

高校转型发展系列教材

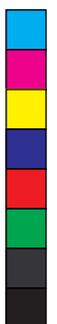
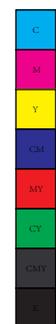
交通港站与枢纽实务

肖倩 主编

李佳洋 张乐 副主编

清华大学出版社

北京



内 容 简 介

本书分为绪论、铁路站场、公路站场、水运港口、航空机场、交通枢纽、交通枢纽布局规划七章，较全面地叙述了交通港站与枢纽的基本组成和布局，侧重阐述了港站和枢纽的发展、站场作业及特点、设施设备、布置类型、平面设计、布局规划、流线疏解等内容。本书参考了大量的交通相关资料，强调理论与实际相结合，内容选材新颖，配有大量的港站和枢纽的实景图片。

本书可作为普通高等院校交通运输、交通工程等专业的核心课程教材或教学参考用书，也可作为从事交通工作的专业技术人员的培训教材或参考资料。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。举报：010-62782989，beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

交通港站与枢纽实务 / 肖倩主编. —北京：清华大学出版社，2021.8
高校转型发展系列教材
ISBN 978-7-302-58393-6

I. ①交… II. ①肖… III. ①交通运输中心—高等学校—教材 IV. ①U115

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 117380 号

责任编辑：施 猛

封面设计：常雪影

版式设计：孔祥峰

责任校对：马遥遥

责任印制：刘海龙

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>，<http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编：100084

社 总 机：010-62770175 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者：三河市铭诚印务有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm 印 张：14.25 字 数：304 千字

版 次：2021 年 8 月第 1 版 印 次：2021 年 8 月第 1 次印刷

定 价：49.00 元

产品编号：074529-01

前言

随着我国高速公路、高速铁路、航空、轨道等各层级交通方式的快速发展，港站和枢纽逐步突显其衔接作用，对城市和区域发展的辐射作用也越来越明显。港站与枢纽作为城市交通体系的重要节点，既是连接城市内外交通的纽带，又是为旅客出行提供便捷、安全服务的重要交通场所。交通运输为国家现代化建设和提高人民物质文化生活水平提供了优质的服务，而港站与枢纽集中了与运输有关的各项设备，因此，掌握交通港站与枢纽的相关知识尤为重要。

为适应我国交通运输系统的快速发展需求，编者编写的《交通港站与枢纽实务》一书，可作为交通运输、交通工程等相关本科专业主干课程的教学用书。本书分为7章。第1章介绍了铁路、公路、港口、航空港等港站的发展历史趋势，以及综合交通枢纽的相关内容。第2章介绍了会让站、越行站、区段站、编组站、客运站、货运站等各类铁路车站的相关作业、设备、布置方式，以及高速铁路车站的设计特点及布置方式。第3章介绍了公路客运站、货运站、停车场等公路站场的构成及平面布局。第4章介绍了水运港口的水域和陆域相关设施的布置。第5章介绍了航空机场的基本组成和各部分的布局设计。第6章主要介绍了铁路枢纽、公路枢纽、城市轨道交通枢纽、水运枢纽、航空枢纽的布局，以及交通枢纽的流线疏解。第7章介绍了交通枢纽布局规划模型和方法，并提供了城市综合交通枢纽规划实务案例。本书注重先进性和实用性，致力于与实际相结合，配有丰富的实景图片，有助于读者提高解决实际问题的能力。

本书由沈阳大学组织编写，肖倩任主编，李佳洋、张乐任副主编。此外，研究生宋博伟、李思凡、王思文、李锦华、宋馥辰、韩沁雅做了大量资料整理、图表绘制工作，在此一并表示感谢。

在编写本书的过程中，编者引用了许多国内外专家、学者的相关书籍和文献，在此对有关著者表示衷心的感谢。由于我国交通系统和相关技术发展日新月异，资料和数据引用不够全面，且作者水平有限，书中难免存在错漏、不妥之处，敬请读者和同行们批评指正。反馈邮箱：wkservice@vip.163.com。

编者
2021年3月



第 1 章 绪论	1
1.1 交通港站与枢纽概述	2
1.1.1 交通港站、枢纽的定义	2
1.1.2 交通港站与枢纽的重要性	4
1.2 铁路发展历史及趋势	5
1.2.1 我国铁路发展历史	5
1.2.2 我国铁路发展的现况	6
1.2.3 铁路运输的特点	8
1.2.4 高速铁路的发展	9
1.3 公路发展历史及趋势	11
1.3.1 我国公路发展历史	11
1.3.2 我国高速公路发展历史	13
1.3.3 我国公路发展趋势	15
1.4 港口发展历史及趋势	16
1.4.1 我国水运港口发展	16
1.4.2 水路运输的特点	17
1.4.3 我国未来港口发展趋势	18
1.5 航空港发展历史及趋势	19
1.5.1 我国航空港发展历史	19
1.5.2 航空运输的特点	21
1.5.3 我国航空港现状及发展趋势	22
1.6 综合交通枢纽概述	23
1.6.1 我国综合交通枢纽发展现状	23
1.6.2 综合交通枢纽的特点与功能	23
1.6.3 综合交通枢纽的发展历史	24
1.6.4 综合交通枢纽发展趋势	25

第 2 章 铁路站场	27
2.1 铁路车站概述	28
2.1.1 铁路车站的作用	28
2.1.2 铁路车站分类	29
2.2 会让站和越行站	31
2.2.1 会让站	31
2.2.2 越行站	32
2.3 中间站	34
2.3.1 中间站的作业	34
2.3.2 中间站的设备	34
2.3.3 中间站的布置方式	41
2.3.4 中间站的平面计算	43
2.4 区段站	49
2.4.1 区段站的作业	49
2.4.2 区段站的设备	50
2.4.3 区段站布置方式	57
2.5 编组站	62
2.5.1 编组站的作业	62
2.5.2 编组站的设备	63
2.5.3 编组站的分类	64
2.5.4 单向编组站布置方式	65
2.5.5 双向编组站布置方式	68
2.5.6 编组站布置方式的选择	70
2.6 铁路客运站	71
2.6.1 铁路客运站的作业与主要设备	71
2.6.2 铁路旅客运输的特点	72
2.6.3 客流及铁路客运站分类	73
2.6.4 铁路客运站布置方式	74
2.7 铁路货运站	76
2.7.1 铁路货运站的作业与主要设备	76
2.7.2 铁路货场的分类和设备	77
2.7.3 铁路货运站的分类和特点	79
2.7.4 铁路货运站布置方式	79
2.7.5 铁路货物运输的分类及组织条件	81

2.8	高速铁路车站	82
2.8.1	高速铁路车站设计特点	82
2.8.2	高速铁路车站与既有站分设布置方式	83
2.8.3	高速铁路车站与既有站合设布置方式	84
第3章 公路站场		88
3.1	公路客运站	89
3.1.1	公路客运站的类型与站级划分	89
3.1.2	公路客运站的组成及工艺流程	92
3.1.3	公路客运站的选址原则	93
3.1.4	公路客运站的平面布置	94
3.2	公路货运站	100
3.2.1	公路货运站的类型	100
3.2.2	公路货运站的站级划分	104
3.2.3	公路货运站的平面布置	104
3.3	公路停车场	105
3.3.1	停车场的分类、任务和要求	106
3.3.2	停车场的车辆停发和停放方式	107
3.3.3	停车场的布置原则	109
3.3.4	地面停车场的构成	110
第4章 水运港口		112
4.1	水运港口概述	113
4.1.1	港口的定义与分类	113
4.1.2	港口的功能	116
4.1.3	港口的基本组成	117
4.2	港口水域设施	121
4.2.1	港池	122
4.2.2	航道	123
4.2.3	锚地	125
4.2.4	回旋水域	126
4.2.5	防波堤	127
4.2.6	口门	129

4.2.7	导航设施	131
4.3	港口陆域设施	133
4.3.1	码头	133
4.3.2	仓库、堆场与货棚	136
4.3.3	港口道路	137
4.3.4	港口铁路	139
第 5 章	航空机场	141
5.1	机场概述	142
5.1.1	机场的种类	142
5.1.2	机场的基本功能	143
5.1.3	机场的组成	144
5.2	飞行区	145
5.2.1	跑道	145
5.2.2	滑行道	152
5.2.3	净空区	154
5.3	航站区	156
5.3.1	航站楼	156
5.3.2	机坪	158
5.4	地面运输区	161
5.4.1	机场进出通道	161
5.4.2	机场停车场和内部道路	162
第 6 章	交通枢纽	165
6.1	交通枢纽概述	166
6.1.1	交通枢纽的定义与种类	167
6.1.2	交通枢纽的作用	168
6.1.3	交通枢纽与城市道路的布置方式	169
6.2	铁路枢纽	171
6.2.1	铁路枢纽的分类	172
6.2.2	铁路枢纽的布置类型	173
6.3	公路枢纽	178
6.3.1	公路枢纽的功能	178

6.3.2	公路枢纽的分类	179
6.3.3	公路枢纽的主要设施	180
6.3.4	公路枢纽的布局原则和发展趋势	180
6.4	城市轨道交通枢纽	181
6.4.1	城市轨道交通枢纽的功能	181
6.4.2	城市轨道交通枢纽的分类	181
6.4.3	城市轨道交通枢纽的规划	182
6.4.4	城市轨道交通枢纽的换乘方式和布置方式	183
6.5	水运枢纽	186
6.5.1	国际集装箱枢纽港的基本要素	186
6.5.2	国际集装箱枢纽港具备的条件	187
6.5.3	国际集装箱枢纽港的分类	188
6.6	航空枢纽	188
6.6.1	枢纽机场的优势和建设条件	188
6.6.2	枢纽机场的分类	189
6.7	交通枢纽的流线疏解	190
6.7.1	交通流线的分类	190
6.7.2	流线交叉点的疏解	192

第 7 章 交通枢纽布局规划 197

7.1	交通枢纽布局规划概述	198
7.1.1	交通枢纽布局规划的原则和要求	198
7.1.2	交通枢纽规划的层次、内容和技术流程	199
7.2	交通枢纽布局规划方法和模型	200
7.2.1	交通枢纽布局规划方法概述	200
7.2.2	交通枢纽布局规划的概念模型	201
7.2.3	数学物理模型	201
7.2.4	运筹学模型	203
7.2.5	现代交通规划模型	206
7.3	城市综合交通枢纽规划实务案例	209
7.3.1	客运主枢纽布局规划	210
7.3.2	货运主枢纽布局规划	212

参考文献 215



第1章 绪论

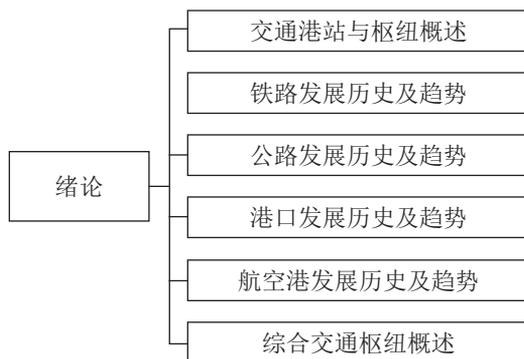
教学提示

本章介绍了交通港站与枢纽的定义及其重要性，介绍了各种交通港站和枢纽的基本知识和发展历史。通过本章学习，有利于学生了解交通港站与枢纽的发展现状和未来趋势，更有利于学习后续章节。

学习目标

- ◇ 理解交通港站、枢纽的定义；
- ◇ 理解交通港站和枢纽的重要性；
- ◇ 掌握铁路、公路、港口、航空港站的发展历史、特点、当前形势以及发展方向；
- ◇ 掌握综合交通枢纽的发展现状、特点、功能、发展历史及趋势。

知识结构



1.1 交通港站与枢纽概述

交通港站与枢纽是国家或地区交通运输系统的重要组成部分，是交通网络中一种或几种交通方式的交会点。交通港站可以是铁路车站、公路站场，也可以是港口和航空港，它们通过运输线路互相连接。一个城市或地区的交通港站构成了综合性交通枢纽。

1.1.1 交通港站、枢纽的定义

1. 交通港站的定义

交通港站是通过各种运输方式办理客货运输业务、仓储保管、运输工具保养和修理以及为用户提供相关服务的场所。交通港站包括海港(见图1.1)、河港(见图1.2)、航空港(见图1.3)、铁路车站(见图1.4)、地铁站(见图1.5)、公路站(见图1.6)等。交通港站是交通运输业的生产技术基地，是交通枢纽的主体。各交通港站的功能系统组合构成了枢纽。



图1.1 海港



图1.2 河港



图1.3 航空港

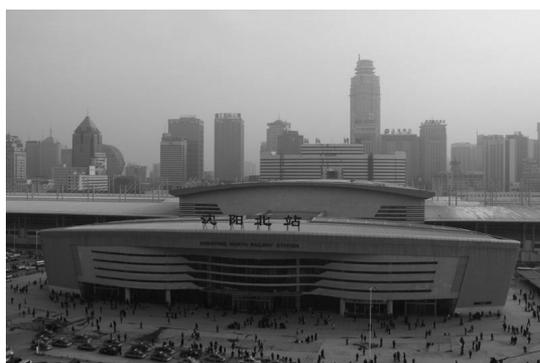


图1.4 铁路车站



图1.5 地铁站



图1.6 公路站

2. 枢纽的定义

枢纽通常称为交通枢纽，位于两种或多种干线交通方式的交会处，能够共同办理旅客换乘、货物集散和中转等多种运输业务，是为用户提供综合性运输服务的场所。交通枢纽是交通网络的重要组成部分，可由多个港站组成。从宏观上看，交通枢纽是指交通节点所在的地区或城市，即交通枢纽城市；从微观上看，交通枢纽是指运输节点上各种运输设施(包括线路、车站、车辆等)的综合体，主要用于客货到达、换乘和运输。

2010年，上海建成的虹桥交通枢纽是现今世界上最复杂的综合交通枢纽(见图1.7)。上海虹桥综合交通枢纽集机场、高速铁路、磁悬浮、地铁站、长途汽车站、公交站于一体，总面积相当于200个足球场，是上海与外省市交通联系的重要节点，更是国际循环的重要枢纽。



图1.7 上海虹桥综合交通枢纽

1.1.2 交通港站与枢纽的重要性

交通运输的主要任务是安全、迅速、经济、便利地运送旅客和货物，为国家现代化建设和提高人民物质、文化生活水平服务。在完成这项任务中，交通港站和枢纽起着至关重要的作用，主要表现在以下几个方面。

- (1) 交通港站与枢纽是运输工作的重要环节，也是运输的基本生产单位。
- (2) 铁路车站、公路车站、水运港口、航空港以及交通枢纽都是运输网络的主要组成部分。
- (3) 港口和枢纽是连接城乡、省区、国内外的门户。
- (4) 港口和枢纽是连接交换和消费以及社会生产与分配的纽带。
- (5) 港站与枢纽是保障运输工作质量的重要因素。

1.2 铁路发展历史及趋势

1.2.1 我国铁路发展历史

1. 中国铁路开创时期(1876—1893年)

鸦片战争前后，一些进步人士著书介绍铁路信息和铁路知识，使得铁路知识开始传入中国，书中提出了发展铁路运输的简单途径，但当时清政府并不主张修建铁路。

中国大地上的第一条营运铁路——上海吴淞铁路于1876年6月30日竣工通车。吴淞铁路由英国和美国共同建造，全长14.5公里，被后人称为“中国铁路建筑史的正式开端”。它的建成通车，虽比西方最早修建的铁路——英国斯托克顿至达林顿的铁路晚了半个世纪，但却给中国政府和各省绅商创办铁路带来不小影响。

1881年6月9日，中国第一条铁路——唐山至胥各庄铁路，历经磨难终于动工兴建。唐胥铁路是中国自建的第一条标准轨运货铁路。从1881年唐胥铁路建成到1894年发生中日甲午战争，是中国铁路的首创阶段。这一阶段内，清政府由于洋务派和国内有志之士的不断建议和提倡，终于确定兴建铁路的方针，建立铁路公司，开始有筹划地修建铁路了。

2. 中国铁路缓慢发展时期(1894—1948年)

随着中国在甲午战争中的失败，各国列强借机夺取中国铁路权益。1911年，辛亥革命爆发，中华民国成立。辛亥革命后，从1911年至1949年这38年内，中国修建铁路的技术力量较晚清时期有着明显进步，但依旧呈现相当畸形与缓慢的发展局面。

3. 中国铁路修复和恢复时期(1949—1978年)

1949年10月1日，中华人民共和国成立，中国铁路线路运营逐步恢复。1949年底，中国铁路运营里程21 810公里，铁路交换量314.01亿吨。1952年6月18日，首列南北铁路(满洲里—广州)贯通，总里程4 600多公里。1953年以来，中国进入了国民经济计划发展时期。直到20世纪80年代，经过5年的规划发展，中国铁路建设取得了辉煌的成就。1976年，党的十一届三中全会以后，国家工作重心转向社会主义现代化建设。20世纪80年代，中国铁路运营业绩为49 940公里。

4. 中国铁路高速发展时期(1979年至今)

自党的十一届三中全会以来，中国经济发展进入了一个新的阶段。随着国民经济的快速增长，中国铁路行业的发展顺应潮流，进入了一个新时期。1992年12月1日，新亚欧大陆桥全线贯通并开办国际联运业务。新亚欧大陆桥的贯通便利了我国东西交通，同

时加强了我国与国外的联系。2004年《中长期铁路网规划》提出，到2020年，全国铁路营业里程达到10万公里，主要繁忙干线实现客货分线，建设高速铁路1.2万公里以上。2008年修订的《中长期铁路网规划(2008年调整)》提出，到2020年，全国铁路营业里程达到12万公里以上，建设高速铁路1.6万公里以上。2011年《十二五规划》提出，建成“四纵四横”客运专线，建设城市群城际轨道交通干线，建设兰新铁路第二双线、郑州至重庆等区际干线，基本建成快速铁路网，营业里程达到4.5万公里，基本覆盖50万以上人口城市。2020年政府工作报告提出，增加国家铁路建设资本金1 000亿元。

1.2.2 我国铁路发展的现况

1. 中国铁路客货运量

随着我国铁路网络覆盖面的不断增加以及高铁给人们生活带来的便捷，越来越多的人选择铁路出行。2014年以来，我国铁路旅客发送量持续提升；2019年，全国铁路旅客运输量达到366 002万人，同比增长8.4%，整体增速有所下滑。2014—2019年，全国铁路旅客周转量增长速度虽略低于旅客发送量，但也保持着稳定增长的趋势。2019年，全国铁路旅客周转量为14 706.64亿人公里，同比增长4.0%。2014—2016年，我国铁路货运总发送量呈现下降趋势，2016年，全年铁路货运发送量为333 186万吨，创近年新低。2017—2019年，铁路货运发送量有所回升，2019年，铁路货运增量行动开局良好、成效显著，全国铁路货运总发送量完成43.89亿吨，比上年增长2.96亿吨，增长7.2%。2014—2019年全国铁路货运周转量与货运发送量呈现相同走势，2015年全国货运总周转量为23 754.31亿吨公里，创近年新低。2016—2019年，我国货运旅客周转量平稳提升，2019年，全国货运旅客周转量为30 181.95亿吨公里，同比增长4.7%。2020年受新型冠状病毒的影响，铁路客货运量呈下降走势^①。

2. 铁路技术革新

(1) 大力提高客运列车速度。20世纪60年代，时速为210公里的东海岛新干线在日本率先建成，法国、德国、英国、俄罗斯等国已开始运营时速200公里以上的高速铁路，非高速铁路运营时速普遍达到160公里。20世纪90年代，我国开始在广深铁路上开行160公里客运列车。过去10年，中国已建成世界最大的高铁网络，并成为高铁产品和服务的顶级供应商。目前，中国载人铁路运输的运营时速已达到350公里，截至目前，京沪高铁、京津城际、京张高铁、成渝高铁这4条高铁均已完成提速。

^① 2019年中国铁路货运量、铁路客运量、资产投资市场现状及2020年铁路信息化建设市场发展前景分析[EB/OL]. <https://www.chyxx.com/industry/202005/867527.html>.

到2020年末,全国铁路营业里程达到14.63万公里,比“十二五”末的12.10万公里增长20.9%。其中,高铁营业里程达到3.79万公里,比“十二五”末的1.98万公里翻了近一番。高铁的快速发展吸引了大量客流出行,动车组列车承担客运比重持续提高。2019年,国家铁路完成旅客发送量35.7亿人次,2020年国家铁路完成旅客发送量21.6亿人次^①。

(2) 重载货物运输。20世纪20年代,铁路重载技术诞生于美国,加拿大太平洋铁路开创了一种采用自导转向架的计算机控制列车运行新技术,将重载单元列车技术带入一个全新的领域。重载列车(列车重量 ≥ 5000 吨/列)技术全面代表了运输技术的综合发展水平,目前各国的列车重量标准差别很大,大多依靠铁路机车车辆、线路条件和实际运输需要区分等级。

1992年12月1日,大秦线二期竣工实现全线贯通,标志着我国铁路向重载技术装备与运输组织指挥现代化迈出了可喜的一步。经过近30年的自主创新和建设运营实践,中国重载铁路技术装备水平和运营管理能力显著提升,特别是近年来,中国重载铁路技术取得了突破性进展:重载列车3万吨组合列车试验在大秦铁路成功实施,我国成为世界上仅有的几个掌握3万吨铁路重载技术的国家之一;持续推进30吨轴重机车车辆的研制,搭建了27吨轴重通用、30吨轴重专用货车技术平台,重载货车技术达到世界先进水平;开展了新建30吨轴重重载铁路钢轨、道岔、轨道、路基、桥梁、隧道关键技术攻关;自主研发了重载铁路新型列车移动通信及同步控制系统,进一步提升了中国重载铁路技术水平^②。

(3) 新型大功率机车。铁路的牵动力已经不再是传统的蒸汽机车,而是转向内燃和电力牵引。中国早期内燃机车是由液力传动的,目前中国内燃机车已进入电传动时代。为了适应重载列车,世界各国都在研究和采用新型大功率机车,以增加轮对牵引力。从中长期铁路客运发展来看,随着铁路提速和交传动客运机车更新换代,需要大批技术先进、性能可靠的大功率客运机车担当主力,大功率快速客运电力机车将拥有广阔的市场空间。经过几十年的发展,目前应用在中国铁路上的多种内燃机车,不仅有着先进的技术水平,更是为中国铁路运输的快捷化和重载化目标起到了重要作用。通过引进消化吸收再创新,我国已掌握了世界先进成熟的铁路机车车辆制造技术,大功率机车的核心技术已为我国所掌握。到2020年中国铁路路网建设达到15万公里,其中高速铁路3万公里,动车组列车承担旅客运量比重达到65%。随着中国标准动车组逐步推广,动车核心零部件国产化率有望提速^③。

① 打通最长一“横”,“八纵八横”高铁网加密成型[EB/OL]. http://www.china-railway.com.cn/xwzx/mtjj/xhs/xinhuanet/202102/t20210218_113023.html.

② 中国重载铁路技术取得突破性进展[EB/OL]. <https://www.chnrailway.com/html/20181106/1847452.shtml>.

③ 2020铁路机车行业现状及发展前景分析[EB/OL]. <https://www.chinairn.com/hyzz/20201015/141701983.shtml>.

(4) 智能铁路。在高科技信息技术时代新形势的引导下,当前铁路普遍采用先进的信息控制技术和通信信号设备,向智能铁路的方向发展。智能铁路广泛应用云计算、物联网、大数据、人工智能、机器人、下一代通信、北斗卫星导航、BIM(Building Information Modeling, 建筑信息模型)等新技术,通过对铁路移动装备、固定基础设施及相关内外部环境信息的全面感知、泛在互联、融合处理、主动学习和科学决策,高效综合利用铁路所有移动、固定、空间、时间和人力等资源,实现了铁路建设、运输全过程、全生命周期的高度信息化、自动化、智能化,打造出更加安全可靠、更加经济高效、更加温馨舒适、更加方便快捷、更加节能环保的新一代铁路运输系统。从产业链来看,智能铁路是一个复杂的系统工程;从整体来看,智能铁路由智能感知层、智能传输层、数据资源层、智能决策层、智能应用层等组成。2020年8月12日,中国国家铁路集团有限公司《新时代交通强国铁路先行规划纲要》指出,到2035年,全国铁路网将达到20万公里,其中高铁线路将达到7万公里。该规划纲要还指出,到2035年铁路自主创新能力和产业链现代化水平要全面提升,铁路科技创新体系要健全完善,关键核心技术装备实现自主可控、先进适用、安全高效,智能高铁率先建成,智慧铁路加快实现^①。

1.2.3 铁路运输的特点

我国人口众多、地域辽阔、资源丰富,在长途大宗客货运输方面,铁路运输有容量大、价格便宜、受自然条件影响小、规划性强、可靠安全等优点。铁路运输已成为我国重要的运输方式。

1. 铁路运输的优点

(1) 铁路运输能力大,一列货物列车一般能运送3000~5000吨货物,远远高于航空运输和汽车运输。

(2) 铁路运输成本较低,运输费用仅为汽车运输费用的几分之一到十分之一,运输耗油约是汽车运输的二十分之一。

(3) 铁路运输受气候和自然条件的影响较小,一年四季可以不分昼夜地进行定期的、有规律的、准确的运转,能保证运行的经济性、持续性和准时性。

(4) 铁路运输的计划性强,运输能力可靠,比较安全,风险远比海上运输的风险小。

(5) 铁路运输可以实现驮背运输、集装箱运输和多式联运。

^① 智慧铁路新时代开启 2020年中国智慧铁路产业链投资图谱分析[EB/OL]. <https://new.qq.com/omn/20200814/20200814A0NIXG00.html>.

2. 铁路运输的缺点

(1) 铁路运输在建设初期需要铺设轨道、建造桥梁和隧道，建设工程艰巨且复杂，建设投资大、周期长，占用固定资产多。

(2) 铁路运输受轨道线路限制，灵活性较差，难以实现“门到门”运输，通常需要其他运输方式配合才能完成运输任务。

(3) 铁路运输始发和终到的作业时间较长，不利于运输距离较短的运输业务。

1.2.4 高速铁路的发展

自20世纪60年代以来，发达国家的高铁数量不断增加，铁路发展进入新阶段。高速铁路系统的快速发展引发了世界范围内深刻的交通革命。

1. 列车时速的演变

自从列车被发明以来，全世界的科学家一直在尝试提高其运行速度。1825年，第一列火车在英国诞生，其最高运行时速仅为24公里；1829年，列车的最高运行时速提高到47公里，短短4年内就提高了近一倍；1955年，法国已经开始试验电力机车系统，经过测试，列车最高运行时速达到311公里；1964年，日本开始试验新干线，此后列车试验时速加速更新；1981年，法国高速列车试验时速达到380公里；1988年，德国研发出时速406.9公里的列车；6个月后，法国又一次创造了新的纪录，列车时速达到482.4公里；1990年5月18日，法国高速列车将试验时速进一步提高，达到515.3公里；2003年12月2日，日本磁浮列车试验时速达到581公里。

近年来，随着社会主义市场经济的发展和运输市场竞争的加剧，我国开始注重提高旅客列车运行速度，最高试验时速达到520公里，最高运行时速达到486.1公里。

2. 世界高速铁路发展概况

高铁技术的逐步发展，为铁路发展创造了新的机遇，给各国经济发展提供了更强的动力。高铁系统的成功不仅极大地促进了亚洲和欧洲国家的经济快速发展和社会进步，还有力地推进了各国高速铁路的发展规划。

在亚洲，世界上第一条高速铁路北海道新干线于1964年10月1日在日本建成通车，当时列车最高运行时速达210公里，截至2020年，日本以3 446公里铁路运营里程位居世界第三；2004年，从韩国首尔到釜山的一条412公里的高速铁路开通，最高时速达300公里；2020年11月26日，印度国家高铁与日本新干线终于签建造合同。截至2020年底，亚洲高速铁路已经拥有2 926公里长的里程，排名全球第五。

在欧洲，第一条高速铁路客运专线是1981年法国投入运营的TGV(高速列车)东南线，其全长417公里，列车最高运行时速从最初的290公里提高到300公里。1989年，TGV大西洋航线(282公里)投入运营。1993年，TGV北线(333公里)投入运营。1994年，

TGV东南延伸线(148公里)投入运营。1996年,巴黎地区联络线(128公里)开通。2001年6月10日,TGV地中海线(295公里)再次投入运营。2003年,TGV地中海线路部分路段(约40公里)的最高时速已达320公里。在德国,从汉诺威至威尔茨堡的铁路(326公里)和从曼海姆至斯图加特的铁路(99公里)于1991年运营,时速为280公里。1998年,从汉诺威至柏林的铁路(264公里)投入运营(包括170公里的高速线路)。2002年8月1日,科隆至法兰克福的高速铁路(219公里)投入运营,时速300公里,成为德国第一条客运专线。

1992年4月21日,巴塞罗那奥运会前夕,西班牙开通高速铁道。西班牙高速列车(Alta Velocidad Española, AVE),采用法国技术,最高时速可达每小时300公里。截至2020年,西班牙高铁全长4 900公里,排名全球第二,形成一个现代化的高速路网,跻身于世界铁路的先进行列。

截至2020年底,我国高速铁路运营里程达3.79万公里,占全球高速铁路里程的60%之多,相当于在“十三五”期间翻了近一番,稳居世界第一。

■ 案例:青藏铁路破解三大世界性工程难题

1. 高原生态未受明显影响

青藏高原是巨川大河的发源地,也是世界山地生物物种的重要起源中心,生态环境原始、独特而脆弱。青藏铁路开工建设以来,沿线冻土、植被、湿地环境、自然景观、江河水质等,得到了有效保护。

2. 创造无一例高原病死亡的奇迹

青藏铁路海拔4000米以上的地段占全线85%左右,含氧量只有内地的50%~60%。高寒缺氧,风沙肆虐,紫外线强,自然疫源多,被称为人类生存极限的“禁区”。在海拔4600多米的昆仑山隧道施工时,施工人员背着5公斤重的氧气瓶,边吸氧边工作,青藏铁路沿线共建立了17座制氧站,配置了25个高压氧舱,数万名职工每人每天平均吸氧不低于2小时。

3. 世界冻土工程的博物馆

在修建世界海拔最高、冻土区最长的高原永久性冻土隧道时,相继攻克浅埋冻土隧道进洞、冰岩光爆、冻土防水隔热等20多项高原冻土施工难题。不少冻土工程措施都是国内外首创的,青藏铁路可谓“世界冻土工程的博物馆”。

资料来源:青藏铁路破解三大世界性工程难题[EB/OL]. http://www.cas.cn/xw/kjism/gndt/200906/t20090608_644834.shtml.

1.3 公路发展历史及趋势

1.3.1 我国公路发展历史

我国公路网从牛车路到现代化公路，大致可以分为古代道路、近代道路和现代公路三个阶段。

1. 古代道路(公元前21世纪—公元1911年)

早在公元前2000年，中国就已有可以行驶牛车和马车的道路。根据古代史研究的记载：“黄帝作车，任重道远，少昊时略加牛，禹时奚仲驾马。”商朝(公元前16世纪—公元前11世纪)开始重视道路交通，商汤的祖先“服牛乘马”，远距离经商，揭开了以畜力为交通运输动力的历史。古代文献中记载，当时人们已经懂得夯土筑路，并利用石灰稳定土壤。西周(公元前1066—771年)时期，我国道路已初具规模。秦汉时期，邮政体制得到发展，在道路修建方面有统一的质量标准。公元前2世纪，中国通往中亚细亚和欧洲的丝绸之路开始发展起来。秦汉时期，中国也发展了馆驿制度，十里设亭，三十里设驿，西汉设亭道路延续总长可达10万里。唐代是中国古代道路发展的高峰期，初步形成了以城市为中心的道路网。宋、元、明时期，邮政路网的建设和管理也随之发展。清代的路网体系分为三个部分：从北京向全国各省市辐射的官马路；从全国重要城市到地方重要城市的道路；从道路或重要城市到城镇的支线，并在每条道路的重要位置设置驿站。

2. 中国近代道路(1912—1949年)

中国近代道路的发展时期是指从清朝灭亡到中华人民共和国成立这一时期，虽然经历时间较长，但发展速度缓慢。当时，大多数地区的交通设施很难通过汽车，大多是马道。这一历史时期大致可分为清末北洋政府时期、国民政府时期、全面抗日战争时期和解放战争时期四个阶段。

(1) 清末北洋政府时期(1912—1927年)。该时期是中国公路的萌芽阶段。中国第一条公路是1908年苏元春驻守广西南部边防时兴建的龙州—那堪公路(全长30公里)，但因工程艰巨，只修通龙州至鸭水滩一段(全长17公里)。1920年，山东烟台开始修建烟台(滩)坊公路，该公路1922年8月开始运营。这一时期修建的都是军用公路，既没有规划，也没有标准化。据统计，截至1927年，中国公路通车里程约2.9万公里。

(2) 国民政府成立初期(1927—1936年)。该时期，公路被列入国家建设计划。1927年，交通运输部和铁道部制定了国家公路规划和公路工程标准。1932年，国家经济委员会筹备处监督江苏、浙江和安徽省的公路建设。据统计，截至1936年6月，中国公路通

车里程达到11.73万公里。

(3) 全面抗日战争时期(1937—1945年)。抗日战争初期,平汉、岳汉等几条铁路干线几乎被日寇切断,上海、广州等港口也被封锁,为了与后方联系,开辟了新的公路,公路成为陆路运输的主要道路。在此期间新建公路14 431公里,其中大部分远在地理和自然条件较差的边陲地区,不论是勘察、设计还是施工,工程都非常艰巨,其宗旨是为军队服务,标准和质量要求不高。据统计,截至1946年12月,我国公路总里程已达130 307公里。

(4) 解放战争时期(1946—1949年)。抗日战争胜利后,由于进行解放战争,公路交通仍然以军用为主,道路建设不仅没有取得多大进展,而且遭到严重破坏。截至中华人民共和国成立前夕,全国公路能通车的只剩下7.5万公里。

3. 中国现代公路(1949至今)

中华人民共和国成立后,中国公路的现代化建设主要经历了以下几个时期。

(1) 国民经济恢复时期(1949—1952年)。在这个时期,我国建立了自上而下的公路管理机构,并组建了专业公路设计施工队伍。同时,国家颁布了一系列有关公路的法律法规。在此期间,我国又进行了全国道路调查,全面恢复并改善了原有道路。1952年底,全国公路通车里程已达12.6万公里,为第一个五年计划的实施奠定了基础。

(2) 第一个五年计划时期(1953—1957年)。该时期是我国公路建设的稳定发展期,各级公路部门对各种管理制度和技术规范进行了补充和完善,各项工作步入正轨。1955年,国务院下发了《关于加强公路养护和民工修筑地方公路的指示》,使专业队伍和群众的紧密结合起来,加快了公路的建设。1957年底,我国公路通车里程达到了25.4万公里。

(3) “大跃进”和国民经济调整时期(1958—1966年)。1958年,我国制定了“简易公路”标准,公路里程急剧增加,但公路质量标准较低。据统计,截至1965年底,我国公路通车里程为51.4万公里。

(4) 十年动乱时期(1966—1976年)。在此时期,我国公路建设仍在发展,渣油路面发展较快,十年内公路里程增加了10万公里。大部分木桥改造成了永久性桥梁,永久性桥梁的比例从45%左右提高到90%,干线上的大量渡口也改造成了桥梁。

(5) 社会主义经济建设新时期(1977—1983年)。该时期是公路改革和完善的新阶段。在这一时期,我国恢复和改革了各项规章制度,加强公路养护,扭转了路况下降的局面,及时修复了原有超龄渣油路面。1979年,我国进行了国家公路勘测和国家公路网划定工作。1977年至1983年,我国新修公路达9万多公里,新建永久性桥梁近2万座。1983年底,全国公路里程达到91.5万公里,是1949年的10.5倍。

(6) 第七个五年计划时期(1986—1990年)。在此期间,国家明确表示交通运输业是国民经济发展的瓶颈产业。国务院批准设立公路建设专项资金和车辆购置附加费。汽车专

用公路的概念被首次提出，国家开始大规模建设汽车专用公路，建设了上海至嘉定、沈阳至大连等约600公里的高速公路，使中国内地有了高速公路。“七五”末期，全国公路通车总里程102.8万公里，其中高速公路522公里，公路里程以平均每年增加1.7万公里的速度发展着，已根据国家公路网规划，形成了“五纵七横”共12条国道干线规划。

(7) 第八个五年计划时期(1991—1995年)。该时期，我国公高等级公路里程快速增长，某些地区已逐步形成以高速公路为主的高等级干线公路网。1993年，我国兴建了世界上最长的沙漠高速公路。截至1994年底，我国公路通车里程为110万公里，其中高速公路1 603公里，一级、二级汽车专用公路9 174公里，已初步形成以北京为中心，与各大城市、省会及沿海经济开发区之间的四通八达的公路网。1995年10月4日，中国在流动沙漠中修筑的第一条等级公路——塔里木沙漠公路全线正式通车。

(8) 现代化时期(1996年至今)。我国自20世纪80年代开始高速公路修建以来，全国高速公路规模发展迅速，到1996年底，全国公路通车总里程已达118.6万公里，其中包括高速公路3 422公里。2010年底，我国公路通车里程达395万公里，是1949年的49倍。截至2021年4月，中国高速公路总里程达16万公里，位居全球第一。近几年，中国高速公路里程增长缓慢，但也反映出我国高速公路建设布局日趋完善。

知识窗

沙漠公路

塔里木沙漠公路是目前世界上在流动沙漠中修建的最长的公路。该公路于1993年3月动工兴建，1995年9月全部竣工。

新疆第二条沙漠公路——阿拉尔至和田沙漠公路再次纵贯被称为“死亡之海”的新疆塔克拉玛干沙漠，该公路全长424公里，为二级公路，总投资7.9亿元，2008年10月正式通车。

资料来源：世界公路史上的奇迹——塔里木沙漠公路[EB/OL]. https://www.sohu.com/a/85321551_372830.

1.3.2 我国高速公路发展历史

中国交通运输部《公路工程技术标准》规定：高速公路是指“能适应年平均昼夜小客车交通量为2.5万辆以上，专供汽车分道高速行驶，并全部控制出入的公路”。我国高速公路发展历史如下所述。

(1) 1988年，我国第一条高速公路沪嘉高速公路建成。沪嘉高速公路是我国第一条按照高速公路工程技术标准设计和施工的高等级公路工程，全长18.5公里，全路设计时

速120公里，双向四车道，中央分隔带宽3米，全封闭，全互通。该高速公路沿线共有3座大型互通式立交桥，交通标志、标线和交通监控系统齐全。沪嘉高速公路的建成结束了中国内地没有高速公路的历史，促进了其他地区的高速公路建设。

(2) 1989年7月，首届全国高等级公路建设工地会议在沈阳召开。本次会议是高等级公路建设专题研究的第一次会议，提出了今后高等级公路建设的十项政策措施。

(3) 1990年9月，沈大高速公路通车，沈大高速公路全长375公里，连接沈阳、辽阳、鞍山、营口、大连五市，是当时我国设计和建设的最大、最高标准的公路建设工程。

(4) 1993年6月，交通运输部在山东省召开全国公路建设工作会议，明确了国家干线“两纵两横三重要段”的建设任务。1993—1997年，我国加快国道建设速度，建成高速公路4119公里。京津唐、济青、成渝、沪宁等一大批高速公路相继建成通车。

1993年，京津唐高速公路通车。该高速公路是国务院批准的第一个利用世界银行贷款建设的跨省市高速公路项目，全长142公里，时速120公里，具备监控、通信、收费等功能，配备照明等服务设施。通过这条道路的建设，我国制定了第一部高速公路工程技术标准。

1993年底，济青高速公路建成通车。该高速公路西起济南，东起青岛，全长318公里，双向四车道，设计时速110公里。

成渝高速公路于1995年12月通车，全长340公里。

1996年9月，沪宁高速公路通车，江泽民同志题名。该高速公路全长275公里，双向四车道，设计时速120公里，是我国高速公路发展史上的里程碑，极大地推动了我国高速公路的发展。

1997年下半年，党中央、国务院决定实施积极的财政政策，加快基础设施建设，扩大内需。

(5) 1998年，交通运输部在福州召开全国加快公路建设工作会议，对加快公路建设作出部署，提出到2000年“两纵两横三条重要路段”中的京沈、京沪、西南海上通道全面贯通，高速公路里程达到8000公里。1998年，全国公路建设完成投资2168亿元，建成高速公路1663公里。1998年，我国高速公路总里程达到8733公里，居世界第四。

(6) 1999年，我国高速公路总里程突破1万公里，接近世界第三水平。2000年9月15日，京沈高速公路通车；2000年12月18日，京沪高速公路通车。2000年底，我国高速公路总里程达到1.6万公里，居世界第三位。2004年底，我国高速公路总里程达3.4万公里，居世界第二。截至2007年底，我国高速公路通车总里程达5.36万公里。

(7) 2008年，我国高速公路里程新增6433公里，高速公路通车总里程达到6.03万公里。2009年，我国高速公路里程新增4719公里。2009年底，中国高速公路的通车总里程达6.5万公里。2010年底，中国高速公路的通车总里程达7.4万公里，继续居世界第二。

2012年,全国高速公路通车里程已达9.6万公里,已经超越了美国的9.2万公里,居世界第一。2015年底,我国的高速公路总里程达到11.7万公里。2017年,我国的高速公路里程增加到了13.1万公里,比美国的高速公路里程多了近3万公里。直至2021年,我国高速公路总里程达16万公里,稳居世界第一。

1.3.3 我国公路发展趋势

当前,我国公路交通正处于扩大规模、提高质量的快速发展时期,具体表现在以下几个方面。

1. 公路运输需求快速增长

随着公路基础设施建设的快速发展,公路运输能力在国民经济的增长和人民生活水平的提高中发挥着越来越重要的作用。但是,随着运输需求的持续增长,我国仍然存在公路运输供应不足的问题;随着经济的进一步发展,我国公路运输的需求将继续快速增长,大宗商品和初级产品在公路货运中的比重呈下降趋势,但对交通服务质量和水平的要求越来越高。

2. 向智能运输系统方向发展

智能交通系统是将先进的信息技术、数据通信与传输技术、电子控制技术和计算机处理技术等在整个地面交通管理系统中应用的综合系统。该系统与公路相关的各类设施紧密配合,协调统一,让公路运输更具信息化、智能化,从而使公路运输综合管理系统呈现高效、实时、准确、全面的特点。

3. 与现代物流日益融合

由第三方物流公司组成的新型物流服务业是我国当前经济发展的新生产力。随着经济的发展,小批量、多品种、高价值货物的数量逐渐增加,在运输的服务质量和时效性方面的要求也越来越高。加速公路运输和现代物流方向的发展和整合,不仅可以满足现有国内市场需求,还可以满足经济全球化趋势和中国加入世贸组织带来的压力和挑战。

4. 以集约化经营、规模化发展为主要方向

公路客运在综合运输体系中占有基础性地位,是为社会经济发展和人民群众的出行提供基础服务的重要产业。由于国民经济的不断发展和人民生活水平的不断提高,人们对公路客运的需求逐渐增大。不管是我国社会经济高速发展的大环境,还是交通便利性和经营条件改善的小环境,都对公路客运发展方向提出了战略转型的要求,集约化经营、规模化发展已成为公路客运发展的主要方向,也将成为现阶段我国道路客运发展的主要战略目标。

5. 向快速、长途重载发展

随着区域经济的发展以及公路基础设施的不断完善,中长途公路运输需求持续增

长，公路货运正在朝快速、长途重载发展。大吨位、重载特种运输车辆因高速、安全、单位运输成本低廉，而成为未来道路运输车辆的主力军。

④ 1.4 港口发展历史及趋势

1.4.1 我国水运港口发展

1. 我国早期海上运输业及港口发展

中国的水运历史悠久。从新石器时代到封建王朝，再到中华人民共和国成立，中国港口建设有着自己的历史脉络。

早在新石器时代，先民就在天然河流上广泛使用独木舟和木筏，从浙江河姆渡出土的木桨就证明我国东南沿海渔民2000多年前曾用桨出海捕鱼、打猎。春秋战国时期，水上运输已十分频繁，港口应运而生，当时已有渤海沿岸的碣石港(今秦皇岛港)。汉代的广州港、徐闻港、合浦港已与国外有频繁的海上通商活动。长江沿岸的扬州港在唐代是一个比较发达的国际贸易港，兼有港口和河港的特点。广州、泉州、杭州和明州(今宁波)是宋代的四大海港。

2. 近、现代中国海上运输业及港口概况

鸦片战争后，列强用炮艇强行打开中国的大门，签订了一系列不平等条约，使沿海海关和港口完全由外国人控制，内河航运权丧失，1949年以前，中国港口几乎瘫痪状态。中华人民共和国成立初期，我国(台湾地区除外)仅有60个万吨级泊位，码头岸线总长仅2万余米，年吞吐量仅500多万吨。此时，大多数港口处于原始状态，装卸货物靠人抬肩扛。中华人民共和国成立后，我国水运和港口开始焕发新的生机，经历了5个不同的发展时期。

(1) 20世纪50年代到70年代初。由于帝国主义的海上封锁，该时期的运输主要依靠铁路，海上运输的发展缓慢。在这个时期，我国港口发展以技术改造和恢复利用为主。

(2) 20世纪70年代。在此时期，随着我国对外关系的发展，对外贸易和航运量的迅速扩大，沿海港口货物的通过能力呈现不足，港口、货物和车辆的压力不断增加，周恩来总理发出了“三年改变港口面貌”的号召。1973年初，我国开始了第一次港口建设高潮。1973年至1982年，我国共建成51个深水泊位，新增吞吐能力1.2亿吨，中国港口建设队伍经过培训初步形成，为今后的港口发展打下了良好的基础。

(3) 20世纪70年代末到80年代。在这个时期，我国的经济发展进入了一个新的历史

时代。在“第六个五年计划”(1981—1985年)中,我国政府将港口列为国民经济建设的战略重点,进入第二次港口建设高潮,港口建设进入快速发展阶段。在“第六个五年计划”期间,我国建成深水泊位54个,新增吞吐量1亿吨;我国的万吨级泊位由1980年的11个增加到1985年的15个,吞吐量达到3.17亿吨。在“第七个五年计划”期间,我国沿海港口的建设发展是以往40年来最快的,在此期间建成了186个泊位,新增吞吐量1.5亿吨,其中96个是深水泊位。

(4) 20世纪80年代末到90年代。随着改革开放和国际航运市场的发展,我国开始强调深海泊位的建设和专业化,特别是七届全国人大四次会议以后,通过《中国十年发展规划纲要》和《八五规划纲要》,明确交通运输是基础产业,为了适应社会主义市场经济的进一步发展,第三轮港口建设的重点是中国海上主航道枢纽港口,以及煤炭、集装箱和客货滚装船三大运输体系码头。1997年底,中国沿海港口中位泊位超过1446个,其中深泊位553个,装卸能力是改革开放初期的4倍,吞吐量从1980年的3.17亿吨增加到1997年的9.68亿吨,基本形成了中小型港口适度发展的等级结构,同时初步形成了较为完整的水运运营、管理体系、建设和科研体系。

(5) 20世纪90年代末至今。随着贸易自由化和国际运输一体化的发展,现代信息技术和网络技术随着经济全球化而飞速发展。现代港口不再只是货物交换的场所,而是国际物流链的重要环节。尤其是在21世纪以后,经济全球化进程加快,技术革命飞速发展,产业结构不断优化升级,我国开始了新港口建设的高潮。截至2003年底,我国沿海港口共有4274个生产泊位,其中万吨级以上泊位748个,综合吞吐量为16.7亿吨,货物纵吞吐量为20.64亿吨。

2012年末,全国港口生产泊位31 862个,其中沿海5632个,内陆26 239个。2012年末,全国港口万吨级以上泊位1886个,比上年末增加124个,其中沿海万吨级以上泊位1517个,比上年末增加95个;内河港口万吨级以上泊位369个,增加29个。2012年末,1亿吨以上港口由上年的26个增加到29个,其中1亿吨以上沿海港口19个,1亿吨以上内河港口10个。2012年末,集装箱吞吐量100万TEU以上的港口从上年的19个增加到22个。

“十三五”期间,我国重大战略的实施成为水运发展的重大机遇,“一带一路”倡议、京津冀协同发展、长江经济带建设、东北老工业基地振兴,交通运输部制定了相应的规划和部署,为国家战略服务。2020年,我国形成环渤海、长江三角洲、东南沿海、珠江三角洲和西南沿海5个港口群。

1.4.2 水路运输的特点

水路运输的主要适用范围包括以下几个方面:承担大量货物的运输,特别是集装箱的运输任务;承担同等原材料,以及半成品的运输;承担国际贸易运输,即长途、大运

量、不需要快速到达目的地的国外港口的客货运输。

1. 水路运输的优点

水运可实现大吨位、大运量、长距离运输，具体优点表现在以下几个方面。

(1) 运力大，能运输大量货物；用途广，适合客货两用。在海上运输中，超大型油轮载重55万吨，矿石船载重35万吨，集装箱船载重7万吨；在内河运输中，我国大型推船船队的承载能力达到3万吨，是铁路列车的10倍，在运输条件好的通道内，通过能力几乎是无限的。

(2) 运输成本低，可以以最低的单位运输成本提供最大的货运量，特别是在运输散货时，专用船舶运输可以取得较好的技术经济效果。水运方式主要通过天然水道实现，航线是天然的，只需花费少量资金对其进行改造，并维护船舶标志设施，就可供船舶使用。水运运输成本约为铁路运输的1/25~1/20，为公路运输的1/100。

(4) 平均运输距离很长。

(5) 水上运输消耗的能源较少。

2. 水路运输的缺点

水路运输的缺点表现在以下几个方面。

(1) 受自然气象条件影响大，通航风险高，安全性小。

(2) 经营范围有限。

(3) 水上运输的速度比其他运输方式慢。

(4) 装卸成本和装卸成本都很高。

1.4.3 我国未来港口发展趋势

根据国际集装箱运输发展态势、我国的发展需求以及目前的重要问题，我国集装箱港口的发展方向主要包括5个方面。

1. 优化配置港口资源, 积极调整港口结构

大型船舶和运输规模的不断扩大，促进了全球集装箱运输航线和港口结构的调整，新一轮的港口和码头岸线整合正在进行中。港口集团不断整合和统一码头资源，争夺区域航运中心。

2. 大力推进集装箱海铁多式联运

在我国沿海大型集装箱港口集疏运体系中，铁路份额不足，严重制约了港口的运营效率和规模。铁路运力的提高和铁路集装箱的发展，既是集装箱港口进一步发展的重要举措，也是铁路集装箱发展的必然要求。

3. 充分利用内河航运资源发展集装箱运输

内河航运具有资源节约和环境友好的优势，但我国水运行业现代化建设薄弱，因此

发展潜力巨大。今后在有条件或可以创造条件的地区要优先发展内河集装箱运输，充分利用内河航道建立大型港口的集疏运通道网络。

4. 积极发展水路内贸集装箱运输

近年来，得益于港口建设的完善，我国水路内贸集装箱运输市场迅猛的发展，截至2020年我国港口集装箱吞吐量为26 430万吨，同比增长1.6%。这对中国的沿海和内陆运输来说是一个良好的条件。未来，我国要加强与铁路内贸集装箱运输的多式联运，不断建设和完善内贸集装箱运输体系。

5. 强化自主创新,加快技术创新

随着科学技术的飞速发展，加强自主创新和建设创新型国家已成为中国社会经济发展和新世纪交通运输业发展的必然选择。因此，需要加快集装箱港口的技术创新，提高港口建设、运营和管理的信息化和智能化水平。

1.5 航空港发展历史及趋势

1.5.1 我国航空港发展历史

飞机是20世纪最伟大的发明之一，航空运输也是最发达的运输方式。1903年，美国莱特兄弟制造了第一架飞机“飞行员1号”。1910年，莱特公司开始使用飞机运输货物。1933年，世界上第一架“现代”全金属单翼运输机波音247飞机诞生。1939年，涡轮喷气发动机出现。1942年，第一代喷气机贝尔XP-59A出现。1945年以来，主要类型的航空运输机(如波音)发展呈现一系列趋势。1949年11月2日，中国民用航空局成立，为中国民航的发展开辟了先河。中国民航的发展经历了4个阶段。

1. 1949—1978年

在此期间，由于民航领导体制的变化，航空运输的发展受到政治和经济的极大影响。1978年，我国航空客运量仅为231万人次，运输总周转量为3亿吨公里。

1949年之前，中国内地只有36个主要的航空运输机场，包括上海龙华机场、南京大学机场、重庆珊瑚坝机场和重庆九龙坡机场。这些机场大多设备简陋，经过了多年战争和破坏，迫切需要重建和改造。

1957年末，中国民航拥有118架各种类型的飞机。民航重点建设了天津张贵庄机场、太原亲贤机场、武汉南湖机场和北京首都机场。首都机场始建于1958年，此后中国民航拥有了较为完备的基地。

自从1961年以来，民航系统认真执行了中央政府“调整、巩固、充实、完善”的方针，使民航业重回正轨，实现了更大的发展。到1965年，国内航线增加到46条。1965年末，中国民航拥有了各类飞机355架。1963年，中国民航购买了一台英国子爵号飞机，结束了长期仅使用前苏联飞机的局面。之后，为适应机型更新和发展国际通航需要，我国新建或改建了南宁、昆明、贵阳等机场，并相应改善了飞行条件和服务设施，特别是完成了上海虹桥机场和广州白云机场的扩建工程。

1973年，中国民航仅运输机总数达到117架，能够更好地实施“内外结合，远近兼顾”的经营策略。从1975年开始，中国的民航企业开始转亏为盈。

2. 1978—1987年

这一时期，中国民用航空局是政企合一的，下设北京、上海、广州、成都、西安和沈阳6个管理局。1980年，我国只有140架运输飞机，有中大型飞机17架，载客量100人以上；有79个机场。同年，中国民航年客运量只有343万人次，运输总周转量为4.29亿吨公里，排名世界第35位。

党的十一届三中全会后，中国民航业加快发展步伐，取得了丰硕成果。1980年，邓小平同志指出，民航必须走商业化道路，同年3月，中国民用航空局又改为国务院领导的直属局，从那时起，中国民航在管理体制上进行了改革。中国民航作为国务院民用航空主管部门，不再直接经营航空业务，主要履行政府职能，实行政行政管理。

1980年，中国民航购买了波音747SP型宽体客机，标志对该机的使用已部分达到国际先进水平。自1983年后，通过贷款、国际租赁和自筹资金相结合，引进了一批先进的波音和麦克唐纳·道格拉斯机型引入中国，使中国民航使用的运输机达到国际先进水平。1990年末，中国民航共有421架各种型号的飞机，其中运输机206架，通用航空教学验证机215架；民航机场总数达到110个，其中包括7个能够起降波音747型飞机的机场。

3. 1987—2002年

1987年，中国建立了6家独立运营、自负盈亏、平等竞争的国家骨干航空公司，在原基础上，组建了民航华北、华东、中南、西南、西北和东北6个地区管理局，并建成6个机场。

1993年4月19日，中国民用航空局更名为中国民用航空总局，是国务院直属机构。

“八五”期间，中国的商用飞机数量增长最快，到1995年底，中国的商用飞机总量达到852架，其中运输飞机416架，通用航空和教学验证飞机436架。“八五”期间，我国实现基本建设和技术改造投资320亿元，新建和迁建机场19个，改扩建机场15个，共有139个机场通航。

2002年，中国民用航空业完成运输总周转量165亿吨公里，旅客运输量8594万人次，货邮运输量为202万吨。我国民航国际排名进一步上升，成为一个引人注目的民航大国。

4. 2002年至今

2002年3月, 中国政府决定重新调整民航业结构, 由中国航空集团、中国东方航空集团、中国南方航空集团、中国民航信息集团、中国航油集团、中国航空装备进出口公司六大集团公司组成集团公司, 并对90个机场实施了地方管理改革, 将由民航局直接管理的机场下放给各省(区、市)管理。2011年, 我国境内民用航空机场共有180个(不含台湾、香港、澳门, 下同), 其中定期航班通航机场178个, 国内通航城市175个。2012年, 我国境内民用航空机场共有183个, 其中定期航班通航机场180个, 定期航班通航城市178个。到2020年, 我国民用机场达244个, 航空运输总周转量达840亿吨公里。

1.5.2 航空运输的特点

1. 运输时效性高, 运输速度快

航空运输采用的运输工具是飞机, 其速度是每小时600~800公里, 比其他运输工具要快得多。航空业自诞生以来, 便以速度著称, 由于航空运输时效性高、速度快, 同时降低了货物在途风险, 大大缩短了货物的运输时间。易腐变质的生鲜货物, 时效性强、季节性强的报刊, 抢险救灾物资, 许多贵重物品和精密仪器往往采用航空运输。

2. 不受地面条件影响, 深入内陆地区

航空运输的一个天然优势是不受地理条件限制, 它非常适合土壤条件差、交通不便的内陆水域。航空运输将当地与世界联系起来, 并具有广泛的外部辐射, 有利于促进当地资源输出和经济发展。另外, 与公路和铁路运输相比, 航空运输占用的土地较少, 容易深入内陆地区, 有利于当地发展对外运输。

3. 省时省力, 安全、准确

航空运输的高速快捷可以加速生产企业的货物流通, 从而节省仓储费、保险费和节省产品的利息成本, 同时加快了产品的流通速度, 省时省力。与其他运输方式比, 航空运输的安全性比较高, 据统计飞机发生严重事故的风险率仅为三百万分之一。另外, 各个航空货运代理公司在世界各地或有分支机构, 或有代理网络, 能够及时联络, 准确掌握货物运输信息。

4. 货物破损率低、资金利用率高

航空运输与其他运输方式相比, 运输流程更加严格, 而且在空中运送很难损伤到货物, 所以货物的破损率较低。采用航空运输, 货物在途时间短, 周转速度快, 这样企业存货费用相应降低, 有利于资金的利用。

1.5.3 我国航空港现状及发展趋势

航空港的发展对于地方经济乃至国民经济发展有非常大的贡献，从经济发展的进程来看，我国已经进入由航空运输驱动产业发展的时代，中国的航空港发展前景广阔。

1. 航空运输业增长现状

近些年，全球航空运输业已进入一个新的景气周期。我国航空运输业持续保持高速增长，空港设备市场规模受益于航空运输业整体增长。2018年，国内民航完成旅客运输量61 173.77万人次，比上年增长10.9%。国内航线完成旅客运输量54 806.50万人次，比上年增长10.5%，其中港澳台航线完成1127.09万人次，比上年增长9.8%。国际航线完成旅客运输量6367.27万人次，比上年增长14.8%。

根据调查数据，近年来我国民航机场总数及运输飞机总数保持着持续稳定增长。例如，2014—2018年，我国民航新建机场平均每年增长率是4.35%，民航全行业运输飞机期末在册架数增长率11.15%。国内民航的快速发展给我国空港地面设备产业带来了很好的发展空间。2018年底，民航全行业运输飞机期末在册架数为3639架，比2017年底增加343架；颁证运输机场有235个，比2017年底增加6个，新增机场分别为甘肃陇南机场、新疆若羌机场、青海海北机场、河南信阳机场、湖南岳阳机场、新疆图木舒克机场。

民航运输机场建设将带动空港设备产业发展。根据中国民航局印发的《中国民用航空发展的第十三个五年规划》，“十三五”期间，我国计划续建机场30个，新建机场44个，改扩建机场139个，迁建机场19个。

2. 节能减排、绿色空港的发展趋势

节能减排、绿色空港是航空行业未来的发展趋势。早在2015年初，民航局正式启动空港地面特种车辆“油改电”项目，即在机场区域内运行的牵引车、客梯车、机场摆渡车、引导车等特种车辆将逐步由传统石化能源驱动替换为电能驱动，并确定了以北京首都机场、成都双流机场、昆明长水机场、长沙黄花机场、哈尔滨太平机场、厦门高崎机场及其驻场单位作为民航局“油改电”项目首批6个试点单位。据2017年6月民航局“油改电”专项工作集中调研显示，这6个试点机场及其驻场公司已完成建设充电设施160多个，运行电动特种车辆412台。

2018年6月27日，国务发布《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，明确民航相关重点任务加快推进机场内“油改电”建设。为系统有序推进计划的运行，2018年9月17日，民航局印发《民航贯彻落实〈打赢蓝天保卫战三年行动计划〉工作方案》并提出，自2018年10月1日起，除了消防、救护、除冰雪、加油设备和车辆、无新能源产品设备和车辆外，40座重点区域机场新增或更新场内用设备和车辆应100%使用新能源。

1.6 综合交通枢纽概述

交通枢纽是一个或多个运输方式相结合并相互连接的地方，它是运送乘客和货物所需的多种运输设施的复合体。交通枢纽按照其连接运输方式的不同，可以分为单一交通枢纽和综合交通枢纽两大类。由两个或多个相同运输类型的干线组成的枢纽是单一运输枢纽，承担两种及两种以上运输方式的干线及转运功能则构成综合交通枢纽。随着城市化进程加快以及货运运输量增大，无论是城市内还是城际，综合交通枢纽都运用得非常广泛。

1.6.1 我国综合交通枢纽发展现状

综合运输枢纽是海、陆、空协调的运输枢纽系统，是旅客和货物转运中心，能够将多种运输方式相互连接并辐射到特定区域，集不同运输方式于一体，例如铁路—公路枢纽、公路—航空枢纽、水运—铁路枢纽等。

综合交通枢纽可以分为三大类，分别是国际性综合交通枢纽、全国性综合交通枢纽、区域性综合交通枢纽。根据《国务院关于印发“十三五”现代综合交通运输体系规划的通知》(国发〔2017〕11号)，发改委公布建设北京—天津、上海、广州—深圳、成都—重庆、昆明、乌鲁木齐、哈尔滨、西安、郑州、武汉、大连、厦门12个国际性综合交通枢纽和63个全国性综合交通枢纽。

当前中国运输业需要实现运输的战略转型发展，集中已经建设的交通网络及枢纽港站资源，优化运输网络结构，建立方便、安全、高效的综合运输系统，避免过高投资带来的高风险。总之，发展综合交通枢纽是提高整体运输效率和服务水平并降低物流成本的有效途径，也是国家经济社会发展的基本要求，对增强国家竞争力和促进人们生活水平提高具有战略重要意义。

1.6.2 综合交通枢纽的特点与功能

1. 综合交通枢纽的特点

综合交通枢纽是综合交通运输系统的重要组成部分，具有以下特点。

(1) 在地理位置上，综合交通枢纽位于两种或两种以上交通方式交会的区域或重要的客货流集散地。

(2) 在交通网络中，综合交通枢纽是多条干线通过或连接的交叉点，连接了不同方向的客货流，对运输网络的畅通起着重要作用。

(3) 在运输组织中，综合交通枢纽承担着不同运输方式的人员和货物的到达和离开、同一运输方式的人员和货物的过境、不同运输方式的人员和货物的联合运输的任务。

2. 综合交通枢纽的功能

(1) 综合交通枢纽通常位于大中型城市，为城市地区提供客运和货运服务，并为地区内外的人员和物资提供集散和中转运输服务。

(2) 综合交通枢纽拥有完善的信息和网络系统，可提供多种运输方式的综合服务，能够实现不同方向和不同运输方式客货运输的连续性。

(3) 综合交通枢纽集各种运输信息、设备、组织和管理于一体，吸引了大量的客货流，能够满足客运和货运的不同需求。

1.6.3 综合交通枢纽的发展历史

综合交通枢纽是城市交通系统的关键部分。综合交通枢纽主要负责换乘和直达交通，在以机场、铁路等大型交通枢纽为主的城市内部交通枢纽体系中，发挥着重要的作用。综合交通枢纽的车站数量多，专业设施集中，有利于运输方式和运输服务衔接。综合交通枢纽的建立和发展与城市交通尤其是与城市公共交通密切相关。随着城市交通的发展，城市交通从单一发展到多元、从低级发展到高级。

1825年，英国建造了世界上第一条铁路，从此铁路作为一种重要的交通工具开始帮助人们与外界交流。火车满足了人们在城市之间来往的需求。1901年，无轨电车开始在德国和法国投入运营，意大利和丹麦(1902年)，英国和美国(1907年)也都开始运营无轨电车线路。无轨电车满足了人们在城市内部来往的需求。此后，地铁和汽车相继出现并运行。

随着城市规模的迅速扩大，如何在不同线路以及不同交通工具之间换乘的问题出现了。为解决这一问题，人们提出了建设单一交通枢纽和综合交通枢纽的设想。之后，随着城市交通的发展，由于不同交通枢纽的条件不同，这些交通枢纽会有不同的发展，有些甚至可能会逐渐衰落，有些可能会发展成包含多种交通方式的多元交通枢纽。经过长期发展，城市客运枢纽逐渐成为一个多方面的、结构性的、互补的、结构完善并层次结构清晰的交通枢纽体系。

综合交通枢纽概念是20世纪80年代末提出的，现已成为世界主要城市交通发展战略的共同选择，东京站、大阪站、纽卡斯尔客运站都是成功的范例。交通枢纽的功能逐渐从单一转向多功能、综合性发展，既能满足不同交通方式的中转和换乘，又能具有信息交流、休闲娱乐等功能。近年来，由于高速铁路的发展和游客的逐年增加，我国交通枢纽新建、改建、扩建项目比比皆是，向世界展示了现代交通技术领域的最新成果。

1.6.4 综合交通枢纽发展趋势

1. 枢纽立体密集布局越来越明显

现代综合交通枢纽的设计关键是利用最短的距离、最快的时间和便捷的出行方式满足用户的换乘需求。实现这一需求的主要布局结构是立体化和集约化，而现代综合交通枢纽设施正朝着综合布局的方向发展。

2. 枢纽交通功能的综合性和集成度越来越高

综合交通枢纽通常采用多种交通方式相结合的方式来解决各种交通方式的换乘问题，现代综合交通枢纽的交通方式越来越多。上海虹桥枢纽是中国第一个大型综合交通枢纽，集航空、铁路、轨道交通于一体的交通枢纽，它的建设和运营代表中国综合交通枢纽的新发展趋势。

但综合交通枢纽的高效运行需要统一规划和协调，这就需要统筹安排各部门、各地区集疏运网络建设任务，协调机场、铁路、公路、城市公共交通等不同运营主体，加强机场规划、公共交通规划、城市综合交通规划和轨道交通规划的直接衔接，综合考虑机场总体规划与城市总体规划的关系，打破体制约束，建立高效的综合运输体系。

3. 枢纽由单一交通集散功能转向承担交通和城市发展的双重功能

在传统意义上，全面建设交通枢纽的主要目标是实现交通运输功能，而要解决的主要问题是集散和换乘。随着社会的发展，城市功能变得复杂，这就需要提供更多的交通支持。因此，交通条件的改善对实现日益复杂的城市功能至关重要。综合交通枢纽为城市地区的经济活动和社交活动提供了更理想的交通条件。在确保客流分配便捷的前提下，对综合枢纽周边空间商业、办公、居住、娱乐等的整合和综合开发已成为综合交通枢纽建设和发展的趋势。通过对枢纽周边各类相关产业的聚集，枢纽地区成为城市发展的快速增长区。

综合交通枢纽的地位和作用也体现在对其周边地区未来规划和土地开发的影响上，例如，上海虹桥综合交通枢纽位于上海以西，占地约26平方公里，在此范围内包括交通、商务、居住、物流、景观、城市服务等功能区，带动了全区的经济发展。

今后，城市建设与综合交通枢纽规划建设要密切协调，城市规划与交通枢纽建设要综合考虑，与周边地区相结合。综合交通枢纽作为重要的交通设施，既要考虑枢纽本身所反映的交通和设施功能，又要考虑枢纽区对城市其他功能发展的影响作用和催化作用的价值，对枢纽的规划要满足城市规划和城市布局发展的要求，在保证交通组织顺畅与便捷的前提下，利用交通枢纽的集聚效应，引导城市功能的不断发展，从而促进区域的活力和繁荣。

4. 运营管理上趋向一体化管理和部署

特大型的综合交通枢纽工程项目除具有设计复杂、工期紧、协调关系多、施工难度大、投资大等特点外，投资主体多、用户多也是其鲜明特点，这类项目需要通过与各个利益相关方合作来达到高质量的工程和运营效果，尤其在运营阶段，它的管理模式决定项目建设能否达到预期效果和效益。现代综合交通枢纽在运营管理上趋于一体化，成立一个能协调各利益相关者之间的关系并且优于各交通管理部门的领导小组，是一体化运营成功的关键举措。

综合交通枢纽管理的重要环节体现在运营水平、运营效率和服务质量上，其运营管理是一个完整的系统。因此，对于未来系统的综合管理，就有必要对一些问题进行全面研究，例如管理职能、管理范围、组织机构、综合开发等，从而理顺枢纽管理机制，保证枢纽高效运行，提高枢纽管理水平。

【习 题】

1. 什么是交通港站和枢纽？
2. 交通港站与枢纽的重要性有哪些？
3. 铁路运输的技术经济特征有哪些？
4. 我国公路的发展趋势是什么？
5. 水路运输的优点有哪些？
6. 航空运输的特点有哪些？
7. 综合运输枢纽的功能是什么？