

# DB32

盐 城 市 地 方 标 准

DB32/T XXXX—202X

## 公路工程工业废渣及海泥复合再生材料稳定土施工技术规范

Technical specification for construction of stabilized soil with  
composite recycled materials of industrial waste and marine mud for  
highway engineering

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

江苏省市场监督管理局 发布

## 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。

本文件由江苏悦达集团有限公司提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 公路工程工业废渣及海泥复合再生材料稳定土施工技术规范

## 1 范围

本文件规定了工业废渣及海泥复合再生材料、复合再生材料稳定土组成设计、施工技术要求、施工质量管理与验收。

本文件适用于各等级公路的工业废渣及海泥复合再生材料稳定土施工，其他道路施工也可参照执行。

## 2 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。

- GB 5749 生活饮用水卫生标准
- JTG 3420 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程
- JTG 3430 公路土工试验规程
- JTG 3432 公路工程集料试验规程
- JTG 3450 公路路基路面现场测试规程
- JTG/T 3610 公路路基施工技术规范
- JTG 3441 公路工程无机结合料稳定材料试验规程
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**工业废渣及海泥复合再生材料** Industrial waste slags and sea mud mixed recycled material  
以含铝硅酸盐矿物的工业废渣为主体组分，掺用部分海泥，添加激发材料，经加工混合制成的复合材料。

### 3.2

**复合再生材料稳定土** Mixed recycled material stabilized soil  
在土中掺入一定比例的工业废渣及海泥复合再生材料和水，经充分拌和得到的复合稳定土。

### 3.3

**水稳系数** Water stability coefficient

标准养护6d加1d浸水养护的稳定土试件无侧限抗压强度与同龄期标准养生试件的无侧限抗压强度的比值，以百分数表示。

4 材料

4.1 工业废渣及海泥复合再生材料

4.1.1 工业废渣及海泥复合再生材料技术要求应符合表 1 的规定。

表 1 技术要求和试验方法

项目		技术要求	试验方法
凝结时间	初凝/min	≥180	JTG 3420 T 0505
	终凝/min	≤600	
细度（45 μm 方孔筛筛余）/%		≤10	JTG 3420 T 0502
含水率/%		≤1.5	JTG 3441 T 0801
外观		均匀一致，不应有结块	观察法
抗压强度	7d/MPa	≥10.0	JTG 3420 T 0506
	28d/MPa	≥22.5	
氯离子含量/%		≤1.0	JTG 3420 T 0514

4.2 土

4.2.1 土的检验项目应包括含水率、颗粒分析、塑性指数、有机质和硫酸盐含量等。

4.2.2 土的技术要求应符合表 2 的规定。

表 2 土的技术要求

项目	技术要求	试验方法
含水率/%	实测记录	JTG 3441 T 0801
颗粒分析	满足级配要求	JTG 3432 T 0302
塑性指数 <sup>a</sup>	≤26	JTG 3430 T 0118
有机质含量/%	≤5	JTG 3432 T 0336
硫酸盐含量/%	≤0.5	JTG 3432 T 0341
<sup>a</sup> 应测定 0.075 mm 以下材料的塑性指数。		

4.2.3 当土的含水率大于最佳含水率 5 个百分点以上时，应进行晾晒处理。

4.2.4 工业废渣及海泥复合再生材料可用于稳定黏土、粉土、砂土、弱膨胀土、海泥等，强膨胀土不宜使用工业废渣及海泥复合再生材料稳定。

4.3 水

符合GB 5749要求的饮用水可直接作为路基、底基层材料拌和与养生用水。

5 复合再生稳定土组成设计

5.1 一般规定

- 5.1.1 复合再生材料稳定土适用于各级公路的路基和二级及以下公路的底基层，二级以上公路底基层和二级以下公路基层时，应经论证后方可使用。
- 5.1.2 复合再生材料稳定土各项性能指标试验方法按 JTG 3441 执行。

5.2 压实度要求

- 5.2.1 用于填筑路基时，压实度应符合表 3 的规定。

表 3 复合再生材料稳定土路基压实度要求

填筑部位		路面底面以下深度/m	压实度/%		
			高速、一级公路	二级公路	三、四级公路
上路床		0~0.3	≥96	≥95	≥94
下路床	轻、中等及重交通	0.3~0.8	≥96	≥95	≥94
	特重、极重交通	0.3~1.2			—
上路堤	轻、中等及重交通	0.8~1.5	≥94	≥94	≥93
	特重、极重交通	1.2~1.9			—
下路堤	轻、中等及重交通	>1.5	≥93	≥92	≥90
	特重、极重交通	>1.9	≥96	≥95	≥94

- 5.2.2 用于铺筑底基层时，压实度应符合表 5 的规定。

表 4 复合再生材料稳定土底基层压实度要求

公路等级	压实度/%	
	稳定中、粗粒土	稳定细粒土
二级及二级以下公路	≥95	≥93

5.3 制备与施工

- 5.3.1 用于填筑路基时，复合再生材料稳定土最小承载比应符合表 5 的规定。

表 5 复合再生材料稳定土最小承载比要求

填筑部位		路面底面以下深度/m	填料最小承载比 CBR/%		
			高速、一级公路	二级公路	三、四级公路
上路床		0~0.3	8	6	5
下路床	轻、中等及重交通	0.3~0.8	5	4	3
	特重、极重交通	0.3~1.2			
上路堤	轻、中等及重交通	0.8~1.5	4	3	3
	特重、极重交通	1.2~1.9			
下路堤	轻、中等及重交通	>1.5	3	2	2

	特重、极重交通	>1.9			
注 1：填料最小承载比是根据路基不同填筑部位压实度的要求，按 JTG 3430 中试验方法规定浸水 96h 确定的 CBR。 注 2：三、四级公路铺装沥青混凝土和水泥混凝土路面时，应采用二级公路的规定。					

5.3.2 用于铺筑底基层时，复合再生材料稳定土的无侧限抗压强度应符合表 6 的规定。

表 6 复合再生材料稳定土 10d 无侧限抗压强度要求（代表值）

公路等级	结构层	无侧限抗压强度/MPa
二级及二级以下公路	基层	3~5
	底基层	2~4

5.4 水稳定性要求

复合再生材料稳定土的水稳系数不应小于 80%。

5.5 材料组成设计要求

- 5.5.1 根据公路等级、应用层位和交通荷载等因素综合确定材料组成设计的技术要求。
- 5.5.2 材料组成设计包括原材料检验、室内试验和施工参数确定三部分，其设计流程见图 1。

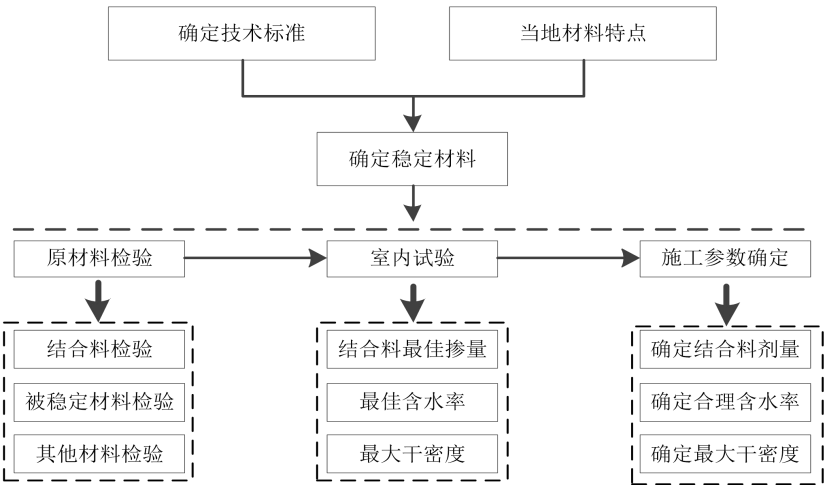


图 1 材料组成设计流程

- 5.5.3 采用 JTG 3430 T 0131 规定的重型击实方法确定混合料最大干密度和最佳含水率。
- 5.5.4 材料组成设计时，应选择不少于 5 个剂量的复合再生材料，分别确定各剂量下混合料的最佳含水率和最大干密度。
- 5.5.5 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，进行 CBR 试验或 10d 无侧限抗压强度试验。平行试验的最少试件数量应符合表 7 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 7 平行试验的最少试件数量

偏差系数	<10%	10%~15%	15%~20%
------	------	---------	---------

试件数量	细粒土	6	9	—
	中粒土	6	9	13
	粗粒土	—	9	13

5.5.6 土的种类或规格或复合再生材料的技术指标发生变化时，应重新进行材料组成设计。

6 施工技术要求

6.1 一般规定

- 6.1.1 复合再生材料稳定土采用路拌法施工。
- 6.1.2 复合再生材料稳定土施工期的日最低气温应在 5℃ 以上，且在日最低气温-3℃ 到来的 15d 前完成施工；不应在雨天施工，且在雨天到来的 3d 前完成施工。
- 6.1.3 施工应遵守国家环境保护的有关法律法规，符合 JTG/T 3610 中对施工环境保护、文明施工的相关规定。

6.2 试验段铺筑

- 6.2.1 复合再生材料稳定土施工前，应先铺筑试验段。
- 6.2.2 试验段应设置在地质条件、断面形式等具有代表性的地段，长度不应小于 200m。
- 6.2.3 通过试验段确定施工工艺及施工质量控制措施。

6.3 准备下承层

- 6.3.1 下承层表面应平整、坚实、界面粗糙、结构完好。
- 6.3.2 按 JTG/T 3610 的相关规定对下承层进行验收，验收合格方可铺筑上层。

6.4 施工放样

施工测量应符合 JTG/T 3610 的相关规定。

6.5 取土

- 6.5.1 取土应根据设计要求，结合土地规划、环境保护、公路建设要求进行。
- 6.5.2 取土应将树木、草皮和杂土等杂物清除干净，并筛除土中的超尺寸颗粒。

6.6 集中厂拌法施工

6.6.1 一般规定

稳定细粒土集中拌和时，土块应粉碎，最大粒径不应大于 15mm。

6.6.2 拌和和运输

- 6.6.2.1 拌和机宜采用振动搅拌，且生产能力应与摊铺机的摊铺能力相匹配，调试所用设备，保证设备运转正常。
- 6.6.2.2 当天气炎热或运距较远时，拌和含水率应适当增加，宜高于最佳含水率 1~2 个百分点。
- 6.6.2.3 拌和后的复合再生材料稳定土应尽快运送到摊铺现场，运送过程中，运料车应进行覆盖，。
- 6.6.2.4 在拌和过程中，应实时监测各个集料仓的生产计量。对于高速公路和一级公路，应每 10min 打印各集料仓的使用量，宜采用动态监控系统。

6.6.3 摊铺

- 6.6.3.1 路基施工时，可采用平地机摊铺；底基层施工时，应采用摊铺机连续摊铺。

- 6.6.3.2 两台摊铺机并排摊铺时，前后间距宜不大于 10m，且两个施工断面纵向应重叠 30cm~40cm。
- 6.6.3.3 分层铺筑时，下层检验合格后应刮毛；在上层施工前 1h~2h，宜洒铺水胶比为 0.5 的复合再生材料净浆，洒铺量为  $1.0\text{kg/m}^2 \sim 1.5\text{kg/m}^2$ 。
- 6.6.4 碾压
- 6.6.4.1 取复合再生材料的初凝时间作为施工控制时间。
- 6.6.4.2 初压采用重型压路机在全宽范围内进行前静后振碾压一遍；复压碾压次数宜为 6~8 遍，碾压速度宜先慢后快，前两遍宜为 1.5 km/h~1.7 km/h，以后宜为 2.0 km/h~2.5 km/h；终压速度宜为 4 km/h。
- 6.6.4.3 在直线段和不设超高的平曲线段，宜从两侧路肩向路中心碾压，且轮迹应重叠 1/2 轮宽。
- 6.6.4.4 碾压过程中，稳定土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。
- 6.6.4.5 碾压结束前，应对局部高出部分采用平地机终平一次，纵坡、路拱和超高应符合设计要求；对局部低洼之处，不再找补。

6.6.5 接缝处理

- 6.6.5.1 分两幅施工时，纵缝应垂直相接，严禁斜接。
- 6.6.5.2 同日施工的相邻工作段的衔接处理应符合下列规定：
- a) 前一段拌和整形后，留 5m~8m 不碾压；
  - b) 后一段施工时，在前一段的未压部分再加部分复合再生材料重新拌和，并与后一段一起碾压。
- 6.6.5.3 做好最后一段的施工缝处理，并符合下列规定：
- a) 在已碾压完成的复合再生材料稳定土层末端，挖一条横贯铺筑层全宽的宽约 30cm 的槽，直至于下承层顶面。形成与路的中心线垂直并垂直向下的断面，并放两根与压实厚度等厚、长为全宽一半的方木紧贴垂直面，见图 2；
  - b) 用原挖出的材料回填槽内其余部分；
  - c) 第二天邻接作业段拌和后除去方木，用混合料回填；
  - d) 靠近方木未能拌和的一小段，采用人工补充拌和；
  - e) 整平时，接缝处的稳定材料应较已完成断面高出约 50mm；
  - f) 新混合料碾压过程中，应将接缝修整平顺。

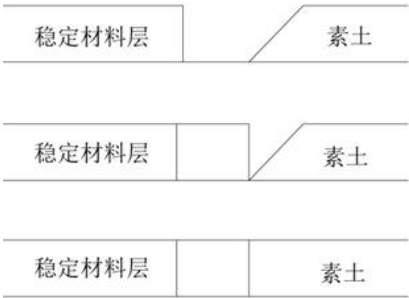


图 2 横向接缝处理示意图

6.6.6 养生及交通管制

- 6.6.6.1 碾压完成后，立即养生，养生期不少于 10d。再确定。
- 6.6.6.2 养生可采取洒水养生、薄膜覆盖养生、土工布覆盖养生等方式，宜结合工程实际情况选择适宜的方式。
- 6.6.6.3 养生期间应封闭交通，控制车辆通行。

7 施工质量管理与验收

7.1 原材料检验



7.7.1 复合再生材料进场应按表 1 或表 2 的技术要求进行检测，用于路基时，检测频率为 1 次/500t；用于底基层时，检测频率为 1 次/200t。料源变化时，应重新检测。

7.7.2 土的检验项目与频率应符合表 8 的规定。

表 8 土的检验项目与频率

检验项目	频率			试验方法
	材料组成设计	材料进场	施工过程中	
含水率	2 次/每个料源	—	使用前 2 次/作业日	JTG 3441 T 0801
颗粒分析	2 次/每个料源	—	每 2000 m³检测 2 次	JTG 3430 T 0115
液限和塑性指数	2 次/每个料源	—	每 2000 m³检测 2 次	JTG 3430 T 0118
有机质和硫酸盐含量	1 次/每个料源	—	—	JTG 3430 T 0151

7.2 复合再生材料稳定土检验

7.2.1 复合再生材料稳定土混合料检验项目与频率应符合表 9 的规定。

表 9 复合再生材料稳定土混合料检验项目与频率

检验项目		频率	试验方法
重型击实试验		材料发生变化时	JTG 3441 T 0804
强度	CBR（路基）	材料发生变化时	JTG 3430 T 0134
	无侧限抗压强度（底基层）	每次配合比试验	JTG 3441 T 0805
含水率		每作业日 2 组	JTG 3441 T 0801
复合再生材料剂量		每作业日 2 组	JTG 3441 T 0809

7.2.2 施工过程中质量检验项目与频率应符合表 10 的规定。

表 10 施工过程中检验项目与频率

项目	检验时间	频率	检查方法
压实度	碾压后	每一作业段或不大于 2000 m²检查 6 处以上	灌砂法
高程	碾压后	二级及二级以上公路每 20 延米 1 点；高速公路和一级公路 20 延米 1 个断面，每个断面 3 点～5 点	水准仪
厚度	碾压后	每 1500 m²～2000 m² 6 个点	挖验
宽度	碾压后	每 40 延米 1 处	量测
平整度	碾压后	每 200 延米 2 处，每处连续 10 尺	3m 直尺或多轮仪
横坡度	碾压后	每 100 延米 3 处	水准仪测量计算

7.2.3 施工完成后，复合再生材料稳定土施工质量应符合表 11 的规定。

表 11 复合再生材料稳定土施工质量标准

类别	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
----	------	----------	---------

		高速、一级公路	二级及二级以下公路	
路基	压实度/%	满足设计要求		密度法：每 200 m 每压实层测 2 处
	弯沉/0.01 mm	不大于设计验收弯沉值		落锤式弯沉仪：每一双车道评定路段不少于 40 点
	纵断高程/mm	+10，-15	+10，-20	水准仪：中线位置每 200 m 测 2 点
	中线偏差/mm	50	100	全站仪：每 200m 测 2 点，弯道加 HY、YH 两点
	宽度/mm	满足设计要求	满足设计要求	尺量：每 200 m 测 4 点
	平整度/mm	≤15	≤20	3 m 直尺：每 200 m 测 2 处测 5 尺
	横坡/%	±0.3	±0.5	水准仪：每 200 m 测 2 个断面
	边坡	满足设计要求		尺量：每 200 m 测 4 点
底基层	压实度/%	—	满足设计要求	密度法：每 200 m 每压实层测 2 处
	平整度/mm	—	≤15	3 m 直尺：每 200 m 测 2 处×5 尺
	厚度/mm	代表值	-12	钻芯取样：每 200 m 测 2 点
		合格值	-30	
	纵断高程/mm	—	+5，-20	水准仪：每 200 m 测 2 个断面
	强度/MPa	—	满足设计要求	7d 无侧限抗压强度：1 组/2000 m <sup>2</sup>