



## 第二章

# 运输设备与应用

### 学习目标

- 要求对运输设备的基本概念、分类、合理选择、正确配置、合理使用有一定的认识；
- 掌握常见的集中物流运输设备的特征、结构、应用，进而具备一定的实际工作能力；
- 了解现代化交通运输的种类，能分析不同运输方式的优缺点及使用条件。

衣、食、住、行是人类生活的四大基本要素,其中无论哪一项都与交通运输息息相关。自古以来,人类深受交通运输闭塞的困扰,生产、生活受到极大限制。时至今日,世界各国交通运输已相当发达,不仅可以满足客货运输的不同需求,而且快速、舒适、方便、安全、可靠。

现代交通运输主要包括公路、铁路、水路、航空和管道五种运输方式,它们各有其不同的技术经济特征与使用范围。随着科学技术进步和社会需求的变化,各种运输方式的技术装备和组织工作不断更新,技术经济性能和使用范围也在不断变化,新型交通工具不断产生。

## 第一节 公路运输

### 一、公路运输概述

公路运输是指利用汽车在公路上运送客货的运输方式。它既可以供专业运输部门使用,也可以供社会和个人使用,具有机动灵活、覆盖面广和通达地域深度大等特点。

我国高速公路起步于1988年,大规模建设从1995年开始。2004年经国务院审议通过了《国家高速公路网规划》,这是我国历史上第一个“终极”的高速公路骨架布局,同时也是我国公路网中最高层次的公路通道。《国家高速公路网规划》采用放射线与纵横网格相结合的布局方案,形成由中心城市向外放射以及横贯东西、纵贯南北的大通道,由7条首都放射线、9条南北纵向线和18条东西横向线组成,简称为“7918网”,总规模约8.5万公里。2007年年底已全面建成“五纵七横”国道主干线,人口在20万以上的城市高速公路连接率将达到90%。截至2016年年底,全国公路总里程469.63万公里,比2015年增加11.90万公里。公路密度48.92公里/百平方公里,增加1.24公里/百平方公里。公路养护里程459.00万公里,占公路总里程97.7%。截至2016年年底,我国高速公路总里程达12.35万公里。东部地区基本形成高速公路网,长江三角洲、珠江三角洲和京津冀地区形成较完善的城际高速公路网,国家高速公路网骨架基本形成。

#### (一)我国公路的分类

公路按使用性质可分为国家公路、省公路、县公路、乡公路(简称为国道、省道、县道、乡道)以及专用公路五个行政等级。一般把国道和省道称为干线,县道和乡道称为支线。

(1) 国道是指具有全国性政治、经济意义的主要干线公路,包括重要的国际公路,国防公路,连接首都与各省、自治区、直辖市首府的公路,连接各大经济中心、港站枢纽、商品生产基地和战略要地的公路。

(2) 省道是指具有全省(自治区、直辖市)政治、经济意义,并由公路主管部门负责修建、养护和管理的干线公路。国道中跨省的高速公路由交通部批准的专门机构负责修建、养护和管理。

(3) 县道是指具有全县(县级市)政治、经济意义,连接县城和区内主要乡(镇)、主要商

品生产和集散地的公路，以及不属于国道、省道的县际公路。县道由县、市公路主管部门负责修建、养护和管理。

(4) 乡道是指主要为乡(镇)村经济、文化、行政服务的公路，以及不属于县道以上公路的乡与乡之间及乡与外部联络的公路。乡道由乡(镇)人民政府负责修建、养护和管理。

(5) 专用公路是指专供或主要供厂矿、林区、农场、油田、旅游区、军事要地等与外部联系的公路。专用公路由专用单位负责修建、养护和管理，也可委托当地公路部门修建、养护和管理。

截至 2016 年年底，我国国道里程 35.48 万公里，省道里程 31.33 万公里，农村公路里程 395.98 万公里，其中县道里程 56.21 万公里，乡道里程 114.72 万公里，村道里程 225.05 万公里。

## (二)我国公路的技术等级

根据我国技术标准，公路划分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路和四级公路五个等级，如表 2-1 所示。

表 2-1 我国公路的技术等级

| 公路等级 | 使用性质和任务                             | 车道数       | 年平均昼夜交通量                        |
|------|-------------------------------------|-----------|---------------------------------|
| 高速公路 | 具有特别重要的政治、经济意义，专供汽车分道行驶，全部控制出入      | 单向 3 车道以上 | 25 000 辆以上                      |
| 一级公路 | 连接重要政治、经济中心，通往重点工矿区，可供汽车分道行驶，部分控制出入 | 4 车道      | 5 000~25 000 辆                  |
| 二级公路 | 连接政治、经济中心或大工矿区的干线公路，或运输任务繁忙的城郊公路    | 2 车道      | 4 500~7 000 辆或<br>2 000~5 000 辆 |
| 三级公路 | 沟通县以上城市的一般干线公路                      | 2 车道      | 200~2 000 辆                     |
| 四级公路 | 沟通县、乡、村等的支线公路                       | 2 车道以下    | 200 辆以下                         |

(1) 高速公路：具有重要的政治和经济意义，年平均昼夜交通量一般为 25 000 辆以上，规定时速为 100~120km/h，并全部控制出入口。一般为单向三车道或四车道，路中间设隔离带作为安全、防眩目的导向设施，道路的交叉点均为立体交叉。

(2) 一级公路：是连接重要政治、经济中心的四车道公路，可分道行驶。年平均昼夜交通量为 5 000~25 000 辆，规定时速为 100km/h。部分控制出入口和部分立体交叉，中间设有隔离带。

(3) 二级公路：是连接政治、经济中心，通往干线的公路或城郊公路。年平均昼夜交通量为 4 500~7 000 辆或 2 000~5 000 辆，车道宽 12m 并划分快慢车道，规定时速为 80km/h。

(4) 三级公路：是沟通县及县以上城市的干线公路。年平均昼夜交通量为 200~2 000 辆，双车道宽 7m，规定时速为 60km/h。

(5) 四级公路：是沟通县、乡、村等的支线公路。一般为双车道或单车道，年平均昼夜交通量为 200 辆以下，车道宽 3.5~6m，规定时速为 40km/h。

截至 2016 年年底，全国四级及以上等级公路里程 422.65 万公里，比 2015 年增加 18.03 万公里，占公路总里程 90.0%，提高了 1.6%。二级及以上等级公路里程 60.12 万公里，

增加 2.63 万公里，占公路总里程 12.8%，提高了 0.2%。高速公路里程 13.10 万公里，增加 0.74 万公里；高速公路车道里程 57.95 万公里，增加 3.11 万公里。国家高速公路 9.92 万公里，增加 1.96 万公里。2016 年全国公路里程技术等级构成，如图 2-1 所示。

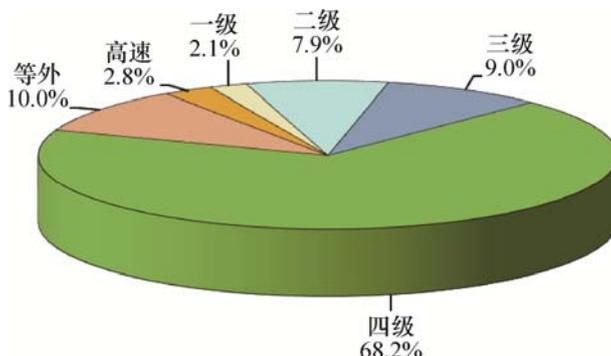


图 2-1 2016 年全国公路里程技术等级构成

### (三)公路运输的特点

相比其他运输方式，公路运输具有以下几个方面的特点。

#### 1. 机动灵活，适应性强

由于公路运输网一般比铁路、水路运输网的密度要大十几倍，分布面也广，因此，公路运输车辆几乎可以无处不到。公路运输在时间方面的机动性也比较大，车辆可随时调度、装运，各环节之间的衔接时间较短。尤其是公路运输对客、货运量的多少具有很强的适应性，汽车的载重吨位有小(0.25~1t)有大(200~300t)，既可以单车辆独立运输，也可以由若干车辆组成车队同时运输，这一点对抢险、救灾工作和军事运输具有特别重要的意义。

#### 2. 可实现“门到门”直达运输

由于汽车体积较小，中途一般也不需要换装，除了可沿分布较广的路网运行外，还可离开路网深入到工厂企业、农村田间、城市居民住宅等地，即可以把旅客和货物从始发地门口直接运送到目的地门口，实现“门到门”直达运输。这是其他运输方式无法与公路运输相比的特点之一。

#### 3. 在中、短途运输中，运送速度较快

由于公路运输可以实现“门到门”直达运输，中途不需要倒运、转乘就可以直接将客货运达目的地，因此，与其他运输方式相比，在中、短途运输中，其客、货在途时间较短，运送速度较快。

#### 4. 原始投资少，资金周转快

公路运输与铁路、水路、航空等运输方式相比，所需固定设施简单，车辆购置费用一般也比较低，因此，投资兴办容易，投资回收期短。据有关资料表明，在正常经营情况下，公路运输的投资每年可周转 1~3 次，而铁路运输则需要 3~4 年才能周转一次。

### 5. 掌握车辆驾驶技术较易

与火车司机或飞机驾驶员的培训要求来说，汽车驾驶技术比较容易掌握，对驾驶员各方面素质的要求相对也比较低。

### 6. 运量较小，运输成本较高

目前，世界上最大的汽车是俄罗斯机械制造商别拉斯于2013年推出的75 710矿用自卸车，长20.6米，自重450吨，载重450吨左右，但是如此载重量仍比火车、轮船少得多；由于汽车载重量小，行驶阻力比铁路大9~14倍，所消耗的燃料又是价格较高的液体汽油或柴油，因此，除了航空运输外，汽车运输是成本最高的运输方式。

视频 2-1 世界最大的卡车



### 7. 运行持续性较差

据有关统计资料表明，在各种现代运输方式中，公路运输的平均运距是最短的，运行持续性较差。例如，我国2015年公路平均客运运距为66km，货运运距为184km；铁路平均客运运距为523km，货运运距为764km；水路货运平均运距为1495km。

### 8. 安全性较低，环境污染较严重

据历史记载，自汽车诞生以来，汽车已经吞噬掉3000多万人的生命，特别是从20世纪90年代开始，死于汽车交通事故的人数急剧增加，平均每年达50多万人，这个数字超过了艾滋病、战争和结核病人每年的死亡人数。汽车所排出的尾气和引起的噪声也严重地威胁着人类的健康，是大城市环境污染的污染源之一。

## (四)高速公路的定义及其基本构成

高速公路是指能适应年平均昼夜小客车交通量为2500辆以上、专供汽车分道高速行驶，并全部控制出入的公路。高速公路主要由路基、路面、桥梁、隧道、涵洞等基本构造物和其他辅助构造物及设施组成。

## 二、公路运输工具

公路运输工具主要指运输车辆，公路上所使用的运输车辆主要是汽车。汽车主要分为客车、载货汽车和专用运输车辆。在物流运输中，物流企业用到的主要是载货汽车。

### (一)载货汽车的种类

选择车辆时，要根据货物的种类、特点及运输批量等对车辆的类型和主要使用性能等进行合理的选择。选配车辆必须遵循技术上先进、经济上合理、生产上适用、维修上方便的基本原则。

载货汽车按用途和使用条件可分为普通载货汽车和专用载货汽车两大类。普通载货汽车是指具有栏板式车厢，用于运载普通货物的汽车；专用载货汽车是指装置有专用设备、具备专用功能、承担专门运输任务的汽车，如汽车列车、厢式货车、冷藏保温车、罐式车、自卸车等。

### 1. 普通栏板式货车

普通栏板式货车具有整车重心低、载重量适中的特点，适合于装运百货和杂品，如图 2-2 所示。



图 2-2 普通栏板式货车

### 2. 厢式货车

在物流领域，由于厢式货车结构简单，利用率高，适应性强，是应用前景最广泛的一种车型。由于其小巧灵便，无论大街小巷均可长驱直入，真正实现“门到门”的运输方式，如图 2-3 所示。



图 2-3 厢式货车

### 3. 自卸车

自卸车可以自动后翻或侧翻使货物自动卸下，具有较大的动力和较强的通过能力，是矿山和建筑工地上物流运输的理想车种，如图 2-4 所示。

### 4. 罐式车

罐式车装有罐状容器，密封性强，一般用于运送易挥发、易燃、危险品和粉状物料等，如图 2-5 所示。



图 2-4 自卸车



图 2-5 罐式车

### 5. 汽车列车

汽车列车是指一辆汽车(货车或牵引车)与一辆或一辆以上挂车的组合。汽车和牵引车为汽车列车的驱动车节，称为主车；被主车牵引的从动车节称为挂车，如图 2-6 所示。



图 2-6 汽车列车

### 6. 冷藏保温车

冷藏保温车是指装有冷冻或保温设备的厢式货车，通过制冷装置为货物提供最适宜的温度和湿度条件，用来满足对温度、湿度有特殊要求的货物运输需要，如图 2-7 所示。



图 2-7 冷藏保温车

### 7. 集装箱运输车

集装箱运输车是指专门用来运输集装箱的专用汽车。它主要用于港口码头、铁路货场与集装箱堆场之间的运输，如图 2-8 所示。



图 2-8 集装箱运输车

## (二)汽车的主要使用性能和技术参数

### 1. 汽车的主要使用性能

汽车的使用性能是指汽车能够适应使用条件而表现出最大工作效能的能力。它既是评价和选择汽车的主要标准,又是正确使用汽车的基本依据。

#### 1) 动力性

动力性是汽车主要的使用性能之一。只有汽车的动力性好,才有可能提高平均行车速度。汽车的平均行车速度越高,单位时间内完成的货运周转量(百吨公里、千人公里)越大,运输生产率就越高。

#### 2) 燃油经济性

汽车的燃油经济性是指汽车以最小的燃油消耗量完成单位运输工作的能力,它是汽车的主要使用性能之一。

货运企业的燃油经济性考核指标常用  $L/100t \cdot km$  为单位,它表示每完成 100 吨公里的货物周转量所用燃油的升数。

#### 3) 行驶安全性

汽车的行驶安全性包括主动安全性和被动安全性。

(1) 主动安全性:是指汽车本身防止或减少公路交通事故的能力。它主要与汽车的制动性、操纵稳定性、驾驶的舒适性、视野和灯光等因素有关,此外,动力性中的超车加速时间短,也对行车安全有利。

(2) 被动安全性:是指汽车发生车祸后,汽车本身减轻人员受伤和货物受损的能力。

#### 4) 操纵稳定性

在驾驶员不感到过分紧张和疲劳的条件下,汽车按照驾驶员给定方向行驶的能力,以及对各种企图改变其行驶方向的外界干扰的抵抗能力,称为汽车的操纵稳定性。

#### 5) 舒适性

汽车的舒适性包括行驶平顺性、噪声、空气调节和货车跑长途在驾驶室有卧铺等内容。

#### 6) 通过性

汽车的通过性是指汽车以足够高的平均速度通过不良道路、无路地带和克服障碍的能力。

## 2. 汽车的主要技术参数

### 1) 质量参数

- (1) 整车装备质量(kg): 汽车完全装备好的质量。
- (2) 最大总质量(kg): 汽车满载时的总质量, 包括整车装备质量和最大装载质量。
- (3) 最大装载质量: 最大总质量和整车装备质量之差。
- (4) 最大轴载质量: 汽车单轴所承载的最大总质量。

### 2) 汽车的尺寸参数

汽车的尺寸参数包括车长( $L$ )、车宽( $B$ )、轴宽( $b$ )、车高( $H$ )、轴距( $L_1$ 、 $L_2$ )、轮距( $A_1$ 、 $A_2$ )、前悬( $S_1$ )、后悬( $S_2$ )、最小离地间隙( $C$ )、接近角( $a_1$ )、离去角( $a_2$ ), 如图 2-9 所示。

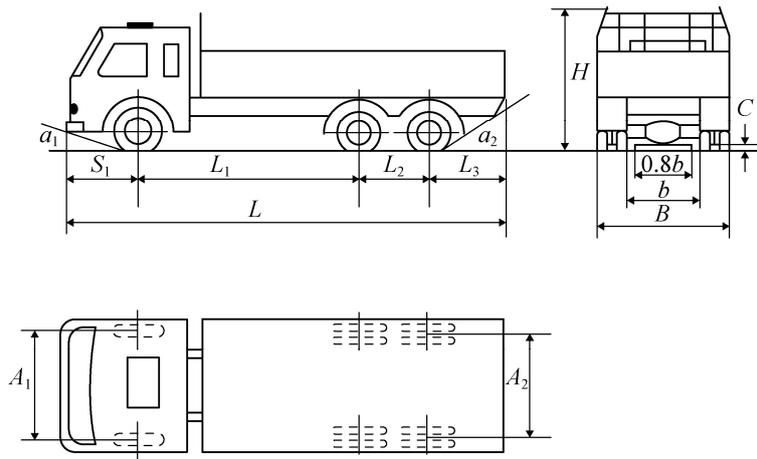


图 2-9 汽车尺寸参数

### 3) 汽车的性能参数

- (1) 最高车速: 汽车在平坦公路上行驶时所能达到的最高速度。
- (2) 最大爬坡度: 汽车满载时所能爬上的最大坡度(或最大坡道角)。
- (3) 平均燃料消耗量: 汽车在公路上行驶时平均的燃料消耗量(L/100km)。

## 三、公路运输站

公路运输站是公路运输办理客货运输业务及仓储保管、车辆保养修理以及为用户提供相关服务的场所, 是汽车运输企业的生产与技术基地。公路运输站一般包括客运站、货运站、停车场(库)、保修场(站)、加油站及食宿站等, 下面主要介绍一下客运站和货运站。

### (一) 客运站

公路运输客运站的主要功能是发售客票、候车服务、调度车辆、组织乘客上下车、行包受理与交付等。我国公路运输(汽车)客运站按日旅客发送量(即站务工作量), 并结合所在地政治、经济及文化等因素可分为四级: 日旅客发送量在 7 000 人次及以上的为一级站; 3 000~7 000 人次的为二级站; 500~3 000 人次的为三级站; 500 人次以下的为四级站。

## (二) 货运站

公路运输货运站有时也称汽车站或汽车场,其主要功能包括货物的组织与承运、中转货物的保管、货物的交付、货物的装卸以及运输车辆的停放、保修等。

目前,我国汽车运输的货运形式大致可分为整车货运、快速货运、零担货运和集装箱货运四种。与这四种运输形式对应的货运站可分为整车货运站、快速货运站、零担货运站、集装箱货运站和由上述两种或两种以上货运站组成的综合型货运站。

# 第二节 铁路运输

## 一、铁路运输概述

铁路运输是一种陆上运输方式,以两条平行的铁轨引导火车。2016年年底我国铁路营运里程达到了12.4万公里。据2016年7月20日国家发改委公布的《中长期铁路网规划》显示,计划到2020年全国铁路网规模将达到15万公里以上,其中高速铁路达到3万公里,覆盖80%以上的大城市;到2025年,全国铁路网规模将达到17.5万公里以上,其中高速铁路达到3.8万公里。

### (一) 铁路运输的特点

#### 1. 铁路运输的优点

铁路作为一种最有效的交通运输方式,相对于其他运输方式具有以下优点。

- (1) 运输能力大,适合于大批量低值产品的长距离运输。
- (2) 单车装载量大,几乎能承运任何商品,可以不受重量和容积的限制。
- (3) 车速较高,平均车速在五种基本运输方式中排在第二位,仅次于航空运输。
- (4) 受气候和自然条件影响较小,在运输的频繁程度方面占优势。
- (5) 可以方便地实现驮背运输、集装箱运输及多式联运。

#### 2. 铁路运输的缺点

铁路运输的以上优点是其他运输方式不能比拟的,但是铁路运输也存在着相应的缺陷,具体如下。

- (1) 铁路线路是专用的,固定成本很高,原始投资较大,建设周期较长。
- (2) 铁路按列车组织运行,在运输过程中需要有列车的编组、解体和中转改编等作业环节,占用时间较长,因而增加了货物在途中的时间。
- (3) 由于装卸次数多,货物损毁或丢失事故通常比其他运输方式多。
- (4) 不能实现“门到门”的运输,通常要依靠其他运输方式配合才能完成运输任务,除非托运人和收货人均有铁路支线。

## (二)铁路运输的分类

铁路货物运输根据托运货物的重量、体积、形态，分为整车运输、零担运输和集装箱运输三种运输方式。

### 1. 整车运输

一般来说，一批货物按照它的重量或体积需要单独使用一辆或一辆以上的货车装运，或者虽然不能装满一辆货车，但是由于货物的性质、形状或运送条件等原因，必须单独使用一辆货车装运时，都应以整车的方式运输。

### 2. 零担运输

如果货物按照它的性质、形状，运送条件不需要单独使用一辆货车运输，可以与其他几批货物拼装一辆货车运送时，则按零担的方式运输。

### 3. 集装箱运输

在铁路货物运输中，符合集装箱运输条件的可按集装箱托运。符合集装箱运输条件的货物为：以贵重、易碎、怕湿货物为主的“适箱货物”，以及其他适合集装箱运输的货物。

## 二、铁路运输线路

### (一)我国铁路等级

铁路等级是铁路的基本标准。设计铁路时，首先要确定铁路等级。铁路技术标准和装备类型都要根据铁路等级去选定。

我国《铁路线路设计规范》(GB50090—2006)规定铁路等级应根据铁路在铁路网中的作用、性质、旅客列车设计行车速度和确定客货运量。我国铁路共分为四个等级，如表 2-2 所示。

表 2-2 我国铁路等级

| 等 级     | 铁路在铁路网中的意义       | 近期 <sup>①</sup> 年客货运量 <sup>②</sup> |
|---------|------------------|------------------------------------|
| I 级铁路   | 在铁路网中起骨干作用的铁路    | ≥20Mt                              |
| II 级铁路  | 在铁路网中起联络、辅助作用的铁路 | <20Mt 且 ≥10Mt                      |
| III 级铁路 | 为某一地区或企业服务的铁路    | <10Mt 且 ≥5Mt                       |
| IV 级铁路  | 为某一地区或企业服务的铁路    | <5Mt                               |

注：①近期指交付运营后第 10 年；②年客货运量为重车方向的货运量与由客车对数折算的货运量之和，1 对/日旅客列车按 1.0Mt(Mt: 百万吨)年货运量折算。

### (二)铁路线路的构成

铁路线路是由路基、桥隧建筑物和轨道组成的一个整体工程结构。

## 1. 路基

### 1) 路基的基本形式

路基的基本形式主要有路堤和路堑两种。

(1) 路堤：当铺设轨道的路基面高于天然地面时，路基以填筑的方式构成，这种路基称为路堤。

(2) 路堑：当铺设轨道的路基面低于天然地面时，路基以开挖的方式构成，这种路基称为路堑。

### 2) 路基的排水设备

为保持路基经常处于干燥、坚固和稳定的状态，路基上通常设有一套完整的排水设备。

### 3) 路基的防护

为了保证路基的坚实稳固，以及防止路堤和路堑边坡坍塌，应进行防护和加固，如加设挡土墙和护坡。

## 2. 桥隧建筑物

桥隧建筑物是桥梁、隧道、涵洞、明渠、天桥、地道、跨线桥和调节河流建筑物等的总称。

## 3. 轨道的构成

轨道结构如图 2-10 所示。

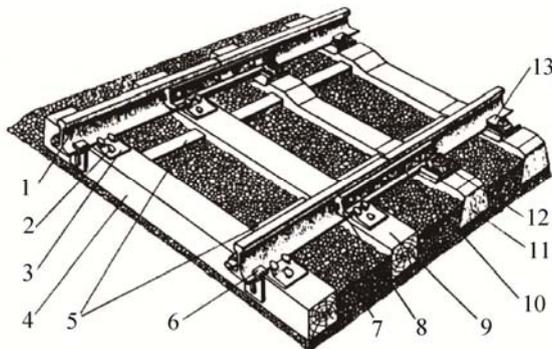


图 2-10 轨道结构

- 1—钢轨；2—普通道钉；3—垫板；4，9—枕木；5—防爬撑；6—防爬器；  
7—道床；8—鱼尾板；10—螺栓；11—钢筋混凝土轨枕；  
12—扣板式中间连接零件；13—弹片式中间连接零件

(1) 钢轨：采用稳定性良好的“工”字形宽底式钢轨，由轨头、轨腰和轨底三部分组成。

(2) 轨枕：又称枕木。轨枕既要支承钢轨，又要保持钢轨的位置，还要把钢轨传递来的巨大压力再传递给道床。

(3) 连接零件：包括钢轨接头连接零件(夹板)和中间连接零件(钢轨与轨枕)。

(4) 道床：承受轨枕上的载荷并均匀传给路基，缓和车轮对钢轨的冲击，排除轨道中的

雨水和保持轨道稳定性，一般用碎石道砟(坚硬、稳定和不易风化)。

(5) 防爬设备：列车运行时纵向力使钢轨产生的纵向移动称为爬行。防爬措施有：加强钢轨与轨枕间的扣压力和道床阻力；设置防爬器和防爬撑。

(6) 道岔：铁路线路和线路间连接和交叉设备的总称。

(7) 无缝线路：是指将若干标准长度钢轨焊接成 800m 或 1 000m 的长钢轨，再在铺设现场焊接成更长的钢轨。其特点是接头少、行车平稳、轨道磨耗小、养护工作量小。

(8) 宽混凝土轨枕和整体道床：宽混凝土轨枕的外形和普通钢筋混凝土轨枕相似，但比普通钢筋混凝土轨枕宽而且稍薄，它在线路上是连续铺设的。也可将路基、道床、轨枕三个基础部分用钢筋混凝土一次浇筑成型，称为整体道床。其特点是线路稳定性好，受力条件好，有利于高速行车，可减少维护工作量。

**【知识拓展 2-1】**高速铁路使用无砟轨道，又称为无碴轨道，是指采用混凝土、沥青混合料等整体基础取代散粒碎石道床的轨道结构。普通铁路轨道是在小块石头堆砌的基础上，再铺设枕木或水泥枕木，被称为有砟轨道。京沪高铁用的是无砟轨道，路基不用碎石，铁轨、轨枕直接铺在混凝土路上，整条线路水平误差不超过 0.1mm。在轨道方面，大量采用长距离无缝钢轨，因而在高铁上几乎听不到传统火车哐当哐当的声音。没有了钢轨接缝，对于列车速度的提高也有帮助，而且道岔都采用高速可动心道岔，其通过速度比普通道岔高很多。在我国，设计时速超过 250km/h 的高速铁路使用无砟轨道，设计时速 200~250km/h 的客运专线很多使用的是有砟轨道。

视频 2-2 无砟轨道



#### 4. 限界

限界是为了确保机车车辆在铁路线路上运行的安全，防止机车车辆撞击邻近线路的建筑物和设备，而对机车车辆和接近线路的建筑物、设备规定的不允许超越的轮廓尺寸线。

限界主要分为基本限界和超限限界。

##### 1) 基本限界

基本限界包括机车车辆限界和建筑接近限界，如图 2-11 所示。

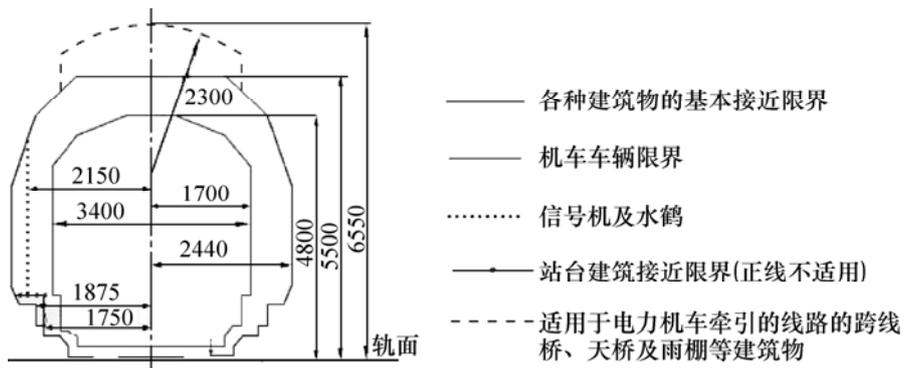


图 2-11 基本限界

(1) 机车车辆限界：是机车车辆横断面的最大极限。

(2) 建筑接近限界：是一个和线路中心线垂直的横断面，它规定了保证机车车辆安全通行所必需的横断面的最小尺寸。

2) 超限限界

货物任何部分的高度和宽度超过机车车辆限界时，称为超限限界。根据货物超限的程度可把超限限界分为一级超限限界、二级超限限界，如图 2-12 所示。

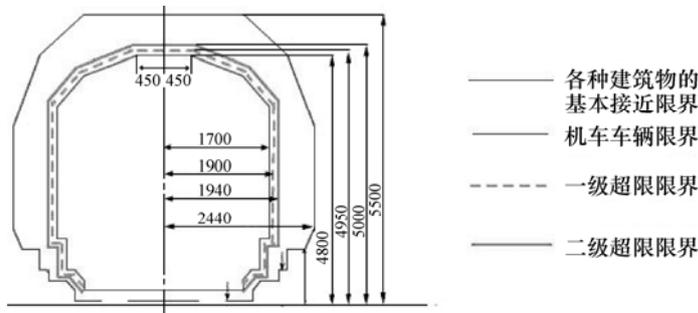


图 2-12 超限限界

### 三、运输车辆

铁路车辆是运送旅客和货物的工具。一般车辆没有动力装置，需要把车辆连挂成列，由机车牵引，才能在轨道上运行。

#### (一)铁路运输车辆的种类

(1) 铁路运输车辆按用途可分为客车、货车和特种车辆。

(2) 铁路运输车辆按轴数可分为四轴车、六轴车和多轴车。

(3) 铁路运输车辆按载重可分为 50t、60t 和 75t。

(4) 车体是供旅客乘坐和装载货物的部分。运送对象不同，车体的构造也不同。铁路运输车辆按车体构造及运送对象可分为以下几类。

① 棚车(P)：适用于运送比较贵重和怕湿的货物，如日用品、仪器、粮食等。大多数棚车是通用型的，如图 2-13 所示。为了固定装运某种货物，还有一些专用的棚车，如家畜车就是专门用来运送家畜的。

② 敞车(C)：主要用于运送煤、矿石、钢材等不怕湿的货物。必要时，在所装运的货物上加盖防水篷布，也可代替棚车装运怕湿货物。敞车具有很大的通用性，是货车中数量最多的一种，如图 2-14 所示。

③ 平车(N)：适用于运送重量、体积或长度较大的货物，如钢材、木材、汽车、机器等，也可借助集装箱装运其他的货物。

④ 保温车(B)：主要用于运送鲜活、易腐的货物，如鱼、肉、禽、蛋、水果、蔬菜等。我国自行设计制造的 B19 机械保温车，每 5 辆一组，由 1 辆发电车和 4 辆货物车组成，适合易腐货物产地多、批量不大的特点。



图 2-13 棚车



图 2-14 敞车

保温车的车体与棚车相似，车墙板内填充绝缘材料，如图 2-15 所示。较先进的机械保温车内装有制冷机，可自动控制车内温度。

⑤ 罐车(G): 适用于装运液体或气体的货物，如油和水等各种液体、液化气等。罐车车体为圆筒形，罐车上设有装卸口，还装有安全阀，有的还设有空气包，如图 2-16 所示。但由于只适用于一种货物，所以其通用性较差。

⑥ 守车(S): 供运转车长工作时间乘坐用，挂于货物列车尾部。守车车体墙板内装有绝热材料，车内还设有瞭望窗、办公用的桌椅等设备。



图 2-15 保温车



图 2-16 罐车

⑦ 客车: 客车车体采用薄壁筒型结构，由车底架、侧墙、车顶、外端墙和内端墙、门窗等组成。

**【知识拓展 2-2】**目前世界上最大的载重列车是北车齐齐哈尔轨道交通装备有限责任公司设计制造的世界最大轴重和牵引吨位最大、自重最轻、配置最高的 Q 系列 40 吨轴重不锈钢矿石车，并且交付给世界矿业巨头——澳大利亚必和必拓公司。其列车编组为 240 辆，单车载重最高达 155 吨，牵引吨位高达 3.8 万吨，自重仅 20.5 吨。

文档 2-1 世界最大载重铁路货车



## (二)车辆的标记

### 1. 车辆编码

为了更好地认识和管理车辆，适应全国铁路用微机联网管理的需要，应对营运中的每

一辆车进行编码。编码的主要内容为车种、车型、车号。

车种编码原则上用该车种汉语拼音名称中关键的一个或两个大写字母表示。其中,客车用两个字母(个别用三个),货车用一个字母,具体如表 2-3 所示。

表 2-3 车辆编码对照表

| 客 车 |        |     |               | 货 车 |       |    |                     |
|-----|--------|-----|---------------|-----|-------|----|---------------------|
| 顺号  | 车 种    | 代码  | 车号范围          | 顺号  | 车 种   | 代码 | 车号范围                |
| 1   | 软座车    | RZ  | 10 000~19 999 | 1   | 棚车    | P  | 3 000 000~3 499 999 |
| 2   | 硬座车    | YZ  | 20 000~49 999 | 2   | 敞车    | C  | 4 000 000~4 899 999 |
| 3   | 软卧车    | RW  | 50 000~59 999 | 3   | 平车    | N  | 5 000 000~5 099 999 |
| 4   | 硬卧车    | YW  | 60 000~89 999 | 4   | 罐车    | G  | 6 000 000~6 309 999 |
| 5   | 餐车     | CA  | 90 000~94 999 | 5   | 保温车   | B  | 7 000 000~7 231 999 |
| 6   | 行李车    | XL  | 3000~6999     | 6   | 守车    | S  | 9 000 000~9 049 999 |
| 7   | 邮政车    | UZ  | 7000~9999     | 7   | 特种车   | T  | 8 065 000~8 074 999 |
| 8   | 代用座车   | ZP  | —             | 8   | 长大货物车 | D  | 5 600 000~5 699 999 |
| 9   | 硬座双座客车 | YZS | —             | 9   | 自备车   | —  | 0000001~0999999     |

车型编码用大写汉语拼音字母和数字混合表示(见图 2-17),依次由以下三部分组成。

(1) 车辆所属的车辆编码,用一位大写字母表示,作为车型编码的首部。

(2) 车辆的重量系列或顺序系列,用一位或两位数字或大写字母表示。

(3) 车辆的材质或结构,用一位或两位大写字母表示。



图 2-17 车型编码组成结构

## 2. 车辆标记

为了表示车辆的类型和特征,满足运用、检修和统计上的需要,每一辆铁路车辆上均应具有规定的各种标记。

### 1) 运用标记

(1) 自重、载重及容积:自重为车辆本身的全部重量,以 t 为单位;载重即车辆允许的最大装载重量,以 t 为单位;容积是货车内部可以容纳货物的体积,以  $m^3$  为单位,并应在括号内注明“内长×内宽×内高”的尺寸。

(2) 车辆全长及换长:车辆全长为车辆两端钩舌内侧间的距离,以 m 为单位。换长是为了编组列车统计工作的方便,将车辆全长换算成辆数来表示长度,换算时以 11m 为标准,即

$$\text{换长} = \frac{\text{车辆全长}}{11\text{m}} \quad (\text{计算中保留一位小数,尾数四舍五入})$$

(3) 车辆设备、用途标记(主要指货车),具体如下。

① : 表示可以参加国际联运的客货车。

② : 表示禁止通过机械化驼峰的货车。

③ : 表示具有车窗、床托等的棚车, 可以运送人员。

④ : 表示具有拴马环或其他拴马装置的货车。

#### 2) 产权标记

(1) 国徽: 凡参加国际联运的客车须在侧墙外中部悬挂国徽。

(2) 路徽: 凡产权归铁道部的车辆均应在侧墙或端墙适当的部位涂刷路徽, 表示人民铁道。货车还应在侧梁适当部位安装产权牌。

(3) 路外厂矿企业自备车的产权标志: 在侧墙或其他相应部位用汉字涂打上“××企业自备车”字样, 并注明该企业所在地的特殊到站。

(4) 配属标记: 所有客车以及个别固定配属的货车必须涂刷所属局、段的简称。

## 四、铁路车站

铁路车站既是铁路办理客货运输的基地, 又是铁路系统的一个基层生产单位。

### 1. 车站的作用和任务

在车站上, 除办理旅客和货物运输的各项作业以外, 还办理和列车运行有关的各项工作。为了完成上述作业, 车站上设有客货运输设备及与列车运行有关的各项技术设备, 还配备了客运、货运、行车、装卸等方面的工作人员。

### 2. 车站的分类

(1) 按任务量和在国家政治、经济的地位不同, 车站可分为特等站、一等站、二等站、三等站、四等站和五等站。全国共有 5 000 多个不同等级的车站。

(2) 按技术作业的不同, 车站可分为中间站、区段站和编组站。

(3) 按业务性质的不同, 车站可分为客运站、货运站和客货运站。

### 3. 站界

为了保证行车安全和分清工作责任, 车站和它两端所衔接的区间应有明确的界限。在单线铁路上, 以车站两端进站信号机柱的中心线为界。在复线铁路上, 站界是按上下行正线分别确定的, 即一端以进站信号机柱中心线为界, 另一端以站界标中心线为界。

## 第三节 水路运输

### 一、水路运输概述

水路运输是利用船舶、排筏和其他浮运工具, 在江、河、湖泊、人工水道以及海洋上运送旅客和货物的一种运输方式。它是我国综合运输体系中的重要组成部分, 并且正日益显示出它的巨大作用。

### (一)水路运输的主要分类

水路运输按其航行的区域,大体上可划分为沿海运输、远洋运输和内河运输三种形式。

(1) 沿海运输。沿海运输是指利用船舶在我国沿海区域各地之间从事的运输。

(2) 远洋运输。远洋运输通常是指除沿海运输以外的所有海上运输。

(3) 内河运输。内河运输是指利用船舶、排筏和其他浮运工具,在江、河、湖泊、水库及人工水道上从事的运输。

### (二)水路运输的特点

由于水运主要利用江、河、湖泊和海洋的“天然航道”来进行,并可以利用其天然的自然条件,实现大吨位、长距离的运输,因此,其主要有如下特点。

(1) 水路运输运量大,成本低,非常适合于大宗货物的运输。

(2) 水上航道四通八达,通航能力几乎不受限制,而且省投资。

(3) 水路运输是开展国际贸易的主要方式,是对外发展经济和友好往来的主要交通工具。

(4) 与其他运输方式相比,水路运输速度较慢,受自然气候和条件的影响较大。

## 二、水路运输线路

### (一)航道与航标

航道是指供船舶航行的水道,航标是指引导船舶安全行驶的标志。

#### 1. 海上航道

海上航道属自然水道,其通过能力几乎不受限制。每一海区的地理、水文情况都反映在该区的海图上。

#### 2. 内河航道

内河航道大部分是利用天然水道加上引航的航标设施构成的。内河航道与海上航道相比,其通行条件是有很大差别的,反映在不同的通航水深(如各航区水深不同)、不同的通行时间(如有的区段不能夜行)和不同的通行方式(如单向或双向过船)等。因此,在进行综合规划时,还应考虑航道分级和航道标准化。

#### 3. 人工航道

人工航道是指由人工开凿,主要用于船舶通航的河流,又称运河。人工航道一般都开凿在几个水系或海洋的交界处,可以使船舶缩短航行路程,降低运输费用,方便人们生产和生活,扩大船舶航行的范围,进而形成一定规模的水运网络。一些著名的国际通航运河对世界航运的发展和船舶尺度的限制影响很大,其中主要有苏伊士运河、巴拿马运河和基尔运河。我国有世界上最古老、最长的人工运河——京杭大运河。京杭大运河全长1794公里,横跨北京、天津两市,直穿河北、山东、江苏、浙江四省,从内陆将海河、黄河、淮河、长江和钱塘江五大水系沟通,是我国国内水运的大动脉。

## (二)航道的航行条件

因海上航道的通过能力一般不受限制，故此处着重于内河航道的航行条件。影响航道通行能力的主要因素有航道的深度、宽度、转弯半径、水流速度、潮汐、季节性水位变化、过船建筑物尺度，以及航道的气象条件及地理环境，这些因素对港口建设、船型选择及运输组织往往具有决定性影响。为了保证船舶正常安全航行和获得一定的运输效益，航道必须具备一定的航行条件。

### 1. 有足够的航道深度

航道深度是河流通航的基本条件之一，它常常是限制船舶吨位和通过能力的主要因素。航道深度是指全航线中所具有的最小通航保证深度，它取决于航道上关键性的区段和浅滩上的水深。航道深浅是选择船舶吃水量和载重量时的主要因素。航道深度增加，可以航行吃水深、载重量大的船舶，但增加航道深度必然会使整治和维护航道的费用增加。

### 2. 有足够的航道宽度

航道宽度视航道等级而定。通常单线航行的情况极少，双线航行最普遍，在运输繁忙的航道上还应考虑三线航行。

### 3. 有适宜的航道转弯半径

航道转弯半径是指航道中心线上的最小曲率半径。一般航道转弯半径不得小于最大航行船舶长度的4~5倍。

### 4. 有合理的航道许可流速

航道许可流速是指航线上的最大流速。船舶航行时，上水行驶和下水行驶的航线往往不同，下水行驶时应就流速大的主流行驶，上水行驶时则应尽量避开流速大的水区而在缓流区内行驶。

在对航道航行条件的要求中，最主要的因素是航道深度，因为无论江河、湖海还是水库，只要有足够的水深，船舶航行一般没有大的问题。因此，在大多数情况下总是根据航道深度来设计港口、选择船舶和组织运输。

## 三、水路运输设备

运输船舶是指载运旅客和货物的船舶，通常又称为商船。在几千年的发展史中，船舶大致经历了舟筏、木帆及蒸汽机船三个阶段，目前正处于以柴油机为主要动力的钢船时代。船舶的种类若按用途来分主要分为客船和货船。

### 1. 客船

客船是专门用于载运旅客及其行李和邮件的运输船舶；而以载运旅客为主，兼运一定数量货物的运输船舶则称为客货船。客船必须具有良好的航行性能，并为旅客提供舒适的居住和生活条件。例如，大型国际客船设有影剧院、花园、咖啡馆、图书馆、医院、理发厅、百货商场和银行等，还设有供旅客体育活动使用的游泳池、球场、健身房和运动场等。

因此,客船一般较大的甲板面积和舱室面积,其长度比一般同吨位货船长,上层建筑庞大,甲板层数较多,一般约有8~9层,最多可达十几层。

对客船的要求,首先是安全可靠,既要有良好的适航性和居住条件,又要有较快的航行速度。客船都是用于定期定点的航线,有远洋客船、近海客船、沿海客船和内河客船之分。远洋客船的排水量一般都在万吨以上,近海客船的排水量约为5 000~10 000吨,沿海客船的排水量一般在5 000吨以下,内河客船更小些。

**【知识拓展 2-3】**海洋客船主要包括远洋、近海与沿海几种形式。这类船舶一般吨位大、航速高、设备齐全。在航空运输兴起之前,国际邮件主要靠这类船舶输送,故又称为邮船。远洋客船的吨位一般在2万~3万总吨,最大的可达7万总吨(均为重量吨);航速较高,约29节左右,最高可达36节。近海、沿海客船的吨位在1万总吨左右,航速为18~20节。船的速度单位是“节”,1节=1.852公里/小时。

## 2. 货船

货船是专门运输各种货物的船只。根据所运货物的不同,货船可分为以下几类。

### 1) 杂货船

杂货船是装载一般包装、袋装、箱装和桶装的普通货物船,如图2-18所示。



图 2-18 杂货船

万吨货船一般都是双层甲板船,有4~6个货舱,每个货舱的甲板上有货舱口,货舱口上装有能起重5~20吨的吊货杆。有些船上还备有起吊重货的重型吊杆,起重能力可达60~150吨。有些货船上为了提高装卸效率,还装有回转式的起吊车。

杂货船按机舱位置的不同,分为中机型船、尾机型船和中后机型船。中机型船的机舱设在船体中央;尾机型船的机舱设在船的尾部;中后机型船的机舱设在偏尾部方向。

近年来发展了一种多用途的干货船,它既可运载一般的包装杂货,又可装运散货和集装箱货等。这种货船比装运单一货物的一般杂货船适应性大,运输效率高。

### 2) 散货船

散货船是专门用来装运煤、矿砂、盐、谷物等散装货物的船舶,如图2-19所示。与杂货船不同的是,它运输的货物品种单一,货源充足,装载量大。依照不同的散货品种,装

卸时可采用大抓斗、吸粮机、装煤机、皮带输送机等专门的机械，不像杂货船那样装的是包装或箱装等杂货，规格大小不一，理货时间长，运输效率低。因此，散货船比杂货船的运输效率高，装卸速度快。



图 2-19 散货船

散货船的特点是，驾驶室和机舱都设在尾部；货舱口比杂货船的货舱口大；内底板和舷侧用斜边板连接，使货物能顺利地向舱中央集中；有较多的压载水舱，作为空载返航时压载之用。

对于装运粮食、煤、矿砂等大宗货物的散货船来说，通常分为以下几个级别。

(1) 好望角型船，总载重量为 150 000 吨级左右的散货船。该船型以运输铁矿石为主，由于尺度限制无法通过巴拿马运河和苏伊士运河，因而需绕行南非的好望角和南美的合恩角。

(2) 巴拿马型，总载重量为 60 000 吨级，该型船是指在满载情况下可以通过巴拿马运河的最大型散货船。

(3) 轻便型散货船，总载重量为 40 000 吨级的船舶。

(4) 小型散货船，总载重量为 20 000~27 000 吨级，是可驶入美国五大湖泊的最大船型。

### 3) 集装箱船

集装箱船是用来专门装运规格统一的标准货箱的船舶，如图 2-20 所示。各种货物在装船前已装入标准货箱内，然后再装船，在装卸过程中不再出现单件货物，便于装卸。由于集装箱运输提高了运输效率，减轻了劳动强度，加速了车船周转，降低了运输成本，因此，集装箱船在近几十年来发展很快。集装箱的装卸通常是由岸上起重机进行，因此，绝大多数集装箱船上不设起货设备。集装箱船的船舱设在尾部或中部偏后。

集装箱船根据装载情况的不同，可分为全集装箱船、半集装箱船和兼用集装箱船三大类。

(1) 全集装箱船：全部货舱和甲板上均可装载集装箱，舱内装有格栅式货架，以适于集装箱的堆放，适应于货源充足而平衡的航线。

(2) 半集装箱船：一部分货舱设计成专供装载集装箱，另一部分货舱可供装载一般杂货，适应于集装箱联运业务不太多或货源不甚稳定的航线。



图 2-20 集装箱船

(3) 兼用集装箱船：又称集装箱两用船，既可装载集装箱也可装载其他包装货物、汽车等。舱内备有简易可拆装的设备，当不装运集装箱而要装运一般杂货时，可将其拆下。

**【知识拓展 2-4】**自 1968 年以来，1530TEU-19000+ TEU 集装箱船的运输能力增长了大约 1 200%，即 12 倍，如图 2-21 所示。目前，全球最大的在运营集装箱船的运力已经超过 20 000TEU，进入 20 000+时代。2017 年 5 月 12 日，东方海外 21413TEU 的“东方香港”轮在三星重工位于韩国的巨济岛船厂举行命名典礼，“东方香港”轮接过 Madrid Maersk 轮的接力棒，成为全球最大集装箱船。“东方香港”轮船总长 399.9m，宽 58.8m，深 32.5m，载重约 191 317 吨。

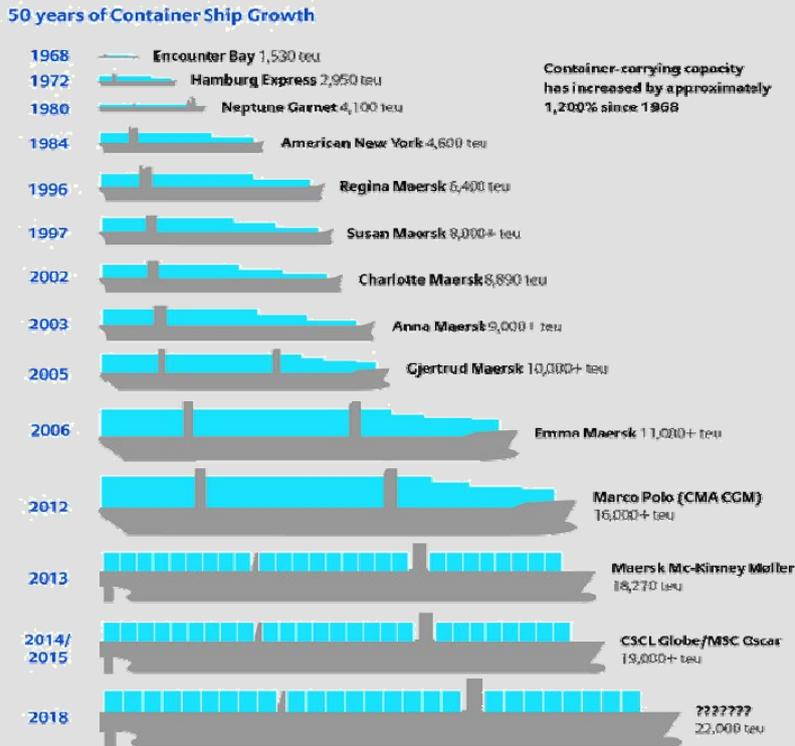


图 2-21 50 年集装箱船演变史

文档 2-2 全球集装箱船排行榜



视频 2-3 我国首艘 2 万箱级集装箱船



#### 4) 载驳船

类似于集装箱运输方式的还有载驳船,如图 2-22 所示。它是将货物预先装载在特制的统一的货驳上,由载驳船将货驳运至目的地后,卸至水面,由拖船拖走,其装卸效率与集装箱船比又有所提高。目前较常用的载驳船主要有“拉希”(Lash)式和“西比”(Seabee)式两种。

(1) “拉希”式载驳船:又称普通载驳船,是数量最多的一种载驳船。单层甲板、无双层底舱内为分格结构,每一驳格可堆装四层子驳,甲板上堆装两层。为便于装载驳船,在甲板上沿两舷设置轨道,并有可沿轨道纵向移动的门式起重机,以便起吊子驳进出货舱。

(2) “西比”式载驳船:又称海蜂式载驳船,是一种双舷、双底、多层甲板船。甲板上沿纵向设运送子驳的轨道,尾部设升降井和升降平台(升降机),起重量可达 2 000 吨。子驳通过尾部升降平台进出母船,而不是用门式起重机吊装进出母船,当子驳被提升至甲板同一水平面后,用小车将驳船滚动运到指定位置停放。

视频 2-4 拖船和驳船



图 2-22 载驳船

#### 5) 滚装船

滚装船又称滚上滚下船,船舶靠码头装卸时,先从船尾放下跳板到岸上,再由拖车把货箱拖入船舱,如图 2-23 所示。它的结构特殊,上甲板平整,无舷弧和梁拱,无起货设备,甲板层数多(2~4 层),货舱内支柱少,甲板为纵通甲板,航速为 16~18 节。



图 2-23 滚装船

滚装船装运的货物主要是汽车和集装箱。这种船本身无须装卸设备，装卸时，在船的尾部、舷侧或首部有跳板放到码头上，汽车或者是集装箱(装在拖车上的)直接开进或开出船舱，实现货物的装卸。

滚装船的上层建筑高大，最上层的露天甲板平坦，无起货设备。货舱内设有多层纵通甲板，汽车或拖车可以通过坡道或升降平台进入各层舱内。滚装船对码头要求低，装卸效率高，船速较快，但舱容利用率低，造价高。

#### 6) 油船

油船是主要用来装运液体货物的船舶，如图 2-24 所示。油船根据所装油品种类的不同，可分为原油油船、成品油油船。原油/成品油兼运船、油/化学品兼运船和非石油的油类运输船等。为了防火防爆，油船甲板上不允许用带电拖动设备，通常用蒸汽机。油船的船速不高，为 13~17 节。



图 2-24 油船

油船的特点是机舱都设在船尾，船壳被分隔成数个贮油舱，由油管贯通各油舱。油舱大多采用纵向式结构，并设有纵向舱壁，在未装满货时也能保持船舶的平稳性。目前，世界上最大的油轮载重吨位已达到 60 多万吨。

## 7) 冷藏船

冷藏船是专门运输鲜活易腐货物的船舶。例如装运新鲜的鸡、鸭、鱼、肉、蛋、水果、蔬菜和冷冻食品等。专用的冷藏船航速较高，船的吨位不大，通常在数百吨到数千吨。

## 8) 木材船

木材船是专门用于装载木材或原木的船舶，如图 2-25 所示。这种船舱口大，舱内无梁柱及其他妨碍装卸的设备，船舱及甲板上均可装载木材。为防止甲板上的木材被海浪冲出舷外，在船舷两侧一般设置不低于 1m 的舷墙。



图 2-25 木材船

## 9) 液化气船

液化气船如图 2-26 所示，又包括液化天然气船、液化石油气船和液体化学品船。

(1) 液化天然气船(LNG): 液化天然气主要是甲烷，在常压下极低温(-165℃)冷冻才能使天然气液化，液化后的体积只有气态时的 1/600，因而便于运输。液化天然气船的液舱有严格的隔热结构，形状有球形和矩形。

视频 2-5 超级 LNG 船



图 2-26 液化气船

(2) 液化石油气船：液化石油气船分为全加压式液化石油气船、全冷冻式液化石油气船和半加压半冷冻式液化石油气船三种。

(3) 液体化学品船：液体化学品多数有毒、易燃、腐蚀性强，且品种多。因此，液体化学品船多为双层底，货舱多且小。

#### 10) 半潜船

半潜船也称半潜式母船，是专门从事运输大型海上石油钻井平台、大型舰船、潜艇、龙门吊、预制桥梁构件等超长超重但又无法分割吊运的超大型设备的特种海运船舶，如图 2-27 所示。

半潜船在工作时，会像潜水艇一样，通过调整船身压载水量，能够平稳地将一个足球场大小的船身甲板潜入 10~30m 深的水下，只露出船楼建筑。然后，等需要装运的货物(如游艇、潜艇、驳船、钻井平台等)拖拽到已经潜入水下的装货甲板上时，启动大型空气压缩机或调载泵，将半潜船身压载水舱的压载水排出船体，使船身连同甲板上的承载货物一起浮出水面，然后绑扎固定就可以跨海越洋将货物运至世界各地的客户手中。

视频2-6 世界上最大的半潜船



世界上主要有四家公司经营半潜船业务，处于寡头垄断状态。除了中远航运外，另外三家是荷兰道克维斯(DOCKWISE)航运公司、挪威 OCEAN HEAVYLIFT(OHT)公司和荷兰 FAIRSTAR 公司。



图 2-27 半潜船

## 四、港口

港口是水运生产的一个重要环节。船舶的装卸、补给、修理工作和船员的修整等都要在港口进行。无论河港或海港，其最基本的功能就是为船舶进行装卸搬运工作。

### (一)港口的分类

#### 1. 按用途分类

(1) 商港：主要供旅客上下和货物装卸转运的港口，又可分为一般商港和专业商港。一

般商港是指用于旅客运输和装卸转运各种货物的商港，如上海港、天津港等；专业商港是指专门进行某一种货物的装卸，或以某种货物为主的商港，如秦皇岛港主要以煤炭和石油装卸为主等。

(2) 渔港：专为渔船服务的港口。渔船在这里停靠，并卸下捕获物，同时进行淡水、冰块、燃料及其他物资的补给。

(3) 工业港：固定为某一工业企业服务的港口，其专门负责该企业的原料、产品及所需物资的装卸转运工作。

(4) 军港：专供海军舰船使用的港口。

(5) 避风港：供在大风情况下船舶临时避风的港口。这里很少有完善的停靠设施，通常仅有一些简单的设备。

## 2. 按地理位置分类

(1) 海港：在自然地理条件和水文气象方面具有海洋性质，而且是为海船服务的港口。海港又可细分为三种：①海湾港，是指位于海湾内，常有岛屿等天然屏障作保护，不需要或只需要较少的人工防护即可防御风浪侵袭的港口；②海峡港，是指位于大陆和岛屿或岛屿与岛屿之间的海峡地段的港口；③河口港，是指位于海河流河口地段的港口。

(2) 河港：是指位于沿河两岸，并且具有河流水文特性的港口。

(3) 湖港与水库港：是指位于湖泊和水库岸边的港口。

**【知识拓展 2-5】**洋山深水港区位于杭州湾口外的浙江省嵊泗崎岖列岛，由大、小洋山等数十个岛屿组成，是中国首个在微小岛上建设的港口。洋山港西北距上海市浦东新区芦潮港约 32 公里，南至宁波北仑港约 90 公里，向东经黄泽洋水道直通外海，距国际航线仅 45 海里，是距上海最近的深水良港。

2005 年 12 月 10 日，洋山深水港区(一期工程)顺利开港，为中国最大的集装箱深水港。国际港口协会会长皮特斯特鲁伊斯先后三次来洋山港，感叹：“我走过世界上所有大港，也见过一些建在海岛的港口，但像依托洋山这样的孤岛，在离大陆如此远的地方，建规模如此大的现代化港口，殊为罕见。”由于洋山深水港的加入，2010 年，上海港完成集装箱吞吐量 2 907 万标准箱，首次超越新加坡成为全球最繁忙的集装箱港口。

(资料来源：百度百科 [www.baikē.baidu.com](http://www.baikē.baidu.com))

## (二)港口的组成

港口由水域和陆域两大部分组成。水域是供船舶进出港，以及在港内运转、锚泊和装卸作业使用的，因此要求水域有足够的水深和面积，水面基本平静，流速和缓，以便船舶的安全操作；陆域是供旅客上下船，以及货物的装卸、堆存和转运使用的，因此，陆域必须有适当的高程、岸线长度和纵深，以便在这里安置装卸设备、仓库和堆场、铁路、公路，以及各种必要的生产、生活设施等。

## 第四节 航空运输

### 一、航空运输概述

航空运输是使用飞机或其他航空器进行运输的一种形式。由于其突出的高速直达性,使之在交通系统中具有特殊的地位并且拥有很大的发展潜力。

#### (一)航空运输体系

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部分。这四个部分有机结合,分工协作,共同完成航空运输的各项业务活动。

(1) 飞机:是航空运输的主要运载工具。按运输类型的不同,民用飞机可分为运送旅客和货物的各种运输机和为工农业生产作业飞行、抢险救灾、教学训练等服务的通用航空飞机两大类。按最大起飞重量的不同,民用飞机可分为大型、中型和小型飞机。按航程远近的不同,民用飞机可分为远程、中程和短程飞机。

(2) 机场:是提供飞机起飞、着陆、停驻、维护、补充给养及组织飞行保障活动的场所,也是旅客和货物的起点、终点或转折点。

(3) 空中交通管理系统:是为了保证航空器飞行安全及提高空域和机场飞行区的利用效率而设置的各种助航设备和空中交通管制机构及规则。

(4) 飞行航线:是航空运输的线路,即由空管部门设定的飞机从一个机场飞抵另一个机场的通道。航路是用于国与国之间、跨省市航空运输的飞行航线,规定其宽度为20km。

航空运输体系除了上述四个基本组成部分外,还有商务运行、机务维护、航空供应、油料供应、地面辅助及保障系统等。

#### (二)航空运输的作用

航空运输的发展带动和促进了制造业、运输业、旅游业、服务业等许多经济领域的发展。航空运输与其他运输方式分工协作、相辅相成,共同满足社会对运输的各种要求。

(1) 当今国际贸易有相当数量的洲际市场,商品竞争激烈,市场行情瞬息万变,时间就是效益。航空货物运输具有比其他运输方式更快的特点,使进出口货物能更快进入市场,增强商品的竞争能力,对国际贸易的发展起到了很大的推动作用。

(2) 航空货物运输适合于运输鲜活易腐和季节性强的商品。这些商品对时间的要求极为敏感,如果运输时间过长,则可能使商品变为废品,无法供应市场。季节性强的商品和应急物品的运送必须抢行就市,争取时间,否则可能变为滞销商品,滞存仓库,积压资金,同时还要负担仓储费。航空运输可保鲜成活,又有利于开辟远距离的市场,这是其他运输方式无法相比的。

(3) 利用航空运输速度快、安全、准确等优点,来运输电脑、精密仪器、贵稀金属、丝绸、皮革制品、中西药材、工艺品等价值高的商品,可弥补运费高的缺陷。

(4) 航空运输是国际多式联运的重要组成部分。为了充分发挥航空运输的特长,在不能以航空运输直达的地方,也可以采用联合运输的方式,如常用的陆空联运、海空联运、陆空陆联运,甚至陆海空联运等。多种运输方式的配合,可使各种运输方式各显其长,相得益彰。

### (三)航空运输的特点

#### 1. 航空运输的优点

现代航空运输是社会生活和经济生活的一个重要组成部分,是目前发展最快的一种运输方式。航空运输的快速发展与其自身特点相关,与其他运输方式相比,航空运输的优点主要表现在以下几个方面。

(1) 速度快。航空运输在各种运输方式中速度最快,这是航空运输的最大特点和优势。其时速约为1 000km/h,且距离越长,所能节省的时间越多,快速的优势也越显著。因而航空运输适用于中长距离的旅客运输、邮件运输和精密、贵重货物、鲜活易腐物品的运输。

(2) 机动性大。飞机在空中运行,受航线条件限制的程度相对较小,可跨越地理障碍将任何两地连接起来。航空运输的这一优点使其成为执行救援、急救等紧急任务时必不可少的手段。

(3) 舒适、安全。现代民航客机平稳舒适,且客舱宽敞、噪声小,机内有供膳、视听等设施,旅客乘坐的舒适程度较高。随着科技的进步和管理地不断改善,航空运输的安全性比以往也大大提高。

(4) 基本建设周期短、投资少。发展航空运输的设备条件是添置飞机和修建机场。这与修建铁路和公路相比,建设周期短、占地少、投资省、收效快。

#### 2. 航空运输的特点

与其他运输方式相比,航空运输也有受到限制的地方,其主要缺点如下。

(1) 飞机机舱容积和载重量都比较小,运载成本和运价比地面运输高。

(2) 飞机飞行往往要受气象条件的限制,因而影响其准点性。

(3) 航空运输速度快的优点在短途运输中难以体现。

### (四)我国的航空运输管理体系

中国民用航空局是国务院的直属机构,是中国政府管理和协调中国民用航空运输业务的职能部门,对中国民用航空事业实行业务管理。

全国分为七大民用航空管理区,由中国民用航空局下设的七个民用航空地区管理局负责管理本地区所属航空公司机场、航站、导航台等企事业单位的行政与航空事务。

根据中国民用航空系统的管理体制,中国的航空公司可以分为三大类:骨干航空公司、民用航空总局直属航空公司和地方航空公司。骨干航空公司共有七个,分布在七个民用航空地区管理局的管辖区内,如表2-4所示,其中国际航空公司、中国东方航空公司和中国南方航空公司三大公司拥有强大的机队和雄厚的技术力量,是我国民航运输的中坚力量。

表 2-4 中国民航地区管理局与骨干航空公司对照表

| 民航地区管理局   | 本地区的骨干航空公司 |
|-----------|------------|
| 民用航空华北管理局 | 中国国际航空公司   |
| 民用航空东北管理局 | 中国北方航空公司   |
| 民用航空华东管理局 | 中国东方航空公司   |
| 民用航空中南管理局 | 中国南方航空公司   |
| 民用航空西南管理局 | 中国西南航空公司   |
| 民用航空西北管理局 | 中国西北航空公司   |
| 民航乌鲁木齐管理局 | 新疆航空公司     |

航空公司和机场都是独立经营，独立核算，自负盈亏。航空公司和民用机场之间或是协议关系，或是股份关系。所谓协议关系是指航空公司根据航班、客货运载量、使用机型等情况，与机场当局就机场的旅客候机或货物仓储场所的使用或租赁、飞机起降与停放、车辆使用、安全检查、登机门入口、柜台等一系列有关设施使用、服务和费用进行商谈，达成协议，签订合同。机场将按协议提供服务，航空公司将按协议支付费用。有些航空公司与机场之间签订“一揽子”协议，向机场支付一笔笼统的费用，机场当局提供保障航班正常飞行所需的设施和服务。需要说明的是，航空公司使用机场的场地、登机门、入口、柜台等设施和服务的优先与便利程度也存在价格竞争。所谓股份关系，是指在新建机场和扩建机场的过程中，有的机场要求大型航空公司出资参股，分担机场投资风险。这样，航空公司参与机场的建设、运营与管理，并根据双方协议，航空公司从其在机场的投资收益中支付机场使用费，用于偿还机场的借贷与利息。

## 二、航空运输设备

### (一)飞机的分类

所有飞行器可以分为航空器和航天器，前者是大气飞行器，后者是空间飞行器(如火箭、航天飞机、行星探测器等)。飞机是最重要的航空器，由于它的用途很多，其分类也很多。

#### 1. 按构造分类

(1) 根据机翼数目的不同，可分为双翼机和单翼机，如图 2-28 和图 2-29 所示。



图 2-28 双翼机



图 2-29 单翼机

(2) 根据发动机类型的不同,可分为活塞式发动机及螺旋桨组飞机、涡轮喷气式飞机、原子能航空发动飞机。

(3) 根据发动机数目的不同,可分为单发动机飞机、双发动机飞机、三发动机飞机和四发动机飞机。

(4) 根据起落地点的不同,可分为陆上飞机、雪(冰)上飞机、水上飞机、两栖飞机和舰载飞机。

(5) 根据起落方式的不同,可分为滑跑起落式飞机和垂直/短距起落式飞机。

## 2. 按用途分类

现代飞机按用途主要可分为军用机和民用机两类,另有一类专门用于科研和试验的飞机,可称为研究机。下面主要介绍民用机。

(1) 旅客机:用于运载旅客和邮件。旅客机按大小和航程可分为洲际航线上使用的大型旅客机、国内干线上使用的中型旅客机、支线上使用的轻型旅客机。目前,各国使用的旅客机大多是亚音速机。超音速旅客机有两种,其最大巡航速度为两倍音速。

(2) 货机:用于运送货物,一般载重较大,有较大的舱门,或机身可转折,便于装卸货物。货机修理维护简易,可在复杂气候下飞行。

(3) 教练机:用于训练飞行人员,一般可分初级教练机和高级教练机。

(4) 农业机、林业机:用于农业喷药、施肥、播种、森林巡逻、灭火等。大部分属于轻型飞机。图 2-30 为农业机。



图 2-30 农业机

(5) 体育运动机:用于发展体育运动,如运动跳伞等,可作机动飞行。

(6) 多用途轻型飞机:这类飞机种类与用途繁多,如用于地质勘探、航空摄影、空中游览、紧急救护、短途运输等。

## (二)飞机的技术指标

不同用途的飞机,对飞行性能的要求有所不同。对民用飞机来说,主要有以下性能指标。

### 1. 速度性能

反映飞机速度性能的指标主要有两个,即飞机的最大平飞速度和巡航速度。

### 1) 最大平飞速度

最大平飞速度是指飞机作水平直线飞行,当飞机的阻力与发动机的最大可用推力相等时,飞机所能达到的最大飞行速度。飞机在不同的高度上有不同的最大平飞速度。在11km左右的高度上,飞机的最大平飞速度最大。

### 2) 巡航速度

巡航速度是指发动机每公里消耗燃油最少时的飞行速度。显然,飞机以巡航速度飞行时最为经济,航程最远或航时最长。

飞机不能长时间地以最大平飞速度飞行,因为这一方面会损坏发动机,另一方面消耗的燃油也太多。因此,对需作长途飞行的飞机而言,更注重的是巡航速度。

## 2. 爬升性能

爬升性能主要指飞机的最大爬升速率和升限。最大爬升速率是指单位时间内飞机所上升的最大高度。飞机的爬升高度要受到发动机推力的限制,因为高度越高,发动机的推力就越小,当飞机上升到某一高度,发动机的推力只能克服平飞阻力时,飞机就不能再继续爬升了,这一高度称为飞机的理论升限。通常使用的概念是实用升限,即指飞机还能以每秒0.5m的垂直高度爬升时的飞行速度。

## 3. 续航性能

续航性能主要指航程和续航时间(航时)。航程是指飞机起飞后,爬升到平飞高度平飞,再由平飞高度下降落地,且中途不加燃油和滑油,所获得的水平距离的总和。

飞机的航程既取决于飞机的载油量和飞机单位飞行距离耗油量,同时也和其业务载重量有关。飞机的最大航程是指飞机在最大载油量和飞机单位飞行距离耗油量最小的情况下飞行所获得的航程。

续航时间又称为“航时”,它是指飞机在不进行空中加油的情况下,耗尽携带的可用燃料所能持续飞行的时间。续航时间是飞机重要的性能指标之一,它直接表明飞机一次加油后的持久作战或飞行能力。

# 三、机场

## (一)机场的作用和分类

### 1. 机场的作用

如前所述,机场是供飞机起飞、着陆、停驻、维护、补充给养及组织飞行等保障活动所用的场所。机场是民航运输网络中的节点,是航空运输的起点、终点和经停点。机场可实现运输方式的转换,是空中运输和地面运输的转接点,因此可以把机场称为航空站。

### 2. 机场的分类

(1) 按航线性质,可分为国际航线机场和国内航线机场。

(2) 按机场在民航运输网络中的作用,可分为枢纽机场、干线机场和支线机场。

① 枢纽机场:国内国际航线密集的机场。在我国内地,枢纽机场仅指北京首都国际机

场、上海浦东国际机场和广州白云国际机场三大机场。

② 干线机场：各直辖市、省会、自治区首府以及一些重要城市或旅游城市(如大连、厦门、桂林和深圳等)的机场，共有 30 多个。干线机场连接枢纽机场，客运量较为集中。

③ 支线机场：目前，国际和国内民航业界对于支线机场尚无一致的共识和定义，根据机场的地位、功能、业务量和服务区域不同，机场的分类标准也不尽相同。因而可对支线机场进行以下的界定。

a. 年度旅客吞吐量在 50 万人以下或大于 50 万人，但所处地理位置较为偏远的机场。

b. 进出港航线主要呈单向分布，非辐射性分布，航班以国内和省内为主。

c. 机场处于非首都、非省会或自治区首府城市，服务的旅客群体以本地为主。

以上条件，某一机场只要符合任何一条，就可以界定为支线机场。

我国支线机场的主要特点如下。

a. 支线机场数量众多。2016 年我国共有 162 个支线机场，占到了我国通航民用机场总数量的 74.7%。西部支线机场数量较多，占到了支线机场总数量的 51%；东部占到了 32%；中部地区数量最少。

b. 我国机场业呈现“强者通吃”的局面。支线机场的运输量普遍较少，2016 年 162 个支线机场出港航班 38.5 万次，约占国内机场出港航班总量的 9.9%；年旅客吞吐量约 7 172.6 万人次，仅占国内机场年旅客吞吐总量的 7.1%。

c. 支线机场经营状况普遍堪忧。据统计，2016 年全国机场补贴金额前五的省份分别为：新疆、四川、内蒙古、云南、贵州，补助金额分别为：1.52 亿元、1.32 亿元、1.28 亿元、0.94 亿元、0.74 亿元，新疆、内蒙古补贴机场数量为 15 个，居全国首位。获补贴的 152 个民用中小支线机场中，有 21 个属于高原机场，补贴总金额为 2.006 亿元，可见支线机场亏损面较大，客流量不足，很难盈利。

(3) 按所在城市的性质、地位，可分为 I 类机场、II 类机场、III 类机场和 IV 类机场。

(4) 按旅客乘机目的，可分为始发/终程机场、经停(过境)机场和中转(转机)机场。

(5) 按服务对象，可分为军用机场、民用机场和军民合用机场。

## (二)机场的构成与主要设施

### 1. 机场的构成

机场主要由飞行区、航站区及进出机场的地面交通系统构成，如图 2-31 所示。

### 2. 机场的设备与设施

(1) 航站楼：即候机楼，是航站区的主体建筑物，一侧连着机坪，另一侧又与地面交通系统相联系。旅客、行李及货邮在航站楼内办理各种手续，并进行必要的检查以实现运输方式的转换。

(2) 目视助航设施：为了满足驾驶员的目视要求，保证飞机的安全起飞、着陆、滑行，应在跑道、滑行道、停机坪及相关区域内设置目视助航设施，包括指示标和信号设施、标志、灯光、标记牌和标志物。此外，还要设置表示障碍物及限制使用地区的目视助航设施。

(3) 地面活动引导和管制系统：地面活动引导和管制系统是指由助航设备、设施和程序