

路面 公路

路程本
知
公工基



第三版

东南大学
庄海涛编

人民交通出版社

公路工程基本知识

公 路 路 面

Gonglu Lumian

(第 三 版)

东南大学 庄海涛 编

人民交通出版社

公路工程基本知识

公路路面

(第三版)

东南大学 庄海涛 编

人民交通出版社出版发行

(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

开本: 787×1092 1/32 印张: 6.375 插页: 5 字数: 138千

1980年11月 第1版

1989年9月 第8版 第5次印刷

印数: 42501—46800册 定价: 3.85元

内 容 提 要

本书为《公路工程基本知识》丛书之一，是在第二版基础上，根据交通部颁发的《公路柔性路面设计规范JTJ014-86》、《公路路面基层施工技术规范JTJ034-85》、《公路水泥混凝土路面设计规范JTJ012-84》等规范修订的。第三版对原版第二、三、七章的内容做了较多的补充和修改。

本书主要介绍公路路面构造、设计的一般原则和方法，以及各种路面组成材料、施工的基本知识。

本书可供公路、城市道路工程部门工人及有关管理干部阅读，也可作为培训工人教材。

本书由东南大学庄海涛执笔，参加编写的还有周宪华、李峻利。

目 录

第一章 公路路面概述	1
第一节 路面的作用和要求.....	1
第二节 公路路面的构造.....	2
第三节 公路路面的分类.....	5
第二章 柔性路面设计	8
第一节 总论.....	8
第二节 柔性路面的结构设计.....	16
第三节 柔性路面厚度计算.....	22
第三章 路面基层的建筑	58
第一节 石灰稳定土基层.....	58
第二节 水泥稳定土基层.....	64
第三节 石灰稳定工业废渣基层.....	69
第四节 填隙碎石基层.....	76
第五节 手摆片(块)石基层.....	78
第四章 块料路面	80
第一节 概述.....	80
第二节 拳石路面.....	80
第三节 高级石块路面(方块石和条石路面).....	83
第五章 粒料路面	87
第一节 粒料加固土路面.....	87
第二节 泥结碎石路面.....	89

第三节	级配路面	94
第六章	沥青路面	108
第一节	概述	108
第二节	沥青表面处治	110
第三节	沥青贯入式路面	118
第四节	沥青混凝土路面	125
第五节	沥青碎石路面	138
第六节	沥青上拌下贯式路面	141
第七节	渣油路面	143
第八节	渣油石灰土路面	154
第七章	刚性路面设计	155
第一节	概述	155
第二节	水泥混凝土路面的设计参数	156
第三节	荷载应力计算	162
第四节	混凝土板厚计算	162
第五节	水泥混凝土路面伸缩缝间距的计算	166
第六节	边缘钢筋、拉杆及传力杆计算	169
第八章	水泥混凝土路面	171
第一节	概述	171
第二节	水泥混凝土路面的构造	172
第三节	水泥混凝土路面对基层的要求	181
第四节	水泥混凝土路面施工	182
第五节	水泥混凝土路面的质量检查与验收	195
第六节	水泥混凝土路面的养护与维修	197

第一章 公路路面概述

第一节 路面的作用和要求

路面就是指按行车道宽度在路基上用坚硬材料铺筑成一定厚度的结构层。铺筑路面的目的是为了加固路基，使公路在行车作用和各种自然因素的影响下，能够保持足够的强度、稳定性、平整度和粗糙度，以便使车辆能在公路上快速行驶。

公路路面在使用过程中，直接经受行车和风、霜、雨、雪、日照、气候等自然因素的影响。为了保证路面具有良好的使用质量，应对路面有如下基本要求：

1.强度 公路路面的强度是指路面结构层对于行车和自然因素等作用的抵抗能力。在行车和自然因素等作用下，要求路面结构不产生过大的变形和发生过度的磨损及压碎等破坏现象。

2.稳定性 公路路面的强度，经常受到自然气候和水文因素的影响而发生变化，为了保证路面能常年晴雨通车，应使路面的强度在一年中变化的幅度尽量减小，这种强度变化的幅度叫做稳定性。稳定性好的路面，在任何气候和水文条件下都具备必需的强度。

3.平整度 路面越平整，汽车行驶时的振动、冲击越小，行车的滚动阻力也小，这样就能保证汽车以较高的速度

行驶，并使车辆机件的损坏减少、燃料消耗和轮胎磨损降低。

4.粗糙度 路面的粗糙度大小关系到行车的安全。粗糙度的作用是使汽车在道路上行驶时，车轮和路面之间具有必要的附着力，而不致发生空转打滑，这对汽车的起动、制动、上坡、下坡和高速行车有着重要意义。

5.少尘性 路面扬尘，不仅会减短行车视距，影响行车安全，降低行车速度，而且对旅客和居民的环境卫生，以及对货物、汽车机件和路旁农作物都带来不良的影响。所以，对路面要求在行车的过程中尽量减少扬尘。

第二节 公路路面的构造

一、路面横断面的形式

公路路面一般多采用槽式横断面（图1-1），就是在整个行车道宽度范围内将路基挖成槽形，然后分层铺筑路面结构层。新建公路也可将路基土壤挖出一部分用以培高路肩做成半槽式路槽。路面结构层的厚度，除了个别特殊情况外，大都做成相等的厚度。

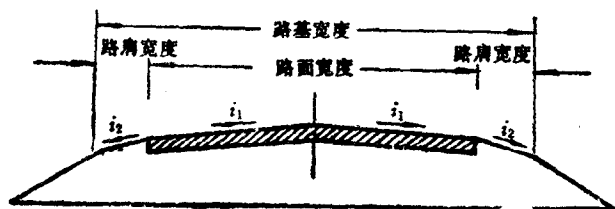


图1-1 路面横断面形式（槽式）
 i_1 -路拱坡度(%)； i_2 -路肩坡度(%)

二、路面宽度

公路路面的宽度是按设计的行车道数目和每一行车道的宽度来决定的。按照我国《公路工程技术标准 JTJ1-81》的规定：高速公路和一级公路一般设置四个行车道，每行车道的宽度：在平原区、微丘区为3.75m；在山岭区、重丘区为3.5m。二级公路设置两个行车道，每行车道的宽度：在平原区、微丘区为4.5m；在山岭区、重丘区为3.5m。三级公路亦设置两个行车道，每行车道的宽度：在平原区、微丘区为3.5m；在山岭区、重丘区为3.0m。四级公路一般只设置一个行车道，车道宽度为3.5m，但在平原区、微丘区交通量较大时，行车道宽度可采用6.0m。

三、路拱

为了便于排除路面上的雨水，路面表面应做成中间高两边低的拱形，叫做路拱。公路的路拱，一般多做成直线双向横坡。路拱坡度的大小，应以有利于路面排水和保证行车的平稳为原则。根据路面的种类和当地的自然条件，可按表1-1所列数值采用。土路肩的横向坡度，一般应较路面的横向坡度大1~2%。

路拱坡度表

表1-1

路面面层类型	路拱坡度 (%)
水泥混凝土路面、沥青混凝土路面	1.0~2.0
其它沥青路面、整齐石块路面	1.5~2.5
半整齐和不整齐石块路面	2.0~3.0
碎、砾石等粒料路面	2.5~3.5
低级路面	3.0~4.0

四、路面结构层

公路路面结构有单层式和多层式两种。在路基上只铺一层的叫做单层式；铺数层的叫做多层式。多层式路面分成如下几个层次（图1-2）。

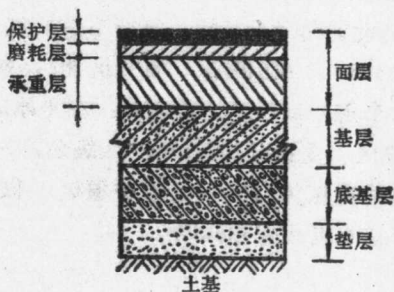


图1-2 路面结构示意图

1. 面层 它是路面结构层最上面的一个层次，路面的使用品质主要由面层来体现。面层由承重层、磨耗层和保护层组成。承重层主要承受车轮的垂直荷载作用，是面层中的主要结构层，可由一层或数层组成；磨耗层承受车轮的水平力和吸附作用，同时，也受到气温、湿度、雨水等自然因素的影响；保护层的主要作用是保护磨耗层，延长磨耗层的使用期限，在新修筑的路面上还起着保护路面下层成型的作用。由于面层是路面结构的表面部分，它受车轮的垂直荷载、水平力和吸附作用以及自然因素影响最大，故一般都用强度较高、稳定性较好的矿料和结合料来铺筑。

2. 基层 设置在面层之下，它主要承受由面层传布下来的车轮荷载，并把它扩散分布到下面的层次上，故能起到减小面层厚度的作用。由于基层基本上不受车轮水平力和吸附作用，同时也不受大气作用的直接影响，故基层对材料的抗

剪和抗磨损强度要求较低，但要有足够抗压强度，一般是用碎石、砾石、石灰土或各种工业废渣等材料来修筑。

有时为了适应某种路面结构性能的需要，在路面面层与基层之间加设一层联结层，联结层的作用在于加强面层与基层之间的联结，以防止面层沿基层表面滑移，并且避免基层开裂而反射到面层。

3.底基层 当基层分为两层铺筑时，其下面的一层叫做底基层。底基层设置的目的是为了分担基层的承重作用，以减薄基层的厚度。底基层一般用强度稍低材料修筑。

4.垫层 设置在基层与土基之间，在路基排水不良或有冻胀翻浆的路段上，需要设置垫层。垫层一方面起着排水、隔水、隔温、防冻和稳定土基的作用；另一方面也能协助基层或底基层分担由上层传布下来的车轮荷载。垫层可用片石、手摆块石、砂、砾石等材料筑成。

路面各结构层次是不能机械地划分的，有时一个层次同时起着两个结构层的作用。例如：沥青路面面层同时起着承重层和磨损层的作用；单层式碎（砾）石路面同时起着面层和基层的作用。当路面分期修建时，原有的路面面层，就作为新建路面的基层。例如：在泥结碎石路面上加铺石灰加固土层和沥青表面处治层，则原来的泥结碎石路面就成为基层。

第三节 公路路面的分类

公路路面的类型，可依据它的使用品质和车辆荷载作用下的路面力学特性来划分。

按路面的使用品质的不同，公路路面可分为：高级、次

高级、中级和低级四种（表1-2）。

按路面等级采用的路面类型

表1-2

路面等级	面层类型
高级路面	1.水泥混凝土路面 2.沥青混凝土路面 3.厂拌沥青碎石路面 4.整齐石块或条石路面
次高级路面	1.沥青贯入式碎、砾石路面 2.路拌沥青碎、砾石路面 3.沥青表面处治 4.半整齐石块路面
中级路面	1.碎石或砾石路面（包括泥结、级配） 2.不整齐石块路面 3.其它粒料路面
低级路面	1.粒料加固土路面 2.其它当地材料加固或改善土路面

按路面力学特性，公路路面可分为：

1.柔性路面 它是由具有粘性、弹塑性结合料和颗粒矿料组成的路面。它的特点是抗弯强度很小，主要依靠抗压、抗剪强度来抵抗车辆的荷载作用。它的破坏取决于荷载作用下的极限垂直变形和水平弯拉应变。柔性路面包括铺筑在非刚性基层上的各种沥青路面、各种粒料路面和土壤路面等。

2.刚性路面 它的特点是在荷载作用下起板体作用，具有较高的抗弯拉强度和较小的变形，因而它能减轻路基所受的应力。一般说来，刚性路面是在弹性状态下工作，基础对板体起着支承作用。因此，刚性路面的强度取决于板体的抗弯拉强度和基础的强度。水泥混凝土路面属于刚性路面。

3.半刚性路面 路面所用的混合料在前期具有柔性路面的性质，随着时间的增长，到后期则逐渐向刚性路面转化，但它的抗弯强度仍较刚性路面为低。石灰或水泥稳定土等路面属此类。

第二章 柔性路面设计

第一节 总 论

柔性路面设计的工作任务是根据公路的使用要求、性质、交通量和交通组成、当地的自然和气候条件、材料供应和施工条件确定路面的结构类型，进行结构组合设计，并计算路面的厚度等。

柔性路面设计一般按下列步骤进行：

1.公路的交通量和交通组成情况调查与预估，根据公路的技术等级确定路面的等级和类型，拟定路面分期修建的方案。

2.公路所经过地区的水文、气象、地貌、地质和土质等自然条件与路基状况的调查，对路基水温状况不良的路段，拟定改善的技术措施。

3.调查公路沿线主要的路面材料产地、数量、质量和开采运输条件，收集当地路面设计、施工、养护和使用经验，据以综合考虑选择路面结构层的类型和组合。

4.进行路基路面的综合设计。

5.拟定路面的结构组合进行结构设计。

6.计算路面结构层的厚度。

一、交通量及交通组成调查

交通量与交通组成是影响路面使用状况的主要因素，也

是选择路面结构与计算结构厚度的重要依据。交通量就是指每昼夜通过道路某一横断面的各类车辆总和，通常叫做昼夜交通量。

由于公路上的交通量往往有季节性的变化，所以规定以年平均的昼夜交通量作为交通量的计算指标。

公路通过的车型是多种多样的，轻重不同的车型对路面的作用也不相同。因此，除了调查交通量之外，还必须了解通行汽车的车型组成，即交通组成。

交通量与交通组成的调查方法，是通过实地观测附近有关公路的交通量，向有关规划、设计、交通管理、公路养护等部门调查。在调查过程中须收集下列资料：

1. 公路原来设计所估计的交通量与采用的标准车型。
2. 原有公路目前通行的交通量、交通组成和增长率。
3. 预计路面使用年限末期可能达到的交通量（即远景交通量）和交通组成。
4. 对全年交通量很不均衡的公路，还应调查最不利季节（即路基路面强度最低的季节）的最大交通量和交通组成。

二、路面设计野外调查

新建公路勘测应进行地貌、地质、水文、气象、水位和土壤湿度的调查。在地貌、地质调查中应对修建路面地段沿线的地形、地貌、不良地质状况、植物情况进行详细调查。通过用钻孔的方法调查沿线地下水位距地面的高度。调查地下水位时，南方地区以雨季为准，北方地区则以冻前或春融期为准。应了解地下水位变化规律、流量和流向，以判断其对路基路面的影响范围，并应根据地形结合考虑路基排水情况以判断将来路段的排水和积水状况。对土方地段，应分段选取代表性土壤测定天然土壤的分层含水量，分析土壤颗粒

的成分、塑性限度和液性限度，以确定土壤的分类。公路土组的分类参见表 2-1。按路面设计使用年限的要求，了解沿线地区的降水量、冻土深度、气温、地温、天然土壤含水量的变化规律，分析确定路面强度和稳定性的最不利季节，判定水位、土壤湿度调查资料与年份之间的关系。

对原有公路路面的改建，尚须对路面的现状进行综合技术调查，通过调查充分掌握原有公路路面的使用品质，所担负的交通运输任务，路面结构与土基水温状况等，以便作出正确的评定，同时亦为合理地选择路面改建方案和计算结构层的厚度提供可靠的资料。

目前，我国普遍采用弯沉仪测定回弹弯沉值作为鉴定原有路面强度的指标。回弹弯沉值是指路基路面整体在行车荷载作用下产生的可恢复垂直变形。路面的回弹弯沉值与路基路面的强度和外观特征有较好的联系，路基路面整体强度高，外观特征好的路段，其回弹弯沉值一般都较小，反之则较大。

回弹弯沉值是用杠杆式弯沉仪以标准轴载汽车作为标准荷载，采用前进卸载法测得。图 2-1 为前进卸载法量测回弹弯沉值示意图。先将汽车停在测点 A 的位置，架设弯沉仪，将仪器测头与 A 点接触，读记百分表读数 d_1 (图 2-1a)。汽车向前开行至影响范围外 (至少 4 ~ 5 m) 读数 d_2 (图 2-1b)。回弹弯沉值为：

$$l_{\text{回}} = (d_1 - d_2) \times 2 \quad (2-1)$$

测点一般布置在行车带上，测点的间距视路况而定，强度均匀的路段，每 20 ~ 50 m 布设一点，强度变化很大或水文条件变化很大的路段，以及填挖变化路段，都应加密测点。

路面的回弹弯沉值反映了整个路面结构在车轮荷载作用

公路路基土组分类表

表2-1

土组	土名	老土名	分类符号	颗粒组成(按重量%计) 砂粒(2~0.074mm) 粘粒(<0.002mm)	塑性指数 液限 w _L (%)
砂土	粗砂: 粒径2~0.5mm 颗粒占50%以上 中砂: 粒径0.5~0.25mm 颗粒占50%以上 细砂: 粒径0.25~0.074mm 颗粒占50%以上	粗砂: >0.5mm 者多于50% 中砂: >0.25mm 者多于50% 细砂: >0.1mm 者多于75% 极细砂: >0.1mm 者少于75%	—	>80	<2
砂性土	粉质低液限粘土	粉质砂土	CLM	50~90	16~28
	低液限粘土	粗亚砂土	CL	>50, 粗砂多于细砂	16~28
	粉质低液限粘土	细亚砂土	CLM	>50, 细砂多于粗砂	16~28
粉性土	粉	粉质亚砂土	ML MI	20~50	16~28
	粉质中液限粘土	粉	CIM	<20	16~28
		粉质轻亚粘土		<45	28~38
		粉质重亚粘土		<40	38~50
粘性土	中液限粘土	轻亚粘土	CI	>45	28~38
	高液限粘土	重亚粘土	CH	>40	38~50
重粘土	很高液限粘土	轻粘土	CV	<70	50~70
		重粘土		<45	>70

1. 表中各土组的颗粒组成均以小于2mm作为100%计。

2. 定名时应根据颗粒组成由大到小, 以最先符合者定名。

3. 表中w_L和I_p系JTJ051-85《公路土工试验规程》中液、塑限联合试验, 即100g锥重测得的塑性指数和液限。