{11} + a_2 b_{12} + \dots + a_m b_{1m}$$

$$B_2 : a_1 b_{21} + a_2 b_{22} + \dots + a_m b_{2m}$$

...

$$B_n : a_1 b_{n1} + a_2 b_{n2} + \dots + a_m b_{nm}$$

即 B 层第 i 个因素对总目标的权值为下表 4-3 所示：

表 4-3 权值表

B	A_1, A_2, \dots, A_m	B 层的层次总排序
A	a_1, a_2, \dots, a_m	
B_1 B_2 \vdots B_n	$b_{11} \ b_{12} \ b_{1m}$ $b_{21} \ b_{22} \ b_{2m}$ $\vdots \ \vdots \ \vdots$ $b_{n1} \ b_{n2} \ b_{nm}$	$\sum_{j=1}^m a_j b_{1j} = b$ $\sum_{j=1}^m a_j b_{2j} = b$ $\sum_{j=1}^m a_j b_{nj} = b$

层次总排序的一致性检验：

设 B 层 B_1, B_2, \dots, B_n 对上层 A 层中因素 $A_j (j=1, 2, \dots, m)$ ，的层次单排序一致性指标为 CI_j ，随机一致性指标为 RI_j ，则层次总排序的一致性比率为

$$CR = \frac{a_1 CI_1 + a_2 CI_2 + \dots + a_m CI_m}{a_1 RI_1 + a_2 RI_2 + \dots + a_m RI_m}$$
，当 $CR < 0.1$ 时，认为层次总排序通过一致性检验。到此，根据最下层（决策层）的层次总排序做出最后决策。

4.3 层次分析模型的实际运用

1 建立层次结构模型考虑的因素

在比较安吉零部件配送的原始方案和现行方案时，由于考虑到影响配送方案的因素比较多，所以我们采用 AHP（层次分析法），综合考虑多种影响因素，得到每种因素占到影响配送方案的权重，通过权重大小比较，进而得到更好的选择方案。

要选择一个更好的配送方案，需要考虑到众多因素对方案选择的影响。在评

价安吉零部件配送是否得到优化时，我们主要考虑零部件在配送过程中运输成本和库存成本是否降低、客户满意度是否提高、取货和送货是否准时或者及时、配送安全性是否得到提高等等因素。于是我们从中选出最重要的四个因素——成本，取、交货的准时或及时率，客户满意度，配送安全性四方面来进行研究。

我们之所以考虑这四个因素主要基于以下几方面的原因：

（1）库存成本。首先，对于任何一个物流企业来说，要想在激烈的市场竞争中提高企业的的市场份额，把企业发展壮大，如何降低物流成本是企业必须要重视和考虑的。成本耗在运输根据物流管理的基本功能活动来分类，美国将物流成本分为库存费用、运输成本和物流管理费用。其中，库存费用是指花费在保存货物上的费用，除包括仓储、残损、人力费用及保险和税收外，还包括库存占压资金的利息。运输成本包括公路运输、其他运输费用和货主费用。而另外一部分物流管理费用在美国是按照历史情况由专家确定一个固定比例，乘以库存费用和运输费用的总和得出来的。目前我国海关信息化管理系统先进性超过美国，高速公路里程全球第二……但是为什么我国的物流成本还会居高不下？其中物流网络缺乏规划，没有一个合理的运输体系设计，是物流成本居高不下的主要原因。

（2）运输成本。对于安吉汽车零部件配送来说，虽然公司已经引入了循环取货的运作模式，但是在其运用过程中物流运作的成本仍然偏高，在物流费用成本中运输成本达到了 44%之高！所以我们要做的就是通过模型建立及解答并运用于零部件供应商现有的运输网络优化中，使之既能够尽量满足生产波动的需求，同时又能将运营成本控制在一定的范围内。因此，在对我们模型优化的综合评价时，运输成本这一因素是考虑的重要因素之一。

（3）准时率。取、交货的准时或及时率这一因素对于汽车零部件物流配送同样是非常重要的。特别是在循环取货模式下的零部件配送中，“多频次、小批量、定时性”是循环取货的基本特点，而循环取货采用的是闭环运作模式，即取料卡车按照预先设计好的行驶路线，在预定的取箱窗口时间按照当次的运输路单先提取空料箱/架，再按照预定的取料窗口时间抵达零部件供应商处将空箱返还，同时提取满箱（物料），最后按照预定的送料窗口时间抵达卸货道口完成物料交付。对于这样有严格的出货窗口设置要求的运输模式来说，汽车零部件的运输车辆是否能准时或及时的去到供应商取货，并且准时或及时的把货物交至生产商是

衡量汽车物流企业配送效率高低的重要因素。

(4) **客户满意度**。我们之所以选择客户满意度来作为评价因素是因为客户满意是当前市场竞争的一个焦点，“满意度”不仅可以用来衡量企业的产品或服务的质量，更为重要的是，它可以从客户的角度分析对企业产品或服务不满意的原因，通过满意度，可以了解到企业服务态度的好坏、信息反馈率如何、供应商和生产商的投诉率以及信息沟通反馈率等等，通过这些来对企业进行更加科学的管理和改进以提高企业的竞争力。对于企业来说，尽可能提升客户满意度，可以很大程度提高客户保留率，使管理者能够做出正确的决策，进而提高企业利润。而本评价体系使用这样一个因素可以更好的衡量方案的优劣程度。

(5) **安全性**。物流配送的安全责任重于泰山。安全性对于汽车零部件配送来说也是必要考虑的因素，只有确保运输车辆的安全配送，尽可能的避免虚惊事件和交通事故的发生，遵守安全的物流交付等相关规定，才能确保在运输过程中更进一步降低货物的残损率，减少企业不必要的物流费用开支，从而提高企业的竞争力。

综上所述，成本，取、交货的准时或及时率，客户满意度，配送安全性是与汽车零部件配送最紧密相关的四个因素，在对配送方案进行评价时，我们主要将其作为评价指标进行分析。

具体模型建立过程如下：

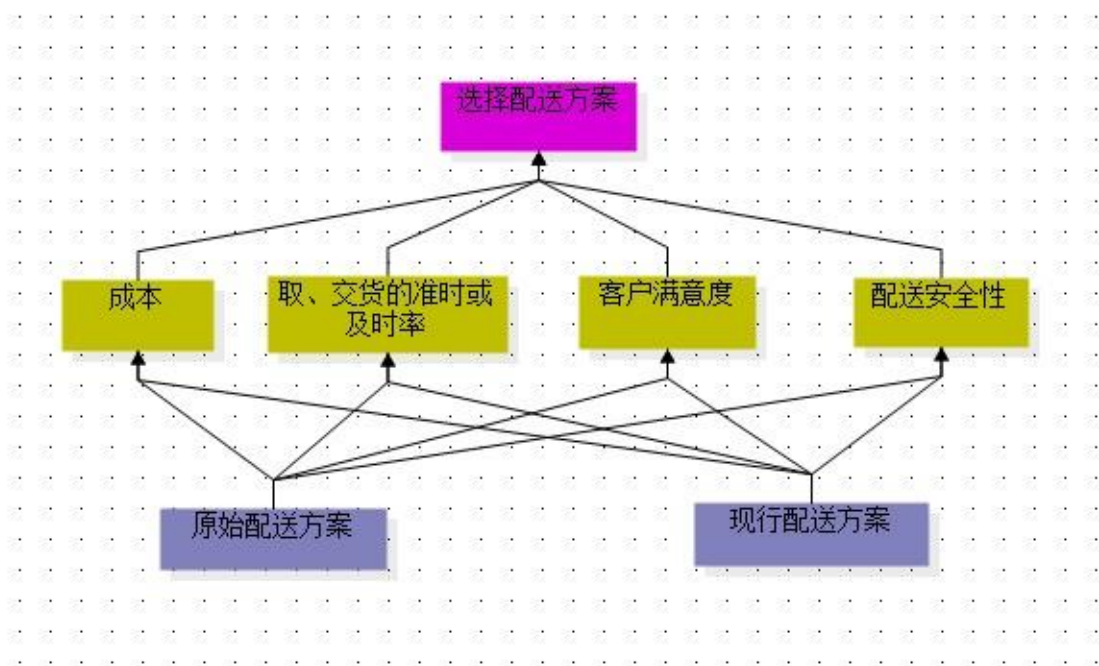


图 4-2 选择配送方案

资料来源：使用层次分析专业软件 Yaahp 制作所得

2、配送方案的评价指标

C1：成本——通过运输成本和库存成本高低情况来衡量

C2：取、交货的准时或及时率——通过运输车辆是否准时或及时去供应商取货、向生产商交货来衡量

C3：客户满意度——通过服务态度的好坏、信息反馈的速度、供应商和生产商的投诉率以及信息沟通反馈率来衡量

C4：配送安全性——通过发生虚惊事件受到的安全警告的情况，违反安全、物流交付规定的情况以及安全事故带来的经济处罚情况来衡量

当比较两个可能具有不同性质的因素 C_i 和 C_j 对于一个上层因素的影响时，我们采用了如上所述尺度做为两两指标相对于目标的重要度的比较尺度，至于重要度如何确定的问题，我们可以通过德尔菲法来确定出较为合理的重要度，进而提高方案评价的准确度。

3. 德尔菲法的应用

德尔菲法(Delphi Method)又称专家会议预测法，是一种主观预测方法。它以书面形式背对背地分轮征求和汇总专家意见，通过中间人或协调员把第一轮预测过程中专家们各自提出的意见集中起来加以归纳后反馈给他们。

德尔菲法依据系统的程序，采用匿名发表意见的方式，即专家之间不得互相讨论，不发生横向联系，只能与调查人员发生关系，通过多轮次调查专家对问卷所提问题的看法，经过反复征询、归纳、修改，最后汇总成专家基本一致的看法，作为预测的结果。这种方法具有广泛的代表性，较为可靠。

(1) 选择德尔菲法的原因：

1、资源利用的充分性。由于吸收不同的专家的预测，充分利用了专家的经验 and 学识；

2、最终结论的可靠性。由于采用匿名或背靠背的方式，能使每一位专家独立地做出自己的判断，不会受到其他繁杂因素的影响；

3、最终结论的统一性。预测过程必须经过几轮的反馈，使专家的意见逐渐趋同。

正是由于德尔菲法具有以上这些特点，使它在诸多判断预测或决策手段中脱颖而出。这种方法的优点主要是简便易行，具有一定科学性和实用性，可以避免会议讨论时产生的害怕权威随声附和，或固执己见，或因顾虑情面不愿与他人意见冲突等弊病；同时也可以使大家发表的意见较快收剑，参加者也易接受结论，具有一定程度综合意见的客观性。

(2) 德尔菲法实施步骤：

1、组成专家小组。

选择专家：遵循广泛性原则，即专家的组成可为安吉零部件配送内部业务人员，与汽车零部件配送企业有业务联系、关系密切的行业专家，社会上有影响的专家等。

2、确定专家人数——一般不超过 20 人。

2、向所有专家提出所要确定的配送方案的评价指标中，两两指标相对于相对于配送方案的重要度，并附上有关评价指标的所有背景材料，同时请专家提出还需要什么材料。然后，由专家做书面答复。

3、各个专家根据他们所收到的材料，提出自己的预测意见，并说明自己是怎样利用这些材料并提出预测值的。

4、将各位专家第一次判断意见汇总，列成图表，进行对比，再分发给各位专家，让专家比较自己同他人的不同意见，修改自己的意见和判断。也可以把各位专家的意见加以整理，或请身份更高的其他专家加以评论，然后把这些意见再分送给各位专家，以便他们参考后修改自己的意见。

5、将所有专家的修改意见收集起来，汇总，再次分发给各位专家，以便做第二次修改。逐轮收集意见并为专家反馈信息是德尔菲法的主要环节。收集意见和信息反馈一般要经过三、四轮。在向专家进行反馈的时候，只给出各种意见，但并不说明发表各种意见的专家的具体姓名。这一过程重复进行，直到每一个专家不再改变自己的意见为止。

通过德尔菲法便可得出相对准确的成对比较矩阵，如此可得到相对可靠的信息，进而提高配送方案评价的准确性。

限于资源有限，我们参赛团队只能提出这个比较科学的方法进行确定评价指标两两因素间对于目标层的重要度。当然，以下我们列出的判断矩阵中的重要度的确定并非毫无根据，我们是通过德尔菲法的学习和研究，模拟其实施过程，收集大量关于安吉零部件物流配送的资料进行分析，并多次征求专业老师的意见，与团队成员讨论的同时，多方征求意见来确定的。

表 4-4 判断矩阵

重要度	c1	c2	c3	c4
c1	1	3	5	7
c2	1/3	1	5	6
c3	1/5	1/5	1	3
c4	1/7	1/6	1/3	1

各矩阵如下：

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 & 6 & 3 \\ 1/5 & 1 & 1 & 2 & 2 \\ 1/3 & 1 & 1 & 4 & 2 \\ 1/6 & 1/2 & 1/4 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1/2 & 1/2 & 1 & 1 \end{bmatrix}, B_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/7 \\ 7 & 1 \end{bmatrix},$$

$$B_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1/6 \\ 6 & 1 \end{bmatrix}, B_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1/5 \\ 5 & 1 \end{bmatrix}, B_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix},$$

3、 层次单排序及其一致性检验

通过计算得：

成对比较矩阵 A 的最大特征值 $\lambda = 4.2242$ ，该特征值对应的归一化特征向量为 $\omega = \{0.8601, 0.4789, 0.1566, 0.0791\}$ ，

又 $CI = (\lambda_{\max} - 4)/(4 - 1) = 0.07473$, $RI = 0.90$, $CR = \frac{CI}{RI} = 0.08303 < 0.1$

因此，判断矩阵 A 能通过一致性检验。

因为矩阵 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 是二阶的正互反阵，由随机一致性指标 RI 的数值表可知，IR=0. 即 n=2 时，二阶的正互反阵总是一致阵，所以 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 都通过一致性检验。所以，层次总排序通过一致性检验。

4、得出结论

经计算得出原始配送方案和现行配送方案权重大小分别是：原始配送方案为 0.1452，现行配送方案为 0.8548. 从而我们选择了现行的配送方案。

由此可显然得知，我们通过数学模型的建立和解模得出的线路优化配送方案相对于原始配送方案有很大的优化成效，所以，我们选择现行配送方案作为安吉零部件配送的方案。

第五章 循环取货过程中的应急配送方案

5.1 应急方案的必要性

由于客观世界环境的不确定性，任何物流配送过程都不可避免的会遇上各种紧急的情况，对于任何一个物流企业来说，要使物流配送顺利完成，制定完善有效的应急配送方案是必不可少的，对于安吉也不例外，其汽车零部件配送过程中，

同样会出现各种不同的紧急情况，接下来我们将针对安吉汽车零部件配送过程中可能出现的各种异常情况逐一分析并设计相应的应急方案。

5.2 异常配送类型分析

就安吉汽车零部件配送中可能出现的各种异常情况来说，我们将其异常配送类型大致归纳为人为原因出现的异常情况和非人为原因出现的异常情况。

1、人为原因造成的异常

(1) 由生产商原因造成，即由于主机厂的生产订单每天都是不同的，会出现生产商的紧急加单、减单、并单的情况。

(2) 运力不够，即由于某种原因造成的零部件运输车辆紧急短缺。

2、非人为原因造成的运输途中发生的异常

(1) 运输车辆路途中发生抛锚。

(2) 运输途中发生交通事故（包含途中零部件运输车辆灭失）。

(3) 运输途中出现的交通拥堵。

(4) 路段施工情况，如造桥等阻塞路段。

(5) 可预测的由天气原因出现大雾路段、强降雨雪天气、台风天气。

(6) 由于自然引起的各种突发情况，如泥石流、地震引起的断桥、塌方等紧急情况。

5.3 异常配送的应急预案

对于安吉汽车零部件物流配送来说，其应急配送主要是在异常情况发生时，以追求时间效益最大化和事故及灾害损失最小化为目标的特殊物流活动。它具有不确定性、非常规性及突发性的特征。与常规配送不同，常规情况下，零部件配送既强调物流的效率，又强调物流的效益。而应急配送在许多情况下是通过物流效率实现其物流效益。异常流程的出现，突发事件的突发性、不确定性等特点决定了应急配送必须着眼于平时的准备，即建立了应急配送方案。接下来我们将针对

以上异常情况提出相应的应急预案。

5.3.1 人为原因造成异常情况的应急预案

首先是针对生产商的紧急加单、减单、并单的情况，要保证生产顺利进行，在应急运输方面要做好应急情况下的车辆动态调度，只有根据具体情况进行有效的车辆调度，才能在控制运营成本的同时保证生产的顺利进行。

1、调配的方式——滚动时域调度

对于紧急加单、并单的情况，其属于动态车辆调度问题中的特殊动态变化事件，对于动态车辆调度问题中特殊动态变化事件的产生，现有的研究一般采取事件触发或滚动时域的调度原则，采用事件触发的调度原则时，不管什么时候，一旦有新任务到达，迅速将新任务插入到既有的调度计划中，采用滚动时域的调度原则时，将计划时间 $([0, +\infty))$ 划分成若干个小的时域 $[0, D), [D, 2D), \dots$ 。每个时域的长度为 D ，每隔 D 时间调整一次车辆调度计划。

2、调配考虑的因素

我们采用的优化调度策略：并不是一旦有紧急加单、并单的情况，就马上调整(局部优化或重新生成)车辆调度计划，而是将紧急加单、并单的任务量积累到一定程度后，再局部优化或重新生成车辆调度计划。采用该调度策略主要考虑了如下三个方面的原因：

(1)避免资源的浪费。对于应急车辆动态调度问题，在车辆调度计划执行过程中的任意时刻，车辆路径都可以分成三部分：①已经完成的部分，②车辆目前运行部分，向着当前的目的地，③计划运行部分，即车辆路径中的尚未执行部分，当生产商的紧急加单、并单到达时，运输车辆可能处于运行状态，正在朝着当前的目的地运行，即使调度中心马上调整或者重新制定新的车辆调度计划，运行中的车辆也必须等到到达当前目的地取货完毕之后，才能执行调整后的计划，而从前一个紧急加单、并单产生的时刻到车辆到达当前目的地并取货完毕的时刻之间还有一段时间，在这段时间内可能又会出现紧急加单、并单的情况发生，如果采取事件触发的调度原则，可能会导致车辆在尚未开始执行新的调度计划之前，车辆调度计划已经更新了很多次，过于频繁的更新车辆调度计划会造成调度中心人力、物力的很大浪费。

(2)保证时效性。实际上，出现生产商的紧急加单、并单的情况是比较少出

现的而且是很不均匀的，不同的时间段，生产商的紧急加单、并单到达的集中程度不同。可能在有的时间段，生产商的紧急加单、并单到达比较集中，如果采取事件触发的调度原则，当调度系统中车辆有限时，容易出现拥堵，前面的动态请求尚未来得及反应，后面的新客户请求已经陆续到达。

(3)人性化安排。根据对物流企业的调研发现，过于频繁的更新车辆调度计划会影响司机的影响。司机是整个运输不可或缺的重要一环，必须保证司机处于良好的状态，所以在进行调度时必须充分考虑到司机的因素。

因此，为了减少即时调整车辆调度计划的短视影响和不必要的人力、物力浪费，提高相关人员的工作积极性，我们采用滚动时域的调度原则，将生产商的紧急加单、并单的任务量积累到一定程度后，再动态调整(局部优化或重新生成)调度计划。此外，滚动时域的设置需要把握一定的原则，以使设计出来的滚动时域更能适应动态环境的变化。例如，如果生产商要求送货到达时刻比较紧急，可以缩短滚动时域的长度，尽快对特殊动态事件作出快速反应，如果某个时间段的最后一个生产商要求到达之后的一定时间内还没有新的生产商要求到达，也应该结束该滚动时域，进入下一个滚动时域，为了防止滚动时域太长，当累积的特殊动态变化事件达到一定数量后，也应该结束该滚动时域。

3、调度方式的实际操作

(1) 近距离滚动调度。在循环取货方式下，一般情况是相对固定的车辆在一定范围内波动的需求下执行任务的，就目前汽车产业发展的速度及规模来看，未来安吉汽车零部件的配送需求将不断地扩大，对于需求不断扩大的生产商来说，紧急加单、减单、并单超过当天零部件正常需求量的 25%的情况将会不断增多，需要针对不同情况制定不同的运输方案。当出现紧急加单、并单超过零部件需求的 25%的情况时，则调度专门车辆运输超出需求的零部件，如果在另一条循环取货路线上同一时间范围里存在生产商的紧急减单超过正常需求的 25%的情况，要视线路相离远近而定，近距离相邻路线可以把在紧急减单这条线上的某一车辆调度到紧急加单的路线上进行零部件的装载。远距离不能协调的，则可以在紧急减单发生后，调整该条路线上运输车辆的车型，当减单达到一定的量是就考虑调度小型车辆运输。

(2) 远距离使用中转中心缓冲。对于远距离供应商，前面我们在对循环取

货的路径优化中的做出了建立新的零部件中转站来对零部件进行配送的方案，如此一来，当遇到生产商的紧急加单、减单、并单的情况，此零部件中转站在应急车辆的调度上就起到缓冲的作用。对于经常提出紧急加单、并单的生产商则在零部件中转站中适当储存急需的零部件，确保库存的同时及时为生产商供货。对于运输过程中接到紧急减单的情况，则可以将其存入零部件中转站以备紧急之需。

（3）特殊情况请求供应商或第四方运输。对于特殊情况下的运力紧急短缺的情况，则申请由供应商自运，若供应商无法确保在规定的时间内及时运至生产商，则选择由第四方运输车辆运输。

5.3.2 非人为原因造成的异常情况的应急预案

非人为原因造成的异常情况分为两种情况，一种是部分可预知的，如天气原因出现的大雾路段、施工情况、也可以提前获知信息，另一种是不确定性的、突发性的情况，如上所说的运输车辆路途中发生抛锚、交通事故、交通拥堵、由于自然引起的各种突发自然灾害等。

1、可预知的加强资料搜集。对于部分可预知的异常情况，需要车辆调度指挥相关人员每天提前做好收集线路信息的工作，类似出现大雾路段和施工路段，则提前调整运输路线，避开阻塞路段。当不确定性的、突发性的事件发生时，需要在最短的时间内做出快速反应，这样才能达到应急物流配送实现最高效率的同时兼顾效益的目标。

2、不可预知的建立应急小组。应对突发性的情况，需要建立一个应急支持小组，建立内部和外部沟通机制。由于异常情况具有突发性、不确定性等特点，这决定了应急物流配送与一般物流配送具有不同的特点：鉴于与普通配送系统的经常性、稳定性和循环性等特征不同，快速反应的应急物流配送系统应具有快速响应的能力，具有短暂性、临时性等特征。应急物流通常是在各促发因素不确定的情况下发生的，而为达到最大可能降低损失程度，应急支持小组必须快速响应，系统性的分析应急状态，做出及时、迅捷的反应，在最短时间内组织应急物流的实施过程。如在途中运输车辆出现故障，立即安排维修技术人员进行维修。如确定无法维修，及时调用备用车辆，采取紧急运输措施，保证在最短时间内运抵指定地点。

第六章 结语

本方案针对安吉汽车零部件入厂物流循环取货的运输路线规划问题,通过分析循环取货的性质特征,建立了取货路径规划的数学模型,并提出了遗传算法进行求解。首先进行了Milk-run 路径规划问题的描述和特点分析,并提出该问题的数学模型。然后构造遗传算法进行求解,最后通过对模型的仿真,介绍了该数学模型在汽车零部件Milk-run 路线设计中的使用。并且通过建立综合评价体系来检验使用模型后的方案是否达到了优化。

本方案的一大亮点是针对路程的远近提出建立中转中心这个设想。大大的拓

展了循环取货的应用。另外本方案加入了库存水平限制，也就是要求单次运进汽车厂的零部件的总量不得超过某一规定的数值，从而强制必须要高频次、小批量地进行零部件取货，允许库存的大小反映了供货的JIT 水平，同时考虑到取货的流畅性，对取货量要求进行平均拆分。

总体而言，本方案具有一定的创新性，对于安吉物流具有较大的实用和参考价值，也为安吉接下来的设计发展提供一定的借鉴。

致谢

在这里首先要感谢我们的指导老师，是他对我们的耐心指导，有针对性的指出我们设计过程中存在的问题，让我们少走很多的弯路。也是老师对我们的督促，使我们不敢怠慢，虚心学习，不断研究探讨，才能够取得一步一个脚印的走过来。与老师的学习是轻松而愉快的，我们在这个过程中学到很多，希望以后还能够有机会得到赵老师的指导帮助。

另外很感谢我们团队，感谢我们团队的默契，感谢我们团队的合作，感谢我们团队的付出，如果没有我们团队为之奋斗了这么久，我们不可能把这个设计方

案完成的这么好。虽然在这过程我们有过迷茫，有过沮丧，但是我们依然没有放弃，我们始终相信我们团队的力量。

参考文献

- [1] 徐秋华,循环取货方式在上海通用汽车的应用[J],现代物流,2002, pp35-37
- [2] 屈丽萍,国内汽车物流企业的现状及发展对策分析[J],物流技术, No. 5, 2005, P66-69
- [3] 柴凤伟,零部件物流的长安模式-长安汽车(集团)有限责任公司零部件物流的做法[J],中外物流, No. 2, 2006, pp51-52
- [4] 施李华,循环取货失灵谁之责? [N],
- [5] 刘海燕,李宗平,叶怀珍.物流配送中心选址模型 P[1].西南交通大学学报,

2000 (3) .

[6]刘飞,基于改进的重心法在配送中心选址中的应用,物流科技,2009 年第六期.

[7]姜大立,杨西龙,杜文,周贤伟,车辆路径问题的遗传算法研究,系统工程理论

与实践,1999,19(6)

[8]李军,车辆单独问题的分派启发式算法,系统工程理论与实践,

1999(1)27—33。

[9]李军,有时间窗的车辆路线安排问题的启发式算法,系统工程,1996,114(5)

[10]李大卫,王莉,王梦光遗传算法在有时间窗车辆路径问题上的应用,系统工程理论与实践,1999,19(8)。

[11]蔡延光、钱积新、孙优贤,多重运输调度问题模拟退火算法,系统工程理论与实践,1998(10)10-15。

附录

附录一 供应商地址数据(部分)

安亭宝安公路 4918 号	经度	纬度
安亭宝安公路 5355 号	121. 370551	31. 27349704
安亭曹安路	121. 255524	31. 17467611
安亭昌吉路 120 号	121. 2901484	31. 32048023

安亭嘉安公路 3051 号	121.467568	31.32831294
安亭嘉安公路 3550 号	121.381672	31.11387077
安亭嘉松北路 4608 号	121.487831	31.32519927
安亭蓝塘村委	121.4727843	31.38062547
安亭米泉南路 625 号	121.3316451	31.12181269
安亭民丰路一厂后门对面	121.401276	31.05170244
安亭墨玉路 492 号	121.437159	31.10030092
安亭墨玉南路 98 号	121.377707	31.069345
安亭塔山路 750 号	121.254876	31.01797981
安亭于田路 27 号	121.3213907	31.05138755
安亭园工路 99 号	121.396401	31.25058129
安亭园区路 500 号	121.448712	31.28551591
安亭园业路 5 号	121.4563503	31.2986926
安亭镇园国路 1468 号	121.524891	31.32759745
安亭镇园国路 1488 号	121.44104	31.132314
宝安公路 168 号	121.385194	31.223379
宝安公路 4919 号	121.415051	31.1753391
宝山丰翔路 1299 号	121.4721622	31.30771176
宝山工业园区振园路 269 号	121.4721622	31.30771176
宝山区高逸路 111 号	121.562407	31.27707
宝山区江杨南路 1085 号	121.4238799	31.37057318
宝山区南大路 690 号	121.224638	31.24778732
宝山铁力路 388 号	121.254487	31.36683102
曹安路 2847 号 (9 号桥与 12 号桥之间)	121.1904107	31.24852931
昌吉路 203 弄 7 号 504 室	121.1940962	31.2917015
常州市清凉路 119 号	121.473704	31.2314205

附录二 迭代重心法 matlab 代码

MATLAB 的 M 文件

```
function func(x,y)
x0=mean(x);
y0=mean(y);
n=size(x,1);
I=zeros(n,1);
index=0;
while 1>0
    for i=1:n
        I(i,1)=sqrt((x(i)-x0)*(x(i)-x0)+(y(i)-y0)*(y(i)-y0));
    end
end
```

```

temp=x./I;
temp1=1./I;
x1=sum(temp)/sum(temp1);
temp=y./I;
temp1=1./I;
y1=sum(temp)/sum(temp1);
H0=sum(I);
for i=1:n
    I(i,1)=sqrt((x(i)-x1)*(x(i)-x1)+(y(i)-y1)*(y(i)-y1));
end
index=index+1;
H1=sum(I);
if H1>H0
    break;
end
x0=x1;
y0=y1;
end
x0
y0
index
输出的结果
func(x,y);

x0 =

    121.2259

y0 =

    31.2899

index =

    54

```