  **T/CECS ××××－2025**

中国工程建设标准化协会标准

复杂环境铁路预制梁混凝土应用技术规程

Technical Specification for Application of Precast Concrete Beam of Railway in Complex Environments

（征求意见稿）

××××出版社

中国工程建设标准化协会标准

复杂环境铁路预制梁混凝土应用技术规程

Technical Specification for Application of Precast Concrete Beam of Railway in Complex Environments

**T/CECS ××××－2025**

主编单位：中南大学

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202×年××月××日

××××出版社

202× 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2022年第一批协会标准制订、修订计划》的通知》（建标协字〔2022〕13号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，结合我国实际情况，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分8章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、原材料、配合比设计、生产与运输、施工、检验与评定等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会铁道分会归口管理，由中国铁路经济规划研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给中南大学土木工程学院（地址：湖南省长沙市天心区韶山南路68号，邮编：410075）。

|  |  |
| --- | --- |
| 主编单位： | 中南大学 |
| 参编单位： | 中铁二院工程集团有限责任公司江苏苏博特新材料股份有限公司中国铁道科学研究院集团有限公司北京交通大学中铁三局集团有限公司中铁二十四局集团有限公司中铁八局集团有限公司 |
| 主要起草人： | 谢友均 龙广成 唐 卓 董荣珍 马昆林 高南萧张艳荣 戴胜勇 邓勇灵 谢永江 程冠之 赵李君彭 凡 |
| 主要审查人： |  |

目 次

[1 总 则 1](#_Toc188005386)

[2 术 语 2](#_Toc188005387)

[3 基本规定 4](#_Toc188005388)

[4 原材料 5](#_Toc188005389)

[4.1 水泥 5](#_Toc188005390)

[4.2 矿物掺合料 5](#_Toc188005391)

[4.3 细骨料 6](#_Toc188005392)

[4.4 粗骨料 7](#_Toc188005393)

[4.5 外加剂 7](#_Toc188005394)

[4.6 水 8](#_Toc188005395)

[5 配合比设计 9](#_Toc188005396)

[6 生产与运输 10](#_Toc188005397)

[6.1 一般规定 10](#_Toc188005398)

[6.2 原材料进场和储存 10](#_Toc188005399)

[6.3 计量与搅拌 10](#_Toc188005400)

[6.4 运输 11](#_Toc188005401)

[7 施工 12](#_Toc188005402)

[7.1 一般规定 12](#_Toc188005403)

[7.2 浇筑 12](#_Toc188005404)

[7.3 养护 12](#_Toc188005405)

[7.4 拆模 13](#_Toc188005406)

[8 检验与评定 14](#_Toc188005407)

[8.1 原材料质量检验 14](#_Toc188005408)

[8.2 混凝土性能检验与评定 14](#_Toc188005409)

[本规程用词说明 15](#_Toc188005410)

[引用标准名录 16](#_Toc188005411)

附：条文说明 [17](#_Toc188005412)

Contents

[1 General provisions 1](#_Toc186529708)

[2 Terms and symbols 2](#_Toc186529709)

[3 Basic provisions 4](#_Toc186529710)

[4 Raw materials 5](#_Toc186529711)

[4.1 Cement 5](#_Toc186529712)

[4.2 Mineral admixture 5](#_Toc186529713)

[4.3 Fine aggregate 6](#_Toc186529714)

[4.4 Coarse aggregate 7](#_Toc186529715)

[4.5 Admixture 7](#_Toc186529716)

[4.6 Water 8](#_Toc186529717)

[5 Mix design 9](#_Toc186529718)

[6 Production and transportation 10](#_Toc186529719)

[6.1 General requirements 10](#_Toc186529720)

[6.2 Entry inspection and storage of raw materials 10](#_Toc186529721)

[6.3 Metering and mixing 10](#_Toc186529722)

[6.4 Transportation 11](#_Toc186529723)

[7 Construction 12](#_Toc186529724)

[7.1 General requirements 12](#_Toc186529725)

[7.2 Pouring](#_Toc186529726) 12

[7.3 Curing](#_Toc186529727) 12

[7.4 Demolding](#_Toc186529728) 13

[8 Quality inspection and assessment](#_Toc186529729) 14

[8.1 Quality inspection of raw materials](#_Toc186529730) 14

[8.2 Quality inspection and assessment of concrete 1](#_Toc186529731)4

Explanation of wording in this specification 15

List of quoted standards 16

Addition: Explanation of provisions [17](#_Toc188005412)

# 1 总 则

* + 1. 为了规范高原复杂环境铁路预制梁混凝土的应用，做到技术先进、安全可靠、经济合理，制定本规程。
		2. 本规程适用于高原复杂环境下铁路桥梁工程中预制梁梁体混凝土的技术要求、配合比设计、以及生产与运输、施工、检验与评定要求。
		3. 高原复杂环境铁路预制梁混凝土的应用除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

# 2 术 语

1. 高原复杂环境 complex environment in highlands

高原地区混凝土结构或构件受到强太阳辐照、低空气湿度、高地表风速及低大气压力等条件共同作用，引起混凝土水分散失加剧、收缩徐变增大的暴露环境。以年干燥度指数为指标，划分为半湿润、半干旱和干旱气候等三类环境。

1. 高原地区 plateau region

海拔高度在1000米以上的地区。

1. 半湿润气候地区 semi-humid climate region

年干燥度指数为1.00～1.49。

1. 半干旱气候地区 semi-arid region

年干燥度指数为1.50～3.99。

1. 干旱气候地区 arid region

年干燥度指数不小于4.00。

1. 年干燥度指数 annual aridity index

年潜在蒸散量与年降水量之比。

1. 潜在蒸散量 potential evapotranspiration

一个地区在当前气象条件下的最大可能蒸发量。根据日平均温度、风速、气压和日射量等，采用FAO Penman-Monteith方法，计算水、地表的蒸发量。

1. 徐变度 creep degree

混凝土在长期恒定轴向压力作用下，单位应力下混凝土产生的徐变变形。

1. 减缩剂 shrinkage-reducing agent

在新拌混凝土搅拌过程中加入的，通过改变孔溶液离子特征及降低孔溶液表面张力等作用，有效减少混凝土干燥收缩的外加剂。

1. 密实改性材料 matrix enhancement materials

在新拌混凝土搅拌过程中加入的，通过微晶成核和孔隙细化等作用增加混凝土强度和密实性，并有效降低混凝土徐变的矿物外加剂。

# 3 基本规定

1. 当设计无特殊要求时，混凝土的性能除应符合本规程的规定外，尚应符合现行行业标准《铁路混凝土》TB/T 3275的有关规定。
2. 混凝土拌合物性能应满足设计和施工要求，并宜满足表3.0.1的要求。

**表3.0.1 混凝土拌合物性能指标要求**

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 技术要求 |
| 坍落度 | 160~200 mm |
| 泌水率 | 0 |
| 含气量 | 2.0%~4.0% |

1. 混凝土的强度等级及弹性模量应符合设计要求，并应满足2 d抗压强度不小于设计强度的75%，10 d抗压强度和弹性模量不低于设计要求。
2. 混凝土的长期性能和耐久性能应符合设计要求，并应符合表3.0.2的规定。

**表3.0.2 混凝土长期性能和耐久性能要求**

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 气候类型 |
| 半湿润 | 半干旱 | 干旱 |
| 28 d干燥收缩值 | ≤250×10-6 | ≤200×10-6 | ≤150×10-6 |
| 56 d干燥收缩值 | ≤400×10-6 | ≤350×10-6 | ≤300×10-6 |
| 90 d徐变度 | ≤30×10-6/MPa | ≤25×10-6/MPa | ≤20×10-6/MPa |
| 抗冻等级 | ≥F300 |
| 电通量 | <1000 C |

# 4 原材料

## 水泥

1. 水泥应采用强度等级不低于42.5级的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。
2. 水泥的性能应符合现行行业标准《铁路混凝土》TB/T 3275的有关规定。
3. 水泥的检验项目和方法应符合表4.1.1的规定。

**表4.1.1 水泥的检验项目和方法**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 检验方法 |
| 1 | 比表面积 | 按GB/T 8074检验 |
| 2 | 凝结时间 | 按GB/T 1346检验 |
| 3 | 安定性 |
| 4 | 强度 | 按GB/T 17671检验 |
| 5 | 烧失量 | 按GB/T 176检验 |
| 6 | 游离CaO含量 |
| 7 | MgO含量 |
| 8 | SO3含量 |
| 9 | Cl¯含量 |
| 10 | 碱含量 |
| 11 | 助磨剂种类及掺量 | 检查产品质量证明文件 |
| 12 | 石膏种类及掺量 |
| 13 | 混合材种类及掺量 |
| 14 | 熟料中C3A含量 | 按GB/T 21372检验 |

## 矿物掺合料

1. 矿物掺合料应为品质稳定的粉煤灰、矿渣粉和硅灰。
2. 粉煤灰应满足现行行业标准《铁路混凝土》TB/T 3275中Ⅰ级粉煤灰性能指标要求，其检验项目和方法应符合表4.2.1的规定。

**表4.2.1 粉煤灰的检验项目和方法**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 检验方法 |
| 1 | 密度 | 按GB/T 208检验 |
| 2 | 细度 | 按GB/T 1596检验 |
| 3 | 需水量比 |
| 4 | 含水量 |
| 5 | 28 d活性指数 |
| 6 | 烧失量 | 按GB/T 176检验 |
| 7 | Cl¯含量 |
| 8 | SO3含量 |
| 9 | CaO含量 |
| 10 | 游离CaO含量 |
| 11 | SiO2、Al2O3、Fe2O3总含量 |
| 12 | 碱含量 |
| 13 | 半水亚硫酸钙含量 | 按GB/T 5484检验 |

1. 矿渣粉应符合现行行业标准《铁路混凝土》TB/T 3275中S95及以上矿渣粉性能指标要求，其检验项目和方法应符合表4.2.2的规定。

**表4.2.2 矿渣粉的检验项目和方法**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 检验方法 |
| 1 | 密度 | 按GB/T 208检验 |
| 2 | 比表面积 | 按GB/T 8074检验 |
| 3 | 流动度比 | 按GB/T 18046检验 |
| 4 | 烧失量 |
| 5 | 含水量 |
| 6 | 7 d活性指数 |
| 28 d活性指数 |
| 7 | MgO含量 | 按GB/T 176检验 |
| 8 | SO3含量 |
| 9 | Cl¯含量 |
| 10 | 碱含量 |

1. 硅灰质量应符合现行行业标准《铁路混凝土》TB/T 3275中的相关规定，其检验项目和方法应符合表4.2.3的规定。

**表4.2.3 硅灰的检验项目和方法**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 检验方法 |
| 1 | 比表面积 | 按GB/T 18736检验 |
| 2 | 需水量比 |
| 3 | 28 d活性指数 |
| 4 | 烧失量 | 按GB/T 176检验 |
| 5 | Cl¯含量 |
| 6 | SiO2含量 |
| 7 | 碱含量 |
| 8 | SO3含量 |
| 9 | 含水量 | 按GB 1596检验 |

1. 当采用其他矿物掺合料时，使用前应通过试验验证。

## 细骨料

1. 细骨料应选用级配合理、质地坚固、吸水率低、空隙率小的洁净天然河砂，细度模数宜为2.6～3.0，级配为Ⅱ区，含泥量不应大于2.0%。细骨料的其余技术指标应符合现行行业标准《铁路混凝土》TB/T 3275的规定。
2. 细骨料的颗粒级配、吸水率、含泥量、泥块含量、坚固性、云母含量、轻物质含量、有机物含量、硫化物及硫酸盐含量、氯化物含量应按现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684进行检验，碱活性应按现行行业标准《铁路混凝土用骨料碱活性试验方法—快速砂浆棒法》TB/T 2922.5进行检验。

## 粗骨料

1. 粗骨料应选用级配合理、粒形良好的洁净石灰石碎石（岩碎石），压碎指标不应大于10%，母岩抗压强度不应小于1.5倍混凝土抗压强度等级，含泥量不应大于0.5％，针片状颗粒含量不应大于5％，最大公称粒径不宜大于25 mm，紧密空隙率不应大于40%。粗骨料的其余技术指标应符合现行行业标准《铁路混凝土》TB/T 3275的规定。
2. 粗骨料的松散堆积密度、紧密空隙率、颗粒级配、含泥量、泥块含量、针片状颗粒含量、吸水率、压碎指标、坚固性、硫化物及硫酸盐含量、有机物含量、氯化物含量和岩石抗压强度应按现行国家标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685进行检验，碱活性应按现行行业标准《铁路混凝土用骨料碱活性试验方法—快速砂浆棒法》TB/T 2922.5进行检验。

## 外加剂

### 外加剂应符合现行行业标准《铁路混凝土》TB/T 3275中的有关规定。

### 减水剂宜选用高性能减水剂，减水率不应小于25%，泌水率比不应大于20%，28 d混凝土收缩率比不应大于100%。减水率、含气量、常压泌水率比和收缩率比应按现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 进行试验。

### 减缩剂的性能要求应符合现行行业标准《砂浆、混凝土减缩剂》JC/T 2361的规定，其性能检测项目测试方法可参照现行行业《砂浆、混凝土减缩剂》JC/T 2361中的相关规定执行。掺减缩剂混凝土的性能应符合表4.5.1的规定。

**表4.5.1 掺减缩剂混凝土的性能**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项 目 | 技术要求 |
| 1 | 减水率 | ≥15% |
| 2 | 含气量 | ≤5% |
| 2 | 减缩率 | 7 d | ≥25% |
| 28 d | ≥20% |
| 60 d | ≥15% |
| 3 | 抗压强度比 | 7 d | ≥100% |
| 28 d | ≥110% |

### 密实改性材料的性能应符合表4.5.2的规定。

**表4.5.2 密实改性材料的性能**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 技术要求 | 检验方法 |
| 1 | 比表面积 | ≥600m2/kg | 按GB/T 19587检验 |
| 2 | 28 d抗压强度比 | ≥115% | 按GB 8076检验 |
| 3 | 渗透高度比 | ≤70% | 按JC 474检验 |

### 外加剂应选用质量稳定的产品，外加剂与水泥及矿物掺合料之间应具有良好的相容性。当不同功能的多种外加剂复合使用时，不同外加剂之间以及外加剂与水泥和矿物掺合料之间应具有良好的适应性。

## 拌合用水

### **4.6.1** 拌合用水应符合现行行业标准《铁路混凝土》TB/T 3275的规定。

### **4.6.2** 混凝土搅拌、运输设备清洗回收水和水洗砂回收水不得用于拌合用水使用。

# 5 配合比设计

### 混凝土配合比应根据混凝土的设计强度等级、施工工艺、长期性能和耐久性要求进行设计。

### 混凝土配合比设计应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的有关规定，并应符合下列规定：

1. 混凝土配合比的设计方法宜采用绝对体积法；
2. 单位体积浆体占比不应大于0.33；
3. 骨料体系的空隙率宜小于25%；
4. 胶凝材料用量不宜大于480 kg/m3，粉煤灰、矿渣粉等矿物掺合料的掺量宜为胶凝材料总量的15%~30%；
5. 宜采用减缩剂和密实改性材料制备混凝土，掺量应根据试验确定。

### 遇有下列情况时，应重新进行混凝土配合比设计：

1. 当混凝土性能指标发生变化时；
2. 当混凝土的原材料品质发生明显改变时；
3. 同一配合比的混凝土生产间断三个月及以上时。

# 6 生产与运输

## 一般规定

### 混凝土生产前应确定详细的生产方案，并进行技术交底。

### 混凝土的生产与运输应保证施工的连续性和稳定性。

## 原材料进场和储存

1. 混凝土原材料进场应符合国家现行标准《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424的规定。
2. 混凝土原材料储存应符合下列规定：

1 水泥应按品种、强度等级及生产厂家分别储存，并应防止受潮和污染；

2 掺合料应按品种、质量等级及生产厂家分别储存，并应防止受潮和污染；

3 骨料宜采用仓储或带棚堆场储存，不同品种、规格及生产厂家的骨料应分别储存，堆料仓应设有分割区域；

4 外加剂应按品种和生产厂家分别储存，并应采取遮阳、防水等措施。粉状外加剂应防止受潮结块，当有结块现象时，经性能检验合格，并应粉碎至全部通过0.3 mm方孔筛方后，方可使用；

5 液态外加剂应储存在不会发生化学反应的密闭容器内，并应防晒和防冻，使用前应搅拌均匀。当有沉淀等异常现象时，应检验合格后方可使用。

## 计量与搅拌

1. 混凝土配料应采用自动计量及自动投料装置，粗、细骨料中的含水量应及时测定，并应按实际测定值确定施工配合比。
2. 在配制混凝土拌和物时，水、水泥、掺合料、外加剂称量的允许偏差应为±1%，粗、细骨料称量的允许偏差应为±2%。计量设备应符合现行国家标准《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171的有关规定。
3. 混凝土搅拌投料顺序宜为：首先投入骨料、水泥、矿物掺合料和粉体外加剂，待上述材料搅拌均匀后，再加入水和液体外加剂，持续搅拌直至所有物料完全混合均匀。
4. 搅拌时间不宜少于2 min，当采用减缩剂或密实改性材料时，混凝土搅拌时间应延长0.5 min。

## 运输

1. 运输混凝土应选用能确保浇筑工作连续进行、运输能力与混凝土搅拌机的搅拌能力相匹配的运输设备。当运输距离较长时，宜采用搅拌运输车运输。当运输距离较近时，宜采用混凝土泵、混凝土料斗或皮带机运输。
2. 混凝土在运输过程中应保持均匀性，运输到目的地时，混凝土的坍落度和含气量等工作性能应符合设计要求。
3. 混凝土在运输过程中应减少转载次数和运输时间。从搅拌机卸出混凝土到混凝土浇筑完毕的延续时间应以不影响混凝土的各项性能要求为依据进行确定。
4. 运输设备应采取保温隔热措施，防止局部混凝土温度升高（夏季）或受冻（冬季）。运输设备应采取适当措施，防止水份进入运输容器或蒸发。

# 7 施工

## 一般规定

**7.1.1** 混凝土施工前应确定施工方案，并应对施工作业人员进行技术交底

**7.1.2** 混凝土施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666。

**7.1.3** 混凝土拌和物在运输和浇筑过程中严禁加水。

## 浇筑

**7.2.1** 混凝土浇筑前应在搅拌地点和浇筑地点分别检验混凝土的温度、坍落度及含气量等性能。当混凝土相关性能符合设计或配合比要求时，混凝土方可入模浇筑。当设计无要求时，混凝土的入模温度宜控制在5～30℃。

**7.2.2** 混凝土浇筑时，应避免模板和新浇混凝土受阳光直射。控制混凝土入模前，模板和钢筋的温度以及附近的局部气温宜为5～35℃。

**7.2.3** 混凝土应采用快速、稳定、连续、可靠的浇筑方式在全梁范围内水平分层连续浇筑成型。当梁的平面面积较大时，也可采用斜向分段、水平分层的方法连续浇筑。竖向分层浇筑厚度不宜超过40 cm，且层间浇筑时间间隔不应超过2 h。

**7.2.4** 箱梁浇筑时间不宜超过6 h且不应超过混凝土的初凝时间。T梁浇筑时间不宜超过3.5 h。

**7.2.5** 按事先规定的工艺路线和方式振捣混凝土，应在混凝土浇筑过程中及时将入模的混凝土均匀振捣密实，不应随意加密振点或漏振，每点的振捣时间以表面泛浆或不冒大气泡为准，且不宜超过30 s。

**7.2.6** 混凝土应具有良好的密实性。浇筑时，宜以插入式振捣棒为主、附着式侧振为辅。振捣棒应垂直点振，不应撞击管道及模板，不应平拉，并应防止过振、漏振。应加强钢筋密集部位和腹板下倒角处的振捣。

**7.2.7** 在环境相对湿度低于60%或风速大于5 m/s的环境条件下，宜采取场地喷雾、挡风等措施。

## 养护

1. 混凝土的蒸汽养护可分静停、升温、恒温、降温四个阶段。静停期间应保持环境温度不低于5 ℃，浇筑结束4~6 h且混凝土终凝后方可升温；升、降温速度不应大于l0 ℃/h，恒温养护期间蒸汽养护温度不宜超过45 ℃。恒温养护时间应根据梁体拆模强度要求、混凝土配合比情况以及环境条件等通过试验确定。
2. 混凝土养护期间，混凝土芯部温度不宜超过60 ℃，局部最高温度不应超过65 ℃；混凝土芯部温度与表面温度、表面温度与环境温度之差不应大于15 ℃；养护水温和混凝土表面温度之差不应大于15 ℃
3. 混凝土带模养护期间，应采取带模包裹、浇水、喷淋洒水或通蒸汽等措施进行保湿保温养护。混凝土拆模后，应及时对新暴露的混凝土表面进行保温保湿养护。混凝土最短养护总时长应符合表7.3.1的规定。

**表7.3.1 混凝土最短养护总时长**

|  |  |
| --- | --- |
|  | 地区区域类型 |
| 半湿润气候地区 | 半干旱气候地区 | 干旱气候地区 |
| 日平均气温 | 5≤*T*<10 | 21 d | 28 d | 56 d |
| 10≤*T*<20 | 14 d | 21 d | 45 d |
| *T*≥20 | 10 d | 14 d  | 35 d |

1. 当环境温度低于5 ℃时，不应对混凝土表面进行洒水养护，并应采取保温、保湿养护措施。
2. 混凝土养护期间，应定时测定混凝土芯部温度、表面温度以及环境的气温、相对湿度、风速等参数，并应根据混凝土温度和环境参数的变化情况及时调整养护制度。

## 拆模

### **7.4.1** 混凝土拆模时的强度应符合设计要求。当设计无要求时，应达到设计强度的100%。

### **7.4.2** 拆模时，梁体混凝土芯部与表层、表层与环境温差均不宜大于15 ℃，且应保证棱角完整。在炎热或干燥季节，应采取逐段拆模、边拆边盖、边拆边浇水或边拆边喷涂养护剂的拆模工艺。

### **7.4.3** 大风或气温急剧变化时不宜拆模。

# 8 检验与评定

## 原材料质量检验

### 混凝土原材料进场时，应按规定批次验收型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件，外加剂产品还应具有使用说明书。

### 原材料进场后，应进行进场检验；在混凝土生产过程中，还宜对混凝土原料进行随机抽检。

### 原材料的检验项目和检验批次应符合现行行业标准《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424的有关规定。

### 原材料的检验结果应符合本规程第4章的规定以及工程要求。

## 混凝土性能检验与评定

1. 混凝土拌合物性能检验应符合现行行业标准《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424的有关规定
2. 硬化混凝土性能检验应符合下列规定：

1 混凝土强度的检验评定应符合现行行业标准《铁路混凝土强度检验评定标准》TB 10425的有关规定，其他力学性能检验应符合现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081的有关规定和设计要求；

2 耐久性能检验评定应符合现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193的有关规定；

3 长期性能检验规则可参照现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193的有关规定执行。

1. 混凝土的拌合物性能、力学性能、长期性能和耐久性能的试验方法应分别符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080、《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081和《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082的有关规定。
2. 混凝土性能的检验结果应符合本规程第3章的规定以及设计与施工要求。

# 用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

# 引用标准名录

《建设用砂》GB/T 14684

《水泥比表面积测定方法 勃氏法》GB/T 8074

《水泥标准稠度用水量、凝结时间与安定性检验方法》GB/T 1346

《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671

《水泥化学分析方法》GB/T 176

《硅酸盐水泥熟料》GB/T 21372

《水泥密度测定方法》GB/T 208

《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596

《石膏化学分析方法》GB/T 5484

《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046

《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736

《建设用卵石、碎石》GB/T 14685

《混凝土外加剂》GB 8076

《砂浆、混凝土减缩剂》JC/T 2361

《气体吸附BET法测定固态物质比表面积》GB/T 19587

《建筑施工机械与设备混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666

《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080

《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081

《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082

《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193

《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55

《砂浆、混凝土防水剂》JC 474

《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424

《铁路混凝土强度检验评定标准》TB 10425

《铁路混凝土用骨料碱活性试验方法》TB/T 3275

《铁路混凝土》TB/T 3275

中国工程建设标准化协会标准

复杂环境铁路预制梁混凝土应用技术规程

T/CECS ××××－2025

# 条 文 说 明

# 1 总 则

**1.0.1** 随着我国经济的持续高速发展，铁路等重大交通基础设施正向西部高原地区快速推进，以混凝土为主要材料的桥梁等基础设施建设面临低湿度、强风和紫外线等复杂恶劣环境，对混凝土的耐久性能产生了巨大威胁。为了规范高原复杂环境铁路预制梁混凝土的应用，做到技术先进、安全可靠、经济合理，根据多项研究成果及试验示范工程，编制本规程。

**1.0.2** 本条明确了规程的适用范围。本规程对复杂环境铁路桥梁预制梁体混凝土的技术要求、配合比设计、以及生产与运输、施工、检验与评定等内容进行了技术规定。

**1.0.3** 本条文规定了本规程与其他标准、规程的关系。在工程应用中，本规程作出规定的，按本规程执行，未作出规定的，按国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准执行。

# 2 术 语

**2.0.1** 本条规定了高原复杂环境的定义。国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB50010、《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T50476、《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB10005等都对混凝土结构所处的服役环境和服役等级作了划分，但高原地区混凝土结构或构件的一些实际服役环境并未纳入上述标准规定。本标准中的高原复杂环境特指高原地区下的强太阳辐照、低空气湿度、高地表风速及低大气压力等气候条件，这些气候条件的共同作用导致混凝土结构材料劣化，主要表现为混凝土表面水分蒸散加剧，水泥水化程度低、混凝土收缩徐变增大。本标准参考国家现行标准《气象干燥等级》GB/T 20481及相关研究，以年干燥度指数为指标，把区域分为半湿润、半干旱和干旱气候地区。

**2.0.3~2.0.5** 本条规定了半湿润、半干旱、干旱气候地区的划分标准，数据来源于国家科技基础条件平台—国家地球系统科学数据中心（<http://www.geodata.cn>）。

**2.0.7** 潜在蒸散量估算方法多种多样，主要有3种，分别为FAO Penman-Monteith方法、Thornthwaite方法以及Holdridge方法，本标准推荐FAO Penman-Monteith方法。FAO Penman-Monteith方法是从能量平衡和空气动力学理论出发建立起来的，它采用水汽压、净辐射和在一定温度条件下的空气干燥力以及分数来确定潜在蒸散量，具有坚实的理论基础和明确的物理意义，在我国气候分类分析以及气候区划分中得到广泛的应用。

# 4 原材料

## 水泥

**4.1.1** 硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥之外的其他通用硅酸盐水泥内掺混合材的比例高，为确保混凝土质量，规定采用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥。

## 矿物掺合料

**4.2.1~4.2.4** 基于技术可行性和经济性，高原复杂环境铁路预制梁混凝土工程中常常掺入粉煤灰、矿渣粉、硅灰等矿物掺合料，并需要符合相关矿物掺合料技术规范和相关标准的要求。不同的矿物掺合料对混凝土工作性、力学性能和耐久性所产生的作用不相同，需要根据混凝土所处环境、设计要求、施工工艺等因素，经试验确定矿物掺合料种类及掺量。

**4.2.5** 在一些特殊场合，需要使用其他矿物掺合料，如煅烧高岭土、沸石粉、复合矿物掺合料时，有必要通过充分试验进行验证，确定混凝土性能满足工程应用要求后再使用。

## 外加剂

**4.5.2** 本条参考了行业标准《铁路混凝土》TB/T 3275-2018中第5.2.9条中高性能减水剂的规定。

**4.5.3** 本条参考了行业标准《砂浆、混凝土减缩剂》JC/T 2361-2016中第5.2.2条中减水型减缩剂的规定。

**4.5.4** 由于外加剂与水泥及矿物掺合料之间存在适应性问题，因此在工程中需要根据所用水泥及矿物掺合料种类对外加剂进行选择性试验，一旦确定外加剂品种，一般不随意更改，以避免混凝土施工过程中出现问题，影响施工质量和进度。

# 5 配合比设计

**5.0.1** 本条规定了高原复杂环境铁路预制梁混凝土配合比设计应遵循的基本原则。高原复杂环境铁路预制梁混凝土配合比设计需要满足设计强度等级、施工工艺、长期性能和耐久性的要求。

**5.0.2** 本条仅规定了配合比设计的关键性指标，其中未涉及的配合比设计的通用技术内容一般参照现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的有关规定执行。

**1** 混凝土的配合比一般采用假定表观密度法和绝对体积法进行设计。绝对体积法是按每立方米混凝土的绝对体积为各组成材料的绝对体积之和进行计算。绝对体积法概念明确，便于计算，同时，采用绝对体积法可避免因胶凝材料密度不同引起的计算误差，因此，本规程规定混凝土配合比设计宜采用绝对体积法。

**2** 在其他条件一定的情况下，混凝土的浆体体积是影响混凝土体积稳定性的重要因素。大量研究结果表明，1m3混凝土中浆体体积控制在0.33 m3以下时，能够显著降低混凝土的收缩与徐变。在无试验统计资料时，建议单位体积浆体占比在该范围内选取。

**3** 骨料空隙率越大，混凝土的浆体量相对较高，混凝土的经济性也就越差。同时，混凝土浆体数量的增加会带来较大的收缩，产生较大的徐变变形，对混凝土的耐久性造成不利的影响。在无试验统计资料时，建议骨料体系的空隙率在该范围内选取。

**4** 大量工程实践表明，为使混凝土具有良好的施工性能和优异的硬化后的性能，胶凝材料用量一般不大于480kg/m3。大量研究表明，粉煤灰、矿渣粉等矿物掺合料的掺入可提高混凝土的耐久性能，但如果矿物掺合料掺量过多，则参与水化反应的水泥量相对减少，导致混凝土力学性能下降。根据文献资料及验证试验结果，粉煤灰、矿渣粉等矿物掺合料的掺量一般为胶凝材料总量的15%~30%。

**5** 为了使混凝土获得更低的收缩和徐变变形，配制混凝土时，需要用减缩剂和密实改性材料等改善混凝土性能，但需通过试验进行验证。

**5.0.3** 当混凝土性能指标发生变化、原材料品质发生明显改变、同一配合比的混凝土生产间断3个月及以上时，原有混凝土配合比不一定能适用现有的制备条件，有必要重新进行混凝土配合比设计。

# 6 生产与运输

## 一般规定

**6.1.1** 混凝土的生产及质量控制对混凝土性能影响比较大，因此有必要确定详细的生产流程和质量控制程序，并对生产工作人员事先进行适当的培训和技术交底。

## 计量与搅拌

**6.3.4** 为确保新拌混凝土的匀质性，混凝土在实验室搅拌时的搅拌时间（从全部材料投完算起）一般不少于2 min。对掺入减缩剂或密实改性材料混凝土，需要通过延长搅拌时间保证新拌混凝土的均质性。

# 施工

## 一般规定

**7.1.1** 混凝土的施工质量对各种因素变化比较敏感，因此施工前应根据工程结构特点、工程量、材料供应情况、施工条件和进度计划等，由具有一定经验的技术人员编制专项施工方案（必要时可请配合比设计人员参与编制），并需要对参与施工人员事先进行适当的培训和技术交底。

**7.1.3** 本条为强制性标准。在运输和施工过程中向环境混凝土拌和物中加水会严重影响混凝土力学性能和耐久性能，对混凝土工程质量危害极大，必须严格禁止。

## 浇筑

**7.2.7** 混凝土在大风干燥环境中水分蒸发更快，影响混凝土强度发展，加剧干燥收缩，在浇筑过程中需要采取有效措施提高混凝土周围空气湿度并防风。

## 养护

**7.3.1** 混凝土成型后蒸汽养护前的静停时间长一些有利于减少混凝土在蒸养过程中的内部损伤；控制升温速度和降温速度慢一些，有利于减小温度应力对混凝土内部结构的不利影响。