

● 邱荣祖 编著

公路交通运输 系统工程

厦门大学出版社

内容提要

本书系统地介绍了公路交通运输系统工程的理论、方法与应用。全书共分九章,包括公路交通运输系统的发展与展望;汽车性能评价;汽车选型与更新;公路网规划;林道网理论及其应用;公路交通运输系统管理;公路交通运输系统对环境的影响;信息技术在公路交通运输系统中的应用。

本书可作为交通运输及相关专业教材,也可作为从事交通运输研究、教学、管理和规划设计的人员的参考书。

前 言

交通运输的现代化是国家经济发达的重要标志之一,其重要性已越来越为人们所重视。公路交通运输系统工程以整个公路交通运输活动为对象,以汽车运用工程、道路网规划、环境科学等为基本理论,运用系统的观点和方法,对系统进行最优规划、计划、协调和控制,使公路交通运输系统达到最佳的社会效益、生态效益和经济效益。本书以系统的观点,阐明公路交通运输系统的构成和特性;论述公路交通运输系统预测和最优规划的方法及其应用;系统阐述山地林道网理论与应用,并指出今后的发展方向;介绍公路交通运输系统管理的基本原理与方法;分析交通运输系统与环境之间的相互关系;简介信息技术在公路交通运输系统中的应用。

全书贯穿了作者多年来教学、科研工作的主要学术成果,以及所收集的大量国内外第一手资料。在撰写过程中,注重系统性、理论性、实用性和前沿性。力求以系统科学的思想观点,全面阐明公路交通运输系统中,汽车、公路、配套设施和人等系统构成诸要素间的相互作用、相互依存和相互制约的关系;提出山地林道网生态经济系统研究的理论,并结合实例,分析应用方法;注意介绍信息技术在交通运输系统中应用的最新动态。

本书编写过程,得到南京林业大学粟金云教授、福建农林大学周新年教授的热情鼓励和多方面的帮助。两位教授帮助作者修订写作大纲,初稿完成后,又仔细地审阅了书稿,并提出了许多宝贵的修改意见。

作者谨向为本书提供指导和帮助的教授、专家及朋友们表示真挚的感谢。

本书出版得到福建农林大学博士专著出版基金资助。

由于作者水平所限,书中不足之处,恳请读者批评指正。

邱荣祖

2001年6月18日

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 交通运输系统	(1)
第二节 交通运输系统的发展历史	(7)
第三节 公路交通运输系统的发展与展望	(8)
第二章 公路交通运输系统预测	(16)
第一节 概述	(16)
第二节 公路交通运输系统常用预测方法	(20)
第三节 社会经济预测	(31)
第四节 区域交通运输需求量预测	(35)
第三章 汽车使用性能评价	(46)
第一节 汽车使用性能指标	(46)
第二节 汽车使用性能评价	(49)
第三节 汽车发展趋势	(72)
第四章 汽车选型与更新	(77)
第一节 汽车选型	(77)
第二节 汽车更新优化	(86)
第五章 公路网规划	(96)
第一节 概述	(96)
第二节 公路网规划方法	(102)
第三节 公路网规划方案的评价	(110)
第六章 林道网理论及其应用	(122)
第一节 概述	(122)
第二节 林道网理论与密度模型	(127)
第三节 林道网生态经济系统分析	(134)
第七章 公路交通运输系统管理	(154)
第一节 公路交通运输系统现代管理特点	(154)
第二节 公路运输生产管理	(155)
第三节 公路货物运输组织	(168)
第四节 公路交通安全管理	(174)
第八章 公路交通运输系统对环境的影响	(179)
第一节 公路交通运输系统对生态环境的影响	(179)
第二节 公路交通运输系统对森林综合效益影响的定量评价	(190)
第三节 公路交通运输系统对生活环境影响	(193)
第九章 信息技术在公路交通运输系统中的应用	(198)

第一节	概述.....	(198)
第二节	GPS 在公路交通运输系统中的应用	(205)
第三节	GIS 技术在公路交通运输系统中的应用	(216)
第四节	智能运输系统(ITS)	(224)

第一章 概 论

第一节 交通运输系统

一、系统与系统工程

(一)系统概述

1. 系统的基本特征与定义

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件组合而成的一个整体,通过系统的各个部件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。

分析这些简单的例子,撇开一切具体形态和性质,可以发现,一切系统都有以下基本特征:

(1)集合性

系统的集合性指的是,系统是由若干个(起码两个)相互区别的元素(单元或子系统)所组成。

构成系统的各元素虽然具有不同的性能,但它们必须统一和协调于系统的整体之中。脱离了这一点,元素的机能和各元素的作用便失去了意义。

(2)相关性

系统的相关性指的是,组成系统的各元素是相互作用、相互依存和相互制约的。若仅仅只有若干个元素,而各元素之间并不存在任何有机联系,则这些元素并未构成系统。如果系统中的某个元素发生了变化,其他元素常要跟着作相应的变化和调整。

(3)目的性

人工系统和复合系统都具有一定的目的性,否则,也就失去了这个系统存在的价值和意义。

(4)环境适应性

任何一个系统都存在于一定的环境(更大的系统)之中,环境的变化对系统产生重要的影响。一个理想的系统,应能经常保持与环境的最佳适应状态;如果一个系统不能适应环境的变化,它就没有生命力。

上述系统基本特征不仅是判别一个系统的准则,通过对系统特征的研究分析,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題。

例如,一个公路交通运输系统是由汽车、公路、配套设施和人四大元素组成。公路交通运输系统的总体结构见图 1-1。汽车按用途分为客车和货车;公路按质量分为汽车专用公路、普通公路和等外公路;配套设施按功能分为服务设施和管理控制设施;人按工作性质分为驾乘人员、维修人员和管理人员。当然,还可以继续细分,如客车可以再分为私人汽车、集团客运汽车和公共客运汽车。汽车和公路是公路交通运输系统最基本的两个物质要素,是系统发展的前提。人员是系统的有生部分,其素质和管理水平的高低直接影响到系统运行的效率和成本。

从结构图不难看出,公路交通运输系统是由各要素(或子系统)组成的复杂综合系统,这说明了公路交通运输这个系统的集合性。公路交通运输系统以高效、低耗以及低环境污染,为社会提供优质交通运输服务,这是系统要实现的目的或功能,既系统目的性;公路交通运输系统内各组成元素之间的有机联系,反映了系统的相关性。要求道路具有较强的抵御自然灾害能力,尽量降低道路建设对土壤侵蚀的影响;汽车低噪音、低污染;公路交通运输系统应能满足社会经济和生活的要求,即具有良好的环境适应性。

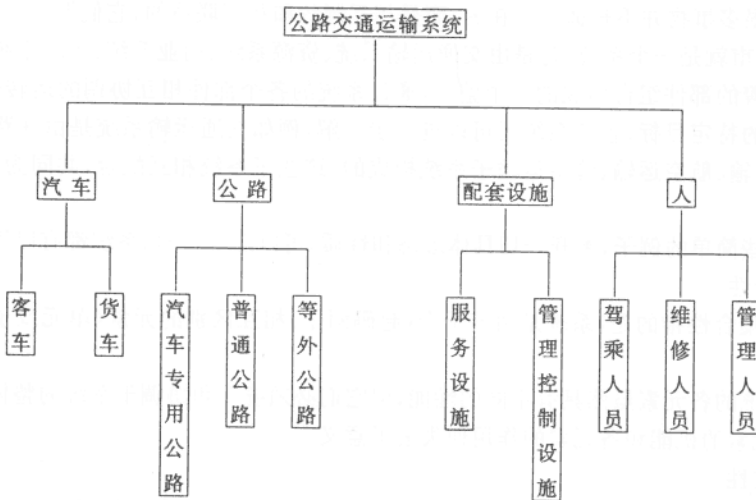


图 1-1 公路交通运输系统的总体结构图

由此,我们可以给系统下个定义:系统是由相互联系、相互作用的诸要素组成的具有一定功能的有机整体。

2. 系统分类

根据分类的方法不同,可以对系统进行各种各样的分类:

(1) 自然系统与人造系统

这是从系统的起源来分类的,自然系统是由自然过程产生的系统。例如一片森林生态系统是由生物成分和非生物成分构成的自然系统,系统的生物成分和非生物成分密切交织在一起,彼此相互作用,相互依存,构成一个有机的整体,起着净化空气、涵养水源、防沙固土以及提供

林产品的功能。人造系统则是人们将有关元素,按其属性和相互关系组合而成的系统,例如交通运输系统。当然所有的人造系统都存在于自然界之中,同时人造系统与自然系统之间存在着重要的联系。特别是一些人为改造的自然系统,关系就更为密切。可以说,我们生活的世界就是由自然系统与人造系统组成的。

(2) 实体系统与概念系统

这是从形成系统的元素是有形的还是无形的来分类的。实体系统是以矿物、生物等实体组成的系统,其元素是具有具体的物质,如企业、机器。概念系统是由概念、原理、法律、方法、制度、步骤、手续等非物质成分组成的系统,如法律系统,运输管理系统等。但是,在人造系统中,实体系统与概念系统往往是无法截然分开的。如在公路交通运输系统中,既有道路、车辆实体系统,又有运输管理概念系统。

(3) 静态系统与动态系统

这是从系统状态和时间关系来分类的。静态系统一般是指存在一定的结构但没有活动性的系统。例如,江河上的一座桥梁就代表一个静态系统。动态系统是指既有组成元素又有活动性的系统。学校系统,它是由校舍、学生、教师、图书以及各门课程等组成的有活动性的系统,但是,如果以是否有一个进行着的过程作为动态的一般定义,显然是不完全的。因为很多系统虽然在通常的意义上没有动作,但不能认为它不是动态系统。例如公路系统,它本身是静止的,但该系统包含的系统元素和属性以及它们之间的相互关系等组合而成的系统是一个动态系统。

(4) 封闭系统与开放系统

这是从系统与环境的的关系来分类的。封闭系统是指该系统与环境之间没有物质、能量和信息的交换,由系统的界限将环境与系统隔开,因而呈一种封闭状态。开放系统与环境相互关系,是指该系统能从环境得到输入,并向环境输出,因而呈一种开放状态。大部分系统属于这样的系统,如社会系统、交通运输系统、经济系统等。

(二) 系统工程

系统工程是当代正在发展和逐步完善的一门新型工程技术,它以系统为对象,把要研究的事与物用概率、统计、运筹学、模拟及其他方法,经分析、判断、推理等程序建立某种系统模型,进而以计算机为工具求得系统的最佳结果,使系统的各组成部分相互协调、互相配合,以获得技术先进、经济合理、运行可靠、节约时间的良好系统。

1. 系统工程的发展

20世纪以来,由于社会生产力的的高度发展,现代科学技术活动规模的迅速扩大,工程技术复杂程度的不断提高,使自然科学、技术科学和社会科学之间的整体性联系日益突出,使得人们迫切需要一种全新的、能适应这种新方法,这就是一种能够从系统的角度去观察、思索、分析、解决问题的方法。系统工程正是为适应和加强这种整体性而产生的一门崭新的边缘学科。

早在1911年,泰勒提出科学管理概念的同时,就萌发了系统的概念。1940年贝尔电话公司实验室正式使用“系统工程”这个名词。1945年,美国空军成立了兰德(RAND)公司,创造了许多数学方法来分析复杂大系统,并借助于计算机取得了不少显著的成果,也为现代系统工程学奠定了基础。同时,系统工程方法开始在电力、通信、交通等部门被广泛地采用。1957年美国密执安大学的两位教授古德(H. H. Good)和马克尔(R. E. Macheol)的专著《系统工程学》发表,正式宣告了系统工程学的诞生。

60年代初,美国电气工程师学会在科学与电子部门设立了系统科学委员会。在此期间,英、美两国还出版了大量系统工程方面的书籍。而计算机的推广与运用,又使系统工程进入了以计算机为主要工具,以现代控制论为基础的多变量最优控制阶段。1965年A. D. Hall在《系统工程方法论》一书中进一步确定了系统工程的内容、方法和应用途径、范围等问题。70年代以来系统工程进入到解决各种复杂的社会—技术、社会—经济系统的最优控制、最优管理阶段。其应用范围已由传统的工程领域,扩大到包括工农业、能源规划、交通运输系统、环境生态系统、国民经济发展规划等许多领域。

我国于1956年成立了中科院数学所运筹学研究室;1979年10月,成立了中国系统工程学会;1980年2月成立了中科院系统科学研究所。随后,一些高等院校陆续设立了系统工程教研室或研究室,有的院校还招收了系统工程专业的本科生和研究生。

2. 系统工程的工作程序

系统工程从规划到更新的整个工作过程分为7个阶段:

- 1)规划阶段 制定系统工程活动的规划和战略。
- 2)制定方案 提出具体的系统计划方案。
- 3)研制阶段 实现系统的研制方案,并制定生产计划。
- 4)生产阶段 生产和加工出系统的构件及整个系统,并提出安装计划。
- 5)安装阶段 实现系统的安装,并完成系统的调试工作。
- 6)运行阶段 系统按照预期的用途服务。
- 7)更新阶段 取消旧系统代之以新系统,或改进原系统,使之更有效地进行工作。

在每个工作阶段中,按照系统工程的方法来思考问题和解决问题时的思维过程,可分为7个步骤:

1)明确问题 按照系统的观点,弄清问题的实质,要解决的是什么问题,希望达到什么样的要求。

2)系统指标设计 设计出具体的评价系统功能的指标,并制定出是否达到目标的标准,作为评价和优选方案的依据。

3)系统综合 按照问题的性质及系统总的功能要求,提出若干可供选择的方案,明确各个方案所对应的系统的结构和相应的参数。

4)系统分析 对系统的目的、环境、结构、费用、效益等进行充分的论证与分析。为系统方案的选择提供科学、可靠的依据。

5)系统最优化 通过对系统模型的求解,找出最优方案。

6)方案决策 由决策者选择一个或多个方案实施试行。

7)实施计划 对试行计划不断地修改、完善,并把它们确定下来,以保证顺利地进入系统工程的下一个阶段。

3. 系统工程的技术内容

系统工程以多种专业的科学技术为基础,综合了工程技术、运筹学、应用数学、社会科学、控制论、信息论、管理科学、计算机科学等专业学科的内容。但它不是孤立地运用各门学科的技术内容,而是把它们从横的方向联系起来,综合地加以运用,形成了一门新的科学。系统工程涉及的学科内容极为广泛,其主要技术内容为:

(1)运筹学

运筹学是应用数学方法研究系统最优化问题的科学,是系统工程的主要基础理论之一。运

筹学的方法论与系统工程的方法论有相近之处,但运筹学主要是用于处理具体的技术性的问题,而系统工程则主要是用于处理全局的战略性问题。

(2) 概率论与数理统计

数理统计用来研究如何取得系统的数据、如何进行系统数据的分析和数据整理,而概率论则用于概率型系统模型描述。

(3) 数量经济学

数量经济学是在马克思主义经济理论的指导下,在定性分析的基础上,利用数学方法和计算技术,来研究系统的经济数量、数量关系、数量变化及其规律性。

(4) 技术经济学

技术经济学是一门跨自然科学和社会科学,同时研究技术与经济两个方面的交叉学科。它是用经济的观点分析、评价系统技术上的问题,研究技术工作的经济效益,为制定系统的技术政策,确定系统的技术措施和选择系统的技术方案提供科学的决策依据。

(5) 计算机科学

由于系统工程要处理的系统往往非常庞大而复杂,要对系统进行详尽的分析,获得一个好的系统方案,就要借助于电子计算机,以实现大量数据的整理、分析和计算,还可以对某些系统方案进行计算机模拟试验。由于使用了电子计算机这种现代化的工具,使得系统工程这门技术具有了更强的生命力,也促进了这门新兴学科的迅速发展。

(6) 管理科学

管理科学促进了系统工程的进一步发展,而系统工程思想和方法在现代化管理中的渗透和应用,又必须在管理科学的基础上才能实现。

总之,如果说系统科学是为了科学地大规模改造世界提供基础理论的话,运筹学、数量经济学、计算机科学、管理科学则是为科学地大规模改造世界提供一般的最优化方法、科学的管理工具,而系统工程,则是从宏观的角度为科学地大规模改造世界提供组织管理技术和方法。

二、公路交通运输系统的地位、作用与基本特征

运输是人或物的空间位置随时间的变化有目的移动的过程,在流通领域中从事运输活动的经济部门,称之为交通运输业。交通运输业是国民经济中一个重要的物质生产部门,它是联系生产、分配、交换与消费各社会经济活动环节的纽带。随着社会化大生产的到来和发展,社会经济在领域间或区域间的分工与协作关系更加密切,作为服务于社会化大生产的交通运输业,是保证经济分工与协作顺利进行的前提条件,优良的交通对于充分开发、利用各地区的资源,实现优势互补,推动国民经济的均衡发展起着重要的作用。交通运输业发展也为其他部门提供巨大的市场,交通基础设施的建设繁荣了建筑业;运输工具的制造生产促进采矿业和冶金工业的发展;交通运输业是能源工业的主要用户。交通运输业不仅肩负着物质文明建设的重任,而且也起到传播精神文明、保证社会稳定的基础性作用。交通运输具有以下基本特征。

1. 公共性

交通运输的公共性体现在社会活动的每个人和经济活动的每个环节、每个领域对运输有着普遍的需求。在由农业社会向工业社会的转变过程中,经济结构和人口结构都发生根本性的变化,经济分工和生产专业化加强了物质的交流,伴随工业化过程的城市化进程促使农村人口逐渐向城市周围迁移,人口流动越来越频繁。所有这些都要求运输为之提供输送条件。

总之,无论是人的出行,还是物质的移动都是在整个社会范围内普遍发生的交通运输需

要,因而交通运输对整个社会的经济发展和人民生活水平的提高,均有着广泛的影响,即有利害关系,从而表现出运输服务的公共性特征。

2. 特殊性

交通运输的特殊性体现在两个方面,其一,交通运输生产过程的产品是无形的,虽然交通运输业属于物质生产部门,但在整个运输过程中并不改变运输对象的物理和化学性质,只是增加了对象的价值;其二,产品的计量单位是复合的,即以被运输对象的数量与相应的运输距离的乘积来表示,如 $t \cdot km$ 和 $m^3 \cdot km$ 。因此,交通运输业对社会和经济的贡献具有间接性和隐蔽性特点,它的经济效益除少部分体现在上交国家的利税外,更重要的是蕴含在运输对象拥有者身上。运输需求是从其他社会经济活动中派生出来的,运输只是实现的手段,而并非最终目的。

3. 即时性

交通运输的即时性体现在其运输进行过程常常既是生产过程又是消费过程,运输生产必须在用户需要时即时进行生产,又必须在生产的同时有用户即时消费。因此,运输产品的过程与消费过程是不可分割的,它们在时间上和空间上相重合,这在客运上表现得尤其明显。由于运输的这一特性,使得运输业对社会经济具有促进生产和增加消费的双重作用。

4. 准公费性

准公费性服务是介于纯公费服务和纯自费服务之间的服务。纯公费服务系指由社会公共事业部门支付费用,免费向社会成员提供的服务。纯自费服务系指社会成员按市场规律所决定的价格,用私人费用支付所得到的服务。运输服务介于两者之间,这是因为一方面交通基础设施多由国家投资,投入运营后仅部分计运输成本,这部分投资的效益最终要通过对整个国民经济所带来的巨大效益来体现。因此,运输产品的价格不能定得过高,这也是为了减轻人民的负担。另一方面,运输业也是物质生产部门,运输产品中凝结着供应者的劳动价值,其产品具有商品属性。部分运输系统如城市公共交通系统、单位内部的通勤通学运输是准公费性服务,只是不同国家不同地区,体现的形式不同。

国外经济发达国家,对城市公共客运甚至对偏僻地区的公共货运提供财政补贴。我国部分地方政府每年对城市公共交通提供财政补贴,公共交通公司按合同规定,实行经营效果承包,有的地方则是把政府补贴直接发给个人,实行明补。

三、公路交通运输系统工程的内容

公路交通运输系统工程是以整个公路交通运输活动为对象,以汽车运用工程、道路网规划、环境科学等科学为基本理论,运用系统的观点和方法,对系统进行最优规划、计划、协调和控制,使公路交通运输系统达到最佳的社会效益、生态效益和经济效益。

公路交通运输系统工程的主要内容包括:

- (1) 交通运输系统预测 包括交通运输系统预测的意义、常用的预测方法、社会经济预测、区域交通运输需求量预测。
- (2) 汽车性能评价 包括汽车使用性能指标、汽车主要性能评价、汽车类型及其发展趋势。
- (3) 汽车的选型与更新 通过对汽车选型、汽车更新等一系列车辆运用问题的系统分析,提出系统决策方法,并进行应用分析。
- (4) 公路网规划 讨论公路网规划方法、公路网评价方法,以山地林道网为特例,系统阐述了山地林道网理论及其应用。

(5) 公路交通运输系统管理 讨论交通运输系统组织管理技术,包括运输生产管理、运输组织管理、交通安全管理等。

(6) 公路交通运输系统与环境的的关系 主要讨论公路交通运输系统对环境的影响,即汽车尾气污染和交通运输噪声等问题。

第二节 交通运输系统的发展历史

交通运输的历史可追溯到人类历史的远古时代,人类开始转入定居生活后,以住地为中心的步行交通的历史就开始了。从住地通往四周的道路也逐渐地固定下来。而后,从自给自足的生活状态发展到物物交换,有了通商走路和运输物资的必要。起初靠人的手提、肩扛来运送物资,后来改为用牲畜驮运,进而由于人类的智慧又发明了运货车辆。随着人类社会的不断进步,运输的方式越来越多,技术越来越先进,其运输规模和运输距离也越来越大越远。纵观世界交通运输系统的发展史,大体可划分为四个阶段:水运阶段,铁路运输阶段,公路、航空和管道运输阶段,以及综合运输阶段。

1. 水运阶段

尽管人类很早就掌握用牲畜或车辆运货的陆地运输方式,然而,要进行较大规模和远距离的运输货物仍有很大的局限性。于是,水运便成为最早开发和利用的大规模远距离运输方式。优越的水上运输条件成为人类文明形成的先决条件之一。尼罗河与埃及文明;两河流域与巴比伦文明;恒河与印度文明;黄河、长江与中国文明;这些无不说明水运对文明兴起的重大作用。至今,水运仍以载量大、耗能少、投资省,以及劳动生产率高的优点,在现代运输中占有重要地位。

2. 铁路运输阶段

1825年,英国修建了斯托克顿至达灵顿世界第一条客货运输铁路,标志着运输业进入以铁路为主导的新阶段,铁路运输以运量大、运输速度快、受气候条件制约小、运输成本较低等优势得以迅速发展。铁路建设的高潮首先出现在工业发达的欧美,到本世纪20年代铁路发展的鼎盛时期,全世界铁路总里程达到127万km,其中美国40.8万km。之后,又扩展到亚洲、非洲和南美洲。铁路运输克服了水运运输速度慢、运输过程中换装倒载环节多、受地理条件和季节气候影响大的局限,曾经在较长的历史时期内成为运输业的主要运输方式。

3. 公路、航空和管道运输阶段

20世纪30年代至50年代是公路迅速发展,并取代铁路运输成为主导运输方式的阶段。随着石油资源的大量开发,汽车技术性能的不断完善,以及公路网的拓展,逐渐显示出汽车运输的机动灵活、深入性和方便性,能实现门到门直达运输,避免中转环节,减少货损货差;运输周转速度快等优点。这些优点正是水运和铁路运输的不足之处,因而从30年代开始公路运输得到迅速发展。至20世纪50年代,全世界公路里程已超过1000万km,汽车拥有量达1亿辆。公路运输的主要缺点是单位运输成本较高;运行的持续性较差;交通事故率比其他运输方式高;耗油量、噪音、废气污染严重;客运的舒适性较差等。

到了20世纪50年代以后,航空运输和管道运输相继得到较大发展。航空运输速度快,机动性大;建设周期短,投资省,回收快;占地少;乘坐舒适安全。但航空运输的成本和运价较高;在一定程度上受气候条件的限制,从而影响准时性;运营技术和设备要求复杂。所以,航空运输

较适合于运距超过 500 km 以上,价值高或时间性强的货物运输。管道运输运量大、占地少;受气候条件的制约小;运输的连续性好,整体性高,便于自动控制;耗能省,运费低;沿程无噪音,漏失污染少,安全性好。因此,特别适合于运输油、气。但管道运输的适运对象单一;运输的机动性差;当输送量降低较大,并超出合理的运营范围时,运输成本明显上升。故管道运输仅适用于单向、定点、量大的特定货物运输。

4. 综合运输系统阶段

20 世纪 50 年代以来,运输业在经历了水运阶段,铁路运输阶段,公路、航空和管道运输阶段的发展后,人们已充分认识到各种运输方式各具优势,也都存在不足。一个地区或一个国家从来没有,也将不会仅靠一种运输方式承担全部的运输工作,而必然有多种运输方式并存。因此,必须综合考虑环境、社会和经济技术条件,通过科学规划,合理地进行水运、铁路、公路、航空和管道运输之间的分工,充分发挥各种运输方式的优势,建立综合运输系统。

纵观运输系统发展的四个阶段,运输系统的发展总是与社会经济系统的发展密切相关。在工业革命以前,社会还处在农业经济阶段,社会化大生产尚未到来,分工与协作还不明显,经济规模较小,以牲畜、人力和水力等自然力为动力的运输方式尚能满足社会经济对交通运输的要求。进入工业革命后,随着社会化大生产的到来和发展,社会经济在领域间或区域间的分工与协作程度越来越高,经济规模也在不断扩大,要求一种运量大、运输成本低、运输周期短、受自然条件制约小的运输方式就显得更为迫切,蒸汽机技术的发明和钢铁工业的发展也使这种新的运输方式的出现成为可能,于是铁路运输成了这一时期的主导运输方式。在完成工业革命进入工业化社会后,第一产业在工业中的比重明显减少,第二产业在工业中的比重明显提高,特别是生产高值工业品和消费品的轻工业在工业中的比重越来越大。因此,所运送货物的平均价值明显增加,而货物的平均体积和重量却减少;货运量的增长速度逐渐减缓,大宗货运量占总运输量的比重下降。由于生产结构、产品结构发生了变化,对运输业提出了迅速、方便、安全等侧重于运输质量的更高要求,客运方面提出了便捷、安全、舒适的高要求。公路、航空和管道运输系统正是在这样的背景下产生和发展起来的。综合运输系统则是后工业化社会的必然产物。综合运输从全社会角度出发,在以最少的人力、物力、财力完成社会对运输的一定要求的情况下,使各种运输方式合理分工、相互配合、协调发展,满足社会可持续发展的需要。

第三节 公路交通运输系统的发展与展望

一、公路交通运输系统的发展过程

最早的道路是在公元前 3 000 多年为运输建造金字塔的材料而修建的大道,大约在公元前 2 000 年修建了巴比伦街道和欧洲琥珀道路。公元前 500 年前后修建的用以连接东西方通商用的丝绸之路,曾对繁荣东西方贸易起到重要的桥梁作用。大约从公元前 700 年至公元前 300 年,古希腊出于军事、通商、宗教等目的,修建了通往神殿的道路。在古代道路中,最有名的是罗马帝国道路。这是罗马帝国为其统治而修建的。据载,当时用很多道路把以罗马为中心的 29 条放射形道路连接起来,而且都是石板路面。

产业革命开始后,道路交通进入了以马车为运输工具的马车交通时代,以前的砂土路被车轮压出很深的车辙,致使路面破坏。作为防治措施,需要铺砌路面。但是它已不同于罗马

帝国时代的石板路面,所设计的路面施工方法都是用碎石,这就是现代路面的开端。碎石路虽然造价高,但是对马车很适合。不但马蹄子不打滑,铁车轮扬起的尘土也少。这些尘土在雨时又填满碎石的空隙,起到了粘结作用。

1892年发明了用汽油的汽车,它的出现,标志着道路交通运输进入了以汽车为运输工具的公路运输阶段。从前的马车依靠畜力,而汽车用机械力,并以内燃机为动力。从这一点来说,这是道路运输史上的一次革命。但是,初期的汽车不仅故障多,性能也差,汽车拥有量少;许多公路实际上是由原来的马车路改建而成的,技术等级低,也未形成网络。这样的状况一直延续到1920年汽车自动生产线发明。从1892年发明汽车到1920年发明汽车自动生产线是公路运输发展的初期阶段。这阶段汽车技术性能和道路质量差、数量少,公路运输还只是水运和铁路运输的辅助方式。

到19世纪20年代,自从美国能大批量地生产廉价的汽车以后,由于提高了车辆性能,降低了运输费,加快了运行速度,作为公路交通运输工具的汽车才获得迅速的发展。到1945年,世界汽车拥有量已超过6000万辆,单美国就有3100万辆。可是,汽车的速度和数量增加以后,以往的碎石路面被汽车交通不断破坏,就难以保持路面的良好状态。因此产生了如何确保路面耐久性以及防尘的问题,这样才有了在碎石上铺沥青材料的施工方法。从此,发展到了现代的沥青路面,这也是混凝土路面的开始。1920—1945年是公路运输发展的中期阶段,这阶段尽管汽车性能和路面质量提高了,但陆地长途运输仍旧由铁路承担,公路运输主要是起与铁路联运的作用。

1945年后,公路运输的发展进入近期阶段。近期阶段的公路运输以大力建设高速公路和发展长途运输为主要特征。1950—1990年,前联邦德国高速公路从2128 km增加到8822 km;1956—1980年,美国平均每年修筑3000 km高速公路;日本从1965年完成第一条高速公路的修建到1988年为止,已有3910 km高速公路。至1984年,全世界已有55个国家和地区(不包括前苏联)拥有高速公路,总里程在13.5万 km以上,其中拥有1000 km以上的国家和地区就有17个。高速公路和以往的普通公路不同,承担着城市间的长途运输任务,发挥了门到门运输的优点,在一定程度上替代了铁路的长途运输功能。

二、我国公路交通运输系统的发展历史与现状

(一)我国公路运输的发展历史与现状

我国公路运输的发展历史可分为3个阶段:

1. 发展初期(20世纪初至40年代末)

早在公元前500年,我国就已经修成了著名的丝绸之路(境内部分)。但进入近代以后,我国公路交通运输系统的发展大大落后于西方工业化国家。我国1901年进口第一辆汽车,1903年修建广西镇南至龙州第一条公路算起,经过半世纪的发展,到1950年,我国汽车拥有量仅为5.01万辆,通车公路里程仅为8.09万 km。我国汽车拥有量和通车公路里程分别只占世界总量的0.05%和0.8%。

2. 低速增长期(50年代初至80年代末)

50年代初开始,我国的公路交通运输事业有了很大发展。至1990年底,全国公路里程已达102万 km,基本形成遍及全国的公路运输网。除青藏高原的1个县城以外,全国其他所有县均已通车,90%的乡和2/3的村镇通了公路。我国的主要干线公路,即由首都北京连接各省、

市、自治区的政治经济中心和通往各大港口、铁路干线枢纽以及重要工农业基地的干线公路有 70 多条,总长度在 11 万 km 以上。其中有以北京为中心的放射线 12 条,长度约 2.3 万 km;南北纵线 28 条,长度约 3.8 万 km;东西横线 32 条,长度约 4.7 万 km。截止到 1989 年,我国的民用汽车拥有量达到 550 万辆,公路客运周转量达 2 662 亿人 km,货运周转量达 3 375 亿 t·km。表 1-1 是我国 1950 年至 1999 年全国公路总里程的增长情况。全国公路总里程的增长表现为较高的增长率、较低的里程增量,这跟我国的公路里程基数少有关。正由于此,与发达国家相比,我国公路运输的落后状况仍未彻底改变。

表 1-1 我国历年公路里程与密度增长统计

年份	里程(万 km)	密度 (km/km ²)	里程增量(万 km)	平均年增长率(%)
1952	9.50	0.010	—	—
1957	14.41	0.015	4.91	0.98
1962	46.35	0.048	31.94	6.39
1965	51.45	0.054	5.10	1.70
1970	63.67	0.066	12.22	2.44
1975	78.36	0.082	14.69	2.94
1980	88.33	0.092	9.97	1.99
1985	94.24	0.098	5.91	1.18
1990	102.83	0.107	8.59	1.72
1995	115.70	0.121	12.87	2.57
1998	127.85	0.133	12.15	4.05

资料来源:《中国统计年鉴(1999)》

3. 快速增长期(90 年代以后)

进入 90 年代以来,我国各地兴起了公路建设的新高潮,公路里程迅速增长,等级迅速提高。1988 年 10 月 31 日上海—嘉定 18.5 km 的高速公路建成通车,标志着中国大陆高速公路通车里程实现零的突破,更是标志着我国公路建设已跨入新的历史阶段。十余年来,我国高速公路建设按照“统筹规划,条块结合,分层负责,联合建设”的方针,逐步实行了“国家投资,地方筹资,社会集资,利用外资”和“贷款修路,收费还贷,滚动发展”的投资政策,高速公路的建设速度、工程质量和发展水平取得了很大的进步,截至 1997 年,全国高速公路通车里程达 4 735 km。根据建设国道主干道公路系统的设想,即用几个五年计划的时间建成约 3.5 万 km,以汽车专用公路为基础的国道主干道系统,并与我国现有的 100 多万 km 的公路相连接,初步形成较发达的公路网,以适应经济发展的需要。经过近年来的快速发展,我国公路总里程在国际上已仅次于美国,但公路网密度依然很低,技术等级也较差。表 1-2 是 1997 年我国与发达国家公路规模和构成的对比。

表 1-2 我国与发达国家公路规模和构成比较

国家	公路总里程 (万 km)	密度 (km/km ²)	国道公路 (万 km)	高速公路 (km)	其它 (万 km)	高速公路密度 (km/万 km ²)
美国	623.56	0.67	55.80	88 500	558.91	94.50
加拿大	93.60	0.09	24.90	19 000	66.80	19.10
德国	63.98	1.85	4.17	11 200	58.69	323.30
法国	81.25	1.47	2.86	9 140	77.48	165.90
意大利	30.54	1.01	4.65	8 860	25.00	294.10
日本	113.75	3.01	5.75	5 860	107.41	155.10
中国	115.70	0.12	11.04	4 735	104.19	4.90
英国	36.45	1.58	1.54	3 200	34.59	139.10
澳大利亚	86.40	0.11	4.63	1 160	81.65	1.50

(二)我国公路运输存在的问题与展望

与发达国家的公路运输系统相比,我国公路交通运输系统的差距主要表现在以下 6 个方面。

1. 公路网的数量不足

目前全国还有 1 个县、5 000 多个乡、20 多万个村未通公路,它们绝大多数地处边远山区,交通闭塞,经济基础差,生活比较贫困,与发达国家相比更是相差甚远。我国目前公路网的密度仅为 0.1 km/km²,远低于发达国家 0.84 km/km²(1995 年)的平均水平。

2. 公路网的质量差

在我国现有 100 多万 km 的公路中,国道仅占总里程的 9.54%(1997 年),高速公路的比例就更少,只有 0.41%。绝大部分为简易黑色路面或碎石路,其中 60%以上已超过使用期限,有待修复。

3. 公路网布局不合理

原有公路建设缺少整体规划和优化,大多以省(市)行政区为中心,偏重于自成体系,不适应横向联系的需要。就全国的公路布局分析,沿海地区的公路网密度高于内地,公路网密度分布不均,加重了经济发展的不平衡。

4. 公路抵御自然灾害的能力低

许多公路路段在设计和施工中就没有很好解决防自然灾害的问题,以至于修竣投入使用后,各种路毁现象频繁发生,给经济带来巨大的损失。

5. 汽车吨位构成不合理

表 1-3 为部分发达国家和我国汽车吨位构成统计。发达国家公路货运汽车已向大型化和小型化两端发展,中型车的比重低且呈下降趋势。我国的公路货运汽车的吨位构成不合理,缺重少轻,中型车比重明显过大。近年来,我国汽车生产正努力向大型化和小型化两端发展,近期目标是重型产量将占 15%,轻型车占 50%,中型车占 35%。

表 1-3 汽车吨位构成比较

国 别	大型车	中型车	小型车
美 国	13.8	2.3	84.9
日 本	7.0	5.1	87.9
西 欧	8.8	17.4	73.8
中 国	10.0	60.0	30.0

注：载量 8 t 以上的汽车为大型车，2 t 以下的为小型车，其余为中型车。

6. 运输组织形式和管理技术落后

许多发达国家，公路运输业取得了从分散经营走向联合经营实行统一管理的发展趋势，都有明显的经济效益。图 1-2 为我国民用汽车拥有量构成情况变化。目前我国社会车辆过多，占全国民用汽车的 90% 以上，这些社会车辆分散在全国几十万个机关、企事业单位和私人企业中，车辆保养条件差，经营管理水平低，车辆使用效率低，运输成本高，造成极大的运力浪费。

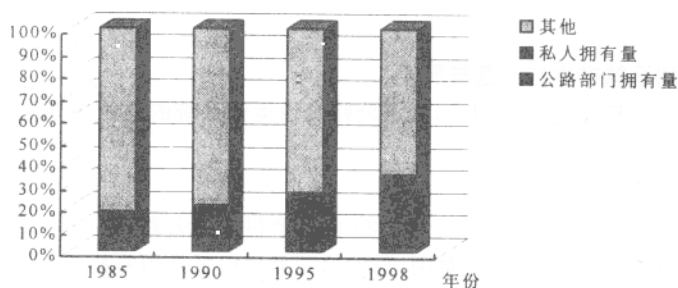


图 1-2 我国民用汽车拥有量构成情况变化

(根据《中国统计年鉴(1999)》整理)

空间信息技术、现代通信技术与管理信息系统等现代技术在发达国家已广泛应用在车辆调度、生产管理、财务管理、人事管理中。近年来，美国研究和开发出“智能运输系统”，它把信息技术、数据通信传输技术、电子控制技术及管理信息系统等综合应用于整个地面运输管理体系，建立起一种实时、准确、高效的公路交通运输管理系统。所有这些技术有力促进了运输效率和效益的提高。

三、公路交通运输的发展趋势

纵观国内外公路运输业的发展历史，虽然目前各国的发展水平有差距，发达程度有高低，但其发展的规律是基本一致的，都在用更短的时间、更低的费用、更少的环境破坏获取人类发展对空间位移需要的方向上努力，公路运输业的发展有如下趋势：

1. 专业化

专业化是效率的前提，是至今为止人类发展生产力的一大旋律。这一旋律在运输业主要体现在两个方面，一是运输工具专用化，二是运输企业专业化。运输工具专用化是以运输工具为主体的运输对象专门化，早期表现为客货混载到客货分载，即旅客运输工具与货物运输工具的