

市政工程施工速学丛书

道路工程 施工速学手册

张向东 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

市政工程速学丛书

道路工程 施工速学手册



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

本书依据我国目前最新的国家及行业有关道路工程的技术标准、规范和规程,打破传统教材长篇大论式的形式,采用科学的编排体系编写而成,内容简洁、重点突出,并结合工程实践和施工特点,可操作性强。主要内容包括道路工程施工基础知识,路基工程施工,路面基层施工,水泥混凝土路面施工,沥青路面施工,路缘石施工,人行道铺装施工,收水井、雨水支管和检查井的施工,挡土墙施工、城市道路照明施工等。

本书适用于从事道路工程施工的新入职人员使用,也可作为相关企业岗位的培训教材使用,同时还可供相关专业大中专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

道路工程施工速学手册 / 张向东主编. —北京: 中国电力出版社, 2009
(市政工程施工速学丛书)

ISBN 978-7-5083-7942-5

I. 道… II. 张… III. 道路工程—工程施工—技术手册 IV. U415-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 181413 号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

责任编辑: 关童 电话: 010-58383245 E-mail: guan_tong@cepp.com.cn

责任印制: 陈焊彬 责任校对: 付珊珊

航远印刷有限公司印刷·各地新华书店经售

2009 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

700mm×1000mm 1/16·19 印张·370 千字

定价: 39.80 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话 (010-88386685)

目 录

(89)	.....	二
(101)	.....	三
(102)	.....	四
(113)	.....	五
(122)	.....	六
前言	.....	七
第一章 道路工程施工基础知识	.....	(1)
一、城市道路的分类	.....	(1)
二、城市道路的分级	.....	(2)
三、道路的组成	.....	(6)
四、路面分类	.....	(10)
五、路面分级	.....	(12)
六、城市道路施工特点	.....	(13)
七、道路工程的施工准备工作	.....	(15)
第二章 路基工程施工	.....	(19)
一、路基工程概述	.....	(19)
二、路基的横断面形式	.....	(20)
三、路基用土的工程性质	.....	(22)
四、路基的施工程序	.....	(24)
五、路基的施工方法	.....	(27)
六、路基施工排水——排除地面水	.....	(28)
七、路基施工排水——排除地下水	.....	(32)
八、路面排水设施	.....	(38)
九、路基土壤的改善与加固	.....	(39)
十、土质路堑的开挖	.....	(43)
十一、石质路堑的开挖	.....	(48)
十二、路基石方爆破施工	.....	(50)
十三、路堤的填筑	.....	(60)
十四、路基压实	.....	(67)
十五、特殊土的路基施工	.....	(78)
十六、软土沼泽地区路基的施工	.....	(81)
十七、雨期、冬期路基的施工	.....	(87)
十八、路基的防护和加固	.....	(91)
第三章 路面基层施工	.....	(95)
一、路面基层概述	.....	(95)

二、砂石基层施工	(98)
三、碎石基层施工	(101)
四、石灰土类基层施工	(105)
五、石灰粉煤灰类基层施工	(113)
六、石灰粉煤灰矿渣基层施工	(122)
七、水泥稳定碎石(砂砾)基层施工	(126)
第四章 水泥混凝土路面施工	(131)
(1) 一、水泥混凝土路面概述	(131)
(2) 二、水泥混凝土路面材料要求	(138)
(3) 三、施工准备	(143)
(10) 四、安装模板	(149)
(15) 五、安设传力杆	(150)
(21) 六、混凝土的运输	(152)
(21) 七、混凝土拌和物的摊铺和振捣	(153)
(21) 八、接缝的施工	(155)
(21) 九、水泥混凝土路面养护、拆模、填缝和开放交通	(157)
(20) 十、混凝土板真空吸水工艺	(162)
(23) 十一、滑模式摊铺机铺筑混凝土路面	(165)
(24) 十二、碾压混凝土路面施工	(167)
(22) 十三、钢纤维混凝土路面施工	(175)
(28) 十四、夏季、低温季节及雨期施工	(180)
第五章 沥青路面施工	(183)
(25) 一、沥青路面概述	(183)
(29) 二、沥青路面材料要求	(185)
(24) 三、沥青表面处置路面施工	(192)
(24) 四、沥青贯入式路面施工	(196)
(02) 五、热拌沥青混合料路面施工	(203)
(00) 六、乳化沥青碎石混合料路面施工	(217)
(20) 七、透层、粘层和封层的施工	(220)
(28) 八、沥青类路面季节施工	(225)
(18) 九、改性沥青及沥青玛蹄脂碎石混合料路面施工	(227)
第六章 路缘石施工	(232)
(19) 一、路缘石概述	(232)
(20) 二、路缘石的材料要求	(233)
(20) 三、施工方法	(238)

第七章 人行道铺装施工	(243)
一、人行道材料要求	(243)
二、人行道面层的施工	(246)
三、人行道施工的质量标准	(251)
第八章 收水井、雨水支管和检查井的施工	(254)
一、收水井的施工	(254)
二、雨水支管施工	(256)
三、检查井的施工	(259)
第九章 挡土墙施工	(262)
一、挡土墙分类	(262)
二、挡土墙的类型和适用范围	(263)
三、石砌重力式挡土墙的施工	(267)
四、加筋土挡土墙的施工	(270)
五、薄壁式挡土墙的施工	(272)
第十章 城市道路照明施工	(276)
一、架空线路	(276)
二、变压器、箱式变电站的安装	(285)
三、路灯安装	(288)
参考文献	(293)

第一章 道路工程施工基础知识

一、城市道路的分类

【要点】

城市道路是建在城市范围内，供车辆及行人通行并具备一定技术条件和设施的道路。城市道路按其城市道路系统中的地位、交通功能、对沿线建筑物的服务功能分为快速路、主干路、次干路和支路。

【解释】

◆ 快速路

快速路是指为较高车速的远距离交通而设置的重要城市道路。快速路对向车道之间要设中间带以分隔对向交通，当有非机动车通行时，应加设两侧分隔带。快速路的进出口应采用全控制或部分控制。

快速路与交通量较小的次干道相交时，可以采用平面交叉；快速路与高速公路、快速路、主干路相交时，必须采用立体交叉；快速路与支路不能直接相交；快速路在过路行人集中地点应设置过街人行天桥或地道。

在快速路两侧不应设置吸引大量车流、人流的公共建筑物的进出口，对两侧一般建筑物的进出口应加以控制。

◆ 主干路

主干路是指在城市道路网中起骨架作用的道路。主要用于联系城市的主要工业区、住宅区、港口、车站等客货运中心，负担城市的主要客货交通，是城市内部的交通大动脉。

自行车交通量大时，宜采用机动车与非机动车分隔的形式。主干路两侧不应设置吸引大量车流、人流的公共建筑物进出口。

◆ 次干路

次干路是指城市中数量较多的一般的交通道路，同时具有服务功能。主要用来配合主干路组成道路网，起广泛连接城市各部分与集散交通的作用。

◆ 支路

支路是指城市道路网中干路以外联系次干路或者供区域内部使用的道路。

除应当满足商业、工业、文教等区域特点的使用要求外，还要满足群众的使用要求，支路上不易通行过境交通。

【相关知识】

◆ 城市道路按道路的横向布置分类

1. 单幅路

车辆行驶情况：机动车与非机动车混合行驶。

适用对象：交通量不大的次干路、支路等。

2. 双幅路

车辆行驶情况：分流向机、非混合行驶。

适用对象：机动车交通量较大，非机动车交通量较少的主干路、次干路。

3. 三幅路

车辆行驶情况：机动车与非机动车分道行驶。

适用对象：机动车与非机动车交通量均较大的主干路。

4. 四幅路

车辆行驶情况：机动车与非机动车分流向、分道行驶。

适用对象：机动车交通量较大，车速高；非机动车的快速路、主干路。

二、城市道路的分级

【要点】

城市道路中除快速路外，每类道路按照所在城市的规模、设计交通量、地形等分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级。大城市应采用各类道路中的Ⅰ级标准；中等城市应采用Ⅱ级标准；小城市应采用Ⅲ级标准。

【解释】

◆ 按城市的规模分级

根据国务院城市管理条例规定，城市按照其市区和郊区的非农业人口数总数划分为三级（表1-1）。

表 1-1

各类城市道路按城市规模分级

城市规模	大城市 (人口 50 万以上)	中城市 (人口 20 ~ 50 万)	小城市 (人口 20 万以下)
标准 (级)	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ

◆ 按车辆行车速度分级

各级城市道路按计算行车速度分级（表 1-2）。

表 1-2

各级城市道路按计算行车速度分级

道路类别	快速路	主干路			次干路			支路		
道路级别	—	I	II	III	I	II	III	I	II	III
计算行车速度/(km/h)	80, 60	60, 50	50, 40	40, 30	50, 40	40, 30	30, 20	40, 30	30, 20	20

◆ 按道路的设计年限分级

按道路交通量达到饱和状态时的设计年限进行道路分级（表 1-3）。

表 1-3

设计年限进行道路分级

道路类别	快速路	主干路			次干路			支路		
道路级别	—	I	II	III	I	II	III	I	II	III
设计年限/年	20	20			15			10 ~ 15		

【相关知识】

◆ 小城镇道路分级

(1) 小城镇所辖地域范围内的道路，按主要功能和使用特点可分为四级，其规划的技术指标应符合（表 1-4）规定。

表 1-4

小城镇道路分级技术指标

规划技术指标	城市道路级别			
	一级	二级	三级	四级
计算行车速度/(km/h)	40	30	20	—
道路红线宽度/m	24 ~ 32	16 ~ 24	10 ~ 14	—
每侧人行道宽度/m	4 ~ 6	3 ~ 5	0 ~ 2	0
道路间距/m	≥500	250 ~ 500	120 ~ 300	60 ~ 150
车行道宽度/m	14 ~ 20	10 ~ 14	6 ~ 7	3.5

注：表中一、二、三级道路用地按红线宽度计算，四级道路按车行道宽度计算

(2) 小城镇道路分级标准应符合（表 1-5）规定。

表 1-5 小城镇道路分级标准

道路等级	功能特征	断面形式	红线宽度/m
一级道路	小城镇商业居住中心的主要交通汇集线是沟通小城镇各功能区之间的主要联系通道,同时也用于小城镇对外部的联系	一般为一块板式,个别 大镇可以设三块板	24~32
二级道路	次于一级道路的干道,解决小城镇内部交通问题	一般为一块板	16~24
三级道路	次于二级道路,是方便居民出行,建筑物之间联系、交通疏散、满足消防、救护等要求的道路		10~14
四级道路	连接村落住宅与主要交通路线的道路		4~6

(3) 小城镇道路系统分级应符合(表 1-6)规定。

表 1-6 小城镇道路系统分级

村镇层次	规划人口规模/人	道路分级			
		一级	二级	三级	四级
中心镇	大型 (10 001 以上)	★	★	★	★
	中型 (3 001~10 000)	☆	★	★	★
	小型 (3 000 以下)		★	★	★
一般镇	大型 (3 001 以上)		★	★	★
	中型 (1 001~3 000)		★	★	★
	小型 (1 000 以下)		☆	★	★

续表

村镇层次	规划人口规模/人	道路分级			
		一级	二级	三级	四级
中心村	大型 (1 001 以上)		☆	★	★
	中型 (301 ~ 1 000)			★	★
	小型 (301 以上)			★	★
基层村	大型 (301 以上)			★	★
	中型 (101 ~ 300)			☆	★
	小型 (100 以下)				★

★ 应设的级别;

☆ 可设的级别。

◆ 道路设计年限

各类路面结构达到临界状态的设计年限规定如下:

1. 混凝土路面交通等级和设计年限 (表 1-7)

表 1-7 混凝土路面交通等级和设计年限

交通等级	日标准轴载的轴数 $N_{li}/(n/d)$	设计年限/年
特重	$\geq 1\ 500$	40
重	$1\ 500 \geq N_{li} \geq 500$	30
中等	$500 > N_{li} \geq 200$	30
轻	< 200	20

2. 各类沥青路面和粒料路面的设计年限

沥青路面、沥青表面处置路面、粒料路面达到临界状态时的设计年限 (表 1-8)。

表 1-8 各类沥青路面和粒料路面的设计年限

路面名称	沥青混凝土路面、沥青碎石路面、沥青贯入式碎(砾)石路面	支路修筑沥青混凝土等高级路面	沥青表面处置路面	粒料路面
设计年限/年	15	10	8	5

三、道路的组成

【要点】

道路是一种线形工程结构物，它包括线形组成和结构组成两大部分。道路的中线是一条三维空间曲线，也叫路线。线形就是指道路中线在空间的几何形状和尺寸。

【解释】

◆ 线形组成

在道路线形设计中，为了便于确定道路中线的形状、位置及尺寸，我们要从路线平面、路线纵断面及空间线形三个方面来研究路线的，如图 1-1 所示。道路中线在水平面上的投影叫路线平面，反映路线在平面上的形状、位置、尺寸的图形叫路线平面图。用一曲面沿道路中线竖直剖切展成的平面叫做路线纵断面，反映道路中线在断面上的形状、位置及尺寸的图形叫做路线纵断面图。

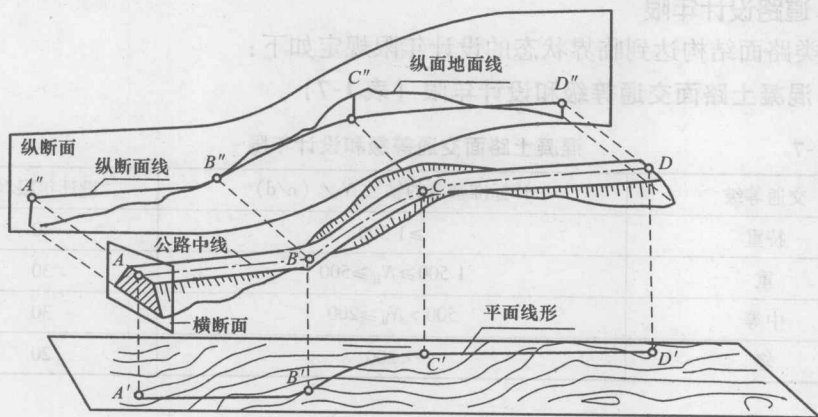


图 1-1 公路的平面、纵断面及横断面

◆ 结构组成

1. 路基

路基是道路行车部分的基础，它承受路面传递下来的行车荷载，是由土、石按照一定的尺寸、结构要求所构成的带状土工结构物。路基要稳定坚实。公路路基的结构、尺寸用横断面表示。沿公路中线上任一点所作的法向剖切面叫横断面，反映公路在横断面上的结构、尺寸形状的图形叫做路基横断面图，如

图 1-1 所示。

2. 路面

路面也称为行车部分，是在路基表面的行车部分，是用各种筑路材料分层铺筑在路基上的结构物，以供车辆在其上以一定车速，安全、舒适地行驶。路面使行车部分加固，使之具有一定的强度、平整度及粗糙度。

3. 桥涵

道路在跨越河流、沟谷等天然或人工障碍物时所使用的结构物称之为桥涵。涵洞是为宣泄地面水流而设置的横穿路堤的小型排水构造物。在低等级道路上，当水流不大时可以修筑用大石块或卵石堆筑的具有透水能力的透水路堤及通过平时无水或者水流很小的宽浅河流而修筑在洪水期间允许水流漫过的过水路面。

4. 排水系统

为了确保路基稳定，避免地面水及地下水等自然水的冲刷、侵蚀，道路还要修建排水设施。道路排水系统按其排水方向的不同，分为纵向排水及横向排水两个系统；按照排水位置分成为地面排水及地下排水两个部分。

5. 隧道

隧道是为了使道路从地层内部或者水下通过而修筑的建筑物，由洞身及洞门两部分组成。明挖岩体后修筑棚式或拱式洞身，再覆土而建成的隧道叫明洞。隧道在道路中可以缩短道路里程、避免道路翻越山岭，确保道路行车的平顺性及快速性。

6. 防护工程

陡峻的山坡或沿河一侧的路基边坡受水流冲刷，会威胁路段的稳定。为保证路基的稳定，加固路基边坡所修建的人工构造物称为防护工程。在易发生雪害的路段可以设置防雪棚、防雪栅等。在沙害路段设置控制风蚀过程的发生及改变沙粒搬运及堆积条件的设施，沿河路基可设置导流结构物，例如格坝、顺水坝、丁坝及拦水坝等间接防护工程。

7. 特殊构造物

除了上述六种常见的构造物以外，为了保证路基稳定、道路连续，确保行车安全，还在地质特别复杂路段修建一些特殊结构物，如防石廊、半山桥、悬出路台等。

8. 沿线设施

沿线设施是道路沿线交通安全、管理、服务以及环保设施的总称，主要包括：

(1) 交通安全设施：跨线桥、地下横道、色灯信号、防护网、护栏、照明、反光标志等。

(2) 交通管理设施：道路标志（如指示标志、指路标志、警告标志、禁令

标志等)、路面标志、立面标志、道路情报板、紧急电话、道路监视设施、交通控制设施、交通监视设施以及安全岛、交通岛、中心岛等。

(3) 防护设施: 抗滑坡构造物、防砂棚、防雪走廊、挑坝等。

(4) 停车设施: 停车设施是指在道路沿线及起终点设置的汽车停靠站、停车场、回车道等设施。

(5) 路用房屋及其他沿线设施: 收费所、养护房屋、营运房屋、加油站、休息站等设施。

(6) 绿化: 道路分隔带、路旁、立交枢纽、休息设施、人行道等处的绿化, 以及道路防护林带和集中的绿化区等。

【相关知识】

◆ 城市道路的组成

城市道路作为行车构造物也是由路基、路面、桥涵等组成, 为了确保完整的城市道路系统, 就其具备的功能, 通常由以下部分组成:

(1) 供各种车辆行驶的车行道分为机动车道和非机动车道。机动车道是供汽车、无轨电车、摩托车等行驶的。非机动车道是供有轨电车道及供自行车、三轮车等行驶的。

(2) 专供行人步行交通用的人行道(地下人行道、人行天桥)。

(3) 交叉口、交通广场、停车场、公共汽车停靠站台。

(4) 交通安全设施, 例如交通信号灯、交通标志、交通岛、护栏等。

(5) 排水系统, 例如, 街沟、边沟、雨水口、雨水管、污水管等。

(6) 沿街地上设施, 例如, 照明灯柱、电杆、邮筒、清洁箱等。

(7) 具有卫生、防护和美化作用的绿化带。

◆ 公路的组成

通常公路是由路基、路面、桥梁、涵洞、隧道、防护与加固工程、排水设施、山区特殊构造物, 以及为保证汽车行驶的安全、畅通和舒适, 所需要的各种附属工程, 例如公路标志、路用房屋、加油站及绿化栽植等组成的。

此外, 还包括为防止路基填土或山坡土体坍塌而修筑的承受土体侧压力的墙式构造物——挡土墙, 它是路基加固工程的一种结构形式; 为保持路基稳定和强度而修建的地表和地下排水措施——路基排水设施, 包括边沟、截水沟、排水沟、急流槽、蒸发池、渗沟、渗水井等。

◆ 农村道路的组成

农村道路是公路网的重要组成部分, 是保障农村社会经济发展最重要的基础设施之一, 分为县道及乡道两个层次。

(1) 县道。县道是指具有全县(旗、县级市)政治、经济意义, 连接县城

及县内主要乡（镇）、主要商品生产和集散地的公路，以及不属于国、省道的县际间的公路。

(2) 乡道。乡道是指主要为乡（镇）村经济、文化、行政服务的公路，以及不属于县道以上公路的乡（镇）与乡（镇）之间及乡（镇）与外部联络的公路。

农村公路主要供机动车辆行驶同时也要达到一定的技术标准。其中，县道通常采用三、四级公路标准；乡道通常采用四级公路或等外路标准。

按照《公路法》的要求，新建公路要符合部颁标准要求，原有不符合最低技术等级要求的等外公路，要采取措施、逐步改造为符合技术等级要求的公路。由于目前一些贫困山区中连接乡（镇）与行政村、行政村与行政村之间的乡村公路交通量小，而且路上行驶车辆也多为拖拉机、农用车等体积、载重相对较小的机动车，所以，对这些公路的路面宽度、路线纵坡、曲线半径适当放宽要求，暂时采用等外路也是可行的。

◆ 厂矿道路的组成

厂矿道路分为厂外道路、厂内道路和露天矿山道路。

1. 厂外道路

厂外道路是指厂矿企业与公路、城市道路、车站、港口原料基地、其他厂矿企业等相衔接的对外道路；或本企业分散的厂（场）区、居住区等之间的联络道路或通往本企业外部各辅助设施的道路。

厂外道路属于城市道路网规划范围内的，要与城建部门协商后，按照《城市道路设计规范》（CJJ 37—1990）执行。属于公路网规划范围内的，应与交通部门协商后，按照《公路工程技术标准》（JTGB 01—2003）执行。不属于上述范围内的厂外道路，应按照《厂矿道路设计规范》（GBJ 22—1987）执行。设计时，要尽可能使沿线厂矿企业共同使用，并要兼顾地方交通运输的需要。

2. 厂内道路

厂内道路是指厂（场）区、库区、站区、港区等的内部道路。厂内道路的设计，要有利于生产、方便生活，注意与厂内铁路、管线及其他建筑物相协调，并要符合卫生、消防、人防、防振动等有关规定的要求。

通常将厂内道路分为：

- (1) 主干道——全厂性的主要道路，或连接厂区主要出入口道路；
- (2) 次干道——厂内车间、仓库、码头等之间交通运输较繁忙的道路；
- (3) 支道——车辆和行人通行都较少的道路及消防道路等；
- (4) 车间引道——车间、仓库等出入口与主、次干道或支道相衔接的道路；
- (5) 人行道。

3. 露天矿山道路

露天矿山道路为矿区范围内采矿场及卸车点之间、厂（场）区之间的道路；或者通往附属厂、辅助设施的道路。厂矿道路的等级和主要技术指标应根据厂矿规模、企业类型、道路性质和使用要求（包括道路服务年限、交通量、车型等）、当地地形地质并考虑将来的发展综合确定。

通常将露天矿山道路分为：

- (1) 生产干线——采矿场各开采台阶通往卸矿点或废石场的共用道路；
- (2) 生产支线——由开采台阶或废石场与生产干线相衔接的道路，或由开采段直接到卸矿点或废石场的道路；
- (3) 联络线——经常通行露天矿生产所用自卸汽车的其他道路；
- (4) 辅助线——通往附属厂、辅助设施，行驶各种汽车的道路。

四、路面分类

【要点】

按路面的力学性能将其分为柔性路面、刚性路面、半刚性路面；按路面材料分为沥青路面、水泥混凝土路面、其他路面。

【解释】

◆ 按路面力学特性分类

1. 柔性路面

柔性路面是指刚度较小、抗弯拉强度较低，主要靠抗压、抗剪强度来承受车辆荷载作用的路面。

用各种基层、垫层（水泥混凝土基层除外）与各种沥青面层、碎（砾）石面层、块石面层所组成的路面结构都属于柔性路面。

柔性路面的主要特点包括：

- (1) 刚度小。
- (2) 在车辆荷载的作用下产生的弯沉变形较大。
- (3) 车辆荷载通过路面各结构层向下传递到路基的压应力较大，因而对路面基层和路基的强度和稳定性要求较高。

2. 刚性路面

刚性路面是指面板刚度较大，抗弯拉强度较高的路面。

素混凝土路面、钢筋混凝土路面、碾压混凝土路面、钢纤维混凝土路面等都属于刚性路面。

刚性路面的主要特点包括:

- (1) 面板的弹性模量及力学强度大大高于基层和地基的相应模量和强度。
- (2) 抗弯拉强度远小于抗压强度, 约为其 $1/7 \sim 1/6$ 。
- (3) 断裂时的相对拉伸变形很小。

3. 半刚性路面

半刚性路面是指用石灰、水泥或其他工业废渣作结合料的稳定土或稳定粒料作基层的路面结构。这类基层完工初期具有柔软的工作特性, 但是随着时间的延长, 其强度逐步提高, 板体性增加, 刚度增大, 所以称为半刚性基层。其设计理论及方法是采用双圆均布与水平垂直荷载作用下的多层弹性连续理论, 以设计弯沉值为整体路面刚度的设计指标。对半刚性材料的基层, 底基层进行层底拉应力计算。半刚性基层可以使用当地材料, 成型工艺也相对比较简单, 由于半刚性基层的一系列良好的性能, 成为我国高级道路的主要类型之一。

◆ 按路面材料分类

1. 沥青路面

沥青路面是指在柔性基层、半刚性基层上, 铺筑一定厚度的沥青混合料面层的路面结构。沥青面层分为沥青混凝土、沥青混合料 (包括沥青混凝土混合料及沥青碎石混合料)、乳化沥青碎石、沥青灌入式、沥青表面处置等类型。

2. 水泥混凝土路面

水泥混凝土路面是指以水泥混凝土面板和基 (垫) 层组成的路面, 又称之为刚性路面。路面种类有: 普通混凝土路面、钢筋混凝土路面、碾压式混凝土路面、钢 (化学纤维) 纤维混凝土路面、连续配筋混凝土路面等。

3. 其他路面

其他路面主要是指在柔性基层上用有一定塑性的细粒土稳定各种骨料的中级路面。路面种类有: 普通水泥混凝土预制块路面、联锁型路面砖路面、石料砌块路面、级配碎石路面及水 (泥) 结级配碎石路面等。

【相关知识】

◆ 刚度

刚度是结构或构件抵抗变形的能力, 包括构件刚度和截面刚度, 按照受力状态不同可分为轴向刚度、弯曲刚度、剪变刚度、扭转刚度等。对于构件刚度, 其值为施加于构件上的力与它引起的线位移之比 (即力矩与角位移之比)。对于截面刚度, 在弹性阶段, 其值为材料弹性模量或剪变模量与截面面积或惯性矩的乘积。

◆ 弯沉

弯沉是指路基或路面在荷载作用下产生的垂直弹性变形。路面强度用两个