



高等学校交通运输专业“十二五”规划系列教材

(第2版)

载运工具原理及应用

Zaiyun Gongju
Yuanli ji Yingyong

鲁植雄 / 主 编
李 建 / 副主编
李旭宏 / 主 审
高 强



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

高等学校交通运输专业“十二五”规划系列教材

载运工具 原理及应用

(第2版)

ZAI YUN GONG JU YUAN LI JI YING YONG

主 编 鲁植雄

副主编 高 强

李 建

主 审 李旭宏



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

· 南京 ·

内容摘要

本书系统地介绍了载运工具的基本类型、构造、原理和应用等知识,全书共7章,分别为绪论、汽车、船舶、火车(铁路列车)、飞机、运输管道和其他载运工具。内容结合实际,图文并茂,通俗易懂。

本书是面向交通运输类专业,适合交通运输、物流工程、交通工程、车辆工程、汽车服务工程等专业本科学生使用,也可供交通运输行业相关人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

载运工具原理及应用/鲁植雄主编.—2版.—南京:
东南大学出版社,2015.9

(高等学校交通运输专业“十二五”规划系列教材)

ISBN 978-7-5641-5996-2

I. 载… II. ①鲁… III. ①交通运输工具 IV. ①U

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第211098号

载运工具原理及应用(第2版)

主 编 鲁植雄
副 主 编 高 强
李 建

主 审 李旭宏

选题总策划 李 玉

责任印制 张文礼
封面设计 顾晓阳

出版发行 东南大学出版社
地 址 南京四牌楼2号
出 版 人 江建中
邮 编 210096
经 销 江苏省新华书店

印 刷 南京京新印刷厂
开 本 700mm×1000mm 1/16
印 张 22 字 数 498千字
版 次 2015年9月第2版
印 次 2015年9月第1次印刷
印 数 1—3000册
书 号 ISBN 978-7-5641-5996-2
定 价 49.80元

(凡因印装质量问题,可直接向营销部调换。电话:025-83791830)

编审委员会名单

主任委员 李旭宏
副主任委员 毛海军 朱金福 鲁植雄
委 员 (按姓氏笔画排序)
丁 波 毛海军 朱金福 李仲兴 李旭宏 吴建华
张孝祖 顾正洪 鲁植雄 蔡伟义

编写委员会名单

主任委员 李旭宏
副主任委员 毛海军 李玉
委 员 (按姓氏笔画排序)
丁 波 马金麟 王国林 王振军 毛海军 左付山
卢志滨 吕立亚 朱彦东 朱艳茹 刘兆斌 江浩斌
李 玉 李仲兴 李旭宏 何民爱 何 杰 宋 伟
张 永 张 远 张萌萌 陈大伟 陈松岩 陈昆山
杭 文 周凌云 孟祥茹 赵国柱 侯占峰 顾正洪
徐晓美 常玉林 崔书堂 梁 坤 鲁植雄 赖焕俊
鲍香台 薛金林 魏新军

执行主编 李 玉

编审委员会委员简介

李旭宏	东南大学交通学院	教授、博导
毛海军	东南大学交通学院	教授、博导
朱金福	南京航空航天大学民航学院	教授、博导
鲁植雄	南京农业大学工学院	教授、博导
李仲兴	江苏大学汽车与交通工程学院	教授、博导
张孝祖	江苏大学汽车与交通工程学院	教授、硕导
顾正洪	中国矿业大学矿业工程学院	副教授、博士
吴建华	淮阴工学院	副院长、教授
蔡伟义	南京林业大学机械电子工程学院	教授、硕导
丁波	黑龙江工程学院	教授、系副主任

第二版前言



交通运输业是指国民经济中专门从事货物和旅客运送的社会生产部门,包括铁路、公路、水运、航空、管道等运输部门。随着我国经济的迅速发展,交通运输业得到迅速发展,涌现出了多种新型的载运工具。

本书自 2008 年第一版出版以来,收到了各方面的反馈意见,对书中的内容提出了许多很好的意见与建议。为了适应交通运输业的技术发展和交通运输专业人才培养要求,以及各种新技术、新方法在载运工具上的应用,满足高等学校对“载运工具原理与运用”课程改革要求,推出了第二版。第二版主要修订内容如下。

(1) 修改了第一版中遗留的文字和图形错误。

(2) 增加或修改了本教材所涉及的一些新法规、新标准、新技术。

(3) 制作了与本书配套的电子课件,可免费在东南大学

出版社网站(<http://www.seupress.com/index.php>)上下载。

本书主要讲授汽车、船舶、火车、飞机、管道等五大载运工具的基本类型、构造、原理和应用等知识,全书共分7章。为了阐明有关理论和实践技术的联系,书中给出了一些必要的数据、规范和标准,并尽量使这些资料能反映目前载运工具的技术水平。本书力求突出基本概念和基本理论,选材注重少而精。

本书面向交通运输类专业,适合交通运输、物流工程、交通工程、车辆工程、汽车服务工程等专业本科学生使用,也可供从事载运工具设计制造、使用、维修、管理的工程技术人员阅读参考。

本书由鲁植雄任主编,高强和李建任副主编。第4章由南京农业大学李建编写、第5章由南京农业大学高强编写,其余章节由南京农业大学鲁植雄编写。参加本书文字及图片资料整理工作的还有朱春莹、龚佳慧、张培友、程准、王中云、刁秀永、钟文军、周晶、徐浩、梅士坤、姜春霞等同志。

本书由东南大学交通学院李旭宏教授主审。李旭宏教授仔细地阅读了全书的原稿,并提出了许多建设性的意见,在此表示最诚挚的谢意。

本书在撰写过程中引用了已出版的相关图书和文献资料,借此机会编者向有关文章的作者表示衷心的感谢和敬意。

由于编者水平有限,加之经验不足,书中难免还有错误和疏漏之处,恳请广大读者批评斧正,并请致信于:luzx@njau.edu.cn,我们将认真对待,加以完善。

编者

2015年3月于南京

目 录



1 绪论	(1)
1.1 载运工具的作用与类型	(1)
1.1.1 载运工具的作用	(1)
1.1.2 载运工具的类型	(2)
1.1.3 各种载运工具的关系	(3)
1.2 载运工具的特征	(4)
1.2.1 道路载运工具的特征	(4)
1.2.2 轨道载运工具的特征	(6)
1.2.3 水上载运工具的特征	(7)
1.2.4 空中载运工具的特征	(8)
1.2.5 运输管道的特征	(8)
1.3 载运工具的发展趋势	(9)
1.3.1 汽车的发展趋势	(9)
1.3.2 铁路列车的发展趋势	(11)
1.3.3 船舶的发展趋势	(13)
1.3.4 飞机的发展趋势	(16)
复习思考题	(17)
2 汽车	(18)
2.1 汽车的分类	(18)
2.1.1 按国家标准的汽车分类	(18)
2.1.2 按动力装置类型分类	(24)
2.1.3 按公安机关管理分类	(27)
2.1.4 其他汽车分类	(28)
2.2 汽车外形的演变	(28)
2.2.1 马车形汽车	(29)

2.2.2	箱形汽车	(30)
2.2.3	甲壳虫形汽车	(31)
2.2.4	船形汽车	(32)
2.2.5	鱼形汽车	(33)
2.2.6	楔形汽车	(34)
2.2.7	贝壳形汽车	(35)
2.2.8	子弹头形汽车	(36)
2.3	汽车识别代码与产品型号	(36)
2.3.1	车辆识别代码	(36)
2.3.2	汽车产品型号	(38)
2.4	汽车的主要技术参数	(41)
2.4.1	尺寸参数	(41)
2.4.2	质量参数	(44)
2.5	汽车总体结构	(45)
2.5.1	汽车的基本组成	(45)
2.5.2	发动机	(45)
2.5.3	底盘	(59)
2.5.4	车身	(73)
2.5.5	电器设备	(76)
2.6	汽车使用性能	(80)
2.6.1	汽车的动力性	(80)
2.6.2	汽车的燃油经济性	(80)
2.6.3	汽车的制动性	(82)
2.6.4	汽车的操纵稳定性	(82)
2.6.5	汽车的行驶平顺性	(83)
2.6.6	汽车的通过性	(83)
2.7	汽车的行驶原理	(84)
2.7.1	汽车行驶的驱动条件	(84)
2.7.2	汽车行驶的附着条件	(88)
2.8	汽车证件与税费	(89)
2.8.1	汽车证件	(89)
2.8.2	汽车税费	(94)
2.9	汽车运输组织	(99)
2.9.1	汽车客运	(99)

2.9.2 汽车货运	(101)
2.10 汽车运输评价指标	(104)
2.10.1 汽车运输主要经济评价指标	(104)
2.10.2 汽车运输安全质量评价指标	(104)
复习思考题	(106)
3 船舶	(108)
3.1 船舶的发展与分类	(108)
3.1.1 船舶的发展	(108)
3.1.2 船舶的分类	(109)
3.1.3 客船	(113)
3.1.4 货船	(115)
3.1.5 其他载运船舶	(121)
3.2 船舶的主要技术参数	(128)
3.2.1 船舶的主要尺度	(128)
3.2.2 船舶的主尺度比	(130)
3.2.3 船型系数	(131)
3.2.4 船舶的吨位参数	(133)
3.2.5 船舶航速	(135)
3.3 船舶的总体结构	(135)
3.3.1 船体	(136)
3.3.2 动力装置	(143)
3.3.3 船舶设备	(153)
3.3.4 船舶系统	(158)
3.4 船舶的航行性能	(162)
3.4.1 浮性	(162)
3.4.2 稳性	(164)
3.4.3 抗沉性	(166)
3.4.4 快速性	(167)
3.4.5 耐波性	(168)
3.4.6 操纵性	(170)
3.5 船舶的航行原理	(172)
3.5.1 船舶阻力	(172)
3.5.2 船舶推进	(174)
3.6 船舶的运输组织	(175)

3.6.1	船舶运输组织的基本要求	(175)
3.6.2	船舶运输的工作指标	(176)
3.6.3	货船运输组织	(178)
3.6.4	客船运输组织	(180)
3.6.5	驳船运输组织	(182)
复习思考题		(185)
4	火车(铁路列车)	(186)
4.1	火车发展简史	(186)
4.2	铁路机车	(187)
4.2.1	铁路机车的类型	(187)
4.2.2	铁路机车的表示法	(188)
4.2.3	铁路机车的发展	(189)
4.2.4	电力机车	(190)
4.2.5	内燃机车	(195)
4.2.6	机车性能	(200)
4.2.7	机车的检修	(202)
4.2.8	机车的运用	(203)
4.3	铁路车辆	(207)
4.3.1	铁路车辆的类型	(207)
4.3.2	铁路车辆的基本构造	(207)
4.3.3	车辆编码、标记和车辆技术参数	(218)
4.3.4	车辆检修	(221)
4.4	铁路运输组织	(223)
4.4.1	铁路旅客运输组织	(223)
4.4.2	铁路货物运输组织	(229)
4.4.3	铁路行车组织原理	(231)
复习思考题		(238)
5	飞机	(240)
5.1	飞机的分类与组成	(240)
5.1.1	飞机的分类	(240)
5.1.2	飞机的组成	(241)
5.2	飞机的主要数据和性能指标	(245)
5.2.1	飞机的主要数据	(245)

5.2.2	飞机的性能指标	(247)
5.3	飞机飞行的基本原理与运动性能	(250)
5.3.1	流体力学的两个基本原理	(250)
5.3.2	飞机的升力和阻力	(251)
5.3.3	飞机的基本运动性能	(258)
5.4	民用航空运输管理	(264)
5.4.1	基本概念	(264)
5.4.2	空中交通运行与管理	(265)
5.4.3	航空旅客运输管理	(269)
5.4.4	航空货物运输管理	(270)
5.4.5	国际航空运输管理	(272)
	复习思考题	(275)
6	运输管道	(276)
6.1	运输管道的分类	(276)
6.1.1	按运输介质分	(276)
6.1.2	按用途分	(277)
6.1.3	按制造材料分	(277)
6.1.4	按动力驱动机械分	(277)
6.2	输油管道	(277)
6.2.1	油品输送方法	(277)
6.2.2	输油管道的组成	(279)
6.2.3	输油管道的主要设备	(280)
6.2.4	油品输送流程	(285)
6.3	输气管道	(286)
6.3.1	输气管道的组成	(286)
6.3.2	输气管道的主要设备	(286)
6.3.3	管道输气流程	(289)
6.4	输浆液管道	(289)
6.4.1	浆液管道的组成	(290)
6.4.2	浆液管道的主要设备	(290)
	复习思考题	(291)
7	其他载运工具	(292)
7.1	汽车列车	(292)

7.1.1	汽车列车的用途	(292)
7.1.2	汽车列车的类型	(292)
7.1.3	汽车列车的组成形式	(298)
7.1.4	汽车列车的总体结构	(300)
7.1.5	汽车列车的发展趋势	(305)
7.2	拖拉机运输机组	(306)
7.2.1	拖拉机运输机组的类型	(306)
7.2.2	拖拉机	(306)
7.2.3	农用挂车	(312)
7.3	摩托车	(313)
7.3.1	摩托车的分类	(313)
7.3.2	摩托车的构造	(318)
7.3.3	摩托车的编号规则	(320)
7.3.4	摩托车工作原理	(321)
7.4	高速列车	(321)
7.4.1	高速列车的结构特点	(321)
7.4.2	高速列车的优势	(324)
7.5	城轨列车	(324)
7.5.1	城轨的类型	(324)
7.5.2	城轨列车的组成与技术参数	(325)
7.6	磁悬浮列车	(328)
7.6.1	磁悬浮列车的种类	(328)
7.6.2	磁悬浮列车的运行原理	(329)
7.6.3	磁悬浮列车的组成	(331)
7.6.4	磁悬浮列车的优势	(332)
7.6.5	磁悬浮列车存在的主要技术问题	(333)
7.7	BRT	(333)
7.7.1	BRT 的定义	(333)
7.7.2	BRT 的组成	(334)
	复习思考题	(336)
	参考文献	(337)



1 绪论

1.1 载运工具的作用与类型

1.1.1 载运工具的作用

交通运输是人类社会生存发展最基本的需求之一。自古以来人们就把衣、食、住、行列为生存的四大基本要素,交通运输承担人员流动与物资流通双重职能,是参与社会精神及物质财富创造的重要环节。运输生产的目标不在于改变载运对象的性质和形态,而是通过位移改变其在空间的位置。

由于交通运输是使用各种载运工具(火车、汽车、船舶和飞机等),使运输对象——货物和旅客实现地理位置(空间)上的转移,所以载运工具是使运输对象空间场所移动成为可能的主要技术手段,是实现运输的工具和载体,是交通运输重要的组成部分,是社会生产和消费中必不可少的主要组成部分,在国民经济发展中起重要的作用。

1) 社会作用

交通运输设备对社会的发展具有重要的作用,这突出表现在如下方面:

首先,每一次新的革命性运输设备及其对应交通方式的出现,都会导致社会的进步,如近代铁路的出现,导致了工业布局和城市发展由沿海向内陆的转移;飞机的出现,改变了传统地域的时空界限;高速公路与汽车,使城市与城市联系更加紧密。可以说,一个现代文明社会,必须有一个配套的现代交通体系,而交通运输设备则诠释了现代交通体系的物质内涵,而且伴随着人类文明的发展,不断推陈出新、适应与推动社会的进步。

其次,交通运输设备的设计与制造,必须满足社会发展需要,是社会生产生活的重要组成部分,如汽车工业、飞机工业、轮船工业、铁路工业等,其生产与制造不仅可创造出巨大的物质财富,而且可解决大量就业与消费等社会问题。

再次,现代化的交通运输设备,必须不间断地,不分昼夜、季节,全天候地从事正常运输,这是与国家政治、经济息息相关的,遇到非常时期,发生灾害(如地震、洪水、火灾、

海啸等)、战争或国家财产受到威胁时,交通运输工具都会被用来抢救危亡,恢复社会正常秩序,这种超经济作用的社会公益作用会彰显得更为突出。

2) 经济作用

交通运输设备的经济作用十分明显。首先,各种设备的研制与生产,可以产生巨大的经济效益;其次,各种交通运输设备在完成客货运输任务时,自身所创造的经济价值也是十分可观的;第三,当国民经济失调而需要调整或治理整顿时,交通运输设备作为国家宏观调控工具的作用会更显得突出,如抢运煤炭、全国性的粮食调运等,此时,铁路运输设备在其中发挥宏观调控的作用尤为明显;第四,交通运输设备及其对应运输方式,在促进地区经济合理布局、协调发展方面作用显著,对于形成运输大通道,引导形成若干跨地区的经济区域和重点产业带,优化生产力布局,优化资源配置,减少重复浪费,都将起到很大的促进作用。交通运输是国民经济的重点战略产业,是国民经济的重要基础设施,是制约经济与社会发展的一个重要因素。交通运输业要先行,设备的发展必不可少,它是长期保持国民经济的持续、稳定、协调发展的重要物质基础。

3) 军事国防作用

交通运输设备不仅是国防的后备力量,战时又是必要的军事手段,交通运输设备先进与否,布局是否合理,保障是否有力,支援能否及时,关系到民族存亡、国家安危,绝非是仅用经济尺度所能衡量的。

4) 其他作用

交通运输设备还是实现国际交流的重要桥梁和纽带,能促进各国之间物资交流、经济发展和人民之间友好往来,是经济全球化的重要保证。

1.1.2 载运工具的类型

载运工具是使旅客和货物发生空间位移的一种载体。从不同的角度来看,载运工具具有不同的类型。

通常根据运输方式的不同,将载运工具分为五大类型,即道路载运工具、轨道载运工具、水上载运工具、空中载运工具和管道载运工具。

1) 道路载运工具

道路载运工具是指利用汽油、柴油、电或其他能源作动力,通过轮胎在各种道路上行驶的各种车辆。主要分为机动车和非机动车两大类。

机动车是指由动力装置驱动或牵引,在道路上行驶的,供乘用或(和)运送物品或进行专项作业的轮式车辆,但不包括任何在轨道上运行的车辆。机动车的主要类型有:汽车、挂车、汽车列车、摩托车及轻便摩托车、拖拉机运输机组和轮式专用机械车。

非机动车是只由人、畜力驱动或牵引的、在道路上的、供乘用或运输物品的车辆。非机动车的主要类型有:自行车、畜力车、三轮车、人力车等。

2) 轨道载运工具

轨道载运工具是指沿轨道行驶,由电力、内燃机或蒸汽机做动力的各种车辆。主要

有普通列车(火车)、高速列车、地铁列车、轻轨列车、磁悬浮列车等。

3) 水上载运工具

水上载运工具是指利用螺旋桨、喷射水流在水中的推力在水上行驶的船舶。主要有各种螺旋桨船舶、水翼船、气垫船、帆船等。

4) 空中载运工具

空中载运工具是指利用螺旋桨或高速喷射气流在空气中的推力在空气中航行的机器。主要有各种螺旋桨飞机、喷气式飞机、直升机等。

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。按其最大起飞重量,民用机可分为大型、中型、小型飞机。按航程远近,可分为远程、中程、短程飞机。

5) 管道载运工具

管道载运工具是指利用运输管道输送流体货物的装备。主要有液体输送管道和气体输送管道。

1.1.3 各种载运工具的关系

对于被输送的旅客和货物来说,当然希望所乘坐的载运工具具有以下性能:

- ①速度快;
- ②容量大(一次装载能容纳的旅客数或货物);
- ③费用小(包括建设投资、运营管理、能源消耗等);
- ④安全可靠(事故少、耗损少、准点等);
- ⑤对环境污染小(空气、水质和噪声等);
- ⑥舒适(对客运)等。

然而,这些性能不可能都完美地体现在某一种载运工具上,因为各个性能要求之间有些是彼此抵触的。例如,要求速度快,就势必要多消耗能源,而使费用增大。如图 1.1 所示为一些客运载运工具的速度和能源消耗的关系,从中可看出,速度提高同能源消耗增长之间大体上呈现出指数关系。因而,必须通过增加费用,才能实现快速。而另一方面,不同运输对象或运输任务对载运工具的各个使用性能的要求程度也并不完全一样。有的要求容量大,速度可以低些;有的要求速度高,而容量并不大。而如果所需的运输距离短,则实现高速所能获得的效益并不显著,就没有必要多耗费能源去争取高速。为此便出现了具有不同使用性能的各种载运工具,分别适应于各种运输对象在速度、容量等方面的不同要求。如图 1.2 所示为各种旅客载运工具在速度和容量坐标系中的位置。旅客可根据各自的行程目的和要求,选择相应的载运工具。

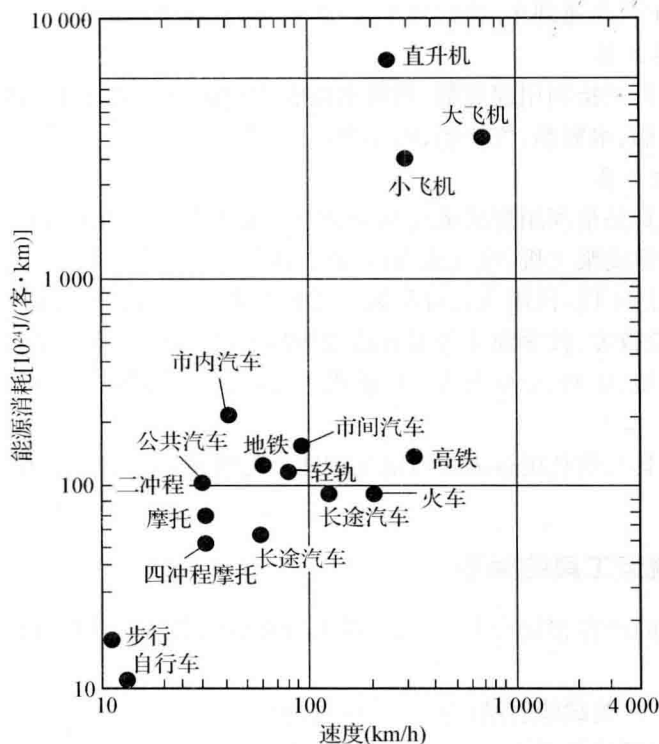


图 1.1 各种载运工具的速度与能源消耗之间的关系

1.2 载运工具的特征

载运工具的技术经济特征包括送达速度、运输成本、投资水平、运输能力、能源消耗、运输的通用性与机动性、对环境的影响程度等。尽管不同交通运输方式设备的技术经济特征差别很大,但从其服务于不同运输方式的功能来看,仍然具有很强的共性。

1.2.1 道路载运工具的特征

汽车运输在所有运输方式中是影响面最为广泛的一种运输方式,其系统特征是:

(1) 全程速度快 因公路运输可实现“门到门”运输,故对于旅客可减少转换运输工具所需要的等待时间与步行时间,对于限时运送货物,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更为迅速、方便。

(2) 运用灵活 公路运输因富于活动性,可随时调拨,不受时间限制,且到处可停,富于弹性及适应性,故运用灵活。