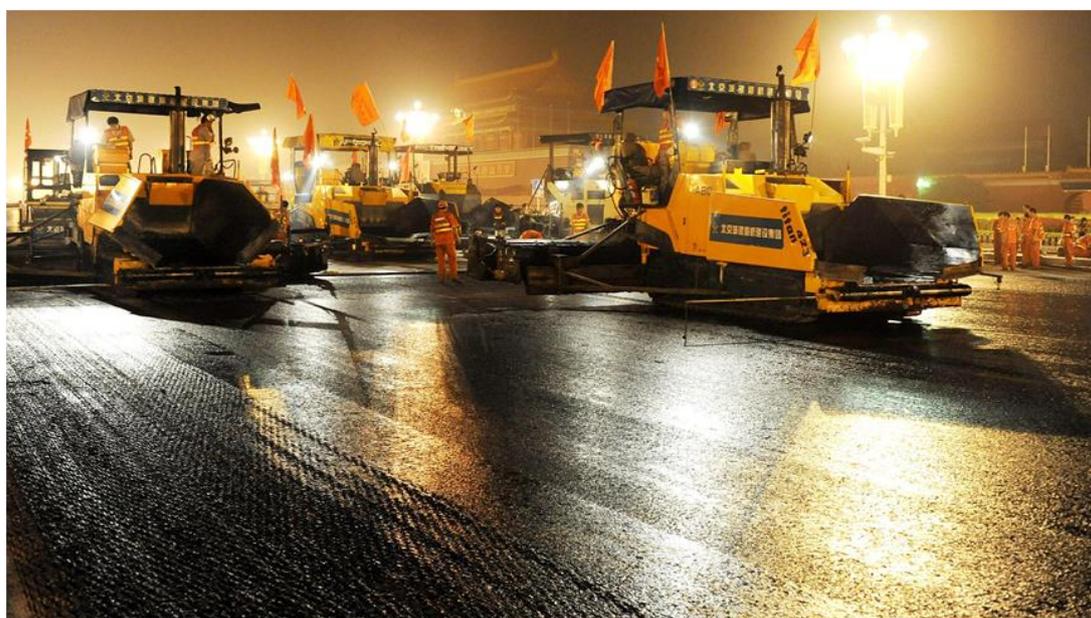
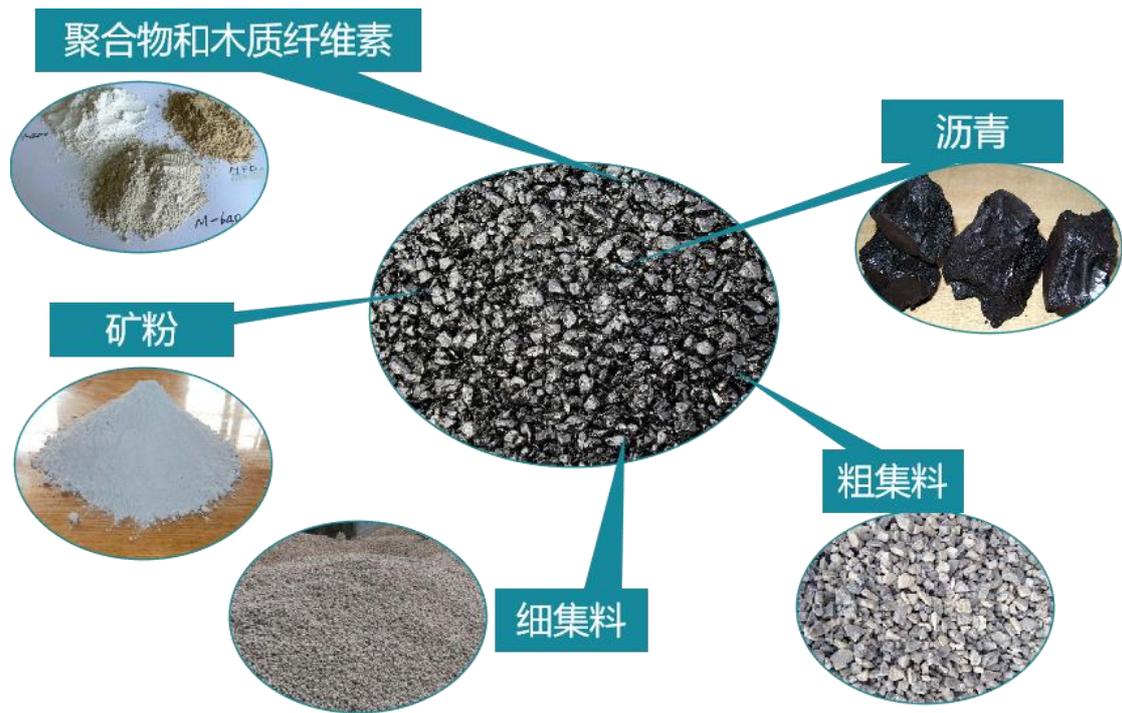


第一章 城镇道路工程

第一节 道路结构与材料

三、1K411014 沥青混合料组成与材料

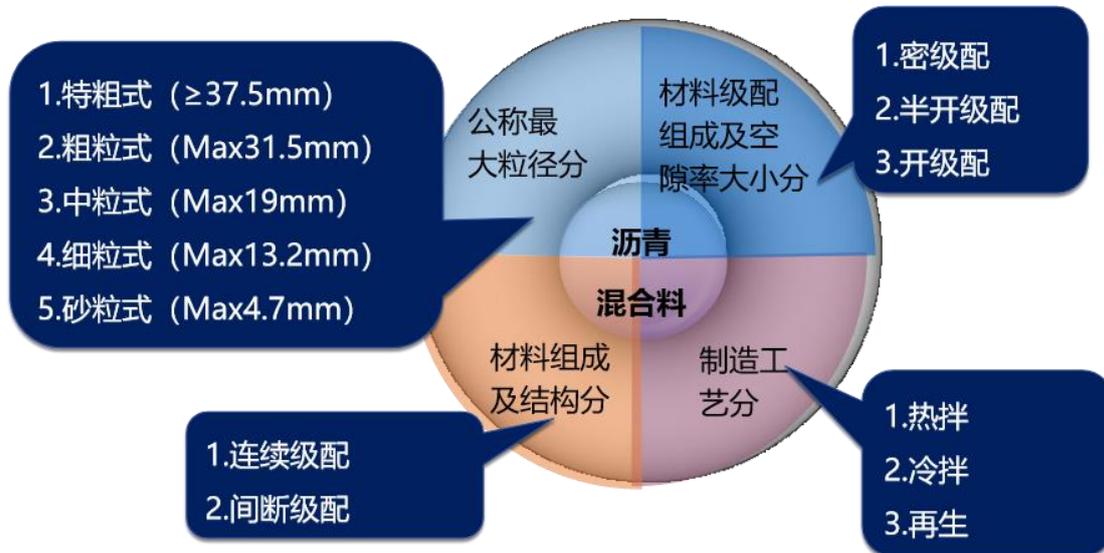




(2) 沥青混合料结构是材料单一结构和相互联系结构的概念的总和，包括沥青结构、矿物骨架结构及沥青—矿粉分散系统结构等。沥青混合料的结构取决于下列因素：矿物骨架结构、沥青的结构、矿物材料与沥青相互作用的特点、沥青混合料的密实度及其毛细孔隙结构的特点。



(3) 沥青混合料的力学强度，主要由矿物颗粒之间的内摩阻力和嵌挤力，以及沥青胶结料及其与矿料之间的粘结力所构成。



目前城市道路路面多采用复合类的沥青混合料，如 AC-16F 既属于热拌沥青混合料、又属于密级配的、中粒式沥青混合料。

混合料类型	密级配			开级配		沥青碎石	公称最大粒径 (mm)	最大粒径 (mm)
	连续级配		间断级配	间断级配				
	沥青混凝土	沥青稳定碎石	沥青玛蹄脂碎石	排水式沥青磨耗层	排水式沥青碎石基层			
特粗式	—	ATB-40	—	—	ATPB-40	—	37.5	53.0
粗粒式	—	ATB-30	—	—	ATPB-30	—	31.5	37.5
	AC-25	ATB-25	—	—	ATPB-25	—	26.5	31.5
中粒式	AC-20	—	SMA-20	—	—	AM-20	19.0	26.5
	AC-16	—	SMA-16	OGFC-16	—	AM-16	16.0	19.0
细粒式	AC-13	—	SMA-13	OGFC-13	—	AM-13	13.2	16.0
	AC-10	—	SMA-10	OCFC-10	—	AM-10	9.5	13.2
砂粒式	AC-5	—	—	—	—	—	4.75	9.5
设计空隙率(%)	3~5	3~6	3~4	>18	>18	6~12	—	—

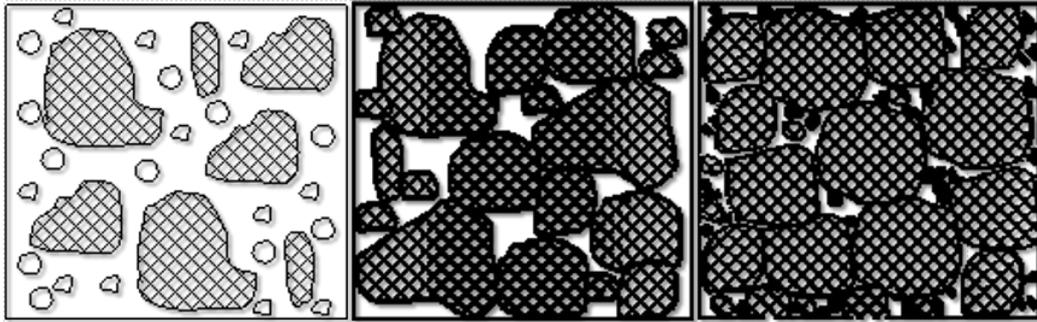
热拌沥青混合料种类

(三) 结构类型 (P8)

沥青混合料，可分为按嵌挤原则构成和按密实级配原则构成的两大结构类型。

(1) 按嵌挤原则构成的沥青混合料的结构强度，是以矿质颗粒之间的嵌挤力和内摩阻力为主、沥青结合料的粘结作用为辅而构成的。这类路面是以较粗的、颗粒尺寸均匀的矿物构成骨架，沥青结合料填充其空隙，并把矿料粘成一个整体。这类沥青混合料的结构强度受自然因素（温度）的影响较小。

(2) 按密实级配原则构成的沥青混合料的结构强度，是以沥青与矿料之间的粘结力为主，矿质颗粒间的嵌挤力和内摩阻力为辅而构成的。这类沥青混合料的结构强度受温度的影响较大。



悬浮密实结构

骨架空隙结构

骨架密实结构

内摩擦角小

黏聚力大

AC沥青混合料

内摩擦角大

黏聚力小

沥青碎石、OGFC

内摩擦角大

黏聚力大

沥青玛蹄脂碎石混合料

(一) 沥青

我国行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1—2008 规定：城镇道路面层宜优先采用 A 级沥青，不宜使用煤沥青。

沥青	地沥青	天然沥青	原油渗流到地球表面，经过自然条件下的蒸发、老化过程而形成的沥青
		石油沥青	由提炼石油的残留物制得的沥青
	焦油沥青	煤沥青	由烟煤、褐煤等物质，在隔绝空气和高温下进行干馏，冷凝其挥发物而获得的煤焦油，经再提取轻组份馏分之后的残余物
		页岩沥青	由页岩经低温干馏而得

1. 粘结性

沥青材料在外力作用下，沥青粒子产生相互位移的抵抗变形的能力即沥青的黏度。常用的是条件黏度，我国《公路沥青路面施工技术规范》JTGF40—2004 也列入了 60°C 动力黏度（绝对黏度）作为道路石油沥青的选择性指标。



对高等级道路，夏、季高温持续时间长、重载交通、停车场等行车速度慢的路段，尤其是汽车荷载剪应力大的结构层，宜采用稠度大（针入度小）的沥青；对冬季寒冷地区、交通量小的道路宜选用稠度小的沥青。当需要满足高、低温性能要求时，应优先考虑高温性能的要求。

2. 感温性

沥青材料的黏度随温度变化的感应性。表征指标之一是软化点，指的是沥青在特定试验条件下达到一定黏度时的条件温度。软化点高，意味着等黏温度也高，因此软化点可作为反应感温性的指标。《公路沥青路面施工技术规范》JTGF40—2004 规范新增了针入度指数（PI）这一指标，它是应用针入度和软化点的试验结果来表征沥青感温性的一项指标。

对日温差、年温差大的地区宜选用针入度指数大的沥青。高等级道路，夏季高温持续时间长的地区、重载交通、停车站、有信号灯控制的交叉路口、车速较慢的路段或部位需选用软化点高的沥青；反之，则用软化点较小的沥青。

3. 耐久性

沥青材料在生产、使用过程中，受到热、光、水、氧气和交通荷载等外界因素的作用而逐渐变硬变脆，改变原有的黏度和低温性能，这种变化称为沥青的老化。沥青应有足够的抗老化

性能即耐久性，使沥青路面具有较长的使用年限。我国相关规范规定，采用薄膜烘箱加热试验，测老化后沥青的质量变化、残留针入度比、残留延度（10℃或 5℃）等来反映其抗老化性。通过水煮法试验，测定沥青和集料的黏附性，反映其抗水损害能力，等级越高，黏附性越好。

4. 塑性

沥青材料在外力作用下发生变形而不被破坏的能力，即反映沥青抵抗开裂的能力。过去曾采用 25℃的延度而不能比较黏稠石油沥青的低温性能。现行规范规定：25℃延度改为 10℃延度或 15℃延度，不同标号的沥青延度就有了明显的区别，从而反映出它们的低温性能，一般认为，低温延度越大，抗开裂性能越好。在冬季低温或高、低温差大的地区，要求采用低温延度大的沥青。

5. 安全性

确定沥青加热熔化时的安全温度界限，使沥青安全使用有保障。有关规范规定，通过闪点试验测定沥青加热点闪火的温度—闪点，确定它的安全使用范围。沥青越软（标号高），闪点越小。如沥青标号 110 号到 160 号，闪点不小于 230℃，标号 90 号不小于 245℃。

1) 沥青 5 个指标：全速接吻久

安全性、塑性、粘结性、感温性、耐久性

2) 高等级道路、夏季高温持续时间长、重载交通、停车场、红绿灯路口等车速慢的路段---稠度大、针入度小、软化点高的沥青

3) 冬季寒冷地区、交通量小的道路、日温差、年温差大的地区---稠度小、针入度大、软化点低的沥青（目的：释放温度变形）

(二) 粗集料

(1) 粗集料应洁净、干燥、表面粗糙；质量技术要求应符合《城镇道路工程施工与质量验

收规范》CJJ1-2008 有关规定。



(3) 用于城镇快速路、主干路的沥青表面层粗集料的压碎值不大于 26%；吸水率不大于 2.0%。

(5) 粗集料应具有良好的颗粒形状，接近立方体，多棱角，针片状含量不大于 15%。

(三) 细集料

(1) 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，质量技术要求应符合《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1-2008 有关规定。

(2) 热拌密级配沥青混合料中天然砂用量不宜超过集料总量的 20%，SMA、OGFC 不宜使用天然砂。



(四) 矿粉

(1) 应采用石灰岩等憎水性石料磨成，应洁净、干燥，不含泥土成分，外观无团粒结块。

(2) 城镇快速路、主干路的沥青面层不宜用粉煤灰作填充料。

(3) 沥青混合料用矿粉质量技术要求应符合《城镇道路工程施工与质量验收规范》

CJJ1-2008 有关规定。

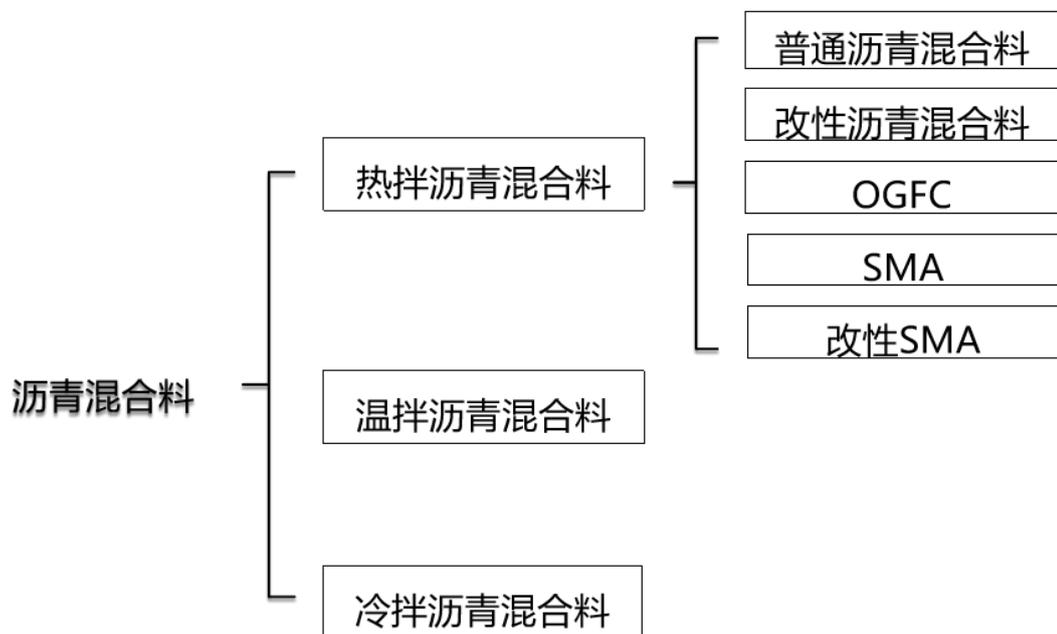


(五) 纤维稳定剂

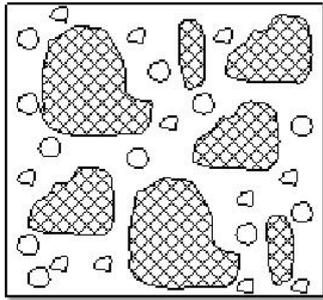
- (1) 木质纤维技术要求应符合《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1-2008 有关规定。
- (2) 不宜使用石棉纤维。
- (3) 纤维稳定剂应在 250oC 高温条件下不变质。



三、热拌沥青混合料主要类型



- 普通沥青混合料
- 改性沥青混合料
- OGFC
- SMA
- 改性SMA



悬浮-密实结构

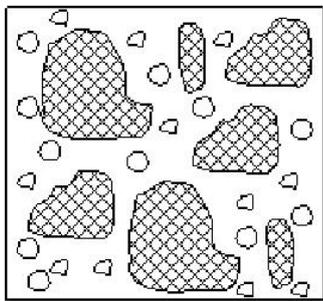


适用

范围：适用于城镇次干道、辅路或人行道等场所

普通沥青混合料具有粘结性、感温性、耐久性、塑性、安全性等特性。(新增内容)

- 普通沥青混合料
- 改性沥青混合料
- OGFC
- SMA
- 改性SMA



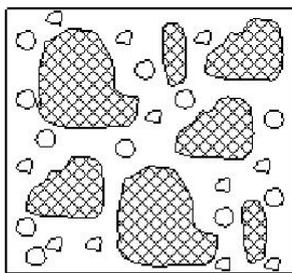
悬浮-密实结构



与 AC 相比，有高温下抗车辙的能力，良好的路面柔性和弹性即低温下抗开裂的能力，较高的耐磨耗能力和延长使用寿命

适用范围：城镇快速路、主干路

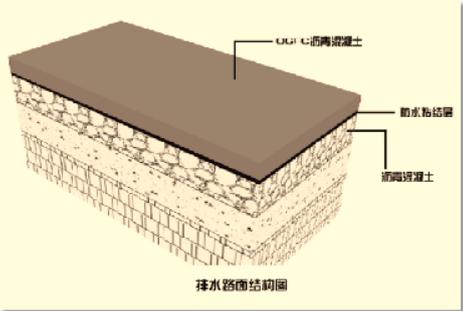
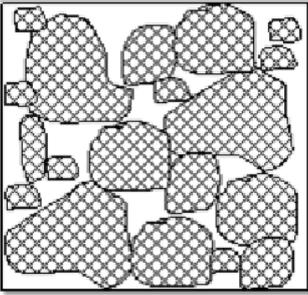
- 普通沥青混合料
- 改性沥青混合料
- OGFC
- SMA
- 改性SMA



悬浮-密实结构

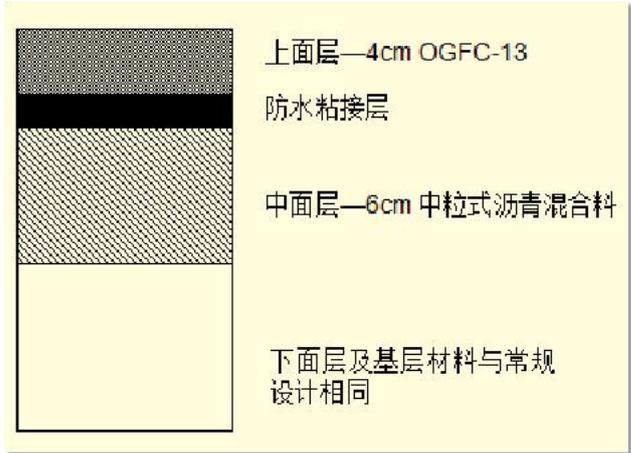


- 普通沥青混合料
- 改性沥青混合料
- OGFC
- SMA
- 改性SMA

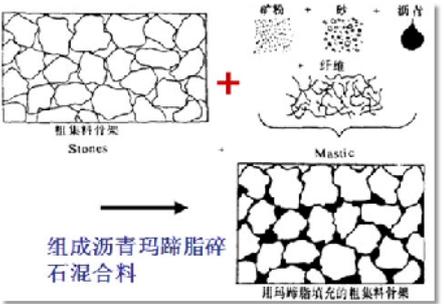
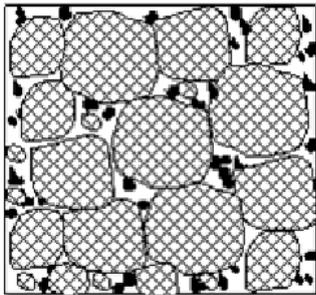


骨架-空隙结构

大空隙开级配排水式沥青磨耗层
 适用范围：城镇快速路、主干路

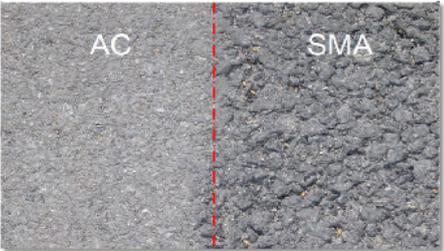


- 普通沥青混合料
- 改性沥青混合料
- OGFC
- SMA
- 改性SMA



骨架-密实结构

改性SMA具有非常好的高温抗车辙能力、低温抗变形性能和水稳定性
 适用范围：城镇快速路、主干路



小结

1.改性 SMA>SMA>OGFC、改性 AC>普通 AC (高温抗车辙、低温抗变形、水稳定性)

2.除普通 AC (次干路、支路) 以外, 其他的均适用于快速路、主干路

3.普通 AC、改性 AC 是悬浮-密实结构的代表

OGFC 是骨架-空隙结构的代表

改性 SMA、SMA 是骨架-密实结构的代表

4.OGFC 是排水降噪路面, 是一种新兴但还使用还不是很广泛的一种路面结构

四、1K411015 沥青路面材料的再生应用



沥青路面材料的再生应用主要涉及沥青路面材料再生机理、再生剂的技术要求、再生沥青混合料配合比的确定因素及厂拌生产工艺。

沥青路面材料再生技术是将需要翻修或者废弃的旧沥青混凝土路面，经过翻挖、回收、破碎、筛分，再添加适量的新集料、新沥青，重新拌合成为具有良好路用性能的再生沥青混合料，用于铺筑路面面层或基层的整套工艺技术。



广佛高速公路: 15km

沥青混凝土面层铣刨后，采用厂拌热再生方法，按 80%新料、20%再生料拌制沥青混合料重铺沥青面层。

基本情况：1989 年广佛高速公路建成通车；1993 年加铺 40mm 厚 PE 改型沥青混合料；1999 年扩建为 6 车道（局部 8 车道）；2001 年路面严重破损，需重建。



厂拌热再生

路面结构



4cm改性SMA-13

5cm改性AC-20

6cm再生沥青AC-25

再生沥青LSM-25或素混凝土



原路面基层

一、再生目的与意义 (P11)

(一) 再生机理

(1) 沥青路面材料在沥青混合料拌制、运输、施工和沥青路面使用过程中，由于加热和各种自然因素的作用，沥青逐渐老化，胶体结构改变，导致沥青针入度减小、黏度增大、延度降低，反映沥青流变性质的复合流动度降低，沥青的非牛顿性质更为显著。沥青的老化削弱了沥青与集料颗粒的粘结力，造成沥青路面的硬化，进而使路面粒料脱落、松散，降低了道路耐久性。

(2) 旧沥青路面材料的再生，关键在于沥青的再生。沥青的再生是沥青老化的逆过程。在已老化的旧沥青中，加入某种组分的低黏度油料（即再生剂），或者加入适当稠度的沥青材料，经过科学合理的工艺，调配出具有适宜黏度并符合路用性能要求的再生沥青。再生沥青比旧沥青复合流动度有较大提高，流变性质大为改善。

二、再生剂技术要求与选择

(一) 再生剂作用

(1) 当沥青路面中的旧沥青的黏度高于 $106\text{Pa}\cdot\text{s}$ 或针入度小于 $40 (0.1\text{mm})$ 时，应在旧沥青中加入低黏度的胶结料——再生剂，调节过高的黏度并使脆硬的旧沥青混合料软化，

便于充分分散，和新料均匀混合。



(2) 再生剂还能渗入旧沥青中，使其已凝聚的沥青质重新熔解分散，调节沥青的胶体结构，改善沥青流变性质。

(3) 再生剂主要采用低黏度石油系的矿物油，如精制润滑油时的抽出油、润滑油、机油和重油等，为节省成本，工程上可用上述各种油料的废料。

(二) 技术要求 (2010 多)

(1) 具有软化与渗透能力，即具备适当的黏度；

(2) 具有良好的流变性质，复合流动度接近 1，显现牛顿液体性质；

(3) 具有溶解分散沥青质的能力，即应富含芳香分。可以再生效果系数 K ——再生沥青的延度与原（旧）沥青延度的比值表征旧沥青添加再生剂后恢复原沥青性能的能力；

(4) 具有较高的表面张力；

(5) 必须具有良好的耐热化和耐候性（以试验薄膜烘箱试验前后黏度比衡量）。

(三) 技术指标

(1) 根据我国目前研究成果，再生剂的推荐是：25°C黏度：0.01 ~ 20Pa·s；25°C复合流动度大于 0.90；芳香分含量 > 30%；25°C表面张力大于 $36 \times 10^{-3} \text{N/m}$ ；薄膜烘箱试验黏度比

($\eta_{\text{后}}/\eta_{\text{前}}$) 小 3。



(2) 日本的再生剂质量标准还要求：不含有毒物质；根据施工性能和旧料物理性能恢复的能力确定 60°C黏度；应有足够高的闪点

(施工安全性)；规定了
薄膜烘箱试验后的黏度比
和质量变化（保证再生路
面的耐久性）。

三、再生材料生产与应用

(一) 再生混合料配合比

(1) 再生沥青混合料配合比设计可采用普通热拌沥青混合料的设计方法，包括集料级配、混合料的各种物理力学性能指标的确定。经验表明：再生沥青混合料的配合比设计，应考虑旧路面材料的品质，即回收沥青的老化程度，旧料中沥青的含量和集料级配，必须在旧料配合比、集料级配、再生沥青性能等方面调配平衡。

(2) 再生剂选择与用量的确定应考虑旧沥青的黏度、再生沥青的黏度、再生剂的黏度等因素。

(3) 再生沥青混合料中旧料含量：如直接用于路面面层，交通量较大，则旧料含量取低值，占 30%~40%；交通量不大时用高值，旧料含量占 50%~80%。

(二) 生产工艺

(1) 再生沥青混合料生产可根据再生方式、再生场地、使用机械设备不同而分为热拌、冷拌再生技术，人工、机械拌合，现场再生、厂拌再生等。采用间歇式拌合机拌制时，旧料含量一般 $\leq 30\%$ ，采用滚筒式拌合机拌制时，旧料含量可达 $40\% \sim 80\%$ 。



现场热再生 现场冷再生
厂拌热再生 厂拌冷再生



(2) 目前再生沥青混合料

最佳沥青用量的确定方法采用马歇尔试验方法，技术标准原则上参照热拌沥青混合料的技术标准。由于再生沥青混合料组成的复杂性，个别指标可适当放宽或不予要求，并根据试验结果和经验确定。

(3) 再生沥青混合料性能试验指标有：空隙率、矿料间隙率、饱和度、马歇尔稳定度、流值等。【口诀：空间遛宝马】

(4) 再生沥青混合料的检测项目有车辙试验动稳定度、残留马歇尔稳定度、冻融劈裂抗拉强度比等，其技术标准参考热拌沥青混合料标准。【口诀：车冻残】

(三)再生混合料用于路面下层时，在保证再生混合料质量的基础上宜尽可能多地使用旧料。