

交通系统中等专业学校教材

公路 勘测设计

(公路与桥梁专业用)

朱永明 主编

王国柱 主审

人民交通出版社



交通系统中等专业学校教材

公路勘测设计

Gonglu Kance Sheji

(公路与桥梁专业用)

朱永明 主编

王国柱 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、平面设计、纵断面设计、横断面设计、选线、定线、新建公路勘测、改建公路勘测、公路交叉设计和公路沿线设施。并附有地形分类时的地形特征、标志规定、公路设计文件的组成和内容三个附录。

本书为突出中等专业学校教学特点，在讲述公路勘测设计原理的基础上，突出实践性，并力求文字简明通俗。

本书为交通系统中等专业学校公路与桥梁工程专业教材，也可供有关公路勘测设计的工程技术人员学习参考。

交通系统中等专业学校教材

公路勘测设计

(公路与桥梁专业用)

朱永明 主编

王国柱 主审

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：15.75 字数：387千

1987年6月 第1版

1987年6月 第1版 第1次印刷

印数：0001—17,300册 定价：2.30元

前 言

本书是根据交通系统中等专业学校《公路勘测设计》教学大纲编写的。

本书第一、二、三、五、六、七章由广西交通学校朱永明编写；第四、八、九、十章由辽宁交通工程学校蒋承楷编写。

全书由广西交通学校朱永明主编；呼和浩特交通学校王国柱主审。

本书在编写过程中，承蒙南京工学院、云南交通学校、河北交通学校、江西交通学校、陕西交通学校和上海城建学校对本书初稿提出了宝贵意见，在此谨表谢意。在路桥专业委员会勘测组会议上，各兄弟学校对本书初稿也提出了有益建议，在此一并致谢。

由于编者水平有限，书中的缺点和错误在所难免，诚请读者批评指正。

目 录

第一章 绪论	1
第二章 平面设计	9
第一节 圆曲线半径	9
第二节 圆曲线上的全超高	15
第三节 圆曲线上的全加宽	17
第四节 缓和段	20
第五节 缓和曲线	36
第六节 平曲线最小长度	45
第七节 行车视距	47
第八节 平面线形设计要点	55
第九节 平面设计成果	61
第三章 纵断面设计	63
第一节 概述	63
第二节 汽车的动力性能	63
第三节 纵坡设计的一般规定和要求	75
第四节 纵坡设计	81
第五节 竖曲线设计	86
第六节 公路平面与纵断面的线形组合	94
第七节 纵断面设计成果	96
第四章 横断面设计	100
第一节 典型横断面图	100
第二节 路基边坡	106
第三节 横断面设计方法	107
第四节 土石方计算与调配	108
第五章 选线	115
第一节 概述	115
第二节 平原地区选线	117
第三节 丘陵地区选线	119
第四节 山岭区越岭线选线	123
第五节 沿河(溪)线选线	130
第六节 山脊线与山坡线选线	134
第六章 定线	136
第一节 纸上定线	136
第二节 实地定线	138

第三节	圆曲线半径的确定	141
第七章	新建公路勘测	146
第一节	视察	146
第二节	初步测量	151
第三节	定线测量	160
第四节	定测阶段的中桩测量	165
第五节	定测阶段的水准、横断面和地形测量	184
第六节	定测阶段的工程地质勘探与其它调查	187
第七节	小桥涵调查	192
第八节	外业勘测时的内业设计	199
第九节	一次定测	201
第八章	改建公路勘测	203
第一节	概述	203
第二节	改建公路的视察	204
第三节	改建公路的初测	204
第四节	改建公路的定测	206
第九章	公路交叉设计	210
第一节	概述	210
第二节	公路与公路平面交叉	212
第三节	公路与公路立体交叉	219
第四节	公路与其它路线交叉	225
第十章	公路沿线设施	228
第一节	交通安全措施	228
第二节	交通管理设施	229
第三节	附属设施	231
第四节	公路绿化	232
附录一	地形分类时的地形特征	234
附录二	桩志规定	234
附录三	公路设计文件的组成和内容	235
主要参考书	245

第一章 绪 论

一、公路的特点和发展

(一)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。铁路运输对于远程的大宗货物及人流运输具有运输量大的特点；水运在通航地区起着廉价运输的作用；航空运输具有速达作用；管道运输则多用于运输液体和气态或散装物品。与各种运输方式比较，公路运输具有如下特点：

1. 机动灵活性高，能迅速集中和分散货物，能做到直达运输，而不需要中转，节约时间和费用，减少货损，经济效益高；
2. 受地形、地物和地质等影响小，可伸展到任何山区和农村、任何机关学校和工矿企业；
3. 投资省，资金周转快，社会效益高；
4. 可适应于小批量运输和大宗运输，适应性强，服务面广；
5. 由于汽车燃料贵，服务人员多，单位运量较小，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提高以及运输组织管理水平的提高，会得到逐渐克服。

(二)发展

由于公路具有明显的优点，故公路得以快速发展。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，公路运输后来居上，公路的发展速度大大超过铁路和其他运输方式。到了七十年代，经济发达国家大多改变了一个多世纪以来以铁路为中心的局面，公路运输在各种运输方式中起了主导作用。目前，在世界综合运输网总长度中，公路运输占三分之二，汽车运输又占各种车辆运输总数的90%。

公路客货运输有方便、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其他运输网，所以有些发达国家拆铁路建公路。到1984年底几个经济发达国家的公路里程见表1-1。

繁重的公路建设任务，使一些经济发达的国家在公路勘测设计中，开始广泛应用电子计算机和效率高性能好的测量仪器。欧、美、日、苏等国已将这些先进仪器应用于公路规划、选线设计、结构计算、编制工程预算、绘制设计施工详图、交通管理、路况调查等方面。

在选线设计中，采用了多项式线型和数字地形模型，将航空摄影测量、地面立体摄影测量等与电子计算机结合，对路线进行优化设计，绘制透视图，并可采用人机对话方法进行修正设计方案。

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，还开创了丝绸之路等国际通道。

部分国家的公路里程

表1-1

国 别	通车里程(10 ⁴ km)	高速公路(km)	国 别	通车里程(10 ⁴ km)	高速公路(km)
美 国	636.6	69202	意 大 利	29.7	5900
印 度	160.4	不 详	土 耳 其	23.2	198
巴 西	141.2	0	墨 西 哥	21.4	1178
日 本	112.0	2993	阿 根 廷	20.8	不 详
加 拿 大	92.8	4939	南 非	18.4	1331
法 国	80.4	5907	扎 伊 尔	15.4	0
澳 大 利 亚	79.7	1007	瑞 典	13.0	868
联 邦 德 国	48.6	7919	比 利 时	12.7	1317
英 国	34.3	2666	希 腊	10.9	91
西 班 牙	32.2	2057	尼 日 利 亚	10.8	115

注：本表摘自1984年12月24日《世界经济报》

在我国民主主义革命时期，伟大的先行者孙中山先生就说过：“道路者文明之母也，财富之脉也，试观今日文明之国，即道路最多之国。”他还提出过要在中国修建十万英里铁路和一百英里铺石公路，这是一种有远见卓识的主张。

但由于我国在旧中国时期的经济落后，公路勘测设计的手段又十分简单，更没有公路科学研究机构，所以解放前的公路建设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80768km，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，占全国土地面积三分之二的山区和边疆少数民族地区几乎没有公路。

新中国建立后，为了恢复和发展国民经济、改善人民生活、巩固国防、促进民族团结，国家和人民群众对道路建设作出了很大努力，取得了显著的成就。交通部先后组建了公路勘测设计院、公路规划设计院和科学研究所，各省（区）的公路勘测设计院也相继建立，使全国的公路建设蓬勃发展，在公路的数量和质量上有了很大提高。

目前，我国公路勘测设计的手段和方法也有很大的提高，现代化的先进勘测仪器在不断武装各级勘测设计队，科学研究成果和新的设计思想在不断地促进公路建设事业，已收到了良好的效益。现在我国已有能力承包国外工程，支援了第三世界的公路建设，并深得第三世界人民的信赖，从而为促进世界各国人民之间的友谊，作出了贡献。

虽然公路勘测设计和公路建设的发展速度是惊人的，但是，对于我们这个具有九百六十万平方公里土地和拥有十亿人口的国家来说，现有的公路无论数量上或质量上都远远不能满足客观的需要，与世界发达国家相比，差距更大。

当前已将能源、交通作为社会主义经济建设的战略重点。在这种新形势下，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

公路是为汽车运输服务的工程结构物。根据公路的交通量及其在政治、经济、国防和文化各方面的使用性质、任务，我国交通部于1981年颁发了《公路工程技术标准》JTJ1-81

(以下简称《标准》)。

《标准》根据我国的具体情况，将公路分为高速公路、一、二、三、四级公路等五个等级。各级公路的交通量及其使用性质、任务分别为：

高速公路——一般能适应的年平均昼夜汽车交通量为25000辆以上，为具有特殊重要的政治、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——一般能适应的年平均昼夜汽车交通量为5000~25000辆，为连接重要的政治、经济中心，通往重点工矿区，可供汽车分道行驶并部分控制出入、部分立体交叉的公路；

二级公路——一般能适应按各种车辆折合成载重汽车的年平均昼夜交通量为2000~5000辆，为连接政治、经济中心或大工矿区等地的干线公路，或运输任务繁忙的城郊公路；

三级公路——一般能适应按各种车辆折合成载重汽车的年平均昼夜交通量为2000辆以下，为沟通县及县以上城市的一般干线公路；

四级公路——一般能适应按各种车辆折合成载重汽车的年平均昼夜交通量为200辆以下，为沟通县、区、乡等支线公路。

以上五个等级的公路构成了我国的公路网。高速公路、一级公路和二级公路为公路网的骨干线，三级公路为公路网的基本线，四级公路为公路网的支线。

高速公路和一级公路不容许有混合交通的状态，专供汽车行驶，故为汽车交通量。而二、三、四级公路一般是混合交通，故须将公路上行驶的各种车辆按规定方法折算为普通载重汽车的数量来表示。

《标准》是根据公路等级把技术指标进行具体化，它反映了我国目前公路建设的方针、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，应严格执行《标准》所规定的各项指标，并应在符合国家建设方针、政策和不过分增加工程造价的条件下，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，不求合理的错误观念。

我国《标准》规定的各级公路主要技术指标见表1-2。

各级公路主要技术指标汇总表

表1-2

公路等级	高速公路		一		二		三		四	
	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	80	100	60	80	40	60	30	40	20
行车道宽度(m)	2×7.5	2×7.0	2×7.5	2×7.0	9	7	7	6	3.5	
路基宽度(m)	26	23	23	19	12	8.5	8.5	7.5	6.5	
极限最小平曲线半径(m)	650	250	400	125	250	60	125	30	60	15
停车视距(m)	210	110	160	75	110	40	75	30	40	20
最大纵坡(%)	3	5	4	6	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-15级, 挂车-80		汽车-10级, 履带-50	
桥面车道数	4		4		2		2		2或1	

(二)公路等级的选用

公路等级的选用应根据公路网的规划,从全局出发,适当考虑远景发展的交通量,结合公路的使用任务和性质综合确定。

各级公路中所能适应的年平均昼夜交通量,均是指远期设计年限的交通量。远期设计年限是指:高速公路和一级公路为20年;二级公路为15年;三级公路和四级公路为10年,四级公路视具体情况还可适当缩短。

各级公路,均有其相应的交通量,但根据地形的不同而有着不同的行车速度,并采用不同的技术指标。因此,在选用公路等级和技术标准中,必须注意在同一条公路上通过各种不同地形时,不仅平、纵、横三方面互相协调,并应与实际行车速度相适应,即可采用不同等级来处理不同的地形。同时,在同一条公路上也可根据通过的不同经济地区而采用不同等级的公路。各项指标的变更,要逐渐变化,不要突然改变很大,并设标志牌以使驾驶员注意。为使公路的几何设计保持相对均匀、连续、一条公路的技术指标或地形分区不应频繁变异。其设计路段长度的划分应符合下列规定:

1.按同一计算行车速度设计的路段长度不宜过短,一般不应小于表1-3所列数值;

公路等级	高速公路	一	二	三	四
设计路段长度(km)	≥20	≥20	≥15	≥10	≥5

2.按不同地形分区的技术指标设计的路段长度也不宜过短,一般情况下,其路段长度亦不应小于表1-3所列数值;

3.一条公路因设计交通量不同而在相同地形分区范围内选用不同公路等级时,相邻设计路段的公路等级的差不应超过一级;

4.一条公路通过不同地形分区时,因相邻设计路段的计算行车速度差一般相差较大,故在相互衔接处前后的一定长度范围内,应结合地形的逐渐变化,使其技术指标亦随之由高向低,或由低向高逐渐过渡,避免出现突变;

5.不同设计路段相互衔接的地点,原则上应选在交通量发生较大变化,如主要交叉路口、互通式立体交叉等处;或者驾驶员能明显地判断前方情况将发生变化而需要改变行车速度,如桥梁、村镇、地形变化等处附近。

在二、三、四级公路上,汽车交通量的比重较小,当汽车交通量加上非汽车折算后的交通量,超出所规定的公路等级能适应的交通量时,为了保证公路交通安全和良好的交通秩序,应采用设置分隔汽车和其他车辆及行人的慢行道路段,将快、慢行道分开,而不应该提高公路等级。快、慢行道分开的条件一般为:

- 1.不允许其他慢速车辆与汽车混合行驶的高速公路和一级公路;
- 2.汽车及其他车辆的交通量都很大的二级公路,当混合行驶相互干扰较大的路段;
- 3.城镇附近混合交通量较大的三级公路。

沿行车道设慢行道时,应以足够尺寸的外侧分隔带分开;专供自行车的慢行道,行车道与慢行道可用分隔器分隔或用路面标线分开。

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、改善危桥、改渡为桥、加铺路面,增建交通安全设施、交通管理设施、防护设施、停车设施等,使其逐步提高使用质量和通过能力,以达到要求的等级标准。

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。

路线设计，应根据公路的使用任务、性质、合理利用地形，正确运用《标准》，保证线形标准的均衡性。在条件许可时，应论证地选用较好的技术指标，以提高公路的使用质量。

公路的平、纵、横三方面应进行综合设计，做到平面顺适、纵坡均衡、横面合理。线形设计，应考虑车辆行驶的安全舒适、驾驶人员的视觉和心理反应、引导驾驶人员的视线，保持线形的连续性、注意与当地环境和景观相协调，并避免采用长直线。为保证和提高公路使用质量，对高速公路和一级公路以及风景区公路的个别路段，应采用透视图法进行检验。

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置较多的回头曲线。

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。

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。

路线设计是一项政策性很强的综合工作，因此，应认真贯彻党和国家的方针、政策，深入实际，调查研究，反复比较，正确解决公路技术要求与自然条件之间的矛盾，处理好整体和局部、近期和远期的关系，使设计的公路在技术上先进，经济上合理。

(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。公路根据使用任务和性质可以为单一车型服务的（例如工矿公路或军事公路），也可为混合车型服务的（大多数公路是混合交通，这是我国将来相当长时间内的一个明显特点）。在路线几何设计时是以设计车型为设计依据进行设计的。

在研究制定公路路幅组成、弯道加宽、交叉口设计、纵坡及视距时，都与车辆的外廓尺寸及性能有关。为了今后发展大型集装箱运输，还应考虑半挂车的各项技术指标，作为高速公路、一级公路和有大型集装箱营运的公路设计依据。因此，鉴于汽车的物理特性和车辆的大小在公路几何设计中是一个重要控制因素，我国作为公路设计依据的汽车分为三类，即小客车、载重汽车、半挂车。其尺寸见图1-1和表1-4。

2. 交通量

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的往返车

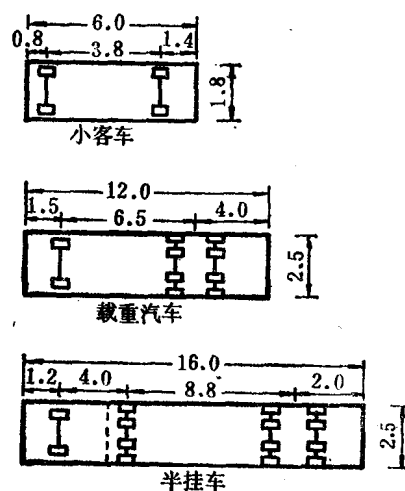


图1-1 设计车辆尺寸图

设计车辆尺寸表

表1-4

尺寸 (m)	项 目	总 长	总 宽	总 高	前 悬	轴 距	后 悬
车辆类型							
	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：自行车的外廓尺寸为宽0.75m，高为2.00m。

辆总数。它是公路分级和确定公路等级的主要依据。

我国公路多为混合交通，非机动车占有很大比重，为了求得交通量的统一尺度，我国根据各种不同类型车辆的时速、行驶规律性、在车道上所占面积、影响通行能力的程度等因素，将不同的车辆换算成一种车辆，即换算成载重汽车（以载重汽车的换算系数为1），各种车辆的折算系数见表1-5。

各种车辆的折算系数

表1-5

换 算 系 数	包 括 的 车 辆 种 类
1.0	载重汽车、大客车、重型载重汽车、三轮汽车、胶轮拖拉机带挂车
1.5	带挂车的载重汽车、大平板车
0.5	小汽车、吉普车、摩托车、架子车、人力车
2.0	兽力车
0.1	自行车

交通量可以用各种调查统计方法和仪器测定。我国采用“年平均每昼夜的交通量”作为设计公路的依据之一。公路交通量在一年中是有变化的，即使在一昼夜内，每小时的交通量也是不均匀的。因此，年平均昼夜交通量与最大昼夜交通量、昼夜平均小时交通量与高峰小时交通量之间的关系可以按下式表示：

$$\text{年平均昼夜交通量} = \frac{\text{一年中最大的昼夜交通量}}{\text{年不平衡系数}}$$

$$\text{昼夜平均小时交通量} = \frac{\text{一日中的高峰小时交通量}}{\text{日不平衡系数}}$$

我国采用的年不平衡系数推荐值为1.6；日不平衡系数推荐值为2.1。

3. 计算行车速度

计算行车速度是确定公路几何线形的基本依据。例如弯道半径、超高、视距等技术指标的制定都与计算行车速度有直接关系。而车道、路肩的宽度等也与计算行车速度有密切的关系。

计算行车速度是《标准》中最重要的指标，它对工程费用和运输效率的影响最大。它由路线在公路网中的任务和性质、远景交通量和交通组合、地形、其他自然条件，以及技术政策等决定的。路线在公路网中具有重要的政治、国防意义，交通量较大，地形平缓，则规定较高的计算行车速度；反之则规定较低的计算行车速度。这样，较高的计算行车速度的公

路虽然工程费用高，但能较好地满足政治、经济、国防的要求或能从运输上较快得到经济补赏。

计算行车速度与行驶速度是不同的。行驶速度是指汽车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。当行驶条件比较好时，行驶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驶速度是常见的；相反，如果公路上行驶条件较差，则行驶速度大多低于计算行车速度。根据我国一些观测资料知，当计算行车速度较高时，平均实际行驶速度约为计算行车速度的60~70%；计算行车速度较低时，实际行驶速度约为计算行车速度的80~90%。各级公路的技术指标就是以保证安全行驶的条件下，考虑了行驶速度与计算行车速度之间的关系后来作适当调整再规定的，这样的计算行车速度作为各级公路的技术指标的计算依据是合理的。我国《标准》规定的各级公路计算行车速度见表1-2。

(三)设计阶段

可行性研究是公路勘测设计前的理论论证，为了提高公路建设的经济效益，使每一条公路起到预期的作用，所以首先要作可行性研究。可行性研究的方法我国正在完善之中，可参考有关资料。

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。也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，作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。公路勘测设计可按两阶段或一阶段进行。为适应不同的设计阶段及其深度，两阶段设计必须根据批准的设计任务书的要求，经过初步测量（简称初测），编制初步设计，然后根据已批准的初步设计，通过定线测量（简称定测），编制两阶段施工图设计，作为公路施工的依据；一阶段设计可根据批准的计划任务书，进行一次定线测量（简称一次定测），直接编制一阶段施工设计，作为公路施工依据。

无论是两阶段设计还是一阶段设计，新建公路或改建公路，在勘测设计前，都必须进行视察工作，搞好可行性研究。“视察”不独立成为一个设计阶段，而是两阶段设计或一阶段设计前都必须进行的一个重要步骤。

“视察”、“初测”、“定测”、“一次定测”之间的关系是：

两个阶段设计：

视察 → 视察报告 → 计划任务书 → 初测 → 初步设计文件 → 定测 → 两阶段施工图设计文件。

一阶段设计：

视察 → 视察报告 → 计划任务书 → 一次定测 → 一阶段施工设计文件。

在一般情况下，公路和独立大桥应采用两阶段设计。当修建任务紧急和方案明确，技术比较简单的工程项目及一般小型工程项目，可采用一阶段设计。勘测设计按哪一种设计阶段进行和勘测设计深度，按计划任务书要求而定。

在各勘测设计阶段的工作中，都应严格进行质量检查，现场核对；各项记录，计算资料和图表，应记注清楚，经复核、检算和签署齐全后，才能提交设计使用，并做好测量标志的

固定保护工作。所有设计成果也必须经过复核无误签署齐全，经审核后才能提交施工。

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，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，还要处理好与其他行业的关系。因此，勘测设计是一门涉及面广的综合性科学，它不仅有其本身的理论、设计原则、方法和步骤，还与许多相关科学有联系，例如汽车理论、土质学、工程地质、制图、测量学、公路建筑材料、水力水文、公路路基路面、公路美学、交通工程学等。所以，要求学生在学习本课程时，通过听、记、问、读、练，系统地掌握基本理论、设计原则、计算方法，课外多阅参考书，认真做好课程设计，认真参加实习，做到理论结合实践，提高运用基本理论解决实际问题的独立工作能力。

第二章 平面设计

公路是一条带状的三维空间实体。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，再把这竖直的曲面展开成直面，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切面称为公路路线的横断面。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能安全、迅速、经济地行驶？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

平曲线是指公路转弯时行车道中心线在平面上的投影，它由圆曲线和缓和曲线组成，本节只研究圆曲线半径。

一、汽车转弯时的受力特点

我们首先假定汽车在圆曲线上行驶时，作的是匀速圆弧运动。

汽车转弯时，坐在车箱里的人会感到往弯道外侧偏倒，由物理学中可知，这是离心力引起的。

离心力对在弯道上行驶的汽车来说，是一个很大的威胁，它可能使汽车向外侧滑移或倾覆。要使汽车平稳地通过弯道，就必须靠向内侧倾斜的横坡度和路面对车轮的附着来提供稳定因素。由此可知，汽车在作等速圆弧运动时，作用在汽车横截面上的力除水平方向的离心力（以 C 表示）外，还有汽车总重（以 G 表示）和轮胎与路面间的横向摩阻力（即附着力），见图2-1。

从汽车转弯时的受力特点来看，车辆行驶的安全、舒适、燃料和轮胎的消耗，以及驾驶员的视觉与心理状态均与直线上的行车有显著的不同。

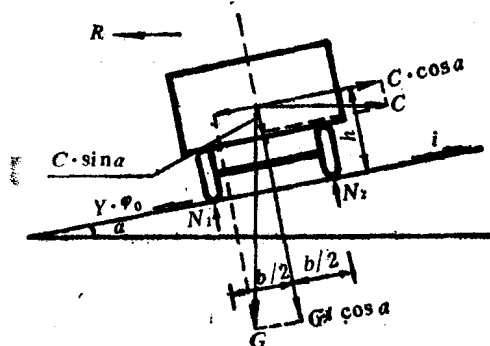


图2-1 汽车在弯道内侧行驶时力的受力图

二、汽车在圆曲线上行驶时力的平衡

当汽车在弯道上作匀速圆弧运动时，由理论力学知其切向加速度为零，而法向加速度为一常量，法向加速度 (a_n) 的大小为：

$$a_n = \frac{v^2}{R} \quad (2-1)$$

式中 v ——汽车行驶速度，m/s；

R ——圆曲线半径，m。

由动力学基本原理可知：物体产生加速度的原因是由力作用的缘故，且加速度的大小与力的大小有关，即离心力为：

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

式中 C ——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/s²。

由式 (2-2) 可以看出：离心力 C 的大小与行车速度 v 的平方成正比，与圆曲线半径 R 成反比。即速度越快，离心力就越大；半径越大，离心力就越小。

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

$$X = C \cdot \cos\alpha \pm G \cdot \sin\alpha \quad (N) \quad (2-3)$$

因为 α 很小，所以 $\cos\alpha \approx 1$ ， $\sin\alpha \approx \text{tg}\alpha \approx i$ (i 为路面横向坡度)。由此可得

$$X = \frac{G \cdot v^2}{g \cdot R} \pm G \cdot i \quad (N) \quad (2-4)$$

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。

垂直于路面的分力之代数和称为垂向力，以 Y 表示，则

$$Y = G \cdot \cos\alpha \mp C \cdot \sin\alpha \quad (N) \quad (2-5)$$

即 $Y \approx G$

横向力和垂向力是反映汽车稳定性的，横向力是不稳定因素，垂向力是稳定因素。但相同的横向力作用在不同的汽车上有不同的不稳定程度，例如5000(N)的横向力作用在小汽车上，可能使小汽车造成翻车的危险，而作用在重型载重汽车上就安然无恙。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) 可看出 G 愈大, μ 就愈小, 汽车就愈稳定。

用式 (2-4) 代入式 (2-6), 则得

$$\mu = \frac{X}{G} = \frac{v^2}{g \cdot R} \pm i$$

车速 v 的单位为 m/s, 将 v 的单位化为 km/h, 并以 V 表示车速, 则

$$\mu = \frac{V^2}{127R} \pm i \quad (2-7)$$

式中 V ——汽车行车速度, km/h;

R ——圆曲线半径, m;

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。

从式 (2-7) 可以看出: 车速愈大, 横向力系数就愈大, 表示单位车重上受到的横向力也愈大, 汽车在圆曲线上行驶时的稳定性愈差; 而半径愈大, μ 就愈小, 表示汽车在圆曲线上行驶时的稳定性越好。同时, 也可从式 (2-7) 看出汽车在圆曲线内侧的路拱横坡度上行驶时, 对汽车的稳定性是有利的。

当汽车在圆曲线上行驶时的不稳定因素剧烈增大时, 就可能使汽车产生横向滑移或倾覆。在大多数情况下, 汽车在产生倾覆之前, 首先发生侧向滑移, 即沿横向力 X 的方向 (外侧) 滑移, 而轮胎与路面间的横向摩阻力 $Y \cdot \varphi_0$ 是阻止汽车滑移的。要使汽车不产生横向滑移, 就必须使最大横向力小于或等于摩阻力, 这就是汽车在圆曲线上行驶时横向稳定的必要条件, 即

$$X \leq Y \cdot \varphi_0 \quad (2-8)$$

而 $X = Y \cdot \varphi_0$ 时, 则为汽车在圆曲线上行驶时力的极限平衡条件。当 $X > Y \cdot \varphi_0$ 时, 就说明汽车即产生滑移或已经产生滑移。

由于 $\mu = \frac{X}{G}$, 即 $X = \mu \cdot G$ 。又因 $Y \approx G$, 所以式 (2-8) 可写为

$$\mu \leq \varphi_0 \quad (2-9)$$

式中 φ_0 ——横向摩阻系数, φ_0 与纵向摩阻系数的关系是 $\varphi_0 = (0.6 \sim 0.7) \cdot \varphi$; 而 φ 根据实验资料得到如表 2-1 所示数值, φ 称为纵向摩阻系数。

纵向摩阻系数 φ 值

表 2-1

路面类型	路面状态			
	干燥	潮湿	泥泞	冰滑
水泥混凝土路面	0.7	0.5	—	—
沥青混凝土路面	0.6	0.4	—	—
中级及低级路面	0.5	0.3	0.2	0.1
沥青 (糙油) 表面处治路面	0.4	0.2	—	—