

交通中等专业学校统编教材

公路勘测设计

(公路与桥梁工程专业用)

朱永明 主编

刘春孝
刘国培 主审



人民交通出版社

交通中等专业学校统编教材

Gonglu Kance Sheji

公路勘测设计

(公路与桥梁工程专业用)

朱永明 主编

刘春孝 主审
刘国培

人民交通出版社

图书在版编目(CIP)数据

公路勘测设计/朱永明主编. —北京:人民交通出版社,1997.5

交通中等专业学校统编教材

ISBN 7-114-02624-2

I. 公… II. 朱… III. ①道路工程-勘测-专业学校-教材②道路工程-设计-专业学校-教材 IV. U412
中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 05211 号

交通中等专业统编教材

公路勘测设计

(公路与桥梁工程专业用)

朱永明 主编

刘春孝 主审

刘国培

版式设计:刘晓方 责任校对:梁秀青 责任印制:孙树田

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街 10 号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 15 插页: 1 字数: 384 千

1997 年 9 月 第 1 版

1999 年 1 月 第 1 版 第 3 次印刷

印数: 18101—23100 册 定价: 14.60 元

ISBN 7-114-02624-2

U · 01858

前 言

本书是根据交通系统中等专业学校 1995 年 8 月定稿的《公路勘测设计》教学大纲编写的。

本书共分十章。第一、二、三、五、六、七章和附录由广西交通学校朱永明编写；第八、九章由安徽交通学校郭泗勇编写；第四、十章由浙江交通学校金仲秋编写。

全书由广西交通学校朱永明主编；河北交通学校刘春孝和新疆交通学校刘国培主审。

本书在编写过程中，于 1995 年 8 月路桥专业委员会“太原会议”对本书“编写大纲”作了定稿，1996 年 5 月邀请了部分学校的老师（河北交校张君伟、云南交校詹学贵、谢正东、魏太忠、王亮等）会同本书主编、主审和参编人员在“昆明会议”作审稿和定稿。广大路桥专业老师对本书的编写提出了宝贵意见，在此一并致谢。

由于编者水平有限，书中错漏难免，诚望海涵，并请读者斧正。

目 录

第一章 绪论	(1)
第二章 平面设计	(10)
第一节 圆曲线半径	(10)
第二节 圆曲线上的全超高	(15)
第三节 圆曲线上的全加宽	(18)
第四节 缓和段	(20)
第五节 缓和曲线	(33)
第六节 平曲线最小长度	(41)
第七节 行车视距	(42)
第八节 平面线形设计要点	(50)
第九节 平面设计成果	(54)
第三章 纵断面设计	(57)
第一节 概述	(57)
第二节 汽车的动力性能	(58)
第三节 纵坡设计的一般规定和要求	(65)
第四节 纵坡设计	(71)
第五节 竖曲线设计	(74)
第六节 公路平面与纵断面的线形组合	(82)
第七节 纵断面设计成果	(83)
第四章 横断面设计	(87)
第一节 标准横断面与典型横断面	(87)
第二节 取土坑、护坡道、弃土堆及公路用地	(92)
第三节 路基边坡	(94)
第四节 横断面设计方法	(95)
第五节 土石方计算与调配	(96)
第六节 横断面设计成果	(101)
第五章 选线	(105)
第一节 概述	(105)
第二节 平原地区选线	(107)
第三节 丘陵地区选线	(109)
第四节 山岭地区越岭线选线	(113)
第五节 山岭地区沿河线选线	(119)
第六节 山脊线与山坡线选线	(123)
第六章 定线	(126)

第一节	纸上定线	(126)
第二节	实地定线	(128)
第三节	纸上移线	(129)
第四节	圆曲线半径的确定	(130)
第七章	新建公路勘测	(136)
第一节	视察	(136)
第二节	工程可行性研究简介	(140)
第三节	初步测量	(146)
第四节	定线测量	(154)
第五节	定测阶段的中桩测量	(157)
第六节	定测阶段的水准、横断面和地形测量	(175)
第七节	定测阶段的工程地质勘探与其它调查	(176)
第八节	小桥涵勘测	(180)
第九节	外业勘测时的内业设计	(185)
第十节	一次定测	(186)
第八章	改建公路勘测	(189)
第一节	概述	(189)
第二节	改建公路的视察	(190)
第三节	改建公路的初测	(191)
第四节	改建公路的定测	(192)
第九章	公路交叉设计	(197)
第一节	公路与公路平面交叉	(197)
第二节	公路与公路立体交叉	(204)
第三节	公路与其它路线交叉	(209)
第十章	高速公路简介	(212)
第一节	高速公路的发展概况	(212)
第二节	高速公路的线形设计	(214)
第三节	高速公路的沿线设施	(218)
第四节	高速公路的交通控制与管理	(222)
附录一	地形分类时的地形特征	(226)
附录二	初步设计文件编制简介	(226)
附录三	技术设计文件编制简介	(227)
附录四	施工图设计文件编制简介	(228)
	主要参考书目	(230)

第一章 绪 论

一、公路的发展

(一)公路的特点

现代交通运输方式有铁路、公路、水运、航空及管道等。这些运输方式,在技术经济上各有特点。公路运输具有如下特点:

1. 机动灵活性高,能迅速集中或分散货物,能做到直达运输,不需中转,节约时间和费用,减少货损,经济效益高;
2. 对短距离运输,只有公路运输最迅速;
3. 可适应于小批量运输和大宗运输,也适应近距离运输和远距离运输,适应性强,服务面广;
4. 受地形、地物和地质等影响小,可伸展到任何山区、平川、城市、农村、机关、学校、工矿企业,直至家庭;
5. 投资省,资金周转快,社会效益高;
6. 由于汽车燃料贵,服务人员多,单位运量小,故公路运输有运输成本稍高的缺点,这些缺点将随着汽车制造技术和公路技术状况的不断进步以及运输组织管理水平的提高,而得到克服。

(二)公路的发展

由于公路具有明显的优点,故公路得到了快速发展。

在世界上,许多国家运输发展有一个共同的规律,海运、铁路运输发展在先,而公路运输后来居上,公路的发展速度大大超过了铁路和其它运输方式。公路运输在各种运输方式中占了主导地位,获得了迅速发展。以“亚洲四小龙”为例:韩国的国土面积为 9.92 万 km^2 ,人口约 4 211 万,全国公路里程由 34 476km 在近来 20 年时间内猛增到 54 496km,公路密度达 0.55km/ km^2 ,高级和次高级路面占 57.2%,公路网四通八达,一日之内可从汉城到达全国任何地方。再过 20 年,韩国公路密度可达 0.6km/ km^2 ,高级和次高级路面达 100%,到 2000 年,高速公路可达 2 931km。台湾省的面积为 3.6 万 km^2 ,南北长 394km。东西宽 144km,人口 2 101.05 万,现在公路里程超过 19 950km,公路密度目前已达 0.55km/ km^2 ,平原区公路密度达 1.68km/ km^2 ,达到世界最先进的水平。台湾省的公路中,高级路面和次高级路面占 85.9%以上,高速公路基本成网,5 万人口以上的市镇 99%有高速公路连接,环岛一圈,仅需一天。香港的面积为 1 068 km^2 ,人口 566 万,现有公路 1 484km,公路、隧道、桥梁把香港联结成一体。新加坡的面积仅 616 km^2 ,人口 256 万,现有公路总长达 2 760km,公路密度高达 4.48km/ km^2 ,可谓世界之最。

世界上,美国的公路多、质量好是众所周知的,美国有 650 万 km 的公路,其中高级和次高级路面占 80%,高速公路有 82 279km,5 万人口以上的城镇全部通高速公路,而且路面宽。

德国的公路网也非常发达,尤其是高速公路可谓在世界上独领风骚。德国的高速公路有

10 700km,一般往返各三条车道,有的甚至往返各八条车道,担负着 80%以上的运输总量,全部采用集装箱运输,车流十分壮观。

公路的发展日新月异,最近菲亚特公司研究出一种“有视力和思维”能力的“智能公路”,它是在公路路面装上传感器,以记录和向中心计算机传送路况资料。例如大雾造成的视线障碍、交通事故和其它交通堵塞等交通事件,由电子计算机预测形势,随时向司机提供信息。

公路的客货运输有方便、灵活、快速、直达的优点,深受人们欢迎,在各种运输网的竞争中,公路胜过了其它运输网。

在世界上,公路仍在迅猛发展,繁重的公路建设任务,促使一些经济发达的国家在公路勘测设计中,广泛应用电子计算机和效率高、性能好的测量仪器,使公路规划、选线设计、结构计算、编制工程预算、绘制设计施工图样、交通管理、路况调查等方面达到高质量、高速度的水平,以适应大量的公路建设任务的需要。

我国的道路建设有悠久的历史,早在周、秦时代就有“周道如砥、其直如矢”、“秦为驰道于天下,东穷燕齐,南极吴楚”等记载。以后各代又设置了马驿、水驿,还开辟了丝绸之路等国际通道。

解放前,孙中山先生在民主主义革命时期也曾有过宏伟的设想,要使中国成为道路最多的国家。但由于旧中国时期,我国经济落后,公路勘测设计的手段又十分简单,更没有公路科研机构,所以公路建设远远没有实现孙中山先生的愿望。到 1949 年底,全国仅有通车公路 80 768km,不仅数量少,而且标准低,质量差,分布也极不合理,大部分公路都集中在东部沿海地区,山区和边疆地区几乎没有公路。

解放后,人民政府对道路建设作出了极大的努力,取得了显著的成就,尤其是“十一届三中全会”以后,交通建设成为百业之首。政府的重视,人民的努力,使我国的公路建设在 20 年左右的时间内得到了空前速度的发展,“要想富,先修路”已成为全民的共识。我国现有公路总里程达 114 万公里,高速公路有 3000 多公里,为我国的社会主义经济建设正起着重大作用。

我国目前的公路勘测设计手段也得到了极大提高,我国自己制造的计算机和高精度光电测量仪器,在公路勘测设计中发挥着极大的作用,加速了我国的公路建设事业,提高了勘测设计质量。而且我国的公路勘测设计和工程施工已打入国际市场,我国完全有能力承接国外工程,并已显示出我国工程技术人员的水平。

当前我国已将交通事业作为社会主义经济建设的战略重点,在这大好形势下,我国的公路建设和公路勘测设计,必将有一个更大的发展。这就要求广大公路工作者为赶超世界先进水平而努力学习、积极工作。

二、公路的分级和技术标准

(一)公路的分级和技术标准

公路是为汽车运输或其它交通物流服务的工程结构物。这种结构物质量的好坏和服务水平的高低,是由公路等级和技术标准来体现的。

公路根据交通量及其使用任务、功能、性质分为汽车专用公路和一般公路两类五个等级:高速公路、一级公路、二级公路、三级公路和四级公路。

1. 汽车专用公路

高速公路:一般能适应按各种汽车(包括摩托车)折合成小客车的年平均昼夜交通量为

25 000辆以上,为具有特别重要的政治、经济意义,专供汽车分道高速行驶并全部控制出入的公路。

一级公路:一般能适应按各种汽车(包括摩托车)折合成小客车的年平均昼夜交通量为10 000~25 000辆,为连接重要的政治、经济中心,通往重点工矿区、港口、机场,专供汽车分道行驶并部分控制出入的公路。

二级公路:一般能适应按各种汽车(包括摩托车)折合成中型载重汽车的年平均昼夜交通量为2 000~7 000辆,为连接政治、经济中心或大工矿区、港口、机场等地的专供汽车行驶的公路。

2. 一般公路

二级公路:一般能适应按各种车辆折合成中型载重汽车的年平均昼夜交通量为2 000~5 000辆,为连接政治、经济中心或大工矿区、港口、机场等地的公路。

三级公路:一般能适应按各种车辆折合成中型载重汽车的年平均昼夜交通量为2 000辆以下,为沟通县以上城市的公路。

四级公路:一般能适应按各种车辆折合成中型载重汽车的年平均昼夜交通量为200辆以下,为沟通县、乡(镇)、村等的公路。

以上两类五个等级的公路构成了我国的公路网。汽车专用公路作为公路网的骨干线,一般公路中的二、三级公路作为基本线,四级公路为公路网的支线。

汽车专用公路是专供汽车行驶(包括摩托车)的公路,它们不容许有混合交通的状态,所以用汽车交通量来度量,且高速公路和一级公路以小客车作度量标准,只是二级汽车专用公路才以中型载重汽车作度量标准。而一般公路是容许混合交通状态的,所以用各种车辆折合成中型载重汽车作为交通量的度量标准。

我国1989年5月1日实行的《公路工程技术标准》(JTJ01-88)(1995年版)(以下简称《标准》),是根据公路等级把技术指标进行具体化,它反映了我国目前的公路建设方针、政策和技术要求,是公路设计、修建和养护的主要根据。因此,在公路设计、施工和养护中,必须严格执行《标准》。在执行《标准》的过程中,也应在符合国家建设方针、政策和不过分增加工程造价的前提下,根据技术经济原则尽可能采用较高的技术指标,避免只求合法,不求合理的采用低限指标的错误观点。

我国《标准》规定,新建公路必须按《标准》规定进行建设,在下达设计任务书和对初步设计文件进行审查时,必须严格把关。对于改建公路,当利用现有公路的局部路段受条件限制时,其《标准》规定的个别技术指标,经过技术经济比较后,可作合理变动。执行时若降低技术指标,只能适用于等级较低的公路。对于等级较高的公路不应将就老路而降低技术指标。改线路段是属于新建公路,所以必须严格按照《标准》执行,不得降低要求。

我国《标准》规定的各级公路主要技术指标见表1-1。

(二)公路等级的选用

公路等级应根据公路网的规划和远景交通量,从全局出发,结合公路的使用任务和性质综合确定。在选定公路等级时,应明确下述几个问题:

1. 各级公路中所能适应的年平均昼夜交通量,均指远景设计年限的交通量。各级公路的远景设计年限分别为:高速公路和一级公路为20年;二级公路为15年;三级公路为10年;四级公路一般为10年,也可根据实际情况适当缩短。远景设计年限的起算年为该设计项目工程可行性研究报告中所计划的公路建成通车之年份。

各级公路主要技术指标汇总

表 1-1

公路等级	汽车专用公路								一般公路						
	高速公路				一		二		二		三		四		
地形	平原微丘	重丘	山岭		平原微丘	山岭重丘	平原微丘	山岭重丘	平原微丘	山岭重丘	平原微丘	山岭重丘	平原微丘	山岭重丘	
计算行车速度(km/h)	120	100	80	60	100	60	80	40	80	40	60	30	40	20	
行车道宽度(m)	2×7.5	2×7.5	2×7.5	2×7.0	2×7.5	2×7.0	8.0	7.5	9.0	7.0	7.0	6.0	3.5		
路基宽度(m)	一般值	26.0	24.5	23.0	21.5	24.5	21.5	11.0	9.0	12.0	8.5	8.5	7.5	6.5	
	变化值	24.5	23.0	21.5	20.0	23.0	20.0	12.0	—	—	—	—	—	7.0	4.5
极限最小半径(m)	650	400	250	125	400	125	250	60	250	60	125	30	60	15	
停车视距(m)	210	160	110	75	160	75	110	40	110	40	75	30	40	20	
最大纵坡(%)	3	4	5	5	4	6	5	7	5	7	6	8	6	9	
桥涵设计车辆荷载	汽车-超20级 挂车-120				汽车-超20级 挂车-120 汽车-20级 挂车-100		汽车-20级 挂车-100		汽车-20级 挂车-100		汽车-20级 挂车-100		汽车-10级 履带-50		

2. 确定一条公路建设标准的主要因素是交通量。因此,在确定公路技术标准以前,首先要做好可行性研究,预测远景交通量,避免“拍脑袋”确定技术等级。

3. 根据地形的不同,同一等级的公路有不同的计算行车速度,其技术指标也有所不同,故应结合地形的变化,主要技术指标也应随之逐渐过渡,避免出现突变。当一条公路在同一地形状态下采用不同公路等级分段时,相邻设计路段的计算行车速度之差不宜超过 20km/h。不同设计路段相互衔接的地点,应选在交通量发生变化处,或者驾驶员能明显判断前方需要改变行车速度处。

4. 新建的一级公路应按汽车专用公路设计。凡交通量较大的交叉均应采用立体交叉,仅在对通行能力影响不大的局部路段,才可修建少量的平面交叉,此时应设置完善的交通安全和交通管理设施。

5. 位于城市出入口的一级公路,其横断面可采用城市道路的断面形式。

6. 当现有一般二级公路的各种车辆折合成中型载重汽车的年平均昼夜交通量达到 4 500 辆(其中汽车交通量超过 2 000 辆),且按各种汽车(包括摩托车)折合成中型载重汽车的远景年平均昼夜交通量在 7,000 辆以下时,宜改建为汽车专用公路,并设辅道供非汽车交通行驶。

7. 当按各种汽车(包括摩托车)折合成中型载重汽车的远景年平均昼夜交通量达 7 000 辆,而现有公路等级未达到二级公路标准时,宜新建汽车专用二级公路,原有公路留作辅道,不要勉强改建原有公路。

8. 因汽车专用二级公路改建为汽车专用一级公路会产生很大的困难和浪费,因此,一级公路不宜通过汽车专用二级公路来实现分期修建(横向)的目的。高速公路和一级公路的分期修建,可按总体设计的要求实行分期修建,先修成一幅(双车道),待交通量增大后再修建另一幅;分期修建的高速公路和一级公路,其技术指标应一步到位,第二期工程仅作路幅加宽。(但这种分期修建的方法经实践证明不理想,事故较多,应慎重采用,——编者注)

9. 对于现有不符合等级的公路,应根据发展规划,有计划地改善线形,逐步提高其使用质

量和通行能力,达到等级公路的标准。

采用分期修建的公路,应使前期工程在后期仍能得到充分利用。

10. 在确定公路等级时,必须明确我国今后公路的发展方向是重点建设汽车专用公路,混合交通的状态将逐渐得到改变,这一指导思想对公路等级的选定有着重要意义。

(三)公路环境保护

在公路建设中,环境保护是一项十分重要的工作,对环境影响评价是对公路项目评价的一个重要内容。国外很多发达国家在公路工程建设中,必须作出环境保护措施和环境评价,得到环保部门的许可才能使该项工程得以实现,否则即使工程项目十分必要也无法实施。我国《标准》对环境保护尚未作出具体规定,仅作原则要求:修建汽车专用公路及其它特殊意义的公路时,均应按照有关规定做出对环境的影响评价。

公路的环境保护,主要指公路周围的自然景观保护、生态平衡的保护、文物古迹的保护、环境卫生的保护、废气的限制、噪声的降低、振动的消除等。同时公路建设应注意绿化环境、美化环境,使道路使用者在环境优美舒适无公害的状态中进行旅行。要使全体公民认识到破坏环境是一种犯罪行为,不仅仅是一种设计错误或是一种道德问题而已。所以各级公路的设计都必须重视环境保护。

三、公路勘测设计的基本要求、依据和阶段

(一)基本要求

公路路线设计总原则是满足行车安全、迅速、经济、舒适和美观的要求。其基本要求有:

1. 路线设计,应在公路建设项目工程可行性研究报告所选定的路线走向与主要控制点的基础上,先做出总体设计,再结合主要技术指标的运用,进行路线方案的论证、比选,确定合理的设计方案。当采用不同技术指标或设计方案对工程造价、自然环境、社会效益等有较大影响时,应作同等深度的多方案技术经济比较。

2. 路线设计应根据公路的等级及其在公路网中的作用,合理利用地形,正确运用《标准》。注意与其它运输方式的配合、协调,并结合具体地质、地形、水文、筑路材料等自然条件,通过综合分析,认真进行方案研究,合理选用主要技术指标。路线设计中对公路的平、纵、横三方面应进行全面考虑,做到平面顺适、纵坡均衡、横面合理。

3. 各级公路的设计,尤其是高速公路和一级公路,应特别注重线形设计,使公路线形在视觉上能诱导视线,保持线形的连续性,在生理和心理上有安全感和舒适感。同时应考虑线形与沿线环境相协调。

4. 路线与桥梁、隧道、立体交叉、沿线设施等构造物应整体布局,组成有一定风格的建筑群,并利用绿化或工程设施来改善它们同沿线地形的有机配合,消除因修建公路而造成的自然景观的破坏。高速公路和一级公路应借助公路透视图或三维模型检查线形设计同沿线景观的配合与协调;其它各级公路有条件时,也可利用公路透视图检验线形设计的效果。

5. 越岭路线应根据技术、经济比较采用隧道或展线方案。当采用展线方案时,应充分利用地形布线,确需采用回头曲线时,应尽量避免在同一山坡上布设较多的回头曲线,以免上、下路线相互影响施工、营运和路基稳定。

6. 路线应尽量避免穿过地质不良地区。

干线公路应避免穿过城镇。

7. 路线设计,应少占田地,少拆房屋,方便群众,不损坏重要历史文物,并重视环境保护。

8. 采用分期修建方案时,应做出总体设计方案,近、远期工程应相互衔接,前期工程应为后期工程留有充分余地和创造有利条件。

(二)设计依据

路线设计是按国家有关条令和勘测设计程序、已批准的设计任务书、《标准》等进行的。无论是新建公路或是改建公路,都应有充分的技术经济依据,其最基本的设计依据是设计车辆、交通量和计算行车速度。

1. 设计车辆

在公路上行驶的主要车辆有:小汽车、载重汽车、农业机械和非机动车(包括各种人力车、兽力车)等。公路根据其使用任务和性质可以是为单一车型服务的(例如汽车专用公路、工矿公路或军事公路),也可以是为混合车型服务的(例如一般公路)。

车辆的外廓尺寸是公路几何设计的重要依据。在研究制定公路路幅组成、弯道加宽、交叉口设计、纵坡及视距标准时,都与车辆的外廓尺寸及性能有关。根据我国的主要车型及发展方向,我国《标准》将设计车辆分为小客车、载重汽车和半挂车三种,同时还规定了自行车的外廓尺寸。

公路设计所采用的各种设计车辆的平面尺寸和横向布置见图 1-1;相应的基本外廓尺寸规定见表 1-2。

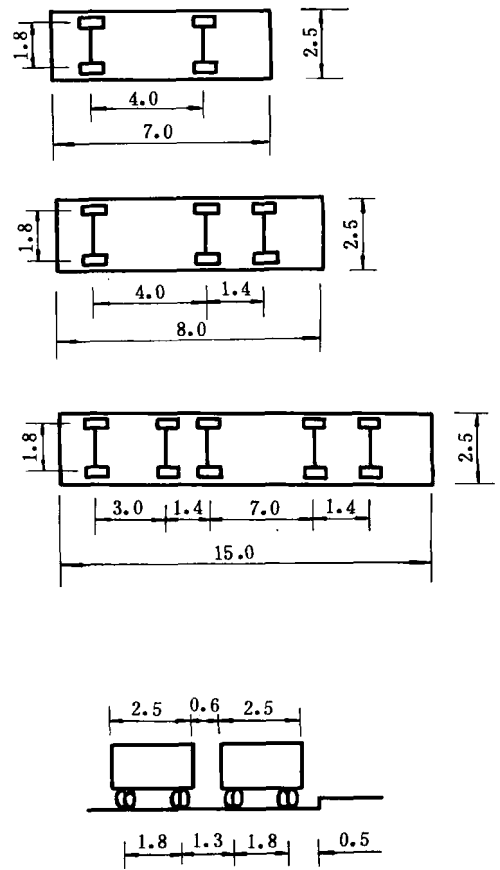


图 1-1 各种设计车辆的平面尺寸和横向布置图 (尺寸单位,m)

设计车辆外廓尺寸表

表 1-2

尺寸(m) \ 项目	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
载 重 汽 车	12	2.5	4	1.5	6.5	4
半 挂 车	16	2.5	4	1.2	4+8.8	2

注:自行车的外廓尺寸采用宽 0.75m,高 2.00m。

2. 交通量

交通量是公路分级的主要依据。公路的交通量是指在一定的时间内(每小时或每昼夜)通过公路上某一横断面处的往返车辆数折合成“标准车”的车辆总数。高速公路和一级公路以小客车为标准车,各种汽车(包括摩托车)均折合成小客车交通量;二级公路以下(含二级公路)以中型载重汽车作为标准车,各种汽车或其它车辆折合成中型载重汽车交通量。各种汽车或其它车辆折合成小客车或中型载重汽车是为了“可比性”,有了统一尺度才能比较交通量的大小。

各种车辆的折算系数规定为:

载重汽车=1.0(包括:大客车、重型载重汽车、三轮汽车、胶轮拖拉机带挂车、普通载重汽车);

带挂车的载重汽车=1.5(包括:大平板车);

小汽车=0.5(包括:吉普车、摩托车);

兽力车=2;

人力车=0.5;

架子车=0.5;

自行车=0.1

因交通量是确定公路等级的主要依据,所以合理地、科学地确定各级公路所能适应的交通量就十分重要。但由于能适应交通量的大小除与道路自身条件有关外,还与管理水平、驾驶技术、服务等级、车辆性能、交通工程设施和环境等诸因素有关,所以《标准》规定的各级公路所能适应的交通量还有待进一步探讨和研究。

3. 计算行车速度

计算行车速度是决定公路几何线形的基本要素。它作为公路设计的基本依据,直接或间接地决定了汽车行驶的曲线半径、超高、视距、纵坡、合成坡度、路幅宽度和竖曲线设计等,所以它是体现公路等级的一项重要指标。

从工程的难易程度、工程量大小及技术经济的合理性考虑,我国各级公路的计算行车速度按地形分为两类。一至四级公路分为平原微丘区和山岭重丘区两种地形;高速公路由于计算行车速度高、线形指标高、工程造价大,因此地形对其影响的程度相对较大,所以分为平原微丘、重丘和山岭三种地形,并将高速公路的计算行车速度分为四级,供设计时增加灵活度,更好地配合地形和景观。对于山岭区的高速公路,只有在特殊困难地段才采用 60km/h 的计算行车速度,一般情况下应按 80km/h 进行设计。

按不同计算行车速度设计的各路段长度不宜过短,以免速度频繁变化而引起交通事故或造成技术指标多变的麻烦。高速公路和一级公路一般连续路段长度不小于 20km,特殊情况下可为 10km;其它等级公路及城市出入口的一级公路连续路段长度一般不小于 10km,特殊情况下可为 5km。

计算行车速度与行车速度是不同的两个概念。行车速度是指在公路上的实际行驶速度,它受气候、地形、交通密度以及公路本身条件的影响,同时与驾驶员的技术也有很大关系。而计算行车速度是指在气候和交通量正常,汽车运行只受公路自身条件(几何要素、路面状况、附属设施等)影响时,一般驾驶员能保持安全和舒适行驶的最大速度。当行车条件比较好时,行车速度能够达到或超过计算行车速度,在计算行车速度较低的等级公路上这种超过计算行车速度的实际行车速度是常见的;相反,如果公路上行车条件较差,则行车速度大多低于计算行车速度。当计算行车速度较高时,平均实际行车速度约为计算行车速度的 60%~70%;计算行车速度较低时,实际行车速度约为计算行车速度的 80%~90%,甚至超过计算行车速度。超过计算行车速度的情况是危险的,所以在地形良好,线形顺适,视野开阔容易产生超速行驶(超过计算行车速度)的路段,要特别注意曲线半径、超高、纵坡等方面的合理配置,即超速设计。

我国《标准》规定的各级公路计算行车速度见表 1-1。

(三)设计阶段

公路勘测设计工作包括经济调查和技术勘测设计两部分。它是在公路网规划的基础上对一条公路进行具体的合理布局、测量和设计工作。就是对一条公路进行较周密的调查、收集各

种资料,经分析后具体确定公路的位置,再进行测量,然后通过设计,将取得的资料进一步深化,做出修建一条公路的具体计划、安排,并编制成设计图表文件,经上级批准后作为施工依据。

公路工程基本建设项目的勘测设计阶段可分为“一阶段设计”、“两阶段设计”和“三阶段设计”三种。

通常情况下,勘测设计采用两阶段设计,即初步设计和施工图设计。对技术简单、方案明确的小型建设项目,可采用一阶段设计,即一阶段施工图设计。当技术复杂而又缺乏经验的建设项目中的个别路段、特殊大桥、互通式立体交叉、隧道等,必要时可采用三阶段设计,即初步设计、技术设计和施工图设计。

一阶段设计是根据批准的设计任务书(或测设合同),进行一次定线测量(简称一次定测),直接编制一阶段施工图设计文件,并编制施工图预算,作为公路施工的依据。

两阶段设计必须根据批准的设计任务书(或测设合同)的要求,经过初步测量(简称初测),编制初步设计文件 and 设计概算,然后根据已批准的初步设计,通过定线测量(简称定测),编制施工图设计文件和施工图预算,作为公路施工的依据。

三阶段设计是在初步设计文件 and 设计概算批准后,进行补充初测(或定测),然后编制技术设计文件和修正概算,最后根据批准的技术设计文件进行定测(或补充定测),编制施工图设计文件和施工图预算,作为公路施工的依据。

无论是采用一阶段设计、两阶段设计或三阶段设计,无论是新建公路还是改建公路,在勘测设计前,都必须进行视察工作,搞好可行性研究。“视察”和“工程可行性研究”不独立成为一个设计阶段,而是勘测设计前都必须进行的一个重要步骤。

各勘测设计阶段的具体步骤是:

一阶段设计:

视察→视察报告→简测(为可行性研究搜集资料,下同)→可行性研究报告→设计(计划)任务书→一次定测→一阶段施工图设计文件和施工图预算。

两阶段设计:

视察→视察报告→简测→可行性研究报告→设计(计划)任务书→初测→初步设计文件 and 设计概算→定测→施工图设计文件和施工图预算。

三阶段设计:

视察→视察报告→简测→可行性研究报告→设计(计划)任务书→初测→初步设计文件 and 设计概算→补充初测(或定测)→技术设计和修正概算→定测(或补充定测)→施工图设计文件和施工图预算。

在各勘测设计阶段的工作中,都必须严格进行质量检查,现场核对,做到计算无误、资料全面、分析正确、结论无疑。并做好测量标志的固定保护工作。所有设计成果必须经过复核无误签署齐全后,经过审核才能提交施工。

四、本课程的任务和学习方法

本课程的主要任务是研究公路线形设计的原则、原理、方法和步骤,研究与它们相关的汽车行驶理论和技术标准以及公路勘测的基本方法,并以基本理论、基本知识和基本技能为主要内容。

由于本课程与横向各课程关系密切,在学习时必须首先掌握有关的普通课和专业基础课

知识,为学习本课程打下良好基础。公路勘测设计是在各种复杂的自然条件和人为条件中进行的,它既要满足汽车动力性能的要求,保证汽车的预定通行能力和计算行车速度,又要满足行车安全、经济、舒适、环境保护和美观的要求,还要处理好与其它行业的关系,因此,勘测设计是一门涉及面广的综合性学科。它不仅有其本身的理论、设计原则、方法和步骤,还与许多相关学科有联系,例如汽车理论、土质学、工程地质、制图、测量学、筑路材料、水力水文、公路路基路面、公路美学和交通工程学等,所以,学生必须掌握这些相关学科的知识才能学好公路勘测设计。这里必须提出的以前尚未重视的一个问题:交通工程学在公路勘测设计中的地位和作用日益被工程技术人员所认识,现行《标准》中很多规定与交通工程学有关,所以掌握交通工程学的知识十分必要。

公路勘测设计也是一门实践性很强的专业课,所以学生在学习本课程时,一方面应认真听课,加强复习,多做练习,系统地掌握基本理论、基本概念、基本方法、设计原则;另一方面要在课外多阅读参考书,拓宽知识面;再一方面应认真做好课程设计、(毕业)实习和(毕业)设计等实践性环节,做到理论结合实践,提高运用基本原理处理实际问题的独立工作能力。尤其是(毕业)实习和(毕业)设计,它是全面应用所学与本专业有关课程知识的“大彩排”,它对学生走上工作岗位的能力培养起到关键性的作用。所以学生必须掌握所学的理论知识,将其运用到实习和设计的实践过程中去。

思 考 题

1. 为什么要严格遵守《标准》、《规范》、《规程》的规定,不遵守这些规定有何危害?
2. 如何选定一条既具有远见又切合实际的公路等级?
3. 如何理解各阶段的勘测设计步骤?

第二章 平面设计

公路是一条带状的三维空间体。它的中心线是一条空间曲线,这条中心线在水平面上的投影(平面曲线)简称为公路路线的平面。沿着中心线竖直剖切公路,再把这竖直曲面展开成直面,这就是公路路线的纵断面。中心线上任意一点处公路的法向剖面称为公路路线在该点处的横断面。公路路线的平面、纵断面和横断面是公路的几何组成部分。公路路线设计主要研究公路平面、纵断面和横断面的设计原理与方法。

由于政治、经济、军事、文化对公路的要求不同,又因受自然条件(主要是地形、地质、地物)的限制,公路从起点至终点在平面上不可能是一条直线,而是由许多直线段和曲线段(包括圆曲线和缓和曲线)组合而成。公路平面设计的任务就是着重解决公路平面的线型设计问题,即在符合政府的有关方针政策的原则下,既满足行车要求,又结合自然条件正确地确定路线的平面位置。怎样把直线段和曲线段连接起来?如何保证汽车在平面上安全、迅速、经济和舒适地行驶?平面线型各几何元素的合理配置与计算行车速度的关系是怎样的?这些原理和方法,就是本章所讲的主要内容。

第一节 圆曲线半径

一、汽车转弯时力的平衡

首先假定汽车在圆曲线上行驶时,做的是等速圆弧运动。

汽车(视为质点)作等速圆弧运动时,虽然速度大小不变,但方向在不断改变,这是因为总是有一指向圆心的向心加速度 v^2/R 的结果。根据牛顿第二定律,必须有一指向圆心的合力作用在汽车上,这一合力称作“向心力”,其大小可用 $m \frac{v^2}{R}$ 来表示。在惯性参照系内观察时,离心力是向心力的反作用。汽车在转弯时,在汽车这一非惯性系中,乘客好象受一个使他离开弯道中心向外倒去的力,这种虚拟的力就是“惯性离心力”,人必须拉住车上的拉杆,才不至倒下。但从地球参照系(惯性系)看来,人随车辆作圆周运动,拉杆给人一个力,这个力提供了作圆周运动的向心力,而人给拉杆的力就是离心力。这时,向心力和离心力大小相等,方向相反。所以汽车转弯时,路面做成向内侧倾斜的斜面,使汽车获得一个向心力,汽车就不会向外侧滑移或倾倒。

由达朗贝尔原理可知 $F - ma = 0$,所以“离心力”为

$$F = \frac{G}{g} \frac{v^2}{R} \quad (2-1)$$

式中 F ——离心力,N;
 G ——汽车的重力,N;
 v ——汽车的行驶速度,m/s;
 R ——圆曲线半径,m;

g ——重力加速度, m/s^2 。

离心力作用在汽车的重心上, 方向水平, 并向心力的作用方向相反。

汽车行驶在向内侧倾斜的弯道上, 其车重的水平分力可抵消部分离心力, 其剩余部分的离心力, 则由路面与轮胎之间的摩擦阻力克服(见图 2-1)。

由图 2-1, 可以将作用在汽车上的离心力 F 和汽车重力 G 分解为垂直于路面的分力 $F \sin \alpha$ 和 $G \cos \alpha$ 以及平行于路面的分力 $F \cos \alpha$ 和 $G \sin \alpha$, 将平行于路面的分力之代数和称为横向力, 以 X 表示, 则

$$X = F \cos \alpha \pm G \sin \alpha \quad (2-2)$$

因为 α 很小, 所以 $\cos \alpha \approx 1$; $\sin \alpha \approx \tan \alpha = i$ (i 为路面横向坡度)。由此可得

$$X \approx \frac{Gv^2}{gR} \pm Gi \quad (2-3)$$

式中 “+”——指汽车在圆曲线外侧车道上行驶;

“-”——指汽车在圆曲线内侧车道上行驶;

其余符号同前。

将垂直于路面的分力之代数和称为垂向力, 以 Y 表示, 则

$$Y = G \cos \alpha \mp F \sin \alpha \quad (2-4)$$

同理

$$\cos \alpha \approx 1, \sin \alpha \approx 0$$

所以

$$Y \approx G \quad (2-5)$$

横向力和垂向力是反映汽车稳定性的两个重要因素, 横向力是不稳定因素, 垂向力是稳定因素。但大小相等的横向力作用在不同的汽车上会有不同的稳定程度, 例如 5000N 的横向力作用在小汽车上, 可能会使小汽车翻车, 而作用在重型汽车上则安然无恙。所以, 只用横向力的大小来反映汽车的稳定性还不确切。为了反映汽车在圆曲线上行驶时的稳定、安全和舒适程度, 我们引出了横向力与垂向力的比值, 称为横向力系数, 它近似地可看作单位车重上受到的横向力, 以 μ 表示, 即

$$\mu = \frac{X}{Y} \approx \frac{X}{G} \quad (2-6)$$

式中 μ ——横向力系数;

X ——横向力, N;

Y ——垂向力, N;

G ——汽车重力, N。

由式(2-6)可以看出 G 愈大, μ 就愈小, 汽车转弯就愈稳定。

用式(2-3)代入式(2-6), 则得

$$\mu = \frac{X}{G} = \frac{V^2}{gR} \pm i \quad (2-7)$$

式中 V ——汽车行驶速度, km/h;

i ——路面横坡度(或称路拱坡度), “+”表示汽车在弯道外侧行驶, “-”表示汽车在弯道内侧行驶;

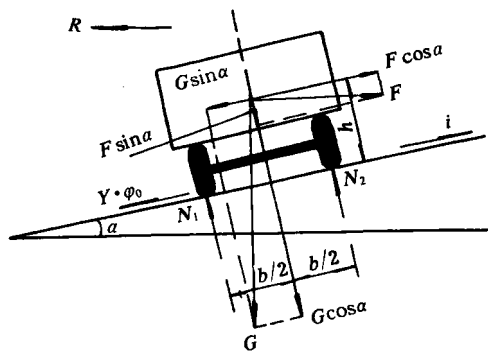


图 2-1 汽车在弯道内侧行驶时力的平衡