

《建筑垃圾再生水泥混合材》

Recycled cement admixture for construction waste

T/CBCA xxx—202x

编制说明 (征求意见稿)

《建筑垃圾再生水泥混合材》标准编制组

2021年11月

《建筑垃圾再生水泥混合材》团体标准 编制说明

1. 任务来源

建筑垃圾是指在工程中由于人为或者自然等原因产生的建筑废料，包括废渣土、弃土、余泥以及弃料等。发展利用建筑垃圾制备再生水泥混合材，变废为宝，实现建筑垃圾资源化，不仅为建筑垃圾资源化提供了一种合理的途径，而且有着重要的社会和经济意义。

专家学者在这方面做了很多工作，其研究表明将建筑垃圾（废弃混凝土、砂浆、砖等）磨细后作为水泥混合材掺入到水泥中，可制备出满足要求的水泥。将建筑垃圾用于水泥混合材在技术上可行，但目前还未出台相关的技术标准，不利于产品技术的推广，因此迫切需要制定全国统一的标准来规范材料，推动建筑垃圾在水泥生产中的应用。

根据中国散装水泥推广发展协会文件要求（中散协标质〔2020〕005号），标准《建筑垃圾再生水泥混合材》（计划号：2020CBCAJH005），由建筑材料工业技术情报研究所负责组织国内相关生产、施工企业，科研院所等有关单位参加起草。

2. 主要工作过程

2020年5月，标准计划获批后，网上查询国内外相关研究进展，赴相关企业实际考察，发函调研企业的生产、应用情况。

2020年8月，收集了GB/T 2847-2005《用于水泥中的火山灰质混合材料》、GB/T 20491-2017《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》、GB/T 51003-2014《矿物掺合料应用技术规范》、GB/T 1596-2017《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》、GB/T 18046-2008《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》等相关标准、GB 6566-2010《建筑材料放射性核素限量》、GB 175-2007《通用硅酸盐水泥》等相关标准。

2020年10月，着手起草标准的工作组稿。

2020年12月-2021年4月收集样品，进行验证试验。

2021年5月-2021年7月，根据验证试验，完善标准文本

2021年7月10日，标准编制组在建筑材料工业技术情报研究所召开了标准编制工作会议，主要对标准的初稿进行了讨论，并对下一步工作进行了安排。



标准研讨会

2021年8月-2021年10月，根据汇集的修改建议，补充验证试验，对标准文本进行优化。

3. 主要参加单位及工作组成员及其所做工作

本标准主要起草单位：建筑材料工业技术情报研究所、.....

本标准主要参加起草单位：.....

工作组成员及其主要分工见表1。

表1 工作组成员及其主要分工

序号	项目	单位	成员	负责人
1	征求意见稿、送审稿、报批稿	建筑材料工业技术情报研究所	黄晓研	田桂萍
2	编制说明（征求意见稿）、编制说明（送审稿）	建筑材料工业技术情报研究所	黄晓研	田桂萍
3	验证试验	建筑材料工业干混砂浆产品质量监督检验测试中心	朱立德	张磊
		陕西富平生态水泥有限公司	张碧涛	
		尧柏特征水泥集团有限公司	李县军	
		西南科技大学	李军	
		成都蜀源港泰新型建材有限公司	周飞	
		天津城建大学	荣辉	
		北京建工资源循环利用投资有限公司	周红波	
4	征求意见稿汇总	建筑材料工业技术情报研究所	黄晓研	田桂萍
		建筑材料工业技术监督研究中心	扈士凯	
5	国内外资料收集、翻译	建筑材料工业技术情报研究所	黄晓研	杜鑫
		建筑材料工业技术监督研究中心	扈士凯	
		新化天马水泥有限公司	程甦	
		天津水泥工业设计研究院有限公司	杜鑫	
6	行业调研情况	建筑材料工业技术情报研究所	方艳欣	田桂萍
		北方民族大学	韩凤兰	
		桂林鸿程矿山机械设备有限公司	秦显柱	

4. 编制原则

(1) 遵循建筑垃圾再生水泥混合材特有的性能、质量检验和控制的普遍规律。

(2) 参考 GB/T 2847-2005《用于水泥中的火山灰质混合材料》、GB/T 20491-2017《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》、GB/T 51003-2014《矿物掺合料应用技术规范》、GB/T 1596-2017《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》、GB/T 18046-2008《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》等相关标准，并结合验证试验，确定试验方法及指标控制范围。

(3) 技术指标全面，宽严得当，既能适应实际应用，又能体现产品自身特点。

5. 标准的主要内容

5.1 名称

项目名称为《建筑垃圾再生水泥混合材》。

5.2 范围

主要适用于水泥生产中作为混合材料使用的建筑垃圾。

5.3 规范性引用文件

标准中共引用了 8 项现行国家标准。

5.4 术语和定义

对建筑垃圾、再生水泥混合材、建筑垃圾再生水泥混合材进行了定义。

5.5 分类和标记

按活性分为活性混合材，代号 H 和非活性混合材，代号 N。

按产品名称、活性类别、标准号的顺序标记。

5.6 技术要求

参考 GB/T 2847-2005《用于水泥中的火山灰质混合材料》、GB/T 20491-2017《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》、GB/T 51003-2014《矿物掺合料应用技术规范》、GB/T 1596-2017《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》、GB/T 18046-2008《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》等相关标准，确定建筑垃圾混合材主要控制指标有烧失量、三氧化硫含量、氯离子含量、含水量、活性试验、安定性、放射性。

5.6.1 烧失量、三氧化硫含量、游离氧化钙、氯离子含量

烧失量、三氧化硫含量、游离氧化钙、氯离子含量对水泥混凝土质量影响较大，作为有害物质，其含量应严格控制。参考相关标准及结合试验验证情况，将烧失量定为 $\leq 10\%$ ，三氧化硫含量定为 $\leq 3.0\%$ ，游离氧化钙定为 ≤ 4.0 ，氯离子含量定为 ≤ 4.0 。

5.6.2 含水量

参考 GB/T 51003-2014《矿物掺合料应用技术规范》中规定，结合试验验证数据，将含水量定为 $\leq 1.0\%$ 。

5.6.3 活性试验

将建筑垃圾混合材分为两大类，一类为非活性混合材，另一类为活性混合材。非活性混合材主要作为水泥中的填充料，用于调节水泥级配及降低水泥成本，这类混合材对其活性不做要求；另一类活性混合材，评定其活性的试验方法主要参考 GB/T 2847-2005《用于水泥中的火山灰质混合材料》、GB/T 12597-

2005《用于水泥混合材的工业废渣活性试验方法》、GB/T 20491-2017《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》等标准，主要有 3 个指标，潜在水硬性、火山灰性、水泥胶砂 28d 抗压强度比，结合验证试验情况，规定活性建筑垃圾混合材的潜在水硬性、火山灰性应合格，水泥胶砂 28d 抗压强度比 $\geq 65\%$ 。

5.6.4 安定性

建筑垃圾混合材不应对水泥的安定性带来不利影响，参照 GB/T 20491-2017《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》中规定，评价安定性的方法主要有沸煮法、压蒸法，要求沸煮法检测结果应合格，压蒸法的 6h 压蒸膨胀率 $\leq 0.5\%$ 。

5.6.5 放射性

建筑垃圾混合材的来源广泛，成分复杂多变，其作为水泥的混合材，放射性应满足相关标准的要求，参照 GB 6566-2010《建筑材料放射性核素限量》中对建筑主体材料的要求，内照射指数 $I_{Ra} \leq 1.0$ 、外照射指数 $I_r \leq 1.0$ 。

5.7 试验方法

表 5-1 主要试验方法

性能		试验方法
烧失量		按 GB/T 176 的规定进行
含水量		按 GB/T 51003-2014 附录 C 进行
三氧化硫		按 GB/T 176 的规定进行
游离氧化钙		按 GB/T 176 的规定进行
氯离子含量		按 GB/T 176 的规定进行
活性试验		按 GB/T 12957 的规定进行
安定性	沸煮法	按照 GB/T 1346 中试饼法的规定进行
	压蒸法	按照 GB/T 750 进行
放射性		按 GB 6566 的规定进行

5.8 检验规则

分为出厂检验与型式检验，出厂检验主要检测含水量、烧失量、活性试验、安定性。规定了进行型式检验时的条件，进行型式检验时则为全项。检验批以 200t 作为一个批次。检验（含复检）后，各项指标都符合本文件的相应规定时，判定合格；若有一项性能指标不符合标准要求，则应从同一批产品中加倍取样，对不符合要求的进行复检，复检结果符合标准要求，判定为合格，否则判定不合格。

5.9 标志、储存和运输

与 JC/T 2548-2019《建筑固废再生砂粉》中的规定保持一致。

6. 采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况

(1) 标准编制组送审的技术文件齐全、内容详实。

(2) 编制组在广泛调查研究的基础上，全面征集国内生产及施工企业的产品，进行验证试验，技术内容完整，依据充分、可靠。

(3) 该标准规定的技术指标科学合理，可操作性强，与相关技术标准协调一致，为混合材质量控制及验收提供了依据。

(4) 该标准填补了行业内的空白，达到了国内先进水平。

(5) 国外尚无本标准的同类标准。

7. 验证试验情况说明

收集不同企业邮寄的试验样品 10 组，均在实验标准条件下测试，试验室环境温度（23±2）℃，相对湿度（50±10）%。

7.1 烧失量

表 7-1 烧失量 单位：%

1	2	3	4	5
2.72	2.91	5.43	12.15	5.76
6	7	8	9	10
4.15	11.38	4.12	7.66	1.84

不同厂家生产的样品，测得的烧失量差距较大，有 2 组烧失量超过了 10%，有 5 组样品的烧失量超过了 5%，结合 GB/T 2847-2005，将烧失量定为≤10%较为合理。

7.2 含水量

表 7-2 含水量 单位：%

1	2	3	4	5
0.52	0.21	0.96	0.22	1.12
6	7	8	9	10
0.46	0.19	0.31	0.13	0.34

10 组样品中，只有 1 组的含水量超过了 1%。含水量满足使用要求即可，因此参考 GB/T 51003-2014《矿物掺合料应用技术规范》中规定，把含水量定为≤1.0%。

7.3 三氧化硫

表 7-3 三氧化硫含量 单位：%

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

0.18	0.27	1.69	3.52	3.04
6	7	8	9	10
0.82	3.23	0.31	0.22	1.07

三氧化硫对水泥质量影响较大，因此需严格控制其含量。从测试结果来看，有 3 组样品的结果超过了 3%，有 1 组样品的测试结果超过了 3.5%，从严格控制质量的角度考虑，将三氧化硫含量定为 $\leq 3.0\%$ 。

7.4 游离氧化钙

表 7-4 游离氧化钙含量 单位：%

1	2	3	4	5
0.27	2.67	1.03	0.38	1.12
6	7	8	9	10
0.81	2.18	3.13	0.87	0.71

游离氧化钙含量过高，会造成水泥体积安定性不良，因此，其含量需控制在合理范围内。从测试的结果来看，10 组样品的游离氧化钙含量均未超过 4%，参考 GB/T 20491 《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》等相关标准的规定，游离氧化钙含量定为 $\leq 4.0\%$ 即认为其满足要求。

7.5 氯离子

表 7-5 氯离子含量 单位：%

1	2	3	4	5
0.012	0.038	0.006	0.008	0.051
6	7	8	9	10
0.027	0.078	0.027	0.016	0.041

参考 GB 176 等相关标准，将氯离子含量定为 $\leq 0.06\%$ ，从测试结果来看，10 组样品中只有 1 组的氯离子含量超过了 0.06%。

7.6 活性试验

表 7-6 活性试验结果 单位：%

/		1	2	3	4	5
活性试验	潜在水硬性	合格	合格	合格	合格	合格
	火山灰性	合格	合格	合格	合格	合格
	水泥胶砂 28d 抗压强度比	73	69	81	52	77
/		6	7	8	9	10
活性试验	潜在水硬性	合格	合格	合格	合格	合格
	火山灰性	合格	合格	合格	合格	合格
	水泥胶砂 28d 抗压强度比	77	61	68	64	72

活性试验主要参考 GB/T 12587 《用于水泥混合材的工业废渣活性试验方法》中规定的相关试验方法，主要包括潜在水硬性、火山灰性、水泥胶砂 28d 抗压强度比。从测试结果来看，10 组样品的潜在水硬性、火山灰性均满足要求，28d 抗压强度比测试结果中，有 1 组的数值小于 55%，有 3 组数值小于 65%，有 4 组小于 70%，参考 GB/T 20491-2017 《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》，结合试验结果，将 28d 抗压强度比定为 $\geq 65\%$ 。

7.7 安定性

表 7-7 沸煮法测试结果

1	2	3	4	5
合格	合格	合格	合格	合格
6	7	8	9	10
合格	合格	合格	合格	合格

验证试验采用沸煮法对 10 组样品的安定性进行了检测，从测试结果来看，10 组样品的安定性均符合要求。参照 GB/T 20491-2017 《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》中规定，安定性检测可用压蒸法或沸煮法两种方法中的一种，采用沸煮法时，其检测结果应合格，采用压蒸法时，6h 压蒸膨胀率 $\leq 0.5\%$ 。

7.8 放射性

表 7-8 放射性

1	2	3	4	5
$I_{Ra}=0.0,$ $I_{\gamma}=0.0$	$I_{Ra}=0.1,$ $I_{\gamma}=0.1$	$I_{Ra}=0.1,$ $I_{\gamma}=0.0$	$I_{Ra}=0.3,$ $I_{\gamma}=0.2$	$I_{Ra}=0.0,$ $I_{\gamma}=0.0$
6	7	8	9	10
$I_{Ra}=0.1,$ $I_{\gamma}=0.2$	$I_{Ra}=0.2,$ $I_{\gamma}=0.1$	$I_{Ra}=0.2,$ $I_{\gamma}=0.1$	$I_{Ra}=1.1,$ $I_{\gamma}=0.89$	$I_{Ra}=0.1,$ $I_{\gamma}=0.1$

放射性试验方法参照 GB 6566 《建筑材料放射性核素限量》中规定的试验方法，限量按照指标限定最严格的建筑主体材料来规定， $I_{Ra} \leq 1.0$ ， $I_{\gamma} \leq 1.0$ ，根据实验结果可知，多数样品的放射性比较低，有两组结果为未检出，只有 1 组的放射性高出限量指标。

7.9 小结

基于样品的试验检测数据及现行相关标准规范，从严格把关产品质量，在确保产品质量的前提下，保证多数样品能满足本标准的要求。如下表 7-10 所示，汇总统计了本次标准验证试验样品的合格情况，单列了各参数的合格率及总合格率，其中，总合格率为 64%。

表 7-9 样品合格率统计

/	烧失量	含水量	三氧化硫	游离氧化钙	氯离子含量	活性试验	安定性	放射性
单项合格率%	80	90	70	100	90	70	100	90
总合格率/%	60							

8. 标准中涉及专利的情况说明

本标准在制定过程中没有涉及专利的情况。

9. 产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

建筑垃圾是城市建设和改造过程中产生的伴生物，随着中国城镇化建设的不断加快，建筑废弃物产生的速度也在不断提高。有统计显示，我国每年会产生多达 15.5 亿吨的建筑垃圾，其中主要以废弃的混凝土与废弃黏土砖居多，因堆放建筑垃圾而占用的土地多达 2500 公顷。我国对建筑垃圾的管理起步较晚，开始于上世纪 80 年代末 90 年代初，主要靠填埋、堆放等形式处理，建筑垃圾中成分复杂，含有重金属等有害离子，对土壤和地下水污染危害巨大。面对日益严峻的环境问题，日趋紧张的土地供给，日渐耗尽的矿产资源，建筑垃圾的产生无疑加剧了人、环境、资源之间的矛盾局面，影响了城市生态环境的协调发展。因此开展建筑垃圾资源化方面的课题、研究工作已势在必行，这也是今后建材行业可持续发展的重要出路之一。

建筑垃圾是指在工程中由于人为或者自然等原因产生的建筑废料，包括废渣土、弃土、余泥以及弃料等。发展利用建筑垃圾制备再生水泥混合材，变废为宝，实现建筑垃圾资源化，不仅为建筑垃圾资源化提供了一种合理的途径，而且有着重要的社会和经济意义。

10. 与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

目前主要有与水泥混合材相关的产品标准或技术规程，如 GB/T 12957-2005 《用于水泥混合材的工业废渣活性试验方法》、GB/T 2847-2005 《用于水泥中

的火山灰质混合材料》、GB/T 2847-2005《用于水泥中的火山灰质混合材料》、GSB 08-1535-2014《水泥用火山灰质混合材料成分分析标准样品》等，尚无与建筑垃圾再生水泥混合材相关的国家标准和国际标准，等标准完成后，将与其他标准衔接互补，有助于推动建筑垃圾在水泥混合材中的应用，本标准大量采用现有标准的试验方法，与现有标准具有很好的互补与协调性。

11. 大分歧意见的处理经过和依据

本标准制定过程中并无重大分歧意见，在指标和实验方法上存在个别小分歧时，通过采用大量实验验证的方法，用科学实验数据说话，使大家取得最终的一致。

12. 标准性质的建议说明

建议本标准为建材行业推荐性标准。

13. 贯彻标准的要求和措施建议

建议本标准发布后尽快实施，并由协会及主要起草位在开展标准宣贯，推进标准顺利实施。

14. 废止现行相关标准的建议

无。

15. 其它应予说明的事项

无。