



全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐教材

交通运输工具原理及运用

刘正林 主编 严新平 主审

<http://www.tup.com.cn>

清华大学出版社

全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐教材

交通运输工具原理及运用

刘正林 主编 严新平 主审

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书为全国工程硕士交通运输工程领域核心教材。本书共分9章,内容包括总论、交通运输工具的热能动力、交通运输工具运行装置、交通运输工具的控制、交通运输工具状态监测与诊断、交通运输工具维修体系及维修技术、交通运输工具运用管理信息化、交通运输工具人机系统及安全、能源利用与环境保护。重点介绍几种交通运输工具的工作原理与运用状况。

本书可作为交通运输工程学科工程硕士研究生教材或教学参考资料,也可作为交通运输工程领域和相关领域工程技术人员的参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

交通运输工具原理及运用 / 刘正林主编. —北京:清华大学出版社, 2010.3

(全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐教材)

ISBN 978-7-302-21672-8

I. ①交… II. ①刘… III. ①交通工具—研究生—教材 IV. ①U

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 233257 号

责任编辑:汪亚丁 赵从棉

责任校对:王淑云

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

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:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×230

印 张:18.5

字 数:397 千字

版 次:2010 年 3 月第 1 版

印 次:2010 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:37.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。
联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:032978-01

前言

“交通运输工具原理及运用”是2007年9月全国工程硕士交通运输工程领域核心教材建设研讨会上确定的专业基础课程,2008年作为教指委推荐教材并获得资助。教材除了考虑交通运输工程领域外,还注意处理好与相关领域的关系,以扩大受益面。

本教材体现了课程内知识点间的内在联系以及课程间的相互关系;突出交通运输特点,提炼交通运输工具的共性和个性特征,注重实际运用和学科前沿理论,融入高新技术,培养学生的创新意识。教材内容涵盖了4个二级学科,阐述了各种交通运输工具的基本工作原理、安全性、可靠性,监测与诊断、维修保养与信息管理等、节能与环保等内容,体现了基础性、时代性和先进性,具有明显的交通运输工程学科的特色。

本教材由学科学术带头人、教授与专家组织编写,刘正林教授负责统稿与定稿。参加撰写的人员为:第1章(刘正林)、第2章(刘建新、尹海涛)、第3章(关强、牡丹丰、李胜琴、陈萌、姚春玲)、第4章(简晓春、苏虎、汤旭晶、张宏伟)、第5章(祝世兴、皮骏)、第6章(刘正林、范世东)、第7章(范世东、刘爱华)、第8章(熊坚、孙瑞山、刘敬贤、张开冉、韩晓宝)、第9章(关强、牡丹丰、李胜琴、都雪静、陈萌、姚春玲)。

全书由严新平教授主审。

本书在撰写过程中得到了全国工程硕士交通运输工程领域教育协作组、交通运输工程学科评议组和各位同行及有关高校的大力支持,他们同时提出了不少宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中肯定有不完善之处,敬请各位读者指正。

编者

2009年8月31日于武汉理工大学

Foreword

目 录

第 1 章 总论 /1

1.1 交通运输工具的种类	1
1.2 交通运输工具的使用状况	2
1.3 交通运输工具的发展趋势	5
参考文献	10

第 2 章 交通运输工具的热能动力 /11

2.1 概述	11
2.2 热机	12
2.2.1 蒸汽机	13
2.2.2 蒸汽轮机	14
2.2.3 汽油机	14
2.2.4 柴油机	15
2.2.5 燃气轮机	19
2.2.6 喷气式发动机	20
2.2.7 典型热机的共同特征	23
2.3 热能动力的应用	24
2.3.1 车用动力	24
2.3.2 船舶动力装置	25
2.3.3 航空动力	28
参考文献	28

第 3 章 交通运输工具运行装置 /30

3.1 概述	30
3.2 机车走行部	31

Contents

3.2.1	机车走行部的作用	31
3.2.2	内燃机车走行部分类	32
3.2.3	典型机车走行部的结构原理	33
3.3	汽车行驶系统	38
3.3.1	汽车行驶系统的作用	38
3.3.2	汽车行驶系统分类	38
3.3.3	汽车行驶系统的组成及工作原理	39
3.4	船舶推进系统	46
3.4.1	船舶推进装置的作用	46
3.4.2	船舶推进装置分类	47
3.4.3	典型船舶推进器的工作原理	48
3.5	航空推进系统	52
3.5.1	航空推进系统分类	52
3.5.2	典型航空推进系统的工作原理	53
3.5.3	航空推进的空气动力学基础	54
	参考文献	56

第4章 交通运输工具的控制

/57

4.1	概述	57
4.2	列车运行与制动控制	58
4.2.1	列车的转向原理	58
4.2.2	机车的运行速度控制	61
4.2.3	列车制动	64
4.3	汽车的转向与制动控制	66
4.3.1	汽车的转向控制	66
4.3.2	汽车的制动控制	71
4.4	船舶操纵控制	75
4.4.1	船舶操纵基本原理	75
4.4.2	船舶航向控制	76
4.4.3	船舶主机遥控操纵	81
4.5	飞机飞行操纵系统	83
4.5.1	飞行操纵系统的定义及分类	83
4.5.2	中央操纵机构	85
4.5.3	传动系统	88
4.5.4	舵面驱动装置	89

4.5.5 辅助操纵系统	92
4.5.6 飞行操纵警告系统	93
参考文献	94
第5章 交通运输工具状态监测与诊断	/95
5.1 概述	95
5.2 故障的概念、模式与机理	96
5.3 故障监测与诊断方法	97
5.3.1 油液分析	97
5.3.2 振动监测	104
5.3.3 无损检测	110
5.3.4 其他检测	116
参考文献	135
第6章 交通运输工具维修体系及维修技术	/136
6.1 维修制度	136
6.1.1 维修制度发展概况	136
6.1.2 欧洲的维修制度发展概况	137
6.1.3 美国的维修制度发展概况	137
6.1.4 日本的维修制度发展概况	138
6.1.5 国内的维修制度发展概况	139
6.1.6 维修理论发展概况	139
6.2 维修方式及选择	140
6.2.1 维修方式决策评价因素的选取	141
6.2.2 权重的确定	143
6.2.3 决策模型的建立	145
6.3 典型维修制度选列	146
6.3.1 船舶修理制度	146
6.3.2 汽车修理制度	147
6.4 基本维修技术	148
6.4.1 金属热喷涂	148
6.4.2 电镀与刷镀	162
6.4.3 焊接修复	171
6.4.4 粘接	180

参考文献·····	184
-----------	-----

第7章 交通运输工具运用管理信息化 /185

7.1 概念、作用及基本功能·····	185
7.1.1 信息·····	185
7.1.2 信息化·····	189
7.2 管理信息化的工作流程·····	192
7.2.1 管理信息化的内容·····	192
7.2.2 管理信息化的工作流程·····	195
7.3 应用·····	201
7.3.1 铁路运输管理信息系统·····	201
7.3.2 公路运输管理信息系统·····	205
7.3.3 水路运输管理信息系统·····	211
7.3.4 航空运输管理信息系统·····	217
7.3.5 管道运输管理信息系统·····	218
参考文献·····	221

第8章 交通运输工具人机系统及安全 /222

8.1 人机系统的概念·····	222
8.2 与人机系统相关的研究·····	223
8.3 运输工具人机系统安全的共性问题·····	226
8.4 铁路运输人机系统安全·····	227
8.4.1 我国铁路运输安全分析·····	227
8.4.2 铁路运输安全影响因素分析·····	229
8.5 道路运输人机系统安全·····	232
8.5.1 道路交通安全概况·····	232
8.5.2 道路交通事故的特点·····	233
8.5.3 道路交通三要素及其特性·····	234
8.5.4 道路交通安全管理·····	238
8.6 船舶运输人机系统安全·····	240
8.6.1 船舶运输安全现状及发展·····	240
8.6.2 船舶事故特征及制约因素·····	240
8.6.3 船舶运输安全保障技术·····	243
8.7 航空运输人机系统安全·····	247

8.7.1 航空安全现状和发展	247
8.7.2 航空事故的特征	248
8.7.3 飞行安全保证三要素	252
参考文献	255

第9章 能源利用与环境保护 /256

9.1 概述	256
9.1.1 能源利用与环境保护现状	256
9.1.2 能源利用对环境的负影响	257
9.1.3 能源利用与环境保护措施	258
9.2 交通运输工具的能源	258
9.2.1 交通运输工具常用能源	258
9.2.2 交通运输工具清洁能源	259
9.3 节能与减排技术	263
9.3.1 铁路运输的节能与减排技术	263
9.3.2 道路运输的节能与减排技术	264
9.3.3 航道运输的节能与减排技术	269
9.3.4 航空运输的节能与减排技术	270
9.4 交通运输工具减振降噪技术	271
9.4.1 交通运输工具的噪声及其控制	271
9.4.2 交通运输工具的振动及其控制	279
参考文献	281

总 论

交通运输工具是实现交通运输职能的重要物质载体与保障手段,其性能优劣对运行速度、运输成本、投资水平、运输能力、能源消耗以及环境保护具有重要的影响。随着人文理念的进步、现代高科技的应用,特别是伴随着智能运输系统、数字交通系统、绿色交通系统、生态交通系统、人文交通系统等一系列革命性新系统理念的出现与发展,交通运输工具也将发生根本性的变化,在运载速度、载运能力、运行安全、运行自动化,以及污染控制、新燃料采用等方面将有长足的发展。

1.1 交通运输工具的种类

现代交通运输主要由铁路、公路、水路、航空和管道五种基本运输方式构成,形成一个主体交通网络,并随着各种运输工具的演变和技术更新得到快速发展。

根据运输方式的不同,交通运输工具可分为以下五类。

- (1) 轨道运输工具是以电力、内燃机或蒸汽机作动力沿着轨道行驶的各种车辆。
- (2) 道路运输工具如汽车(货车和客车等)、无轨电车、摩托车等利用汽油、柴油、电力或其他能源作动力,通过轮胎在道路上行驶的车辆。
- (3) 水上运输工具如排水型船舶、水翼船、气垫船等利用螺旋桨、喷射水流等在水中产生的推力在水上行驶的运载工具。
- (4) 空中运输工具是指利用螺旋桨或高速喷射气流在空气中产生的推力在空中飞行的运载工具,包括各种螺旋桨飞机、喷气式飞机、直升飞机等。
- (5) 管道运输工具如各种液体、气体、液-固(或气-固)混合物输送管道及其动力装置等。

1.2 交通运输工具的使用状况

1. 轨道运输工具的使用状况

在轨道上运行的移动设备列车,其载运货物和旅客的能力比汽车和飞机大得多,速度也比较快。常规铁路的列车运行速度一般约为 80 km/h,高速旅客列车时速目前可达 210~350 km。铁路货运速度虽比客运慢些,但是每昼夜的平均货物送达速度比水路运输快。2008 年,全国铁路营业里程达到 8 万 km,比上年增加 1721 km,里程长度位居世界第三。路网密度 83.0 km/万 km²,比上年增加 1.8 km/万 km²。2008 年全国铁路旅客发送量完成 146 193 万人次,同比增长 11.0%,运总发送量完成 330 354 万 t,同比增长 4.6%。全国铁路平均运输密度 4127 万 t·km/km,比上年增加 149 万 t·km/km,增长 3.7%。

目前,在铁路车辆方面,全国铁路机车拥有量达到 1.84 万台,其中“和谐型”大功率电力机车 744 台,内燃机车占 65.2%,电力机车占 34.2%,主要干线全部实现内燃、电力机车牵引。全国铁路客车拥有量达到 4.51 万辆,其中空调车 2.71 万辆,“和谐号”动车组 176 组。全国铁路货车(不含企业自备车)拥有量达到 59.18 万辆,其中提速货车 55.50 万辆,C70 型货车 6.72 万辆,C80 型货车 2.79 万辆。在信息技术方面,通过自主研发、集成创新研制的 CTCS2 列控系统和 CTC 调度集中指挥系统,以及在具有世界先进水平的 GSM-R 技术平台上,自主研发的机车综合无线通信系统,均取得了重大技术突破,达到世界先进水平,为第六次大面积提速提供了强有力的技术支持。经过几年的努力,时速 200 km 及以上动车组和交流传动大功率机车的技术引进消化吸收再创新和国产化工作,取得重大成果,具有世界先进水平的 CRH 系列国产化动车组陆续下线。我国已经掌握了时速 200 km 以上动车组的集成创新、牵引技术、车体技术、走行技术、网络技术等九大关键技术,在核心技术上实现了全面创新的目标。动车组的国产化率达到 75% 以上,转向架技术也已经达到世界先进水平,我国现在的转向架技术最高时速可以达到 350 km。

通过京津城际铁路建设与运营实践,在高速铁路线路基础、通信信号、牵引供电、运行控制、调度指挥、旅客服务等方面,初步形成了我国时速 350 km 高速铁路技术标准体系,并已成功运用到其他客运专线建设中。成功搭建了世界铁路最先进的时速 350 km 动车组技术平台,国产时速 350 km 动车组实现批量生产并投入京津城际铁路运营,自主研发的长编组卧铺动车组到 2008 年底已有 6 组投入京沪线运营。自主制造的 6 轴 7200 kW 和 8 轴 9600 kW 大功率电力机车累计下线 760 台,已投入大秦、京广、京沪等线使用,在大秦铁路成功开展了和谐型大功率电力机车牵引 2 万 t 重载组合列车验证和提速综合试验研究。2008 年,大秦铁路实现煤炭运量 3.4 亿 t,是世界上年运量最多的铁路,突破了单条铁路年运量 2 亿 t 世界重载铁路的理论极限。科学论证表明:年运量由设计能力 1 亿 t 提高到 4 亿 t,与新建一

条重载线路相比,可以节约 $2/3$ 的投资,节约 2.4 万亩^①土地,创造了铁路重载运输的奇迹。

目前,我国京广、京沪、京哈、陇海等繁忙铁路干线在列车速度大幅提升、密度大幅增加的同时,已普遍开行 5000~6500 t 重载货物列车。这种客货共线运行,速度、密度、重载三者并举的运输组织模式,是世界铁路运输的一项重大创举。

“十一五”期间,中国重点加强中西部铁路建设,我国对铁路机车的购置金额计划为 2500 亿元。到 2010 年,仅西部铁路网总规模即达 35 000 km,中部、西部铁路网规模将分别增长 25% 和 27%。铁路网规模的增长为中国铁路机车行业的发展提供了契机。

2. 公路运输车辆的使用状况

2008 年底,全国公路总里程达 373.02 万 km,比上年末增加 14.64 万 km。全国民用汽车保有量达到 6467 万辆(包括三轮汽车和低速货车 1492 万辆),比上年年末增长 13.5%,其中私人汽车保有量 4173 万辆,增长 18.1%。全国民用轿车保有量 2438 万辆,增长 24.5%,其中私人轿车保有量 1947 万辆,增长 28.0%。营运汽车达 930.61 万辆,其中载客汽车 169.64 万辆、2560.36 万客位;载货汽车 760.97 万辆、3686.20 万吨位,其中普通载货汽车 720.18 万辆、3139.76 万吨位,专用载货汽车 40.79 万辆、546.44 万吨位。

2008 年,全国营业性客车完成公路客运量 268.21 亿人次,旅客周转量 12 476.11 亿人·km,平均运距为 46.52 km。全国营业性货运车辆完成货运量 191.68 亿 t,货物周转量 32 868.19 亿 t·km,平均运距为 171.48 km。

3. 水路运输船舶的使用状况

随着中国经济的快速发展,中国已经成为世界上最重要的海运大国之一。全球目前有 19% 的大宗海运货物运往中国,有 20% 的集装箱运输来自中国;而新增的大宗货物海洋运输中,有 60%~70% 是运往中国的。

2008 年底,全国拥有水上运输船舶 18.42 万艘,比上年末减少 0.76 万艘;净载重量 12 416.91 万 t,比上年末增加 535.46 万 t;平均净载重量 674.14 t,比上年末增加 54.57 t;载客量 100.85 万客位,比上年末减少 1.83 万客位;集装箱箱位 115.34 万 TEU,比上年末减少 10.61 万 TEU;船舶功率 4355.10 万 kW,比上年末增加 418.42 万 kW。

2008 年,全国完成水路货运量 29.45 亿 t,货物周转量 50 262.74 亿 t·km,平均运距为 1706.66 km。全国完成水路客运量 2.03 亿人次,旅客周转量 59.18 亿人·km,平均运距为 29.10 km。

2008 年,全国港口货物吞吐量保持增长,完成货物吞吐量 70.22 亿 t,比上年增长 9.6%。其中沿海港口完成 44.89 亿 t,增长 11.1%;内河港口完成 25.33 亿 t,增长 7.0%。2008 年,货物吞吐量超过亿吨的港口由上年的 14 个上升到 16 个。2008 年,全国港口集装箱吞吐量为 1.28 亿 TEU,比上年增长 12.1%,其中沿海港口完成 1.17 亿 TEU,增长

^① 1 亩=666.6 m²。

11.5%；内河港口完成 1158 万 TEU，增长 18.9%。

我国的港口货物吞吐量和集装箱吞吐量均已居世界第一位；世界集装箱吞吐量前 5 位的大港口中，我国占 3 个。随着我国经济影响力的不断扩大，世界航运中心正在逐步从西方转移到东方，我国海运业已经进入世界海运竞争舞台的前列。面临大好的机遇，中国港航业缺少大型油船和大型油船码头泊位，自身能力不足，使得我国船舶对进口石油运输的承运率只占 10%，不得不大量租用外轮运输。

4. 空中运输工具的使用状况

2008 年中国民航运输飞机数量在 1100 架以上。据预测，到 2010 年，我国航空运输机将达 1250 架。

2008 年，我国境内民用航空通航机场共有 158 个（不含香港和澳门地区），其中定期航班通航机场 152 个，定期航班通航城市 150 个。2008 年，全国各机场共完成旅客吞吐量 40 576.2 万人次，比上年增长 4.70%。飞机起降架次为 422.6 万架次，比上年增长 7.2%。其中：运输架次为 379.1 万架次，比上年增长 5.79%。起降架次中，国内航线 383.8 万架次，比上年增长 7.79%（其中内地至香港和澳门航线为 11.0 万架次，比上年减少 3.70%）；国际航线 38.8 万架次，比上年增长 2.08%。

5. 管道运载工具的使用状况

2008 年底，我国已建油气管道的总长度约为 6.4 万 km，其中天然气管道 3.2 万 km，原油管道 1.9 万 km，成品油管道 1.3 万 km，形成了跨区域的油气管网输送格局。

2004 年投产的西气东输工程横贯我国西东，西起新疆轮南，最后到达上海，全长约 4000 km，其支线覆盖我国许多大中城市。该工程在国内输气管道中首次采用 10 MPa 设计压力、1016 mm 管径、内涂层减阻技术，突破国内输气管道 6.3 MPa 设计压力、813 mm 管径的输气工艺，达到世界先进水平，代表了目前我国已建天然气管道的最高水平。2005 年，该工程通过冀宁联络线与陕京二线连通，构成我国南北天然气管道环网。忠武输气管道也于 2004 年底建成投产。到 2005 年初步形成西气东输、陕京二线、忠武线三条输气干线，川渝、京津冀鲁晋、中部、中南、长江三角洲五个区域管网并存的供气格局。根据《天然气管网布局及“十一五”发展规划》，到 2010 年，我国将基本形成覆盖全国的天然气骨干管网。

与陆上油气管道相比，我国海底油气管道建设还不到 20 年时间，管道长度有限，但技术都已达到国际先进水平。

此外，我国还自行设计建成了山西省尖山矿区-太原钢铁厂铁精粉矿浆管道，管道全长 102 km，管径 229.7 mm，精矿运量 200×10^4 t/a，矿浆质量浓度 63%~65%。

到 2010 年，我国拥有油气管道总里程将超过 10 万 km，相当于未来两年需修建 4 万 km。随着中国对能源问题的认识不断加深，油气管道这一国家级的公共基础设施建设势必会大大提速。西部原油管道的投产加上其他油气管线的动工兴建充分表明，中国油气管道业已进入一轮大发展期。

1.3 交通运输工具的发展趋势

尽管不同交通运输工具的技术经济差别很大,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。交通运输工具的未来发展趋势主要体现在以下几个方面。

- (1) 速度快;
- (2) 容量大(一次装载能容纳的旅客数或货物多);
- (3) 费用低(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)。

1. 轨道运输工具的发展趋势

随着信息、工程、牵引动力等新技术的广泛应用,铁路正朝着客运高速化、货运重载化和信息管理化方向发展。尤其是铁路重载运输,通过采用大功率交流传动机车、大轴重和低自重货车、列控同步操纵等技术,极大地提高了铁路在中长距离、大宗货物运输市场的竞争力。

铁路作为最主要的大陆性运输方式,具有速度快、运量大、可组织性和可控制性高等特点,要大力发展高速铁路,地下的、地面的和高架的轨道交通系统,缓解运输紧张状况。按照《中长期铁路网规划》,我国铁路将在“十一五”期间完成 7000 km 客运专线建设,到 2020 年将完成 18 000 km 客运专线建设。首先修建反映我国综合技术水平的京沪高速铁路,全长约 1300 km,与既有的京沪铁路大体平行,全线采用封闭式、全立交结构,专门设有自然灾害预防系统,设计时速 250~300 km,基础设施按时速 350 km 设计。京沪高速一旦建成,时速在 200 km 以上,则从北京到上海仅需 6 h。对于其他部分既有线路无须大改造,也不必新建高速线路,仅依靠改进机车车辆性能,提高列车运行速度即可。如英国、意大利、瑞典等国采用加速和制动性能良好的可控倾斜度的“摆式”车体电动车组,使客车在曲线上也能保持高速运行。

高速铁路自修建以来,在与航空和高速公路的竞争中显示出了它的诸多优越性。

1) 高速、安全、正点、舒适

如果高速铁路运营速度为 300 km/h,可超过小汽车 1 倍以上,为亚音速客机的 1/3,短途飞机的 1/2。在 1000 km 内乘坐高速铁路列车花的时间比乘飞机要少。对旅客来说,减少旅途时间,安全、正点、舒适十分重要。高速铁路从开始运营至今,日本 30 多年、德国 10 多年从未发生过列车颠覆和旅客死亡事故。另外,不论是飞机旅行还是汽车旅行,正点率都不能得到很好保证,特别是遇到恶劣气候条件时;而高速铁路则风雨无阻,具有很高的正点率。同时高速铁路比汽车和飞机旅客活动的空间都大得多,而且平稳,振动、摇摆较小,可以躺卧休息,具有舒适的旅行环境。

2) 运输能力大、占地少

从运能来看,一列高速客运列车可乘坐 800~1000 人。从日本、德国的运营实践看,高速铁路单向输送能力约是航空的 10 倍或是公路的 5 倍。以单位占地相比较,高速铁路为公路的 1/3。

3) 能源消耗低,环境污染小

交通运输是能源消耗大户。根据日本的资料显示,高速列车与小汽车、飞机相比,平均每人·km 的能耗最低,比例为 1:5.3:5.6。高速铁路如果采用电力机车,行驶过程中无废气排出;如考虑火力发电,排放废气中含有二氧化碳,与汽车和飞机的二氧化碳排放量比例则为 1:3:4.6。其噪声污染也比汽车低。

总之,如今高速铁路技术已趋成熟,高速化已经成为当今世界铁路发展的趋势。但是,发展高速铁路采取什么途径,不同国家可根据本国的国情作出不同的选择。在地铁建设方面,我国发展也很快,除北京、香港、上海、广州、深圳、南京已有地铁外,杭州、沈阳、成都、哈尔滨、武汉等城市的地铁项目规划已陆续获批或在建。

2. 道路运输工具的发展趋势

2008 年我国汽车产量 934.5 万辆,同比增长 5.2%;销量 938.1 万辆,同比增长 6.7%。据预测,2009 年的汽车销量将同比增长 8%~10%,达到 1013 万~1030 万辆。目前,我国汽车内需总量已超过日本,正在迅速追赶美国;我国汽车消费总量在全球所占比重很大,从 2001 年占全球汽车消费量的 4.3%,跃居至现在的 12.0%。从产量来讲,在世界主要汽车生产大国中,只有美国和日本年产量超过 1000 万辆。我国汽车产量几年前超越德国排名世界第三位,并有望成为世界第一汽车生产大国。

“十一五”期间,我国重点研究开发和掌握混合动力汽车、燃料电池汽车、纯电动汽车、代用燃料汽车整车和零部件的关键技术,建立整车评价平台,推动标准体系的建设,以促进节能环保汽车的产业化;重点发展符合国家安全、节能、排放法规及私人用车要求的经济型轿车、绿色环保出租用轿车,液化石油气(LPG)、压缩天然气(CNG)等气体燃料发动机或复式动力装置系统;重点发展高技术含量、高附加值的产品,如适于高速公路运输的重型半挂牵引车和专用半挂车、施工工程车类,满足国防现代化要求的各种高水平、高质量的国防专用汽车等;重点发展以高可靠性、耐久性、低排放、低油耗为目标,满足大中城市绿色环保要求的更新换代摩托车。发展节能环保汽车,不仅有利于加强国家能源安全和环境保护,达到替代或者节约石油的目标,也有利于汽车工业本身水平的提高,增强中国汽车工业核心竞争力。

从世界范围内的整个形势来看,日本是电动汽车技术发展速度最快的少数几个国家之一,特别是在发展混合动力汽车方面,已居世界领先地位。我国电动汽车产业的发展目标是:到 2010 年,电动汽车保有量占汽车保有量的 5%~10%,年生产销售电动汽车 150 万辆以上;到 2030 年,电动汽车保有量占汽车保有量的 50%以上,年生产销售电动汽车 1000 万~1950 万辆。目前,我国电动汽车尚处于研发阶段,没有形成生产规模,与日本、美国等发达

国家还存在一定差距。因此我国应该尽快采取相应的措施,加快电动汽车的研究试验工作,促进我国电动汽车市场的形成,并出台鼓励电动汽车使用的政策,促进我国电动汽车研制、生产、使用同步发展,达到保护环境、节约资源、提高我国综合竞争力的目标。

3. 水上运输工具的发展趋势

船舶技术发展的重点仍体现在四个方面。

1) 提高安全性

船舶在海上的安全是当今船舶研究的重点,尤其是船舶结构强度,各国船舶检验机构都在加强这方面的研究,在船舶首部安装侧推器,以提高船舶航行的安全性。

2) 增大载重量和提高航速

从船员配备、燃料消耗来看,大船比小船更有优势。所以,集装箱船向着大型化发展。现在日本、美国也正在规划 1000 t 载重量的快速货运航班,航速 50 节(1 节=1.852 km/h),从上海到香港只需 17 h,将比汽车火车都快。

3) 提高经济效益

在保证质量的前提下,提高劳动生产率,缩短造船周期,继续降低船舶建造成本。

4) 防止水域和空气污染

船舶航行不仅要防止水域(海洋)污染,而且要防止大气污染。现在船上都装有污水处理设备和废物垃圾处理与焚烧设备。

为了加快水上运输工具的发展,要研制 21 世纪具有突出发展前途的新型船舶,其中包括海上快速集装箱船、无舱盖集装箱船、高可靠性的智能化船舶、高性能船舶、高附加值船舶等。

1) 海上快速集装箱船、无舱盖集装箱船

集装箱船发展的趋势是大型化。世界主要航运公司都热衷于 4000 TEU 以上的大型集装箱船,有的已在研究 8000 TEU 的集装箱船用于干线运输。在支线运输上,开始出现 1000~3000 TEU 的集装箱船。在过去 8 年中,世界船队出现了无舱盖集装箱船、高速集装箱船等新型船舶。

2) 高可靠性的智能化船舶

智能化、网络化、船岸一体化是 21 世纪船舶自动化的发展方向;无人机舱发展到一人桥楼操纵,也是 21 世纪机舱自动化发展的一个趋势。

3) 高性能船舶

高性能船舶指航速高、耐波性高,在军事和民用上都有极高的利用价值的船舶,新世纪将会有较快的发展。高性能船舶根据气作用原理和特殊性能主要分为全垫气垫船、侧壁气垫船、水翼船、高速双体船、小水线面双体船及地效翼船等。

4) 高附加值船舶

这类船舶技术含量高,如化学品船的不锈钢型货船和涂层货船、液体汽船的液货舱、冷藏船的低温货舱、客船和旅游船的豪华装饰及生活设施、高速的大型集装箱船等。现在建造

技术含量高的船舶尚有一定困难,但 21 世纪一定会攻克其中的难关。

4. 空中运输工具的发展趋势

“十一五”期间,我国将投入 1400 亿元人民币用于机场建设,这将为民航业的发展创造有利条件。预计 2006—2010 年间,中国民航航空运输总周转量年均增长保持在 14% 左右,2010 年民航运输飞机将达到 1550 架,年均增长 12%。未来几年将是中国航空运输业的加速发展时期。

在发展大型喷气飞机方面,我国曾走过较长一段弯路。20 世纪 70 年代以来,吸取了从运十到 MD-82、MD-90,在大型民机制造上几十年的经验与教训后,确定了符合世界民航发展主流的喷气式支线飞机 ARJ21 为我国民机制造业再次腾飞的突破口。

ARJ21-700 飞机具有适应性、舒适性、经济性、共同性和系列化等五大特点,是我国自行研制的,同时满足中国和美国适航条例的首架喷气式支线客机。2008 年,我国第一架具有完全自主知识产权的 ARJ21-700 飞机成功首飞,表明我国具备自主设计制造世界先进水平民机的能力,为中国大飞机的自主制造树立了信心,标志着中国民机制造的突破。国造大飞机(起飞总重量在 100 t 以上,座位在 150 座以上,最大航程在 5000 km 以上的飞机)项目也已启动。但现在民用飞机技术发展日新月异,研制大客机还需要突破许多关键技术,其中包括民用大型飞机总体设计技术、现代民用飞机的气动特性预测方法、民用大型飞机的噪声预测和减噪措施、民用大型飞机载荷确定技术、高效结构和强度设计技术、长寿命高可靠性结构设计技术、民用大型飞机防雷设计和抗高强度辐射设计、多轮起落架设计技术、先进复合材料结构设计技术、适航审定的特殊要求的鉴定技术等。目前与大飞机研制相关的一些关键技术陆续有所突破,如支撑国产大飞机研制的关键重型装备、全球吨位最大的模锻液压机项目启动,大飞机的低速气动研究获得突破。

我国飞机制造及修理工业在发展的同时,一些问题也日益显露出来。特别是飞机制造的关键技术有待突破,应加大科技创新,开展技术前瞻研究,与国外企业建立优良的合作体系,完善配套措施,提高整体效益和竞争力,只有这样才能在新形势下立于不败之地。

5. 管道运输工具的发展趋势

“十一五”期间,我国将加快油气干线管网和配套设施的规划建设,逐步完善全国油气管线网络,建成西油东送、北油南运成品油管道,同时适时建设第二条西气东输管道及陆路进口油气管道,将西气东输管道的输气能力由年输 120 亿 m^3 提高到年输 170 亿 m^3 ,大力支持经济增长,确保国家能源安全。这项举措将使我国获得更多的能源来满足市场增长的需求,成为中国最具战略意义的项目之一。到 2010 年,我国天然气管道将达到 8 万 km,2015 年将达到 16 万 km。天然气在役管道的维修、更换等任务将不断加大。

2008 年 2 月,国家“十一五”规划重大项目——西气东输二线工程开工。西气东输二线工程西起新疆霍尔果斯口岸,南至广州,东达上海,管道主干线和八条支干线全长 9102 km,工程设计输气能力 300 亿 m^3/a ,总投资约 1420 亿元。正在建设中的西气东输二线西段,设