



高等学校交通运输专业“十二五”规划系列教材

交通运输系统工程 (第2版)

Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng

王振军 / 主编



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

高等学校交通运输专业“十二五”规划系列教材

交通运输 系统工程

JIAO TONG YUN SHU XI TONG GONG CHENG

(第2版)

主 编 王振军

副主编 吴 彪

主 审 丁 波



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

· 南京 ·

内容简介

交通运输系统是一个复杂的社会经济大系统,是交通运输等专业学习和研究的对象。本书讲述了如何以系统工程的基本理论和方法,去认识、分解、分析和描述交通运输系统,培养读者以系统思想和系统分析方法处理交通运输问题的能力。全书共分 10 章,主要内容包括:运输系统工程概论、运输系统分析、运输系统模型、运输系统预测、运输系统网络计划技术、运输系统模拟、运输系统评价、运输系统决策、运输决策支持系统、智能运输系统等。本书可作为高等院校交通运输等相关专业教材或教学参考书,也可供企事业单位管理人员和工程技术人员阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

交通运输系统工程/王振军主编. —2 版. —南京:
东南大学出版社, 2017. 7

ISBN 978-7-5641-7334-0

I. ①交… II. ①王… III. ①交通运输系统—系统工
程—高等学校—教材 IV. ①U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 160371 号

交通运输系统工程

主 编 王振军
副 主 编 吴 彪

主 审 丁 波

选题总策划 李 玉
责任编辑

责任印制 周荣虎
封面设计 顾晓阳

出版发行 东南大学出版社
地 址 南京四牌楼 2 号
出 版 人 江建中
邮 编 210096
经 销 江苏省新华书店

印 刷 常州市武进第三印刷有限公司
开 本 700mm×1000mm 1/16
印 张 17.5 字 数 450 千字
版 次 2017 年 7 月第 2 版
印 次 2017 年 7 月第 1 次印刷
印 数 1—3000 册
书 号 ISBN 978-7-5641-7334-0
定 价 49.00 元

* 本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系,电话:025-83791830。

编审委员会名单

主任委员 李旭宏
副主任委员 毛海军 朱金福 鲁植雄
委 员 (按姓氏笔画排序)
丁 波 毛海军 朱金福 李仲兴 李旭宏 吴建华
张孝祖 顾正洪 鲁植雄 蔡伟义

编写委员会名单

主任委员 李旭宏
副主任委员 毛海军 李玉
委 员 (按姓氏笔画排序)
丁 波 马金麟 王国林 王振军 毛海军 左付山
卢志滨 吕立亚 朱彦东 朱艳茹 刘兆斌 江浩斌
李 玉 李仲兴 李旭宏 何 杰 何民爱 宋 伟
张 永 张 远 张萌萌 陈大伟 陈松岩 陈昆山
杭 文 周凌云 孟祥茹 赵国柱 侯占峰 顾正洪
徐晓美 常玉林 崔书堂 梁 坤 鲁植雄 赖焕俊
鲍香台 薛金林 魏新军

执行主编 李 玉

编审委员会委员简介

李旭宏	东南大学交通学院	教授、博导
毛海军	东南大学交通学院	教授、博导
朱金福	南京航空航天大学民航学院	教授、博导
鲁植雄	南京农业大学工学院	教授、博导
李仲兴	江苏大学汽车与交通工程学院	教授、博导
张孝祖	江苏大学汽车与交通工程学院	教授、硕导
顾正洪	中国矿业大学矿业工程学院	副教授、博士
吴建华	淮阴工学院	副院长、教授
蔡伟义	南京林业大学机械电子工程学院	教授、硕导
丁 波	黑龙江工程学院	教授、系副主任



出版说明

作为国民经济的重要基础设施和基础产业,交通运输是社会经济发展的重要物质基础,其基本任务是通过提高整个运输业的能力和工作质量,来改善国家各经济区之间的运输联系,进而安全迅速、经济合理地组织旅客和货物运输,保证最大限度地满足社会和国防建设对运输的需求。

改革开放以来,我国加快了交通基础设施建设,交通运输业成为重点扶持的支柱产业之一,尤其是 20 世纪 90 年代以来,我国采取了一系列重大举措,增加投资力度,促进了交通运输业的快速发展。但是,我国目前的主要运输装备及核心技术水平与世界先进水平存在较大差距,运输供给能力不足,综合交通体系建设滞后,各种交通方式缺乏综合协调,交通能源消耗与环境污染问题严峻。

展望 21 世纪,我国交通运输业将在继续大力推进交通基础设施建设的基础上,依靠科技进步,着力解决好交通运输中

存在的诸多关键技术问题,包括来自环境、能源、安全等方面的众多挑战,建立起一个可持续性的新型综合交通运输体系,以满足全面建设小康社会对交通运输提出的更高要求。客运高速化、货运物流化、运营管理智能化将成为本世纪我国交通运输发展最明显的几个特征。

作为国民经济的命脉,交通运输业正面临着重大的战略需求。掌握交通运输技术的人才及其人才的培养自然成为社会各界关注的热点问题。无论是公路运输、铁路运输,还是水路运输、航空运输、管道运输等都需要大量的从事交通运输专业的高级技术与组织管理人才,由他们运用先进的技术来装备交通运输,用科学的方法来组织管理交通运输。

教材建设是培养交通运输人才的基础建设之一,但目前我国对交通运输专业的教材建设却十分滞后,已经很难满足社会经济发展的需要,为此由东南大学出版社策划,东南大学出版社与国家重点学科东南大学载运工具运用工程专家共同组织有关高校在交通运输专业有多年教学科研经验的教师编写了这套“高等学校交通运输专业‘十一五’规划系列教材”。该套教材融入了作者多年的教学实践及相关课题研究成果,注重交通运输实践性强的特点和科学技术不断向交通运输渗透的趋势,在阐述基本理论、基本方法的同时,引入了大量的实际案例,使这套教材有其显著的特点。相信这套教材的出版,将有助于我国交通运输专业人才的培养,有助于交通运输在我国的社会经济与国防建设中发挥出更大的作用。

高等学校交通运输专业“十一五”规划系列教材编写委员会

2007年12月



再 版 说 明



本书自 2008 年 10 月出版以来,经过近十年的使用,一些学校的老师和读者提出了不少好的建议,为此,我们对一些错误和不够准确、严谨的地方,进行了多处的修改。同时根据系统工程的发展和相关专业学者们的研究成果,对本书中的运输系统工程概论、运输系统分析、运输系统模型、运输系统模拟等章节的内容进行了补充和更新。

本书再版过程中又参考了一些教材和资料,具体见参考文献,在此对原作者表示诚挚的谢意。由于编者水平有限,再加上时间仓促,书中定有疏漏和不当之处,敬请读者批评指正,支持我们把本书修改得更加适用。

前 言



系统工程是以大型复杂系统为研究对象,按一定目的进行设计、开发、管理与控制,以期达到总体效果最优的理论与方法。

对于国民经济体系而言,生产、流动、分配、消费诸环节都要通过交通运输这个纽带形成一个统一的整体。生产工具、劳动产品以及劳动者本身的空间位置移动,是任何社会生产和再生产必须具备的条件,为了适应其他经济部门的需要,交通运输必须成为一个“先行”部门。现代化的交通运输系统是由铁路、水路、公路、航空、管道等部分组成的复杂系统。交通运输系统的特点是不产生新的产品,在其他条件相同的前提下,所消耗的劳动愈小,产生的社会劳动生产率愈高。因此,在交通运输领域中,大力推广系统工程的理论和方法,具有较强的现实意识和经济价值。

交通运输系统工程是以交通运输系统为研究对象的一

门技术,也是一门以交通运输专业知识、系统科学、运筹学、计算机应用技术为主体的综合交叉性课程,其基本思想是坚持整体观念、统筹兼顾,运用有关优化分析方法,实现交通运输系统整体性能的提高。

本书根据交通运输发展的需要,系统地介绍了运输系统工程的思想、原理、方法和应用,全书共分10章:第1章运输系统工程概论、第2章运输系统分析、第3章运输系统模型、第4章运输系统预测、第5章运输系统网络计划技术、第6章运输系统模拟、第7章运输系统评价、第8章运输系统决策、第9章运输决策支持系统、第10章智能运输系统。

本书由王振军主编。其中第1章、第2章由黑龙江工程学院吴彪编写,第3章、第7章由中国矿业大学王振军编写,第4章、第8章由东北林业大学张文会编写,第5章由南京农业大学陈青春编写,第6章、第9章由山东交通学院张良智编写,第10章由淮阴工学院夏立国编写。

本书在编写过程中广泛参考了国内外许多文献资料,借鉴了许多专家学者的学术观点和最新研究成果,在此谨向这些文献资料的作者表示衷心的感谢和敬意。

交通运输系统工程是一门仍在不断探索、不断完善和成长的新兴学科,而我们水平有限,对学科的理解和把握尚有待进一步提高,故书中肯定存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

编者
2008年6月

目 录



1 运输系统工程概论	(1)
1.1 系统与系统工程	(1)
1.1.1 系统	(1)
1.1.2 系统工程	(15)
1.2 交通运输与交通运输系统	(30)
1.2.1 交通运输	(30)
1.2.2 交通运输系统	(32)
1.3 交通运输系统工程	(38)
1.3.1 交通运输系统工程的定义	(38)
1.3.2 运输系统工程的内容	(38)
1.3.3 交通运输系统工程实例	(39)
2 运输系统分析	(41)
2.1 运输系统分析概述	(41)
2.1.1 运输系统分析的概念及其要素	(41)
2.1.2 运输系统分析的特点与准则	(44)
2.1.3 运输系统分析的要点与步骤	(46)
2.2 运输系统目标分析	(48)
2.2.1 系统目标分析的意义	(48)
2.2.2 系统目标分析的原则	(49)
2.2.3 运输系统目标分析的内容	(49)
2.3 运输系统结构分析	(51)
2.3.1 基本概念	(51)
2.3.2 运输系统结构分析的任务	(53)
2.3.3 系统要素集的分析	(54)

2.3.4	系统相关性的分析	(54)
2.3.5	系统阶层性的分析	(55)
2.3.6	系统整体性的分析	(56)
2.3.7	系统结构模型化技术	(57)
2.4	运输系统环境分析	(66)
2.4.1	运输系统环境分析的意义	(66)
2.4.2	系统与环境的关系	(66)
2.4.3	交通运输系统与环境	(67)
2.5	阿拉斯加原油输送方案的系统分析	(68)
2.5.1	任务与环境	(68)
2.5.2	备选方案与分析	(69)
2.5.3	方案的选择	(70)
3	运输系统模型	(71)
3.1	系统模型概述	(71)
3.1.1	模型的定义和作用	(71)
3.1.2	模型的分类	(71)
3.1.3	构造模型的一般区别	(73)
3.1.4	建模的基本步骤	(75)
3.1.5	模型化的基本方法	(76)
3.2	数学模型	(77)
3.2.1	数学模型的定义	(77)
3.2.2	数学模型的分类	(77)
3.3	常用运输系统模型	(82)
3.3.1	运输问题	(82)
3.3.2	任务分配问题	(83)
3.3.3	货物配装问题	(84)
3.3.4	品种混装问题	(84)
3.3.5	行驶路线优化问题	(85)
4	运输系统预测	(93)
4.1	概述	(93)
4.1.1	预测的概念	(93)
4.1.2	预测的基本原理	(94)
4.1.3	预测的分类	(94)
4.1.4	预测的步骤	(96)
4.1.5	预测精度评价	(97)

4.2	定性预测方法	(98)
4.2.1	个人判断法	(98)
4.2.2	头脑风暴法	(98)
4.2.3	德尔斐法	(101)
4.2.4	对比类推法	(104)
4.2.5	交叉概率法	(105)
4.3	时间序列预测方法	(105)
4.3.1	简单平均法	(105)
4.3.2	移动平均法	(106)
4.3.3	指数平滑法	(109)
4.4	回归分析预测法	(112)
4.4.1	一元线性回归	(113)
4.4.2	多元线性回归	(116)
4.4.3	非线性回归分析	(120)
4.5	灰色预测方法	(121)
4.5.1	灰色预测理论	(121)
4.5.2	GM(1, 1)模型的建立	(121)
4.5.3	模型检验	(123)
4.5.4	案例	(124)
5	运输系统网络计划技术	(127)
5.1	概述	(127)
5.2	网络图的绘制	(128)
5.2.1	双代号网络图的构成要素	(128)
5.2.2	双代号网络图的绘制步骤	(129)
5.2.3	绘制双代号网络图的规则	(130)
5.2.4	虚工作处理	(131)
5.2.5	绘制双代号网络图的其他注意事项	(131)
5.3	网络图时间参数的计算	(133)
5.3.1	节点时间参数的计算	(133)
5.3.2	工作时间参数的计算	(135)
5.3.3	关键线路的确定	(137)
5.4	时标网络图的绘制	(137)
5.4.1	双代号时标网络图的规定	(138)
5.4.2	双代号时标网络图的绘制步骤	(138)
5.5	网络计划优化	(139)

5.5.1	工期优化	(140)
5.5.2	资源优化	(141)
5.5.3	费用优化	(145)
6	运输系统模拟	(150)
6.1	系统仿真与系统模拟	(150)
6.1.1	系统仿真	(150)
6.1.2	系统模拟	(151)
6.1.3	系统模拟的发展过程	(151)
6.1.4	系统模拟的功能	(152)
6.1.5	系统模拟的步骤	(152)
6.1.6	系统模拟的模型	(152)
6.2	蒙特卡罗模拟方法	(153)
6.2.1	蒙特卡罗模拟法的由来	(153)
6.2.2	蒙特卡罗法的原理与步骤	(153)
6.2.3	确定随机数的方法	(154)
6.2.4	随机模拟	(158)
6.3	系统动力学模拟方法	(161)
6.3.1	系统动力学概述	(161)
6.3.2	系统动力学方法模拟原理	(163)
6.3.3	系统动力学模型	(167)
6.4	运输系统模拟	(170)
6.4.1	排队论问题概述	(170)
6.4.2	服务系统模型	(176)
6.4.3	用随机概率模拟排队论问题	(179)
7	运输系统评价	(187)
7.1	概述	(187)
7.1.1	系统评价的原则	(187)
7.1.2	评价指标体系	(187)
7.1.3	系统评价的步骤	(188)
7.1.4	系统评价的方法	(188)
7.2	层次分析法	(189)
7.2.1	产生与发展	(189)
7.2.2	基本思想和实施步骤	(189)
7.2.3	案例	(192)
7.3	模糊综合评判法	(194)

7.3.1	基本原理	(194)
7.3.2	模糊综合评判的步骤	(194)
7.3.3	案例	(196)
8	运输系统决策	(199)
8.1	概述	(199)
8.1.1	决策的概念	(199)
8.1.2	决策的基本要素	(199)
8.1.3	决策的程序	(201)
8.1.4	决策的准则	(202)
8.1.5	决策的分类	(203)
8.1.6	运输系统决策	(204)
8.2	确定型运输决策问题	(204)
8.2.1	确定型决策的主要特征	(204)
8.2.2	确定型决策的方法	(204)
8.3	不确定型运输决策问题	(205)
8.3.1	乐观准则	(205)
8.3.2	悲观准则	(206)
8.3.3	折中准则	(207)
8.3.4	遗憾准则	(208)
8.4	风险型运输决策问题	(209)
8.4.1	期望收益值法	(209)
8.4.2	期望损失值法	(210)
8.4.3	最大可能法	(211)
8.4.4	决策树法	(211)
9	运输决策支持系统	(215)
9.1	决策支持系统基础理论	(215)
9.1.1	决策支持系统基本概念	(215)
9.1.2	决策支持系统的功能	(215)
9.1.3	决策支持系统的特征	(216)
9.1.4	决策支持系统分类	(216)
9.1.5	决策支持系统的组成	(217)
9.1.6	决策支持系统的发展	(218)
9.2	决策支持系统典型技术	(219)
9.2.1	专家系统	(219)
9.2.2	人工神经网络	(220)

9.2.3	数据仓库和联机分析处理	(221)
9.2.4	遗传算法	(221)
9.2.5	群决策支持系统	(222)
9.2.6	综合决策支持系统	(222)
9.3	运输决策支持系统	(223)
9.3.1	用 Excel 工具进行决策支持分析	(223)
9.3.2	车辆路径决策支持系统	(226)
10	智能运输系统	(230)
10.1	概述	(230)
10.1.1	智能运输系统(ITS)概念	(230)
10.1.2	ITS 的应用范围	(231)
10.2	智能运输系统体系框架	(232)
10.2.1	ITS 用户主体、服务主体与终端	(232)
10.2.2	服务领域、用户服务和子服务	(238)
10.2.3	ITS 逻辑框架设计	(241)
10.2.4	ITS 物理框架设计	(242)
10.3	智能运输系统评价	(243)
10.3.1	ITS 评价的意义、原则与程序	(243)
10.3.2	ITS 评价的内容	(244)
10.4	智能运输系统保障机制	(259)
10.4.1	政策保障	(259)
10.4.2	经济保障	(260)
10.4.3	技术保障	(260)
10.4.4	社会文化环境保障	(261)
	参考文献	(262)

1 运输系统工程概论

现代交通运输发展最主要的特征就是各项交通活动之间存在着相互联系、相互制约的关系,是作为一个有机整体的一部分而存在的,这个有机整体就是交通运输系统。系统性是现代交通运输发展最基本的特性。因此,必须针对交通运输系统的特点,运用交通运输系统工程的理论和方法,才能解决交通运输系统规划、设计、分析、预测、评价、决策和优化等过程中的问题。交通运输系统工程是交通运输学与系统工程的交叉学科。

本章在简要介绍系统和系统工程的一般概念和特征的基础上,着重阐述交通运输系统的概念、要素及特点,介绍交通运输系统工程的概念、工作方法和所要解决的主要问题。

1.1 系统与系统工程

1.1.1 系统

1) 系统的概念和特性

(1) 系统的定义

“系统(System)”一词最早出现于古希腊语中,意为“部分组成的整体”。从中文文字面看,“系”指关系、联系,“统”指有机统一,“系统”则指有机联系和统一。关于系统的定义,国内外有不同的说法,主要有以下几种:

① 一般系统理论创始人冯·贝塔朗菲(L. Von. Bertalanffy)认为“系统是相互作用的诸要素的集合体”;

② 《韦比词典》中,系统被解释为“有组织或被组织的整体,被组合的整体所形成的各种概念和原理的综合,以有规则地相互作用、相互依赖的形式组成的诸要素的集合”;

③ 日本 JIS 标准中,系统被定义为“许多组成要素保持有机的次序,向同一目的行动的集合体”;