

ICS
CCS

DB 65

新疆维吾尔自治区地方标准

J 00000—202X

DB65/T XXXX—202X

复合强盐环境下混凝土技术规程

Technical Specification for Concrete in Aggressive Combined Salt
Environments

（征求意见稿）

202X-00-00 发布

0000-00-00 实施

新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅

发布

新疆维吾尔自治区市场监督管理局

前 言

根据新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅、新疆维吾尔自治区市场监督管理局《关于发布 2024 年第二批自治区工程建设地方标准制（修）订计划的公告》（2024 年第 11 号）的要求，编制组经过研究调查，参考国内相关标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本规程。

本规程共分为 8 章和 1 个附录，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、设计、原材料、复合强盐混凝土配合比设计、施工、质量控制和验收等。

本规程由新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅负责管理，新疆生产建设兵团建筑工程科学技术研究院有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请及时反馈至新疆生产建设兵团建筑工程科学技术研究院有限责任公司（地址：新疆乌鲁木齐米东区红光雅居 A 区 1 号公建楼兵团建科院，邮政编码：830000，联系电话：0991-6693192，邮箱：420571028@qq.com），以供修订时参考。

本规程主编单位：新疆生产建设兵团建设工程（集团）有限责任公司

本规程参编单位：新疆生产建设兵团建筑工程科学技术研究院有限责任公司

新疆维吾尔自治区建设工程质量监督总站

新疆生产建设兵团建设工程质量和安全总站

新疆生产建设兵团第三师建设工程质量安全监督站

新疆大学

石河子大学
新疆农业大学
新疆兵团水科院（有限公司）
新疆兵团城建集团有限公司
新疆建筑科学研究院（有限责任公司）
新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司
新疆前昆工程建设集团有限责任公司
江苏省建筑科学研究院有限公司
新疆兵团建材（集团）有限公司
新疆兵团市政轨道交通（集团）有限公司
新疆城乡建设工程设计有限公司

本规程起草人员：孙春旺 李永荃 黄 勇 周 阳 朱东风
张丽华 杨 波 黄 维 雷宽久 冯 涛
李 锋 郭豪彦 李志强 孙兆雄 刘 婷
廖 欢 孙广为 张海涛 斯 毅 李贵琴
腊润涛 康 领 吴声宏 陈明宇 孙 强
蔡新平 黄润德 于培祥 李鑫尧 卢紫娟
李 毅 刘 洋 马淮北 刘 浩
把哈尔古丽·帕塔尔 廖劲辉 闫宏博
吴冬戈 刘义琛 王 崇 李运泽 王新年
邓忠华 赵 军 吕 雷 蔡明星 王 成
蔡景顺 张得林 赵彦武 刘光严 李艳喜
杨 涛 闫 超 杜晓明 丁亚新

目 次

1	总则.....	1
2	术语及符号.....	2
3	基本规定.....	4
4	设计.....	6
	4.1 一般规定.....	6
	4.2 环境类别及环境作用等级.....	7
	4.3 设计使用年限.....	13
	4.4 构造规定.....	13
	4.5 复合强盐环境钢筋混凝土结构构件防腐措施.....	17
5	原材料.....	21
	5.1 水泥.....	21
	5.2 混凝土用水.....	22
	5.3 外加剂.....	22
	5.4 骨料.....	24
	5.5 矿物掺合料.....	25
6	复合强盐环境混凝土配合比设计.....	28
	6.1 一般规定.....	28
	6.2 配合比设计.....	29
7	施工.....	34
	7.1 一般规定.....	34
	7.2 复合强盐环境混凝土输送.....	35
	7.3 复合强盐环境混凝土浇筑.....	36
	7.4 复合强盐环境混凝土振捣.....	39
	7.5 复合强盐环境混凝土养护.....	41
	7.6 施工质量的附加要求.....	43

8 质量控制和验收.....46

 8.1 一般规定.....46

 8.2 原材料的质量检验.....47

 8.3 混凝土拌合物性能检验.....48

 8.4 混凝土性能检验.....49

 8.5 质量控制.....50

 8.6 工程验收.....51

附录 A 复合强盐环境混凝土耐久性试验方法.....56

本标准用词说明.....58

引用标准名录.....59

条文说明.....61

CONTENTS

1	General provisions.....	1
2	Terms.....	2
3	Basic requirements.....	4
4	Design.....	6
	4.1 General requirements.....	6
	4.2 Environmental classification and environmental action grades.....	7
	4.3 Design working life.....	13
	4.4 Detailing requirements.....	13
	4.5 Anti-corrosion measures for reinforced concrete structural members in aggressive combined salt environments.....	17
5	Raw materials.....	21
	5.1 Cement.....	21
	5.2 Water for concrete.....	22
	5.3 Admixtures.....	22
	5.4 Aggregates.....	24
	5.5 Mineral admixtures.....	25
6	Mix design of concrete in severe composite salt environment.....	28
	6.1 General requirements.....	28
	6.2 Mix design.....	29
7	Construction.....	34
	7.1 General requirements.....	34
	7.2 Transportation of concrete for aggressive combined salt environments.....	34
	7.3 Placement of concrete for aggressive combined salt	

environments.....	36
7.4 Compaction of concrete for aggressive combined salt environments.....	39
7.5 Curing of concrete for aggressive combined salt environments.....	41
7.6 Additional requirements for construction quality.....	43
8 Quality control and acceptance.....	45
8.1 General requirements.....	45
8.2 Quality Inspection of raw materials.....	46
8.3 Inspection of fresh concrete properties.....	47
8.4 Inspection of hardened concrete properties.....	48
8.5 Quality control.....	49
8.6 Acceptance of work.....	50
Appendix A test methods for durability of concrete for aggressive Combined salt environments.....	55
Explanation of wording in this specification.....	57
List of quoted standards.....	58
Explanation of provisions.....	60

1 总则

1.0.1 为提升新疆地区复合强盐环境下工程混凝土的抗侵蚀性能，规范新疆复合强盐环境下混凝土的生产与推广应用，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于工业、民用建筑与市政等复合强盐环境下混凝土的性能控制、原材料控制、配合比设计、生产与施工技术、质量控制与验收。

1.0.3 复合强盐环境混凝土应用除满足本规程外，尚应符合国家现行标准和自治区现行有关地方标准的规定。

2 术语及符号

2.0.1 高性能混凝土 high performance concrete

以建设工程设计、施工和使用对混凝土性能特定要求为总体目标，选用优质常规原材料，合理掺加外加剂和矿物掺合料，采用较低水胶比并优化配合比，通过预拌和绿色生产方式以及严格的施工措施，制成具有优异的拌合物性能、力学性能、耐久性能和长期性能的混凝土。

条文说明：本条规定，配制高性能混凝土要满足下列要求：

- 1 掺加高效减水剂；
- 2 大掺量使用具有一定细度和活性的矿物掺合料；
- 3 水胶比不大于 0.4。

2.0.2 复合强盐环境 aggressive combined salt environments

两种及以上侵蚀性盐类共存，并可能伴冻融循环、干湿交替、高温高湿等其他环境因素的综合作用环境。

2.0.3 混凝土拌合物工作性 workability of concrete

混凝土拌合物满足施工操作要求及保证混凝土均匀密实应具备的特性，主要包括流动性、黏聚性和保水性。简称混凝土工作性。

2.0.4 结构耐久性 structure durability

在环境作用和正常维护、使用条件下，结构或构件在设计使用年限内保持其适用性和安全性的能力。

2.0.5 劣化 degradation

混凝土材料或结构在所处环境中其性能随时间的衰减。

条文说明：本条规定，本规程主要适用于水泥混凝土和混凝土结构物在 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 等侵蚀环境中性能随时间的衰减。

2.0.6 矿物掺合料 mineral admixture

以硅、铝、钙等一种或多种氧化物为主要成分，具有规定细度，掺入混凝土中能改善混凝土性能的粉体材料。

条文说明：本条规定了矿物掺合料的种类及要求。矿物掺合料主要包括粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰及其他活性矿物粉料，其细度及活性指数应符合相关标准要求。本规程适用的矿物掺合料包括：Ⅰ级、Ⅱ级粉煤灰，S75级及以上粒化高炉矿渣粉，以及硅灰。

2.0.7 水胶比 water-binder ratio (w/b)

混凝土用水量与胶凝材料用量的质量比。

2.0.8 渗透性 permeability

混凝土允许液体、气体或离子在压力差、浓度差或其他驱动力作用下，通过其内部孔隙结构进行传输的能力。

2.0.9 抗蚀系数 sulfate resistance coefficient

试件在同龄期下混凝土受侵蚀后的抗折（抗压）强度与标准养护（温度 20℃）下的抗折（抗压）强度的比值。

2.0.10 复合强盐环境混凝土 concrete for aggressive combined salt

用于复合强盐环境，且其耐久性能等应符合本规程要求的混凝土。

2.0.11 复合强盐环境混凝土用抗侵蚀外加剂 anti-corrosive admixture for concrete in aggressive combined salt environments

掺入混凝土中，用以提高混凝土在复合强盐环境下抵抗硫酸盐、氯盐、镁盐等化学侵蚀性能的外加剂。

3 基本规定

3.0.1 当混凝土的硫酸根浓度大于 6000mg/L 且小于 30000mg/L、镁离子浓度大于 3000mg/L 且小于 10000mg/L、氯离子浓度大于 5000mg/L 且小于 20000mg/L，达到其中 1 个指标及以上时宜按本规程进行。

条文说明：本条规定，勘察单位要符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的有关规定，查明工程场地水、土中盐的种类及浓度。当水或土中硫酸根浓度 > 6000mg/L、镁离子浓度 > 3000mg/L、氯离子浓度 > 5000mg/L，且至少有一项超过上述限值，或有两项及以上同时超过限值时，可按本规程执行。

3.0.2 复合强盐环境混凝土结构应满足建（构）筑物对功能性、安全性和耐久性的设计要求。混凝土各组成材料的品种、规格及质量，应符合设计要求及现行国家、行业有关标准的规定。

条文说明：本条规定，设计要考虑结构物全寿命周期内的侵蚀作用，要采用抗侵蚀混凝土。当抗侵蚀混凝土不能满足抗侵蚀要求时，需要增加表面防护等多层次防护措施。

3.0.3 勘察单位应按现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的有关规定，在岩土勘察报告中明确环境类别及环境作用等级。

3.0.4 设计应考虑结构物全寿命周期内的侵蚀作用。除采用抗侵蚀混凝土材料外，尚应采取结构构造优化和表面防护等多层次防护措施。

条文说明：本条规定了抗复合强盐环境混凝土要严格控制混凝土施工工艺，确保混凝土密实，并避免裂缝产生。

3.0.5 根据复合强盐环境混凝土结构所处的条件，其混凝土应

符合下列技术要求：

1 水胶比不应大于 0.40；

2 56d 龄期的 6h 总电通量不应大于 1000 库仑；

3 应加入外加剂、矿物掺合料等，优化混凝土配合比，达到复合强盐环境混凝土结构抗侵蚀要求。

3.0.6 复合强盐环境混凝土的组成材料及混凝土应按规定进行抗侵蚀性能检验，并应符合下列规定：

1 检验方法与评价应符合现行国家标准《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 对于下列情况之一，尚应按现行国家标准《水泥抗硫酸盐侵蚀试验方法》GB/T 749-2008（第 4 章 K 法）对胶凝材料进行抗侵蚀性能检测与评价：

1) 重要工程；

2) 水中硫酸根离子浓度超过 20000mg/L，或土中硫酸根离子浓度超过 30000mg/L；

3) 水中镁离子浓度超过 6000mg/L；

4) 设计使用年限为 50 年及以上；

3 胶凝材料抗侵蚀性能的评定指标应符合本规程第 4.2.6 条的有关规定。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 复合强盐环境混凝土结构除应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的有关规定外，尚应根据其服役环境及设计使用年限进行专项耐久性设计，保证结构在设计使用年限内的安全和正常使用功能。

4.1.2 复合强盐环境混凝土建（构）筑物除水下部分应进行抗侵蚀设计外，尚应在建（构）筑物与土、水接触面以上进行抗侵蚀设计。抗侵蚀设计的高度应根据盐分迁移影响高度确定，且不应小于 1000mm。

条文说明：本条规定，研究及工程观测表明，盐分会随水分迁移至建（构）筑物与土、水接触面以上，其迁移高度在土、水接触面以上最大可达 1000mm。受气温、风等环境因素影响，盐分迁移高度差异较大，防腐设计高度需要根据实际环境确定，并要大于盐分的影响高度。

4.1.3 建（构）筑物的抗侵蚀设计，除应考虑周边环境中的盐类外，尚应考虑人工撒盐融雪、邻近建（构）筑物及矿产开发等因素对周边环境盐类种类及浓度的影响。

4.1.4 复合强盐环境混凝土结构的耐久性设计应包括下列内容：

- 1 确定结构的设计使用年限、环境类别及其作用等级；
- 2 采用有利于减轻环境作用的结构形式和布置；
- 3 规定结构材料的性能与指标；
- 4 确定钢筋的混凝土保护层厚度；
- 5 提出混凝土构件裂缝控制与防排水等构造要求；
- 6 针对严重环境作用采取合理的防腐蚀附加措施或多层次

防护措施。

4.1.5 复合强盐环境混凝土结构的耐久性设计应建立使用阶段的维护制度。维护制度应以施工结束或竣工验收为起点，根据使用周期中结构与构件的劣化规律及使用要求，综合考虑结构全寿命周期的性能与成本，确定合理的维护技术与维护频次。

4.2 环境类别及环境作用等级

4.2.1 复合强盐环境混凝土结构按所处的环境类别及对其使用材料的腐蚀机理分为六类，环境类别应按表 4.2.1 确定。

表 4.2.1 环境类别

环境类别		腐蚀机理
I	一般环境	保护层混凝土碳化引起钢筋锈蚀
II	冻融环境	反复冻融导致混凝土损伤破坏
III	内陆盐湖环境	氯盐引起钢筋锈蚀
IV	除冰盐等其他氯化物环境	氯盐引起钢筋锈蚀
V	化学腐蚀环境	硫酸盐等化学物质对混凝土的腐蚀
VI	复合强盐环境	硫酸盐、镁盐、氯盐两种或三种共同对混凝土或混凝土中钢筋的腐蚀

条文说明：本条规定，现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476-2019 第 3.2.1 条根据混凝土劣化机理，将环境类别分为 5 类：

1 一般环境（Ⅰ类），仅受大气（CO₂、O₂）及温湿度作用，

无冻融、氯化物及其他化学腐蚀。侵蚀形式主要为混凝土碳化导致钢筋锈蚀。混凝土的高碱性使钢筋表面形成钝化膜；当 CO_2 扩散进入，降低碱度，钝化膜破坏，钢筋在 O_2 和水分作用下锈蚀。所有混凝土结构均需考虑该环境。

2 冻融环境（II类），冻融循环引起混凝土损伤。混凝土内部含水量高时，损伤加重；水中含盐会加剧破坏。冰冻地区与雨、水接触的露天构件应按冻融环境设计。冻融损伤会加速钢筋锈蚀。

3 海洋、除冰盐等氯化物环境（III和IV类），氯离子迁移至钢筋表面并积累至临界浓度后引发锈蚀，其严重程度远高于一般环境，是耐久性设计的重点。

4 化学腐蚀环境（V类），土、水中的硫酸盐、酸及大气中的硫化物、氮氧化物等化学物质，以及盐结晶等物理作用，导致混凝土劣化。

5 现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046-2018 中 3.1.13 条规定：多种环境介质作用时，防护措施应满足每种介质环境单独作用下的防护能力。新疆地区地质条件中，多种离子腐蚀并存较为普遍，尤以硫酸根、镁离子和氯离子的共同作用为典型。现行国家标准对上述三种离子分别规定了不同的环境等级和设防要求，在实际工程中需分别设定，增加了设计与施工的复杂性。根据相关标准及研究成果，本规程在现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的基础上，增加“复合强盐环境”类别。

4.2.2 当结构构件受到多种环境类别共同作用时，应分别针对每种环境类别进行耐久性设计，并满足复合强盐环境下每种环境最不利要求。

条文说明：本条规定，要符合现行国家标准《混凝土结构

耐久性设计标准》GB/T 50476 和《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 的有关规定，本规程依据复合强盐环境，对各环境等级耐久性指标做了针对性设定，以满足分别针对每种环境类别进行耐久性设计的要求。

4.2.3 环境对钢筋混凝土结构作用程度，应采用环境作用等级表达，腐蚀等级应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定分类划分；环境作用等级应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的有关规定，环境作用等级应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 环境作用等级

环境类别	环境作用等级					
	A 轻微	B 轻度	C 中度	D 严重	E 非常严重	F 极端严重
一般环境	I -A	I -B	I -C	——	——	——
冻融环境	——	——	II -C	II -D	II -E	——
内陆盐湖环境	——	——	III -C	III -D	III -E	——
除冰盐等其他氯化物环境	——	——	IV -C	IV -D	IV -E	——
化学腐蚀环境	——	——	V -C	V -D	V -E	——
复合强盐环境	——	——	——	——	——	VI -F1、VI -F2、 VI -F3、VI -F4

条文说明：本条规定，现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 中，V-E 等级对应的硫酸根浓度限值为：水中 200mg/L～5000mg/L，土中 3000mg/kg～7500mg/kg。新疆地区部分场地水中或土中硫酸根浓度超过该限值。为此，本规程增设 V-F 环境作用等级，并根据腐蚀源的不同划分成复合强盐环境的四个类型，详见本规程表 4.2.3 中的对应规定。III 类

和Ⅳ类要符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的有关规定，其中Ⅲ-F 为内陆盐湖潮汐区、浪溅区。

4.2.4 水、土中的复合强盐环境对混凝土结构构件的环境作用等级应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 水、土中的复合强盐环境对混凝土结构构件的环境作用等级

环境作用等级	水中硫酸根离子浓度 SO_4^{2-} (mg/L)	土中硫酸根离子浓度(水溶值) SO_4^{2-} (mg/L)	水中镁离子浓度 Mg^{2+} (mg/L)	水中氯离子浓度(干湿交替) Cl^- (mg/L)	土中氯离子浓度(A和B) Cl^- (mg/L)
Ⅳ-E	<4000	<6000	——	<5000	<7500
V-E	4000~10000	6000~15000	——		
Ⅵ-F1	10000~20000	15000~30000	——	5000~10000	7500~15000
Ⅵ-F2	——	——	3000~6000	5000~10000	7500~15000
Ⅵ-F3	10000~20000	15000~30000	3000~6000	——	——
Ⅵ-F4	10000~20000	15000~30000	3000~6000	5000~10000	7500~15000

注：1.表中与环境作用等级相应的硫酸根浓度，所对应的环境条件为非干旱、高寒地区。

干旱、高寒地区复合强盐环境作用等级硫酸根离子浓度按本规程表 4.2.5 确定；

2.当混凝土结构构件处于弱透水水体中时，土中硫酸根离子、水中镁离子的作用等级可按相应的等级降低一级但不得低于 V-C 级；

3.高水压流动水条件下，应提高相应的环境作用等级；

4.表中氯离子环境作用等级相应的氯离子浓度，水中应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021-2001 中第 12.2.4 条的规定的干湿交替环境，适用于长期浸水环境；土中“A 和 B”引用应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021-2001 中

第 12.2.4 条的有关规定。

4.2.5 处于地下水位以上毛细影响区（返潮段）的混凝土结构构件，可按本规程表 4.2.4 确定复合强盐环境作用等级。当混凝土结构构件处于干旱、高寒地区，其复合强盐环境作用等级中硫酸根离子浓度应按表 4.2.5 确定。

表 4.2.5 干旱、高寒地区复合强盐环境作用等级中硫酸根离子浓度

环境作用等级	水中硫酸根离子浓度（干湿交替） SO_4^{2-} （mg/L）	土中硫酸根离子浓度（水溶值，干湿交替） SO_4^{2-} （mg/L）
V-E	2000~5000	3000~7500
VI-F1、VI-F3、VI-F4	5000~20000	7500~30000

注：我国干旱地区指干燥度系数大于 2.0 的地区，高寒地区指海拔 3000m 以上的地区。

条文说明：本条规定了复合强盐环境各环境等级下的侵蚀离子类别与浓度范围。其确定依据为相关试验研究与成果，并参照现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021、《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476、《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 中关于侵蚀离子种类、浓度及侵蚀等级划分的规定。

4.2.6 复合强盐环境钢筋混凝土耐久性要求应符合表 4.2.6-1 的规定，环境钢筋混凝土耐久性要求应符合表 4.2.6-2 的规定。

表 4.2.6-1 复合强盐环境钢筋混凝土耐久性要求

复合强盐环境	耐久性要求	设计使用年限、环境类别与作用等级											
		100 年						50 年					
		一般环境			冻融环境			一般环境			冻融环境		
		I -A	I -B	I -C	Ⅱ -C	Ⅱ -D	Ⅱ -E	I -A	I -B	I -C	Ⅱ -C	Ⅱ -D	Ⅱ -E
Ⅵ-F1、	碳化深度/mm	≤15	——			——			≤12	≤5	——		
Ⅵ-F2、	抗渗等级	≥P12						≥P12					
	抗冻等级	——			F300	F350	F400	——			F250	F300	F350
Ⅵ-F4	28d 氯离子	< 1.5						< 1.2					

	扩散系数 /10 ⁻¹² m ² /s		
	抗硫酸盐 等级	≥KS150	

表 4.2.6-2 环境钢筋混凝土耐久性要求

复合 强盐 环境	耐久性要 求	设计使用年限、环境类别与作用等级											
		100 年						50 年					
		一般环境			冻融环境			一般环境			冻融环境		
		I -A	I -B	I -C	Ⅱ -C	Ⅱ -D	Ⅱ -E	I -A	I -B	I -C	Ⅱ -C	Ⅱ -D	Ⅱ -E
Ⅵ-F3	碳化深度 /mm	≤15	——					——	≤12	≤5	——		
	抗渗等级	≥P12						≥P12					
	抗冻等级	——			F300	F350	F400	——			F250	F300	F350
	56d 电通量 /C	≤800						≤1000					
	抗硫酸盐 等级	≥KS150											

注：1. 一般环境，应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476-2019 第 4.2.1 条的有关规定 I -A、I -B、I -C 环境作用等级；

2.冻融环境，应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476-2019 第 5.2.1 条的有关规定 Ⅱ -C、Ⅱ -D、Ⅱ -E 环境作用等级；

3.碳化深度、抗渗等级应至少满足一项。

条文说明：本条说明了复合强盐环境下混凝土耐久性指标的确定依据。现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476-2019 及《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046-2018 未明确各项耐久性指标的具体数值。现行标准《高性能混凝土技术条件》GB/T 41054-2021 及《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005-2018 中 H4、Y4 等级与本规程复合强盐环境等级设置相近。本条参照上述标准，结合环境作用等级及抗腐蚀需

求，给出了复合强盐环境下混凝土的耐久性指标。

4.2.7 在长期潮湿或接触水的环境条件下，混凝土结构的耐久性设计应考虑混凝土可能发生的碱-骨料反应、钙矾石延迟生成反应和环境水对混凝土的溶蚀，在设计中采取相应的措施。

条文说明：本条规定，要符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476-2019 中第 3.2.4 条的有关规定。

4.3 设计使用年限

4.3.1 混凝土结构的设计使用年限应符合现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 的有关规定。

4.3.2 复合强盐环境混凝土结构的设计使用年限应符合下列规定：

1 一般环境中的民用建筑，在设计使用年限内可不进行大修，其结构构件的设计使用年限应与结构整体设计使用年限相同；

2 环境作用等级为 D、E、F 的桥梁、隧道等混凝土结构，其部分构件可设计为易于更换的形式，或可经济合理地进行大修；

3 可更换构件的设计使用年限可低于结构整体的设计使用年限，并应在设计文件中明确规定。

条文说明：4.3.1、4.3.2 本节规定，要符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476-2019 中第 3.3.1、3.3.2 条的有关规定。

4.4 构造规定

4.4.1 不同环境作用下钢筋主筋、箍筋和分布筋，其混凝土保护层厚度应满足钢筋防锈、耐火以及与混凝土之间粘结力传递

的要求，且混凝土保护层厚度设计值不得小于钢筋的公称直径。

4.4.2 复合强盐环境中混凝土构件，其普通钢筋混凝土最低强度等级、最大水胶比、最小保护层厚度应按表 4.4.2 取值。

表 4.4.2 复合强盐环境中混凝土最低强度等级、最大水胶比、最小保护层厚度

环境作用等级		设计使用年限					
		100 年			50 年		
		混凝土强度等级	最大水胶比	最小保护层厚度 (mm)	混凝土强度等级	最大水胶比	最小保护层厚度 (mm)
板、墙等面形构件	VI-F1、VI-F2、VI-F3、VI-F4	<C50	0.40	70	<C50	0.40	65
		C50	0.36	65	C50	0.36	60
		≥C55	0.33	60	≥C55	0.33	55
梁、柱等条形结构	VI-F1、VI-F2、VI-F3、VI-F4	<C50	0.40	75	<C50	0.40	70
		C50	0.36	70	C50	0.36	65
		≥C55	0.33	65	≥C55	0.33	60

注：1.钢筋的混凝土保护层厚度指最外层钢筋的保护层厚度，受力钢筋的保护层最小厚度不得小于钢筋的公称直径；
2.预制构件的保护层厚度可比表中规定减少 5mm；
3.预应力钢筋的保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的有关规定。

条文说明：本条规定，要符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476-2019 中第 7.3.2 条 V-E 环境的相关规定。复合强盐环境涵盖Ⅲ-F 类氯盐侵蚀作用，本规程在《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 规范的基础上增加混凝土防腐措施，混凝土强度等级、水胶比、最小保护层厚度设

定可按 V-E 执行。

4.4.3 预应力钢筋的混凝土保护层应符合下列规定：

1 具有连续密封套管的后张预应力筋，混凝土保护层厚度应取本规程规定值与孔道直径的 1/2 两者的较大值；没有密封套管的后张预应力钢筋，其混凝土保护层厚度应在本规程规定值的基础上增加 10mm；

2 先张法构件中预应力钢筋在全预应力状态下的保护层厚度宜与普通钢筋相同，允许开裂构件的预应力筋的保护层厚度应比普通钢筋增加 10mm；

3 直径大于 16mm 的预应力螺纹筋保护层厚度可与普通钢筋相同。

条文说明：本条引用现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476。标准在条文说明中指出：预应力筋的耐久性要求应高于普通钢筋。在严重的环境条件下，除混凝土保护层外还应对预应力筋采取多重防护措施，如将后张预应力筋置于密封的波形套管中并灌浆。本标准规定，对单纯依靠混凝土保护层防护的预应力筋，其保护层厚度应比普通钢筋的大 10mm。

4.4.4 工厂预制的混凝土构件，其普通钢筋和预应力筋的混凝土保护层厚度可比现浇构件减少 5mm。

4.4.5 在长期荷载作用下复合强盐环境中混凝土构件不应存在贯通裂缝，且裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值应符合表 4.4.5 的规定。对裂缝宽度无特殊外观要求的，当保护层设计厚度超过 30mm 时，可将厚度取为 30mm 计算裂缝的最大宽度。

表 4.4.5 长期荷载作用下复合强盐环境混凝土构件裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值

环境作用等级	钢筋混凝土构件	预应力混凝土构件
--------	---------	----------

	裂缝控制等级	Ω_{lim} (mm)	裂缝控制等级	ω_{lim} (mm)
VI-F1、VI-F2、 VI-F3、VI-F4	一级	0.15	一级	按一级裂缝控制 或按全预应力类 构件控制

注：裂缝控制等级为二级或一级时，应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定计算裂缝宽度；部分预应力 A 类构件或全预应力构件应符合现行行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362 的有关规定计算裂缝宽度。

条文说明：本条规定，现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476-2019 第 3.5.4 条对混凝土裂缝宽度作出了以下规定：

1 混凝土防腐蚀应以提高自身密实性、防水性和抗裂性能为基础；

2 当腐蚀环境中混凝土开裂时，有害离子通过裂缝直接侵入混凝土内部（钢筋），加剧石膏结晶腐蚀；

3 尤其在氯离子含量较高的环境中，氯离子直达钢筋表面，导致钢筋锈蚀及膨胀破坏；

4 基于上述原因，本规程除规定混凝土裂缝宽度外，尚对贯穿性裂缝提出控制要求。复合强盐环境下混凝土出现贯穿性裂缝时，需要按现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 的相关规定，采用环氧树脂注浆等方法进行耐久性修复，并检验合格后，方可验收。

4.4.6 有自防水要求的混凝土构件，其横向弯曲的表面裂缝计算宽度不应超过 0.15mm。

4.4.7 混凝土结构构件的形状和构造应有效地避免水、汽和有害物质在混凝土表面的积聚，埋地结构环境作用等级为 D、E、F 的混凝土构件，应采取下列减小环境作用的措施：

- 1 减少混凝土结构构件表面的暴露面积；
- 2 避免表面的凹凸变化；
- 3 宜将构件的棱角做成圆角。

4.4.8 可能遭受碰撞的混凝土结构，应设置防止出现碰撞的预警设施和避免碰撞损伤的防护措施。

4.4.9 施工缝、伸缩缝等连接缝的设置应避开局部环境作用不利的部位，当不能避开不利部位时应采取防护措施。

4.4.10 暴露在混凝土结构构件外的吊环、紧固件、连接件等金属部件，表面应采用防腐措施，具体措施应符合现行行业标准《水运工程结构防腐蚀施工规范》JTS/T 209 的有关规定；当环境类别为Ⅲ、Ⅳ时，其防腐范围应为从伸入混凝土内 100mm 处起至露出混凝土外的所有表面。

4.4.11 后张法预应力体系应按本规程第 8 章的规定采取多重防护措施。

4.4.12 混凝土结构可采用防腐蚀附加措施来确保构件的设计使用年限，不同环境类别下可采用的防腐蚀附加措施应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 附录 C 的规定。

4.5 复合强盐环境钢筋混凝土结构构件防腐措施

4.5.1 复合强盐环境下钢筋混凝土结构构件防腐措施应至少采用下列一项：

- 1 选用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥，掺加矿物掺和料和复合强盐环境专用抗侵蚀外加剂，该外加剂应同时具有混凝土抗硫酸盐、抗镁盐侵蚀和钢筋阻锈的功能，其配制混凝土耐久性应符合本规程第 4.2.6 条要求；

- 2 配制的高性能混凝土应符合现行国家标准《高性能混凝土

土技术条件》GB/T 41054 的有关规定，其耐久性能符合本规程第 4.2.6 条规定；

3 在无镁离子侵蚀、氯离子等级不高于中等腐蚀、硫酸根离子浓度不大于 8000mg/L 的复合强盐环境，可采用抗硫酸盐水泥掺加矿物掺和料作为复合强盐环境下钢筋混凝土结构构件的防腐措施，其配制混凝土耐久性能应符合本规程第 4.2.6 条规定。

条文说明：本条列出了复合强盐环境下钢筋混凝土的三种主要防腐措施，其说明如下：

1 经试验验证，复合强盐环境专用抗侵蚀外加剂在单盐及三种复合盐浓度均达到本规程第 5.2 条规定的最高离子浓度时，其配制混凝土的耐久性能仍能满足本规程要求，故将其作为独立防腐措施列出。

2 新疆地区自 2014 年起对高性能混凝土进行了研究与应用，其抗硫酸盐侵蚀等性能已获工程验证。高性能混凝土的配制要符合现行国家标准《高性能混凝土技术条件》GB/T 41054 及《高性能混凝土应用技术规程》XJJ 077 的规定，其耐久性能要满足本规程第 5.5 条的要求。

3 抗硫酸盐水泥掺加矿物掺合料。采用该措施时，需要关注以下问题：

1) 现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476-2019 附录 B.1.5 规定：“氯化物环境下不宜使用抗硫酸盐硅酸盐水泥”。其主要原因是抗硫酸盐水泥中铝酸三钙 (C_3A) 和硅酸三钙 (C_3S) 含量受限，导致水泥石碱度较低，对钢筋的保护性能较差。因此，在钢筋混凝土结构中要慎用抗硫酸盐水泥。

2) 现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046-2018 第 7.2.1 条条文说明规定：中抗硫酸盐硅

酸盐水泥适用于硫酸根离子含量不超过 2500mg/L 的纯硫酸盐腐蚀环境；高抗硫酸盐硅酸盐水泥适用于硫酸根离子含量不超过 8000mg/L 的纯硫酸盐腐蚀环境。超过上述限值时，需要进行耐腐蚀性复核试验。

3) 试验研究表明，高抗硫酸盐水泥在单一硫酸盐浓度不超过 6000mg/L 的侵蚀条件下具有良好抗侵蚀效果，但在复合盐侵蚀条件下，其抗腐蚀效果难以满足本规程的混凝土耐久性要求。

4.5.2 复合强盐环境下钢筋混凝土结构构件防腐蚀附加措施应至少采用下列一项：

1 增加保护层厚度，在本规程第 4.4 条规定的最小保护层厚度基础上增加不得少于 30mm 保护层厚度；

2 混凝土表面涂层或硅烷浸渍，采用抗硫酸盐水泥在有氯离子存在的复合强盐环境还应增加钢筋环氧涂层、阻锈剂或阴极保护措施中一种作为附加阻锈措施。

条文说明：本规程第 4.5.1 条规定了复合强盐环境钢筋混凝土的防腐措施，本条在此基础上增加附加防腐措施，旨在使混凝土结构的抗腐蚀设计使用年限与主体结构设计使用年限相匹配。本规程未将现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 及《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 中规定的表面涂层、硅烷浸渍作为主要防腐措施，其依据如下是上述标准附录 C 规定，表面涂层的保护年限不大于 10 年，硅烷浸渍不大于 15 年。若以此作为主要防腐措施，保护期限届满后结构抗侵蚀性能难以保证，且后续修复成本高、效果差。附加防腐措施的说明如下：

1 增加保护层厚度，该措施可增加混凝土腐蚀裕量，作为附加防腐措施进一步提高结构安全性。在硫酸盐侵蚀严重时，

增厚的保护层可作为“牺牲层”保障结构安全；在氯离子浓度较高的环境中，较厚的保护层亦有利于阻止氯离子向混凝土内部侵入。

2 混凝土表面涂层或硅烷浸渍，该措施可有效延缓腐蚀离子到达混凝土表面的时间，并降低有害离子的侵入速率。

3 基于上述规定，本规程第 4.5.1 条所列防腐措施的基础上，增加 1 项～2 项本条第 1 款或第 2 款规定的附加防腐措施，以保障结构全生命周期的防腐蚀效果。

4.5.3 结构设计优化应符合下列规定：

1 建（构）筑物应进行排水与隔离设计，设置滴水檐、导流槽等设施防止盐分积聚，并应采用防水层隔离盐分渗透。

2 设计阶段应限制裂缝宽度不大于 0.1mm。重要建（构）筑物可采用预应力技术、纤维混凝土或补偿收缩混凝土。

条文说明：本条规定，第 1 款中防水层可采用沥青砂胶等材料；第 2 款中纤维混凝土可采用钢纤维或聚丙烯纤维等，补偿收缩混凝土的膨胀源宜为硫铝酸钙型或以硫铝酸钙为主体的混合膨胀源。

5 原材料

5.1 水泥

5.1.1 水泥品种与强度等级的选用应根据设计、施工要求以及工程所处环境确定。

5.1.2 选用的水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175、《中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥》GB/T 200、《抗硫酸盐硅酸盐水泥》GB/T 748、《硫铝酸盐水泥》GB/T 20472、《混凝土结构通用规范》GB 55008 的有关规定。

5.1.3 复合强盐环境下的混凝土，宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，同时复合使用优质的矿物掺合料，低温硫酸盐腐蚀环境下不应采用含石灰石粉的水泥或掺合料；当复合强盐环境有氯盐存在时不宜使用抗硫酸盐硅酸盐水泥。

条文说明：本条规定，复合强盐环境下的混凝土要采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，并复合使用优质矿物掺合料（如粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰等），以增加混凝土密实性，提高抗侵蚀能力。需要注意以下问题：

1 含石灰石粉的水泥或矿物掺合料在低温硫酸盐环境中，其反应生成物（石膏和钙矾石）会产生膨胀作用，当与冻融循环协同作用时，会加速混凝土破坏。

2 现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476-2019 第 B.1.6 条明确规定：在温度低于 15℃ 的硫酸盐腐蚀环境中，水泥和矿物掺合料不得掺加石灰石粉。

3 抗硫酸盐硅酸盐水泥虽能有效抵抗硫酸盐侵蚀，但其低 C₃A、高密实度的特点在氯盐环境中可能加剧钢筋锈蚀及化学侵蚀。

4 在存在氯盐的复合盐环境中，需要根据具体侵蚀类型选用相应的防护措施。

5.1.4 水泥中不应含有影响混凝土长期性能和耐久性能的助剂或激发剂。

5.1.5 水泥进场应提供型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件，且质量证明文件应包含混合材品种及掺量。水泥进场还应进行检验，检验项目及检验批量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定。

5.2 混凝土用水

5.2.1 混凝土用水应符合国家现行标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 和《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

5.2.2 再生水的应用应符合现行地方标准《预拌混凝土生产质量管理技术标准》XJJ 055 的有关规定。

5.2.3 水的检验频率应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

条文说明：5.2.1~5.2.3 本条规定了混凝土用水的质量要求。混凝土用水需满足国家标准、行业标准及新疆地方标准《预拌混凝土生产质量管理技术标准》XJJ 055 的相关规定。

5.3 外加剂

5.3.1 外加剂的选择应根据工程设计和施工设计要求选择外加剂的类型，并在开工前用该工程所有原材料进行适应性试验后方可正式使用，当原材料发生变动时，应再进行适应性试验。

5.3.2 外加剂的选择应符合国家现行标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土外加剂》GB 8076、《混凝土膨胀剂》GB/T 23439、《混凝土防冻剂》JC/T 475、《砂浆、混凝土防水

剂》JC/T 474、《混凝土减胶剂》JC/T 2469 等的有关规定，并依照上述标准进行产品检验和质量验收。当掺加混凝土抗侵蚀防腐剂时，其性能应符合现行行业标准《混凝土抗侵蚀防腐剂》JC/T 1011 和《混凝土抗侵蚀抑制剂》JC/T 2553 的有关规定；混凝土抗侵蚀防腐剂宜符合现行行业标准《混凝土抗侵蚀防腐剂》JC/T 1011 的有关规定；混凝土防腐阻锈剂宜符合现行国家标准《混凝土防腐阻锈剂》GB/T 31296 的有关规定；钢筋阻锈剂宜符合现行行业标准《钢筋阻锈剂应用技术规程》JGJ/T 192 的有关规定。

条文说明：本条对混凝土防腐阻锈剂的使用不做强制规定。当通过原材料选择及配合比优化即可满足耐久性指标时，可不使用防腐阻锈剂。当存在高浓度硫酸盐、镁盐、氯盐与冻融等多种环境耦合作用时，要在优化配合比的基础上，掺加混凝土防腐阻锈剂。试验结果表明，混凝土防腐阻锈剂可有效提高混凝土在复杂盐环境中的抗侵蚀性能。

5.3.3 外加剂的应用应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 和《混凝土结构通用规范》GB 55008 的有关规定。

条文说明：本条规定，现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 实施后，《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 中的部分强制性条文已被替代，相关要求要按现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 执行。

5.3.4 当不同供方、不同品种的外加剂同时使用时，应经试验验证，并确保混凝土性能满足设计和施工要求后再使用。

5.3.5 含六价铬、亚硝酸盐和硫氰酸盐成分的外加剂，不应用于饮水工程中建成后与饮用水直接接触的混凝土。

5.3.6 含强电解质无机盐的早强剂、防冻剂及防水剂，不应用

于下列混凝土结构：

- 1 与镀锌钢材或铝材相接触部位的混凝土结构；
- 2 有外露钢筋预埋件而无防护措施的混凝土结构；
- 3 使用直流电源的混凝土结构；
- 4 距离高压直流电源 100m 以内的混凝土结构。

5.3.7 含氯盐的早强剂、防水剂和氯盐类防冻剂，不应用于预应力混凝土、钢筋混凝土和钢纤维混凝土结构。

5.3.8 含硝酸铵、碳酸铵的早强剂和含有硝酸铵、碳酸铵、尿素的防冻剂，不应用于办公和居住等有人活动的建筑工程。

5.3.9 含亚硝酸盐、碳酸盐的早强剂、防冻剂和含有亚硝酸盐的阻锈剂，不应用于预应力混凝土结构。

5.3.10 外加剂进场应提供型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件，并应进行检验，检验项目及检验批量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定。

5.4 骨料

5.4.1 选用的骨料应质地坚硬，级配良好，其性能指标应符合国家现行标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《建设用砂》GB/T 14684、《建设用卵石、碎石》GB/T 14685、《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 和《预拌混凝土生产质量管理技术标准》XJJ 055 中原材料质量控制的有关规定。

5.4.2 细骨料质量主要控制项目应包含颗粒级配、细度模数、含泥量、泥块含量、坚固性、氯离子和有害物质含量，人工砂还应包括石粉含量（MB 值）和压碎值指标。

5.4.3 粗骨料质量主要控制项目应包含颗粒级配、针片状颗粒含量、含泥量、泥块含量、压碎值指标和坚固性，用于高强混凝土的粗骨料还应包含岩石抗压强度。对有抗渗、抗冻、抗腐

蚀、耐磨或其他特殊要求的混凝土，粗骨料中的含泥量和泥块含量分别不应大于 1.0%和 0.5%，坚固性指标不应大于 8%。高强混凝土用粗骨料的含泥量和泥块含量分别不应大于 0.5%和 0.2%。

5.4.4 对骨料或用于制作骨料的岩石应进行碱活性检验，对河砂应进行碱-硅酸反应活性检验，对人工砂应进行碱-硅酸或碱-碳酸盐反应活性检验。

5.4.5 有预防碱骨料反应要求的混凝土工程、受较高氯离子作用的含碱环境中以及重要结构的混凝土，不应采用具有碱活性的骨料，且具有碱-碳酸盐反应活性的骨料不得用于混凝土。

条文说明：5.4.1~5.4.5 本节对混凝土用骨料作出了规定。第 5.4.4 条涉及的碱活性检验包括碱-硅酸反应和碱-碳酸盐反应。新疆大部分地区为硅酸盐骨料，南疆部分地区存在碳酸盐骨料，要根据实际骨料类型选择相应的试验方法。当确需采用碱-硅酸盐反应活性骨料时，需要符合现行国家标准《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733 的有关规定。

5.5 矿物掺合料

5.5.1 配制复合强盐环境混凝土宜采用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰等，并应符合下列规定：

1 粉煤灰应符合下列规定：

1) 强度等级 C60 以下的抗侵蚀混凝土，应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 中 I 级、II 级粉煤灰的规定；

2) 强度等级 C60 及以上的抗侵蚀混凝土，应符合现行国家标准《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736 中 I 级、II 级磨细粉煤灰的规定；

2 粒化高炉矿渣粉应符合下列规定：

1) 强度等级 C60 以下的抗侵蚀混凝土，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 中 S105 及 S95 的规定；

2) 强度等级 C60 及以上的抗侵蚀混凝土，应符合现行国家标准《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736 中 I 级、II 级磨细矿渣的规定；

3 硅灰应符合现行国家标准《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690 的规定。

5.5.2 矿物掺合料应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的有关规定。

5.5.3 对地下有侵蚀性介质危害的混凝土结构，不得采用 C 类粉煤灰。

条文说明：本条规定了不得采用 C 类粉煤灰的原因。F 类粉煤灰是由无烟煤或烟煤煅烧收集的，其 CaO 含量不大于 10%或游离 CaO 含量不大于 1%；C 类粉煤灰是由褐煤或次烟煤煅烧收集的，其 CaO 含量大于 10%或游离 CaO 含量大于 1%，又称高钙粉煤灰。F 类粉煤灰比 C 类粉煤灰使用时的水化热要低，抗侵蚀混凝土不建议采用 C 类粉煤灰，主要原因是：

1 C 类粉煤灰水化热较高，掺加到混凝土中产生的裂缝较多；

2 C 类粉煤灰水化反应也产生很多的氢氧化钙，氢氧化钙与各种侵蚀离子反应，是混凝土中被侵蚀的最重要因素；

3 C 类粉煤灰游离 CaO 含量也高，造成混凝土体积不稳定和大量的裂缝。因此抗侵蚀混凝土掺合料不得采用 C 类粉煤灰。

5.5.4 使用其他掺合料应经过系统试验研究和论证，并应进行长期性能和耐久性能试验验证符合工程要求后方可使用。

5.5.5 掺合料进场应提供型式检验报告、出厂检验报告或合格

证等质量证明文件，并应进行检验，检验项目及检验批量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定。

条文说明：5.5.1~5.5.5 本节规定了矿物掺合料的选用要求。本节所列矿物掺合料不限于粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰三种，当采用其他掺合料时，需经试验验证其长期性能和耐久性能满足工程设计要求后方可使用。

6 复合强盐环境混凝土配合比设计

6.1 一般规定

6.1.1 复合强盐环境混凝土力学性能应满足设计要求。

6.1.2 复合强盐环境混凝土拌合物性能应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 和本规程第 6.2.6 条的有关规定。

6.1.3 复合强盐混凝土耐久性能应符合本规程第 4.2.6 条的要求。

6.1.4 复合强盐环境混凝土拌合物性能、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《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。

6.1.5 附加抗裂措施，掺加膨胀类外加剂，复合强盐混凝土性能应符合现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178 的有关规定；掺加抗裂纤维，复合强盐混凝土性能应符合现行行业标准《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221 的有关规定。

6.1.6 复合强盐环境混凝土配合比设计应符合国家现行标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476、《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 及新疆地方标准《高性能混凝土应用技术规程》XJJ 077 的有关规定。

条文说明：6.1.1~6.1.6 本节对复合强盐混凝土的基本性能做了规定，复合强盐环境混凝土不是特殊类混凝土，只是其混凝土性能满足复合强盐环境的混凝土抗侵蚀需求。

6.2 配合比设计

6.2.1 单位体积复合强盐混凝土的胶凝材料用量宜符合表 6.2.1 的规定。

表 6.2.1 单位体积复合强盐混凝土的胶凝材料用量

强度等级	最大水胶比	最小用量 (kg/m ³)	最大用量 (kg/m ³)
C40	0.40	320	——
C45	0.40	——	450
C50	0.40	——	500
≥C55	0.35	320	560

6.2.2 一般环境和冻融环境下复合强盐环境钢筋混凝土矿物掺合料用量应符合表 6.2.2-1 的规定，一般环境和冻融环境下复合强盐环境预应力混凝土矿物掺合料应符合表 6.2.2-2 的规定。

表 6.2.2-1 一般环境和冻融环境下复合强盐环境钢筋混凝土矿物掺合料用量表

配合比参数	设计使用年限			
	100 年		50 年	
	一般环境	冻融环境	一般环境	冻融环境
矿物掺合料掺量/%	≥35	≥40	≥30	≥35

注：1.矿物掺合料应选用Ⅱ级以上粉煤灰、S75 级以上矿渣微粉、硅灰。当采用硅灰时，同时宜满足硅灰掺量<10%；宜采用复合矿物掺合料，具体掺配比例通过试验确定；
2.当选用其他具有活性的超细矿物掺合料时，具体掺配比例通过试验确定。

表 6.2.2-2 一般环境和冻融环境下复合强盐环境预应力混凝土矿物掺合料

配合比参数	设计使用年限			
	100 年		50 年	
	一般环境	冻融环境	一般环境	冻融环境
水胶比	≤0.36	≤0.33	≤0.40	≤0.36
矿物掺合料掺量/%	≥30 且≤70	≥35 且≤70	≥35 且≤70	≥40 且≤70

注：1.应选用复合掺合料，粉煤灰、硅灰或粉煤灰、矿渣、硅灰。当采用硅灰时，同时宜满足硅灰掺量<10%。

2.矿物掺合料掺量为采用普通硅酸盐水泥情况的掺量。当采用硅酸盐水泥时，矿物掺合料掺量提高 20%。

6.2.3 复合强盐混凝土中的含碱量不应超过 3.0kg/m³。

6.2.4 复合强盐混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量应符合表 6.2.4 的规定。

表 6.2.4 复合强盐环境混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量

环境等级	水溶性氯离子最大含量/%（水泥用量的质量分数）	
	钢筋混凝土	预应力混凝土
VI-F1、VI-F2	0.20	0.06
VI-F3、VI-F4	0.06	

6.2.5 复合强盐环境混凝土掺用引气剂应符合下列规定：

1 长期处于潮湿或水位变动的寒冷和严寒环境、盐冻环境、受除冰盐作用环境的复合强盐环境混凝土，应掺用引气剂；

2 引气剂掺量应与抗冻混凝土的含气量保持一致；

3 无抗冻要求的一般环境条件下，掺用引气剂或引气型外加剂的高性能混凝土拌合物含气量，应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定。

6.2.6 复合强盐环境混凝土工作性能应符合下列规定：

1 复合强盐混凝土拌合物应具有良好的和易性，且坍落度、扩展度、坍落度经时损失和凝结时间等拌合物性能应满足施工要求。在满足施工工艺要求的前提下，宜采用较小的坍落度；

2 泵送高强复合强盐环境混凝土 1h 坍落度应无损失，扩展度不宜小于 500mm，倒置坍落度筒排空时间宜控制在 5s ~ 20s；

3 自密实复合强盐环境混凝土的扩展度控制目标值宜为 600mm ~ 700mm，1h 扩展度应无损失；扩展时间 T500 不宜大于 8s；坍落扩展度与 J 环扩展度差值不宜大于 25mm；离析率不宜大于 15%；

4 纤维增韧类复合强盐混凝土：泵送钢纤维复合强盐环境混凝土坍落度控制目标值宜为 160mm ~ 210mm，坍落度经时损失不宜大于 30mm/h；泵送合成纤维复合强盐环境混凝土坍落度控制目标值不宜大于 180mm，坍落度经时损失不宜大于 30mm/h；纤维复合强盐环境混凝土拌合物中的纤维应分布均匀，不出现结团现象。

6.2.7 混凝土试配强度应满足下式要求：

$$f_{cu.o} \geq f_{cu.k} + 1.645\sigma \quad (6.2.7)$$

式中： $f_{cu.o}$ ——混凝土试配强度（MPa）；

$f_{cu.k}$ ——混凝土强度标准值（MPa）；

σ ——混凝土强度标准差。

条文说明：条文说明：本条规定了混凝土强度标准差的取值要求。标准差要优先根据同类混凝土的统计资料计算确定。无统计资料时，需要按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定取值，通常强度等级小于 C30 时取 4.0MPa，强度等级不低于 C30 且低于 C40 时取 5.0MPa，强度等级不低于 C40 时取 6.0MPa。

6.2.8 当复合强盐混凝土的强度等级大于等于 C60 时，其试配

强度应满足下式要求：

$$f_{\text{cu.o}} \geq 1.15f_{\text{cu.k}} \quad (6.2.8)$$

式中： $f_{\text{cu.o}}$ ——混凝土试配强度（MPa）；

$f_{\text{cu.k}}$ ——混凝土强度标准值（MPa）。

条文说明：本条规定，强度等级大于 C60 的混凝土配合比确定后，需要采用该配合比进行不少于 3 次重复试验验证，其平均强度值不能低于配制强度。

6.2.9 复合强盐混凝土试配、调整与确定应符合下列规定：

1 进行混凝土配合比试配时应采用工程实际使用的原材料，搅拌方法宜与生产使用方法相同。

2 试配混凝土坍落度的确定，应包含施工要求的混凝土坍落度和到达现场的混凝土坍落度损失量。

3 特殊设计要求的混凝土，除抗压强度应满足设计要求外，各项试验结果尚应满足相应的设计指标，并应符合下列规定：

1) 有抗渗设计要求的混凝土，应按试配时最大水胶比的配合比进行抗渗性能试验，且抗渗试验水压应比设计值高 0.2MPa；

2) 有抗冻设计要求的混凝土，应进行抗冻融性能试验；

3) 有抗腐蚀设计要求的混凝土，应进行混凝土抗硫酸盐侵蚀、抗氯离子渗透性能的验证；

4) 有抗裂要求的混凝土，应进行混凝土早期抗裂性能的试验和轴向拉伸试验；

5) 有抗碳化要求的混凝土，应进行混凝土抗碳化性能试验；

6) 补偿收缩混凝土，应进行混凝土限制膨胀率的试验。

4 混凝土试配配合比的计算宜采用体积法，骨料密度宜采用饱和面干状态的表观密度计算，对试配确定后的混凝土配合

比应进行水胶比材料用量的确定和表观密度的验证调整。

5 混凝土生产企业首次生产使用的混凝土配合比应根据现场骨料含水量及超逊径情况进行施工配合比调整，并进行开盘鉴定，如拌合物性能达不到要求，可在水胶比不变的情况下，通过调整减水剂、引气剂的掺量和对砂率的微调来改善混凝土拌合物的性能。

6.2.10 当出现下列情况时应重新对配合比进行设计：

- 1** 混凝土性能指标有特殊要求；
- 2** 混凝土外加剂或胶凝材料等原材料的品种、质量有显著变化；
- 3** 该配合比的生产间断半年以上。

条文说明：6.2.1～6.2.10 本节对复合强盐环境混凝土的配合比设计作出了具体规定。其中第 6.2.2 条、第 6.2.4 条、第 6.2.5 条按本规程相关要求执行；其余条款要符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476、《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046、《高性能混凝土技术条件》GB/T 41054 及《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的有关规定。

7 施工

7.1 一般规定

7.1.1 复合强盐环境下混凝土浇筑前应完成下列工作：

- 1 对操作人员进行技术交底；
- 2 对混凝土的浇筑环境进行检查；

3 施工单位应对模板、钢筋、钢构、预埋件等构件按照图纸设计、施工方案进行自检，合格后报监理单位进行验收，验收合格后方可浇筑。

7.1.2 浇筑前应检查混凝土送料单，核对混凝土配合比，确认混凝土强度等级，检查混凝土性能及相关参数，是否满足复合强盐环境下对混凝土的特殊要求，在确认无误后再进行混凝土浇筑。

7.1.3 混凝土拌合物入模温度宜控制在 $5^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

条文说明：本条规定了混凝土拌合物的入模温度范围。入模温度低于 5°C 时，混凝土后期强度增长较慢；温度高于 35°C 时，混凝土失水较快，易产生裂缝。

7.1.4 混凝土运输、输送、浇筑过程中严禁加水，当出现坍落度无法满足现场浇筑需求时，应及时通知混凝土供应单位的实验人员进行调整，对不能满足要求的混凝土应退回。

7.1.5 混凝土应布料均衡，散落的混凝土严禁用于结构。

条文说明：本条规定了复合强盐环境下混凝土的布料要求。复合强盐环境对混凝土密实性要求较高，均匀布料是保证密实性的重要措施；散落混凝土因性能已发生变化，不能用于结构部位。

7.1.6 冬期施工应按现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》

JGJ/T 104 执行，混凝土中应加入早强型混凝土外加剂，制定冬期混凝土施工方案，严格控制混凝土的临界强度，混凝土的临界强度不宜低于设计强度的 50%或 10MPa，严格控制混凝土裂缝。

条文说明：本条规定了冬期施工要求。冬期施工时混凝土易出现质量问题，需制定专项施工方案。抗侵蚀混凝土掺有大量矿物掺合料，水化速度慢、早期强度低，要掺加早强型外加剂；当保温措施不足时，尚需掺加防冻剂。混凝土受冻前的临界强度不宜低于设计强度的 50%或 10MPa。施工中要加强温控监测、保温和保湿，并按现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 执行，控制裂缝产生。

7.2 复合强盐环境混凝土输送

7.2.1 混凝土输送宜采用泵送方式，也可采用吊车配备斗容器输送、升降设备配备小车输送的方式。

7.2.2 输送混凝土的管道、容器、溜槽不应吸水、漏浆，并应保证输送通畅。复合强盐环境输送混凝土时应采取耐盐腐蚀的措施。

条文说明：本条规定了输送管道及容器的要求。输送管道及容器不能吸水，输送过程中需要采取挡水措施，避免外部水进入已浇筑混凝土中。

7.2.3 混凝土输送布料设备的选择和布置应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

条文说明：本条规定了布料设备的选择与布置要求：

1 布料设备的选择要与输送泵相匹配，其混凝土输送管内径宜与输送泵管内径相同；

2 布料设备的数量及位置要根据其工作半径、施工作业面

大小及施工要求确定；

3 布料设备要安装牢固，并要采取抗倾覆稳定措施；

4 布料设备安装位置处的结构或施工设施要进行验算，必要时采取加固措施；

5 定期检查布料设备弯管壁厚，磨损较大的弯管要及时更换；

6 布料设备作业范围内不得有障碍物，并要设置防范高空坠物的设施。

7.2.4 输送泵输送混凝土应符合下列规定：

1 应先进行泵水检查，并应湿润输送泵的料斗、活塞等直接与混凝土接触的部位；泵水检查后，应清除输送泵内积水；

2 输送混凝土前，应先输送水泥砂浆对输送泵和输送管进行润滑，然后开始输送混凝土；

3 输送混凝土速度应先慢后快、逐步加速，应在系统运转顺利后再按正常速度输送；

4 输送混凝土过程中，应设置输送泵集料斗网罩，并应保证集料斗有足够的混凝土余量。

7.2.5 浇筑完普通混凝土再浇筑抗复合强盐环境混凝土时应对应输送泵、料斗容器、小车进行清洗。

条文说明：本条规定了不同性能的混凝土混合后会起化学反应，影响复合强盐环境下混凝土的性能。

7.2.6 混凝土输送必须在混凝土达到初凝前完成入模。

7.3 复合强盐环境混凝土浇筑

7.3.1 浇筑混凝土前，应清除模板内或垫层上的杂物。表面干燥的地基、垫层、模板上应洒水湿润，但不得有积水；宜避开一天气温较高的时段进行混凝土浇筑。

条文说明：本条规定了模板内杂物及积水要清理干净；高温条件下浇筑混凝土易产生裂缝，会降低混凝土的抗侵蚀性能，需要避开高温时段浇筑。

7.3.2 混凝土浇筑应保证混凝土的均匀性和密实性。混凝土宜一次连续浇筑；当不能一次连续浇筑时，可留设施工缝或后浇带分块浇筑。

7.3.3 混凝土浇筑过程应分层进行，分层浇筑应符合本规程第 7.4.6 条规定的分层振捣厚度要求，上层混凝土应在下层混凝土初凝之前浇筑完毕。

7.3.4 混凝土运输、输送入模的过程宜连续进行。从运输到输送入模的延续时间应符合表 7.3.4-1 的规定，运输、输送入模及其间歇总的时间限值应符合表 7.3.4-2 的规定：

表 7.3.4-1 运输到输送入模的延续时间（min）

条件	时间	
	气温≤25℃	气温 > 25℃
不掺外加剂	90	60
掺外加剂	150	120

表 7.3.4-2 运输、输送入模及其间歇总的时间限值（min）

条件	时间	
	气温≤25℃	气温 > 25℃
不掺外加剂	180	150
掺外加剂	240	210

7.3.5 混凝土浇筑的布料点宜接近浇筑位置，应采取减少混凝土下料冲击的措施，并应符合下列规定：

1 先浇筑竖向结构构件，后浇筑水平结构构件；

2 浇筑区域结构平面有高差时，宜先浇筑低区部分再浇筑高区部分。

7.3.6 柱、墙模板内的混凝土浇筑倾落高度限值应符合表 7.3.6 的规定；当不能满足表 7.3.6 的规定时，应加设串筒、溜管、溜槽等装置。

表 7.3.6 柱、墙模板内混凝土浇筑倾落高度限值（m）

条件	浇筑倾落高度限制
粗骨料粒径大于 25mm	≤3
粗骨料粒径小于等于 25mm	≤6

注：当有可靠措施能保证混凝土不产生离析时，混凝土倾落高度可不受本表限制。

7.3.7 混凝土浇筑后，在混凝土初凝前和终凝前宜分别对混凝土裸露表面进行抹面处理。

条文说明：本条规定，二次抹面可将微小裂缝闭合，防止其发展为可见裂缝。

7.3.8 施工缝或后浇带处浇筑混凝土应符合下列规定：

1 应尽量少留施工缝或后浇带，确需留设时应征得设计单位同意；

2 结合面应采用粗糙面，结合面应清除浮浆、疏松石子、软弱混凝土层，并应清理干净；

3 结合面处应采用洒水方法进行充分湿润，并不得有积水；

4 施工缝处已浇筑混凝土的强度不应小于 1.2MPa；

5 柱、墙水平施工缝水泥砂浆接浆层厚度不应大于 30mm，接浆层水泥砂浆应与混凝土浆液同成份；

6 后浇带混凝土应符合下列规定：

1) 强度等级及性能应符合设计要求；

2) 当设计无要求时，强度等级宜比两侧混凝土提高一级，并宜采用微膨胀混凝土浇筑；

3) 采用微膨胀混凝土时, 其性能尚应满足复合强盐环境混凝土的性能要求。

7 后浇带混凝土未浇筑前, 后浇带的钢筋应采取防复合强盐腐蚀的措施。

7.3.9 复合强盐环境下预应力结构混凝土浇筑应符合下列规定:

1 预应力钢筋、钢绞线具有抵抗复合强盐腐蚀的性能, 浇筑混凝土前应对预应力钢筋采取防复合强盐腐蚀的措施;

2 应避免预应力锚垫板与波纹管连接处及预应力筋连接处的管道移位或脱落;

3 应采取保证预应力锚固区等配筋密集部位混凝土浇筑密实的措施。

条文说明: 本条规定了采取防复合强盐腐蚀的措施主要有使用保护套和防止预应力钢筋、钢绞线浸水。需要采用小粒径骨料拌制的混凝土进行浇筑, 密集区域使用小直径的振动泵进行振捣。

7.4 复合强盐环境混凝土振捣

7.4.1 混凝土振捣应使模板内各个部位混凝土密实、均匀, 不应漏振、欠振、过振。

7.4.2 混凝土振捣应采用插入式振动棒、平板振动器或附着振动器。

7.4.3 振动棒振捣混凝土应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

条文说明: 本条规定了振动棒振捣混凝土的操作要求, 要符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011 的有关规定:

1 应按分层浇筑厚度分别进行振捣, 振动棒的前端应插入

前一层混凝土中，插入深度不应小于 50mm；

2 振动棒应垂直于混凝土表面并快插慢拔均匀振捣；当混凝土表面无明显塌陷、有水泥浆出现、不再冒气泡时，可结束该部位振捣；

3 振动棒与模板的距离不应大于振动棒作用半径的 0.5 倍；振捣插点间距不应大于振动棒的作用半径的 1.4 倍。

7.4.4 表面振动器振捣混凝土应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

条文说明：本条规定了表面振动器振捣的操作要求，要符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011 的有关规定：

1 表面振动器振捣应覆盖振捣平面边角；

2 表面振动器移动间距应覆盖已振实部分混凝土边缘；

3 倾斜表面振捣时，应由低处向高处进行振捣。

7.4.5 附着振动器振捣混凝土应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

条文说明：本条规定了附着振动器振捣的操作要求，要符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011 的有关规定：

1 附着振动器应与模板紧密连接，设置间距应通过试验确定；

2 附着振动器应根据混凝土浇筑高度和浇筑速度，依次从下往上振捣；

3 模板上同时使用多台附着振动器时应使各振动器的频率一致，并应交错设置在相对面的模板上。

7.4.6 混凝土分层振捣的最大厚度应符合表 7.4.6 的规定。

表 7.4.6 混凝土分层振捣的最大厚度 (mm)

振捣方法	混凝土分层振捣最大厚度
振动棒	1.25l
表面振动器	200mm
附着振动器	根据设置方式，通过试验确定

注：l 为振动棒作用部分长度。

条文说明：本条规定了混凝土分层振捣最大厚度的确定方法，系引用现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011 中第 8.4.6 条的规定。

7.4.7 复合强盐环境下特殊部位的混凝土应采取加强振捣措施。

条文说明：本条规定了复合强盐环境下特殊部位混凝土的加强振捣要求。复合强盐环境对混凝土密实性要求较高，预留洞口、后浇带、施工缝、钢筋密集区域等部位因构造复杂，常规振捣难以保证密实，需要选用适宜的原材料并适当延长振捣时间。

7.5 复合强盐环境混凝土养护

7.5.1 混凝土浇筑后应及时进行保湿养护，保湿养护可采用洒水、覆盖、喷涂养护剂等方式。选择养护方式应考虑现场条件、环境温湿度、构件特点、技术要求、施工操作等因素。

7.5.2 混凝土的养护时间应符合下列规定：

1 采用矿渣硅酸盐水泥配制的混凝土，不应少于 7d；采用其他品种水泥时，养护时间应根据水泥性能确定；

2 采用缓凝型外加剂、大掺量矿物掺合料配制的混凝土，不应少于 14d；

3 抗渗混凝土、强度等级 C60 及以上的混凝土，不应少于 14d；

4 后浇带混凝土的养护时间不应少于 14d；

5 地下室底层墙、柱和上部结构首层墙、柱宜适当增加养护时间；

6 基础大体积混凝土养护时间应根据施工方案确定，最少养护时间不得少于 14d。

条文说明：本条规定了混凝土的养护时间。复合强盐环境混凝土的养护时间可参照现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 确定。

7.5.3 洒水养护应符合下列规定：

1 洒水养护宜在混凝土裸露表面覆盖麻袋或草帘后进行，也可采用直接洒水、蓄水等养护方式，洒水养护应保证混凝土处于湿润状态。采用淋水法和滴灌法，应保证混凝土在硬化过程中，外表面始终处于湿润状态；

2 养护用水需符合相关规定，不得腐蚀混凝土；

3 当日最低温度低于 5℃时，不应采用洒水养护。

7.5.4 覆盖养护应符合下列规定：

1 覆盖养护宜在混凝土裸露表面覆盖塑料薄膜、塑料薄膜加麻袋、塑料薄膜加草帘；

2 塑料薄膜应紧贴混凝土裸露表面，塑料薄膜内应保持有凝结水；

3 覆盖物应严密，覆盖物的层数应按施工方案确定。

7.5.5 喷涂养护剂养护应符合下列规定：

1 应在混凝土裸露表面喷涂覆盖致密的养护剂进行养护；

2 养护剂应均匀喷涂在结构构件表面，不得漏喷，养护剂应具有可靠的保湿效果，保湿效果可通过试验检验；

3 养护剂使用方法应符合产品说明书的有关要求，养护剂不得对混凝土的性能造成影响。

7.5.6 大体积混凝土应加强养护，控制里表温差。

条文说明：本条说明了大体积混凝土覆盖养护与洒水养护的衔接要求，要符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。基础大体积混凝土裸露表面采用覆盖养护方式；当混凝土表面以内 40mm~80mm 位置的温度与环境温度的差值小于 25℃时，即可结束覆盖养护。覆盖养护结束但尚未到达养护时间要求时，可采用洒水养护方式直至养护结束。

7.5.7 混凝土强度达到 1.2N/mm²前，不得在其上踩踏、堆放荷载、安装模板及支架。

7.5.8 同条件养护试件的养护条件应与实体结构部位养护条件相同，并应采取措施妥善保管。

7.5.9 施工现场应具备混凝土标准试件制作条件，并应设置标准试件养护室或养护箱。标准试件养护应符合现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的有关规定。

条文说明：本条规定，混凝土标准试件在温度为 20±2℃、相对湿度为 95%以上的环境中养护 28 天。

7.6 施工质量的附加要求

7.6.1 根据结构所处的环境类别与环境作用等级，混凝土施工养护要求应符合表 7.6.1 的规定。

表 7.6.1 混凝土施工养护要求

环境作用等级	混凝土类型	养护制度
I -A	一般混凝土	至少养护 1d
	矿物掺合料混凝土	浇筑后立即覆盖、加湿养护，不少于 3d
I -B、I -C、II -B、II -C、 III -C、IV -C、V -C II -D、V -D	一般混凝土	养护至现场混凝土的强度不低于 28d 标准强度的 50%，且不少于 3d
	矿物掺合料混凝土	浇筑后立即覆盖、加湿养护至现场

Ⅱ -E, V -E		混凝土的强度不低于 28d 标准强度的 50%, 且不少于 7d
Ⅲ -D, Ⅳ -D Ⅲ -E, Ⅳ -E Ⅲ -F, Ⅵ -F	矿物掺合料混凝土	浇筑后立即覆盖、加湿养护至现场混凝土的强度不低于 28d 标准强度的 50%, 且不少于 7d; 继续保湿养护至现场混凝土的强度不低于 28d 标准强度的 70%

注: 1.表中要求适用于混凝土表面大气温度不低于 10℃的情况, 否则应延长养护时间;

2.有盐的冻融环境中混凝土施工养护应按Ⅲ、Ⅳ类环境的规定执行;

3.矿物掺和料混凝土在 I-A 环境中用于永久浸没于水中的构件。

7.6.2 处于 I -A, I -B 环境下的混凝土结构构件, 其保护层厚度施工质量验收要求应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

7.6.3 环境作用等级为 C、D、E、F 的混凝土结构构件, 保护层厚度的施工质量验收应符合下列规定:

1 对选定的每一配筋构件, 选择有代表性的最外侧钢筋 8 根 ~ 16 根进行混凝土保护层厚度的无破损检测; 对每根钢筋, 应选取 3 个代表性部位测量。

2 当同一构件所有测点有 95%或以上的实测保护层厚度 c_1 满足下式要求时, 则应认为合格:

$$c_1 \geq c - \Delta \quad (7.6.3)$$

式中: c ——保护层设计厚度;

Δ ——保护层施工允许负偏差的绝对值, 对梁、柱等条形构件取 10mm, 板、墙等面形构件取 5mm。

3 不能满足第 2 款的要求时, 可增加同样数量的测点进行检测, 按两次测点的全部数据进行统计; 仍不能满足第 2 款要求的, 则判定为不合格, 并应要求采取相应的补救措施。

条文说明：本条规定，表 4.2.3 增加 VI-F 环境等级，其他规定需符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的有关规定。

8 质量控制和验收

8.1 一般规定

8.1.1 混凝土原材料应按规范提供出厂检验报告，进场后，应按规定批次进行进场检验，检验报告应包括本规程 4.1 节规定的全部指标。

8.1.2 应在勘察设计、施工阶段对建（构）筑物周边环境土体和水体的氯盐、硫酸盐、镁盐等物质的种类、浓度及 pH 值进行检测，并应在不同季节、周边土体和水体变化等影响氯盐、硫酸盐、镁盐等物质浓度及 pH 值的情况下进行取样检测。

条文说明：本条规定，新疆地区干旱少雨、蒸发量大，建（构）筑物周边土体及水体中氯盐、硫酸盐、镁盐的浓度及 pH 值随季节变化显著，可溶盐随水分迁移导致离子浓度及 pH 值波动，因此需要根据不同季节及周边环境变化情况确定取样时机。

8.1.3 盐渍土地区，建（构）筑物运维阶段宜根据重要建（构）筑物等级、环境条件、季节等，定期或不定期对周边土体和水体中混凝土侵蚀物质浓度进行检测，并对建（构）筑物受侵蚀混凝土进行检测。

条文说明：本条规定了运维阶段的检测要求。建（构）筑物修建后会改变周边水体流动条件，蒸发及水温变化导致土体和水体中盐分浓度升高，盐结晶物附着于结构表面加剧侵蚀。检测数据表明，建（构）筑物修建后其周边土体及水体中氯盐、硫酸盐、镁盐浓度可比修建前增加数倍至十余倍。

8.1.4 煤矿、硫磺矿、石膏矿等含有氯盐、硫酸盐、镁盐等对混凝土有侵蚀作用的物质的矿场区域或附近修建建（构）筑物时，应加强建（构）筑物建设和运维过程中周边土体和水体混

凝土侵蚀物质浓度的检测。

条文说明：本条说明，新疆地区分布有大量煤矿、硫磺矿、石膏矿。工程实践表明，在矿区周边修建建（构）筑物时，地下水变化可能导致矿体中氯盐、硫酸盐、镁盐随水体迁移，对混凝土结构产生侵蚀破坏。

8.1.5 盐渍土取样及检测应符合现行国家标准《盐渍土地区建筑技术规范》GB/T 50942 的有关规定。

8.1.6 地下水位变化幅度较大或变化趋势对建（构）物不利的地段，应从初步勘察阶段开始对地下水位动态进行长期观测。

8.1.7 盐渍土区有地表水时，应对地表水试验进行分析，并宜对地表水体的水质进行长期监测。

8.2 原材料的质量检验

8.2.1 抗侵蚀混凝土用的水泥，检测内容应符合相应的水泥现行国家标准。取样频率按同一厂家、同一品种、同一代号、同一强度等级、同一批号且连续进场的水泥，袋装不超过 200t 为一批次，散装不超过 500t 为一批次，且每批抽样数量不少于一次。

8.2.2 强度等级 C60 以下抗侵蚀混凝土用矿渣微粉、粉煤灰检测项目和指标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、《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 的有关规定，强度等级 C60 及以上抗侵蚀混凝土掺合料检测项目和指标应符合现行国家标准《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736 的有关规定。取样频率按相应规范执行。当不同供方、不同品种的外加剂同时使用时，应经试验验证，并确保混凝土性能满足设计和施工要求后再使用。

8.2.3 对骨料或用于制作骨料的岩石，应进行碱活性检验，对河砂应进行碱-硅酸反应活性检验，对人工砂应进行碱-硅酸或碱-碳酸盐反应活性检验。

8.2.4 有预防混凝土碱骨料反应的混凝土工程，或在受较高氯离子作用的含碱环境中以及重要结构的混凝土，不宜采用有碱活性的骨料，且对具有碱-碳酸盐反应活性的骨料不得用于混凝土。如需使用碱-硅酸盐反应活性骨料，则应符合现行国家标准《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733 的有关规定。

8.2.5 抗侵蚀混凝土其他材料及拌合用水检测项目符合相应的规范要求，但不得加入铝粉或含有氯化物、硝酸盐等有害成分的外加剂。

8.3 混凝土拌合物性能检验

8.3.1 复合强盐环境混凝土原材料计量系统应经检定合格后方可使用，且混凝土生产单位每月应自检一次。原材料计量偏差应每班检查一次，原材料计量的允许偏差应按质量计算，应符合表 8.3.1 的规定。

表 8.3.1 原材料计量的允许偏差

原材料种类	计量允许偏差%
胶凝材料	±2
粗、细骨料	±3
拌合用水	±1
外加剂	±1

8.3.2 在生产和施工过程中，应对复合强盐环境混凝土拌合物进行抽样检验，坍落度、扩展度和经时损失应在搅拌地点和浇筑地点分别抽样检验。

8.3.3 复合强盐环境混凝土拌合物的坍落度、扩展度和经时损

失项目，每工作班应至少检验 2 次。

8.3.4 复合强盐环境混凝土拌合物性能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 的有关规定。

8.4 混凝土性能检验

8.4.1 混凝土性能应符合国家现行标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107、《混凝土质量控制标准》GB 50164、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的有关规定。

8.4.2 混凝土强度、氯离子扩散系数、抗冻耐久性指数应符合国家现行标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107、《混凝土质量控制标准》GB 50164、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的有关规定。

8.4.3 混凝土的原材料进场、计量、搅拌、运输、浇筑成型、养护应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定。

8.4.4 取样方法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 的有关规定。取样应在施工现场进行，应随机从同一车（盘）中取样，并不宜在首车（盘）混凝土中抽取。从车中取样时，应将混凝土搅拌均匀，并应在卸料量的 1/4 至 3/4 之间取样。

8.4.5 试件制作应在现场取样后 30min 内进行。试件制作和养护应符合现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》

GB/T 50081 和《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。

8.4.6 同一检验批中仅进行一组试验的检验项目，应以该组试验结果作为检验结果。混凝土试件的立方体抗压强度试验，应符合现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的有关规定。

8.4.7 混凝土强度的检验结果，应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定。符合设计规定的检验项目，则该批混凝土强度应评定为合格；当不能满足设计规定的检验项目要求时，该批混凝土强度应评定为不合格。

8.5 质量控制

8.5.1 复合强盐环境混凝土工程在正式施工前，应针对工程特点和施工条件，会同设计、施工监理及混凝土供应等各方，共同制定施工全过程和各个施工环节的质量控制与质量保证措施以及相应的施工技术条例。

8.5.2 施工和监理单位应各自委派专人负责记录混凝土运送到工地的时间和出机坍落度、浇筑时间和浇筑时的坍落度、浇筑时气温与混凝土浇筑温度、施工缝的划分、混凝土浇筑高度的控制以及混凝土的养护方式和养护过程，包括养护开始时间、混凝土养护中的表面温度与降温速率、拆时间与拆模时气温，以及养护后对混凝土强度发展和防裂的防护措施等。如果出现裂缝，要记录裂缝出现的时间、部位、尺寸和处理等情况。

8.5.3 复合强盐环境混凝土的原材料及配比，应在正式施工前的混凝土试配工作中，通过混凝土工作性、强度和耐久性指标的测定，并通过抗裂性能的对比试验后确定。

8.5.4 重要的工程应在现场进行模拟构件的试浇注，发现问题

及时调整,对其中截面最小尺寸大于 300mm 的构件,还宜测定混凝土的绝热或半绝热温升和自由收缩值。如无条件进行混凝土的开裂性能试验,为限制混凝土的早期开裂,可通过对混凝土早期强度的控制,要求 12 小时抗压强度不大于 8N/mm^2 或 24 小时不大于 12N/mm^2 ,当抗裂要求较高时,宜分别不高于 6N/mm^2 或 10N/mm^2 。

8.5.5 氯盐和其他化学腐蚀环境(Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ类)下的混凝土,潮湿养护的期限应不少于 7 天,且养护结束时混凝土达到的最低强度(根据工地现场养护的小试件测得,其养护条件与现场混凝土相同)与 28 天强度的比值应不低于 70%。

8.5.6 大量矿物和混凝土,在潮湿养护期正式结束后,在大气环境干燥或多风条件下,宜继续保湿养护一段时间,可采取喷涂养护剂、包裹塑料膜或外罩覆盖层等措施,避免风吹、暴晒,防止混凝土表面的水分蒸发。

8.5.7 其他质量控制应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

8.6 工程验收

8.6.1 现场混凝土耐久性质质量检验应符合下列规定:

- 1 通过无损检测,测定现场钢筋的混凝土保护层实际厚度。
- 2 通过标准预埋件的拔出试验或回弹仪试验,测定表层混凝土的强度并间接估计保护层混凝土的密实性质量。
- 3 引气混凝土,测定新拌混凝土的含气量以及硬化后混凝土的气泡间隔系数与抗冻耐久性指数 DF 值。
- 4 氯盐环境下的重要工程混凝土,测定混凝土的氯离子扩散系数。

8.6.2 混凝土保护层厚度应符合下列规定:

1 用于保护层厚度测定的仪器精度应不低于 1mm，检验的结构部位和构件数量应视工程的具体情况而定。对成批的同类构件，一般可各抽取构件数量的 10%且不少于 10 个构件进行检验。对选定的每一构件，可对各 12 根最外侧钢筋（一般为箍筋或分布筋）的保护层厚度进行检测。对每根钢筋，应在有代表性的部位测量 3 点，并对每一构件的测试数据进行评定。

2 同一构件测得的钢筋保护层厚度，有 95%或以上的测量数据大于或等于保护层最小厚度 $c_{\min}$ 应符合表 8.6.2 的规定，则认为合格；否则可增加同样数量的测点，按两次检测的全部数据进行统计，仍不能有 95%及以上的测点厚度大于或等于 $c_{\min}$ ，则认为不合格。

表 8.6.2 混凝土钢筋保护层最小厚度（mm）

环境作用等级		A	B	C	D	E	F
板、墙等 面形构件	设计使用年限 30 年	15	15	25	35	40	45
	设计使用年限 50 年	15	20	20	30	40	50
	设计使用年限 100 年	20	30	40	45	50	55
梁、柱等 条形构件	设计使用年限 30 年	20	25	30	40	45	50
	设计使用年限 50 年	25	30	40	45	50	55
	设计使用年限 100 年	30	35	45	50	55	60

注：1.表中根据耐久性需要的混凝土保护层最小厚度，其混凝土水胶比低于不大于 0.40。

2.表中的保护层最小厚度值如小于所保护钢筋的直径。则取与钢筋直径相同。

3.直接接触土体浇筑的混凝土保护层厚度应不小于 70mm。

4.处于流离水中或同时受水中泥砂冲击侵蚀的构件保护层厚度应适量增加 10—20mm。

对于风砂等特殊磨蚀环境下的构件保护层厚度应通过专门研究确定。

5.大厚度的墩柱、墙体等受压构件的保护层厚度宜增大 5mm。

6.硫酸盐腐蚀环境下，如无干湿交替，保护层最小厚度可取 35mm。

8.6.3 引气混凝土，应从到达现场的混凝土出料口取样，取样的频率通常与混凝土坍落度的测定频率相同。并应从经过泵送、

浇筑混凝土中抽样测试含气量。

8.6.4 氯盐环境下的重要工程，应在现场制作混凝土试件中，取芯测定混凝土抗氯离子侵入性的扩散系数或电通量指标，应符合表 8.6.4 的规定。

表 8.6.4 混凝土抗氯离子侵入性指标

侵入性指标	设计使用年限与作用等级			
	100 年		50 年	
	D	E	D	E
电通量指标（56 天龄期）	<800	<600	<1000	<800
氯离子扩散系数 D_{RCM} （28 天期） $10^{-12}m^2/s$	<7	<4	<10	<6

注：1.表中的混凝土抗氯离子侵入性指标与表 8.6.4 的钢筋保护层厚度相应、可根据钢筋保护层厚度和混凝土水胶比的具体特点对表中数据做适当调整；

2.表中的 D 值，仅适用于较大或大掺量矿物掺和料混凝土；对于胶凝材料中主要成分为硅酸盐水泥料的混凝土，可能需要更低的数值。

8.6.5 有抗冻要求混凝土，同一工程、同一配合比的混凝土每 5000m³ 取样一组抗冻试件，不足 5000m³ 取样一组，进行混凝土的抗冻性检测，抗冻耐久性指数应不低于表 8.6.5 的取值。厚度小于 150mm 的薄壁构件，表中的耐久性指数（DF 值）需再增加 5%。

表 8.6.5 抗冻耐久性指数

设计使用 年限	100 年			50 年		
环境条件	高度饱 水	中度饱 水	盐或化学 腐蚀下冻 融	高度饱 水	中度饱水	盐或化学 腐蚀下冻 融
严寒地区	80	70	85	70	60	80

寒冷地区	70	60	80	60	50	70
微冻地区	60	60	70	50	45	60

注：1.耐久性指数 DF 为 300 次快速冻融循环后的动弹性模量与初始值的比值，如在 300 次循环以前、试件的动弹性模量已降到初始值的 60%以下或质量损失已超过 5%，则以此时的环次数 N 计算 DF 值，并取 $DF=0.6 \times N/300$ 。快速冻融循环试验的方法可按 水工混凝土试验标准，试件自现场或模拟现场混凝土构件中取样；如在实验室制作，试件养护温度及试验龄期需按实际工程情况选定、对海水或化学腐蚀下冻融环境，试验时用于浸泡试件的水需用海水或含化学物质，其浓度与实际工程环境中相同；

2.高度饱水指冰冻前长期频繁接触水或湿润土体，混凝土体内高度水饱和；中度饱和指冰冻前偶受雨水或潮湿，混凝土体内饱水程度不高，盐冻指接触海水、除冰盐或其他化学腐蚀性物质下的冻融情况；

3.严寒、寒冷和微冻地区按其最冷月的平均气温：分别为： $\leq -8^{\circ}\text{C}$ ， $-8^{\circ}\text{C} \sim -3^{\circ}\text{C}$ 和 $-3^{\circ}\text{C} \sim -2.5^{\circ}\text{C}$ 划分。

8.6.6 钢筋混凝土构件在荷载作用下的表面横向裂缝宽度计算值应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的有关规定，超过要求时应采取环氧胶缝处刮封闭法，进行裂缝处理。计算裂缝宽度应按国家标准《混凝土结构设计标准》GB 50010-2010（2024 年版）的第 7.1.2 条中规定要求。

8.6.8 同一工程、同一配合比的混凝土每 5000m³ 取样一组抗硫酸盐侵蚀试件，不足 5000m³ 取样一组，进行混凝土的抗复合强盐侵蚀检测，检测方法 与评价应符合现行国家标准《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，抗复合盐等级应不低于 KS150，干湿循环次数不低于 150 次，抗压强度耐蚀系数不低于 75%。重要工程、硫酸根离子含量超过 20000mg/L、镁离子含量超过 6000mg/L 或使用年限超过 50 年时，应符合现行国家标准《水泥抗硫酸盐侵蚀试验方法》GB/T 749-2008 第 4 章中的 K 法（浸泡法）进行胶凝材料的抗侵蚀检

测，浸泡龄期不低于 12 个月，抗侵蚀系数不低于 80%。

条文说明：本条规定，现行国家标准《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 采用 5%硫酸盐溶液干湿交替试验，通过抗压强度下降率评价混凝土抗硫酸盐侵蚀性能。该方法的试验温度为 80℃，与实际工程环境存在差异。对于重要工程、硫酸根离子浓度超过 20000mg/L 或设计使用年限超过 50 年的工程，要同时采用现行国家标准《水泥抗硫酸盐侵蚀试验方法》GB/T 749-2008 第 4 章的 K 法（浸泡法），该方法试验温度与环境一致，可更真实地反映化学侵蚀对混凝土的破坏。

附录 A 复合强盐环境混凝土耐久性试验方法

A.0.1 通过模拟现场水、土中侵蚀溶液离子浓度，结合本规程或设计上对耐久性指标的要求，依据现行国家、行业标准相关试验方法，对复合强盐环境下混凝土耐久性进行检测。

A.0.2 所涉及的仪器设备与《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的仪器设备相同。

A.0.3 试验步骤应符合下列规定：

1 混凝土抗渗性能、抗碳化性能、混凝土抗氯离子渗透性（电通量法）、混凝土抗氯离子渗透性（RCM 法）应符合现行国家标准《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 混凝土抗冻性能、混凝土抗硫酸盐侵蚀性能试验应符合现行国家标准《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，使用的侵蚀溶液应按下列步骤进行确定：

- 1) 查询相关岩土工程勘察报告，或由委托方提供项目水、土中相关侵蚀溶液离子浓度；
- 2) 根据溶液离子浓度查询本规程表 4.2.4，查找对应的环境作用等级；
- 3) 根据相应的环境作用等级取离子浓度最大值，分别采用 NaCl、Na₂SO₄、MgSO₄、MgCl₂ 按配制与相关离子浓度相同的侵蚀溶液，将配制好的侵蚀溶液替换成抗冻性能试验中使用的水和抗硫酸盐侵蚀性能试验中的侵蚀溶液；
- 4) 按现行国家标准《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 方法进行相关试验。

A.0.4 结果与评定应符合下列规定：

1 复合强盐环境下混凝土耐久性的计算与结果应符合现行国家标准《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 复合强盐环境下混凝土耐久性的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。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的词：

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词：

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用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

4) 表示允许有选择，在一定条件下可以这样做的用词：

正面词采用“可”；

反面词采用“不可”；

2 本标准中指明应按其他有关标准，规范执行的写法为“应按……执行（或采用）”或“应符合……规定（或要求）”。非必须按指定的标准、规范执行的写法为“可参照……”。

引用标准名录

- 《混凝土外加剂应用技术规范》 GB 50119
《混凝土质量控制标准》 GB 50164
《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
《水力发电工程地质勘察规范》 GB 50287
《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
《通用硅酸盐水泥》 GB 175
《抗硫酸盐硅酸盐水泥》 GB/T 748
《水泥抗硫酸盐侵蚀试验方法》 GB/T 749
《混凝土外加剂》 GB 8076
《混凝土结构设计标准》 GB/T 50010
《工业建筑防腐蚀设计标准》 GB/T 50046
《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
《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》 GB/T 50082
《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107
《混凝土结构耐久性设计标准》 GB/T 50476
《盐渍土地区建筑技术规范》 GB/T 50942
《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》 GB/T 1596
《试验筛 技术要求和检验 第 1 部分：金属丝编织网试验筛》 GB/T 6003.1
《分析实验室用水规格和试验方法》 GB/T 6682
《建设用砂》 GB/T 14684
《建设用卵石、碎石》 GB/T 14685
《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》 GB/T

- 《高强高性能混凝土用矿物外加剂》 GB/T 18736
- 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 JGJ 52
- 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55
- 《混凝土用水标准》 JGJ 63
- 《公路工程集料试验规程》 JTG 3432
- 《水工混凝土砂石骨料试验规程》 DL/T 5151
- 《水工混凝土配合比设计规程》 DL/T 5330
- 《行星式水泥胶砂搅拌机》 JC/T 681
- 《水泥胶砂试体成型振实台》 JC/T 682
- 《40mm×40mm 水泥抗压夹具》 JC/T 683
- 《水泥胶砂振动台》 JC/T 723
- 《水泥胶砂电动抗折试验机》 JC/T 724
- 《水泥胶砂试模》 JC/T 726
- 《水泥胶砂试体养护箱》 JC/T 959
- 《水泥胶砂强度自动压力试验机》 JC/T 960
- 《现浇混凝土养护技术规范》 JC/T 60018
- 《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ/T 193
- 《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》 JTG/T 3310
- 《水运工程结构防腐蚀施工规范》 JTS/T 209

新疆维吾尔自治区地方标准

复合强盐环境下混凝土技术规程
条文说明

DB65/T XXXX-2026