建筑垃圾复合粉体矿物掺合料应用技术规程

编制说明

标准编制组

2023年4月

# 工作简况

## 1.1任务来源

2021年5月13日陕西省市场监督管理局下达了2021年地方标准的函，陕市监函〔2021〕424 号文件，《建筑垃圾复合粉体矿物掺合料应用技术规程》作为工程建设项目被列入2021年地方标准制修订计划。主编单位有西安建筑科技大学、长安大学、陕西省交通规划设计研究院实验检测研究中心、西安同成建筑材料有限责任公司，该标准由陕西省建筑材料标准化技术委员会归口管理。

目前，我国对于建筑垃圾的处理方式仍处在相对粗放的填埋及堆放阶段。按一万吨的建筑垃圾占地2亩计（堆高5米），目前我国每年所产生的15亿左右建筑垃圾，一年对土地资源的占用将超过30万亩。

对建筑垃圾采用填埋处理方法具有严重的弊端，其一，在清运、堆放过程中，粉尘、灰沙到处飞扬，污染环境；其二，填埋的方式占用国家土地，浪费土地资源；其三，建筑垃圾中的油漆、涂料等含有有害物质，填埋后不易被分解，这样又对地下水造成污染；其四，填埋方式还会破坏土壤结构，造成地表沉降。因此，解决建筑垃圾的治理与污染问题迫在眉睫。

现在拆除的建筑物多为上世纪七、八十年代建造的，结构形式以砖混结构为主，所以目前中国建筑垃圾的组成以废弃粘土砖和废弃混凝土为主，二者各占40%。为解决建筑垃圾的污染问题，实现其资源化利用，人们开展了大量研究工作，绝大多数是将其破碎分离后作为再生粗骨料制备再生混凝土及道路的稳定碎石基层，而对粒径5mm以下的细集料即砂浆组分的利用较少。

中国虽然从十三五开始高度重视对建筑垃圾的治理和资源化利用，也制定了较为详细的建筑垃圾处理条例，但总的来说仍缺少完善的再生技术的标准和规程，尚未找到既能满足经济性要求又可规模化处理的途径。同时，近些年中国的公路交通和城镇道路发展迅速，建设道路需要大量的材料,如果能够将建筑垃圾用于道路工程中,将产生极大的经济价值和环保、社会效益。而西安市作为国际化大都市，更应该加大对建筑垃圾资源化利用的投入，尽快建立本地建筑垃圾资源化利用示范性工程，为西北地区乃至全国探索适合建筑垃圾资源化利用的模式，带动建筑垃圾资源化利用工作全面发展。

在上述背景下，特提出开展“建筑垃圾复合粉体矿物掺合料应用技术规程”标准编写与研究工作，旨在针对在建筑垃圾中占有一定比例并具有潜在活性的砂浆和废砖，开发技术经济的物理、化学激发技术和具有更高应用价值的新型复合粉体材料，加快推进该种新型材料的工业化生产和在道路工程上的大范围推广应用，实现建筑垃圾在建设工程上的更高性能利用。根据陕西省市场监督管理局《陕西省市场监督管理局关于下达2021 年第一批地方标准计划的函》（陕市监函〔2021〕424号）由西安建筑科技大学、长安大学、陕西省交通规划设计研究院实验检测研究中心、西安同成建筑材料有限责任公司等单位作为标准起草位组织计划号SDBXM186-2021《建筑垃圾复合粉体矿物掺合料应用技术规程》地方标准的编制工作。

## 1.2主要前期工作

1.2.1.前期工作

西安建筑科技大学在申请本标准之前，进行了广泛的调研研究，在前期试验基础以及依托工程使用的经验之上，参考有关国际标准、地方标准，广泛征求相关意见，形成了《陕西省西咸北环线高速公路掺建筑垃圾复合粉体材料水稳碎石基层设计、施工指南》和《陕西省西咸北环线高速公路水稳碎石基层用建筑垃圾复合粉体材料质量控制方案与检测评定方法》

1.2.2成立工作组

2021年9月18日，西安建筑科技大学在陕西省建筑材料标准化技术委员会组织下，召开了《建筑垃圾复合粉体矿物掺合料应用技术规程》标准编制的启动会议，来自陕西省建筑材料标准化技术委员会秘书长、副主任委员以及建筑材料各行业企业等负责起草和参编单位和专家代表参加了会议，在本次会议上，对标准编制框架，具体内容、试验计划、任务分工等进行了热烈充分的讨论。并征集的不同企业、各位专家的意见。

## 1.3主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

本标准的负责起草单位：西安建筑科技大学

本标准的参加起草单位：西安市市政建设（集团）有限公司，陕西省交通规划设计研究院试验检测研究中心，西安同成建筑材料有限责任公司，长安大学，陕西省建筑科学研究院有限公司，陕西建工集团股份有限公司，安康市市政园林处，西安墙体材料研究设计院，安康盛美宝新型环保建材有限公司，西安市政设计研究院有限公司，陕西恒达福混凝土制品有限公司，中交二公局第三工程有限公司，中建西部建设北方有限公司，中国建筑西北设计研究院有限公司，陕西绿材基石新型建筑材料有限公司，。

本标准主要起草人： 李辉，雷燕团，钟佳墙，张浩，刘文欢，王海峰, 时炜, 黄沛増, 梁坤，沈玉，艾昊，徐文，申爱琴，时煜，崔会发，蒋青峰，郑才林，徐尚岳，罗作球，程永志，范红英，金小东，吕麦霞，程明礼，曹永杰，张明，徐双林。

# 2标准编制的原则和主要内容

## 2.1标准编制的原则

本标准按照GB/T 1.1给出的规则起草。《建筑垃圾复合粉体矿物掺合料应用技术规程》地方标准，按照《地方标准管理办法》和《地方标准制定规范》相关要求，制定过程中遵从以下原则：贯彻执行国家的环保政策，与现行其他标准协调一致，标准文本规范性、适用性，以指导建筑垃圾处置与利用技术指标的先进可行、经济合理为目的，确保矿物掺合料的质量，为建筑垃圾复合粉体矿物掺合料的生产、管理、应用提供统一的依据和标准。标准制定过程中，编制组进行了广泛而深入的调查研究，总结了国内目前针对建筑垃圾应用的经验，以及其他工业垃圾矿物掺合料利用的经验，同时参考了国家相关技术法规、技术标准，以保证标准中技术指标的准确性、科学性和可比性，各项指标值基于大量试验验证结果确定。

## 2.2标准的主要内容

2.2.1总则

为了促进建筑垃圾复合粉体矿物掺合料在工程中的应用，做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量、保护环境，制定本规程。

本规程适用于采用建筑垃圾复合粉体矿物掺合料进行新建、改扩建工程中的路面基层、混凝土预制构件、混凝土砌块和砂浆，除执行本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2.2.2规范性引用文件

下列文件对于本规程的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件；凡是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/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO法） |
| GB/T 8074 水泥比表面积测定方法 勃氏法 |
| GB/T 176 水泥化学分析方法  GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性  GB 6566 建筑材料放射性核素限量  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 208 水泥密度测定方法  GB/T 1345 水泥细度检测方法 筛析法  GB 50203 砌筑工程施工质量验收规范  GB 50210 建筑装饰装修工程质量验收规范  GB 50209 建筑地面工程施工质量验收规范  JTG/T F20 公路路面基层施工技术细则  JTG/T F30 公路水泥混凝土路面施工技术细则  CJJ1 城镇道路工程施工与质量验收规范  JTG 3420 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程  JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程 |
| JTG E30 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程 |
| JTG E51 公路工程无机结合料试验规程 |
| JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范 |
| JCT420 水泥原料中氯离子的化学分析方法 |
| T/CECS 631 预制混凝土构件质量检验标准 |
| JGJ/T 223 预拌砂浆应用技术规程 |
| JGJ/T 220 抹灰砂浆技术规程 |

2.2.3术语和定义

术语和定义是对本规程中有关名词的释义。本规程所列术语原则上只在本规程中有效。

建筑垃圾复合粉体矿物掺合料：将含有废烧结砖和废混凝土的建筑垃圾（其中废烧结砖的比例一般不低于80%）进行破碎、粉磨所获得的粉体材料与其他矿物掺合料（粒化高炉矿渣粉、粉煤灰等）复配并经改性后的一种复合粉体矿物掺合料。

改性剂：为提高掺合料的活性而掺入建筑垃圾粉体矿物掺合料的钙基活性组分。

2.2.4建筑垃圾复合粉体矿物掺合料的技术要求

该部分内容参照《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣微粉》（GB/T 18046），《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》（GB/T1596），以及试验结果，提出了建筑垃圾复合粉体矿物掺合料原料的细度，强度活性指数等指标，以及最终生产的建筑垃圾复合粉体矿物掺合料的检测技术标准。

其中强度活性指数测定参照《水泥胶砂强度检验方法》（GB/T 17671）；比表面积测定参照《水泥比表面积测定方法》（GB/T 8074）；密度测定参照《水泥密度测试方法》（GB/T 208）；烧失量测定参照《水泥化学分析方法标准》（GB/T 176）；安定性参照《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性》（GB/T 1346）。

验收和存储参照《粉煤灰混凝土应用技术规范》（GB/T 50146），规定了对进场建筑垃圾复合粉体矿物掺合料的验收要求和检测项目，取样的方法和数量。并对运输和储存进行了规定。

2.2.6建筑垃圾复合粉体矿物掺合料在路面基层的应用

该部分条款参照《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T-F20），《城镇道路工程施工与质量验收规范》（CJJ1）制定了建筑垃圾复合粉体掺合料在水泥稳定材料中的应用要求，以及水泥稳定材料的配合比设计、施工工艺和施工质量控制。

规定了在水泥稳定碎石材料中建筑垃圾复合粉体矿物掺合料的掺量，以及施工过程中应该控制的材料指标和检验方法。

2.2.7建筑垃圾复合粉体矿物掺合料在混凝土预制构件、混凝土砌块及砂浆中的应用

该部分参照《公路水泥混凝土路面施工技术细则》（JTG/T F30），《城镇道路工程施工与质量验收规范》（CJJ1），《砌筑工程施工质量验收规范》GB 50203对建筑垃圾复合粉体矿物掺合料在混凝土预制构件、混凝土砌块以及砂浆中的应用场景和适用场景进行了规定，同时对不同条件下使用该掺合料的用量、配合比、施工质量控制进行了规定。

2.2.8 建筑垃圾复合粉体矿物掺合料应用施工质量验收

该部分条款按照路面基层，混凝土预制构件、砌块以及砂浆三个应用方向的质量验收进行了规定，分别列出各个应用场景质量验收应该参照的相应的标准规范。

# 3主要实验验证情况分析与指标确定

标准技术指标是通过大量的调研，并参考相关标准规定，通过召开工作会议，与参编企业技术人员一同讨论及验证试验结果，最终确定本文件的各项技术指标要求。

## 3.1 比表面积

《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》（GB 18046）中规定S95级以上的矿渣粉比表面积≥400 m2/kg，本掺合料中使用的粉煤灰比表面积≥350 m2/kg，使用的废粘土砖粉比表面积≥400 m2/kg，经过大量数据收集和试验验证，通过不同比表面积掺合料性能的对比，最终编制组规定建筑垃圾复合粉体掺合料比表面积≥400 m2/kg。

## 3.2活性指数

建筑垃圾复合粉体矿物掺合料的活性指数与其中粉煤灰、矿渣粉、废粘土砖粉的活性指数相关，《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》（GB 18046）中规定S95级以上的矿渣粉活性指数≥95%，《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》（GB/T1596）中规定强度活性指数≥70%，本编制组测试废粘土砖粉的强度活性指数≥60%，最终通过对复合粉体矿物掺合料的试验，通过实验效果，规定建筑垃圾复合粉体掺合料在路面基层中应用时28d强度活性指数≥80%，在混凝土中应用时28d强度活性指数≥85%。

## 3.3建筑垃圾复合粉体掺合料掺量的确定

3.3.1建筑垃圾复合粉体矿物掺合料在路面基层中应用的掺量确定

（1）建筑垃圾复合粉体矿物掺合料最大引入量控制法

根据某企业的试验数据，通过调整建筑垃圾复合粉体矿物掺合料的最大掺量，探索掺合料对水泥稳定碎石7天、28天无侧限抗压强度的影响。

表1 掺建筑垃圾复合粉体的水泥稳定碎石无侧限抗压强度试验结果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 掺量 | 7d无侧限抗压强度 | | 28d无侧限抗压强度 | |
| 强度值（MPa） | 变异系数CV（%） | 强度值（MPa） | 变异系数CV（%） |
| 20% | 7.4 | 5.7 | 8.9 | 6.2 |
| 40% | 7.9 | 5.4 | 10.4 | 5.9 |
| 60% | 8.0 | 5.9 | 8.8 | 5.6 |

由表1可知，各方案试件的7d、28d无侧限抗压强度变异系数均小于6.5%，说明由振动压实法成型的试件具有较小的离散性，有助于施工过程中质量控制。结合表1可知，各方案试件的7d无侧限抗压强度均满足规范要求，说明建筑垃圾复合粉体可替代部分水泥用于水泥稳定碎石基层中，表1可知，随着建筑垃圾复合粉体替代总胶凝材料用量的增加，水泥稳定碎石基层7d无侧限抗压强度逐渐增加，但增幅不大。28d无侧限抗压强度随着建筑垃圾复合粉体掺量的增加出现先增加后减小的过程，所以编制组通过大量实验认为建筑垃圾复合粉体掺合料作为路面基层时，掺量不大于40%。

3.3.2建筑垃圾复合粉体矿物掺合料在公路小型混凝土预制构件和水泥混凝土砌块中应用的掺量确定

（1）C30、C40混凝土建筑垃圾复合粉体矿物掺合料最大引入量控制法

根据某企业的试验数据，通过调整建筑垃圾复合粉体矿物掺合料的最大掺量，探索掺合料对不同标号水泥混凝土7天、28天抗压强度的影响。

表2 C30混凝土抗压强度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 掺量 | 7d抗压强度  （MPa） | 28d抗压强度  （MPa） |
| 20% | 32.5 | 43.6 |
| 30% | 33.2 | 44.7 |
| 40% | 30.2 | 41.5 |
| 50% | 30 | 40.5 |

表3 C40混凝土抗压强度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 掺量 | 7d抗压强度  （MPa） | 28d抗压强度  （MPa） |
| 20% | 46.3 | 59.9 |
| 30% | 42.9 | 64.1 |
| 40% | 43.3 | 60.3 |
| 50% | 41.3 | 62.2 |

由表2，表3可知，建筑垃圾复合粉体矿物掺合料在C30、C40混凝土中，掺量控制在50%以内，混凝土的抗压强度均能满足相应标号的要求。C30混凝土中，掺量30%的7d，28d抗压强度均为各标号的最优值，在C40中，7d强度随着掺合料掺量的增加，强度逐渐降低，28d抗压强度中，30%掺量的强度最好。所以编制组通过大量实验认为建筑垃圾复合粉体掺合料作为混凝土掺合料时，非承重预制构件建筑垃圾复合粉体材料掺量应≤40%，承重预制构件建筑垃圾复合粉体材料掺量应≤30%。

# 4 标准中涉及专利情况说明

经检索、本标准所列技术内容没有涉及专利和知识产权的情况。

# 5 预期达到的经济效果

（1）将该种矿物掺合料按合适比例部分替代水泥用作基层水泥稳定碎石材料，可有效改善水泥稳定碎石基层的温缩性能、抗冻性能，提高水泥稳定碎石的抗干燥收缩和抗温度收缩能力，每公里可节约材料成本近1300元，在道路工程中具有良好的应用前景。

（2）用该矿物掺合料部分替代水泥制备公路小型构造物和城镇道路工程中预制混凝土砌块用C20-C30混凝土，可填充细化混凝土内部空隙，提高硬化水泥石的密实度；有效改善混凝土的干缩和温缩性能、抗冻、抗腐蚀性能，提高混凝土抗氯离子渗透能力。在预制构件中使用该矿物掺合料后，每立方C20混凝土材料可节约成本13元，每立方C25混凝土材料可节约成本 14元，每立方C30混凝土材料可节约成本15元。

（3）用该矿物掺合料部分替代水泥制备C35道路混凝土，可以提高混凝土流动性，减少用水量，使混凝土的抗折强度，收缩性能，抗冻性能以及长期的抗压，抗折强度都比基准的混凝土有所提高，耐磨性虽有所降低，改善混凝土的抗折强度。另外该复合粉体材料的掺入可以优化混凝土的孔结构（使混凝土有害孔减少、无害孔的增加），从而改善混凝土的抗渗性，抗冻性。

（4）若在道路工程中推广使用该矿物掺合料，按每公里至少使用100吨该种材料计算，若推广使用100公里，可资源化利用建筑垃圾5000吨.同时，可因为少使用水泥而间接减少因烧制水泥熟料所需消耗的燃料820吨标煤、1.13万吨原料和7000吨的CO2排放（按生产1吨水泥需用0.75吨水泥熟料计算），并相应解决建筑垃圾的堆放、污染问题，节约土地资源。

# 6 采用国际标准

无。

# 7 与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调

本标准中内容均依照国内现行各类相关法 律、法规、规章、标准予以要求。与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调一致。

# 8 重大意见分歧的处理依据和结果

在标准的编制过程中，广泛征求了行业相关单位和业内专家的意见和建议，主要针对标准规定中各项技术指标的要求范围做了深入研讨，各家单位和行业专家结合自身的工作经验和实验验证提出了作为数据支撑的有力依据，最终对标准要求达成一致。编制过程中对标准的主要内容并未产生重大意见分歧。

# 9 标准性质的建议说明

建议作为陕西省地方标准发布实施。

# 10 贯彻实施标准的措施建议

建议在本标准正式出台后，希望各水稳拌合站、混凝土拌合站及预制构件生产企业、检测机构以及地方管理部门等相关单位能够依据本标准中的相关规定对建筑垃圾复合粉体矿物掺合料进行规范使用。建议在标准发布半年后实施。各有关单位应积极进行相应技术措施的准备，以适应新标准的要求。

# 11 废止现行有关标准的建议

无。

# 12 其他应说明的事项

无。