

中国交通运输协会团体标准

铁路无砟轨道道床防裂抗裂技术 规程

Technical specification for the prevention and resistance of railway ballastless
track cracking

(征求意见稿)

编制说明

2024-08

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

根据中国交通运输协会发布的“2022年度第二批团体标准项目立项的公告”（中交协秘字〔2022〕33号）要求，由中铁工程设计咨询集团有限公司作为主编单位，主持《铁路无砟轨道道床防裂抗裂技术规程》编制工作。

二、制订标准的必要性和意义

无砟轨道道床是现浇混凝土结构，沿线路方向呈长条单元或长大连续的结构分布，由于该混凝土结构存在长大连续条状、现浇与预制（轨枕）相结合等先天缺陷，受环境条件、结构形式、材料性能、施工工艺等条件影响，混凝土浇筑后收缩过程中均会大量出现道床板面横向贯通裂缝、轨枕四周八字裂纹等病害，严重影响施工质量验收、增加运营维护工作量、降低无砟轨道结构耐久性。针对无砟轨道道床开裂，目前仅能通过后修复进行补救，无法做到预判、预防与预处理。道床开裂降低无砟轨道结构耐久性、影响道床美观、增加工务维修工作量。

综上，减少并控制无砟轨道道床裂缝，对于提高无砟轨道质量，促进轨道技术发展，高质量支持“交通强国”建设具有重大意义。

三、主要工作过程

本规程通过收集既有工程应用经验，以及相关研究成果、试验检测结果及使用单位反馈信息，确定标准编制方向。经中国交通运输协会立项和大纲审批通过，根据评审会专家意见，形成征求意见稿，报中国交通运输协会评审。再根据评审会专家意见进行补充、修改，经中国交通运输协会同意，挂网征求意见。

四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

本规程制订的基本原则是以现有研究工作为基础，参照国家规范、标准，针对轨道无砟轨道防裂抗裂以及新材料、新工艺、新技术等方面提出的具体要求。

本规程编制过程中，查阅了下列规范、标准和技术规程：

- 1、GB 50164 混凝土质量控制标准
- 2、GB/T 14902 预拌混凝土
- 3、GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准

- 4、GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
- 5、GB/T 51028 大体积混凝土温度测控技术规范
- 6、TB 10005 铁路混凝土结构耐久性设计规范
- 7、TB10413 铁路轨道工程施工质量验收标准
- 8、TB 10424 铁路混凝土工程施工质量验收标准
- 9、TB10425 铁路混凝土强度检验评定标准
- 10、TB10754 高速铁路轨道工程施工质量验收标准
- 11、TB/T 3275 铁路混凝土
- 12、GB/T 23439 混凝土膨胀剂
- 13、JC/T 2608 混凝土水化温升抑制剂
- 14、JC/T 901 水泥混凝土养护剂
- 15、Q/CR 9207 铁路混凝土工程施工技术规程
- 16、Q/CR 9605 高速铁路轨道工程施工技术规程

现行设计规范、验收规范、行业标准等，对道床材料、制备、施工方法等没有针对性要求，没有对防裂抗裂提出明确建议与要求。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

1 范围

本文件规定了铁路无砟轨道道床防裂抗裂设计、材料、施工、检验与验收。

本文件适用于高速铁路、普速铁路、市域铁路、城市轨道交通无砟轨道道床混凝土收缩裂缝的控制。

说明：明确了本规程适用范围。

2 规范性引用文件

3 术语和定义

3.1 开裂风险系数

由混凝土收缩引起的拉应力和混凝土抗拉强度的比值。

3.2 温控膨胀抗裂剂

兼有降低混凝土温升、补偿混凝土收缩功能的外加剂。

3.3 水化热降低率

规定龄期内，基准砂浆和受检砂浆水化热之差与基准砂浆水化热的比值，以百分率

表示。

说明：在现有标准规范的基础上增加了上述术语和定义。

4 基本规定

说明：原则性要求。

5 抗裂性设计

5.1 一般规定

5.1.1 无砟轨道道床现浇混凝土抗裂性设计，应满足现浇混凝土工作性能、力学性能、耐久性要求。

说明：对道床混凝土防裂抗裂设计应该考虑因素进行了明确。

5.1.2 无砟轨道道床现浇混凝土开裂风险系数不大于0.70。

说明：明确防裂抗裂的主要指标是开裂风险系数。

5.1.3 为满足无砟轨道道床混凝土抗裂性能指标控制值要求，可采用掺加抗裂功能材料、温控等措施。

说明：明确防裂抗裂具体可采用措施。

5.2 混凝土抗裂性设计

5.2.1 无砟轨道道床混凝土凝结硬化前，应采取及时覆盖、抹面、保湿养护等措施，控制表层混凝土孔隙负压不大于2Kpa，孔隙负压测试按本规程附录A执行。

说明：对混凝土凝结硬化前保湿养护提出具体要求，采用孔隙负压评判。

5.2.2 无砟轨道道床混凝土凝结硬化后抗裂性能控制指标，应按附录B计算，当不具备计算条件时，混凝土抗裂性能可按表5.2.2选取。

说明：对混凝土凝结硬化后抗裂性能控制指标提出具体要求，采用具体数值或方法评判，根据太锡铁路太崇段、梅龙铁路等项目道床混凝土试验得来数据。

5.2.3 道床裂缝限值应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

说明：明确裂缝执行的规范。

6 材料

6.1 一般规定

说明：均为原则性要求。

6.2 原材料

6.2.1 水泥性能应符合以下规定。

说明：一般规定引用自《铁路混凝土》TB/T 3275、《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424等现行规范。水泥进场温度、水泥水化热温度控制，防止水泥温度过高浇筑后产生温度收缩。

6.2.2 粉煤灰性能应符合以下规定。

说明：明确了粉煤灰等级、流动度比等要求，有利于道床防裂抗裂控制。

6.2.3 矿渣粉宜采用S95级矿渣粉，比表面积不应小于400 m²/kg，不宜大于450 m²/kg。

说明：明确了矿渣粉等级、比表面积等要求，有利于道床防裂抗裂控制。

6.2.4 细骨料性能应符合以下规定。

说明：一般规定引用自《铁路混凝土》TB/T 3275、《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424等现行规范。明确了含泥量、泥块含量，河沙或机制砂的要求。

6.2.5 粗骨料性能应符合以下规定。

说明：一般规定引用自《铁路混凝土》TB/T 3275、《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424等现行规范。

6.2.6 减水剂宜优先选用聚羧酸高性能减水剂，收缩率比不宜大于100%。

说明：一般规定引用自《铁路混凝土》TB/T 3275、《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424等现行规范。

6.2.7 温控膨胀抗裂剂的性能应符合以下规定。

说明：道床外加剂采用温控膨胀抗裂剂，明确了技术参数与测试方法，控制道床混凝土收缩，有利于道床防裂抗裂控制。根据太锡铁路太崇段、梅龙铁路等项目道床混凝土配合比室内试验、现场浇筑测试等得来数据。

6.3 配合比

6.3.1 混凝土配合比设计应符合《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55、《铁路混凝土》TB/T 3275、《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424、《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB10005的规定。

说明：原则性要求。

6.3.2 混凝土配合比应根据设计使用年限、环境条件和施工工艺等，通过试配、调整、试件检测和试浇筑等步骤选定，并应充分考虑原材料、施工工艺、环境条件可能出现的变化，选定备用配合比。

说明：原则性要求。

6.3.3 混凝土配合比设计应以降低混凝土温升和收缩为目标，除遵循低胶凝材料及水泥用量、低水胶比的原则外，尚应符合以下规定。

说明：对混凝土最大胶凝材料用量、水胶比、砂率、温控膨胀抗裂剂掺量等参数进行细化要求，有利于道床防裂抗裂控制。根据太锡铁路太崇段、梅龙铁路等项目道床混凝土配合比室内试验、现场浇筑测试等得来数据。

6.3.4 混凝土中碱含量不应大于 $3.0\text{kg}/\text{m}^3$ ，总三氧化硫不应超过胶凝材料总量的4.0%，钢筋混凝土的氯离子含量不应大于0.1%。

说明：对混凝土碱含量、总三氧化硫、氯离子含量进行细化要求，有利于道床防裂抗裂控制。根据太锡铁路太崇段、梅龙铁路等项目道床混凝土配合比室内试验、现场浇筑测试等得来数据。

6.3.5 当混凝土施工经历不同季节时，宜根据气候条件选定不同的配合比，并制定相应的施工技术措施。

6.3.6 配合比调整。

说明：均为原则性要求。

7 施工

7.1 一般规定

说明：均为原则性要求。

7.2 混凝土生产与运输

7.2.1 混凝土生产与运输能力应满足道床混凝土浇筑速度及凝结时间要求，混凝土质量应满足道床施工工艺对坍落度损失、入模坍落度、入模温度等的技术要求。

说明：明确混凝土生产与运输执行的规定。

7.2.2 对同时供应同一工程分项的预拌混凝土，胶凝材料和外加剂、配合比应一致，生产工艺和质量控制水平应基本相同。

说明：要求同一工程同一分项混凝土的质量应稳定。

7.2.3 混凝土搅拌时间不宜少于120s，掺温控膨胀抗裂剂的混凝土以及采取片冰替代部分拌合用水时，宜适当延长搅拌时间，不宜少于150s。

说明：明确混凝土搅拌时间，尤其是掺温控膨胀抗裂剂后，加强混凝土搅拌。

7.2.4 对于原材料计量，应根据粗、细骨料含水率的变化，及时调整粗、细骨料和拌合用水的称量。

说明：引用自《铁路混凝土》TB/T 3275、《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424等现行规范。

7.2.5 开机后应测试初始拌合的前2~3盘混凝土拌合物的坍落度、温度等参数，如不符合要求，应立即分析情况处理，直至拌合物性能符合要求方能持续生产。

说明：明确混凝土搅拌质量控制。

7.2.6 炎热气候施工时，为满足混凝土入模温度控制要求，可采取的措施有。

7.2.7 冬季施工时，应保证混凝土出机温度不低于10℃，入模温度不低于5.0℃，混凝土生产运输及入模温度控制措施应符合《铁路混凝土工程施工技术规程》Q/CR9207的有关规定。

说明：明确炎热或寒冷气候施工时，混凝土搅拌温度控制要求，防止混凝土浇筑、养护过程中发生温度变形，造成道床开裂。

7.2.8 采用混凝土搅拌运输车运输混凝土时应符合下列规定。

说明：对运输过程中混凝土的质量控制提出要求。

7.2.9 运输混凝土过程中，应尽量减少混凝土的转运次数和运输时间。混凝土从加水拌和到入模的最长时间，应由试验室根据混凝土初凝时间及施工天气确定。

7.2.10 当卸料前混凝土坍落度损失较大不能满足施工要求时，不得加水，可在运输车罐内加入适量的与原配合比相同成分的减水剂；减水剂掺入后采取快档旋转搅拌罐进行搅拌，达到要求的工作性能后再浇筑；减水剂掺量和搅拌时间应有经试验确定的预案，并做记录。

说明：均为原则性要求。

7.3 混凝土浇筑

7.3.1 轨排精确调整和固定完毕，验收合格后，应及时浇筑道床混凝土。

说明：原则性要求。

7.3.2 混凝土浇筑前将模板内的杂物清理干净，对浇筑道床板范围内的支承层或底座及轨枕洒水润湿，不得有积水。

说明：原则性要求。

7.3.3 检查混凝土送料单，核对混凝土配合比，确认混凝土强度等级，检查混凝土运输时间，测试混凝土坍落度，满足设计要求方可进行浇筑施工。

说明：原则性要求。

7.3.4 道床混凝土浇筑应符合下列规定。

说明：引用自《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424、《铁路混凝土工程施工技术规程》Q/CR 9207等现行规范，防止浇筑过程中混凝土离析。

7.3.5 道床混凝土振捣应符合下列规定。

说明：对混凝土振捣提出要求，防止振捣不足或过度。

7.3.6 混凝土入模温度不满足设计要求时，不应浇筑入模。

说明：原则性要求。

7.3.7 道床混凝土浇筑、振捣完成后，应及时修整、抹平裸露的混凝土面，混凝土抹面工序不少于3次，初凝前进行抹面压光，抹面时应采用原浆抹面压光，严禁洒水，注意加强对轨枕四周、排架横梁下方，钢轨下方等部位的操作。

说明：引用自《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424、《铁路混凝土工程施工技术规程》Q/CR 9207等现行规范。

7.3.8 道床混凝土初凝后，应及时松开螺杆调节器、扣件和钢轨连接的夹具，释放应力。具体松开螺杆调节器和扣件等的时机应根据施工条件经工艺试验提前确定。

说明：引用自《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424、《铁路混凝土工程施工技术规程》Q/CR 9207等现行规范。

7.4 混凝土养护

7.4.1 道床混凝土凝结硬化前应对裸露的表面采用保湿养护措施，凝结硬化后采取保温保湿养护措施。混凝土里表温差及降温速率应满足抗裂性设计要求。

说明：引用自《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424、《铁路混凝土工程施工技术规程》Q/CR 9207等现行规范。

7.4.2 道床混凝土拆模时，混凝土应具有足够的强度以确保其表面和棱角不受损伤或塌陷，且混凝土的强度不应低于5Mpa，大风或气温急剧变化时不宜拆除模板。

说明：引用自《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424、《铁路混凝土工程施工技术规程》Q/CR 9207等现行规范。

7.4.3 高温、大风、干燥天气浇筑混凝土时，宜在作业面采取遮阳、挡风、喷雾等措施，道床混凝土浇筑完成后，凝结前，可采用喷雾、喷洒水分蒸发抑制剂、养护剂或轨排框架上覆盖等一种或多种保湿养护措施，凝结后，可采用蓄水或覆盖等保温保湿养护措施。

说明：引用自《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424、《铁路混凝土工程施工技术规程》Q/CR 9207等现行规范。

7.4.4 水分蒸发抑制剂的性能应符合《混凝土塑性阶段水分蒸发抑制剂》JG/T 477的有关规定，养护剂的性能应符合《水泥混凝土养护剂》JC/T 901的相关规定。

说明：对水分蒸发抑制剂、养护剂的性能提出要求。

7.4.5 混凝土养护水温与混凝土表面温度之差不应大于15° C，拆除保温保湿养护措施时，混凝土中心温度与环境温度之差不应超过15° C。

说明：对混凝土温度进行要求，防止温差较大或温度不合适，引发混凝土温度裂缝。

7.4.6 当日环境最低温度低于5.0℃时，不应采取洒水养护或覆盖潮湿养护材料。

说明：提出环境温度低于5℃时禁止洒水养护并采取保温保湿措施的要求，防止混凝土开裂。

7.4.7 道床混凝土浇筑完毕后的保温保湿养护时间应满足表7.4.7的规定。

说明：针对不同环境特点、不同气温情况，要求不同的养护时间，增强混凝土抗裂性能。

7.4.8 气温骤降时，未达100%设计强度的道床混凝土应进行表面保温。

说明：规定极端环境下，对混凝土采取保护措施。

7.5 抗裂性监测

7.5.1 道床混凝土施工过程中应监测混凝土入模温度、最高温升、降温速率及环境温度等参数，必要时宜监测混凝土应变。

说明：提出混凝土温度监测布置要求，对混凝土温度变化开展监测，温度异常时采取措施应对，防止混凝土产生温度裂缝。根据太锡铁路太崇段、梅龙铁路项目道床施工情况得出。

7.5.2 传感器的布置不宜干扰现场作业，宜采用数据自动采集、无线传输至终端，实时在线查看的监测系统，应满足现行国家标准《大体积混凝土温度测控技术规范》GB/T51028的规定。

说明：原则性要求。

7.5.3 温度监测应符合下列规定。

说明：对温度监测传感器参数、抽样率、采集频率提出要求。根据太锡铁路太崇段、梅龙铁路项目道床施工情况得出。

7.5.4 应变监测应符合下列规定。

说明：对应变监测传感器参数、采集频率提出要求。根据太锡铁路太崇段、梅龙铁路项目道床施工情况得出。

7.5.5 宜利用现场实际监测数据开展温度场和应力的分析，并和混凝土抗裂性设计要求对比，必要时调整抗裂措施。

说明：原则性要求。

8 检验与验收

8.0.1 混凝土原材料、拌合物性能及硬化混凝土性能的检验与验收应符合《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424、《铁路轨道工程施工质量验收标准》TB10413、《高速铁路轨道工程施工质量验收标准》TB10754的有关规定。

说明：原则性要求。

8.0.2 温控膨胀抗裂剂的验收应符合下列规定。

说明：对温控膨胀抗裂剂检验验收提出要求。

8.0.3 应在浇筑地点抽样检测掺温控膨胀抗裂剂的混凝土7 d自生体积变形和56d混凝土总变形。

说明：抽样检测用于判断混凝土防裂抗裂性能。

8.0.4 每辆搅拌车混凝土入模温度宜采用插入式测温元件测试。

说明：原则性要求。

8.0.5 道床混凝土的抗裂性监测，每1km宜不少于1次。当材料、施工季节、结构尺寸等发生变化时，应重新监测。

说明：原则性要求。

8.0.6 道床混凝土裂缝控制效果检验应符合下列规定。

说明：用以判断道床混凝土裂缝控制效果。

六、重大意见分歧的处理依据及结果

本规程制订过程中尚未发生过重大意见分歧。

七、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

本标准未采用国际标准和国外先进标准。

八、作为推荐性标准建议及其理由

无砟轨道是目前铁路（高速铁路、普速铁路、市域铁路、城市轨道交通）主型轨道结构形式之一，应用广泛，具有结构简单、施工便捷、养护维修相对少等优点。受到外部约束（轨枕、下部基础等）、施工质量控制（混凝土制备及配比、入模温度、养护方式等）、外部环境因素（温度、湿度、气候等）等影响，无砟轨道道床施工期间普遍出现开裂现象，特别是在年温差较大的地区，在预制轨枕块四角出现道床表面八字形裂纹、底座板限位凹槽边角处裂纹、道床横向开裂等。针对无砟轨道道床开裂，目前仅能通过后修复进行补救，无法做到预判、预防与预处理。道床开裂降低无砟轨道结构耐久性、影响道床美观、增加工务维修工作量。

本规程从无砟轨道设计方案、混凝土制备、混凝土外加剂、施工质量质量、实时监测等角度出发并提出相应技术要求，减少并控制无砟轨道道床裂缝，对于提高无砟轨道质量，促进轨道技术发展，高质量支持“交通强国”建设具有重大意义。

九、贯彻标准的措施建议

（1）精心组织安排，开展宣贯培训。建议由行业主管部门统一安排，召开标准宣贯会，对涉及的建设、监理、设计、施工等单位开展标准实施培训和宣贯普及。

（2）组织相关人员到施工现场参观学习，直观展示道床防裂抗裂效果及具体施工工艺；

（3）定期组织科研、生产、应用、检验各环节人员进行技术交流，不断对道床防裂抗裂技术进行改进，保持技术领先、性能优化、价格合理。

十、其他应说明的事项

暂无。