

高等院校交通运输工程专业试用教材

交通运输工程

冯树民 编

知识产权出版社

高等院校交通运输工程专业试用教材

交通运输工程

冯树民 编

知识产权出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

交通运输工程/冯树民编. —北京: 知识产权出版社, 2004

ISBN 7-80198-128-6

I. 交… II. 冯… III. 交通工程学 IV. U

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 099865 号

本书介绍了交通运输系统的基本概念及发展趋势, 交通运输系统规划的基本步骤及交通需求预测方法。概括介绍了铁路、道路、水路、航空及管道五种现代化基本运输系统的基本知识、基本概念和基本原理; 各种运输工作的组织管理和方法; 综合运输体系的基本概念及组织方法。

本书可供交通运输、交通工程等专业相关师生教学与研究参考, 也可供交通运输规划与管理等方面的工程技术人员学习参考。

本书的所有版权受到保护, 未经出版者书面许可, 任何人不得以任何方式和方法复制抄袭本书的任何部分, 违者皆须承担全部民事责任及刑事责任。

高等院校交通运输工程专业试用教材

交通运输工程

冯树民 编

责任编辑: 陆彩云 责任校对: 韩秀天

装帧设计: 段维东 责任出版: 杨宝林

知识产权出版社出版、发行

地址: 北京市海淀区马甸南村 1 号

通信地址: 北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 邮编: 100088

网址: <http://www.cnipr.com>

(010) 82000893 (010) 82000860 转 8101 (010) 82000860 转 8140

北京白帆印务有限公司印刷

新华书店经销

2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第一次印刷

787mm × 1092mm 1/16 印张: 14 字数: 353 千字

印数 1~5 000 册

ISBN 7-80198-128-6/T·131

定 价: 23.00 元

如有印装质量问题, 本社负责调换。

前 言

交通运输是人类社会生产、经济、生活中一个不可缺少的重要环节，交通运输应满足工农业生产和人民生活的需要，是保证人们在政治、经济、文化、军事等方面联系交往的手段，同时也是衔接生产和消费的一个重要环节。现代化交通运输主要包括铁路、道路、水路、航空和管道五种运输方式，各有其不同的技术经济特征与使用范围。必须综合协调发展，充分发挥各种运输方式的优势，扬长避短，才能最大限度地节省运输建设投资和运输费用，而且为各种方式的加速发展，不断更新技术和提高服务质量提供条件。

本书是在编者课程讲授基础上，结合从事交通运输研究工作的实践经验，紧密联系交通运输学科的发展编写的。主要目的是使读者概括了解铁路、道路、水路、航空及管道五种现代化基本运输系统的基本知识、基本概念和基本原理；了解各种交通运输之间的关系以及国内外交通运输发展的新技术、新趋势；概括了解各种运输工作的组织管理，掌握其原理和方法；了解综合运输体系的基本概念及组织方法。

本书力求文字简明扼要，着重讲清有关的基本知识、基本概念和基本原理，使它成为具有科普知识的书籍，帮助读者对交通运输有一个较全面系统的了解。

恩师陈洪仁先生对本书进行了精心的修改，提供了许多宝贵的资料和意见，在此表示由衷的谢意。

在本书编写过程中，江西省城乡规划设计研究院的邹成伟所长给予了很大帮助，对其许多问题提出了宝贵意见，并参与了部分章节的资料整理工作；曲广妍硕士对本书的文字及图片进行了整理；刘翠硕士参与了本书的校对工作。在此，对上述同志的工作表示衷心的感谢。

由于本书的内容较广，涉及多个专业，限于编者的水平，书中如有不妥之处，敬请读者批评指正。

编者

2004年9月于哈尔滨工业大学

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 交通运输	(1)
第二节 世界交通运输的发展	(4)
第三节 中国交通运输系统的概况	(8)
第四节 交通运输系统的技术经济特性及适用条件	(12)
第二章 交通运输系统规划	(15)
第一节 规划的特点、方法和步骤	(15)
第二节 土地利用与交通运输	(20)
第三节 需求分析与预测	(22)
第四节 规划方案评价	(30)
第三章 铁路运输系统	(33)
第一节 铁路运输系统的发展及特点	(33)
第二节 铁路机车和车辆设备	(37)
第三节 铁路车站及枢纽	(41)
第四节 铁路线路	(44)
第五节 铁路信号设备	(51)
第六节 铁路运输组织	(59)
第七节 高速铁路	(69)
第八节 城市轨道交通	(76)
第四章 道路运输系统	(97)
第一节 道路运输系统的发展及其特征	(97)
第二节 道路运输线路	(102)
第三节 汽车	(117)
第四节 公路运输组织与管理	(120)
第五节 城市公共客运系统及其运行组织	(131)
第五章 水路运输系统	(135)
第一节 水路运输系统的发展及其特性	(135)
第二节 船舶	(139)
第三节 港口	(141)
第四节 航道与航标	(145)
第五节 水路运输的组织	(149)
第六章 航空运输系统	(159)
第一节 航空运输系统的发展及其特性	(159)

第二节	飞机特性	(161)
第三节	航空港	(164)
第四节	航空运输的组织与管理	(171)
第七章	管道运输系统	(183)
第一节	管道运输系统的发展及其特性	(183)
第二节	管道运输系统的分类及其基本组成	(185)
第三节	管道输油(气)工艺	(188)
第四节	管道生产管理	(191)
第八章	综合运输系统	(194)
第一节	综合交通运输体系的概念	(194)
第二节	综合运输系统构成	(196)
第三节	各种运输方式的合理配置与分工协调	(201)
第四节	多式联运	(207)
参考文献		(217)

第一章 概 述

第一节 交通运输

一、交通与运输

交通是指运输工具在运输网络上的流动，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。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，而与运输工具上所运载人员、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和物资的多少及位移的距离，而并不关心使用何种运输工具和运输方式。交通量与运输量这两项指标的概念最能说明这一点。例如，在公路运输中，公路交通量是指单位时间内（例如1昼夜或1小时）通过某道路断面的车辆数，与运输对象无关，若说某断面的昼夜交通量是5000辆车，这5000辆车都是空车或都是重车，或空车重车都有，都不会使交通量有任何改变。运输量则不同，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，如果运输对象每辆载运的数量不同，所产生的总运输量也会出现不同的情况。在铁路运输中，行车量与运输量的关系也是如此。

交通与运输反映的是同一事物的两个方面，或者说是同一过程的两个方面。同一过程是指运输工具在运输网络上的流动过程；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，交通的过程同时就是运输的过程。因此，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。

根据对交通与运输意义及两者关系的分析，可以将交通运输这一概念的意义概括为运输工具在运输网络上的流动和运输工具上载运的人员与物资在两地之间位移这一经济活动的总称。交通运输的研究是探讨通过交通工具在运输网络上的流动，如何将人和物迅速、安全、经济、便利、准时地从甲地运到乙地，以创造空间效用和时间效用。

二、交通运输系统的组成

交通运输系统是指国民经济体系中的运输能量，由铁路、道路、航空、水运和管道五种基本方式，以及仓储公司、旅行社、邮政包裹服务、联运公司和运输承包公司等多种运输代理商组成（见图1-1）。

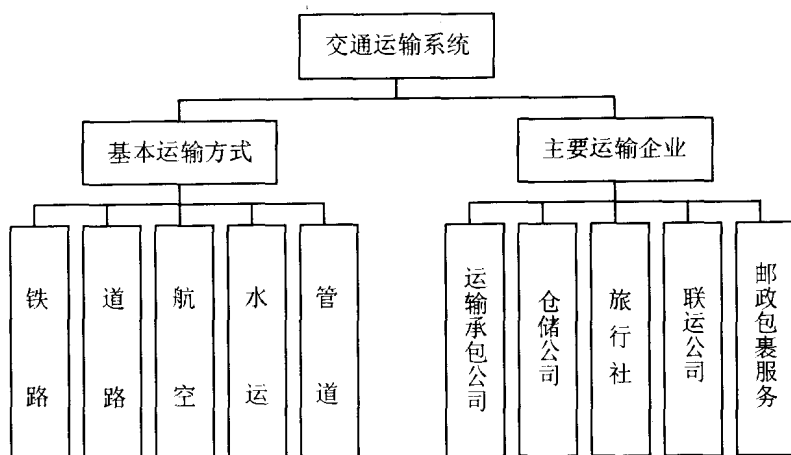


图 1-1 交通运输系统图

本书所介绍的交通运输系统是指五种基本运输系统及由多种运输方式所组成的综合运输系统。一个交通运输系统主要由下列四个基本部分组成：

- (1) 运载工具——如火车、汽车、船舶、飞机等，用以装载所运送的旅客和货物；
- (2) 站场——如火车站、汽车站、机场、港口等，作为运输的起点、中转点和终点，以供旅客和货物从运载工具上下和装卸；
- (3) 线路——如铁路、道路、河道、航路等，作为运输的通道，供运载工具由一个站场点行驶到另一个站场点；
- (4) 控制和管理系统——保证运载工具在线路上安全和有效率地运行而设置的各种监视、控制和管理装置和设施，如各种信号、标志、通信、导航及规则等，还包括为运输提供服务的各类人员。

三、交通运输的意义

交通运输是文明社会从混乱走向有序所需要的工具之一，它深入到人类生存的方方面面。从经济、环境、社会和政治各个方面来看，交通运输无疑是世界上最重要的行业。要是没有交通运输，小到不可能经营一家杂货铺，大到不可能打赢一场战争。因此，经常有人将交通运输对国家的功能与重要性，比喻为人体的血管，是人体输送养分、保存活力与维持生命的管道。

(一) 交通运输的经济意义

通过交通运输，可以改变商品的空间位置，创造商品的空间价值；可以保证商品在需用的时间送到适当的地点，从而创造商品的时间价值。交通运输有助于降低生产成本、降低产品价格、减轻消费者的负担、提高土地价值及利于国土开发。

良好的运输条件能促进生产要素的流动，便于形成规模经济和提高效率，从而刺激经济的增长；良好的运输条件能扩大消费和产品的范围及帮助企业获取更多资源；良好的运输条件还能使厂家扩展其产品销售的地区范围，由此而促成地区专业分工和规模经济，使消费者能有更宽广的机会来选择价廉物美的商品。

(二) 交通运输的国家意义

交通运输使人们得以便利地往来接触，促进相互间的沟通与了解，并促进科学文化的

发展，这都是一个国家各民族团结与发展的必要条件。

国防是维护国家生存所不能缺少的重要环节，即使在平时时期，也应该保持足以防卫国家安全的国防力量，而交通运输正是这种力量中非常重要的组成部分。优良的交通运输系统，使人员物资能快速集中流动，是克敌致胜的重要因素。

（三）交通运输的社会意义

交通运输业的发展将为社会提供就业机会，并进而促进旅游的发展。交通运输系统的作用涉及社会生活的各个方面。例如，运输设施所在地对周围的社区就有明显的影响，铁路和高速公路割裂了乡镇和邻里的关系，而公路交叉枢纽点则成为制造业和零售、批发商的选址目标。一个地区或城市的地位和声望常常取决于它是否具备交通运输中心的条件。

（四）交通运输的政治意义

交通运输系统的建设和维护要依靠政府。设计合理的线路，筹措铁路、公路建设的费用，以及发展港口和航道等，都需要政府的参与。要确保国家的统一协调，也需要有完善的运输系统，这是指运输网络要保证政府领导能便捷地和他们所管辖的人民接近和交流。当客货运输系统的成本过高，主要使用群体难以承担时，政府有责任进行资助。政府还要制定各种规章制度，使用户能有在竞争环境中进行选择的机会。

（五）交通运输对环境的影响

交通运输的重大经济意义及国家、社会和政治意义，并不是不要代价的。交通运输对环境所造成的污染和自然资源的消耗正是这种代价的重要部分。交通运输与环境问题是指交通运输给环境带来的影响，如汽车、火车、飞机、轮船等运输工具的排气对大气的污染、噪声和振动，船舶排水和事故造成的水域污染，水陆运输线路和运输设施对环境诸因素的影响等。在交通运输对环境的影响中，有益的甚少，有害的却很多。这些有害影响构成了交通公害。交通公害主要有以下几个方面：

1. 大气污染

大气中由于空气以外的物质对人类健康和生活环境造成危害的状态叫大气污染。汽车、火车、飞机、船舶等运输工具的排气中有许多有害成分，严重地污染大气，给广大人民的健康和正常生活带来极大的危害。空气污染物中，很大一部分来自汽车，特别是汽油车。飞机、铁路机车和船舶的污染影响很小。

2. 交通噪声

噪声即吵闹之声或嘈杂之声，是所有不愉快声音的统称。它会使人或动物感到痛苦，同时也伤害听觉系统。交通噪声主要由飞机、火车、轮船和公路机动车等运输工具产生。在城市中，交通噪声主要由汽车产生。

道路机动车的交通噪声由多个噪声源产生，包括发动机、轮胎、排气、吸气和喇叭声。机动车在发动时，由于发动机的旋转数增加，所产生的噪声也随之增加。轮船和火车的汽笛发出非常刺耳的噪声。在架空铁道下听到的电气火车的噪声也高达 100dB (A)。喷气式飞机起飞时的噪声也可达 65 ~ 95 dB (A)。

3. 交通振动

由于机动车和火车运行而引起的地面振动，称为交通振动。交通振动是由于地面不平、轨道有接缝，运输工具运行时冲击地面或轨道而发生的，它沿着地面有衰减地向四周传播。

4. 交通水体污染

交通水体污染源主要是船舶的排污水、油轮的漏油和事故，其次是港区排到水域内的工业废水和生活污水。在内河污染的情况下，一段河流受到污染，可以影响到整个河道的生态环境；同时河水中的污染物还可以通过饮水、食物链和河水灌溉的农产品危害动物和人类的身体健康。污染的海水被水生物浓集后，通过海生食物链来影响人体的健康。

此外，交通公害还有危险品运输事故产生的土壤污染、环卫运输和牲畜运输中恶臭、核动力运输工具造成的放射性的辐射等。

交通运输最令人伤脑筋的还是发生人身伤亡事故的问题。近年来，交通运输事故状况有所缓解，这是由于加强了执照管理和采用了更加可靠的车辆设计。但在货运安全方面的发展趋势仍不好，铁路运输事故、漏油和运输过程中气体爆炸的威胁增加了，随着运输商品的种类增加，数量增大，这一问题更需要引起重视。

第二节 世界交通运输的发展

一、世界交通运输的发展阶段

运输是人类获取食物、衣服、居室材料、器具以及武器的手段，运输发展的历史与人类文明的发展史相始末。早期的人类，在进入文明时期之前，系以其本身作为运输的工具，即以肩扛、背驮或以头顶作为运输方式。其后，随着时间的推移，方知驯养牛、马、骆驼、狗、象等动物驮运或拉曳重物以减轻人类本身的负担，并增进运输的数量。其后则更进而有马鞍、牛轭等器具的发明，因之能充分利用动物的力量以增进运输的效能，使运输的发展进入文明时代。至轮轴的发明，车辆的出现则更是揭开了现代陆路运输发展的序幕。

在水运方面，木筏是早期人类使用的工具。由此可知，人类从一开始就知道水路是最方便的运输方式，而木头的浮力可以为运输所用。美洲的印地安人与北美的爱斯基摩人甚至知道挖空木头可以增加浮力道理，因而曾发展过十分精良的独木舟作为水上运输工具。在中国的周朝或其前，就已出现了独木舟；春秋时期的吴国已能制造出乘载 92 人的中型木船；到了汉武帝刘彻时期，还建造了能乘载千余人的大木船。尔后，人类又知道在舟、筏之上，装架动物的皮可以利用风力作为航行之助，这是帆船的前身。简言之，在文明之初始之际，人类已制造出简单的车辆与帆船作为陆上与水上交通工具，并在中国修建了历史上最早的大运河，改善了航路。

进入文明时期之后，帆船首先获得改良。船帆改用编织物制造，船身也有了较佳的设备；在船身之下还有骨架结构作为支撑。同时，船具的装置方法也有了改进。到了希腊罗马时代，帆船在性能与尺寸方面都有了更进一步的发展，罗马的运货船可以装载 400t 以上货物，自埃及的尼罗河谷远航至罗马。陆路运输方面，我国在秦朝就已自国都咸阳铺设驿道通达各地。在欧洲，罗马人也有极为重要的贡献，他们广铺道路，其范围不仅限于意大利境内，甚至连西欧、小亚细亚以及北非都有他们铺设的道路系统。此外，他们发明了可使四轮马车回转的前轴及车把，藉以发展了他们的马车运输。

总之，在文明时代的早期，人类的货物运输及贸易系利用帆船、固定车轴的简陋车辆及骆驼商队而进行；人员的运输方式则以骑乘动物为主。遇有战争，在陆上使用战车，海

上则使用有桨帆船的战舰作为战争工具。

及至进入中世纪,一般说来运输工具并无大的改进。其中值得一提的是10世纪中马颈项圈的发明,后来证实它较之先前惯用的木轭,更能充分利用牛、马的力量以为运输之用。海运方面,最重要的发明则是罗盘。在罗盘未发明之前,无论是中国人、埃及人,还是希腊人、罗马人都只能在近海之内沿海岸线航行,才能把握方位。虽然当时也有天测航法,但这一方法在天空布有乌云时便失去效用,因而并不可靠。罗盘发明之后,人类海上运输的时代才算真正开始。

进入近代以后,机械化运输开始出现。但在18世纪之前,受道路路面崎岖不平的影响,二轮马车仍然是当时最主要的陆上运输工具。到了18世纪中叶,道路改进了,四轮马车才成为陆上运输的重要工具。

纵观交通运输业的发展史,在历史上的各个时期,虽然有所侧重,但都是几种运输方式同时并存的。从世界范围内交通运输业发展的侧重点和起主导作用的角度考察,可以将交通运输业的发展划分为四个阶段:即水运阶段,铁路阶段,铁路、公路、航空和管道运输阶段以及综合发展阶段。

第一个阶段是水运阶段。水上运输既是一种古老的运输方式,又是一种现代化的运输方式。在出现铁路以前,水上运输同以人力、畜力为动力的陆上运输工具相比,无论运输能力、运输成本和方便程度等方面,都处于优越的地位。在历史上水运的发展对工业布局的影响很大。海上运输还具有其独特的地位,几乎是不能被其它运输方式替代。

1825年,英国在斯托克顿至达灵顿修建世界第一条铁路并投入公共客货运输,该铁路全长43.5km,轨距为1435mm。从此,标志着铁路时代的开始。由于铁路能够快速、大容量地运输旅客和货物,因而极大地改变了陆上运输的面貌,为工农业的发展提供了新的、强有力的交通运输方式。从此,工业布局摆脱了对水上运输的依赖,在内陆腹地加速了工农业的发展。

20世纪30~50年代,道路、航空和管道运输相继发展,与铁路运输进行了激烈的竞争。就道路运输来说,由于汽车工业的发展和道路网的扩大,使道路运输能充分发挥其机动灵活、迅速方便的优势。工业的发展和科学技术的进步,促使人们的价值观念发生改变,航空运输在速度上的优势,不仅在长途旅客运输方面占有重要的地位,而且在货运方面也发展很快,这三种运输方式发挥的作用显著上升,铁路、道路、航空和管道同时竞争成为交通运输发展第三个阶段的特征。

20世纪50年代,人们开始认识到在交通运输的发展过程中,铁路、水运、道路、航空和管道这五种运输方式是相互协调、竞争和制约的。因此,需要进行综合考虑,协调各种运输方式之间的关系,构成一个现代化的综合运输体系。综合发展阶段的重点之一是在整体上合理进行铁路、水运、道路、航空和管道运输之间的分工,发挥各种运输方式的优势。调整交通运输的布局和提高交通运输的质量则成为综合发展阶段的主要趋势。

二、水路运输的发展

1765年,詹姆士·瓦特发明的蒸汽机于19世纪初被应用于水路运输,从此开始了海上运输的机械化时代。1807年,富尔敦将他所发明的汽船“克莱蒙脱”号展示于哈德逊河,证明了使用蒸汽机的汽船可以在海上及河上航行。至1833年,一艘名叫“皇家威廉”号的加拿大汽船首次横渡了大西洋。其后的50年内,汽船的发展一日千里。船身由

木制变成铁造，然后又变成钢制；早期的边轮推进器于 19 世纪中叶被螺旋桨推进器所取代，1854 年、1897 年的两年里第一个复合往复式蒸汽机及蒸汽涡轮先后均由英国人首次成功地应用于轮船上。进入 20 世纪后，蒸汽涡轮取代了蒸汽机，先由客轮开始，然后又用于货轮。

三、铁路运输的发展

17 世纪前后，英国的煤矿开始用木轨和有轮缘车轮的车辆运送煤和矿石。后因为木轮在行驶中受路面铺板磨损严重，改用铁车轮。可是铁车轮又损伤铺板，所以又把铺板改为铁板，而后又发展成棒形，这就是最初的铁轨。1776 年，英国的雷诺兹首次制成凹形铁轨。1789 年，英国的杰索普提出在车轮上装上轮缘的方案，这样就用不着防备脱轨的铁轨凸缘了。这时的铁轨形状已接近 I 字形。

促使铁路获得巨大发展的是蒸汽机的发明和锻铁铁轨的出现。1804 年，英国的特里维西克制成了牵引货车在铁轨上行驶的机车。1825 年，英国的乔治·斯蒂芬森在斯克顿和达林顿之间铺设了世界上第一条客货两用的公共铁路。1830 年英国开始用双头轨。1831 年，美国人设计了现在使用的平底铁轨，并在英国首次制造。到了 1855 年，已经能用钢来制造钢轨了，其形状和长度与现在的钢轨相似，它对铁路的发展起到了很大作用。

到了 19 世纪，英国、美国和西欧各国都进入了铁路建设高潮，横贯美国大陆的铁路就是在这个时期建成的。这种形势也影响着其他一些国家，到 19 世纪后半期，已扩展到非洲、南美洲和亚洲各国。从此，铁路成了陆地交通的主要工具。但美国早期的铁路运输，由于铁道不长且资本金不足，只起到弥补水运不足的作用，直到 1850 年左右，美国人才清楚地意识到惟有铁路运输才能促成在美国开发无穷无尽的资源。其后他们广借外债，致力于铁路的兴建。40 年后，全美国境内，由东到西、由南到北，已为铁路网所密布。

在二战以前，蒸汽机车在马力与效能两方面都有长足的进步，直到战后才被柴油动力所取代。但除了内燃机车外，铁路的发展还受自动车钩、空气制动机及标准轨距采用等因素的影响。进入 20 世纪后，铁路运输所完成的改进，包括焊接的无缝钢轨、机械化养路装置、电子中央控制系统、闭塞信号系统以及自动化的列车控制系统等。尽管有了这一系列技术上的重大进步，自一战之后，铁路运输还是无法避免来自小汽车与货车的道路运输的激烈竞争。

为提高与公路运输竞争的优势，在长途城际铁路旅客运输方面，1964 年，日本首先推出了运行速度最高达 200km/h 以上的高速铁路系统新干线高速铁路，当时的东海道新干线最高速度为 210km/h。随着高速铁路网的扩展，列车时速随后又提高到 300km/h。法国 TGV 是欧洲最先发展的高速铁路系统，由 1981 年起陆续改进，至今第二代 TGV 车速可达 310km/h，而实际最高运行速度已达 300km/h。联邦德国铁路在 1988 年开始了高速铁路系统的运营，目前运行速度为 250~280km/h。此外，西班牙、意大利等国也相继建成了部分高速铁路系统。在大、中城市，轨道交通系统被公认是解决城市交通问题最现代化、最有效的运输方式之一。

四、道路运输的发展

汽油发动机使用于道路车辆首先由德国人戴姆勒于 1887 年尝试成功。大约 8 年之后，

美国开始发展汽车。其后若干年世界各先进国家的汽车运输，因道路缺乏坚固路面而停滞不前。但由于汽车的便利，时至今日，世界上各先进国家均建有巨大的、经过改造的公路系统，其中还包括超级高速公路，使得载货汽车、拖车能够运送大量的货物，而每日利用小汽车或大客车旅行的旅客，为数以千万、百万计。

五、航空运输的发展

在古代，人们曾尝试过模仿鸟类飞行，但是很难。最先把这一梦想变成现实的是1782年法国的蒙高菲亚兄弟。他们把燃烧羊毛和稻草、麦秆时产生的轻气体充进球形的袋子里当作气球飞了起来。1783年，人类第一次成功地搭乘气球在巴黎郊外飞行了约10km。

法国的吉法尔在1852年研制了功率大、质量轻、可装在气球上的蒸汽机，往指定方向飞行得以成功。这就是最初的飞艇。

德国的利林塔尔研究了利用翼的升力在空中自由操纵的问题。根据对翼的正确认识，进而想到用重力和风力作动力，在1850年发明了没有发动机的飞机，这就是最初的滑翔机。

美国的莱特兄弟用双翼滑翔机实现了飞行的稳定性和操纵性，积累了充足的飞行经验，并研制成功了可装在滑翔机上的轻型汽油发动机。1903年，第一次实现了用螺旋桨作动力的飞行，这就是飞机的雏型。此后，飞机不断改进，1914年，在美国首次开辟了从坦帕到圣彼得斯堡的定期航班。在第一次世界大战后的1919年，又开设了从伦敦到巴黎的定期航班。另一方面，飞机以及飞机用的航空发动机的不断改进和完善，提高了运载能力、航程和速度，也推进了形成世界范围航空网的过程。

第二次世界大战后，由于在战争中军用飞机的发展，民航机也广泛采用了航程大的四发动机飞机。从而使横跨大西洋和太平洋的航线愈加活跃，而且又开辟了从欧洲通过亚洲大陆南部沿岸直达远东的新航线。1959年，随着喷气式客机的航行，又出现了从欧洲经过北极飞往远东的航线，这就大幅度地缩短了飞行时间。1967年，又开辟了从欧洲飞过西伯利亚到远东这条最短距离的航线。航空港的建设、大型喷气客机的就航和飞行技术的发展，对民航事业的发展起了很大作用。

六、管道运输的发展

管道运输是历史最短的一种运输方式。在美国人开发宾夕法尼亚州油田之后不久，人们才于1865年开始利用管道来送石油。但在此后50年间，美国油管运输的发展非常缓慢，主要是由于它的发展与铁路运输企业，以及载货汽车业的利益相冲突，因此铁路运输企业不允许人们在铁道之下埋设油管。在进入本世纪之后，由于大量油田的发现，油管运输才成为一种重要的运输方式。此外，管道运输的发展也与汽车的普遍化和内燃机的发展有密切的关系。从1971年后，油管运输的货物已不限于原油以及汽油等油类产品，甚至可采用煤浆管道来运送煤炭或石灰。

至于油管本身的发展，最早期所用的油管都是口径小、管壁厚的重铁管，它的缺点是容易腐蚀或破裂。二次世界大战后，以改用大口径、薄管壁的轻管为实验，结果证实了轻管的实用性，因此使油管运输的输油量大大地增加。另一方面，压油技术也日新月异，早期所用的蒸汽推动的往复式压油机，后来改成柴油发动机推动的压油机。二次大战以后，

更采用可以遥控的，由电力推动的离心式压油机，不但节省了人力，同时也减少了管道上的加压站数目。

第三节 中国交通运输系统的概况

一、铁路运输系统

2002 年底，中国铁路已覆盖除西藏自治区外的各省、自治区、直辖市，营业里程 71 898km，居亚洲第一位。由京沪、京哈、沿海、京九、京广、大湛、包柳、兰昆“八纵”和京兰（藏）、煤运北、煤运南、陆桥、宁西、沿江、沪昆（成）、西南出海“八横”组成的“八纵八横”铁路运输通道基本形成。一个横贯东西、沟通南北、干支结合的具有相当规模的铁路运输网络已经形成并逐步趋于完善。

国家铁路（不包括合资铁路和地方铁路，本栏目以下诸条目皆同）营业里程 59 530.0km，双线及双线以上线路营业里程 23 057.9km；电气化线路营业里程 17 409.2km，内燃牵引线路营业里程 42 120.8km；调度集中线路营业里程 1 400.6km，自动闭塞线路营业里程 20 681.8km，半自动闭塞线路营业里程 39 990.4km；正式营业线路营业里程中，准轨 53 751.9km，宽轨 9.4km，窄轨 660.8km，重载铁路营业里程 5 355.6km，准高速铁路营业里程 540.6km，快速铁路营业里程 6 295.2km。

国家铁路机车拥有量 15 159 台，蒸汽机车拥有量 109 台，内燃机车拥有量 10 752 台，电力机车拥有量 4 298 台。国家铁路客车拥有量 37 942 辆，其中，软卧车 2 421 辆，硬卧车 11 738 辆，软座车 676 辆，硬座车 17 148 辆。国家铁路货车拥有量（不包括淘汰车）446 707 辆，其中，60t 及以上货车 372 747 辆。国家铁路集装箱保有量 662 622 箱，其中，1 吨箱 422 260 箱，5 吨箱年内全部报废，10 吨箱 109 264 箱，20 英尺箱 124 922 箱，40 英尺箱和 50 英尺箱合计 6 176 箱。

国家铁路车站 5 752 个，其中特等站 51 个、一等站 209 个、二等站 313 个、三等站 826 个；电气集中车站 5 278 个。

二、道路运输系统

2002 年底，全国公路总里程达到 176.5 万 km，全国公路总里程中，国道里程有 125 003km、省道 216 249km、县道 471 239km、乡道 865 635km、专用公路 87 096km，分别占公路总里程的 7.1%、12.2%、26.7%、49.0% 和 5.0%。

2002 年底，全国等级公路里程 138.29 万 km，占公路总里程的 78.3%。其中二级及二级以上高等级公路里程 24.97 万 km，占公路总里程的 14.1%。按公路技术等级分组，各等级公路里程分别为：高速公路 25 130km、一级公路 27 468km、二级公路 197 143km、三级公路 315 141km、四级公路 818 044km，等外路 382 296km。全国有路面公路里程 160.18 万 km，占总里程的 90.7%。其中高级、次高级路面里程 72.19 万 km，占总里程的 40.9%。按公路路面等级分组，各等级路面里程分别为：高级路面 288 644km、次高级路面 433 244km、中级路面 437 581km、低级路面 442 321km，无路面里程 163 432km。

2002 年底，全国县道、乡道里程达到 133.69 万 km。全国公路密度为 18.4km/百

km²。全国通公路的乡（镇）占全国乡（镇）总数的 99.5%；通公路的行政村占全国行政村总数的 92.3%。

2002 年底，全国在运管部门登记注册的公路运输汽车达 826.3 万辆。其中载客汽车 289.6 万辆、2 972.3 万客位；载货汽车 536.8 万辆、1808.4 万吨位。全国拥有大型运输客车 16.1 万辆；大型普通运输货车 183.5 万辆；专用载货汽车 16.5 万辆，其中集装箱车 3.3 万辆，增加 0.7 万辆。

公路主骨架是根据国家干线公路网规划（简称国道网，包括首都放射线、南北纵线和东西横线）并考虑其他相关因素确定的。公路主骨架包括总长约 3.5 万 km、纵贯东西和横穿国境南北的“五纵七横”12 条主要由高等级公路组成的国道主干线，其贯通首都和直辖市及各省（自治区）省会城市，将人口在 100 万以上的所有特大城市和人口在 50 万以上大城市的 93% 连接在一起，使贯通和连接的城市总数超过 200 个，覆盖的人口约 6 亿，占全国总人口的 50% 左右。

三、水路运输网系统

目前沿海已开辟有多条定期与不定期的客货航线。在北方航区，以上海港为中心，主要航线有：自上海往北，分别通往大连、秦皇岛、天津、烟台、青岛和连云港等航线；自上海往南，分别通往宁波、海门、温州、福州、泉州和厦门等航线，以及大连分别到天津、烟台和青岛航线，天津到烟台航线等。在南方航区，则以广州港为中心，主要航线有：自广州分别通往香港、汕头、湛江、海口、八所和三亚等航线。跨航区的主要航线有：广州、湛江分别到大连、青岛和连云港航线，广州到秦皇岛航线，上海至厦门至广州航线，香港分别到上海和厦门航线等。远洋运输线约 50 条，每天约有 140 多个航班。

2002 年底，全国内河航道里程 121 557km，各等级内河航道里程分别为：一级航道 2 946km、二级航道 1 917km、三级航道 3 359km、四级航道 6 257km、五级航道 9 031km、六级航道 21 076km、七级航道 19 011km。由于自然地理条件（如河床、流量、流速及冰封等）的影响，我国内河交通网基本上由长江、珠江、黑龙江、淮河和京杭运河（即三江两河）所组成。主要内河航道：

（1）长江。长江发源于青海省，经西藏、四川、云南、湖北、湖南、江西、安徽、江苏和上海八省一市东流入海，全长 6 300km 有余，是我国第一大河。长江源远流长、江宽水深、终年不冻、支流众多、水运条件优越，是我国内河运输的大动脉，素有“黄金水道”之称。它的很多支流也是重要水道，如岷江、赤水河、沧江、嘉陵江、乌江、湘江、洞庭湖区、赣江、翻阳湖航道、巢湖航道等，形成了以长江为干线的纵横贯通的水上运输网。

（2）珠江。珠江是运输量仅次于长江的大河，它由东江、北江、西江汇合而成。珠江三角洲地区以广州为航运中心，水道密如蛛网。珠江流域地处华南亚热带，雨量充沛，物产丰富，农业发达，是我国河运的重要组成部分。

（3）黄河。黄河全长 5 464km，是我国第二大河。它发源于青海，流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙、陕西、山西、河南、山东九省区，于山东流入渤海。但其上游多峡谷、水势湍急、含沙量大，又有封冻期；下游多浅滩，水位涨落不定，因而只能分段通航。

（4）黑龙江。黑龙江为中俄界河，经漠河、呼玛、爱辉、逊克、嘉阳、蒙北至同江

纳入松花江后偏东北流至伯力，会乌苏里江入俄境出海。在我国境内的干流长 1 800km 有余，是我国第三大河流，可通航千吨级轮船，但每年封冻期较长。

(5) 淮河。淮河发源于河南桐柏山东麓，流经河南、安徽，在江苏之龟山入洪泽湖，干流全长 1 050 km，通航主要集中在安徽和苏北地区，航运条件较好。

(6) 京杭运河。京杭运河北起北京，南达杭州，全长 1 747km。目前，黄河以南的绝大部分河段均能通航，京杭运河跨冀、鲁、苏、浙四省及北京、天津两市，连接海河、黄河、淮河、长江、钱塘江水系，是我国沿海地区惟一的一条南北河运干线，在全国运输网中占有重要的地位。

2002 年底，全国港口拥有生产用码头泊位 33 600 个，其中万吨级及以上泊位 835 个。全国沿海港口拥有生产用码头泊位 3 822 个、其中万吨级及以上泊位 700 个；内河港口拥有生产用码头泊位 29 778 个，其中万吨级及以上泊位 135 个。2002 年底，全国拥有水上运输船舶 20.3 万艘，净载重量 5 705.6 万吨位，平均净载重量 281.1t，载客量 97.9 万客位，集装箱位 48.6 万标准箱。全国内河运输船舶 192 653 艘，净载重量 2 411.49 万吨位，载客量 83.58 万客位，集装箱位 1.01 万标准箱；全国沿海运输船舶 7 987 艘，净载重量 977.91 万吨位，载客量 13.20 万客位，集装箱位 2.49 万标准箱；全国远洋运输船舶 2 337 艘，净载重量 2 316.17 万吨位，载客量 1.10 万客位，集装箱位 45.09 万标准箱。

全国水运主通道总体布局规划是发展“两纵三横”共 5 条水运主通道。“两纵”是沿海南北主通道，京杭运河淮河主通道；“三横”是长江及其主要支流主通道，西江及其主要支流主通道，黑龙江松花江主通道。除沿海南北主通道外，内河主通道由通航千吨级船队的四级航道组成，共 20 条河流，总长 1.5 万 km 左右。这些主通道连接了 17 个省会和中心城市，24 个开放城市，5 个经济特区。水运主通道是国家级航道，是全国水运网的主骨架。是国家综合运输大通道的重要组成部分。它是高等级的航运基础设施、先进的运输工具、完善的安全保障及后勤服务系统的综合体。其主要功能是，提供通畅、高效、优质的运输条件，现代化的运输管理，舒适的运输环境和综合性的服务设施。水运主通道建设，以提高航道等级、改善通航条件为重点，同时还要使运输船舶及港口、水运工业、安全监督、通信导航等配套设施与之相适应，各环节同步建设，以形成综合运输能力。

四、航空运输系统

2000 年共有航线 1 165 条，总计里程 222.96 万 km，其中，国内航线 1 032 条，里程 157.25 万 km，港澳航线 42 条，里程 5.58 万 km，国际航线 133 条，里程 65.71 万 km。2000 年运输机起降架次 175.71 万架次，其中国内航线 163.92 万架次，港澳航线 5.59 万架次，国际航线 11.79 万架次。2000 年对外开放的机场有 38 个，见表 1-1。

表 1-1 对外开放机场一览表

机场名称	飞行区等级	起降机型	跑道:长(m)×宽(m)×高(m)	航站楼面积(m ²)
北京首都国际机场	4E	B747	3 200×50×0.38 3 800×60×0.83	414 480
天津滨海机场	4D	B767	3 200×50×0.32	20 000
太原武宿机场	4D	B767	3 200×45×0.38	25 800

续表

机场名称	飞行区等级	起降机型	跑道:长(m)×宽(m)×高(m)	航站楼面积 (m ²)
呼和浩特白塔机场	4D	B767	2 900 × 45 × 0. 29	19 889
海拉尔东山机场	4C	B737	2 600 × 45 × 0. 27	
沈阳桃仙机场	4E	B747	3 200 × 45 × 0. 35	16 145
大连周水子机场	4E	B747	3 300 × 45 × 0. 37	30 844
哈尔滨太平机场	4D	B767	3 200 × 45 × 0. 33	67 000
佳木斯机场	3C	AN - 24	1 500 × 30 × 0. 24	
齐齐哈尔机场	4C	MD - 82	2 600 × 45 × (0. 28 ~ 0. 30)	
长春大房身机场	4D	B707	2 600 × 50 × 0. 32	
上海虹桥国际机场	4E	B747	3 400 × 57. 6 × 0. 20	77 000
上海浦东国际机场	4E	B747	4 000 × 60 × 0. 45	277 033
南京禄口国际机场	4E	B747	3 600 × 45 × 0. 40	92 000
杭州笕桥机场	4D	B767	3 200 × 50 × 0. 37	16 567
合肥骆岗机场	4D	B767	3 000 × 50 × 0. 32	12 000
厦门高崎国际机场	4E	B747	3 400 × 45 × 0. 30	127 000
福州长乐机场	4E	B747	3 600 × 45 × 0. 40	137 000
济南遥墙机场	4D	B767	2 600 × 45 × 0. 32	10 351
青岛流亭机场	4D	B767	2 600 × 60 × 0. 32	10 050
广州白云国际机场	4E	B747	3 380 × 60 × 0. 38	79 342
深圳宝安机场	4E	B747	3 400 × 45 × 0. 41	37 550
武汉天河机场	4E	B747	3 400 × 45 × 0. 38	28 087
长沙黄花机场	4D	B767	2 600 × 45 × 0. 30	7 779
南宁吴墟机场	4D	B767	2 700 × 45 × 0. 34	25 885
桂林两江机场	4D	B767	2 800 × 45 × 0. 38	50 305
三亚凤凰机场	4E	B747	3 400 × 45 × 0. 34	18 000
重庆江北机场	4E	B747	2 800 × 45 × 0. 32	13 321
成都双流机场	4E	B747	3 600 × 60 × 0. 38	17 000
西昌青山机场	4D	B747	3 600 × 50 × 0. 32	2 000
昆明巫家坝机场	4E	B747	3 400 × 45 × 0. 36	21 216
贵阳龙洞堡机场	4D	B767	3 200 × 45 × 0. 36	
西安咸阳机场	4E	B747	3 000 × 45 × 0. 34	25 700
兰州中川机场	4D	B757	3 400 × 45 × (0. 25 ~ 0. 23)	5 600
乌鲁木齐地窝铺机场	4E	B747	3 600 × 45 × 0. 38	20 559
喀什机场	4E	TU5	3 200 × 30 × 0. 36	
和田机场	4D	TU5	2 800 × 50 × 0. 25	1 532
西双版纳嘎洒机场	3C	B737	2 200 × 45 × 0. 26	2 336