



交通运输行业高层次人才培养项目著作书系

白子建 柯水平 编著

# 港口道路规划与

Research on Planning and  
Design Method of Port Roads

# 设计方法研究



人民交通出版社股份有限公司  
China Communications Press Co., Ltd.



交通运输行业高层次人才培养项目著作书系

白子建 柯水平 编著

# 港口道路规划与

# 设计方法研究

Research on Planning and Design Method of Port Roads



人民交通出版社股份有限公司  
China Communications Press Co., Ltd.

## 内 容 提 要

本书基于港口大型货车的行驶特性和交通流时空分布特征,以提高港口道路交通系统运行效率和安全性为目标,重点研究以下问题:如何对港口道路等级进行划分并科学地对其交通需求进行预测;考虑大型货车的行驶特性,对港口道路的横断面、平面、纵断面和交叉口进行科学地设计;针对港口用地和大型货车的行驶特性,提出港口道路出入口的交通设计;结合码头交通流时空特性,对港口闸口的设计和交通组织进行优化。这些问题的解决可为港口道路交通规划、设计和交通组织提供新的思路。

本书可供交通工程学科、交通工程及交通运输等专业研究生和高年级本科生参考使用,也可为从事交通规划与设计、港口交通运输、智能交通等专业领域的技术人员提供参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

港口道路规划与设计方法研究 / 白子建,柯水平编  
著. — 北京:人民交通出版社股份有限公司,2018.9  
ISBN 978-7-114-14921-4

I. ①港… II. ①白…②柯… III. ①港口工程—道路工程—规划—方法研究②港口工程—道路工程—设计—方法研究 IV. ①U652.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 165793 号

交通运输行业高层次人才培养项目著作书系

书 名:港口道路规划与设计方法研究

著 者:白子建 柯水平

责任编辑:潘艳霞

责任校对:张 贺

责任印制:张 凯

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京虎彩文化传播有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:15.25

字 数:352千

版 次:2018年12月 第1版

印 次:2018年12月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-14921-4

定 价:80.00元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

# 交通运输行业高层次人才培养项目著作书系 编审委员会

主任：杨传堂

副主任：戴东昌 周海涛 徐 光 王金付  
陈瑞生(常务)

委员：李良生 李作敏 韩 敏 王先进  
石宝林 关昌余 沙爱民 吴 澎  
杨万枫 张劲泉 张喜刚 郑健龙  
唐伯明 蒋树屏 潘新祥 魏庆朝  
孙 海

## 书系前言

### Preface of Series

进入 21 世纪以来,党中央、国务院高度重视人才工作,提出人才资源是第一资源的战略思想,先后两次召开全国人才工作会议,围绕人才强国战略实施做出一系列重大决策部署。党的十八大着眼于全面建成小康社会的奋斗目标,提出要进一步深入实践人才强国战略,加快推动我国由人才大国迈向人才强国,将人才工作作为“全面提高党的建设科学化水平”八项任务之一。十八届三中全会强调指出,全面深化改革,需要有力的组织保证和人才支撑。要建立集聚人才体制机制,择天下英才而用之。这些都充分体现了党中央、国务院对人才工作的高度重视,为人才成长发展进一步营造良好的政策和舆论环境,极大激发了人才干事创业的积极性。

国以才立,业以才兴。面对风云变幻的国际形势,综合国力竞争日趋激烈,我国在全面建成小康社会的历史进程中机遇和挑战并存,人才作为第一资源的特征和作用日益凸显。只有深入实施人才强国战略,确立国家人才竞争优势,充分发挥人才对国民经济和社会发展的重要支撑作用,才能在国际形势、国内条件深刻变化中赢得主动、赢得优势、赢得未来。

近年来,交通运输行业深入贯彻落实人才强交战略,围绕建设综合交通、智慧交通、绿色交通、平安交通的战略部署和中心任务,加大人才发展体制机制改革与政策创新力度,行业人才工作不断取得新进展,逐步形成了一支专业结构日趋合理、整体素质基本适应的人才队伍,为交通运输事业全面、协调、可持续发展提供了有力的人才保障与智力支持。

“交通青年科技英才”是交通运输行业优秀青年科技人才的代表群体,培养选拔“交通青年科技英才”是交通运输行业实施人才强交战略的“品牌工程”之一,1999 年至今已培养选拔 282 人。他们活跃在科研、生产、教学一线,奋发有为、锐意进取,取得了突出业绩,创造了显著效益,形成了一系列较高水平的科研成果。为加大行业高层次人才培养力度,“十二五”期间,交通运输部设立人才培养专项经费,重点资助包含“交通青年科技英才”在内的高层次人才。

人民交通出版社以服务交通运输行业改革创新、促进交通科技成果推广应用、支持交通行业高端人才发展为目的,配合人才强交战略设立“交通运输行业高层次人才培养项目著作书系”(以下简称“著作书系”)。该书系面向包括“交通青年科技英才”在内的交通运输行业高层次人才,旨在为行业人才培养搭建一个学术交流、成果展示和技术积累的平台,是推动加强交通运输人才队伍建设的重要载体,在推动科技创新、技术交流、加强高层次人才培养力度等方面均将起到积极作用。凡在“交通青年科技英才培养项目”和“交通运输部新世纪十百千人才培养项目”申请中获得资助的出版项目,均可列入“著作书系”。对于虽然未列入培养项目,但同样能代表行业水平的著作,经申请、评审后,也可酌情纳入“著作书系”。

高层次人才是创新驱动的核心要素,创新驱动是推动科学发展的不懈动力。希望“著作书系”能够充分发挥服务行业、服务社会、服务国家的积极作用,助力科技创新步伐,促进行业高层次人才特别是中青年人才健康快速成长,为建设综合交通、智慧交通、绿色交通、平安交通做出不懈努力和突出贡献。

交通运输行业高层次人才培养项目  
著作书系编审委员会  
2014年3月

## 作者简介

### Author Introduction



白子建,博士,教授级高工。国家注册咨询工程师,国家注册城市规划师,交通部跨世纪人才,交通运输部节能减排项目专家,天津市有突出贡献专家,天津市系统工程学会理事,入选天津市“131”创新人才培养工程第一层次,天津市政府项目计审专家,获天津市青年科技奖。

从事综合交通规划设计与研究20余年,主持完成“基于三维虚拟现实与智能体仿真的大型货车道路形式安全性研究”“港口道路集疏运宏微观仿真理论、方法及应用”“基于客货分离的道路交通设计关键技术研究及工程应用”等项目。所主持项目先后获得天津市科技进步二等奖2项、三等奖2项,中国公路学会二等奖1项、三等奖2项,建设部华夏建设科技三等奖2项,全国市政工程科学技术奖一等奖1项、二等奖1项;主持天津市重大科技支撑计划1项,建设部课题5项;参与863计划课题1项,国家自然科学基金2项。主编专著3部,参编专著1部;参编国家标准、地方标准5项;发表论文71篇;个人授权专利36项。

## 作者简介

### Author Introduction



柯水平,天津市市政工程设计研究院交通规划中心规划设计室主任,博士,高级工程师。一直致力于道路交通规划设计工作,主要研究方向:道路工程设计、城市公共交通规划、港口交通规划与管理等。

近年来参与省部级科技项目6项目,负责交通规划类项目15余项,负责工程设计类项目30余项。先后获得住房和城乡建设部华夏科技进步奖三等奖2项、天津市科技进步奖二等奖1项、天津市科技进步奖三等奖2项、中国公路学会科学技术奖三等奖1项、中国港口协会科学技术奖二等奖1项。在国内外学术刊物上发表论文10余篇,授权国家发明专利18项。

# 前 言

## Foreword

我国经济的快速发展使得港口吞吐量快速增长,很多城市港口进行了大规模的改扩建工作,以缓解日益增长的集疏运需求与码头、道路等集疏运资源供应之间的矛盾。科学的规划和设计是保障港口集疏运系统安全、高效运转的基石,然而在改扩建的过程当中,存在以下问题:

(1)港口路网等级划分未能充分考虑用地和港口功能布局,造成集疏运交通流在时间和空间上不能均衡分布,导致某些道路常态化拥堵。

(2)港口道路、出入口分布未专门按照大型货车尺寸、行驶特性及特种车通行等需求进行规划和设计,不利于集疏运道路系统的安全和高效运行。

(3)码头闸口的规划设计及交通组织未充分考虑船期表对集疏港交通流的影响,致使闸口的时空资源得不到有效利用。

国内外对于道路交通设计等方面的研究主要集中于城市道路领域,专门针对港口的研究较少,在解决港口道路交通设计方面的问题时具有一定的局限性,这使得港口集疏运系统在规划和设计时缺少理论依据。本书以港口用地和道路交通系统之间的相互影响为出发点,提出了港口道路分级原则和港口道路交通需求预测方法;基于大型货车外轮廓和行驶特性的研究,专门提出了港口道路的规划和设计方法;基于船期表对集疏运交通流的影响,提出了码头闸口交通设计和交通组织方法,促进集疏运交通流的均衡分布。

全书共六章,由白子建组织研究团队整理统稿,主要内容安排及参与编写、校核的人员如下:第一章为港口道路分级及交通预测方法研究,由白子建、张树宁负责编写。第二章为港口大型车辆驾驶行为及运行特性研究,由白子建、章许灏负责编写。第三章为港口道路线形设计理论及方法,由柯水平、白子建负责编写。第四章为港口道路交叉口交通设计方法研究,由白子建、柯水平负责编写。第五章为港口道路出入口交通设计方法研究,由白子建、刘岩负责编写。第六章为港口闸口交通设计方法研究,由白子建、柯水平负责编写。

在此,对研究团队各位成员的辛劳付出表示感谢。

本书的完成还得益于国内外同行专家的学术交流和探讨,在此特别感谢天津大学钟石泉教授、同济大学孙剑教授和北京航空航天大学于滨教授给予的专业建议和技术支持。

限于时间和水平,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正和交流。作者邮箱:zujianbai@qq.com。

作者

2018年1月

# 目 录

## Contents

第一章 港口道路分级及交通预测方法研究 .....	1
第一节 道路等级划分影响因素 .....	1
第二节 港口路网分级的原则 .....	2
第三节 港口道路的功能分级 .....	4
第四节 港口道路交通需求预测方法研究 .....	9
本章参考文献 .....	18
第二章 港口大型车辆驾驶行为及运行特性研究 .....	19
第一节 大型车辆的几何特征研究 .....	19
第二节 大型车辆的运行特性研究 .....	23
第三节 大型车辆驾驶员的行为特性研究 .....	42
本章参考文献 .....	49
第三章 港口道路线形设计理论及方法 .....	51
第一节 概述 .....	51
第二节 道路横断面设计优化方法 .....	51
第三节 道路线形平面设计优化方法 .....	75
第四节 道路纵断面设计优化方法 .....	120
本章参考文献 .....	128
第四章 港口道路交叉口交通设计方法研究 .....	129
第一节 概述 .....	129
第二节 道路交叉口交通设计相关知识 .....	129
第三节 港口道路交叉口交通设计优化方法 .....	146
第四节 港口道路交叉口间距确定方法 .....	175
本章参考文献 .....	181
第五章 港口道路出入口交通设计方法研究 .....	183
第一节 概述 .....	183
第二节 出入口设计基本要素 .....	184

第三节 各类型出入口的选型条件 .....	188
第四节 出入口间距控制的设置 .....	193
第五节 港区道路出入口喉深长度的仿真研究 .....	200
本章参考文献 .....	218
<b>第六章 港口闸口交通设计方法研究 .....</b>	<b>219</b>
第一节 概述 .....	219
第二节 港口闸口交通组织优化设计方法 .....	221
第三节 考虑特殊车辆的闸口车道设计 .....	228
本章参考文献 .....	232

# 第一章 港口道路分级及交通预测方法研究

目前国内外提出了多种道路分级与分类体系,但研究对象大多是为以客运交通为主的城市道路或者是混合运输的公路,没有考虑港区交通的特殊性,缺乏对港区道路功能分级方法的研究。因此,现有的城市道路分类方法不适用于港区路网。

本章从港口交通的特征及用地的功能划分出发,参考城市道路的分类分级思想,将港区道路划分为进港道路、港区道路和场区道路以及超大件专用通道。

## 第一节 道路等级划分影响因素

在国内外提出的多种道路分类与分级体系中,依据道路的功能对城市道路进行等级划分是当前被广泛采用的分类分级方法。美国交通运输工程师协会将其国内的城市道路划分为高速路、快速路、主干路、集散性道路、本地道路以及尽端路6个等级,我国借鉴发达国家的道路分级思想,于20世纪90年代将城市道路分为快速路、主干路、次干路及支路四大类,并基于此分类体系确定了各类道路的机动车设计时速、路网密度等技术指标。

考虑港区交通系统的特殊性,现有的城市道路等级体系并不适用于港区道路系统,因此在对港口道路交通的相关设计方法进行深入研究之前,有必要建立一套适用于港区的道路分类分级体系。从道路功能的角度对道路进行分类分级研究,首先需要探讨道路功能受到哪些因素的影响。参照国内外的研究成果,本书将主要的影响因素归纳为以下几点:

### 一、道路服务区域

道路的服务区域从空间结构及用地布局两方面对道路的功能产生影响。

区域空间结构从客观上规定了城市交通的整体结构,赋予了道路不同的交通功能,决定了哪些道路需要承担对外联系的功能,而哪些道路需要承担对内疏散的功能,并形成了相对应的道路交通骨架。

区域用地布局包括各类用地的性质规模、空间分布及其开发的密度时序和强度。土地是城市中一系列经济、社会活动的空间载体,而交通行为源于人类社会生产及生活活动。城市用地类型的多样性以及其在开发过程中所遵循的“远近结合”的原则导致了不同性质用地在空间上的分离,当城市居民需要往返于不同性质的用地之间进行工作、学习、购物等生产生活活动时,城市交通便产生了。交通源的空间分布出行生成强度及流向均取决于城市的用地布局,其规模与密度往往会呈现出不同的交通方式,如高密度开发的城市就要求大运力能力的公共交通方式与之对应,反之,土地强度较低的城市则对应于机动车比例高的自由交通方式。

## 二、道路交通功能

道路具有防灾、景观、通风等许多功能,但其中最重要的则是交通功能。道路的交通功能主要可分为两类:通过性功能与可达性功能。其中通过性功能通常以满足通过性交通为主要目的,承担着区域主要交流及对外的交通联系。具有通过性功能的道路通常车速快,流量大,道路线形平顺,要求避免频繁引入交通吸引源,避免行人频繁过街,这类道路是城市路网中的主骨架;而可达功能指的是以生活性交通为主,为道路两侧用地提供到达和离开服务的道路。一般车速较慢,流量较小,进出性交通较多,交通流比较复杂。在实际中,只有极少数新建规划的道路单纯具有其中某一种交通功能,一般都是两者兼有,但一条通畅合理的道路的主要交通功能只有一种。道路的交通功能是道路分类分级的重要影响因素。

## 三、主要服务对象

道路上行驶的车辆是何类型,对于道路的功能有着重要影响。道路的主要服务对象包括货运交通与客运交通两类。

其中货运交通是以机动车为主、点对点的交通,要求快速通过性高的道路。一般城市外围道路多是城市货运走廊,但是随着城市扩张,有些原本是城市外围货运走廊的道路成为城市内部骨架。因此在道路分级时应当考虑到城市未来发展走向以及道路未来功能定位等问题,做好道路功能延续及衔接等问题。货运到达的道路能够满足货运车辆停放卸货回车等要求。

客运交通包括小运量客运交通与大运量客运交通。小运量客运交通不仅是个体出行的私人小汽车、公务员公用车,也包括小运量的公共交通如出租车等;大运量交通则包括能运送大量客运的公交巴士、旅游巴士等。近年来,我国大力推行“公交优先”的理念,所提倡的公共交通应当是指大运量的公共交通,因此,在道路分级中应该合理安排大运量公共交通的定位及保障技术手段。

## 四、主要交通方式

主要交通方式可分为机动车交通方式和非机动交通方式。道路主要是为哪种交通方式服务的,在一定程度上决定了道路的功能等级。在城市道路系统中,快速路及主干道多为机动车服务,而支路则多为非机动车服务,为了保障不同交通方式在道路上顺利行驶,又需要不同的技术手段对其进行引导。货运交通的交通方式多为机动车交通,而客运交通则分为非机动车和机动车方式。

以上四种道路等级划分的影响因子从道路的功能出发,从道路功能的服务对象、服务目的、服务方式等方面诠释了道路功能形成的原因及表现,是道路等级划分的重要依据。

# 第二节 港口路网分级的原则

## 一、遵守现行国家和地方规范

目前关于道路分类与等级划分的相关规范包括:

- (1)《公路路线设计规范》(JTG D20—2017)。
- (2)《城市道路工程设计规范》(CJJ 37—2012)。
- (3)《城市道路交通规划设计规范》(GB 50220—1995)。
- (4)《道路工程术语标准》(GBJ 124—1988)。

《城市道路工程设计规范》(CJJ 37—2012)规定:按照道路在道路网中的地位、交通功能以及对沿线建筑物的服务功能等,城市道路分为快速路、主干路、次干路及支路四级,并详细规定了每级道路的各种技术指标。

#### 1. 快速路

快速路应为城市中大量、长距离、快速交通服务,并与其他干路构成系统,且应与城市高速公路便捷联系。快速路对向车行道之间应设中央分隔带,在无信号管制的交叉口,中央分隔带不应断开,且机动车道两侧不应设置非机动车道,其进出口应采用全控制或部分控制。快速路两侧不应设置吸引大量车流、人流的公共建筑物的进出口。对两侧一般建筑物的进出口应加以控制,快速路机动车道不应占道停车,两侧应考虑港湾式公交停靠站。

#### 2. 主干路

主干路担负着联系城市用地组团之间、各片区之间、大型交通集散点之间和对外交通节点的职能,是连接城市各主要分区的干路,以交通功能为主,较少考虑“到达”功能,自行车交通量大时,宜采用机动车与非机动车分隔形式,如三幅路或四幅路。主干路两侧不应设置吸引大量车流、人流的公共建筑物的进出口。

#### 3. 次干路

次干路应与主干路结合组成道路网,是城市内部区域间的联络干道,起集散交通的作用,兼有服务功能。次干道主要服务对象的多样性决定了其功能的多样性。次干道承担着承上启下的功能,既要汇集支路的交通,又要疏解来自主干道和部分快速路的出入交通。由于次干道的灵活性,两侧对出入口的设置没有特殊限制,因此地块出入口对次干道的影响也比较大。

#### 4. 支路

支路应为次干路与街坊路的连接线,解决局部地区的交通,以服务功能为主。城市支路的交通功能主要是解决与高一级道路的衔接和与地块出入口的衔接,主要承担着生活性服务功能的作用:比如小区内部近距离出行行人与非机动车出行,同时它也是建筑与次干道出行交通流的集散道路。

## 二、服务于港口集疏运交通,充分考虑港口的货运流程

货运交通是港口交通的主体,实现货物的快速有效集结、转移和分散就是港口交通的主要功能所在。港口交通的产生和吸引点比较单一,因此货运流程具有特殊的时空特征,且港口交通组成中以大型车辆为主,因此道路和交叉口规划要考虑大型车辆的运行特性。

## 三、与港口土地利用的功能分区一体化

港口不同的功能分区其交通需求不同,港口分区功能上的差别反映在道路等级体系划分上,要充分考虑同一等级道路在不同区域内,道路主要服务对象的差异、道路服务水平要

求的差异。

#### 四、尽量满足港口特殊交通需求

在港口道路上经常会出现某些运输桥梁、飞机等超大件的超限车辆,为了满足这种超大件车辆的在行驶和转弯时需要占用较大道路空间,一般的道路设计无法满足这种特殊交通需求,有必要在港口某些道路路段上规划超大件专用通道。超大件专用通道的规划原则反映在港口道路等级体系划分上,要考虑某些超大件货物专用拖车的通行需求,但港区大部分道路应以标准大货车为设计车辆,而不应为了满足超大件货物专用拖车的通行需求降低港口交通效率。

### 第三节 港口道路的功能分级

#### 一、港口道路等级划分影响因素分析

##### 1. 港口作业流程

不同于网络结构复杂、起讫点分布广泛的城市道路系统,对于港口交通而言,由于占据主要比例的货运车辆受作业流程和生产调度的约束,因此其在空间上往往表现出较强的规律性,即交通行为的目的较为明确,车辆行驶的路线也相对固定。作为不同作业步骤之间相互连接的桥梁,位于不同连接段道路的往往会受其所连接作业的具体内容的影响,进而表现出不同的交通特性,因此可将港口的作业流程作为影响港口道路等级划分的重要因素进行分析。根据港口内部交通流的起讫点及流向,可将其划分为集港交通与疏港交通,两者的作业流程分别如下:

(1)对集港交通而言,已抵达港口卡子门的货运车辆需要依据所装载货物不同的货运特征进行不同的集港作业:内贸集港中不需要进行拼箱作业的,集港车辆可直接通过码头闸口驶入前方堆场,再经内卡将货物运至码头前沿进行装船作业;内贸集港中需要进行拼箱作业的,车辆首先将货物运至物流中心进行拼箱作业,在完成该步骤后由外卡进入前方堆场,然后通过内卡将货物运至码头前沿,最终进行装船作业;对于外贸集港,所有的集装箱必须在海关监管的堆场进行运抵报关业务,因此,需要进行拼箱作业的货物在物流中心完成拼箱后,再运至海关监管堆场,办理运抵报关手续,然后由外卡通过码头闸口进入前方堆场,再由内卡运输至码头前沿进行装船作业。

(2)对于疏港交通而言,根据货运特征可分为直接疏港和转栈疏港两类,其中前者所占的比例很小,一般是对一些危险品等特殊货物进行直提作业,办理完相关的审批手续后,直接从码头前沿运出码头,离开港区,将货物运输至目的地;而大部分的货物则经过内卡运输至前方堆场,在规定的堆存期限内,客户可以直接到前方堆场进行提箱作业,若超过堆存期限,内卡会将货物运输至后方转栈堆场,等待货主提取。

##### 2. 港口用地分类

依据港口的生产作业流程以及相关附属设施,一般将港区划分为港口作业区、工作生活区、堆场和货物集散中心功能区及码头功能区4个区域,见图1-1。与港口的作业流程类似,

不同的区域往往肩负着不同功能,不同区域类型具有不同的交通特征,而不同的交通特征决定了不同的道路标准。



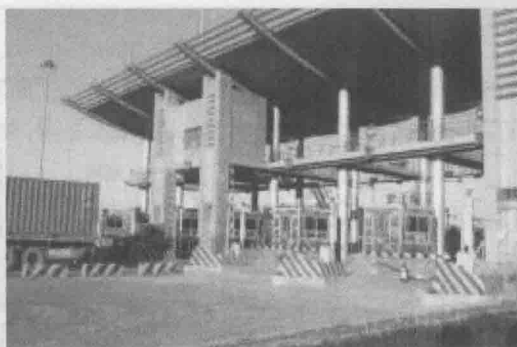
a) 码头作业区



b) 工作生活区



c) 堆场和货物集散中心



d) 码头功能区

图 1-1 港口不同功能区实拍示意图

(1) 港口作业区是港口的主体区域,进入港口闸口以后,除掉堆场和货物集散中心(散货物流中心,集装箱堆场)等码头以外区域。这一区域的道路主要起到连接进出港闸口到码头功能区及堆场和货物集散中心的作用,主要承担货运交通,其道路设计标准需满足港区大部分货车的交通需求。

(2) 工作生活区是指港口相关行政部门和公司办公场所,介于港区和保税区之间,这一区域的道路一般禁止满载货车进入,以客运交通为主,主要服务于工作和生活,可以参考城市道路标准。

(3) 堆场和货物集散中心是指堆场内部区域,通过堆场入口和港口作业区相连接,属于港区场区内部。

(4) 码头功能区是指港区码头内部区域,进入码头闸口后的区域,其道路起到连接船舶和进码头闸口的作用。

### 3. 港口道路交通功能

由上一节的分析可知,城市道路的交通功能可分为通过性及可达性两类,但作为水陆交通的转运枢纽及大量物流、人流的集散地,港口通常位于陆域道路网的末端,整个港区的交通量均为货运或客运进出港而产生的交通量,基本上不承担过境交通,因此可知,