



普通高等教育土木与交通类“十三五”规划教材

交通土建工程概论

主 编 孙宝芸

副主编 张怀志 王占飞 曹 悦



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育土木与交通类“十三五”规划教材

交通土建工程概论

主 编 孙宝芸

副主编 张怀志 王占飞 曹 悦



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本教材着重介绍道路桥梁与渡河工程专业学习的基本知识体系，全书共6章，对交通工程、道路工程、桥梁工程、隧道工程、铁路工程和机场工程等作了概括性的介绍，以使了解交通土建工程设计的内容、发展过程和最新发展情况。为了使更好地理解交通基础设施的设计依据，本教材还介绍了交通工程方面的理论基础知识；为了加强民族文化教育和专业素质教育，本教材介绍了我国桥梁工程的起源以及桥梁技术的发展等内容。本教材尽可能从学科概论的角度出发，综合描绘道路桥梁与渡河工程专业涉及的基础知识，反映学科的综合性和社会性和先进性。

本教材可供高等院校道路桥梁与渡河工程、交通工程、测量、交通运输等专业师生使用，还可供交通土建工程设计相关人员参考。

图书在版编目（C I P）数据

交通土建工程概论 / 孙宝芸主编. -- 北京：中国水利水电出版社，2018.9
普通高等教育土木与交通类“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5170-6973-7

I. ①交… II. ①孙… III. ①道路工程—土木工程—高等学校—教材 IV. ①U41

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第225164号

书 名	普通高等教育土木与交通类“十三五”规划教材 交通土建工程概论
作 者	JIAOTONG TUJIAN GONGCHENG GAILUN 主 编 孙宝芸 副主编 张怀志 王占飞 曹 悦
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京合众伟业印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 12.25印张 282千字
版 次	2018年9月第1版 2018年9月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	30.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

近年来,随着经济的迅速发展,我国交通基础设施建设取得了巨大成就,道路桥梁与渡河工程专业的人才供不应求。道路桥梁与渡河工程是一门综合道路工程、桥梁工程与渡河工程的工学土木类专业,其前身为土木工程专业交通土建方向。2012年随着国家普通高等教育本科专业的调整,成为土木工程、交通运输工程一级学科下的新兴专业。为了培养高质量的道路桥梁与渡河工程专业人才,满足专业发展需求,高等院校专业教学迫切需要专业概论性教材,以使學生入学后能够及时、尽早地了解本专业的的基础知识和内容体系。

目前,同类教材主要集中介绍道路与桥梁工程建设方面的基础知识,对道路的设计依据、隧道工程、铁道工程以及机场工程等方面的知识介绍较少。因此,本教材在编写过程中考虑教学的实际需求,既介绍了道路工程与桥梁工程的基础知识,又介绍了交通工程、隧道工程、铁道工程以及机场工程的相关知识。本教材增加了交通工程部分的理论基础知识,以使學生更好地理解交通基础设施的设计依据。为了加强民族文化教育和专业素质教育,本教材还介绍了我国桥梁工程的起源以及桥梁技术的发展等内容。

教材第1章、第2章2.1节、第5章的内容由孙宝芸编写,第2章2.2~2.4节、第6章的内容由张怀志编写,第3章由王占飞编写,第4章由曹悦编写。全书由王占飞教授和孙宝芸老师统稿。沈阳建筑大学董雷整理了部分资料和插图。

本教材的编写参考了相关教材、专著,并结合了最新标准规范,在此向这些文献作者表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,加之本教材脱稿时间仓促,不足之处在所难免,敬请读者指正。

编者

2018年5月

前言

第 1 章 交通工程	1
1.1 概述	1
1.2 交通特性分析	2
1.3 交通流的特性	12
1.4 交通调查	21
1.5 交通流理论	22
1.6 道路通行能力与服务水平	28
1.7 道路交通规划	33
1.8 交通管理与控制	37
第 2 章 道路工程	46
2.1 道路路线设计	46
2.2 路基工程	62
2.3 路面工程	74
2.4 道路养护与管理	94
第 3 章 桥梁工程	103
3.1 桥梁组成与分类	103
3.2 我国桥梁的起源	109
3.3 现代桥梁总体规划和设计要点	115
3.4 桥梁技术的发展	121
第 4 章 隧道工程	123
4.1 概述	123
4.2 公路隧道工程土建结构	124
4.3 公路隧道工程设计	134
4.4 公路隧道工程养护	145

第 5 章 铁路工程.....	153
5.1 概述	153
5.2 铁路线路的路线设计.....	157
5.3 路基及桥隧建筑物.....	160
5.4 轨道	167
5.5 工务工作	174
第 6 章 机场工程.....	177
6.1 概述	177
6.2 机场发展史	178
6.3 机场系统	182
6.4 机场基本构型	185
参考文献.....	187

1.1 概述

1.1.1 交通工程学的定义

交通工程学是一门研究道路交通中各种交通现象基本规律及其应用的一门正在发展中的新兴学科。由于人们认识角度、观点和研究方法的不同,对其定义有多种说法。

早在 20 世纪 30 年代,世界上第一个交通工程学会——美国交通工程师协会将交通工程学定义为:交通工程学是研究道路规划、几何设计及交通运行,研究道路网、车站及与它们相邻接的土地与交通工具的关系,以便使人和物的移动达到安全、有效和便利的学科。

1983 年,美国交通工程师协会在其会员指南中又将交通工程学重新定义为:交通工程学是运输工程的一个分支,涉及规划、几何设计、交通管理和道路网、终点站、毗连用地,还研究与其他运输方式的关系。

交通工程学著名学者布伦顿教授对交通工程学下的定义是:交通工程学是关于交通和旅行的计测科学,是研究交通流和交通发生的法则的科学。为了使人和物安全而有效地移动,人们把这些科学知识应用于交通系统的规划、设计和运行领域。

我国某些交通工程学学者认为:交通工程学是研究交通规律及应用的一门技术科学。所谓研究交通规律是指认识交通系统各部分之间的内在的必然联系,找出交通需求和变化特性,主要包括交通生成、交通分布、交通流流动、交通增长、停车等规律。所谓应用就是根据这些规律,通过规划、工程、组织管理、法规制定与执行等各种科学措施,来改善现有道路交通系统,提供更好的交通保证。

我国《交通工程手册》中给出的定义:交通工程学是研究道路交通中人、车、路、环境之间的关系,探讨道路交通的规律,建立交通规划、设计、控制与管理的理论方法,以及有关设施、装备、法律和法规等,使道路交通更加安全、高效、快捷、舒适的一门技术科学。

1.1.2 交通工程学的主要内容

随着社会经济科学技术与市场全球化的发展和交通需求的增长,交通工程学得

到了迅速的发展,从而使交通工程学科的内容日益丰富。交通工程学研究的主要内容有以下几个部分:

(1) 交通特性。交通特性包括交通系统各组成部分的个体特征和整体交通流特征。包括人、车辆、道路时空分布规律与交通流的特性。

(2) 交通调查。交通调查主要包括交通量调查、车速调查、交通密度调查、交通起讫点调查、延误调查、交通事故调查、停车调查等基本调查项目。另外,调查方法、观测数据分析等也都是交通工程学所研究的内容。

(3) 交通流理论。交通流理论是研究如何运用数学、物理学等自然科学原理,建立交通流的数学模型,用来描述各种不同交通状态和条件下的交通流特性,并运用模型进行交通流模拟、交通治理方案设计、交通事故分析等理论。目前已应用概率论、动力学与流体力学理论,从宏观和微观方面研究连续车流、间断车流和混合车流的变化规律。

(4) 交通规划。交通规划是解决现代交通问题的一项重要基础措施,主要研究运量的发生、分布、流动等需求的发展变化规律以及满足此项需求的方式、方法和相应的工程与管理措施。

(5) 交通法规。交通法规是根据交通特性与法学原理制定的维护交通秩序、保证交通安全畅通的规则、条例、规定和办法,是调节人、车、路相互关系的准则。交通法规研究内容包括交通法规的完善、执法效果及交通违章等方面。

(6) 交通管理与控制。交通管理与控制主要研究组织、指挥、控制和管理交通的政策、技术、方法、措施、设备,以充分发挥路网、道路和交叉口的潜力,保障交通安全畅通。在我国,研究适用混合交通特点的交通理论和综合治理技术是交通管理与控制的重要内容。

(7) 交通安全。交通安全的研究内容包括交通事故发生的统计分布规律、交通事故影响因素分析、交通安全评价、安全措施及其效益分析与评价、交通事故预测等内容。

除此之外,城市交通、停车设施规划与管理、交通环境保护和新交通体系及设施的研究等内容也都是交通工程学的重要研究内容。

1.2 交通特性分析

道路交通系统的基本要素是人、车、路,因此对人、车、路进行交通特性分析,是交通工程学的一项基本内容,它在交通管理与控制中起着非常重要的作用。它既是合理、科学地进行交通规划、交通营运管理的前提和基础,又是研究各种交通流特性的重要依据。

1.2.1 人的交通特性

道路交通系统中的人包括驾驶员、骑自行车的人、行人和乘客。

1.2.1.1 驾驶员的交通特性

1. 驾驶员的视觉特性

驾驶员在交通环境中 80% 的信息是通过视觉器官获得的,因此驾驶员的视

觉机能直接影响到信息的获取和行车安全。外界刺激经过视觉器官在大脑中引起生理反应，称为视觉。对于驾驶员的视觉机能，主要从以下几方面来考察：

(1) 视力。眼睛辨别物体大小的能力称为视力。视力可分为静视力、动视力和夜视力。静视力即人体静止时的视力。我国对驾驶员的视力要求是：两眼视力各为 0.7 以上（或两眼裸视力不低于 0.4，但矫正视力必须达到 0.7 以上），且无红、绿色盲。

动视力是汽车运动过程中驾驶员的视力。动视力随车速的增大而迅速降低。同时动视力还与驾驶员的年龄有关，年龄越大，动视力越差，如图 1.2.1 所示。

夜视力受某些因素的影响，位于明亮地方的物体容易被看见，位于昏暗地方的物体不易被看见。对同一速度的物体，照度增加，视力增加。夜间行车，在无外部照明，只用汽车前灯照明的条件下，驾驶员的辨认距离见表 1.2.1。

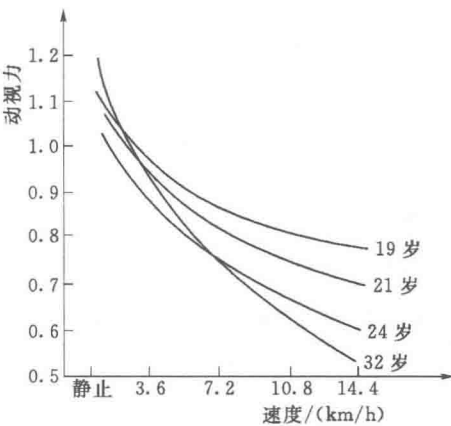


图 1.2.1 不同年龄时车速与动视力的关系图

表 1.2.1 夜间行车时驾驶员的辨认距离 单位：m

行人衣着的颜色	白	黑	乳白	红	灰	绿
能发现行人衣着颜色的距离	82.5	42.8	76.6	67.8	66.3	67.6
能确认是某种颜色的距离	42.9	18.8	32.1	47.2	36.4	36.4
能判断其移动方向的距离	19.0	9.6	13.2	24.0	17.0	17.8

由表 1.2.1 可知，在夜间，驾驶员能看清行人的距离与行人身着衣服的颜色有关。为了让驾驶员在夜间能迅速发现在路旁或路面上作业的人员，作业人员必须穿黄色反光安全服。

由于汽车前灯光线较暗，所以物体在车前的位置越低，夜间越容易被发现。交通标志杆的下部，应经常清洗刷漆，以便于驾驶员辨认。

(2) 视力适应。视力还与亮度、色彩等因素有关。视力从暗到亮或从亮到暗都要有一个适应过程。人眼从暗处到明处的适应过程称为明适应。明适应较快，由暗处到亮处的影响不过数秒至 1min。暗适应是指人眼从明处到暗处的适应过程。如进入暗室时，人眼适应所需时间约为 15min，完全适应则需 30min 以上。

(3) 炫目。俗称晃眼。若视野内有强光照射，颜色不均匀，人的眼睛易产生不舒适感，形成视觉障碍，这就是炫目。夜间行车，对向来车的前灯强光照射，最易使驾驶员产生炫目现象。强光照射中断以后，视力从眩光影响中恢复过来需要的时间，从亮处到暗处大约需要 6s，从暗处到亮处约需 3s。视力恢复时间的长短与刺激光的亮度、持续时间、受刺激人的年龄有关。

与眩光有关的另一种现象是消失现象，即当某一物体（例如行人）同时受到对向车与自己车车灯的照射，驾驶员在某一相对距离内完全看不清该物，物体呈

消失状态。一般站在路中心线的行人在双向车辆距行人约 50m 时，呈现消失现象，驾驶员将辨认不出行人。所以，行人在夜间横穿马路时，站在中心处是很危险的。

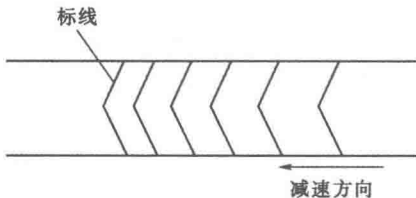
(4) 色视觉。驾驶员对不同颜色的辨认和感觉是不一样的。红色光刺激性强，易见性高，使人产生兴奋、警觉；黄色光亮度最高，反射光强度最大，易唤起人们的注意；绿色光比较柔和，给人以平静、安全感。交通工程学中将红色光作为禁行信号，黄色光作为警告信号，绿色光作为通行信号。交通标志的色彩配置也是根据不同颜色使驾驶员产生的不同生理、心理反应而确定的。

(5) 视野。两眼注视某一目标，注视点两侧可以看到的范围称为视野。视野分为静视野和动视野。视野受到视力、速度、颜色、体质等多种因素影响。随着车速增大，驾驶员的视野明显变窄，注视点随之远移，两侧景物变模糊，只注意到景象中心而置两侧于不顾，这种现象称为隧洞视。驾驶员视野与行车速度的关系见表 1.2.2。

表 1.2.2 驾驶员视野与行车速度的关系		
行车速度 /(km/h)	注视点在车辆前方的距离 /m	视野 /(°)
40	183	90~100
72	366	60~80
105	610	40

(6) 视觉敏锐度。视觉敏锐度是指分辨细小的或遥远的物体或物体细部的能力。这里的大小用视角来表示。视觉敏锐度的基本特征在于辨别两点之间距离的大小，因此，也可以把它看作视觉的空间阈值。良好的视觉敏锐度可以在较短时间内认知和确认目标，这时发生的任何刺激，都能减少总反应时间。

(7) 视错觉。视错觉是对外界事物的不正确的知觉。视错觉可能是生理和心理因素引起的。当前的知觉与过去的经验相矛盾或者思维推理上的错误等，都是造成错觉的原因。视错觉常常会造成交通事故。但人们可以从视错觉产生的机理出发，变不利为有利，利用视错觉为提高道路交通安全服务。在交通工程中，常应用视错觉现象设置减速标线，如图 1.2.2 所示。



(a) 鱼刺形减速标线示意图



(b) 菱形减速标线实景图

图 1.2.2 速度错觉标线

2. 驾驶员的操纵反应特性

驾驶员在驾驶车辆过程中，首先通过自己的感官（主要是眼、耳）从外界环境接受信息，产生感觉（视觉和听觉），然后通过大脑一系列的综合反应产生知觉。知觉是对事物的综合认识。在知觉的基础上，形成所谓“深度知觉”，如目测距离、估计车速和时间等。最后，驾驶员凭借这种“深度知觉”形成判断，从而指挥操作。

反应是由外界因素的刺激而产生的知觉-行为过程。它包括驾驶员从视觉产生认识后，将信息传到大脑知觉中枢，经判断，再由运动中枢给四肢发出命令，开始动作。知觉-反应时间是控制汽车行驶性能最重要的因素，如图 1.2.3 所示。

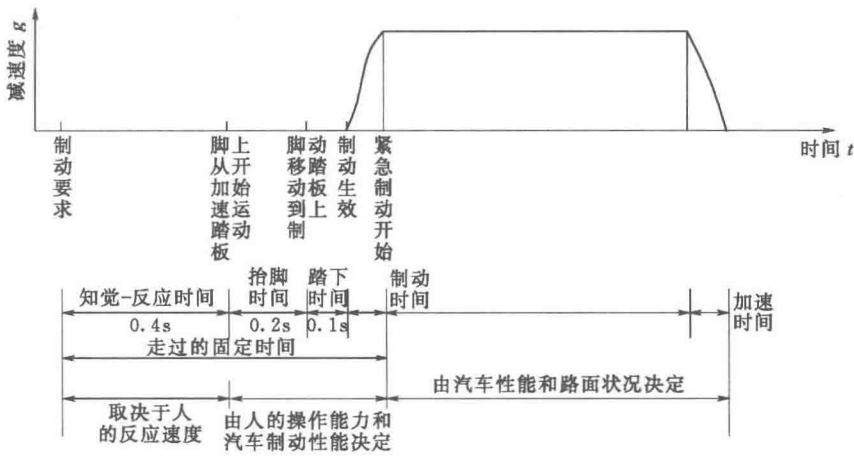


图 1.2.3 知觉-反应时间和驾驶员制动操作示意图

驾驶员开始制动前最少需要 0.4s 的知觉-反应时间，产生制动效果需 0.3s 时间，共计 0.7s。根据美国各州公路工作者协会规定，判断时间为 1.5s，作用时间为 1s，故从感知、判断、开始制动，到制动发生效力全部时间通常按 2.5~3.0s 计算。道路设计中以此作为制动距离的基本参数。反应时间的长短取决于驾驶员的素质、个性、年龄、对反应的准备程度以及工作经验。

3. 驾驶员的疲劳驾驶

疲劳驾驶是指驾驶员在驾驶车辆时，由于驾驶作业（长距离行驶、睡眠不足、景观单调等）而引起的生理机能或心理机能的失调，造成动作迟缓、反应下降。造成驾驶疲劳的因素可以分为驾驶员生活上的因素、驾驶中的因素以及驾驶人员条件。

长时间驾驶车辆是产生驾驶疲劳的主要原因。据有关部门统计，连续驾车 3h 后有 60% 的驾驶员出现疲劳征兆。在发生交通事故的驾驶员中有 20% 是驾驶 4h 之后发生的，7h 后事故发生率明显增大。

4. 饮酒与驾驶

饮酒使驾驶员的色彩感觉与触觉能力下降，注意力下降，支配力下降，事故增多。实验证明，体内酒精浓度为 0.8‰，驾驶能力有所下降；酒精浓度为 1.1‰时，驾驶能力下降 15%；酒精浓度为 1.5‰时，驾驶能力下降 39%。实践表明，酒后开车多产生恶性事故，因此各国都规定禁止酒后开车。

驾驶员血液中的酒精浓度与行车事故的关系见表 1.2.3。

5. 驾驶员的差异

在拟定道路设计标准、汽车结构尺寸时，在对事故进行分析并采取安全措施时，要考虑驾驶员的各种特点，如性别、年龄、气质、知识水平、驾驶技术熟练程度、精神状态等。设计取值一般根据满足 85% 驾驶员的需要为度，对其余 15% 的驾驶员的变化只予以适当考虑。

表 1.2.3 驾驶员血液中的酒精浓度与行车事故发生的倍比关系

血液中的酒精浓度/‰	行车事故			血液中的酒精浓度/‰	行车事故		
	死亡	伤	损		死亡	伤	损
0.0	1.00	1.00	1.00	0.8	4.42	3.33	1.77
0.1	1.20	1.16	1.07	0.9	5.32	3.87	1.90
0.2	1.45	1.30	1.15	1.0	6.40	4.50	2.04
0.3	1.75	1.57	1.24	1.1	7.71	5.23	2.19
0.4	2.10	1.83	1.33	1.2	9.29	6.08	2.35
0.5	2.53	2.12	1.43	1.3	11.18	7.07	2.52
0.6	3.05	2.47	1.53	1.4	13.46	8.21	2.71
0.7	3.67	2.87	1.65	1.5	16.21	9.55	2.91

下面简单叙述驾驶员的几点差异：

(1) 性别差异。一般而言，男性多为外倾型（心理活动表现在外、开朗、活跃、善交际）、积极、富有正义感和意志决定能力；女性为内倾型（深沉、文静、反应迟缓、顺应困难）、直观、情绪不定。

(2) 年龄差异。有关科研人员曾对 326 名驾驶员进行一般情况和紧急情况下的驾驶考试，结果表明：一般情况，驾驶员随年龄增高（不超过 45 岁）得分多，事故少；在紧急情况下驾驶，年龄在 20~25 岁者得分高，事故少，年龄大者成绩差。

超速、违章、冒险行车者青年居多。老年人对交通标志、弯道、障碍判断不清，反应迟钝易肇事。

(3) 气质差异。气质是人典型、稳定的心理特点，表现在各种各样活动中因人而异，不以活动的内容、目的和动机为转移。

古希腊著名医生希波克拉特观察到不同人有不同气质。他认为人体内有四种体液——血液、黏液、黄胆汁和黑胆汁，机体的状态决定于四种体液的混合比例，分别由某种体液占优势而产生四种气质。

1.2.1.2 行人交通特性

行人交通是道路交通系统的重要组成部分。行人因穿越道路不当，突然冲入车行道、闯红灯、徘徊、抢行，或老人反应迟钝、小孩在道路上玩耍等，都会造成交通事故。因此，在研究交通系统的交通安全问题时，必须重视行人交通特性的研究，对行人交通加强管理，以减少行人交通事故，保证交通安全。

我国道路交通的特点是混合交通，自行车、行人占很大的比例。在人车混行、快慢不分的情况下，行人交通事故相当严重，其中行人死亡人数占总交通死亡人数的 30% 左右。在行人交通事故死亡者中，小孩、老人多于成年人，农民多于城镇职工。

行人的交通特性主要有行人交通需求、行人心理特征、行人过街特性、行人道路设施使用特性等。

1. 行人交通需求

行人在交通过程中具有省力、独立、连续等交通需求。

2. 行人心理特征

包括行人行为的动机、目的和交通行为习惯等。行人交通省力一般是最主要的

动机,因此多数行人喜欢走捷径,往往为避开与人或物冲突而保持一定速度,不顾信号和往来的其他车辆而强行穿越,由于自己发慌、着急而打乱了步调;不加考虑,不留神走捷径;受别人影响产生同样行动等。

3. 行人过街特性

单个人过街有三种情况、四种类型。三种情况是待机而行、抢行而过、适时而过。四种类型是均匀步速、中途停驻、中途加速、中途放慢。

(1) 过街等待时间。等待过街时间长短主要取决于汽车交通量、道路宽度、行人心理因素。交通量大,可穿越间隙小,等待时间长;反之则短。街道宽,等待时间长;街道窄,等待时间短,但事故多。女性较男性等待时间长;老年人较青年人等待时间长。上、下班等待时间短;购物和游玩等待时间长。

(2) 过街速度。男性的过街速度一般为 1.25m/s ;女性一般为 1.16m/s 。一般设计时,考虑到老、弱、残疾人的情况,可取 $1.0\sim 1.2\text{m/s}$ 。行人通过人行横道过程中,其速度是不均匀的。

4. 行人道路设施使用特性

根据调查,若行人沿人行横道过街和经天桥(或地道)过街用的时间大致相等时,约有 80% 的人喜欢用天桥(或地道)。若经天桥(或地道)的时间大于直接过街时间时,使用天桥或地下通道的人数下降。一旦超过一倍时间时,几乎无人使用天桥或地道。

日本的调查发现:人行横道距过街地点在 20m 以内时,才为人们乐于使用。由于种种原因,50% 以上的人不愿沿人行横道过街,因此人行横道地点要适当选择,对行人进行安全教育,同时采取一些措施,使行人走人行横道过街。

1.2.1.3 乘客的交通特性

1. 乘客的出行需求

乘客旅行的共同要求是安全、迅速、舒适。因此,线形设计、交通工具配备、交通设施布设都应考虑到这个总要求。

乘客都希望缩短出行时间,尽快到达目的地。人们经常见到的挤车现象,就是这种心理状态的具体表现。已在车上的乘客,希望中途一站不停,直达目的地。对于要乘车的旅客,希望出门就有车站,每辆车都停靠,来车就能上去。

2. 乘客出行反应

研究表明,汽车在弯道上行驶,当横向力系数大于 0.2 时,乘客有不稳定之感;当横向力系数大于 0.4 时,乘客感到站立不住,有倾倒的危险。汽车如果由直线直接转入圆曲线,并且车速较快,乘客就感到不舒服。因此,在公路线形设计中对于平曲线的最小半径和缓和曲线的长度均有明确规定的标准。

道路路面开裂、不平整,引起行车振动强烈,乘客受颠簸之苦,严重时使人感到头晕、恶心、欲呕吐。在山区道路,或陡边坡,或高填土,道路上行车,乘客看不到坡脚,易产生恐惧心理。如果在这种路段的路肩上设置护栏或放缓边坡,就可消除乘客的不安全心理。乘车时间过长,容易产生烦躁情绪。为此,路线的布设应考虑到美学要求,尽量将附近的自然景物、名胜古迹引入驾驶员和乘客的视野,使乘客在旅途中能观赏风光、放松精神、减轻疲劳感。

乘车拥挤不但消耗人的体力,而且给乘客心理上造成额外的压力。

由于体力、心理、生活、就业等方面的原因,城市居民对市内日常出行时间的容忍度是有一定限度的,见表 1.2.4。如果人们的居住地与目的地的距离超出了可容忍的最大出行时间,则人们对自己居住地的位置以及交通系统服务将产生不满。

表 1.2.4 市内不同出行目的的出行容忍时间 单位: min

出行目的	理想的出行时间	不计较的出行时间	能忍受的出行时间
就业	10	25	45
购物	10	30	35
游憩	10	30	85

3. 社会影响

乘车安全性、舒适性、满意性不仅对乘客个人的生理、心理有影响,同时也可能对社会产生预想不到的影响。上下班时间过长、多次换乘、过分的拥挤给乘客造成旅途疲劳、心理压力、情绪烦躁,从而产生下列情况:

- (1) 容易引起乘客纠纷, 发生过激行为。
- (2) 使乘客过分疲劳, 劳动效率降低。
- (3) 影响家庭和睦。
- (4) 引起居民对公交服务系统的不满。
- (5) 影响居民对社会生活和公共事业的态度, 或对政府产生不满。

在世界范围内，现代大城市的交通拥挤日益成为一个令人关注的社会问题。

1.2.2 车的交通特性

公路和城市道路所服务的车辆有小汽车、公共汽车、货车、摩托车、自行车等。道路设计标准必须满足这些车辆的行驶要求。小汽车的交通特征（例如驾驶员的视线高度、小汽车在高速行驶时的特征等）决定了道路设计的一些指标，例如竖曲线会车视距的保证，平曲线最小转弯半径、超高值的确定等。公共汽车、货车的尺寸、质量以及其他一些特性决定了车道宽度、竖向净空、路面桥梁荷载等。这些内容在道路设计中有详细论述。各种车辆的技术指标在有关手册中可以找到，这里只简单介绍几个要点。

1.2.2.1 设计车辆尺寸

车辆尺寸与道路设计、交通工程有密切关系。在我国《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)和《城市道路工程设计规范》(CJJ 37—2012)中都规定了机动车辆外廓尺寸界限,见表 1.2.5 和表 1.2.6。

表 1.2.5 《公路工程技术标准》(JTG B01—2014) 规定的设计车辆外廓尺寸

车辆类型	车辆外廓尺寸/m					
	总长	总宽	总高	前悬	轴距	后悬
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
载重汽车	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

表 1.2.6 《城市道路工程设计规范》(CJJ 37—2012) 规定的设计车辆外廓尺寸

车辆类型	车辆外廓尺寸/m					
	总长	总宽	总高	前悬	轴距	后悬
小客车	6	1.8	2.6	0.8	3.8	1.4
载重汽车	12	2.5	4.0	1.5	6.5	4.0
铰接客车	18	2.5	4.0	1.7	5.8+6.7	3.8

1.2.2.2 动力性能

汽车动力性能包括最高车速、加速度或加速时间、最大爬坡能力。最高车速 $V_{\max}$ 是指在良好的水平路段上，汽车所能达到的最高行驶车速 (km/h)。加速时间 t 分为原地起步加速时间和超车加速时间。原地起步加速时间是指汽车由 I 挡起步，以最大的加速度逐步换至高挡后达到某一预定的距离或车速所需要的时间。超车加速时间大多是用高挡或次高挡由 30km/h 或 40km/h 全力加速至某一高速度所需的时间来表示。爬坡能力用汽车满载时 I 挡在良好的路面上的最大爬坡度 $i_{\max}$ (%) 表示。

1.2.2.3 制动性能

汽车制动性能主要体现在制动距离或制动减速度上。制动距离 (L) 公式为

$$L=\frac{v^2}{254(\varphi\pm i)}$$

(1.2.1)

式中 v ——汽车制动开始时的速度，km/h；
 i ——道路纵坡度，%，上坡为正，下坡为负；
 φ ——轮胎与路面之间的附着系数。

汽车的制动性能还体现在制动效能的稳定性和制动时汽车的方向稳定性上。制动过程实际上是汽车行驶的动能通过制动器转化为热能，所以温度升高后，能否保持在冷状态时的制动效能对于高速时制动或长下坡连续制动都是至关重要的。方向稳定性是指制动时不产生跑偏、侧滑及失去转向能力的性能。制动跑偏与侧滑，特别是后轴侧滑是造成事故的重要原因。

1.2.3 路的交通特性

道路是汽车交通的基础、支撑物。道路必须符合其服务对象——人、货、车的交通特性，满足它们的交通需求。道路服务性能的好坏体现在量、质、形三个方面，即道路建设数量是否充分，道路结构能否保证安全，路网布局、道路线形是否合理。另外，还有附属设施、管理水平是否配套等。

1.2.3.1 道路分类分级

(1) 公路。公路是连接城市与城市、各城镇、乡村和工矿企业，主要供汽车行驶的郊外道路。公路网的等级划分有技术等级和行政等级两大类。技术等级分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路和四级公路共五级，另有等外公路。行政等级分为国道、省道、县道、乡镇道路共四级，另外还有专用道路。

(2) 城市道路。城市道路按照道路在道路网中的地位、交通功能及对沿线建筑物的服务功能等，可分为快速路、主干路、次干路和支路。

1.2.3.2 道路网布局

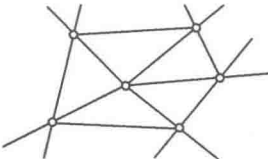
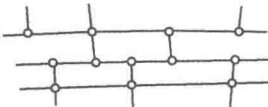
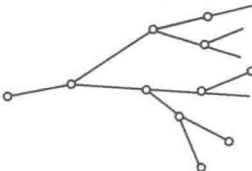
路网布局的好坏对整个运输系统的效率有很大影响，良好的路网布局可以大大

提高运输系统的效率，增加路网的可达性，节约大量的投资，节省运输时间和运输费用，达到良好的经济效益、社会效益与环境效益。

道路网体系一般分为公路网和城市道路网两大体系，并且这两大体系具有一定的关联性。公路网主要服务于区域、城际及乡村的交通联系，城市道路网主要服务于城市内部及其与外部的交通联系。不同的区域、不同的城市，不存在统一的路网布局模式。路网布局必须考虑所在区域的自然、社会、经济情况来选取。

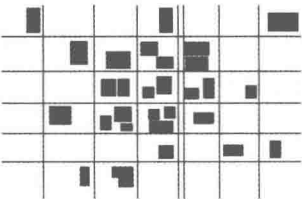
典型的公路网布局有放射形、三角形、并列形、树杈形等。这些布局形式的特点、性能见表 1.2.7。

表 1.2.7 典型公路网布局形式及其性能

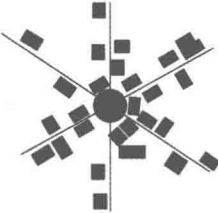
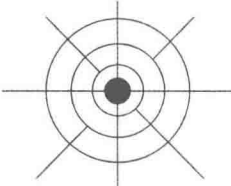
公路网布局形式	图 示	特 点 及 性 能
放射形路网		放射形路网，一般用于中心城市与外围郊区、周围城镇间的交通联系，对于发挥大城市的经济、政治、科技、文化中心作用，促进中心城市政治、经济、科技、文化对周围地区的辐射和影响有重要作用
三角形路网		三角形路网，一般用于规模相当的重要城镇间的直达交通联系。这种布局形式通达性好，运输效率高，但建设量大
并列形路网		平行的几条干线分别联系着一系列城镇，而处于两条线上的城镇之间缺少便捷道路连接，是一种不完善的路网布局
树杈形路网		树杈形的路网，一般是公路网中的最后一级，是从干线公路上分叉出去的支线公路，将乡镇、自然村寨与市、县政府联结起来

典型的城市道路网布局有棋盘形（方格形）、带形、放射形、放射环形等。我国古代城市道路以方格形最常见，近、现代城市发展了许多其他形式的道路布局。这些路网布局的特点和性能如表 1.2.8 所示。

表 1.2.8 典型城市道路网布局及其性能

城市道路网布局形式	图 示	特 点 及 性 能
棋盘形		布局严整、简洁，有利于建筑布置，方向性好，网上交通分布均匀，交叉口交通组织容易，但非直线系数大，通达性差，过境交通不易分流，对大城市进一步扩展不利。改进的方式是增加对角线道路，有时亦可加环形线路

续表

城市道路网 布局形式	图 示	特 点 及 性 能
带形		建筑物沿交通轴线两侧铺开，公共交通布置在主要交通干线范围内，横向靠步行或非机动车，有利于公共交通布线和组织，但容易造成纵向主干路交通压力过大，不易形成市中心。有时可布置几条平行线，在功能上适当分工。
放射形		交通干线以市中心为形心向外辐射，城市沿对外交通干线两侧发展，形成“指状”城市，这种布局具有带形布局的优点，同时缩短了到市中心的距离。缺点是中心区交通压力过大，边缘区相互之间交通联系不便，过境交通无法分流。改进的布局是增加环形线并使各放射干道不过分集中于市中心。
放射环形		这种布局具有通达性好、非直线系数小、有利于城市扩展和过境交通分流等优点，一般用于大城市，但不宜将过多的放射线引向市中心，造成市中心交通过分集中、交通压力大且对布置建筑物不利。

1.2.3.3 路网密度、线形及结构

1. 路网密度

要完成一定的客货运输任务，必须有足够的路网设施。路网密度是衡量道路设施数量的一个基本指标。一个区域的路网密度等于该区域内道路总长比该区域的总面积。一般地，路网密度越高，路网总的容量、服务能力越大，但这不是绝对的。道路网密度的大小应与一定的经济发展水平相当，与所在区域内的交通需求相适应，应使道路建设的经济性和服务水平，道路系统的社会效益、经济效益、环境效益得到兼顾和平衡。

公路网的合理密度可用下式来计算：

$$\gamma_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n Q_i d_i \alpha}{AF}}$$

(1.2.2)

- 式中
- γ_0 ——公路网的合理密度， km/km^2 ；

Q_i ——第*i*年区域内的总运输量，*t*；

d_i ——第*i*年运输单价，元/（*t*·*km*）；

α ——平均运距 L_P 与路网密度 γ_0 之间的回归系数，即 $L_P = \alpha/\gamma_0$ ；

A——单位里程的道路建设费，元/*km*；

F——规划区面积， km^2 ；

n——规划年限，*a*。

城市道路网密度、间距的选取应遵循以下两条原则：

- (1) 道路网密度、间距与不同等级道路的功能、要求相匹配。
- (2) 道路网密度、间距与城市不同区域的性质、人口密度、就业密度相匹配。