

农村公路提档升级路面绿色技术施工规程

Construction specification for green technical of upgrading pavement in rural roads

2020-12-15 发布

2020-01-15 实施

江苏省市场监督管理局 发布

目 次

前 言.....II

1 范围1

2 规范性引用文件1

3 术语和定义1

4 符号2

5 总则2

6 路面绿色技术选择2

7 道路拓宽施工技术3

8 水泥混凝土路面处治施工技术4

9 橡胶沥青混合料面层施工技术5

10 沥青路面再生施工技术7

11 绿色技术评价13

附录 A （资料性附录） 绿色化评价内容表14

前 言

本标准按GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》要求的规则起草。

本标准由江苏省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：南京市浦口区交通运输局、中路交科（江苏）检测科技有限公司、江苏中路工程技术研究院有限公司、南京浦江工程检测有限公司。

本标准主要起草人：成永来、张志祥、龚惠龙、张磊、刘绪田、成相飞、张万磊、何文政、叶小庆、杜骋、关永胜、朱学飞，谢富宝，蒋长江、孙晗、吕阳、陈兆南、邵招娣、殷荣华、张雪、滕钥、张亚芳、周婷。

农村公路提档升级路面绿色技术施工规程

1 范围

本标准规定了农村公路提档升级路面绿色技术施工规程的术语和定义、总体要求、符号、总则、路面设计、道路拓宽、水泥混凝土路面病害处治、橡胶沥青混合料、沥青路面冷再生等技术要求及质量控制要求。

本标准主要适用于新建（改扩建）农村公路提档升级路面工程，农村公路大中修工程可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本文件。

JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程
JTG E42 公路工程集料试验规程
JTG E51 公路工程无机结合料稳定材料试验规程
JTG/T 3610 公路路基施工技术规范
JTG/T F20 公路路面基层施工技术细则
JTG F30 公路水泥混凝土路面施工技术规范
JTG F40 公路沥青路面施工技术规范
JTG 5210 公路技术状况评定标准
JTG/T 5521 公路沥青路面再生技术规范
DB32/T 2286 湿法橡胶沥青路面施工技术规范
DB32/T 2676 泡沫沥青冷再生路面施工技术规范
DB32/T 2883 旧水泥混凝土路面碎石化施工技术规范
DB32/T 3641 生活垃圾焚烧炉渣集料在公路工程中应用施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

路面绿色技术 pavement green technology

在路面施工过程中，为减少环境污染、提高旧路面材料在内的固废利用率，实现旧路材料的充分利用所采取的多种技术，包括沥青路面冷再生技术、沥青路面热再生技术、固废材料循环利用技术等。

3.2

应力吸收层 stress absorbing layer

一种由单一粒径的集料、矿物填料和胶结料组成的混合料，铺设于水泥混凝土路面与沥青混合料面层之间的结构性支撑层。

3.3

沥青混合料回收料（RAP） reclaimed asphalt pavement, 简称 RAP

采用铣刨、开挖等方式从沥青路面上获得的旧沥青混合料。

3.4

绿色技术评价 green evaluation

从环保性、经济合理性、社会效益出发对绿色技术绿色化程度进行评价。

4 符号

- 下列符号适用于本文件
- PCI—路面损坏状况指数
- RQI—路面行驶质量指数
- DBL—水泥混凝土路面断板率
- C_v—试验结果的变异系数

5 总则

- 5.1 为规范农村公路路面绿色建设，指导农村公路路面绿色技术设计、施工、质量控制与检查验收，制定本标准。
- 5.2 农村公路提档升级路面绿色技术适用于技术等级为三、四级公路，当用作二级及以上等级农村公路时，应进行专家论证。
- 5.3 路面绿色技术在农村公路提档升级中应用除应符合本规程的规定外，尚应符合国家、行业颁布的其他相关标准、规范的规定。

6 路面绿色技术选择

6.1 一般规定

- 6.1.1 农村公路路面设计应遵循“技术可靠、施工便利、经济适用、易于推广”的原则，合理选用安全可靠、方便施工的路面绿色技术类型。
- 6.1.2 农村公路路面绿色技术设计宜以冷再生和固废材料循环利用技术为主，实现固废材料充分利用。
- 6.1.2 农村公路路面设计前应对原路面现状进行调查评价。

6.2 路面调查评价

- 6.2.1 路面结构设计前应进行原路面基础数据搜集，包括公路等级、设计标准、原路面结构、几何线形、交通量、主要病害情况、养护历史等信息。
- 6.2.2 沥青路面结构设计前应按照JTG 5210的相关要求对原路面损坏状况指数（PCI）和路面行驶质量指数（RQI）进行检测评定，并对所取芯样的完整性进行评价。沥青路面破损状况评价标准如表1所示。

表 1 沥青路面破损状况评价标准

评价等级 评价指标	优	良	中	次	差
路面状况指数 PCI	≥90	[80, 90)	[70, 80)	[60, 70)	<60

- 6.2.3 水泥混凝土路面结构设计前应按照JTG 5210的相关要求对路面状况指数（PCI）进行检测评定，还应进行水泥混凝土路面断板率（DBL）、弯沉和芯样劈裂强度的评价。水泥混凝土路面破损状况评价标准如表2所示。

表 2 水泥路面破损状况评价标准

评价指标	优	良	中	次	差
PCI	≥85	[70, 85)	[55, 70)	[40, 55)	<40
DBL (%)	≤1	[2, 6)	[6, 11)	[11, 20)	≥20

6.3 设计方案

6.3.1 农村公路路面绿色技术应在原路面充分调研并遵循本规程6.1规定的基础上确定设计方案。

6.3.2 沥青路面绿色技术选择包括以下方式：

a) 沥青面层破损较严重，基层完整且承载力良好，宜对面层进行泡沫（乳化）沥青冷再生后作为下面层使用；

b) 沥青面层破损严重，基层松散比例较高，宜对基层进行水泥冷再生后作为基层使用，面层铣刨料宜采用厂拌再生后作为下面层使用。

6.3.3 水泥混凝土路面绿色技术选择包括以下方式：

a) 原水泥混凝土路面评价PCI良以上且DBL为良以上，宜对原水泥板块采用病害修补的处置方式；

b) 原水泥混凝土路面PCI良以下或DBL为良以下，宜对原路面水泥板块采用碎石化处理；

c) 原水泥混凝土路面处置后应加铺应力吸收层；

d) 重载交通下宜对原水泥板块采用马钉锚固法等方式进行加强处理，并铺设一层水泥稳定碎石基层后再加铺沥青面层。

6.3.4 农村公路路面绿色技术选择宜充分利用生活垃圾焚烧炉渣技术及其他固废材料利用技术，使用时应符合DB32/T 3641相关技术要求。

7 道路拓宽施工技术

7.1 一般规定

7.1.1 道路拓宽施工前，应在全面理解设计要求和设计交底的基础上，进行现场调查和核对。

7.1.2 在现场调查后，应根据设计要求、合同、现场情况等，编制施工组织设计，并按管理规定报批。

7.1.3 开工前应对各类施工人员进行岗位培训和技术、安全交底。

7.1.4 路基施工应符合JTG/T 3610的相关要求；水泥混凝土路面施工应符合JTG F30相关要求。

7.1.5 质量检验标准应满足设计文件的相关要求。

7.2 路基拓宽

7.2.1 路基填土掺石灰比例应通过室内试验确定，也可根据实际情况掺适量水泥。

7.2.2 沿河塘路段且无特殊处理路基，在彻底清淤后宜回填碎石土等水稳定性能好的材料。

7.2.3 路基拼宽应采用台阶法，受路面宽度影响不宜采用台阶法开挖的应提高路基压实度。

7.2.4 新老路基结合部位不宜采用振动压路机进行强振碾压，宜采用高吨位的静力压路机进行碾压，且应较普通路段多碾压3~4遍，达到无漏压、无死角，碾压均匀。碾压后结合部位不应有松散、软弹、翻浆及表面不平整等现象。

7.2.5 大型压路机碾压不到的边角和死角处，应使用小型压实设备压实，且压实厚度不能超过15cm，压实度应达到相同层位的路基压实度的要求。

7.2.6 应做好老路面排水通道保护和路面排水工作，路基拼接段不宜有自由水漫流。

7.3 基层拓宽

7.3.1 对验收合格的路基表面浮土进行清扫，并做好排水设施，保持干燥清洁。

7.3.2 采用病害修补处理的原水泥路面，基层拼接宜采用刚性基层（水泥混凝土）拼接，并在新老混凝土之间设置横向传力杆，同时铺设一层抗裂贴。

7.3.2.1 按照测量放样、模板安装、增设传力杆、混凝土拌和、运输、浇筑、振捣、养生流程进行水泥混凝土浇筑，满足JTG F30相关要求。

7.3.2.2 水泥混凝土振捣完成收浆后用粗抹光机抹光，完成后设置围挡。

7.3.3 采用碎石化处理的原水泥路面，基层拼接宜采用柔性基层（级配碎石）拼接，并宜加铺一层水泥稳定碎石。

8 水泥混凝土路面处治施工技术

8.1 一般规定

- 8.1.1 水泥混凝土路面处治方案应按照6.3.1.2相关要求确定。
- 8.1.2 水泥混凝土路面病害处治前应进行详细现场核查。

8.2 水泥路面典型病害处治

8.2.1 水泥板块裂缝处治如下：

- 1) 出现一条或一条以上贯穿全板的裂缝，应进行换板，重新浇筑水泥混凝土；
- 2) 裂缝宽度小于 3mm，宜进行扩缝灌浆处理；
- 3) 裂缝宽度≥3mm，应先清除缝内杂物，并在上口适当扩展成倒梯形，顶宽 15~20mm，底宽 5~15mm，深度为板厚 1/3 左右，再灌缝粘结。粘结剂或填缝料可用聚氯乙烯胶泥、环氧砂浆等。

8.2.2 采用人工使用铁钎敲击板边，根据声音判断是否脱空，脱空板块应进行钻孔压浆。

8.2.3 角隅断裂应按破裂的大小确定切割范围并放样，用切割机切出边缘，用风镐凿除破损部分，打成规则的垂直面。对有钢筋的，不应切断钢筋，如果钢筋难以全长保留，宜至少保留200~300mm长的钢筋头，再用不低于原水泥混凝土等级的水泥混凝土浇筑补齐板块。

8.2.4 相邻板块错台处治如下：

- 1) 相邻板块高差小于等于 10mm 的错台，可不作处理；
- 2) 高差大于 10mm 且非脱空性错台应采用沥青砂修补。

8.2.5 接缝修复处治如下：

- 1) 接缝开张宽度小于 10mm 的接缝，可不作处理；
- 2) 接缝开张宽度大于 10mm 或出现破碎缝，应进行灌浆机填缝，填缝材料宜采用高模量补强材料；
- 3) 接缝开张宽度大于 15mm 以上的接缝，可采用沥青砂填缝。

8.2.6 表层坑洞应采用不低于原水泥混凝土等级的混凝土进行修复。

8.3 水泥路面碎石化

8.3.1 碎石化前应做好构造物的调查和原路面的清洁工作。

8.3.2 碎石化前应进行试振，记录锤头高度、锤击频率、行驶速度等参数，确定合适的多锤头破碎机设置参数与碾压方案，试振长度不小于100m。

8.3.3 破碎过程中及时清理填缝料、胀缝材料、暴露的钢筋或其他杂物，同时，应紧跟洒水车，控制施工现场扬尘污染。

8.3.4 碎石化层调平与补强按照如下方式：

- 1) 局部下陷深度小于10cm，宜用级配碎石回填；
- 2) 局部下陷深度大于10cm，宜分两层处理，下陷超过10cm部分宜用级配碎石回填，10cm以内部分用C10水泥混凝土进行补强；
- 3) 表面层局部存在大于10cm的凸出碎块，应进行清除并用级配碎石回填；
- 4) 碎石化层中有钢筋外露的，外露部分应剪除至与碎石化层顶面齐平；
- 5) 局部段落发生沉陷的应连同碎石化层材料一并挖除，并用级配碎石换填。

8.3.5 碎石化层施工应满足DB32/T 2883的要求。

8.3.6 质量检验

- 1) 碎石化后的粒径应满足表3要求。

表 3 碎石化粒径要求

沿板厚深度	旧水泥混凝土路面
-------	----------

	0~5cm	5cm~1/2h	1/2h~h
粒径 (mm)	≤7.5	≤22.5	≤37.5

注：h为旧水泥混凝土路面设计厚度（cm）。

2) 碎石化层顶面弯沉值均匀性应满足 $C_v \leq 0.35$ 的控制要求。

3) 其他质量检验标准应满足DB32/T 2883的相关要求。

9 橡胶沥青混合料面层施工技术

9.1 一般规定

9.1.1 沥青路面使用的原材料运至现场后应取样进行质量检测，经检验合格后方可使用。

9.1.2 橡胶沥青混合料可应用于应力吸收层和路面面层；水泥板块上宜加铺橡胶沥青应力吸收层。

9.1.3 供应商应提供橡胶粉质量保证书，并说明橡胶粉规格、加工方式、废旧轮胎类型、储存方式等。

9.2 材料要求

9.2.1 橡胶粉

9.2.1.1 橡胶粉筛分应采用水筛法进行试验。

9.2.1.2 橡胶粉内应无杂质，密度应为 $1.15 \pm 0.05 \text{g/cm}^3$ ，纤维比例应不超过0.5%，可加入适量碳酸钙，用量不宜超过橡胶粉重量3%。

9.2.1.3 橡胶粉颗粒规格应满足表4要求。

表4 橡胶粉筛分规格

筛孔尺寸	2.00mm	1.18mm	600μm	300μm	75μm
通过率 (%)	100	65~100	20~100	0~45	0~5

9.2.2 橡胶沥青

9.2.2.1 橡胶沥青应力吸收层用现场湿法橡胶沥青和橡胶沥青混合料用成品湿法橡胶沥青的技术指标应满足DB32/T 2286相关规定。

9.2.3 集料

9.2.3.1 橡胶沥青应力吸收层集料规格应满足表7要求。

表7 应力吸收层集料规格

筛孔尺寸 (mm)	16	13.2	9.5	2.36	0.075
通过率 (%)	100	75~100	0~15	0~5	0~0.4

9.2.3.2 橡胶沥青应力吸收层集料宜进行预裹附，沥青裹附量宜为0.1~0.2%（按照集料重量计），裹附温度在120℃以上，预裹附的集料堆放时间不宜超过两周。

9.2.3.3 集料、矿粉、混合料配合比设计技术要求应符合JTG F40相关规定。

9.3 橡胶沥青应力吸收层施工工艺

9.3.1 下承层处理

9.3.1.1 原水泥混凝土路面或经处治的水泥板块应保持清洁，不得有尘土或杂物。

9.3.1.2 洒布橡胶沥青前，检查内容包括以下几个方面：

- 1) 空气温度和地面温度不宜低于15℃；
- 2) 旧水泥板表面干燥，路缘石防护良好；
- 3) 风速应不影响橡胶沥青洒布效果；
- 4) 设备状态良好，包括智能沥青洒布车、碎石撒布机、胶轮压路机等。

9.3.2 确定橡胶粉的掺量

9.3.2.1 橡胶沥青生产前应选择至少三个不同的橡胶粉掺量（例如16%、18%、20%）进行试验。

9.3.2.2 橡胶粉加入沥青的温度范围应为177~204℃，拌和1小时后进行粘度试验，确定最佳的橡胶粉掺量。

9.3.2.3 应由熟练人员操作橡胶沥青生产设备，宜采用间歇式方式生产，生产的橡胶沥青应满足9.2相关技术要求。

9.3.3 橡胶沥青洒布

9.3.3.1 橡胶沥青洒布量宜 $2.0\text{kg/m}^2 \sim 2.6\text{kg/m}^2$ ，采用预裹附的集料时，沥青用量可适当减少。

9.3.3.2 洒布车起步和终止位置应铺工程纸或土工布，以准确进行横向衔接，洒布车经过后应及时取走工程纸或土工布。

9.3.3.3 纵向衔接应与已洒布部分重叠 10cm 左右。

9.3.3.4 撒铺碎石前禁止任何车辆、行人通过橡胶沥青层。

9.3.4 撒铺集料

喷洒橡胶沥青后应立即撒铺集料，集料撒铺量宜 $16 \pm 2\text{kg/m}^2$ ，满铺率达 80%以上，根据试铺情况确定，以满铺、不散失为度，对于局部集料撒铺量不足的地方，应人工补足，发现碎石重叠撒铺时要将多余的碎石清扫干净。

9.3.5 碾压

碾压应选择 25T 以上胶轮压路机。在集料撒铺后立即进行碾压。碾压遍数不应少于 2 遍，从洒布橡胶沥青到碾压完成应按照表 8 规定时间内完成。

表 8 施工时间要求

下承层温度	完成碾压时间
40℃以上	20 分钟
18℃至 40℃之间	10 分钟

9.3.6 质量检验

橡胶沥青应力吸收层施工阶段检测的项目应包括：橡胶沥青性质、沥青洒布量、集料撒布量、刹车试验、外观检查等，检查项目和质量标准见表 9。

表 9 橡胶沥青应力吸收层施工阶段的检查项目和质量标准

检查项目	检查频率	质量标准	试验方法
橡胶沥青 177℃粘度 (Pa·s)	每生产一批检查一次	1.5~4.0	旋转粘度计
橡胶沥青量	每半天 1 次	设计量 $\pm 0.2\text{kg/m}^2$	称定面积收取的橡胶沥青量
集料量	每半天 1 次	在规定范围内	用集料总量与撒布面积算得
刹车试验	1 处/2000m ² (仅试铺段做刹车试验)	沥青层不破裂	7 天后用 BZZ—60 标准汽车以 50km/h 车速急刹
外观检查	随时全面	外观均匀一致，用硬物刮开观察，与基层表面牢固粘结，不起皮，无油包和基层外露等现象。	

9.4 成品橡胶沥青混合料面层施工工艺

成品橡胶沥青混合料面层施工工艺应符合 DB32/T 2286 相关技术要求。

10 沥青路面再生施工技术

10.1 一般规定

10.1.1 农村公路路面绿色技术中沥青路面再生技术有沥青路面冷再生技术和沥青路面热再生技术，本规程主要包括水泥就地冷再生、泡沫沥青就地冷再生、泡沫沥青厂拌冷再生。

10.1.2 泡沫就地沥青冷再生和泡沫沥青厂拌冷再生可用于本规程所指农村公路下面层，水泥就地冷再生可用于本规程所指农村公路基层，当用作更高层位时，应进行专家论证。

10.1.3 开工前应对各类施工人员进行岗位培训和技术、安全交底。

10.2 材料要求

原材料应进行质量检验，经评定合格后方可使用，沥青混合料回收料（RAP）和集料应分开堆放，不得混杂。

10.2.1 水泥

水泥作为冷再生混合料的活性添加剂，可以采用普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰硅酸盐水泥，不应使用快硬水泥、早强水泥。水泥应疏松、干燥，无聚团、结块、受潮变质。水泥强度等级可为 32.5 或 42.5，其技术指标应符合 JTG/T F20 的有关规定。

10.2.2 泡沫沥青

发泡用沥青宜采用较软的基质沥青，基质沥青质量需满足 JTG F40 中的相关规定。冷再生用泡沫沥青应满足表 10 要求。

表 10 冷再生用泡沫沥青技术要求

项 目	技术要求	试验方法
膨胀率（倍）	不小于 10	JTG/T 5521 附录 C
半衰期（s）	不小于 8	JTG/T 5521 附录 C

10.2.3 沥青混合料回收料（RAP）

厂拌冷再生时沥青混合料回收料（RAP）需经过预处理后方可使用，应特别重视沥青混合料回收料（RAP）的二次破碎，降低沥青混合料回收料（RAP）中粘结块料的含量。RAP 取样方法及检测项目应满足表 11 的技术要求。

表 11 就地冷再生 RAP 检测项目

检测项目	技术要求	试验方法
含水率	实测	《公路工程集料试验规程》(JTG E42)
RAP 级配	实测	
沥青含量	实测	
砂当量（%）	≥50	

10.2.4 集料

集料质量应符合 JTG F40 的相关规定。

10.2.5 水

饮用水可直接用于冷再生混合料。非饮用水用于冷再生混合料时，不应含有油污、泥和其他有害杂质，且经试验验证不影响产品性能和工程质量。

10.3 水泥冷再生配合比设计

10.3.1 水泥冷再生配合比设计包括：根据规定的材料指标要求，通过试验选取合适的RAP料、新集料和水泥；确定合理的集料配合比例；确定水泥剂量以及混合料最大干密度和最佳含水量。

10.3.2 确定回收旧路面材料、新集料等各组成材料的级配：以旧混合料和新加料的级配为基础确定合成级配，使合成级配满足工程设计级配的要求。

10.3.3 配合比设计包含以下几个步骤：

- 1) 按颗粒组成进行计算，确定各种集料和RAP料的组成比例；
- 2) 取工地使用的水泥，按不同水泥剂量分组试验。一般水泥剂量按3.5%~5.5%范围，分别取4~5种比例（以集料质量为100）制备混合料，按照JTG E51相关要求，用振动成型法确定各组混合料的最佳含水量和最大干密度；
- 3) 根据确定的最佳含水量，拌制水泥冷再生混合料，按JTG E51相关要求制备混合料试件，在标准条件下养护6d，浸水24h后取出，进行无侧限抗压试验；
- 4) 根据7d浸水无侧限抗压强度设计要求（符合JTG/T F20规定，不小于2.0MPa），确定水泥冷再生混合料的配合比。

10.4 泡沫沥青冷再生配合比设计

10.4.1 泡沫沥青冷再生配合比设计包括：根据规定的材料指标要求，通过试验选取合适的RAP料、新集料和水泥；确定合理的集料配合比例；确定水泥剂量；混合料最大干密度和最佳含水量；马歇尔试验设计和沥青混合料性能检验。

10.4.2 确定回收旧路面材料、新集料等各组成材料的级配：以旧混合料和新加料的级配为基础确定合成级配，使合成级配满足工程设计级配的要求。

10.4.3 按照JTG E51相关要求，用振动成型法确定各组混合料的最佳含水量和最大干密度。

10.4.4 泡沫沥青混合料拌制过程应满足DB32/T 2676相关要求。

10.4.5 加入不同泡沫沥青用量（一般为1.5%~3.5%），与混合料进行拌和，按照JTG E20相关要求进行马歇尔试件成型及最佳泡沫沥青用量确定。泡沫沥青再生混合料技术标准应满足表12技术要求。

表 12 泡沫沥青再生混合料技术要求

试验项目			技术要求
劈裂试验（15℃）	劈裂强度（MPa）	不小于	0.4（基层，底基层）
			0.5（下面层）
	干湿劈裂强度比（%）	不小于	75
马歇尔稳定度试验（40℃）	马歇尔稳定度（kN）	不小于	5.0（基层，底基层）
			6.0（下面层）
	浸水马歇尔残留稳定度（%）	不小于	75
冻融劈裂强度比 TSR（%）			不小于 70

10.5 就地冷再生施工工艺

10.5.1 施工准备

10.5.1.1 施工前人员、机械、材料准备就绪，应能够满足连续施工的要求。

10.5.1.2 就地冷再生施工前应对路表面清扫，保持路表层干净、平整。

10.5.1.3 正式摊铺前应铺筑试验路，长度宜不小于200m。对就地冷再生的施工工艺、工程质量、施工管理、施工安全等方面进行检验和调整。通过试验路段铺筑确定以下内容：

- a) 验证现场材料的级配和确定生产配合比；
- b) 验证并完善就地冷再生设备拌和工艺；
- c) 摊铺的厚度与速度，以及再生层的松铺系数；

- d) 碾压方案, 包括压路机组合方式及碾压速度;
- e) 就地冷再生混合料的性能指标;
- f) 检验各种施工机械的效率及组合方式是否匹配;
- g) 确定施工组织及管理质保体系、人员设备、通讯指挥方式。

10.5.1.4 铺筑结束后, 施工单位应进行试铺总结。

10.5.2 就地冷再生施工流程应符合JTG/T F20和JTG/T 5521相关要求。

10.5.3 材料布设

10.5.3.1 根据再生厚度、宽度、干密度等计算每平方米再生结合料、新集料、水泥等用量。

10.5.3.2 水泥类填料可采用机械或人工撒布, 应保证撒布均匀。有条件的应优先采用水泥制浆车添加水泥。

10.5.3.3 集料可采用集料撒布机撒布, 无条件时也可采取人工撒布, 根据撒布机实际撒布能力和所需集料用量, 可以多次撒布, 应保证撒布均匀。

10.5.4 铣刨与拌和

10.5.4.1 冷再生机推动水车、泡沫沥青运输罐车在原路上行驶。再生混合料的含水量、沥青添加量与再生深度均由试铺确定, 由再生机自动控制, 含水量宜控制高于最佳含水量的0.5%~1.0%。

10.5.4.2 冷再生机行进速度应根据路面损坏状况和再生深度调整, 水泥就地冷再生速度宜为 5 m/min~6m/min, 泡沫沥青就地冷再生速度宜 8m/min~9m/min。网裂严重区域速度应适当放慢。

10.5.4.3 应在道路两侧设置水平控制桩, 定期核查再生深度, 如再生深度超过设计深度±1cm, 应查明原因后再继续施工。施工中再生深度的检查以相邻已经再生或原路面为标准, 用钢钎刺入混合料中, 测量再生深度是否符合要求。再生机每次下刀的两侧应进行检查, 其他路段 30m~50m 检查一次。

10.5.4.4 若进行多刀施工时, 应保证搭接宽度不小于 15cm, 宜为 30cm。

10.5.4.5 再生机后应保证清洁, 无杂质、无余料。

10.5.4.6 再生工作面长度应根据工作面宽度、碾压设备配置、碾压工艺、天气情况等合理设置。

10.5.4.7 再生机组应缓慢、均匀、连续地进行再生作业, 不得随意变更速度或者中途停顿。

10.5.5 碾压整形

10.5.5.1 就地冷再生再生厚度应经试验段检验其压实度满足要求后确定。

10.5.5.2 碾压方案应按照试验段确定的合理施工工艺。经验不足时可参考下述工艺: 再生机后应紧跟轻型双钢轮振动压路机进行初压 1 遍~3 遍, 在完成一个作业段初压后, 应立即用平地机整形。整形后, 复压采用单钢轮压路机振动碾压 3 遍~5 遍, 终压采用轮胎压路机静压 4 遍~6 遍, 根据需要确定是否采用双钢轮压路机静压收光。采用单钢轮压路机、双钢轮压路机碾压时应重叠 1/2 轮宽, 采用胶轮压路机时应重叠 1/3 轮宽。路面的两侧宜多压 2~3 遍。

10.5.5.3 严禁压路机在已完成的或正在碾压的路段上调头或急刹车, 应保证再生层表面不受破坏。

10.5.5.4 碾压过程中, 再生层的表面应始终保持湿润, 如水分蒸发过快, 应及时补洒少量的水, 严禁大量洒水碾压。

10.5.5.5 碾压过程中, 如有“弹簧”、松散、起皮等现象, 应及时翻开处理, 并达到质量要求。

10.5.5.6 经过拌和、整形的就地冷再生层, 宜在水泥初凝前, 延迟时间内完成碾压, 达到要求的密实度, 且没有明显的轮迹。

10.5.6 养生

10.5.6.1 水泥就地冷再生养生方法应满足 JTG/T F20 中水泥稳定碎石养生的相关要求。

10.5.6.2 泡沫沥青冷再生养生应满足以下几个要求:

a) 泡沫沥青冷再生沥青混合料铺筑完成后应进行封闭自然养生，养生时间一般为 3d~7d，不宜少于 48h。当满足以下两个条件之一时，可结束养生：

- 1) 再生层采用 $\Phi 150\text{mm}$ 钻头可取出完整的芯样；
- 2) 再生层含水率低于2%。

b) 在开放交通的条件下养生时，再生层在完成压实至少 1d 后方可开放交通，但应严格限制重型车辆通行，行车速度应控制在 40km/h 以内，并严禁车辆在再生层上掉头或急刹车。

c) 养生初期在遇到弱雨水作用时可不进行覆盖，在遇到较强的雨水作用时采取必要的防雨措施。

10.5.6.3 在养生完成后尚未加铺上层结构前，车辆需要通行时宜做表面处理。

10.6 泡沫沥青厂拌冷再生路面施工工艺

10.6.1 RAP材料的铣刨、破碎、筛分和贮存

10.6.1.1 可选用冷铣刨、机械开挖等方式获取沥青混合料回收料（RAP），并不得混入杂物。

10.6.1.2 选用冷铣刨时，应事先确定铣刨速度、深度等铣刨参数，必要时通过试验段确定铣刨参数。在施工过程中保持铣刨参数的稳定，严格控制材料变异。

10.6.1.3 沥青混合料回收料（RAP）应通过破碎、筛分等工艺进行预处理，不允许使用未经预处理的沥青混合料回收料（RAP）。

10.6.1.4 根据再生混合料的最大公称粒径合理选择筛网尺寸，将处理后的沥青混合料回收料（RAP）筛分成不少于两档的材料，其中最小筛网的孔径不宜超过10mm。

10.6.1.5 经过预处理的沥青混合料回收料（RAP），应根据不同料源、品种、规格在硬化场地、防雨棚下分开堆放，及时使用，避免长时间的堆放，堆料高度不宜超过3m。可用装载机等将其转运到堆料场均匀堆放，转运和堆放过程中应避免沥青混合料回收料（RAP）离析。

10.6.1.6 沥青混合料回收料（RAP）取料时应从堆料的底部开始向上在全高范围内铲装使用。

10.6.2 再生混合料拌制

10.6.2.1 泡沫沥青厂拌冷再生宜采用专用拌合设备，需配备泡沫沥青发生装置，泡沫沥青的生产设备要有精确的计量装置，基质沥青的温度要控制在最佳发泡温度 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 的范围之内。应定时检测泡沫沥青的性能，包括泡沫沥青的膨胀比和半衰期。

10.6.2.2 拌和设备的生产能力应与摊铺设备生产能力匹配。

10.6.2.3 拌和时间适宜，拌和后的冷再生混合料应均匀一致，无结团成块现象。

10.6.2.4 每个工作班结束时应打印出一个工作班材料用量和再生混合料拌和量的统计量，计算沥青、水泥及添加新材料的用量，与设计值及容许值比较，评定是否符合要求。如果不符以上要求时，宜对设定值适当调整。

10.6.3 混合料运输

再生混合料宜采用较大吨位的运料车运输，但不得超载运输。运料车的运力应稍有富余，施工过程中摊铺机前方应有运料车等候。运料车宜用苫布覆盖，防止运输材料时水分蒸发或遭雨淋。

10.6.4 再生混合料摊铺

10.6.4.1 泡沫沥青厂拌冷再生混合料采用自动找平（钢丝绳引导的高程控制）方式的摊铺机摊铺，熨平板不需要加热。

10.6.4.2 摊铺机缓慢、均匀、连续不间断的摊铺，中途不随意变换速度或停顿，摊铺速度宜控制在 2m/min~5m/min。当发现混合料出现明显的离析、波浪、裂缝、拖痕时，应分析原因，予以消除。

10.6.4.3 再生混合料的松铺系数应根据试验路段结果确定。摊铺过程中随时检查摊铺层厚度及路拱、横坡。

10.6.4.4 摊铺过程中的缺陷由人工做局部找补或更换混合料，但须仔细进行，特别严重的缺陷应

整层铲除。

10.6.5 再生混合料碾压及成型

10.6.5.1 再生混合料摊铺后单层压实厚度，宜不大于 160mm 和宜不小于 80mm。

10.6.5.2 碾压方案按照试验段确定的施工工艺，经验不足时可参考 10.5.5 节。

10.6.5.3 摊铺过程中随时检查摊铺层压路机以慢而均匀的速度碾压，初压速度为 1.5 km/h~3km/h，复压和终压速度宜为 2 km/h~4km/h。

10.6.5.4 碾压应在混合料最佳含水率情况下进行，以保证压实后的再生层符合压实度和平整度的要求。

10.6.5.5 直线和不设超高的平曲线段，应由两侧路肩向路中心碾压；设超高的平曲线段，应由内侧路肩向外侧路肩碾压。

10.6.5.6 严禁压路机在刚完成碾压或正在碾压的路段上掉头、急刹车及停放。

10.6.6 工作缝

10.6.6.1 工作缝包括纵向和横向工作缝，都应采用垂直的平接缝。接缝处从完全压实的路段一侧沿接缝方向反复碾压，并逐渐移向新铺面，再正常碾压。

10.6.6.2 纵向接缝应保证搭接宽度宜不小于 100mm。碾压时从新铺面层的 50mm~100mm 宽度开始，接缝碾压紧密后，进行全面碾压。

10.6.7 养生及开放交通

参照本标准10.5.6节的规定执行。

10.7 施工质量检验

10.7.1 水泥就地冷再生基层施工检测项目、频率和质量要求见表 13。

表 13 水泥就地冷再生施工检查项目、频率和质量要求

检查项目	质量要求	检查频率	检查方法
压实度 (%)	≥96 (宜≥97)	每车道每公里 1 次	灌砂法，基于振动成型标准密度 T0842
抗压强度 (MPa)	不小于 2.0MPa	每车道每公里 6 个	T0805
含水量	符合设计要求	发现异常时随时试验	T0801
级配	符合设计要求	每车道每公里 1 次	T0302
水泥剂量 (%)	不小于设计值-1.0	每车道每公里 1 次	T0809

10.7.2 泡沫沥青冷再生路面施工检查项目、频率和质量要求见表 14。

表 14 泡沫沥青冷再生路面施工检查项目、频率和质量要求

检查项目	质量要求	检查频率	检查方法
压实度 (%)	≥97 (宜≥98)	每车道每公里 1 次	灌砂法，基于振动成型标准密度 T0842
空隙率 (%)	≤12 (二级及二级以下公路)		
15℃劈裂强度 (MPa)	≥0.4 (基层、底基层) ≥0.5 (下面层)	每工作日一次	T0716
干湿劈裂强度比 (%)	≥75		T0716
马歇尔稳定度 (kN)	≥5.0 (基层、底基层) ≥6.0 (下面层)		T0709
残留稳定度 (%)	≥75		T0709
冻融劈裂强度比 (%)	≥70		T0729
含水量	符合设计要求	发现异常时随时试验	T0801

沥青含量	符合设计要求	发现异常时随时试验	抽提筛分
矿料级配			

10.7.3 冷再生路面施工过程的外观尺寸检查项目、频率和质量要求见表 15。

表 15 冷再生路面施工过程的外观尺寸检验项目、频率和要求

检查项目	质量要求	检查频率	检查方法
平整度（mm）	≤10	每 200 延米 2 处，每处连续 10 尺	T0931
纵断面高程（mm）	±10	每 20 延米 1 点	T0911
厚度（mm）	设计厚度的-8%	每 100 米每车道 1 点	T0912
宽度（mm）	不小于设计宽度，边缘线整齐，顺适	每 40 延米 1 处	T0911
横坡度（%）	±0.4	每 100 延米 3 处	T0911
外观	表面平整密实，无浮石、无弹簧现象， 无明显轮迹	随时	目测

11 绿色技术评价

11.1 农村公路绿色技术施工后应开展绿色化评价。评价方法可采用层次分析法与专家调查法相结合的方式。

11.2 农村公路绿色技术绿色化评价应从环保性、经济性、社会效益三方面进行，满分 100 分。

11.2.1 环保性中应从节材、节能、节水、节地和环境保护进行绿色化程度评分。

11.2.2 经济性中应从成本、直接效益和间接效益进行绿色化程度评分。

11.2.3 社会效益中应从科技创新、推广能力和技术可靠性进行绿色化程度评分。

11.3 农村公路绿色技术绿色化评价结果分为一星级（★）、二星级（★★）、三星级（★★★）四星级（★★★★）、五星级（★★★★★）五个等级。具体分值见表 16。

表 16 绿色化评价

评价星级	一星级（★）	二星级（★★）	三星级（★★★）	四星级（★★★★）	五星级（★★★★★）
分值区间	<60	[60, 70)	[70, 80)	[80, 90)	≥90

附录 A
(资料性附录)
绿色化评价内容表

A.1 农村公路绿色技术绿色化评价内容

表 A.1 农村公路绿色技术绿色化评价内容

准则	子准则	指标
环保性	节材	单位成品主材的节约量及节约额 材料实物消耗量 材料利用率 材料循环利用系数 材料损耗率 固废材料回收利用率
	节能	主要耗能量(电能、燃油) 能源利用率 可再生能源利用率
	节水	水资源节约量 水资源重复利用率 非传统水资源利用率
	节地	施工布置占地面积 施工便道的合理性 既有道路的利用率
	大气污染	扬尘控制 废气排放达标率
	污水	污水排放达标率 污水的处理措施 废水 PH 值
	固体废弃物	固体废弃物的处理 固体废弃物回收利用率
	噪声	噪声释放达标率 低振动、低噪声设备使用率 噪声持续时间及时间段分布
	光污染	夜间照明设施的照明强度
经济合理性	成本	研发或采用此项技术投入的人、财、物力等
	直接经济效益	成本节约量
	间接效益	工期缩短量 施工质量的提高 劳动强度的降低 环境影响的减少
社会效益	科技推广	新材料的比重 新设备的比重 是否采用新技术

		是否采用新工艺
	工人健康	劳动强度 作业环境 可能诱发的职业病及事故率等