

第7章 路面结构及其类型

7-1 路面结构及其层次划分

7-1-1 路面的作用和要求

路面的作用和要求

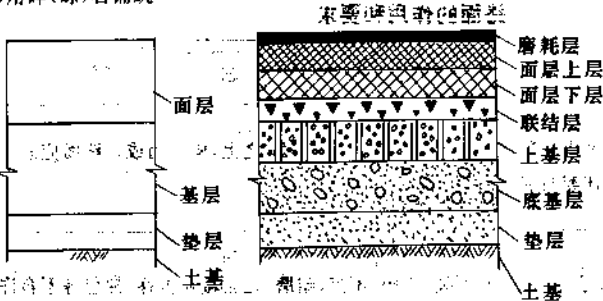
表 7-1

项 目	内 容 要 求 和 注 意 事 项
路面的作用	路面是道路的上部结构,常由各种坚硬材料分层地铺筑于路基之上,构筑而成。路面应能承受交通荷载和大气自然因素的作用,并且还要与周围环境衬托、协调
路面的使用要求	强度、刚度 路面应具有足够的强度和刚度,使路面不裂、不碎、不沉、耐磨、无轮辙和推移、拥包等不容许的变形
	稳定性 路面应具有足够的稳定性,使路面能承受冷热、干湿、冻融和荷载的长期反复作用。特别是对温度敏感的沥青类路面要高温不软化、低温不脆裂;弹性模量大、变形能力小的水泥混凝土路面要有足够的限制和抵抗温度应力能力;对干、湿敏感的砂石路面要雨天不泥泞、晴天少扬尘
	耐久性 路面应具有足够的耐久性,使路面在荷载、气候因素的长期综合多次作用下耐疲劳、耐老化和没有不容许的塑性变形积累
	平整度 路面应具有足够的平整度,使车辆平稳行驶,不产生不容许的颠簸振动和过大的行驶阻力。道路等级愈高,设计车速愈大,对路面平整度的要求也愈高(详见表 14-1)
	粗糙度 路面应具有足够的粗糙度,使车轮与路面之间有足够的附着力或摩阻力。雨天高速行驶,或紧急制动,或突然起动,或爬坡、转弯时,路面粗糙度(抗滑性)不好,车轮容易产生空转或打滑,甚至导致交通事故。道路等级愈高,设计车速愈大,对路面粗糙度的要求也愈高(详见表 14-4)
环境协调	路面应与周围环境协调,一般应洁净少尘,有时根据道路所在地区的环境要求,还有低振动、低噪声要求以及质地、亮度和色彩等要求
路面的施工和维护要求	<p>路面类型和结构的选择应注意与当地的施工条件、维护条件相适应。施工条件主要是指机械设备工艺水平、材料供应情况(宜尽可能就地取材)等。维护条件是指有无专职的养护机构、队伍(如厂区道路宜优先选用利于养护的水泥混凝土路面)以及养护机械设备等配备情况。</p> <p>城市道路如其地下管线尚未一步到位,道路建成后有可能开挖路面重铺管线,则需考虑所选用路面的可开挖性和恢复性</p>

7-1-2 路面结构及其层次划分

路面结构及其层次划分

表 7-2

项 目	内 容、要 求 和 注 意 事 项
路面结构的组成	<p>路面的最上层直接与外界的车辆、行人以及自然因素相接触,其最下层则铺设于土路基之上,受土基的影响最大;此外,行车荷载和自然因素对路面的作用,一般随深度而逐渐减弱。为适应这些特点,绝大部分路面结构是多层次的,按使用要求、受力情况、土基状况以及自然因素影响程序的不同,划分不同的结构层次,选用不同的材料进行铺筑。</p> <p>路面结构层一般由面层、基层、垫层组成。沥青混凝土路面还可按需要,将面层再区分磨耗层、面层上层、面层下层、联结层。如基层厚度大时,也可再区分为上基层、底基层。欧美国家为简化施工,曾一度使用单一层次的“全厚式沥青混凝土路面”,后因沥青价格上涨而中止。低等级的碎(砾)石路面,则常将面层、基层合二为一,用碎(砾)石铺筑。</p> 
面层	<p>位于整个路面结构的最上层,直接同交通荷载和大气接触,它承受行车荷载的垂直力、水平力、冲击力以及轮胎真空抽吸力的作用,并且还受到降水和温度变化的影响,是最直接地反映路面使用品质和路容的层次。因此,同路面结构的其它层次相比,面层应具有较高的结构强度、刚度和稳定性、耐久性,并且应耐磨,不透水,其表面还应具有良好的抗滑性和平整度等。此外,还须适应道路所在地区的环境要求。</p> <p>面层可由一层或数层组成。水泥混凝土面层通常为单一层次组成,但有时也可以考虑由上下两层不同性能的水泥混凝土组成复合面层。沥青混凝土面层常由数层组成。高等级道路的沥青混凝土面层为加强面层与基层的共同作用或为减少基层的反射裂缝,而在基层顶面设置厂拌沥青碎石或沥青贯入式碎石联结层(也可以采用沥青橡胶应力吸收薄膜或土工织物夹层防裂)。</p> <p>位于面层或联结层之下,垫层或土基之上,是路面结构中的中间层次,主要承受由其上面层次传来的垂直力,并把它扩散到垫层或土基中,使传递到垫层或土基的应力限制在其容许的范围内。</p> <p>在沥青类柔性路面中,则宜建造较厚的基层,把承受的垂直力极大地扩散并消减到较小值而传递到垫层或土基之中。这是因为基层一般由半刚性工业废渣、石灰土、水泥稳定土以及碎石、砾石等铺筑,其单价远较沥青类面层便宜,而其扩散垂直荷载的能力则相差不多。所以,在沥青类柔性路面结构中,常有人将它称作承重层,即在路面结构中起主要承担垂直力的作用的层次。这是一个很有工程技术经济眼光的因层制宜的见解。基层受自然因素的作用虽不如面层强烈,但也要经受由面层渗入的降水以及地表水和地下水的可能侵入,所以基层应坚实稳定有一定的强度、刚度和足够的水稳定性。</p> <p>基层有时可分两层铺筑,其上层仍称基层或上基层,下层则称为底基层。对于底基层的材料质量要求可以低一些,并可充分利用当地材料。</p> <p>垫层是介于基层和土基之间的层次,主要用于潮湿土基和北方地区的冻胀土基,用以改善土基的湿度和温度状况,即起隔水(地下水、毛细水)、排水(其上面层次下渗的水分)、隔温(防冻胀、翻浆)以及传递荷载和扩散荷载的作用,此外,对于碎石基层,铺设垫层还可以防止路基土挤入基层而影响碎石基层结构的性能,即起隔土作用。</p> <p>垫层材料,强度要求不一定高,但水稳定性要好,此外还应根据该垫层在路面结构中的具体作用,有针对性地选择隔温、隔水、排水和隔土性能好的材料。</p>

7-2 路面的分级与分类

7-2-1 路面的分级

路面等级

表 7-3

项 目	内 容 和 有 关 规 定	
路面分级原则	<p>面层是路面结构的主要层次。通常,路面按面层的使用品质、材料以及结构强度和稳定性等划分等级,有高级、次高级、中级、低级等四个等级。等级越高使用品质越好,造价也相应提高</p>	
路面等级	面 层 类 型(JTJ 01-88)	
	高级	<ol style="list-style-type: none"> 1. 沥青混凝土 2. 水泥混凝土 3. 厂拌沥青碎石 4. 整齐石块或条石
	次高级	<ol style="list-style-type: none"> 1. 沥青贯入式 2. 路拌沥青碎、砾石 3. 沥青表面处治 4. 半整齐石块
	中级	<ol style="list-style-type: none"> 1. 碎、砾石(泥结或级配) 2. 不整齐石块 3. 其它粒料
	低级	<ol style="list-style-type: none"> 1. 粒料加固土 2. 其它当地材料加固或改善土
路面等级的选用	<p>路面等级的选用与道路的等级,即其使用要求、投资条件有关。城市道路常按其城市性质、道路级别选用高级、次高级路面。公路则一般按下表的规定选用(JTJ 01-88)。</p>	
	公 路 等 级	
	汽车专用公路	采用的路面等级
	高速公路、一级	高级
	二级	高级或次高级
	一般公路	采用的路面等级
	二级	高级或次高级
	三级	次高级或中级
	四级	中级或低级

7-2-2 路面的分类

路面类型

表 7-4

项 目	内 容 和 有 关 规 定
路面分类原则	<p>面层是路面结构的主要层次。通常按面层的材料品种、组成以及力学特性等分类。</p> <p>用于路面施工时,按使用的材料及其施工方法分类。</p> <p>用于路面设计时,按路面的力学特性及其设计计算方法分类</p>
按材料 & 施工方法分类	沥青路面 <ol style="list-style-type: none"> 1. 沥青混凝土路面 2. 沥青碎石路面 3. 沥青上拌下贯式路面 4. 沥青贯入式路面 5. 沥青表面处治路面
	水泥混凝土路面 <ol style="list-style-type: none"> 1. 水泥混凝土路面 2. 钢筋混凝土路面 3. 连续配筋混凝土路面 4. 预应力混凝土路面 5. 钢纤维混凝土路面
	砌块路面 <ol style="list-style-type: none"> 1. 块石(条石、小方石、拳石和粗琢块石等)路面 2. 混凝土砌块路面 3. 砖砌路面 4. 木块路面
	碎石路面 <ol style="list-style-type: none"> 1. 泥结或泥灰结碎石路面 2. 级配碎(砾)石路面 3. 其它粒料路面
	稳定土路面 <ol style="list-style-type: none"> 1. 粒料稳定(加固)土路面 2. 其它当地材料稳定(加固)土路面
按路面刚度 & 计算方法分类	柔性路面 <p>各类沥青路面、碎石路面均属柔性路面。路面刚度小,在荷载作用下弯沉变形较大,抗剪、抗弯拉强度较低,荷载通过各结构层向下传递到土基,通常土基受到较大的单位压力。土基的强度和稳定性,对路面结构整体强度有较大的影响。路面结构按弹性层状体系理论计算</p>
	刚性路面 <p>水泥混凝土作面层或基层的路面结构。水泥混凝土的各种强度和刚度,均比其它路面材料高出很多,但形变能力较小属脆性材料。水泥混凝土路面在车轮荷载作用下弯沉变形极小,对荷载的扩散能力强,传到基础上的单位压力,比柔性路面小得多。路面结构按弹性地基板理论计算。要求地基有连续均匀的支承,不容许地基下沉,以免导致水泥混凝土路面板脱空,而被折断</p>
	半刚性基层 <p>整体型的石灰或水泥稳定粒料、石灰工业废渣混合料、石灰土、水泥土等其刚度介于柔性、刚性之间,当用作基层时称半刚性基层</p>

7-3 沥青路面的结构组合

7-3-1 沥青路面结构组合的基本要求

沥青路面结构组合的基本要求和有关规定

表 7-5

项 目	内 容、有 关 规 定 和 注 意 事 项										
结 构 组 合 的 基 本 要 求	<p>1. 路面的面层、基层结构类型及厚度,应与道路等级、交通量、气候、水文、土质条件以及道路所在地段的环境要求相适应。交通量大、轴载重时,应采用高级路面与强度较高的结合料稳定类基层。</p> <p>2. 层间结合必须紧密稳定,以保证路面结构的整体性和应力传播的连续性。面层与基层之间宜按基层类型和施工情况,适当洒布透层沥青、粘层沥青或采用沥青封层。</p> <p>3. 各结构层的材料回弹模量一般宜自上而下递减,基层材料与面层材料的回弹模量比应大于或等于 0.3;土基回弹模量与基层(或底基层)的回弹模量比宜为 0.08~0.4。</p> <p>4. 层数不宜过多</p> <p>5. 在半刚性基层上铺筑面层时,对高等级道路宜适当加厚面层或采用其他措施以减轻反射裂缝</p>										
面 层 类 型 与 适 应 的 轴 载 累 计 数	<p>面层类型一般可按设计年限内设计车道标准轴载(BZZ-100)累计数确定,如下表。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">设计车道标准轴累计数要求的面层类型 (CJJ 37-90)、(JTJ 014-86)</th></tr> <tr> <th>设计车道标准轴 累 计 数 N</th><th>面 层 类 型</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$>2 \times 10^6$</td><td>沥青混凝土、热拌热铺沥青碎石</td></tr> <tr> <td>$0.5 \times 10^6 \sim 2 \times 10^6$</td><td>热拌热铺或冷拌冷铺沥青碎石、沥青贯入式碎(砾)石</td></tr> <tr> <td>$<0.5 \times 10^6$</td><td>沥青表面处治、粒料路面</td></tr> </tbody> </table>	设计车道标准轴累计数要求的面层类型 (CJJ 37-90)、(JTJ 014-86)		设计车道标准轴 累 计 数 N	面 层 类 型	$>2 \times 10^6$	沥青混凝土、热拌热铺沥青碎石	$0.5 \times 10^6 \sim 2 \times 10^6$	热拌热铺或冷拌冷铺沥青碎石、沥青贯入式碎(砾)石	$<0.5 \times 10^6$	沥青表面处治、粒料路面
设计车道标准轴累计数要求的面层类型 (CJJ 37-90)、(JTJ 014-86)											
设计车道标准轴 累 计 数 N	面 层 类 型										
$>2 \times 10^6$	沥青混凝土、热拌热铺沥青碎石										
$0.5 \times 10^6 \sim 2 \times 10^6$	热拌热铺或冷拌冷铺沥青碎石、沥青贯入式碎(砾)石										
$<0.5 \times 10^6$	沥青表面处治、粒料路面										

项 目	内 容 、 有 关 规 定 和 注 意 事 项			
沥青路面各类面层的常用厚度和适宜层位	沥青路面面层常用厚度和适宜层位见下表。			
	沥青面层常用厚度及适宜层位(CJJ 37-90)			
	面 层 类 别	骨料最大粒 径 (mm)	常用厚度 (cm)	适 宜 层 位
	粗粒式沥青混凝土	30、35	6~8	双层式沥青混凝土面层的下层
	中粒式沥青混凝土	20、25	4~6	1. 双层式沥青混凝土面层的上层 2. 单层式沥青混凝土面层
	细粒式沥青混凝土	13、15	2.5~3	双层式沥青混凝土面层的上层
		10	1.5~2	1. 沥青混凝土面层的磨耗层 2. 沥青碎石等面层的封层和磨耗层
	砂粒式沥青混凝土	5	1~2	3. 自行车车道与人行道的面层
	热拌热铺沥青碎石	30、35	5~7	1. 双层式沥青面层的下层 2. 单层式沥青碎石面层(为防水和平整应在其上加铺沥青封层或磨耗层)
	沥青贯入式	50、60、70	5~8	1. 沥青混凝土路面的下层 2. 单层式沥青贯入式面层(应在其上加铺沥青封层或磨耗层)
沥青表面处治	10、15、20、25、30	1.5~3	沥青表面处治主要起防水层、磨耗层、防滑层或改善碎(砾)石路面的作用,位于路面的表层	
沥青层最小总厚度	各级公路的沥青层最小总厚度应符合下表规定。			
	沥青层最小总厚度(JTJ 014-86)			
	公 路 等 级	最 小 总 厚 度 (cm)		
	高速公路	15		
	一级公路	10		
二级公路	5			
基 层 的 要 求	1. 具有足够的强度、刚度和稳定性;			
	2. 材料强度应均匀一致;			
	3. 底基层宜利用符合设计要求的当地材料,如天然砂砾等,并按路基干湿类型控制细料含量以及塑性指数			


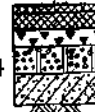













项 目		内 容 、 有 关 规 定 和 注 意 事 项																																	
基 层 材 料	整 体 型	1. 无机结合料稳定粒料; 2. 石灰工业废渣混合料; 3. 石灰土 4. 水泥土																																	
	粒 料 型	1. 级配碎(砾)石; 2. 填隙碎石; 3. 沥青稳定碎石																																	
垫层的设置条件		1. 地下水位高,排水不良,路基经常处于潮湿和过湿状态的路段; 2. 季节性冰冻地区可能产生冻害的中湿、潮湿路段; 3. 碎石基层可能被路基挤入受到污染的路段																																	
垫层材料		1. 粗砂、砂砾、煤渣、矿渣等粒料; 2. 无机结合料稳定土类																																	
垫层厚度		垫层厚度可按当地经验确定,一般宜大于或等于15cm。在季节性冰冻地区有冻害可能的中湿、潮湿路段路面总厚度应满足沥青路面防冻最小厚度的规定,否则应以垫层材料补足																																	
沥 青 路 面 防 冻 最 小 厚 度		沥青路面防冻最小厚度 (CJJ 37—90、JTJ 014—86)																																	
		<table><tr><th rowspan="2">冰 冻 深 度 (cm)</th><th rowspan="2">路基干湿类型</th><th colspan="2">最小厚度 (cm)</th></tr><tr><th>粉 质 土</th><th>粘 质 土 含细粒土的砂</th></tr><tr><td rowspan="2">50~100</td><td>中 湿</td><td>30~50</td><td>30~40</td></tr><tr><td>潮 湿</td><td>40~60</td><td>35~50</td></tr><tr><td rowspan="2">100~150</td><td>中 湿</td><td>50~60</td><td>40~50</td></tr><tr><td>潮 湿</td><td>60~70</td><td>50~60</td></tr><tr><td rowspan="2">150~200</td><td>中 湿</td><td>60~70</td><td>50~60</td></tr><tr><td>潮 湿</td><td>70~80</td><td>60~70</td></tr><tr><td rowspan="2">>200</td><td>中 湿</td><td>70~80</td><td>60~70</td></tr><tr><td>潮 湿</td><td>80~110</td><td>70~90</td></tr></table>		冰 冻 深 度 (cm)	路基干湿类型	最小厚度 (cm)		粉 质 土	粘 质 土 含细粒土的砂	50~100	中 湿	30~50	30~40	潮 湿	40~60	35~50	100~150	中 湿	50~60	40~50	潮 湿	60~70	50~60	150~200	中 湿	60~70	50~60	潮 湿	70~80	60~70	>200	中 湿	70~80	60~70	潮 湿
冰 冻 深 度 (cm)	路基干湿类型	最小厚度 (cm)																																	
		粉 质 土	粘 质 土 含细粒土的砂																																
50~100	中 湿	30~50	30~40																																
	潮 湿	40~60	35~50																																
100~150	中 湿	50~60	40~50																																
	潮 湿	60~70	50~60																																
150~200	中 湿	60~70	50~60																																
	潮 湿	70~80	60~70																																
>200	中 湿	70~80	60~70																																
	潮 湿	80~110	70~90																																
		注:①表中数值系按砂砾类材料及非冻胀土考虑。采用隔热性能好的材料,如矿渣、炉渣、粉煤灰掺加料等,其值可酌减; ②过湿路基处理后,取潮湿路基栏的大值; ③中级路面和低级路面可不考虑防冻最小厚度。																																	

项 目	内 容 、 有 关 规 定 和 注 意 事 项																																																							
各 类 结 构 层 的 最 小 厚 度	<p>沥青路面各结构层,根据当地的工艺条件和材料规格等情况,各类结构层均有相应的“最小厚度”规定。现将有关规定摘录如下。</p> <p style="text-align: center;">各类结构层的最小厚度</p> <p style="text-align: center;">(JTJ 014—86)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">结 构 层 类 型</th><th>最小厚度(cm)</th><th colspan="2">结 构 层 类 型</th><th>最小厚度(cm)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">沥青混凝土 热拌沥青碎石</td><td>粗粒式</td><td>5.0</td><td>沥青表面处治</td><td></td><td>1.5</td></tr> <tr> <td>中粒式</td><td>4.0</td><td>水泥稳定类</td><td></td><td>15.0*</td></tr> <tr> <td>细粒式</td><td>2.5</td><td>石灰稳定类</td><td></td><td>15.0*</td></tr> <tr> <td colspan="2">冷拌沥青碎石</td><td>4.0</td><td>石灰工业废渣类</td><td></td><td>15.0*</td></tr> <tr> <td colspan="2">沥青石屑</td><td>1.5</td><td>级配碎、砾石</td><td></td><td>8.0</td></tr> <tr> <td colspan="2">沥 青 砂</td><td>1.0</td><td>泥 结 碎 石</td><td></td><td>8.0</td></tr> <tr> <td colspan="2">沥青贯入式</td><td>4.0</td><td>填 隙 碎 石</td><td></td><td>8.0</td></tr> <tr> <td colspan="2">沥青上拌下贯式</td><td>5.0</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				结 构 层 类 型		最小厚度(cm)	结 构 层 类 型		最小厚度(cm)	沥青混凝土 热拌沥青碎石	粗粒式	5.0	沥青表面处治		1.5	中粒式	4.0	水泥稳定类		15.0*	细粒式	2.5	石灰稳定类		15.0*	冷拌沥青碎石		4.0	石灰工业废渣类		15.0*	沥青石屑		1.5	级配碎、砾石		8.0	沥 青 砂		1.0	泥 结 碎 石		8.0	沥青贯入式		4.0	填 隙 碎 石		8.0	沥青上拌下贯式		5.0			
	结 构 层 类 型		最小厚度(cm)	结 构 层 类 型		最小厚度(cm)																																																		
	沥青混凝土 热拌沥青碎石	粗粒式	5.0	沥青表面处治		1.5																																																		
		中粒式	4.0	水泥稳定类		15.0*																																																		
		细粒式	2.5	石灰稳定类		15.0*																																																		
	冷拌沥青碎石		4.0	石灰工业废渣类		15.0*																																																		
	沥青石屑		1.5	级配碎、砾石		8.0																																																		
	沥 青 砂		1.0	泥 结 碎 石		8.0																																																		
	沥青贯入式		4.0	填 隙 碎 石		8.0																																																		
	沥青上拌下贯式		5.0																																																					
	注:表中带有*号者,在旧路补强时,其最小厚度可为8cm。																																																							

7-3-2 沥青路面结构组合图式

各级公路推荐的路面结构图式(JTJ 014—86)

表 7-6

	结 构 图 式		
高速公路	 中粒式沥青混凝土 粗粒式沥青混凝土 沥青碎石 水泥(或石灰)稳定粒料 级配碎石或砂砾土基	 中粒式沥青混凝土 粗粒式沥青混凝土 沥青碎石 水泥(或石灰)稳定粒料类 石灰土 土基	 细粒式沥青碎石 中粒式沥青混凝土 沥青碎石 二灰稳定粒料类 二灰、二灰土、或石灰土 土基
一级公路	 细粒式沥青混凝土 沥青贯入 水泥或石灰稳定粒料 级配碎石或砂砾土基	 细粒式或中粒式沥青混凝土 粗粒式沥青混凝土 水泥(或石灰)稳定粒料或二灰稳定粒料 石灰土 土基	 细粒式沥青混凝土 沥青碎石 二灰稳定粒料类 二灰土 土基
二级公路	 沥青上拌下贯 下封层(多雨地区) 泥灰结碎石 石灰土 土基	 沥青石屑或细粒式沥青混凝土 沥青碎石 水泥(或石灰)稳定粒料 天然砂砾 土基	 沥青贯入 二灰稳定粒料类 填隙碎石或石灰土 土基
三级公路	 沥青表面处治 泥灰结碎石 或级配碎石、砾石 天然砂砾 土基	 沥青表面处治 水泥(或石灰)稳定粒料 或级配碎石、砾石 天然砂砾或石灰土 土基	 沥青表面处治 石灰土或填隙碎石 或级配碎石、砾石 泥灰结碎石 土基
四级公路	 泥结碎石 土基	 级配碎石、砾石 土基	 天然砂砾 或粒料改善土 土基

路面结构组合及编号	编 号					说 明	
	结构层	I	II	III	IV		
	沥青面层	12cm	12cm	12cm	12cm		当采用同一种稳定粒料做基层和底基层时,在累计标准轴载数 $<20 \times 10^6$ 的道路上,半刚性材料层的最小厚度,对于 I、II 和 IX、X 应不小于 45cm;在累计标准轴载数 $>20 \times 10^6$ 的道路上半刚性材料层的最小厚度应为 50cm;对于 V、VI 则为 40cm。具体厚度由设计计算确定。
	水泥粒料基层	20cm		25cm			
	二灰粒料基层		20cm		25cm		
	半刚性底基层	✓	✓				
	柔性底基层			✓	✓		
	编 号	V	VI	VII	VIII		
	结构层						I、II、IX、X 当采用石灰土做底基层时,其最小厚度为 30cm;当采用水泥土或二灰土做底基层时,其最小厚度分别为 27~32cm 和 25~30cm。
	沥青面层	9cm	9cm	9cm	9cm		
	水泥粒料基层	15cm		20~25cm			
	二灰粒料基层		15cm		20~25cm		
	半刚性底基层	✓	✓				
	柔性底基层			✓	✓		
	编 号	IX	X	XI	XII		V、VI 当采用石灰土做底基层时,其最小厚度为 30cm;当采用水泥土或石灰土做底基层时则分别为 27cm 和 25cm。
	结构层						
	沥青面层	15cm	15cm	15cm	15cm		
	水泥粒料基层	20cm		25cm			
	二灰粒料基层		20cm		25cm		
	半刚性底基层	✓	✓				
	柔性底基层			✓	✓		潮湿土基应设垫层。冻区视需要设防冻垫层。 高等级道路的沥青面层,其表面层应为防滑层
轻冰冻和非冰冻地区					重冰冻地区		
I~IV 累计标准轴载数 $>10 \times 10^6$ (累计标准轴载数 $>20 \times 10^6$ 时不宜采用 III、IV)							
I~IV 累计标准轴载数 $>10 \times 10^6$ IX、X 累计标准轴载数 $>20 \times 10^6$ XI、XII 累计标准轴载数 $<20 \times 10^6$							
I~IV 累计标准轴载数 $>10 \times 10^6$ V~VIII 累计标准轴载数 $<10 \times 10^6$							
I~IV 累计标准轴载数 $>10 \times 10^6$ V~VIII 累计标准轴载数 $<10 \times 10^6$							
各编号路面结构图式的适用情况							
重交通高速公路							
其他高等级道路							

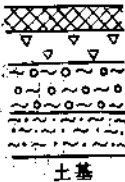
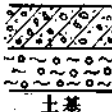
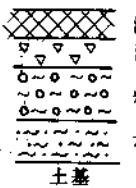
注:根据沙庆林《高等级道路半刚性路面》,中国建筑工业出版社,1993 年版摘编。

公路等级	沥青面层	半刚性基层	垫 层	说 明
高速公路	总厚度 12cm 左右,由防滑层与面层两层组成	35~40cm	最小厚度 20cm	沥青面层采用优质沥青与合理集料组成,控制其抗裂和抗车辙能力,弯拉强度应大于 2.0MPa 基层底基层弯拉强度 > 1.0MPa。垫层材料和厚度,根据土基及冰冻情况确定
一级公路	总厚度 8~12cm,由防滑层与面层两层组成	上基层厚 15~20cm,底基层厚 15~20cm	最小厚度 20cm	沥青面层采用重交通道路沥青和合理集料组成,控制抗拉与抗车辙能力,弯拉强度应在 2.0MPa 左右。 上基层弯拉强度在 1.0MPa 左右;下基层则应大于 0.5MPa。 垫层材料和厚度,根据土基及冰冻情况确定
二级公路	总厚度 5~8cm,由一层或两层组成	总厚度 30cm 左右,分两层施工	最小厚度 15cm	面层可用普通国产沥青。上基层弯拉强度 > 0.5MPa;下基层则在 0.4MPa 左右。垫层材料和厚度,根据土基及冰冻情况确定
三级公路	面层采用沥青表面处治,厚 3cm	最小厚度 15cm	最小厚度 15cm	上基层弯拉强度 0.5MPa 左右;底基层则在 0.4MPa 左右。垫层材料及厚度根据土基情况确定

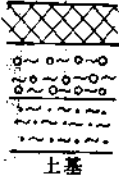
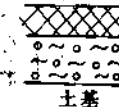
注:根据林绣贤《半刚性基层沥青路面的设计与合理结构的建议》(刊《半刚性基层沥青路面》,同济大学道路与交通工程研究所等编,人民交通出版社,1991 年出版)摘编。

城市道路粉煤灰石灰类基层路面结构组合

表 7-9

序号	路面结构组合图式	适用范围	混合汽车交通量 (辆/昼夜)
1	 <p>沥青混凝土 黑色碎石或沥青处治碎石 粉煤灰石灰类混合物 石灰土或级配砂砾等材料 土基</p>	主干路	5 000 以上
2	 <p>水泥混凝土 粉煤灰石灰类混合物 土基</p>	主干路	5 000 以上
3	 <p>沥青混合物或贯入式 沥青稳定碎石或碎石 粉煤灰石灰类混合物 石灰土或级配砂砾等材料 土基</p>	次干路	2 000~5 000

续上表

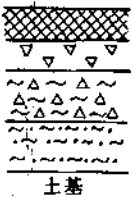
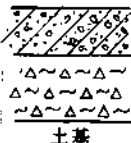
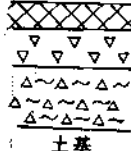
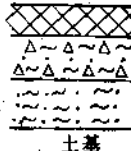
序号	路面结构组合图式	适用范围	混合汽车交通量 (辆/昼夜)
4	 <p>沥青混凝土或贯入式或表处 粉煤灰石灰类混合物 石灰土或级配砂砾等材料 土基</p>	般道路	500~2 000
5	 <p>沥青混凝土或表处 粉煤灰石灰类混合物 土基</p>	一般道路	500 以下
说明	1. 沥青混合物包括沥青混凝土和黑色碎石; 2. 沥青处治包括贯入式和沥青稳定碎石		

注:摘自《粉煤灰石灰类道路基层施工暂行规定(CJJ 4-83)》。


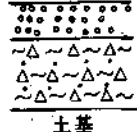
城市道路

城市道路煤渣石灰类混合物基层路面结构组合

表 7-10

编号	结构组合图式	适用范围	混合交通量 (辆/昼夜)
1	 <p>沥青混凝土 沥青处治碎石或黑色碎石 煤渣石灰类混合物 级配砂砾石或石灰土 土基</p>	主干路	5 000 以上
2	 <p>水泥混凝土 煤渣石灰类混合物 土基</p>	主干路	5 000 以上
3	 <p>沥青混凝土或贯入式 沥青稳定碎石或碎石 煤渣石灰类混合物 土基</p>	次干路	2 000~5 000
4	 <p>沥青混凝土或贯入式或表面处治 煤渣石灰类混合物 石灰土 土基</p>	一般道路	500~200

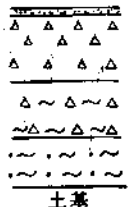

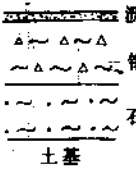
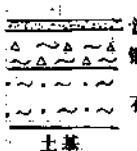
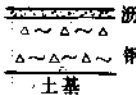
续上表

编号	结构组合图式	适用范围	混合交通量 (辆/昼夜)
5	 <p>沥青混合料或贯入式或表面处治 煤渣石灰类混合物 土基</p>	一般道路	500 以下
6	 <p>表面处治 煤渣石灰类混合物 土基</p>	人行道	

注: 摘自《煤渣石灰类道路基层施工暂行技术规定(CJJ 5-83)》。

城市道路钢渣石灰类基层路面结构组合

表 7-11

序号	路面结构组合图式	适用范围	标准轴 次/d
1	 <p>沥青混凝土 沥青碎石 钢渣石灰粉煤灰混合物 石灰土, 级配碎(砾)石等 土基</p>	主干路	>625
2	 <p>水泥混凝土 钢渣石灰粉煤灰(土)混合物 土基</p>	主干路	>625
3	 <p>沥青混凝土, 沥青碎石, 贯入式 钢渣石灰粉煤灰混合物 石灰土, 级配砂石, 混合钢渣 土基</p>	次干路	250~625
4	 <p>沥青混凝土, 沥青碎石, 贯入式, 表处 钢渣石灰类混合物 石灰土, 级配砂(砾)石等 土基</p>	一般道路	60~250
5	 <p>沥青混凝土, 沥青碎石, 贯入式, 表处 钢渣石灰类混合物 土基</p>	一般道路	<60

注: 摘自《钢渣石灰类道路基层施工及验收规范(CJJ 35-90)》。

7-4 水泥混凝土路面的结构层次

7-4-1 结构层次的基本要求和规定

水泥混凝土路面结构层次的基本要求和有关规定

表 7-12

项 目	内 容 要 求 和 有 关 规 定																														
结构层 次的基本 要求	<p>1. 水泥混凝土路面面层,即混凝土板的厚度应与交通荷载相适应。交通量大、轴载重时混凝土板的厚度相应增大。</p> <p>2. 水泥混凝土板下的基础应起连续均匀支承的弹性地基作用,耐冲刷、不脱空,支承良好。</p> <p>3. 路面的基层、垫层结构的设置以及其类型、厚度的确定,应与道路等级、交通量、气候、水文、土质等条件相适应。</p> <p>4. 土基应具有一定的强度和刚度,其回弹模量的设计值宜大于或等于 20MPa,特殊况不小于 15MPa。否则应采取措施稳定土基</p>																														
水泥混凝土 板厚度 与 强 度	<p>高等级道路(高速公路、一级公路、城市快速路、主干路)厚度一般为 24cm 左右或以上,二级公路,城市主干路、次干路为 22cm 左右,三级公路,城市次干路、支路等则为 20cm 左右。混凝土板的最小厚度为 18cm。</p> <p>水泥混凝土的抗折强度,一般设计强度为 4.5MPa,特重和重交通路宜为 5.0MPa,轻交通路可降至 4.0MPa。试验室配合比配制强度应比设计强度高出 10%~15%</p>																														
路面基层 类型和基 层顶面当 量回弹模 量 E_r 值 要 求	<p>水泥混凝土路面基层宜与交通量等级相适应可参考下表(摘编自 JTJ 012-94、CJJ 37-90 和 JTJ 034-93)</p> <table><tr><th>交通量等级 基层类型</th><th>特 重</th><th>重</th><th>中 等</th><th>轻</th></tr><tr><td>水泥稳定砂砾</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td></tr><tr><td>石灰工业废渣类</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td></tr><tr><td>沥青混合料类</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td></tr><tr><td>石灰土、二灰土、水泥土</td><td>—</td><td>—</td><td>✓</td><td>✓</td></tr><tr><td>基层顶面 E_r 值,MPa</td><td>>120</td><td>>100</td><td>>80</td><td>>60</td></tr></table>	交通量等级 基层类型	特 重	重	中 等	轻	水泥稳定砂砾	✓	✓	✓	✓	石灰工业废渣类	✓	✓	✓	✓	沥青混合料类	✓	✓	✓	✓	石灰土、二灰土、水泥土	—	—	✓	✓	基层顶面 E_r 值,MPa	>120	>100	>80	>60
交通量等级 基层类型	特 重	重	中 等	轻																											
水泥稳定砂砾	✓	✓	✓	✓																											
石灰工业废渣类	✓	✓	✓	✓																											
沥青混合料类	✓	✓	✓	✓																											
石灰土、二灰土、水泥土	—	—	✓	✓																											
基层顶面 E_r 值,MPa	>120	>100	>80	>60																											

项 目

内 容 要 求 和 有 关 规 定

垫层的设置条件、垫层材料和垫层厚度等,同表 7-5。但需注意水泥混凝土路面防冻最小厚度的规定与沥青路面有些不同而另有规定,见下表。

水泥混凝土路面防冻最小厚度

路基潮湿类型 土 类 冰冻深度 (cm)	中 湿		潮 湿	
	粉质土	粘质土、含细粒土的砂	粉质土	粘质土、含细粒土的砂
50~100	40~60 (40~50)	30~50 (30~40)	45~70 (50~65)	40~60 (40~50)
100~150	50~70 (50~70)	40~60 (40~60)	55~80 (65~80)	50~70 (50~70)
150~200	60~85 (70~80)	50~70 (60~70)	70~100 (80~100)	60~90 (70~90)
>200	70~110 (80~110)	70~110 (70~95)	80~130 (100~130)	75~120 (90~120)

注:①冻深小于 50cm 地区可不设防冻层,但对潮湿与过湿路段,路面防冻层厚度可等于当地最大冻深;

②表中垫层部分所需厚度系以砂砾材料为准,如采用隔温性能良好的材料(炉渣等),其垫层厚度可适当减薄;

③季节性冰冻地区的中湿、潮湿路段的路面结构总厚度小于上表规定的最小厚度时,其差值应通过设置垫层补足。过湿路段的路基经疏干与加固稳定措施(详见第 3 章)后,可按上表潮湿路段的要求设垫层;

④表中数字无括号者系 JTJ 012—94 数据,带括号者为 CJJ 37—90 数据

垫层和水泥混凝土路面防冻最小厚度

7-4-2 水泥混凝土路面结构层次

水泥混凝土路面结构层次

表 7-13

道路等级	水泥混凝土板	基 层	垫 层	说 明
高速公路 一级公路 城市快速路 城市主干路	厚 24cm 或以上	水泥稳定砂砾、石灰工业废渣类基层 20~30cm	根据土基潮湿情况以及可能产生冻害的情况设置。最小厚度为 15cm	面层、基层厚度由设计确定。基层厚度还应满足基层顶面当量回弹模量 E_1 值的规定(见表 7-12)。 垫层厚度可按当地经验,由设计确定。在冻区,水泥混凝土路面结构总厚度小于“水泥混凝土路面防冻最小厚度(见表 7-12)”规定值时,其差值通过垫层补足
二级公路 城市主干路 城市次干路	22cm 左右	水泥稳定砂砾、石灰工业废渣类基层 20~25cm 石灰土、二灰土、水泥土基层 20~30cm		
三级公路 城市次干路 城市支路	20cm 左右(最小厚度 18cm)	水泥稳定砂砾、石灰工业废渣类基层 15~25cm 石灰土、二灰土、水泥土基层 15~30cm		