



普通高等教育应用型本科创新教材

胡 朋 叶亚丽 主 编

朱 峰 王春生 李建士 副主编

道路工程

Highway
Engineering



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

高等教育应用型本科创新教材

Highway
Engineering
道路工程

胡 朋 叶亚丽 主 编
朱 峰 王春生 李建士 副主编



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

内 容 提 要

本书系普通高等教育应用型本科创新教材。书中系统阐述了道路尤其是公路的线形设计和路基路面工程两部分内容。道路的线形设计部分包括:平面设计、纵断面设计、横断面设计、道路平面交叉设计和道路立体交叉设计;路基路面工程内容包括:路基工程、路面基层、沥青路面和水泥混凝土路面结构与设计。

本书结合现行道路、桥梁工程领域的规范进行编写,凸显应用型定位,强化对学生实践能力的培养,注重道路工程基本概念、基本理论及主要设计方法的系统性介绍,突出案例教学。

本书可作为交通土建工程专业、工程管理专业的本科生教材,也可供相关专业工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

道路工程/胡朋,叶亚丽主编. —北京:人民交通出版社股份有限公司, 2018.9

ISBN 978-7-114-14809-5

I. ①道… II. ①胡… ②叶… III. ①道路工程
IV. ①U41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 131696 号

书 名: 道路工程

著 作 者: 胡 朋 叶亚丽

责任编辑: 王 霞 李 娜

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: 北京印匠彩色印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 22

字 数: 512 千

版 次: 2018 年 9 月 第 1 版

印 次: 2018 年 9 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-14809-5

定 价: 55.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

前 言

本书是高等学校交通土建类专业应用型本科教材,强调以满足应用型人才培养的需求为目标,以工程实际为背景,以工程技术为主线;重点培养学生的工程实践能力、工程设计能力和工程创新能力。

本书紧密结合工程实践,以最新的道路设计规范为依据进行编写。采用的主要规范和标准包括:《公路路线设计规范》(JTG D20—2017)、《公路沥青路面设计规范》(JTG D50—2017)、《公路路基设计规范》(JTG D30—2015)、《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTG D40—2011)、《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)。

本书在编写过程中,从应用型本科教学目标出发,注意和工程实践紧密结合,每章都配有专门的工程实例,在学习本书过程中可以通过案例练习更加熟练地掌握基本原理和基本设计方法。同时每章都配有习题,以便巩固学习效果。

全书内容包括两大部分:道路路线设计和路基路面工程。路线设计主要包括:平面线形设计、纵断面线形设计、横断面设计、道路平面交叉设计和立体交叉设计。路基路面工程部分主要包括:路基设计的基础知识、沥青路面设计和水泥混凝土路面设计。

参加本教材编写的人员是从事本课程教学多年的一线专职教师和专职从事道路设计的高级工程师,对各章知识点的把握准确到位,基本原理分析详细透彻,案例教学贴近实际工程。本教材第1章、第7章和第9章由山东交通学院胡朋编写;第2章、第3章和第4章由山东交通学院叶亚丽编写,第5章由山东交通学院朱峰编写,第8章和第10章由山东交通学院王春生编写,第6章由山东交通规划设计院李建士编写。

由于编者时间和水平有限,教材中难免存在一些错漏及不当之处,敬请读者批评指正。

编 者
2018年3月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 道路运输特点	1
1.2 道路的分类与分级	2
1.3 道路设计技术规范	4
1.4 道路通行能力与服务水平	7
1.5 我国公路网规划	12
复习思考题	15
第2章 平面设计	16
2.1 概述	16
2.2 平面线形要素	18
2.3 平面线形设计	31
2.4 视距	39
2.5 道路平面设计成果	47
2.6 案例分析	51
复习思考题	52
第3章 纵断面设计	54
3.1 概述	54
3.2 纵坡坡度	55
3.3 纵坡坡长限制	58
3.4 竖曲线设计	59
3.5 爬坡车道	67
3.6 避险车道	69
3.7 纵断面线形设计	75
3.8 平、纵线形组合设计	78
3.9 纵断面设计案例	83
复习思考题	89
第4章 横断面设计	91
4.1 道路用地范围及建筑界限	91
4.2 横断面组成及类型	93
4.3 机动车道、辅道、路肩与中间带	97

4.4 非机动车道、自行车专用道路人行道与路缘石	103
4.5 平曲线加宽与超高设计	109
4.6 路基横断面设计与计算	119
4.7 路基土石方数量计算与调配	123
4.8 路线横断面设计案例	126
复习思考题	133
第5章 道路平面交叉设计	134
5.1 概述	134
5.2 交通组织设计	140
5.3 平面与视距设计	145
5.4 环形交叉设计	149
5.5 立面设计	154
5.6 平面交叉口设计案例	162
复习思考题	165
第6章 道路立体交叉设计	166
6.1 概述	166
6.2 道路与道路立体交叉分类	168
6.3 立体交叉的规划、选型与设计	174
6.4 匝道设计	179
6.5 匝道端部设计	193
6.6 互通式立体交叉方案设计案例	199
复习思考题	206
第7章 路基工程	208
7.1 概述	208
7.2 土基的受力与强度	210
7.3 公路自然区划与路基干湿类型	218
7.4 路基排水设计	224
7.5 路基边坡防护与加固	230
复习思考题	231
第8章 路面基层	233
8.1 粒料类基层	233
8.2 无机结合料稳定类材料的组成与结构	237
8.3 石灰稳定类路面基层	241
8.4 水泥稳定类路面基层	244
8.5 工业废渣稳定土基层	249
复习思考题	254
第9章 沥青路面结构与设计	255
9.1 概述	255
9.2 沥青路面结构组成	258

9.3 行车荷载与交通分析	265
9.4 沥青路面的破坏类型与设计标准	272
9.5 新建沥青路面结构设计	280
9.6 沥青路面改建设计	294
复习思考题	296
第 10 章 水泥混凝土路面结构与设计	298
10.1 水泥混凝土路面结构与分类	298
10.2 水泥混凝土路面接缝构造	305
10.3 水泥混凝土路面的破坏类型与设计标准	313
10.4 水泥混凝土路面结构组合设计	319
10.5 我国水泥混凝土路面结构设计方法	325
复习思考题	340
参考文献	341

第 1 章 绪 论

要点提示:道路的分类与分级、设计速度、设计车辆、交通量、服务水平、我国公路网的规划历史与现状。

1.1 道路运输特点

交通运输是国民经济中基础性、先导性、战略性产业,是重要的服务性行业。一个完整的交通运输体系由铁路、公路、水路、航空及管道等运输方式构成。它们各具特点,既承担各自的运输任务,又互相联系、相互补充,形成了综合的运输能力。铁路运输投资大、建设周期长,但是运输能力大、速度较快、运输成本和能耗都较低、通用性能好、受自然条件的影响也较小,易于承担中长距离客货运输和大宗物资的运输,高铁的发展使人们出行时间大大缩短。航空在快速运送旅客、运载紧急物资方面显示其优越性,易于承担大中城市间长距离客运以及边远地区急需物资等的运输,但运输成本高、能耗大;管道运输用于原油、成品油、煤炭(加水或添加剂)的运输。水路则以其低廉的运价显示其明显的经济效益,海上旅游也日益蓬勃发展。

各种运输方式特性比较见表 1-1。

各种运输方式特性比较

表 1-1

名称	可达性方便性	安全性	舒适性	运输能力	运输速度 (km/h)	能源 消耗	货 物	经济运距 (km)	投资
铁路	受地形限制	好	好	11.5 万人/日 1500 人/列车	160 ~ 350	低	集装箱大宗 散装货物	—	大
道路	门对门直达 运输方便	略差	差	2.5 万人/日 60 人/车	≤120	中	集装箱 散装货物	<200 或不限	中
水路	受航道 和港口限制	好	好	大	16 ~ 30	低	集装箱 散装货物	—	小
航空	受机场 和港口限制	尚可	中	小 200 人/架	160 ~ 1000	高	贵重货物	500 ~ 1000	大
管道	普及面差	好	—	大	1.6 ~ 30	低	油,天然气	—	大

由表 1-1 可见,道路运输的特点如下:

机动灵活性大。货物装卸可以实现直达运输,在小于 100 ~ 200km 短途运输中,可以做到经济可靠、迅速及时。

普及面广、适应性强。满足政治、经济、国防需求,当出现灾情时,能输送民众及运送救援物资,平时则起到促进经济发展的作用。

速度快,造价低。现代汽车的时速仅次于飞机和高速铁路。道路的每公里造价比铁路

低,因此道路运输造价低、周转快、收益大。建筑新厂矿和修筑新铁路前,必须先修道路,我国新疆、青海、西藏等地广人稀或铁路较少的地区,主要靠道路运输。

运量大,虽然单车载客、载货量较小,但车辆数量多,道路运输客货总共运量和总周转量所占比重日益增大。

1.2 道路的分类与分级

1.2.1 道路分类

道路是供各种车辆和行人等通行的工程设施。道路按其用途和特点分为公路、城市道路、林区道路、厂矿道路和乡村道路等。

1) 公路

公路是指连接城市、乡村和工矿基地等,主要供汽车行驶,具备一定条件和设施的道路。根据其作用和使用性质,公路又可划为国家干线公路(国道)、省级干线公路(省道)、县级公路(县道)、乡级公路(乡道)以及专用公路等。

国道是指在国家干线网中,具有全国性的政治、经济和国防意义,由国家统一规划,并经确定为国家级干线的公路。例如北京至福州的104国道、山东东营至广东深圳的220国道。

省道是在省公路网中,具有全省性的政治、经济和国防意义,并经确定为省级干线的公路,由省负责建设、养护、改造。

县道是具有全县性的政治、经济意义,并经确定为县级的公路。

乡道主要为乡村生产、生活服务,并经确定为乡级的公路。

专用公路,由工矿、农林等部门投资修建,主要供部门使用的公路。

2) 城市道路

通达城市的各地区,供城市内交通运输及行人使用,便于居民生活、工作及文化娱乐活动,并与市外道路连接、负担对外交通、具备一定技术条件和设施的道路。

3) 厂矿道路

主要供工厂、矿山运输车辆通行的道路,通常分为厂外道路、厂内道路和露天矿山道路。

4) 林区道路

建在林区,主要供各种林业运输工具通行的道路。

5) 乡村道路

建在乡村、农场,主要供行人及各种农业运输工具通行的道路。

各类道路的交通特性、使用性质任务及行业主管部门不同,分别制定了行业技术标准,道路设计应分别遵照执行。另有一些专用道路,如机场道路、港口道路、景区道路、国防公路、牧区公路等,无专用技术标准,一般按公路行业技术标准设计。

1.2.2 道路分级

1) 公路分级

我国现行的《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)(以下简称《标准》)将公路分为五个

等级,即高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路。根据2017年交通运输行业发展统计公报,全国四级及以上等级公路里程433.86万km。二级及以上等级公路里程62.22万km,占公路总里程13.0%。高速公路里程13.65万km。

(1)高速公路为专供汽车分方向、分车道行驶,全部控制出入的多车道公路。高速公路的年平均日设计交通量宜在15000辆小客车(将各种汽车折合成小客车)以上。

高速公路为专供汽车分向、分车道行驶的干线公路。其他各级公路分为干线公路(主要指一、二级公路)、集散公路(三级公路)、地方公路(四级公路)四个等级。这样突出了使用功能,便于选用,也有利于与国际接轨,便于交流。

(2)一级公路为供汽车分方向、分车道行驶,可根据需要控制出入的多车道公路。一级公路的年平均日设计交通量宜在15000辆小客车以上。

一级公路是连接高速公路或是某些大城市的城乡接合部、开发区经济带及人烟稀少地区的干线公路。它实际上有两种不同的任务和功能:一种是具有干线功能,部分控制出入;另一种是可以采用平交距离不长的连接线等。一级公路强调必须分向、分车道行驶,《标准》规定一级公路一般应设置中央分隔带。当受特殊条件限制时,必须设置分隔设施,而不允许用画线代替。

(3)二级公路为供汽车行驶的双车道公路。二级公路的年平均日设计交通量宜为5000~15000辆小客车。

二级公路为中等以上城市的干线公路或者是通往大工矿区、港口的公路。为保证汽车的行驶速度和交通安全,在混合交通量大的路段,可设置慢车道供非汽车交通行驶。

(4)三级公路为供汽车、非汽车交通混合行驶的双车道公路。

三级公路的年平均日设计交通量宜为2000~6000辆小客车。

(5)四级公路为供汽车、非汽车交通混合行驶的双车道或单车道公路。双车道四级公路年平均日设计交通量宜在2000辆小客车以下;单车道四级公路年平均日设计交通量宜在400辆小客车以下。

2)城市道路分级

根据道路在网中的地位、交通功能和服务功能,城市道路可分为快速路、主干路、次干路和支路四个等级。

(1)快速路是采用中间分隔、全部控制出入,出入口的间距及形式能够实现连续交通流,具有单向双车道或以上的多车道,并设有配套的交通安全与管理设施的城市道路,设计速度一般在80km/h以上。

(2)主干路是在城市道路网中起骨架作用,连接城市各主要分区的交通性干路。

(3)次干路是在城市道路网中起集散交通功能,能与主干路结合组成干道网的区域性干路。

(4)支路是连接次干路与居住区、工业区、交通设施等内部道路,解决局部地区交通问题,以服务功能为主的道路。

城市道路交通量达到饱和状态时的设计年限,《城市道路工程设计规范》(CJJ 37—2012)(以下简称《城规》)规定:快速路为20年,次干路为15年,支路为10~15年。

1.3 道路设计技术规范

1.3.1 设计车辆

1) 机动车设计车辆

公路设计所采用的设计车辆外廓尺寸规定见表 1-2。

设计车辆外廓尺寸 表 1-2

车辆类型	总长(m)	总宽(m)	总高(m)	前悬(m)	轴距(m)	后悬(m)
小客车	6	1.8	2	0.8	3.8	1.4
大型客车	13.7	2.55	4	2.6	6.5+1.5	3.1
铰接客车	18	2.5	4	1.7	5.8+6.7	3.8
载货汽车	12	2.5	4	1.5	6.5	4
铰接列车	18.1	2.55	4	1.5	3.3+11	2.3

2) 非机动车设计车辆

目前,我国道路行驶的非机动车主要是电动车,其次是自行车,还有少量三轮车。根据 2016 年郑州市交通调查资料显示,80% 以上的非机动车辆为电动车。

但由于目前相关规范并未更新,设计道路宽度和转弯半径时,采用自行车为设计标准车,三轮车指货运三轮车,非机动车设计车辆轮廓参考尺寸与换算系数如表 1-3 所示。

非机动车设计车辆外廓参考尺寸与换算系数 表 1-3

车辆类型	项 目			换 算 系 数	净高(m)
	总长(m)	总宽(m)	总高(m)		
自行车	1.93	0.60(0.75)	2.25	1.0	2.5
三轮车	3.40	1.25	2.25	3.0	2.5

注:1. 总长:自行车为前轮前缘至后轮后缘的距离,三轮车为前轮前缘至后轮后缘的距离(m)。
2. 总宽:自行车为车把高度,其余车种均为车厢宽度(m)。
3. 总高:自行车为骑车人骑在车上时,头顶离地面的高度,其余车种均为载物顶部至地面的高度(m)。

1.3.2 设计速度

道路几何设计包括平纵线形指标、视距等,所采用的行车速度,称为设计速度。它是在气候良好、车辆行驶只受道路本身条件影响时,具有中等驾驶技术的人员能够安全、顺适驾驶车辆的速度。

道路设计速度根据道路的等级、功能及交通组成,并结合沿线地形、地质等状况,经土地利用、控制条件、工程性质、经济发展、投资等因素综合分析论证确定,如表 1-4 所列。

各级公路设计速度 表 1-4

公路等级	高速公路			一级公路			二级公路		三级公路		四级公路	
设计速度(km/h)	120	100	80	100	80	60	80	60	40	30	30	20

注:1. 一级公路作为干线公路且纵、横向干扰小时,宜采用设计速度 100km/h 或 80km/h,一级公路作为集散公路时,应结合混合交通量,平面交叉间距等对设计速度 60km/h 或 80km/h 进行论证比选。
2. 二级公路作为干线公路时,设计速度可选用 80km/h 或 60km/h,设计速度宜选用 60km/h,二级公路局部路段的设计速度可采用 40km/h,但长度不宜大于 10km,宜相邻路段的设计速度不应大于 60km/h。

各级公路的设计速度应根据公路的功能、等级,并结合沿线地形、交通组成等,经综合论证确定,不应仅考虑地形条件。

(1)高速公路设计速度不宜低于 100km/h,当受地形、地质等条件限制时,可以选用 80km/h。

(2)作为干线的一级公路,设计速度宜采用 100km/h,当受地形、地质等条件限制时,可采用 80km/h;作为集散的一级公路,设计速度宜采用 80km/h,当受地形、地质等条件限制时,设计速度可采用 60km/h。

(3)高速公路和作为干线的一级公路的特殊困难局部路段,且因新建工程可能诱发工程地质病害时,经论证,该局部路段的设计速度可采用 60km/h,但长度不宜大于 15km,或仅限于相邻两互通式立体交叉之间的路段。

(4)作为干线的二级公路,设计速度宜采用 80km/h,当受地形、地质等条件限制时,可采用 60km/h;作为集散的二级公路,设计速度可采用 60km/h,当受地形、地质等条件限制时,可采用 40km/h。

(5)三级公路设计速度宜采用 40km/h,当受地形、地质等条件限制时,可采用 30km/h。

(6)四级公路设计速度宜采用 30km/h,当受地形、地质等条件限制时,可采用 20km/h。

1.3.3 交通量

交通量是指在单位时间内通过道路某一点或某一断面的车辆数量或行人数量。前者称车流量,后者称人流量。交通量是道路规划、设计和交通规划、交通管理的依据。交通量的大小与经济发展速度、文化生活水平、气候、物产等多方面因素有关,并且随时间和空间的不同而变化。

1) 年平均日交通量(AADT)

将全年统计的日交通量总和除以全年总天数,所得平均值为年平均日交通量,单位为 pcu/d。它是确定道路等级的依据。

2) 平均日交通量(ADT)

平均日交通量为一年中给定时间段内统计所得双向车辆的总和除以观测期间内的总天数,所得平均值为平均日交通量,简称 ADT,单位为 pcu/d。平均日交通量可采用抽样观测的方法获得,也可按月或按周观测统计得月平均日交通量(MADT)或周平均日交通量(WADT),表达式概括为:

$$\text{平均日交通量} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q \quad (1-1)$$

式中: Q ——各规定时间段内的双向交通量(pcu/d);

n ——各规定时间段的天数。

$$\text{AADT} = \frac{1}{365} \sum_{i=1}^n Q \quad (1-2)$$

$$\text{WADT} = \frac{1}{7} \sum_{i=1}^n Q \quad (1-3)$$

3) 高峰小时交通量

一天中各小时的交通量不均衡,一般上、下午各有一个高峰。交通量呈现高峰的那一个

小时,称为高峰小时。所以,一定时间内(通常指一日或上午、下午)出现的最大小时交通量称为高峰小时交通量。

4) 设计小时交通量

作为道路规划和设计依据的交通量,称为设计交通量。进行道路规划和设计,必须考虑交通量随时间变化出现高峰的特点。若以平均日交通量或平均小时交通量作为设计依据,必将在很大一部分时间内不能满足实际交通量的通行而发生交通拥挤阻塞;若按年最大的

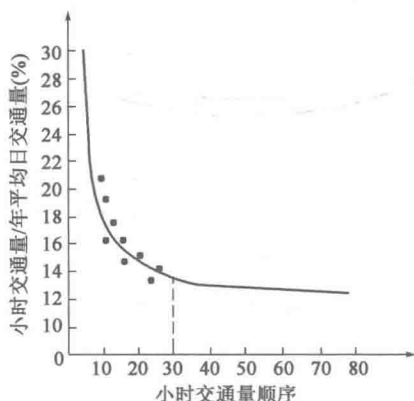


图 1-1 第 30 位小时交通量

小时交通量的通行要求,又会因偏大而浪费。美国和日本的研究认为,取一年的第 30 位最大小时交通量作为设计小时交通量。即将第一年中测得的 8760h 交通量按大小顺序排列,取序列号为第 30 位的小时交通量作为设计交通量,如图 1-1 所示。

第 30 位小时交通量以上,曲线斜率较大,而在第 30 位小时交通量以下,曲线变得平缓。采用第 30 位小时交通量做设计,全年只有 29 个小时的交通量超出交通设施的容量,保证率达到 99.67%。

第 30 位小时交通量与年平均日交通量比值,称为第 30 位小时交通量系数,以 K 表示。根据对我国国家干线公路 9 个省的 10 个观测站的资料统计得出, K 值的分布为 11% ~ 15%,平均为 13.3%。

《城规》把系数 K 称为设计高峰小时交通量与年平均日交通量的比值。 K 值的分布在 7% ~ 12%。当城市道路交通量饱和度较高时, K 值较小;当交通量饱和度较低时, K 值较大。

设计小时交通量根据 K 值和通过预测推算设计年末预期的平均日交通量求得。

设计年限年平均日交通量的推求:一般应由规划部门整理的 OD 调查表,并经远景出行分布分配到道路上的数据取得。若无此数据,改建道路可以调查年的交通量为准,推算增长交通量、吸引交通量与发展交通量,从而估算出远景年平均日交通量或平均日交通量。新建道路可根据邻近道路转移到新路的交通量进行估算。

增长交通量可按下列公式计算:

$$N_t = (1 + \gamma)^{t-i} \times N_i \quad (1-4)$$

式中: N_t ——设计年限第 t 年的交通量(pcu/d);

t ——设计年限,指确定道路宽度而采用的交通量增长年限,在该年限内车行道的宽度能满足道路交通增长的要求;

N_i ——起算年份的交通量(pcu/d);

γ ——交通量的年增长率。

交通量的增长率 γ 应由各地分别确定。它与当地的社会经济发展有关,确定过程中宜用多种途径反复求证。

吸引交通量,是指道路改善后或新路出现时吸引过来的交通量,应由各项交通资料的综合分析得出。一般由交通工程研究部门提供。

发展交通量,是指随道路两侧建筑物而增加的交通量,可根据未来建筑物性质预估。一

般由规划部门提供。

$$AADT = \frac{C_d N}{K}$$

(1-5)

式中:AADT——预测年的年平均日交通量(pcu/d);
K——设计小时交通量系数,即设计高峰小时交通量与年平均日交通量的比值,当不能取得年平均日交通量时,可用有代表性的平均日交通量;
 C_d ——一条车道的设计通行能力(pcu/d);
N——单向车道数。

5) 交通量的换算

统计交通量所得的结果是混合交通量。为计算交通量,应将各种车辆在一定的道路条件下的时间和空间占有率进行换算,从而得出各车种间的换算系数。我国公路和城市道路均以小客车为标准换算车辆,换算系数见表 1-5。

汽车代表车型及车辆折算系数表 1-5

汽车代表车型	车辆折算系数	说 明
小客车	1.0	座位≤19 座客车和载质量≤2t 的货车
中型车	1.5	座位>19 座客车和载质量>2t, ≤7t 的货车
大型车	2.5	7t<载质量≤20t 的货车
汽车列车	4.0	载质量>20t 的货车

1.3.4 交通量的设计年限

- (1)高速公路和一级公路设计交通量预测年限为 20 年;二、三级公路设计交通量预测年限为 15 年;四级公路可根据实际情况确定。
- (2)设计交通量预测年限的起算年为该项目可行性研究报告中的计划通车年。
- (3)城市道路道路交通量达到饱和状态时的道路设计年限为:快速路、主干路应为 20 年;次干路应为 15 年;支路宜为 10~15 年。

1.4 道路通行能力与服务水平

1.4.1 道路路段通行能力

通行能力是道路规划、设计及交通管理的基本依据,其具体数值随道路等级、线形、路况、交通管理与交通状况的不同而有明显变化。此外,道路通行能力还受交叉口通行能力的制约。

1) 通行能力的基本概念

道路通行能力是指在一定的道路和交通条件下道路上单位时间内通过某一断面的最大车辆数或行人数量。

道路通行能力与交通量概念不同,交通量是指某时段内实际通过的车辆数,一般交通量

均小于道路通行能力。在小得多的情况下,驾驶员可以自由行驶、变更车道、转移车道,还可以超车。交通量等于或者接近道路通行能力时,车辆行驶的自由度就明显降低,一般只能以同一速度列队循序行进。当交通量稍微超过通行能力时,车辆就会出现拥挤甚至阻塞。道路通行能力是在一定条件下通过车辆的极限值。

道路通行能力是道路交通特征的一项重要指标,它是道路路线与交通设施方案比选的依据,也是道路改建的依据。

2) 机动车通行能力类别

(1) 基本通行能力

机动车的基本通行能力是指在理想的道路、交通、控制和环境条件下,在单位时间内通过一条车道或道路均匀路段或交叉口某一断面的最大车辆数。

(2) 实际通行能力

一条车道的实际通行能力:

$$N_p = \frac{3600}{t_i}$$

(1-6)

式中: N_p ——一条车道实际通行能力(pcu/h);
 t_i ——连续小客车车流平均车头时距(s/pcu)。

道路路段一条车道的通行能力见表 1-6。

道路路段一条车道的通行能力							表 1-6
设计速度(km/h)	100	80	60	50	40	30	20
基本通行能力[pcu/(h·ln)]	2200	2100	1800	1700	1650	1600	1400
设计通行能力[pcu/(h·ln)]	2000	1750	1400	1350	1300	1300	1100

注:表中单位[pcu/(h·ln)]含义为当量标准小客车/小时/车道。

(3) 设计通行能力

设计通行能力系指道路交通的运行状态保持在某一设计的服务水平时,道路上一车道的通行能力。所谓服务水平,主要以道路上的运行速度和交通量与通行能力之比综合反映道路的服务质量,服务水平高、车速快、驾驶自由度大而舒适,这时,相应服务水平的通行能力小,反之,低服务水平的通行能力大。

1.4.2 服务水平分级

服务水平是描述交通流之间的运行条件及其对汽车驾驶员和旅客感觉的一种质量测定标准。服务水平一般由下列要素反映,即速度、行驶时间、驾驶自由度、交通间断、舒适和方便以及安全等。所以,服务水平的好坏,在设计车速确定的前提下,主要与路段上的交通大小即负荷度 V/C 有关(V 为交通量; C 为通行能力),在达到基本通行能力之前,交通量越大,则交通密度也越大,而车速越低,运行质量也越差,即服务水平越低。达到基本通行能力之后,则交通量不可能再增加,而是运行质量越低,交通量也越低,但交通密度仍越高,直至车速下降为零。

我国公路服务水平现分为六级,根据交通状态,各级服务水平定性描述如下。

(1) 一级服务水平:交通流处于完全自由状态,交通量小,速度高,行车密度小,驾驶员能

自由按照自己的意愿选择所需速度,行驶车辆不受或基本不受交通流中其他车辆的影响。在交通流内驾驶的自由度很大,可为驾驶员、乘客或行人提供非常优越的舒适性和方便性。较小的交通事故或行车障碍的影响容易消除,在事故路段不会产生停滞排队现象,很快就能恢复到一级服务水平。

(2) 二级服务水平:交通流状态处于相对自由流状态,驾驶员基本上可按照自己的意愿选择行驶速度,但是要开始注意交通流内有其他使用者,驾驶舒适性较高,较小交通事故或行车障碍的影响容易消除,在事故路段的运行服务情况比一级差些。

(3) 三级服务水平:交通流状态处于稳定流的上半段,车辆间的相互影响变大,选择速度受到其他车辆的影响,变换车道时驾驶员要格外小心,较小交通事故仍能消除,但事故频发路段的服务质量大大降低,严重的阻塞使后面形成排队车流,驾驶员心情紧张。

(4) 四级服务水平:交通流处于稳定范围下限,但是车辆运行明显地受到交通流内其他车辆的相互影响,速度和驾驶的自由度受到明显限制。交通量稍微增加就会导致服务水平的明显降低,驾驶舒适性降低,即使较小的交通事故也难以排除,会形成很长的排队车流。

(5) 五级服务水平:为交通拥堵流的上半段,其下是达到最大交通能力时的运行状态。对于交通流的任何干扰,例如车流从匝道驶入或车辆变换车道,都会在车流中产生一个干扰波,交通流不能消除它,任何交通事故都会形成长长的排队车流,车流行驶灵活性极端受限,驾驶舒适性很差。

(6) 六级服务水平,是拥堵流的下半段,是通常意义上的强制流或阻塞流。这一服务水平下,交通设施的交通需求超过其允许的通过量,车流排队行驶,列队中的车辆出现停停走走现象,运行状态极不稳定。

服务水平感性认识如图 1-2 所示。

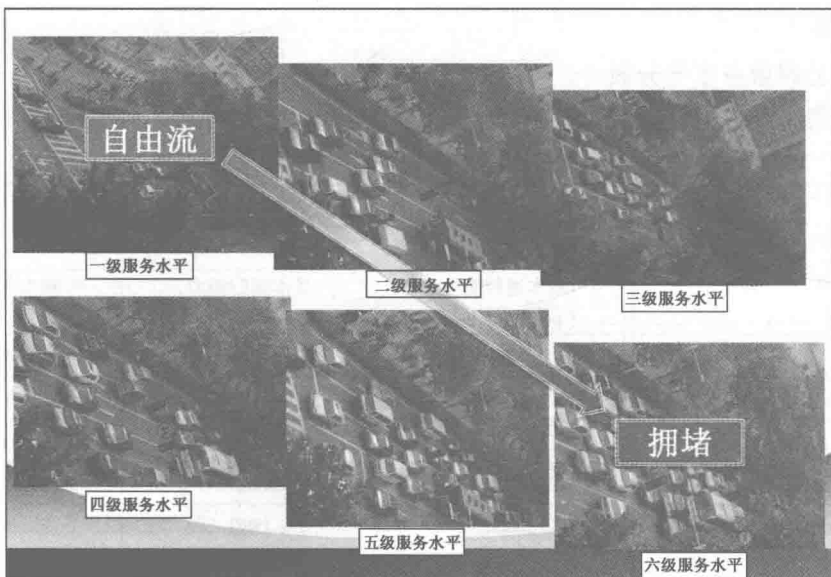


图 1-2 服务水平感性认识

各级公路设计服务水平应不低于表 1-7 的规定。

各级公路设计服务水平 表 1-7

公路等级	高速公路	一级公路	二级公路	三级公路	四级公路
服务水平	三级	三级	四级	四级	—

注:1. 一级公路用作集散公路时,设计服务水平可降低一级。
2. 长隧道及特长隧道路段、非机动车及行人密集路段、互通式立体交叉的分合流区以及交织区段,设计服务水平可降低一级

1.4.3 各级公路服务水平

1) 高速公路路段的服务水平分级

高速公路路段的服务水平分级见表 1-8。

高速公路路段的服务水平分级 表 1-8

服务水平等级	V/C	设计速度(km/h)		
		120	100	80
		基本通行能力 [pcu/(h·ln)]	基本通行能力 [pcu/(h·ln)]	基本通行能力 [pcu/(h·ln)]
一	$V/C \leq 0.35$	750	730	700
二	$0.35 < V/C \leq 0.55$	1200	1150	1100
三	$0.55 < V/C \leq 0.75$	1650	1600	1500
四	$0.75 < V/C \leq 0.90$	1980	1850	1800
五	$0.90 < V/C \leq 1.00$	2200	2100	2000
六	$V/C > 1.00$	0~2200	0~2100	0~2000

注:V/C 是在基准条件下,最大服务交通量与基准通行能力之比,基准通行能力是五级服务水平条件下对应的最大小时交通量。

2) 一级公路服务水平分级

一级公路服务水平分级见表 1-9。

一级公路路段服务水平等级 表 1-9

服务水平等级	V/C	设计速度(km/h)		
		100	80	60
		基本通行能力 [pcu/(h·ln)]	基本通行能力 [pcu/(h·ln)]	基本通行能力 [pcu/(h·ln)]
一	$V/C \leq 0.3$	600	550	480
二	$0.3 < V/C \leq 0.5$	1000	900	800
三	$0.5 < V/C \leq 0.7$	1400	1250	1100
四	$0.7 < V/C \leq 0.90$	1800	1600	1450
五	$0.90 < V/C \leq 1.00$	2000	1800	1600
六	$V/C > 1.00$	0~2000	0~1800	0~2600

注:V/C 是在基准条件下,最大服务交通量与基准通行能力之比,基准通行能力是五级服务水平条件下对应的最大小时交通量。