



T/CECS G XXXX: 2017

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction  
Standardization

道路工程固体废弃物凝固剂应用  
技术规程

(征求意见稿)

Technical Specification for the Application of Solid Waste  
Solidification Agents in Road Engineering

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

(空白)

征求意见稿

中国工程建设标准化协会标准

道路工程固体废弃物凝固剂应用技术规程

Technical Specification for the Application of Solid Waste Solidification  
Agents in Road Engineering

T/CECS G: DX-0X-202X

主编单位： 恩典之路环保科技集团有限公司  
中路高科交通检测检验认证有限公司

发布机构： 中国工程建设标准化协会

实施日期： 202X年XX月XX日

人民交通出版社股份有限公司

北京

# 目 次

1 总则 .....	1
2 术语和定义 .....	2
3 道路工程固体废弃物混合料组分 .....	4
3.1 一般规定 .....	4
3.2 固体废弃物材料 .....	4
3.3 凝固剂 .....	5
3.4 水泥及添加剂 .....	6
3.5 水 .....	6
4 道路工程固体废弃物混合料组成设计 .....	8
4.1 一般规定 .....	8
4.2 强度要求 .....	10
4.3 凝固剂稳定固体废弃物基层、底基层混合料组成设计及要求 .....	11
4.4 凝固剂稳定固体废弃物面层混凝土组成设计及要求 .....	13
4.5 凝固剂稳定固体废弃物抗冻性能要求 .....	14
5 施工 .....	16
5.1 一般规定 .....	16
5.2 碾压成型法 .....	16
5.3 摊铺成型法 .....	19
6 质量检验 .....	23
6.1 一般规定 .....	23
6.2 质量控制 .....	23
6.3 检验 .....	25

# 前 言

根据中国工程建设标准化协会公路分会发中建标[2025]X号《关于开展2025年第一批中国工程建设标准化协会标准（CECS G）制修订编制项目的通知》要求，由恩典之路环保科技集团有限公司、中路高科交通检测检验认证有限公司承担《道路工程固体废弃物凝固剂应用技术规程》的制定工作。

编写组在总结道路工程用固体废弃物凝固剂十余年来工程经验和相关科研成果的基础上，以完善和提升凝固剂及其混合料的筑路技术为核心，完成了本标准的编写工作。

本标准分为6章，主要内容包括：1 总则、2 术语和定义、3 道路工程固体废弃物混合料组分、4 道路工程固体废弃物混合料组成设计、5 施工、6 质量检验。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本标准提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本标准相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会归口管理，由恩典之路环保科技集团有限公司或中路高科交通检测检验认证有限公司负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本标准日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路8号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或李兴（地址：吉林省长春市高新区繁荣路5299号；邮编：130012；传真：0431-81036542；电子邮箱：Guhuaji\_ZL@163.com），以便修订时研用。

**主编单位：**恩典之路环保科技集团有限公司

中路高科交通检测检验认证有限公司

**参编单位：**石家庄铁道大学

中交一公局集团有限公司

中国石油大学（北京）

北京交通大学

中铁二十五局

中建交通建设工程（西藏）有限公司

中国二十二冶集团有限公司

中国建筑西南勘察设计研究院有限公司

**主 编：**谢纪强 曹东伟

**主要参编人员：**于立 夏磊 司春棣 王玉果 史权

高云起 袁泉 李江波 赵伟杰 陈云

苏启东 周文波

**主 审：**张新天

**参与审查人员：**

**参 加 人 员：**

征求意见稿

# 1 总则

1.0.1 为指导凝固剂固化处理固体废弃物在道路工程中的规范应用，做到技术先进，安全可靠，确保质量，经济合理，环境友好，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于在公路工程建设和大中修工程中路面基层、底基层或水泥混凝土路面面层中凝固剂稳定固体废弃物的应用。市政道路可参照执行。

1.0.3 凝固剂稳定固体废弃物在道路工程中的应用除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

征求意见稿

## 2 术语

### 2.0.1 固体废弃物 solid waste

在工业生产、建设活动和日常生活中产生的，产量较大的固态、半固态废弃物且不属于危险废物并可用于公路工程的无机固体废弃物，包含钢渣、煤矸石、粉煤灰、磷石膏、赤泥、建筑垃圾等工业固废。

### 2.0.2 固体废弃物路面基层 solid waste pavement base

固体废弃物掺量不小于90%的路基层复合材料，按照路线位置和一定技术要求修筑的带状构造物，是路面的基础，承受由路面传来的行车荷载。

### 2.0.3 固体废弃物路面面层 solid waste pavement surface

固体废弃物掺量不小于90%的路面层复合材料，按照路线位置和一定技术要求修筑的带状构造物，铺设公路最上层，直接承受行车荷载。

### 2.0.4 固体废弃物再生级配骨料 solid waste aggregate

由各种固体废弃物等加工而成的骨料。

### 2.0.5 固体废弃物再生灰粉料 solid waste ash powder

固体废弃物材料中被复合选粉机选出的粒径为0 mm~0.075 mm的物料。

### 2.0.6 固体废弃物混合料 solid waste mixture

由固体废弃物级配骨料、再生灰粉料或矿渣、粉煤灰等工业固废配制的混合料。

### 2.0.7 凝固剂 stabilizer

用于加强固体废弃物混合料化学和物理反应，使固体废弃物混合料生成稳定的综合体结构，提高结构表层水稳定性和强度的添加剂。

## 2.0.8 固体废弃物稳定材料 solid waste stabilized materials

以凝固剂、水泥、石灰等结合料与固体废弃物为主的被稳定材料，通过加水共同拌和形成的混合料。

征求意见稿

### 3 道路工程固体废弃物混合料组分

#### 3.1 一般规定

3.1.1 本规程规定的固体废弃物应满足现行国家标准《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》GB 18599-2020所规定的第 I 类和第 II 类一般工业固体废物的相关环保要求。

3.1.2 采用固体废弃物再生固废集料按技术要求分为甲类和乙类。

3.1.3 再生固废集料适用于不同的道路工程：甲类再生固废集料可应用于公路工程建设和大中修工程中的路面基层、底基层或水泥混凝土路面面层；乙类再生固废集料则适用于公路工程建设和大中修工程中的路面基层、底基层，市政道路可参照执行。

3.1.4 再生级配骨料应符合下列规定：

- 1.用于公路底基层时，最大粒径不大于31.5mm；
- 2.用于公路基层时，最大粒径不应大于26.5mm；
- 3.用于公路面层，最大粒径不应大于15mm；

3.1.5 在原材料试验评定中，试验样本应按照《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20-2015) 执行。

#### 3.2 固体废弃物材料

3.2.1 固体废弃物再生级配骨料分级标准应符合表3.2.1的要求。

表3.2.1 采用固体废弃物的再生级配骨料分级标准

项目	甲类	乙类	试验方法
压碎指标 (%)	≤25	≤35	JTG E42 T 0316
泥块含量(按质量计) (%)	≤0.5	≤0.7	JTG E42 T 0310
针片状颗粒含量 (%)	JTG E42 T 0311		

3.2.2 固体废弃物再生灰粉料应符合表3.2.2的技术要求。

表3.2.2 固体废弃物再生灰粉料技术指标

项目	技术要求	检验方法	
需水量比(质量分数) (%)	≤115	GB/T1596	
烧失量(质量分数) (%)	≤15.0	GB/T 176	
细度(45 μm 筛余)(质量分数) (%)	≤25.0	GB/T 1345	
含水量(质量分数) (%)	≤1.0	GB/T 1596	
三氧化硫(质量分数) (%)	≤3.0	GB/T 176	
游离氧化钙(质量分数) (%)	≤4.0		
氯离子(质量分数) (%)	≤0.02		
沸煮法安定性/mm	≤5.0	GB/T 1596	
强度活性指数(%)	7 d		≥65.0
	28 d		≥70.0
放射性 <sup>a</sup>	合格	GB 6566	
<sup>a</sup> 放射性试验样品为硅酸盐水泥和再生粉按质量比70:30混合制成。			

3.2.3 固体废弃物级配骨料的颗粒级配要求应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）及《公路水泥混凝土路面施工技术细则》（JTG/T F30-2014），针对不同类型固废特性，经混合料组成设计确定。

### 3.3 凝固剂

3.3.1 凝固剂按形态分为液体和固体两类。

3.3.2 液体凝固剂不应有沉淀或絮状现象，其匀质性及稳定性应符合表 3.3.2 的规定。

表 3.3.2液体凝固剂技术要求

项目	技术要求
外观	常温下呈均匀状态，不应有沉淀分层
密度/(g/cm <sup>3</sup> )	生产厂控制值+0.03
pH值	生产厂控制值±1.0
含固量/%	生产厂控制值+2.0
稳定性	5℃放置28d后不产生析晶和分层，且上层液体含固量与20℃含固量差不应大于3%

3.3.3 固体凝固剂技术性能应符合表3.3.3的规定。

表 3.3.3 固体凝固剂技术要求

项目	技术要求
外观	均匀一致，不应有结块
密度/(g/cm <sup>3</sup> )	生产厂控制值±0.03
含水率/%	≤1
与水泥等胶凝材料混合凝结时间	初凝≥90min； 终凝≤10h

3.3.4 凝固剂的掺量应按混合料总量的0.1%~0.2%选取，应根据不同的固体废弃物、不同的强度要求，视具体应用场景而定。

### 3.4 水泥及添加剂

3.4.1 水泥应满足现行国家标准《道路硅酸盐水泥》GB/T 13693或《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定，水泥强度等级宜为42.5级。

3.4.2 所用水泥初凝时间应大于1.5 h，终凝时间应大于6 h且小于10 h。

3.4.3 固体废弃物中水泥的加入量宜为混合料总质量的3-8%。

3.4.4 在水泥稳定材料中掺加缓凝剂或早强剂时，应对混合料进行试验验证。缓凝剂和早强剂的技术要求应符合现行行业标准《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20与《公路水泥混凝土路面施工技术细则》JTG/T F30的规定。

### 3.5 水

3.5.1 水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。

3.5.2 非饮用水应进行水质检验，并应符合表3.4.2的规定，还应与蒸馏水进行水泥凝结时间与水泥胶砂强度的对比试验；对比试验的水泥初凝与终凝时间差均不应大于30 min，水泥胶砂3 d和28 d强度不应低于蒸馏水配制的水泥胶砂3 d和28 d强度的90%。

表3.5.2 非饮用水技术要求

项次	项目	技术要求	试验方法
L	pH值	≥4.5	JGJ 63
2	C <sup>-</sup> 含量 (mg/L)	≤3500	

3	SO <sup>2</sup> -含量 (mg/L)	≤2700	
4	碱含量 (mg/L)	≤1500	
5	可溶物含量 (mg/L)	≤10000	
6	不溶物含量 (mg/L)	≤5000	
7	其他杂质	不应有漂浮的油脂和泡沫; 不应有明显的颜色和异味	

征求意见稿

## 4 道路工程固体废弃物混合料组成设计

### 4.1 一般规定

4.1.1 路面工程应用凝固剂固化固体废弃物材料，其技术指标须满足现行公路建设标准体系要求：公路基础构筑需执行《公路路基设计规范》（JTG D30）相关规定，涉及沥青及水泥混凝土铺装层的设计参数需分别参照《公路沥青路面设计规范》JTG D50和《公路水泥混凝土路面设计规范》JTG D40的技术要求。公路工程固体废弃物混合料组成设计和技术要求应根据公路等级与交通荷载，结合施工地材料特性及供应情况等因素确定。

4.1.2 应选用符合本规程规定的质量标准要求、性能稳定的原材料。不同的原材料组合应分别进行配合比设计。路面基层、底基层应满足其无侧限抗压强度、抗冲刷、抗裂性、耐久性要求；公路面层配合比设计应满足其弯拉强度、工作性、耐久性要求，兼顾经济性。

4.1.3 用于基层底基层的凝固剂稳定固体废弃物混合料组成设计应包括原材料检验、混合料的目标配合比设计、混合料的生产配合比设计和施工参数确定四部分。

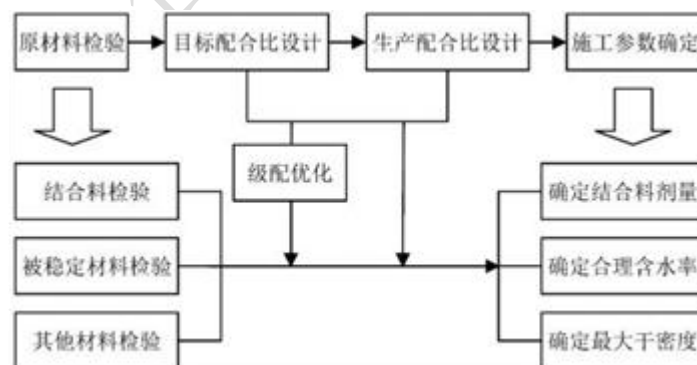


图4.1.3 固体废弃物稳定材料组成设计流程

4.1.4 用于面层的凝固剂稳定固体废弃物混凝土组成设计应包括原材料检验、混合料的目标配合比设计、混合料的生产配合比设计和施工参数确定四部分。

4.1.5 原材料检验应包括结合料、被稳定材料及其他相关材料的试验。检测指标均应符合本规程技术要求

4.1.6 目标配合比设计应包括下列技术内容：

- 1 选择级配范围；
- 2 确定结合料类型及掺配比例；
- 3 验证混合料设计及施工技术指标。

4.1.7 生产配合比设计应包括下列技术内容：

- 1 确定料仓供料比例；
- 2 确定稳定材料的容许延迟时间；
- 3 确定结合料剂量的标定曲线；
- 4 确定混合料的最佳含水率、最大干密度。

4.1.8 施工参数确定应包括下列技术内容：

- 1 确定施工中结合料的剂量；
- 2 确定施工合理含水率及最大干密度；
- 3 验证混合料强度技术指标。

4.1.9 确定基层和底基层固体废弃物稳定材料最大干密度指标时宜采用重型击实方法，也可采用振动压实方法。

4.1.10 凝固剂稳定固体废弃物混合料级配应根据当地材料的特点和混合料设计要求，通过配合比设计选择最优的工程级配。

4.1.11 凝固剂稳定固体废弃物混合料强度满足要求时，尚宜检验其抗冲刷和抗裂性能。

4.1.12 在施工过程中，材料品质或规格发生变化、结合料品种发生变化时，应重新进行材料组成设计。

4.1.13 固体废弃物路用材料面层、基层与底基层的厚度应根据交通量的大小、材料的性能，充分发挥压实机的功能，以及考虑有利于施工等因素选择结构层的厚度。

4.1.14 各结构层压实最小厚度与适宜厚度应符合表4.1.13的要求。

**表 4.1.14 固体废弃物路用材料压实最小厚度与适宜厚度**

结构层	适宜厚度 (mm)	压实最小厚度 (mm)
基层与底基层	200~300	100
面层	200~350	150

4.1.15 试配时水泥掺量宜按表4.1.14选取；

**表4.1.15 水泥稳定再生骨料混合料试配水泥掺量**

骨料类别	结构部位	水泥掺量 (%)			
		5	6	8	10
甲类	面层	5	6	8	10
	基层	5	6	7	8
	底基层	3	4	5	6
乙类	面层	4	5	7	9
	基层	4	5	6	7
	底基层	3	4	5	6

## 4.2 强度要求

4.2.1 用于面层的凝固剂稳定固体废弃物混凝土设计强度应采用28 d龄期的弯拉强度。各交通荷载等级要求的弯拉强度标准值应符合表4.2.1的规定。

**表4.2.1 面层弯拉强度标准值**

交通荷载等级	极重、特重、重	中等	轻	其他
拉强度标准值 (MPa)	≥5.0	≥4.5	≥4.0	≥2.0

4.2.2 用于基层底基层的凝固剂稳定固体废弃物混合料设计强度应采用7天无侧限抗压强度，应符合《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20-2015）的要求。

### 4.3 凝固剂稳定固体废弃物基层、底基层混合料组成设计及要求

4.3.1 应根据当地固体废弃物材料的特点，通过原材料性能的试验评定，选择适宜的结合料类型确定混合料配合比设计的技术标准。

4.3.2 在目标配合比设计中，应选择不少于5个结合料剂量，分别确定各剂量条件下混合料的最佳含水率和最大干密度。

4.3.3 应根据试验确定的最佳含水率、最大干密度及压实度要求成型标准试件，验证不同结合料剂量条件下混合料的技术性能，确定满足设计要求的最佳剂量。

4.3.4 根据目标配合比确定的各档材料比例，应对拌和设备进行调试和标定，确定合理的生产参数。

4.3.5 拌和设备的调试和标定应包括料斗称量精度的标定、结合料剂量的标定和拌和设备加水量的控制等内容，并应符合下列规定：

- 1 绘制不少于5个点的结合料剂量标定曲线；
- 2 按各档材料的比例关系，设定相应的称量装置，调整拌和设备各个料仓的进料速度；
- 3 按设定好的施工参数进行第一阶段试生产，验证生产级配。不满足要求时，应进一步调整施工参数。

4.3.6 应在第一阶段试生产试验的基础上进行第二阶段试验。分别按不同结合料剂量和含水率进行混合料试拌，并取样、试验。试验应符合下列规定：

- 1 通过混合料中实际含水率的测定，确定施工过程中水流量计的设定范围；
- 2 通过混合料中实际结合料剂量的测定，确定施工过程中结合料参加的相关技术参数；
- 3 通过击实试验，确定结合料剂量变化、含水率变化对混合料最大干密度的影响；
- 4 通过抗压强度试验，确定材料的实际强度水平和拌和工艺的变异水平。

4.3.7 混合料生产参数的确定应包括结合料剂量、含水率和最大干密度等指标，并应符合下列规定：

1 对水泥稳定材料，工地实际采用的水泥剂量宜比室内试验确定的剂量多0.5~1.0个百分点。采用集中厂拌法施工时宜增加0.5个百分点；采用路拌法施工时宜增加1个百分点；

2 以配合比设计的结果为依据，综合考虑施工过程的气候条件，对水泥稳定材料，含水率可增加0.5~1.5个百分点；对其他稳定材料，可增加1~2个百分点；

3 最大干密度应以最终合成级配击实试验的结果为标准。

4.3.8 用于不同公路等级、交通荷载等级和结构层位的固体废弃物稳定材料，CRB强度标准应满足表4.2.2的规定：

表4.2.2 固体废弃物稳定材料的CBR强度标准

结构层	公路等级	极重、特重交通	重交通	中、轻交通
基层	高速公路和一级公路	≥200	≥180	≥160
	二级及二级以下公路	≥160	≥160	≥120
底基层	高速公路和一级公路	≥120	≥100	≥80
	二级及二级以下公路	≥100	≥80	≥60

4.3.9 强度试验时，应按现场压实度标准采用静压法成型试件，按照《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》（JTG 3420—2020）执行。

4.3.10 根据表4.2.1的强度标准，选定合适的水泥剂量与凝固剂的剂量，此剂量试件室内试验结果的平均抗压强度R应符合公式4.3.2的要求：

$$R \geq \frac{R_d}{1 - C_v Z_a} \quad 4.3.2$$

式中：

Rd--设计抗压强度；

$C_v$ --试件强度的变异系数；

$Z_a$ --标准正态分布表中随保证率或置信度 $\alpha$ 而变的系数，高速公路和一级公路应取保证率95%，即 $Z_a=1.645$ ；二级及二级以下公路应取保证率90%，即 $Z_a=1.282$ 。

4.3.11 强度试验时，平行试验最少试件数量应符合表4.3.3的规定。试验结果的变异系数大于表中规定值时，应重做试验或增加试件数量。

表4.3.3 平行试验最少试件数量

变异系数 $C_v$ (%)	$\leq 15$	$\leq 20$
试件数量(个)	9	13

#### 4.4 凝固剂稳定固体废弃物面层混凝土组成设计及要求

4.4.1 应根据当地固体废弃物材料的特点，通过原材料性能的试验评定，选择适宜的结合料类型确定混合料配合比设计的技术标准。

4.4.2 在目标配合比设计中，应选择不少于5个结合料剂量，分别确定各剂量条件下混合料的最佳含水率和最大干密度。

4.4.3 应根据试验确定的最佳含水率、最大干密度及压实度要求成型标准试件，验证不同结合料剂量条件下混合料的技术性能，确定满足设计要求的最佳剂量。

4.4.4 根据目标配合比确定的各档材料比例，应对拌和设备进行调试和标定，确定合理的生产参数。

4.4.5 拌和设备的调试和标定应包括料斗称量精度的标定、结合料剂量的标定和拌和设备加水量的控制等内容，并应符合下列规定：

- 1 绘制不少于5个点的结合料剂量标定曲线；
- 2 按各档材料的比例关系，设定相应的称量装置，调整拌和设备各个料仓的进料速度；
- 3 按设定好的施工参数进行第一阶段试生产，验证生产级配。不满足要求时，应进一步调整施工参数。

4.4.6 应在第一阶段试生产试验的基础上进行第二阶段试验。分别按不同结合料剂量和含水率进行混合料试拌，并取样、试验。试验应符合下列规定：

- 1 通过混合料中实际含水率的测定，确定施工过程中水流量计的设定范围；
- 2 通过混合料中实际结合料剂量的测定，确定施工过程中结合料参加的相关技术参数；
- 3 通过击实试验，确定结合料剂量变化、含水率变化对混合料最大干密度的影响；
- 4 通过抗压强度试验，确定材料的实际强度水平和拌和工艺的变异水平。

4.4.7 混合料生产参数的确定应包括结合料剂量、含水率和最大干密度等指标，并应符合下列规定：

- 1 对水泥稳定材料，工地实际采用的水泥剂量宜比室内试验确定的剂量多0.5~1.0个百分点。采用集中厂拌法施工时宜增加0.5个百分点；采用路拌法施工时宜增加1个百分点；
- 2 以配合比设计的结果为依据，综合考虑施工过程的气候条件，对水泥稳定材料，含水率可增加0.5~1.5个百分点；对其他稳定材料，可增加1~2个百分点；
- 3 最大干密度应以最终合成级配击实试验的结果为标准。

4.4.8 各等级公路面层固体废弃物稳定材料磨损量宜符合表4.5.9的规定。

**表4.5.9 各等级公路面层固体废弃物稳定材料磨损量要求**

公路等级	一级	二级	三、四级	依据
磨损量 (kg/m <sup>2</sup> )	≤3.0	≤3.5	≤4.0	根据公路设计要求确定

#### 4.5 凝固剂稳定固体废弃物抗冻性能要求

4.5.1 寒冷地区基层与底基层固体废弃物路用材料，应进行抗冻融检验，以28d龄期的试件经10次冻融循环后残留抗压强度比进行评价，满足表4.5.1的抗冻性要求。

**表4.5.1 基层与底基层固体废弃物无机结合料抗冻性能指标**

气候分区	中冻区	重冻区
残留抗压强度比(%)	≥80	≥90
质量损失率(%)	≤5	≤3

4.5.2 严寒与寒冷地区面层固体废弃物稳定材料的抗冻等级不应低于表4.5.2的要求。

**表4.5.2 面层固体废弃物稳定材料的抗冻等级表**

公路等级		一级		二、三、四级		试验方法	其他
试件		基准配合比	现场取芯	基准配合比	现场取芯	JTG 3420-2020 T 0565-2005	根据公路设计要求
抗冻等级 (F)	严寒地区	≥300	≥250	≥250	≥200	现场取芯	实验室试验
	寒冷地区	≥250	≥200	≥200	≥150		

## 5 施工

### 5.1 一般规定

5.1.1 凝固剂稳定固废混合料基层、底基层可以在中心站用厂拌设备进行集中拌和，对于高速公路和一级公路，应采用专用稳定土集中厂拌机械拌制混合料。集中拌和时，应符合下列要求：

- 1 固体废弃物混合料结构层宜在冬期开始前15 d完成施工；
- 2 高填土路基与软土路基，应在沉降值符合设计规定且沉降稳定后，方可施工公路基层；
- 3 在雨期施工固体废弃物混合料，应避免混合料受雨淋湿，降雨时应停止施工；
- 4 固体废弃物混合料应采用集中厂拌生产，适用常规无机料及水泥混凝土拌合设备拌合；

5.1.2 固体废弃物混合料结构层施工时，面层可采用碾压成型法和摊铺成型法两种方法施工，基层及底基层可采用碾压成型法施工。

5.1.3 拌和过程需严格执行既定生产配比，精准把控水泥、凝固剂添加量及混合料含水量，确保拌和料均匀性、一致性达标。

5.1.4 需安排专人开展原料质量检验，核对原料、水泥、凝固剂的储备量是否满足当日生产需求，并检查输送系统运行状态，确保各生产环节衔接顺畅。

5.1.5 拌和料装车完成后，严禁使用铲车、挖掘机等设备对料堆进行拍压作业，防止拌和料在凝固剂作用下发生提前凝固，进而导致无法卸车。

5.1.6 拌和料运输及工地等待卸料期间，需全程对料车进行覆盖处理，避免阳光暴晒与风力吹拂造成混合料温度升高、水分流失，影响施工质量。

### 5.2 碾压成型法

#### 5.2.1 施工准备工作

1 现场施工准备：检查路基平整度、宽度是否符合设计要求，排查并处理接头部位等影响摊铺质量的细节问题，同时确认挂线精度、灰线标识是否准确。

2 机械设备准备（根据不同路面厚度要求，匹配双钢轮和胶轮的吨位）：需配备摊铺机、13吨双钢轮压路机、3吨双钢轮压路机、胶轮压路机、洒水车及地膜等设备，各类机械的配置数量需根据摊铺宽度、单日生产任务量等实际工况确定。

3 人员配置准备：需配置支模人员6人，摊铺、覆膜人员8人，所有进场作业人员必须穿戴安全防护服装、佩戴安全帽，严格遵守安全施工规范。

### 5.2.2 摊铺施工工艺要求

1 摊铺机需保持匀速作业，严禁时快时慢、急停急起；供料需均匀稳定，卸料环节需与运输车辆精准配合，避免拌和料撒漏。

2 13吨双钢轮压路机需及时跟进碾压作业，严格执行技术交底中的碾压工艺参数；局部缺陷需及时、合理处置，碾压过程中严禁急停急起、在作业面急转弯；胶轮压路机碾压完成后，双钢轮压路机需及时进行收面处理。

3 施工流程依次为：翻斗车运料与摊铺机联合作业完成摊铺→双钢轮压路机压实定型→胶轮压路机碾压密实→双钢轮压路机镜面收面→小型钢轮压路机边角收边，各工序需严格把控衔接时效，保障施工质量。

4 摊铺作业期间，现场人员需对施工质量进行动态管控，及时处理摊铺宽度未达设计标准、表面凹凸不平、碾压轮迹显著、粘轮现象及细部接缝施工质量缺陷等问题，严格执行安全施工规范，确保各项操作要求落地执行。

5 双钢轮压路机收面完成后，需及时进行地膜覆盖作业，接缝处需压实密封；覆盖人员需穿着平底鞋，防止地膜破损。

### 5.2.3 碾压成型法混合料的搅拌应符合下列规定：

1 用装载机把固体废弃物原材料送入搅拌机系统储存料仓中，原材料自动计量按流量比例经自动控制输送至搅拌机，水泥螺旋自动调速按比例添加水泥，固

化剂的添加量按系统设定值，经调速注水泵自动加入搅拌。搅拌时间不低于10 s。  
成品料的干湿度自动根据每天不同时刻的温度自动调整；

2 再生级配骨料、再生灰粉料存放应有防雨措施；

3 混合料配合比应符合要求，计量准确，含水率应符合施工要求，并搅拌均匀；

4 搅拌厂应向现场提供产品合格证及水泥用量、凝固剂掺量、固废掺合料掺量、粒料等级、粒料级配、混合料配合比、R7强度标准值；固体废弃物原材料粒径要求：水稳料粒径要求在0-15mm范围内，面层粒径要求在0-5mm范围内。

5 混合料运输应采取措施防止水分损失。

5.2.4 碾压成型法混合料的摊铺应符合下列规定：

1 混合料堆置时间不宜过长，从搅拌机出料到摊铺、碾压完毕不能超过3 h。当拌和厂离摊铺现场距离较远，混合料可适当增加搅拌时水的用量(一般控制5%以内)，在运输中应加覆盖以防止水分蒸发，成品料运至路面施工现场后，摊铺机按提前设置的标高和标点尽快摊铺到位，摊铺机不能摊铺的边角等处需人工同时摊铺到位并找平至规定标高，进行摊铺；

2 施工前应通过试验确定压实系数。压实系数宜为1.15~1.35；

3 混合料自搅拌至摊铺完成，不应超过3 h。应按当班施工长度计算用料量；

4 摊铺中发生粗、细骨料离析时，应及时翻拌均匀；

5 分层摊铺时，应在下层养护达到设计强度后，方可摊铺上层材料。

5.2.5 混合料的碾压应符合下列规定：

1 应在混合料含水率处于允许范围( $W_0-1.0\% \sim W_0+0.5\%$ )内进行碾压；

2 宜采用3 t~22 t钢轮压路机进行初步稳定碾压，混合料初步稳定后用26 t或以上规格的胶轮压路机碾压，最后再用3 t~22 t钢轮压路机压至表面平整、出浆、无明显轮迹，且达到要求的压实度；

3 应在水泥初凝前碾压完成；

4 当使用振动压路机时，应符合环境保护和周围建筑物及地下管线、构筑物的安全要求；

5 碾压过程中，混合料的表面应始终保持潮湿，如表面水蒸发较快应及时让胶轮轮胎自动喷湿，以能压实封面、出浆为准。路面直线段，由两侧路肩向路中心碾压；平曲线段，有内侧路肩向外侧路肩碾压。碾压时，后轮应重叠1/2的轮宽，并必须超过两段的接缝处。后轮压实路面全宽时，即为一遍，进行碾压直到要求的密实度为准，路面两侧应多压2遍，严禁压路机在作业段上掉头或急刹车以保证结构层表面不受破坏。压路机不能碾压到的边角等处需用小型压路机，由工人碾压到位，一般比路面多压2~3遍，直到压实并达到规定标高为准。压实后表面应平整无轮迹或隆起，且断面正确，路拱符合要求；

6 铺筑路基压实厚度超过20 cm时，应按每层20 cm分层铺筑，分层最小压实厚度为10 cm。当铺筑层不止一层时，先铺筑一层，在铺筑下一层之前覆膜养生并在后铺一层时让胶轮轮胎自动喷湿表面，使后铺的一层与下层相互结合良好。路基碾压完成后按20 m设一排桩，测量标高和铺装厚度，均达标后，请指定实验室做弯沉试验，达到设计要求为准。

5.2.6 混合料基层的接茬、养护应符合下列规定：

路面压实成型后用地膜覆盖。为保证路面质量，0℃以下不准施工。路两侧边坡应用人工手动小钢轮压路机与路面同时压实到位，按照图纸要求的标高和尺寸施工到位并路基边坡合理衔接。

5.2.7 路面养护达到设计强度后方可投入使用。

### 5.3 摊铺成型法

5.3.1 面层混凝土应采用一次性摊铺。摊铺厚度应考虑振实后的预留高度。

5.3.2 摊铺完成，应随即用插放式和滚动式振动器均匀地振实。插入式振动器的有效作用深度一般为18-25cm。振捣时应先用插入式振动器的模板（或混凝土板壁）边缘、角隅处初振或全面积顺序初振一次。同一位置振动时不宜少于20s。

以不再冒出气泡并泛出水泥砂浆为准。凡有不平之处，应及时畏以人工挖填补平。最后用无缝钢管滚杠进一步滚揉表面，使表面进一步提浆调匀调平。

### 5.3.3 接缝施工

施工缝宜位于设计所规定的缩缝或胀缝处。应保持在5~10兆帕时及时切缝，特别是在夏季施工不可拖延，但也不能过早。

### 5.3.4 路面养护

1 养护时间，一般约3天混凝土强度宜达到设计要求。

2 养护期间和通车前，禁止车辆及行人通行。

3 须采用塑料膜进行覆膜养护，在混凝土路面磨面完毕后，铺设工程道路专用塑料薄膜，保湿养护，无需养护用水和养护用工。养护期间严禁一切车辆、人员通行。

5.3.5 摊铺段夹层或封层质量应检验合格，对于破损或缺失部位，应及时修复。表面应清扫干净并覆膜养生，并采取防止施工设备和车辆碾坏封层的措施。

### 5.3.6 摊铺成型法混合料的摊铺应符合下列规定：

1 根据设计图纸放出中心线及边线，对测量放样进行复核。

2 对模板的间隔、高度、润滑、支撑稳定情况与基层的平整、润湿情况等进行全面检查，当铺路材料运送车辆到达摊铺地点后，宜直接倒入安装好侧模的路槽内，并找补均匀，防止发生离析现象；

3 应迅即用平板振捣器与插入式振捣器均匀地振捣；

4 宜采用机械抹光，减少不均匀收缩；

5 表面修整完毕后，应进行覆膜养生，养生期间应防止铺路材料的水分蒸发与风干，以免产生收缩裂缝；应采取措施减少温度变化，以免路面产生过大的温度应力，路面养生选用覆膜养生；

6 拆模根据气温与铺路材料强度增长情况确定，拆模时不得损坏路面的边、角，尽量保持模板完好。拆模后不能立即开放交通时，路面的强度应达到设计强度，可开放交通，其车辆载荷不得大于设计荷载。

5.3.7 滑模摊铺机的施工参数设定及校准应符合下列规定：

1 振捣棒应均匀排列，间距宜为300 mm~450 mm；混凝土摊铺厚度较大时，应采用较小间距。两侧最边缘振捣棒与摊铺边缘距离不宜大于200 mm，振捣棒下缘位置应位于挤压底板最低点以上；

2 挤压底板前倾角宜设置为30°。提浆夯板位置宜在挤压底板前缘以下5 mm~10 mm；

3 边缘超铺高度应根据拌合物稠度确定，宜为3 mm~8 mm；板厚较厚、坍落度较小时，边缘超铺高度宜采用较小值；

4 搓平梁前沿宜调整到与挤压底板后沿高程相同的位置，搓平梁的后沿应比挤压底板后沿低1 mm~2 mm，并与路面高程相同；

5 符合铺筑精度要求的摊铺机设置应加以固定和保护。当基底高程等摊铺条件发生变化，铺筑精度超出范围时，亦可由操作手在行进中通过缓慢微调加以调整。

5.3.8 滑模摊铺混凝土机前布料，应采用机械完成，布料高度应均匀一致，不得采用翻斗车直接卸料的方式布料，布料尚应符合下列规定：

1 卸料、布料速度应与摊铺速度协调一致，不得局部或全断面缺料。发生缺料时应立即停止摊铺；

2 采用布料机布料时，布料机与滑模摊铺机之间施工距离宜为5 m~10 m；现场蒸发率较大时，宜采用较小值；

3 当坍落度在10 mm~30 mm，布料松铺系数宜在1.08~1.15之间；

4 应保证滑模摊铺机前的料位高度位于螺旋布料器叶片最高点以下，最高料位高度不得高于松方控制板上缘。使用布料犁布料时，应按松方高度严格控制料位高度；

5 当面层传力杆、胀缝与隔离缝钢筋采用前置支架法施工时，不得在支架顶面直接卸料。传力杆以下的混凝土宜在摊铺前采用手持振捣棒振实。

5.3.9 滑模摊铺机起步时，应先开启振捣棒，在2 min~3 min内调整振捣到适宜振捣频率，使进入挤压底板前缘拌合物振捣密实，无大气泡冒出破灭，方可开动滑模机平稳推进摊铺。当天摊铺施工结束，摊铺机脱离拌合物后，应立即关闭振捣棒组。

5.3.10 摊铺过程中应随时调整松方高度板位置控制摊铺机进料，保证进料充足。起步时宜适当调高，正常摊铺时宜保持振捣仓内料位高于振捣棒顶面100 mm左右，料位高低波动宜控制在 $\pm 30$  mm之内。

5.3.11 滑模摊铺应缓慢、匀速、连续不间断地作业。滑模摊铺速度应根据板厚、固体废弃物混合料工作性、布料能力、振捣排气效果等确定，可在0.75 m/min~2.5 m/min之间选择，宜采用1 m/min。

5.3.12 滑模摊铺施工完成后，应立即覆盖塑料薄膜养护。

5.3.13 养护期间应封闭交通。严禁任何车辆通过。

5.3.14 面层达到设计弯拉强度后，方可开放交通。

## 6 质量检验

### 6.1 一般规定

6.1.1 基层、底基层质量检验应符合现行行业标准《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20，面层质量检验应符合现行行业标准《公路水泥混凝土路面施工技术细则》JTG/T F30，且均应符合现行行业标准《公路工程质量检验评定标准》JTG F80/1的规定。

6.1.2 施工单位应建立健全工地试验、质量检查以及工序间的交接验收等规章制度。

6.1.3 项目工程应配备专职技术和质量检验人员负责工程质量管控，应对工程所用原料、施工过程和固体废弃物稳定材料质量进行检测。试验、检测、验收应做到原始记录齐全、数据准确和资料完整。

6.1.4 施工过程中，每道工序完成后均应该经检查验收合格后方可进行下道工序施工，检测不合格时应及时返修。

6.1.5 应符合环保标准的技术要求。

### 6.2 质量控制

6.2.1 原材料质量检验应符合下列要求：

1 凝固剂和水按不同材料进场批次，每批抽查1次；

检验方法：应按照本规程3.3.4条、3.4.2条进行试验。

2 固体废弃物级配骨料要求每5000 m<sup>3</sup>应为一个检验批，每个检验批次应检验1次。

检验方法：应按照本规程3.2.1条、3.2.2条、3.2.3条进行试验。

6.2.2 施工过程中应对含水率、均匀性、压实度、强度等质量进行控制，控制检测频度应符合表6.2.2的规定。

表6.2.2 质量控制检测频度

项目	频度	标准	达不到要求时处理措施
含水率	路拌法每1000 mm <sup>2</sup> 抽检1次, 旁站观察, 发现异常随时监测。	混合料最佳含水率-1%~+2%。	混合料含水率偏高2%以下时, 需要补加同等配比的低含水率混合料;混合料含水率偏低1%以上时, 应适度补洒拌和水。
均匀性	拌和时巡查作业面混合料。	整体颜色均匀。无局部过湿过干、水泥分散不均、粗细集料离析等现象。	补充拌和, 局部添加所缺物料。或换填新料, 换填局部过湿混合料。
抗压强度 弯拉强度 (面层)	每1000 m <sup>2</sup> , 抽检1组, 每组9块。	符合设计文件规定。	调查原料及配合比, 调整胶结料用量及凝固剂掺量, 调整配合比,
压实度	每1000 m <sup>2</sup> , 每压实层抽查1点。	符合设计文件规定。	保证压实质量或采用其他措施。

6.2.3 表面应平整、接缝平顺, 无明显粗、细骨料集中现象, 无推移、裂缝、贴皮、松散、浮料。

检查数量: 全面检查。

检验方法: 观察检查。

6.2.4 基层及底基层的偏差应符合表6.2.4的规定。

表6.2.4 固体废弃物骨料混合料基层及底基层允许偏差

项目	允许偏差	检验频率		检验方法	
		范围	点数		
中线偏位(mm)	≤20	100 m	1	用经纬仪测量	
纵断高程 (mm)	基层 +5 -15	100 m	2	用经纬仪测量	
	底基层 +5 -20	100 m	2	用水准仪测量	
平整度 (mm)	基层 ≤10	20 m	路宽<9 m	1	用3 m直尺和塞尺连续量两尺, 取较大值
	底基层 ≤15		路宽9 m~15 m	2	
			路宽>15 m	3	
宽度 (mm)	不小于设计规定	40 m	1	用钢尺量	

横坡	$\pm 0.3\%$ 且不反坡	20 m	路宽 $<9$ m	2	用水准仪测量
			路宽 $9$ m $\sim$ $15$ m	4	
			路宽 $>15$ m	6	
厚度 (mm)	$\pm 10$		1000 m <sup>2</sup>	1	用钢尺量

6.2.5 面层的偏差应符合表6.2.5的规定。

表6.2.5 固体废弃物骨料混合料水泥混凝土面层允许偏差

项目		允许偏差与规定值		检验频率		检验方法
		二级及以上公路	二级以下公路	范围	点数	
纵断高程 (mm)		$\pm 15$		20 m	1	用水准仪测量
中线偏位 (mm)		$\leq 20$		100 m	1	用经纬仪测量
平整度	标准差 $\sigma$ (mm)		2	100 m	1	用测平仪检测
	最大间隙 (mm)	3	5	20 m	1	用3m直尺和塞尺连续测量两尺, 取较大值
宽度 (mm)		0 -20		40 m	1	用钢尺量
横坡 (%)		$\pm 0.3\%$ 且不反坡		20 m	1	用水准仪测量
井框与路面高差 (mm)		$\leq 3$		每座	1	十字法, 用直尺和塞尺量最大值
相邻板高差 (mm)		$\leq 3$		20 m	1	用钢板尺和塞尺量
纵缝直顺度 (mm)		$\leq 10$		100 m		
横缝直顺度 (mm)		$\leq 10$		40 m	1	用20m线和钢尺量
蜂窝麻面面积* (%)		$\leq 2$		20 m	1	观察和用钢板尺量

注: 每20 m查1块板的侧面。

### 6.3 检验

6.3.1 道路工程固体废弃物凝固剂材料施工质量检验的主控项目应包括凝固剂、固体废弃物等原材料质量、固体废弃物稳定材料压实度和强度, 并应符合下列规定:

1 原料质量检验应符合下列规定:

1) 固体废弃物应符合本规程第3.2节的规定, 每种固体废弃物或5000 m<sup>3</sup>应为一批次, 每批次应抽样1组;

2) 水泥应符合本规程第3.4.1条的规定，同一厂家、同一品种、同一批号连续进场的水泥，应按袋装不超过200 t为一个检验批，散装不超过500 t为一个检验批，检查出厂检验报告，每个进场批次应抽查一次复验报告和固化试验报告；

3) 凝固剂应符合本规程第3.3.2条的规定。每20 t应为一个进场批次，每批应检查一次产品合格证、出厂检验报告和适应性试验报告。

2 水泥稳定固体废弃物骨料混合料的压实度应符合本规程第6.2.2条的规定：

检查数量：每1000 m<sup>2</sup>测1组，每组测3个点，均匀布点。检查方法：灌砂法或灌水法。

3 水泥稳定固体废弃物骨料混合料强度代表值应符合本规程第4.2节的规定。

检查数量：施工现场每1000 m<sup>2</sup>随机抽检混合料1组，每组成型9个试件。

检查方法：成型后养护7 d，检验无侧限抗压强度。

6.3.2 固体废弃物稳定材料施工质量检验的一般项目应为外观检查，外观检查应符合下列规定：

1 表面应平整、坚实、接缝平顺，无松散沟坑；

2 外形尺寸偏差应符合本规程第6.2.4条的规定。

6.3.3 项目质量检验应符合下列规定：

1 主控项目的抽检合格率应为100%；

2 一般项目的抽检合格率应达到85%及以上；且不合格点的最大偏差值不得大于允许偏差值的1.5倍；

3 未达标项目应经整改后重新检验；

4 施工原始资料和质量检查记录应完整齐全。