

# 汽车维修管理工程

普通高等教育交通类专业规划教材



王耀斌 刘宏飞 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育交通类专业规划教材

# 汽车维修管理工程

主 编 王耀斌 刘宏飞

副主编 赵路平 冯 炎



机械工业出版社

本书为普通高等教育交通类专业规划教材，全书共十一章，内容为：汽车维修企业的选址与设计、汽车维修制度与开业条件、汽车维修业人员培训与管理、汽车维修质量管理、汽车维修经营与技术管理、汽车维修设备管理、汽车维修财务与成本管理、汽车维修信息管理、汽车维修行业督查与处罚、汽车维修企业文化、汽车维修优化技术。

本书可供高等院校相关专业本、专科作为教材使用，也可供汽车服务行业管理人员、技术人员及相关人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

汽车维修管理工程/王耀斌, 刘宏飞主编. —北京: 机械工业出版社, 2007. 8  
普通高等教育交通类专业规划教材  
ISBN 978-7-111-22299-6

I. 汽… II. ①王…②刘… III. 汽车-修理厂-工业企业管理-高等学校-教材 IV. F407.471.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 138565 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)  
责任编辑: 夏 韡 版式设计: 霍永明 责任校对: 姚培新  
封面设计: 姚 毅 责任印制: 杨 曦  
北京机工印刷厂印刷 (兴文装订厂装订)  
2007 年 10 月第 1 版·第 1 次印刷  
169mm × 239mm · 9.375 印张 · 364 千字  
0 001—4 000 册  
标准书号: ISBN 978-7-111-22299-6  
定价: 27.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换  
销售服务热线电话: (010) 68326294  
购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643  
编辑热线电话: (010) 88379771  
封面防伪标均为盗版

# 前 言

随着汽车工业的高速发展，我国的汽车保有量已达到 3000 多万辆，尤其是轿车的数量在逐年增加，高科技和电子技术在汽车上的应用，不但对汽车维修技术提出新的要求，而且还提出新的经营理念、新的服务理念、新的管理理念等，给汽车维修服务带来了新的挑战。要想使企业在激烈的竞争环境中生存和前进，企业就必须培养适应社会发展的“懂技术、会管理、善经营”的高级管理人才。

《汽车维修管理工程》一书为普通高等教育交通类专业规划教材。其特点是阐述了汽车维修厂点的选址、设计，直到汽车维修优化技术全过程的系统管理；另外，汽车维修管理内容包括了汽车维修企业、汽车维修业户、汽车维修管理部门等全行业的管理。本教材努力反映汽车维修行业的管理现状，把国家和部委对维修管理的要求传达给厂家和用户，并贯彻“理论联系实际、少而精”的原则。

本教材第一、二、六、十一章由王耀斌编写；第三章由赵路平编写；第四、五、七、八章由刘宏飞编写；第九章由冯炎、冯义夫编写；第十章由王玉娟编写。参加编写的还有王超、郭烈、谭立东、王兵、王羽、王巍、祖力、代建国、周茹波等。

本教材由王耀斌、刘宏飞任主编；赵路平、冯炎任副主编；全书由王耀斌统稿。

编者借此机会，对本教材参考文献的作者、提出宝贵意见的专家，表示衷心的感谢！由于编者水平有限，书中错误和不足之处在所难免，不妥之处敬请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前言

<b>第一章 汽车维修企业的选址与设计</b> .....	1
第一节 汽车维修企业的选址 .....	1
一、企业地址选择的原则 .....	1
二、选择厂址的工作步骤 .....	2
三、厂址位置的确定 .....	4
第二节 汽车维修企业设计概述 .....	13
一、设计任务书的编制 .....	13
二、初步设计 .....	14
三、技术设计 .....	18
四、施工设计 .....	19
<b>第二章 汽车维修制度与开业条件</b> .....	20
第一节 汽车维修制度 .....	20
一、汽车维护制度 .....	20
二、汽车修理制度 .....	23
第二节 汽车维修业开业条件 .....	27
一、汽车整车维修企业（一类、二类） .....	27
二、汽车专项维修业户 .....	32
<b>第三章 汽车维修业人员培训与管理</b> .....	40
第一节 汽车修理技术培训 .....	40
一、技术培训概述 .....	40
二、技术培训内容 .....	43
第二节 汽车修理管理培训 .....	74
一、职业经理人 .....	74
二、企业服务人员 .....	77
<b>第四章 汽车维修质量管理</b> .....	80
第一节 质量管理概述 .....	80
一、质量的概念 .....	80
二、质量的构成 .....	81
三、质量管理简介 .....	82
第二节 全面质量管理 .....	83
一、全面质量管理概述 .....	83

二、质量管理保证体系.....	88
三、全面质量管理的基本方法.....	90
第三节 维修质量分析 .....	92
一、排列图法.....	92
二、因果分析法.....	94
三、直方图法.....	96
四、控制图法.....	99
五、矩阵图法 .....	103
第四节 维修质量的评价 .....	106
一、缺陷系数法 .....	106
二、总分法 .....	106
三、系数相乘法 .....	106
四、加权平均法 .....	107
五、综合评定法 .....	107
六、综合项次合格率法 .....	109
七、综合扣分法 .....	111
<b>第五章 汽车维修经营与生产管理</b> .....	<b>113</b>
第一节 企业的经营管理 .....	113
一、企业经营管理的概念 .....	113
二、企业经营思想 .....	115
三、企业经营目标 .....	119
第二节 企业的营销管理 .....	122
一、市场营销概述 .....	122
二、市场细分与目标市场的选择 .....	124
三、市场调查与预测 .....	128
四、市场营销策略 .....	133
第三节 企业生产管理 .....	141
一、生产管理的任务 .....	141
二、生产过程组织 .....	142
三、生产作业计划 .....	144
四、生产技术管理 .....	147
<b>第六章 汽车维修设备管理</b> .....	<b>151</b>
第一节 设备管理概述 .....	151
一、设备管理的内容 .....	151
二、设备管理的任务 .....	151
三、设备管理的职能 .....	152
第二节 设备的选择与评价 .....	153
一、设备的选择 .....	153

## VI

二、设备的评价 .....	154
第三节 设备的使用与维修 .....	156
一、车辆的使用 .....	156
二、车辆的维护 .....	158
三、车辆的修理 .....	159
第四节 设备的改造与更新 .....	161
一、设备的损耗及补偿 .....	161
二、设备的使用寿命 .....	161
三、设备的改装与改造 .....	162
四、设备的更新与报废 .....	162
<b>第七章 汽车维修财务与成本管理</b> .....	<b>167</b>
第一节 财务管理 .....	167
一、财物管理概述 .....	167
二、企业资金筹划 .....	170
三、财务分析 .....	171
四、资产管理 .....	179
第二节 成本管理 .....	182
一、成本管理概述 .....	182
二、成本预测与计划 .....	182
三、成本的控制 .....	183
四、成本分析 .....	184
<b>第八章 汽车维修信息管理</b> .....	<b>185</b>
第一节 信息管理系统 .....	185
一、信息系统的概念 .....	186
二、管理信息系统的构成 .....	189
三、信息系统控制 .....	191
四、信息系统安全性 .....	194
第二节 互连网络 .....	195
一、计算机网络基础 .....	195
二、Internet .....	198
三、企业内部互联网 .....	203
第三节 电子商务 .....	206
一、电子商务概述 .....	206
二、电子商务交易的流程 .....	211
三、企业资源计划 (ERP) .....	214
<b>第九章 汽车维修行业督查与处罚</b> .....	<b>221</b>
第一节 汽车维修的督查 .....	221
一、汽车维修督查的目标 .....	221

二、汽车维修督查的内容 .....	222
三、汽车维修督查的方法和依据 .....	222
四、汽车维修的投诉处理与执法检查 .....	223
第二节 汽车维修的处罚 .....	225
一、汽车维修处罚的特征与原则 .....	225
二、汽车维修处罚的种类及程序 .....	226
三、汽车维修违章行为的认定 .....	227
四、汽车维修违章行为的处罚 .....	228
<b>第十章 汽车维修企业文化</b> .....	<b>231</b>
第一节 企业文化概述 .....	231
一、企业文化的含义 .....	231
二、企业文化的内容和特点 .....	232
第二节 企业的功能与教育 .....	234
一、企业的功能 .....	234
二、企业的教育 .....	235
第三节 塑造企业形象 .....	237
一、企业形象的要素 .....	237
二、企业形象的特征 .....	238
三、企业形象的战略 .....	239
四、重塑企业形象 .....	240
<b>第十一章 汽车维修优化技术</b> .....	<b>243</b>
第一节 汽车维修任务与计划的优化 .....	243
一、汽车维修任务的分配 .....	243
二、汽车维修计划的优化 .....	249
第二节 汽车维修服务系统的优化 .....	265
一、排队论概述 .....	266
二、单路排队 .....	267
三、多路排队 .....	270
四、服务对象的排序 .....	271
第三节 汽车维修配件存储优化 .....	275
一、存储模型概述 .....	275
二、确定性模型 .....	276
三、随机性模型 .....	284
<b>参考文献</b> .....	<b>292</b>



# 第一章 汽车维修企业的选址与设计

## 第一节 汽车维修企业的选址

### 一、企业地址选择的原则

在选择汽车维修企业地点时，必须考虑如下几项原则：

#### 1. 节约用地，考虑发展

城市用地日趋紧张，因此在符合生产工艺流程和内外运输的条件下，要用地紧凑、少占民房，场地面积和形状应满足各建筑物及构筑物的布置要求，使生产工艺过程得到合理组织。

在可能的条件下，要考虑城市及企业的远景规划，留有发展余地。如将分散营造改联合营造，单层厂房改多层厂房等。在用地规划上，要做到分期建设、分期征用。确定厂址时，应同时注意生活居住区的布置，建筑物之间的距离要符合卫生防火要求。

#### 2. 充分利用现有公用设施

在选择企业厂址时，要充分考虑利用现有城市的电、水、气等公用设施，或靠近大型工业企业，以减少建厂投资费用。生活福利设施也尽量与城市建设相结合，充分利用已有的设施进行改进或扩建。

#### 3. 满足环境卫生与交通运输要求

厂区应位于居民区的下风方向，以免厂内排出的废气、烟尘及嘈杂声妨碍居民的环境卫生。同时，厂址应尽可能不要设在现有的或拟建的工厂的下风向，以避免烟尘及有害气体的影响。厂址不宜靠近各种废料及传染病中心地点，要妥善处理三废，注意排污、排渣场地的选择；要考虑物流的畅通、各种运输方式或某种运输方式的方便。

#### 4. 厂址地质地形满足要求

厂址不应位于有矿床或已开采的矿坑上面，不应建在有不利地质（如暗河、流砂淤泥、土崩、断裂层等）的地区，也不应建在三级湿陷性黄土上。厂区地形应平坦，以满足建筑物和各种管网的布置，并使土方量最小。场地应稍有坡度，以利于自然排水顺畅。

厂址的土壤应使得进行土建施工时，不需要复杂的基础工程，不应该是水涝地，设计标高应高出洪水计算水位0.5m以上。地下水最高水位应选择在地冻结

深度以下，并尽可能在地下室地坪以下。在山区建厂时，应选择比较平坦的山坡。注意避开有山谷风及洪水淹袭的地段。

#### 5. 有利于企业及部门间的协作

选择厂址要注意与车源的运输距离最短；同时要考虑产品的营销、原材料的供应、废料综合利用、居民区建设、生活福利设施等方面和邻近企业协作的可能性。同时要考虑靠近公用道路、电力网、供水管道、下水道等设施。

#### 6. 其他

厂址应避开古墓、文物、航运站、高压输电线和城市各种工程管道等。

企业地址的选择是一复杂又多种多样的课题。首先，应考虑对本企业最有影响的主要因素；另外，也应照顾到布局和统一安排。通常做出几个方案，经过比较后，选定出一个最优方案。

### 二、选择厂址的工作步骤

建厂地区的选择，一般由上级主管部门对方案进行可行性研究后，根据通过的決定提出建厂的任务书，提交给设计单位。通常由设计单位、企业和主管部门联合组成工作组，对建厂地址进行选择。工作步骤一般经过三个阶段：

#### 1. 准备阶段

准备阶段是指由开始工作到出差现场这段时间，其主要的工作内容为：

- 1) 根据设计任务书，确定企业（或工厂）的组成和生产协作的原则。
- 2) 根据有关资料和扩大指标，确定出主车间的面积和外形尺寸，绘出总平面草图。
- 3) 根据生产纲领，初步确定出工厂的运输量，电、水、气的概略用量。
- 4) 确定出企业职工数的概略人数，以及劳动力的来源。
- 5) 收集资料，包括地形、气候、地质、交通运输、城市发展规划、人文情况及厂址附近和厂区的地形图等。目的是对该地区及现场有一个初步的了解。

#### 2. 现场调查阶段

现场调查阶段主要是由选厂工作组，到现场调查研究在该地建厂的合理性，了解和解决同建厂有关的问题，进行初步勘测工作。此阶段的工作应邀请有关单位，如城市建设局等单位参加，并取得当地政府的指导。

这个阶段的主要工作内容如下：

- 1) 从当地城建部门取得厂区附近的地形图和城市规划图，并听取他们的情况介绍和对建厂的意见。
- 2) 根据地形和城市规划图试定几个厂区位置的方案，初步定出厂区、住宅区，并考虑其他企业协作的条件。
- 3) 了解工厂厂区的地质条件，对合适的厂址进行初步的勘测。在进行实际勘测时，应注意下列各点：

①厂区地形起伏情况、土壤条件，有无恶劣地质情况，观察附近水井的水位高度和了解全年的水位变化，附近有无自流井及泉水；查明厂区洪水淹没的可能性及淹没范围，以及附近河道水位变化情况。

②初步考察公路运输情况，停车场的位置及联运的可能性。

③厂区现有的房屋、田地、坟墓、灌溉、渠道、高压线及古迹文物等情况。

④收集供水、供电的资料，水、电力、动力的来源与进厂地点，厂外工程量的规模，由什么单位负责修建及可能的施工进度。

⑤进一步收集气象、地质、地震、运输及建筑材料供应等方面的经济资料。

### 3. 结束阶段

为了确定最经济合理的方案，在结束阶段应对选厂方案作出技术经济分析和比较。方案确定后，要与有关部门及地方机关签订协议，包括土地使用；水、气供给，电力供应等。如果协商中有意见分歧，不能达成协议时，由批准设计的上级部门解决。最后编制选厂报告书上报审批。

选厂报告书的内容大致如下：

#### 1) 概述。

简明扼要地叙述选厂依据、原材料供应的情况及主要产品，说明选厂工作中的主要原则，简要叙述几个可供选择的厂址方案，并推荐出某一方案，供领导审批。

#### 2) 选厂指标。

说明工厂的性质，生产特点，规模及要求条件等，选厂的主要指标如下：

①全厂占地面积（包括生产区和生活区面积）。

②全厂建筑面积（包括生产厂房、辅助用房和生活用房的建筑面积）。

③全厂职工人数（包括职能部门、生产车间、辅助部门等在职人员）。

④电力需求量（包括全厂设备安装总容量及需要容量的生产用电和生活用电）。

⑤全厂用水量（包括生产用水和生活用水，单位为 $t$ /昼夜）。

⑥三废处理措施及技术经济指标等。

#### 3) 厂址概况。

厂址概况包括所建企业的地理位置、海拔、行政归属等；叙述厂址与周围大、中、小城镇的距离、方位及其与附近的工矿企业等的距离、方位，并应附比例尺为1:50000~1:100000的地理位置图。

#### 4) 占地情况。

主要说明所选厂区的占地面积及厂区范围内需要拆迁民房的户数，以及估计所需补偿的费用。

#### 5) 说明工程地质及水文地质情况。

6) 说明地震及洪水水位情况。

7) 气象资料。

从当地气象站索取有关资料,如温度、湿度、降雨量、风速及主导风向、大气压力、积雪及结冻深度等。

8) 交通运输条件。

根据生产规模初步提出公路、铁路、水运码头等修建和利用方案及其工程量。

9) 水电供应。

拟出厂区给水、取水方案和工程量,并简述厂区排水和污水处理的意见。说明选厂区域内的电力资源情况。

10) 有关附件。

①厂址区域位置图(比例尺为1:50000~1:100000)。

②总平面规划示意图(一般中小厂的比例尺为1:1000~1:2000)。

③当地领导部门对同意在该地建厂的文件或会议(谈话)纪要。

④有关单位的同意文件、证明材料或协议合同(如动力供应、通讯、供水、污水排放部门等)。

### 三、厂址位置的确定

#### 1. 合理布局的原则

厂址位置的确定,要符合维修网点合理布局的原则。网点合理布局,是一项复杂的系统工程,受多方面因素的影响和制约,很难用一种数学方法进行论证,通常要考虑多项因素后才能确定。

(1) 动态的原则 从动态原则出发,布局应当建立在详细分析现状及对未来变化作出预测的基础上,有一定的柔性,在一定的范围内能适应用户、数量、成本等多方面的变化。

(2) 竞争的原则 布局应考虑多家竞争的原则,考虑维修市场机制。从运输线路最短、成本最低、速度最快的角度考虑问题是必要的;但不能进行市场的垄断,不能降低服务质量。每一厂(场)点只能占领局部市场,只能从局部市场角度进行规划。

(3) 低运费原则 运费与运距有关,所以低运费原则常常被简化为最短距离原则,可用各种数学方法求解。但运费还与运量有关,最短距离的求解并不能表明各站点及用户的运量,所以,即使求解出最短距离,不等于掌握了最低运费。因此,最低运费原则又可以转化成运量( $t$ 或 $t \cdot km$ )来简化表示,再用数学方法求解。但是,在市场机制的作用下,要考虑动态变化,数学求解也只能作为布局时的参考。

(4) 交通原则 竞争原则、低运费原则均要通过交通条件来实现;因此,

它们之间的关系非常密切。布局时不但要考虑现有的交通条件，同时，还要把交通的规划、未来的发展作为布局的内容来考虑；否则，整体布局是不合理的，甚至导致总体布局失败。

(5) 统筹的原则 维修网点的布局，涉及的因素较多，各因素相互交织、彼此制约；设计一个非常合理的整体布局，必须统筹兼顾、全面安排；抓住主要矛盾，忽略次要矛盾；既要宏观的考虑又要微观的考虑；力争得到一个最优方案。

## 2. 合理厂址的确定

合理厂址的确定，主要是对汽车维修企业位置的选择，依据的低运费原则和统筹原则，方法很多，介绍几种供参考。

(1) 重心法 在选择厂址时，如果运输费用是一个很重要的因素，可以根据重心原理，使运输距离最短，运输费用最省，从而得到一整体方案。

假设：某维修厂（场）在某段时间内（如一年），各车源点的维修车辆为  $Q_i$  ( $i=1, \dots, n$ )，各车源点的位置已知（见图 1-1），求维修厂（场）的最佳位置？

设维修厂（场）的坐标为  $Q_0(x_0, y_0)$ 、 $x_0$ 、 $y_0$  的计算公式如下：

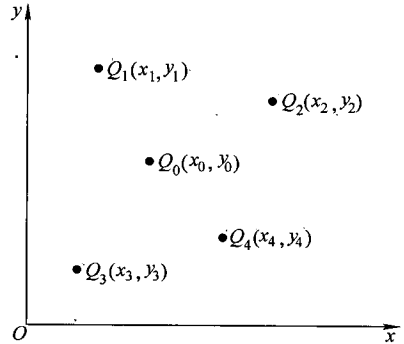


图 1-1 重心坐标图

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i x_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \quad (1-1)$$

$$y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i y_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \quad (1-2)$$

式中  $x_i$ ——第  $i$  车源点离城市中心在  $x$  方向的距离；

$y_i$ ——第  $i$  车源点离城市中心在  $y$  方向的距离；

$x_0$ 、 $y_0$ ——选定厂（场）址距城市中心在  $x$  方向及  $y$  方向的距离；

$n$ ——主要维修点的数目。

如此确定的维修厂（场）的地理位置，仍是一种粗略估计，尚需考虑被选择地点的其他技术条件和具体状况影响，综合统筹后确定具体位置。

(2) 目的规划法 目的规划法是对方案中的不同目标设立不同的目的值，

然过通过数学模型（常用平方和法）求解，使解得的结果与原来的目的值的距离最小。

设  $F_j(0)$  是方案的第  $j$  个目标， $F_j(x)$  为该目标希望达到的值，则评价函数为：

$$U(x) = \left\{ \sum_{j=1}^m [F_j(x) - F_j(0)]^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (1-3)$$

使  $U(x)$  达到最小的解，就是多目标方案的最优解。

例如，拟建一修理厂，若干个车源点为其提供送修车辆、其位置设于何处最优？可用目的规划法找出一点，使总运输费用（送车和接车费用）最小的这个点，就是建厂的最适宜的位置。

设各车源点的送修车辆为  $Q_i$ ，单位运费为  $C_e$ ，车源点到修理厂的距离为  $L_i$ ，则运输的总费用  $C$  为：

$$C = \sum_{i=1}^n C_e Q_i L_i \quad (1-4)$$

$L_i$  以坐标形式表示为

$$L_i = k[(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (1-5)$$

将式 (1-5) 代入式 (1-4) 得：

$$C = \sum_{i=1}^n C_e Q_i k [(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (1-6)$$

式中  $x_i, y_i$ ——车源点的坐标位置；

$x, y$ ——修理厂的坐标位置；

$k$ ——计算次数。

要求修理厂的最佳位置，只要对运输总费用式 (1-6) 进行微分求极值即可。

$$\frac{\partial C}{\partial x} = \sum_{i=1}^n C_e Q_i k \frac{-(x_i - x)}{[(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2]^{\frac{1}{2}}} = 0$$

$$\text{即 } \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{C_e x_i Q_i}{[(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2]^{\frac{1}{2}}} \right\} = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{C_e x Q_i}{[(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$\text{故 } x = \frac{\sum_{i=1}^n \left\{ C_e Q_i x_i / [(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2]^{\frac{1}{2}} \right\}}{\sum_{i=1}^n \left\{ C_e Q_i / [(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2]^{\frac{1}{2}} \right\}} \quad (1-7)$$

同理，对  $y$  进行偏微分并令其等于零得：

$$\frac{\partial C}{\partial y} = \sum_{i=1}^n C_e Q_i k \frac{-(y_i - y)}{[(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2]^{\frac{1}{2}}} = 0$$

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n \{C_e Q_i y_i / [(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2]^{\frac{1}{2}}\}}{\sum_{i=1}^n \{C_e Q_i / [(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2]^{\frac{1}{2}}\}} \quad (1-8)$$

将求得的  $x$ 、 $y$  值代入式 (1-6) 中, 即可得到最低运输费用。但因  $x$  及  $y$  不是自变量, 不能直接求解, 所以要用迭代法求解。方法是求出  $x_0$ 、 $y_0$  代入式 (1-7) 和 (1-8) 中求出  $x_1$ 、 $y_1$  后, 组成一新的厂址坐标, 将这组新数再代入到式 (1-7) 和式 (1-8) 中求出  $x_2$ 、 $y_2$ ; 这样一次一次替换下去, 直到坐标值重复出现为止。此时的  $x$ 、 $y$  值即为最佳值, 也是厂点该设置的位置。

(3) 线性规划法 在确定维修厂点最佳位置时, 可运用运筹学中的线性规划法求解。

设目标函数即总费用  $C$  的最小值为:

$$\min C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (c_j^m + h_{ij}) x_{ij} \quad (1-9)$$

式中  $C_j^m$ ——第  $j$  个修理厂平均每辆车的大修费用;

$h_{ij}$ ——第  $i$  个车源点送往第  $j$  个修理厂修理的单车往返运输费;

$x_{ij}$ ——第  $i$  个车源点送往第  $j$  个修理厂的大修汽车数;

$n$ ——车源点的所在地数;

$m$ ——汽车修配厂的所在地点数。

上述目标函数的约束条件为:

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = A_i \quad (1-10)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = B_j \quad (1-11)$$

式中  $A_i$ ——第  $i$  个车源点的送修车数;

$B_j$ ——第  $j$  个修理厂的大修能力。

如果修理厂汽车大修能力大于送修车辆数, 即  $\sum_{j=1}^m B_j > \sum_{i=1}^n A_i$ , 则可以转化为“平衡运输问题”求解。方法是设一虚送车源点送修车数为  $A_{n+1}$ , 使送修车数和大修能力平衡, 这样就可以用平衡模式求解:

$$\sum_{j=1}^m B_j = \sum_{i=1}^n A_i + A_{n+1} \quad (1-12)$$

从上面的数学模型不难看出, 只要知道修理厂、送车点的位置、大修能力、送修车数、大修费用, 就可根据目标函数求出该网点布局的最优方案, 从而得到所建修理厂的最佳位置。

例：某地区有  $A_1$ 、 $A_2$  两个修理厂，承担  $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$ 、 $B_4$ 、 $B_5$  五个车源点的全部车辆维修任务，由于车辆逐年增加，需设一新厂才能完成任务。新厂可以设在  $A_3$  处，也可以设在  $A_4$  处，选择其中一个做厂址，哪个最好？

根据调查测算，汽车送到不同厂点的送修运输及大修费用各不相同，见表 1-1。

表 1-1 单位产品修理费和运输费

修理厂 \ 车源点	运输费用/元					年修能力/辆	大修费用/元
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$		
$A_1$	500	300	200	300	200	200	7500
$A_2$	650	500	380	150	20	550	7000
$A_3$	150	50	180	650	500	1250	7000
$A_4$	380	500	800	750	800	1250	6700
送修车数/辆	500	600	400	700	300	2500	

新建的修理厂是设在  $A_3$  还是  $A_4$  好，这要比较两种方案的总费用多少来确定。要想知道总费用，必须首先计算车源点到各厂点修车的总费用。

全部费用  $C_{ij} =$  大修费  $C_{ij}^m +$  运输费  $h_{ij}$

如： $A_1 - B_1 = 7500 + 500 = 8000$  元

$A_2 - B_2 = 7000 + 500 = 7500$  元

⋮  
⋮  
⋮

$A_4 - B_5 = 6700 + 800 = 7500$  元

做出全部组合后，就可以列成矩阵求解。约束条件是修理厂不能超过其大修能力，车源点不能超过其送修量。

假如设厂于  $A_3$ ，则与之有关的运输费用、大修费用如表 1-2 所列。

表 1-2 单位汽车的修理运输总费用

厂点 \ 车源	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	年修能力/辆
$A_1$	8000	7800	7700	7800	7700	700
$A_2$	7650	7500	7380	7150	7020	550
$A_3$	7150	7050	7180	7650	7500	1250
送修车辆/辆	500	600	400	700	300	2500

表内右角方格中的数字，表示组合后的全部费用。年修能力表示修理厂的年大修生产纲领；送修车辆表示车源点每年需送厂大修的辆数。在计算时，年修



能力之和与送修车辆之和应相等。

现采用“最小元素分配法”进行计算。最小元素分配法的程序是：在不超过年修能力和送修车辆数的条件下，选择费用最小的产品尽可能分配到相应组合中去。对年修能力和送车量而言，某一次分配可能只满足分配的一部分；但继续分配下去，最后便可达到需求的全部满足，而修理能力也分配完毕。

为了记载求解的结果，将每次分配的情况填入各组合的方格中（见表 1-3）。方格中的车辆数乘以右上角的单位汽车修理、运输总费用，即为该组合的全部费用。

表 1-3 设厂于  $A_3$  时的分配情况

车源 厂点	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	年修能力/辆
$A_1$	8000	7800	⑥ 7700 250	⑦ 7800 450	7700	700
$A_2$	7650	7500	7380	④ 7150 250	① 7020 300	550
$A_3$	③ 7150 500	② 7050 600	⑤ 7180 150	7650	7500	1250
送修车辆/辆	500	600	400	700	300	2500

解题具体步骤如下：

第一步：表 1-3 中  $A_2-B_5$  组合为 7020 元，费用最少、首先进行分配。 $B_5$  送车量为 300 辆， $A_2$  厂的年修能力为 550 辆，因此，可将  $B_5$  的 300 辆车全部送进  $A_2$  厂。将  $A_2-B_5$  格中填写 300 辆，至此， $B_5$  得到满足， $A_2$  还有 250 辆车的修理能力。由于  $B_5$  已满足要求，这一列不再考虑。

第二步：余下的组合中  $A_3-B_2$  费用最少，为 7050 元。 $A_3$  厂的年修能力为 1250 辆，可将  $B_2$  的 600 件全部送进  $A_3$ ，这样  $B_2$  这一列也可以不考虑了。 $A_3$  尚可以接收 650 辆车修理。

第三步： $A_3-B_1$  组合费用为 7150 元，是剩余组合中费用量少的， $B_1$  的 500 辆车可全部送到  $A_3$  厂去修，这样  $B_1$  就可以不考虑了， $A_3$  还有 150 辆车的修车能力。

第四步： $A_2-B_4$  也为 7150 元， $A_2$  还可以接收 250 辆车修理。因此， $B_4$  的 700 辆待修车只能送进  $A_2$  厂 250 辆。至此， $A_2$  可以不再考虑， $B_4$  还有 450 辆车要修。

第五步：其余组合中  $A_3-B_3$  费用较低，为 7180 元。 $A_3$  厂还有 150 辆车的修车能力，因此，可将  $B_3$  400 辆待修车中的 150 辆送到  $A_3$  厂修理。 $A_3$  已得到满足可不再考虑， $B_3$  还有 250 辆车待修。

第六步：因  $A_2$ 、 $A_3$  厂修车能力已得到满足，而  $A_1$  厂修车能力尚未分配，故