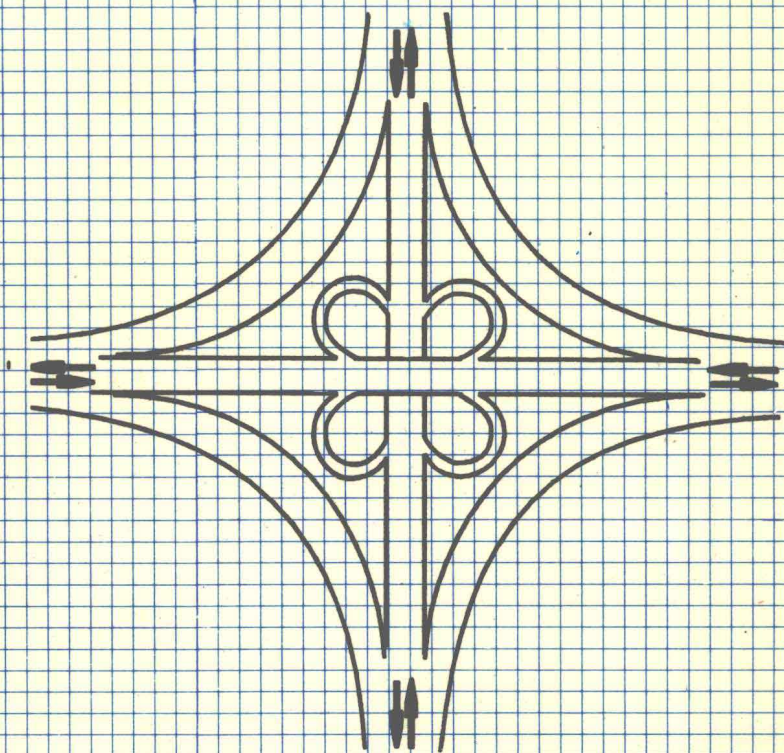


王立冬 主编
潘 越 主审

公路工程 概论



东北林业大学出版社

公路工程概论

王立冬 主编
潘 越 主审

东北林业大学出版社

公路工程概论

Gonglu Gongcheng Gailun

王立冬 主编

潘 越 主审

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 26 号)

东北林业大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 10.375 字数 222 千字

1996 年 12 月第 1 版 1999 年 7 月第 2 次印刷

印数 1 601—2 600 册

ISBN 7-81008-741-X

U·24 定价:12.50 元

主 编 王立冬

主 审 潘 越

副主编 李晓非 李吉胜 李国英

桑树森 张士权 杨 誉

编 委 苏 晔 韩存玉 马振生

庄学礼 纪 晖 崔淑杰

前 言

本教材系根据国家有关部门制订的高等专科学校非道桥专业的教学大纲编写的，供公路工程管理专业等使用。

全书共有十二章，包括总论、公路路线、公路路基、路面工程、桥梁工程、桥涵水文、工程地质、道路建筑材料、道路测量、公路工程管理、公路施工机械、高速公路简介等内容。各专业使用本教材时，可根据本专业的性质来选择其内容。

本书编写分工为：黑龙江省交通专科学校王立冬编写第二、五章；黑龙江省交通专科学校王立冬、崔淑杰编写第十二章；黑龙江省路桥公司第四工程处李吉胜编写第三章；黑龙江省公路工程质量监督站李晓非编写第四章；黑龙江省公路工程造价管理处庄学礼编写第六章；黑龙江省路桥公司第四工程处韩存玉编写第七章；黑龙江省交通干部学校桑树森、王立冬编写第一章；黑龙江省交通科研所马振生、东北林业大学杨誉编写第八章；黑龙江省交通干部学校张士权、王立冬编写第九章；哈尔滨市公路管理处苏晔、黑龙江省交通专科学校纪晖编写第十章；东北林业大学机电工程学院李国英编写第十一章。全书由王立冬统稿。

王立冬主编，李晓非、李吉胜、李国英、桑树森、张士权、杨誉副主编。黑龙江省公路工程质量监督站潘越主审。本书由东北林业大学土木工程学院刘恩德教授审定。刘恩德教授不仅悉心审阅和修改书稿，同时对本书的出版和质量保证帮助很大，在此谨表谢意。

全书插图由崔淑杰描绘。

编 者

1996.11

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 公路运输的地位及特点	(1)
一、公路运输在国民经济发展中的地位	(1)
二、公路运输的主要特点	(1)
第二节 公路的发展概况	(1)
一、我国公路发展概况	(1)
二、国外公路发展概况	(2)
第三节 公路的基本组成	(2)
第二章 公路路线	(5)
第一节 公路的分级及技术标准	(5)
一、公路分级	(5)
二、技术标准与应用	(5)
三、行车速度	(6)
四、交通量	(6)
第二节 公路平面	(7)
一、平面线形	(7)
二、圆曲线上的超高与加宽	(9)
三、行车视距	(11)
第三节 公路纵断面	(12)
一、纵坡	(13)
二、竖曲线	(14)
三、纵断线型布置与平、纵断面配合	(15)
第四节 公路横断面	(17)
一、横断面的组成	(17)
二、路基、路面宽度	(17)
三、路拱、边沟和边坡	(19)
第五节 路线交叉	(20)
一、公路平面交叉	(20)
二、公路与公路立体交叉	(23)
第六节 公路选线的基本概念	(29)
一、选线的基本原则	(29)
二、影响公路选线的主要因素	(30)
三、选线的一般步骤	(30)

四、沿溪线的选定	(31)
五、越岭线的选定	(32)
第三章 公路路基	(34)
第一节 对公路路基的要求	(34)
一、路基的作用	(34)
二、对路基的基本要求	(34)
第二节 路基病害	(34)
一、路基病害的现象及危害	(34)
二、路基病害原因的综合分析	(36)
三、防止路基病害的基本措施	(36)
第三节 路基排水	(36)
一、路基排水系统设计	(36)
二、路基的地表排水构造物	(37)
三、地下水的排截	(38)
第四节 路基防护与加固工程	(40)
一、防护加固工程分类	(41)
二、坡面防护	(41)
三、冲刷防护	(42)
四、挡土墙	(42)
第五节 路基施工	(43)
一、路基施工准备作业	(43)
二、路堑开挖	(44)
三、路堤的填筑	(45)
四、土基压实	(46)
第四章 路面工程	(49)
第一节 路面的作用与基本要求	(49)
第二节 路面的分级与分类	(50)
一、路面分级	(50)
二、路面分类	(51)
三、路面结构层次划分	(51)
第三节 碎(砾)石路面与基层	(52)
一、水结碎石路面	(52)
二、泥结碎石路面	(53)
三、泥灰结碎石路面	(53)
四、级配砾(碎)石路面与基(垫)层	(53)
第四节 沥青类路面	(54)
一、沥青类路面的特点、类型与选择	(54)
二、沥青类路面对基层的要求	(56)

第五节 水泥混凝土路面	(56)
一、概述	(56)
二、水泥混凝土路面的构造	(57)
三、接缝的构造与布置	(58)
第五章 桥梁工程	(61)
第一节 梁桥	(61)
一、板梁桥	(61)
二、肋梁桥	(62)
三、其他体系梁桥	(62)
四、桥面构造	(62)
五、梁桥支座	(63)
第二节 拱桥	(65)
一、砖石拱桥	(65)
二、肋拱桥	(66)
三、双曲拱桥	(67)
四、箱形拱桥	(68)
五、桁架拱桥	(69)
第三节 墩台	(70)
一、桥墩	(70)
二、桥台	(73)
第六章 桥涵水文	(76)
第一节 河流和流域	(76)
一、河流	(76)
二、流域	(77)
三、径流的形成	(78)
第二节 水文资料的收集与形态调查	(78)
一、水文资料的收集	(78)
二、形态调查	(79)
三、水位与流量的关系	(80)
四、设计洪水频率	(81)
第三节 桥梁孔径和桥面标高	(82)
一、大中桥梁孔径的确定	(82)
二、小桥涵孔径的确定	(83)
第四节 桥面中心最低标高的确定	(86)
一、大中桥桥面标高的确定	(86)
二、小桥桥面最低标高和桥头路基最低标高的确定	(86)
第七章 工程地质	(88)
第一节 岩石	(88)

一、矿物	(88)
二、岩石	(88)
第二节 地质作用及地质构造	(89)
一、地质作用	(89)
二、地质构造	(90)
第三节 地貌	(91)
一、地貌的分级与分类	(91)
二、山岭地貌	(91)
三、平原地貌	(92)
四、河谷地貌	(92)
第四节 常见的不良地质现象	(93)
一、崩塌和岩堆	(93)
二、滑坡	(94)
三、沼泽及软土	(94)
四、冻土与多年冻土	(95)
第五节 公路工程地质勘探	(95)
一、工程地质勘探的目的	(95)
二、工程地质勘探方法	(96)
第八章 道路建筑材料	(97)
第一节 砂石材料	(97)
一、石料的技术性质	(97)
二、路用石料的技术分级	(100)
第二节 石灰	(100)
一、石灰的消解和硬化	(100)
二、熟石灰的使用	(101)
第三节 水泥	(101)
一、硅酸盐水泥的技术性质	(101)
二、硅酸盐水泥的应用	(102)
第四节 水泥混凝土	(102)
一、普通混凝土的组成材料	(102)
二、混凝土拌和料的工作性	(103)
第五节 沥青材料	(104)
第六节 钢材	(105)
一、钢材分类	(105)
二、钢筋的技术要求和选用	(105)
第七节 木材	(106)
一、木材的力学性质	(106)
二、影响木材力学性质的因素	(106)

第九章 道路测量	(108)
第一节 角度测量	(108)
一、水平角测量.....	(108)
二、竖直角测量.....	(109)
第二节 高程测量	(109)
一、水准测量原理.....	(109)
二、水准测量方法.....	(110)
第三节 地形测量	(110)
一、等高线与等高距.....	(111)
二、地形测量方法.....	(111)
第四节 导线测量	(112)
一、经纬仪导线布置的几种形式.....	(112)
二、经纬仪导线测量的外业.....	(112)
三、经纬仪导线点的坐标计算.....	(113)
第五节 中线测量	(114)
一、概述.....	(114)
二、交角(转向角)的观测.....	(115)
三、量距和里程桩的设置.....	(115)
四、圆曲线测设.....	(115)
第十章 公路工程管理	(118)
第一节 概述	(118)
一、公路工程基本建设的内容.....	(118)
二、基本建设程序.....	(119)
第二节 施工组织	(121)
一、施工过程.....	(121)
二、施工组织.....	(122)
三、施工进度图.....	(125)
四、施工平面图的布置.....	(127)
第三节 工程概(预)算	(128)
一、概(预)算的作用.....	(128)
二、编制概(预)算的依据.....	(129)
三、概(预)算的费用组成.....	(130)
四、概(预)算的文件组成.....	(130)
第十一章 公路施工机械	(132)
第一节 土方施工机械	(132)
一、推土机.....	(132)
二、铲运机.....	(132)
三、自行式平地机.....	(134)

四、单斗挖掘机.....	(135)
五、装载机.....	(136)
第二节 石方施工机械.....	(137)
一、空气压缩机.....	(137)
二、凿岩机.....	(138)
三、破碎机.....	(138)
第三节 道路压实机械.....	(139)
一、静力式光轮压路机.....	(139)
二、羊脚碾.....	(140)
三、轮胎式压路机.....	(141)
四、振动式压路机.....	(141)
第四节 路面施工机械.....	(142)
一、沥青洒布机.....	(142)
二、沥青混凝土制备机械.....	(142)
三、沥青混凝土的摊铺机械.....	(143)
四、水泥混凝土拌和机械.....	(144)
五、混凝土摊铺器.....	(145)
第十二章 高速公路简介.....	(146)
第一节 基本概念.....	(146)
一、高速公路的基本含义.....	(146)
二、高速公路的基本特性.....	(146)
第二节 高速公路的技术标准与线形设计.....	(147)
一、技术标准.....	(147)
二、高速公路的线形设计.....	(147)
三、立体交叉设计.....	(149)
第三节 高速公路路基、路面工程.....	(151)
一、路基工程.....	(151)
二、路面工程.....	(151)
第四节 高速公路的收费管理.....	(152)
第五节 高速公路的监控系统.....	(152)
一、控制系统.....	(152)
二、监视系统.....	(153)
三、情报系统.....	(153)
四、传输系统.....	(153)
五、中心控制.....	(153)
参考文献.....	(154)

第一章

总论

第一节 公路运输的地位及特点

一、公路运输在国民经济发展中的地位

公路运输是一个特殊的产业部门，是联系工业、农业和其他行业、城市和乡村、生产与消费的重要纽带，是经济建设的“先行官”，没有交通运输的现代化，国民经济的现代化就很难实现。

现代交通运输由铁路、公路、水运、航空和管道运输等五种方式组成。他们各有分工又互相联系与合作，共同承担国家建设所需要的原材料和产品的集散，城乡物资交流，人们生活必需品的输送任务。交通运输在国家的政治、经济、军事和文化等方面都占有重要的地位。交通运输业是国家的基础产业，也是国家强盛的标志之一。我国幅员辽阔、物产丰富、人口众多，为了加速社会主义现代化建设的进程，不断提高人民的物质文化生活水平，就必须有一个四通八达且完善的交通运输体系。

公路运输在交通运输体系中占有较大的比重，在某种情况下它是客货运输的主力。在山区和少河流地区，公路运输是运输的主体。随着国民经济的不断发展，特别是高速公路、汽车专用公路的出现和增加，公路运输在经济建设中的重要作用日益明显，已显示出巨大的发展前景。

二、公路运输的主要特点

公路运输与其他几种运输方式比较，具有以下特性：

- (1) 机动灵活，能迅速集散货物，能随时随地发运，节省时间和费用；
- (2) 迅速直达，是从用户到用户的运输方式，不需要中转，也不受运输路线的限制和影响；
- (3) 适应性强，既适应小批量运输，也适应大宗运输，随着集装箱运输的发展，使其货损减少，经济效益将更为提高；
- (4) 服务面广，受地形、气候因素影响小，可伸展到任何山村、工矿企业、机关、学校，甚至到各家庭用户；
- (5) 汽车燃料贵、服务人员多，单位运量小，运输成本高。随着汽车业的发展、制造技术的提高及公路状况，管理水平的不断改善，这些不足将逐渐得到解决。

第二节 公路的发展概况

一、我国公路发展概况

解放前，我国公路运输十分落后，全国通车公路里程不足 8 万 km，没有高级、次

高级路面，缺乏桥涵结构物，多数公路不能保证“全天候通车”。旧中国的公路不仅数量少、标准低、质量差，而且分布极不合理，大都集中于东部沿海地区，山区和边远少数民族地区几乎没有公路。

解放后，我国公路建设的发展很快，取得了举世瞩目的成就。建立了各级公路设计、施工和养护管理组织机构，成立了从中央到地方的公路科研院（所），高、中等教育体系已具有相当规模。

截止 1992 年底，我国公路通车总里程达到 105.67 万 km，全国铺有路面的公路达到 92.65 万 km。公路等级也在逐步提高，高速公路实现了零的突破，已开通使用 652km；一级汽车专用公路 3 935km；二级公路 54 776km；符合技术等级的公路达到 78.69 万 km。继沪—嘉、穗—佛、沈—大、京—津—济等一批高速公路的修建，标志着我国公路建设已进入了一个新的阶段。初步建成了以北京为中心、沟通全国各地的公路网。

我国是一个多河流的国家，随着道路的发展，桥涵工程也有长足的发展。解放前，长江上没有桥梁，黄河上仅有一座公路桥。到目前为止，从发源地到入海口，黄河上已建成公路大桥 37 座，长江上已有桥梁近 20 座。截止到 1992 年底，全国公路桥梁总数达到 177 239 座，总长 538.0565 万延长米。桥梁的形式也多种多样，如梁桥、拱桥、斜拉桥等。随着技术的提高，桥梁的跨径也越来越大。在桥梁设计方面，电子计算机的应用已逐渐普及。在引进并应用国外各种结构分析程序的同时，我国已编制了计算公路桥梁的大型综合程序以及大量专用程序。现代计算技术的推广应用，为加快桥梁设计速度和提高设计质量，起到了极为重要的作用。

二、国外公路发展概况

第二次世界大战后，公路运输在世界范围内迅猛发展。除在经济发达地区大力修建公路外，许多国家提出大力发展农村道路问题。在偏僻的山区修建公路，有助于加速改变山区落后的经济面貌。在石油出产国，其公路的建设更是发展迅速。在不到一个世纪的时间里，在世界范围内公路运输已发展成为占主导地位的运输方式。

50 年代后，高速公路迅猛发展，并且各国高速公路互相连接，形成了国际性高速公路网。目前，不仅发达国家在修建高速公路，不少发展中国家也在修建高速公路。例如，新加坡、泰国、马来西亚、印度等亚洲国家均根据本国的具体情况，采取适合于本国国情的方法来修建高速公路。

根据世界上有关公路的统计资料，美国的公路的里程、高速公路的里程、汽车总保有量、每千人拥有汽车数、汽车年行车总里程、国内汽车货运周转量、汽车客运周转量均列世界前茅。除美国外，世界上公路交通发展较早、水平较高的国家还有日本、德国、英国、法国、意大利、加拿大、西班牙和巴西等。又如奥地利、丹麦、葡萄牙的公路铺路面率均达 100%；比利时的道路密度为 $4.2\text{km}/\text{km}^2$ ，居世界第一。

第三节 公路的基本组成

公路是一种线状工程结构物，主要承受汽车荷载的反复作用，并要经受水、风、气

温等自然因素的长期影响,因此其各组成部分必须适应各种条件的影响。公路的基本组成有下面几部分。

1. 路面

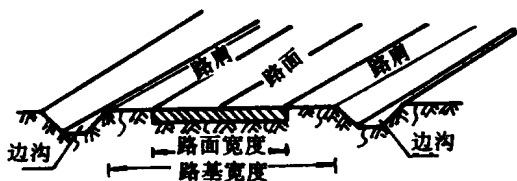


图 1-1 路面和路基

路面指供汽车安全、迅速、经济、舒适行驶的公路表面部分,又称行车道。它是用沥青、水泥、砂石等筑路材料铺筑而成的结构层。它应具有足够的力学强度和良好的稳定性,表面应达到平整、抗滑和无尘的要求。

2. 路基

它是路面的基础,是用当地的土石填筑或在原地表面开挖而成的主体结构。它既要有足够的力学强度和稳定性,又要经济合理。路基通常包括路肩、边坡、边沟等组成部分,如图 1-1 所示。路基一般分为路堤、路堑、半填半挖等断面形式,如图 1-2 所示。

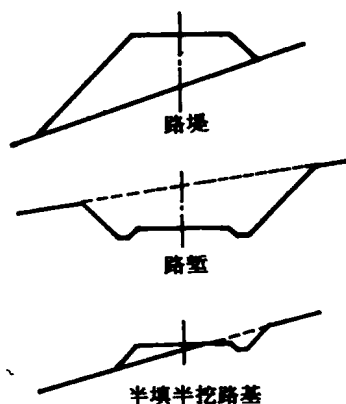


图 1-2 路基的形式

3. 桥涵

指公路跨越河流、山谷等障碍而架设的结构物。其中,单孔跨径 $L_0 \geq 5\text{m}$ 或多孔跨径总长 $L \geq 8\text{m}$ 的称为桥梁; $L_0 < 5\text{m}$ 或多孔总长 $L < 8\text{m}$ 的称涵洞。桥梁、涵洞统称为桥涵,如图 1-3 所示。桥涵应满足安全、经济、适用和美观的要求,一般用钢筋混凝土、块石、钢材、木材等材料建造而成。

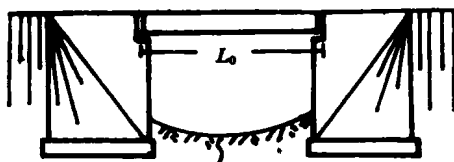


图 1-3 桥梁和涵洞

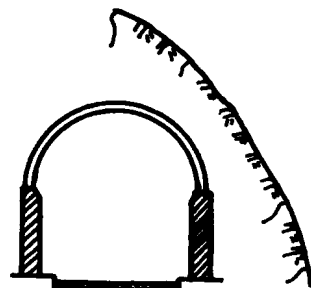


图 1-4 隧道

4. 隧道

指穿越山岭等障碍而挖筑的公路结构物。如图 1-4 所示,它应满足安全、经济、合理

的要求。

5. 沿线各种设施

包括为保证行车和行人安全，充分发挥公路作用而必须的交通设置的安全设施、交通管理设施、防护设施、养护管理用房、各种服务设施以及公路绿化等。

第二章

公路路线

公路是一条带状的三维空间几何体,即由平面、纵断面和横断面组成的。所谓公路路线设计就是对公路的平面、纵断面、横断面的设计。设计质量的好坏直接影响道路的使用效果及其所带来的经济效益。

第一节 公路的分级及技术标准

一、公路分级

在中华人民共和国交通部《公路工程技术标准》中,把公路按其使用任务、性质及交通量的大小分为如下等级。

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10 000~25 000辆,为连接重要政治、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4 500~7 000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200辆以下,为沟通县、乡(镇)、村等的公路。

二、技术标准与应用

技术标准是根据一定数量的车辆在道路上以一定的计算行车速度行驶时,对路线各项指标及构造上的设计要求,用标准规定下来。它是根据理论计算和设计实践总结而定的,因此在设计时应严格遵守。现将各级公路的主要技术指标汇总如表2-1所示。

表 2-1 各级公路主要技术指标

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 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
停车视距 (m)	210	160	110	75	160	75	110	40	110	40	75	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	3.5
极限最小半径 (m)	650	400	250	125	400	125	250	60	250	60	125	30	60	15
最小半径 (m)	1 000	700	400	200	700	200	400	100	400	100	200	65	100	30
不超高最小半径 (m)	5 500	4 000	2 500	1 500	4 000	1 500	2 500	600	2 500	600	1 500	350	600	150
最大纵坡度 (%)	3	4	5	5	4	6	5	7	5	7	6	8	6	9

一条较长的公路，可以全线采用一个技术等级，也可适当分段采用不同的技术等级和标准。但分段不宜过于频繁；一般情况下，分段长度：高速公路、一二级汽车专用公路不小于 20km；一般二级公路不小于 15km；三级公路不小于 10km；四级公路不小于 5km。

三、行车速度

1. 计算行车速度（设计车速）

计算行车速度是确定公路几何标准所采用的速度，是公路设计的重要技术指标。设计车速是指在天气良好、交通密度不大的情况下，在公路受限制部分上行驶，驾驶员能够保证安全、舒适所具有的最高速度。公路受限制部分是指曲线最小半径、最大超高、最短行车视距及最大纵坡度等，汽车在此部分上行驶应保持适当平衡。

设计车速的选择，主要受道路使用性质、地形条件、工程难易程度及经济性等的影响，在满足行车安全与舒适的要求下，尽量采用较高的设计速度。

2. 平均技术速度

平均技术速度是指汽车在公路上实际行驶的平均速度，是行程与行车有效时间之比。各路段技术车速的平均值，表示该公路实际上汽车可能行驶的最大车速。

四、交通量

交通量是指在单位时间内通过道路上某一断面处的来往车辆的总数。单位时间一般用小时或日表示，分别称为小时交通量和日交通量。

(1) 年平均昼夜（双向）交通量 N 即一年 365 天交通量观测结果的平均值，是决定路线等级及拟定道路修建次序的主要依据。

(2) 日平均小时交通量 根据我国实际情况，昼夜平均小时不应用 24h 计算，而用 16h 计算。一般从上午 5 时到晚上 9 时（期间）的交通量占 24h 交通量的 96%，所以采用 16h 的指标基本可以代表。