

福建省工程建设地方标准

DB

工程建设地方标准编号：DBJ/T 13-530-2026

住房和城乡建设部备案号：J 18548-2026

城镇道路生活垃圾焚烧炉渣应用 技术标准

Technical standard for the application of municipal solid waste
incineration bottom ash in urban roads

2026-01-29 发布

2026-05-01 实施

福建省住房和城乡建设厅

发布

福建省工程建设地方标准

城镇道路生活垃圾焚烧炉渣应用 技术标准

Technical standard for the application of municipal solid
waste incineration bottom ash in urban roads

工程建设地方标准编号：DBJ/T 13-530-2026

住房和城乡建设部备案号：J 1 8 5 4 8 - 2 0 2 6

主编单位：福州市规划设计研究院集团有限公司
福建省建设人才与科技发展中心
福州美佳环保资源开发有限公司

批准部门：福建省住房和城乡建设厅

实施日期：2 0 2 6 年 5 月 1 日

2026 年 福 州

前 言

根据《福建省住房和城乡建设厅关于公布全省住房和城乡建设行业 2023 年第一批科学技术计划项目的通知》（闽建科函〔2023〕95 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 材料；4. 应用；5. 质量验收；附录。

本标准由福建省住房和城乡建设厅负责管理，由福州市规划设计研究院集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送福建省住房和城乡建设厅科技与设计处（地址：福州市北大路 242 号，邮编：350001）和福州市规划设计研究院集团有限公司（地址：福州市高新大道 1 号，邮编：350108），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：福州市规划设计研究院集团有限公司
福建省建设人才与科技发展中心
福州美佳环保资源开发有限公司

本标准参编单位：福州市可持续发展城市研究院有限公司
福州兴旺新型建材有限公司
福州大学
福州市红庙岭垃圾综合处理中心
福建美佳投资集团有限公司
福州美环环卫清洁服务有限公司
福建美江环境服务有限公司

福建紫鑫金属材料科技有限公司
石狮市建设工程质量安全站

本标准主要起草人： 许乃星 陈文杰 吴将金 许育能
季 韬 洪婷婷 林 凡 林 仞
魏翠婷 许新华 林秋生 崔 凯
徐 松 方 雷 傅大宝 蔡榕榕
本标准主要审查人： 王国杰 陈宇峰 姚长习 林 震
黄建华 林云腾 陈开端

目 次

1 总 则	1
2 术 语	2
3 材 料	4
3.1 炉渣集料	4
3.2 炉渣粉料	5
4 应 用	7
4.1 一般规定	7
4.2 路 基	7
4.3 垫 层	9
4.4 基 层	9
4.5 面 层	11
4.6 水泥混凝土制品	14
5 质量验收	16
5.1 一般规定	16
5.2 路基与垫层	17
5.3 基 层	17
5.4 面 层	18
5.5 水泥混凝土制品	18
附录 A 炉渣集料浸出液制备及检验方法	21
附录 B 炉渣粉料流动度比和初凝时间比测定方法	26
本标准用词说明	28
引用标准名录	29
附：条 文 说 明	30

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Material	4
3.1	Bottom Ash Aggregate	4
3.2	Bottom Ash Powder	5
4	Application	7
4.1	General Requirement	7
4.2	Subgrade	7
4.3	Bed Course	9
4.4	Base Course	9
4.5	Surface Course	11
4.6	Cement Concrete Product	14
5	Quality Acceptance	16
5.1	General Requirement	16
5.2	Subgrade and Bed Course	17
5.3	Base Course	17
5.4	Surface Course	18
5.5	Cement Concrete Product	18
	Appendix A Method for Preparing and Inspecting the Bottom Ash Aggregate Leach Solution	21
	Appendix B Method for Determining the Fluidity Ratio and Initial Setting Time Ratio of Bottom Ash Powder	26
	Explanation of Wording in This Standard	28

List of Quoted Standards	29
Addition: Explanation of Provisions	30

福建省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

1 总 则

1.0.1 为规范生活垃圾焚烧炉渣集料及炉渣粉料在城镇道路工程的应用，保证工程质量、节约资源和保护环境，特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于福建省使用炉渣集料或炉渣粉料的新建、改扩建与大中修城镇道路工程，以及道路工程中非承重结构的水泥混凝土制品。

1.0.3 城镇道路工程在使用生活垃圾焚烧炉渣集料或炉渣粉料时，除应符合本标准外，尚应符合国家、行业和福建省现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 生活垃圾焚烧炉渣 municipal solid waste incineration bottom ash

生活垃圾焚烧炉炉排上残留的焚烧残渣、从炉排间掉落的漏渣及余热锅炉灰的混合物，简称炉渣。

2.0.2 生活垃圾焚烧炉渣集料 municipal solid waste incineration bottom ash aggregate

生活垃圾焚烧炉渣经破碎、筛分、矿选等一系列工艺处理之后得到的集料，一般指粒径大于 0.075mm 的组分，简称炉渣集料（BAA）。

2.0.3 生活垃圾焚烧炉渣粗集料 municipal solid waste incineration bottom ash coarse aggregate

砾石状的集料分组，炉渣集料中，一般指粒径小于 31.5mm、大于 4.75mm 的组分，简称炉渣粗集料。

2.0.4 生活垃圾焚烧炉渣细集料 municipal solid waste incineration bottom ash fine aggregate

砂状的集料分组，炉渣集料中，一般指粒径小于 4.75mm、大于 0.075mm 的组分，简称炉渣细集料。

2.0.5 生活垃圾焚烧炉渣粉料 municipal solid waste incineration bottom ash powder

生活垃圾焚烧炉渣经破碎、筛分、矿选等一系列工艺处理之后得到的粉状颗粒，一般指粒径小于 0.075mm 的颗粒，简称炉渣粉料。

2.0.6 统料 crusher-run aggregate

炉渣经处理后不分档使用的集料。

2.0.7 石灰粉煤灰稳定炉渣碎石 lime and fly ash stabilized BAA and crushed stones

掺配有一定比例炉渣集料和碎石的石灰粉煤灰稳定材料，简称二灰稳定炉渣碎石。

2.0.8 水泥稳定炉渣碎石 cement stabilized BAA and crushed stones

一定比例的炉渣集料和碎石加入适量水泥形成的混合料，简称水稳炉渣碎石。

2.0.9 水泥粉煤灰稳定炉渣碎石 cement and fly ash stabilized BAA and crushed stones

掺配有一定比例炉渣集料和碎石的水泥粉煤灰稳定材料。

2.0.10 炉渣沥青混合料 slag asphalt mixture

一定比例的炉渣集料加入矿料与沥青胶结料拌和而成的沥青混合料。

2.0.11 炉渣水泥混凝土 slag cement concrete

掺配有一定比例炉渣粗集料和细集料，或炉渣粉料形成的水泥混凝土。

3 材 料

3.1 炉渣集料

3.1.1 原状炉渣应符合现行国家标准《生活垃圾焚烧污染控制标准》GB 18485 的规定，炉渣集料应符合现行国家标准《生活垃圾焚烧炉渣集料》GB/T 25032 的规定。

3.1.2 炉渣集料分为I级、II级、III级三个技术级别，各级别技术指标应符合表 3.1.2 的规定。

表 3.1.2 炉渣集料技术要求

检测项目		Ⅰ级	Ⅱ级		Ⅲ级	
		统料	粗集料	细集料	粗集料	细集料
炉渣集料	热灼减率/%	≤3				
	放射性	$I_{Ra} \leq 1.0, I_T \leq 1.0$				
	含水率/%	≤18	≤10	≤18	≤10	≤18
	粒径	—	4.75mm 筛余>95%	4.75mm 筛余<10%	4.75mm 筛余>95%	4.75mm 筛余<10%
	磁性金属残余率/%	≤25%	≤10	≤10	≤5	≤5
	压碎值指标/%	—	≤40	≤40	≤35	≤35
	单质铝残余率/%	—	≤20	—	≤15	—
	单质铝含量/%	—	≤0.5	≤0.5	≤0.2	≤0.2
	重有色金属残余率/%	—	≤15	≤15	≤10	≤10
	膨胀率 a/%	—	≤3	≤3	≤1	≤1
玻璃含量 b/%	—	≤10	≤5	≤10	≤5	
炉渣浸出液	酸碱性(pH 值)	≤10(9)	≤10			
	电导率/(mS·cm ⁻¹)	≤9				
	Cl ⁻ 含量/(g·kg ⁻¹)	≤8				
	SO ₄ ²⁻ 含量/(g·kg ⁻¹)	≤8(用于石灰稳定类), ≤2.5(用于水泥稳定类)				
a b	炉渣粗集料、细集料用于混凝土及水泥制品时的技术要求指标					

注：1 I_{Ra} 为内照射指数； I_T 为外照射指数；

- 2 括号中数字适用于地下水位下使用的炉渣集料。
- 3 表中“—”表示不作要求，后表同。

3.1.3 炉渣集料生产质量控制应符合下列规定：

- 1 炉渣集料应每年进行一次型式检验。
- 2 当炉渣生产工艺变化或生活垃圾焚烧工艺发生变化时，应进行型式检验。
- 3 炉渣集料不符合本标准表 3.1.2 的热灼减率、放射性等任一技术要求时，不应生产，待查明原因且消除后方能恢复生产。
- 4 炉渣集料出厂时应进行出厂检验，生产厂质检部门应提供质量合格证书，并标明检验部门及检验人员签章。

3.1.4 炉渣集料应分仓、分档存放，防止串料。

3.1.5 炉渣集料运至现场后应取样进行质量检测，经评定合格后方可使用。

3.1.6 炉渣集料宜随运随用。用于各种稳定类混合料及面层时，宜控制含水率变化 < 2%。堆放场地应满足以下要求：

- 1 堆放场地应采取硬化措施。
- 2 应设置隔水、隔离和排水措施，防止炉渣集料被雨水淋湿。
- 3 炉渣集料应单独堆放，避免与其他碎石集料串料。

3.2 炉渣粉料

3.2.1 炉渣粉料生成原料应为炉渣集料，不得将属于危险固体废物的飞灰用于炉渣粉料的生产。

3.2.2 炉渣粉料的技术指标应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 炉渣粉料技术要求

技术指标		技术要求
密度/(g·cm ⁻³)		≥2.5
粒径/mm		≤0.075
活性指数/%	7 d	≥40
	28 d	≥50

续表 3.2.2

检测项目		技术要求
流动度比/%		≥90
初凝时间比/%		≥80, ≤200
吸水率/%		≤90
三氧化硫(质量分数)/%		≤4.0
氯离子(质量分数)/%		≤0.06
烧失量(质量分数)/%		≤5.0
放射性		$I_{Ra} \leq 1.0, I_{\gamma} \leq 1.0$
二噁英类含量/($\mu\text{g TEQ} \cdot \text{kg}^{-1}$)		<3
重金属毒性	Cd/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	≤1
	Cr/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	≤15
	Pb/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	≤5
	Ni/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	≤5
	Ba/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	≤100
	Zn/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	≤100
	Cu/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	≤100
	Mn/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	≤5
	As/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	≤5
	Hg/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	≤0.1

注：1 I_{Ra} 为内照射指数； I_{γ} 为外照射指数；

2 放射性测试的试验样品为炉渣粉料和硅酸盐水泥按质量比 1:1 混合制成。

3.2.3 炉渣粉料生产质量控制应符合下列规定：

1 炉渣粉料每年正常生产、生产工艺发生变化、产品长期停产后恢复生产、出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时，应提供炉渣粉料的第三方型式检验报告。

2 炉渣粉料不符合本标准表 3.2.2 的密度、粒径、活性指数等任一项技术要求时，不应生产，待查明原因且消除后方能恢复生产。

3 炉渣粉料出厂时应进行出厂检验，生产厂质检部门应提供质量合格证书，并标明检验部门及检验人员签章。

3.2.4 炉渣粉料运至现场后应取样进行质量检测，经评定合格后方可使用。

3.2.5 炉渣粉料在运输、使用过程中应做好粉尘污染防治措施。

4 应 用

4.1 一般规定

4.1.1 炉渣集料、炉渣粉料不得用于距离饮用水源不足 100m 范围内的道路路基、基层、面层，且地下水位较深的，基层应位于地下水最高水位标高至少 1m 以上。

4.1.2 炉渣集料用于路基填筑及垫层处理不应低于Ⅰ级材料标准，用于无机结合料基层、沥青混合料面层及水泥混凝土制品不应低于Ⅱ级材料标准，应通过试验段确定炉渣集料的使用比例。

4.2 路 基

4.2.1 炉渣集料进行路基填筑或作为稳定材料填筑路基的设计与施工应符合现行行业标准《城市道路路基设计规范》CJJ 194 和《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的有关规定。

4.2.2 炉渣集料填筑路基时，填料最小强度应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 路基填料最小强度

路床顶面以下深度/cm	填料最小强度(CBR)/%			
	快速路	主干路	次干路	支路
0~30	8.0	8.0	6.0	5.0
30~80	5.0	5.0	4.0	3.0
80~150	4.0	4.0	3.0	2.0
>150	3.0	3.0	2.0	2.0

4.2.3 炉渣集料填料最小强度不满足本标准表 4.2.2 要求时，应进行改良。

4.2.4 城镇道路炉渣集料路基填筑压实度质量要求应符合表

4.2.4 的规定。

表 4.2.4 城镇道路炉渣集料路基填筑压实度质量要求

路床顶面以下深度/cm	路基最小压实度/%			
	快速路	主干路	次干路	支路
0~30	96	95	94	92
30~80	96	95	94	92
80~150	94	93	92	91
>150	93	92	91	90

4.2.5 当炉渣集料用于沟槽回填时，回填土压实度应符合表 4.2.5 的规定。

表 4.2.5 城镇道路炉渣集料沟槽回填土压实度质量要求

序号	项目			最低压实度(%)		检查数量		检查方法	
				重型击实标准	轻型击实标准	范围	点数		
1	石灰土类垫层			93	95	100m	每层每侧一组(每组3点)	用环刀法检查或采用现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 中其他方法	
2	沟槽在路基范围外	胸腔部分	管侧	87	90	两井之间或1000m ²			
			管顶以上 500mm	87±2(轻型)					
		其余部分		≥90(轻型)或按设计要求					
		农田或绿地范围表层 500mm 范围内		不宜压实，预留沉降量，表面整平					
3	沟槽在路基范围内	胸腔部分	管侧	87	90				
			管顶以上 250mm	87±2(轻型)					
		由路槽底算起的深度范围 (mm)	≤800	快速路及主干路	95				98
				次干路	93				95
				支路	90				92
			800 ~ 1500	快速路及主干路	93				95
				次干路	90				92
				支路	87				90
			>1500	快速路及主干路	87				90
				次干路	87				90
				支路	87				90

4.2.6 快速路和主干路路基顶面设计回弹模量值不应小于 30MPa；次干路和支路不应小于 20MPa；当不满足上述要求时，应采取措施提高回弹模量。

4.3 垫 层

4.3.1 炉渣集料用作垫层处理的设计与施工应符合现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 和《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的有关规定。

4.3.2 垫层填筑用料应采用不少于两个规格的炉渣集料进行组配，组配后矿料级配组成应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 炉渣集料垫层矿料级配组成

级配	通过下列筛孔质量百分率				
	31.5mm	49.0mm	4.75mm	0.6mm	0.075mm
上限/%	100	100	50	25	5
下限/%	100	90	30	8	0

4.3.3 排水垫层应与边缘排水系统相连接，宽度应铺筑到路基边缘或与边沟下的渗沟相连接。

4.3.4 垫层厚度宜不小于 150mm。

4.3.5 城镇道路炉渣集料垫层填筑压实度质量要求应符合表 4.3.5 的规定。

表 4.3.5 城镇道路炉渣集料路基改善层填筑压实度质量要求

试验项目	城市道路等级			
	快速路	主干路	次干路	支路
压实度/%	≥97	≥96	≥95	≥93

4.4 基 层

4.4.1 石灰粉煤灰稳定炉渣碎石、水泥稳定炉渣碎石、水泥粉煤灰稳定炉渣碎石（以下简称无机结合料）的设计和施工应符合现行

行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 和《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的有关规定。

4.4.2 确定无机结合料的最大干密度、最佳含水率指标时，宜采用重型击实方法，也可采用振动压实方法。

4.4.3 无机结合料的试验方法应按照现行行业标准《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG 3441 的要求执行。

4.4.4 根据 7d 无侧限抗压强度设计要求，确定无机结合料的生产配合比。

4.4.5 无机结合料可采用炉渣细集料替代部分细集料，炉渣粉料替代部分胶凝材料，炉渣集料和炉渣粉料的具体掺量应通过试验确定。

4.4.6 水泥稳定炉渣碎石中的水泥剂量宜为 3.0%~5.0%。

4.4.7 水泥粉煤灰稳定炉渣碎石中的水泥：粉煤灰的质量比宜为 1:2~1:5，水泥剂量宜控制在 5.5%以内。

4.4.8 当无机结合料强度达不到要求或强度要求较高时，宜采用控制原材料技术指标和优化级配设计等措施，不宜单纯通过增加水泥剂量来提高强度。

4.4.9 无机结合料的压实度和 7d 龄期无侧限抗压强度代表值应符合表 4.4.9-1~4.4.9-3 的规定。

表 4.4.9-1 石灰粉煤灰稳定炉渣碎石的压实度与 7d 龄期抗压强度要求

层位	快速路、主干路、次干路		支路	
	压实度/%	抗压强度/MPa	压实度/%	抗压强度/MPa
上基层	≥98	≥0.8	≥97	≥0.6
下基层	≥97	≥0.6	≥96	≥0.5

表 4.4.9-2 水泥稳定炉渣碎石的压实度与 7d 龄期抗压强度要求

层位	快速路		主干路、次干路		支路	
	压实度/%	抗压强度/MPa	压实度/%	抗压强度/MPa	压实度/%	抗压强度/MPa
上基层	≥98	3.5~4.5	≥98	3~4	≥97	2.5~3.5
下基层	≥97	≥2.5	≥97	≥2.0	≥96	≥1.5

表 4.4.9-3 水泥粉煤灰稳定炉渣碎石的压实度与 7d 龄期抗压强度要求

层位	快速路、主干路、次干路		支路	
	压实度/%	抗压强度/MPa	压实度/%	抗压强度/MPa
上基层	≥98	1.5~3.5	≥97	1.2~1.5
下基层	≥97	≥1.0	≥96	≥0.6

4.4.10 无机结合料应集中厂拌，采用稳定土类拌和机进行拌制，拌和时炉渣集料应单独一个仓口。拌和机的生产能力应与施工现场摊铺机的生产能力相匹配。

4.4.11 在拌制无机结合料之前，应检查原材料的质量，并测定其含水率，确定各原材料分斗称量及混合料加水量。

4.4.12 采用强制式拌和机时，石灰粉煤灰稳定炉渣碎石的净拌和时间不得少于 30s。

4.4.13 水泥稳定炉渣碎石和水泥粉煤灰稳定炉渣碎石自加水拌和起计时，至现场碾压完毕，不应超过水泥的终凝时间。

4.4.14 无机结合料拌制后，应尽快运至铺筑现场，运输过程中，结合料表面应加以覆盖，减少水分损失。

4.4.15 在拌和、运输和摊铺过程中，应采取各种有效措施，防止结合料在施工中出现离析，对已经出现的离析应在碾压前将其铲除重铺。

4.4.16 无机结合料基层的施工期宜在 3 月~11 月期间，施工日的最低气温应在 5℃以上。

4.4.17 无机结合料基层尽量避免在高温季节和雨季施工，且不应在雨天施工。

4.5 面 层

4.5.1 炉渣沥青混合料的设计和施工应符合现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 和《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1、现行地方标准《城镇沥青路面施工技术标准》DBJ/T 13-98

的有关规定。

4.5.2 炉渣集料可用于所有类型沥青混合料，炉渣沥青混合料配合比设计包括马歇尔试验设计和性能检验两部分内容。

4.5.3 炉渣沥青混合料配合比设计可根据表 4.5.3 所给的各种沥青混合料级配范围或实践经验，采用马歇尔试验法进行。

4.5.4 炉渣沥青混合料宜选用炉渣细集料替代混合料中部分细集料使用。炉渣掺量宜为矿料总质量的 10%~15%，具体掺量应通过试验确定。

4.5.5 炉渣沥青混合料的高温稳定性应采用车辙试验的动稳定度来评价。按交通等级、结构层位和温度分区不同，应分别符合表 4.5.5 的要求。对交叉口进口道和公交车停靠站路段及长大陡纵坡路段的沥青混合料，应提高一个交通等级进行设计。

表 4.5.5 炉渣沥青混合料车辙试验稳定度技术要求(次/mm)

城市道路等级	结构层位	温度分区									试验方法
		>30				20~30				<20	
		1.夏炎热地区				2.夏热区				3.夏凉区	
		1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4	3-2	
支路、次干路	上	≥1500				≥800		≥1000		≥800	T 0719
	中、下	≥1000				≥800		≥800		≥800	
主干路	上、中	≥3000				≥2000		≥2500		≥1500	
	下	≥1200				≥800		≥800		≥800	
快速路	上、中	≥5000				≥3000		≥4000		≥2000	
	下	≥1500				≥1000		≥1500		≥800	

注：1 气候分区的确定应符合现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 的有关规定。

2 当其他月份的平均最高气温高于七月时，可使用该月平均最高气温。

3 在特殊情况下，对钢桥面铺装、重载车特别多或纵坡较大的长距离上坡路段、厂矿专用道路，可酌情提高动稳定度要求。

4 对炎热地区道路或快速路，可根据气候条件和交通状况适当提高试验温度或增加试验荷载。

表 4.5.3 各种炉渣沥青混合料的矿料级配范围

分类	品种及代号	通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%)												
		31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
密级配沥青混凝土	AC-25	100	90~100	75~90	65~83	57~76	45~65	24~52	16~42	12~33	8~24	5~17	4~13	3~7
	AC-20		100	90~100	78~92	62~80	50~72	26~56	16~44	12~33	8~24	5~17	4~13	3~7
	AC-16			100	90~100	76~92	60~80	34~62	20~48	13~36	9~26	7~18	5~14	4~8
	AC-13				100	90~100	68~85	38~68	24~50	15~38	10~28	7~20	5~15	4~8
	AC-10					100	90~100	45~75	30~58	20~44	13~32	9~23	6~16	4~8
	AC-5						100	90~100	55~75	35~55	20~40	12~28	7~18	5~10
沥青玛蹄脂碎石	SMA-20		100	90~100	72~92	62~82	40~55	18~30	13~22	12~20	10~16	9~14	8~13	8~12
	SMA-16			100	90~100	65~85	45~65	20~32	15~24	14~22	12~18	10~15	9~14	8~12
	SMA-13				100	90~100	50~75	20~34	15~26	14~24	12~20	10~16	9~15	8~12
	SMA-10					100	90~100	28~60	20~32	14~26	12~22	10~18	9~16	8~13
开级配磨耗层	OGEC-16			100	90~100	70~90	45~70	12~30	10~22	6~18	4~15	3~12	3~8	2~6
	OGEC-13				100	90~100	60~80	12~30	10~22	6~18	4~15	3~12	3~8	2~6
	OGEC-10					100	90~100	50~70	10~22	6~18	4~15	3~12	3~8	2~6

4.5.6 炉渣沥青混合料的水稳定性应符合表 4.5.6 的规定。水稳定性不满足要求时,可采取掺入消石灰、水泥或抗剥落剂,或更换集料等措施。

表 4.5.6 炉渣沥青混合料水稳定性技术要求

年降水量/mm	≥500	<500	试验方法
冻融劈裂强度比/%	≥75	≥70	T 0729
浸水马歇尔残留稳定度/%	≥80	≥75	T 0709

4.5.7 炉渣沥青混合料应根据气候条件检验低温抗裂性能。低温性能技术要求宜符合表 4.5.7 的规定。

表 4.5.7 炉渣沥青混合料低温抗裂性技术要求

气候条件及技术指标	年极端最低气温/℃		
	-21.5℃~-37℃	-9℃~-21.5℃	>-9℃
极限破坏应变(10 ⁻⁶)	≥2300	≥2000	

4.5.8 炉渣集料沥青混合料的拌和温度应比现行地方标准《城镇沥青路面施工技术标准》DBJ/T 13-98 中要求的温度提高(3~5)℃。

4.5.9 炉渣集料沥青混合料面层应在不低于 10℃气温下进行施工。

4.6 水泥混凝土制品

4.6.1 炉渣水泥混凝土制品可用于道路排水、护坡、路缘石等附属设施。

4.6.2 炉渣水泥混凝土性能及检验评定应符合现行国家、行业相关标准。

4.6.3 炉渣水泥混凝土用于城镇道路排水、护坡、路缘石及其他附属设施的设计和施工应符合相应附属设施现行规范要求。

4.6.4 炉渣水泥混凝土可采用炉渣集料替代部分集料,炉渣粉料替代部分胶凝材料。炉渣集料及炉渣粉料掺配率应根据水泥混凝土强度等级,通过试验确定。炉渣粉料掺配率可参照表 4.6.4 的规定。

当有创新技术和足够的试验论证，其用量可增加到胶凝材料质量的40%。

表 4.6.4 不同强度等级炉渣水泥混凝土炉渣粉料最大用量

强度等级	C30 以下	C30~C40	C40~C50	C50 以上
占胶凝材料的质量比/%	≤20	≤15	≤10	≤5

4.6.5 炉渣水泥混凝土配合比设计的步骤应符合现行地方标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的有关规定。

4.6.6 炉渣水泥混凝土抗压强度标准差应根据同品种、同强度等级的炉渣水泥混凝土统计资料计算确定，亦可参考表 4.6.6 取值。

表 4.6.6 抗压强度标准差

强度等级	C20	C25、C30	C35
抗压强度标准差σ/MPa	4.0	5.0	6.0

4.6.7 炉渣水泥混凝土施工应满足现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

4.6.8 炉渣水泥混凝土制品应采用集中厂拌预制。

4.6.9 炉渣水泥混凝土制品宜采用有保温保湿的养护室养护。无养护室时，应采用覆盖喷水养护，且不得在通风处养护。

5 质量验收

5.1 一般规定

5.1.1 在路基填筑、垫层处理及各类无机结合料、炉渣沥青混合料、炉渣水泥混凝土制品生产过程中，炉渣集料的检测项目及频率应满足表 5.1.1 的要求。

表 5.1.1 炉渣集料的检验项目及频率

检测项目	检测频率	试验方法
热灼减率	同一货源或每批次 1 次	CJ/T 531
含水率	每天或每批次 1 次	T 0305
粒径	每天或每批次 1 次	T 0302
压碎值	同一货源或每批次 1 次	T 0316
洛杉矶磨耗损失	同一货源或每批次 1 次	T 0317
沥青粘附性	同一货源或每批次 1 次	T 0616
磁性金属残余率	同一货源或每批次 1 次	GB/T 25032
单质铝残余率	同一货源或每批次 1 次	GB/T 25032
单质铝含量	同一货源或每批次 1 次	GB/T 25032
重有色金属残余率	同一货源或每批次 1 次	GB/T 25032
膨胀率	同一货源或每批次 1 次	GB/T 25032
玻璃含量	同一货源或每批次 1 次	GB/T 25032
炉渣浸出液指标	同一货源或每批次 1 次	附录 A
其他环境指标	视具体情况而定	GB 6566、GB 18485

注：1 “同一货源”是指源于同一生活垃圾焚烧厂、采用相同焚烧工艺和分档工艺的炉渣。

2 “每批”是指同一时间内运至施工现场的炉渣集料，原状炉渣单生产线日处理炉渣 $\geq 200\text{t}$ ，每 600t 同规格产品为一批；日处理炉渣 $< 200\text{t}$ ，每 400t 同规格产品为一批。

5.1.2 在各类无机结合料及炉渣水泥混凝土制品生产过程中，炉渣粉料的检测项目及频率应满足表 5.1.2 的要求。

表 5.1.2 用作胶凝材料的炉渣粉料检测项目及频率

检测项目	检测频率	试验方法
密度	同一货源或每批次 1 次	GB/T 208
粒径	同一货源或每批次 1 次	GB/T 1345
活性指数(7d、28d)	同一货源或每批次 1 次	GB/T 18046
烧失量	同一货源或每批次 1 次	GB/T 18046
吸水率	每天或每批次一次	T 0330
三氧化硫	同一货源或每批次 1 次	GB/T 176
氯离子	同一货源或每批次 1 次	GB/T 176
放射性	同一货源或每批次 1 次	GB 6566
重金属毒性	同一货源或每批次 1 次	GB 5085.3
二噁英类含量	同一货源或每批次 1 次	HJ 916
流动度比	同一货源或每批次 1 次	附录B
初凝时间比	同一货源或每批次 1 次	附录B
其他环境指标	视具体情况而定	GB 6566、GB 18485

- 注：1 “同一货源”是指源于同一生活垃圾焚烧厂、采用相同焚烧工艺和分档工艺的炉渣。
- 2 “每批”是指同一时间内运至施工现场的炉渣粉料，炉渣粉料单线年生产能力 $> 60 \times 10^4 \text{t}$ ，按照不超过 2000t 为一批；年生产能力 $30 \times 10^4 \sim 60 \times 10^4 \text{t}$ ，按照不超过 1000t 为一批；年生产能力 $10 \times 10^4 \sim 30 \times 10^4 \text{t}$ ，按照不超过 600t 为一批；年生产能力 $< 10 \times 10^4 \text{t}$ ，按照不超过 200t 为一批。

5.2 路基与垫层

5.2.1 在路基填筑、垫层处理及各类无机结合料、炉渣沥青混合料、炉渣水泥混凝土制品生产过程中，其原材料的检验项目及频率应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 等相关标准规定。

5.2.2 炉渣集料用于路基填筑、垫层处理时，施工及质量验收应按照现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 中的规定进行。

5.3 基层

5.3.1 各类无机结合料作为路基基层检验项目及频率应符合现行

行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定。

5.3.2 石灰粉煤灰稳定炉渣碎石、水泥稳定炉渣碎石、水泥粉煤灰稳定炉渣碎石基层的施工及质量验收应按照现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 中的规定进行。

5.4 面 层

5.4.1 炉渣沥青混合料检验项目及频率应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定。

5.4.2 炉渣沥青混合料面层的施工及质量验收应按照现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 中的规定进行。

5.5 水泥混凝土制品

5.5.1 炉渣水泥混凝土拌合物相关检测项目及频率应符合表 5.5.1 的规定。

表 5.5.1 拌合物质量检测项目及频率

检测项目	检测频率	试验方法
拌合物工作性	每 100m ³ 不应少于 1 次，且每一工作班不应少于 2 次	GB/T 50080
凝结时间	同一工程、同一配合比、采用同一批次水泥和外加剂时，至少检验一次	GB/T 50080
氯离子含量	同一工程、同一配合比的水泥混凝土，至少检验一次	GB 50164
掺配率	抽查电子秤重记录，每天检测两次	—

5.5.2 炉渣水泥混凝土预制品每批产品出厂均应对其尺寸允许偏差、外观质量、强度等级和吸水率等进行出厂检验，具体应符合下列要求：

1 炉渣水泥混凝土制品同一规格宜按每 3000 块一批，不足 3000 块时亦可为一批；当产品质量比较稳定时，可按每 6000 块一批进行质量检验。

2 炉渣水泥混凝土制品吸水率应不大于 6%，按照随机抽样法

从成品堆中每批次抽取 3 块试样进行检测。

3 炉渣水泥混凝土构件长度、宽度和高度的允许偏差值均为 -2~+2mm, 其余外观质量要求及测量方法应符合表 5.5.2-1 的规定。尺寸允许偏差和外观质量检测应按随机抽样法每批次产品中抽取 13 块试样。

表 5.5.2-1 外观质量要求及测量方法

项目	质量要求	测量方法
缺棱掉角	影响顶面或正侧面的破坏最大投影尺寸不大于 10mm	测量顶面和正侧面缺棱掉角处损坏、掉角的长度和宽度(或高度)投影尺寸, 精确至 1mm
面层非贯穿裂纹(表面裂纹)	最大投影尺寸不大于 15mm	测量裂纹所在面上的投影长度; 若裂纹由一个面延伸至相邻面时, 测量其延伸长度之和, 精确至 1mm
粘皮(脱皮)	最大面积不大于 30mm ²	测量顶面和正侧面上粘皮(脱皮)及表面缺损或伤痕处互相垂直的两个最大尺寸, 精确至 1mm; 计算其面积, 精确至 1mm ²
气孔	最大直径不应超过 3mm	测量气孔处过中心互相垂直的两个尺寸, 取平均值, 精确至 1mm
贯穿裂纹	无贯穿裂纹	在自然光照或不低于 40W 日光灯下, 距预制构件 1.5m 处, 对端面、背面(或底面)目测检验贯穿裂纹
分层	明显分层	在自然光照或不低于 40W 日光灯下, 距预制构件 1.5m 处, 对端面、背面(或底面)目测检验分层

4 炉渣水泥混凝土制品质量检验项目及频率应符合表 5.5.2-2 的规定。

表 5.5.2-2 炉渣水泥混凝土制品质量检验项目及频率

名称	项目	允许偏差	检查方法及频率
护坡	抗压强度	不小于设计强度	每 1 工作台面 2 组试件
	截面尺寸	不小于设计值	尺量: 每 20m 测 2 个断面
排水工程	抗压强度	不小于设计强度	每 1 工作台面 2 组试件
	截面尺寸	不小于设计值	尺量: 每 20m 测 2 个断面
	铺砌厚度	不小于设计值	每处开挖检查不少于 1 个断面
路缘石	抗压强度	不小于设计强度	每 1 工作台面 2 组试件
	截面尺寸	不小于设计值	尺量: 每 20m 测 2 个断面

5.5.3 炉渣水泥混凝土制品工程施工及质量验收应符合相应标准。

福建省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

附录 A 炉渣集料浸出液制备及检验方法

A.1 浸出液制备

A.1.1 用于炉渣集料浸出液制备的仪器如下：

- 1 台秤：称量 1kg~2kg，感量 0.1g；
- 2 研钵、锥形瓶、量筒、布氏漏斗、滤纸等。

A.1.2 炉渣集料浸出液制备步骤如下：

1 炉渣集料试样应按现行国家标准《生活垃圾焚烧炉渣集料》GB/T 25032 取样；

2 炉渣集料需经研钵研碎，在 $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ 下恒温 8h，待试样冷却后，用台秤准确称取通过 1mm 筛孔的炉渣集料试样 50.0g；

3 研碎后的炉渣集料放入干燥锥形瓶中，用量筒准确加入蒸馏水 250mL，加塞，振荡 3min，制得炉渣悬浊液；

4 采用装有滤纸的漏斗进行过滤，制得炉渣浸出液；

5 再次按照以上步骤制得炉渣平行浸出液；

6 将炉渣浸出液置于密封的玻璃瓶内，在室温下避光保存。

炉渣浸出液制备完成后应在 24h 内完成本附录 A 的测试过程。

A.2 pH 值测试

A.2.1 用于炉渣集料浸出液 pH 值测定的仪器如下：

- 1 带温度补偿功能的 pH 值测试计，pH 值精度 0.01；
- 2 烧杯、玻璃棒、滤纸等。

A.2.2 炉渣集料浸出液 pH 值测定步骤如下：

- 1 pH 值测试计的校正：在测定炉渣前应按照所用的仪器的使

用说明书校正pH值测试计；

2 将 25mL~30mL的炉渣集料浸出液盛于 50mL烧杯中，将 pH值测试计探头插入溶液中，待pH值测试计显示区数字稳定后读取一次数值；将pH值测试计从浸出溶液中取出，用水冲洗干净，用滤纸擦干探头，再次将pH值测试计探头插入炉渣平行浸出溶液中，待pH值测试计显示区数字稳定后读取一次数值。

A.2.3 试验结果整理如下：

- 1 两次pH值差不超过 0.1。
- 2 取两次数值的平均值作为炉渣浸出液的pH值。

A.3 电导率检测

A.3.1 用于炉渣集料浸出液电导率检测的仪器如下：

- 1 带温度补偿功能的电导仪，量程不小于 10mS/cm，精度 0.001 mS/cm；
- 2 烧杯、玻璃棒、滤纸等。

A.3.2 炉渣集料浸出液电导率检测步骤如下：

- 1 将电导电极放入标准溶液中调零；
- 2 用待测浸出液冲洗几次电导仪的电导电极，之后插入待测浸出液，按仪器操作法读取电导率数值；
- 3 取出电导电极，用水冲洗干净，用滤纸吸干，按 2 步骤的规定再次测试炉渣平行浸出液的电导率。

A.3.3 试验结果整理如下：

- 1 两次电导率数值差不超过 0.01 mS/cm。
- 2 取两次数值的平均值作为炉渣浸出液的电导率。

A.4 Cl⁻含量检测

A.4.1 用于炉渣集料浸出液 Cl⁻含量测定的仪器有：酸滴定管（25mL）、锥形瓶、玻璃棒等。

A.4.2 用于测试炉渣集料浸出液 Cl^- 含量的试剂如下:

- 1 0.04mol/L 硝酸银标准溶液, 保存于棕色瓶中;
- 2 0.02mol/L 碳酸氢钠溶液;
- 3 50g/L 铬酸钾指示剂: 5g 铬酸钾 (K_2CrO_4) 溶于水, 逐滴加入 1mol/L 硝酸银标准溶液至刚有红色沉淀生成位置, 放置过夜后, 过滤, 稀释至 100mL。

A.4.3 炉渣集料浸出液 Cl^- 含量检测步骤如下:

- 1 用移液管吸取浸出液 25mL 注入锥形瓶, 向炉渣浸出液中逐滴加入 0.02mol/L 碳酸氢钠至溶液刚变为黄色 (pH 值=7), 再加铬酸钾指示剂 5 滴;
- 2 用 25mL 滴定管加入 0.04mol/L 硝酸银, 随滴随摇, 直至生成的砖红色沉淀不再消失为止;
- 3 记录所用硝酸银的毫升数 (V);
- 4 按照上述步骤测试炉渣平行浸出液中的 Cl^- 含量。

A.4.4 炉渣集料浸出液 Cl^- 含量按照式 (A4.4-1) 和式 (A4.4-2) 计算。

$$\text{Cl}^- \text{ 含量 } [\text{mmol}(\text{Cl}^-)/\text{kg}] = \frac{V \times c}{m} \times 1000 \quad (\text{A4.4-1})$$

$$\text{Cl}^- \text{ 含量 } [\text{g/kg}] = \text{Cl}^- \text{ 含量 } [\text{mmol}(\text{Cl}^-)/\text{kg}] \times 0.0355 \quad (\text{A4.4-2})$$

式中: c ——硝酸银标准溶液的浓度 (mol/L);

V ——滴定用硝酸银溶液体积 (mL);

m ——相当于分析时所取浸出溶液体积的炉渣质量 (g);

0.0355——氯根的摩尔质量 (kg/mol)。

A.4.5 精度与误差应满足:

- 1 两次 Cl^- 含量数值差不超过 0.01g/kg。
- 2 取两次数值的平均值作为炉渣浸出液的 Cl^- 含量。

A.5 SO_4^{2-} 含量检测

A.5.1 用于炉渣集料浸出液 SO_4^{2-} 含量测定的仪器与设备如下：

- 1 分析天平：称量 1kg~2kg，感量不大于 0.0001g；
- 2 高温电炉：不低于 1000℃；
- 3 其余器具：水浴、喷灯、烧杯、玻璃棒、滤纸、坩埚等。

A.5.2 用于测试炉渣集料浸出液 SO_4^{2-} 的试剂：

- 1 0.1mol/L 硝酸银溶液；
- 2 浓盐酸（密度 1.19g/cm³）；
- 3 50g/L 氯化钡（BaCl₂）溶液。

A.5.3 炉渣集料浸出液 SO_4^{2-} 含量测定的试验步骤如下：

1 取 100mL 浸出液，放入 250mL 烧杯中，加入 3mL1:3 盐酸，加热至沸腾。逐滴加入 5%BaCl₂ 溶液，随加随搅拌，加至 BaSO₄ 沉淀完全，即在上部清液中再加几滴 BaCl₂ 溶液，看不到有更多沉淀生成为止。此时再加约 5mLBaCl₂ 溶液；

2 将烧杯和内容物放在沸水浴上加热 3h，取下，放置过夜。用倾泻法在紧密的无灰定量滤纸上过滤，杯中沉淀用热水洗 2~3 次，然后转入滤纸，继续洗至无氯离子为止（用 0.1mol/L 硝酸银溶液检查最后的洗涤液）；

3 沉淀用滤纸包好后放入事先已灼烧至恒定质量的瓷坩埚中，烘干，小心地在通气状况下灰化滤纸，再移入 800℃高温电炉中灼烧 15min（沉淀灼烧后应为白色）。取出稍冷后，在干燥器中冷却约 30min，称量，再同上灼烧，称量，至恒重质量（两次质量之差不超过 0.0005g）为止；

4 按照上述步骤测试平行浸出液中的 SO_4^{2-} 含量。

A.5.4 炉渣集料浸出液 SO_4^{2-} 含量按照式(A.5.3-1)和式(A.5.3-2)计算。

$$\text{SO}_4^{2-} \text{ 含量 [g/kg]} = \frac{m_1 \times 0.4116}{m} \times 1000 \quad (\text{A.5.3-1})$$

$$\text{SO}_4^{2-} \text{ 含量 } \left[\text{mmol} \left(\frac{1}{2} \text{SO}_4^{2-} \right) / \text{kg} \right] = \frac{\text{SO}_4^{2-} \text{ 含量 } [\text{g} / \text{kg}]}{0.0480} \quad (\text{A5.3-2})$$

式中： m_1 ——硫酸钡的质量（g）；

m ——相当于分析时所取浸出液体积的炉渣质量（g）；

0.4116——硫酸钡换算成硫酸根（ SO_4^{2-} ）的系数；

0.0480——1/2 硫酸根的摩尔质量（kg/mol）。

A.5.5 精度与误差应满足：

- 1 两次测定的 SO_4^{2-} 含量数值差不超过 0.01g/kg。
- 2 取两次数值的平均值作为炉渣浸出溶液的 SO_4^{2-} 含量。

附录B 炉渣粉料流动度比和初凝时间比测定方法

B.1 样 品

B.1.1 对比水泥

符合 GB/T 18046 规定的活性等级为 S95 级粒化高炉矿渣粉。激发剂采用模数为 1.5 的钠水玻璃，碱当量（以 Na_2O 计）占（矿渣+炉渣粉料）总质量的 4%。

B.1.2 试验样品

由对比矿渣粉和炉渣粉料按质量比 94:6 组成。

B.2 炉渣粉料的流动度比试验步骤及结果计算

B.2.1 水泥胶砂配比

对比胶砂和试验胶砂配比如表 B.2.1 所示。

表 B.2.1 对比胶砂和试验胶砂配比

水泥胶砂 种类	对比矿渣粉/g	炉渣粉料/g	1.5 模数 Na 水玻璃 /g(固含量 38.85%)	中国 ISO 标准砂/g	水/mL
对比胶砂	450	—	114	1350	155
试验胶砂	423	27	114	1350	155

B.2.2 水泥胶砂搅拌程序按 GB/T 17671 进行。

B.2.3 水泥胶砂流动度试验按 GB/T 2419 进行对比胶砂和试验胶砂的流动度试验。

B.2.4 炉渣粉料的流动度比按式（B.2.4）计算，计算结果保留至整数：

$$F = \frac{L \times 100}{L_m} \tag{B.2.4}$$

式中： F ——炉渣粉料流动度比，%；

L_m ——对比胶砂流动度，单位为毫米（mm）；

L ——试验胶砂流动度，单位为毫米（mm）。

B.3 炉渣粉料初凝时间比试验步骤及结果计算

B.3.1 对比水泥净浆和试验净浆配合比如表 B.3.1 所示。

表 B.3.1 水泥净浆配比

水泥净浆 种类	对比矿渣 粉/g	炉渣粉料/g	1.5 模数 Na 水玻璃 /g(固含量 38.85%)	水/mL
对比净浆	500	—	126	标准稠度用水量
试验净浆	470	30	126	标准稠度用水量

B.3.2 水泥净浆初凝时间试验

按 GB/T 1346 进行对比净浆和试验净浆初凝时间的测定。

B.3.3 水泥净浆初凝时间比计算

炉渣粉料初凝时间比按式（B.3.3）计算，计算结果保留至整数。

$$T = \frac{I \times 100}{I_m} \tag{B.3.3}$$

式中： T ——炉渣粉料初凝时间比，%；

I_m ——对比净浆初凝时间，单位为分（min）；

I ——试验净浆初凝时间，单位为分（min）。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行时的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》GB 5085.3
- 2 《建筑材料放射性核素限量》GB 6566
- 3 《生活垃圾焚烧污染控制标准》GB 18485
- 4 《混凝土质量控制标准》GB 50164
- 5 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 6 《水泥化学分析方法》GB/T 176
- 7 《水泥密度测定方法》GB/T 208
- 8 《水泥细度检验方法 筛析法》GB/T 1345
- 9 《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
- 10 《生活垃圾焚烧炉渣集料》GB/T 25032
- 11 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
- 12 《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1
- 13 《城市道路工程设计规范》CJJ 37
- 14 《城镇道路路面设计规范》CJJ 169
- 15 《城市道路路基设计规范》CJJ 194
- 16 《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》JTG 3441
- 17 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
- 18 《环境二噁英类监测技术规范》HJ 916
- 19 《城镇沥青路面施工技术标准》DBJ/T 13-98
- 20 《沥青路面再生应用技术规程》DBJ/T 13-334

福建省工程建设地方标准

城镇道路生活垃圾焚烧炉渣应用
技术标准

DBJ /T 13-530-2026

条 文 说 明

编制说明

《城镇道路生活垃圾焚烧炉渣应用技术标准》DBJ/T 13-530-2026，经福建省住房和城乡建设厅 2026 年 1 月 29 日以闽建科〔2026〕2 号文批准发布，并经住房和城乡建设部备案，备案号为 J 18548-2026。

本标准制订过程中，编制组进行了深入的调查研究，参考了国外先进技术法规、技术标准，同时对省内典型炉渣厂生产的炉渣进行了基础性能试验，取得了炉渣集料及粉料的重要技术参数，系统总结了生活垃圾焚烧炉渣在城镇道路建设中的工程实践经验。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《城镇道路生活垃圾焚烧炉渣应用技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总 则	33
2 术 语	34
3 材 料	35
3.1 炉渣集料	35
3.2 炉渣粉料	37
4 应 用	39
4.1 一般规定	39
4.2 路 基	41
4.4 基 层	42
4.5 面 层	43
4.6 水泥混凝土制品	44
5 质量验收	46
5.5 水泥混凝土制品	46
附录 B 炉渣集料浸出液制备及检验方法	47

1 总 则

1.0.1 本条阐明了制定本标准的目的。随着城镇化进程的加快和技术的进步，生活垃圾焚烧炉渣的产量日益增多。制定本标准旨在为炉渣集料及炉渣粉料在道路工程中的应用提供统一的技术依据和质量要求，提升其资源化利用水平，在保证道路工程质量和结构安全的前提下，有效替代天然砂石材料，达到节约自然资源、减少环境负荷、促进可持续发展的目标。

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。本标准涵盖了福建省内各类道路类型，包括新建、改扩建与大中修道路工程。同时，也包括道路工程中的排水、护坡、路缘石等非承重结构水泥混凝土制品。

1.0.3 本条阐明了本标准与其他标准、规范的关系与衔接原则。生活垃圾焚烧炉渣在城镇道路工程中的应用，是一个涉及材料生产、施工工艺与质量验收等环节的系统工程，凡本标准中未涉及的规定，还应符合国家、行业和福建省现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 生活垃圾在焚烧炉内经焚烧后的产物包括四部分，即焚烧炉炉排上生活垃圾焚烧后的残留物、焚烧炉炉排间隙掉落的灰渣、锅炉灰、飞灰及烟气净化系统收集到的灰。本规程中生活垃圾焚烧炉渣特指炉排上焚烧后的残留物、焚烧炉炉排间隙掉落及锅炉灰三部分，不包含飞灰。

本标准中生活垃圾焚烧炉渣不包括工业废弃物的焚烧产物和医疗垃圾的焚烧产物。

2.0.3 编制组调研了省内 4 家炉渣厂的生产工艺，炉渣厂产品主要分为炉渣集料和炉渣粉料。

3 材 料

3.1 炉渣集料

3.1.2 在本标准中，炉渣集料主要用于路基填筑、基层混合料、面层混合料和水泥混凝土中，要根据炉渣集料用途分别确定不同的技术指标和性能要求，从而为合理应用炉渣集料提供参考。在确定炉渣集料技术要求时，考虑如下：

1 作为道路工程用材料，炉渣集料要具备一定的物理力学性能，但又必须考虑炉渣集料自身的特性。

本标准参照现行国家标准《生活垃圾焚烧炉渣集料》GB/T 25032 将炉渣集料分为三级。

I级材料的本质是为了解决炉渣集料的出口，规范与要求针对炉渣集料的特殊性做出调整。当炉渣用于路基回填时，就炉渣的具体特点，对其重金属的浸出特点与强度随时间的变化作出考量。这些指标相对比较宽容，确保在炉渣厂较低的技术水平下，即能获得炉渣集料大量的资源化出口。

II级材料的本质是通过限制炉渣集料的掺量，扩大炉渣集料的应用范围。如将炉渣集料用于道路基层中的水泥稳定碎石，单单炉渣集料，其压碎值不符合要求，因此采取以炉渣替代部分集料的做法，根据研究，最大掺量在 30%左右。这样的掺量需要一定的室内研究，但使得炉渣集料有了利用价值更高的资源化出口。

III级材料的本质是寻找限制炉渣使用的控制指标，从而达到不限制最大掺量使用。如将炉渣集料用于沥青混合料时，多孔性是限制其用量的控制因素，因此可以采取颗粒外部裹浆等方法来消除这一缺陷，当然，在消除某一缺陷的同时，要验证其不带来新的缺陷。

2 炉渣集料是一种活性材料，需要考虑其化学稳定性及其对道路周边环境的影响。

当炉渣集料作为路基回填材料时，工程规模较大，在地下水、地表水等作用下，炉渣中的部分水溶性物质会发生迁移，对周边土壤环境的潜在污染可能比炉渣作为基层、面层、附属结构材料时的潜在污染大。因此，当炉渣集料用于路基填筑时，必须考虑其对环境的潜在污染。借鉴国内外经验采用的相关指标为热灼减率、炉渣浸出液的pH值和电导率等指标。

热灼减率：参照现行国家标准《生活垃圾焚烧炉渣集料》GB/T 25032 对炉渣集料的要求，规定炉渣集料的热灼减率 $\leq 3\%$ 。

氯离子（ Cl^- ）浓度：在现行国家标准《地表水环境质量标准》GB3838 中，对集中式生活饮用水地表水源地补充项目规定 Cl^- 的标准限值为 250mg/L （ 1L 浸出液中的 Cl^- 质量）。由于炉渣集料浸出液并不是作为生活饮用水使用，不必采用有着较高要求的地表水质量来限制炉渣浸出液中的 Cl^- 含量。借鉴荷兰等国的技术资料，对用于路基填筑的炉渣浸出液中的 Cl^- 浓度进行限定，将炉渣集料浸出液中 Cl^- 浓度限定为 8g/kg 。

3 编制组选取省内典型炉渣厂排出的炉渣，进行了炉渣集料的室内试验研究，验证生活垃圾焚烧炉渣路用性能的稳定性。表现为：

表 1 为不同地区生活垃圾焚烧炉渣浸出液的氯离子含量。从表中可以看出，炉渣颗粒粒径越小，其浸出液的氯离子含量越高，各地炉渣浸出液氯离子的含量均满足小于 8g/kg 的限值要求。

表 1 不同地区生活垃圾焚烧炉渣浸出液氯离子含量对比

炉渣种类	建阳	厦门		宁德		
		粗	细	粗	中	细
氯离子含量/($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	0.26	0.28	0.74	0.34	0.62	0.71

表 2 为不同地区生活垃圾焚烧炉渣浸出液的硫酸根离子含量。

从表中可以看出，炉渣颗粒粒径越小，其浸出液的硫酸根离子含量越高，各地炉渣浸出液氯离子的含量均满足小于 8g/kg 的限值要求。

表 2 不同地区生活垃圾焚烧炉渣浸出液硫酸根离子含量对比

炉渣种类	建阳	厦门		宁德		
		粗	细	粗	中	细
硫酸根离子含量/(g·kg ⁻¹)	0.35	0.38	0.99	0.46	0.82	0.91

3.1.4 同时用于基层、面层的炉渣集料要按照 0mm~5mm 或 0mm~10mm、10mm~20mm 尺寸规格进行分档并分档存放，粒径>20mm 的炉渣不得使用。

3.1.6 炉渣用于各种混合料及面层时，其含水率对混合料的性能有着显著影响。含水率过大，既会影响混合料可能达到的密度和强度，又会明显增大混合料的干缩性，使结构层容易产生干缩裂缝；含水率过小，也会影响混合料可能达到的密度和强度。因此，若不能及时使用需要存入料仓或进行现场覆盖堆放，确保其含水率处于稳定状态。

3.2 炉渣粉料

3.2.2 编制组选取省内典型炉渣厂排出的炉渣，进行了粉状炉渣的室内试验研究。表现为：

表 3 为采用不同地区生活垃圾焚烧炉渣制备的胶砂流动度比。从表中可以看出，生活垃圾焚烧炉渣的颗粒粒径越大，流动比越大，各地炉渣胶砂流动度比基本满足大于 90%的限值要求。

表 3 不同地区生活垃圾焚烧炉渣制备的胶砂流动度比

炉渣种类	建阳	厦门		宁德		
		粗	细	粗	中	细
流动度比 F/%	84	96	118	106	113	132

表 4 为采用不同地区生活垃圾焚烧炉渣制备的净浆初凝时间比。从表中可以看出，生活垃圾焚烧炉渣的颗粒粒径越大，初凝时

间比越大，各地炉渣胶砂初凝时间比均满足大于 80%且小于 200%的限值要求。

表 4 不同地区生活垃圾焚烧炉渣制备的胶砂初凝时间比

炉渣种类	建阳	厦门		宁德		
		粗	细	粗	中	细
初凝时间比 T/%	107	119	112	92	116	123

4 应 用

4.1 一般规定

4.1.1 本条规定了炉渣填筑路基、用于基层、面层的应用位置限制。考虑到炉渣可能浸出重金属、可溶盐及有机物等污染物，从饮用水、植物、动物及人类的环境安全性出发，国外均限制了炉渣工程与地下水位及饮用水源地的距离，如法国规定炉渣工程应距离水源地 30m，德国规定应在最高地下水位以上 1m，丹麦规定应距离水源地 20m、高于平均最高地下水位，荷兰则规定炉渣工程位于最高地下水位以上 0.5m。由此可见，不同国家的限定值不同。同时，参照现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749，取水点上游 1000m 至下游 100m 的水域，不得排入工业废水和生活污水，其沿岸防护范围内不得堆渣，不得设立有害化学物品仓库、堆栈或装卸垃圾、粪便和有毒物品的码头，不得使用工业废水或生活污水施用持久性或剧毒的农药，不得从事放牧等有可能污染该段水域水质的活动。本规程经综合考虑认为，应用炉渣的工程要保证距离饮用水源不低于 100m。对采用地下水作饮用水或灌溉水的地区，为避免炉渣工程污染地下水，在距离水源 100m 范围内的地下水位以下，炉渣不可用于路基填筑、基层、面层。

4.1.2 当炉渣用于路基填筑垫层处理时，就炉渣的具体特点，对重金属的浸出特点与强度随时间的变化作出考量。限制含水率、磁性金属残余率及酸碱性（表征炉渣堆放时间）等指标，这些指标相对比较宽容，确保在炉渣厂较低的技术水平下即能生产。

将炉渣集料用于无机结合料中，II级炉渣集料的压碎值不符合要求，因此采取以炉渣替代部分集料的做法，以达到压碎值要求。

当不限制炉渣集料最大掺量时，炉渣集料要符合Ⅲ级炉渣集料要求并符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1的有关规定。

将炉渣集料用于沥青混合料时，由于炉渣集料的多孔性，易吸收沥青。目前通过限制炉渣用量，使得沥青用量在合理范围内。此时炉渣集料要符合Ⅱ级炉渣集料要求。当不限制炉渣集料最大掺量时，需要采取颗粒外部裹浆等方法来消除这一缺陷（要验证其不带来新的缺陷），此时炉渣集料要符合Ⅲ级炉渣集料要求。

将炉渣集料用于水泥混凝土时，炉渣中铁生锈、铝氢爆、硫酸盐反应、玻璃碱骨料反应等都有可能成为膨胀源，影响水泥混凝土的安定性。目前主要通过限制炉渣掺量，以达到使用要求，炉渣集料要符合Ⅱ级炉渣集料要求。当不限制炉渣集料最大掺量时，需要识别炉渣集料膨胀贡献，并通过工艺手段降低其膨胀源含量。此时炉渣集料要符合Ⅲ级炉渣集料要求，且采用炉渣集料制备的水泥混凝土制品要符合现行相关规范的规定。

垫层需要具有一定的强度和良好的水稳定性。编制组对炉渣集料进行水稳定性试验。在室内，采用饱水试验和干湿循环试验研究不同含水率下的炉渣强度变化规律。图 1 为饱水试验结果，随着吸水天数的增加，炉渣试样的CBR和无侧限抗压强度逐渐升高。图 2 为炉渣集料干湿循环结果，炉渣集料的CBR和无侧限抗压强度随循环次数的增加而增大。该规律与普通路基土的干湿循环结果相反，强度升高主要是因为炉渣在水和空气作用下发生反应。可见，炉渣集料具有良好的水稳定性。

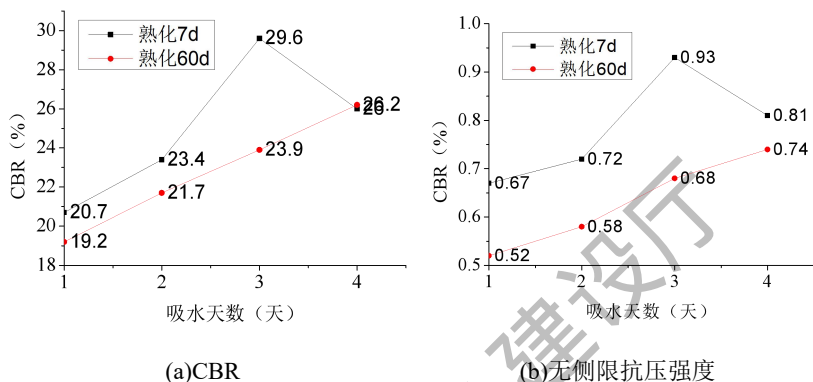


图 1 饱水试验结果

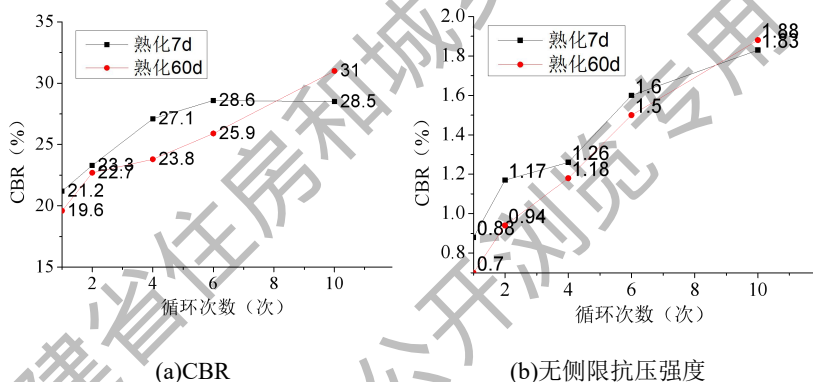


图 2 干湿循环试验结果

4.2 路基

4.2.3 参照现行行业标准《城市道路路基设计规范》CJJ 194 和《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1，确定路基填料最小强度。

炉渣强度与炉渣熟化时间有关，编制组测试了不同熟化时间的炉渣强度。表 8 为炉渣集料 CBR 随熟化时间的变化规律。随着熟化时间的增加，CBR 值呈现上升后稳定的趋势。CBR 值大于 8，满足现行行业标准《城市道路路基设计规范》CJJ 194 中各等级道

路不同深度路基填料的要求。表 9 为炉渣集料无侧限抗压强度随熟化时间的变化规律。炉渣集料的无侧限抗压强度随熟化时间呈先增大后稳定的趋势，与 CBR 的规律相似。因此，炉渣用于路堤回填，尤其是作为稳定剂用于路堤回填时，要减少炉渣集料的熟化时间。

表 8 CBR 随熟化时间的变化规律

熟化时间/d	7	14	30	60
CBR/%	10.500	19.967	22.900	20.000

表 9 无侧限抗压强度随熟化时间的变化规律

放置时间/d 压实度/%	无侧限抗压强度/MPa			
	7	14	30	60
96	0.393	0.727	0.763	0.578
93	—	0.503	0.413	0.425
90	—	0.286	0.214	0.160

注：“—”表示路基集料不能够压实成型，无法测试强度。

4.2.4 参照现行行业标准《城市道路路基设计规范》CJJ 194 和《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1，确定炉渣集料路基填筑压实度。

4.4 基 层

4.4.1 石灰粉煤灰稳定炉渣碎石、水泥稳定炉渣碎石、水泥粉煤灰稳定炉渣碎石可用于城镇道路各交通荷载等级的上基层和下基层。

4.4.6 水泥稳定炉渣碎石中的水泥剂量以水泥质量占全部干燥集料（炉渣集料和碎石集料）质量总和的百分率表示。

4.4.7 水泥粉煤灰稳定炉渣碎石按照质量配合比计算，以水泥：粉煤灰：集料（炉渣集料和碎石集料）的质量比表示。

4.4.16 现行地方标准《沥青路面再生应用技术规程》DBJ/T 13-334 规定无机结合料稳定材料不得在气温低于 5℃时施工。

福建省位于中国东南沿海，属于亚热带季风气候，大部分地区的气温在 3 月～11 月期间通常高于 5℃，内陆山区在 12 月～2 月期间可能会出现低于 5℃的情况。因此，规定无机结合料基层的施工期建议在 3 月～11 月期间。

4.5 面 层

4.5.2 现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 为了区分各种沥青混合料的特点，目前将沥青混合料按空隙率大小分为密级配、半开级配、开级配三大类。密级配，又可分为粗型（AC-C）和细型（AC-F）。不同级配类型适用于不同条件。

AC 型混合料以及骨架型混合料 SMA 均属于密级配混合料，设计空隙率在 3～5%。在 AC 型混合料中，F 型是细集料含量多于粗集料的一种连续级配；C 型混合料以粗集料为主，具有构造深度较大、抗车辙变形的性能好等特点，适用于多雨炎热、交通量较大地区的表面层。中、下面层也可用 C 型沥青混合料，以增强抗车辙能力，但施工时注意加强压实。F 型混合料因细集料较多，施工和易性较好，水稳定性、低温抗裂性及抗疲劳开裂性能较好。但是其表面致密，构造深度较小，可用于抗疲劳结构层或干旱少雨、交通量较少、气候严寒地区的道路。

热拌沥青碎石（AM）是一种半开级配混合料，设计空隙率在 8%～15%，由于它的空隙率大，渗水严重，建议设密级配上封层。当采用单层式沥青路面时，可适当增加细集料，控制空隙率不大于 10%。若拌和设备条件允许，尽量选用密级配沥青混合料。

开级配磨耗层（OGFC）是开级配沥青混合料，在欧美多称开级配抗滑磨耗层 OGFC，在日本称为排水路面。混合料的设计空隙率一般为 18%～24%，用作沥青路面表层具有排水、减少水膜厚度、防止水漂及抗滑功能，又可降低噪音作为减噪表面层。

4.5.3 现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 所给的各

种沥青混合料级配范围。其中 AC 混合料的级配范围较宽,可结合当地具体情况和使用经验选择级配曲线和范围。最好选择 2~3 条级配曲线,通过混合料配合比试验,结合各地经验确定油石比,并对混合料进行路用性能检验;根据各项技术指标,综合当地实际情况,择优选定炉渣沥青混合料级配(包括炉渣集料)。更重要的是通过试拌试铺,检验配合比设计的合理性,经业主、设计、监理、施工共同确认质量合格才能正式摊铺。

4.5.7 在进行沥青混合料配合比设计后,需要根据气候条件和交通荷载特征对炉渣沥青混合料的高温稳定性、水稳定性和低温抗裂性进行检测。相关技术要求参照现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169。

4.6 水泥混凝土制品

4.6.1 考虑应用工程的耐久性,本标准不推荐炉渣集料应用于承重结构混凝土,若用于承重结构混凝土,需经试验论证后方可使用。应用过程中,炉渣集料仅用于道路非承重结构水泥混凝土构件和配制相应等级混凝土。

4.6.2 炉渣水泥混凝土拌合物性能试验方法按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 执行;力学性能试验方法及试件尺寸换算系数按现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 执行;长期性能和耐久性能试验方法按现行国家标准《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 执行;质量控制要符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定;强度检验评定要符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的规定;耐久性的检验评定要符合现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的规定。

4.6.4 创新技术包括碱矿渣水泥或地聚物水泥等。

4.6.5 炉渣水泥混凝土配合比设计的步骤要符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的有关规定。

福建省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

5 质量验收

5.5 水泥混凝土制品

5.5.2 本条规定了炉渣水泥混凝土预制品每批产品出厂质量。

2 现行行业标准《混凝土路缘石》JC/T 899 中规定了路缘石的吸水率不应大于 6%，炉渣水泥混凝土由于加入了炉渣集料，吸水率增加，因此，规定吸水率的最大值，其检测方法可按照现行行业标准《混凝土路缘石》JC/T 899 执行。

4 炉渣水泥混凝土预制品为非标准件，难以直接进行强度检测试验，因此，对相同批次的炉渣水泥混凝土预留试件进行强度检测。预留件的取样根据本标准所要求的检查方法和频率，在水泥混凝土浇筑地点随机取样，其强度按照标准方法制作边长为 150mm 的立方体试件，用标准试验方法在 28d 龄期测得的水泥混凝土抗压强度还需满足现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB 50107 和《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

5.5.3 炉渣水泥混凝土制品工程施工及质量验收，根据用途不同，用于免烧砖时，要满足现行国家标准《普通混凝土小型砌块》GB/T 8239 的相关规定；用于围护墙时，要满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定；用于路缘石时，要满足现行行业标准《混凝土路缘石》JC/T 899 的相关规定。

附录 B 炉渣集料浸出液制备及检验方法

溶液的酸碱度、电导率、 Cl^- 及 SO_4^{2-} 的测试方法主要参考现行国家标准《土壤 水溶性和酸溶性硫酸盐的测定重量法》HJ 635。

福建省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用