



CECS G XXX:2020

中国工程建设标准化协会标准

公路沥青路面就地温再生技术规程

Technical Specification for Warm in-place Recycling

征求意见稿

中交第一公路勘察设计研究院有限公司

二〇二〇年 xx 月

前言

根据中国工程建设标准协会《关于印发（2017 年第一批中国工程建设标准化协会标准修订计划）的通知》的要求，规程编制组为完善沥青路面再生技术标准体系，在深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外现行标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

规程由 8 章组成，主要包括：总则、术语符号及代号、适用条件、路面调查与分析、材料、设计、施工、施工质量管理与检查验收。

本规程由中国工程建设标准化协会负责管理，由中交第一公路勘察设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。

本规程主编单位：中交第一公路勘察设计研究院有限公司

本规程参编单位：中交瑞通路桥养护科技有限公司

武汉市盘龙明达建筑有限公司

江苏新越高新技术股份有限公司

四川振通公路工程检测咨询有限公司

广东省交通规划设计研究院股份有限公司

湖北省路桥集团有限公司

上海公路桥梁（集团）有限公司

武汉市市政建设集团有限公司

长安大学

陕西省交通建设集团公司

本规程主要起草人：陈团结 詹立新 张 威 方四发 陈新富 汪顶攀

吴水辉 李 健 曹海波 王 锴 李志栋 许 丽

雷 宇 裴建中 乐海淳 向 豪 苗思雨 闫 朗

樊孟孟 臧晓宁 皎晓明

目录

前言.....	2
1 总则.....	5
2 术语、符号及代号.....	5
2.1 术语.....	5
2.2 符号及代号.....	6
3 适用条件.....	6
4 路面状况调查与分析.....	7
4.1 一般规定.....	7
4.2 路面状况调查与评价.....	7
5 材料.....	9
5.1 一般规定.....	错误!未定义书签。
5.2 软化再生剂.....	9
5.3 沥青混合料.....	9
6 混合料设计.....	10
6.1 一般规定.....	10
6.2 级配设计.....	11
6.4 就地温再生沥青混合料配合比设计.....	11
6.5 性能检验.....	13
7 施工.....	14
7.1 一般规定.....	14
7.2 设备.....	15
7.3 施工流程.....	16
8 施工质量管理与检查验收.....	19
8.1 施工质量管理与检查.....	19
8.2 交工验收阶段的工程质量检查与验收.....	20
附录	21

征求意见稿

1 总则

1.1 为规范公路沥青路面就地温再生技术的应用，保证就地温再生沥青路面工程质量，制定本规程。

1.2 公路沥青路面就地温再生技术适用于各等级公路路面养护工程，市政道路养护工程可参照使用。

1.3 公路沥青路面就地温再生技术应符合环保、安全的相关要求。

1.4 公路沥青路面就地温再生技术要求除应符合本标准的规定外，还应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语、符号及代号

2.1 术语

2.1.1

2.1.1.1 就地温再生 Warm in -place Recycling

采用专用的就地温再生设备，对喷洒了软化再生剂的沥青路面进行软化、耙松、收集，经拌和、摊铺、碾压等工序，快速实现对表面一定深度范围内的旧沥青混凝土路面再生的技术，包括整形温再生、复拌温再生及局部修复三种方式。

2.1.1.2 整形温再生 Repaving

是指采用一系列软化、再生机组对喷洒了软化再生剂的沥青路面进行加热、软化、耙松，收集、摊铺后一次碾压成型的就地温再生技术。

2.1.1.3 复拌温再生 Remixing

是指采用一系列软化、再生机组对喷洒了软化再生剂的沥青路面进行加热、软化，按需要加入一定比例的新沥青和特定级配的新沥青混合料，将原路面混合料和新添加的混合料现场一起进行提升拌和，再将温再生混合料摊铺碾压成型的就地温再生技术。

2.1.1.4 局部修复 Repairing

是指采用具有软化、再生功能的小型养护设备对一定尺寸内喷洒了软化再生剂（根据高程需求，填补一定数量的新沥青混合料）的沥青路面局部病害进行加

热、软化、耙松，待混合均匀后碾压成型，达到局部快速修补的目的。

2.1.5 温再生沥青混合料 Warm Recycled Asphalt Mixture(WRAM)

利用就地温再生技术所获得的沥青混合料。

2.1.6 软化再生剂 Softening Rejuvenating Agent

在就地温再生装备作用下，可渗透并软化既有路面，并恢复旧沥青混合料性能的添加剂。

2.17 间歇式加热 Interrupted Heating-up

相邻加热之间停顿以防止路表温度过高，包括间歇式热辐射加热和间歇式热风加热。

2.2 符号及代号

本标准单独定义的符号以及意义详见表 2.2.1。

表 2.2.1 符号及代号

编号	符号或代号	意 义
2.2.2	SRA	沥青软化再生剂
2.2.3	WRAM	温再生沥青混合料

3 适用条件

3.1 沥青路面就地温再生技术的应用应满足下列要求：

1 沥青路面就地温再生技术适用于轻度车辙、浅层轻微龟网裂、表面轻度松散及拥包。

2 原路面非结构性车辙、推移和拥包深度小于 20mm，且产生病害的部位主要在表层。

3 原路面沥青的 25℃针入度应大于 20（0.1mm）。

3.2 沥青路面温再生前路面整体强度满足设计及使用要求，适用的层位及再生前路面的使用性能评定指标应满足下列要求：

1 沥青路面就地温再生主要适用于面层，再生深度一般为 20～50mm。

2 沥青路面大面积温再生前路面的使用性能评定指标（PCI、RQI、RDI、SRI）应达到以下技术等级。

3 各指标值域应根据各评价单元的建养历史、交通状况、养护水平、路况现状及养护目标等因素综合确定，可按表 3.2.1 取值范围参考取值。**表 3.2.1 养护标准值参考范围**

公路等级	值域范围						
	PCI		RQI			RDI	SRI
	≥A1	A2~A1	≥B1	B2~B1	≥B2	≥C	≥D
高速公路、一级公路	≥90	85-90	≥90	85-90	≥85	≥80	≥75
二级公路、三级公路	≥85	80-85	≥85	80-85	≥80	≥80	—
四级公路	≥80	75-80	—	—	—	—	—

3.3 就地温再生工艺选择

1 对于需要补充高程和调整级配的路面应选用复拌温再生工艺，无需补充和调整的路面应选用整形温再生工艺。

2 路面局部出现病害，如坑槽、网裂、车辙、松散等，宜选用局部修复工艺。

4 路面状况调查与分析

4.1 一般规定

4.1.1 应对路面技术状况、交通量等方面历史信息进行调查和综合分析，为后续工作展开提供依据。

4.2 路面状况调查与评价

4.2.1 项目开展前应按照《公路沥青路面养技术规范》JTG 5421 调查路面状况指数 PCI、路面行驶质量指数 RQI、路面车辙深度指数 RDI、路面抗滑性能指数 SRI，根据本规范 3.2 的分析结果决定是否采用就地温再生工艺。

4.2.2 病害类型及病害原因调查

对路面的破损情况进行专项数据调查，按照《公路沥青路面养技术规范》JTG 5421 要求详细记录路面破坏类型的数量（范围）、破坏程度及所在位置。

4.2.3 旧料取样与性能测试评价

1 路面取芯应采用直径 100mm 或 150mm 的钻头，取芯位置主要位于典型病害处，包括车辙、裂缝等；

2 路面取样采用液压镐或小型养护车分层取样，取样质量不小于 100kg，平均每 1km 取样一次，若使用小型养护车取样，则软化形式需与就地温再生软化形式一致，严禁通过冷铣刨等破坏原路面混合料级配的方式获取旧沥青路面材料。

3 就地温再生前应对回收的沥青路面材料进行相关室内试验，试验内容参照本规程表 4.2.1，其试验检测结果作为再生沥青混合料设计和评价的依据。

4.2.4 路面回收材料性能要求

1 原路面有稀浆封层、微表处、超薄罩面、碎石封层表层材料，就地温再生前，应经充分试验分析后，决定是否将其铣刨掉，做出针对性的材料设计和工艺设计，保证温再生沥青混合料质量。

2 回收的沥青路面材料对回收的沥青路面材料进行检测试验，具体检验项目见表 4.2.1。

表 4.2.1 回收沥青路面材料 (RAP) 检测项目

材料	检测项目	技术要求	试验方法
RAP	含水率（%）	实测	JTG E42
	RAP 级配		
	沥青含量（%）		
RAP 中的沥青	针入度（0.1mm）	>20	JTG E20
	15℃（5℃）延度（cm）	实测	
	软化点（℃）		
	60℃（135℃）粘度（Pa·s）		
RAP 中的粗集料	针片状颗粒含量（%）	实测	JTG E42
	压碎值（%）		
RAP 中的细集料	棱角性（s）	实测	
	砂当量（%）	>55	

5 材料

5.1 软化再生剂

5.1.1 软化再生剂主要起到快速渗透、降粘软化和补充沥青轻质组分的作用，再生剂用量应该通过其与设备匹配性、降粘效率以及沥青还原能力来确定。软化再生剂的性能指标应满足表 5.1.1 的要求。

表 5.1.1 软化再生剂的性能指标要求

检验项目	SRA-1	SRA-5	SRA-25	SRA-75	SRA-250	SRA-500	试验方法
60℃粘度 cSt	50～ 175	176～900	90～4500	4501～ 12500	12501～ 37500	37501～ 60000	T0619
闪点℃	≥220						T0633
饱和分含 量%	≤30						T0618
芳香分含 量%	实测记录						T0618
薄膜烘箱 试验前后 粘度比	≤3						T0619
薄膜烘箱 试验前后 质量变化%	≤4， ≥-4						T0609
15℃密度	实测记录						T0603
注：薄膜烘箱试验前后粘度比=试样薄膜烘箱试验后粘度/试样薄膜烘箱试验前粘度							

5.2 沥青混合料

5.2.1 当原路面沥青混合料油石比偏低，且无法通过提高新添加沥青混合料的油石比来改善原路面沥青混合料的油石比时，应通过喷洒热沥青补充原路面缺失的沥青；所需补充的沥青胶结料按照公路等级、气候条件、交通条件、路面类型、运用层位等要求，进行技术论证和确定。

5.2.2 沥青胶结料或经过软化再生剂恢复性能的路面回收沥青，均应满足表 5.2.1 的要求。

表 5.3.1 老化沥青添加再生剂后的性能指标要求

指标	软化点（℃）	针入度（25℃， 5s，0.1mm）	动力粘度（60℃， Pa/s）	延度（15℃，cm）
温再生 70 号沥青	≥46	40~60	≥180	≥30
温再生 90 号沥青	≥44	60~80	≥160	≥40

注：考虑我国道路沥青大多数为 70 和 90 号沥青，因此只规定这两种标号，其他标号沥青可参考此要求执行。

5.2.3 矿料应满足《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 中对粗细集料的要求，另外要对矿料的导热系数进行测试，若软化方式为微波作用时还需测试粗集料的相对介电常数。

1 粗细集料的导热系数可参考《绝缘材料稳态热阻及有关特性的测定防护热板法》GB/T 10294 进行导热系数测定。

2 粗细集料的介电常数可参考《岩样介电常数测试方法》SY/T 6528 进行测试。

5.2.4 沥青混合料性能满足《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 中相关要求。

6 混合料设计

6.1 一般规定

6.1.1 根据不同路面病害特点、类型并结合当地气候、交通、水文、土质、材料等特点，选取不同的施工设备和施工工艺进行维修。

6.1.2 经确定的工程设计级配范围是配合比设计的依据，不得随意变更。在进行室内试验与试验段验证的基础上，通过论证后，特殊情况下允许超出规范要求级配范围。

6.1.3 应严格测定新旧集料（粗集料、细集料）的毛体积相对密度、表观相对密度以及级配组成；新旧矿料级配筛分均采用《公路工程集料试验规程》JTG E42

规定的水洗法进行。

6.2 级配设计

6.2.1 在进行就地温再生沥青路面设计时，工程设计级配范围应根据温再生沥青混合料的用途、结合本规程规定的矿料级配范围进行，根据不同的路面类型使用不同的混合料类型。

6.2.2 按照粒径的大小分为中粒式和细粒式，使用过程中可适当调整。

6.2.3 可根据道路等级、预期交通量、气候条件、混合料所处的功能层等因素选择其它级配类型的混合料，但应符合《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 中有关规定。

6.2.4 温再生沥青混合料（WRAM）的配合比确定后，应进行再生混合料使用性能检验，各项性能指标应符合表 6.3.1、表 6.3.2 的规定。

表 6.3.1 密集配再生沥青混合料（WRAM）配合比设计及验证要求

试验指标	单位	技术要求		试验方法
		基质沥青	改性沥青	
DS	次/mm	≥1000	≥2800	T0719
低温弯曲试验破坏应变（-10℃,50mm/min）	με	≥2000	≥2500	T0728
浸水马歇尔试验残留稳定度（48h）MS ₀	%	≥80	≥85	T0790
冻融劈裂试验的残留强度比 TSR	%	≥75	≥80	T0729

表 6.3.2 SMA 再生沥青混合料配合比设计检验指标

检验项目		技术要求		试验方法
		基质沥青	改性沥青	
DS（次/mm）		> 1500	3000	T0719
水稳定度	残留马歇尔稳定度（%）	≥75	≥80	T0790
	冻融劈裂试验残留强度比（%）	≥75	≥80	T0729
渗水系数（ml/min）		≤80		T0730
构造深度（mm）		0.8~1.3		T0961

6.3 就地温再生沥青混合料配合比设计

6.3.1 就地温再生沥青混合料配合比设计采用马歇尔设计方法。

6.3.2 根据回收沥青路面材料的矿料级配和拟定的设计级配范围，确定参加的新沥青混合料的矿料级配。

6.3.3 软化再生剂各组分比例调整以及用量

根据回收的旧沥青测试指标，结合温再生路面的气候、交通特点、层位、横纵坡、超高等因素，确定旧沥青再生后的目标标号。根据目标标号初步确定软化再生剂添加比例范围，再测定温再生后沥青性能，选取确定软化再生剂用量。

6.3.4 就地温再生沥青混合料（WRAM）目标配合比设计流程如图 7.4.1 所示。

6.3.5 就地温再生沥青混合料配合比设计报告应包括下列内容：

- 1 回收沥青路面材料（RAP）的试验结果；
- 2 新加矿料掺量确定；
- 3 矿料级配的确定；
- 4 最佳软化再生剂用量；
- 5 马歇尔试验及各项体积指标结果；
- 6 配合比设计检验结果。

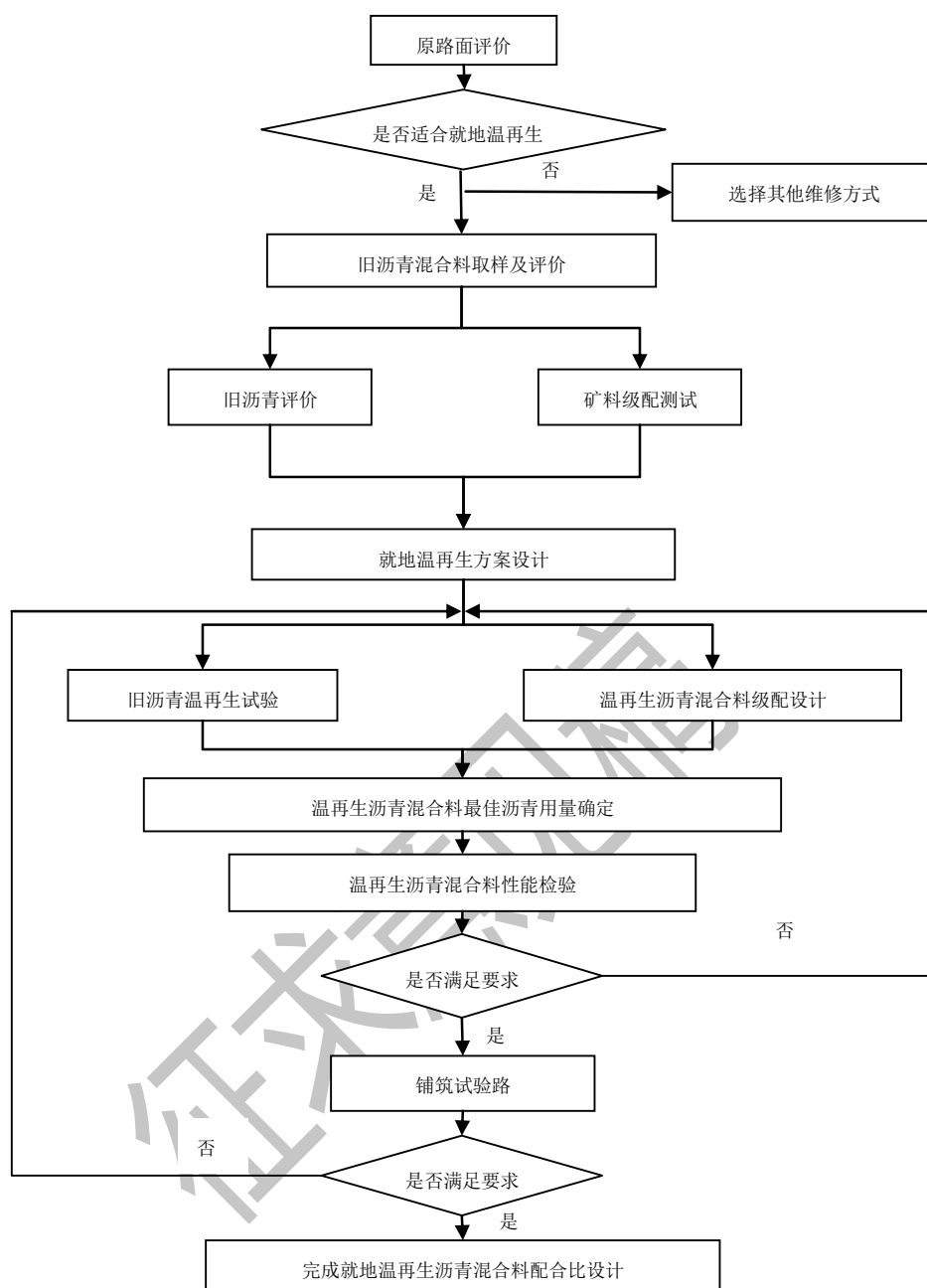


图 6.4.1 就地温再生混合料配合比设流程图

6.4 性能检验

6.4.1 就地温再生沥青混合料（WRAM）应进行再生混合料性能检验。

采用其它设计方法时应参照马歇尔设计方法进行设计检验,室内马歇尔试验的温度控制应符合表 7.5.1 规定。

表 6.4.1 温再生沥青混合料（WRAM）室内马歇尔试验温度控制

项目	温度（℃）	
	基质沥青	改性沥青
矿料加热温度	155~170℃	165~170℃
旧料加热温度	≥110℃	
沥青加热温度	150~165℃	160~165℃
击实成型温度	100~120℃	120~140℃

6.4.2 就地温再生沥青混合料性能检验的试验项目及技术要求。

温再生沥青混合料（WRAM）技术指标应符合表 6.4.2、表 6.4.3 的规定。

表 6.4.2 再生沥青混合料（WRAM）马歇尔试验技术标准

试验指标	单位	技术标准		
击实次数（双面）	次	75（高速公路、一级公路）		50（其他等级公路）
试件尺寸	mm	Φ101.6mm×63.5mm		
VV	%	3~6		
MS	kN	≥8（高速公路、一级公路）		≥5（其他等级公路）
FL	mm	2~4		
VMA（%）	相应于以下公称最大粒径（mm）的最小 VMA 及 VFA 技术要求（%）			
	19	16	13.2	9.5
	≥13	≥13.5	≥14	≥15
VFA（%）	65~75			70~85

表 6.4.3 SMA 再生混合料技术要求

试验项目	技术要求（改性沥青）
试件成型方式	马歇尔双面击实 50 次
VV（%）	3.5~4.5
VCA _{mix}	≤VCA _{DRC}
VMA（%）	≥17
VFA（%）	75~85
稳定度（kN）	≥6.0

7 施工

7.1 一般规定

7.1.1 就地温再生施工前应进行现场周边环境调查，对可能受到影响的植物隔离带、树木、加油站等提前采取隔离措施。

7.1.2 就地温再生施工前，对就地温再生无法修复的路面病害进行预处理。

1 松散类病害：深度超过就地温再生施工深度时，应予修补。

2 变形类病害：根据再生设备的不同，变形深度为 20mm~50mm 时，温再生前应先铣刨处理。

3 裂缝类病害：分析裂缝类病害成因，影响工程质量的裂缝应先行处理。

7.1.3 原路面特殊部位的预处理

1 宜用铣刨机沿行车方向将伸缩缝井盖后端铣刨不少于 2m, 前端铣刨不小于 1m, 深度 30~50mm, 并提前摊铺碾压。

2 原路面凸起路标应清除。

3 采用隔热板保护桥梁伸缩缝。

7.1.4 就地温再生设备的噪声、辐射及废弃排放应符合国家标准。

7.1.5 施工前需铺筑试验段。

7.2 设备

7.2.1 喷洒装备应准确控制、精准定量、均匀喷洒沥青路面软化再生剂与热沥青。

1 软化再生剂喷洒装置

软化再生剂喷洒装置由电脑程序自动控制调节，确保软化再生剂用量准确可控，可喷出液体最大黏度不低于 300cSt（厘斯），喷洒管内压力不低于 0.02Mpa, 软化再生剂喷洒装置必须与其他设备行进速度、施工宽度、深度等参数相关联。

2 热沥青喷洒装置

热沥青喷洒装置由电脑程序自动控制调节，确保热沥青用量准确可控，可喷出沥青最大黏度不低于 300cSt（厘斯），喷洒管内压力不低于 0.02Mpa, 热沥青喷洒装置必须与其他设备行进速度、施工宽度、深度等参数相关联。

7.2.2 软化装备

1 软化形式可以采用微波方式、间歇式热辐射方式或间歇式热风加热方式，软化装备作业宽度为：2.7~4.3m。

2 微波作用方式的再生设备，应具备良好的微波防泄漏设施，作业过程中设备 1m 范围外微波辐射强度不超过 $5\text{mw}/\text{cm}^2$ 。

3 软化设备软化路面设备尺寸可根据施工车道调整宽度，整个软化作用板必须可以垂直升降和左右平移。

7.2.3 沥青路面耙松装备

应有效耙松软化后的路面，不打碎集料，耙松深度可控,耙松作业宽度为：2.7~4m。

7.2.4 就地温再生回收装备

1 提升复拌装置

提升复拌设备应将新沥青混合料按照预定比例均匀添加在原路面软化好的混合料上，同时能将新、旧沥青混合料一并提升至拌缸，在提升和拌和过程中具有加热、保温功能；并能对下承层进行二次软化；新沥青混合料与原路面沥青混合料拌和均匀后送至摊铺机摊铺。

2 新料添加装置

新沥青混合料的添加设备必须具备由牵引车高速拖行功能以保证迅速进、退和转场的高度机动性；施工过程具备低速、稳定、自动功能；新料添加过程与匀速摊铺匹配良好。

7.3 施工流程

7.3.1 施工前材料与设备检查

- 1 施工前对软化再生剂、矿料、沥青胶结料进行规格确定。
- 2 对就地温再生施工设备进行检修与参数标定。

7.3.2 局部严重病害处置

严重病害主要是由于结构层强度不足引起，表现为裂缝、沉陷、坑槽等，施工前必须对局部严重病害进行处理，根据病害类型及面积选择不同的处理方法处理。

7.3.3 整形就地温再生

1 路面清扫

1) 清扫路面，避免杂物混入混合料内。在路面再生宽度以外画导向线，也可以将路面边缘线作为导向线，保证再生施工边缘平顺美观。

2) 对影响施工的障碍物进行移除或布设。

3) 采用隔热板或其他措施保护桥梁伸缩缝等设施。

2 软化再生剂喷洒

- 1) 根据路面情况及前期试验确定软化再生剂添加量
- 2) 软化再生剂喷洒装

置应与再生设备行驶速度关联并可准确计量。

3 路面软化

1) 若采用红外热辐射或热风加热软化方式, 宜采用间歇式加热, 加热软化过程中应严格控制工艺。

2) 若采用微波辐射方式软化, 应采用微波敏感型软化再生剂, 并做好人员的微波泄漏防护。

4 耙松

原路面温度升至规定范围内后, 利用再生设备自带耙松装置, 按照规定深度要求, 就地耙松路面, 耙松过程中严禁打碎原路面混合料中集料。耙松原路面时的控制温度控制在 $110^{\circ}\text{C}\sim 130^{\circ}\text{C}$ 。

5 收集摊铺

原路面耙松后, 使用再生设备收集沥青混合料并通过摊铺机重新摊铺, 摊铺速度宜控制在 $1\sim 3\text{m}/\text{min}$ 。

6 压实

1) 就地温再生混合料的碾压应配套使用大吨位的振动双钢轮压路机、轮胎压路机等压实机具。

2) 再生沥青混合料的碾压温度控制在 $90\sim 110^{\circ}\text{C}$ 。

3) 碾压必须紧跟摊铺进行, 使用双钢轮压路机时宜减少喷水, 使用轮胎压路机时不宜喷水。4) 对压路机无法压实的局部部位, 应选用小型振动压路机或者振动夯板配合碾压。

7 开放交通

碾压完成后, 路表温度低于 50°C 时开放交通。

7.3.4 复拌就地温再生

1 路面清扫

同本规程 7.3.3 节中第 1 条规定内容相同。

2 软化再生剂喷洒

同本规程 7.3.3 节中第 2 条规定内容相同。

3 路面软化

同本规程 7.3.3 节中第 3 条规定内容相同。

4 路面温耙松

同本规程 7.3.3 节中第 4 条规定内容相同。

5 收集

1) 将耙松的沥青混合料收集成料带。

2) 将新沥青混合料以及新沥青添加到收集的料带上，并提升料带至封闭空间。

6 拌和

在封闭空间内充分拌和，形成温拌再生沥青混合料。沥青混合料拌和温度控制在 $110^{\circ}\text{C}\sim 130^{\circ}\text{C}$ 。

7 摊铺

1) 对出料速度、铺松系数、摊铺速度做出明确规定，速度控制在 $1\sim 3\text{m}/\text{min}$ ，保证混合料摊铺均匀，避免出现粗糙、拉毛、离析等情况出现。

2) 对摊铺的再生料进行找平和振捣以确保一定的初始密度。

3) 就地温再生沥青混合料摊铺温度控制在 $110^{\circ}\text{C}\sim 130^{\circ}\text{C}$ 。

8 压实

同本规程 8.3.3 节中第 6 条规定内容相同。

9 开放交通

同本规程 8.3.3 节中第 7 条规定内容相同。

7.3.5 局部修复

局部修复适用于处理路面局部病害如：坑槽、网裂、车辙、松散等病害。

1 病害处清扫

局部修复前需对病害处进行清扫。

2 喷涂软化再生剂

根据修补作业面积利用空气压缩泵喷洒就地软化再生剂，喷洒量为 $1.0\sim 1.5\text{kg}/\text{m}^2$ 。

3 填补高程

根据现场病害缺料情况，估算填补高程差材料用量，填补材料选取级配良好的快速修补材料或热拌沥青混合料。

4 辅助软化

利用软化拖板作用喷洒了软化再生剂的路面，促使温度达到 110-130℃，同时填补高程差的快速修补材料可恢复到热拌沥青混合料的状态，路面从上到下一定深度的混合料可很好耙松。

5 混合料的现场调整

利用工具人工整形，达到规定的松铺系数（1.2），整形后的再生层表层应无明显的集料离析现象，要与填补高程的材料混合均匀。

6 压实

压实结果符合压实度和平整度的要求。碾压过程中出现弹簧、松散、起皮等现象时，应及时翻开重新拌和，使其达到质量要求。

7 开放交通及其他

局部就地温再生沥青混合料路面应待摊铺层完全自然冷却，混合料表面温度低于 50℃后，方可开放交通、需要提早开放交通时，可适当洒水冷却降低混合料温度。

8 施工质量管理与检查验收

8.1 施工质量管理与检查

8.1.1 沥青路面就地温再生施工过程中的材料质量检查，应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 有关规定。

8.1.2 沥青路面就地温再生需要添加新沥青混合料时，新沥青混合料的质量应满足设计要求，温再生混合料的质量控制，应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 有关规定。

8.1.3 沥青路面就地温再生施工过程中的工程质量控制应满足表 8.1.1、表 8.1.2 要求。

表 8.1.1 就地温再生混合料施工过程中工程质量控制标准

检查项目	检查频度	质量要求或允许偏差	试验方法
软化再生剂用量	随时	适时调整，总量控制	每天计算
压实度均值	每天不少于 1 次	≥94%	T 0924
摊铺温度	随时	≥110℃	红外测温仪测量

表 8.1.2 就地温再生外形尺寸现场质量检查的项目和频度

检查项目	检查频度	质量要求或允许偏差	试验方法
宽度 (mm)	每 100m1 次	大于设计宽度	T 0911
再生厚度 (mm)	随时	± 5	T 0912
平整度最大间隙 (mm)	随时	< 3	T 0931
横接缝高差 (mm)	随时	< 3 , 必须压实	三米直尺间隙
纵接缝高差 (mm)	随时	< 3 , 必须压实	三米直尺间隙
外观	随时	表面平整密实, 无明显缺陷	目测

8.2 交工验收阶段的工程质量检查与验收

就地温再生工程的检查和验收应满足表 8.2.1 的要求。

表 8.2.1 就地温再生工程检查和验收项目与频度

检查项目	检查频度	质量要求或允许偏差		试验方法
宽度 (mm)	每 1km20 个断面	大于设计宽度		T 0911
温再生厚度 (mm)	每 1km5 个点	-5		T 0912
IRI (mm)	全线连续	高速、一级公路	< 3.0	T 0933
		二级公路	< 4.0	
外观	随时	表面平整密实, 无明显缺陷		目测
压实度	每 1km5 个点	大于理论最大相对密度的 94%		T 0924

附录

附录 A: 沥青路面回收料取样与试验分析

A1 目的与适用范围

通过随机取样的方式获得有代表性样品，用于回收的沥青路面材料（RAP）的性能分析。

A2 取样

取样方法为现场取样。

A.2.1 现场取样应符合以下规定：

1 就地温再生回收的沥青路面材料（RAP）是通过加热软化后实现沥青混合料的回收，对石料破坏比较小，因此回收沥青路面材料适合采用路面切割方法或钻芯取样方法，不应采用直接冷铣刨方式。

2 按照《公路路基路面现场测试规程》JTG E60 随机取样方法确定取样点位。

A3 取样数量

A3.1 对于单一试验，每组试样取样数量不宜少于表 A1 所规定的最少取样量。

A3.2 若需要进行几项试验项时，试验结果互不影响情况下，可重复利用同一组试样进行几项不同试验。

A3.3 其他集料试验项目按照 JTG E42《公路工程集料试验规程》有关要求，最小取样数量应满足表 A1 的要求。

表 A1 各项试验项目所需集料的最小取样数量

试验项目	相对于下列公称最大粒径（mm）的最小取样量（kg）							
	4.75	9.5	13.2	16	19	26.5	31.5	37.5
筛分	8	10	12.5	15	20	20	30	40
含水率	2	2	2	2	2	2	3	3
密度	6	8	8	8	8	8	12	16
针片状含量	0.6	1.2	2.5	4	8	8	20	40
含泥量	8	8	8	8	24	24	40	40

A4 试验分析

A4.1 回收沥青路面材料（RAP）级配

对回收沥青路面材料(RAP)进行筛分试验,确定回收沥青路面材料的级配。
试验方法参照《公路工程集料试验规程》JTGE42, T 0327。

A4.2 含水率

根据烘干前后回收沥青路面材料(RAP)质量的变化,计算回收沥青路面材料的含水率 ω 。

A4.3 砂当量

用4.75mm筛筛除回收沥青路面材料(RAP)中的粗颗粒,应进行砂当量指标检测。试验方法按照JTGE42《公路工程集料试验规程》T 0334进行。

A4.4 回收路面材料(RAP)的沥青含量和性质

(1) 按照《公路沥青及沥青混合料试验规程》JTGE20, T 0726 阿布森法从沥青混合料中回收沥青。

(2) 检测沥青含量和回收沥青的25℃针入度、60℃粘度、软化点、15℃延度。

A4.5 回收路面材料(RAP)的矿料级配和集料性质

将抽提试验后得到的矿料烘干,待矿料降到室温后,用标准方孔筛进行筛分试验,确定回收沥青路面材料(RAP)中的旧矿料级配。也可采用燃烧法确定其沥青含量与级配。

中国工程建设标准化协会标准

公路沥青路面就地温再生技术规程

Technical Specification for Warm in-place Recycling

条文说明

中交第一公路勘察设计研究院有限公司

二〇二〇年 xx 月

前言

《公路沥青路面就地温再生技术规程》经中国工程建设标准化协会公路分会专业委员会 XXXX 年 X 月 XX 日以第 XX 号文件公告批准发布。

本规程制定过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国公路沥青路面就地热再生、温再生工程的实践经验，同时参考了国内外先进技术标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本规程。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及使用执行中需要注意的有关事项进行了说明。但本条文说明不具备与正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

征求意见稿

1 总则

1.1

沥青路面在养护时产生大量的废旧材料，这些废旧材料都是可重复利用的，采用再生尤其是就地再生的方式进行回收，可在现场对沥青路面进行再生修复，实现了原路面材料的“集料再利用，沥青再生”节约了筑路材料，节约了大量的原材料，更不需要场地堆放废料，具有显著的经济效益及社会效益。采用沥青混凝土路面就地温拌再生技术，由于再生层与老路面的联接是热联接，几乎为一体，杜绝了层间联接不良的问题。降低传统的加热温度杜绝二次老化，对恢复沥青的性能和沥青混凝土路面的柔韧性有很好的作用。就地温再生技术较传统的就地热再生能更好的灰度沥青的路用性能，使沥青混凝土路面重新变得柔韧，从而延长路面的使用寿命。有利于沥青混凝土路面深层裂纹的愈合。沥青混凝土路面通过就地温拌再生施工时，在路表以下5cm处的温度约有100℃，经路面机械碾压后，再生路面以下的原有的细小裂纹可以愈合，从而延长了路面的使用寿命。没有接缝漏水的问题。传统的冷铣刨方式，接缝处原路面粒料往往会被铣刨，新旧路面如果结合不好，极容易漏水，使路面在接缝处过早破坏。采用就地拌再生技术时，纵向裂缝是热接缝，彻底杜绝了接缝漏水而产生的病害。

1.2 随着我国就地再生技术的发展，温再生技术呼之欲出，很多就地热再生技术或多或少其实已经是采用就地温再生方式来实现路面再生，就地温再生技术未来不仅高速公路及其他等级公路中得到广泛应用，也在市政道路沥青路面养护中也得到了越来越多的重视和应用。

2 术语、符号及代号

2.1.11 目前沥青路面的主要软化方式包括微波、明火、热风循环加热、红外线加热，若使用连续加热软化，会导致热能没有足够的时间传递，道路表面还会烧焦，不仅浪费能源，而且污染环境，并且影响再生路面的质量和寿命。采用间歇式加热，有助于深层混合料温度提升，路表不会过热，有利于耙松，提高再生路面质量。

3 适用条件

3.1

本条规定了沥青路面就地温再生技术的适用范围和条件，其中改扩建工程的相关指标可参照执行。

4 路面状况调查与分析

4.1 一般规定

规定了就地温再生施工前需要调查的内容，因每条路的状况不同，只有前期做了充分的调查和分析，再结合试验结果，才能制定合理的技术方案，达到治理目的。作为一种沥青路面的养护工艺，就地温再生技术具有自身独特的特点和优势，与传统工艺相比，原路面状况影响很大，因此施工前对路面的状况调查必须详细，分析路面病害原因，评估是否适用于就地温再生工艺。

4.2 路面状况调查与评价

4.2.3 原路面沥青材料的变异性较大，这是造成工程质量缺陷的重要原因之一，考虑施工前取芯、取样对路面也会造成一定破坏，因此为了保证工程质量，施工前取芯、取样应选择代表性点，不同的标段应分别取芯、取样。若施工前原路面结构复杂多样，则应根据路面实际情况、业主及监理要求适当增大现场取样的频率。

5 材料

5.2 软化再生剂

根据工程经验及相关规范规定，软化再生剂能提高路软化效率，并降低路面施工各环节温度 10—30℃，同时再生剂可将再生的沥青三大指标恢复到比原路面沥青低一号的沥青指标。具体用量可以通过以下流程图来确定：

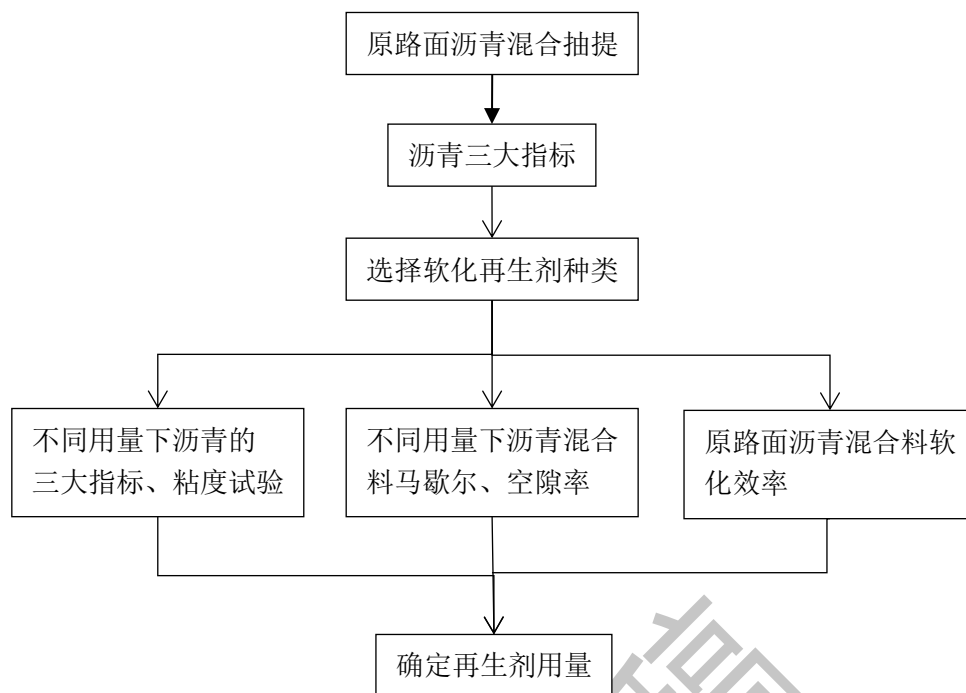


图 1 软化再生剂用量确定流程

6 混合料设计

6.2 级配设计

6.2.2 按照粒径的大小分为中粒式和细粒式，具体级配类型见表 1，鉴于各地区原材料来源不同，使用过程中应适当调整。

表1 再生沥青混合料（WRAM）矿料级配推荐范围

级配类型	通过下列筛孔（mm）的质量百分率（%）												
	31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
中粒式 AC-20	-	100	90~100	78~92	62~80	50~72	26~56	16~44	12~33	8~24	5~17	4~13	3~7
中粒式 AC-16	-	-	100	90~100	76~92	60~80	34~62	20~48	13~36	9~26	7~18	5~14	4~8
细粒式 AC-13	-	-	-	100	90~100	68~85	38~68	24~50	15~38	10~28	7~20	5~15	4~8
细粒式 AC-10	-	-	-	-	100	90~100	45~75	30~58	20~44	13~32	9~23	6~16	4~8

6.2.3 也可根据道路等级、预期交通量、气候条件、混合料所处的功能层等因素选择其它级配类型的混合料，但应符合 JTJ F40《公路沥青路面施工技术规范》中有关规定。最为常见的 SMA-13 级配见表 2 所示：

表2 SMA-13 级配范围

孔径 mm	16	13.2	11.4	9.5	8	5.6	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过量 %	100	-	76~95	54~75	40~59	20~35	18~32	17~25	15~23	12~18	10~16	9~14	8~10

7 施工

7.1 一般规定

7.1.2 本条对就地温再生的选择和应用作了规定，目前就地温再生技术主要应用于治理沥青路面面层的病害，需要对深层病害进行处理后再进行就地温再生施工。

7.2 设备

本条规定就地温再生施工设备的种类与用途，为保证施工质量，施工前需要对所有设备进行检查。另外就地温再生施工作业为流水作业，因此所有就地温再生设备需要按照施工时的顺序排列在施工路段作业面上。

7.2.2 软化设备

2 微波防泄漏装置一般为多层金属链网，可有效阻挡微波，同时链网需与地面接触，避免路面反射出的微波对周围人员造成伤害；另外，利用微波泄露测试装置，测试 1m 范围内的微波辐射不超过 $55\text{mw}/\text{cm}^2$ 。

8 施工质量管理与检查验收

局部修复主要是处理路面局部病害，属于应急修补，主要目标是保证路面基本使用功能，因此对就地温再生局部修复指标不做要求。