

上海市工程建设规范



DG/TJ 08-2128-2021

J12444-2021

轨道交通及隧道工程混凝土结构耐久性设计施工技术标准

Standard for durability design and construction of concrete structures in rail transport and tunnel engineering

2021-05-31 发布

2021-11-01 实施

上海市住房和城乡建设管理委员会发布

上海市工程建设规范

轨道交通及隧道工程混凝土结构 耐久性设计施工技术标准

Standard for durability design and construction of concrete structures
in railtransport and tunnel engineering

DG/TJ 08—2128—2021

J12444—2021

主编单位：上海市建筑科学研究院(集团)有限公司

批准部门：上海市住房和城乡建设管理委员会

施行日期：2021年11月1日

2021 上海

上海市住房和城乡建设管理委员会文件

沪建标定〔2021〕352号

上海市住房和城乡建设管理委员会 关于批准《轨道交通及隧道工程混凝土结构 耐久性设计施工技术标准》为上海市工程建设规范的通知

各有关单位：

由上海市建筑科学研究院(集团)有限公司主编的《轨道交通及隧道工程混凝土结构耐久性设计施工技术标准》，经我委审核，现批准为上海市工程建设规范，统一编号为DG/TJ 08—2128—2021，自2021年11月1日起实施。

本规范由上海市住房和城乡建设管理委员会负责管理，上海市建筑科学研究院(集团)有限公司负责解释。

特此通知。

上海市住房和城乡建设管理委员会
二〇二一年五月三十一日

前 言

根据上海市住房和城乡建设管理委员会《关于印发〈2018年上海市工程建设规范、建筑标准设计编制计划〉的通知》(沪建交〔2017〕898号)的要求,本标准编制组在深入调研、认真总结实践经验、参考国外先进标准和广泛征求意见的基础上,对《轨道交通及隧道工程混凝土结构耐久性设计施工技术规范》DG/TJ 08—2128—2013进行了修订。

本标准共7章,主要内容有:总则;术语;基本规定;材料技术要求;耐久性设计及构造要求;生产、施工及验收;使用阶段维护与检测要求。

本标准主要结合轨道交通及隧道工程应用现状、原材料情况、现行技术措施及与现行标准的协调性等方面进行修订,修订的主要技术内容是:

1. 修改了混凝土原材料的技术要求。
2. 修改了混凝土保护层厚度指标。
3. 补充了混凝土配合比设计要求。
4. 增加了混凝土抗裂技术措施。
5. 增加了混凝土生产和施工的技术要求。
6. 修改了验收批次要求。
7. 更新了原材料和混凝土性能参数及其测试方法。

各单位及相关人员在执行本标准过程中,如有意见和建议,请反馈至上海市交通委员会(地址:上海市世博村路300号1号楼;邮编:200125;E-mail:shjtbiao zhun@126.com),上海市建筑科学研究院(集团)有限公司(地址:上海市宛平南路75号;邮编:200032;E-mail:jkyclgc@sribs.com.cn),或上海市建筑建材业市场管理总站

(地址:上海市小木桥路683号;邮编:200032;E-mail:shgcbz@163.com),以供修订时参考。

主编单位:上海市建筑科学研究院(集团)有限公司

参编单位:上海申通地铁集团有限公司

上海市建科学研究院有限公司

上海市隧道工程轨道交通设计研究院

同济大学

上海申通轨道交通研究咨询有限公司

上海建科检验有限公司

上海城建物资有限公司

上海建工建材科技集团股份有限公司

武汉源锦建材科技有限公司

埃肯国际贸易(上海)有限公司

上海兆捷实业发展有限公司

上海申昆混凝土集团有限公司

上海骏豪混凝土有限公司

上海宝生新型建材有限公司

上海城投航道建设有限公司

上海城投水务工程项目管理有限公司

上海市市政工程设计研究院集团

上海市城建设计研究院集团有限公司

上海陆家嘴金融贸易区开发股份有限公司

宁波科鑫腐蚀控制工程有限公司

宁波中淳高科股份有限公司

主要起草人:俞海勇 王琼 陆明 刘朝 陈嘉敏

李欢欢 朱敏涛 王秀志 鞠丽艳 蒋正武

吴凯 张贺 朱亚楠 刘朝明 苑立东

纪宪坤 钱平 蒋鑫 余学良 程先海

周渊 杨磊 司家宁 王诗雨 孙艾薇

范倩 刘楠 汤炼 吴猛 顾赞
韩凤兰 许东白 占伟 黄斌 董禹路
吴欣航 许国林 谢明包 鹤立 陈铭辉
主要审查人：施惠生 朱祖熹 陈兵 刘卫东 李珊珊
谷坤鹏 左俊卿

上海市建筑建材业市场管理总站

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	4
4	材料技术要求	7
4.1	一般规定	7
4.2	胶凝材料	7
4.3	骨 料	8
4.4	外加剂	9
4.5	其他材料	10
5	耐久性设计及构造要求	11
5.1	混凝土保护层厚度及强度等级	11
5.2	混凝土配合比设计要求	16
5.3	混凝土耐久性性能技术要求	20
5.4	构造要求	24
5.5	混凝土结构抗裂控制措施	24
5.6	耐久性设计附加措施	25
5.7	杂散电流预防附加措施	26
6	生产、施工及验收	28
6.1	一般规定	28
6.2	预制构件生产技术要求	29
6.3	混凝土施工技术要求	31
6.4	验 收	34
7	使用阶段维护与检测要求	36

附录 A 混凝土耐久性检测评估方法	37
本标准用词说明	40
引用标准名录	41
条文说明	43

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirements	4
4	Technical requirements of materials	7
4.1	General requirements	7
4.2	Cementing materials	7
4.3	Aggregates	8
4.4	Admixture	9
4.5	Other materials	10
5	Durability design and construction requirements	11
5.1	Cover thickness and strength grade of concrete	11
5.2	Mix proportion design requirements	16
5.3	Durability requirements	20
5.4	Construction requirements	24
5.5	Control measures for crack resistance of concrete structures	24
5.6	Additional measures for durability	25
5.7	Preventive measures of stray current	26
6	Production , construction and acceptance	28
6.1	General requirements	28
6.2	Technical requirements of production for prefabricated component	29
6.3	Technical requirements of concrete construction	31
6.4	Acceptance	34

7 Maintenance and detection requirements	36
Appendix A Methods for detection and evaluation of concrete durability	37
Explanation of wording in this standard	40
List of quoted standards	41
Explanation of provisions	43

1 总 则

1.0.1 为规范本市轨道交通及隧道工程混凝土结构耐久性设计和施工要求，保证轨道交通及隧道工程混凝土结构质量，特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于本市轨道交通及隧道工程混凝土结构在一般环境或氯化物环境作用下的耐久性设计和施工。

1.0.3 本标准规定的耐久性设计和施工要求，为结构达到设计使用年限并具有必要保证率的最低要求。

1.0.4 轨道交通及隧道工程混凝土结构的耐久性设计与施工，除应符合本标准外，尚应符合国家、行业和本市现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 混凝土结构耐久性 durability of concrete structure

在环境作用和正常维护、使用条件下，混凝土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。

2.0.2 环境作用 environmental action

温、湿度及其变化及二氧化碳、氧、盐、酸等环境因素对结构的作用。

2.0.3 一般环境 atmospheric environment

无冻融、氯化物和其他化学腐蚀物质作用的混凝土结构或构件的暴露环境。

2.0.4 氯化物环境 chloride environment

混凝土结构或构件受到氯盐侵入作用并引起内部钢筋锈蚀的暴露环境，具体包括海洋氯化物环境和除冰盐等其他氯化物环境。

2.0.5 设计使用年限 design working life

设计规定的结构或结构构件不需要进行大修即可按预定目的使用的年限。

2.0.6 混凝土保护层厚度 concrete cover to reinforcement

从混凝土表面到钢筋(包括纵向钢筋、箍筋和分布钢筋)公称直径外边缘之间的最小距离；对后张法预应力筋，为套管或孔道外边缘到混凝土表面的距离。

2.0.7 氯离子扩散系数 chloride diffusion coefficient

表示氯离子在混凝土中从高浓度区向低浓度区扩散速率的参数。

2.0.8 附加防腐蚀措施 additional protective measures

在改善混凝土密实性、增加保护层厚度和利用防排水措施等常规手段的基础上，为进一步提高混凝土结构耐久性所采取的补充措施，包括混凝土表面涂层、环氧涂层钢筋、钢筋阻锈剂和阴极保护等其他措施。

2.0.9 抗裂专项设计 special anti-cracking design

针对易开裂、有特殊要求的混凝土结构，从原材料、配合比设计、构造、施工等环节开展的混凝土抗裂性能提升专项举措。

3 基本规定

3.0.1 轨道交通及隧道工程混凝土结构的耐久性应在满足结构设计要求的前提下，根据结构的设计使用年限、结构所处的环境类别及作用等级进行设计；同一混凝土结构的不同构件或同一构件中不同部位所处的局部环境条件有差异时，应分别进行设计。

3.0.2 混凝土结构应按照便于施工、检查和维护并能减少环境因素对结构的不利影响的原则进行耐久性设计。混凝土结构处于严重腐蚀环境时，应采取必要的附加防腐蚀措施。

3.0.3 轨道交通及隧道工程混凝土结构的耐久性设计应包括下列内容：

- 1 结构的设计使用年限、环境类别及其作用等级。
- 2 有利于减轻环境作用的结构形式、布置和构造。
- 3 结构耐久性要求的混凝土原材料品质、配合比参数限值以及耐久性指标要求。
- 4 结构耐久性要求的构造措施。
- 5 与结构耐久性有关的裂缝控制、主要施工控制及验收要求。
- 6 针对严酷环境作用的多重防护措施与防腐蚀附加措施。
- 7 结构使用阶段的维护与检测要求。

3.0.4 厚度大于800 mm 明挖车站的底板(含底梁)、暗挖车站的底梁和顶梁以及厚度大于500 mm (含)的车站、区间(含折返线)的侧墙和顶板(或拱部衬砌)，应按大体积混凝土的有关规定采取抗裂控制措施。

3.0.5 宜针对地下车站侧墙、顶板等易出现开裂、渗水现象的部位进行混凝土结构抗裂专项设计。抗裂专项设计宜包括抗裂构

造措施、混凝土的收缩及温度等引起开裂的控制措施。

3.0.6 大体积混凝土或有抗裂性要求的混凝土结构，可采用60 d或设计规定龄期的混凝土抗压强度值作为检验评定混凝土强度的依据。

3.0.7 轨道交通及隧道工程结构的设计使用年限应符合设计要求；若设计无要求，应符合下列规定：

1 轨道交通的地下结构、高架结构及隧道工程整体设计使用年限不应少于100年。

2 附属地面建筑结构的整体设计使用年限不应少于50年。

3.0.8 轨道交通及隧道工程混凝土结构所处的环境类别和环境作用等级的确定，应根据工程地质勘察报告和环境调查报告等相关资料，按现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476执行。无相关环境调查资料时，可按表3.0.8执行。

表3.0.8 混凝土结构所处的环境类别和环境作用等级划分

环境类别	作用等级	环境条件	结构构件示例
一般环境	I-A	室内干燥环境	隧道内部、高架车站以及附属地面建筑结构内部处于常年干燥环境的构件
	I-B	长期湿润环境	处于水下或长期接触湿润土体的隧道、道床构件、地下车站结构； 长期接触湿润土体的高架结构与附属地面建筑结构的基础构件
		非干湿交替的室内潮湿环境	隧道内部、高架车站以及附属地面建筑结构内部处于中、高湿度环境中的构件
		非干湿交替的露天环境	高架、附属地面建筑和高架段道床结构中暴露在大气中，但不受雨淋、不接触水的构件
	I-C	干湿交替环境	隧道、道床结构中接触有干湿交替土体的构件； 隧道一面接触水，另一面干燥的薄壁构件； 高架、附属地面建筑结构中频繁受雨淋和接触水的构件

续表3.0.8

环境类别	作用等级	环境条件	结构构件示例
氯化物环境	IV-C	较低氯离子浓度	处于含有氯化物的水下或接触含有较低浓度氯化物长期湿润土体的隧道、道床构件； 接触含有较低浓度氯化物长期湿润土体的高架结构与附属地面建筑结构的基础构件
	IV-D	较高氯离子浓度	处于含有氯化物的水下或长期接触含有较高浓度氯化物湿润土体的隧道、道床构件； 长期接触含有较高浓度氯化物湿润土体的高架结构与附属地面建筑结构的基础构件
	IV-E	高氯离子浓度，或干湿交替引起氯离子积累	隧道、道床结构中接触含有高浓度氯化物的构件； 隧道、道床结构中接触含有氯化物且有干湿交替土体的构件； 隧道一面接触含有氯化物的水，另一面干燥的薄壁构件

注：“氯化物环境下氯离子浓度的高低区分：较低为100 mg/l~500 mg/l;较高为501 mg/l~5000 mg/l;高为大于5000 mg/l。如构件周边永久浸没水(或土)中不存在干湿交替或接触大气，可按环境作用等级V-C考虑。

3.0.9 轨道交通地下结构(含车站与区间)及隧道结构中壁厚小于350 mm的构件视为薄壁构件；对于壁厚大于600 mm, 一面临水、另一面干燥的构件，可按照长期湿润环境考虑；对于壁厚350 mm~600 mm的构件，由设计人员根据具体情况确定作用等级。

3.0.10 对于存在冻融或其他化学腐蚀的环境，由设计人员根据具体情况确定作用等级。

3.0.11 在长期潮湿或接触水的环境条件下，轨道交通及隧道工程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、钙矾石延迟反应和软水对混凝土的溶蚀，在设计中采取相应的措施。

3.0.12 存在杂散电流腐蚀的轨道交通及隧道工程结构，应综合考虑杂散电流腐蚀对耐久性的影响。

4 材料技术要求

4.1 一般规定

4.1.1 所选用原材料除应符合国家现行相关标准的规定外，还应考虑环境条件的影响，具有所需的耐久性能，满足设计要求。

4.1.2 原材料在运输和存储过程中应设标识，按品种、规格分别堆放，不得混杂，并防止材料被污染。

4.2 胶凝材料

4.2.1 宜选用普通硅酸盐或硅酸盐水泥，其品质应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定，水泥熟料中 C_3A 含量不应大于8%，水泥比表面积不应超过 $400\text{ m}^2/\text{kg}$ ，碱含量不应大于0.60%。

4.2.2 粉煤灰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的规定，宜采用F类Ⅱ级或Ⅰ级。

4.2.3 粒化高炉矿渣粉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，应采用S95或以上级别。

4.2.4 硅粉应符合现行国家标准《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690的规定，且其二氧化硅含量不应小于90%，比表面积(BET法)不应小于 $18\text{ m}^2/\text{g}$ ，氯离子含量不应大于0.08%。

4.2.5 若采用复合胶凝材料或复合掺合料，必须经过有资质的第三方认证。所选用的原材料种类较多时，宜采用工厂集中配制的方式进行生产。

4.3 骨 料

4.3.1 粗骨料应选用级配合理、粒形良好、质地坚固的洁净碎石。粒径宜为5 mm~25 mm连续级配。碎石除应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52的规定外，还应符合表4.3.1的规定。

表4.3.1 粗骨料技术要求

项 目	强度等级	
	≥C55	C50~C30
含泥量(%)	≤0.5	≤1.0
泥块含量(%)	≤0.2	≤0.3
针、片状颗粒含量(%)	≤8	≤10
坚固性指标(%)	≤5	≤8
氯离子含量(%)	≤0.02	
吸水率(%)	≤1	

4.3.2 细骨料应使用中砂，不得单独使用细砂和特细砂，不得使用海砂、山砂及风化严重的多孔砂。中砂除应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52的要求外，还应符合表4.3.2的规定。细度模数应为2.3~2.9，且符合II区颗粒级配要求。

表4.3.2 细骨料技术要求

项 目	强度等级		
	≥C55	C50~C30	
天然砂	含泥量(%)	≤2.0	≤3.0
	泥块含量(%)	≤0.5	≤1.0
	坚固性指标(%)	≤5	≤8

续表4.3.2

项 目		强度等级		
		≥C55	C50~C30	
人工砂 或混 合砂	石粉含量 (%)	MB<1.4或合格	≤5.0	≤7.0
		MB≥1.4或不合格	≤2.0	≤3.0
	泥块含量(%)		≤0.5	≤1.0
	压碎值指标(%)		≤25	

4.3.3 预应力混凝土、钢纤维混凝土、装配整体式混凝土结构、设计年限100年或以上的混凝土结构及其他有特殊要求的钢筋混凝土结构用细骨料的氯离子含量不应大于0.01%。附属设施或设计年限小于100年的混凝土结构用细骨料的氯离子含量不应大于0.02%。

4.3.4 宜选用不具有碱活性的骨料。当骨料存在潜在的碱-硅酸盐反应危害时，应控制混凝土中碱含量不超过3.0 kg/m³，并采取能抑制碱-骨料反应的有效措施，通过试验验证后使用；当骨料存在潜在的碱-碳酸盐反应危害时，不应用作混凝土骨料。

4.4 外加剂

4.4.1 外加剂的质量和使用要求应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076、《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 和其他国家及行业标准的规定。

4.4.2 应根据混凝土性能要求，合理选择与混凝土原材料相容的外加剂。

4.4.3 轨道交通及隧道工程混凝土宜采用有防收缩功能的聚羧酸高性能减水剂。

4.4.4 现浇混凝土用减水剂的混凝土减水率宜大于18%，预制构件混凝土用减水剂的混凝土减水率宜大于22%。

4.4.5 混凝土中采用的化学外加剂中的氯离子(按折固含量计)应小于0.6%。

4.5 其他材料

4.5.1 混凝土拌和用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ63 的要求。

4.5.2 纤维材料应具有与混凝土结合良好的性能，宜采用合成纤维或钢纤维，应符合现行国家标准《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》GB/T 21120及现行行业标准《混凝土用钢纤维》YB/T 151、《钢纤维混凝土》JG/T 472和《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221的规定。

4.5.3 环氧涂层钢筋应符合现行行业标准《环氧树脂涂层钢筋》JG/T 502的要求。

4.5.4 当采用具有抑制温升、微膨胀功能的防裂抗渗材料或其他材料时，应具有与混凝土良好的相容性能，且通过检验验证，相关性能符合国家和行业标准及设计要求。

5 耐久性设计及构造要求

5.1 混凝土保护层厚度及强度等级

5.1.1 一般环境或较低氯离子浓度环境条件下的混凝土结构保护层厚度应满足钢筋的防锈、耐火以及与混凝土之间粘结力传递要求，且其设计值不得小于钢筋的公称直径。最低混凝土强度等级及保护层最小厚度应符合表5.1.1的规定。

表5.1.1 一般环境或较低氯离子浓度环境条件下最低混凝土强度等级及保护层最小厚度

结构类别				最低混凝土强度等级	保护层最小厚度a (mm)	
地下结构	地下连续墙	单层墙	迎土/水面	C35	55	
			背土/水面		55	
		叠合墙	迎土/水面	C35	55	
			背土/水面		35	
		复合墙	迎土/水面	C35	55	
			背土/水面		55	
	钻孔灌注桩				C35	60
	明挖法结构	顶、底板		迎土/水面	C35	40
				背土/水面		35
		侧墙	叠合墙	迎土/水面	C35	30
				背土/水面		35
			复合墙	迎土/水面	C35	40
背土/水面				35		

续表5.1.1

结构类别				最低混凝土 强度等级	保护层最小 厚度 (mm)
地下 结构	明挖法 结构	中板	上、下侧	C35	30
		顶、底梁	迎土/水面	C35	40
			背土/水面		30
		中板梁	上、下侧	C35	30
		柱		C40	30
	站台板	上、下侧	C30	20	
	盾构法 结构	钢筋混凝土 管片	迎土/水面	C55 (C50)b	35
			背土/水面		25
		连接通道	迎土/水面	C35	40
			背土/水面		35
	道床	上、下侧	C30	30	
	沉管法 结构	顶、底板	迎土/水面	C35	40
			背土/水面		35
		侧墙	迎土/水面	C35	40
			背土/水面		35
	中隔墙	左、右侧	C35	30	
	顶管法 结构	钢筋混凝 土管节	迎土/水面	C50	35
			背土/水面		25
	箱涵顶 进法结构	顶、底板	迎土/水面	C35	40
			背土/水面		35
		侧墙	迎土/水面	C35	40
			背土/水面		35
		中隔墙	左、右侧	C35	30
	沉井法 结构	顶、底板	迎土/水面	C35	40
			背土/水面		35
		侧墙	迎土/水面	C35	40
			背土/水面		35
		中隔墙	左、右侧	C35	30

续表5.1.1

结构类别				最低混凝土强度等级	保护层最小厚度*(mm)	
地上结构	高架车站 框架式结构	建筑梁、柱		C30	30	
		建筑板		C30	25	
		灌注桩		C35	60	
	高架车站 桥梁式结构及高架 区间结构	混凝土主梁		C40	≥de, 且≥50(顶 面及侧面预应力 钢筋);60(底面 预应力钢筋)	
		盖梁			C40	35
		立柱、桥台		C40	35	
		承台	上表面、侧面		C35	35
			下表面d			100
		整体道床		C40	35	
		灌注桩		C35	60	
		设计年限 为100年 的附属 建筑	建筑梁、柱		C30	30
	建筑板		C30	25		
	建筑 基础		桩基础	C35	60	
			浅基础		60	
	设计年限 为50年 的附属建筑	建筑梁、柱		C30	20	
		建筑板		C30	15	
		建筑 基础	灌注桩	C30	50	
			浅基础		40	

注：本表中的混凝土最小保护层厚度已包括施工误差值。

b 括号内的数值为双圆管片的混凝土最低强度等级。

d 为预应力管道的直径。

d 承台下表面混凝土保护层应设置钢筋网片。

5.1.2 较高或高氯离子浓度环境条件下最低混凝土强度等级及保护层最小厚度应符合表5.1.2的规定。

表5.1.2 较高或高氯离子浓度环境条件下最低混凝土强度等级及保护层最小厚度

结构类别				最低混凝土强度等级	保护层最小厚度 (mm)	
地下结构	地下连续墙	单层墙	迎土/水面	C45	60	
			背土/水面		55	
		叠合墙	迎土/水面	C45	60	
			背土/水面		35	
		复合墙	迎土/水面	C40	60	
			背土/水面		60	
	钻孔灌注桩			C40	65	
	明挖法结构	顶、底板	迎土/水面	C45	45	
			背土/水面		35	
		侧墙	叠合墙	迎土/水面	C45	35
				背土/水面		35
			复合墙	迎土/水面		45
				背土/水面		35
		中板	上、下侧	C45	30	
		顶、底梁	迎土/水面	C45	45	
			背土/水面		30	
		中板梁	上、下侧	C45	30	
		柱			C40	30
		站台板	上、下侧	C30	20	
	盾构法结构	钢筋混凝土管片	迎土/水面	C55(C50)b	40	
			背土/水面		25	
		连接通道	迎土/水面	C45	45	
			背土/水面		35	
		道床	上、下侧	C30	30	
沉管法结构	顶、底板	迎土/水面	C45	45		
		背土/水面		35		

续表5.1.2

结构类别				最低混凝土强度等级	保护层最小厚度 (mm)	
地下结构	沉管法结构	侧墙	迎土/水面	C45	45	
			背土/水面		35	
		中隔墙	左、右侧	C45	30	
	顶管法结构	钢筋混凝土管节	迎土/水面	C50	40	
			背土/水面		25	
	箱涵顶进法结构	顶、底板	迎土/水面	C45	45	
			背土/水面		35	
		侧墙	迎土/水面	C45	45	
			背土/水面		35	
		中隔墙	左、右侧	C45	30	
		沉井法结构	顶、底板	迎土/水面	C45	45
	背土/水面			35		
	侧墙		迎土/水面	C45	45	
			背土/水面		35	
	中隔墙		左、右侧	C45	30	
	地上结构	高架车站框架式结构	建筑梁、柱		C30	30
建筑板				C30	25	
灌注桩				C45	65	
高架车站桥梁式结构及高架区间结构		混凝土主梁			C40	$\geq d^{\circ}$, 且 ≥ 50 (顶面及侧面预应力钢筋);60(底面预应力钢筋)
		盖梁			C40	35(普通钢筋)
		立柱、桥台	—		C40	35
		承台	上表面、侧面		35	45
			下表面			100

续表5.1.2

结构类别				最低混凝土强度等级	保护层最小厚度(mm)
地上结构	高架车站桥梁式结构及高架区间结构	整体道床		C40	35
		灌注桩		C45	65
	设计年限为100年的附属建筑	建筑梁、柱		C30	30
		建筑板		C30	25
		建筑基础	桩基础	C45	65
			浅基础		65
	设计年限为50年的附属建筑	建筑梁、柱		C30	20
		建筑板		C30	15
		建筑基础	灌注桩	C30	55
			浅基础		45

注：a 本表中的混凝土最小保护层厚度已包括施工误差值。
 b 括号内的数值为双圆管片的混凝土最低强度等级。
 c d为预应力管道的直径。
 d 承台下表面混凝土保护层应设置钢筋网片。

5.2 混凝土配合比设计要求

5.2.1 一般环境或较低氯离子浓度环境条件下不同结构构件的混凝土主要耐久性配合比参数应符合表5.2.1的要求。

表5.2.1 一般环境或较低氯离子浓度环境条件下混凝土水胶比和胶凝材料用量

结构部位			最低强度等级	最大水胶比	最小胶凝材料用量b (kg/m ³)	最大胶凝材料用量b (kg/m ³)
地下结构	明挖法结构	地下连续墙、钻孔灌注桩	C35	0.50(0.45)	300(350) c	400(420) c

续表5.2.1

结构部位		最低强度等级	最大水胶比	最小胶凝材料用量 ^b (kg/m ³)	最大胶凝材料用量 ^b (kg/m ³)	
地下结构	明挖法结构	顶板、中板、底板、顶梁、中板梁、底梁、侧墙	C35	0.45(0.43)	350(360)	420(430)
		柱	C40	0.43(0.40)	360(400)	440(480)
		站台板	C30	0.45	350	420
	盾构法结构	管片	C55	0.35(0.33)	380(400) ^c	500(520) ^c
		连接通道	C35	0.45(0.43)	350(360)	420(430) ^e
		道床	C30	0.45	350	420
	沉管法结构	顶板、底板、侧墙、中隔墙	C35	0.45(0.43)	350(360)	420(430)
	顶管法结构	管节	C50	0.35(0.33)	380(400) ^e	500(520)
	箱涵顶进法结构	顶板、底板、侧墙、中隔墙	C35	0.45(0.43)	350(360)	420(430) ^o
沉井法结构	顶板、底板、侧墙、中隔墙	C35	0.45(0.43)	350(360)	420(430)	
地上结构	高架车站框架式结构	建筑梁、柱	C30	0.45	350	420
		建筑板	C30	0.45	350	420
		灌注桩	C35	0.45(0.43)	350(360) ^e	420(430)
	高架车站桥梁式结构及高架区间结构	混凝土主梁	C40	0.43	360	440
		盖梁	C40	0.43	360	440
		立柱、桥台	C40	0.43	360	440
		承台	C35	0.45	350	420
		整体道床	C40	0.43	360	440
		灌注桩	C35	0.45(0.43)	350(360)	420(430) ^c

续表5.2.1

结构部位			最低强度等级	最大水胶比	最小胶凝材料用量 ^b (kg/m ³)	最大胶凝材料用量 ^b (kg/m ³)
地上结构	设计年限为100年的附属建筑	建筑梁、柱	C30	0.45	350	420
		建筑板	C30	0.45	350	420
		建筑基础	C35	0.45(0.43)	350(360)	420(430)
	设计年限为50年的附属建筑	建筑梁、柱	C30	0.45	350	420
		建筑板	C30	0.45	350	420
		建筑基础	C30	0.45	350	420

注：水胶比和胶凝材料用量应以满足结构设计对混凝土的各项指标为前提。

^b 最小和最大胶凝材料用量以强度等级42.5的普通硅酸盐水泥为基准；若使用更高标号的水泥，可根据实际情况调整。

括号内的数值为较低氯离子浓度环境条件下混凝土所对应的最大水胶比、最小和最大胶凝材料的用量。

5.2.2 处于较高或高氯离子浓度环境条件下不同结构构件的混凝土主要耐久性配合比参数应符合表5.2.2的要求。

表5.2.2 较高或高氯离子浓度环境条件下混凝土水胶比和胶凝材料用量

结构部位			最低强度等级	最大水胶比	最小胶凝材料用量 ^b (kg/m ³)	最大胶凝材料用量 ^b (kg/m ³)
地下结构	地下连续墙	单层墙、叠合墙	C45	0.40	400	480
		复合墙	C40	0.43	360	440
	钻孔灌注桩		C40	0.43	360	440
	明挖法结构	顶板、中板、底板 顶梁、中板梁、 底梁、侧墙	C45	0.40	400	480
		柱	C40	0.43	360	440
		站台板	C30	0.45	350	420

续表5.2.2

结构部位		最低强度等级	最大水胶比	最小胶凝材料用量 ^b (kg/m ³)	最大胶凝材料用量 ^b (kg/m ³)	
地下结构	盾构法结构	管片	C55	0.33	400	520
		连接通道	C45	0.40	400	480
		道床	C30	0.45	350	420
	沉管法结构	顶板、底板、侧墙、中隔墙	C45	0.40	400	480
	顶管法结构	管节	C50	0.33	400	520
	箱涵顶进法结构	顶板、底板、侧墙、中隔墙	C45	0.40	400	480
	沉井法结构	顶板、底板、侧墙、中隔墙	C45	0.40	400	480
地上结构	高架车站框架式结构	建筑梁、柱	C30	0.45	350	420
		建筑板	C30	0.45	350	420
		灌注桩	C45	0.40	400	480
	高架车站桥梁式结构及高架区间结构	混凝土主梁	C40~C50	0.43	360	440
		盖梁	C40~C50	0.43	360	440
		立柱、桥台	C40	0.43	360	440
		承台	C35	0.45	350	420
		整体道床	C40	0.43	360	440
		灌注桩	C45	0.40	400	480
		设计年限为100年的附属建筑	建筑梁、柱	C30	0.45	350
	设计年限为50年的附属建筑	建筑板	C30	0.45	350	420
		建筑基础	C45	0.40	400	480
		建筑梁、柱	C30	0.45	350	420
	设计年限为50年的附属建筑	建筑板	C30	0.45	350	420
		建筑基础	C40	0.43	360	440

注：水胶比和胶凝材料用量应以满足结构设计对混凝土的各项指标为前提。

b 最小和最大胶凝材料用量以强度等级42.5的普通硅酸盐水泥为基准；若使用更高标号的水泥，可根据实际情况调整。

5.2.3 混凝土应按高性能混凝土的要求配制，并应在不同季节作相应调整。

5.2.4 混凝土中应掺用粉煤灰或矿粉等矿物掺和料或矿物复合掺和料，一般环境下的掺量总和不宜小于总胶凝材料的30%，氯化物环境下的掺量不宜小于总胶凝材料的40%。混凝土配合比中最小水泥用量宜为 220 kg/m^3 ，掺合比例在不同季节宜作调整。

5.2.5 混凝土配合比中胶凝材料水化热3d 不宜大于 220 kJ/kg ，水化热7 d 不宜大于 280 kJ/kg 。

5.2.6 混凝土中氯离子含量应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《预制混凝土衬砌管片》GB/T 22082的规定。

5.2.7 混凝土原材料引入的碱含量不应大于 3.0 kg/m^3 。

5.2.8 混凝土的配合比设计和配制，在满足施工和易性及强度等级要求外，应以混凝土抗氯离子渗透性能、抗裂性能和抗碳化性能为主要控制指标。

5.2.9 当使用人工砂或混合砂时，应适当增加减水剂用量，降低混凝土单方用水量，调节混凝土拌合物性能，并符合现行行业标准《人工砂混凝土应用技术规程》JGJ/T 241和现行上海市工程建设规范《人工砂在混凝土中的应用技术规程》DG/TJ 08—506的规定。

5.3 混凝土耐久性性能技术要求

5.3.1 一般环境或较低氯离子浓度环境条件下混凝土耐久性性能指标要求应符合表5.3.1的要求。

5.3.2 处于较高或高氯离子浓度环境条件下混凝土耐久性性能指标要求应符合表5.3.2的要求。

表5.3.1 一般环境或较低氯离子浓度环境条件下混凝土耐久性性能指标

结构部位			混凝土抗离子渗透性能			抗碳化性能	抗裂性能
			电通量 (C)	氯离子扩散系数 (10 ⁻¹² m ² /s)		快速碳化深度 (mm)	抗裂等级
				自然扩散法指标值	R C M 法指标值		
地下结构	明挖法结构	地下连续墙、钻孔灌注桩	≤2000				L-IV
		梁、板	≤2000	≤1.8	≤4		L-IV
		侧墙	≤2000	1.8	4		L-V
		柱	2.000		—		L-IV
		排风井	≤2000			≤20	L-IV
	盾构法结构	管片	≤1000	1.2	≤3	≤10	L-V
		连接通道	≤2000				L-V
		道床	≤2000				L-IV
	沉管法结构	板、侧墙	≤2000	≤1.8	≤4		L-IV
	顶管法结构	管节	≤1000	≤1.2	≤3	≤10	L-V
	箱涵顶进法结构	板、侧墙	2000	≤1.8	≤4		L-IV
	沉井法结构	板、侧墙	2000	≤1.8	≤4	—	L-IV
地上结构	高架车站框架式结构	建筑梁、柱	≤2000	—	-		L-IV
		建筑板					
		灌注桩		≤2000	≤1.8		
	高架车站桥梁式结构及高架区间结构	混凝土主梁	≤2000	—	—	—	L-IV
		盖梁					
		立柱、桥台					
整体道床							
承台	≤2000	≤1.8	≤4				
灌注桩							

续表5.3.1

结构部位			混凝土抗离子渗透性能			抗碳化性能	抗裂性能
			电通量 (C)	氯离子扩散系数 (10 ⁻¹² m ² /s)		快速碳化深度 (mm)	抗裂等级
				自然扩散法指标值	RCM法指标值		
地上结构	设计年限为100年的附属建筑	建筑梁、柱	≤2000				L-IV
		建筑板					
		建筑基础	≤2000	≤1.8	≤4		
	设计年限为50年的附属建筑	建筑梁、柱	≤2800			—	L-IV
		建筑板					
		建筑基础					

表5.3.2 较高或高氯离子浓度环境条件下氯化物环境下混凝土耐久性性能指标

结构部位			混凝土抗离子渗透性能			抗碳化性能	抗裂性能
			电通量 (C)	氯离子扩散系数 (10 ⁻¹² m ² /s)		快速碳化深度 (mm)	抗裂等级
				自然扩散法指标值	RCM法指标值		
地下结构	明挖法结构	地下连续墙、钻孔灌注桩	≤1500	≤1.5	≤3.5		L-IV
		梁、板	≤1500	≤1.5	≤3.5		L-IV
		侧墙	≤1500	≤1.5	≤3.5		L-IV
		柱	≤1500	≤1.5	≤3.5		L-IV
		排风井	≤1500	≤1.5	≤3.5	≤20	L-IV
	盾构法结构	管片	≤1.000	≤1.2	≤3	≤10	L-V
		联络通道	≤1500	≤1.5	≤3.5		L-IV
		道床	≤1500	≤1.5	≤3.5	—	L-IV

续表5.3.2

结构部位			混凝土抗离子渗透性能			抗碳化性能	抗裂性能
			电通量 (C)	氯离子扩散系数 ($10^{-12}m^2/s$)		快速碳化深度 (mm)	抗裂等级
				自然扩散法指标值	RCM法指标值		
地下结构	沉管法结构	板、侧墙	≤ 1500	≤ 1.5	≤ 3.5	—	L-IV
	顶管法结构	管节	≤ 1000	≤ 1.2	≤ 3	≤ 10	L-V
	箱涵顶进法结构	板、侧墙	≤ 1500	≤ 1.5	≤ 3.5	—	L-V
	沉井法结构	板、侧墙	≤ 1500	≤ 1.5	≤ 3.5	—	L-V
地上结构	高架车站 框架式结构	建筑梁、柱	≤ 2.000	≤ 1.8	≤ 4		L-IV
		建筑板					
		灌注桩	1500	≤ 1.5	≤ 3.5		L-IV
	高架车站 桥梁式结构及高架 区间结构	混凝土主梁	≤ 2000	≤ 1.8	≤ 4	—	L-IV
		盖梁					
		立柱、桥台					
		承台					
		整体道床	≤ 1500	≤ 1.5	≤ 3.5		L-IV
	灌注桩						
	设计年限 为100年的 附属建筑	建筑梁、柱	≤ 2000	≤ 1.8	≤ 4	—	L-IV
		建筑板					
		建筑基础	≤ 1500	≤ 1.5	≤ 3.5	—	L-IV
设计年限 为50年的 附属建筑	建筑梁、柱	≤ 2000	≤ 1.8	≤ 5		L-IV	
	建筑板						
	建筑基础	≤ 1500	≤ 1.5	≤ 3.5	—	L-V	

5.3.3 掺纤维混凝土的抗氯离子渗透性能应采用自然扩散法进行测试。

5.3.4 混凝土抗氯离子渗透性能发生争议时以自然扩散法为准。

5.4 构造要求

5.4.1 所有结构接缝处应采取抗裂防渗的加强措施。

5.4.2 当工程的设计使用年限为100年时，不得使用冷加工钢筋和直径小于或等于6mm的钢筋作为受力钢筋。

5.4.3 钢筋混凝土构件中有部分长期暴露在外的吊环或紧固件、连接件等金属部件，应采取可在使用阶段与外部环境有效隔离的附加防护措施。

5.4.4 地下结构各层楼板与侧墙交界处(设置钢筋连接器处)的竖向钢筋净距不应小于50 mm。

5.4.5 施工缝、变形缝、诱导缝与各种接缝的位置应尽量避免处于最不利环境作用的部位，并应有专项的接缝防水设计。

5.4.6 叠合墙的内衬施工应预先对钢支撑部位采取防水构造措施并有专项设计。

5.5 混凝土结构抗裂控制措施

5.5.1 对于有抗裂、防渗等特殊要求的混凝土结构，应进行抗裂专项设计，宜进行混凝土结构的裂缝控制专项咨询或论证，并采用实际工程用的原材料及配合比进行必要的试验验证。

5.5.2 超长、大体积结构以及具有特殊控裂要求的结构，应控制非荷载裂缝发生，采取裂缝控制综合技术降低混凝土结构开裂风险。

5.5.3 对有非荷载裂缝控制要求的混凝土结构，应结合抗裂专项设计在混凝土配合比设计时采用补偿收缩混凝土技术、纤维阻裂技术、水化热调控技术等裂缝控制综合技术措施，改善混凝土结构抗裂性。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/18705004006200613>

0