

# 第 13 章 路面维修与补强

## 13-1 路面养护、维修与补强的要求

路面养护、维修与补强的要求

表 13-1

项 目	内 容 和 要 求
基本概念	<p>路面养护从工程技术角度而言,一般是指为保持路面功能而进行的日常保养,如路面的清扫、洒水、轻微的路面修补和填补接缝等。</p> <p>路面维修是指日常养护难以完成的,较大的损坏,以恢复路面原有功能为目标的修理工程,如路面的翻修和罩面等。</p> <p>路面补强是指恢复或进一步改善原有功能的路面加厚补强的大修或改建工程</p>
与补强的要求	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 保持和改善路面结构的承载功能,以确保路面应有的强度、刚度和耐久性。</li> <li>2. 保持和改善路面的行驶功能,以确保路面的平整度、粗糙度,使行车安全舒适。</li> <li>3. 采取预防性措施和适时进行维修、补强,防止路面某些破损的发生和发展。</li> <li>4. 防止因路面损坏影响路容和养护操作污染沿线环境</li> </ol>

## 13-2 路面养护、维修与补强的对策

### 13-2-1 城市道路路面技术状况

城市道路路面技术状况的鉴定内容、技术指标和规定值

表 13-2

项 目	内 容 和 要 求
路面技术状况鉴定内容	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 路面结构的整体强度和适应的交通量以及现状交通量,预期交通量。</li> <li>2. 车行道路面平整度。</li> <li>3. 车行道路面粗糙度。</li> <li>4. 沥青路面、水泥混凝土路面的各种破损类型及数量</li> </ol>
路面状况技术指标	表示柔性路面结构整体强度性能的指标为相对强度系数 Y
	$Y = \frac{I_r}{I_a}$ <div>说明:</div> $I_r$ ——现状交通量的计算容许弯沉值(mm); $I_a$ ——实测弯沉值(mm)
	<p>车行道路面平整度指标,以 3m 直尺实测(直尺底面至路面间数量),每个单元测点不少于 50 个的算术平均值,并加实测值的标准差表示</p> $S_0 = \bar{S} + \sigma$ <div>说明:</div> $S_0$ ——测定路面的平整度代表值(mm); $\bar{S}$ ——平整度实测值的算术平均值(mm); $\sigma$ ——实测值的标准差(mm)

项 目	内 容 和 要 求															
路面破损率	道路路面破损状况的定量指标,以路面破损率表示。 $\text{路面破损率} = \frac{\sum \text{测定单元面积内各类型破损面积}}{\text{测定单元面积}} \times 100\%$															
粗糙度指标	城市道路路面粗糙度指标是指潮湿状态下路面与车轮之间的滑动摩擦系数,以摆式仪测定值(简称摆值,单位%)为准															
路面状况技术指标	综合评定路面使用品质优劣,采用路面使用状态指数(LSZZ)值表示路面综合使用性能。 $LSZZ = 100 - \sum P_i$ 式中 $P_i$ 为各种破损密度和平整度对路面状况表现的影响值。其中,水泥混凝土路面按下表查得;沥青路面按下列“破损密度影响值曲线图”和“平整度影响值曲线图”查得。															
	<b>水泥混凝土路面破损量影响值表</b>															
	<table><tr><th>破损类型</th><th>标准及范围</th><th>影响值</th></tr><tr><td>平整度 (包括露骨)</td><td>3m 直尺实测 50 次的平整度</td><td>&gt;10mm 扣 2 个单位 &gt;11mm 扣 4 个单位 &gt;13mm 扣 6 个单位</td></tr><tr><td>错台</td><td>相邻两块板高差&gt;15mm</td><td>每处扣 1 个单位</td></tr><tr><td>破碎</td><td>板边、板角等碎裂,累积破坏面积</td><td>每 3m<sup>2</sup> 扣 1 个单位</td></tr><tr><td>唧泥</td><td>唧泥的缝长×0.2m</td><td>每处扣 2 个单位</td></tr></table>	破损类型	标准及范围	影响值	平整度 (包括露骨)	3m 直尺实测 50 次的平整度	>10mm 扣 2 个单位 >11mm 扣 4 个单位 >13mm 扣 6 个单位	错台	相邻两块板高差>15mm	每处扣 1 个单位	破碎	板边、板角等碎裂,累积破坏面积	每 3m <sup>2</sup> 扣 1 个单位	唧泥	唧泥的缝长×0.2m	每处扣 2 个单位
	破损类型	标准及范围	影响值													
平整度 (包括露骨)	3m 直尺实测 50 次的平整度	>10mm 扣 2 个单位 >11mm 扣 4 个单位 >13mm 扣 6 个单位														
错台	相邻两块板高差>15mm	每处扣 1 个单位														
破碎	板边、板角等碎裂,累积破坏面积	每 3m <sup>2</sup> 扣 1 个单位														
唧泥	唧泥的缝长×0.2m	每处扣 2 个单位														
<div></div>																

项 目	内 容 和 要 求
路面 破 损 类 型 和 破 损 面 积 的 计 算	裂缝 裂缝宽度大于 10mm 且未予处理。按裂缝长(m)×0.2(m)计量。
	碎裂 开裂成网格状,碎块直径小于 300mm。按其外边界长(m)×宽(m)计量
	网裂 裂缝联结成网,网块直径最小 300mm。按其外边界长(m)×宽(m)计量
	松散 路面材料呈松散状。按长(m)×宽(m)计量
	脱皮 路面保护层或封层脱落且深度小于 25mm。按长(m)×宽(m)计量
	坑槽 路面材料松散脱落成洞,深度大于 25mm,面积大于 0.02m <sup>2</sup> 。按长(m)×宽(m)计量
	车辙 面层磨损过度及结构层变形积累,而形成的辙槽。以 3m 直尺横向测量,凹深大于 30mm 时,按车辙长度(m)×车道(轮迹)全宽(m)计量
	沉陷 路面局部下沉,包括漏路未补及补后下沉,在 3m 直尺范围内沉陷深度大于 30mm。按长(m)×宽(m)计量
	拥包 路面局部隆起,在 1m 范围内隆起高度大于 20mm。按长(m)×宽(m)计量
	搓板或波浪 车行道上有规则的波浪起伏,波峰垂直于行车方向,峰谷高差大于 10mm。按长(m)×宽(m)计量
	翻浆 土基或路面基层湿软变形形成弹簧状以至从裂缝处冒出泥浆。按长(m)×宽(m)计量
	唧泥 水泥混凝土路面板接缝处由于轮胎及刚性混凝土板弹性变形抽吸,唧出泥浆。按唧泥缝长(m)×0.2(m)计量
	填缝料散失 水泥混凝土板填缝料散失,散失深度大于 20mm。按散失填料的缝长(m)×0.2(m)计量
	错台 水泥混凝土路面板在纵、横接缝处或与沥青路面接茬处的竖向高差大于 15mm。按错台长(m)×0.2(m)计量
	井框高差 路面与井框高差大于 15mm。按周长(m)×宽 0.2(m)计量
	啃边 路面边缘材料剥落破损或形成坑洞,宽度大于 40mm,长度大于 0.1m。按宽度(m)×长度(m)计量
	泛油 沥青路面的沥青用量过大,高温季节被挤出表面形成油层。按长(m)×宽(m)计量
	拱胀 水泥混凝土路面热胀受到约束时,出现向上拱起的屈曲失稳现象。按长(m)×宽(m)计量

项 目	内 容 和 要 求				
路 面 技 术 状 况 规 定 值	城市道路路面技术状况须符合以下规定值				
	破 损 率	路面种类		路面破损率规定值	
		水泥混凝土路面		主干路	<2%
				次干路	<2%
		沥青类路面		主干路	<2%
				次干路	<3%
	平 整 度	路面种类		路面平整度规定值(mm)(3m 直尺法)	
		水泥混凝土路面		主干路	<8
				次干路	<9
		沥青类路面		主干路	<9
				次干路	<10
	粗 糙 度	路面种类	道路等级	路面粗糙度规定值(摆值)	
				直线段	平曲线 纵坡加平曲线
		水泥混凝土路面	主干路	48	50 55
			次干路	40	50 54
		沥青混凝土或 沥青碎石路面	主干路	48	50 55
			次干路	38	50 54
		沥青贯入 式路面	主干路	45	46 54
			次干路	38	46 54
	强 度	柔性路面整体强度系数均应大于1;刚性路面强度应符合相应交通等级的设计强度要求			
	路 面 使 用 状 态 指 数	路面种类		路面使用状态指数(LSZZ)规定值	
		水泥混凝土路面		主干路	≥95
				次干路	≥96
		沥青类路面		主干路	≥90
				次干路	≥85

一 注: 摘编自《城市道路养护技术规范(CJJ 36-90)》。

## 13-2-2 城市道路路面维护对策

城市道路路面实测值、规定值的差距与维护对策

表 13-3

表 10-3

项 目		路 面 技 术 状 况 与 对 策			
指标	道路等级	差 距 与 对 策		说 明	
		差 距	对 策		
破 损 率	水泥混凝土路面	主干路	2%~5%	分类一	在“对策”栏中： 分类一：一般养护、零星修理、补修。 分类二：局部修理恢复、罩面、补修、少量翻修。 分类三：预防性修理、加铺面层、补修修复、翻修
			6%~10%	分类二	
			>10%	分类三	
		次干路	2%~6%	分类一	
			6%~12%	分类二	
			>12%	分类三	
	沥青类路面	主干路	3%~7%	分类一	
			7%~15%	分类二	
			>15%	分类三	
		次干路	3%~8%	分类一	
			8%~15%	分类二	
			>15%	分类三	
平 整 度	水泥混凝土路面	主干路	<2mm	分类一、二	
			≥2mm	分类二、三	
		次干路	<3mm	分类一、二	
			≥3mm	分类二、三	
	沥青类路面	主干路	<3mm	分类一、二	
			≥3mm	分类二、三	
		次干路	<4mm	分类一、二	
			≥4mm	分类二、三	
路面使用状态指数 (LSZZ)	水泥混凝土路面	主干路	<1	—	
			2~5	分类一	
			6~15	分类二	
			16~35	分类二、三	
			>35	分类三	
		次干路	<1	—	
			2~5	分类一	
			6~15	分类二	
			16~35	分类二、三	
			>35	分类三	
	沥青类路面	与水泥混凝土路面相同			

注：同表 13-14；

# 13-2-3 公路沥青路面的技术状况与维护对策

公路沥青路面现状使用质量评定与维护对策

表 13-4

项 目	内 容、要 求 和 对 策												
评价 指标 体系	<div><div><div>指 标</div><div>平整度</div><div>破 损</div><div>强 度</div><div>抗滑能力</div></div><div><div>调查指标</div><div>IRI</div><div>DR</div><div>弯 沉</div><div>SFC或BPN</div></div><div><div>评价指标</div><div>RQI</div><div>PCI</div><div>SSI</div><div>SFC或BPN</div></div><div><div>综合指标</div><div>PQI</div></div></div>												
路 面 平 整 度 评 价 标 准	<div><div><div>1. 国际平整度指数(IRI)</div><div>平整度测定设备的测定结果需经试验标定。IRI 与其他设备的标定关系式一般为:</div><div><div><math display="block">IRI=a+b \times BI</math></div><div><div>BI——平整度测试设备的测试结果;</div><div>a, b——标定系数。</div></div></div></div><div><div>2. 行驶质量指数(RQI)</div><div>路面行驶质量指数与 IRI 的关系为:</div><div><math display="block">RQI=11.5-0.75 \times IRI</math></div><div>RQI 数值范围为 0~10。如出现负值 RQI 值取 0; 如计算结果大于 10, 则 RQI 值取 10。</div></div><div><div>3. 路面平整度评价标准</div><table><tr><th>评价指标</th><th>优</th><th>良</th><th>中</th><th>次</th><th>差</th></tr><tr><td>行驶质量指数 RQI</td><td>≥8.5</td><td>&lt;8.5~≥7.0</td><td>&lt;7.0~≥5.5</td><td>&lt;5.5~≥4.0</td><td>&lt;4.0</td></tr></table></div></div>	评价指标	优	良	中	次	差	行驶质量指数 RQI	≥8.5	<8.5~≥7.0	<7.0~≥5.5	<5.5~≥4.0	<4.0
评价指标	优	良	中	次	差								
行驶质量指数 RQI	≥8.5	<8.5~≥7.0	<7.0~≥5.5	<5.5~≥4.0	<4.0								
路 面 破 损 评 价 标 准	<div><div><div>1. 路面综合破损率(DR)计算公式</div><div><math display="block">DR=D/A=\sum D_{ij}K_{ij}/A</math></div></div><div><div>D——路段内的折合破损面积(m<sup>2</sup>);</div><div>A——路段的路面总面积(m<sup>2</sup>);</div><div>D<sub>ij</sub>——第 i 类损坏、j 类严重程度的实际破损面积(纵裂、横裂按长度×0.2m 计,车辙按长度×0.4m 计,其他按实测面积计);</div><div>K<sub>ij</sub>——第 i 类损坏、j 类严重程度的换算系数</div></div></div>												

项 目	内 容、 要 求 和 对 策						
路 面 破 损 评 价 标 准	2. 路面破损换算系数(K)						
	破损类型		分级	外 观 描 述	分级指标	换算系数	
	裂 缝 类	龟 裂	轻	初期龟裂,缝细,无散落,裂区无变形	块度 20~50cm	0.6	
			中	裂块明显,缝较宽,无或轻度散落或轻度变形	块度<20cm	0.8	
			重	裂块破碎,缝宽,散落重,变形明显,急待修	块度<20cm	1.0	
		不 规 则 裂 缝	轻	缝细,不散落或轻微散落,块度大	块度>100cm	0.2	
			重	缝宽,散落,块度小	块度 50~100cm	0.4	
		纵 裂	轻	缝壁无散落或轻微散落,无或少支缝	缝宽≤5mm	0.4	
			重	缝壁散落重,支缝多	缝宽>5mm	0.6	
	横 裂	轻	同纵裂	同纵裂	0.2		
		重			0.4		
	松 散 类	坑 槽	轻	坑浅,面积较小(<1m²)	坑深≤25mm	0.8	
			重	坑深,面积较大(>1m²)	坑深>25mm	1.0	
	变 形 类	松 散	轻	细集料散失,路面磨损,路表粗麻		0.2	
			重	粗集料散失,多量微坑,表面剥落		0.4	
		沉 陷	轻	深度浅,行车无明显不适感	深度≤25mm	0.4	
			重	深度深,行车明显颠簸不适	深度>25mm	1.0	
		车 辙	轻	变形较浅	深度≤25mm	0.4	
			重	变形较深	深度>25mm	1.0	
	波 拥 浪 包	轻	波峰波谷高差小	高差≤25mm	0.4		
		重	波峰波谷高差大	高差>25mm	0.8		
	其 它	泛油	路表呈现沥青膜,发亮,镜面,有轮印			0.1	
		修补 损坏				0.1	
	3. 路面状况指数(PCI)						
	路面状况指数 PCI 的数值范围为 0~100。其值越大,路况越好。PCI 计算公式为:						
	$PCI=100-15DR^{0.412}$						
	4. 路面破损状况评价标准						
	评价指标		优	良	中	次	差
	路面状况指数 PCI		≥85	≥70~<85	≥55~<70	≥40~<55	<40

项 目	内 容、 要 求 和 对 策										
路面强度评价标准	1. 路面强度采用强度系数作为评价指标。										
	2. 路面强度系数 (SSI)										
	$SSI = \frac{\text{路面容许弯沉值}}{\text{路段代表弯沉值}}$					路面容许弯沉值采用设计弯沉值					
	3. 路面强度评价标准										
评价指标	优		良		中		次		差		
公路等级	高速 一级	其它 等级	高速 一级	其它 等级	高速 一级	其它 等级	高速 一级	其它 等级	高速 一级 其它 等级		
SSI	$\geq 1.20$	$\geq 1.0$	$< 1.2$ $\sim \geq 1.0$	$< 1.0$ $\sim \geq 0.8$	$< 1.0$ $\sim \geq 0.8$	$< 0.8$ $\sim \geq 0.6$	$< 0.8$ $\sim \geq 0.6$	$< 0.6$ $\sim \geq 0.4$	$< 0.6$	$< 0.4$	
路面抗滑能力评价标准	1. 路面抗滑能力以摆值 (BPN) 或横向力系数 (SFC) 表示。										
	2. 路面抗滑能力评价标准										
	评价指标	优		良		中		次		差	
	横向力系数 SFC	$\geq 0.5$		$\geq 0.4 \sim < 0.5$		$\geq 0.3 \sim < 0.4$		$\geq 0.2 \sim < 0.3$		$< 0.2$	
摆值 BPN	$\geq 42$		$\geq 37 \sim < 42$		$\geq 32 \sim < 37$		$\geq 27 \sim < 32$		$< 27$		
路面综合评价标准	1. 路面综合评价指标 (PQI)										
	PQI 值用分项指标加权计算得出。PQI 的数值范围为 0~100。其值越大, 路况越好。										
	$PQI = PCI' \times P_1 + RQI' \times P_2 + SSI' \times P_3 + SFC' \times P_4$										
	说明: ① $P_1, P_2, P_3, P_4$ 为相应指标的权重, 按 PCI, RQI, SSI 及 SFC (或 BPN) 的重要性确定, JTJ 073-96 的建议值见下述;										
	② $PCI', RQI', SSI', SFC'$ (或 BPN') 按 PCI, RQI, SSI, SFC (或 BPN) 的评定结果 (优、良、中、次、差) 赋值, JTJ 073-96 的赋值见下述。										
	2. $P_1, P_2, P_3, P_4$ 权重建议值										
		建议值	建议范围			建议值	建议范围				
	$P_1$	0.3	0.25~0.35		$P_3$	0.3	0.25~0.35				
	$P_2$	0.3	0.25~0.35		$P_4$	0.1	0~0.1				
	注 ① 应使各权重之和为 1, 即 $P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 1$										
	② 各权重可根据各地区的实际路况水平和养护对策, 在建议范围内适当调整。										
	3. $PCI', RQI', SSI', SFC'$ 的赋值										
	PCI, RQI, SSI, SFC (或 BPN) 评定结果										
	优	良		中		次		差			
相应指标的赋值	92	80		65		50		30			
4. 路面综合评价标准											
评价指标	优		良		中		次		差		
路面质量指数 PQI	$\geq 85$		$\geq 70 \sim < 85$		$\geq 55 \sim < 70$		$\geq 40 \sim < 55$		$< 40$		



项 目	内 容、 要 求 和 对 策
维 护 对 策	1. 路面维护对策应根据公路等级、交通量及分项路况评价结果确定。 2. PCI评价为优、良、中, RQI也评价为优、良、中的路段, 以日常养护为主, 并对局部路面破损进行小修。对高速公路和一级公路中等路况的路段, 应进行中修罩面。 3. PCI评价为次、差或 RQI评价为次、差, 强度满足要求(高速公路、一级公路 $SSI \geq 0.8$ , 其它公路 $SSI \geq 0.6$ )的路段, 宜安排中修罩面; 强度不满足要求时, 则应进行大修补强。 4. 高速公路和一级公路的路面平整度、破损率和强度均满足要求, 但抗滑能力不足( $SFC < 0.4$ 或 $BPN < 37$ )的路段, 应加铺抗滑磨耗层; 其它公路抗滑能力不足 [ $SFC < (0.2 \sim 0.3)$ 或 $BPN < (27 \sim 32)$ ] 的事故多发路段, 宜进行抗滑处理

注: 摘编自中华人民共和国交通部发布《公路养护技术规范(JTJ 073-96)》。

### 13-3 沥青路面维修

#### 13-3-1 沥青路面病害的维修

沥青路面病害的维修

表 13-5

项 目	维 修 方 法 要 点 和 注 意 事 项
裂 缝	<p>裂缝是沥青路面的主要病害之一。宜通过调查研究, 针对其病害状况和原因分别处理。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 因半刚性基层干缩、冷缩引起的纵、横裂缝, 缝宽在 6mm 以内者, 宜将缝隙清刷干净, 并用压缩空气吹去尘土后, 用热沥青或乳化沥青灌缝撒料封堵; 缝宽大于 6mm 者, 应剔除缝内杂物和松动的缝隙边缘, 或沿裂缝开槽后, 用压缩空气吹净, 用砂粒式或细粒式热拌沥青混合料填充、捣实, 并用热烙铁烫平, 撒石粉或砂扫匀; 也可采用乳化沥青混合料填封。</li> <li>2. 对于轻微的裂缝, 在高温季节可喷洒沥青撒料压入修理, 或进行小面积封层; 在低温、潮湿季节宜采用阳离子乳化沥青封层或采用相应级配的乳化沥青稀浆封层。</li> <li>3. 因土基、基层的病害或强度不足引起的裂缝(严重者常呈网裂或龟裂)应分析原因, 有针对性地消除缺陷处理好土基或基层, 然后再修复面层。</li> <li>4. 因沥青性能欠佳或路龄长沥青老化, 产生较大面积的裂缝, 可经过论证, 比选乳化沥青稀浆封层、加铺沥青混合料上封层、橡胶沥青薄层罩面等修理方案</li> </ol>
麻 面、 松 散	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 因低气温施工导致麻面或松散者, 待气温上升至 10℃ 以上时, 清扫干净, 重做沥青封面。其沥青喷布量为 <math>0.8 \sim 1.0 \text{ kg/m}^2</math>, 喷布后撒 3~5(8)mm 石屑或粗砂 <math>5 \sim 8 \text{ m}^3/1000 \text{ m}^2</math>, 扫匀, 用轻型光面压路机压实, 也可以铺筑 10~15mm 厚的沥青砂罩面。如在低温潮湿季节可用乳化沥青碎石混合料修理。麻面轻微且小面积者, 可薄刷一层沥青, 撒砂压实, 也可采用乳化沥青封层修理。</li> <li>2. 由于油温过高, 粘结料老化而导致松散者, 应挖除重铺。</li> <li>3. 因基层或土基松软变形引起的面层松散, 应先处理好基层和土基, 然后重铺面层。</li> <li>4. 如因采用酸性石料与沥青粘附不良造成松散者, 则应在沥青中掺加抗剥离剂、增粘剂或用干燥的生石灰、消石灰粉、水泥作为填料的一部分, 或用石灰浆水处理粗集料等抗剥离措施, 改善沥青与矿料的粘附力</li> </ol>
油 包、 拥 包	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在气温较高时(或用加热器烘烤发软后)铲除, 有铣刨机时可直接铣刨削除。铲(铣)除后找补平顺, 再用热烙铁烙平。</li> <li>2. 因基层原因引起的严重拥包。用挖补法先处理好基层, 然后重新铺筑(修补)面层</li> </ol>

项目	维 修 方 法 要 点 和 注 意 事 项
泛油	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 对于泛油路段,宜先取样做抽提试验,测出油石比,然后对应地确定不同的处理措施。</li> <li>2. 含油量高的泛油严重路段,一般在高温季节撒料强压处理,亦即“撒料强压,增加骨料”的方法处理。其做法是先撒一层 S10(10~15mm)或更粗些的骨料,用重型压路机强行压入,达到基本稳定后,再撒 S12(5~10mm)的碎石压实。</li> <li>3. 泛油较重路段,可先撒 S12(5~10mm)碎石,待碾压稳定后,再撒 S14(3~5mm)石屑或粗砂压实。</li> <li>4. 轻度泛油,可撒 S14(3~5mm)石屑或粗砂,压实</li> </ol>
坑槽	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 基层完好,仅面层有坑槽时: <ol style="list-style-type: none"> <li>(1)测定破坏部分的深度和范围,划出开槽修补的轮廓线,其纵边线与路中线平行,横边线与路中线垂直,呈正规则形。</li> <li>(2)开槽的槽壁要竖直,开凿到稳定部位,并将槽底、槽壁清除干净。</li> <li>(3)在开好的槽底、槽壁均匀涂刷一层粘层油,然后填铺准备好的沥青混合料,整平压实。新补铺部分应略高于原路面,使行车密实后与原路面齐平,并用热烙铁烫平周边。</li> </ol> </li> <li>2. 因基层破坏而造成坑槽者,应先处理好基层,再补面层。</li> <li>3. 在雨雪连绵的寒季,路面出现坑槽时,可先临时处理,保证路面平整,待气温升温后,再做挖补修复</li> </ol>
啃边	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 因路面边缘强度不足,应按挖补方法处理,即挖除破损边缘,切成规则断面,并适当挖深,局部加厚路面边缘部分的办法修复。</li> <li>2. 因通行车辆增多引起的啃边,除按上法修复路边破损外,还应加固路肩(改土路肩为硬路肩)并在路边缘加设路缘石。</li> <li>3. 平面交叉口转弯处,可适当加宽路面</li> </ol>
脱皮	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 因面层与基层之间粘结不良造成的松散或脱皮,应在清除损坏的面层,清扫干净后,洒粘层油,重新铺筑面层。</li> <li>2. 因面层本身油料不均匀、骨料重叠而造成的脱皮,应翻挖,重新铺筑面层。</li> <li>3. 因面层与封层没有粘结好,初期养护不良而引起脱皮者,应清除脱皮和松动部分,清扫干净后,洒(刷)上粘层沥青,重新封层</li> </ol>
沉陷	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 仅由于面层不均匀沉陷引起的裂缝和轻微下沉,如土基和基层均密实稳定,可拉毛、扫净、洒粘层沥青后把沉陷部分填补到与原路面齐平。</li> <li>2. 如因土基或基层结构遭受破坏而引起的沉陷,应先将土基或基层修理后,再修复面层。</li> <li>3. 桥头路面沉陷,应及时填铺平顺</li> </ol>
车辙	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 属于表层磨损过度出现的车辙,可按以下步骤处理: <ol style="list-style-type: none"> <li>(1)用铣刨机或风镐翻松车辙表面 10~20mm 并清除干净;</li> <li>(2)喷洒粘层沥青,用量为 0.3~0.5kg/m<sup>2</sup>;</li> <li>(3)采用与原路面结构相同的沥青混合料,铺筑、恢复路面横坡;</li> <li>(4)周边接茬处用热烙铁烙平密合,碾压密实。</li> </ol> </li> <li>2. 属于路面横向推挤形成的横向波形车辙,且已稳定者,可按上款步骤铣(铲)高补低恢复路面横坡;如因不稳定夹层引起,则应清除不稳定层,重铺面层。</li> <li>3. 属于局部下沉造成的车辙,可按路面沉陷的处理方法进行修复</li> </ol>

项 目	维 修 方 法 要 点 和 注 意 事 项
波浪、搓板	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 因基层强度不足或稳定性差而造成路面波浪(搓板)者,应挖除面面对基层作补强处理后,再重铺面层。</li> <li>2. 因面层和基层中间有夹层而造成者,应揭去面层,清除不稳定夹层,再重铺面层。</li> <li>3. 小面积的面层搓板(波浪),也可在波谷内填补沥青混合料,找平处理。起伏较大者,则铲除波峰部分进行重铺。大面积波浪(搓板),有条件时也可采用铣刨机铣削波峰后重新罩面</li> </ol>
翻 浆	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 因面层成型不好或裂缝,受降水浸入引起基层顶面轻度破坏而形成轻微翻浆,可待水分蒸发且路基稳定后,修理裂缝或挖补更换面层。</li> <li>2. 因基层不好和土基原因产生的翻浆,应对土基换土(换 400~600mm 厚的砂性土、石灰土、石料及炉渣)或钻孔灌注粉(水泥或石灰)喷桩等加固土基,然后再进行基层和面层的补修。</li> <li>3. 因排水不良造成翻浆,应加强排水,如加深公路边沟排除积水,或增设纵横向沟,也可增设隔离层或采用水稳性好的基层,然后重铺面层</li> </ol>
平整度、粗糙度不符合要求	<p>沥青路面平整度、粗糙度(摩擦系数)低于规定值者,或沥青路面在长期使用中出现不同类型的破损和面层的磨耗者,可按情况适时进行封面罩面</p>

## 13-3-2 沥青路面维修的封层、罩面措施

沥青路面维修的封层、罩面措施

表 13-6

项 目	封 层、 罩 面 的 内 容 和 注 意 事 项
基 本 概 念	<p>封层是在沥青路面表面采用喷油层铺法或混合料拌铺法全面封闭表面破损以及修整平整度、粗糙度合乎规定要求的措施。封面的厚度一般为不超过 10mm 的薄层处理。</p> <p>罩面是在原有路面上加铺一层沥青混合料面层,以周期性地恢复其被磨耗的厚度,以及解决路面的一般破损,改善路面的抗滑能力和平整度</p>
沥青封层的适用范围	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 当路面状况指数 PCI 值低于沥青路面破损分级标准中等路况,但路面使用年限尚未达到罩面的间隔周期时,可视情况铺筑封层。</li> <li>2. 当路面状况指数 PCI 尚符合养护质量标准规定值,但其中裂缝、松散特别严重或表面过于光滑、摩擦系数特别小时,亦可作封层处理。</li> <li>3. 原路面使用年限已久,表面老化、透水,但强度系数符合养护质量标准规定值,路拱合适、破损现象不严重时,可采取增加一次封层、推迟罩面周期</li> </ol>

项 目	封 层、罩 面 的 内 容 和 注 意 事 项																									
沥 青 罩 面 的 适 用 范 围	<p>1. 在路面使用质量评价中,强度系数 SSI 符合养护质量标准规定值,而路面状况指数 PCI、行驶质量指数 RQI 和路面抗滑系数 SFC 三项指标低于养护质量标准规定值时,即需进行沥青罩面。</p> <p>2. 当考核某路线(段)的使用年限已届龄期,同时测算其使用期间单车道累计交通量已达下表规定时,应作周期性的例行罩面,当其使用质量评定尚不需罩面时,则应以评定结果为准,并注意加强原路面的保养维护,以延长罩面周期。</p> <p style="text-align: center;"><b>沥青路面罩面周期表(JTJ 073-96)</b></p> <table><tr><th rowspan="2">路面种类</th><th colspan="3">罩面周期</th><th rowspan="2">说明,①本表按使用期单车道累计交通量指标和使用期的间隔年限(竣工通车到第一次罩面的年限)来确定相应的维修对策; ②交通量以 BZZ-100 的标准轴载计</th></tr><tr><th>使用期按单车道累计交通量 (10<sup>4</sup> 车次)</th><th>使用间隔年限 (a)</th><th>罩面建议厚度 (cm)</th></tr><tr><td>沥青混凝土 厂拌沥青碎石</td><td>&gt;100</td><td>7~8</td><td>2.5~4</td><td rowspan="4"></td></tr><tr><td>路拌沥青碎石</td><td>&gt;35</td><td>5~7</td><td></td></tr><tr><td>上拌下贯式 沥青贯入式</td><td>&gt;35</td><td>4~6</td><td>1.5~3</td></tr><tr><td>沥青表处</td><td>&gt;15</td><td>3~4</td><td>1.5~2.5</td></tr></table> <p>3. 对于调查时单车道日交通量小于 400 辆/日的路线(段),可参照上述要求进行。</p>	路面种类	罩面周期			说明,①本表按使用期单车道累计交通量指标和使用期的间隔年限(竣工通车到第一次罩面的年限)来确定相应的维修对策; ②交通量以 BZZ-100 的标准轴载计	使用期按单车道累计交通量 (10 <sup>4</sup> 车次)	使用间隔年限 (a)	罩面建议厚度 (cm)	沥青混凝土 厂拌沥青碎石	>100	7~8	2.5~4		路拌沥青碎石	>35	5~7		上拌下贯式 沥青贯入式	>35	4~6	1.5~3	沥青表处	>15	3~4	1.5~2.5
路面种类	罩面周期			说明,①本表按使用期单车道累计交通量指标和使用期的间隔年限(竣工通车到第一次罩面的年限)来确定相应的维修对策; ②交通量以 BZZ-100 的标准轴载计																						
	使用期按单车道累计交通量 (10 <sup>4</sup> 车次)	使用间隔年限 (a)	罩面建议厚度 (cm)																							
沥青混凝土 厂拌沥青碎石	>100	7~8	2.5~4																							
路拌沥青碎石	>35	5~7																								
上拌下贯式 沥青贯入式	>35	4~6	1.5~3																							
沥青表处	>15	3~4	1.5~2.5																							
封层厚度	封层采用拌和法表处时厚度不得小于 20mm;采用层铺式单层表处时厚度为 10~15mm;采用乳化沥青稀浆封层时厚度宜为 3~6mm,即 5mm 左右																									
罩面厚度	沥青罩面结合进行补强时,其厚度通过设计确定。其罩面材料可采用沥青混凝土或沥青碎石。 罩面一般采用拌和法,其厚度不得小于 20mm,以防剥落。如采用层铺法时,参照表面处治方法,当厚度为 1.5cm~2.5cm 时采用双层式,其厚度为 2.5cm~3cm 时采用三层式。当采用混合料铺拌法时,应在原有沥青路面上涂刷粘层油,用量为(0.4~0.6)kg/m <sup>2</sup> ,对已老化的空隙大的沥青路面,其粘层油用量宜为(0.6~0.8)kg/m <sup>2</sup>																									
封层、罩面施工	封层和罩面的施工可参阅表 8-45																									

## 13-3-3 沥青路面修补质量标准

沥青路面修补质量标准(CJJ 36-90)

表 13-7

检验项目	容许偏差	检验频率	检验方法	检验项目	容许偏差	检验频率	检验方法
平整度	$\leq 7\text{mm}$	20m 检 1 点	用 3m 直尺靠量	厚度	$\pm 10\%$	500m <sup>2</sup> 检 1 点	用尺量
密实度	$> 95\%$	500m <sup>2</sup> 检 1 点	灌砂法	接茬	$< 5\text{mm}$	—	用 3m 直尺

## 13-4 沥青路面加层补强

### 13-4-1 沥青路面加层补强方法与施工要点

沥青路面加层补强

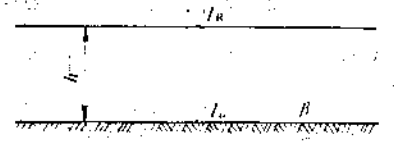
表 13-8

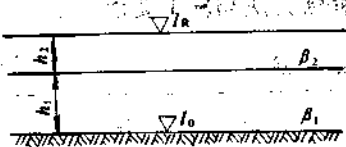
项 目	加 层 补 强 方 法 要 点 和 注 意 事 项
基本概念	<p>原有沥青路面强度不能满足交通要求时,应予补强,一般在原路面上加铺结构层,以提高其承载能力,同时还可结合加铺层的修筑改善路面的平整度、粗糙度,以改善其行驶性能。</p> <p>加铺层可根据原路状况、补强要求进行单层或多层(一般为两层)加铺补强。</p> <p>补强层的结构,即其加铺的层次(单层或两层)及各层次的组成材料、厚度等,由设计确定。</p>
加铺层的厚度	<p>加铺层的厚度计算方法有理论法,即《城市道路设计规范(CJJ 37-90)》的有关规定,与新建柔性路面设计法相同;以及经验法,即《公路柔性路面设计规范(JTJ 014-86)》的有关规定。我国以往曾为此修筑不同厚度的补强试验路面,在修筑前及使用一段时间后进行弯沉测定,经统计加工建立了补强前后的弯沉值 <math>I_0</math>、容许弯沉值 <math>I_R</math> 与补强厚度 <math>h</math> 的关系。</p> <p>由上述方法计算确定的补强厚度,即为旧路不作线型调整,按原路线型加铺时的路面厚度。</p> <p>如果旧路补强时,还结合着进行道路的线型调整(调整纵坡、竖曲线以及调整路中线和调整横坡等),则上述计算的补强厚度,仅是作为控制用的最小补强厚度,实际计算加铺层厚度时,尚需计及由于扩建、改造工程、几何线型调整而增加的衬垫厚度。这在计算路面的工程量时应予注意。</p>
加铺层施工要点	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加铺层施工前必须对原有路面的所有结构性病害、破损部分,按表 13-5 的方法切实修补完好,使加铺层置于良好的下基层之上。修补好原有路面,可使表 13-9 补强厚度计算中的 <math>I_0</math> (路段内原有路面平均弯沉值)提高, <math>\sigma</math> (弯沉值的均方差)减低,从而使路段的代表性弯沉(计算弯沉)值减小,即经修补后的路段整体强度提高,并且均匀。这样,不仅可使所需的加铺层厚度减小,而且其结构工作性能更加可靠。这是加铺层施工的重要工作环节,无数工程经验的总结,技术-经济性极强的施工要点。</li> <li>2. 加铺层的沥青路面,一般宜用热拌热铺沥青混合料加铺于原有沥青路面上。为保证新老路面的层间接合,须在原有路面上洒布粘层油,其用量视原路面情况酌定,一般约为 <math>0.4 \sim 0.6 \text{ kg/m}^2</math>,如原沥青路面老化、空隙大则为 <math>0.6 \sim 0.8 \text{ kg/m}^2</math>。</li> <li>3. 沥青加铺层施工中形成的路面纵、横向接茬应与路中心线平行或垂直。</li> <li>4. 沥青加铺层施工方法,可参照第 8 章有关内容实施。</li> <li>5. 当补强厚度较厚,在沥青加铺层下设置基层,即两层补强时。其补强层的下层(基层)一般宜优先选用半刚性基层,施工方法可参照第 11 章有关内容实施。</li> </ol>

### 13-4-2 沥青路面加层补强的经验法厚度计算

沥青路面加层补强的经验法厚度计算

表 13-9

项 目	加 层 补 强 方 法 的 要 点 和 注 意 事 项
单 层 补 强 计 算	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>计算图式</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>计算公式</p> <math display="block">\varphi \frac{h}{\beta} = I_R^{0.25} \left( \frac{I_0}{I_R} - 1 \right)^{0.35}</math> </div> </div>
	<p>说明: <math>h</math>——补强层厚度(cm);</p> <p><math>\beta</math>——补强层材料参数,见本表内容“补强层材料参数 <math>\beta</math> 建议值”;</p> <p><math>I_R</math>——路面容许弯沉值(mm);</p> <p><math>I_0</math>——原有路面计算弯沉值(mm);</p> <p><math>\varphi</math>——补强时的荷载系数,BZZ-60 为 1.0;BZZ-100 为 0.8</p>

项目	加 层 补 强 方 法 的 要 点 和 注 意 事 项							
两 层 补 强 计 算	计 算 图 式				计 算 公 式			
					$\varphi \left( \frac{h_1}{\beta_1} + \frac{h_2}{\beta_2} \right) = I_R^{0.25} \left( \frac{I_0}{I_R} - 1 \right)^{0.35}$			
	<p>说明: <math>h_1</math>——第一层补强层的厚度(cm); <math>\beta_1</math>——第一层补强层的材料参数; <math>h_2</math>——第二层补强层的厚度(cm); <math>\beta_2</math>——第二层补强层的材料参数; 其他符号意义同前。</p> <p>计算时从“补强层材料参数 <math>\beta</math> 建议值”中查出各层 <math>\beta</math> 值,然后在 <math>h_1</math> 和 <math>h_2</math> 两者之中拟定一个厚度,算出另一个厚度</p>							
补 强 层 材 料 参 数 $\beta$ 建 议 值	序 号	材料名称	II <sub>1,2,3</sub> (东北)	II <sub>2,4</sub> (华北)	III (黄土)	IV (华东、中南)	V (中南、西南)	VI VII (西北)
	1	沥青混凝土	8~9	8~9	8~9	8~9	8~9	8~9
	2	沥青碎石(热拌)	9~11	9~11	9~11	9~11	9~11	9~11
	3	沥青贯入式	12~14	12~14	12~14	12~14	12~14	12~14
	4	水泥稳定砂砾	12~14	—	12~14	—	—	—
	5	石灰土	18~21	17~19	17~19	15~17	16~18	16~19
	6	炉渣灰土	16~18	—	17~19	15~17	—	15~18
	7	石灰碎、砾石土	17~19	—	17~19	16~18	17~19	15~18
	8	级配碎、砾石土	17~20	—	17~19	17~19	—	15~18
	9	泥灰结碎、砾石	—	19~22	20~22	17~19	18~21	19~23
	10	填隙碎石	19~23	—	19~23	—	—	20~22
	11	泥结碎石	21	20~23	19~21	19~22	20~23	—
	12	级配砂砾	25~27	—	24~28	22~26	22~26	22~34
	13	天然砂砾	28~33	26~32	28~34	26~32	26~32	22~34
	14	二灰碎、砾石	—	—	—	12~14	12~14	—
	15	水泥、石灰稳定矿渣	12~14	—	—	—	—	—
<p>注:①应根据材料质量、施工工艺和土基干湿状况合理选用,一般干燥路段取低值,潮湿路段取高值; ②表列空白时,可参考邻区建议值或根据 <math>h = \beta I_R^{0.25} \left( \frac{I_0}{I_R} - 1 \right)^{0.35}</math> 关系式铺筑试验路确定 <math>\beta</math>。</p>								

项 目	加 层 补 强 方 法 的 要 点 和 注 意 事 项
原 有 路 面 计 算 弯 沉 值	<p>在确定各路段的计算弯沉值时,应将全线进行分段。分段应考虑下列因素:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 土基干湿类型和土质相同。</li> <li>2. 在同一段落内各测点的弯沉值比较接近。每段的弯沉值测点应不少于 20 点/车道。</li> <li>3. 各段的最小长度应与施工方法相适应,一般不小于 500m,机械化施工不小于 1km。在水文、土质条件复杂或需要特殊处理的路段,可视实际情况确定。</li> </ol> <p>路段的计算弯沉值由下式确定:</p> $l_0 = (l_0 + \lambda \cdot \sigma) K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$ <p>式中: <math>l_0</math>——路段的计算弯沉值(mm);  <math>l_0</math>——路段内原有路面的平均弯沉值(mm);  <math>\sigma</math>——弯沉值的均方差(mm);  <math>\lambda</math>——保证率系数,加铺二级公路为 2.0、三级公路为 1.5、四级公路为 1.3,其相应的保证率分别为 97.7%、93.3%、90.3%;  <math>K_1</math>、<math>K_2</math>——分别为季节影响系数和湿度影响系数,可根据本地区经验选用;  <math>K_3</math>——温度修正系数。若原有沥青路面厚度大于 3cm 时,所测得的弯沉值应进行温度修正。  弯沉值的温度修正,宜按当地经验进行。当无资料时,可按以下方法修正。</p> $K_3 = \frac{l_{20}}{l_{T_1}}$ <p>式中: <math>l_{20}</math>——换算为 20℃ 时的沥青面层的弯沉值(cm);  <math>l_{T_1}</math>——测定时沥青面层内平均温度为 <math>T_1</math> 时的弯沉值(cm);  <math>T_1</math>——测定时沥青面层平均温度(℃),  <math>T_1 = a + bT_0</math>  其中: <math>a</math>——系数, <math>a = -2.65 + 0.52h</math>;  <math>b</math>——系数, <math>b = 0.62 - 0.008h</math>;  <math>T_0</math>——测定时路表温度与前 5h 平均气温之和(℃);  <math>h</math>——沥青面层厚度(cm)。  当 <math>T_1 \geq 20^\circ\text{C}</math> 时</p> $K_3 = e^{a(T_1 - \frac{1}{20})} \quad \text{当 } T_1 < 20^\circ\text{C} \text{ 时}$ $K_3 = e^{0.002h(20 - T_1)}$ <p>其中: <math>e</math>——自然对数的底</p>
路 面 容 许 弯 沉 值 $l_R$	<p>路面容许弯沉按下式计算。</p> $l_R = \frac{11.0}{N_e^{0.2}} A_2 A_3$ <p>式中: <math>l_R</math>——路面容许弯沉值(mm),对沥青路面系指路面温度为 20℃ 时的值;  <math>A_2</math>——公路等级系数,高速公路为 0.85,一级公路为 1.0,二级公路为 1.1,三、四级公路为 1.2;  <math>A_3</math>——面层类型系数,沥青混凝土、热拌沥青碎石为 1.0,沥青上拌下贯式、沥青贯入式、冷拌沥青碎石、砾石为 1.1,沥青表面处治为 1.2,粒料类面层为 1.3;  <math>N_e</math>——设计年限内一个车道上的累计当量轴次(次)</p> $N_e = \frac{[(1+\gamma)^t - 1] \times 365}{\gamma} N_1 \cdot \eta$ <p>或</p> $N_e = \frac{[(1+\gamma)^t - 1] \times 365}{\gamma(1+\gamma)^{t-1}} N_1 \cdot \eta$ <p>其中: <math>t</math>——设计年限(年);  <math>N_1</math>——路面竣工后第一年的日平均当量轴次(次/日);  <math>N_t</math>——设计年限末年的日平均当量轴次(次/日);  <math>\gamma</math>——设计年限内交通量的平均年增长率(%),应根据调查预测分析确定;  <math>\eta</math>——车道系数,应根据调查分析结果,论证地确定。当无资料或交通流分布均匀时,可参照下表确定</p>

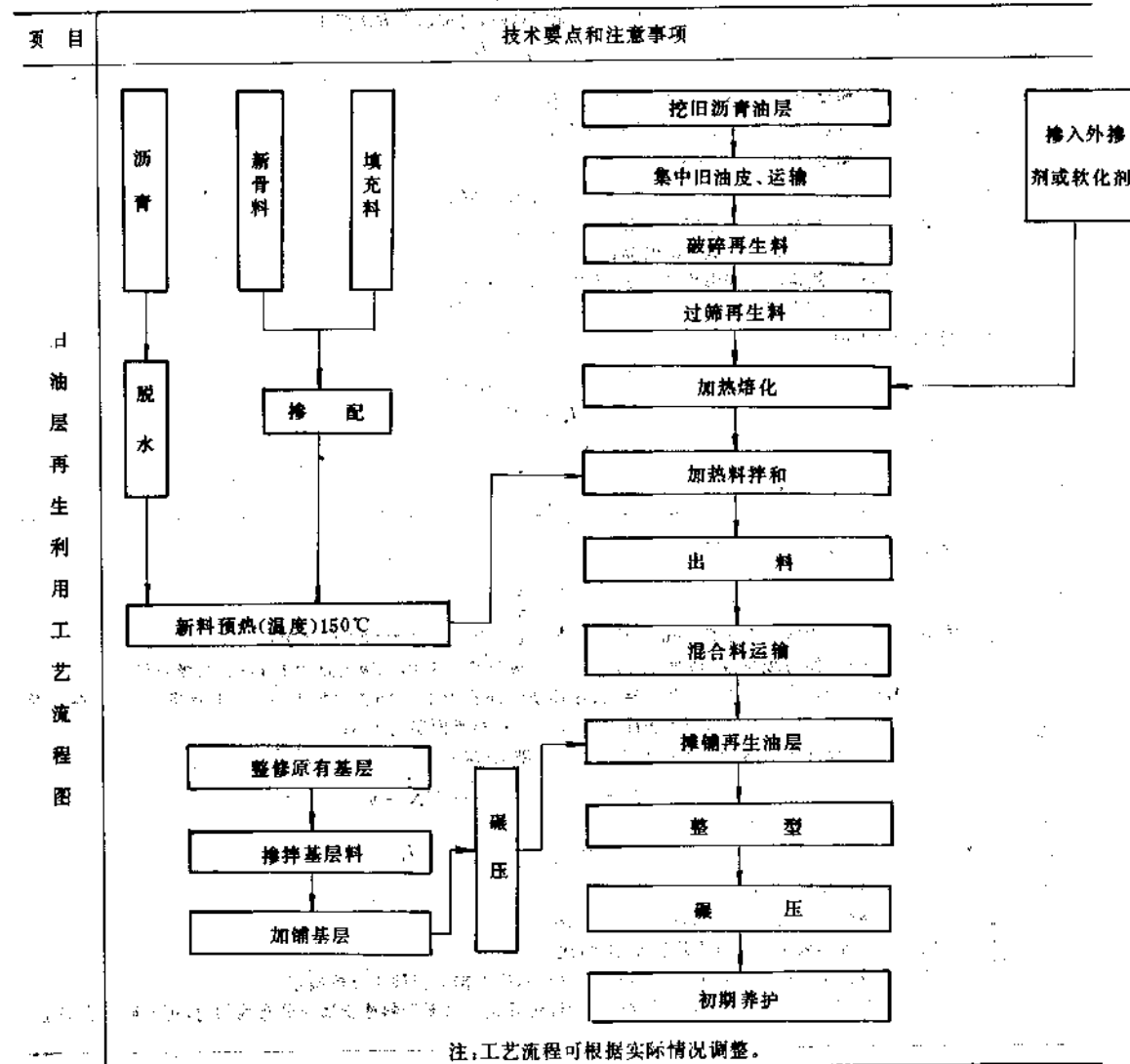
项 目	加 层 补 强 方 法 的 要 点 和 注 意 事 项	
路面容许弯沉值 $I_R$	车 道 系 数 $\eta$	
	车 道 数	$\eta$
	单 车 道	1.0
	双 车 道	分道行驶 0.5
		混合交通 0.7
	四 车 道	0.4~0.5
	六 车 道	0.3~0.4

注：引自《公路柔性路面设计规范(JTJ 014-86)》。

### 13-5 废旧沥青混合料再生利用

废旧沥青混合料再生利用

表 13-10





项 目	技 术 要 点 和 注 意 事 项
挖掘旧沥青面层	一般用小铁镐、铁锹或专用机械,按旧沥青面层厚度挖掘或铣削,注意不要超挖,以免破坏基层,夹带杂质。一般应在气温较低季节挖掘。
清理、选择旧料	应选择光泽好,不呈干涩发脆的旧料,并清除粘附着的泥土、石粉和杂质,收集储运于拌和场(厂);堆场应平整坚实,排水良好,多雨地区宜设雨棚遮阳挡雨,保持干燥、松散,堆置高度一般应小于1.5m,以不结块为准
破碎再生料	回收的旧油层料,一般需经颚式、锥式轧石机两级破碎,使其粒径基本上小于25mm,最大粒径不大于35mm
过筛再生料	破碎后用0.3cm筛分机把尘土筛除
掺入外加剂或软化剂	<p>1. 高流动性再生剂。具有较强的胶溶作用,适用于结合料严重老化和旧料掺入量高时。</p> <p>2. 粘滞性高的再生剂。适用于结合料老化程度稍轻和旧料掺入量较高时。</p> <p>3. 含“芳香分”较多的特种软质沥青(稀沥青)。适用于结合料老化程度一般和旧料掺入量较低时。</p> <p>4. 标准路用沥青。适用于结合料轻微老化和旧料掺入量低时。</p> <p>当选择上述1、2型再生剂时,应注意选用的再生剂宜对旧沥青有较强的渗透和互溶能力;有适当的粘度(既利拌制又不易流失);不含对沥青路用性质有害的成分(如蜡等);有适宜的挥发度、闪点和燃点(以利拌制安全)。</p> <p>再生剂一般主要用于补充老化了的旧沥青的“油分”和“胶质”(“树脂”)。可就地取材选用废机油、废滑油或玉米油、糠醛抽出油、酚抽出油等。当旧料中酸性石料较多时还宜再添加一些沥青表面活性剂。</p> <p>当选择上述3、4型沥青时,其新旧沥青合成结合料的针入度P,可参考下式调配。</p> $\lg P = a \lg P_1 + b \lg P_2$ <p>式中: <math>P_1</math>、<math>a</math>——旧沥青的针入度和用量百分比;  <math>P_2</math>、<math>b</math>——新掺沥青的针入度和用量百分比</p>
再生沥青混合料中掺入旧料比例的限制	旧油层材料一般不够均匀,其结合料性能、矿料级配范围变动较大。为保证再生沥青混合料材性的稳定,应添加比例较大的新料。一般旧沥青在新旧沥青合成的结合料中所占的比例宜小于20%,即旧沥青/新沥青 $\leq 1/4$

## 13-6 水泥混凝土路面维修

### 13-6-1 水泥混凝土路面病害的维修

水泥混凝土路面病害的维修

表 13-11

项 目	维 修 方 法 要 点 和 注 意 事 项
裂 缝	<p>裂缝是水泥混凝土路面结构损伤的首要问题,许多裂缝如不及时维修,常会发展为更大的伤损,严重地影响路面的正常使用。宜针对病害状况和原因分别处理。</p> <p>1. 发裂。常发生于混凝土铺筑做面之后,凝结硬化的前后,因剧烈的不均匀蒸发(大风劲吹,干热等)和温度变化(气温剧降),导致路面表面产生大的干缩、冷缩,而刚铺筑的塑性状态的面层或刚结硬的表层,其强度不足以抵抗收缩应力而形成短而细、细而浅的发丝状裂缝,在混凝土强度发育至足以抵抗收缩应力时,发丝状裂缝就停止发展。</p> <p>发裂如在初期养生过渡到后期养生期间发现,混凝土尚处于塑态时,只需用镬刀重复压面修复即可。如发现混凝土已硬化,则可清理吹干裂缝后注入低粘性树脂或聚氨酯、聚硫脂密封胶,如无以上材料,也可以用热沥青注入并撒粉处理</p>

项 目	维 修 方 法 要 点 和 注 意 事 项
横 裂	<p>2. 横向裂缝。因缩缝锯切时机迟误、板底基层凹凸不平,或板块过长而发生的横向裂缝,通常裂缝贯穿至板底,并且使用后,很多横裂缝贯通整块混凝土路面板,将板块一裂为二。维修方法,可将横裂的混凝土板垂直纵向接缝锯切,保留大的半块混凝土板,翻挖掉小的半块板重新铺筑。重新铺筑的板块宽度宜不小于1m,如因基层或土基强度不足或沉陷引起,则应翻挖掉混凝土板,再针对板下地基不良的原因,处理好基层或土基,然后重新铺筑混凝土</p>
角 裂	<p>3. 角隅裂缝。因板角应力集中,板底部支承压下沉或淘空而产生的角隅断裂。在其初期可先用封缝料填充封缝,防止降水浸入,勿使支承条件继续恶化。这样,角隅断裂部位的断板成“绝对刚性板”且断裂后切贴下承层,工作情况改善,尚可维持一定时间。当角隅部分断块由于车辆行驶而致松动时,可挖去断块,锯切整齐,处理好基础,用沥青混凝土混合料修补完好。也可以按上述处理横向裂缝的方法,重新铺筑宽度不小于1m的板块</p>
网 裂	<p>4. 网状裂缝。表明现有混凝土路面结构已难承受行车荷载,应查明是由于混凝土板本身强度不足还是由于下承层病害原因形成。应针对原因,处理好土基、基层或者加强混凝土板(由于须和毗连路面板的标高衔接平顺,可考虑在混凝土板厚度不变的条件下,改设钢筋混凝土板,或钢纤维混凝土板,或提高混凝土的抗折强度等),翻挖重铺</p>
纵 裂	<p>5. 纵向裂缝。很多情况是由于土基或基层施工不佳,不均匀沉陷引起。要及时钻孔注浆填充,防止裂缝继续发展。注浆材料可用水泥浆(水泥浆水灰比为0.8~1,红星I型速凝剂占水泥重量的1%~3%,单泵灌注)、水玻璃—水泥浆(甲液:水玻璃37~45Be 100l~50l,乙液:水泥100kg~75kg,水100l。双泵混合间隙灌注)以及沥青等,然后密切关注纵向裂缝活动情况。通常多半是向网状裂缝发展,要尽力填充以便延缓其进展。当发展至网状裂缝时,则按网裂方法处理</p>
错 台	<p>1. 完整的水泥混凝土路面板之间的错台,可用沥青砂或细粒式密级配沥青混凝土接顺。也可以用细粒式水泥混凝土或水泥砂浆修补,修补时可用具有亲水性能的环氧粘剂。</p> <p>2. 因水泥混凝土路面板下基础沉陷,发生空腔而产生的错台,可向板下注浆或采用顶开与注浆相结合的施工法维修。</p> <p>3. 如错台处水泥混凝土板已碎裂,则宜至少锯切翻挖宽度1m以上,处理好土基和基层后,重新铺筑混凝土</p>
拱 起	<p>因胀缝机能失效或缩缝失养被硬物堵塞,受到大的热胀应力,出现纵向压屈失稳,路面拱起。这种病害虽不常见,但一旦出现,则严重影响交通。处理办法:一旦发现立即锯切拱起部位板体,锯切切除宽约1m左右。这样,导致拱起的能量释放,板体即平稳回复至原有位置。然后及时重新铺筑切除部位的混凝土路面。由于修复重铺时处于高温季节,老的混凝土路面板体和新铺的修复板体,均已充分膨胀,许多工程按上法修复后,均不再发生拱起</p>
接 缝 裂	<p>接缝处因传力杆设置不当(不平、活动端堵塞不活动),在传力杆作用范围处引起翘裂。处理办法是锯切翻挖1m宽,将传力杆纠正到正确位置,或锯掉传力杆,改设鼠笼式钢筋构架(见表9-3),重新铺筑混凝土。</p>
剥 落 、 磨 损	<p>1. 小面积的剥落、磨损,可用1:2水泥砂浆(水灰比0.4~0.5)或掺有50%浓度聚乙烯乳液的水泥砂浆填补。</p> <p>2. 大面积的剥落、磨损,可用坚硬石屑在其上进行双层表面处治(沥青表面处治施工方法见节8-3),或在其上按“结合法”加铺薄层细粒式水泥混凝土(施工方法见下节,表13-13)。</p> <p>3. 当剥落继续发展进行,裂缝也显著发生时,则必须查明原因,经处理后,翻挖,重新铺筑路面</p>

## 13-6-2 水泥混凝土路面修补质量标准

水泥混凝土路面修补质量标准(CJJ 36-90)

表 13-12

检验项目	容许偏差	检验范围	说 明
平整度	$\leq 5\text{mm}$	修补的板块	用 3m 直尺靠量
相邻板高差	$\leq 3\text{mm}$	缝	用尺量
横断高程	$\pm 10\text{mm}$ 且横坡差不大于 $\pm 1\%$		用水准仪测量
纵缝直顺	$\leq 10\text{mm}$	与相邻板块	用尺量(20m 小线法)
横缝直顺	$\leq 10\text{mm}$		用尺量
蜂窝面积	$\leq 2\%$	每块板	用尺量
厚 度	$\pm 10\text{mm}$	两伸缝之间	
抗折强度	不低于设计的等级强度	修补混凝土量 $\geq 20\text{m}^3$ 时, 应做一组试块	

## 13-7 水泥混凝土路面加层补强

### 13-7-1 水泥混凝土加层补强方法与施工要求

水泥混凝土加层补强方法与施工要求

表 13-13

项 目	加 层 补 强 方 法 的 要 点 和 注 意 事 项
基 本 概 念	<p>原有水泥混凝土路面强度不能满足交通要求时应加层补强,加铺层可由水泥混凝土加铺、钢纤维混凝土加铺,也可以采用沥青混凝土加铺(水泥混凝土路面大面积的表面剥落、磨光时,在其上做双层表面处治罩面,主要属于恢复路面的平整度、粗糙度功能,系维修性质,补强的作用不显著)。加层补强的目的在于提高其承载能力,同时还可以改善路面的平整度、粗糙度,改善行驶性能。</p> <p>加铺层的结构,即与原路面的结合方式、组成材料、厚度等,由设计确定。</p> <p>原有水泥混凝土路面上加铺水泥混凝土面层补强时,根据原路状况及新路面的实施要求,按新、旧水泥混凝土路面的层间结合情况,分为“结合式”、“部分结合式”(或按施工方式称“直接式”)、“分离式”等三种加铺层类型。加铺层的厚度计算方法有理论法,即《公路水泥混凝土路面设计规范(JTJ 012-94)》,以及经验法,如美国波特兰水泥协会法</p>
施 工 要 求 和 力 学 特 性	<p>加铺层铺筑前应对旧混凝土板表面凿毛并细致清洗,清除旧混凝土表面的油污、剥落碎块及接缝中的杂物,重新封缝,并在洁净的旧混凝土路面上涂以水泥浆或水泥砂浆或环氧树脂等,然后铺新的水泥混凝土加铺层。使原有的路面板和加铺板作为一个整体的板一起发挥作用</p>
结 合 式	
加 铺 层	<p>最小厚度 结合式加铺层厚度不宜小于 10cm(JTJ 012-94)。国外也有规定为 1in 即 2.5cm(美国各州公路与运输工作者协会)</p> <p>适用条件 旧路面状况为“优”级,即较大损坏的结构性损坏板为 0~2%,路面结构完整性很好,完全符合使用要求,且路面的结构性损坏已经修复,路拱、坡度基本符合要求,板的平面尺寸及接缝布置合理,新旧板的接缝可对齐施工时,可采用结合式加铺层(JTJ 012-94)</p>

项 目	加 层 补 强 方 法 的 要 点 和 注 意 事 项	
分 离 式 加 铺 层	施工要求和力学特性	<p>加铺层铺筑前应旧路面中严重损坏,即破碎、脱空、裂缝进行性继续发展的板,应击碎压实或予以清除,用混凝土补平。隔离层材料宜采用油毡、沥青砂、细粒式沥青混凝土等稳定性较好的材料,不宜采用砂等松散粒状材料。隔离层是指将会破坏新、旧两层板之间结合力的材料层,使两层板隔离。板与板之间基本上不存在或只存在很小的摩擦或粘结作用,所以相应地需要较大的加铺层厚度</p>
	最小厚度 $h_{\min}$	<p>分离式加铺层厚度不应小于 18cm(JTJ 012-94)国外也有规定为 6in,即 15cm(美国各州公路与运输工作者协会)</p>
	适用条件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 旧路状况为“可”、“差”,即较大损坏的结构性损坏板为 15%~20%或大于 20%。“可”表示路面质量状况不好,暴露出多种问题,只有加强养护才能维持使用。“差”表示路面质量状况恶化,不堪使用,需要大修或翻修。</li> <li>2. 新旧混凝土板的平面尺寸不同,接缝位置不完全一致。</li> <li>3. 新旧路的路拱、坡度不一致。</li> </ol> <p>当具有以上条件者均应采用分离式加铺层(JTJ 012-94)</p>
直 接 式 (部 分 结 合 式) 加 铺 层	施工要求和力学特性	<p>加铺层铺筑前应旧混凝土板表面凿毛并仔细清洗,清除旧混凝土表面的油污、剥落碎块及接缝的杂物,并重新封缝。然后在其上直接铺筑加铺层。这样,新旧两层板之间摩擦或所产生的某种程度粘结,比采用隔离层时提供的承载能力稍大一些。所以,相应地所需要的加铺层厚度也较分离式的加铺层薄</p>
	最小厚度	<p>直接式加铺层厚度不应小于 14cm(JTJ 012-94)。 国外也有规定为 5in,即 13cm(美国各州公路与运输工作者协会)</p>
	适用条件	<p>旧路状况为“良”、“中”,即较大损坏的结构性损坏板为 2%~5%或 5%~15%。“良”为路面结构完整性较好,符合使用要求。“中”为路面质量状况尚可,正常养护下可以使用。以上旧路面的结构性损坏已经修复,并且路拱、坡度基本符合要求,板的平面尺寸和接缝布置合理,新旧板的接缝可以对齐施工时,宜采用直接式(部分结合式)加铺层(JTJ 012-94)</p>

### 13-7-2 水泥混凝土面层补强的经验法厚度计算

水泥混凝土面层补强的经验法厚度计算

表 13-14

加 层 类 型	计 算 公 式	说 明
结合式	1. 结合式 $h_r = h - h_c$	$h_r$ ——加铺层厚度; $h$ ——直接铺设在地基(基层、土基的组合,即混凝土板的地基)上,工作应力等于加铺层工作应力的当量单—板厚度; $h_c$ ——原有路面厚度; $C$ ——表示原有路面结构状态的系数( $C$ 值只适应于结构状态。不应受表面缺点的影响)。
部分结合式	2. 部分结合式(直接式) $h_r = \sqrt[1.4]{h^{1.4} - Ch_c^{1.4}}$	
分离式	3. 分离式 $h_r = \sqrt{h^2 - Ch_c^2}$	
原有路面结构状态系数	$C=1$ , 原有路面总的结构状态良好; $C=0.75$ , 原有路面的接缝和角隅处有初期裂缝,但不再继续发展或无新的裂缝; $C=0.35$ , 原有路面严重开裂或结构损坏	

注:本表计算公式引自美国工程兵团和联邦航空局。

### 13-7-3 钢纤维混凝土面层补强方法

钢纤维混凝土面层补强方法

表 13-15

项 目	加 层 补 强 方 法 的 要 点 和 注 意 事 项
基 本 概 念	<p>钢纤维混凝土适用于旧混凝土路面的加铺层,也适用于标高受限制地段的路面,以及制动、起动频繁的公交站、收费站等的路面。</p> <p>钢纤维可选用剪切型钢纤维或熔抽型钢纤维。其抗拉强度不应低于 550MPa。钢纤维直径一般为 0.4~0.7mm,长度与直径之比宜为 50~70。粗集料最大粒径一般为钢纤维长度的 <math>\frac{1}{2}</math>,但不得大于 20mm。对钢纤维混凝土混合料中其它材料的要求与普通混凝土路面相同,钢纤维混凝土的配合比设计方法与普通路面混凝土相同,可参阅第 9 章有关内容。钢纤维用量按占混凝土的体积百分率计,一般采用 1.0%~1.2%;集料宜选用连续级配;砂率根据钢纤维用量选择,一般采用 45%~55%,钢纤维用量多的取高值。</p>
加铺层厚度	钢纤维混凝土加铺层的厚度根据交通荷载条件、原有路面条件和气候环境条件等由设计确定,并可参阅表 13-16 的有关计算方法和规定。
加铺层最小厚度 $h_{min}$	采用钢纤维混凝土加铺层时,JTJ 012-94 规定结合式加铺层厚度不宜小于 5cm;直接式加铺层厚度不应小于 8cm;分离式加铺层厚度不应小于 10cm。
接 缝 设 置	<p>钢纤维混凝土路面的纵缝设置,可根据实际需要和施工条件确定。全幅摊铺的路面可不设纵向接缝。横向接缝间距根据当地气候条件、板厚和钢纤维体积率确定,一般为 15~20m。纵、横施工缝及胀缝的设置原则与普通混凝土路面相同。</p> <p>结合式或直接式钢纤维加铺层的接缝宜与旧混凝土板的接缝对齐,不设拉杆或传力杆。分离式的接缝设置可以与原有路面的接缝位置不完全一致。</p>
施 工 注 意 事 宜	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 纤维分散。要事先用人工或分散机抖散。</li> <li>2. 投料顺序恰当。钢纤维至少要与配合比中 1/2 的砂子同时投料干拌以免纤维结团。切忌纤维与水泥同时投料。</li> <li>3. 先干后湿的拌和工艺。先干拌均匀,然后再加水湿拌,可保持较好的和易性。</li> <li>4. 拌和时间适当。拌和时间过长易导致纤维弯折,要经过试拌确定适当的拌和时间。</li> <li>5. 控制好摊铺厚度。摊铺过厚,铲去超厚部分后表面难以抹平;摊铺厚度不够,则追加的混合料中钢纤维难以有效地沉入混凝土中,容易集聚在表面造成抹平困难。</li> </ol>

### 13-7-4 钢纤维混凝土加层补强的厚度计算

钢纤维混凝土加层补强的厚度计算

表 13-16

项 目	计 算 公 式 和 说 明
CECS38 : 92 计算 公式	<p>在原有水泥混凝土路面和机场道面上铺筑钢纤维混凝土加铺层,宜采用隔离式或直接式,其厚度可按下式确定(CECS38:92):</p> $h_{oi} = K_0 \sqrt{h_{di}^n - C \left( \frac{h_{di}}{h_c} \right)^n}$ <p>式中: <math>h_{oi}</math>——钢纤维混凝土加铺层厚度;  <math>h_{di}</math>——假定在原路面或道面的地基(土基连同基层)上,修筑等效的素混凝土单层板所需厚度,其抗折强度用加铺层钢纤维混凝土的抗折强度;  <math>h_{dc}</math>——假定在原路面或道面的地基(土基连同基层)上,修筑等效素混凝土单层板所需厚度,其抗折强度用原有路面或道面混凝土的抗折强度;  <math>h_c</math>——原有水泥混凝土路面板或道面板厚度;  <math>C</math>——原有路面或道面结构状态系数,同表 13-14;  <math>n</math>——指数,当采用分离式时 <math>n=2</math>,采用直接式时 <math>n=1.4</math>;  <math>K_0</math>——折减系数,对于道路路面 <math>K_0=h_i/h_{dc}</math>,这里 <math>h_i</math> 为假定在原有路面的地基(土基连同基层)上,修筑等效的单层钢纤维混凝土板所需厚度;对于机场道面, <math>K_0=0.75</math>。</p> <p>注:以上经验计算公式引自中国工程建设标准化协会标准《钢纤维混凝土结构设计与施工规程》(CECS 38:92)。</p>
JTJ 012— 94 有关规 定	<p>JTJ 012—94 则按理论公式计算,规定钢纤维混凝土加铺层的厚度,根据钢纤维的用量取普通混凝土加铺层理论计算厚度的 0.55~0.65 倍</p>

### 13-7-5 沥青混凝土加层补强

沥青混凝土加层补强

表 13-17

项 目	加 层 补 强 方 法 的 要 点 和 注 意 事 项
沥青或柔性加铺层厚度的经验公式	<p>美国工程兵团根据在若干军用机场所做的足尺试验段成果的分析,制订了一个在刚性道面上铺设沥青或柔性加铺层厚度的经验公式:</p> $t = F h_d - C_b h$ <p>式中: <math>t</math>——沥青或柔性加铺层厚度(cm);  <math>h_d</math>——假设不存在原有道面条件下,采用原有道面板的抗折强度,确定所需要的普通水泥混凝土板的厚度(cm);  <math>h</math>——原有道面板的厚度(cm);  <math>C_b</math>——原有道面的条件系数,该系数约为 0.75~1.0;  <math>F</math>——系数,其值与地基反应模量有关,由下图查得</p>

项 目	加层补强方法的要点和注意事项
$F$ 值系数	<div data-bbox="326 178 809 555"> <p>地基反应模量 (<math>\text{MN}/\text{m}^3</math>)</p> </div> <div data-bbox="927 305 1269 445"> <p>说明: 左图为不同的飞机年出发量情况下,系数 <math>F</math> 与地基反应模量之间的关系</p> </div>
沥青最小加铺层厚度 $h_{\min}$ 的	<p>美国工程兵团推荐加铺层的最小厚度为 10cm, 当加铺层厚度小于 20cm 时, 则采用全沥青加层, 这意味着基层的厚度应不小于 10cm。</p> <p>《城市道路养护技术规范(CJJ 36—90)》规定: 为减少原有水泥混凝土板缝的反射, 宜铺筑有沥青碎石联结层的沥青混凝土路面, 两者的总厚度不宜小于 15cm</p>