



21世纪高等学校教材

普通高等教育“十一五”汽车类专业(方向)规划教材

运输枢纽与 场站设计

主 编 宋年秀 王耀斌

副主编 骆 勇



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

U492.1
S-566

21 世纪高等学校教材

普通高等教育“十一五”汽车类专业（方向）规划教材

运输枢纽与场站设计

主 编 宋年秀 王耀斌
副主编 骆 勇
参 编 张 毅 庞 然 刘瑞昌
刘宏飞 张 健 张忠伟
鲁春山 文建辉 陈殿辉
主 审 郎全栋



机械工业出版社

本书是根据全国普通高等教育汽车类专业（方向）教材编审委员会确定的规划教材编写的。全书共分八章，分别为运输企业设计概述、公路货运站设计、公路客运站设计、铁路客运站设计、铁路货运站设计、地下铁道站点设计、港口与码头设计以及航空机场设计。本书对物流领域的枢纽与场站设计中的任务、职能、设置形式、站级划分、场站组成、功能要求、工艺计算以及平面布置等进行了系统论述。

本书为高等院校汽车类专业教材，也可供交通运输部门和从事物流产业的技术人员、管理人员，以及进行运输场站设计的工程设计人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

运输枢纽与场站设计/宋年秀，王耀斌主编. —北京：机械工业出版社，2005

21 世纪高等学校教材. 普通高等教育“十一五”汽车类专业（方向）规划教材

ISBN 7-111-17578-6

I. 运... II. ①宋...②王... III. ①公路运输—交通运输中心—设计—高等学校—教材②公路运输—车站设备—设计—高等学校—教材 IV. U492.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2005）第 118258 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：赵爱宁 责任编辑：董连仁 版式设计：冉晓华

责任校对：李秋荣 封面设计：王伟光 责任印制：杨 曦

北京机工印刷厂印刷

2006 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm^{1/16} · 17.25 印张 · 423 千字

定价：26.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话（010）68326294

封面无防伪标均为盗版

普通高等教育汽车类专业（方向）

教材编审委员会

主 任：	北京理工大学	林 逸
副主任：	黑龙江工程学院	齐晓杰
	湖北汽车工业学院	陶健民
	扬州大学	陈靖芯
	西华大学	黄海波
	机械工业出版社	邓海平
委 员：	吉林大学	方泳龙
	吉林大学	刘玉梅
	北京航空航天大学	高 峰
	同济大学	陈永革
	上海交通大学	喻 凡
	上海大学	何忱予
	哈尔滨理工大学	徐 雳
	武汉理工大学	张国方
	山东理工大学	邹广德
	山东交通学院	李祥贵
	燕山大学	韩宗奇
	长沙理工大学	张 新
	青岛理工大学	卢 燕
	河南科技大学	张文春
	南京工程学院	贺曙新
	淮阴工学院	刘远伟
秘 书：	机械工业出版社	赵爱宁
	机械工业出版社	冯春生

序

汽车被称为“改变世界的机器”。由于汽车工业具有很强的产业关联度，因而被视为一个国家经济发展水平的重要标志。近 10 年来，我国汽车工业快速而稳步发展，汽车产量年均增长 15%，是同期世界汽车产量增长量的 10 倍。汽车工业正在成为拉动我国经济增长的发动机。汽车工业的繁荣，使汽车及其相关产业的人才需求大幅度增长。与此相应地，作为人才培养主要基地的汽车工业高等教育也得到了长足发展。据不完全统计，迄今全国开办汽车类专业的高等院校已达百余所。

从未来发展趋势看，打造我国自主品牌、开发核心技术是我国汽车工业的必然选择。然而，当前我国汽车工业还处在以技术引进、加工制造为主的阶段，这就要求在人才培养时既要具有前瞻性，又要与我国实际情况相结合。要在注重培养具有自主开发能力的研究型人才的同时，又要大力培养知识、能力、素质结构具有鲜明的“理论基础扎实，专业知识面广，实践能力强，综合素质高，有较强的科技运用、推广、转换能力”特点的应用型人才。这意味着，对我国高等教育的办学体制、机制、模式和人才培养理念等提出了全新的要求。

为了满足新形势下对汽车类高等工程技术人才培养的需求，在中国机械工业教育协会机械工程及自动化学科教学委员会车辆工程学科组的领导下，成立了教材编审委员会，组织制定了多个系列的普通高等教育规划教材。其中，为了解决高等教育应用型人才培养中教材短缺、滞后等问题，组织编写了“普通高等教育“十一五”汽车类专业（方向）规划教材”。

本系列教材在学科体系上适应普通高等院校培养应用型人才的需求；在内容上注重介绍新技术和新工艺，强调实用性和工程概念，减少理论推导；在教学上强调加强实践环节。此外，本系列教材将力求做到：

1) 全面性。目前本系列教材包括汽车设计与制造、汽车运用与维修、汽车服务工程、物流工程等专业方向，今后还将扩展专业领域，更全面地涵盖汽车类专业方向。

2) 完整性。对于每一个专业方向，今后还将继续根据行业变化对教学提出的要求来填平补齐教材，使之更加完善。

3) 优质性。在教材编审委员会的领导下，继续优化每一本教材的规划、编审、出版和修订过程，让教材的生产过程逐步实现优质和高效。

4) 服务性。根据需要，为教材配备 CAI 课件和教学辅助教材，召开新教材

讲习班，在相应网站开设研讨专栏等。

相信本系列教材的出版将对我国汽车类专业的高等教育产生积极的影响，为我国汽车行业应用型人才培养模式作出有益的探索。由于我国汽车工业还处于快速发展阶段，对人才不断提出新的要求，这也就决定了高等教育的人才培养模式和教材建设也处于不断变革之中。我们衷心希望更多的高等院校加入本系列教材建设的队伍中来，使教材体系更加完善，以更好地为高等教育培养汽车专业人才服务。

中国汽车工程学会 常务理事
中国机械工业教育
协会车辆工程学科 副主任
林 逸

前 言

为适应近年来我国汽车工业及交通运输市场的高速发展，满足对汽车类高等技术人才培养的需要，解决在应用型本科汽车类人才培养教学中教材短缺、滞后等问题，根据全国普通高等教育汽车类专业（方向）教材编审委员会确定的教材规划编写了本书。

本书主要内容是运输规划及管理，不但简述了公路货运站和公路客运站的设计过程，并且对铁路运输、水路运输和航空运输整个物流流通领域的枢纽与场站的设计进行了阐述。各章分别叙述了场站的任务及职能、设置形式及站级划分、工艺计算、平面布置等，并且提出了设计的技术经济指标，便于不同规模企业之间的比较。

本教材共分八章：第一章运输企业设计概述，由吉林大学王耀斌和刘宏飞编写；第二章公路货运站设计，由吉林大学王耀斌、青岛理工大学刘瑞昌、吉林机电工程学院鲁春山编写；第三章公路客运站设计，由青岛理工大学宋年秀、吉林大学张健、吉林机电工程学校文建辉编写；第四章铁路客运站设计，第五章铁路货运站设计，均由河南科技大学张毅编写；第六章地下铁道站点设计，由黑龙江工程学院庞然编写；第七章港口与码头设计，由青岛理工大学宋年秀、吉林机电工程学院张忠伟和陈殿辉编写；第八章航空机场设计，由西华大学骆勇编写。本教材由青岛理工大学宋年秀和吉林大学王耀斌主编；西华大学骆勇任副主编；东北林业大学郎全栋教授主审。

本书编者对主审和在编写过程中参考的标准、著作、论文的单位或作者，致以衷心的感谢！

本书涉及的知识面广，内容多，尤其是把物流系统中的各运输场站设计编在一起还是一个尝试，加之编者的水平和资料所限，不足之处在所难免，望广大读者批评指正。

编 者

目 录

序

前言

第一章 运输企业设计概述	1
第一节 运输企业的布局	1
第二节 运输企业设计的一般程序	9
第二章 公路货运站设计	15
第一节 公路货运站设计概述	15
第二节 建站原则与站务功能	20
第三节 公路货运站的工艺计算	24
第四节 公路货运站的装卸设备与设施	31
第五节 公路货运站的平面布置	43
第三章 公路客运站设计	48
第一节 客运站设计概述	48
第二节 建站原则及客运站作业	51
第三节 公路客运站的工艺计算	60
第四节 公路客运站的总平面布置	68
第四章 铁路客运站设计	75
第一节 铁路客运站设计概述	75
第二节 铁路客运站的工艺计算	78

第三节 铁路客运站的平面布置	96
第五章 铁路货运站设计	110
第一节 铁路货运站设计概述	110
第二节 铁路货运站的工艺计算	112
第三节 铁路货运站的平面布置	126
第六章 地下铁道站点设计	151
第一节 地下铁道设计概述	151
第二节 地铁站点设计的工艺及计算	158
第三节 地铁站点的平面布置	176
第七章 港口与码头设计	192
第一节 港口与码头设计概述	192
第二节 港口及码头的工艺计算	211
第三节 港口及其码头的平面布置	224
第八章 航空机场设计	243
第一节 机场设计概述	243
第二节 机场需求预测和布置	248
第三节 飞行区和航站区布置设计计算	257
参考文献	265

第一章 运输企业设计概述

第一节 运输企业的布局

一、物流与运输企业的分类

1. 物流与运输

物流是指物质实体的物理流动过程。物质通常是指物资、物料、货物、商品、物品；而流动则指流通领域里物的物理性移位和生产领域里的生产流程。物资泛指工业产品中，能发生物理性位移的生产资料。物料一般是指在生产领域流转的一切材料，如燃料、零部件、半成品、外协件及生产过程中的废料等。货物是指交通运输领域中除人之外的经营对象。需要说明的是，在这领域中，人作为一种物质实体，有时也属于物流学的研究对象，包含在物流的“物”的概念之中。商品则是指一切可发生物理性位移的物质实体，商品实体仅是物流中“物”的一部分。物品是泛指在办公、生产领域中与办公、生活消费有关的所有物件；在生产领域中，一般指不参加生产过程，不进入产品实体，而仅在管理、行政、后勤、教育等领域使用的物质实体。

物流业由四大行业构成：交通运输业、储运业、通运业、配送业。交通运输业是物流业的主体行业，这个大行业包括各种不同运输形式的行业，如公路运输、铁路运输、水路运输、航空运输及管道运输等。所谓运输，就是人们为了社会生产与消费的需要，克服空间上的阻碍实现人和物的移动。通常，把向需求者提供运输服务的过程称为运输生产，而将其生产成果称为运输产品。

2. 运输企业的分类

除上述将交通运输企业分为公路、铁路、水路、航空、管道五种形式外，现代化的交通运输业还可以按下列方式分类：

(1) 按运送对象分类

1) 旅客运输企业。简称客运企业，是以人为运送对象的企业，包括公、铁、水、空各种形式的运输。

2) 货物运输企业。简称货运企业，是以物为运送对象的企业，是现代物流的主体。

(2) 按服务性质分类

1) 营运性企业。以营运为目的的国有、集体与个体运输企业。

2) 非营运性企业。多数指为本系统服务的自用性企业。

(3) 按运输目的分类

1) 商品运输企业。运输各种物质的企业。

2) 游览运输企业。专门为观光、游览、旅游服务的运输企业。

3) 通勤运输企业。为职工上下班、学生上下学运输的企业。

4) 生活运输企业。为职工购物、就医、探亲访友、联系公务等服务的运输企业。

二、运输企业的合理布局

运输企业的合理布局,泛指客流、物流的结点、枢纽、配送中心、运输场站等的布局优化及其站址的合理选择。运输企业的合理布局,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,通常要综合考虑多项因素后才能确定。

1. 合理布局的原则

(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,并有一定的柔性,在一定的范围内能适应数量、用户、成本等多方面的变化。

(2) 竞争的原则 布局应体现多家竞争的原则,考虑市场机制。从路线最短、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,每一站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问题,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,不等于说掌握了最低运费。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,数学求解也只能作布局时参考。

(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,甚至导致布局失败。

(5) 统筹的原则 运输结点、枢纽、配送中心、运输站场等的布局,是与生产力的布局、消费布局等密切相关的,互相交识,相互促进并制约。设计一个非常合理的整体布局,必须统筹兼顾,全面安排,既要作微观的考虑,又要作宏观的考虑。

2. 合理布局的确定

合理布局的确定,主要是对枢纽、站场等合理位置的选择,依据的是上述的低运费原则,方法有很多,介绍几种供参考。

(1) 重心法 在选择站址时,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:某货运站在某段时间内(如一年)各供货点的供应量为 Q_i ($i=1, \dots, n$),各供货点的相互位置为已知(图1-1),求货运站的位置。

设货运站的坐标为 $Q_0(x_0, y_0)$, (x_0, y_0) 的计算公式如下:

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

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

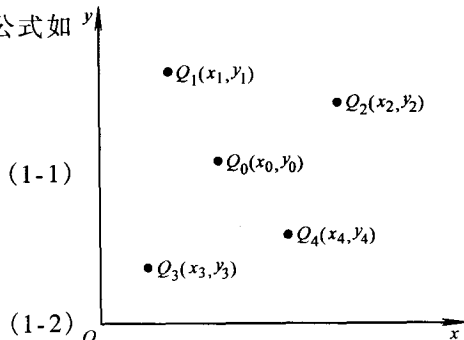


图 1-1 重心坐标图

式中 x_i ——第 i 供货点离中心城市在 x 方向的距离;
 y_i ——第 i 供货点离中心城市在 y 方向的距离;
 x_0 、 y_0 ——选定站址离中心城市在 x 方向及 y 方向的距离;
 n ——主要供货点的数目。

由此确定的站址地理位置,仍是一种粗略估计,尚需选择场站的其他技术条件及运输条件来决定建立场站的具体位置。

(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,然后通过数学模型(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,拟建一货运站,若干个供货点为其供货,其位置设于何处最优?可用目的规划法找出一,使总运输费用最小的这个点,就是设置货运站的最适宜的位置。

设各供货点的供应量分别为 Q_i , 每 $t \cdot km$ 运费为 C_e , 货运站到供货点的距离为 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 ——供货点的坐标位置;

x 、 y ——货运站的坐标位置;

K ——计算次数。

要求货运站的最佳位置,只要对运输总费用式 (1-6) 进行微分求极值即可。

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

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

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

同理,对 y 进行偏微分令其等于零得

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

化简成代数式后得

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

(1-8)

将求得的 x 、 y 值代入运输成本公式，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。方法是将求出的 x_0 、 y_0 代入式 (1-7)、式 (1-8) 求出 x_1 、 y_1 后，组成一新的站点位置坐标，再输入到下一次替换数据求出 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，也是站点该设置的位置。

(3) 线性规划法 在确定场站最佳位置时，可用运筹学线性规划中的运输法求解。

例如，某市有 A_1 、 A_2 两个货运站，由五个城市 $B_1 \sim B_5$ 为其供货，根据生产的发展和预测， A_1 、 A_2 两个站点已经不能满足要求，需另设一货运站 A_3 或 A_4 ， A_3 和 A_4 设在不同地区，问如何选择其中一个为最佳站址？

根据调查测算，货运站的年供货能力、购置费、运费的情况见表 1-1。

新的货运站设在 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，必须要计算货运站至各供货点采货的全部费用。

全部费用 C_{ij} = 购置费用 C_j^m + 运输费 h_{ij}

表 1-1 单位产品的购置费和运输费

货 源 货运站	运输费用/元					年供货能力 /件	购置费用 /元·件 ⁻¹
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅		
A ₁	500	300	200	300	200	7000	7500
A ₂	650	500	380	150	20	5500	7000
A ₃	150	50	180	650	500	12500	7000
A ₄	380	500	800	750	800	12500	6700
年送货件数/件	5000	6000	4000	7000	3000	25000	

如： $A_1 - B_1$ 为 $(7500 + 500)$ 元 = 8000 元

$A_2 - B_2$ 为 $(7000 + 500)$ 元 = 7500 元

⋮ ⋮

$A_4 - B_5$ 为 $(6700 + 800)$ 元 = 7500 元

做出全部组合后，就可以列成矩阵求解。约束条件是货运站不能超过其供货能力，供货点不能超过其送货件数，且二者总量应相等。

首选，计算货运站设于 A_3 时的总费用，见表 1-2。表内右角方格中的数字，表示组合后的全部费用。年供货能力表示货运站向用户每年提供货品的能力，年送货件数表示某城市供货点向货运站提供货物的数量。

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：在不超过供货能力和送货件数的条件下，选择费用最少的产品分配到相应组合中去。对供货能力和送货件数而

言，某一次分配可能只满足分后便可配的一部分；但继续分配下去，最后达到需求全部满足，而供货也分配完毕。

表 1-2 单位产品的购置运输总费用

货 源 ↙ 货运站	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	年供货能力 /件
A ₁	8000	7800	7700	7800	7700	7000
A ₂	7650	7500	7380	7150	7020	5500
A ₃	7150	7050	7180	7650	7500	12500
年送货件数/件	5000	6000	4000	7000	3000	25000

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，详见表 1-3。方格中的货品数乘以右上角的购置运输费，即为该组合的全部费用。

表 1-3 设站于 A₃ 时的分配情况

货 源 ↙ 货运站	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	年供货能力 /件
A ₁	8000	7800	⑥ 2500 7700	⑦ 4500 7800	7700	7000
A ₂	7650	7500	7380	④ 2500 7150	① 3000 7020	5500
A ₃	③ 5000 7150	② 6000 7050	⑤ 1500 7180	7650	7500	12500
年送货件数/件	5000	6000	4000	7000	3000	25000

解题的具体步骤如下：

第一步：表 1-3 中 A₂—B₅ 组合为 7020 元，费用最少，首选进行分配。B₅ 供货量为 3000 件，A₂ 向用户提供货品的能力为 5500 件，因此，可将 B₅ 的 3000 件全部送进 A₂。将 A₂—B₅ 格中填写 3000 件，至此 B₅ 不再送货，A₂ 还有 2500 件的供货能力。由于 B₅ 已满足要求，这一列不再考虑。

第二步：余下的组合中 A₃—B₂ 费用最少，为 7050 元。A₃ 为用户的供货能力为 12500 件，可将 B₂ 的 6000 件全部送进 A₃，这样 B₂ 这一列也可以不考虑了。A₃ 尚可为用户提供 6500 件。

第三步：A₃—B₁ 组合费用为 7150 元，是剩余组合中费用最少的，B₁ 的 5000 件产品全部

配送给 A_3 ，这样 B_1 就可以不考虑了， A_3 还可以送进 1500 件产品。

第四步： A_2-B_4 也为 7150 元， A_2 还可以接收 2500 件，因此 B_4 的 7000 件只能送 A_2 2500 件。至此， A_2 可不考虑， B_4 还要送出 4500 件。

第五步：其余的组合中 A_3-B_3 费用较低，为 7180 元。 A_3 还有 1500 件接货能力，因此将 B_3 的 4000 件中的 1500 件送 A_3 货运站。 A_3 已满足可不再考虑， B_3 货源还有 2500 件需送出。

第六步：因 A_2 、 A_3 接货能力已满足，而 A_1 的能力尚未分配，故分配 2500 件给 A_1-B_4 。

至此，所有货源点的货物送进货运站，货运站的接货能力全部得到满足。上面所求的解是一可行解，但不一定是最优解。为了检查上述方案是否最优，常用闭回路法或位势法进行检验。若所有未分配的空格点的检验数都非负值，则检查的可行解就是最优解，否则，就需要调整改进。

从表 1-3 可见，未被分配的空格有八个，由这八个空格点可形成八条闭回路：

- ① $A_1 B_1$ $A_1 B_3$ $A_3 B_3$ $A_3 B_1$
- ② $A_1 B_2$ $A_1 B_3$ $A_3 B_3$ $A_3 B_2$
- ③ $A_1 B_5$ $A_2 B_5$ $A_2 B_4$ $A_1 B_4$
- ④ $A_2 B_1$ $A_2 B_4$ $A_1 B_4$ $A_1 B_3$ $A_3 B_3$ $A_3 B_1$
- ⑤ $A_2 B_2$ $A_2 B_4$ $A_1 B_4$ $A_1 B_3$ $A_3 B_3$ $A_3 B_2$
- ⑥ $A_2 B_3$ $A_2 B_4$ $A_1 B_4$ $A_1 B_3$
- ⑦ $A_3 B_4$ $A_1 B_4$ $A_1 B_3$ $A_3 B_3$
- ⑧ $A_3 B_5$ $A_2 B_5$ $A_2 B_4$ $A_1 B_4$ $A_1 B_3$ $A_3 B_3$

在闭回路中，只允许有一个空格点，其他均为分配点。在计算检验数时，以空格点作为出发点，规定为“十”值，沿闭回路方向依次为“一”，“十”；最后闭回路中各点值相加，得出各闭回路中空格检验数 λ_{ij} 如下：

$$\lambda_{11} = 8000 - 7700 + 7180 - 7150 = 330$$

$$\lambda_{12} = 7800 - 7700 + 7180 - 7050 = 230$$

$$\lambda_{15} = 7700 - 7020 + 7150 - 7800 = 30$$

$$\lambda_{21} = 7650 - 7150 + 7800 - 7700 + 7180 - 7150 = 630$$

$$\lambda_{22} = 7500 - 7150 + 7800 - 7700 + 7180 - 7050 = 580$$

$$\lambda_{23} = 7380 - 7150 + 7800 - 7700 = 330$$

$$\lambda_{34} = 7650 - 7800 + 7700 - 7180 = 370$$

$$\lambda_{35} = 7500 - 7020 + 7150 - 7800 + 7700 - 7180 = 350$$

从上面计算出的检验数来看，都为非负值，即 $\lambda_{ij} > 0$ 。依据最优解的判别准则，若所有的检验数都为非负值，则所检验的可行解为最优解。于是我们可以断定表 1-3 的方案为最优方案。

设站于 A_3 时的全部费用为

$$C_3 = (2500 \times 7700 + 4500 \times 7800 + 2500 \times 7150 + 3000 \times 7020 + 5000 \times 7150 + 6000 \times 7050 +$$

1500×7180) 元 = 182105000 元

如货运站设于 A_4 , 解法与上相同, 把求解的结果列于表 1-4。

表 1-4 设站于 A_4 时的分配情况

货 源 货运站	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	年供货能力 /件
A_1	8000	7800	⑥ 4000	⑦ 3000	7700	7000
A_2	7650	7500	7380	③ 2500	① 3000	5500
A_3	② 5000	④ 6000	7500 1500	⑤ 1500	7550	12500
年送货数/件	5000	6000	4000	7000	3000	25000

经检验为最优方案, 设站于 A_4 时的全部费用为:

$$C_4 = (4000 \times 7700 + 3000 \times 7800 + 2500 \times 7150 + 3000 \times 7020 + 5000 \times 7080 + 6000 \times 7200 + 1500 \times 7450) \text{ 元} = 182910000 \text{ 元}$$

比较两方案的购置运输总费用:

$$C_4 - C_3 = (182910000 - 182105000) \text{ 元} = 805000 \text{ 元}$$

可见, 设站于 A_3 比设站于 A_4 每年可节省资金 80.50 万元, 因此, 在其他条件相同时设站于 A_3 最合理; 如果其他条件有差异, 可进一步比较后, 最后得出较全面的结论。

(4) 分级评分法 线性规划法只是对突出的几个主要因素进行考察, 但对于含有较多定量和定性因素的目标, 很难全面综合评定。对于站址的多目标决策时, 一般用分级评分法进行。

分级评分法的步骤如下:

1) 列出所有重要因素目录。包括虽然不需费用, 但对决策有主要影响的诸因素。

2) 定出每个因素的最高分。各因素重要程度不同, 最高分可不一样, 可根据对企业影响程度不同, 经评分小组决定。

3) 各因素分等定分。各评定因素的等级不要分得太多或太少, 太多过于分散; 太少又拉不开档次, 通常分成 4~5 级较合适。

4) 评定打分。对几个预选的站址, 由评分小组 (选站组或专家组) 逐项按级评分, 将结果列成表格。

5) 计算总分。对几个预选的站址累计总分, 分数最高者为最优站址。

例如, 拟在三个地区内选择货运站最优站址, 可按上述 5 个步骤列成表 1-5、表 1-6 进行评分确定。

表 1-5 给出了十项评定因素及每一等级的评分标准, 评分小组可对预选的三个地区进行比较打分, 然后计算总分。从表 1-6 可以看出, A 区为 158 分, B 区为 146 分, C 区为 140 分, 所以 A 区综合条件最优越, 站址可选在该区。

A 区建站时, 还可以再选定三个站点进行比较, 步骤同前。其结果见表 1-7、表 1-8。

通过 E、F、G 三个站址的比较，E 站址评分最高，为 180 分，所以应选取 A 地区 E 站址为最优站址。

需要说明的是，分数的评定一般由专业人员组成的评分小组进行。由于对各指标重视的程度不同，评分结果可能出现两个站址的评定分数相等或接近，站方可根据其他政治、经济因素，考虑企业的主要矛盾和利益做出最后的决策。

表 1-5 地区评分标准表

项目	评定因素	分级评分			
		好 (1)	较好 (2)	一般 (3)	差 (4)
1	接近原料货物	40	30	20	10
2	接近市场用户	40	30	20	10
3	能源供应情况	20	15	10	5
4	职工来源素质	20	15	10	5
5	市政用水供应	20	15	10	5
6	相关企业协作	20	15	10	5
7	气象条件资料	15	12	8	4
8	业余文化生活	8	6	4	2
9	住房居住条件	8	6	4	2
10	企业配制现状	8	6	4	2
	最高总分	200	150	100	50

表 1-6 三地区评分比较表

因素	A 区		B 区		C 区	
	等 级	分 数	等 级	分 数	等 级	分 数
1	(1)	40	(2)	30	(3)	20
2	(2)	30	(2)	30	(2)	30
3	(1)	20	(1)	20	(3)	10
4	(3)	10	(3)	10	(2)	15
5	(1)	20	(3)	10	(1)	20
6	(3)	10	(1)	20	(2)	15
7	(2)	12	(4)	4	(1)	16
8	(1)	8	(2)	6	(3)	4
9	(2)	6	(1)	8	(2)	6
10	(4)	2	(1)	8	(3)	4
总分		158		146		140

表 1-7 站址分级评分标准表

项目	评定指标	分级评分			
		好 (1)	较好 (2)	一般 (3)	差 (4)
1	地理位置	80	60	40	20
2	地质条件	60	40	30	15
3	占地面积	40	30	20	10
4	运输及装卸	20	15	10	5
5	环境保护	15	10	8	4
	最高总分	215	155	108	54

表 1-8 三站址评分比较表

评定指标	E 站 址		F 站 址		C 站 址	
	等 级	评 分	等 级	评 分	等 级	评 分
1	(1)	80	(2)	60	(3)	40
2	(1)	60	(1)	60	(2)	40
3	(4)	10	(3)	20	(1)	40
4	(1)	20	(3)	10	(2)	15
5	(2)	10	(2)	10	(3)	8
总分		180		160		143

第二节 运输企业设计的一般程序

一、企业地址选择的原则

在进行运输场站等企业地址选择时，除了必须考虑其合理布局外，还要贯彻如下几项原则：

1. 节约用地，考虑发展

企业用地要贯彻以农业为基础的方针，在符合生产工艺流程和内外运输的要求下，要用地紧凑，少占农田，少拆民房，场地面积和形状应满足各建筑物及构筑物的布置要求，使施工工艺过程得到合理组织。在可能条件下结合施工造田，并考虑远景规划，留有发展余地。在用地规划上，要做到分期建设、分期征用。选择场站地址时，要同时注意生活居住区的选择和合理布置，建筑物之间距离既要符合卫生防火要求，又不宜过远。同时，选址要服从城市和本地区发展规划。

2. 充分利用公共设施

场站等地址选择应尽可能靠近中小城镇和大型工业企业，以便利用电、水、煤气和蒸气等，以减少建筑投资。生活福利设施应尽量与城镇建设相结合，并充分利用已有企业的设施进行改建扩建。

3. 满足环保与交通运输要求

场站等企业应位于居民区的下风向，以免企业内排出的废气、烟尘及嘈杂声妨碍居民的环境卫生。同时场站地址应尽可能不设在现有的或拟建的厂房的下风向，避开烟尘的影响。企业应不靠近弃置的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，要求交通运输方便。

4. 地质可靠，地形平坦

所选场站等地址不应位于矿床或已经开采的矿坑上面，不应建在有不利的地质（如暗河、流沙淤泥、土崩、断裂层等）地区，也不应建在三级湿陷性黄土上。选址地形应平坦，以满足建筑物及各种管网的布置，并使土方量最小。场地应稍有坡度，以利自然排水顺畅。

选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土冻结深度以下，并尽可能在地