|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 93.080.20 |
| CCS | |  | | --- | |  |   P 66 |

团体标准

T/CASMES XXXX—XXXX

公路用建筑垃圾再生材料生产技术规程

Technical Specifications for the Production of Road Construction and Demolition Waste Recycled Materials

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国中小企业协会  发布

目次

[前言 II](#_Toc182301406)

[1 范围 1](#_Toc182301407)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc182301408)

[3 术语和定义 1](#_Toc182301409)

[4 材料要求 1](#_Toc182301410)

[5 配合比 2](#_Toc182301411)

[6 施工 5](#_Toc182301412)

[7 施工质量验收 6](#_Toc182301413)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由青海明飞投资发展有限公司提出。

本文件由中国中小企业协会归口。

本文件起草单位：青海明飞投资发展有限公司。

本文件主要起草人：

公路用建筑垃圾再生材料生产技术规程

* 1. 范围

本文件规定了公路用建筑垃圾再生材料生产的材料要求、配合比、施工、施工质量验收。

本文件适用于各等级的公路废弃沥青作为再生材料的生产技术规程。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程（附条文说明）

JTG F40 公路沥青路面施工技术规范

JTG 3441 公路工程无机结合料稳定材料试验规程

* 1. 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

* 1. 材料要求
     1. 回收沥青路面材料

回收沥青路面材料的级配应满足泡沫沥青冷再生料的级配要求，若不能满足级配要求，则应保持级配稳定，通过添加集料调整级配，使其组成级配满足级配的要求。

回收沥青路面材料应干燥，且不应含有泥块、黏土颗粒或其他杂质。

* + 1. 道路石油沥青

泡沫沥青再生中用于生产泡沫沥青的基质沥青，宜采用 70 号或 90 号的道路石油沥青，其技术指标应满足表 1 的规定。

1. 道路石油沥青指标

| 项目 | 指标 |
| --- | --- |
| 针入度（25 ℃、100 g、5 s），0.1 mm | 80～100 |
| 软化点，℃ | ≥45 |
| 延度（15 ℃、5 cm/min），Cm | ≥100 |
| 含蜡量（蒸馏法），% | ＜2.2 |
| 闪点，℃ | ≥245 |
| 溶解度，% | ≥99.5 |
| 密度（15 ℃），g/cm3 | 实测 |
| RTFOT 后残留物 | |
| 质量变化，% | ≤±0.8 |
| 残留针入度比（25 ℃），% | ≥57 |
| 残留延度（10 ℃），cm | ≥8 |

* + 1. 泡沫沥青

沥青发泡影响因素较多，很难依据沥青标号和等级来判断沥青的发泡效果，因此，施工前应进行沥青发泡试验。泡沫沥青的指标应满足表 2 的规定。

1. 泡沫沥青指标

| 项目 | 技术要求 |
| --- | --- |
| 膨胀率 | ≥10 |
| 半衰期（s） | ≥8 |

沥青发泡最佳用水量和最佳发泡温度通过发泡试验确定，最佳发泡用水量一般在 1.5 %～4.0 % 之间，最佳发泡温度一般在 150 ℃～180 ℃ 之间。

泡沫沥青冷再生混合料中，泡沫沥青添加量折合成纯沥青后占混合料其余部分干质量的百分比一般为 2.0 %～3.5 %，实际添加量以泡沫沥青冷再生料配合比设计结果为准。

* + 1. 水泥

水泥作为活性填料用于泡沫沥青冷再生时，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。水泥的初凝时间应在 3 h 以上，终凝时间应大于 6 h 而小于 10 h，禁止使用快硬水泥、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。

水泥的剂量一般为 1.0 %～1.8 %，具体用量以泡沫沥青冷再生混合料配合比设计结果为准。

* + 1. 新掺集料

沥青路面泡沫沥青冷再生中掺入集料的目的是改善混合料级配，使其满足本文件第五章中规定的级配范围要求。集料的掺配比例应根据级配设计确定。

集料堆放、运输途中，应进行覆盖。

材料堆放场地应进行硬化处理，同时做好排水设施。各种材料应分开堆放，避免受潮、互相交叉混料和污染。

* + 1. 水

一般采用可饮用水。使用非饮用水，应经试验验证，不影响产品和工程质量时方可使用。

* + 1. 再生剂

沥青再生剂品种的选用应综合考虑RAP中沥青老化程度、RAP 的掺配比例、再生剂与沥青的配伍性。

沥青再生剂宜满足表 2 的要求。

沥青再生剂应存放在密闭容器中，防止挥发和污染。

1. 再生剂质量要求

| 项目 | | 单位 | 要求 | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| RA-1 | RA-5 | RA-25 | RA-75 | RA-250 | RA-500 |
| 60 ℃ 运动黏度 | | mm2/s | 50～175 | 176～900 | 901～4 500 | 4 501～12 500 | 12 501～37 500 | 37 501～60 000 |
| 闪点 | | ℃ | ≤220 | | | | | |
| 四组分 | 饱和分 | % | ≤30 | | | | | |
| 芳香分 | 实测记录 | | | | | |
| 胶质 | 实测记录 | | | | | |
| 沥青质 | ≤1 | | | | | |
| 薄膜烘箱试验（163 ℃，5 h） | 黏度比 | % | ≤3 | | | | | |
| 质量变化 | ≤4 | ≤3 | | | | |
| 15 ℃ 密度 | | g/cm3 | 实测记录 | | | | | |
| a 黏度比是指试样薄膜烘箱试验后黏度与试验薄膜烘箱试验前黏度之比。 | | | | | | | | |

* 1. 配合比
     1. 取样

泡沫沥青再生混合料在进行配合比设计前，需要对旧沥青路面进行取样。泡沫沥青再生宜采用再生设备来进行取样，泡沫沥青厂拌冷再生应采用铣刨机进行取样。

* + 1. 沥青检测

在进行配合比设计时，首先要对用于发泡的沥青进行基本指标检测，其技术指标应满足本文件表 1的要求。

沥青基本指标检测完成以后，应对其进行发泡特性检测，确定沥青的最佳发泡条件。

* + 1. 级配设计

通过筛分试验，测得回收沥青路面材料（RAP）和新掺集料等各组成材料的级配。

根据回收沥青路面材料（RAP）和集料的级配确定合成级配并绘制级配曲线，合成级配应满足表 4中要求的级配范围，且宜接近表中级配范围的中值。当反复调整不能满足要求时，应更换集料重新进行设计。

1. 泡沫沥青再生混合料级配范围

| 筛孔尺寸，mm | 各筛孔的质量通过百分率，% | | |
| --- | --- | --- | --- |
| 粗粒式 | 中粒式 | 细粒式 |
| 37.5 | 100 | — | — |
| 26.5 | 85～100 | 100 | — |
| 19 | — | 90～100 | 100 |
| 13.2 | 60～85 | — | 90～100 |
| 9.5 | — | 60～85 | — |
| 4.75 | 26～65 | 35～65 | 45～75 |
| 2.36 | 30～55 | 30～55 | 30～55 |
| 0.3 | 10～30 | 10～30 | 10～30 |
| 0.075 | 6～20 | 6～20 | 6～20 |

* + 1. 确定最大干密度和最佳含水率

按 JTG 3441 中方法确定混合料的最大干密度（含水泥，不含泡沫沥青）和最佳含水率。

* + 1. 准备

计算所要拌合的材料的数量，并放置到合适的拌锅内。

按式（1）计算试样干质量：

()

式中：

Msample——试样的干质量，g；

Mair-dirty——试样的风干质量，g；

Wair-dirty——风干试样的含水率，%。

按式（2）计算水泥用量：

()

式中：

Mcement——需要加入的水泥质量，g；

Cadd——水泥剂量，%；

Msample——试样的干质量，g。

按式（3）计算确定需要加入试样中的含水量，按式（4）确定试样中所需的加水质量。

()

()

式中：

Wadd——需要加入试样中的含水率，%；

WOMC——最佳含水率，%；

Mwater——试样所需的加水质量，g。

将试样材料、水泥、水在拌缸内一起拌和至均匀，拌和时间一般不少于 1 min。

按式（5）确定泡沫沥青用量：

()

式中：

Mbitument——需要加入的泡沫沥青质量，g；

Badd——泡沫沥青含量，%。

将机械式拌锅与发泡设备对接在一起，以便泡沫沥青可直接喷入拌锅中。

开启拌锅，在向拌锅内喷射泡沫沥青之前至少拌和30秒，并在喷射泡沫沥青后持续拌和 30 s。

将拌制好的泡沫沥青稳定材料转移至容器内并立即密封，以防止水分损失。

按照步骤立即成型试件，至少制作三种不同泡沫沥青用量（例如 2.0 %、2.5 % 和 3.0 %）的试件。

* + 1. 制作马歇尔试件

将拌和均匀的混合料装入试模，按 JTG E20 中的方法，使用马歇尔击实仪成型试件。

将试件连同试模一起侧放在 60 ℃ 的鼓风烘箱中养生至恒重，养生时间一般不少于 40 h。

将试模从烘箱中取出，试样直接侧放至冷却 12 h 后脱模。

制作至少四种不同泡沫沥青用量（通常为 1.5 %、2.0 %、2.5 % 和 3.0 %）的试件

* + 1. 确定最佳沥青用量

将各组油石比试件进行 15 ℃ 劈裂试验和浸水 24 h 劈裂试验。浸水 24 h 劈裂试验的试验方法为:将试件完全浸泡在 25 ℃ 的恒温水浴中 23 h，再在 15 ℃ 恒温水浴中完全浸泡 1 h，然后取出试件立即进行 15 ℃ 的劈裂试验。

劈裂强度试验应按 JTG E20 中的方法进行。

根据劈裂强度和浸水劈裂强度试验结果，计算干湿劈裂强度比，并依照表 5 的要求，最终确定最佳泡沫沥青用量 0AC。

1. 泡沫沥青再生混合料设计技术要求

| 项目 | | 要求 |
| --- | --- | --- |
| 劈裂试验（15 ℃） | 劈裂强度，MPa | ≥0.40（基层、底基层）  ≥0.50（下面层） |
| 干湿劈裂强度比，% | ≥75 |
| 冻融劈裂强度比TSR，% | | ≥70 |

* + 1. 确定新沥青标号和再生剂用量
       1. 确定再生沥青目标标号

再生后的沥青目标标号根据公路等级、混合料使用层位、工程的气候条件、交通量、设计车速等条件，选取与当地同等条件道路相一致的沥青标号作为再生沥青目标标号，宜适当提高沥青目标标号。

* + - 1. 确定新沥青标号

根据 RAP 的性质，掺配比列，参照表 6 选择新沥青。

1. 新沥青选取要求

| 再生沥青混合料新沥青选择回收沥青等级 | RAP含量 | 建议的新沥青等级 |
| --- | --- | --- |
| P≥30 | R＜20 % | 沥青选择不需要变化 |
| 20≤P＜30 | R＜15 % |
| 10≤P＜20 | R＜10 % |
| P≥30 | 20 %≤R＜30 % | 选择新沥青标号比正常高半个等级，即针入度 10（0.1 mm） |
| 20≤P＜30 | 15 %≤R＜25 % |
| 10≤P＜20 | 10 %≤R＜15 % |
| P≥30 | R≥30 % | 根据新旧沥青混合调和法则确定 |
| 20≤P＜30 | R≥25 % |
| 10≤P＜20 | R≥15 % |

需要根据新旧沥青混合调和法则确定新沥青标号或再生剂，按式（6）、式（7）确定新沥青或再生剂的动力黏度（60 ℃）。

()

()

式中：

式中：

μmix——混合后沥青动力黏度（Pa·s）；

μold——混合前旧沥青动力黏度（Pa·s）；

μnew——混合前新沥青或再生剂动力黏度（Pa·s）；

α——新沥青或再生剂的比例；

Pn——新沥青或再生剂用量；

Pb——总沥青用量，或再生剂与旧沥青合计量。

根据动力黏度确定新沥青标号。如需新沥青和再生剂配合使用的，新沥青与再生剂的掺配比例可按照上式计算。

根据计算得到的新旧沥青掺配比例和再生剂掺量，进行新旧沥青掺配试验，试验验证再生沥青标号。

测试动力黏度有困难的，可采用针入度指标。

* 1. 施工
     1. 旧沥青材料的回收

采用冷铣刨的方式回收旧沥青路面材料，应事先确定铣刨速度、深度等铣刨参数，并在施工中保持铣刨参数的稳定，严格控制材料变异。

不同的旧沥青路面材料应分别回收，分开堆放，不得混杂。

回收沥青路面材料应避免长时间的堆放，料仓中的回收沥青路面材料应及时使用。

回收沥青路面材料需做好防雨措施，避免使用时含水量过大。

* + 1. 施工准备

施工前应准备好各类施工设备及原材料。

铺筑前要检查其下承层质量，保持表面干净，无灰尘、杂物等污染。

按照设计要求完成粘层或封层施工。

* + 1. 混合料的拌合

泡沫沥青再生混合料采用厂拌冷再生专用设备来生产,厂拌再生设备必须具有连续式拌和功能，配置泡沫沥青发泡和添加系统、水泥和水的添加系统、材料自动调节控制系统等。

回收沥青路面材料（RAP）和新掺集料应按比例均匀混合，精确控制泡沫沥青、水泥以及拌和水的添加用量。

拌和好的泡沫沥青冷再生混合料应均匀一致，无沥青结团、明显的条状或拉丝现象。泡沫沥青冷再生混合料生产过程中应随时用厂拌冷再生设备上的泡沫沥青测试喷嘴检查沥青的发泡特性，并随时进行调整。

随时检测回收沥青路面材料（RAP）的含水率，准确控制拌和用水量。

每个工作班结束时，应打印一个工作班的材料用量和再生混合料的拌和量的统计表，计算出沥青、水泥及新掺集料的用量，并与设计值相比较，评定材料用量是否符合要求。如有偏差时应对设定值进行调整。

* + 1. 混合料的运输

拌和好的泡沫沥青冷再生混合料应采用自卸汽车运输至摊铺现场,车辆的吨位和数量应与摊铺机的数量、摊铺能力、运输距离等相匹配，在厂拌设备和摊铺机间形成一个不间断的供料车流。

从厂拌设备向运料车上装料时应多次挪动运料车的位置,平衡装料,以减少再生混合料的离析。

混合料运输车应采用篷布覆盖，防止运输时混合料水分蒸发或者被雨淋湿。

* 1. 施工质量验收

泡沫沥青再生施工前，原材料的质量控制和检查项目、频率应满足表 7 的要求。

1. 泡沫沥青再生施工前原材料检查

| 材料 | 检查项目 | 要求值 | 检查频率 |
| --- | --- | --- | --- |
| 泡沫沥青 | 膨胀率 | ≥10 | 每批来料 1 次 |
| 半衰期 | ≥8 |
| 针入度、软化点、延度 | 符合设计要求 |
| 水泥 | 水泥强度、凝结时间 | 符合设计要求 | 每批来料 1 次 |
| 集料 | 强度、压碎值、针片状含量 | 符合设计要求 | 每批来料 1 次 |
| 1. 正常施工时可不测水泥的相关指标，只需产品检验合格报告或出厂合格证即可。 | | | |

施工质量验收与评定应符合 JTG F40 的规定。

