

# 中国交通运输协会团体标准编制说明

## 《铁路工程机制砂混凝土应用技术规程》

主编单位：中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所

参编单位：中铁第一勘察设计院集团有限公司

中铁一局集团有限公司

中铁十二局集团有限公司

中交协永泰（北京）轨道安全技术有限公司

## 一、任务来源，主要起草单位，主要起草人

### （一）任务来源

本标准依照《中国交通运输协会团体标准管理办法》的规定，由中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所于2023年9月提出，报请中国交通运输协会标准化技术委员会批准立项为团体标准，按计划标准编制完成日期为2024年年底。

（二）标准主要起草单位：中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所、中铁第一勘察设计院集团有限公司、中铁一局集团有限公司、中铁十二局集团有限公司、中交协永泰（北京）轨道安全技术有限公司。

### （三）主要起草单位情况

中国铁道科学研究院集团有限公司是我国铁路唯一的多学科、多专业的综合性研究机构,目前已发展成为集科技创新、技术服务、成果转化、咨询监理、检测认证、人才培养等业务为一体的大型科技型企业。铁科院拥有亚洲唯一的国家环行铁道试验基地,以及国家铁路智能运输系统工程技术研究中心、高速铁路系统试验国家工程实验室、高速铁路轨道技术国家重点实验室、机车和动车组牵引与控制国家重点实验室、国家城市轨道交通装备试验线等5个国家级实验室,装备有各类专业实验室40余个,实验装备6991台套。铁科院是国家高新技术企业,通过了质量、环境、职业健康和安全管理体系认证。拥有环境影响评价等设计、咨询、评价资质8个,所属主要实验室均通过了中国合格评定国家认可委员会实验室认可(CNAS)及中国国家认证认可监督管理委员会计量认证(CMA)。铁科

院现为国际铁路联盟（UIC）会员单位，国际标准化组织（ISO）铁路应用技术委员会的中国技术对口单位，与20多个国家和地区的铁路科研机构和组织建立了长期联系。铁科院立足铁路运输主战场，围绕铁路建设及运输生产重点领域，开展了大量重大、关键技术攻关与试验研究，取得了3300多项科研成果，获得825项各类科技成果奖，其中国家级科技奖176项，省部级科技奖649项，为推动中国铁路科技进步做出了重要贡献。近年来，项目申报单位先后完成了国铁集团科技开发计划《铁路隧道洞渣制备机制砂关键技术参数研究》（J2019Z502）、《面向西南地区铁路工程高性能机制砂混凝土制备与应用关键技术研究》（2017G006-J），铁科院基金《铁路工程机制砂智能制造及其高质化利用关键技术》（2020YJ049）、《面向铁路工程结构的高性能机制砂混凝土制备与应用技术研究》（2016YJ027），广东省交通厅科研项目《机制砂防腐蚀混凝土耐久性设计及其应用技术研究》（科技-2012-01-001-08）等相关课题的研究工作，牵头编制了铁路行业标准《铁路天然建筑材料工程地质勘察规程》（TB 10084）、《铁路混凝土用机制砂》（Q/CR 865—2022）等相关标准，同时也是国家标准《建设用砂》（GB/T 14684—2022）、《建设用卵石、碎石》（GB/T 14685—2022）的主要编制单位，在铁路机制砂场建设及混凝土质量控制研究等方面具备充足的人力资源与技术储备，能够确保本项目预期目标的实现。

标准编制团队为中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所、中铁第一勘察设计院集团有限公司、中铁一局集团有限公司、中铁十二局集团有限公司、中交协永泰（北京）轨道安全技术有限公司，汇聚了铁路

行业内具有优势地位的综合性科研企业和工程建设相关企业，在机制砂研究和应用方面基础雄厚、经验丰富，具备合作编好《铁路工程机制砂应用技术规程》的实力。

#### (四) 标准主要起草人

序号	姓名	单位	职务	职称	专业	分工
1	李化建	铁科院	副主任	研究员	材料学	主编
2	易忠来	铁科院	/	研究员	材料学	第1和2章主笔人
3	王振	铁科院	/	助研员	材料学	第7章主笔人
4	黄法礼	铁科院	/	助研员	材料学	第5章主笔人
5	杨志强	铁科院	/	助研员	材料学	第3章主笔人
6	袁政成	铁科院	/	副研员	材料学	第4章主笔人
7	郑复鹏	铁一院	总工程师	高级工程师	硅酸盐工程	第6章主笔人
8	汲江涛	铁一院	副总工程师	高级工程师	材料学	标准起草
9	魏莹	铁一院	副主任	高级工程师	材料学	标准起草
10	杜磊	铁一院	/	工程师	试验检测	标准起草
11	王征	中铁一局	五公司总工程师	高级工程师	采矿工程	标准起草
12	向刚	中铁一局	五公司检测中心主任	工程师	土木工程	第8章主笔人
13	吴成元	中铁一局	/	工程师	土木工程	标准起草
14	赵年全	中铁十二局	检测公司总经理	教授级高工	建筑材料	第9章主笔人
15	贾优秀	中铁十二局	科技部总经理	正高级工程师	桥梁工程	标准起草
16	王秀芬	中铁十二局	检测公司总工程师	正高级工程师	工程试验	标准起草
17	张轩伟	中铁十二局	/	高级工程师	试验检测	标准起草
18	陈浩	中铁十二局	/	高级工程师	工程试验	标准起草
19	张晓波	中铁十二局	科技部研发经理	正高级工程师	岩土工程	标准起草
20	邵高波	中铁十二局	/	高级工程师	机械	标准起草

## 二、制定标准的必要性和意义

机制砂是以合格母岩为原料，经除土处理，由机械破碎、筛分、整形制成的，粒径小于4.75mm且粒形和级配满足要求的颗粒，其工厂化生产

相比于河砂季节性开采，具有质量和产量可控的特点，采用机制砂替代河砂作混凝土细骨料是解决铁路工程砂石资源短缺问题的关键方案。近年来，国家部委连续发文指导推进机制砂的生产与应用，国家发展改革委、工业和信息化部等十五部门和单位联合印发的《关于促进砂石行业健康有序发展的指导意见》指出：要大力推广和应用机制砂石。工业和信息化部等十部门印发的《关于推进机制砂石行业高质量发展的若干意见》倡导：实施标准引领，形成较为完善合理的机制砂石供应保障体系。基于环保和经济性发展导向，随着装备制造技术进步以及铁路机制砂相关标准体系逐步建立，铁路工程机制砂品质不断提升，机制砂及其混凝土的生产量、应用量和覆盖范围也逐步扩大。目前，铁路工程细骨料年应用稳定超8000万吨，机制砂应用占比已达85%，受河砂限采禁采政策影响以及铁路条带状分布特点影响，机制砂及其混凝土的应用规模将进一步扩大。然而，铁路行业目前尚未形成机制砂在铁路混凝土中的应用技术标准，无法指导铁路工程机制砂规范应用。本标准编制的主要目的是明确铁路工程机制砂混凝土性能要求、提出铁路机制砂混凝土配合比设计方法、规范铁路机制砂混凝土制备以及提出机制砂混凝土施工控制要点，推动机制砂及其混凝土在铁路工程中的应用。

### 三、主要工作过程

(1) 立项评审会：2023年9月，中国交通运输协会标准化技术委员会组织召开了标准立项评审会，在归口单位指导下，铁科院集团公司铁建所、铁一院、中铁一局、中铁十二局、中交协永泰(北京)公司成立了标准起草

组，收集了相关技术资料，对铁路工程机制砂混凝土应用技术进行了总结归纳，开展了必要的试验研究。

(2) 大纲审查会：2024年1月，中国交通运输协会标准化技术委员会组织召开了标准大纲审查会，明确了标准章节和内容，确定了进度安排和人员分工。主参编单位按照工作大纲，分别起草了标准的主要内容，在标准起草组内部进行了讨论和修改，形成了征求意见稿草案。

(3) 草案审查会：2024年5月，中国交通运输协会标准化技术委员会组织召开了征求意见稿草案审查会，审查组同意通过审查。编制组根据审查专家意见，增加机制砂应用于砂浆时的基本要求；调整了章节结构，增加了“范围”、“规范性引用文件”；按照GB/T 1.1-2020的要求完善了文本，形成了征求意见稿。

#### **四、制定标准的原则和内容，与现行法律、法规、标准的关系**

##### **(一) 标准编制原则**

本标准遵循“统一性、适用性、一致性、规范性”的原则，遵守现有的相关法律、条例、标准和规范，按照《标准化工作导则》(GB/T 1.1-2020)要求的编写格式和规则进行起草。标准实施后可有效促进铁路机制砂混凝土的广泛应用，符合铁路行业发展需求。

遵从《标准化工作导则第1部分：标准化文件结构和起草规则》(GB/T 1.1-2020)进行编制。

##### **(二) 主要技术内容**

本标准的主要技术内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、基本规定、原材料技术要求、技术性能、配合比设计、制备与施工、质量检验与验收、附录等。

(1) 范围：明确适用范围和执行要求。

(2) 规范性引用文件：列出参考的标准及文件。

(3) 术语和定义：明确机制砂及其混凝土相关名词的意义。

(4) 基本规定：规定铁路机制砂混凝土在原材料选择、技术性能、配合比设计、制备和施工、质量检验与验收等方面的基本要求。

(5) 原材料：规定水泥、矿物掺合料、外加剂、机制砂、粗骨料等混凝土原材料性能要求，提出岩石基矿物掺和料和机制砂减水剂性能要求。

(6) 技术性能：提出机制砂混凝土拌合物性能、力学性能、耐久性能和长期性能的要求。

(7) 配合比设计：明确铁路混凝土配合比设计流程、设计关键参数的选择指标等。

(8) 制备与施工：规范机制砂混凝土制备过程与施工中的质量控制关键措施。

(9) 质量检验与验收：规范铁路机制砂混凝土原材料检验、拌合物性能检验、硬化体性能检验的要求和方法。

(10) 附录：规范新产品、新技术的检测方法。

标准主要框架如下：

铁路工程机制砂混凝土应用技术规程

- 1 范围
- 2 规范性引用文件
- 3 术语与定义
- 4 基本规定
- 5 原材料技术要求
  - 5.1 一般规定
  - 5.2 机制砂
  - 5.3 粗骨料
  - 5.4 水泥
  - 5.5 矿物掺合料
  - 5.6 外加剂
  - 5.7 水
- 6 技术性能
  - 6.1 一般规定
  - 6.2 拌合物性能
  - 6.3 力学性能
  - 6.4 耐久性能
  - 6.5 长期性能
- 7 配合比设计
  - 7.1 一般规定
  - 7.2 配合比参数限值
  - 7.3 配合比设计方法

## 8 制备与施工

### 8.1 一般规定

### 8.2 混凝土制备

### 8.3 混凝土施工

## 9 质量检验与验收

### 9.1 一般规定

### 9.2 原材料

### 9.3 机制砂混凝土

## 附录

## 五、主要条款的说明

### 第五章 原材料技术要求

(1) 机制砂生产容易出现“两头多、中间少”的现象，为避免间断级配的出现，采用分计筛余百分率作为级配控制的指标。参照《高性能混凝土用骨料》(T/CBMF 38-2018)，本标准按I、II类别提出了机制砂颗粒级配，并规定除 4.75 mm 和 0.60 mm 筛档外，机制砂其他筛档的实际分计筛余百分数与本表相比允许稍有超出分界线，但超出总量不应大于 5%。

(2) 按I、II类别及 MB 值大小提出了机制砂石粉含量要求，并规定当 MB 值小于 0.5 g/kg，根据使用环境与结构要求，并经试验验证，石粉含量可以放宽到 10%。

(3) 机制砂有害物质含量和耐久性能指标要求与 TB 10424 中要求一致。

(4) 机制砂母岩性能与加工工艺不同，导致颗粒形貌差别很大，造

成有些机制砂颗粒棱角尖锐、多呈细长状。本标准引入圆形度和长径比两个参数来表征机制砂的颗粒形貌特征,在一定程度上反映出机制砂颗粒的形貌特征,也间接反映了机制砂母岩的性质和机械加工水平的高低。其计算参照 GB/T 15445.6 中圆度和长宽比的计算方法。为保证机制砂颗粒形貌,本文件规定机制砂圆形度应不小于 0.8、长径比不大于 1.6。

(5) 为综合评价机制砂颗粒级配、形貌、吸水率和石粉吸附性等性能指标,预判机制砂在铁路工程结构混凝土中的工程适用性,指导机制砂混凝土配合比设计,本标准创新性的采用流动度比对机制砂的性能加以控制,规定I类机制砂流动度比不小于 85%,II类机制砂流动度比不小于 75%。

(6) 矿物掺合料是现代高性能混凝土的必要组成部分,矿物掺合料的掺入对于降低水泥用量、降低混凝土水化温升、提高混凝土结构耐久性等方面具有重要作用,但优质粉煤灰、矿渣粉等矿物掺合料资源紧缺,应用新型矿物掺合料的需求日益增长。采用机械活化、化学活化和复合活化等技术将机制砂石粉进行改性,制备出岩石基矿物掺合料,其活性指数不小于 75%,解决了矿物掺合料资源短缺问题,并有利于实现机制砂混凝土“石-砂-粉”同源均质,提升机制砂混凝土的性能。

(7) 高吸附性机制砂制备混凝土时,易出现混凝土经时损失大、工作性能控制难,导致机制砂混凝土泵送堵管、结构缺陷等问题。本标准针对机制砂在混凝土中的应用难题,提出了机制砂与外加剂相容性试验方法,并提出了特殊条件下机制砂减水剂的技术要求。

## 第六章 技术性能

(1) 机制砂混凝土的性能设计应考虑其结构所处环境类别、作用等级、设计使用年限和设计要求，并符合铁路混凝土的技术要求。本标准中主要参照TB/T 3275中对铁路混凝土技术性能的规定，提出了机制砂混凝土的拌合物性能、力学性能、耐久性能和长期性能要求。

(2) 在低温硫酸盐侵蚀的特殊环境中，提出了石灰岩、白云岩、大理岩等碳酸盐质机制砂混凝土，应进行碳硫硅钙石型硫酸盐腐蚀专项试验论证的要求；对于特殊性能的机制砂混凝土，要求自密实混凝土、纤维混凝土、喷射混凝土、钢管混凝土、水下混凝土等机制砂混凝土的性能应符合TB 10424的规定。

(3) 编制组开展了大量的铁路工程预应力结构用机制砂混凝土制备技术研究，研制出满足设计性能要求的机制砂混凝土T梁、箱梁、轨枕和轨道板等预应力混凝土结构，并将60片机制砂T梁和2000根机制砂混凝土轨枕成功应用于瓮马铁路。基于编制组的研究成果，机制砂颗粒形貌、石粉含量等特征参数变化对预应力机制砂混凝土结构性能影响明显，控制机制砂混凝土质量并检验预应力机制砂混凝土结构性能是保证机制砂安全应用的基本前提。本标准提出了机制砂用于预应力结构混凝土干燥收缩、受压徐变、抗压疲劳和抗折疲劳的性能要求。

## 第七章 配合比设计

(1) 编制组通过现场调研和实际应用发现，机制砂岩性复杂，不同岩性的机制砂表观密度差异程度显著高于河砂混凝土，导致混凝土配合比设计时容易出现骨料体积占比计算误差大、混凝土假定表观密度误差大等问题，致使实际配制出的混凝土方量和性能不能满足要求。本标准提出机制

砂混凝土应采用体积法设计配合比，首先根据混凝土拌合物性能、设计强度和耐久性指标要求，结合TB/T 3275中配合比参数限值和工程实践经验，初步确定机制砂混凝土的砂率、砂石体积百分数、每立方米混凝土的用水量，然后按照标准中提出的设计流程计算混凝土中原材料的单方用量。

(2) 含有石粉是机制砂的固有属性，应用机制砂难以回避石粉具体是作为惰性矿物掺合料计算还是作为细骨料计算的问题。编制组通过理论分析，结合实际配制经验，提出当机制砂石粉含量 $\leq 3\%$ 时，机制砂中石粉全部计为细骨料；当机制砂石粉含量 $> 3\%$ 时，超出3%的石粉计为矿物掺合料，并结合石粉对水泥基材料性能影响的规律，提出了机制砂石粉含量的影响系数，形成了考虑石粉含量和有效砂率的机制砂混凝土配合比设计方法。

## 第八章 制备与施工

机制砂混凝土制备与施工技术与普通河砂混凝土差异性较小，本标准主要参考TB/T 3275中铁路混凝土制备与施工技术提出了机制砂混凝土的制备与施工技术，并针对机制砂含水率波动大、颗粒分布不均匀等问题提出了相应的技术措施。

## 第九章 质量检验与验收

本标准提出了原材料及机制砂混凝土的检验项目、检验方法和检验要求，对于原材料及机制砂混凝土的新检验技术，编制了附录，规范了检验流程和方法。

## 六、预期经济效益与社会效益分析

制定本标准能够规范铁路工程机制砂混凝土的应用，为机制砂混凝土设计、制备与施工提供技术指导，降低资源损耗和施工成本，减少机制砂混凝土因质量问题引起的返工和工期延误，提高工程项目的经济效益。

本标准的制定将扩大铁路工程机制砂规模化应用，解决因河砂过度开采导致的生态环境破坏问题，提高铁路工程建设的环境友好性；同时，本标准能够明确机制砂混凝土应用过程中的技术要求，减少事故和潜在的安全隐患，提高铁路工程建设的安全性。

#### **七、重大意见分歧的处理依据和结果**

标准的编制过程中没有遇到重大分歧意见。

#### **八、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度以及与国内外同类标准水平的对比情况**

本标准没有采用国际标准和国外先进标准。

#### **九、作为推荐性标准建议及其理由**

本标准建议作为推荐性标准发布实施。

#### **十、贯彻标准的措施建议**

无。

#### **十一、其他应说明的事项**

无。

中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所

2024年7月