

ICS 91.100.30

Q 13

中国工程建设标准化协会标准

CECS xxx—2021

矿渣基地聚物混凝土生产技术规范

(征求意见稿)

Specifications for the production of slag-based geopolymeric concrete

xxxx-xx-xx 发布

xxxx-xx-xx 实施

中国工程建设标准化协会 发布

前 言

根据《关于印发<2021 年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2021]11 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分 10 章，主要技术内容包括：1 总则、2 术语、3 基本规定、4 原材料、5 配合比设计、6 质量要求、7 制备与运输、8 浇筑与养护、9 试验方法、10 检验规则。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑材料委员会负责归口管理，由湖南大学负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中如有意见或建议，请寄送湖南大学（地址：湖南省长沙市岳麓区麓山南路 2 号 湖南大学土木工程学院），以供今后修订时参考。

主编单位：湖南大学

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总则.....	5
2 术语.....	6
3 基本规定.....	8
4 原材料.....	9
5 配合比设计.....	11
6 质量要求.....	14
7 制备与运输.....	15
8 养护.....	17
9 试验方法.....	19
10 检验规则.....	21
附录 A.....	23
(规范性附录)	23
矿渣基地聚物胶结材的试验方法.....	23
附录 B.....	23
(规范性附录)	23
矿渣基地聚物混凝土氯离子快速迁移试验方法.....	23
附录 C.....	22
(规范性附录)	22
地聚物混凝土碱骨料反应预防技术条件.....	22
附录 D.....	22
(规范性附录)	22
地聚物混凝土碳化试验.....	22
规范性引用文件.....	22

CONTENTS

1	General Provisions	5
2	Terms.....	6
3	Basic Requirements.....	8
4	Raw Materials	9
5	Mixture Proportion	11
6	Quality Requirements	14
7	Preparation and Transportation	15
8	Curing	17
9	Test Methods	19
10	Test Gauge Critrtion.....	21
	Appendix A	23
	(Normative Appendix)	23
	Test Method on Cementing Materials of slag-based geopolymeric concrete	23
	Appendix B	23
	(Normative Appendix)	23
	Test Method for Rapid Chloride Migration of slag-based geopolymeric concrete	23
	Appendix C	22
	(Normative Appendix)	22
	Technical Conditions for Alkali Aggregate Reaction Prevention of slag-based geopolymeric concrete	22
	Normative References.....	22

1 总 则

1.0.1 为贯彻执行国家有关矿渣基地聚物混凝土的法律法规和技术政策，规范矿渣基地聚物混凝土生产全过程，提高矿渣基低聚物混凝土绿色化、低碳化、高性能化生产与应用，制定本规程。

1.0.2 本规程规定了矿渣基地聚物混凝土的术语和定义、分类、性能等级及标记、原材料和配合比、质量要求、制备与运输、养护、试验方法、检验规则等内容。

1.0.3 矿渣基地聚物混凝土生产除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 地聚物前驱体 **geopolymer precursor**

矿渣粉、磷矿渣粉、粉煤灰、偏高岭土等含有活性氧化铝或活性氧化硅等活性组分的矿物质材料。

2.0.2 碱性激发剂 **alkaline activator**

能激发矿渣粉、磷渣粉、粉煤灰、偏高岭土等非晶态硅铝酸盐材料潜在活性的碱金属氢氧化物、碱金属硅酸盐、碱金属碳酸盐的固体、溶液或混合物。

2.0.3 水玻璃激发剂 **water-glass activator**

以可溶性碱金属硅酸盐为主的碱性液体激发剂。

2.0.4 固体激发剂 **solid activator**

氢氧化钙、氢氧化钠、硅酸钠等碱性固体状激发剂。

2.0.5 矿渣基地聚物胶结材 **slag-based geopolymer binder**

矿渣粉或磷渣粉等高钙矿渣基材料的质量百分比不低于地聚物前驱体总量的 30%且与碱性激发剂共同作用能形成具有一定的胶结性能、力学性能的钙铝硅体系材料。

2.0.6 预混单组份矿渣基地聚物胶结材 **one-part slag-based geopolymer binder**

由于粉状碱性激发剂和矿渣粉、磷渣粉、粉煤灰、偏高岭土等固相前驱体按比例混合制备的胶结料。

2.0.7 预混双组分矿渣基地聚物胶结材 **two-part slag-based geopolymer binder**

由分别制备的水玻璃等液相碱性激发剂和矿渣粉、磷渣粉、粉煤灰、偏高岭土等固相前驱体混合料拌和制备的胶结料。

2.0.8 矿渣基地聚物混凝土 **slag-based geopolymeric concrete**

由矿渣基地聚物胶结材、骨料、水和化学外加剂等配制的混凝土。

2.0.9 矿渣粉活性系数 **basicity factor of slag**

表示矿渣粉活性的一项指标。它是矿渣粉中氧化钙、氧化镁质量分数之和与二氧化硅、三氧化二铝质量分数之和的比值。

2.0.10 磷渣粉活性系数 reactivity factor of phosphoric slag

表示磷渣粉活性的一项指标。它是磷渣粉中氧化钙、氧化镁、三氧化二铝质量分数之和与二氧化硅、五氧化二磷质量分数之和的比值。

2.0.11 水胶比 water-to-binder ratio

混凝土中用水量（包括外加水和激发剂中包含的水）与矿渣基地聚物前驱体和碱性激发剂中固含量之和的质量比。

3 基本规定

3.0.1 矿渣基地聚物混凝土按所用碱性激发剂分为：水玻璃类（液体）矿渣基地聚物混凝土和非水玻璃类（固体）矿渣基地聚物混凝土。

3.0.2 矿渣基地聚物混凝土按胶结材分为：预混单组分矿渣基地聚物混凝土和预混双组分矿渣基地聚物混凝土。

3.0.3 矿渣基地聚物胶结材的强度等级应分为：32.5、42.5、52.5、62.5。

3.0.4 矿渣基地聚物混凝土的强度等级应划分为：C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C70、C80。

4 原材料

4.1 矿渣粉

应选用活性系数 $M_0 \geq 0.92$ ，比表面积不小于 $350 \text{ m}^2/\text{kg}$ ，活性指数不低于 S75 级。活性指数和其他性能评价应按现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的规定执行。

4.2 磷渣粉

应选用活性系数 $K \geq 1.1$ ，比表面积不小于 $350 \text{ m}^2/\text{kg}$ ，活性指数不低于 L75 级，活性指数和其他性能评价应按应符合现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的规定执行。

4.3 碱性激发剂

4.3.1 钠水玻璃类激发剂配制所用硅酸钠应符合现行国家标准《工业硅酸钠》GB/T 4209。

钾水玻璃类激发剂配制所用硅酸钾应符合现行行业标准《工业硅酸钾》HG/T 4131。

4.3.2 非水玻璃类激发剂中，氢氧化钠应符合现行国家标准《工业用氢氧化钠》GB/T 209 要求；碳酸钠符合现行国家标准《工业碳酸钠及其试验方法》GB/T 210.2 要求；其他材料符合相应产品现行国家标准规定。

4.3.3 激发剂应成分均匀，其中液体激发剂不应有沉淀分层，粉状激发剂不应结块且细度应满足 $80 \mu\text{m}$ 方孔筛筛余不大于 20%。

4.4 细骨料

4.4.1 细骨料的性能应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 的规定。

4.5 粗骨料

4.5.1 粗骨料的性能应符合现行国家标准《建设用碎石、卵石》GB/T 14685 的规定。

4.5.2 粗骨料宜采用连续级配的碎石或卵石；当粗骨料颗粒级配不符合要求时，可采取多种级配组合的方式进行调整。

4.5.3 粗骨料最大粒径应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

4.6 辅助性前驱体

4.6.1 粉煤灰

应选用符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 中规定的 F 类和 C 类 I 级、II 级粉煤灰。其中化学成分还应满足下表 1 要求。

表 1 粉煤灰的化学成分指标

SiO ₂ /%	Al ₂ O ₃ /%	SO ₃ /%	烧失量/%
≥40	≥20	≤3.0	≤6.0

4.6.2 偏高岭土

应选用符合现行地方标准《混凝土用偏高岭土》DB53/T 843 中 3.1 的规定，其中化学成分还应满足表 2 要求。

表 2 偏高岭土的化学成分指标

SiO ₂ /%	Al ₂ O ₃ /%	SO ₃ /%	烧失量/%
≤55	≥35	≤1.0	≤4.0

4.6.3 用于矿渣基地聚物混凝土的硅灰应符合现行国家标准《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 2769 的规定，石灰石粉应符合现行国家标准《石灰石粉混凝土》GB/T 30190 的规定。

4.6.4 辅助性前驱体材料储存时不得与其它材料混杂，且应防止受潮。

4.7 化学外加剂

4.7.1 化学外加剂宜选用和地聚物胶结材适应性好的品种，依据现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 判定外加剂与地聚物胶结材之间的适应性，化学外加剂掺量应通过试验确定。

4.7.2 化学外加剂匀质性应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的规定，膨胀剂性能应符合现行国家标准《混凝土膨胀剂》GB/T 23439 的规定。

4.8 水

4.8.1 矿渣基地聚物混凝土拌合用水和养护用水性能应按现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

5 配合比设计

5.1 一般规定

5.1.1 矿渣基地聚物混凝土配合比设计应满足混凝土配制强度、拌合物性能、力学性能、长期性能和耐久性能的设计要求。

5.1.2 在满足工程设计和施工要求的条件下,矿渣基地聚物混凝土配合比设计应遵循低前驱体材料用量和低用水量的原则。

5.1.3 矿渣基地聚物胶结材性能应符合表 3 的规定。胶结材性能的测试方法见附录 A。

表 3 矿渣基地聚物胶结材性能要求

项目		指标			
		32.5	42.5	52.5	62.5
凝结时间 (min)	初凝	≥45			
	终凝	≤600			
安定性 (煮沸法)		合格			
氯离子含量 (质量分数) (%)		<0.06			
抗压强度 (MPa)	3d	≥10.0	≥17.0	≥23.0	≥28.0
	28d	≥32.5	≥42.5	≥52.5	≥62.5
抗折强度 (MPa)	3d	≥3.0	≥3.5	≥4.0	≥5.0
	28d	≥6.0	≥6.5	≥7.0	≥8.0

注：用于抢修抢建工程的地聚物胶结材，其凝结时间应根据设计和施工要求确定。

5.1.4 矿渣基地聚物混凝土配合比设计应采用工程实际应用的原材料；配合比设计所采用的细骨料含水率不应大于 0.5%，粗骨料含水率不应大于 0.2%。

5.1.5 有预防混凝土碱骨料反应设计要求的工程，应避免采用具有碱活性的骨料，骨料的碱活性检验采用砂浆棒（快速法）或砂浆长度法，骨料碱活性测试方法以及预防措施参照本标准附录 C。

5.1.6 矿渣基地聚物混凝土中掺入化学外加剂的品种与掺量应根据混凝土强度等级、施工要

求、运输距离、混凝土所处环境条件等因素通过试验确定。

5.1.7 有特殊要求的矿渣基地聚物混凝土的配合比应通过试验确定，有耐久性要求的混凝土配合比应根据耐久性能试验确定。

5.2 配合比设计

5.2.1 矿渣基地聚物混凝土配合比设计的配制强度应按现行行业标准《碱矿渣混凝土应用技术标准》JGJ/T 439 的规定进行。

5.2.2 矿渣基地聚物混凝土的最大水胶比应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《碱矿渣混凝土应用技术标准》JGJ/T439 的规定。

5.2.3 矿渣基地聚物混凝土的碱掺量应以 Na_2O 当量计，宜为前驱体总量的 3%~8%。

5.2.4 矿渣基地聚物混凝土中可适当添加碳酸钠进行缓凝，其含量应根据试验确定。添加的碳酸钠应计入碱激发剂总量。

5.2.5 矿渣基地聚物混凝土的水胶比和碱掺量应符合表 4 的规定，其它等级混凝土水胶比和碱掺量按表 4 数据插值确定。

表 4 矿渣基地聚物混凝土的水胶比和碱掺量

等级	水胶比	碱掺量/ ($\text{Na}_2\text{O}\%$)
C30	≤ 0.50	≥ 4
C50	≤ 0.45	≥ 5
C70	≤ 0.40	≥ 6

5.2.6 矿渣基地聚物混凝土的最小前驱体用量应符合表 5 的规定。

表 5 矿渣基地聚物混凝土的最小前驱体用量

最大水胶比	最小前驱体用量 (kg/m^3)	
	素混凝土	钢筋混凝土
0.60	250	280
0.55	280	300
0.50	320	
0.45	330	

5.2.7 矿渣基地聚物混凝土中矿渣粉或磷渣粉的含量应不低于矿渣基地聚物前驱体总量的30%，辅助性前驱体的掺量应通过试验确定，其中偏高岭土的掺量不宜大于矿渣基地聚物前驱体总量的40%。

5.2.8 采用具有碱活性或潜在碱活性的骨料制备矿渣基地聚物混凝土，应参照本标准附录 C 实施混凝土碱骨料反应预防措施，辅助性前驱体材料的掺量应通过试验确定。

5.2.9 骨料的总用量应由骨料体积乘以骨料的堆积密度得到，其中骨料体积应为矿渣基地聚物混凝土的总体积减去水、胶结材以及气体后的体积。

5.2.10 骨料各个粒级的相对比例宜遵循最密实堆积理论，并经过试配，确认拌合物的工作性能满足要求后选定骨料堆积密度最大时各个粒级骨料的配比。

5.2.11 矿渣基地聚物混凝土配合比其他配制参数的计算和取值应按现行行业标准《碱矿渣混凝土应用技术标准》JGJ/T 439 执行。

5.2.12 矿渣基地聚物混凝土配合比的调整与确定可按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 执行。

5.2.13 生产单位可根据使用材料设计常用的矿渣基地聚物混凝土配合比备用，并应在使用前予以验证或调整。遇下列情况之一时应重新进行矿渣基地聚物混凝土配合比设计：

- (1) 对矿渣基地聚物混凝土性能有特殊要求时；
- (2) 前驱体材料、碱性激发剂或外加剂或原材料品种、质量有显著变化时。

6 质量要求

6.1 和易性

6.1.1 新拌矿渣基地聚物混凝土的和易性包括流动性、黏聚性和保水性。

6.1.2 矿渣基地聚物混凝土拌合物的流动性应以坍落度或维勃稠度表示。流动性大小应满足地聚物混凝土制品成型的要求，干硬性混凝土维勃稠度值不宜大于 30 s。黏聚性和保水性应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的相关要求。

6.2 凝结时间

矿渣基地聚物混凝土的凝结时间应满足现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 要求。

6.3 水溶性氯离子含量

矿渣基地聚物混凝土中氯离子含量不大于前驱体质量的 0.15%。

6.4 含气量

矿渣基地聚物混凝土含气量基于设计要求进行引气，按《普通混凝土拌合物性能试验方法》GBJ/T80 进行测试。

6.5 强度

6.5.1 矿渣基地聚物混凝土的强度等级按立方体抗压强度标准值划分为 9 个强度等级：C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C70、C80。

6.5.2 矿渣基地聚物混凝土强度应满足设计要求，强度的检验评定应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 和本标准附录 A 的规定。

6.6 耐久性能

矿渣基地聚物混凝土的耐久性能应满足设计要求，其中试件养护、抗氯离子迁移、碱骨料反应膨胀和碳化反应性能应按照本规程进行，其它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 的规定。

6.7 其他

当需方提出矿渣基地聚物混凝土的其他性能要求时，应按国家现行有关标准规定进行试验。当无相应标准时，应由供需双方协商确定。

7 制备与运输

7.1 一般规定

7.1.1 矿渣基地聚物混凝土可采用集中搅拌或现场搅拌方式生产。

7.1.2 现场搅拌的矿渣基地聚物混凝土可在工厂将各种干燥的固体原料预拌为固态混合物，运输到施工现场，加水和碱激发剂拌制成拌合物，但应保证干混料的均匀性。集中搅拌的矿渣基地聚物混凝土，预拌与运输应保证混合物不离析。

7.1.3 矿渣基地聚物混凝土制备时，激发剂和前驱体材料的温度不得高于 60℃；预混单组份矿渣基地聚物胶结材和预混双组份矿渣基地聚物胶结材中的固相前驱体混合料出厂至使用的时间间隔不得超过 7d。

7.1.4 使用预混双组份矿渣基地聚物胶结材生产矿渣基地聚物混凝土时，碱组分应根据混凝土用量配制。配制的钠组分溶液存放时间不宜超过 24h。配制碱激发剂溶液时，应搅拌均匀。

7.1.5 碱激发剂溶液使用前应充分搅拌均匀。平均气温低于 10℃ 的低温季节施工时，碱激发剂溶液的温度不宜低于 15℃。

7.1.6 运输、浇筑过程中不得向矿渣基地聚物混凝土拌合物中加水。

7.1.7 矿渣基地聚物混凝土的搅拌、运输、浇筑及构件静停应在 10℃ 以上的环境中完成。

7.1.8 现场的施工工人、管理及技术人员应进行矿渣基混凝土使用过程中的安全性培训。

7.1.9 碱溶液配制应有专门的配制场地。从事碱溶液配制工作的人员应戴防护眼镜、口罩、橡胶手套，穿防护鞋和系橡胶围裙。

7.1.10 当人体皮肤或衣服上粘有较多的强碱性物质时，应及时用清水清洗干净。

7.2 原材料储存

7.2.1 各种原材料必须分仓贮存，并应有明显的标识。

7.2.2 矿渣粉、磷渣粉和粉煤灰应按生产厂家、品种及活性等级分别贮存，同时应防止受潮及污染。

7.2.3 激发剂应按生产厂家、品种及组成分别贮存，同时应防止受潮及污染。碱激发剂溶液应根据混凝土用量配制，配制的碱激发剂溶液应单独密封贮存，且存放时间不宜超过 24 h。

7.2.4 骨料的贮存应保证骨料的均匀性，不使大小颗粒分离，同时应将不同品种、规格的骨料分别贮存，避免混杂或污染。骨料的贮存地面应为能排水的硬质地面。

7.2.5 外加剂应按生产厂家、品种分别贮存，并应具有防止其质量发生变化的措施。

7.3 计量

7.3.1 原材料计量及计量设备应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。

7.3.2 制备预混单组份矿渣基地聚物混凝土时，应分别计量固体激发剂、胶凝组分和水，待固体激发剂和胶凝组分充分混合后，再加入水；制备两组分矿渣基地聚物混凝土时，碱性激发剂与水分别计量，与固相胶结材搅拌之前将二者混合均匀加入搅拌锅。

7.3.3 原材料应按混凝土配合比进行计量。每盘原材料计量的允许偏差应符合表 6 的规定。

表 6 每盘原材料计量的允许偏差

原材料种类	最大允许偏差（按质量计）
地聚物胶结材	±2%
外加剂	±1%
粗、细骨料	±3%
拌合水、碱激发剂溶液	±1%

7.4 搅拌

7.4.1 对于强度等级 C60 以下的矿渣基地聚物混凝土，搅拌时间不宜少于 180 s；对于强度等级不低于 C60 的矿渣基地聚物混凝土，搅拌时间不宜少于 210 s；其他要求宜符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。

7.4.2 混凝土搅拌机应符合现行国家标准《混凝土搅拌机》GB/T 9142 的有关规定。

7.5 运输

7.5.1 矿渣基地聚物混凝土的运输应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《预拌混凝土》GB/T 14902 的有关规定。

7.5.2 对于采用泵送施工的矿渣基地聚物混凝土，其运输应能保证混凝土的连续泵送，并应符合现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10 的有关规定。

7.5.3 非罐车运输时，运输过程中应避免其他材料混入矿渣基地聚物混凝土拌合物，并应对拌合物采取保水措施。

8 浇筑与养护

8.1 浇筑

8.1.1 矿渣基地聚物混凝土的浇筑应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

8.1.2 雨天不宜浇筑矿渣基地聚物混凝土,施工过程中遇下雨应采取挡雨措施。停止施工时,应留施工缝。

8.1.3 采用矿渣基地聚物混凝土浇筑大体积混凝土时,应有温控措施,保证混凝土温差控制在设计要求的范围内;当设计无要求时,混凝土温差控制应符合现行国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496 的规定。

8.1.4 矿渣基地聚物混凝土拌合物的入模温度不宜低于 5 ℃,且不宜超过 30 ℃。

8.1.5 振捣应保证混凝土密实、均匀,且不得欠振、过振或漏振,不得碰撞钢筋、模板和预埋件。

8.1.6 混凝土应分层浇筑,每层浇筑最大厚度应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定且不宜超过 350 mm。上层混凝土应在下层混凝土初凝之前浇筑完毕。

8.1.7 混凝土浇筑时,应在平面内均匀布料,不得用振动棒赶料。

8.1.8 浇筑矿渣基地聚物混凝土的过程中,应确认模板支撑的稳定性和接缝的密合状态,不得出现漏浆现象。

8.1.9 矿渣基地聚物混凝土振捣密实后,应在终凝前采用机械或人工对表面进行抹压作业,并应及时覆盖。

8.1.10 矿渣基地聚物混凝土强度达到 1.2 MPa 前,不得在其上面踩踏、堆放物料、安装模板及支架等。

8.2 养护

8.2.1 矿渣基地聚物混凝土的养护应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。

8.2.2 矿渣基地聚物混凝土浇筑完成后,应尽早覆盖,保湿养护 7d 以上。掺加辅助性前驱体的矿渣基地聚物混凝土,覆盖养护的时间不应少于 14d;对于竖向矿渣基地聚物混凝土结构,养护时间宜适当延长。

8.2.3 矿渣基地聚物混凝土浇筑后可采取喷涂耐碱养护剂的方式进行养护。

8.2.4 采用矿渣基地聚物混凝土浇筑的大体积混凝土，养护过程中应进行温度控制，并应符合现行国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496 的规定。

9 试验方法

9.1 和易性

矿渣基地聚物混凝土的和易性试验按照 GB/T 50080 的规定进行。

9.2 凝结时间

9.2.1 贯入阻力法（标准法）

塑性矿渣基地聚物混凝土的凝结时间按照现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的规定进行测定。

干硬性矿渣基地聚物混凝土的凝结时间测定应选用符合现行行业标准《行星式水泥胶砂搅拌机》JC/T 681 要求的砂浆，该砂浆应采用与混凝土设计配合比相同的胶砂比和水胶比配制，并按照现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 第 4 章的规定进行测定。

9.2.2 净浆法（代用法）

按照现行国家标准《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346 测定标准稠度用水量下的地聚物胶结材净浆的凝结时间。

9.3 水溶性氯离子含量

水溶性氯离子含量测定按照现行行业标准《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322 规定的快速测定方法进行测定。

9.4 强度

矿渣基地聚物混凝土的强度应按现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 规定的试验方法进行测定。

9.5 地聚物混凝土试件的标准养护

地聚物混凝土试件的标准养护可参照《普通混凝土力学性能试验方法标准》（GB/T 50081-2002），但拆模后试件应立即放入温度为 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 95% 以上的标准养护室中养护，标准养护室内的试件应放在支架上，彼此间隔 10~20mm，试件表面应用不透水的薄膜覆盖保持潮湿，并不得被水直接冲淋。

9.6 长期性能和耐久性

9.6.1 矿渣基地聚物混凝土的抗氯离子渗透性、碱骨料反应和抗碳化性能应根据本标准附录 B、C、D 分别进行检验。

9.6.2 矿渣基地聚物混凝土的收缩和徐变性能试验应按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的规定进行测定。

9.6.3 矿渣基地聚物混凝土的抗裂性能应按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的规定进行测定。

9.6.4 除抗氯离子渗透性、碱骨料反应和抗碳化性能外，矿渣基地聚物混凝土的耐久性能参考现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的规定进行测定。

10 检验规则

10.1 检验分类

矿渣基地聚物混凝土的检验分为日常检验和型式检验。

10.2 日常检验

10.2.1 检验项目

检验项目包括矿渣基地聚物混凝土的和易性、凝结时间、抗压强度。

10.2.2 抽样

日常检验的抽样数量为：每天测定一次地聚物胶结材凝结时间，每天或每拌制 100 盘（不大于 100 m³）同配比的混凝土拌和料应抽取混凝土样品测定一次和易性，同时制作 1 组以上立方体试件用于抗压强度测定。

10.2.3 判定规则

全部检验项目检验合格，则该批混凝土判为合格。

10.3 型式检验

10.3.1 检验条件

有遇到下列情况之一者，应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定或首次从事矿渣基地聚物混凝土工程施工时；
- b) 正式生产后，如材料、配比、工艺有较大改变可能影响产品性能时；
- c) 产品停产半年以上恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

10.3.2 检验项目

检验项目包括第 7 章规定的全部项目。

10.3.3 抽样

型式检验的抽样数量为：从 2 盘混凝土拌和料各取不少于 60 L 的一份混凝土，分别测定混凝土和易性，凝结时间。同时制作 3 组以上立方体试件测定 28 d 标准抗压强度。

10.3.4 判定规则

全部检验项目检验合格，则该批产品判为合格。若检验项目中有一项不合格，可加倍取样，对该项目进行复检且合格，则判定为该批产品为合格品，否则判为不合格品。

附录 A**(规范性附录)****矿渣基地聚物胶结材的试验方法****A.1 矿渣基地聚物胶结材的凝结时间和安定性试验方法**

A.1.1 预混单组分矿渣基地聚物胶结材应按现行国家标准《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346 的规定进行。

A.1.2 预混双组分矿渣基地聚物胶结材且碱激发剂为液态时，净浆的标准稠度用水量应为液态碱含水量与加水量之和，再将制备好的标准稠度地聚物胶结材净浆按现行国家标准《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346 的规定进行测试。

A.2 矿渣基地聚物胶结材的强度试验方法

A.2.1 预混单组分矿渣基地聚物胶结材胶砂强度应按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》GB/T 17671 的规定进行测试。

A.2.2 预混双组分矿渣基地聚物胶结材胶砂试件的制作应控制碱激发的用量和水胶比，碱组分的用量按氧化钠当量计，掺量应按产品说明书的要求控制，液固比应为 0.5，外加水应与碱组分混合均匀后加入；胶砂强度试验的其他试验步骤应按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》GB/T 17671 的规定进行。

A.3.2 矿渣基地聚物胶结材胶砂试件拆模后不能用水养，应立即放入温度为 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 95% 以上的标准养护室中养护，标准养护室内的试件应放在支架上，彼此间隔 10~20mm，试件表面应用不透水的薄膜覆盖、但能保持潮湿，并不得被水直接冲淋。

附录 B

(规范性附录)

矿渣基地聚物混凝土氯离子快速迁移试验方法

B.1 本试验方法可用于测定非稳态电迁移试验中矿渣基地聚物混凝土的氯离子扩散系数。

B.2 试验仪器设备和化学试剂应满足下列要求：

B.2.1 试验装置如图 B-1 所示；

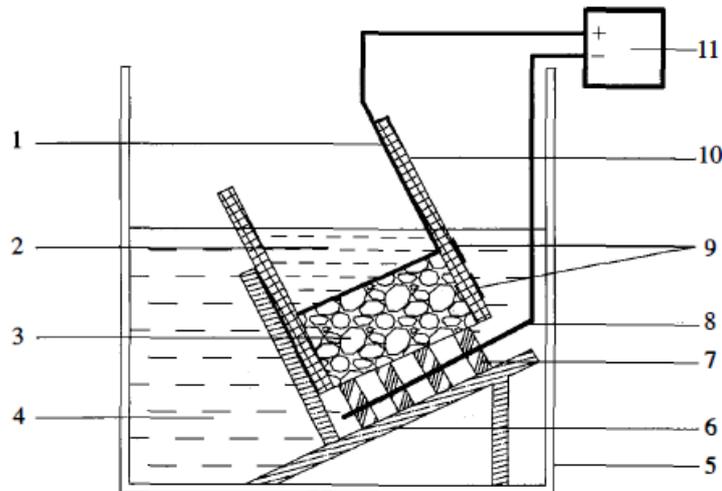


图 B-1 试验装置示意图

1—阳极；2—阳极溶液；3—试件；4—阴极溶液；5—电解质水槽；6—有机玻璃支架；7—阴极架；8—阴极；9—不锈钢管卡；10—橡胶套筒；11—直流稳压电源

B.2.2 试验装置各部件如图 B-2、图 B-3 和图 B-4 所示，其中橡胶套筒、电解质水槽、阳极和阴极各 6 个，不锈钢管卡 12 个；

B.2.3 实验采用的真空泵，真空度不大于 1000Pa，真空容器内径不小于 250mm；

B.2.4 实验过程用温度计或可读热电偶测量溶液温度变化，温度计或可读热电偶精度 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ；

B.2.5 采用两脚规和游标卡尺测量试件厚度和渗透深度，游标卡尺精度 $\pm 0.1\text{mm}$ ；

B.2.6 采用符合标准的蒸馏水或去离子水配制测试所需溶液；

B.2.7 采用分析纯试剂配制饱和氢氧化钙溶液；

B.2.8 采用化学纯试剂配制质量浓度 10% 氯化钠溶液和 0.3mol/L 氢氧化钠溶液；

B.2.9 显色指示剂采用分析纯试剂配制的 0.1mol/L 硝酸银溶液。

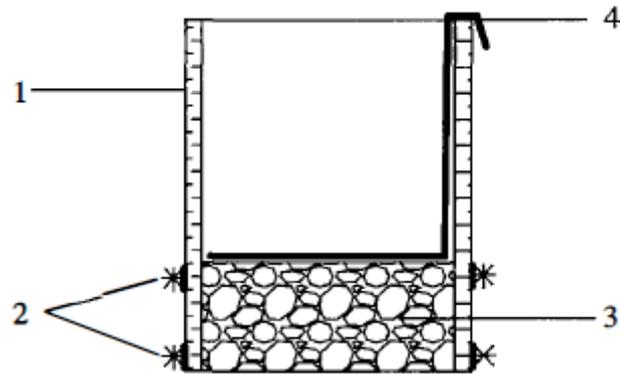


图 B-2 橡胶套筒、不锈钢管卡、试件和阳极

1—橡胶套筒；2—不锈钢管卡；3—试件；4—不锈钢网阳极

B.3 试验应按下列步骤进行：

B.3.1 制作直径 100mm、厚度 100mm、骨料最大粒径不大于 25mm 的混凝土试件，试件用内径 100mm、高度 100mm 的圆柱体钢模按标准方法成型，或对硬化混凝土钻芯取样，试验以 3 块试件为一组；

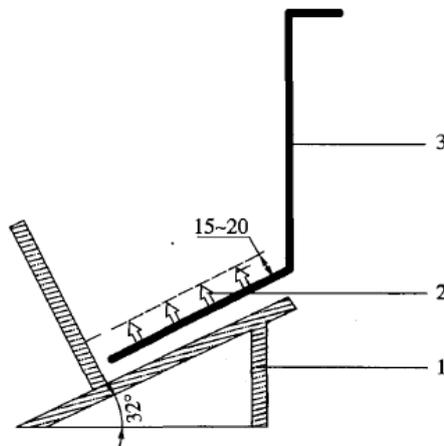


图 B-3 有机玻璃支架和阴极(mm)

1-有机玻璃支架;2-阴极架;3-阴极(不锈钢板)

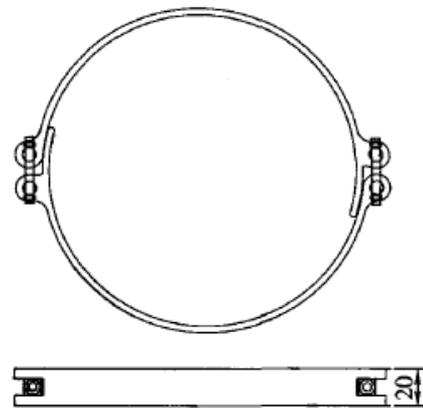


图 B-4 不锈钢管卡(mm)

B.3.2 试件成型后立即用塑料薄膜覆盖并放入标准养护室，24h 后拆模并进行标准养护；

B.3.3 试件到达养护龄期，沿试块中间切成两个直径 100mm、厚度 50mm 的圆柱形试件；当试件在实体混凝土结构中钻取时，先切割成标准试件尺寸，然后在饱和氢氧化钙溶液中浸泡 72h 后进行试验；

B.3.4 对于抗渗性能较高的高强矿渣基地聚物混凝土，可适当减小试件厚度至 30mm，并保

证试件在切割、测试过程中不产生明显开裂。

B.3.5 用刷子清洗表面及缝隙的浮灰，擦去试件表面多余的水分，当试件暴露于空气中至表面干燥后，将试件放入真空容器中进行抽真空处理；

B.3.6 试件抽真空时，每个试件的表面暴露在真空中，在 5min 内将真空容器中的绝对压力减少到 1000Pa 以下，保持真空先后，维持这一真空度将饱和的氢氧化钙溶液吸入真空容器，直至淹没试件，试件浸泡 1h 后恢复常压，再继续浸泡(18±2)h；

B.3.7 将试块从氢氧化钙溶液中取出后，用干抹布擦干表面水分，用游标卡尺测量试件的厚度，精确到 0.1mm，当试件达到表面干燥的状态后将试件塞进橡胶套筒内，新鲜的切割面朝下，用两个不锈钢管卡将试块与橡胶套筒箍紧至不渗漏；

B.3.8 将浓度为 10%的氯化钠溶液注入阴极电解质水槽中，将 0.3mol/L 的氢氧化钠溶液注入橡胶套筒内约 300ml，将橡胶套筒放入阳极电解质水槽中，测量此时氢氧化钠溶液的初始温度；注入氯化钠溶液的电解质水槽中的阴极连接电源负极，注入氢氧化钠溶液的橡胶套筒中的阳极连接电源正极；

B.3.9 以 3 个试件为 1 组，分别与电源的接口相连；

B.3.10 接通电源，调节各回路电压到 30V，分别观察各回路初始电流，根据初始电流值从表 B-1 中选择试验电压；根据实际施加的试验电压测得的试验电流，选择试验时间进行试验；

B.3.11 通电结束测量氢氧化钠溶液的最终温度；

表 B-1 初始电流测试与时间关系

初始电流 I_0 (mA)	测试电压 U(V)	试验电流 I_i (mA)	测试时间 t(h)
$I_0 < 5$	60	$I_i < 10$	96
$5 \leq I_0 < 10$	60	$10 \leq I_i < 20$	48
$10 \leq I_0 < 15$	60	$20 \leq I_i < 30$	24
$15 \leq I_0 < 20$	50	$25 \leq I_i < 35$	24
$20 \leq I_0 < 30$	40	$25 \leq I_i < 40$	24
$30 \leq I_0 < 40$	35	$35 \leq I_i < 50$	24
$40 \leq I_0 < 60$	30	$40 \leq I_i < 60$	24
$60 \leq I_0 < 90$	25	$50 \leq I_i < 75$	24
$90 \leq I_0 < 120$	20	$60 \leq I_i < 80$	24

$120 \leq I_0 < 180$	15	$60 \leq I_i < 90$	24
$180 \leq I_0 < 360$	10	$60 \leq I_i < 120$	24
≥ 360	10	≥ 120	6

B.3.12 取出试件并用自来水冲洗试件表面，再用干抹布擦干表面，立即用压力试验机沿轴向劈成两半；

B.3.13 在新劈开的断面喷涂 0.1mol/L 的硝酸银溶液，放置 15min；

B.3.14 用两脚规和游标卡尺测量白色氯化银标示的渗透深度，从正中间向两边每隔 10mm 测量一个数据，精确到 0.1mm，共测得 7 个数据，测量位置如图 B-5 所示，渗透深度记录表如表 B-2 所示。

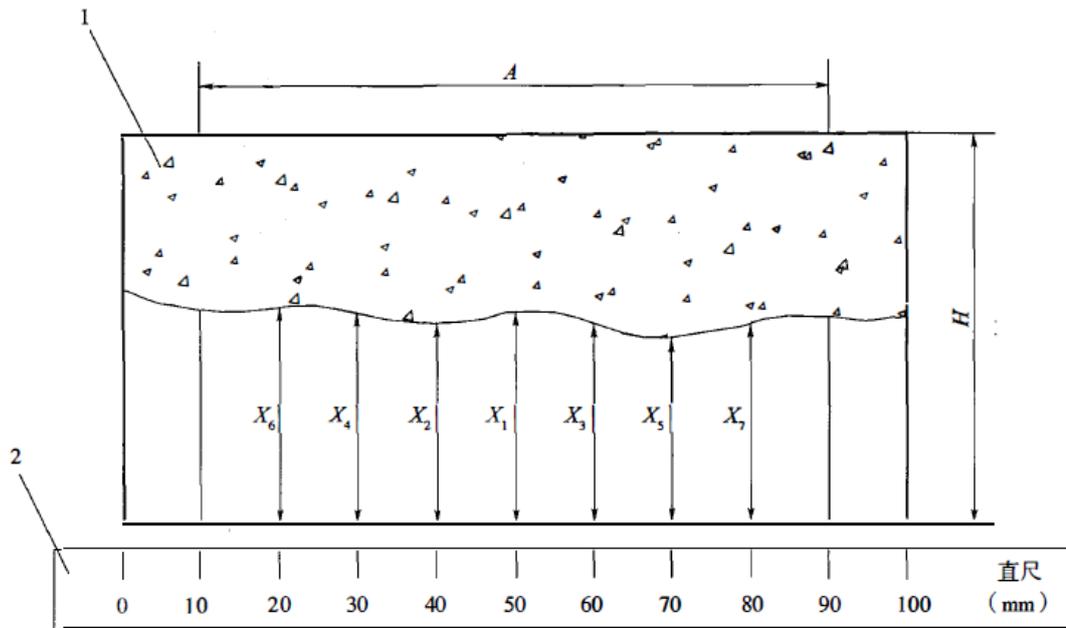


图 B-5 氯离子渗透深度测量示意图

1—试件边缘部分；2—直尺；A—测量范围；H—试件厚度； $X_1 \sim X_7$ —氯离子渗透深度测点值

表B-2渗透深度记录表

试件 编号	试件 直径 (mm)	试件 厚度 (mm)	测试 电压 (V)	测试 时间 (h)	溶液 温度 ($^{\circ}$ C)	氯离子渗透深度 (mm)											
						测点值						平均值 X_d					
						1	2	3	4	5	6		7				

B.4 试验结果计算应符合下列规定。

B.4.1 混凝土非稳态氯离子扩散系数应按下列式计算：

$$D_{\text{nssm}} = \frac{0.0239(273+T)H}{(U-2)t} \left(X_d - 0.0238 \sqrt{\frac{(273+T)HX_d}{U-2}} \right)$$

式中 D_{nssm} ——混凝土非稳态氯离子迁移系数($\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$)；

T——氢氧化钠溶液的初始温度和最终温度的平均值($^{\circ}\text{C}$)；

H——试件厚度(mm)；

U——试验电压(V)；

t——试验时间(h)；

X_d ——氯离子渗透深度平均值(mm)。

B.4.2 试验结果的评定应满足下列要求：

(1)取同组3个试件迁移系数的算术平均值；

(2)同组3个试件迁移系数的最大值或最小值，与中间值之差有一个超过平均值的20%时，取中间值；

(3)同组3个试件迁移系数的最大值和最小值，与中间值之差均超过平均值的20%时，该组数据无效。

B.4.3 本实验得到的氯离子迁移系数与采用电通量法测试得到的结果比较时，应考虑试件饱水过程中水固比不同导致的内部碱性物质析出对电通量测试结果的影响。

附录 C

(规范性附录)

地聚物混凝土碱骨料反应预防技术条件

C.1 总 则

C.1.1 地聚物混凝土中含碱量很高,采用具有潜在碱活性的骨料制备地聚物混凝土时,应采取必要措施预防地聚物混凝土结构发生碱骨料反应,并对地聚物混凝土因碱骨料反应产生的体积膨胀进行测试,以保证它的设计寿命。

C.1.2 本规程适用于矿渣基地聚物混凝土结构中碱骨料反应的测定和预防。

C.1.3 预防混凝土结构工程碱骨料反应除应符合本规程外,尚应符合国家及当地现行有关标准。

C.2 术 语

C.2.1 碱骨料反应:地聚物混凝土中的前驱体、碱激发剂、外加剂和拌合水中的可溶性碱(钾、钠)溶于混凝土孔隙液中,且超过一定含量时,与骨料中的碱活性矿物成分发生的化学反应。根据反应的特性,可分为碱-硅反应和碱-碳酸盐反应两种。这些反应均为膨胀性的反应,易导致混凝土膨胀开裂等危害的发生。

C.2.2 碱-硅反应:混凝土中的碱与骨料中的活性二氧化硅类矿物之间的一种化学反应。该反应的生成物碱硅凝胶吸水膨胀,可导致混凝土膨胀,甚至结构损坏。

C.2.3 碱-碳酸盐反应:混凝土骨料中,某些泥质白云质微晶灰岩或泥质白云岩,遇碱发生去白云石化反应。反应生成物为水镁石、碳酸钙和碳酸碱,其中水镁石在有限空间内晶格重新排列可导致混凝土膨胀,甚至结构损坏。

C.2.4 混凝土碱含量:在碱激发反应过程中,前驱体、碱激发剂、外加剂和拌合水游离出的碱量。以当量 Na_2O 计(即 $Na_2O_{eq} = Na_2O + 0.658 \times K_2O$),单位为 kg/m^3 。

C.2.5 前驱体材料的有效碱含量:矿渣粉、磷渣粉以及其他辅助性前驱体中能参与碱骨料反应的碱量。

C.2.6 混凝土外加剂:掺入混凝土中用以改善混凝土性能的物质。掺量一般不大于前驱体材料质量的 5%。

C.3 骨料碱活性试验方法及判定

C.3.1 本规程采用快速砂浆棒法对矿渣基地聚物混凝土的碱骨料反应进行检测，基本实验方法见 C.6。

C.3.2 如果快速砂浆棒法测试的 14 天的膨胀率小于 0.10% 时，可以判定该地聚物混凝土抗碱骨料反应合格。如果 14 天的膨胀率大于 0.10% 时，判定该地聚物混凝土抗碱骨料反应不合格。

C.4 一般规定

C.4.1 工程分类

混凝土结构工程按所处环境分为三类：

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% 的工业与民用建筑工程。如居室、办公室、处于非潮湿条件下的工业厂房、仓库等建筑。

II 类工程：处于潮湿环境或干湿交替环境，直接与水或潮湿土壤接触的混凝土工程。如水处理工程、水坝、水池、桥墩、护坡；混凝土道路、桥梁、飞机跑道、铁道轨枕；地铁工程、隧道、地下构筑物；建筑物桩基础、底板、地下室等。

III 类工程：有外部碱源，并处于潮湿环境的混凝土结构工程。如处于高含碱地区的混凝土工程、接触化冰雪盐的城市混凝土道路、桥梁、下水管道，以及处于盐碱化学工业污染范围内的工程。

C.4.2 预防措施

C.4.2.1 I 类工程可以不采取预防碱骨料反应措施，但混凝土结构外露部分需采取有效防水措施，如采用防水涂料、面砖等，确保雨水不渗进混凝土结构，否则需采取 II 类工程的预防措施。

C.4.2.2 II 类工程应采取下列措施预防碱骨料反应。

- (1) 用非碱活性骨料配制混凝土，对混凝土碱含量无须进行控制。
- (2) 如果用快速砂浆棒试验法测得 14 天的膨胀率大于 0.10% 时，应采取第 C.4.3 节规定的抑制措施。

C.4.2.3 III 类工程除采取 II 类工程的措施外，还要采取混凝土隔离措施，防止环境中碱

β —有效碱含量计算系数；

R_k —原材料实测碱含量

β 值可根据前驱体材料的种类，由表 C-1 确定。

表 C-1 有效碱含量计算系数

种类	粉煤灰	粒化高炉矿渣	硅灰	偏高岭土
β 值 (%)	15	50	100	80

C.6.3 混凝土碱含量计算

每立方混凝土的碱含量可以由式 (C.2) 计算：

$$A_c = m_s \times R_s + m_a \times R_a + m_k \times E_k + m_w \times R_w \dots\dots\dots (C.2)$$

式中： A_c —每 m^3 混凝土的碱含量 (kg)；

m_s —每 m^3 混凝土中碱激发剂用量 (kg)；

R_s —激发剂碱含量；

m_a —每 m^3 混凝土中外加剂用量 (kg)

R_a —外加剂碱含量

m_k —每 m^3 混凝土中前驱体用量 (kg)

E_k —前驱体材料有效碱含量；

m_w —每 m^3 混凝土拌合水用量 (kg)

R_w —拌合水碱含量

C.6 快速砂浆棒法

C.7.1 使用范围

本方法适用于矿渣基地聚物混凝土的碱骨料反应检测及用混合材抑制碱骨料反应的有效性。

C.7.2 试剂和材料

C.7.2.1 氢氧化钠：分析纯；

C.7.2.2 蒸馏水或去离子水；

C.7.2.3 氢氧化钠溶液：40gNaOH 溶于 900mL 水中，然后加水到 1L。

C.7.3 仪器

C.7.3.1 砂浆搅拌机：符合《水泥胶砂强度检验方法》GB/T 177 要求；

C.7.3.2 天平：称量 1000g，感量 0.1g；

C.7.3.3 试模：采用 25×25×285mm 三联模具；

C.7.3.4 测长仪：精度为 0.001mm 的测长仪；

C.7.3.5 养护箱：能满足稳定控制试验温度的养护箱；

C.7.3.6 养护筒：由可耐碱长期腐蚀的材料制成，应不漏水，筒内设有试件架，筒的体积可以保证试件分离地浸没在水中或氢氧化钠溶液中，且不能与容器壁接触。

C.7.4 环境条件

C.7.4.1 材料与成型室的温度应保持在 $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ ；

C.7.4.2 标准养护箱或养护室的温度应保持在 $(20\pm 1)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度大于 90%；

C.7.4.3 成型室与测长室的相对湿度不应小于 80%；

C.7.4.4 高温恒温养护箱应保持在 $(80\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。

C.7.5 试验用原材料及配合比

C.7.5.1 矿渣粉或磷渣粉：按设计的矿渣粉或磷渣粉种类和用量；

C.7.5.2 辅助性前驱体：使用辅助性前驱体时，按设计的掺量来取代矿渣粉或磷渣粉的用量。

C.7.5.3 碱-骨料反应化学抑制外加剂：按厂家的建议添加。

C.7.5.4 骨料：按配合比设计确定的骨料种类和级配。

C.7.5.5 检测用矿渣基地聚物混凝土配合比按照设计确定。

C.7.6 检测工艺

C.7.6.1 混凝土搅拌成型后在标准养护室养护 $24\pm 2\text{h}$ 拆模。书写编号后，测量初始长度，采用塑料薄膜包裹试件防止养护过程内部碱溶液的溶出，然后将试件放入 $(80\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 水中养护 24h 测基长 L_0 。测完基长后立即将被塑料薄膜包裹的试件放入 $(80\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的 NaOH 溶液中养护，NaOH 溶液总体积为试件总体积的 4 ± 0.5 倍。在 NaOH 溶液中浸泡 t 天后再测量长度 L_t 。

C.7.6.2 测长时，从养护桶中每次只取出一个试件，取掉试件表面薄膜，迅速擦干表面，在 15s 内测完。测完第一个试件后再去测另一个试件。试件在测长仪上放置位置及方向每次均应相同，且不宜更换测试人员。

C.7.6.3 试件膨胀率按照 (C.3) 式计算:

$$\varepsilon_t(\%) = \frac{L_t - L_0}{L_0 - 2r} \times 100 \dots\dots\dots (C.3)$$

式中: ε_t —试件 t 天膨胀率

L_0 —试件基长 (mm)

L_t —试件在 NaOH 溶液中养护 t 天后的长度 (mm)

r —试件两端测钉的长度 (mm)

每一试件的计算到 0.001%, 三个试件平均值计算到 0.001%。

三个测值中的最大值或最小值如有一个与中间值之差超过中间值的 15% 时, 则把最大及最小值一并舍除, 取中间值作为最后结果; 如最大值和最小值与中间值的差均超过中间值的 15%, 则该次试验结果无效。

C.7.6.4 检测在 NaOH 溶液中浸泡 1、3、7、10、14、21 和 28d 后的长度, 以便于观察其膨胀发展曲线。

附录 D

(规范性附录)

地聚物混凝土碳化测试

D.1 本方法适用于测定在一定浓度的二氧化碳气体介质中矿渣基地聚物混凝土试件的碳化程度，反应混凝土的抗碳化能力。

D.2 碳化试验所用试件及处理应复合下列规定：

D.2.1 宜采用棱柱体矿渣基地聚物混凝土试件，以 3 块为一组，根据骨料最大粒径，试件的最小边长应符合《普通混凝土长期性能和耐久性能实验方法标准》GB/T 50082 的规定。棱柱体的长宽比不宜小于 3。

D.2.2 无棱柱体试件时，也可用立方体试件代替，但其数量应相应增加。

D.2.3 试件一般应在 28d 龄期进行碳化，也可根据矿渣基地聚物混凝土特性决定碳化前的养护龄期。碳化试验的试件宜采用标准养护，试件在实验前 2d 应从标准养护室取出，然后在 60℃ 温度下烘 48h。

D.2.4 碳化测试前，采用石蜡对除测试面以外的其他试件表面进行密封处理。

D.3 试验设备应符合下列规定：

D.3.1 碳化箱：带有密封盖的密闭容器，容器的容积至少应为预定进行试验的矿渣基地聚物混凝土试件体积的两倍。箱内应有架空试件的铁架、二氧化碳引入口、分析取样用的气体引入口、箱内气体对流循环装置、为保持箱内恒温恒湿所需的设施以及温湿度监测装置。宜在碳化箱上设玻璃观察口对箱内的温度进行读书。

D.3.2 气体分析仪：能分析箱内二氧化碳浓度，精确至 1%。

D.3.3 二氧化碳供气装置：包括气瓶、压力表和流量计。

D.4 混凝土碳化试验应按照下列步骤进行：

D.4.1 将经过处理的试件放入碳化箱内的铁架上，试件暴露的侧面向上。各试件之间的间距不应小于 50mm。

D.4.2 将碳化箱盖紧保证密封，密封过程需要调节箱内的湿度保持恒定不变。开启碳化箱的气体对流装置，徐徐冲入二氧化碳，调节二氧化碳的流量，同时监测箱内的二氧化碳，使箱内的二氧化碳浓度保持在 $20 \pm 3\%$ 。在整个试验期间应采取去湿措施，使箱内的相对湿度

保持在 $70\pm 5\%$ 范围内。碳化试验应在 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 的温度下进行。

D.4.3 每隔一定时间对箱内的二氧化碳浓度、温度和湿度做一次测定。宜在前 2d 每隔 2h 测定一次，以后每隔 4h 测定一次。根据所测得的二氧化碳浓度、温度和湿度随时调节，去湿用的硅胶应经常更换。

D.4.4 碳化到了 3、7、14 和 28d 时，分别取出试件，破型测定碳化深度。棱柱体试件在压力试验机上用劈裂法从一端开始破型。每次切除的厚度为试件宽度的一半，用石蜡将破型后试件的切断面密封好，再放入碳化箱内继续碳化，直到下一个试验期。如采用立方体试件，则在试件中部劈开，立方体试件只作一次检验，劈开测试碳化深度后不再放回碳化箱重复使用。

D.4.5 将切除所得的试件部分刮去断面上残存的粉末，随即在表面喷或滴浓度为 1% 的酚酞酒精溶液（酒精溶液含 20% 的蒸馏水）。经约 30s 后，按原先标划的每 10mm 一个测量点用钢板尺测出各点碳化深度。如果测点处的碳化分界线上刚好嵌有粗骨料颗粒，则可取该颗粒两侧碳化深度的平均值作为该点的碳化深度值。碳化深度测量精确至 0.5mm。

D.5 混凝土碳化试验结果计算和处理应符合以下规定：

D.5.1 矿渣基地聚物混凝土在各试验龄期时的平均碳化深度应按下列式计算：

$$\bar{d}_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \quad (\text{D-1})$$

式中 \bar{d}_t ——试件碳化 t (d) 后的平均碳化深度 (mm)，精确至 0.1mm；

d_i ——各测点的碳化深度 (mm)；

n ——测点总数。

D.5.2 以在标准条件（二氧化碳浓度为 $20\pm 3\%$ ，温度 $20\pm 2^\circ\text{C}$ ，湿度 $70\pm 5\%$ ）下的 3 个试件碳化 28d 的碳化深度平均值作为混凝土碳化测定值，用以对比各种矿渣基地聚物混凝土的抗碳化能力以及对钢筋的保护作用。

D.5.3 以各龄期计算所得的碳化深度绘制碳化试件与碳化深度的关系曲线，以表示在该条件下的混凝土碳化发展规律。

规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
- GB/T 26751 用于水泥和混凝土中的粒化电炉磷渣粉
- GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB/T 14563 高岭土
- GB/T 27690 砂浆和混凝土用硅灰
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB/T 23439 混凝土膨胀剂
- GB/T 4209 工业硅酸钠
- GB/T 209 工业用氢氧化钠
- GB/T 210.2 工业碳酸钠及其试验方法
- GB/T 14684 建设用砂
- GB/T 14685 建设用卵石、碎石
- GB 50666 混凝土结构工程施工规范
- GB 50164 混凝土质量控制标准
- GB/T 30190 石灰石粉混凝土
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准
- GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准
- GB/T 9142 混凝土搅拌机
- GB/T 14902 预拌混凝土
- GB 50496 大体积混凝土施工标准
- GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法
- GB/T 50081 普通混凝土力学性能试验方法标准
- GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
- GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO法）

- JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程
- JGJ 63 混凝土用水标准
- JGJ/T 10 混凝土泵送施工技术规程
- JGJ/T 439 碱矿渣混凝土应用技术标准
- JC/T 681 行星式水泥胶砂搅拌机
- DB11/T 1029 混凝土矿物掺合料应用技术规程
- HG/T 4131 工业硅酸钾

CECS xxx—2021



T/CECS XXX

中国工程建设标准化协会标准
矿渣基地聚物混凝土生产技术规程

条文说明

2021 北京

目 次

1 总则.....	5
2 术语.....	6
3 基本规定.....	8
4 原材料.....	9
5 配合比设计.....	11
6 质量要求.....	14
7 制备与运输.....	15
8 养护.....	17
9 试验方法.....	19
10 检验规则.....	21

1 总 则

1.0.1 地聚物原料来源较为广泛，为严谨起见，本规程所指的矿渣基地聚物混凝土是以矿渣粉或磷渣粉等高钙矿渣基材料的质量百分比不低于地聚物前驱体总量的 30%且与碱性激发剂共同作用形成的为胶结材的混凝土。

2 术语

3 基本规定

3.0.1 按所用碱性激发剂将矿渣基地聚物混凝土分为水玻璃类（液体）矿渣基地聚物混凝土和非水玻璃类（固体）矿渣基地聚物混凝土是国内外学术研究领域较为通行的划分方法。

3.0.2 按所用胶结材制备方式将矿渣基地聚物混凝土划分为预混单组分矿渣基地聚物混凝土和预混双组分矿渣基地聚物混凝土是为了便于在生产制备过程中区分两种工艺。

3.0.3 矿渣基地聚物胶结材的强度等级划分是在参考硅酸盐水泥胶砂件强度划分的基础上，结合矿渣基地聚物胶结材高强度的特点上，增加了强度 62.5 等级划分。

3.0.4 由于矿渣基地聚物胶结材不同于硅酸盐水泥胶结材，在实际生产中是可以制备出强度跨度较大的混凝土。因此，为最大发挥矿渣基地聚物胶结材的性能，本规程将矿渣基地聚物混凝土的强度等级划分为九个强度等级：C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C70、C80 等。

4 原材料

4.5.2 当粗骨料颗粒级配不符合要求，并采取多种级配组合的方式进行调整时，应进行相关记录和说明。

5 配合比设计

5.1.4 细、粗骨料含水率不应大于本规程所规定的最大限定值，且在实际制备过程中，按照设计水胶比，严格扣除骨料中的水，进行矿渣基地聚物混凝土配制。

5.2.5 本规程所规定的 C30、C50 和 C70 等级矿渣基地聚物混凝土最大水胶比和最低碱掺量是在大量实验基础上确定的。矿渣基地聚物混凝土强度与水胶比变化规律与硅酸盐水泥混凝土是类似的，因此采用内插法确定矿渣基地聚物混凝土水胶比是可靠的。碱性物质成本占矿渣基地聚物混凝土制备成本较大的比例，出于“经济合理”的目的，应根据所设计目标强度，对碱掺量进行相关限制。

5.2.10 骨料各个粒级的相对比例按最密实堆积理论进行配置，可在保证性能前提下，有效节省胶结材，避免浪费。

6 质量要求

6.5.1 由于矿渣基地聚物胶结材不同于硅酸盐水泥胶结材,在实际生产中是可以制备出强度跨度较大的混凝土。因此,为最大发挥矿渣基地聚物胶结材的性能,本规程将矿渣基地聚物混凝土的立方体抗压强度标准值划分为: C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C70、C80等。

7 制备与运输

7.1.1 本规程规定了矿渣基地聚物混凝土可分别采用集中搅拌和现场搅拌两种方式进行生产。这一规定旨在为推动矿渣基地聚物混凝土在实际应用而制定。但是，无论采取何种生产方式，其质量要求和验收标准均不受影响。

7.1.4 钠水玻璃溶液会发生“老化”现象，因此本规程规定配制的钠组分溶液存放时间不宜超过 24h。

7.1.5 含钠水玻璃的激发剂黏性受温度影响的波动交大。低温情况下，钠水玻璃激发剂黏度会增大，增大施工难度。因此，本规程规定平均气温低于 10 ℃ 的低温季节施工时，碱激发剂溶液的温度不宜低于 15 ℃。

7.1.8 由于使用碱性激发剂拌和制备混凝土，矿渣基地聚物混凝土浆体的 pH 值较高，因此须对现场人员进行有关安全培训。

7.4.1 现有矿渣基地聚物混凝土胶凝组分多为矿渣粉与一定量辅助性胶凝材料混合，因此充裕的搅拌时间有助于不同材料混合充分。因此本规程特别规定了对于强度等级 C60 以下的矿渣基地聚物混凝土，搅拌时间不宜少于 180 s；对于强度等级不低于 C60 的矿渣基地聚物混凝土，搅拌时间不宜少于 210 s。

8 浇筑与养护

8.1.3 矿渣基地聚物水化放热一般情况下比硅酸盐水泥的低。因此无特殊设计要求情况下，混凝土温差符合国家现行标准即可。

8.2.3 矿渣基地聚物混凝土新拌浆体碱度较高，因此浇筑后应采用耐碱养护剂的进行涂喷养护。

9 试验方法

9.6.1 矿渣基地聚物混凝土凝胶相与普通混凝土不同,因此矿渣基地聚物混凝土的抗氯离子渗透性、碱骨料反应和抗碳化性能与普通混凝土的略有不同。本标准附录 B、C、D 已列举了矿渣基地聚物混凝土的抗氯离子渗透性、碱骨料反应和抗碳化性能测试方法。

10 检验规则