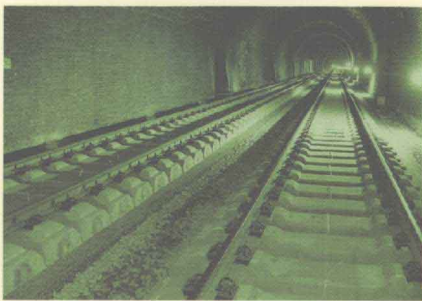


现代铁路新技术丛书

铁路规划与建设

TIELU GUIHUA YU JIANSHE

李远富 编著



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

现代铁路新技术丛书

铁路规划与建设

李远富 编著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

铁路规划与建设 / 李远富编著. —成都: 西南交通大学出版社, 2011.4

现代铁路新技术丛书

ISBN 978-7-5643-1140-7

I. ①铁… II. ①李… III. ①铁路线路—规划—中国
②铁路运输—经济建设—中国 IV. ①U212②F532

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 054490 号

现代铁路新技术丛书

铁路规划与建设

李远富 编著

*

责任编辑 牛 君

特邀编辑 杨 勇

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蜀通印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 23.875

字数: 596 千字

2011 年 4 月第 1 版 2011 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-1140-7

定价: 39.80 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前言

早在 20 世纪 80 年代,为适应土木建筑工程类综合管理干部班和铁道部总工程师班培训之需要,我校开设了铁路建设专题讲座课程:以铁路规划与建设的宏观技术经济问题为主线,适当介绍所涉及的基础理论和基本知识;以土建工程建设技术问题为重点,适当扩展到铁路机车车辆和运营管理;以我国铁路规划建设为基本内容,适当介绍世界发达国家的铁路发展动向,包括铁路重载运输和高速铁路发展现状与趋势;在介绍我国铁路的历史和现状时,融入爱国、爱路的思想教育内容;在各章专题研讨中,从宏观角度介绍相关技术基础知识、发展动态与思路,提供丰富的铁路规划建设方面的参考资料与数据等素材,以扩大学员的铁路知识面,培养宏观决策分析能力以及本科生和研究生的技术经济素质和组织管理领导才能。本书是在郝瀛教授编写的《中国铁路建设概论》(中国铁道出版社 1998 年出版)基础上,结合作者多年从事铁路规划建设的经验和搜集的大量国内外相关资料基础上,参考铁路规划建设的相关文献、论文和科研成果,为各类干部班学员和在校本科生、研究生编写的参考教材。

全书共分九章,从交通运输和铁路运输的基础知识开始,回顾了旧中国铁路建设的悲惨历史,阐述了新中国铁路规划建设的光辉成就;研讨了铁路在国民经济发展和综合运输体系中的地位;介绍了当前铁路的发展建设形势,论述了中国铁路自主创新发展战略和国家铁路建设规划;重点专题论述了世界铁路发展的两大趋势——铁路货运重载化、既有铁路提速和高速铁路发展规划;此外还介绍了城市地铁、轻轨等其他轨道交通的规划与建设情况。

本书可作为铁路工程规划设计、施工和管理干部班学员教材,也可供土木工程专业本科生、道路与铁道工程等工程研究生和其他专业大学生选读,还可供从事铁路工程的其他干部和技术人员参阅。

本书的编写得到了恩师郝瀛教授的鼓励和学校相关领导的大力支持,搜集采用了铁路规划设计和施工建设管理单位提供的大量宝贵的文献资料,在此一并致以诚挚的谢意,编者对各方面的支持表示感谢。

限于编者水平,缺陷漏洞和不当之处在所难免,欢迎批评指正。

编者
2010 年 12 月

目 录

第一章 绪 论	1
一、交通运输与交通运输业	1
二、中国古代的交通运输	4
三、交通运输系统规划	10
四、铁路运输基础知识	19
第二章 铁路的起源及旧中国铁路规划与建设	37
一、铁路的起源及世界各国铁路的兴起	37
二、旧中国铁路的由来	38
三、列强侵略，路权尽失	45
四、自强图存，赎路建路	50
五、战乱频仍，筑路缓慢	60
六、旧中国铁路的特点	61
第三章 新中国铁路规划与建设	65
一、国民经济恢复与“一五”期间（1950—1957年）	65
二、“二五”铁路超常规发展和调整期铁路建设（1958—1965年）	73
三、“三五”、“四五”时期铁路规划与建设（1966—1975年）	83
四、“五五”至“九五”时期的铁路规划与建设（1976—2000年）	93
五、铁路建设成绩卓著	95
第四章 新世纪铁路发展规划与建设	113
一、“十五”铁路发展战略规划	113
二、国家中长期铁路网规划	122
三、“十一五”铁路发展规划与建设	135
四、规划实施效果显著	144
第五章 中国铁路自主创新发展战略	148
一、概 述	148
二、技术创新内涵及增强自主创新能力的重要意义	149
三、铁路技术创新目标、原则和总体部署	151

四、铁路“十一五”科技发展重点任务	153
五、铁路“十一五”科技发展重大项目	162
六、铁路“十一五”科技发展保障措施	168
七、中国铁路科技成果丰硕	169
第六章 重载铁路运输规划与建设	172
一、世界重载运输的发展情况	172
二、中国铁路重载运输的发展	193
三、中国铁路重载运输发展规划	201
第七章 铁路提速规划与发展战略	207
一、国外铁路列车速度的发展	207
二、国外铁路提高既有线列车速度的技术决策	209
三、中国铁路客货列车速度的发展	212
四、中国铁路提速的基本思路	220
五、既有线提速中的技术决策	226
六、中国铁路快速网建设构想	231
七、铁路大提速的经济效益和社会效益	237
八、铁路大提速的若干启示	239
第八章 高速铁路规划与建设	242
一、世界高速铁路的诞生与发展	242
二、高速铁路技术经济优势	265
三、高速铁路的主要技术条件与经济指标	268
四、中国高速铁路规划与建设	274
五、京沪高速铁路规划与建设	285
六、中国高速铁路的国际合作战略	303
第九章 其他轨道交通规划与建设	306
一、城市轨道交通的内涵与特征	306
二、城市轨道交通的主要发展历程	313
三、城市轨道交通系统技术特点	319
四、轨道交通在国民经济中的地位与作用	325
五、中国轨道交通建设与发展规划	332
六、其他形式轨道交通	359
参考文献	375

第一章

· 绪 论 ·

一、交通运输与交通运输业

(一) 交通运输在国民经济中的地位和作用

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。随着社会与科技经济的发展,人们对交通运输的需求迅速增长,从而形成了现代的交通运输业。马克思指出:“除了采掘业、农业和加工工业外,还存在着第四个物质生产领域……,这就是运输业,不论它是客运还是货运。”(《马克思恩格斯全集》第26卷第444页~445页)交通运输业从事旅客和货物运输,在整个社会机制中起着纽带作用,是国民经济的重要组成部分之一。交通运输既是衔接生产和消费的一个重要环节,又是保证人们在政治、经济、文化、军事等方面联系交往的手段。因此,交通运输业在现代社会的各个方面起着十分重要的作用。

世界各工业发达国家的经济发展经验表明,在工业化过程中都有一个交通运输业超前发展的时期,这是一个普遍性的经济规律。其主要原因是原料的运进,市场的开拓,都需要有与之相匹配的运输业。美国从19世纪30年代到20世纪20年代为铁路大发展时期,铁路作为陆上运输的主要运输方式,它以通达性强、不受自然条件限制、运力大、价格低廉而得到了迅速发展。1916年,美国铁路营业里程达到历史上的最高峰,共达40.87万km。之后,随着运输技术进步,运输需求的变化,公路、管道、民航、内河等运输方式也有了很大的发展。目前美国仍拥有23万多km铁路,630万多km公路,4万km内河航道,44万多km民航航线和36万多km的输油气管道,形成了综合运输能力强大的运输系统。总的来说,美国的运输系统对国民经济发展是超前的,它也带动了经济的高速发展。日本国土面积狭小,但在工业化初期也注重了交通建设,目前拥有2.70万km铁路和112万km公路,再加上发达的沿海航运和航空运输,对经济发展起了重要作用。其他工业发达国家的发展,也无不依赖于发达的水陆交通。发展中国家和地区提供了同样的经验,亚洲“四小龙”的兴起,也都仰仗于有着十分便利的交通条件。其中韩国的造船业堪与日本争雄世界,我国香港的集装箱吞吐量已名列世界前茅,我国台湾和新加坡则分别以环球航线与海空联运而闻名世界。发达的交通运输业推动着这些国家和地区的经济高速发展。综上所述,我们可以得出这样的结论:在经济建设中,交通运输业超前发展,并有一定的储备能力,是商品经济高度发展和社会化大生产的客观要求,它是由商品经济的本质特征所决定的,是社会经济规律的要求和体现。

（二）交通运输的性质与特点

交通运输是指劳动者使用运输工具和设备，实现人和物空间位移的有目的的生产活动。交通运输业是一个独立的、特殊的物质生产部门，是发展国民经济、提高人民物质文化生活水平的重要基础设施。交通运输具有物质生产的三个要素：从事交通运输生产的劳动者；线路、机场、码头、车站、机车、车辆、船舶、通信、信号等劳动资料；作为劳动对象的旅客或货物。在交通运输生产的三要素中，劳动者和劳动资料可由运输部门控制，但劳动对象即运送的旅客和货物，运输部门只是提供服务而不能自由支配，所以运输业虽然是一个物质生产部门，但还具有服务的功能。服务功能决定了运输安全在各种运输方式的协作配合、合作分工的条件下，要能安全、舒适、快捷地满足运输需求，以适应国民经济和社会发展的需要。

国民经济各部门所包括的物质生产部门和非物质生产部门，统称为“产业”部门。为社会提供初级产品、满足人类最基本的食品需要的农业为第一产业；为社会提供加工产品和建筑物、满足人类更进一步生活需要的工业、采掘业、水电业、建筑业等为第二产业；为人类提供满足物质需要以外更高级需要的其他行业和部门为第三产业。由于第三产业包括的行业多、范围广，在我国，又将第三产业划分为流通部门和服务部门两大部分，并将运输业列入第三产业的流通部门。

运输业的生产过程是以一定的生产关系联系起来的具有劳动技能的人们使用劳动工具（如交通线路，车、船和飞机等运载工具及其他主要技术装备）和劳动对象（货物和旅客）进行生产，并创造产品（旅客、货物位移）的生产过程。运输业的产品，对旅客运输来说，是人的位移，并以运输的旅客人数（客运量）和人公里数（旅客周转量）为计算单位；对货物运输来说，是物的位移，并以运输的货物吨数（货运量）和吨公里数（货物周转量）为计算单位。

运输业又是一个特殊的产业部门。作为生产单位外部的运输，按其在社会再生产中的地位、运输生产过程和产品的属性，它和其他产业部门有很大区别。其主要特点为：

（1）运输生产是在流通过程中进行的。是为满足把产品从生产地运往下一个生产地或消费地的运输需要。因而，就整个社会生产过程来说，运输生产是在流通领域内继续进行的生产过程。

（2）运输生产过程不像工农业生产那样改变劳动对象的物理、化学性质和形态，而只改变运输对象（客、货）的空间位置，但并不创造新的产品。对旅客来说，其产品直接被人们所消费；对货物运输来说，它把价值追加到被运输的货物身上。所以，在满足社会运输需要的条件下，多余的运输产品和运输支出，对社会是一种浪费。

（3）在运输生产过程中，劳动工具（运输工具）和劳动对象（客货）是同时运动的，它创造的产品（客、货在空间上的位移）不具有物质实体，并在运输生产过程中同时被消费掉。因此，运输产品既不能储备，也不能调拨，只有在运输能力上保有后备，才能满足运输量的波动和特殊的运输需要。

（4）人和物的运输过程往往要由几种运输方式共同完成，旅客旅行的起讫点、货物的始发地和终到地遍及全国。因此，必须有一个干支相连、互相衔接的交通运输网与之相适应。同时，运输业的生产场所分布在有运输联系的广阔的空间里，而不像工农业生产那样可以在

比较有限的地区范围内完成它们的生产过程。由此可见，如何保证运输生产的连续性，以及根据运输需要，按方向、按分工形成综合运输服务，具有重要意义。

(5) 各种运输方式虽然使用不同的技术装备，具有不同的技术经济性能，但生产的是同一的产品，它对社会具有同样的效用。而工农业生产部门工艺不同，其产品有很大差异，这是运输生产的又一特征。

运输的目的是实现旅客和货物空间的位移，运输生产是社会再生产过程中的重要环节。

运输业是社会生产的必要条件，而且它不是消极地、静止地为社会生产服务的。运输网的展开，方便的运输条件，将有助于开发新的资源，发展落后地区的经济，扩大原料供应范围和产品销售市场，从而促进社会生产的发展。

运输费用在生产费用中占很大比重。在生产布局中，如何考虑运输因素，最大限度地节省运输成本，不断降低运输费用，是节省社会生产费用、提高社会劳动生产率的重要因素。

运输业担负着社会产品和商品流通的任务。缩短流通时间，就可减少社会产品和商品在流通过程中的数量。缩短流通时间的重要手段就是发展运输业。我国目前国有工业企业流动资金周转时间较长，如果流动资金的周转时间缩短 10%，就可以节省流动资金 100 多亿元，这是一个很大的潜力。因此，加快运输业的发展，建设一个发达的交通运输体系，不仅可以满足国民经济和人民生活对运输的需要，也将促进生产发展和缩短流通时间，加速资金周转，最终将促进社会劳动生产率的提高。

运输业在平时为经济建设服务，战时为军事服务。在战争中，它是联系前方和后方、机动部队运送武器弹药和粮食等物质的保证。因此，交通运输业具有半军事性质，是国家战斗实力的组成部分。

总之，运输业的发展影响着社会生产、流通、分配和消费的各个环节，对人民生活、政治和国防建设都有重要作用。交通运输业应超前发展，在规划时必须有超前意识，而且交通运输能力要有储备。

(三) 交通运输的发展阶段

现代化交通运输业包括铁路、水运、公路、航空和管道五种基本的运输方式。由于这五种基本运输方式在运载工具、线路设备和运输方式等方面各不相同，各有其不同的技术经济特征，因而也各有其适用的范围。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：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。

1. 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，几乎是不能被其他运输方式替代。

2. 铁路阶段

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,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,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。

3. 铁路、公路、航空和管道运输阶段

20 世纪 30 年代至 50 年代,公路、航空和管道运输相继发展,与铁路运输进行了激烈的竞争。就公路运输来说,汽车工业的发展和公路网的扩大,使公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,促使人们价值观念日益增强,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。这几种运输方式相互竞争,同时发挥作用。

4. 综合运输阶段

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、公路、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各种运输方式之间的分工,发挥各自的技术经济优势。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、中国古代的交通运输

我国有悠久的历史 and 灿烂的文化,勤劳勇敢智慧的中国人民在改造自然的斗争中,曾为人类的物质文明作出了杰出的贡献,在交通运输上也取得过辉煌的成就。

(一) 车的制造

车在我国很早就发明了,传说 4 500 年前黄帝已造出指南车,工艺相当先进。

公元前 1000 多年的殷代,我国已有四匹马拉的车,已用有辐的车轮来代替耜(无辐的车轮)。

周代已经用动物油作润滑剂,以减少轮轴的摩阻力。《周礼考工记》中,还有车的制造方法及分工的记载。

公元前 500 多年的战国时代,已大规模地制造用于战争的战车。公输班、墨翟等就是当时杰出的工艺专家。

汉代文帝时,有所谓“轻车蒲轮”,使行车迅速并减轻振动,同时使用铁的轴承以减少轮轴间的摩擦。东汉时已能制造“鹿车”(独轮车),三国时诸葛亮使用的“木牛流马”,工艺当较鹿车更为先进。

我国车的制造远在西欧各国造车以前就非常完备了，走在世界的前列。图 1.1 为陕西临潼秦始皇陵出土的铜车马。

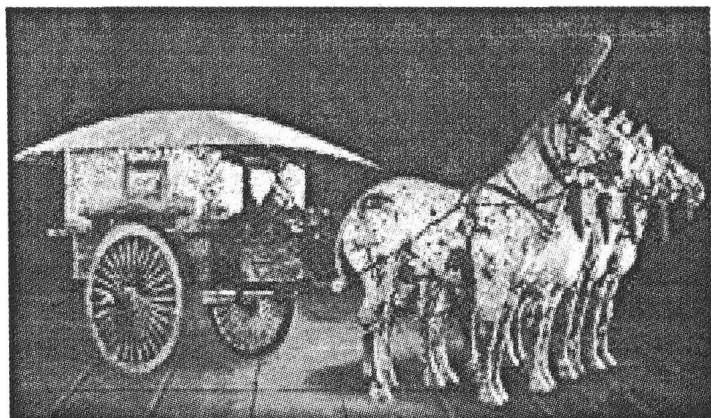


图 1.1 1980 年陕西临潼秦始皇陵出土的铜车马

铜车高 104.2 cm，全长 328.4 cm，马高 92 cm，总重约 1 200 kg，车马结构完整，挽具齐全，装饰物和一些小型构件由金银制成，显得异常富丽堂皇。铜车结构十分精密，镂雕成菱形花纹格的车窗启闭自如，金属鞍轡上雕有精美的花纹装饰，辔绳婉转灵活。整个车通体彩绘，工艺精湛，气魄恢宏，反映出秦代工艺制作的高超水平。

（二）道路的修建

道路的历史，就是人类社会的发展史。早在我国周朝（公元前 1046—前 771 年），已设有管理道路的官吏，称为“涂人”。道路有一定宽度，通衢大道十里设饮食站，三十里设住宿站。有“周道如砥，其直如矢”的记载，说明当时道路既要求平坦，又要求线形顺直。这可算得是世界上最早提出的平直线形设计原则。

到秦朝（公元前 221—前 206 年），秦始皇“为驰道于天下，东穷燕齐，南极吴楚，江湖之上，滨海之观毕至”，统一了全国的轨距（所谓“车同轨”），并修建了以咸阳为中心，东到河北、山东，南达江苏、湖南的“驿道”，这是世界上大规模筑路的创举。说明那时就开始注意道路网的修建，可算得是世界上最早的国道网建设。这个国道网，对当时秦统一中国、建设疆土起了极为重要的作用。

汉代继续扩大修筑道路的范围内向边陲地区发展，特别是开辟了“丝绸之路”和“蜀身毒道”两条国际大道（图 1.2、图 1.3）。

前者自长安西行，经中亚到达欧洲；后者自四川南下，经滇、缅到达印度。沟通了川陕甘间的通道，越秦岭、巴山开辟了南北两条栈道：北栈由汉中的褒谷到眉县的斜谷，长 235 km，称“褒斜道”；南栈由勉县到剑门关长 248 km，称为“金牛道”。有些路段在悬崖峭壁上，用圆木插入石中，上架纵梁，并铺木板，车马行人通行于此凌空之道路上。经过历代的维修和改建，直到近代川陕公路（由南道改建而成）通车，1 800 多年来，它一直是川陕甘的交通

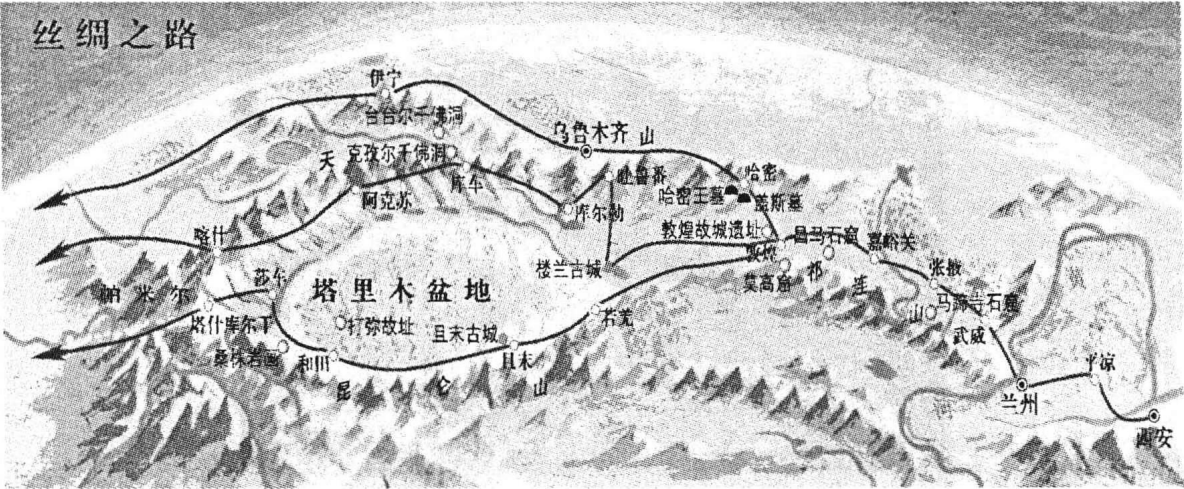


图 1.2 古丝绸之路示意图



图 1.3 蜀身毒道示意图

要道。这两条道路除了政治经济上有重要的意义外，在选线上也是当时举世卓绝并令后人赞叹不已的浩大工程。它们都长达数千公里，穿过地形险恶、地质复杂、气候恶劣和人烟稀少的地区，在当时没有任何小比例尺地形图的条件下，不仅在路线总方向上控制得相当准确，而且在利用有利地形、避开不利地形地质条件方面也做得十分出色，以致现代修建的西兰、兰新和南疆公路，以及川滇、滇缅和印缅公路都基本上是沿这同一走向而布设的。

隋唐以后，陆路交通开始向交通尚不发达的东南地区发展，大量驿道的建设，显著地改善了当时南北交通，并为近代公路选线提供了近捷简易的走向。

可见，古代选线十分重视采用近捷短直的走向和以直线为主的线形。直线自古以来在我国是一种庄严的象征，它适合车马行驶的速度和乘车人的视觉。而选短捷走向则是和当时道路的使用性质密切相关的，因为那时中央和地方之间的信息沟通，特别是边疆军事情报的传送，要求有最快的速度，“日趋三百自嫌迟”，所以道路选线要使总方向尽量取直。古代道路选线还十分重视合理利用地形、绕避不利地形地质地段，这当然是与当时筑路技术条件落后以及为了适应车马行驶和乘客安全舒适等因素分不开的。

到 19 世纪末，汽车问世，结束了以马车为主要交通工具的时代，路线设计进入了一个新的阶段。由于汽车速度远比马车速度快得多，对安全性的要求更高了，于是路线设计出现了以汽车运动学和力学平衡原则的基本理论，由此而规定出各种等级公路地线所必须遵循的设计车速、视距、最小平曲线半径、最大纵坡和超高等技术指标。但是这个阶段的线形几何方面，是大量依靠实地定线、用土石方平衡原则和最低造价做出在曲率和纵坡上能符合标准的适用的道路。

到了 20 世纪 50 年代，随着汽车数量激增，以及政治、经济和军事等方面的原因，高速公路应运而生。由于汽车速度大幅度上升，交通量急剧增长，驾驶者动态知识的增加，特别是交通事故次数增多，这就突出地要求路线形设计应当在最少事故下用合理的造价提供最大的服务能力。人们开始认识到：一条完善的道路，不仅要安全、适用、经济，还要注意美学。选线设计要注意路容优美，环境协调，乘客悦目，驾驶者视觉诱导清晰。从此，选线设计除应当遵循汽车运动力学平衡原则外，还应考虑车辆行驶的安全舒适、驾驶者视觉心理反应、引导驾驶者的视线、保持线形的连续性、注意与周围环境景观相协调。这就进一步丰富和完善了现代公路选线设计的理论和方法。

在公元前 220 年的秦朝，秦始皇统一了全国的轨距（所谓“车同轨”），并修建了以咸阳为中心，东到河北、山东，南达江苏、湖南的“驿道”，这是世界上大规模筑路的创举。

（三）桥梁建造

1. 石 桥

秦汉时，我国就建有石板梁桥，并以石柱为桥墩。架设在长安北二里横门外的石柱桥，长三百八十步，用石柱七百五十，用石梁二百二十，计六十八间（跨）。公元 1053—1059 年北宋时，由郡守蔡襄主持建于福建泉州洛阳河上的万安桥（洛阳桥），共 48 孔，全长 540 m，是我国第一座举世闻名的梁式海港巨型石桥，采用尖头的大型桥墩（即所谓“筏型基础”），并利用水生动物牡蛎的硬壳使桥墩条石间联结得更为牢固。这座桥梁使用了九百多年，是我国古代名桥之一。图 1.4 为万安桥（洛阳桥）。



图 1.4 福建泉州万安桥（又称洛阳桥）

2. 拱 桥

公元 282 年，西晋时建造于洛阳七星涧上的“旅人桥”为单跨半圆形石砌拱桥，它是现有历史记载中世界上最早的石拱桥。公元 605—618 年，隋朝大工程家李春在今河北赵县的洹河上修建了赵州桥（安济桥）（图 1.5），它是当今世界上跨径最大、建造最早的单孔敞肩型石拱桥 [因桥两端肩部各有 2 个小孔，不是实的，故称敞肩型，这是世界造桥史的一个创造（没有小拱的称为满肩或实肩型）]。桥为单孔石砌拱桥，桥长 50.82 m，跨径 37.02 m，券高 7.23 m，拱度为 1/5.2；由 28 道独立石拱并列砌筑，桥宽 9.6 m；大拱两端各建 2 个小拱，整座桥梁气势雄伟，结构玲珑，构思精巧。赵州桥跨度大而弧形平，使桥的高度降低，便利车马行人的通行。拱肩的 4 个小拱，既减轻了基础的负载，又节省建筑材料，并且加大桥下过水面积，便利洪水宣泄。桥梁坚固耐久，迄今完好无恙，为名胜景点。



图 1.5 河北赵县洹河上的赵州桥（安济桥）

赵州桥设计创新之处有：① 采用圆弧拱形式，改变了大石桥多为半圆形拱的传统。② 采用敞肩。这是李春对拱肩进行的重大改进，把以往桥梁建筑中采用的实肩拱改为敞肩拱，即在大拱两端各设 2 个小拱，靠近大拱脚的小拱净跨为 3.8 m，另一拱的净跨为 2.8 m。这种大拱加小拱的敞肩拱具有优异的技术性能：第一，可以增加泄洪能力，减轻洪水季节由于水量增加而产生的洪水对桥的冲击力。第二，敞肩拱比实肩拱可节省大量土石材料，减轻桥身

的自重。第三，增加了造型的优美，4 个小拱均衡对称，大拱与小拱构成一幅完整的图画，显得更加轻巧秀丽，体现建筑和艺术的整体统一。第四，符合结构力学理论，敞肩拱式结构在承载时使桥梁处于有利的状况，可减少主拱圈的变形，提高了桥梁的承载力和稳定性。③ 单孔。我国古代的传统建筑方法，一般比较长的桥梁往往采用多孔形式，这样每孔的跨度小、坡度平缓，便于修建。但是多孔桥也有缺点，如：桥墩多，既不利于舟船航行，也妨碍洪水宣泄；桥墩长期受水流冲击、侵蚀，天长日久容易塌毁。因此，李春在设计大桥的时候，采取了单孔长跨的形式，河心不立桥墩，使石拱跨径长达 37 m 之多。这是我国桥梁史上的空前创举。

该桥建筑技术创造性体现在以下几方面：① 桥址选择比较合理，使桥基稳固牢靠。② 砌筑方法新颖，施工修理方便。③ 在保持大桥稳定性方面采取了许多严密措施。④ 桥台独具特色——低拱脚、浅桥基、短桥台，是一个既经济又简单实用的桥台。

法国 13 世纪修建的赛雷桥是欧洲最早的拱桥，形式虽和赵州桥基本相同，但时间上已晚了 600 多年，并且早已坍塌，有名无实了。

3. 悬索桥

在世界上我国最早建成悬索桥，公元 465—472 年南朝宋明帝时在云南建成铁链桥（铁索桥），直到 18 世纪，西欧各国才将铁用于桥梁结构。五代后唐明宗时（公元 926—933 年），出现了多跨的铁链悬索桥。悬索桥是我国劳动人民的智慧创造，也是对世界桥梁工程的伟大贡献。

4. 浮 桥

我国古代（西周至春秋中期）诗歌总集的《诗经》中有“造舟为梁”的记载，“梁”系“用木跨水，则今之桥也”，“舟梁谓浮桥”，可见我国浮桥出现较早。南宋时期，在广东潮州韩江上修建的湘子桥（广济桥），东岸桥长 283.4 m，西岸桥长 137.3 m，中流部分长 97.3 m，在用钢缆连接的 18 只木船上铺木板建成浮桥。此桥独树一格，为我国名桥之一，也是世界开关活动式桥梁的先导。

（四）航运事业

纵贯我国东部的南北大运河，早在 2 400 多年前的周代，就已经开挖了江苏北部的一段，后由隋朝先后征调两百多万民工开凿而成，北端河北境内一段系元朝最后连通。大运河以洛阳为中心，北到涿郡，南至余杭，全长四千多里，分为永济渠、通济渠、邳沟和江南河四段，连接海河、黄河、淮河、长江、钱塘江五大水系，沟通冀、鲁、豫、皖、苏、浙六省，经历唐、宋、元、明、清五个朝代，1 000 多年来，对南北经济文化联系起着重要的作用。

在造船和航海上，我国也有着光辉的历史。《汉书》记载，西汉时期中国的使臣就乘船访问过斯里兰卡。《史记》记载汉武帝乘坐的楼船高达十余丈。东汉时已造出世界最早的有舵船。唐代的造船工艺和航海技术已很发达，与日本、印度、阿拉伯半岛的海上交通已很频繁，船队曾远航波斯湾。宋代以泉州为海上贸易中心，商船远航印度、波斯湾，海船也是当时各国最大的。元代大航海家汪大渊 2 次西航，到达波斯湾、红海和非洲的坦桑尼亚。明代郑和

7次下西洋,最大的“宝船”长44丈,宽18丈,可容千余人,船队由宝船62艘、人员27000余名组成。自1405—1433年的28年中,遍访亚非30余国,远达非洲东岸和红海,是当时世界上规模最大的航海活动。

所有这些卓越成就都是炎黄子孙勤劳智慧的体现,也是对世界交通事业的伟大贡献。但是清朝的封建统治和百年来的半封建半殖民地地位,阻碍了中国生产力的发展,也阻碍了中国交通运输事业的发展。

三、交通运输系统规划

一般说来,系统可以看成是有相互关联和相互作用的若干部分组合而成的具有特定功能的整体。任何系统都存在3个方面需要研究的内容:实体、属性、活动。

实体:组成系统的具体对象元素。

属性:实体的特性(状态和参数)。

活动:对象随时间推移而发生的状态变化。

(一) 交通运输系统组成

一个国家的交通运输系统一般是指国民经济体系中的运输能量,它由铁路、公路、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服务于综合运输运营的运输代理商组成。

交通运输系统根据其服务性质及服务对象不同,大致又可分为城际运输及城市运输两大系统,而城际运输系统又可分为国内运输与国际运输两个子系统。各个子系统分别由各种交通运输方式提供不同的运输服务。

交通运输系统若按系统功能构建划分,一般应包括:

- (1) 城际快速客货运输系统。它以高等级公路、铁路客运专线和民航为依托。
- (2) 重载货物运输系统。它以干线公路、水路和铁路大宗货物运输通道为依托。
- (3) 集装箱运输系统。它以干线公路、水路和铁路干线为依托。
- (4) 油气运输系统。它以管道、水路和铁路为依托。

交通运输系统通常由以下4个部分组成:

(1) 基础设施(或称固定设施)。指交通运输系统的物质部分,如路基、路面、轨道、桥梁、隧道、车站、航道、枢纽、机场等交通设施。

交通运输网络是由节点(枢纽站、港口、机场、车站等)和连线(公路路线、铁路线路、航道等)组成的,因此,交通运输系统中的基础部分即为其网络部分。现代交通运输网络具有立体性,即不再是单一结构,而是五种运输方式相互补充、相互配合、相互竞争的综合运输网络。

(2) 运载工具(或称为移动设施)。指车辆、船舶、集装箱、飞机、铁路动车组、货车客等,即交通运输的运输工具部分。

(3) 管理与控制系统。传统的管理与控制系统主要包括车辆管理控制系统与交通流量管

理控制系统。主要指技术方面的管理与控制，如道路的几何尺寸设计和导航设备等；交通流量管理控制系统包括交通标志、地面划线、交通信号控制系统、交通流量监测设备、运行规章制度等。近年来，随着计算机技术和新技术、新方法的飞速发展，交通运输决策支持系统的开发应用，通过信息加工与管理、仿真实验分析、数学模型与智能系统的运行、多样化的输出信息表达形式等方式，为交通运输系统规划与管理提供必要的技术支持和重要工具。

(4) 交通流。包括物流和客流两部分，即社会经济发展对运输业运送货物和旅客的需求产生的交通流量。交通流的大小和分布主要受到外部环境（如社会经济发展状况、地理条件等）和科学技术水平以及人的交通行为和观念的影响等。

在交通运输系统中（图 1.6），系统的实体是人（路的使用者、路的管理者、路的维修者）、运载工具（车辆、飞机、船等）、交通环境（气象环境、信息环境、通行条件等）。系统的属性是人的驾驶性能、人的管理水平、人的维修技术等以及运载工具的分布状态、特性、能力等。系统的活动则是人、运载工具、路、交通环境的系统协调性。

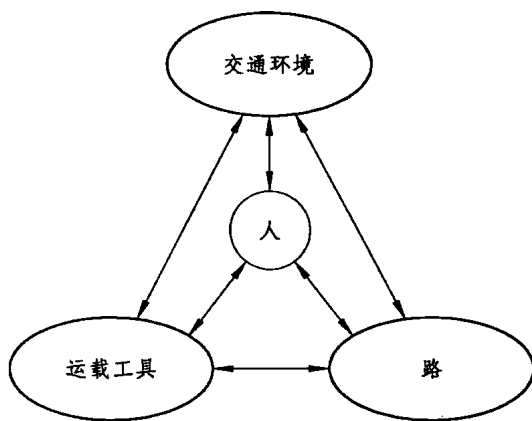


图 1.6 交通运输系统

由于组成交通运输系统的实体之间相互作用而引起实体属性的变化，通常用“状态”的概念来描述。研究交通运输系统就是研究交通运输系统状态的改变，即系统的演变。

由于交通运输系统是社会经济大系统中的一个重要的、独立的、以为社会提供运输服务为其主要功能的子系统，所以我们就明确了对任何运输问题的研究必须具有系统观念，采用系统分析的方法，即从交通运输系统与其外部环境的相互关系和运输系统内部各元素间的相互关系来研究运输问题。因此，除了研究交通运输系统实体、属性和活动外，还要研究对交通运输系统的活动结果产生影响的外界因素。

（二）交通运输系统特征

交通运输系统具有以下 4 个主要特征：

(1) 目的性。即设计和运行某一系统是为了实现一定的目的紧密联系的含义，即实现某些特定功能及系统优化。交通运输系统具有特定的功能，也就带有一定的目的性，各种运输方式正是按此目的性组成综合交通运输系统。

(2) 集合性。交通运输系统的各个组成部分（各种运输方式的运输点和路线等元素或子系统）之间具有一定的独立性，但它们同时按一定方式组合成一个有机整体。

(3) 相关性。组成系统的子系统之间相互联系、相互作用，某一子系统的输入则是与之相联系的前一子系统的输出。为使系统正常运行，各子系统之间存在着一定的逻辑关系。构成交通运输系统的全部运输点和路线等是相互联系、相互制约和具有一定规律性的整体。交通运输系统并不等于各种运输方式的简单相加，它是在布局 and 结构组成方面，具有与地区的自然条件、经济条件及功能等相适应的，符合一定规律性的和具有高效益的有机整体。系统