

《高品质再生集料技术规程》（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本规程由四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、四川省公路院宏途新材科技有限公司提出，邀请四川省川交公路工程咨询有限公司、四川交通职业技术学院等单位参加，经中国技术市场协会（中技协字【2024】23号）批准，正式列入2024年团体标准计划，规程名称为《高品质再生集料技术规程》。

（二）项目背景

本规程旨在积极响应党中央、国务院、国家发改委、市场监管总局关于产业发展的相关要求，推动经济体系优化升级，规范和指导产业集成和技术服务现代化水平，完善产业质量体系。

当前，经过约30年的大规模基础设施建设，混凝土中所用的天然砂石集料已被大量开采。而且，在环保要求日益严格、土地资源愈发紧缺的现状下，天然砂石集料已经成为数量少、质量差、性能不稳定的紧缺材料，难以满足现代工程对高性能混凝土的需求。与此同时，工业生产废料堆积如山，占用土地、污染环境。在此背景下，开发新型的高品质集料不仅具有重要的经济意义，更是实现可持续发展的必然选择。通过工业化整形、表面激活及物理化分级等工艺，可将这些工业废料开发为高品质再生集料，实现高品质化的目标要求，用于制备高端混凝土材料（包括水泥和沥青混凝土），从而形成工业废料高品质再生集料完整产业链。

近年来，企业自主开发项目——工业废料高品质再生集料项目

研究取得了显著成果。项目深入研究了原材料性能、工业化整形、表面激活、物理化分级等关键技术，成功实现了工业废料制造高品质再生集料的研究目标，并形成了成熟的研究成果。结合已有研究成果建设的自动化高品质再生集料生产线，生产量近 600 吨/日，制备的再生集料质量稳定、性能可靠。该高品质再生集料已广泛应用于各级水泥和沥青混凝土的制备技术中，不仅节约天然砂石材料，而且减少工业废料的堆放和占地，实现了环境保护目标，减少了碳排放量。同时，再生集料制造价格和运输成本低、废料利用量大，是典型的低碳高性能材料，目前已经投入生产，获得了市场的高度认同，积累了成熟的工艺、工法技术。因此，基于以上成果制订该规程，将有助于进一步规范和推广高品质再生集料的应用，推动土木工程行业的高质量发展。

（三）目的意义

制定本规程的目的是顺应市场需求，维护市场秩序，促进先进材料科技成果集成与技术服务不断提高，助推交通强国建设，支撑土木行业转型发展，帮助企业根据商业目标和实际需求，实现生产力、质量等相关商业目标的改善，增强企业的市场竞争能力。

根据四川省交通运输科技项目和企业自筹经费的科研项目成果，利用工业废渣集料及矿山尾矿集料，采用颗粒再造工艺、表面激活工艺，将工业废渣集料及尾矿集料升级为高品质再生集料。该集料包括粗集料和细集料，高品质再生细集料与玄武岩砂比较，压碎值降低 10%、针片状减少 4%；高品质再生粗集料与玄武岩碎石比较，针片状减少 1%，磨光值提升 40%，取代玄武岩集料制备混凝土性能更优。高品质再生细集料与石英砂比较，压碎值、针片状含量相当，取代石英砂制作超高性能混凝土（UHPC）、高韧性混凝土性能更优。

采用工业废渣制作成的高品质再生集料，保护环境、减少土地资源占用。该项材料技术的开发，将为土木工程水泥混凝土、沥青混凝土、水泥砂浆、沥青砂浆等高性能材料提供优质原材料，为土木工程高质量发展奠定重要基础。

（四）起草单位及起草人名单

本规程起草单位：四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、四川省公路院宏途新材科技有限公司、四川省川交公路工程咨询有限公司、四川交通职业技术学院。

本规程主要起草人：牟廷敏、康玲、范碧琨、徐屹等。

（五）主要起草过程

1. 规程调研

《高品质再生集料技术规程》编制工作于2023年10月启动了规范文本的调研工作，并于2023年12月完成了相关资料的收集、分析和整理工作，提出了制订《高品质再生集料技术规程》的计划。

2. 标准立项

经过调查研究，总结相关科研成果，提炼工业生产现状、技术特点和未来发展前景，四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、四川省公路院宏途新材科技有限公司向中国技术市场协会提出了《高品质再生集料技术规程》的申请，经过审查和论证，2024年3月28日，中国技术市场协会（批准文函，中技协字【2024】23号）批准立项。

3. 组建标准起草工作组

2024年4月14~16日，经过初步协商，编制单位确定了编制组各单位牵头负责人和编制组组成人员名单。本规程编制工作的牵头人为四川省公路规划勘察设计研究院有限公司正高级工程师牟廷敏，

各单位负责人为：四川省公路规划勘察设计研究院有限公司高级工程师康玲、范碧琨，四川省公路院宏途新材科技有限公司高级工程师徐屹，四川省川交公路工程咨询公司高级工程师汪洋，四川交通职业技术学院讲师倪春梅，代表单位负责规程起草工作组的技术资源、人力资源、设备资源等工作，并召开项目启动会。

2024年5月12~13日，编制组根据近30天的反复磋商和思考，再次论证了规程调研工作成果和编制大纲，反复论证了制订规程的思路。

2024年6月20~13日，编制组论证了编制大纲和提交中国技术市场协会咨询的规程草案。

2024年7月25日，中国技术市场协会主持，对本规程启动工作及相關准备工作进行了审查，提出了相关指导意见。

4. 形成规程草案

2024年8月5~8日，编制组对资料收集情况进行汇报，共同进行了座谈讨论交流，项目组根据座谈交流意见，进一步分析整理了调研成果。

2024年8月22~24日，编制组开展组内讨论，确定了规程框架和主要内容，形成了规程讨论稿。

2024年10月12~13日，编制组对起草的规程初稿进行集中逐条讨论、修改完善，形成了规程草案初稿。

2024年12月20~24日，编制组对承担的中国技术市场协会四本规程的内容进行了梳理、论证和调整，确保本次制订的规程与相关标准、规范、规程和指南的融合互补，修改完善后形成了规程草案。

5. 形成征求意见稿

2025年1月8~12日，编制组集中对规程草案进行讨论，对规程草案内容进行了再次修改完善，形成了规程征求意见稿。

二、确定标准主要内容的论据

（一）编制原则

本规程按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化规程的结构和起草规则》以及《中国技术市场协会团体标准工作程序》的规定起草。

（二）标准主要内容及适用范围

工业废料的物理化学特性、混凝土配合比设计、力学性能、工作性能、耐久性能和体积稳定性研究表明，高品质再生集料与石英砂、玄武岩集料比较，物理化学性能更好、制备的混凝土各项性能更优。据此，本规程规定了高品质再生集料范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、设计要求、生产要求和验收等内容。

本规范适用范围（包括但不限于）：（1）高强度等级的普通水泥混凝土；（2）超高性能混凝土（UHPC）和高韧性混凝土；（3）高性能水泥基灌浆材料；（4）高韧性水泥基浆体材料；（5）公路沥青混凝土；（6）城市道路沥青混凝土；（7）高性能沥青砂等。

（三）确定标准主要内容的论据

1、工作基础依据

2009年以来，先后承担了四川攀枝花钢铁公司的高钛重矿渣集料研究、四川磷矿渣及磷石膏研究和矿山尾矿集料的研究。2011年7月，四川省公路规划勘察设计研究院有限公司申请立项，获批交通运输部交通科技项目《高钛重矿渣作集料的桥梁高性能混凝土的研究与应用》（项目编号（2011318351930）），并于2014年6月完

成验收鉴定。项目经过多年研究，主要研究成果：（1）分析研究了高钛重矿渣组成、结构和物化特性，以及在侵蚀环境下的稳定性，建立了高钛重矿渣作为混凝土集料的性能检测与评价方法，提出了其质量控制技术指标；（2）提出了高钛重矿渣集料选取原则，并根据不同集料组合类型，开发了全高钛重矿渣集料混凝土、高钛重矿渣砂与天然碎石混凝土、高钛重矿渣碎石与天然砂混凝土技术；（3）研究了高钛重矿渣高性能钢筋混凝土梁、柱构件的静力性能、抗震性能、界面粘结性能及损伤劣化与失效机理；（4）开发了高钛重矿渣粗集料的轻质化技术及其混凝土设计与制备方法；（5）形成了高钛重矿渣混凝土设计、制备、施工与质量控制成套技术。

项目研究不仅取得了高钛重矿渣集料的再生利用，同时，为开发和研究磷矿渣、锂渣、工业尾矿技术培养的人才，积累了研究能力和丰富的认知能力。基于此，编制团队完成了企业自筹科研项目工业废料高品质再生集料制造及工艺研究。开展了桥梁、隧道、路基、边坡等不同工程 and 不同强度等级的应用，形成了工业废料高品质再生集料制备与制造工艺，并建立了生产流程和工法，以及质量检查验收的技术指标。

2、解决的关键技术

为科学制定本规程，充分体现本规范的核心技术，解决的关键技术包括：工业废渣集料的物理化学特性、工业尾矿集料的物理化学特性、工业废料再造颗粒的工艺技术、工业废料再造激活技术和高品质等关键技术的定义、指标和评价方法等技术难题，根据攻克

技术成果，结合依托工程应用情况，提炼总结成为专用规范条款，成为推广应用的技术规定。

3、技术依据与特色

针对现有石英砂数量少、价格高、质量稳定性差，玄武岩集料运距远、成本高等难题，编制组近 20 年来，结合相关研究成果积累，持续开展了高钛重矿渣、矿山尾矿砂、磷渣与锂渣等工业集料研究，以及高性能水泥与沥青混凝土、高性能水泥砂浆研究，开展了高品质再生集料研究，该项目研究主要技术特色为：

(1) 揭示高钛重矿渣等工业集料优良的物理、化学和力学性能。主要包括：①探索高钛重矿渣物理化学特性及其作为混凝土集料的可行性，提出高钛重矿渣作为粗细集料制备高性能混凝土的控制技术指标；②开发高钛重矿渣作粗细集料在荷载和侵蚀环境耦合作用下的稳定性，建立高钛重矿渣集料用于桥梁结构工程的质量检测评定方法；③对高钛重矿渣粗细集料的生产设备进行了选型分析，建立了高钛重矿渣粗细集料的生产质量控制关键参数。

(2) 揭示尾矿砂等集料优良的物理、化学和力学性能。揭示尾矿砂等集料颗粒强度高、颗粒形状滚圆、颗粒形状相近、化学性能稳定等性能，通过化学激活作用，制作活性高、流动性强的掺合料和集料，制造质量高、成本低、循环利用的高档集料。

(3) 根据科学试验研究，提出了本规程相关用词的内涵和定义。

再生集料：选用工业废渣或尾料，通过冷却、破碎与筛分、造型与修磨、活性激活等工艺流程，将工业废渣或尾料制备成为生产

水泥或沥青混凝土的粗细集料。

高品质再生集料：通过再生集料工业化整形、表面激活等工艺，将再生集料制造成为筒压强度、压碎值、针片状、颗粒握裹力、磨光值等指标等于或优于石英砂、玄武岩砂及玄武岩碎石的集料，且制备的水泥或沥青混凝土、砂浆强度指标更高。

集料工业化整形：采用机械工艺流程，实现工业化颗粒整形，基于专用化学激活剂提升工业废料的活性，成为高品质集料。工业化整形指的是通过机械或自动化设备对工业废料的原材料进行外观形态修整、颗粒筛选配比，从而满足施工性能要求。

(4) 再生集料与石英砂、玄武岩集料比较，其高品质的主要数据特征为：高品质再生细集料与玄武岩砂比较，压碎值降低 10%、针片状减少 4%；高品质再生粗集料与玄武岩碎石比较，针片状减少 1%，磨光值提升 40%，取代玄武岩集料制备混凝土性能更优。高品质再生细集料与石英砂比较，压碎值、针片状含量相当，取代石英砂制作超高性能混凝土（UHPC）、高韧性混凝土性能更优。采用工业废渣制作成的高品质再生集料，保护环境、减少土地资源占用。

三、主要试验[或验证]情况分析、技术经济论证、预期经济效果

为了高质量制订该规程，2022 年，四川省公路规划勘察设计研究院有限公司设立专项科研资金，经过近三年研究，形成了专题研究报告，四川省公路院宏途新材科技有限公司等企业对相关数据进行了试验验证，并初步探讨了该技术的市场可行性。2023 年，四川省公路院宏途新材科技有限公司成立专门工艺制造研究组，经过两

年研究，形成了专题研究成果。该规程征求意见需要的主要试验情况分析、技术论证、预期经济效益等内容，详见《高品质再生集料技术研究报告》的相关内容，该报告已经邀请国内专家验收通过。

四、采用国际标准和国内外先进标准的程度

本规程为首次自主制定，参考了 GB 175 通用硅酸盐水泥、GB 6566 建筑材料放射性核素限量、GB/T 14684 建设用砂、GB/T 14685 建设用碎石卵石、GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）、JTG 3420 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程、JC/T 986 水泥基灌浆材料、DB43/T 1167 高纯(SiO_2 含量 $\geq 99.997\%$)石英砂、DB51/T 2424 高钛重矿渣桥梁高性能混凝土技术规程、DB51/T 1929 高钛重矿渣混凝土施工技术规程、SCG F51 桥梁高性能混凝土制备与应用技术指南、DB51/T 1995 机制砂桥梁高性能混凝土技术规程、T/CECS 1555 碳中和建筑评价标准等国家、行业、团体标准相关内容要求。

本规程不涉及国际国外标准的采标情况。

五、重大分歧意见处理经过及依据

本规程在制定过程中未出现重大分歧意见。

六、与现行相关法律、法规及相关标准的协调性

本规程符合国家现行法律、法规和强制性国家标准的要求，本规程内容相对独立，未见与本规程内容相同的技术标准、规程、指南等，与国内相关标准的内容不重复、不矛盾。

七、知识产权情况说明

[相关知识产权情况的说明。如果在标准编制过程中识别出标准的某些技术内容涉及必要专利，则应列出相关专利的目录及其使用理由]

八、其他应予说明的事项

无。

《高品质再生集料技术规程》

团体标准起草组

2025年3月6日