

DB63

青 海 省 地 方 标 准

DB63/T 2217—2023

公路工程水泥混凝土结构预防碱集料 反应技术规程

2023-12-27 发布

2024-02-01 实施

青海省市场监督管理局 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 1

5 原材料碱含量检验及计算 2

 5.1 原材料碱含量检验 2

 5.2 矿物掺合料有效碱含量计算 2

 5.3 混凝土碱含量计算 2

 5.4 混凝土集料碱活性检验 3

6 混凝土碱集料反应预防措施 3

 6.1 预防碱集料反应措施 3

 6.2 预防措施 3

 6.3 预防措施有效性检验 4

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由青海省交通运输标准化专业技术委员会提出。

本文件由青海省交通运输厅归口。

本文件起草单位：青海省兴利公路桥梁工程有限公司、青海省交控建设工程集团有限公司、青海省果洛公路工程建设有限公司、长安大学。

本文件主要起草人：邓彩虹、肖华、王明军、索有升、翟新明、高玉成、韩文辉、李尔荣、王永辉、谷成岳、李玉善、马静桂、马萍、熊荣生、赵明旭、关博文、熊锐、余金城、李猛深、何珍庆、曹轩豪。

本文件由青海省交通运输厅监督实施。

公路工程水泥混凝土结构预防碱集料反应技术规程

1 范围

本文件规定了公路工程水泥混凝土预防碱集料反应的术语和定义、总体要求、原材料碱含量检验及计算、混凝土碱集料反应预防措施等内容。

本文件适用于公路工程水泥混凝土碱集料反应的预防。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 176 水泥化学分析方法

GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰

GB 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法

GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉

GB/T 27690 砂浆和混凝土用硅灰

JGJ 63 混凝土用水标准

JTG E42 公路工程集料试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

碱集料反应

混凝土中的水泥、外加剂、矿物掺合料及拌和水中的可溶性碱（钾、钠）溶于混凝土孔隙液中与骨料中碱活性矿物在潮湿环境下发生化学反应，使混凝土产生内应力，并导致混凝土结构异常膨胀、开裂等现象。

3.2

碱硅酸反应

混凝土中的碱与集料中含活性二氧化硅类矿物之间在一定条件下产生化学反应生成的碱硅凝胶，吸水膨胀导致混凝土结构损坏的现象。

3.3

混凝土碱含量

胶凝材料水化过程中水泥、矿物掺合料、外加剂及拌和水等游离出的碱量。

4 总体要求

- 4.1 对预防碱集料反应技术措施的有效性进行检验，检验结果评定为有效时方可使用。
- 4.2 对于大型或重要公路工程混凝土结构，集料碱活性检验与预防碱集料反应技术措施的有效性检验宜进行对比试验。
- 4.3 公路工程混凝土采取预防碱集料反应技术措施后，其工作性、强度及耐久性等指标应满足设计要求。

5 原材料碱含量检验及计算

5.1 原材料碱含量检验

原材料碱含量检验符合以下规定：

- a) 水泥、矿物掺合料：按 GB/T 176 检验；
- b) 粗、细集料：按 JTG E42 检验；
- c) 水：按 JGJ 63 检验；
- d) 外加剂：按 GB 8077 检验。

5.2 矿物掺合料有效碱含量计算

矿物掺合料有效碱含量按公式 (1) 计算：

$$E_k = \beta \times R_k \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E_k ——矿物掺合料的有效碱含量，%；

β ——矿物掺合料有效碱含量计算系数， β 值可根据掺合料的种类选取（见表 1）；

R_k ——矿物掺合料碱含量，%。

表1 β 值的选取

掺合料	粉煤灰	粒化高炉矿渣粉	硅灰
β (%)	15	50	50
注：2种及以上材料复掺时， β 取50%。			

5.3 混凝土碱含量计算

每立方混凝土碱含量由公式 (2) 计算：

$$A_c = m_c \times R_c + m_a \times R_a + m_k \times E_k + m_w \times R_w \dots\dots\dots (2)$$

式中：

A_c ——混凝土碱含量，kg；

m_c ——水泥用量，kg；

R_c ——水泥碱含量，%；

m_a ——外加剂用量，kg；

R_a ——外加剂碱含量，%；

m_k ——掺合料用量，kg；

E_k ——掺合料有效碱含量，%；

m_w ——拌和水用量，kg；

R_w ——拌和水碱含量，%。

5.4 混凝土集料碱活性检验

混凝土集料碱硅酸反应活性按JTG E42检测。集料碱活性按碱硅酸反应活性14 d膨胀率分为4类，见表2。

表2 集料碱活性分类

集料分类	非碱活性集料	低碱活性集料	中碱活性集料	高碱活性集料
膨胀率 δ /%	$\delta < 0.10$	$0.10 \leq \delta < 0.20$	$0.20 \leq \delta < 0.30$	$\delta \geq 0.30$

6 混凝土碱集料反应预防措施

6.1 预防碱集料反应措施

6.1.1 I类工程混凝土结构外露部分需采取防水措施，如采用防水涂料、面砖等，确保雨水不渗入混凝土结构，否则需采取II类工程的预防措施。

6.1.2 II类工程采用不同集料时符合下列规定：

- 非碱活性集料：可不采取碱集料反应预防措施；
- 低碱活性集料：混凝土碱含量应不大于 3 kg/m^3 ；碱含量为 $3 \text{ kg/m}^3 \sim 5 \text{ kg/m}^3$ 时应采取 6.2 规定的掺加矿物掺合料预防措施；
- 中碱活性集料：混凝土碱含量应不大于 3 kg/m^3 ，并采取 6.2 规定的矿物掺合料预防措施；
- 高碱活性集料：不准许采用。

6.1.3 III类工程除采取II类工程的措施外，同时应采取混凝土隔离措施；无法采用隔离措施时，采用非碱或低碱活性集料，混凝土碱含量应不大于 3 kg/m^3 ，并采取 6.2 规定的矿物掺合料预防措施。

注1：I类工程：处于干燥环境，不直接接触水，相对湿度长期低于80%的混凝土工程。

注2：II类工程：处于潮湿或干湿交替环境，且直接与水或潮湿土体接触的混凝土工程。

注3：III类工程：有外部碱源，并处于潮湿环境的混凝土工程。

6.2 预防措施

6.2.1 采用矿物掺合料预防措施时，各矿物掺合料的碱含量按GB/T 176 检验，其技术指标应符合下列规定：

- 粉煤灰：F类I级或II级，碱含量不大于2.0%，氧化钙含量不大于8%，游离氧化钙含量不大于1%，其他指标符合GB/T 1596 规定；
- 粒化高炉矿渣粉：碱含量不大于1.0%，比表面积大于 $400 \text{ m}^2/\text{kg}$ ，活性指数7d应大于75%，28d应大于95%，其他指标符合GB/T 18046 规定；
- 硅灰：碱含量不大于1.5%， SiO_2 含量大于90%，其他指标符合GB/T 27690 规定。

6.2.2 采用矿物掺合料预防措施时，各矿物掺合料掺量应符合下列规定：

- 低碱活性集料：粉煤灰掺量不小于胶凝材料总量的20%；

- b) 中碱活性集料：粉煤灰掺量不小于胶凝材料总量的 30%，复合掺入粉煤灰与粒化高炉矿渣粉时，粉煤灰掺量不小于胶凝材料总量的 25%，粒化高炉矿渣粉掺量不小于胶凝材料总量的 10%；
 - c) 当 a)、b)规定均不能有效满足预防碱硅酸活性反应的要求时，宜掺入硅灰，硅灰掺量应不小于胶凝材料总量的 5%。
- 6.2.3 采用减水剂、引气剂、碱集料反应抑制剂（锂盐外加剂、钙盐外加剂等）等预防碱集料反应时，掺量应由试验确定。

6.3 预防措施有效性检验

- 6.3.1 采用低碱活性、中碱活性与高碱活性集料时，应对混凝土碱集料反应预防措施进行有效性检验。
 - 6.3.2 原材料、配合比变化时，应重新进行碱集料反应预防措施有效性检验。
 - 6.3.3 混凝土碱集料反应预防措施有效性检验应在工程施工前进行。
 - 6.3.4 原材料、配合比相同的混凝土预防措施有效性检验应不少于 1 次。
 - 6.3.5 混凝土碱集料反应预防措施有效性检验方法应按 JTGE42 规定执行。14 d 膨胀率小于 0.02% 时，预防措施效果评定为有效。
 - 6.3.6 多组有效性检验时，应取膨胀率最大者，作为检验结果。
-