

团 体 标 准

T/SDTRB XXXXX-XXXX

工业固废基道路工程小型构件制备技术规范

Technical Specifications for the Preparation of Small Components
in Road Engineering Using Industrial Solid Waste

(征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

山东省交通运输研究会 发布

目 次

目 次.....	I
前 言.....	I
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 原材料.....	2
4.1 一般要求.....	2
4.2 粉煤灰.....	2
4.3 粒化高炉矿渣粉.....	3
4.4 钢渣粉.....	3
4.5 脱硫石膏.....	3
4.6 粗集料.....	3
4.7 细集料.....	3
5 配合比设计.....	3
5.1 一般规定.....	3
5.2 复合胶结料.....	错误！未定义书签。
5.3 混合料.....	4
6 制备.....	4
6.1 一般规定.....	4
6.2 预制作业前准备.....	4
6.3 配料计量.....	5
6.4 拌制.....	5
6.5 成型.....	5
6.6 养护.....	5
7 质量控制与检验.....	5

7.1 质量控制	5
7.2 质量验收	6
7.3 检验规则	8
7.4 检验方法	8
附录 A 工业固废混凝土混合料级配修正方法	9

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。

本文件由山东省交通科学研究院提出。

本文件由山东省交通运输研究会归口。

本文件起草单位：山东省交通科学研究院、济商高速公路（济宁）有限公司、葛洲坝集团交通投资有限公司、济宁市公路工程公司、济宁鲁南公路工程公司、中国葛洲坝集团路桥工程有限公司。

本文件主要起草人：陈朋、常胜、魏东方、陈俊玮、牛立可、陈刚、何金成、马明畅、张伟建、付建村、梁英明、李轶然、邓经祥、何琪琛、赵宁、胡正欣、赵忠孝、石亚强、张炜熠、吴祥松、金龙、罗涛、赵建飞、何博、李浩、车青松、王洪志、王振坤。

工业固废基道路工程小型构件制备技术规范

1 范围

本文件规定了工业固废为主要原材料制备道路工程小型构件的原材料、配合比设计、制备、质量检验的技术要求。

本文件适用于道路工程非承重小型构件的制备。

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 6566 建筑材料放射性核素限量

GB 8978 污水综合排放标准

GB 55008 混凝土结构通用规范

GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰

GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉

GB/T 20491 用于水泥和混凝土中的钢渣粉

GB/T 37785 烟气脱硫石膏

GB/T 14685 建设用卵石、碎石

GB/T 14684 建设用砂

GB/T 50081 混凝土物理力学性能试验方法标准

GB/T 50082 混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

HJ 557 固体废物 浸出毒性浸出方法水平振荡法

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JC/T 949 混凝土制品脱模剂

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

道路工程小型构件 small components in road engineering

采用工业固废制备的附属工程预制构件，不承担核心承重功能，包括路缘石、排水沟盖板、人行道砖、护坡砖、拱形骨架、电缆沟盖板等。

3.2

多源工业固废复合胶凝材料 multi source industrial solid waste composite cementitious materials

来源于工业生产不同领域、不同类型的固体废物，本文件主要涉及等，经预处理后可作为制备交通工程附属构件的复合胶凝材料。

3.3

粗集料 industrial solid waste coarse aggregate

采用工业固废钢渣、煤矸石等为主要原材料，制成的粒径不小于4.75mm的粗集料。

3.4

细集料 industrial solid waste fine aggregate

采用工业固废钢渣、炉渣等为主要原材料，制成的粒径小于 4.75mm 的细集料。

4 原材料

4.1 一般要求

4.1.1 工业固废材料应按照 HJ 557 规定的方法进行浸出重金属含量的测定，其指标应符合 GB 8978 的相关要求。

4.1.2 工业固废材料应按照 GB 6566 的规定进行放射性指标检测，内、外照射指数应不大于 1.0。

4.1.3 其他非固废原材料技术指标应符合 GB 55008 规定的水、水泥、集料、外加剂相关技术要求。

4.1.4 当采用本文件列出的其他工业固废材料时，应试验验证技术可行性。

4.2 粉煤灰

4.2.1 根据燃煤品种分为 F 类粉煤灰（由无烟煤或烟煤煅烧收集的粉煤灰）和 C 类粉煤灰（由褐煤或次烟煤煅烧收集的粉煤灰，氧化钙含量一般大于或等于 10%）。

4.2.2 拌制砂浆和混凝土用粉煤灰应符合 GB/T 1596 中的技术要求。

4.3 粒化高炉矿渣粉

粒化高炉矿渣粉应符合 GB/T 18046 中的技术要求。

4.4 钢渣粉

钢渣粉比表面积应大于 $400\text{m}^2/\text{kg}$ ，其他指标应符合 GB/T 20491 中的技术要求。

4.5 脱硫石膏

脱硫石膏技术指标应符合 GB/T 37785 中二级及以上技术指标要求。

4.6 粗集料

4.6.1 粗集料应采用质地坚硬、洁净、级配合理、粒形良好、吸水率小的煤矸石或者钢渣等工业固废。其技术指标应符合 GB/T 14685 的相关要求。

4.6.2 粗集料应根据混凝土最大粒径采用连续级配，不得使用不分级的混合料。料源发生更换时，应重新进行级配试验。

4.7 细集料

4.7.1 细集料应使用质地坚硬、耐久、洁净的钢渣或粒化高炉矿渣等工业固废，其相关技术指标应符合 GB/T 14684 的相关要求。

4.7.2 细集料宜采用连续级配；严禁使用含泥量、泥块含量、有害物质超标及风化严重的集料。料源更换时，需重新进行含泥量、颗粒级配等试验。

5 配合比设计

5.1 一般规定

5.1.1 交通附属工程工业固废预制构件混凝土配合比设计应满足其强度、工作性、耐久性等要求。

5.1.2 交通附属工程工业固废预制构件配合比设计应包括目标配合比和施工配合比设计两个阶段。目标配合比设计应确定混凝土的水胶比、用水量和外加剂用量、胶凝材料、矿物掺合料用量、砂率、工业固废粗细集料用量。施工配合比应通过拌合站试拌确定拌合参数，经批准的配合比在施工过程中不应擅自调整。当原材料变化时，应重新对目标配合比及施工配合比进行设计和验证。当不采用该配合比时，应通过试验确定。

5.2 复合胶凝材料

5.2.1 复合胶凝材料应根据粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、钢渣粉、脱硫石膏等原材料进行组合调配，复合胶凝材料各组分必须满足本规范第4章对应原材料指标，不合格组分不得参与调配。

5.2.2 复合胶凝材料掺量变化时，必须同步调整水胶比、外加剂掺量，不得沿用原有配合比。

5.2.3 过期或受潮复合胶凝材料不得用于配合比设计。

5.3 混合料

工业固废集料及其他粗细集料筛分后进行级配设计，确定交通附属工程工业固废预制构件混合料中各档料的体积配比，按附录A将体积配比转化为质量配比，后续试验及生产均应以工业固废预制构件混凝土混合料质量配比为标准。

6 制备

6.1 一般规定

6.1.1 多源固废制备交通工程附属构件的基本生产工艺流程为：预制作业前准备→配料计量→搅拌混合→成型→养护。

6.1.2 构件应进行首件预制施工，首件数量一般为6m³混凝土浇筑的成品数量。首件试验应验证施工流水线及施工设备运作状况、施工工艺、相关参数及构件成品质量。首件检验合格后，形成首件施工报告经批准方可批量预制施工。

6.1.3 生产过程中的粉尘、废水、噪声应符合相关规范的要求，避免二次污染。

6.2 预制作业前准备

6.2.1 预制作业前应做好下列工作：

a) 根据设计文件，编制预制作业方案。

b) 配备专项预制作业设备和技术人员。

c) 进行技术培训，明确各工序的技术要求。

6.2.2 粉煤灰、矿渣粉、钢渣粉等多源工业固废应进行干燥处理，避免影响胶凝材料活性和拌合物和易性；钢渣、煤矸石等块状工业固废需进行破碎、筛分，粒径符合骨料要求，同时进行磁选除铁处理，去除其中的铁质杂质。

6.2.3 浇筑前应完整、均匀地喷洒脱模剂，脱模剂应符合现行JC/T 949的要求。成型模具应选用刚

度足够、表面光滑、尺寸准确的钢模或塑料模，模具使用前应清理干净，涂刷脱模剂，避免构件与模具粘连；脱模剂应选用对构件质量无影响的环保型脱模剂。

6.2.4 模具使用前应对尺寸、变形、表面光洁度、预留孔洞等进行全面检验，不合格的模具不得用于构件预制。

6.3 配料计量

计量设备应选用精度符合要求的电子计量秤，计量精度：多源工业固废复合胶凝材料、外加剂±1%，工业固废集料、水±2%；计量前应校准计量设备，确保计量准确。

6.4 拌制

6.4.1 拌合站应采用自动称量搅拌机和自动控制管理系统。搅拌设备应采用振动搅拌机，也可采用强制式搅拌机，并具有数控化混凝土自动入模、自振一体化系统。

6.4.2 搅拌时间应根据拌合物的种类、流动性及搅拌设备性能确定，一般为60~120s，确保拌合物色泽一致、无结块、流动性均匀，坍落度或工作性符合成型要求。

6.5 成型

6.5.1 成型工艺可根据构件类型、形状及生产规模选用振动加压成型、静压成型、离心成型等方式。

6.5.2 振动加压成型：适用于路缘石、人行道砖、护坡砖等平板或块状构件，成型设备选用振动加压成型机，确保构件密实度符合要求，表面平整、无缺棱掉角。

6.5.3 静压成型：适用于形状复杂或对表面平整度要求较高的构件，成型后构件尺寸精度高、密实度均匀。

6.5.4 离心成型：适用于圆柱形构件（如警示桩），成型设备选用离心成型机，确保构件壁厚度均匀、密实度高。

6.6 养护

养护方式可选用蒸汽养护、洒水养护、覆盖保湿养护等，养护应在成型后24h内开始，不应少于7d，确保构件强度正常发展，避免产生收缩裂缝。

7 质量控制与检验

7.1 质量控制

7.1.1 建立完善的生产过程质量管理体系，对原料进场、预处理、配料计量、搅拌混合、成型、养护等各环节进行全程质量监控，做好质量记录。

7.1.2 原料进场时应进行检验，每批次原料至少检验 1 次，检验合格后方可使用；生产过程中应定期对拌合物的坍落度、工作性等指标进行检测，每工作班检测不少于 2 次。

7.1.3 成型后应及时对构件的尺寸、外观进行检查，尺寸偏差应符合相关标准要求，外观不应有缺棱掉角、裂缝、麻面、空鼓等缺陷；发现问题及时调整生产工艺。

7.1.4 养护过程中应监控养护温度、湿度，确保养护条件符合要求；定期对构件强度进行抽检，每批次构件至少抽检 3 组，每组 3 个试件，检测 7d 和 28d 抗压强度。

7.2 质量验收

多源工业固废制备交通工程附属构件的质量检验分为出厂检验和型式检验，检验项目及应符合对应产品国家标准及本规范要求，主要检验项目包括外观质量、成品尺寸质量、力学性能、耐久性能等。

7.2.1 外观质量

构件表面应平整、洁净，无缺棱掉角、裂缝、麻面、空鼓、起皮等缺陷；颜色应均匀一致；对于路缘石、隔离墩等构件，侧面应垂直，顶面应平整，棱角应清晰。具体外观质量要求应符合对应产品标准。

7.2.2 成品尺寸质量

7.2.2.1 构件的长度、宽度、高度、厚度等尺寸偏差应符合对应产品标准要求，技术指标应符合表 9 的规定。尺寸检测采用钢尺、卡尺等精度符合要求的测量工具，每批次随机抽取 10 件构件进行检测。

表 9 构件成品尺寸质量要求

序号	构件类别	检测项目						
		混凝土强度 (MPa)	长度 (mm)	宽度 (mm)	高度 (mm)	平整度 (mm)	垂直度 (mm)	对角线差 (mm)
1	护坡类	符合设计要求	±3	±3	±4	≤3	≤3	≤3
2	路缘石		+4 -3	+4 -3	+4 -3	≤3	≤3	≤3
3	边沟、排水沟类		±5	±5	±5	-	-	-
4	盖板类		±5	±5	±5	≤2	≤2	≤2
5	路面砖		±2	±2	±2	≤2	≤2	-

7.2.2.2 路缘石铺设实测项目及外观质量技术指标、盖板尺寸检测方法频率及外观质量技术指标应符合 JTG F80/1 的相关要求。

7.2.3 力学性能

力学性能检测技术指标应符合表 10 的规定。

表 10 力学性能检测技术指标

序号	试验项目	指标要求	检验方法	检验频率
1	立方体抗压强度 (28d)	符合设计强度等级；单组试块强度 \geq 设计值的 95%，评定合格	GB/T 50081	1. 首件：每类构件首件必做 1 组 (3 块) 2. 批量：同一配合比、同一批次 \leq 500 件/或 \leq 200m ³ 混凝土，每批次 1 组；不足一批按一批计
2	轴心抗压强度	满足设计要求	GB/T 50081	同抗压强度，设计有要求时执行
3	抗折强度 (路缘石/路面砖)	\geq 3.5MPa (C30)； \geq 4.0MPa (C35)	GB/T 50081	同抗压强度，每批次 1 组
4	劈裂抗拉强度 (护坡块/薄壁构件)	\geq 设计值，且 \geq 1.5MPa	GB/T 50081	同抗压强度，设计有要求时执行
5	弹性模量	符合设计要求	GB/T 50081	同抗压强度，设计有要求时执行

7.2.4 耐久性能

7.1.4.1 在严寒或寒冷地区使用的构件，应进行抗冻性检验，对于有抗渗要求的构件（如排水沟盖板、小型蓄水池构件），应进行抗渗性检验，按照 GB/T 50082 进行；人行道砖、护坡砖等受磨损的构件，应进行耐磨性检验，按照 GB/T 50081 进行。

7.1.4.2 工业固废材料小型构件吸水率应按照 GB/T 50081 中的方法检测，吸水率不应大于 6%。

7.1.4.3 工业固废材料小型构件耐久性检验评定项目见表 11。检验评定的项目及其等级或限值应根据设计文件要求确定。

表 11 工业固废材料小型构件耐久性检验评定的项目

序号	试验项目	试验参数	指标要求	检验方法	检验频率
1	抗冻/盐冻性能	相对动弹性模量、平均质量损失率	普通抗冻：冻融后相对动弹性模量 \geq 80%，质量损失率 \leq 5.0% 盐冻：按设计及对应规范限值执行	GB/T 50082	配合比首次验证、原材料重大变更、每批次/每分部工程抽检
2	抗水渗透性能	抗渗等级	满足相关设计要求	GB/T 50082	配合比验证、每 500m ³ 混凝土抽检 1 组
3	抗硫酸盐侵蚀性能	抗压强度耐蚀系数	耐蚀系数 \geq 0.75 (常规环境)，严酷环境按设计要求	GB/T 50082	侵蚀环境下配合比验证、原材料变化时必检，定期抽检
4	抗氯离子渗透性能	电通量	一类环境 \leq 2000C；二 a 类 \leq 1500C；二 b/ 三类从严控制	GB/T 50082	沿海/氯盐环境、预应力混凝土：配合比验证+阶段性抽检

5	抗碳化性能	平均碳化深度	碳化深度不超过混凝土保护层厚度，满足构件耐久性设计要求	GB/T 50082	长期外露构件、大气环境混凝土，配合比验证 + 定期抽检
6	抗收缩性	收缩变形量	满足设计及规范限值，严控早期、总收缩值	GB/T 50082	大体积、薄壁、超长结构混凝土，配合比验证必检

7.3 检验规则

7.3.1 出厂检验

每批次构件出厂前必须进行出厂检验，检验项目包括外观质量、尺寸偏差、7d 和 28d 抗压强度。每批次产品以同一配合比、同一生产工艺、连续生产的不超过 2000 件为一批，不足 2000 件按一批计。

出厂检验合格的产品，应附有产品质量合格证书，注明产品名称、规格型号、生产批次、生产日期、检验结果、生产厂家等信息；检验不合格的产品，不得出厂，应进行返工或报废处理。

7.3.2 型式检验

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品投产或产品定型鉴定时；
- b) 原料种类、配合比、生产工艺发生重大变化时；
- c) 产品停产 6 个月以上恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果差异较大时；
- e) 国家质量监督部门或行业主管部门要求进行型式检验时。

型式检验项目包括本指南 6.1 规定的全部检验项目，每批次抽检 1 组，每组 3 个试件；检验合格后方可继续生产和销售。

7.4 检验方法

序号	检验项目		检验方法	检验规则
1	外观质量		目测法，采用目测法，辅以钢尺、卡尺等工具	对构件表面缺陷、颜色、棱角等进行检查
2	尺寸偏差		采用精度为 0.5mm 的钢尺或卡尺	对构件的关键尺寸进行测量，每个尺寸测量 3 个点，取最大值与最小值之差作为尺寸偏差
3	力学性能		按照 GB/T 50081 的要求制备试件	压力试验机上进行抗压、抗折强度测试，测试精度应符合要求
4	耐久性	抗冻性	按照 GB/T 50082 进行	/
		抗渗性	按照 GB/T 50082 进行	
		耐磨性	按照 GB/T 50081 进行	
5	安全性		按照 HJ/T 299 的方法制备浸出液	采用原子吸收分光光度计等仪器检测浸出液中重金属浓度

附录 A 工业固废混凝土混合料级配修正方法

A.1 级配修正

工业固废集料密度与碎石集料的密度存在一定差异，故在级配设计时需按集料的毛体积密度将体积配比换算成质量配比，换算方法如表 A.1，换算过程见公式（A.1）、（A.2）。

表 A.1 级配修正中的等体积换算方法

集料类别	设计配合比/%	毛体积相对密度	质量分数/%	换算后质量比/%
1	P_1	γ_1	$P_1 * \gamma_1$	$(P_1 * \gamma_1 / \Sigma) * 100$
2	P_2	γ_2	$P_2 * \gamma_2$	$(P_2 * \gamma_2 / \Sigma) * 100$
3	P_3	γ_3	$P_3 * \gamma_3$	$(P_3 * \gamma_3 / \Sigma) * 100$
...
n	P_n	γ_n	$P_n * \gamma_n$	$(P_n * \gamma_n / \Sigma) * 100$
合计	100		Σ	100

$$M = P_i * \gamma_i * 100\% \dots\dots\dots(A.1)$$

$$N = \frac{P_i \gamma_i}{\sum_{i=1}^n P_i \gamma_i} * 100\% \dots\dots\dots(A.2)$$

式中：

M-质量分数；

N-换算后的质量配合比；

P-设计配合比；

γ -毛体积相对密度。

T/SDTRB XXXX-XXXX

T/SDTRB XXXX—XXXX