

Jianm ing Jiaotong G ongcheng X ue

简明交通工程学

朱永明 主编

常行宪 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书共分十章。主要内容有绪论、交通特性、交通调查与分析、交通流理论和应用、道路通行能力、公路网交通规划、交通管制、交通安全、停车场、交通环境。

本书可供中等与专科学校公路与桥梁工程专业、交通工程专业、交通规划专业、交通管理专业、汽车运输专业和交通民警专业的学生作教材,并可供相应的工程技术人员作参考。

简明交通工程学

朱永明 主编

常行宪 主审

插图设计:王惠茹 版式设计:崔凤莲 责任校对:张莹

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本: 印张: 字数: 千

1997 年 8 月 第 1 版

1997 年 8 月 第 版 第 次印刷

印数: 册 定价: 元

ISBN 7-114 -

前 言

本书是根据全国交通系统中等专业学校教材编审委员会《交通工程学基础》教学大纲(讨论稿)编写的试用教材。本书的教学目的是使学生系统地掌握交通工程的基本知识、基础理论、基本技能,为交通工程的深入研究和应用打下基础。本教材是路桥专业和其它相关专业的专业知识的重要配套教材,能使学生深化所学的专业基础知识。

本书第一、二、三、四、五、六、七章由广西交通学校朱永明编写,第八章由南宁市交警支队王燕敏编写,第九、十章由广西交通学校陆芳编写。

全书由广西交通学校朱永明主编;人民交通出版社常行宪主审。

本书突出中等专业学校教学特点,重点讲述了交通调查与分析、道路通行能力、公路网与交通规划等内容。本书语言通俗简明,列有计算实例,并附有思考题与习题,便于学生自学。

由于交通工程学在我国是一门新学科,我国的教学和工程实践尚属起步,故要使教材能符合我国中专教学的国情,实属非易,加上编写人员的水平所限,错误和不当之处在所难免,恳请读者批评指正,编者深表谢意。

编 者

1996年5月1日

目 录

第一章 绪论.....	1
第一节 交通工程学的定义和内容.....	1
第二节 交通工程学的产生和发展.....	4
第三节 本课程与其它学科的关系和任务.....	6
第二章 交通特性.....	8
第一节 人的交通特性.....	8
第二节 车的交通特性	17
第三节 路的交通特性	19
第四节 交通量基本特性	23
第五节 行车速度基本特性	31
第六节 行车密度特性	38
第七节 交通量、车速、密度之间的相互关系	41
第三章 交通调查与分析	46
第一节 概述	46
第二节 交通量调查	47
第三节 车速调查与密度调查	55
第四节 行车时间与延误调查	64
第五节 其它交通调查	67
第四章 交通流理论和应用	69
第一节 交通流统计分布	69
第二节 排队论	79
第三节 跟车论	87

第四节	流体动力学模拟理论	90
第五章	道路通行能力	97
第一节	概述	97
第二节	路段通行能力.....	100
第三节	平面交叉口通行能力.....	105
第四节	高速公路通行能力.....	112
第五节	自行车道通行能力.....	115
第六章	公路交通规划.....	118
第一节	概述.....	118
第二节	交通规划调查.....	119
第三节	交通预测.....	122
第四节	交通规划与路网规划.....	131
第五节	交通规划的评选.....	131
第七章	交通管制.....	133
第一节	概述.....	133
第二节	交通标志和标线.....	134
第三节	平面交叉口的交通控制.....	137
第四节	信号控制.....	140
第五节	高速公路的交通控制.....	144
第八章	交通安全.....	146
第一节	概述.....	146
第二节	交通事故分类.....	146
第三节	交通事故率.....	147
第四节	交通事故的成因与规律.....	149
第五节	交通事故调查和安全措施.....	151
第九章	停车场.....	155
第一节	机动车停车场设计.....	155
第二节	自行车停车场.....	159
第三节	公交站台设置.....	159
第十章	交通环境.....	161

第一节 概述.....	161
第二节 交通废气污染.....	162
第三节 交通噪声污染.....	164
附录 汽车保险条款.....	167
参考文献.....	170

第一章 绪 论

第一节 交通工程学的定义和内容

一、交通工程学的定义

交通工程学是一门发展中的新学科。由于各国交通工程学学者观点有差异,研究和认识交通工程学的方法不同,所以对交通工程学下的定义也不统一。

在本世纪 30 年代,世界上第一个交通工程学会——美国交通工程学会给交通工程学下的第一个定义是:所谓交通工程是研究道路和街道的规划、几何设计及交通运行;研究道路网、车站及它们相邻的土地等与交通工具的关系,交通工程学是结合客货运输安全、便利、经济;综合探讨公路、城市道路及相连接的集体用地规划、几何线形设计和运营管理等问题,它属于工程上的一个分支。英国把交通工程看成是道路工程的组成部分。日本对交通工程学下的定义与美国的定义基本上一致。前苏联学者则简单地把交通工程学定义为:交通工程学是研究交通过程的规律和交通对道路结构、人工构造物的影响的科学。70 年代以来,国外有些学者把交通工程认为是“执法”(Enforcement)、“教育”(Education)、“工程”(Engineering)、“环境”(Environment)和“能源”(Energy)综合考虑后再处理交通系统中各因素的合理关系的科学,故又称“五 E”工程。

由于上述各定义均未能体现交通工程学的内涵,所以有学者试图提出一个全面的定义:交通工程学是研究交通规律及其应用

的一门技术科学;它的研究目的是探讨如何安全、迅速、舒适、经济地完成交通运输任务;它的研究内容主要是交通规划、交通设施、交通运营和交通管理;它的研究对象是驾驶员、行人、车辆、道路和交通环境在交通过程中的相互关系。这个定义虽较之前述的各种定义内容上全面些,但太罗嗦,且内涵也未必深刻。编者认为简明的交通工程学定义应该是:交通工程学是发现交通规律、研究交通过程中有关的综合关系,建立和完善自身理论,提出多方位治理措施,使交通达到安全、迅速、经济和舒适的一门系统学科。

二、交通工程学的内容

交通工程学研究的主要内容有:

(一)人、车、路的道路交通特性,其中:

1. 人的交通特性

主要研究行人、乘客、驾驶员以及与道路交通有关的参与者(例如驾驭畜力车的人等)的生理、心理特性。

2. 车的交通特性

车辆的交通特性主要研究各种汽车、拖拉机、摩托车、畜力车、人力车等在行驶过程中的性能(动力性能、稳定性、可靠性、操纵特性、通过性和经济性等),研究成果将可为道路设计、交通设施、交通管理、交通安全和环境保护提供依据。

3. 路的交通特性

道路是交通的基础,对路网形态、结构、几何线形、路基路面的质量的研究,可为交通规划、交通流特性、道路通行能力、道路服务水平、交通安全、交通管理等提供参数。

(二)交通流理论

主要调查交通的流量、流速、密度,它是交通工程学的主要研究中心。交通调查是为交通流研究服务的,通过对交通流的时间、空间特性的研究,可为交通规划、交通管制、交通安全措施提供基础资料。

(三)道路通行能力

研究各种道路的路段及各式交叉口所能通过的交通流量。通行能力是度量某条道路能够疏导车辆的能力的一项定量指标,可作为交通规划、道路规划、道路设计和交通管制的重要依据,又是评定道路服务水平的重要指标。

(四) 交通规划

主要研究交通发展与国民经济发展、土地利用和人口增长之间的关系,研究交通运量的发生、分布、流向等发展的规律,从而合理划分交通方式和交通流量,采取相应的工程措施。

(五) 交通法规研究

根据法学原理,针对交通特性,研究保障交通安全畅通的规则、条例、规定办法、法律和协调人、车、路之间的关系。

(六) 交通管理研究

主要研究交通组织、指挥、控制及管理交通的办法、措施、设备,充分发挥路网及道路与交叉口的交通潜力,保障交通安全畅通。

(七) 交通事故研究

研究交通事故的时间和空间的分布规律,分析发生事故的原因,找出预防交通事故的对策,提高交通安全度。

(八) 交通环境保护的研究

研究在道路交通中产生的有害气体、噪声、振动和其它公害的原因、特性、危害程度的评价指标和降低或防治公害的措施。

(九) 交通工程设计的研究

主要研究道路或交叉口的交通工程设计,包括停车站场的设置、交通管理设施、交通安全构筑物、交通检测与监控设施、通讯设备、事故处理中心、加油站和其它与交通有关的必要设施。

(十) 交通体系的研究

交通工程学是有它自身的基础理论和专业理论,并用它的基础理论和专业理论来解决交通工程的技术问题,这就形成了交通体系。交通工程学正是研究交通体系理论和实践的科学。

第二节 交通工程学的产生和发展

一、国外交通工程学的产生与发展

早在古罗马时代,罗马城就出现了世界上最早的单向通行方式。古罗马皇帝凯撒颁布了世界上第一个法规:在市中心的繁华街道,在一天的某一个时间内禁止车辆通行,以免交通拥挤。此法规后来修改为在白天限制马车进城的总数量。在意大利的古城庞培市(后被火山吞没),规定任何狭窄小路必须有人行道,人行道应高于马车道,人行横道处应设置与人行道同高的跳石,以便行人在跳石上穿越马路,并起到使马车在此减速的作用。

由此可知,交通工程的简单设施和法规早就开始研究,形成了交通工程学的原始形式。现代的交通岛和环岛等就是起源于几世纪前在道路上建筑的马车场、纪念碑或广场等。道路的交通标线起源于17世纪的墨西哥。在当时通往墨西哥城的道路上,为了让繁忙的车辆左右分流,设有颜色鲜明的道路中心示意线,这种方法一直至现在还采用。

自1813年德国人都拉斯发明了自行车,马车和自行车的混合交通矛盾日益加剧,交通管理逐渐被人们重视。至1885年德国人克尔·奔驰发明了第一辆三轮汽车后,公路运输和汽车工业在互相促进的情况下不断发展。随后无轨电车、公共汽车和出租汽车等相继出现,使交通状况日趋繁忙,交通事故不断出现,运输速度减慢,运输成本增加,使人们开始考虑如何使公路交通达到迅速、安全、经济、舒适的理想程度,交通工程学就此迅速发展起来。

1933年德国修建了世界上第一条高速道路,意大利、英国、法国和美国等相继修建了许多高速道路,加速了交通工程学的发展。单行道、立体交叉、电子技术等不断出现,交通教育、环境保护、道路工程、人体工程、汽车工程、运输工程等统盘考虑的交通工程学逐渐形成交通体系,明显地降低了“交通战争”——交通事故的发

生率,提高了运输速度、降低了运输成本。

综上所述,交通工程学从本世纪 30 年代美国交通工程师协会成立后开始研究的“诞生时期”,40 年代研究提高道路质量和交叉口通行能力的“形成时期”,50 年代出现了“汽车化时期”,60 年代发展到“交通渠化时期”,直至 70 年代以后达到“多乘员化时期”,创建新的交通体系,这就是国际上交通工程学的发展过程。

二、我国交通工程学的产生与发展

交通工程学作为一门科学来研究,虽然是本世纪在国外开始的,但是交通工程学的起源最先是在我国。早在公元前 3000 年,我国就发明了舟车,有了舟车才有了后来的“车轮文化”。世界上第一条最长的道路——“丝绸之路”对军事、商业的作用使人们认识到道路的作用十分巨大,沟通了国内和国外的交通,促进了社会的发展。由于道路的逐渐增多,产生了对道路的规划与设计的要求。我国是最早进行道路规划和设计的国家,古书有载“国道如砥,其直如矢”,指出了国道的重要性和线形要求;又说“匠人营国,方九里,旁三门,国中九经九纬,经涂九轨,环涂七轨,野涂五轨,……”,对处于不同位置道路的马车道数与现代的各级公路的行车道数的要求无不相同,用经纬规划道路的方法至今仍是合理的布局方案,当时,我国对车辆设计和制造质量也有严格的规定,全国按统一的尺度造车。“兵车不中度,不鬻于市”,就是说不符合规格质量要求的车辆,不准在市上出售。我国对交通规则也早在古代有之,“道路男子由右,妇人由左,车从中央”,就是规定了各行其道的交通规则。即使是高速公路和立体交叉,也起源于我国的“驰道”和城墙与城门的立体交叉。万里长城上可以并行四驾高速战车,是典型的高速道路。

我国自 1872 年在天津由西方人引进第一辆蒸汽汽车后,1901 年在上海又由匈牙利人李恩时购进了第一辆汽车。并于 1903 年在上海又为第一辆木质实心胶轮单缸汽车发了第一号牌照,此车以自行车铃作喇叭,电石灯作照明。从此,汽车在中国不断地出现,引

起了公路交通的发展。

1949年后,随着公路事业和城市道路事业的发展,促进了交通事业的发展。在道路等级低、数量不足、质量差、管理落后和车速慢、事故多的情况下,我国开始注意交通工程的实际问题。1979年以后,除邀请国外专家来华讲学外,还成立了交通工程学的研究机构,有多所大学也开设了相应专业,开展了交通工程学研究,国家不断制订了相关的“标准”、“条例”、“细则”等,各大城市还实施了联动控制系统与区域自动控制系统、使用了现代化的检测和监控手段和反光标志等,我国自行研制的这些先进技术,大大提高了道路交通管理现代化水平和道路通行能力,改善了交通安全条件。

但是,我国的交通现状,仍存在很多尚待解决的问题。尽管近年来因经济开发而产生的交通基础设施建设大发展的势头,但路线不足、运力不足的矛盾仍然非常突出;“混合交通”仍是我国公路交通的一大难题;运输结构不合理;公路技术装备现代化程度仍然极低;人们的交通法规意识极为淡薄;质量好的道路太少,新路损坏和老路得不到养护的现象严重;路网规划不合理,经常出现“年年规划年年改”的状况,预见性不足;对驾驶员的技术培训和素质培训不重视,以罚款代替一切的现象十分严重。这些问题阻碍了交通工程学的研究和发展,必须从机制改革和技术改造下手,才能解决目前我国交通工程中存在的问题。

交通工程学作为独立的一门科学进行研究,至今仅60余年,真正引起各国普遍重视也仅是近30年的时间。我国对交通工程学的研究较发达国家更晚了一段时间。我们相信,随着现代化建设的大气候的发展,我国的交通工程在政府的重视和工程人员的努力下,定能很快进入世界先进行列。

第三节 本课程与其它学科的关系和任务

交通工程学是一门新兴的边缘科学,是综合性很强,但又独立性很强的专业课程。它集社会学、法学、心理学、经济学、管理学、数

学、动力学、物理学、汽车工程学、运输工程学、道路工程学、建筑工程学、美学、环保工程学、电子计算机和系统工程等于一体,但又不包括它们所有内容,有它自身的原理、理论、方法。交通工程学是公路与城市道路专业、交通工程专业、运输工程专业、交通民警专业和汽车工程专业等学生的研修课之一。

本课程的学习目的是为今后工作中运用交通工程学的知识解决交通工程矛盾。它的主要任务是结合我国实情,进行交通调查,阐述交通流基本特性、基本理论与一般原则、交通体系的互相作用的基本方法和手段,掌握交通规划的内容、程序和方法,并讲述道路通行能力计算的理论与方法、交通管理概念和环境保护的要求。通过本课程的学习,学生可初步了解交通工程学的基本概念、基本理论和解决交通工程问题的方法与途径。

思考题与习题

1. 交通工程学的定义、内容?
2. 我国交通工程的现状和目前急需研究的内容?
3. 本课程的相关学科有哪些方面与本课程有联系?本课程的学习目的与任务是什么?

第二章 交通特性

道路交通是一个复杂的动态和静态相互协调的系统,它是由人、车、路、环境等交通要素所组成。人是交通的主导,车是交通的工具,路是交通的基础,而环境是交通的影响条件。掌握它们的交通特性,对研究交通工程理论、保障交通安全、快速完成运输任务、获得舒适的旅途条件是大有作用的。

第一节 人的交通特性

道路交通中的人包括行人、驾驶员和乘客,这里主要研究驾驶员的交通特性。

一、驾驶员的交通特性

(一)视觉特性

1. 视力

视力是眼睛分辨两物点之间最小距离和物体大小的能力,又称视敏度。视力可分为静视力和动视力。静视力是视物者不运动、目标静止时的视力,可在医院通过视力表测定,用视力表测定的视力叫中心视力;动视力又分为人动视力和物动视力,驾驶员在行车过程中,是人动视力和物动视力交错出现的复杂过程,对静止的道路和景物而言,是人动视力,对自身驾驶的汽车而言是物动视力,对相对或同向而行的汽车而言,又与相互的速度有关,无论是人动视力还是物动视力,统称动视力。动视力随车速的增加而降低,车速越快,视力越降低。动视力与年龄也有关,年龄越大,动视力越低。对于近视者,眼镜只能矫正静视力而不能矫正动视力,所以驾

驾驶员的静视力必须在 0.7 以上。动视力在观察道路标志时与车速的关系如表 2-1 所示。

路面标线的视认距离与车速的关系

表 2-1

车 速 (km / h)	行驶时的 视认距离 A(m)	静止时的 视认距离 B(m)	$\frac{B-A}{B} \times 100\%$
20	49.6	56.0	11.4
30	37.4	46.6	19.7
40	33.7	51.1	34.0

视力除与车速有关,还与亮度有关。亮度高则视力好,所以夜间静、动视力都很差。夜间视距还与前灯射距有关,照射越远则亮度越差,视力越低。

视力还有一个适应问题,当人从光亮处突然进入黑暗处,他会感到什么都看不见,经一段逐渐适应的过程后,一般约 15m in 才能看到周围的物体。同样,从黑暗处突然进入光亮处,也须有 1m in 左右的适应时间才能看清物体。所以夜间汽车前灯不应在会车时使用远光,以免照射对方驾驶员眼睛产生“无视一切”的现象而发生事故。这种“无视一切”的现象叫“眩眼”,当会车过后,产生眩眼的驾驶员又象从光亮处突然进入黑暗处一样,这时最易发生事故。

2. 颜色感觉

颜色有色相、明度和彩度三个属性。

色相是反映具体色彩面貌的属性,红、黄、蓝三色是自然界的基本色相。

明度是指彩色的明暗程度。它取决于反射光的强度,在橙、黄、绿、青、蓝、紫、红等七色中,黄色的明度最大,紫色最暗。

彩度又叫饱和度,它是指颜色的纯度。本色的浓度越高,就是彩度越高。当一个颜色的色素含量达到极限时,就是这种颜色的固有色,叫作这种颜色的标准色相。

人对各种不同颜色的反映程度是不同的。无论白天或黑夜,人对红色的反映总是最显见,青色和绿色则不显见。人在白天可以正确判定各种颜色,而夜间则不易判定。从远处看各种颜色的易见度

依次顺序是红、黄、白、绿。颜色还有强烈的对比度,例如绿底红字就非常清晰明了,这就是对比度好。对比效果好坏的顺序是黑/黄、红/白、绿/白、蓝/白、白/蓝、黑/白,所以交通警告标志常采用黄底黑色图案。

3. 视野

视野是指两眼注视某一目标,除能看清所注视的目标外,还能感觉到所视目标两侧一定范围的物体动态,这一定范围叫做视野。

视野范围的大小,与车速有直接关系。车速越快,视野越小,当车速达到极快的时候,驾驶员只注视前方目标,无法顾及视野内的物体,这种情况叫“隧洞视”,好象在隧洞中行车,只见前方目标而不见两侧任何物体一样。所以道路的平面线形不宜采用长直线,以免产生隧洞视,增加交通事故。注视点、视野与车速的关系参见表 2-2。

注视点、视野与车速的关系

表 2-2

车速(km/h)	注视点距汽车前方的距离(m)	视野(度)
40	183	90 ~ 100
72	366	60 ~ 80
105	610	40

车速快,视野窄,会使驾驶员无法发现路旁的标志,所以标志牌应设在易见处。在车速高的道路上,应设置粗大而简单的标志牌。交通管理中规定的标志牌就是考虑了车速、易见、简明而选定的。

经研究,视野与视力密切相关。通常视野在 3°~ 5° 范围时,视觉最灵敏,视力为最佳;视野在 10°~ 12° 范围时,视觉较灵敏,视力仍清晰;视野在 20° 以内视觉还满意,视力能保证。视野超过 20° 后,视觉越来越差,视力越来越低。因此,交通标志和信号等应设在 0°~ 12° 视野范围内,尤其是文字性交通标志更不能超越此范围。

物质即使在视野的良好范围内,在车速较快时,还会产生视差,这叫错觉,它是对视野范围内的物质产生的一种不正确判断。例如在道路上的凹曲线路段和平面与纵面组合不当时,都会引起

方向性错觉,设计时应避免。

视野与颜色也有关,称作色视野。各种颜色的视野有所不同,绿色视野最小,红色较大,蓝色更大,白色最大,这与颜色的明度有关。

(二)听觉、触觉和平衡感觉特性

听觉可分辨机件故障、周围动态和其它眼所不及的事态。听觉给驾驶员提供约 15% 的交通运行信息。驾驶员的听觉与所处的环境噪声有关,当驾驶员的工作环境噪声极强,听觉的分辨能力则大为降低,很多轻弱的危险音响“听而不闻”,所以汽车内的驾驶音乐要适度。

触觉是驾驶员通过皮肤、手、脚对触及物体所产生的感觉。触觉的灵敏度对驾驶员的操作影响极大,它可以分辨行车中的汽车机件是否正常、车速的快慢、方向盘转动程度和路面状况等。

平衡感觉是驾驶员对行车的稳定性感觉。平衡感觉可以分辨车速、加速或减速、行车方向、横向稳定性、纵向稳定性和刹车程度等,平衡感觉是人的全身感觉。

(三)反应特性

所谓反应是人(这里指驾驶员)在接受刺激后作出的操纵动作,也就是接受刺激后所产生的效果的过程。所接受的刺激包括通过视觉、嗅觉、听觉、触觉、平衡感觉等获得的信息。

反应有简单反应和复杂反应。从接受刺激到作出反应动作产生效果,这一过程所需的时间叫反应时间。简单反应和复杂反应所需的反应时间有所不同。简单反应是对于单一信号刺激所作的反应。简单反应需要的时间叫简单反应时间,例如按喇叭是简单反应,仅需 0.15 ~ 0.25s;刹车也属简单反应,约需 0.5s。复杂反应是对几种信号同时产生刺激后作出分析判断后而对其中一种信号作出的反应,例如超车就是复杂反应,它要对是否超车、能否超车、何时超车、超车过程中如何处理周围干扰等,它所需的复杂反应时间远比简单反应时间长。复杂反应时间取决于复杂程度、驾驶员技术水平、心理和生理状态、疲劳程度、疾病和酒精量等。反应时间与刺