

DAOLU JIAOTONG

赵建有 编著

道路交通 运输系统工程



YUNSHU XITONG GONGCHENG



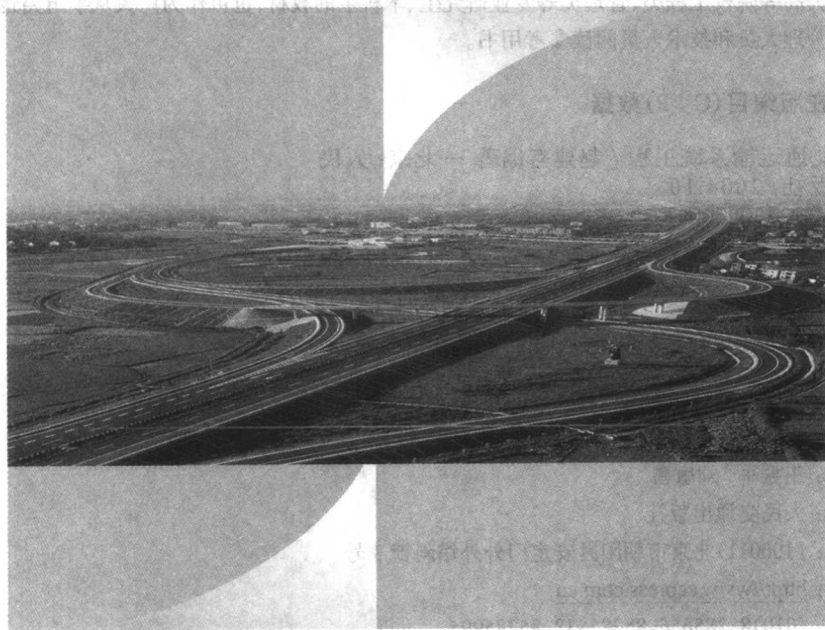
人民交通出版社

China Communications Press

道路交通 运输系统工程

DAOLU JIAOTONG YUNSHU XITONG GONGCHENG

赵建有 编著



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书为全国高等学校汽车运用工程专业教学指导委员会审定教材(面向 21 世纪交通版高等学校教材),全书把系统工程的基本理论和方法推广应用到道路交通运输系统,结合我国实际情况,重点探讨了道路交通运输系统的运筹学模型和数学方法的应用。

本书较全面和系统地介绍了道路交通运输系统工程的基本概念、基本原理、基本思路和基本方法,重点阐述了道路交通运输系统分析、系统的最优化方法和系统网络分析技术及预测技术、道路交通运输系统排队论、存贮论、决策分析以及信息技术在道路交通运输系统中的应用等内容,基本上覆盖了道路交通运输工程领域系统工程理论和方法的应用范围。

全书共十一章,内容丰富,书中事例取材于道路交通运输系统中的科研、管理、运输实践等方面的成果。在编写上充分体现了教学思路的完整性,同时也考虑到自学者学习方便性。读者可以由此了解到系统工程的一些实际应用,掌握解决道路交通运输系统实际问题的思路和方法。

本书可作为高等院校工程类、管理类等专业研究生、本科生的教材,也可作为广大从事道路运输营运和管理工作的系统管理人员和技术人员阅读参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

道路交通运输系统工程 / 赵建有编著. —北京: 人民交通出版社, 2004.10
ISBN 7-114-05290-1

I. 道... II. 赵... III. 公路运输 - 交通运输管理
IV. U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 101767 号

书 名: 道路交通运输系统工程

著 者: 赵建有

责任编辑: 王振军 刘敏嘉

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 85285656, 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 三河市海波印务有限公司 一宝日文龙印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 23.25

字 数: 578 千

版 次: 2004 年 10 月 第 1 版

印 次: 2004 年 10 月 第 1 版 第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-114-05290-1

印 数: 0001—2000 册

定 价: 36.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

系统工程是20世纪40年代发展起来的新兴工程技术科学,是现代管理的基础科学之一。我国自20世纪60年代开始研究,在经济管理以及工农业生产各个领域已取得丰硕成果。它不仅用于宏观决策,也用于微观决策,是从事规划、经营管理、科学研究不可缺少的理论和工具,其发展令人瞩目。

系统工程以系统为对象,从系统的整体观念出发,研究各个组成部分,分析各种因素之间的关系,寻找系统的最佳方案,使系统总体效果达到最佳。它把辩证唯物论与现代科学技术相结合,把定性分析与定量分析相结合,给人一种认识世界、改造世界的崭新方法,是我国四化建设中不可缺少的一门方法性科学。

近年来,我国公路建设有了长足发展,全国公路总里程达181万公里,高速公路2.98万公里,在2020年提前建成“五纵七横”国道主干线和45个公路主枢纽等基础设施。这将促使我国道路交通运输业进入一个快速发展的阶段。但我国道路交通运输业还存在诸多问题,如何有效地利用道路及其基础设施,充分发挥道路交通运输的技术特点,降低综合成本,提高服务质量,满足人们日益增长的运输需求,促使道路交通运输业向更高层次发展,是我们面临的新任务。

道路交通运输系统工程就是把系统工程的基本理论和方法在道路交通运输系统中的推广应用,解决道路交通运输系统工作中的问题。对于促进道路交通运输业的发展有重大的现实意义,同时对于推动道路交通运输科学的进一步发展将会产生深远的影响。道路交通运输系统工程也是一种科学的方法论,属应用学科。通过学习运用其所包含的一系列的观点(认知方法)、动作程序(阶段步骤)和实施技术(操作方法),可以在处理实际工作问题时达到“目标明、时间省、投入少、效果佳、整体优”等理想境界。

本书作者根据道路交通运输发展的需要,在总结多年教学、科研与工程实践的基础上,参考了近年来国内外在道路交通运输系统方面的一些新发展和我们所从事的有关科研、规划项目的成果编著而成。

本书突出以理论为指导,以方法和技术为核心,以应用为重点的思路。在撰写过程中,注重系统性、理论性、实用性和前沿性。在内容取舍上注意深入浅出,尽量回避繁琐的理论推导,必要时赋例说明。书中十分注意溶入一些新理论、新方法和新技术,如模糊线性规划、灰色线性规划等。道路交通运输系统的应用实例尽可能新颖、实用。

全书共分十一章:第一章 道路交通运输系统;第二章 道路交通运输系统工程;第三章 道路交通运输系统分析;第四章 道路交通运输系统预测;第五章 道路交通运输系统优化方法;第六章 道路交通运输系统网络分析技术;第七章 道路交通运输系统中的排队论;第八章 道路交通运输系统中的存贮论;第九章 道路交通运输系统决策分析;第十章 应用案

例;第十一章 信息技术在道路交通运输系统中的应用。

全书由赵建有编写,郑明明参加了第四章的编写。

本书在编写过程中参阅了大量的国内外资料、著作,吸收了同行们的辛勤劳动成果,并得到有关专家、同行的热情帮助,在此向他们谨表谢忱。

本书在编写过程中,得到了吴引定等同志的关心和支持,高谋荣、赵亮、郑明明、刘大学、吴利清同学帮助搜集资料,校对书稿,在此,特表示谢意。

对参与和支持本书出版的所有同志表示衷心的感谢。

由于道路交通运输系统工程尚属发展中的学科,仍有许多有待研究开发的领域,尽管编者作了很多努力,限于笔者理论水平及实践经验,书中谬误之处在所难免,恳请广大读者不吝赐教,批评指正。

编者

2004年7月

于长安大学图书馆

目 录

第一章 道路交通运输系统	1
第一节 系统的概念与属性	1
第二节 系统的形态、结构与功能	3
第三节 道路交通运输系统	8
第四节 道路交通运输系统的构成要素、结构和特点	13
思考题	16
第二章 道路交通运输系统工程	17
第一节 系统工程概述	17
第二节 系统工程的应用技术理论基础与技术内容	24
第三节 系统工程方法论	29
第四节 道路交通运输系统工程	37
思考题	38
第三章 道路交通运输系统分析	39
第一节 系统分析的基本概念	39
第二节 系统分析的特点和系统分析的准则	44
第三节 道路交通运输系统分析的要素和步骤	45
第四节 系统模型	49
第五节 层次分析法	61
第六节 道路交通运输系统分析	65
思考题	75
第四章 道路交通运输系统预测	76
第一节 预测科学	76
第二节 定性预测技术	78
第三节 定量预测技术	82
第四节 交通运输量预测	109
思考题	117
第五章 道路交通运输系统优化方法	118
第一节 最优化及最优化模型的建立方法	118
第二节 线性规划	120
第三节 运输规划	138

第四节	动态规划	147
第五节	模糊线性规划及其应用	162
第六节	灰色线性规划及其应用	169
第七节	汽车选型优化	172
第八节	道路交通运输行驶路线的优化	183
第九节	汽车更新优化	190
思考题		195
第六章	道路交通运输系统网络分析技术	196
第一节	引言	196
第二节	图与网络的基本概念	198
第三节	最短路问题	199
第四节	最小生成树问题	201
第五节	最大流问题	203
第六节	网络计划技术	207
第七节	道路交通运输网络特性分析	220
第八节	网络分析技术在交通运输系统中的应用	224
思考题		232
第七章	道路交通运输系统中的排队论	233
第一节	排队论的基本概念及所研究的问题	233
第二节	服务系统的基本数学模型——生灭过程	238
第三节	单通道服务系统[M/M/1]	243
第四节	多通道服务系统[M/M/C]	249
第五节	排队系统的优化问题	254
第六节	道路交通运输系统中的排队论	257
思考题		264
第八章	道路交通运输系统中的存贮论	265
第一节	存贮论的基本概念	265
第二节	确定型存贮模型	268
第三节	随机型存贮模型	277
第四节	存贮论在交通运输系统中的应用	280
思考题		289
第九章	道路交通运输系统决策分析	290
第一节	决策理论概述	290
第二节	确定型运输决策	295
第三节	风险型运输决策	296
第四节	效用理论及其应用	301
第五节	不确定型运输决策分析	305
第六节	决策分析在道路交通运输系统中的应用	308

思考题	319
第十章 应用案例—公路主枢纽干线客运系统分析	320
第一节 公路主枢纽干线客运系统概述	320
第二节 公路主枢纽干线客运区域划分	322
第三节 公路主枢纽干线客运区域客运量预测	326
第四节 公路主枢纽客运主干线布局规划	332
第五节 公路主枢纽干线客运系统规划的评价分析	338
第六节 实施总体安排和保障措施	339
第十一章 信息技术在道路交通运输系统中的应用	342
第一节 应用概况	342
第二节 智能运输系统	343
第三节 GPS、GIS 技术在道路交通运输系统中的应用	349
第四节 ITS 的未来	355
参考文献	359

第一章 道路交通运输系统

第一节 系统的概念与属性

一、系统的概念

研究系统工程,首先要明了系统的概念。系统是系统工程研究的对象,系统的概念是系统工程核心的基本概念。系统作为一个概念,既不是人类生来就有的,也不是像有些人讲的那样,是20世纪40年代突然出现的東西。在自然界和人类社会中,可以说任何事物都是以系统的形式存在的,每个所要研究问题的对象都可以被看成是一个系统。人们在认识客观事物或改造事物的过程中,用综合分析的思维方式看待事物,根据事物内在的、本质的、必然的联系,从整体的角度进行分析和研究,这类事物就被看成为一个系统。系统概念已经普及到一切科学领域,渗透到人们的日常思维、语言和工作中。自然界和人类社会中的很多事物并不是孤立存在的,而是相互制约和相互联系的,它们形成了各式各样的系统。一个城市就是一个系统,它是由交通运输系统、资源系统、商业系统、市政系统、卫生系统等相互作用着的部门组合而成的一个整体,通过系统的各个部门相互协调的运转去完成城市生活和发展的特定目标;各子系统还可以进一步分解,例如交通运输系统是由铁路运输、公路运输、水路运输、航空运输、管道运输等子系统构成的,这些子系统相互配合,共同为社会提供运输服务。可以说系统无时不在,无处不有,大至无穷,小至微粒。但目前国内外学者对系统的定义还没有统一的说法,下面列举其中几个有代表性的定义:

(1)韦氏大辞典把系统定义为:“系统是有组织的和被组织化了的整体;结合着的整体所形成的各种概念和原理的综合,由有规则的相互作用、相互依赖的诸要素形成的集合;等等。”

(2)奥地利生物学家,一般系统论的创始人贝塔朗非把系统定义为:“相互作用的诸要素的综合体。”

(3)我国著名科学家、系统工程的倡导者钱学森认为:“系统是由相互作用、相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机体,而且这个系统本身又是它所隶属的一个更大系统的组成部分。”

(4)《中国大百科全书·自动控制与系统工程》卷解释:“系统是由相互制约、相互作用的一些部分组成的具有某种功能的有机整体。”

从上述系统的定义可以看出,系统必须具备四个条件:第一是系统必须由两个或两个以上的要素(部分、元素)所组成,要素是构成系统的最基本单位,因而也是系统存在的基础和实际

载体,系统离开了要素就不称其为系统;第二是要素与要素之间存在着一定的有机联系,从而在系统的内部和外部形成一定的结构或秩序,任一系统又是它所从属的一个更大系统的组成部分(要素),这样,系统整体与要素、要素与要素、整体与环境之间,存在着相互作用和相互联系的机制,系统各要素要完成相互所规定的任务;第三是任何系统必须具有目的性,都有特定的功能,这是整体具有不同于各个组成要素的新功能,这种新功能是由系统内部的有机联系和结构所决定的;第四是系统不仅是只作为状态而存在,而且具有时间性程序。

根据系统所具备的条件,我们给系统下一个定义:“系统是由两个或两个以上可以相互区别、相互联系而又相互作用的要素所组成,在一定的阶层结构形式中分布,在给定的环境约束下,为达到整体的目的而存在的有机集合体。”

二、系统的属性

从系统的定义看,系统应具备以下六个基本属性:

1. 整体性

系统作为由若干相互作用和相互联系的部分有机组合的、有一定结构和功能的整体,其本质特征是有机的整体性。系统整体性首先是系统目标的整体性;其次是系统功能的整体性,即组成系统的各部分的功能必须服从系统整体的功能,系统功能不等于各组成部分功能的简单相加,确定对系统的评价准则时,必须以系统整体为基础;再次是系统规律的整体性,系统整体的规律不是各组成部分规律的叠加,总之一切系统都是整体的,是组成部分与环境相互作用的整体,是各组成部分之间相互联系、相互作用、相互依赖、相互制约所形成的整体。

2. 集合性

集合的概念就是把具有某种属性的一类对象看成一个整体,从而形成一个集合。集合里的各个对象叫做集合的要素(子集)。系统的集合性表明,系统是由两个或两个以上的可以互相区别的要素所组成的。这些要素可以是具体的物质,也可以是抽象的或非物质的软件、组织等。例如,道路运输系统,一般由汽车、道路及附属设施等物质要素,同时还包括制度、组织程序、技术规范、信息等非物质要素,而形成完整的集合。

3. 有序性(层次性)

凡系统都有结构,结构都是有序的。系统的有序性主要体现在系统的层次上。由于系统的各组成部分在系统中所处的地位不同,而形成了不同的层次,该层次关系决定了系统内物质、能量和信息的流动,从而使系统能够作为一个整体发挥较高的功能和效率。

4. 相关性

组成系统的要素是相互联系、相互作用的,相关性说明这些联系之间的特定关系,以及这些关系之间的演变规律。例如,道路交通控制系统是一个大系统,它由道路网、车辆、信号控制系统以及交通规则等单元或子系统组成,通过系统内各子系统相互协调的运转使道路上行驶的车辆有条不紊。要求系统内的各个子系统为整体目标服务,提高系统的有序性,尽量避免系统的“内耗”,提高系统整体运行的效果。

5. 目的性

系统各组成部分按照统一的目的组织起来的性质叫系统的目的性。任何系统,尤其是人造系统都具有特定的功能,其组成都具有一定的目的并且有达成目的的手段。作为系统的一

个组成部分都有为系统目的服务的一面,同时作为不同于其他组成部分又有维护自身利益的一面,因此研究确定系统目的和子系统目的之间的关系,保证各子系统在系统总目的的指导下,协同配合,分工合作,在完成各子系统目的的同时达成系统的目的是研究系统目的性的主要内容。

6. 环境适应性

任何一个系统都处于特定的环境之中并与环境不断地进行物质、能量、信息的交换。系统离不开环境,而且必须适应环境的变化,否则系统将不能存在。这种系统随着环境的变化而存在的性质叫系统的环境适应性。

根据系统的定义和属性,可得出如下三条结论:

- (1)整体中每一个部分的性质或行为将影响整体的性质和行为;
- (2)每一部分的性质或行为以及影响整体的途径依赖于其它一个或几个部分的性质或行为;
- (3)每一部分对整体都不具备独立的影响,所以系统不能分出独立的子系统。

以上系统基本特征不仅是判别一个系统的准则,通过对系统特征的分析,还有助于解决实际问题,目的性分析,在于解决系统存在有无价值,以及明确系统的功能;集合性分析,以解决系统的组成及其结构;相关性分析,可建立系统各组成部分之间的合理关系,以消除相互间的盲目联系和无效行动;环境适应性分析,在于确定系统存在的条件,以及对外界条件的适应性问题。一个系统建立得如何,通常取决于系统目标制定得是否恰当,目标的主次层次是否分明,系统的结构是否合理。一个系统的功能发挥得如何,往往取决于系统对环境的适应能力,各子系统间工作是否协调。一个系统组织得好,即系统结构合理,主次分明,对环境适应,各系统间协调性好,系统内部以及系统与其环境产生良性的关联、制约和作用,就能够发挥系统的整体优势,把系统的潜能充分发挥出来。

第二节 系统的形态、结构与功能

一、系统的形态

系统普遍地存在于自然界和人类社会。为了对系统的性质加以研究需要对系统存在的各种形态加以研究。依研究目的,选择不同的分类标志对系统形态分类,可界定研究对象的属性。

1. 按单一标志分类

(1)按组成部分的属性分

①自然系统 自然系统是由自然物(矿物、植物、动物、海洋等)形成的系统,它的特点是自然形成的。自然系统一般表现为环境系统,如海洋系统、矿藏系统、植物系统、生态系统、原子核结构系统、大气系统等。了解自然系统的形成及其规律,是人造系统的基础。

②人造系统 人造系统是为了达到人类所需要的目的而由人类设计和建造的系统,如工程技术系统、经营管理系统、科学技术系统就是三种典型的人造系统。

③复合系统 复合系统是人造系统与自然系统相结合而成的系统。如气象预报系统。

实际上,多数系统都是复合系统。因为许多系统都是有人参加活动,由人们运用科学力量,认识、改造了的自然系统。如社会系统,看起来是一个人造系统,但是它的发生和发展是不以人们的意志为转移的,是有其内在规律的。从人类发展的需要看,其趋势是越来越多地发展和创造更新的人造系统。但是大量人造系统的发展,也打破了自然系统的平衡,使自然环境(大气、生态、海洋)系统受到极大破坏,造成严重的公害以及各种可知和尚不可知的污染,甚至给人类的生活和生存带来威胁和危机。因此,近年来系统工程已越来越注重从其与自然系统的关系中来研究、开发、建造人造系统。

其中第②、③两类系统是本书的主要研究对象。

(2)按形态分

①**实体系统** 实体系统是以矿物、生物、能源、机械等实体组成的系统,就是说,它的组成要素是具有实体的物质。这种系统是以硬件为主体,以静态系统的形式来表现的,如人一机系统、机械系统、电力系统等。系统不仅具有实体部分,而且还必须有赖以形成的概念部分。

②**概念系统** 概念系统是由概念、原理、原则、方法、制度、程序等观念性的非物质实体所组成的系统,它是以软件为主体、依附于动态系统的形式来表现的,如科技体制、教育体系、法律系统、程序系统等。

在实践中,实体系统和概念系统通常是结合在一起的。如机械工程是实体系统,而用来制造某种机械所提供的方案、计划、程序就是概念系统。实体系统是概念系统的基础和服务对象,而概念系统往往是实体系统的中枢神经,指导实体系统的行为,并服务于实体系统。

(3)按与环境的关系分

①**封闭系统** 与环境很少发生物质、能量、信息交换的系统叫封闭系统。实际上,世界上根本不存在封闭系统,只是为了研究方便,有时人为地把一个系统当作封闭系统处理。

②**开放系统** 与环境经常发生物质、能量、信息交换的系统叫开放系统。系统与环境所进行的物质、能量、信息的交换,可影响系统的结构、功能及其发展。一旦系统与环境联系切断,就会对系统的稳定产生不利影响,而使系统遭到破坏。

(4)按所处的状态分

①**静态系统** 静态系统是其固有状态参数不随时间改变的系統,它没有既定的相对输入和输出,其在系统运动规律的表征模型中不含时间因素,即模型中的变量不随时间而变化,如车间平面布置系统,城市规划布局等。静态系统属于实体系统。

②**动态系统** 动态系统是系统状态变量随时间而改变的系統,也就是把系统的状态变量作为时间的函数而表现出来的系統。它有输入和输出及转换过程,一般都有人的行为因素在内,如生产系统、服务系统、开发系统、社会系统等。动态系统需要以静态系统为基础,需要概念系统的配合。由于系统的特性是由状态变量随时间变化的信息来描述的,因此在实际工作中,要以分析和研究动态系统为主要目的。

(5)按系统的规模分

①**小型系统** 所包含的部分(子系统)数量较少或变量数较少的系統属小型系統。一般来讲,这类系統各部分之间的关联较简单,如工艺简单、产品品种较少的企业。

②**中型系统** 所包含的部分(子系统)较多或描述系统状态的变量数较多,各部分之间的关联比较复杂的系統属中型系統。如中型企业、地、县一级的区域系统等。

③大型系统 所包含的影响因素相当多,组成部分(子系统)或描述系统状态的变量数很多、结构层次复杂,关联复杂的系统属大型系统。如国民经济系统、生态经济系统等。

④超大型系统 包含的部分(子系统)或描述系统状态的变量数相当多、结构层次极其复杂以致应用常规的方法和手段无法完成其分析和优化,必须采取一些独特的处理方法的系统属超大型系统。如生物圈系统、人体系统等。

此外,还有很多其他分类方法,如按具体研究对象可把系统分为不同的对象系统,如教育系统、运输系统、电力系统;按人对系统的认识程度可分为白色系统、黑色系统和灰色系统;按系统内部结构、形态分为线性系统与非线性系统、确定性系统与随机系统,还有控制系统与行为系统,因果系统与目的系统,也有如图 1-1 的分类方法,在此就不一一赘述了。

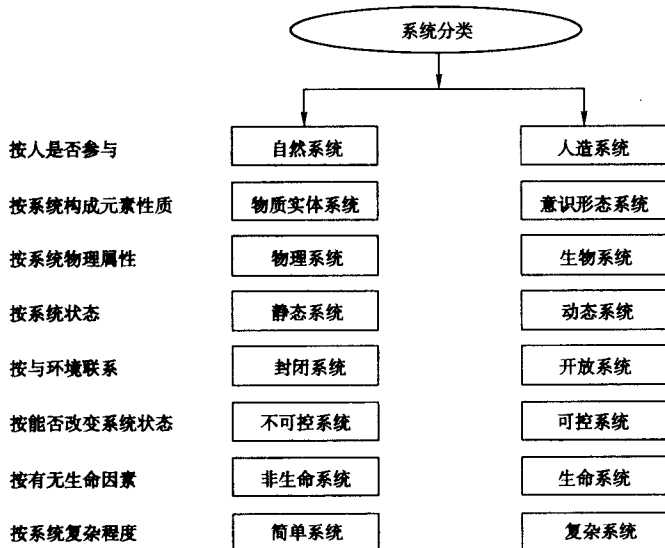


图 1-1 系统分类框图

2. 综合分类

综合分类是按研究目的将某些分类标志加以组合形成组合分类标志,并以该组合分类标志对系统进行分类的一种分类方法。如将规模和环境关系两个标志组合进行分类可将系统划分为大型开放系统、中型开放系统、小型封闭系统等。

以上这些系统在某些具体的系统建造时将有其特定的功用。系统的形态及特点可参见表 1-1。

部分系统的形态和特点

表 1-1

系统形态	定义	特点与相互关系	实例
自然系统	由自然物(矿物、植物、动力、海洋)等组成系统	①自然形成的 ②是人造系统的基础 ③一般是环境系统	①海洋系统 ②矿藏系统 ③生态系统 ④大气系统
人造系统	人工生成的系统	①利用自然规律建造 ②以破坏自然系统为生成基础 ③人类需要的系统皆属之	①工程技术系统 ②管理系统 ③科技系统

系统形态	定义	特点与相互关系	实例
实体系统	由物质实体组成	①以硬件为主体 ②以静态系统及行动系统的形式表现	①人机系统 ②机械系统 ③电力网 ④建筑物
概念系统	由非物质实体(概念、原理、方法、制度)等组成	①以软件为主体 ②为实体系统提供服务	①科技系统 ②教育系统 ③程序系统 ④制度
静态系统	状态不随时间改变的系 统	①没有输入与输出 ②属实体系统 ③是动态系统的基础	①车间平面布置系统 ②教室布置 ③封存的设备、仪器
动态系统	状态随时间改变的系 统	①有输入和输出及转化过程 ②一般有人干预 ③需概念系统的配合	①生产系统 ②社会系统 ③服务系统
封闭系统	与外部环境没有交换关系的 系统	①不向环境输出也不从环境输入 ②为研究目的做成	①静态系统 ②没有投入使用的其他技术系统
开放系统	与外部环境有交换关系的系 统	①从环境输入向环境输出 ②系统状态受环境变化影响 ③大部分人造系统属之	①生产系统 ②交通运输系统 ③社会系统 ④技术系统
因果系统	输出完全决定于输入的系统	①系统内容由单一因素决定,没有 转换过程 ②一般的测试系统属之	①信号系统 ②测试系统 ③记录系统
目的系统	给定目的行为区分的系统	①系统有达到目的的必要手段 ②有自适应能力	①生产系统 ②管理系统 ③军队
控制系统	有控制功能和手段的系统	①应用反馈原理 ②有测度和比较机构	①自动化系统 ②自适应系统 ③人体系统
行为系统	把达成目的的行为做为组成 要素的系统	①不以组成要素的特征而以行为 特征相区别 ②以组织体为特征	①军事系统 ②劳动系统 ③侦察系统
对象系统	按对象区分的系统	①因对象不同而各有特点 ②大部分是人参加的复合系统	①经营系统 ②作业系统 ③管理系统

二、系统的结构与功能

1. 系统的结构

系统是由两个或两个以上要素构成的,要素间相互关联、制约、作用的组成部分称为系统的结构,系统结构也可以是一个系统,称为原系统的子系统。原系统可能是更大系统的组成部分,从而构成更大系统的子系统。每种系统的具体结构大不一样,大系统的结构往往是很复杂的,但是从一般的意义上讲,系统的结构可以用以下式子表示:

$$S = \{\Omega, R\} \quad (1-1)$$

式中: S ——代表系统;

Ω ——代表元素的集合;

R ——表示元素之间的各种关系的集合。

由式(1-1)可知,作为一个系统,必须包括其元素的集合与元素之间关系的集合,两者缺一不可。两者结合起来,才能决定一个系统的具体结构与特定功能。

2. 系统的功能

各种系统的特定功能是大不一样的,这里是在一般意义上来阐述系统的功能。系统的一般功能如图 1-2 所示。

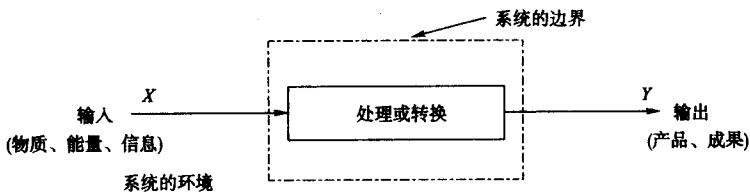


图 1-2 系统的一般功能与其环境

系统以外,与系统发生作用的部分称为系统的环境,系统与其环境的界面称为系统的边界。系统对其环境的作用叫做系统的输出 Y ,环境对系统的作用叫做系统的输入 X 。通过系统的输入和输出,系统与其环境进行物质、能量和信息的交换,产生相互作用。系统的输出是经过处理(或转换、加工)的物质、能量与信息,例如产品、成果等。所以系统可以理解成一种处理或转换机构,它把输入转变为人们所需要的输出。从狭义来讲,处理或转换就是系统的功能。扩大一些说,输入与输出也是系统的一种功能。对于闭环系统,往往还把反馈也作为系统的一种功能。具有相同组成部分的系统,由于其系统结构的关联、制约和作用状态不同,可以具有不同的功能,因此,通过改变系统的结构或者改变其相互关联、制约和作用关系,可以建立具有新功能的系统。系统工程的任务:旨在提高系统的功能,特别是提高系统的处理与转换的效率。

在系统理论中有一种“一般系统论”,它是由奥地利生物学家冯·贝塔朗非(L. Von Bertalanffy)创立的。一般系统理论重申了亚里士多德的一个观点:系统的功能可以大于系统中全部元素功能的总和。这一点可用式(1-2)表示:

$$\text{系统功能} > \sum \text{元素功能} \quad (1-2)$$

因为,当元素组合成为系统之后,元素之间发生了这样那样的联系,从而使系统的功能出现了量的增加和质的飞跃。

然而上述不等式的成立是有条件的。在不适当的条件下,其不等号的方向亦可反过来。所以,这个不等式能否实现,关键在于元素之间的关系,在于系统的结构。既然如此,调整元素之间的关系,建立合理的系统结构,就可以达到提高和增加系统功能的目的。

最后必须说明:系统的功能或总体效果最优,并不要求系统的所有组成元素都孤立地达到最优;另一方面,系统的所有组成元素都孤立地达到了最优并不意味着一定能系统功能或总体效果的最优。这里有一个协调的问题,即整个系统的合理组织与管理问题。

第三节 道路运输系统

一、道路、交通、运输的概念

在实践和理论上,常常用到一些既有联系,又有区别的重要概念,明确这些概念,对研究道路运输系统非常重要。

1. 道路

广义地说,道路是指能够通行的途径。不同的行为主体,对道路的界定标准不同。本领域引用的道路概念,一般是指机动车辆和行人均能通行的途径。而公路,则是公共道路的简称,习惯上指各级政府所建的连接城市之间、城乡之间、乡村之间的、具有一定技术标准和设施配置的道路。以往由于管理体制的原因,通常将城市道路与公路加以区分,前者是在城建部门职责范围内管理的城市交通道路,而后者由交通部门管理的道路。从发展趋势看,两者逐步融为一体。公路与城市道路的概念逐步被道路概念所取代。但由于教材编排的需要,本章及以后各章介绍的道路运输,不包括城市公共交通。

2. 交通

《辞海》对交通的解释为:“各种运输和邮电通信的总称。即人和物的转运和输送,语言、文字、符号、图像等的传递和播送。”我国第一部大百科全书《中国大百科全书·交通卷》对交通的解释则为:“交通包括运输和邮电两个方面。运输的任务是输送旅客和货物。邮电是邮政和电信的合称;邮政的任务是传递信件和包裹,电信的任务是传送语言、符号和图像。”

但是,随着科学技术发展伴随而来的专门化物质传输系统的形成,人们对运输这一概念认识的深化,不仅已经不把输电、输水、供暖、供气等形式的物质位移列入运输的范围,而且也不再把语言、文字、符号、图像等形式的信息传输列入运输的范围。据此,从专业角度出发,一般可以认为交通是指“运输工具在运输网络上的流动”。事实上,随着社会的进步、经济的发展、物资的位移、人员的流动,运输工具(交通工具)也越来越多地被使用,因此交通的含义习惯于特指运输工具在运输网络上的流动。

3. 运输

运输这一词语在日常生活、专业领域和科学研究中,都用得十分广泛。《辞海》对运输的解释是:“人和物的载运和输送。”也就是说,运输是指借助公共运输线及其设施和运输工具来实现人与物空间位移的一种经济活动和社会活动。但是,在国民经济与社会生活中发生的人与物在空间位置上的移动几乎无所不在,运输只能是指一定范围内的人与物的空间位移。例如,经济活动中的输电、输水、供暖、供气 and 电信传输的信息等,虽然也产生物质位移,但都已各自

拥有独立于运输体系之外的传输系统,它们完成的物质位移已不再依赖于人们一般公认的公共运输工具,因此它不属于运输的范围;又如,一些由运输工具改作他用的特种移动设备(包括特种车辆、特种船舶、特种飞机)行驶所引起的人与物的位移,虽然利用了公共运输线,但它们本身安装了许多为完成特种任务所需的设备,其行驶的直接目的并不是为了完成人与物的位移,而是为了完成某项特定工作,也不属于运输的范围。此外,在工作单位、家庭周围、建筑工地由运输工具所完成的人与物的位移,由某种工作性质引起的位移,在娱乐场所人的位移,这些位移也都不属于运输的范围。

4. 交通与运输的关系

从对交通与运输两概念的论述中可以看出,交通强调的是运输工具(交通工具)在运输网络(交通网络)上的流动情况,而与交通工具上所载运人员、与物资的有无和多少没有关系。运输强调的是运输工具上载运人员与物资的多少、位移的距离,而并不特别关心使用何种交通工具和运输方式。交通量与运输量这两项指标的概念最能说明这一点。例如,在道路运输中,交通量是指单位时间内(例如1昼夜或1h)通过某路段道路的车辆数,它与运输对象无关,若说某路段的昼夜交通量是5000辆车,这5000辆车都是空车或都是重车,或空重都有,都不会使交通量有任何改变。运输量则不同,它是指一定时期内运送人员或物资的数量。空车行驶不产生运输量,即使都是重载,如果运输对象在每一车辆上的数量不同,所产生的总运输量也会出现不同的情况。

显然,交通与运输反映的是同一事物的两个方面,或者说是一过程的两个方面。这同一过程就是运输工具在运输网络上的流动;两个方面指的是:交通关心的是运输工具的流动情况(流量的大小、拥挤的程度),运输关心的是流动中的运输工具上的载运情况(载人与物的有无与多少,将其输送了多远的距离)。在有载时,交通的过程同时也就是运输的过程。从这个意义上讲,由交通与运输构成的一些词语中,有一部分是可以相互替换使用的,如交通线与运输线。交通部门与运输部门,交通系统与运输系统等。因此,可以说,运输以交通为前提,没有交通就不存在运输;没有运输的交通,也就失去了交通存在的必要。交通仅仅是一种手段,而运输才是最终的目的。交通与运输既相互区别,又密切相关,统一在一个整体之中。

5. 道路运输广义与狭义的概念

广义的道路运输概念指整个道路运输系统,包括道路基础设施(道路、桥梁及其附属设施)、运输基础设施(场站及为运输服务的辅助设施,如通讯、监控设施等)、运输工具等;狭义的概念不包括道路基础设施。广义的概念是从运输系统的有机构成角度来定义的,而狭义的概念则考虑了系统要素的性质、运作机制等因素。道路基础设施具有公共性、公益性、依托政府机制来发展,而狭义的运输系统具有鲜明的商用性,主要依托市场机制来发展。在实际运用中,道路运输用的是狭义概念。本教材延用了这一惯例。

所谓道路运输,是指汽车及其他道路运输工具在公共道路上从事客货位移及相关业务活动的总称。

6. 公路运输与汽车运输

公路运输是按运输依托的通行途径来定义的,而汽车运输则是按运输所使用的工具来定义的。仅从概念上看,前者不仅包含后者,而且还包含拖拉机、人力车、畜力车、人工运输。但在实际运用上看,公路运输主要指汽车在公路上的运输(不包括汽车厂内运输),因此两个概念