

# 绪 论

## 一、交通枢纽与港站的重要性

交通枢纽是在两条或者两条以上运输线路的交汇、衔接处形成的 具有运输组织、中转、装卸、仓储、信息服务以及其他服务功能的综合性设施。交通枢纽是国家或地区交通运输系统的重要组成部分，是不同运输方式的交通网络相邻路径的交汇点，是由若干种运输所连接的固定设备和移动设备组成的整体，共同承担着枢纽所在区域的直通作业、中转作业、枢纽作业以及城市对外交通的相关作业等重要功能。

就区域位置来说，交通枢纽是指在一定地区范围内交通运输网络的中心或节点。其枢纽的重要功能的发挥对于区域开发具有重大的推动作用，交通枢纽所在地点经常会成长为区域性中心城市。受其辐射影响，腹地地区的城市化进程会有所加快，区域城镇体系及其职能分工格局也往往会相应地发生变化。交通枢纽的这些影响，从经济发展的角度看，对于区域经济的发展有着巨大的推动作用。

交通港站与交通枢纽之间存在着密不可分的内在联系。就总体功能来讲，交通枢纽的主体是港站，其功能是各港站功能的系统组合。交通枢纽系统按照运输方式可以分为水路、公路、航空、铁路等分枢纽以及构成各分枢纽的客、货站场系统与相应的连接系统（如运输线路、运输工具、信息网络等）。交通枢纽所处的地理位置不同，系统的配置要求也不同，但作为枢纽系统的基本要素的站场，均具有一定的吞吐能力和集疏运能力，以及运输组织、中转、储存、装卸信息、管理与生活辅助服务设施等基本功能。

随着世界经济的飞速发展，当今的交通运输发展格局已经和以前大有不同，对综合交通运输系统的要求越来越高。现代交通运输系统，已是铁路、公路、水路、管道和航空几种交通运输方式的有机组合，以节点的形式构成合理的交通网络，以适应现时交通运输的需求。在综合运输系统中，港站作为交通运输枢纽的基本要素，其运输通过能力受与之连接的几种运输方式运输能力的制约；与之相对的是，港站的运输通过能力也会影响到其他各与之相连的各种运输方式运输能力的发挥。因此，交通港站在整个综合运输系统中的重要地位，由此可见一斑。

随着人民生活水平的提高，人们的生产性出行和消费性出行需求日益增长。跨区域跨国境公务、商务和消费性旅行已成发展趋势，对客运的速度、安全、舒适性、中转方便程度以及服务水平提出越来越高的要求。因而，对交通运输客运港站和运输方式衔接的要求提出了前所未有的挑战。同时，在经济日益全球化的今天，现代物流作为第三利润来源和第三产业的重要组成部分，正在受到日益广泛的重视，并面临着前所未有的发展机遇。现代物流在我国的高速发展为我国货运交通港站的发展不断“加油”，使之业务逐渐趋于一体化。目前，大多数重要港站均位于海、陆、空三位一体运输方式的交汇点上，其商品原材料从开采到生产加工、配送营销，直至废弃物回收处理可形成一条典型的物流供应链。这是一种全新的业务运作、经营模式。这种新模式的应用给港站发展注入了新的生机和活力，并使港站在现代物流中核心作用越来越明显。港站是国际物流供应链的主要环节 能够提供快速、可靠、灵活的综合物流经营服务。

今天，现代港站已经不再是传统意义上的水陆航空交通枢纽，它已经成为支持世界经济、国际贸易发展的国际大流通体系的重要组成部分，成为连接全世界生产、交换、分配和消费的中心环节。现在，由于与世界经济接轨的需要，现代港站已从一般基础性产业发展到多元功能产业，从单一陆向腹地发展到向周边共同腹地扩展，并且向社会经济各系统进行全方位辐射，从城市社区发展到港城经济一体化，从国家的区域经济中心发展到世界区域经济中心，这一系列过程，说明港站的战略区位中心作用在日益突出。

## 二、我国交通枢纽与港站的发展现状

建国以来，我国交通港站经过 50 多年的发展已初步形成设施种类齐全、布局日趋合理的总体格局。尤其是改革开放以后，中央政府从战略的高度规划和布局了一大批不同的交通枢纽城市或区域，使得枢纽和站场的建设进一步向规模化、集约化、信息化方向发展，为交通运输网络的形成、枢纽和港站的功能提升和发展提供了巨大的发展机遇和前景，具体表现为：

### 1. 交通网络的完善进一步促进了交通枢纽的形成与港站的建设

目前我国已规划和正在规划建设的国道主干线公路“五纵七横”和三个主要路段总长约 1.76 万公里。铁路的“十纵十横”总长逾 6 万公里。水运主通道的“两纵三横”总里程为 1.5 万公里；连接国内国际航线的航空运输机场至 2010 年将达到 170 个左右。除此以外，一大批地方性公路、铁路、内河及航空运输支线的配套建设将加快我国综合交通运输网络进一步完善。交通网络的建设和完善为交通枢纽的形成和规划提供了坚实的基础，并使得多种运输方式的有机衔接得以实现。从我国规划的 45 个公路主枢纽来看，东部地区 25 个，占 55.6%。中部地区 20 个，占 22.2%，西部地区 10 个，占 22.2%。在与其他运输方式连接上，有 24 个设在枢纽港站所在城市（沿海港口基本包括在内），有 28 个设在铁路枢纽所在城市（铁路大枢纽包括在内），有 43 个设在航空港所在地（国际航空港全部包括在内）。在结点重要度上覆盖了全国 30 个省、自治区、直辖市、会城市，80.6% 的百万以上人口的特大城市，73.3% 的百亿工业产值以上城市。

交通枢纽的形成，为港站建设带来了契机，千吨级的内河码头、万吨级的沿海码头不断出现；新的物流园区或配送中心在规划建设；大型机场在迁建、扩建；新的或扩建的铁路、公路客运站场沿线而立，交通基础设施建设正进入一个辉煌的黄金时期。

### 2. 各交通枢纽生产保持良好的增长势头

随着我国经济高速发展，运输网络的不断完善，我国客货运输需求不断增大，使得我国各大交通枢纽作业量也随之增大，营运业绩日益提高。例如，上海是我国最大的综合交通枢纽之一，拥有丰富的客流和物流。沪宁、沪杭高速公路的建成，形成了以上海为中心，干支相接，扇形辐射，遍及世界各地及全国近 15 个省市 2000 多个县市地区的公路、铁路、水路和航空运输网络，从而带动上海客货流量的增加，客货运总量持续保持较快的增长速度。可以预言，在今后相当的一段时期里，我国类似于上海的各交通枢纽城市或地区，其客货运输的承运比例和承运量将保持强劲的上升趋势。

### 3. 各港站生产保持较高增长

我国国民经济和对外贸易的高速增长，为我国各交通港站的发展构筑了良好的发展平台。近年来，我国各交通港站的生产经营保持着较高的增长速度。特别是货运方面，1949 年我国各交通港站的货物周转量仅为 63 亿吨公里，到 1996 年则达 17836 亿吨公里，增长了 282.5 倍，自 1998 年来更是连续 4 年保持强劲的增长。在客运方面，尽管在多种因素的综合作用下，较

货运增长显得较为缓慢，但也一直保持着增长的态势。在解放初期，我国各港站旅客周转量为 15.17 亿人公里 到 1996 年增加到了 161 亿人公里 增长了 10.6 倍。近几年来，我国各交通港站客运方面的增长较前一段时期缓慢，但随着我国客运需求增长，运输方式和运输技术的不断改善、各种站场设施的日趋完善，我国各交通港站在客运方面的发展前景还是喜人的。随着对外贸易的高速增长，我国各交通港站的吞吐量一直保持着高速增长。特别是集装箱的吞吐量，从 1990 年到 2002 年，我国集装箱运输呈现持续、平稳、高速的增长态势，年均增长速度约为 32.61%，而且正向高效、规模、结构优化的更高层次转变。在吞吐量方面，沿海港站具有明显的优势。在 2001 年我国 7 个亿吨沿海港站共完成货物吞吐量 9 亿吨，综合性大型枢纽港站无论是货物还是客运的吞吐量能力都不断增加，正朝着管理专业化、换乘高效化和港站功能一体化的方向发展，其发展较内陆的交通港站有着明显的优势。

### 三、现代交通枢纽与港站的发展趋势

现代交通枢纽与港站作为 21 世纪全球运输网络体系的重要组成部分，在自身运营中需不断求得发展。面对复杂的发展形势，世界各大港站纷纷采取各种战略以维持和加强自身竞争优势，向世界客货运输集散中心和综合物流枢纽中心方向发展，具体表现为：

#### 1. 现代交通港站建设的大型化、专业化、智能化

现代交通枢纽与港站已经成为支持世界经济、国际贸易发展的国际大流通体系的重要组成部分，成为连接全世界生产、交换、分配和消费的中心环节。客、货运量的不断增加，要求港站的大型化已成为必然，货物运输和装载运具的标准化、集装箱化、包装标准率的大大提高，要求港站作业的专业化水平进一步提高，同时随着科学技术的进步和用户服务需求的增长，为用户提供人性化、高效化、自动化的服务已更为迫切，智能化、人性化的建筑设施及自助服务等，可使各类旅客在候车、中转换乘过程中更能享受到高水平、高质量的服务。

#### 2. 现代交通枢纽与港站服务功能一体化

现代物流业的兴起 使得整个物流作业将疏运、装卸、储存、配送、运输、信息等业务合为一体，要求现代交通枢纽在运输方式衔接、组织管理上实行一体化服务，有效的将用户、运输企业、客货站场有机地联系起来，为高效、快捷、经济、安全地完成货物运输全过程发挥组织管理作用。

在旅客出行方面，要求枢纽提供购票、港站到达的便利功能以及旅客在候车、中转换乘过程中享受到集休闲、娱乐、餐饮、购物等一体化的优质服务。因此，现代交通枢纽与港站向服务功能一体化发展的趋势已十分明显。

#### 3. 现代交通枢纽港站格局发展趋于港城一体化

世界经济一体化的发展趋势，使得世界各地的交通枢纽与港站越来越处于同一国际化运作的网络中。交通枢纽与港站在功能上扩展使其在国际贸易和地区经济发展中发挥了重要的作用，同时，交通枢纽港站功能的实现也要以强大的中心城市及其经济腹地为依托和支持。世界上大多数交通枢纽城市都十分重视港站的发展，制定了港站与中心城市相互促进、共同发展的战略，并采取各种措施积极鼓励和扶持港站的发展。另一方面，港站对腹地经济发展的带动作用，同时也为港站的发展提供了支撑和保障。

从以上来看，我国交通枢纽与港站的建设取得了举世瞩目的成绩。在交通枢纽规划、建设与营运等方面形成了一整套做法，但是也存在一些非常明显的问题：一是理论上对交通枢纽功能及其实现手段缺乏系统的研究，实践上则以港站系统代替枢纽系统，几乎所有主枢纽建设

都以港站建设的形式出现，枢纽的规划往往也变成了港站的规划；二是从规划、建设到营运全过程来看，政府的职能定位不明确，且对枢纽系统的地位、作用、属性研究不够，以至于枢纽建设的投资主体不明，权责利关系不清，建立不起有效的运行机制。

#### 四、本书的研究对象与研究方法

##### 1. 研究对象

交通枢纽与港站的研究是一个复杂的系统工程，涉及到国内不同运输方式所构成的枢纽及港站以及相关的理念体系，涉及到枢纽与港站规划、管理体制、运行机制、基础设施建设、配套支持系统等众多问题。在有限的篇幅和现实能力上，我们不可能将上述问题逐一加以解决，因此本书的研究对象着重于以下几个方面：

(1)交通枢纽与港站基本理论的研究。着重从枢纽与港站的概念、功能及发展影响因素方面进行归纳总结与研究。

(2)与枢纽相关的综合运输需求预测及枢纽规模的研究。着重从经济发展、运输需求、需求结构、各方式运网基础设施等方面进行预测，进而确定枢纽与港站的规模。

(3)交通枢纽与港站布局规划的研究。着重从布局原则、选址与方案评价方面进行定性与定量分析以确定最优方案。

(4)港口与客运站的设计。依据港口与客运站场的作业流程、吞吐量对其规模和平面进行具体研究和规划设计。

(5)港站运作过程管理及管理信息系统的研究。着重从货运站场的业务需求、活动特点及信息流程等方面进行系统分析和系统设计。

##### 2. 研究方法

(1)系统分析法。交通枢纽与港站的研究是一个系统工程，在这个系统中不仅包括枢纽本身，还包括构成枢纽的各港站子系统，它们之间又是相互联系、相互制约的，我们在研究其中的某一问题时应该看到它是整个枢纽或综合交通运输体系的一个局部。只有站在系统的角度才能更好地分析和分清局部与整体之间的关系，从而达到整体最优。

##### (2)理论和实践相结合的方法

交通枢纽与港站作为一门新的应用科学，是直接为经济发展、人民的生产、生活服务的。马克思唯物主义辩证法告诉我们，事物是在不断运动中发展变化的，这种运动不是简单的重复，而是不断提高、不断发展的。因而交通枢纽与港站与各种经济关系也在不断的发展和变化。在加强理论研究的同时，需要很好地结合实践，不断研究和发现存在的问题，并将之上升到理论，从而进一步指导实践方法的改善和提高其运作效率。

##### (3)定性分析与定量分析相结合的方法

任何事物的发展都是有其自身质的规范性和量的规范性。所谓事物的质是指一事物和其他事物的区别，量是指事物存在的规模 and 发展的程度。我们在研究交通枢纽与港站时，既要注意它本身的特殊性对它作定性的分析，同时也要注意到对它的规模及发展程度作定量的分析，才能对交通枢纽与港站发展中的问题有深刻的认识和正确的描述。

# 第一章 港站枢纽概述

交通枢纽是国家或地区交通运输系统的重要组成部分，是不同运输方式的交通网络运输线路的交汇点，是由若干种运输所连接的固定设备和移动设备组成的整体，共同承担着枢纽所在区域的直通作业、中转作业、枢纽作业以及城市对外交通的相关作业等功能。交通枢纽与港站多位于几种运输方式的结合部或几条运输干线的交叉点，有大量客货流集散，具有优越的地理位置和方便的交通运输条件。交通枢纽的形成和发展，带动了交通运输条件的进一步改善，又促进了工业、农业布局和商业贸易的发展。目前，各种交通枢纽多数已发展成为各地区大型综合性经济中心或工业、商业、军事、行政、文化中心。

交通枢纽是与交通运输紧密相连的，其作用和性质也是和交通运输密切相关的。从而可对其下定义为：交通枢纽是在两条或者两条以上运输线路的交汇、衔接处形成的，具有运输组织、中转、装卸、仓储、信息服务以及其他服务功能的综合性设施。其中，服务于一种交通运输方式的枢纽称为单式交通枢纽，例如单一的航空机场、铁路火车站、海运与内河港口、公路客货运输中心等；服务于两种或者两种以上交通运输方式的枢纽叫做复式交通枢纽，也叫综合交通枢纽，这也是我们现阶段见到最多的交通枢纽，同时综合交通枢纽是当前交通枢纽在运输业发展中的新趋势和新方向。

交通港站与交通枢纽之间有着密切的联系。事实上，交通枢纽的概念已包含了交通港站，一个城市或地区的交通港站结合在一起就形成一个综合的交通枢纽。交通港站可以是港口、铁路站、公路站场或航空港等，它们通过铁路、公路、航道、航空线等互相联接，从而实现综合交通枢纽的功能。

枢纽港站具备一定的功能要求，主枢纽港站不仅具有一定规模的吞吐能力和集疏运能力，而且还具有运输组织、中转换装、装卸储存、多式联运、通信信息以及生产、经营、管理和生活辅助服务等项基本功能。这对有效组织运输，压缩客货在港站滞留时间，减少中转环节，发展联合运输，培育和发展统一开放、竞争有序的运输市场等都具有重大意义。随着现代化的交通发展越来越快，交通枢纽与港站所起到的作用也越来越明显，因此，在交通运输业的发展建设中，对交通枢纽与港站进行高标准的规划和建设，已经成为至关重要的工作。

## 第一节 运输网络与枢纽

运输网络是在一定的空间范围（国家或地区）内由几种运输方式的线路和枢纽等固定技术装备组成的综合体。运输网是运输生产的主要物质基础，其空间分布、通过能力和技术装备体现了整个运输系统的状况和水平，在运输业发展中占十分重要的地位。运输网络的结构与水平更直接影响着交通运输系统的功能，为此，应该对运输网结构进行深入分析。运输网结构内容有以下几个方面：

## 一、运输线路

根据运输网同国民经济和生产力地域组合的关系，可将组成全国运输网的各种交通线路，按照以下功能结构进行建设：

### 1. 骨干线路(主干线路)

也就是全国运输网的骨干和大动脉，它把全国主要工矿区、大城市、重要海港和主要粮食和商品、农产品基地联系起来，把各大经济区、省(自治区)联成一个有机整体。骨干线路最明显体现着这种物质基础的作用。我国骨干线路一般来说由铁路主要干线和沿海以及长江干流组成但在一些地区如西藏等区域公路干线为其骨干线路。

### 2. 开发线路

开发线路是骨干线路向边疆地区和新开发区的延长。这种线路对开发资源、改变原来生产力布局的不平衡性有巨大意义。同时，它们在国民经济中起先行作用。

### 3. 给养线路

给养线路是联系主干线路和工业、农业以及矿产品，运入肥料、工矿设备、粮食和日用品等给养物资的线路。给养线路可以是铁路、公路，也可能是大运河的支流或人工运河。它所以重要是因为许多工农业地区并不分布在主干线上，因而就必须用相关线路将其连接起来。一般来说，工厂、矿山在开始建设前就要修建铁路或公路支线。

### 4. 腹地线路

腹地线路是分布在广大农村和工矿区内部的交通线，一般呈网状分布，像微血管一样贯穿全国各地。腹地线路一般为三级以下公路和小河航线，在城市工矿区有时也采用铁路和高级公路。

### 5. 企业线路(或叫专用铁道与专用线)

企业线路是为工矿企业和乡镇、国营农场内部生产服务的交通线路。它本身也是企业生产过程的组成部分。

## 二、运输网的层次结构

运输网具有一定的层次结构，是一个十分复杂的大系统。它既包括了全国运输网，同时还包括在全国运输网覆盖下的各级地方运输网。一个高水平的运输网也必然是一个从全国到各级地方的运输网，即运输网要层次完善，结构合理，以实现其最大的功能。

运输网是生产地域综合体的一个组成部分。从运输是为生产服务的观点出发，运输网的体系应该与国民经济体系相协调。同样，各级地方运输网则要求与各级地方经济发展相适应，这就要求形成各具特色的运输网。各级运输网的枢纽，基本上也同各级经济活动相一致。各级运输网的判别主要表现为其技术装备水平的高低和运输能力的大小。

运输系统的整个体系的空间布局本身就形成典型的网络结构。各种运输方式的线路、航道、道路、航线构成网络的边，这些边的端点及交叉点如交叉路口、车站、码头、机场和交通枢纽港站构成交通运输网络的节点。各个子系统内部也是由线路、道路、运输服务设施及库场、站台出入口等组成的复杂的网络子系统。这是区域、城市及各种运输方式等共同具有的网络结构特点。

由于这一共同的结构和服务特点，不同交通运输子系统的网络供需分析、交通流分析和结构优化就可以采用相似的理论方法。下面引用数学式表达

$$G = \{N, V\}$$

式中： $G$ ——运输网络；

$N$ ——交通运输网络节点；

$V$ ——交通运输网络的边

可见，交通运输网络的基本结构要素为点和边，除此还可以引出路径和通路。边是指运输工具可以在其中运行的设备如铁路线、公路线、航线等，另外，一些运输服务过程如机场中的行李搬运等也是属于这一方面的内容。节点是指两条或两条以上边的连接点及其边的端点。路径是指由网络中一系列点和边构成的序列。通路是指网络中由起点到终点的路。

交通网络的层次性是根据地理条件、行政区划、交通设施等状况人为地确定的。对于我们国家而言，地域面积大、人口多、各方面因素比较复杂，可以按照实际情况将交通网络分为三个层次：

(1)国家级交通网络；

(2)省区级交通网络；

(3)地县级交通网络。

### 三、抽象的交通运输网络

在数学上，网络是由点和边组成的图，实际中的路网也可把路线视为边，把路线的交叉口视为节点而构成一个实实在在的交通网络。网络上的流量可以是交通量、货流量和客流量。交通运输网络规划的目的也正好是从宏观角度把握网络总体发展情况。

在研究地区网时，往往把规划区域的交通关系抽象成一个网络。这就要首先把所研究的大区域划分成小区，再把小区凝缩为一点，把各小区间的交通联系用边表示，这样构成的网络可称为 OD 网络。为了确定节点所代表的范围和边的长度，我们要把一个小区的凝聚点具体化，一般取为该区的经济中心，这样的中心一般也是政治、文化和交通中心，不是凝聚点的交通线路交叉点可以忽略不计，也不影响大局。

### 四、规划交通运输网络的形成

实际的交通运输网是由不同的交通运输方式构成的，其结点和线路具有不同的技术经济特性。实际运输网转化成系统分析规划图一般经过以下步骤：

(1)划分区域的地理以及运输网边界，并使之形成一个相对独立的网络；将所涉及到的地理区域分成相互独立的小区，这些小区相互邻接并覆盖整个区域；

(2)每个小区选取一个质点，并假设小区的所有社会经济活动均发生在这个质点上；

(3)对实际运输网的点边进行合并、简化，并保留具有重要价值的中转点、交叉点，以保证简化运输网络的准确性。

(4)用网络图论方式反映网络的结构及供给特性，使多种运输方式的复杂运输网化成同等地可用于数学及计算机处理的抽象规划网。

### 五、运输网络的发展趋势

在我国，现状运输网络还处于一个相对较低的水平，特别是在结构和管理等方面相对落后，需要对其作出规划，并大力发展。主要可以通过以下方面来实施：

#### 1. 扩大网络

扩大运输网络、增强设施能力是交通运输发展的一项主要任务。扩大网络要注意新建与改造相结合，并做到因地制宜。扩大网络的重点是：

强化运输骨架，扩大干线通道能力。围绕综合运输骨架网的形成，重点完善已有铁路干线，适当布局建设新的跨区铁路通道，进一步加快公路国道主干线和水运主通道建设，加强干线机场建设和改造，增加油输管道里程，提高运输能力。

扩展覆盖面，提高通达度。建设区域铁路，填补省区铁路空白；加强农村公路建设，把农村公路建设作为实施城镇化战略、启动农村消费市场和加强农业基础地位的重要配套措施；积极推进支线机场特别是中西部地区支线机场建设。

增强跨境运输能力和国际竞争力。为适应我国加入 WTO 后国际贸易运输增加和国际运输竞争加剧的趋势，加强对外贸易运输设施和设备的建设。重点是加强以上海国际航运中心集装箱深水港为主的沿海大型枢纽港口建设，增强与周边国家和地区的竞争能力；加强远洋船队建设，优化结构，增强适应国际航运发展趋势的能力，加强海、陆、空口岸设施与通道建设，增强国际运输能力。

建立与区域经济发展相适应的运输梯次格局。进一步优化运输网络的区域布局，在扩大运输设施规模和提高运输设施质量方面，根据各地区的不同特点和要求，有重点地展开。东部地区重点提高运输网络的质量，中西部地区扩大网络与提高质量相结合，使各地区运输网络的规模和质量更贴近经济发展阶段的要求。

## 2. 优化结构

优化运输网络结构。根据新时期交通运输面临的形势与任务，以及客货运输市场的变化，调整好运输网络结构，充分发挥铁路、公路、水运、民航以及管道等运输方式各自的优势，使各种运输方式的交通设施规模与布局更为合理。

优化设施与装备的技术结构。一是加快高速铁路、高速公路、高等级航道、港口大型专用泊位尤其是大型集装箱专用泊位等现代化设施的建设，增加高等级设施与装备的比重。二是坚持高标准、高起点方针，结合各地区客货运输市场特点，选定合理的技术标准，使整体技术结构进一步优化。

优化客货运输产品结构。运输产品要适应多极化和不同层次客货运输用户的要求。货物运输要满足集装运输、冷藏运输、散货运输等专业化的运输需要，实行货物运输组织的“客运化”。旅客运输要根据客运需求的特点与变化，不断调整运输产品结构，为不同层次与不同需要的旅客提供相应的运输服务。优化城市道路网络与公交线路网络，调整各种公交车辆的结构比例，为城市居民提供方便、安全、快捷、准点的城市公共交通服务，最大限度的满足乘客的出行需求。

## 第二节 综合运输与枢纽港站

对于交通运输枢纽和港站的规划和发展，应考虑其与综合运输的发展的密切联系。综合运输系统的质量应达到一定的规模，交通枢纽与港站也就相应地有一定的服务质量；反之，只有将交通枢纽与港站设计好，综合运输系统也会得到好的发展。

从人类原始阶段以人力、畜力和自然力作为主要的运输方式，到现在的与现代经济发展相适应的铁路、公路、水运、航空和管道五种运输方式协调运营的综合运输阶段，交通运输的发展经历了一个漫长的过程。综合运输系统的形成，也就是这一过程的体现和结果。

## 一、综合运输系统

综合运输系统就是铁路、公路、水运、航空和管道等各种运输方式在社会化的运输范围内和统一的运输过程中，按其技术经济特点组成分工协作、有机结合、连接贯通、布局合理的交通运输综合体系。

## 二、综合运输体系的构成

综合运输是依靠交通运输体系的运转而实现的，整个运输体系的运转，又是依靠运输工具、装卸机械、运输线路等各个系统的相互配合和有效的运转来实现的。对于交通运输体系的构成由客货流系统(运输对象系统)、载运机具系统、路网系统、信息系统、运输管理系统和生产组织系统组成。

客货流系统，又称运输对象系统。因为不同地点的运输对象，有着各自不同的特征，而且其不同地点的不同特征还相互影响，比如：在公路上的客货流，前一段时间的流动情况对后续时间的情况是有影响的。而在不同的路线地段，各客货流也是相互影响的。对于各种不同的运输方式，客货流的流动也是有相互影响的，铁路运输对公路运输有影响，同时公路运输也与铁路运输息息相关。因此，在整个交通运输体系中，客货流形成一个动态的系统。客货流系统的流动是运输对象的空间组合和变动的动态过程。

载运机具系统，它包括运输工具和装卸机械两大组成部分。运输工具是实现旅客和货物的运送和集散；装卸机械是实现旅客和货物上下运输工具的位移和运输枢纽的空间的组合。运输工具和装卸机械二者是紧密相连的，两个过程相辅相成、相互配合，对整个交通运输体系的运转有直接的影响。

路网系统，是指由运输路线、港站、枢纽等固定设施组成的整体。它是运输工具得以运行、装卸机械能够进行作业的物质基础。路网系统的特点是分布在广大地域之上，分布广、建设工期大、投资量大。而路网系统的正常运行直接关系到整个交通运输体系的运转。

运输管理系统，主要是指作为执行国家政府职能的各级交通运输部门，对交通运输体系实施宏观调控的系统。通过这些部门的统一调控管理，达到对整个运输体系的合理组织管理。

运输生产组织系统，是指各个运输生产者组成的系统。必须实现各种运输方式之间的紧密配合，实现各个运输环节之间的协调与合理组织。这是为提高整个交通运输系统与运输管理系统及信息系统功能，而形成的交通运输体系的“软件”部分。

信息系统，现在的世界是信息的世界，任何行业要想发展，就必须把握好信息这一关，及时、快速、准确地掌握各种信息是极为关键的。对于交通运输这一点也不例外，也要通过各种手段来掌握各种与交通运输相关的信息，才可能协调交通运输体系的有效运转，以最小的经济消耗获得最大的运输效果。

## 三、综合运输体系分析

分析交通运输体系的构成子系统，有必要对这些子系统之间的相互关系进行深入的探讨。

客货流系统依存于载运机具系统，载运机具系统为客货流系统服务。我们知道，旅客和货物要想流动，就必须有适当的载运机具来对其进行运输；而装卸机具的装卸能力，运输工具的运送能力，直接约束了客货流的流量、流速。另一方面，旅客和货主又可根据自身的实际情况，对运输工具和装卸机具进行选择。

载运机具系统依存于路网系统，路网系统向载运机具系统提供服务。载运机具要运行、要通行，没有路网系统是不可能进行的，路网系统的好坏直接影响载运机具工作的效益和质量。故要求对路网系统进行合理布局，才能实现交通工具的合理运行。

载运机具系统与运输生产组织系统之间的关系，载运机具系统的运转，是受运输生产组织系统的约束的，运输工具对具体工作的进行、装卸机械作业的正常展开，都必须在运输生产组织系统的指挥下按计划进行，若不然，则会引起整个交通运输系统的混乱。

当然 这些子系统之间还存在多种相互依存、相互影响的关系 在交通运输体系中 各个子系统缺一不可，它们之间都存在彼此的关系，相互之间互相协调、互相制约，共同维护整个交通运输体系的正常运转。

#### 四、综合运输体系结构

综合运输体系中的运输方式结构，包括铁路、公路、水运、航空和管道等五个运输子系统，这些子系统各有优势，在一定的地理环境和经济条件下有其各自的合理使用范围。

按照系统论与运输经济学的观点，建立合理的运输结构，不仅要科学地确定各种运输方式在综合运输系统中的地位和作用，而且还必须在全国范围内根据运输方式的合理分工和社会经济发展对运输的需求，做到宜铁则铁、宜公则公、宜水则水、宜空则空，逐步建立一个经济协调、合理发展的综合运输系统。运输系统结构形式可分为：

(1) 串联结构，就是说各个运输系统之间是一个串联关系，如图 1-1 所示。

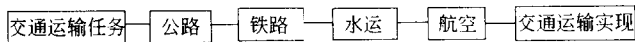


图 1-1 综合运输串联结构图

当然，这只是一个简单的运输结构图，在实际的运输系统中，是具体按照实际情况来确定其运输方式的。

(2) 并联结构，所谓并联就是各运输子系统之间为一个并联关系，如图 1-2 所示。

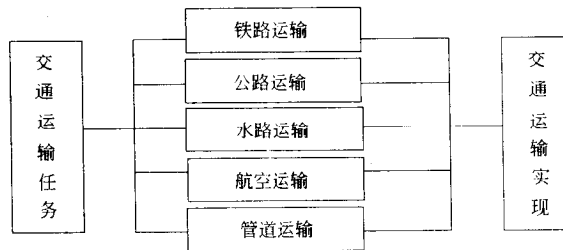


图 1-2 综合运输并联结构图

并联结构的应用一般在区域面积大、经济发达国家或区域，其并联方式可能是二种、三种、四种或五种运输方式。

(3) 混联结构，也就是串并联结构。在单一方式的交通运输体系中，较为常见、应用较多的是串联结构 但在综合运输体系下 会较多地用到混联结构的 如图 1-3 所示。

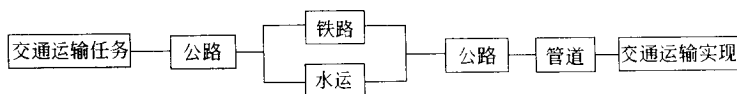


图 1-3 综合运输混连结构图

## 五、综合交通枢纽港站

### 1. 综合交通枢纽的基本内涵

综合交通枢纽港站是交通运输发展的高级阶段，指的是在一个国家或地区的综合交通运输网络中，同时承担几种运输方式的主枢纽港站功能的节点，是交通运输的生产组织基地和综合交通运输网络中客货集散、转运及过境的场所。具有运输组织与管理、中转换乘换装、装备储存、多式联运、信息流通和辅助服务六大功能。它对所在区域的综合交通运输网络的高效运转具有重要的作用，同时，综合交通枢纽港站对它所依托的城市的形成和发展有着十分明显的带动作用，是城市对外辐射和联系的桥梁和纽带。

综合交通枢纽的基本内涵包括两个方面：

(1)拓扑形式。也就是说综合枢纽是交通运输网上一个点，它连通着两条以上的干线，客流、货流要以该点作为到达地和始发地，或中转地。

(2)空间形式。即综合交通枢纽依附于大城市，包括线路及众多的技术设备、技术作业。

传统的综合交通运输枢纽研究侧重于枢纽点中每种运输方式构成的部门性枢纽。例如，铁路枢纽的车站存在形式，水运枢纽的港口、码头的布局形式，航空枢纽以机场的形式为主，公路枢纽主要进行公路、城市街道及技术作业站的合理布局及优化研究。

有关专家对综合交通枢纽的基本内涵都有着不同的定义，普拉金夫认为“综合交通枢纽自成体系，地处于两条或几条干线运输方式的交叉点上，是运输过程为实现运输所拥有的设备之综合体。”张务栋教授则这样定义综合交通枢纽：“在两种或两种以上干线运输方式衔接地区办理长途、短途及城市客货运输的各种技术设备的综合体，是交通运输网的重要组成部分。”斯卡洛夫将综合交通枢纽定义为：“综合交通枢纽是国家统一运输体系的组成部分，它决定着路网相邻经路的运输特点，是由若干种运输（其中包括不少于两种干线运输）所联结的固定设备（构筑物）和活动设备（载运工具、装卸机械等）组成的一个整体，共同完成着货物及旅客运输的中转与地方作业。”

综上所述，以上关于综合交通枢纽的定义均把握了一个系统的概念。所以应该说综合交通枢纽是由各部门性枢纽组成的，但不仅仅是简单的技术设备叠加，而是信息、设备、管理于一体的有机的集成。因此，研究综合交通枢纽管理，决不能单纯的去研究各个部门性枢纽技术作业，然后再将其拼凑在一起，而是应研究包括信息集成、管理组织等多项要素的多层次耦合的以人为主的复杂系统。从系统的角度，运用系统工程的思想、理论、方法来研究综合交通枢纽的集成特征，这样才能得到一个对综合交通运输枢纽系统的比较正确的认识。

### 2. 综合交通枢纽港站系统特征

随着经济技术的发展，运输需求的变化，使得综合交通枢纽港站的重要性日渐突出。综合交通枢纽港站运营及组织管理的落后，将会严重地影响整个运输干线的能力。综合交通枢纽港站作为交通运输系统中的一个子系统，在对于交通运输和国民经济服务的功能方面，还是有自身的本质特征的，这就是作为交通运输的接合部而存在。可以说综合交通枢纽港站在整个交通运输体系中起到的是一个连接“点”的作用，“点”的运作好坏直接影响到整个系统的运行，所以这个“点”是一个至关重要的部位。

综合交通枢纽是交通运输业的多部门、多企业的条块分管制度下，由各种运输形式构成的交通运输结合部，它包括传统的技术作业管理、信息协调管理问题，还有多种运输组织的协同等问题，有着复杂的关系。其系统特征如下：

- (1)系统构成要素的多样性与相对独立性；
- (2)结构复杂与弱结构化特征；
- (3)过程性结构特征；
- (4)演化轨迹的多样性；
- (5)组织管理的特殊重要性。

综合交通枢纽系统的结构特征，对其组织管理提出了特殊要求，要区别于常规的组织化的系统管理模式。同时既是大系统自身的薄弱环节，通常也是组织管理的薄弱环节，是系统失效的多发部位。多个运输企业结合部的要素之间关联和协同程度影响其功能的有效实现。因此，有效的管理组织对发挥整体效能，实现系统目标更具有特殊的重要性。如何进行统一的、一体化的协调运转，从而减少“ $1+1 < 2$ ”的内耗问题，是综合交通枢纽系统管理的一个重要课题。

传统的综合交通枢纽管理方法是联合运输、过程联动和分权控制。主要包括三个方面的内容即：

- (1)技术设备(车站、港口、干线、仓库)运输过程的连接等；
- (2)每种运输方式内部管理信息系统的开发；
- (3)交通运输流的系统分析。

实际运行的结果，由于综合交通枢纽的分立组织结构，加之以人治为主导的东方管理思维理念下的管理体制，造成了经济效益与效率不匹配等问题。单纯的运输流过程、功能的优化研究，并不能实现综合交通枢纽整体功效的系统化、有序化。只有加强以客观规律为主导的交通结合部管理组织模式探讨，才能实现综合交通枢纽的物理-事理-人理综合集成，提高管理效率。

所以可以说，对于综合交通枢纽港站，在处理好其基础设施建设的基础上，一个至关重要的方面，就是要对其管理实行科学化体制，这也是当前对交通运输枢纽港站的一个重要研究课题。最近，对于综合交通枢纽港站的研究，一些专业人员提出了一个新的名词——智能综合交通枢纽港站，就是将综合交通枢纽港站与智能运输系统（ITS）有机结合起来，共同发挥它们对交通运输的科学管理作用。

根据党的十三大提出的“以综合交通运输体系为主轴”的全国交通运输业发展方针，交通部1989年提出了我国水运、公路建设的长远规划设想，并进行了全国45个公路主枢纽和20个港口主枢纽的宏观布局。因为在国家级运输网和区域级运输网上，这些主枢纽成为几大运输系统交汇、转换节点，形成了同时具备两种或两种以上交通主枢纽功能的综合运输枢纽。这种综合交通枢纽往往以一个城市为依托，不仅承担着联系全国交通运输网的任务，还要负责城市对外交通运输的任务，并与城市交通系统保持着紧密的联系。

交通部提出的“三主一支持”交通建设长远规划即公路主骨架、水运主通道、港站主枢纽和交通支持体系，就是对全国运输主干线系统和水运主要港口和公路主要客货站场主枢纽系统进行的布局规划。45个公路主枢纽以所在城市为区域中心，培育发展区域性道路运输市场。根据《全国公路主枢纽布局规划》，45个公路主枢纽所在城市为北京、天津、石家庄、唐山、太原、呼和浩特、沈阳、大连、长春、哈尔滨、上海、南京、徐州、连云港、杭州、宁波、温州、合肥、福州、厦门、南昌、济南、青岛、烟台、郑州、武汉、长沙、衡阳、广州、深圳、汕头、湛江、南宁、柳州、海口、成都、重庆、贵州、昆明、拉萨、西安、兰州、西宁、银川、乌鲁木齐。“九五”期间，各省、自治区、直辖市和上述45个城市的交通主管部门、运政管理机构要结合公路主枢纽的建设、充

分发挥其运输组织管理、中转换装换乘、装卸仓储、公铁水路联运、通信信息、生产生活辅助服务等功能；将所在城市的道路运输市场培育成能在较大范围内发挥更大作用的区域性市场，更好地满足经济建设和人民群众的需求。

### 第三节 各种运输方式及其港站设施

交通运输的不断发展 相应的产生了五种具有不同功能的运输方式 即 铁路、公路、水运、航空和管道。这五种方式各自功能不同，同时对交通运输都发挥着重要的作用。

#### 一、运输方式

##### 1. 水运

水路运输简称水运，是指利用船舶航行于水域，完成旅客与货物运送的经济活动。水路运输是最早运输方式之一，几乎和人类文明史一样悠久。从远古时代利用舟筏来进行运输，到现在的柴油机进行大型运输，水运发展一共经历了四个时代，即舟筏时代、帆船时代、蒸气机时代和柴油机时代。

##### 1) 舟筏时代

早在远古，人类就以舟筏作为运输、狩猎和捕鱼的工具。尽管古代社会人类最主要的目的就是吃饭生存，但他们已经懂得用舟筏来进行运输工作。

##### 2) 帆船时代

公元前我国人民就已经掌握了帆船技术，用其进行航行，从而进行水路运输。特别是 15 世纪初，航海家郑和远航东非，15 世纪末哥伦布发现新大陆，都是利用帆船来进行航行的。到 19 世纪中叶美国飞剪式快速帆船的发明，更是将帆船技术发展到一个前所未有的高度。

##### 3) 蒸汽机时代

自从 18 世纪蒸汽机发明以后，人类就已经开始将其用于船上的试验。到 19 世纪初 美国人首次的应用成功，标志着水路航行技术的又一个大的飞跃。而后，蒸汽机在航海方面的应用发展极为迅速。

##### 4) 柴油机时代

柴油机问世后，不久就应用于船上，取代了蒸汽机的工作。随着时间不断推移以及技术的不断发展，柴油机在水运上的应用也就越来越广泛。特别是进入 20 世纪中后期，石油的大力开采以及远洋货运在世界范围突飞猛进的发展，更是体现柴油机运输时代的优越性。

水运特点比较明显，在所有运输方式中，它是最为便宜的运输工具，但运输速度却比较慢，主要特点体现在：

##### (1) 运输量大

由于船舶货舱与机舱的比例比其他运输工具都要大，因此，可以供作货物运输的舱位及载重量均比陆运或空运庞大。特别是对于集装箱运输，更是需要大批量进行，所以航运是最优选择。

##### (2) 能源消耗及运输成本低

水运是借助水来进行运输的，在能源消耗方面，相比其他运输方式，它是最低的。同时尽管水运站场建设及维护费用高，但因其运载量大，运程较远，因而总的单位运输成本很低。根据统计表明，我国海洋运输单位成本仅为铁路的 55% ~ 60% 左右。可见水运比其他运输方式

运输成本低的优势是显而易见的。

### (3) 运输速度慢

由于船舶运载量大，且受水流阻力作用，因此运输时航速一般较慢。低速行驶使其所需要克服的阻力小，能够有效节约燃料，但航速一旦提高所受到的阻力就会非线性增高。所以，为了同时做到既能有效利用燃料，又使航速不是很慢，一般船舶的行驶速度只能达到 30km/h 左右 冷藏船可达 40km/h 集装箱船可达 40~60km/h。

### (4) 受天气和气象的影响较大

水运特别是远洋运输，由于海面气候变化无常，暴风雨经常发生，这对船舶运输是会产生很大影响的。因此有时运输不能进行，或者航行速度很慢。

## 2. 铁路运输

铁路运输也是交通运输方式中一个重要的方面。自从 19 世纪 20 年代人类第一次建成第一条铁路并投入使用，到现在铁路的发展已经经历了差不多 200 年的历史，尽管在此期间铁路运输有过其高潮发展和衰退期，但铁路运输始终都在发挥其巨大的运输功能。

尽管公路运输曾经一度使铁路运输的发展的空间受到很大的限制，但它并没有因此而退出交通运输的舞台。而且特别是随着近年来，人们对交通运输的越来越深刻的认识，综合运输以及多式联运的发展，铁路运输又重新得到了极大的发展，高速铁路以及磁悬浮的出现，更是体现了这一点。

铁路运输有其自身的特点，主要体现在：

### (1) 运输能力大

铁路是大宗、通用的运输方式，能够负担大量的运输任务。铁路运输能力取决于列车重量和每昼夜线路通过的列车数。由于列车车厢数量多，可以承担的货物和旅客运输的数量相应也是很大的。

### (2) 安全性好

由于铁路运输线路比较集中，且自动化程度也随着高新科学技术的应用也越来越高，列车自动停车、自动操纵、设备故障和道路故障报警、灾害防护报警装置技术的迅速发展，大大减少了交通事故的发生。

### (3) 环境污染程度小

列车行驶大部分时间是在城市地区以外地带，对城市地带以及居民区的污染程度是很低的。同时铁路运输对生态环境的破坏影响也是比较低的。特别是现在电气列车的发展趋势，对环境的影响就更小了。

### (4) 直达性较差

铁路运输最大的缺点就是直达性不高，由于铁路起点以及终点都是在站场，旅客和货物一般不能一次到达目的地，还要经过换乘或换装进行继续运输。所以铁路运输一般是和其他运输方式一起进行综合运输进行的。

## 3. 公路运输

公路运输是所有运输方式中最为普遍也是使用得最多的运输方式。许多发达国家已形成完善的规模化的公路运输网，我国也在大力规划和建设公路网。

从技术结构上看，公路运输系统由基础设施及运输工具两部分组成，前者主要包括公路及其附属设施 站、场及其附属设施 公路交通控制与管理设施等。在现代社会中 公路运输主要是汽车。在五种基本运输方式中，就一般情况而言，客货运输全过程的完成都需要有公路运输

方式的参与。所以说，公路运输是整个运输系统中的主导力量。

公路运输的广泛使用，与其优越性是密切相关的，主要体现在：

#### (1) 通达性强

公路运输能够实现“门到门”的运输，即将旅客或货物一次性运送到目的地。它不受各种地理及运输线路的限制，只要有公路就可以运输。这也是公路运输所具有的独特优势。

#### (2) 灵活性高

不管是时间上，还是空间上、批量上、服务条件上以及运行条件上，公路运输都有着很高的灵活性。在空间上可以实现“门到门”的运输；时间上随时都可以进行运输，不像铁路及其他运输方式受到定时限制，它可以在任何时间进行启动；批量上也是有很高灵活性的，它的运输启动批量是最小的；服务条件上具体表现为能够根据货主或旅客的具体要求提供有针对性的服务，最大限度地满足不同性质的货物运送与不同层次旅客的需求；在运行条件上，公路运输的服务范围不仅在等级上，还可延伸到等级外的公路，甚至许多乡村便道的辐射范围。

所以说公路运输富有活动性，可随时调拨，不受时间限制，且到处可停，富于弹性及适应性，运用灵活。

#### (3) 载运量小

汽车载运量，小型客车只不过三四人，大型巴士平常也仅能载运数十人；货运汽车普通可载运 3~5t，就是使用拖车，也不过数十吨而已，不能与铁路列车或轮船等的庞大容量相比。

#### (4) 全程运输速度快

公路运输可以实现“门到门”的运输，因此对于旅客可以减少转换运输工具所需要等待的时间与步行时间，对于限时运送的货物，或为适应市场临时急需货物，公路运输服务优于其他运输工具，尤其是短途运输，其整个运输过程的速度，较任何其他运输工具都为迅速、方便。

#### (5) 安全性较差

公路运输受到多方面因素的影响，车种复杂、道路不良、驾驶人员疏失等都是影响公路运输的因素。所以公路运输交通事故发生较多，相比较其他运输方式而言，公路运输安全性是最差的。

### 4. 航空运输

航空运输是交通运输快速发展的结果，作为起步最晚的一种运输方式，安全、快速是其最大的优点，也是被人们利用作为一种运输方式的有效理由。

航空运输体系包括飞机、机场、空中交通管理系统和飞行航线四个基本部分。这四个部分有机地结合，在空中交通管理系统的协调控制和管理下，分工协作，共同完成航空运输的各项业务活动。除了这四个基本部分外，当然一个完整的航空系统还是需要一些附属设施来进行运作的，即商务运行、机务维护、航材供应、地面辅助以及保障系统等都是不可缺少的。

航空运输之所以能够在短短半个多世纪内得到快速的发展与应用，与其自身的特点是分不开的，其特点主要体现在：

#### (1) 运输速度快

航空运输最大的优点就是运输速度快。现代喷气式客机，巡航速度为 800~900km/h，比汽车、火车快 5~10 倍，比轮船快 20~30 倍，而且距离越长，航空运输所能节约的时间越多，快速的特点也越显著。

#### (2) 机动性大，且受到地形限制小

飞机是在空中航线进行飞行的，对于地面上任何距离的两个地方，它都能通过其独特的优

势将它们连接起来，可以实行定期或不定期飞行。尤其对灾区的救援、供应、边远地区的急救等紧急任务，航空运输可以充分发挥其机动性大的优势；同时由于航空运输是在空中进行的，受到陆地、高山等因素的限制很少，受航线限制的程度也远比汽车运输、铁路运输和水运小得多。

### (3) 舒适、安全性好

这也是航空运输的一大重要优势，喷气式客机的巡航高度一般在 10000m 左右，飞行不受低空气流的影响，平稳舒适。现代民航客机的客舱宽敞，噪声小，机内有供膳、视听等设施，旅客乘坐的舒适程度较高。由于科学技术的进步和民航客机适航性的严格要求，航空运输的安全性比以往已大大提高。但也有一点弊端就是，一旦飞机失事，其后果将会极为严重，尽管飞机发生事故的比例是最低的，但事故的严重性是最高的。

### (4) 基本建设周期短、投资少

发展航空运输，从设备条件上讲，只要添置飞机和修建机场就可以基本满足。这与修建铁路和公路相比，一般说来建设周期短、占地少、投资省、收效快。据统计计算在相距 1000km 的两个城市间建立交通线，若载客能力相同，修建铁路的投资是开辟航线的 1.6 倍。铁路修建周期为 5~7 年而开辟航线只需 2 年左右。

### (5) 容积和载重量小、运价高

飞机机舱不能和火车和轮船相比，其容积是比较小的，所以载重量也就相应比较小了。因此带来了其运输成本高，比地面和水运其运载成本是要高出许多的。其货运一般是针对一些及时需要的以及重要的货物进行运输。

## 5. 管道运输

管道运输是对于货物而言的，而且只是一些流体货物，所输送的货物主要是油品（原油和成品油）、天然气（包括油田伴生气）、煤浆以及其他矿浆等。管道运输是随着石油开发而兴起的，并随着石油、天然气等流体燃料需求量的增长而发展。目前，我国已经建成了多条管道运输系统，并投入使用，发挥着极大的运输功能。

管道运输受多方面因素的影响，故其运输对象是有很大限制的，所以管道运输是较为特别的。车、船舶、飞机和火车运输，它们本身都是随着运输对象而运动的，并将运输对象送至目的地；而管道在整个运输过程中是静止不动的，它的运输是通过输送设备（如泵、压缩机等）驱动货物，使之通过管道流向目的地。因此，管道运输的特点是：

### (1) 运输量大

管道运输是针对特殊的流体进行的，只要有流体通过它就可以进行输送。一条管径 720mm 的管道，可年输送易凝高粘原油 2000 万吨以上，相当于一条铁路的运量；一条管径 1220mm 的管道年输送量可达 1 亿吨以上。

### (2) 永久性占用土地少，易选取捷径缩短距离

管道多埋在地下，其埋入地下部分一般占管道总长度的 95% 以上，永久占用土地少，管道可以从河流、湖泊乃至海洋的水下通过，也可以翻越高山，横越沙漠，允许敷设坡度较铁路、公路大，易选取捷径缩短距离。

### (3) 便于管理，可长期稳定运行

管道由于大部分埋于地下或者水中，损坏程度小，便于运输管理，易于远程监控，维修量小，劳动生产率高，而且由于在地下，受恶劣气候条件影响较小，可以长期、连续不断地稳定运行。

#### (4)耗能低、运输费用低

输送每吨公里轻质原油的能耗只有铁路的  $1/12 \sim 1/17$ 。成品油运费仅为铁路的  $1/6 \sim 1/3$  接近于海运,且无需装卸、包装、无空车回程问题。

管道运输尽管有很多的优点,但其灵活性不及其他运输方式,承运货物比较单一,货源减少时不能改变线路,当输送量降低较多并超出其合理运行范围时,优越性就难以发挥。适于定点、量大、单向的流体运输。

## 二、港站基础设施

### 1. 水运

水运交通港站的基础设施可以分为:港口水域设施、港口陆上设施和航标等三部分。这三部分各自都有着相应的功能和设备。

#### (1)港口水域设施

港口水域设施包括港池、航道和锚池。港池一般指码头附近的水域。它需要有足够的深度与宽广的水域,供船舶靠离使用。对于河港或与海连通的河港,一般不需要修筑防浪堤坝,而对于开敞式海岸港口,为了阻挡海上风浪与泥沙的影响,保持港内水面的平静与水深,必须修筑防波堤。防波堤的形状与位置根据港口的自然环境而确定。

锚池是供船舶抛锚候潮、等候泊位、避风、办理进出口手续、接受船舶检查或过驳装卸等停泊的水域。锚地的底质一般为平坦的沙土或泥土,使锚具有较大的抓力,而且远离礁石、浅滩等危险区。锚地离进出口航道要有一定的距离,以不影响船舶进出为准,但又不能离进出口航道太远,以便于船舶进出港操作。过驳装卸的锚地不仅要考虑锚泊大船本身的旋回余地,还要考虑到过驳小船与装卸作业的安全。锚地水域面积的大小,根据港口进出口船舶艘次与风浪、潮水等统计数据确定。

航道是指船舶进出港的通道。为保证安全通航,必须有足够的水深与宽度,不能弯曲度过大。为了避免搁浅、擦浅而造成船舶、生命财产损失与环境污染,船舶在航行时必须在龙骨基线以下保持足够的水深。

#### (2)港口陆上设施

港口陆上设施的功能就是为了保证船舶货物的流通,所以必须有配套的铁路、道路、货物仓库与堆场,港口机械、给排水和供电系统等设施。

港口铁路包括港口车站、分区车场、码头和库场的装卸线,以及连接各部分港口的铁路区间正线、联络线和连接线等。

港口道路是水运与公路运输进行衔接的部分。港口道路可分为港内道路和港外道路,港内道路由于要通行载货汽车与流动机械,对道路的轮压、车宽、纵坡与弯道半径等方面都有特殊的要求。港内道路行车速度低,一般为  $15\text{km/h}$  左右。港外道路是港区与城市道路与公路连接的通道。

仓库是港口货物在车船换装以前的集散地,其功能就是对货物进行短暂的存储,以保证其质量不受到因破损带来的影响。港口的仓库和堆场必须有足够的容量,从而能够保证港口的吞吐能力。按照仓库所在的位置可以分为前方仓库和后方仓库,前方仓库位于码头的前沿地带,用于临时存储准备装船或从船上卸下货物;后方仓库用于长期存储货物,位于离码头较远处。

港口机械是完成港口货物装卸的重要手段,用于完成船舶与车辆的装卸,货物的堆码、拆