

交通运输工程概论

蒋红斐 主编



中南大学出版社

交通运输工程概论

蒋红斐 主编



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

交通运输工程概论/蒋红斐主编. —长沙: 中南大学出版社, 2016. 8
ISBN 978 - 7 - 5487 - 2315 - 8

I. 交... II. 蒋... III. 交通工程学 IV. U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016) 第 140666 号

交通运输工程概论

蒋红斐 主编

☐责任编辑 刘颖维

☐责任印制 易红卫

☐出版发行 中南大学出版社

社址: 长沙市麓山南路

邮编: 410083

发行科电话: 0731-88876770

传真: 0731-88710482

☐印 装 长沙印通印刷有限公司

☐开 本 787 × 1092 1/16 ☐印张 12.5 ☐字数 315 千字

☐版 次 2016 年 8 月第 1 版 ☐印次 2016 年 8 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978 - 7 - 5487 - 2315 - 8

☐定 价 30.00 元

图书出现印装问题, 请与经销商调换

普通高校土木工程专业系列精品规划教材

编审委员会

主 任 余志武

常务副主任 雷晓燕

副主任(按姓氏笔画排序)

王卫东	王有凯	龙志林	刘哲锋	祁 皑	杨 斌
吴国雄	陈振富	陈 淮	胡习兵	祝明桥	徐长节
崔 杰	彭立敏				

委 员(按姓氏笔画排序)

刁心宏	于向东	马飞虎	王 英	王星华	王晓光
王 薇	方 焘	甘元初	石钰锋	白明洲	乔建东
刘小明	刘 坚	刘根强	刘 靖	宇德明	孙 晓
孙翠羽	杨伟军	杨仲轩	杨建军	杨春霞	李长春
李东平	肖 潇	张 健	张维锦	张鹏飞	张燕茹
陈友兰	陈长坤	陈汉利	陈锐林	罗小勇	周小林
周书葵	周凌宇	周智辉	周德泉	郑明新	赵小平
赵国宇	胡文韬	胡晓波	耿大新	徐林荣	郭文华
黄海林	蒋丽忠	傅 纯	戴公连		

总 序

土木工程是促进我国国民经济发展的重要支柱产业。近 30 年来,我国公路、铁路、城市轨道交通等基础设施以及城市建筑进入了高速发展阶段,以高速、重载和超高层为特征的建设工程的安全性、经济性和耐久性等高标准要求向传统的土木工程设计、施工技术提出了严峻挑战。面对新挑战,国内外土木工程行业的设计、施工、养护技术人员和科研工作者在工程实践和科学研究工作中,不断提出创新理念,积极开展基础理论和技术创新,研发了大量的新技术、新材料和新设备,形成了成套设计、施工和养护的新规范和技术手册,并在工程实践中大范围应用。

土木工程行业日新月异的发展,对现代土木工程专业人才培养提出了迫切要求。教材建设和教学内容是人才培养的重要环节。为向普通高校本科生全面、系统和深入阐述公路、铁路、城市轨道交通以及建筑结构等土木工程领域的基础理论和工程技术成果,由中南大学出版社、中南大学土木工程学院组织国内土木工程领域一批专家、学者组成“普通高校土木工程专业系列精品规划教材”编审委员会,共同编写这套系列教材。通过多次研讨,确定了这套土木工程专业系列教材的编写原则:

1. 系统性

本系列教材以《土木工程指导性专业规范》为指导,教材内容满足城乡建筑、公路、铁路以及城市轨道交通等领域的建筑工程、桥梁工程、道路工程、铁道工程、隧道与地下工程和土木工程管理等方向的需求。

2. 先进性

本系列教材与 21 世纪土木工程专业人才培养模式的研究成果密切结合,既突出土木工程专业理论知识的传承,又尽可能全面反映土木工程领域的新理论、新技术和新方法,注重各门内容的充实与更新。

3. 实用性

本系列教材针对 90 后学生的知识与素质特点,以应用性人才培养为目标,注重理论知识与案例分析相结合,传统教学方式与基于现代信息技术的教学手段相结合,重点培养学生的工程实践能力,提高学生的创新素质。这套教材不仅是面向普通高校土木工程专业本科生的课程教材,还可作为其他层次学历教育和短期培训的教材和广大土木工程技术人员的专业参考书。

4. 严谨性

本系列教材的编写出版要求严格按国家相关规范和标准执行，认真把好编写人员遴选关、教材大纲评审关、教材内容主审关和教材编辑出版关，尽最大努力提高教材编写质量，力求出精品教材。

根据本套系列教材的编写原则，我们邀请了一批长期从事土木工程专业教学的一线教师负责本系列教材的编写工作。但是，由于我们的水平和经验所限，这套教材的编写肯定有不尽人意的地方，敬请读者朋友们不吝赐教。编委会将根据读者意见、土木工程发展趋势和教学手段的提升，对教材进行认真修订，以期保持这套教材的时代性和实用性。

最后，衷心感谢全套教材的参编同仁，由于他们的辛勤劳动，编撰工作才能顺利完成。真诚感谢中南大学学校领导、中南大学出版社领导和编辑们，他们的大力支持和辛勤工作，本套教材才能够如期与读者见面。



2016 年 7 月

前 言

本书是为开设交通运输工程概论这一课程而编写的。

编写本书的目的是为适应当前教学改革新形势的需要。我国高校的教学模式主要沿袭苏联的教学模式，其主要问题是学生在校学习时知识面过窄。而随着市场经济体制的建立，科学技术的进步和产业结构的调整，用人单位对毕业生的综合能力要求越来越高，对复合型人才的需求日益强烈，知识面过窄必然导致学生参加工作后适应能力较差。拓宽学生的知识面，改善其知识结构，是突破这一困局的关键所在。因此在培养交通土建方向的复合型专门人才时，必须让学生了解现代交通运输体系中各种运输方式的基本情况与发展方向。

铁路运输、道路运输、水路运输、航空运输及管道运输是现代社会中交通运输的主要方式。由多种运输方式共同组成的国内、国际综合运输网络已成为现代经济和社会发展中不可或缺的重要组成部分，并作为国民经济的基础设施和支柱产业，在国民经济建设和社会发展中起着极其重要的作用。在此过程中交通运输工程逐步形成一门独立的学科。

交通运输工程学科涉及交通基础设施的布局及修建、载运工具的运用、交通信息工程及控制、交通运输规划及管理。当前铁路、道路、水路及航空运输正向高速、重载、自动化、信息化、专业化和综合化的方向发展，管道运输则朝着大口径、高压强方向发展，本学科覆盖的领域和研究方向不断地更新、拓宽。

交通运输工程学科内容博大精深，教材内容的选取应既体现交通运输工程这门学科的综合性和完整性，具有一定的深度和广度，还应介绍近年来国内外专家学者在该学科领域所进行的工作和最新的科学研究成果。针对交通土建方向的毕业生主要从事公路、城市道路、机场、铁道等工程的规划、勘察、设计、施工、养护与管理的特点，本书介绍了现代交通运输业中各种运输方式的技术经济特征、主要设施、运输流程，重点阐述与各种运输方式相关的基本知识及基本原理，在此基础上还扼要介绍了科技发展的新技术、新理论，以启迪学生的思路，开阔其视野。

本书参考、选用了已出版的交通运输方面的教材的部分内容，在此致以衷心的感谢。

编 者

2016年5月

目 录

0 绪 论	(1)
0.1 交通运输业简介	(1)
0.2 交通运输业的基本特点	(2)
0.3 各种运输方式的技术经济特征及其评价	(2)
0.4 货物流通过程	(4)
第 1 章 铁路运输	(5)
1.1 铁路运输概述	(5)
1.2 铁路运输设备	(15)
1.3 铁路等级	(27)
1.4 铁路主要技术标准	(28)
1.5 铁路线路平面	(32)
1.6 铁路线路纵断面	(34)
1.7 铁路线路横断面	(35)
1.8 铁路车站及枢纽	(37)
1.9 信号与闭塞	(47)
1.10 铁路车站工作组织	(49)
1.11 客货列车运行组织	(51)
1.12 铁路能力	(53)
重点与难点	(56)
思考与练习	(57)
第 2 章 道路运输	(58)
2.1 国内外道路发展概况	(58)
2.2 道路运输概述	(60)
2.3 道路通行能力	(61)
2.4 道路运输设施	(65)
2.5 道路平面	(69)
2.6 道路纵断面	(77)
2.7 道路横断面	(80)
2.8 平面交叉	(87)
2.9 立体交叉	(90)
2.10 道路交通控制与管理	(96)

2.11 汽车	(97)
2.12 道路旅客运输组织	(102)
2.13 道路货物运输组织	(104)
重点与难点	(107)
思考与练习	(107)
第3章 水路运输	(108)
3.1 水路运输概述	(108)
3.2 水运资源概述	(111)
3.3 船舶与水运基础设施	(113)
3.4 航行安全保障技术	(127)
3.5 船舶运输组织	(131)
重点与难点	(134)
思考与练习	(134)
第4章 航空运输	(135)
4.1 航空运输概述	(135)
4.2 航空载运工具	(138)
4.3 机场	(145)
4.4 空中交通运行与管理	(157)
4.5 航空运输组织	(161)
4.6 国际航空运输	(163)
重点与难点	(165)
思考与练习	(165)
第5章 管道运输	(166)
5.1 管道运输概述	(166)
5.2 长距离输油管道	(169)
5.3 长距离输气管道	(180)
重点与难点	(188)
思考与练习	(188)
参考文献	(189)

0 绪 论

0.1 交通运输业简介

交通运输业指国民经济中专门从事运送货物和旅客的社会生产部门。

交通运输业在整个社会机制中起着纽带作用。交通运输是衔接生产和消费的一个重要环节，也是人们在政治、经济、文化、军事等方面联系交往的手段。因此交通运输是人类社会生产、经济、生活中不可缺少的重要环节。

现代化交通运输系统由铁路、水路、道路、航空、管道五种基本方式构成。

这五种运输方式的线路设备、运载工具和相应的运行组织方法各不相同，有各自的优势和不足，有各自的适应范围。这就说明五种不同的运输方式之间的关系必然也应该是相互补充、相互协作的，任何一种运输方式的发展，如果超越了其合理的限度，必定会导致混乱和浪费。

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，没有单纯使用某一种运输方式的先例。然而，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，可以将整个交通运输业的发展以某种运输方式为标志分为四个阶段，即水运阶段，铁路阶段，铁路、道路、航空和管道运输阶段及综合运输阶段。

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。在铁路出现以前，水上运输同以人力、畜力为动力的陆上运输方式相比，无论运输能力、运输成本和方便程度等各个方面都处于优势地位。因此，发达国家早期的工业大多沿通航水道的两岸设厂，形成沿着江、河布局的所谓“工业走廊”。在历史上，水运的发展对工业的布局带来很大的影响。此外，海洋运输还具有其独特的地位，由于地理因素的关系(大陆被海洋分隔)，海洋运输是沟通联系各个国家和地区的主要运输方式，尤其是在大力发展对外贸易过程中，它的主导作用几乎是无可替代的。

1825 年英国修建了世界上第一条铁路(斯托克顿至达灵顿)并投入公共客货运输，从此标志着铁路时代的开始。由于铁路能够高速地、大量地运输旅客和货物，几乎可以垄断当时的陆上运输，因而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、强有力的交通运输工具。从此，工业布局摆脱了对水上运输的依赖，可以深入内陆腹地，加速了工农业的发展。由于铁路运输当时在技术及经济上都处于优势地位，因此，19 世纪工业发达的欧美

各国相继掀起了铁路建设高潮。以后又扩展到亚洲、非洲和南美洲,使铁路运输在这个发展阶段几乎处于垄断的地位。

20 世纪 30—50 年代,道路、航空和管道运输相继发展,与铁路运输进行激烈的竞争。就道路运输而言,由于汽车工业的发展和道路网的扩大,尤其是高速公路的发展,使道路运输能充分发挥其机动灵活、迅速方便的优势,不仅在短途运输方面而且在长途运输方面也占有重要的地位。航空运输在速度上的优势,不仅使其在旅客运输方面(特别是长途旅客运输方面)占有重要的地位,而且也使其在货运方面得到发展。

以连续运输方式出现的管道运输,虽然其运输货物的品类有限,但由于运输成本低,输送方便,因此发展很快,至今方兴未艾。

铁路、水运、道路、航空和管道五种运输方式各有不同的技术经济性能和使用范围,因此需要有预见地、有计划地进行综合考虑,协调各种运输方式之间的关系,构建一个现代化的综合运输体系。综合运输阶段的重点之一是合理进行铁路、水运、道路、航空和管道运输之间的分工,充分发挥各种运输方式的优势。此外,还必须从人类同环境和能源之间关系的角度去考察问题。目前世界交通运输网的扩展速度相对于大发展时期已经有所减缓,而调整交通运输布局和提高交通运输质量则成为综合运输阶段的主要趋势。

0.2 交通运输业的基本特点

交通运输业的劳动工具为交通路线、车、船和飞机等,各种运输方式虽然使用不同的技术设备,具有不同的技术经济性能,但生产的却是同一种产品,它对社会具有同样的效用。

交通运输业的劳动对象是货物和旅客。

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(旅客和货物)的空间位置,并不创造新的产品,因此,交通运输业的产品就是使旅客和货物产生位移。对旅客运输来说,交通运输业的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,在满足社会运输需求的条件下,多余的运输产品和运输支出,对社会是一种浪费。

0.3 各种运输方式的技术经济特征及其评价

人们对交通运输的要求是安全、迅速、经济、便利。各种运输方式的技术经济特征可以从上述要求出发,从以下几个方面进行考察。

首先是送达速度。技术速度决定运载工具在途运行的时间,但技术速度并不包括途中的停留时间和始发、终到两端的作业时间。送达速度则包含这两项时间,因此送达速度低于技术速度。对旅客和收、发货人而言,送达时间具有实际的意义。铁路的送达速度一般高于水路运输和道路运输。但在短途运输方面,其送达速度反而低于道路运输。航空运输在速度上虽然占有极大的优势,但只有将旅客前往机场和离开机场到达目的地的时间考虑在内,方有实际意义的比较。

其次是投资方面。各种运输方式由于其技术设备的构成不同,不但投资总额大小各异,

而且投资期限和初期投资的金额也有相当大的差别。例如,铁路技术设备(线路、机车车辆、车站等)建设需要投入大量的人力、物力,投资额大而且工期长。相对而言,水路运输是利用天然航道进行的,其设备的投资远较铁路低,投资主要集中在船舶、码头。比较各种运输方式的投资水平,还需要考虑运输密度和运载工具利用率等因素。

第三是运输成本。一般来说,水运及管道运输成本最低,其次为铁路和道路运输,航空运输成本最高。考察某种运输方式的运输成本必须根据具体情况进行分析。例如,运输货物的品种不同,则各种运输方式之间的运输成本差异也不同。运输方向不同,各种运输方式相应的运输距离会有差异。因此只有结合具体的运输条件进行分析,比较其运输成本才具有现实意义。

此外还应从能源、运输能力、运输的经常性和机动性等方面考察各种运输方式的特性。例如从能源的角度来看,铁路运输由于可以采用电力牵引,在这个方面就占有优势。从运输能力的角度来看,水运和铁路都处于优势的地位。从运输的经常性角度来看,铁路运输受季节和气候的影响最小。而就运输的机动性而言,则道路运输最好。

将各种因素归纳在一起进行分析,就能获得各种运输方式的基本经济技术特征。

铁路运输的载运量大、运价低(在中国,其运输成本仅高于海运,同长江运输不相上下);受气候季节变化影响小;普速列车运输过程中旅客列车的走行速度与技术速度相差不大,货物列车的区段走行速度较慢;高速铁路的运行速度快,可与飞机竞争;修建铁路工程造价高,受经济和地理条件限制,不能在短期内完成,这是它的缺点。在中国,铁路主要承担大宗货物和旅客的中长距离运输。

水路运输中海洋和主要内河干线上的轮船及拖驳船队载重量大,航道航线通过能力所受限制极小;运输成本低;它主要担负大宗、笨重货物的长途运输;由于水上航道的地理走向和水情变化难以全面控制,在运输的连续性和灵活性方面,难以和铁路、道路相提并论。

道路运输是最重要和最普遍的中短途运输方式。道路运输虽然一次载运量小,运价较高,但对不同的自然条件适应性强;机动灵活,技术速度与送达速度均较高;汽车交通广泛服务于地方和城乡的物资交流和旅客来往,为干线交通集散客货,并便于实现货物运输“门到门”服务;近年来,由于高速公路的迅速发展,公路货物运输正逐步向中、长距离发展,汽车运输的范围正在扩大。

航空运输是速度最快的运输方式,具有在两点间运输距离短,基本建设周期短,投资较少、灵活性大、可跨越各种天然障碍物等优点,它在长途和国际旅客运输中占据特殊的地位;民航运输的主要问题是机舱容积和载重量都比较小,成本高、运价也比地面运输高,而且在一定程度上还受气候条件的限制,从而影响运输的准确性与经常性。随着我国国民经济的发展和对外联系的增加,新的机场和新的航线不断出现,其重要性正在日益增长。

管道运输适合于石油及其制品、天然气、煤气以及生产和民用水等流体货物的运输。管道运输具有输量大、可不间断运送、管理方便、受自然条件影响小等优点。但无法承担多种货物运输,且铺设时需大量钢材。近年来随着固体物料液化技术的发展,管道运输已开始用于煤炭、矿石等固体物料的运输。

0.4 货物流通过程

货物流通过程是指货物由生产地向消费地流动的全过程。货物流通过程是由一个或一个以上货物运输过程所组成，货物运输过程指由承运到交付的全部过程。

货物只有完成其流通过程，才能进而实现它的使用价值。因此，货物流通过程在很大程度上可以视为商品(或物资)生产过程的继续。就实际而言，也可以说货物流通过程是货物生产过程的重要组成部分。货物流通过程是借助于交通运输部门(包括从属于物质生产部门的专业交通运输企业)所提供的交通运输工具来实现的。按所使用的运输工具的不同，货物流通过程有如下三种模式。

①铁路(道路)为主干货物流通模式：以铁路(道路)运输为干线运输方式，其他运输方式完成集散功能的货物流通模式。

②航空为主干货物流通模式：以航空运输作为干线运输方式，其他运输方式完成集散功能的货物流通模式。

③水运为主干货物流通模式：以水路运输作为干线运输方式，其他运输方式完成集散功能的货物流通模式。

第 1 章

铁路运输

1.1 铁路运输概述

1.1.1 世界铁路的由来和发展

1. 初建时期

从 16 世纪开始,德国和英国的矿山就有用木轨(铺板)和带轮缘车轮的车辆运送煤炭和矿石,借以减少车辆运行时的阻力,以后又逐渐演变为铁轨和铁车轮。当时的运送距离不长,仅限于矿区范围之内,车辆的动力是人力或畜力(主要是马力)。1804 年,英国人特雷维希克制造了第一台行驶于轨道上的蒸汽机车,随着蒸汽机车的出现这种运输设备就逐渐形成了今日铁路的雏形。

1825 年,英国在达林顿到斯托克顿之间修建了世界上第一条铁路,长 21 km,并投入公共运输,运送旅客和货物。以后,欧美发达国家竞相仿效,法国(1828)、美国(1830)、德国(1835)、比利时(1835)、俄国(1837)、意大利(1839)等国纷纷修建铁路;到 19 世纪 50 年代初期,亚、非、拉地区的某些国家也开始修建铁路,这些国家包括印度(1853)、埃及(1854)、巴西(1854)、日本(1872)等国。自 1825 年开始到 1860 年间,世界铁路已修建了 105000 km。

2. 大发展时期

19 世纪初期,陆上主要的运输工具是马车。铁路运输与马车运输相比有着不可比拟的优越性,主要表现在运费低(仅为马车的 $1/10 \sim 1/7$)、速度快及作业准确等方面。因此在陆上运送货物时,铁路是货主的不二选择。

由于运力不足,需求旺盛,铁路运输的利润很高,因此发展迅速,铁路运输成为当时最重要的交通运输方式,占有优势地位,形成了所谓的铁路时代。

19 世纪末至 20 世纪 20 年代期间世界呈现铁路大发展的局面。这一时期铁路建筑技术和铁路机车制造技术发展很快,如铁路隧道开凿技术方面,1872—1881 年建成的位于瑞士境内的圣哥达隧道,长 15 km,首次采用上导坑先拱后墙法施工;在铁路机车制造方面,蒸汽机车的性能日趋完善,同时电力机车和内燃机车先后于 1879 年和 1892 年研制成功。

在此基础上,工业发达国家的铁路已渐具规模,俄国修建的西伯利亚铁路和美国开发西部修建的铁路,都长达数千千米。从 1870 年至第一次世界大战前,每年平均修建 2×10^4 km,1913 年世界铁路里程达 1.104×10^6 km;世界铁路的绝大部分集中在英、美、德、法、俄五

国。以美国为例,从纽约到芝加哥有八条平行铁路干线,在芝加哥有20多个铁路公司和五个大型客站。

另外,铁路的运行速度也有很大提升。

3. 停滞不前时期

从第一次世界大战后期到第二次世界大战前期,发达国家铁路基本停止发展。

从20世纪50年代到60年代,很多发达国家的铁路公司效益下滑,亏损严重,不得不将铁路收归国有或封闭、拆除铁路。美国1929年有铁路 4.01×10^5 km,1955年减少为 3.55×10^5 km。法国1929年有铁路 6.3×10^4 km,1955年减少为 4.5×10^4 km。英国1929年有铁路 3.23×10^4 km,1955年减少为 3.08×10^4 km。

这是因为在这一时期内公路、水运、航空和管道运输发展迅速,这些运输方式与铁路开展激烈竞争,强大的竞争压力虽然促使铁路提高行车速度和提升铁路客、货运输的服务水平,采用内燃机车和电力机车来代替落后的蒸汽机车,这在一定程度上提高了铁路的竞争力;但铁路运输不可能在每个方面都胜过其他四种运输方式,铁路、道路、水运、航空和管道运输都有其独特的技术经济性能和应用范围,因此铁路时代终结不可避免。此外铁路的无序竞争,盲目发展及1929—1933年的全球性经济大衰退都加速了铁路时代的终结。

4. 现代化时期

第二次世界大战后,一些国家将交通运输的重点转向了道路和民航运输。从20世纪60年代开始,人们发现道路运输和航空运输中存在的一些问题,诸如道路的堵塞使汽车运输效率受到影响,交通事故增加;道路和航空运输造成的大气污染和噪音污染,形成了交通公害。20世纪70年代能源危机也使世界各国重新评价各种运输方式,寻求能耗较低的交通运输工具。相对而言,铁路运输线路是专用的,并且可以直接利用电能作为动力(电力机车),因此在堵塞、事故、能源消耗等方面铁路运输因没有出现严重的问题而再度受到重视,铁路又进入了新的发展阶段,铁路设施及运营质量进一步提升,主要表现在如下几方面。

①普速铁路上旅客列车速度大幅提高。提高旅客列车速度可提高旅客运输的质量和竞争能力(主要针对公路运输),这对保证客流量有重要作用,一般来说,非高速铁路上列车的运行速度最高可达160 km/h。

②高速铁路快速发展。发展高速铁路使铁路可以与航空运输竞争,进一步稳固铁路在运输业中的地位。

③货运采用重载技术。铁路重载运输的主要特点是充分利用铁路设施的综合能力,扩大列车编组长度,大幅提高列车牵引总重,从而增强运输能力,提高运输效率,并降低运输成本。

④国有铁路运行机制进一步优化。对国有铁路运行机制进行改革不外乎两个原因:其一是国有铁路的服务质量低;其二是国有铁路的效益差,甚至亏损严重,给国家背上了沉重的包袱。其措施主要有国有铁路民营化,国有铁路公司化及扩大铁路经营范围。

当然,今天人们也认识到在交通运输业的发展过程中,铁路、水运、公路、航空和管道五种运输方式是相互制约的,也是相辅相成的。当今的铁路运输不会再回到过去“铁路时代”中的独占优势地位,而是在五种基本的现代化运输方式共同协作的综合运输网中发挥其重要作用。

1.1.2 轮轨高速铁路

1. 轮轨高速铁路的产生

1895 年在英国西海岸铁路伦敦至亚伯丁区段(距离为 868 km),铁路运营部门采用减轻牵引质量和少停站的办法(牵引质量仅为 70 t,途中停站 3 次),使列车直达速度达到了 101.6 km/h。

20 世纪 30 年代中期,美国圣太菲铁路公司在南方干线上,在 325.9 km 的距离内达到了 134.8 km/h 的运行速度。

1936 年德国在柏林至汉堡间的铁路线路上达到了 200 km/h 的运行速度。

1928 年在伦敦东北铁路上,苏格兰飞人号创造了由伦敦到爱丁堡 630 km 不停车的运行记录,直到 1958 年每天还有 26 列蒸汽机车利用水槽进行不停车上水,在 360~480 km 间不停车运行。不停车运行可以提高旅行速度。

列车的运行速度一直是铁路竞争力的一个重要指标。第二次世界大战后,高速公路和民用航空发展迅速,铁路客货运量日减,营业亏损,铁路必须增强竞争力,基于这个原因,高速铁路应运而生。

根据 UIC(国际铁道联盟)的定义,高速铁路是指营运速率达每小时 200 km 的铁路系统(也有每小时 250 km 的说法)。

世界上第一条高速铁路是日本的东海道新干线(东京—大阪),该线 1959 年 4 月 5 日动工,1964 年 7 月竣工,1964 年 10 月通车,最高速度为 210 km/h,耗资 3300 亿日元。东京至大阪 515 km,新干线全线运行时间仅 3 h 10 min,东京到大阪的直达速度达到了 162.6 km/h,20 世纪 90 年代它又将速度提高到 270 km/h,进一步缩短了运行时间。日本的东海道新干线实现了与航空竞争的预期目的,客运量逐年增加,利润逐年提高。于是,许多资金充裕、科技先进的国家,纷纷兴建高速铁路。法国在 1981 年建成了它的第一条高速铁路,长 425 km 的 TGV 东南线,速度达 270 km/h;1989 年长 308 km 的 TGV 大西洋线投入运行,速度为 300 km/h。

2. 轮轨高速铁路的特点

轮轨高速铁路的特点有如下几个方面:

- ①速度快。从节约总旅行时间来看,在距离 200~1000 km 范围内优于高速公路和飞机。
- ②运能大。高速铁路和四车道高速公路单方向昼夜输送旅客人数之比为 1:0.2。
- ③舒适度和安全性好。既有高速铁路在运营中很少发生伤亡事故,且旅客乘坐舒适。
- ④能耗低。如普通铁路每人每千米的能耗为 1,则高速铁路为 1.42;公共汽车为 1.45;小汽车为 8.2;飞机为 7.44。
- ⑤受气候变化影响小,正点率高。日本规定到发超过 1 分钟就算晚点,晚点超过 2 h 就要退还旅客的加快费。
- ⑥占地少。高速铁路比高速公路占地少,四车道高速公路占地宽 26 m,双线高速铁路占地宽 20 m。
- ⑦利于环境保护。高速铁路一般采用电力牵引,基本无空气污染,如考虑火电厂污染物排放量,则高速铁路、小汽车、飞机的二氧化碳排放量之比为 1:3.0:4.1。
- ⑧运价较高。国内高速铁路票价接近民航飞机打折票的价格;国外高速铁路的票价一般

为飞机票价的 2/3。

⑨投资效益差。世界银行在其发布的《高铁研究报告》中指出“尽管成功的高速铁路服务能够带来经济和环境效益,但从国际上看,高速铁路很少能够完全收回投资。”我国高铁的投资效益并不好。

3. 轮轨高速铁路的模式

轮轨高速铁路的修建模式主要有以下几种。

①日本新干线模式。日本普速铁路是轨距为 1067 mm 的窄轨铁路,新干线一律采用标准轨距,全部修建新线,旅客列车专用,并采用较小的坡度。

②法国 TGV 模式。大部分修新线,采用较大坡度以降低工程造价,旅客列车专用。法国 TGV 在 2007 年创下了 574.8 km/h 的最高运行速度。1996 年,欧盟采用法国高速铁路技术标准作为其高速铁路的技术标准。TGV 技术被出口至韩国、西班牙和澳大利亚等国,是被运用最广泛的轮轨高铁技术。

③德国 ICE 模式。全部修建新线,客货混跑与客运专线并存。

④英国 APT 模式。既不修建新线,也不对旧线进行大量改造,采用摆式车体组成动车组;客货混跑。

摆式车体可以随运行时所通过的线路曲线半径和列车速度的变化作相应的侧向摆动,使作用在车体的离心力与其重力的分力达到平衡状态,其构造如图 1-1 所示。

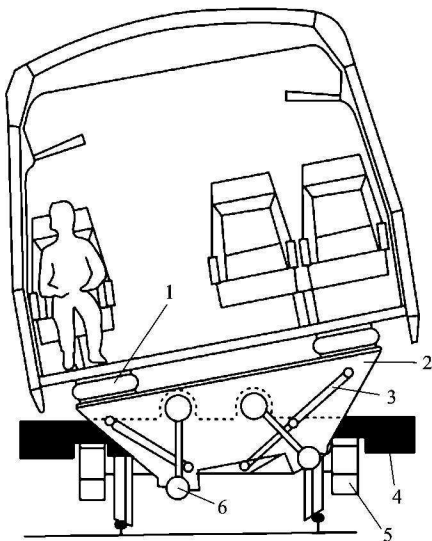


图 1-1 摆式车体构造示意图

1—空气弹簧; 2—上摇枕; 3—液压缸;
4—下摇枕; 5—转向架; 6—摆杆

1.1.3 磁悬浮高速铁路

自 1825 年世界上第一条标准轨距铁路出现以来,轮轨火车一直是人们出行的交通工具。然而,随着火车速度的提高,轮子和钢轨之间产生猛烈冲击引起列车强烈震动,发出很强大噪音,从而使乘客感到不舒服。此外,由于列车行驶速度愈高,阻力就愈大。所以,当火车行驶速度超过每小时 300 km 时,就很难再提速了。

如果能够使火车从铁轨上浮起来,消除火车车轮与铁轨之间的摩擦,就能大幅度地提高火车的速度。但如何使火车从铁轨上浮起来呢? 科学家想到了两种解决方法: 一种是气浮法,即使火车向铁轨、地面大量喷气而利用其反作用力把火车浮起; 另一种是磁浮法,即利用两个同名磁极之间的磁斥力或两个异名磁极之间的磁吸力使火车从铁轨上浮起来。在陆地上使用气浮法不但会激扬起大量尘土,而且会产生很大的噪音,会对环境造成很大的污染,因而不宜采用。这就使磁悬浮火车成为研究和试验的主要方法。

磁悬浮列车是一种利用磁力使列车悬浮在空中运行的列车。由于悬浮在空中,行走时不接触钢轨,因此其阻力只有空气阻力。磁悬浮列车具有高速、低噪音、环保、经济和舒适等特点。

磁悬浮技术的研究源于德国,早在 1922 年德国工程师赫尔曼·肯佩尔就提出了电磁悬浮原理,并于 1934 年申请了磁悬浮列车的专利。20 世纪 70 年代以后,随着世界工业化国家