

# 交通运输规划 决策支持系统

主 编 张国伍  
副主编 钱大琳  
张秀媛

中 国 铁 道 出 版 社

# 交通运输规划 决策支持系统

主 编 张国伍

副主编 钱大琳

张秀媛

中 国 铁 道 出 版 社

1996年·北京

# (京) 新登字 063 号

## 内 容 简 介

本书共分三篇,包括十五章。第一篇为交通运输规划决策支持系统导论,主要内容有:交通运输规划的目的、制订程序和原则、规划与决策关系;交通运输规划决策支持系统的定义、结构。第二篇介绍了用于交通运输规划的重要理论和方法,它们是:交通运输需求预测理论;交通分配理论及模型,包括平衡、非平衡、多货类和多方式分配模型;交通运输网络的均衡、协调及优化理论;交通运输规划的指标、规划方案的综合评价模型。第三篇阐述了交通运输规划决策支持系统开发的思想、方法及技术,包括交通运输规划决策支持系统的相关学科、系统的开发策略及开发计划;系统的多种开发技术;系统几个子系统的结构、设计原则及其设计中存在的问题;系统与外界、系统内部各要素间、各要素内部元素间的相互集成性;系统的应用、人员的培训、系统的评价指标及方法,最后给出了决策支持系统的运用案例。

本书适合于交通运输业领导干部、管理人员、规划人员、计算机应用系统开发、设计人员学习参考,也可做有关专业师生的学习教材。

### 交通运输规划决策支持系统

主 编 张国伍 副主编 钱大琳 张秀媛

\*

中国铁道出版社出版

(北京市东单三条 14 号)

责任编辑 高振英 封面设计 钱大琳

新华书店 经售

北京西城区文兴胶印厂印

---

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:9.5 字数:250 千

1996年6月 第1版 第1次印刷

印数:1—1000 册

---

ISBN7-113-02398-3/U·678

定价:13.60 元

## 前　　言

我国国民经济和社会发展第九个五年计划纲要和2010年远景目标的宏伟蓝图中明确地指出：要保持国民经济持续快速健康发展，通过市场机制和国家宏观调控的作用，重点加强农业、水利、能源、交通。提出要继续加强基础设施和基础工业。“九五”期间，要以发展综合运输大通道为中心，为大幅度提高运输效益和效率解决关键技术问题。要作好交通运输规划工作。具体来说是以增加铁路运输能力为重点，充分发挥公路、水运、航空和管道多种运输方式的优势，加快综合运输体系的建设，形成若干条通过能力大的东西向、南北向大通道。合理配置运输方式，贯彻统筹规划、条块结合、分层负责、联合建设的方针，加快交通干线建设，突出解决交通薄弱环节，提高运输效率。总之，“九五”和“2010年发展纲要”为我国交通运输系统的发展提出了宏伟目标，又进行了重大项目的具体安排。铁路、公路、水运、航空运输部门虽然是分部门安排，但它们是以建立高水平的综合运输系统为目标，彼此之间既有分工，又有协调，共同形成我国通道布局合理的、畅通的交通运输网，并形成与经济发展和对外贸易相适应的现代化交通运输系统。

随着国民经济的发展及城市化进程的加快，我国城市交通也日趋紧张，城市交通拥挤与阻塞现象日趋严重，“乘车难、行车难、停车难”成了大中城市普遍存在的社会问题。为了缓解城市交通问题，许多城市不惜巨资进行了大规模的交通调查及城市交通规划工作，且已初见成效。国家公布的“城市规划法”对城市交通规划工作作了明确的规定：“城市总体规划必须包括城市综合交通体系规划”。据有关部门预测，在今后十几年甚至几十年内，交通规划将作为我国交通运输系统工程实践的重点。为此城市交通规划的理论研究及实际应用将进一步在全国范围内蓬勃展开。

综上所述,无论我国国家的综合交通的“九五”计划和“2010年建设纲要”建设与发展,或就我国城市交通的建设与发展,都面临着加强交通运输规划的理论、方法与应用的总结与研究工作,提高我国的交通运输规划的科学水平。

所谓交通运输规划是通过对国家、地区和城市的交通需求量(包括客流、货流、车流、船流、飞机流以及信息流等)的预测,为近期、中期和远期内各类交通工具的布局、交通设施用地、交通项目的建设与发展提供综合系统布局与统筹规划,根据提出的交通运输规划,安排分阶段分年度的实施计划,这是科学合理地发展交通运输系统的最有效措施之一。交通运输规划要处理好交通运输与区域经济发展、城市发展相协调、建设时序上的协调、技术装备水平和空间分布上的协调等方面的关系,并应结合国土规划、经济结构调整、资金来源等方面的策划,进而制定区域和城市综合交通体系的规划。此外要在规划期限、目标研究的基础上,进行运力与运量的合理分配,通过分析和预测及交通建设项目效益及规划方案的评价,交通运输规划是国家、区域和城市协调发展的指导文件,它也是社会经济、城市经济发展规划的一个基础。

随着世界各国区域和城市交通运输系统的建设和发展,交通运输系统规划的理论与方法在国内外已有了很大的发展,目前就我国来看,无论就国家和区域的交通运输规划,还是就我国城市交通运输规划方面,也都有了较为丰富的实践,这方面多年来的国际交流开展亦十分活跃,但长期以来交通运输规划的理论与实践多偏重于运用常规的、分阶段的、分过程的人工与计算机相结合的方法进行交运输系统的规划与方案的设计。这类常规的规划理论与方法已为我国交通运输系统的发展作出了显著的成果。目前和今后它还必将继续发挥其重要的作用。但是由于交通运输规划是复杂的系统工程,它与相关的内外部环境关系复杂、涉及的因素多,需要的信息量大,而且时空变化多,它又是一项动态的规划工作,工作量大,且存在大量的重复工作,基于交通运输规划的这些特点,随着计算机科学与计算机辅助决策技术的发展,特别是计算机

决策支持系统的研制成功,为改进和提高我国交通运输规划的计算机应用水平创造了条件。

时至今日,计算机辅助决策运行系统,简称“DSS”虽然没有一个学术界确认的定义,正如 DSS 这一术语的创造者之一 Keen 在 1986 年所说的那样:“从 DSS 运动的开始直至今天,仍然没有建立在一个关于 DSS 的定义”。不过,我们认为目前我们不宜过多地在 DSS 的定义上去争论,而应把运用计算机手段进行系统决策工作中来作为我们的首要工作。因为 DSS 是以计算机为基础的人机交互作用的系统,它利用计算机运算速度快、存储容量大等特点,应用决策理论方法、心理学、行为学、人工智能学、计算机网络、数据库等技术,根据决策者思维方式,从系统分析角度为决策者或决策分析人员创建一种决策环境。在此环境下,决策者和决策分析人员可以充分利用和应用自己的经验、知识或者在系统的引导下详细分解和分析其决策过程中各主要因素及其影响,激发其思维创造力,从而在系统的帮助和引导下逐步深入地透视问题,最终有效地作出决策,即通过人机互助完成最终决策。

我们本着把 DSS 理论与方法应用到交通运输规划中来,探索交通运输规划 DSS 理论与方法的目的,1993 年我们承担了铁道部科技司下达的“繁忙干线重载扩能资金运用辅助 DSS”的研究任务,我们组织了交通运输规划人员与计算机应用专业人员,边学习、边研究、边实践,在总结我们过去已作过的有关交通运输规划的实践基础上,开展了这项新课题的研究,先后用了两年半的时间最后完成了该项科研任务,并于 1995 年通过了铁道部组织的鉴定。鉴定中指出:“本项研究运用运输组织、投资运用、方案评价及决策支持系统等理论与方法,建立了繁忙干线系统诊断、重载列车开行方案拟定、扩能改造方案拟定、线路大修辅助决策、资金运用方案拟定等模型,可根据决策期内的目标运量确定重载扩能运输组织和资金运用的优化方案,也可根据决策期内可供运用的资金数量来确定可实现的目标运量及相应的运输组织扩能及改造优化方案,为诸管理及设计规划部门提供辅助决策支持。项目研制开发

的 RIDSS 系统具有极强的综合性集成性和友好的人机接口,系统的研究开发在理论方法及技术手段上都有所创新。项目运用所研制的 RIDSS 系统对既有京沪线基于高速铁路分流与否的不同运量预测,对不同规划目标年度的重载扩能对策进行了实证计算分析,提出了京沪线实行重载扩能改造及资金合理运用的建议方案。实证计算分析结果基本符合京沪线现状、扩能改造需求及今后的发展方向,验证了本系统作为繁忙干线重载扩能资金运用辅助决策支持系统的有效性,具有实用价值。”为此这是一项成功的探索。

基于我国多年来交通运输系统规划理论与实践的发展,基于我们对计算机辅助决策支持系统方法的学习与运用,为此,我们把交通运输系统规划与 DSS 先进的理论与方法结合起来,建立交通运输系统规划决策支持系统的新理论、新方法,并编写了这本“交通运输规划决策支持系统”一书。当然无论就交通运输系统规划或计算机辅助决策支持系统都是十分复杂的理论与技术,我们的水平和实践的基础都还不能适应“交通运输系统规划决策支持系统”的要求,但我们认为在交通运输系统规划中运用计算机辅助决策支持系统,这将是未来交通运输规划发展的必然趋势。为了推动这项具有重要理论与实践意义的科技开发工作,我们出版了这本书。我想书中必然存在许多缺点和不足,尚希有关专家和广大读者给予指正。

本书的总体结构设计、全书的主审:张国伍、钱大琳;前言,张国伍;第一、二章,钱大琳;第三章,耿清书;第四、五章,张秀媛;第六章,李希俊;第七至第十五章,钱大琳。其中第十五章是在“繁忙干线重载扩能资金运用辅助决策支持系统”的研究报告基础上整理而成,刘凯、彭宏勤、邓宜康、尹相勇参加了报告的编写工作,在此对他们表示感谢。

最后仅以此书献给“九五”计划和即将进入的二十一世纪。

张国伍

1996 年 6 月 1 日于北方交通大学

# 目 录

## 第一篇 交通运输规划决策支持系统导论

### 第一章 交通运输规划概述

第一节 系统分析概述.....	1
第二节 交通运输规划的概念、目的及任务 .....	7
第三节 交通运输规划的制订原则 .....	12
第四节 交通运输规划的程序 .....	15
第五节 交通运输规划与决策 .....	24

### 第二章 交通运输规划决策支持系统概述

第一节 决策支持系统 .....	30
第二节 决策支持系统在交通运输规划中的运用 .....	39
第三节 交通运输规划决策支持系统的定义 .....	42
第四节 交通运输规划决策支持系统的结构 .....	47

## 第二篇 交通运输规划的理论与方法

### 第三章 交通运输需求预测理论与方法

第一节 出行生成预测模型 .....	53
第二节 出行分布预测模型 .....	55
第三节 交通运输方式的划分模型 .....	62

### 第四章 交通运输分配理论及模型

第一节 交通运输网的抽象描述 .....	67
第二节 平衡分配模型 .....	71
第三节 静态非平衡分配模型 .....	76

第四节	动态非平衡分配模型 .....	80
第五节	多货类、多方式的分配模型.....	84
<b>第五章</b>	<b>交通运输网络的理论与方法</b>	
第一节	网络能力分析 .....	88
第二节	网络均衡理论 .....	91
第三节	网络协调理论 .....	96
第四节	网络的优化改造理论 .....	99
<b>第六章</b>	<b>交通运输规划方案的评价</b>	
第一节	评价指标.....	104
第二节	综合评价.....	123

### 第三篇 交通运输规划 决策支持系统的开发

<b>第七章</b>	<b>交通运输规划决策支持系统的开发计划</b>	
第一节	交通运输规划决策支持系统的相关学科.....	130
第二节	交通运输规划决策支持系统的开发策略.....	136
第三节	交通运输规划决策支持系统的开发计划.....	139
<b>第八章</b>	<b>交通运输规划决策支持系统的开发技术</b>	
第一节	ROMC 分析方法 .....	151
第二节	迭代设计原理与方法.....	157
第三节	需求——供给——生产模型.....	163
<b>第九章</b>	<b>交通运输规划决策支持系统人机接口</b>	
第一节	人机交互方式.....	169
第二节	人机接口的设计原则.....	174
第三节	人机界面设计.....	176
<b>第十章</b>	<b>交通运输规划决策支持系统数据子系统</b>	
第一节	数据子系统概述.....	181
第二节	数据规划问题研究.....	183

第三节	数据子系统接口设计.....	187
<b>第十一章</b>	<b>交通运输规划决策支持系统模型子系统</b>	
第一节	模型的表示方法.....	190
第二节	模型子系统的结构.....	193
第三节	基于知识的模型管理系统.....	197
<b>第十二章</b>	<b>交通运输规划决策支持系统知识子系统</b>	
第一节	知识表示法.....	201
第二节	确定性推理.....	209
第三节	不确定性推理.....	215
第四节	知识子系统.....	222
<b>第十三章</b>	<b>交通运输规划决策支持系统集成问题研究</b>	
第一节	系统的共性.....	226
第二节	系统的集成问题分析.....	227
<b>第十四章</b>	<b>交通运输规划决策支持系统的引入</b>	
第一节	系统的引入.....	239
第二节	用户培训.....	241
第三节	系统的评价.....	244
<b>第十五章</b>	<b>繁忙干线重载扩能资金运用辅助 决策支持系统(RIDSS)</b>	
第一节	RIDSS 研究的意义 .....	250
第二节	繁忙干线重载扩能资金运用问题 分析及模型设计.....	252
第三节	RIDSS 研究 .....	265
第四节	信息服务子系统.....	270
第五节	方案拟定子系统.....	272
第六节	方案评价子系统.....	285

# 第一章 交通运输规划概述

交通运输系统是一个开放的、复杂的系统,为这样的系统制订规划需涉及交通、控制、计算机、模拟、财经、管理等多领域的理论、方法,调动多专业的人员;因此要运用系统的方法,指导交通运输的规划工作。本章先描述系统分析的思想、方法,接着分析交通运输规划的概念、目的,然后提出交通运输规划的制订原则及其程序,最后研究交通运输规划与决策间的关系。

## 第一节 系统分析概述

### 一、系统的定义和组成要素

所谓系统,是混乱、无秩序的反义词,通俗地说就是有组织、有秩序地达到某种目的的一个组合体。

系统处理的对象是物质、能量和信息,有时也包括人,从而构成系统的三要素。一个钢铁厂处理的对象主要是铁矿(材料),一个电力系统处理的对象是电能,一个交通运输系统处理的对象是货物(或旅客)。因此,严格地说,任何一个系统都要和物质对象、能量、信息发生关系。为了使系统正常运行或高效率化,就必须合理地管理和控制能量与物质的流动。就系统来说管理和控制不合理,就会使得产品质量低劣,甚至出现事故。而管理和控制的本质就是信息。

### 二、系统分析的基本概念

系统分析是从系统长远和总体最优出发,在选定系统目标和准则的基础上,分析构成系统的各个层次子系统的功能和相互关

系,以及系统与环境的相互影响。在调查研究、收集资料和系统科学理论的指导下,产生对系统的输入、输出及转换过程的种种假设。在确定和不确定条件下利用定性和定量方法,探索出若干可能互相替代的方案,建立模型或用模拟方法分析对比各个不同方案,并研究探讨可能产生的效果。综合技术经济、组织管理、方针政策、信息交换等各方面因素,寻求出系统效益最佳和有限资源配置最佳的方案,为决策者的最后决策提供科学依据和信息。

系统分析着重于建立系统的一些基本问题,如系统的目的、功能、环境、费用效益、可靠程度等,特别要着眼于未来的发展(包括政治经济和科学技术的发展)。在此基础上研究、确定一个或几个组合的目标。对于涉及社会、经济因素等更复杂的系统分析,其环境的约束条件也是变化的,因而对系统的未来目的应当作一个变量来看待。

随着科学不断地发展,系统分析所起的作用也越来越大,应用的范围也越来越广泛。就其目前的应用领域来看已经应用到军事、武器制造、国民经济发展、政府决策、大型工程项目建设以及企业经营管理等。现在系统分析常用来处理那些复杂的大系统和因素不确定的问题。应用的范围大致有:制订一个系统的长期规划;设计一个系统;重大的工程建设项目的组织管理;确定工程建设项目的规模、选址与方案;编制系统的计划;大中型企业的经营管理等。

总之,现在系统分析已经成为一门实用科学,广泛地应用在经营管理工程项目决策系统中,随着应用数学的发展以及电子计算机的应用,系统分析将发展到一个新水平。

### 三、系统分析的要素

在实际中所遇到的系统是千变万化的,而且所有的系统都处在各不相同的复杂环境中。另外,不同系统的内部构造和因素的组成不同,因而所产生的功能也不同。即使是同一系统,由于分析目的不同,所采用的方法和手段也不同。因此,若要找到技术上先进、

经济上合理的系统，在系统分析时，必须具备若干个要素，才能使系统分析顺利进行，以达到分析的要求。

美国兰德公司曾对系统分析的方法作过如下论述：

1. 确定期望达到的目标；
2. 调查研究、收集资料；
3. 分析达到期望目标所需的技术与设备；
4. 分析达到期望目标的各种方案所需要的资源和费用；
5. 根据分析，找出目标、技术装备、环境资源等因素间的相互关系，建立方案的模型；
6. 根据方案费用多少和效果优劣，找出费用最少、效果最大的方案。

以后，人们把这六条归纳为系统分析的六要素。即：

1. 目的。这是系统的总目标，也是决策者作出决策的主要依据。某一系统当达到了某一指标或达到了某一程度，这个系统就能被采纳接受。对于系统分析人员来说，首先要对系统的目的和要求进行全面的了解，为什么作出此选择，要达到什么程度。因为系统的目的和要求既是建立系统的根据，也是研究系统的出发点。
2. 调查、收集资料。在确定系统的目的后，就要确定系统研究的边界，根据系统研究的目的和研究的边界，着手调查有关的资料，掌握系统设计所涉及的各个方面和各种问题。这项工作是进行系统分析的基础。
3. 替代方案。在作系统分析时，也必须有几种方案和手段。例如在加强铁路干线运输能力分析时，既可采取修建复线，又可采取改变牵引动力类型等技术手段，当然这些方案或手段不一定是互替的，或是同一效能的。当多种方案各有利弊时，确定哪个方案最优，就得进行分析与比较。
4. 费用和效益。这里指的费用是广义的，包括失去的机会和所做的出的牺牲在内。每一系统，每一方案都需要大量的费用，同时一旦系统运行后就产生效益。为了对系统进行分析比较，必须采用一组互相联系的可以比较的指标进行衡量，这一组指标叫做系

统的指标体系,不同的系统所采用的指标体系也不同。一般来说,费用少效益大的方案是可取的,反之是不可取的。

5. 模型与模拟。为了表达与说明目标与方案或手段之间的因果关系及引用与效果之间的关系而拟制的数学模型,用它求出系统各替代方案的性能、费用和效益,以便进行各种替代方案的分析和比较。

6. 评价基准。根据采用的指标体系,由模型确定出各可行方案的优劣顺序,以供决策者选用。根据系统分析的六要素,可以画出系统分析要素图,如图 1-1-1。

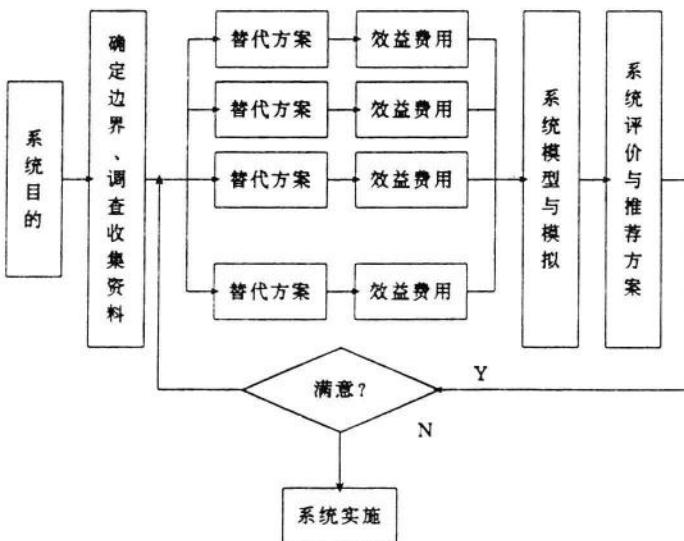


图1-1-1 系统分析要素图

在进行复杂系统的系统分析时要建立适当的系统模型,借助计算机模拟和数值分析,对该系统作出正确的预测,完成对系统的决策工作,使系统完全处在人为控制之下。在对系统决策优化的过程中,特别是一些定量的优化问题,则运筹学是系统分析中的主要

优化方法。

由于系统分析的范畴十分广泛,问题的差异很大,所采用的方法也各有不同。但一般来说,可以归纳成对要分析的系统提出“5W1H”,即 What、Why、Who、When、Where、How,也就是对分析的系统提出:要干什么?为什么这样干?谁来干?何时干?在何处干?如何干?

#### 四、系统分析的步骤

系统分析是一项系统性与逻辑性较强的工作。可以认为,由系统概念形成问题,由问题产生目标,再根据目标去找最优方案,这就是系统分析的主要逻辑程序。因此,在整个系统分析过程中,不但需要做大量的调查研究,收集各种数据和资料,同时还需要应用各种工程专业技术,数量经济分析和管理技术。对于系统分析得出的结论必须具有真实性、科学性和预测性,以供决策人员选用。

下面介绍系统分析的主要步骤:

##### 1. 系统目的的分析与选定

对某一系统进行分析时,首先必须明确所要分析问题的目的和当前系统的状况。也就是要回答“What”干什么?与“Why”为什么这样干?这是一项十分重要的工作。如果所确定的目的是错误的,那么无论怎样分析,也不能产生好的结果。如在上海新建港口码头的系统分析中,经调查当时上海港口的吞吐能力已达饱和状态,近年来压船、压货、压客的现象十分严重,在政治上和经济上都造成了很大的损失,每年直接经济损失达几千万美元,为了适应我国国民经济进一步的发展,建设新港口迫在眉睫。由此可以看出,系统目的分析与选定是为下一步的分析工作打下良好的基础。

在对系统目的的进行分析时,必须确定系统的构成和范围,要抓住问题的本质,要弄清楚分析对象的构成、范围和功能之间的相互关系。对系统目的分析可以用定性的方法或概略模型,以确定出所选定的目的,分析其成功的可能性。

## 2. 收集资料,确定系统的边界和指标体系

针对系统所涉及的范围以及影响系统的各因素,进行深入细致地调查,收集有关的资料,这是为建立系统的模型而进行定量、定性分析的基础,是必须进行的工作。同时,要根据确定的目的,划定研究的边界。如在我国兰新、陇海经济带规划系统研究时,就要确定兰新、陇海经济带究竟包括哪些省,哪些市、县。如果边界不确定,则无法进行资料的收集工作。

在确定了系统的边界后,还要确定系统的指标体系。在找出影响系统的各个因素后,为了今后建立模型以及对各方案进行比较,必须有一个统一的标准,用统一指标来衡量,这就是系统的指标体系。由于系统分析的对象、内容不同,采用的指标体系也就不同。

## 3. 计量化工作

根据收集的资料,按照可确定的指标体系,对构成系统的各因素进行“计量化”。这里所说的“计量化”是广义的,对于那些投资费用、劳动生产率等数量性指标,可以用数理统计、预测、分析计算等方法进行量化;而对于那些社会效益、环境生态等质量指标,用模糊数学等方法能直接定量就直接定量,不能直接定量则采用间接定量方法进行。

## 4. 模型化与模拟化

建立系统分析模型是系统分析中进行定量分析的一个重要手段。模型化、模拟化就是根据前面的一些定量因素,用数学方法或模拟技术把各因素之间的关系表示出来。模型可以表示系统全部因素之间的关系;也可以把系统分解成若干子系统,模型只表示子系统中各因素之间的关系。

## 5. 最优化

对于能够定量的因素,可用数学的方法建立数学模型,运用运筹学等技术方法把最佳方案找出来,而对于一些庞大复杂的巨系统还必须运用计算机求解。在定量因素的基础上,再考虑那些定性因素并进行综合性的、全面的、整体的最优化,往往可以得到几个最优的替换解。

## 6. 综合评价

对系统的若干个方案进行最优化后,可以得到几个替换方案,因此,对几个替换方案还要重新进行综合评价。因为一般情况下,在这几个替换方案中,每个方案都有自己的长处,也有自己的短处,往往很难确定选用什么方案,这就要根据在系统分析开始时所制订的系统指标体系,定出各方案的优劣顺序。同时,还要分析出采用某方案时的好处与不足之处,在实施此方案时应注意的事项,以克服不利因素,使方案实施后产生更好的效果。即使在最优化过程中只产生最佳方案,也要对此方案进行评价,作出方案实施指南。

通过综合评价,可定出最佳方案,提供决策者采用。如果决策者对此方案表示满意,则可协助执行,如果不满意,则需按前面的步骤,对各因素进行调整,重新分析。

以上具体步骤的流程框图如图 1—1—2 所示。

# 第二节 交通运输规划的概念、目的及任务

## 一、交通运输规划的概念

规划一词可作狭义及广义两种解释。所谓狭义的规划,是指在一个确定的目标下选择实现的手段,因此,规划的问题是属于技术问题;至于广义的规划,包括政策的拟定及目标的选定。换句话说,狭义的规划所要解决的问题,是属于“如何解决”这一类的技术问题;而广义的规划所需解决的问题,是属于“完成什么目的”这一类政策问题。

交通运输规划则指在决策任务要求下,在一定地域范围内(一个国家或地区)对交通运输系统进行总体战略部署,即根据国民经济发展的要求,从当地具体的自然条件和经济条件出发,通过综合平衡和多方案的比较,确定交通运输发展方向和地域空间分布。交通运输规划是实现国民经济对运输要求的重要手段,也是编制运输方式总体规划的基本依据。