

# 第 14 章 路面的平整度和粗糙度

## 14-1 路面平整度对行驶功能的影响和要求

路面平整度对行驶功能的影响和要求

表 14-1

项 目		内 容 和 要 求			
路面平整度对行驶功能的影响	基本概念	低速行驶的道路,一般对平整度问题反映不突出,但行驶速度越高,特别是高速行驶的道路,路面稍不平整,就会导致车辆的严重振动和颠簸,极大地影响行驶质量,达不到高速的目标			
	行驶平顺性	路面不平整是高速行驶时导致车辆振动的主要原因。过分的振动影响乘坐者的舒适性(或行驶平顺性),容易感到疲劳。驾驶员疲劳驾驶,易产生事故,影响行车安全			
	驾驶操纵稳定性	当驾驶对车辆施加转向力时,受转向阻力的制约,将因路面不平整而波动。此波动范围与路面的不平整度成正比,从而构成了不同程度的操纵稳定性。越是高速行驶,越要求有好的操纵稳定性			
	汽车制动性	路面不平整则车轮跳动。轮子不均匀地跳动,荷重不断重分布,而当轮子跳起悬空时,则该轮胎完全不产生制动力。制动力的不均匀使制动时产生侧滑,如紧急制动则危及交通安全。此外,路面不平易雨后积水,局部形成“水垫”,使附着系数急剧下降和不均匀,也危及交通安全			
	动力特性和运营费用	路面不平整,使轮胎和汽车悬挂系统多次变形,导致滚动阻力增加。 世界银行在巴西的研究第 702 号记录(1979)指出:当不平整度指数(以累计 mm/km 计)从 50 增加到 100 时,则相应的现时服务能力指数(PSI)由 3.5 降至 2.5,即路况由“良”降至“及格”,公共汽车的轮胎磨损增加 30%,车辆零件损耗增加 80%,燃料消耗增加 11%等等。			
路面平整度要求	公路工程质量检验评定标准(JTJ 071-94)				
		公路等级	高速、一级公路	其他公路	检验方法和频率
	水泥混凝土面层	平整度仪测定的标准偏差 $\sigma$ (mm)	1.8	2.5	平整度仪;连续检测,按每 100m 计算 $\sigma$ 。 3m 直尺;每 200m 2 处×10 尺
		3m 直尺与面层的最大间隙 $h$ (mm)	3.0	5.0	
	沥青混凝土和沥青碎石面层	平整度仪测定的标准偏差 $\sigma$ (mm)	1.8	2.5	
		3m 直尺与面层的最大间隙 $h$ (mm)	3.0	5.0	
	沥青贯入式面层	平整度仪测定的标准偏差 $\sigma$ (mm)	—	3.5	
		3m 直尺与面层的最大间隙 $h$ (mm)	—	8.0	
	沥青表面处治面层	平整度测定的标准偏差 $\sigma$ (mm)	—	4.5	
		3m 直尺与面层的最大间隙 $h$ (mm)	—	10.0	

## 14-2 沥青混凝土路面平整度的技术措施

沥青混凝土路面平整度的技术措施

表 14-2

项 目	平 整 度 技 术 措 施 要 点
桥头路段技术措施	<p>高等级道路桥头高填土路段,特别是软土地基桥头高填土路段,由于桥台和路段沉降差异大易导致桥头跳车。通常按实际情况,分别或综合采取如下措施:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 对软土地基采取技术措施(参见第3章)处理,控制工后沉降,一般认为宜不超过10cm。</li> <li>2. 分层碾压密实或间隔填土(一层土一层碎石,或一层土一层粉煤灰,比例为1:1或2:1)碾压密实。间隔填土有利含水量稍大于最佳含水量时的迅速压密以便加速填筑进度。严格控制压实标准是控制土路堤本身在荷载和自然因素作用下压密、固结沉降的重要因素。</li> <li>3. 桥头设钢筋混凝土搭板,可适当缓和纵坡在桥头处的突变。</li> <li>4. 桥头50m~100m路段的沥青路面可分期实施,即先铺筑适当厚度的沥青面层,通车一定时间后,结合沉降情况,再适时逐次罩铺沥青面层保持设计行驶要求</li> </ol>
一般路段技术措施	<p>一般路段影响平整度的因素众多,通常应抓住如下要点:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 基层必须密实、平整。例如二灰碎石基层如其平整度为15mm,在其上铺筑沥青面层,则此15mm高差须用沥青混合料找平,该处经松铺齐平后,一经碾压密实,仍将遗留<math>15\text{mm} - (15\text{mm} \div 1.25) = 3\text{mm}</math>的高差。亦即如果不计及其他因素对面层平整度的影响,这样的计算刚好达到高速公路、一级公路的平整度要求。如果计及其他因素的影响,则基层的平整度宜达到10mm标准。</li> <li>2. 宜机械铺筑,全路幅摊铺。对高等级道路尤须减少纵向接缝,可采用多台摊铺机成“梯队”联合摊铺,相邻两台摊铺机的距离应使前铺的混合料尚未冷却,后铺的跟上摊铺,一般两机的距离宜在10~30m以内,愈近愈佳,纵向搭接宽度不小于10cm。摊铺机宜缓慢均匀,常用摊铺速度为2~6m/min,并按此条件要求均衡供料。摊铺过程中不得随意变换速度,防止中途停顿,不使铺筑厚度和沥青混合料的温度突变,而影响平整度。</li> <li>3. 冷接缝处理好。冷接缝常发生在隔天工作结束的端部,或铺筑施工时因中断时间过长而形成的接缝。冷接缝须平整,必须凿出整齐的边口(或预先设挡板),边口处涂刷粘层油;继续摊铺时摊铺机应调整至上一班收工的铺筑厚度;开始摊铺时应慢速前进,铺筑若干米后暂停作业,检查铺筑层与接缝处的高差值,并进行调整至合适为止;然后压路机沿冷接缝进行横向碾压,并从冷路面上开始再逐渐进入新铺筑的路面。平整度应做到粘结紧密、压实充分、连接平顺。</li> <li>4. 选用热稳定性好的沥青材料,配备铣刨机。热稳定性不良的沥青材料易导致沥青面层的拥包、车辙,严重影响平整度。这在选用优质沥青的高速公路、一级公路中反映不明显,但在一般道路中常反映显著,有的车辙拥包甚至可高达10cm以上,严重影响车辆行驶。为此,维修部门宜配备铣刨机,以利快速维修</li> </ol>

## 14-3 水泥混凝土路面平整度的技术措施

水泥混凝土路面平整度的技术措施

表 14-3

项 目	平 整 度 技 术 措 施 要 点
桥头路段技术措施	<p>沥青混凝土路面桥头路段平整度技术措施的第1、2、3款同样可供采用(参见表14-2)。</p> <p>桥头50m~100m路段可考虑铺筑沥青混凝土面层过渡段,以有利于工后沉降出现后及时逐次罩铺沥青混凝土面层,接顺桥头纵坡(如在这50m~100m路段铺筑水泥混凝土路,则沉降后,难以以薄层的水泥混凝土面层罩铺接顺纵坡)。</p> <p>过渡段也可以考虑用整齐或半整齐块石或水泥混凝土预制砌块,铺筑块料路面过渡。工后沉降发生后,及时翻挖增厚下承层重铺块料路面,直至沉降稳定后再浇筑水泥混凝土路面。这时,道路均为水泥混凝土路面,浑然一色</p>

项目

## 平整度技术措施要点

般

路

段

技

术

措

施

水泥混凝土路面的平整度主要反映于水泥混凝土路面本身的平整度以及接缝处的平整度。通常应抓紧如下要点。

1. 模板应无缺损、顺直,有足够的刚度,宜采用钢模板。立模支设稳固,接头严密平顺,立模的位置和高程准确。

2. 严格按照操作规程浇筑混凝土板,特别是在做面成型后应立即复测高程和平整度,如不合要求,应立即整改至合格为止。否则混凝土凝固硬化后,即使存在缺陷,也很难整改。

3. 基层应坚实平整,宜采用整体型基层,特别是能耐高速水流的冲刷(高等级道路频繁通过的重载使混凝土板边、角挠度加大并剧烈地交替变化,从而促使存在于混凝土板与基层之间的自由水高速流动)、侵蚀。宜根据条件优先考虑贫混凝土、5%~6%水泥稳定砂砾基层和沥青混合料基层。

4. 除邻近结构物处以及板厚改变处,小半径平曲线(瑞士规定为200m)和凹形竖曲线纵坡变换处均应设置胀缝外,其它部位的胀缝宜根据当地经验尽量不设或少设(胀缝处板易损坏,是影响平整度的关键部位)。

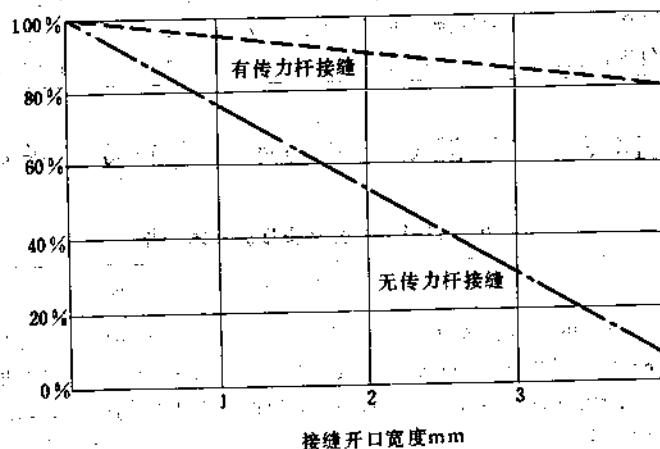
5. 胀缝处应精心设计精心施工。胀缝两侧板端可考虑用“鼠笼”式钢筋加固(甚至用槽钢加固)。

6. 横缩缝宜采用锯缝工艺。

7. 特重交通公路横向缩缝宜加设传力杆。为防止胀缝或“自由端”(与柔性路面相接处)附近横向缩缝推移张开影响板与板之间的传荷能力和平整度(公路水泥混凝土路面设计规范(JTJ 012-94))规定:在特重交通公路上,横向缩缝宜加设传力杆;其他各级交通的公路上,在邻近胀缝或自由端的3条缩缝内,均宜加设传力杆。下述资料可供实施时参考。

长间距胀缝(或自由端)之间存在“推移区”——“固定区”——“推移区”,短间距胀缝之间均为“推移区”。“推移区”受温度变化的影响板与板之间的缝隙会张开,此接缝开口值,越近胀缝(或自由端)越大。上海市“七五”重点科研项目《高等级道路关键技术关键研究》的分课题《水泥混凝土路面施工技术》的湖州试验路段实测的推移区长度在120m左右(混凝土板厚22cm,其下为水泥、石灰各占粘土重3%的厂拌泥灰土碎石基层,最大温差 $\Delta T=42^{\circ}\text{C}$ ),最大推移量为1cm;青浦试验路段推移区长度约为130m左右(板厚22cm,二灰碎石基层,最大温差 $\Delta T=35^{\circ}\text{C}$ ),最大推移量达2.75cm。

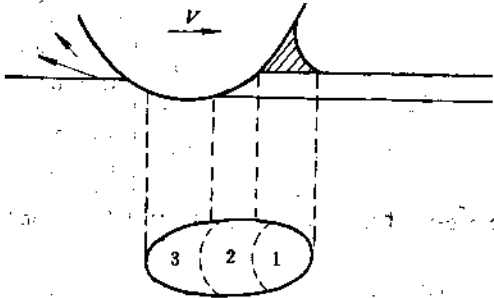
接缝张开宽度以及是否设置传力杆对于传荷能力的影响如下图。



# 14-4 路面粗糙度对行驶功能的影响和要求

路面粗糙度对行驶功能的影响和要求

表 14-4

项 目	内 容 和 要 求
路面粗糙度对行驶功能的影响	<p>路面防滑是保障汽车行驶的必要条件。</p> <p>抗滑力来源于轮胎与路面的相互作用,就路面而言取决于路面的粗糙度(摩擦系数)。</p> <p>防滑的关键在雨天。湿路面的摩擦系数 <math>f_{\text{湿}}</math> 远低于干路面的摩擦系数 <math>f_{\text{干}}</math>,其情况可示意如下</p>
	<p style="text-align: center;">示 意 图</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="text-align: right;"> <p>计 算 公 式</p> <math display="block">f_{\text{湿}} = f_{\text{干}} \left( \frac{A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \right) = f_{\text{干}} \cdot \frac{A_3}{A_{\text{总}}}</math> <p>式中 <math>A_1, A_2, A_3</math> 分别为左图 1、2、3 区面积; <math>A_{\text{总}}</math> 为 <math>A_1, A_2, A_3</math> 之和</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">1-楔形水区; 2-薄的水膜区; 3-接近干接触区</p>
	<p>湿摩擦系数还随车速而变化。速度大时轮胎前的水来不及排走,产生“水垫”动水压力效应,即其楔形水区 <math>A_1</math> 面积扩大,接近干接触区 <math>A_3</math> 面积缩小,湿摩擦系数减小。上述路面排水状况,除依靠路拱横坡外,还取决于平整度和路表面的构造(纹理)深度</p>
	<p><b>起步、加速</b></p> <p>汽车起步、加速时需要很大的驱动力。驱动力来自发动机的动力,传给车轮,以轮胎表面与路面之间抗滑力的反力作为驱动力。所以没有足够的抗滑力,就形不成足够的驱动力,车轮就会打滑甚至空转,难于前进</p>
	<p><b>驾驶、转弯</b></p> <p>汽车行驶中会受到多种侧向外力,尤以转弯行驶时的离心力和转向侧向力最为典型。这样,驾驶汽车为了维持其转向和行驶方向,轮胎和路面之间就需有抵制侧向力的足够的侧向抗滑力。否则汽车将无法顺利转弯或形成侧滑</p>
	<p><b>制动</b></p> <p>汽车刹车时,显而易见,需要有足够抗滑力,否则制动距离过长</p>
路面粗糙度(抗滑)要求	<p><b>水泥混凝土路面</b></p> <p>公路水泥混凝土路面设计规范(JTJ 012-94)规定:混凝土路面的抗滑以构造深度(TD)为指标。其竣工验收值,对高速公路、一级公路不应低于 0.8mm,对其它各级公路不应低于 0.6mm。对年降雨量在 500mm 以下的地区,可适当降低。构造深度用砂铺法测定。</p>

项 目	内 容 和 要 求																																								
沥青路面粗糙度(抗滑)要求	公路柔性路面设计规范(JTJ 014—86)对沥青路面抗滑标准规定如下。																																								
	<table><tr><th rowspan="2">指 标 路 段 分 类 公 路 等 级</th><th colspan="3">一 般 路 段</th><th colspan="3">环 境 不 良 路 段</th></tr><tr><th>摩擦系数 <math>f_0</math></th><th>构造深度 TD(mm)</th><th>石料磨光值 PSV</th><th>摩擦系数 <math>f_0</math></th><th>构造深度 TD(mm)</th><th>石料磨光值 PSV</th></tr><tr><td>高速公路</td><td>52~55</td><td>0.6~0.8</td><td>42~45</td><td>57~60</td><td>0.6~0.8</td><td>47~50</td></tr><tr><td>一级公路</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>(1.0~1.2)</td><td></td></tr><tr><td>二级公路</td><td>47~50</td><td>0.4~0.6</td><td>37~40</td><td>52~55</td><td>0.3~0.5 (1.0~1.2)</td><td>42~45</td></tr><tr><td>三、四级公路</td><td><math>\geq 45</math></td><td>0.2~0.4</td><td><math>\geq 35</math></td><td><math>\geq 50</math></td><td>0.2~0.4 (1.0~1.2)</td><td><math>\geq 40</math></td></tr></table> <p>注：①环境不良路段，对高速公路是指立体交叉、加减速车道，对一至四级公路是指交叉路口、急弯、陡坡或集镇附近。</p> <p>②表列数值对公路等级低者或年降雨量<math>\leq 500\text{mm}</math>的地区可用低值，反之用高值；年降雨量<math>\leq 100\text{mm}</math>的干旱地区可不考虑抗滑要求；</p> <p>③括号内的数值为易于形成薄冰的路段；</p> <p>④<math>f_0</math>是摆式仪测定值。</p> <p>城市道路设计规范(CJJ 37—90)对沥青路面抗滑标准规定为：快速路及计算行车速度<math>V \geq 50\text{km/h}</math>的主干路按 JTJ 014—86 的二级公路要求；计算行车速度<math>V &lt; 50\text{km/h}</math>的主干路及各级次干路按 JTJ 014—86 的三、四级公路要求</p>	指 标 路 段 分 类 公 路 等 级	一 般 路 段			环 境 不 良 路 段			摩擦系数 $f_0$	构造深度 TD(mm)	石料磨光值 PSV	摩擦系数 $f_0$	构造深度 TD(mm)	石料磨光值 PSV	高速公路	52~55	0.6~0.8	42~45	57~60	0.6~0.8	47~50	一级公路					(1.0~1.2)		二级公路	47~50	0.4~0.6	37~40	52~55	0.3~0.5 (1.0~1.2)	42~45	三、四级公路	$\geq 45$	0.2~0.4	$\geq 35$	$\geq 50$	0.2~0.4 (1.0~1.2)
指 标 路 段 分 类 公 路 等 级	一 般 路 段			环 境 不 良 路 段																																					
	摩擦系数 $f_0$	构造深度 TD(mm)	石料磨光值 PSV	摩擦系数 $f_0$	构造深度 TD(mm)	石料磨光值 PSV																																			
高速公路	52~55	0.6~0.8	42~45	57~60	0.6~0.8	47~50																																			
一级公路					(1.0~1.2)																																				
二级公路	47~50	0.4~0.6	37~40	52~55	0.3~0.5 (1.0~1.2)	42~45																																			
三、四级公路	$\geq 45$	0.2~0.4	$\geq 35$	$\geq 50$	0.2~0.4 (1.0~1.2)	$\geq 40$																																			
车速变化时路面构造深度对抗滑力的影响	<p>速度由中速到高速变化时路面构造深度对抗滑力变化的影响：</p> <table><tr><th rowspan="2">速度从 50km/h 到 130km/h 时抗滑力下降率(%)</th><th colspan="2">构 造 深 度 (mm)</th></tr><tr><th>沥青路面</th><th>水泥混凝土路面</th></tr><tr><td>0</td><td>2.0</td><td>0.8</td></tr><tr><td>10</td><td>1.5</td><td>0.7</td></tr><tr><td>20</td><td>1.0</td><td>0.5</td></tr><tr><td>30</td><td>0.5</td><td>0.4</td></tr></table> <p>引自《第二届国际防滑会议论文集》之《英国运输和道路研究所的抗滑研究(1927—1977)》</p>	速度从 50km/h 到 130km/h 时抗滑力下降率(%)	构 造 深 度 (mm)		沥青路面	水泥混凝土路面	0	2.0	0.8	10	1.5	0.7	20	1.0	0.5	30	0.5	0.4																							
速度从 50km/h 到 130km/h 时抗滑力下降率(%)	构 造 深 度 (mm)																																								
	沥青路面	水泥混凝土路面																																							
0	2.0	0.8																																							
10	1.5	0.7																																							
20	1.0	0.5																																							
30	0.5	0.4																																							

# 14-5 沥青混凝土路面粗糙度的技术措施

沥青混凝土路面粗糙度的技术措施

表 14-5

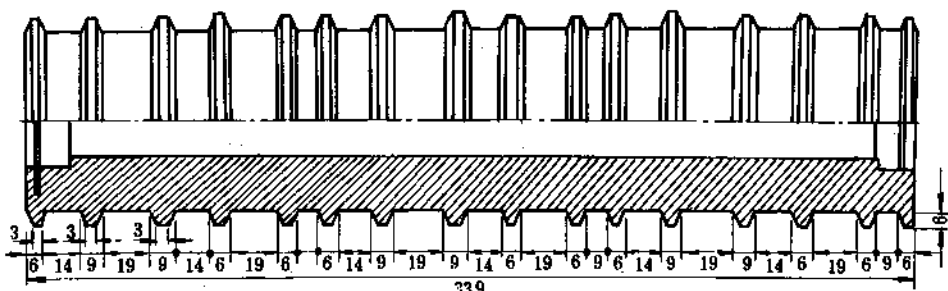
项 目	粗 糙 度 技 术 措 施 要 点																																																																																																
基本概念	沥青混凝土路面粗糙度的技术措施关键在于其表面形成一个抗滑表层。抗滑表层通常有三种做法:混合料法、嵌压法、表处法。其中混合料法的拌和、施工与常规沥青混合料一样,实施比较方便																																																																																																
沥青	应采用重交通石油沥青,标号应根据工程所在地的气候分区选用(参见表 8-7)																																																																																																
集料	集料是抗滑表层粗糙而又耐久的关键因素。粒径为 5~15mm 或 5~20mm 的粗集料应坚硬耐磨,颗粒形状接近立方体,有棱角,磨光值(PSV)符合表 14-4 要求。如集料与沥青的粘附性不合要求,应掺入沥青表面活化剂改善。例如沪嘉高速公路抗滑表层粗集料采用 PSV=47 的浙江砂岩,因是酸性石料与沥青粘附性差(剥落度为 80%),掺入占沥青用量 0.4% 的 A 型(有机酸酯类 A 型)活化剂后,粘附性合格(剥落度 10%)。粒径小于 5mm 的细集料,宜采用石灰石屑,其 PSV 值应不小于 35。矿粉宜用磨细的石灰石粉。这种磨光值不同的硬软粗细石料搭配,有利于今后抗滑表层粗糙度的保持																																																																																																
料	沥青混合料矿料级配及沥青用量范围(JTJ 032-94)																																																																																																
沥青混合料	<table><tr><th rowspan="2">级配类型</th><th colspan="11">通过下列筛孔(方孔筛,mm)的质量百分率(%)</th><th rowspan="2">沥青用量(%)</th></tr><tr><th>19.0</th><th>16.0</th><th>13.2</th><th>9.5</th><th>4.75</th><th>2.36</th><th>1.18</th><th>0.6</th><th>0.3</th><th>0.15</th><th>0.075</th></tr><tr><td>AK-13A</td><td>—</td><td>100</td><td>90~100</td><td>60~80</td><td>30~53</td><td>20~40</td><td>15~30</td><td>10~23</td><td>7~18</td><td>5~12</td><td>4~8</td><td>3.5~5.5</td></tr><tr><td>AK-13B</td><td>—</td><td>100</td><td>85~100</td><td>50~70</td><td>18~40</td><td>10~30</td><td>8~22</td><td>5~15</td><td>3~12</td><td>3~9</td><td>2~6</td><td>3.5~5.5</td></tr><tr><td>AK-16</td><td>100</td><td>90~100</td><td>60~82</td><td>45~70</td><td>25~45</td><td>15~35</td><td>10~25</td><td>8~18</td><td>6~13</td><td>4~10</td><td>3~7</td><td>3.5~5.5</td></tr></table> <p>注:AK 为抗滑层代号;13、16 为矿料最大粒径;A、B 表示空隙率和粗糙度由小到大的顺序,即 B 的空隙率和粗糙度大于 A。</p>	级配类型	通过下列筛孔(方孔筛,mm)的质量百分率(%)											沥青用量(%)	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075	AK-13A	—	100	90~100	60~80	30~53	20~40	15~30	10~23	7~18	5~12	4~8	3.5~5.5	AK-13B	—	100	85~100	50~70	18~40	10~30	8~22	5~15	3~12	3~9	2~6	3.5~5.5	AK-16	100	90~100	60~82	45~70	25~45	15~35	10~25	8~18	6~13	4~10	3~7	3.5~5.5																																	
级配类型	通过下列筛孔(方孔筛,mm)的质量百分率(%)											沥青用量(%)																																																																																					
	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075																																																																																						
AK-13A	—	100	90~100	60~80	30~53	20~40	15~30	10~23	7~18	5~12	4~8	3.5~5.5																																																																																					
AK-13B	—	100	85~100	50~70	18~40	10~30	8~22	5~15	3~12	3~9	2~6	3.5~5.5																																																																																					
AK-16	100	90~100	60~82	45~70	25~45	15~35	10~25	8~18	6~13	4~10	3~7	3.5~5.5																																																																																					
混合料法	沪嘉高速公路抗滑表层沥青混合料矿料标准级配和沥青用量																																																																																																
沪嘉高速公路抗滑表层	<table><tr><th rowspan="2">编号</th><th colspan="9">各号筛(mm)筛余量(%)</th><th rowspan="2">沥青用量(内加%)</th></tr><tr><th>15</th><th>10</th><th>5</th><th>2.5</th><th>1.2</th><th>0.6</th><th>0.3</th><th>0.15</th><th>0.075</th></tr><tr><td>1</td><td>0~15</td><td>15~30</td><td>45~65</td><td>60~75</td><td>70~82</td><td>80~88</td><td>84~92</td><td>90~95</td><td>92~96</td><td>5.0~6.0</td></tr><tr><td>2</td><td>0~5</td><td>20~40</td><td>55~75</td><td>70~83</td><td>80~92</td><td>85~95</td><td>88~96</td><td>92~98</td><td>94~98</td><td>4.5~5.5</td></tr></table> <p>注:沪嘉高速公路抗滑表层基本上采用空隙率相对较小的 1 号级配,而 2 号级配只铺筑了 1km。</p> <p>沪嘉高速公路抗滑表层抽提分析的实际级配</p> <table><tr><th rowspan="2">级配编号</th><th colspan="9">各号筛(mm)筛余量(%)</th></tr><tr><th>15</th><th>10</th><th>5</th><th>2.5</th><th>1.2</th><th>0.6</th><th>0.3</th><th>0.15</th><th>0.075</th></tr><tr><td>1</td><td>4.1</td><td>25.1</td><td>52.9</td><td>71.1</td><td>80.7</td><td>86.5</td><td>90.8</td><td>92.5</td><td>94.7</td></tr><tr><td>2</td><td>2.35</td><td>39.5</td><td>67.8</td><td>81.4</td><td>86.6</td><td>88.9</td><td>90.2</td><td>96.6</td><td>94.3</td></tr></table> <p>沪嘉高速公路抗滑表层抽样马歇尔稳定度</p> <table><tr><th>级配编号</th><th>稳定度(N)</th><th>流值(<math>\frac{1}{10}</math>mm)</th><th>空隙率(%)</th><th>密度(kg/m<sup>3</sup>)</th></tr><tr><td>1</td><td>7 333</td><td>35</td><td>6.0</td><td>2350</td></tr><tr><td>2</td><td>6 662</td><td>28</td><td>9.6</td><td>2240</td></tr></table> <p>沪嘉高速公路竣工后(1988 年 10 月 31 日正式通车)实测摩擦系数,其摆值均在 56 以上(即相当于摩擦系数 <math>f=0.56</math>)。用砂铺法测定的构造深度均大于 0.84mm。1994 年测定摆值仍保持在 50 以上</p>	编号	各号筛(mm)筛余量(%)									沥青用量(内加%)	15	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	0.075	1	0~15	15~30	45~65	60~75	70~82	80~88	84~92	90~95	92~96	5.0~6.0	2	0~5	20~40	55~75	70~83	80~92	85~95	88~96	92~98	94~98	4.5~5.5	级配编号	各号筛(mm)筛余量(%)									15	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	0.075	1	4.1	25.1	52.9	71.1	80.7	86.5	90.8	92.5	94.7	2	2.35	39.5	67.8	81.4	86.6	88.9	90.2	96.6	94.3	级配编号	稳定度(N)	流值( $\frac{1}{10}$ mm)	空隙率(%)	密度(kg/m <sup>3</sup> )	1	7 333	35	6.0	2350	2	6 662	28	9.6	2240
编号	各号筛(mm)筛余量(%)									沥青用量(内加%)																																																																																							
	15	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	0.075																																																																																								
1	0~15	15~30	45~65	60~75	70~82	80~88	84~92	90~95	92~96	5.0~6.0																																																																																							
2	0~5	20~40	55~75	70~83	80~92	85~95	88~96	92~98	94~98	4.5~5.5																																																																																							
级配编号	各号筛(mm)筛余量(%)																																																																																																
	15	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	0.075																																																																																								
1	4.1	25.1	52.9	71.1	80.7	86.5	90.8	92.5	94.7																																																																																								
2	2.35	39.5	67.8	81.4	86.6	88.9	90.2	96.6	94.3																																																																																								
级配编号	稳定度(N)	流值( $\frac{1}{10}$ mm)	空隙率(%)	密度(kg/m <sup>3</sup> )																																																																																													
1	7 333	35	6.0	2350																																																																																													
2	6 662	28	9.6	2240																																																																																													

项 目		粗糙度技术措施要点									
混 合 料 法	开级配沥青碎石多孔透水抗滑层	基本概念	开级配沥青碎石多孔透水抗滑层(爆米花混合物)[国际民航组织《机场设计手册(DOS-9157-AN/901)》第三分册《道面》和《第二届国际防滑会议论文集》,集料中粒径大于2mm 碎石的含量达80%~90%,小于0.074mm 石粉含量为3%~6%,沥青用量4.5%左右。铺筑后空隙率为10%~15%或15%~20%,具有高渗透性和好的粗糙度,并能大大减少车轮引起的溅水喷射水雾								
		集料	碎石宜用玄武岩、辉长岩、花岗岩、角闪岩、斑岩等坚硬耐磨、颗粒形状接近立方体的棱角碎石、石屑。压碎值小于16%(B.S. 812),针片状含量小于25%(B.S. 812)。矿粉为石灰石粉或普通硅酸盐水泥,但至少要含有占混合物重1.5%的消石灰。(B.S.是指英国标准)								
		沥青混合料	沥青混合料矿料级配及沥青用量范围								
			级配类型	通过下列筛孔的质量百分率(%)							沥青用量(%)
				1英寸 (25.4mm)	3/4英寸 (19mm)	1/2英寸 (12.7mm)	3/8英寸 (9.5mm)	1/4英寸 (6.3mm)	1/8英寸 (3.2mm)	200号筛 (0.074mm)	
19mm 沥青碎石,罩面厚度30mm	100	90~100	50~80	—	25~35	10~20	3~6	4.0~4.4			
10mm 沥青碎石,罩面厚度20mm	—	—	100	90~100	40~55	22~28	3~5	4.4~4.8			
嵌 压 法	肖山试验路	基本概念	在细粒式沥青混凝土表层,在其摊铺并初步压实后趁热在其上均匀铺撒预拌的热沥青硬质碎石,在温度不低于90℃状态下,碾压嵌入细粒式沥青混凝土表层以获得粗糙的抗滑表层称嵌压法或嵌压式抗滑表层								
		浙江肖山843059试验路嵌压式抗滑表层,其顶层为2cm LH-51细粒式沥青混凝土。 嵌入的预拌沥青碎石,其碎石为10~15mm 硬质砂岩,磨光值PSV为45.8,压碎值为6.5%,颗粒形状接近立方体有棱角。预拌的沥青与LH-51相同,为茂名60号,油石比为2%,并外掺占沥青用量4%的活化剂。 嵌入10~15mm 的碎石用量为8~9kg/m <sup>2</sup> 。 施工时必须将规定数量的预拌沥青碎石摊铺均匀、数量足够,碾压时宜采用轮胎式压路机,既能保证一定的嵌入深度(宜嵌入碎石粒径的1/2~1/3),又能使多数石子棱角朝上(光碾压路机碾压时发现大多数石子平面朝上)。竣工实测摆值达45~58,构造深度TD值能达到0.52~1.31mm									
表 处 法		基本概念	在国外常用沥青表面处治作为改善原有路面的抗滑措施,并且在机场沥青道面中也广泛应用。沥青表面处治中沥青的作用是将石料颗粒(石屑)粘结起来,并使所有石料与下承层表面相粘结;石料的作用是抵抗车轮行驶磨损,以及提供抗滑能力的摩擦系数和构造(纹理)深度。现按国际民航组织《机场设计手册(DOC-9157-AN/901)》第三分册《道面》介绍如下。该技术要求系英国提供,应用时应根据具体情况作一定修正(特别是沥青的要求)								
		施工方法	沥青表面处治有两种施工方法,即可采用拌和法或层铺法施工,厚度不宜大于3cm。 用作沥青抗滑表层的表面处治应采用热拌法施工。这样,用油量容易控制,成型又快,容易保证质量。沥青表处前洒粘层油,并用石屑撒铺机撒铺涂覆沥青的石屑,用轮胎压路机碾压								
		沥青	涂覆石屑的沥青应符合B.S. 3690 贯入度200级的石油沥青。 活化剂应是硬脂酸胺或其它相当的类似物质								
		石屑	石屑应是标称3mm(1/8英寸)的单级石屑。岩石成份应属玄武岩、辉长岩、花岗岩、粗砂岩、角闪岩、斑岩、石英岩。符合B.S. 63表1的级配和颗粒形状。压碎值应小于16%								
		涂覆石屑	被涂覆的石屑应在合格的石料干燥器中干燥(加热到116~138℃)。然后,在合格的拌和机中以149~177℃的温度用3/4到1 1/2的质量百分率的沥青涂覆								

# 14-6 水泥混凝土路面粗糙度的技术措施

水泥混凝土路面粗糙度的技术措施

表 14-6

项 目	粗 糙 度 技 术 措 施 要 点
基 本 概 念	<p>水泥混凝土路面粗糙度主要取决于混凝土表面的纹理构造特性,而其耐久性或粗糙度的衰减则常与石料的磨光值,即磨损特性密切相关。形成水泥混凝土表层纹理构造的常用技术措施有混凝土在塑态时的扫(扫帚)毛、刷(各种类型的刷子)毛、滚槽、压槽等。此外,还在发展嵌石屑水泥混凝土、裸露集料水泥混凝土以及混凝土在固态时的锯槽工艺等。</p> <p>滚槽、锯槽等所形成的纹理构造方向,一般为横向,以横坡或水流运动方向等为基准的方向是加速路面排水,防止路表面水膜形成的最有效方向。另外,美国加利福尼亚州通过对潮湿季节广泛的事例研究,明确地指出纵向刻槽,特别是在弯道上有良好的效果(《第二届国际防滑会议论文集》)。纵向刻槽可以有效地防止侧滑并有导向作用,在美国和欧洲被广泛地采用,但摩托车驾驶员对此纵向刻槽持不同意见。</p>
扫毛、刷毛	<p>用芦花扫帚、竹扫帚或棕刷、钢丝刷、鹅毛管刷等在塑态水泥混凝土表面进行扫毛或刷毛是比较常用的技术措施,但形成的纹理构造深度一般均较浅,不能适应行车速度高、交通流量大的高等级道路。</p>
滚 槽  压 槽	<p>在塑态混凝土表面滚槽形成纹理构造,机具简单容易实施,是国内常用的技术措施。常用的滚槽器为平头(U形)槽,等间距分布。平头槽滚槽时不易切入混凝土路面,等间距槽纹易导致等频率振动和产生高的噪音。</p> <p>上海“七五”(水泥混凝土路面施工技术)研究中制成SZ-2型V型槽变间距滚槽器,现已推广使用。该滚槽器刀头上宽3mm、下宽6mm或9mm、深6mm,为V形槽,切入路面砂浆层的阻力较上述的U形滚槽器小,成形规则,有利于排水和改善轮胎与槽纹的相互作用,延长了使用寿命。槽与槽之间为21.5mm—28mm—21.5mm—25mm—15mm—21.5mm—28mm—21.5mm—25mm—15mm—21.5mm—28mm—21.5mm—25mm—15mm 呈不等间距周期变化。不等的槽宽和不等的变动的槽距,可变动振动频率,有利于减振和降低噪音。</p>  <p style="text-align: center;">SZ-2型滚槽器主体</p> <p>美国机场道面水泥混凝土塑态时成槽的尺寸要求为槽顶宽不大于7.5mm且不小于4.5mm,槽底宽不大于槽顶宽且不小于3mm,槽深不大于7.5mm且不小于4.5mm(国际民航组织《机场设计手册》)。</p> <p>国外也有用肋形压槽板(金属)滚动压槽</p>



