

# 服装衬布热固型浆料的研究

田文玉<sup>1</sup>, 陈建荣<sup>1</sup>, 杨敏丽<sup>2</sup>

(1. 河北科技大学化学与制药工程学院, 河北石家庄 050018; 2. 河北科技大学理学院, 河北石家庄 050018)

**摘要:** 采用热固型浆料制作服装双点黏合衬布, 可以改善服装衬布的应用性能, 从而提升服装品质。对聚丙烯酸酯服装衬布热固型浆料的研制过程及制作技术作了较为详尽的阐述, 研究内容包括选择聚丙烯酸酯高分子物作为浆料的基料; 实验筛选出适当的单体、助剂以及聚合工艺; 将合成的乳液胶黏剂调制成服装衬布浆料; 进行衬布涂层实验检验等。

**关键词:** 服装; 衬布; 浆料; 热固型; 聚丙烯酸酯

中图分类号: TQ323.1 文献标识码: A

## Study on thermosetting slurry for clothing lining

TIAN Wen-yu<sup>1</sup>, CHEN Jian-rong<sup>1</sup>, YANG Min-li<sup>2</sup>

(1. College of Chemical and Pharmaceutical Engineering, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang Hebei 050018, China; 2. College of Sciences, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang Hebei 050018, China)

**Abstract:** Making double-dot adhesive lining with thermosetting slurry can improve performance of clothing lining, so as to promote quality of clothing. The paper describes the research and production techniques of polyacrylate thermosetting slurry used in clothing lining in detail. The research includes choosing polyacrylate polymer as parent material of slurry, selecting suitable monomer, auxiliary and polymerization technique, modulating emulsion adhesive to slurry of clothing lining, and making lining layer experiment, etc.

**Key words:** clothing; lining; slurry; thermosetting; polyacrylate

服装双点黏合衬布是服装衬布中的高档品种, 双点涂层过程基本上是浆点法和撒粉法涂层的联合操作<sup>[1]</sup>, 底布上首先涂布浆点, 然后在底布整个幅面上撒一层粉末, 再经过吸粉装置, 使底布上没有浆点的位置上的撒粉粉末被除去, 而浆点上则黏附了一定量的撒粉粉末, 经烘干熔融和冷却固着后, 即制成双点黏合衬布成品。

双点涂层所用的传统浆料是热熔胶浆料, 是由服装热熔胶细粉末, 以水为介质添加润湿剂、乳化剂、消泡剂、增稠剂、防腐剂、pH 值调节剂等助剂制成均匀、稳定、黏稠的浆状分散物系<sup>[2]</sup>。该类浆料的基本要求是其流体特性要能够满足圆网法浆点涂层工艺的要求, 其黏合效果要与原热熔胶粉末几乎无区别。

目前服装衬布的主要发展趋势是轻、薄、柔、爽<sup>[3]</sup>。对于以轻薄织物为底布的黏合衬布, 使用热熔胶浆料作为双点涂层的底浆, 在衬布的涂层生产和热压复合中容易出现一个比较严重的问题——渗料, 就是热熔胶在熔融过程中渗透至底布的背面, 这样既影响底布与面料的黏合效果, 又影响衬布作用的发挥, 使服装的品质降低。研制服装衬布热固型浆料的目的是为了克服渗料现象。

热固型浆料是以合成高分子物为基料制成,在涂层之后的烘干熔融过程中形成连续胶膜,固着在衬布底布上。这样的胶膜熔点很高,已不具备热熔胶的特性,因此热固型浆料的采用实际上已从根本上部分改变了服装黏合衬布的制作理念。这样的双点衬布当与服装面料热压复合时,只是上层胶料熔融与面料黏接在一起,这样就有效地避免了渗料现象的发生,同时还可以使黏合效果得到一定改善,使涂层成本有所降低,从而为轻薄型衬布的生产和应用创造了条件。

## 1 实验研究过程

本项目的实验研究可以分为2个部分,一是浆料基料高分子物的合成,二是服装衬布浆料的调制。

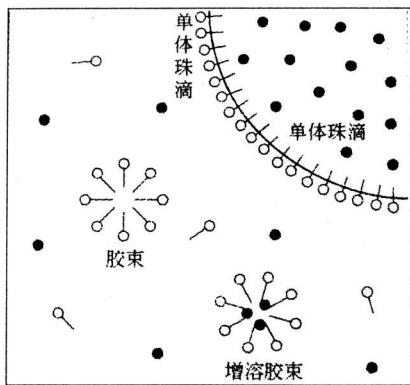
### 1.1 基料高分子物的合成

经过细致的资料收集及理论研究,在课题组人员多年从事服装黏合衬布及热熔胶方面的技术研究,对此类产品的生产和应用有比较深刻认识的基础上,根据国内服装衬布行业的现状和特点,最终选定采用聚丙烯酸酯类物质作为此热固型浆料的基料,又通过对多种丙烯酸酯聚合工艺的比较并顾及合成产物的应用方向(即调制服装衬布浆料之用),确定了自由基乳液聚合的合成工艺。

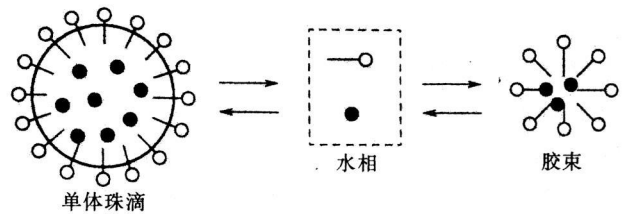
#### 1.1.1 自由基乳液聚合机理

##### 1) 聚合反应开始前单体和乳化剂在乳液中的分布

乳液体系中,单体和乳化剂分别存在于单体珠滴、连续水相、胶束等3个相态之中,各自的3部分之间通过扩散处于动态平衡状态。分布情况如图1所示<sup>[4]</sup>。



a)乳液系统示意图



b)乳化剂及单体的平衡

图1 聚合反应开始前单体和乳化剂在乳液中的分布情况

Fig. 1 Distribution of emulsifier and monomer before polymerization

##### 2) 聚合反应过程的3个阶段<sup>[5]</sup>

阶段 iv——乳胶粒形成期(成核期、加速期) 此阶段,随着乳胶粒不断增多,反应速率不断加大。该阶段时间较短,单体转化率尚很低。

阶段 ㉓——恒速期 此阶段聚合速率恒定,单体转化率与单体水溶性相关,如水溶性大、珠滴消失早、转化率低。

阶段 ㉒——降速期 乳胶粒内单体浓度随聚合反应的进行不断下降,聚合反应速率逐渐降低,直至单体消耗完毕。

#### 1.1.2 实验仪器及药品

##### 1) 实验装置

根据所选定的自由基乳液聚合工艺的基本工艺过程,并经过部分实验加以改进之后,确定的合成实验装置如图2所示。

##### 2) 实验药品初选

根据服装双点黏合衬布制作对涂层浆料性能的要求,以及通过理论研究对丙烯酸酯乳液聚合工艺中各基本组分的性能的认识,同时考虑了生产成本、货源便利、环境安全等因素,笔者首先初选了下列原料药品,整个实验过程就是在这些药品的范围内进行的。

### 1 聚合单体

丙烯酸酯类单体: 丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、丙烯酸异丁酯、丙烯酸辛酯、丙烯酸异辛酯;

甲基丙烯酸酯类单体: 甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸乙酯;

共聚类单体: 苯乙烯、丙烯腈、乙酸乙烯酯、顺丁烯二酸二丁酯;

功能性单体: 丙烯酸、甲基丙烯酸、N-羟甲基丙烯酰胺、丙烯酸羟乙酯。

#### ④乳化剂

阴离子型乳化剂: 烷基苯磺酸钠、烷基萘磺酸钠、烷基硫酸钠、二烷基-2-磺基琥珀酸钠、烷基聚氧乙烯硫酸钠、烷基聚氧乙烯磷酸钠;

非离子型乳化剂: 脂肪酸甘油聚氧乙烯(20)醚、脂肪酸失水山梨醇聚氧乙烯(20)醚、脂肪酸聚氧乙烯乙二醇酯、烷基聚氧乙烯醚、烷基酚聚氧乙烯醚。

#### (四)引发剂

热分解型引发剂: 过硫酸钾、过硫酸铵、过氧化氢、异丙苯过氧化氢;

氧化-还原型引发剂: 过硫酸钾-硫代硫酸钠、过硫酸钾-亚硫酸氢钠、过硫酸钾-氧化亚铁、过氧化氢-氧化亚铁、过氧化氢-雕白粉。

#### ¼ 分子质量调节剂

正十二碳硫醇、叔十二碳硫醇。

#### ½ 螯合剂

乙二胺四乙酸(EDTA)。

#### ¾ 表面张力调节剂

戊醇、乙醇、辛醇。

#### ⑧缓冲剂

磷酸钠、碳酸钠、碳酸氢钠。

#### (t) pH 值调节剂

氢氧化钠、碳酸钠、氨水、盐酸、硫酸。

### 1.1.3 聚合实验的基本工艺

以聚合产物的应用方向——调制服装衬布涂层浆料为前提,通过大量的理论研究和实验完善,最终制定的聚合工艺称为有预乳化、有种子聚合的半连续的乳液聚合工艺。

1) 单体的预乳化 在预乳化杯中,加入种子聚合规定用量以外的去离子水和乳化剂,搅拌溶解均匀,然后边搅拌边将单体缓缓加入,快速充分搅拌规定的时间,使单体以珠滴的形式分散在水中,得到稳定的单体乳化液,备用。

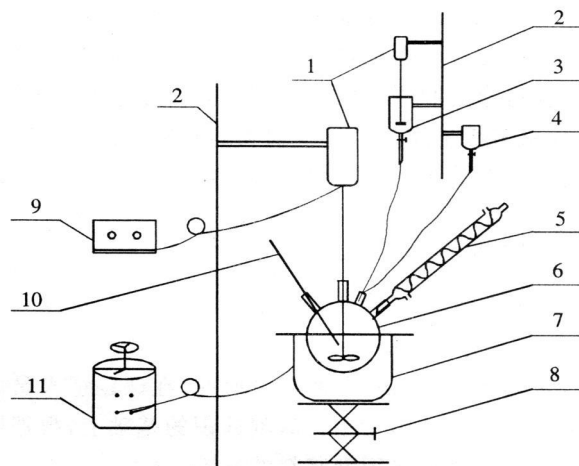
2) 种子聚合 在聚合瓶中加入种子聚合规定量的水、乳化剂、引发剂和单体等,搅拌乳化并升温至聚合温度,保温聚合成核,直至反应基本完成,物系中已形成数目足够大、粒度足够小的乳胶粒。

3) 继续聚合 将预乳化的单体乳化液与预先制备的引发剂溶液分别向反应瓶中均匀滴加,使聚合反应继续进行,保持反应温度在规定的范围内,至所有原料滴加完毕后,将体系温度调整至较高范围,保温反应至规定的转化率。

4) 后消除 向体系中加入少量另一类型引发剂,再保温聚合一段时间,以进一步提高单体的转化率。然后降温,调节酸碱度,出料即得聚合物乳液产品。

### 1.1.4 实验中解决的问题

用于服装衬布热固型浆料的聚丙烯酸酯乳液是应用性能很特殊的一类乳液型胶黏剂,为了实现其特殊



1- 搅拌器; 2- 铁架台; 3- 预乳化杯; 4- 引发剂滴加杯; 5- 冷凝管;  
6- 四口烧瓶; 7- 电热套; 8- 升降台; 9- 调速器; 10- 温度计; 11- 调压器

图2 乳液聚合装置

Fig. 2 Equipment of emulsion polymerization

性能,笔者做了大量小样实验,实验中陆续出现过很多问题,有的是产品性能方面的,有的是制造工艺条件方面的,这些问题经过实验都逐步得到了克服,最终摸索出较为成熟稳定的工艺配方及条件,制备出符合应用要求的乳液产品,为服装衬布浆料的制备创造了前提。

### 1) 乳液稳定性差

稳定性问题应包括聚合反应的稳定性和聚合物乳液的稳定性,主要表现为在聚合中出现大颗粒、甚至聚结抱轴,乳液产品在放置、调制浆料、涂层生产中破乳沉淀等,这是乳液类产品易于发生的问题。

影响乳液稳定性的因素很多,主要有乳化剂的类型及用量、电解质浓度、机械作用、乳液固含量、聚合反应温度、引发剂类型、调制浆料的助剂的影响等。实验的目的是在实现乳液的各项应用性能的同时,力争将每一个影响乳液稳定性的因素都调节至可能的最有利的程度。

### 2) 存在凝胶现象

凝胶现象本质上也属于聚合反应稳定性问题,即在乳液聚合过程中由于聚合物乳液局部稳定性的丧失而造成部分乳胶粒聚结的现象。凝胶现象可分为 2 种情况,一种是在乳液中出现大小不一的凝胶颗粒;另一种是在反应装置内壁或内部构件上结成厚厚的凝胶层,即黏釜现象。

这些凝胶现象,尤其是黏釜现象,因与聚合物本身性能有关,极难避免。为此,笔者曾将聚合物的性能进行了一些不情愿的调整,以求在性能与黏釜之间取得某种平衡。所采取的措施包括提高滴加单体预乳化液中乳化剂的用量、体系中添加 pH 值缓冲剂、聚合反应各阶段采取不同的搅拌速度、采用所谓“饥饿法”的半连续乳液聚合工艺、采用较小的反应相比等。

### 3) 聚合物乳液产品硬度不适宜

聚合物乳液产品成膜后的软硬程度是该浆料产品的关键性能之一,直接关系到浆料的涂层应用性能以及黏合效果的优劣。产品太软则成膜温度低,黏附性强,机械强度差,会造成圆网法浆点涂层困难,黏接强度差;太硬则初黏性差,成膜性差,甚至性脆易碎,无法作为衬布浆料使用。

聚合产品硬度,主要取决于单体的类型及使用比例,当然也与各种添加剂及聚合工艺有一定关系。确定单体组成是本实验的核心工作之一,笔者所做的大部分实验均是围绕此项内容开展的。

### 4) 乳液聚合反应转化率较低

聚合反应进行不够彻底,反应结束后,乳胶粒中残留有较多的游离单体,宏观表现为乳液产品气味较大,黏接强度偏低等。

影响乳液聚合反应转化率的诸多因素是清楚的,如单体的性能、单体自由基的活性、乳化剂的亲油及亲水平衡值(HLB 值)大小、引发剂用量、相比大小等,然而调节任一因素都必须兼顾对整个聚合过程及聚合产品的影响,往往不能随意改变某一因素以达到提高转化率的目的。例如:单体的选择主要取决于聚合物乳液的成膜性能,相比的确定要兼顾反应装置的空间利用率等。课题组在实验的基础上在反应工艺中设置了“后消除”步骤,在提高转化率方面收到了良好效果。

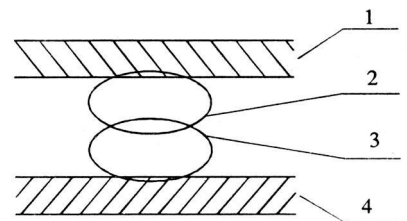
### 5) 涂层衬布产品的剥离强度不理想

与面料复合之后的黏接牢度是衬布产品的重要技术指标之一,与浆料有关的黏接点的断裂有 3 种可能性:一是浆点与底布连接处断裂;二是浆点自身断裂;三是浆点与上层热熔胶点连接处断裂。该黏接系统的结构如图 3 所示。

试验表明固化浆点自身的内聚力是影响该项黏接牢度的重要因素。而此内聚力大小除与膜硬度及功能性单体的加入有关外,聚合物的分子质量是个决定性因素,分子质量大则内聚强度高。乳液聚合产品的分子质量与聚合过程的很多因素有关。曾采取过的措施包括适当增大聚合体系中乳化剂浓度、减小引发剂浓度、增大电解质浓度、降低聚合反应温度、采用适当的相比等,实际上调节上述任何一项条件,都必须兼顾它对聚合过程以及聚合产品的其他性能的影响。

## 1.2 服装衬布浆料的调制

生产出适宜的聚丙烯酸酯乳液只完成了服装衬布热固型浆料生产的第 1 步,必须将此乳液再进行调制,使之成为具有能够符合圆网法浆点涂层工艺的应用性能的浆料,整个研究工作才具有实际意义。



1- 服装面料; 2- 上层热熔胶点;  
3- 下层固化浆点; 4- 衬布底布

图 3 双点黏合衬布胶点示意图

Fig. 3 Sketch of double-dot adhesive lining

### 1.2.1 服装衬布浆料应具备的性能

1) 微小的粒径 浆料中含有的颗粒,其粒径必须在  $75\ \mu\text{m}$  以下<sup>[6]</sup>,否则就会影响浆点涂层转移,即浆料从圆网孔目中漏出转移到衬布底布上去的过程将不能顺利完成。

2) 适宜的黏度 使浆料既能够顺利地输送到圆网中,又不会自行由圆网孔目中漏出,这是进行浆点涂层加工的前提。

3) 良好的触变性 进入圆网内的浆料当受到刮刀的剪切力的作用时,其黏度迅速降低,从而自圆网孔目中漏出,与衬布底布接触并黏附在底布上,此时因刮刀的剪切力已消除,底布上的浆料又恢复了原有的黏度,故不会发生流淌,而是形成一个立体饱满的浆点。

4) 适宜的渗透性能 一方面底布上的浆料要向底布内部有一定程度的渗入,以使受热固着之后能牢固地黏附在底布上;另一方面,浆料对撒落其上的上层热熔胶粉要有良好的吸附作用,这样在吸粉操作之后,浆点上可以保留一定的粉量,而且固着后上下2层胶料须具有足够的结合力。

5) 足够的内聚力 指双点涂层加工完成固着之后,由浆点形成的下层胶料应具备相当的内聚强度,以保证衬布产品的剥离强度指标满足标准要求。

### 1.2.2 服装衬布热固型浆料的调制

此浆料的调制是一个物理混合的过程,其机械设备和工艺条件均不复杂,难点在于通过实验寻找出合理的工艺配方,使调制成品能够符合上述的性能要求。

在底布上布以齐全、完整、均匀、饱满的点子,这是对浆料涂层转移性能的基本要求。决定浆料涂层性能的主要因素是浆料调制中的各种助剂,其中最主要的是增稠剂。增稠剂性能的优劣直接决定着浆料的触变性、黏附性等与转移有关的特性。优良的增稠剂应使用量小而增稠效果显著,并能在较宽的pH值范围内良好地发挥作用,增稠产品触变性强,即产品受到剪切力作用时,其黏度能立即下降较大幅度,作用力一旦消除,其黏稠性能立即恢复。为此,课题组对初选的国内外多个增稠剂进行了实验筛选,这是浆料调制实验的最主要内容。

聚丙烯酸酯乳液中的粒子大小与乳液聚合反应过程中的多个因素有关,如乳化剂品种及用量、搅拌器形式及转数、种子聚合使用的底料量等,然而只要乳液聚合反应能够正常完成,其粒度符合衬布浆料的要求通常是不成问题的,但要注意出现非常情况如凝胶现象时,就必须在调制浆料之前对乳液进行一些预处理,存在严重问题的乳液产品,甚至将不能用作浆料基料。

浆料的渗透性,除与增稠剂等添加剂有关外,体系内的表面活性剂是一个重要因素,表面活性剂的品种和用量首先要能够满足乳液聚合反应的要求,同时要照顾到将来的浆料成品的渗透性能,这是比较困难的,要经过反复的实验和筛选才有可能较好地兼顾。

作为浆料的基料,聚丙烯酸酯乳液本身的性能如分子质量、硬度、添加剂含量、酸碱度等,当然对浆料性能有着直接的影响。值得注意的是,聚合物乳液通常为弱酸性的,这样既不利于乳液的稳定,也影响增稠剂的作用,所以在浆料调制过程中有调节浆料体系酸碱度的工序。

实验结果是,浆料的基本配方除介质水外,包括基料聚丙烯酸酯乳液、pH值调节剂、增稠剂、增黏剂、增白剂、防腐剂及消泡剂。调制工艺流程为“在搅拌下稀释—调节酸碱度—增稠—增黏—添加增白剂、防腐剂及消泡剂—过滤—包装”。

## 2 服装衬布热固型浆料的性能指标

本课题所研制并工业化生产和应用的聚丙烯酸酯服装衬布热固型浆料产品,其性能指标如下。

外观:乳白色浆状黏稠液体;酸碱度(pH值):7~7.5;黏度/(Pa·s): $15\pm 2$ ;固体质量分数/%: $25\pm 2$ 。

## 3 结 语

热固型浆料的应用实际上已从根本上改变了服装双点黏合衬布的制作理念。研究表明,经过大量理论研究得出的制备以聚丙烯酸酯乳液黏合剂为基料的服装衬布热固型浆料的设想是正确的,该种浆料的研制已获得成功并已工业化生产和应用。因为此浆料的应用性能比较特殊,所以作为基料的聚丙烯酸酯乳液的合成必须采用适当的工艺配方及工艺条件,浆料调制的添加剂也要精心选择。

参考文献:

- [1] 孔繁慧. 粘合衬布的生产 and 应用[M]. 北京: 纺织工业出版社, 1985.
- [2] 田文玉. 服装粘合衬布聚乙烯热熔胶浆料的研究[J]. 现代化工, 1993, (11): 21-23.
- [3] 毕克鲁. 中国衬布这二十年[J]. 非织造布, 2002, 10(3): 9-10.
- [4] 张军营. 丙烯酸酯胶粘剂[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [5] 曹同玉, 刘庆普, 胡金生, 等. 聚合物乳液合成原理性能与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 1997.
- [6] 叶胜荣, 潘庆华. 我国纺织用品热熔胶的现状与发展[J]. 产业用纺织品, 2004, (11): 21-24.

(上接第 218 页)

优化后配送中心 A 采用 6 辆配送车即可完成配送任务, 车辆行驶路线总长 11 071.28 km, 比从配送中心出发后完成单点配送即返回的路线总长 46 588.00 km, 节约 35 516.72 km, 即节约 76.2% 的车程, 车载利用率 94.17%。

配送中心 B 路线优化方案的具体路线如表 4 所示。

表 4 配送中心 B 的车辆路线 安排方案

Tab. 4 Route arrangement for distribution center B

车辆编号	路 径	路长 / km	载重 / t
1	130 → 87 → 101 → 8 → 763 → 7 → 6 → 130	1 586.02	33

优化后配送中心 B 采用 1 辆配送车即可完成配送任务, 车辆行驶路线总长 1 586.02 km, 比从配送中心出发后完成单点配送即返回的路线总长 5 512.34 km, 节约 3 926.32 km, 即节约 71.2% 的车程, 车载利用率 55%。

配送路线优化前后路长长度如图 3 所示。

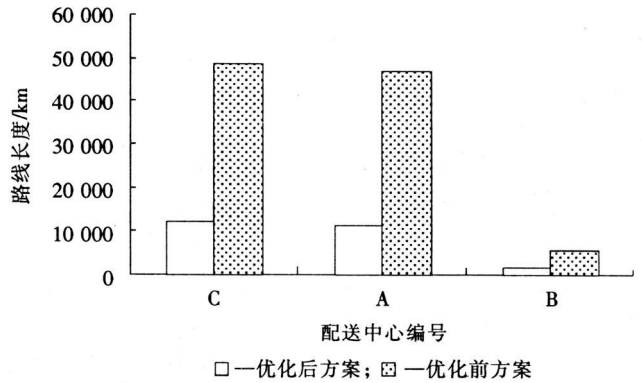


图 3 配送路线长度优化前后对比图

Fig. 3 Comparison of delivery routes length before optimizing and after optimizing

4 结 论

本文采用基于改进遗传算法的配送路线优化模型实现了配送车辆数目和配送路线的综合求解, 路线优化后采用巡回的方式访问各需求点。该方法不仅使得交通距离得到了很大的改善, 而且也充分利用了车辆的容积资源, 节省了配送车辆数目, 降低了配送车辆的基本购置费用。研究结果表明, 算法在全局上进行搜索, 通过对遗传算子的改进, 在一定程度上提高了算法的搜索速度, 有效解决了有车辆容量限制的配送路线优化问题。

参考文献:

- [1] CLARKE G, WRIGHT J V. Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points[J]. Operations Research, 1964, 12: 568-581.
- [2] GILLET B E, MILLER L R. A heuristic algorithm for the vehicle dispatch problem[J]. Operations Research, 1974, 22: 340-349.
- [3] BRAMEL J, SIMCH+LEVI D. A location based heuristic for general routing problems[J]. Operations Research, 1995, 43: 649-660.
- [4] FISHER M L, JAIKUMAR R J. A generalized assignment heuristic for vehicle routing[J]. Networks, 1981, (11): 109-124.
- [5] CHRISTOFIDES N, MINGOZZI A, TOTH P. The Vehicle Routing Problem[A]. Combinatorial Optimization[C]. New York: Johnly Wiley, 1979.
- [6] PU REZA V M, FRANCA P M. Vehicle Routing Problems via Tabu Search Metaheuristics[R]. Montreal: Publication CRT-747, Centre de Recherche Surles T transports, 1991.
- [7] SOLOMON M, DESROSIERS J. Timewindow constrained routing and scheduling problems[J]. Transp Sci, 1988, 22: 1-13.
- [8] 肖 雁, 符 卓. 带软时间窗的车辆路径问题及其应用前景探讨[A]. 中国运筹学会第六届学术交流会议论文集[C]. 香港: Global-Link 出版社, 2000.
- [9] 李 军, 谢秉磊, 郭耀煌. 非满载车辆调度问题的遗传算法[J]. 系统工程理论方法应用, 2000, 3(9): 235-238.
- [10] 李 魁. 基于复杂系统理论的配送网络优化研究[D]. 西安: 西北工业大学, 2006.