

ICS 91.100.30

CCS P 33

DB21

辽宁省地方标准

DB21/T 4164—2025

植生混凝土应用技术规程

Technical specification for application of green-growing concrete

2025-07-30发布

2025-08-30实施

辽宁省住房和城乡建设厅

辽宁省市场监督管理局

联合发布

辽 宁 省 地 方 标 准

植生混凝土应用技术规程

Technical specification for application of green-growing concrete

DB21/T 4164—2025

主编单位：沈阳建筑大学

批准单位：辽宁省住房和城乡建设厅

施行日期：2025 年 8 月 30 日

2025 沈阳

前　　言

根据辽宁省市场监督管理局《辽宁省市场监督管理局关于印发 2023 年辽宁省地方标准立项计划的通知》(辽市监发〔2023〕27 号)和辽宁省住房和城乡建设厅《关于印发 2023 年度辽宁省工程建设地方标准编制修订计划的通知》(辽住建科〔2023〕39 号),由沈阳建筑大学会同有关单位经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国内外先进的标准,并在广泛征求意见的基础上,编制了本规程。

本规程的主要技术内容是:1 总则;2 术语;3 原材料;4 植生混凝土技术要求;5 设计;6 施工;7 质量检验和验收;附录 A 植生混凝土浸泡溶液 pH 值测试方法;附录 B 植生混凝土连续孔隙率测试方法;附录 C 植生混凝土抗压强度测试方法;附录 D 植生混凝土抗草酸侵蚀性能测试方法。

本规程由辽宁省住房和城乡建设厅负责管理,由沈阳建筑大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送沈阳建筑大学(地址:辽宁省沈阳市浑南区浑南中路 25 号沈阳建筑大学,邮编:110168,电子邮箱:zhisheng_db@126.com)。

本规程的部分内容可能涉及专利,发布机构不承担识别专利的责任。

本规程主编单位:沈阳建筑大学

本规程参编单位:上海建工五建集团有限公司

中国铁建大桥工程局集团有限公司

沈阳市市政工程设计研究院有限公司

沈阳中铁盛丰置业有限公司

沈阳正前方混凝土有限公司

辽宁工程技术大学

大连海洋大学

中铁九局集团有限公司

辽宁科技大学

辽宁省产品质量监督检验院

本规程主要起草人:王凤池 丁向群 康天蓓 李艳凤 王庆贺 张霓
卢珊 高阔 仲海民 王静睿 王志平 谢得璞

于亚洲 杨福刚 孙 畅 谭淑樱 李鹏旭 吴 驰
任 琪 王敬天 杜明坎

本规程主要审查人员：杨 璐 王述红 金恒刚 夏志忠 辛利伍
阎 磊 赵东阳

目 次

1 总则.....	3
2 术语.....	4
3 原材料.....	5
3.1 骨料.....	5
3.2 胶凝材料.....	5
3.3 其他材料.....	6
4 植生混凝土技术要求.....	7
4.1 一般规定.....	7
4.2 力学性能.....	7
4.3 耐久性能.....	8
5 设计.....	9
5.1 配合比设计.....	9
5.2 植生基材设计.....	10
6 施工.....	11
6.1 制备和运输.....	11
6.2 浇筑和养护.....	12
6.3 植生基材铺装.....	12
7 质量检验和验收.....	13
7.1 质量检验.....	13
7.2 植生混凝土工程验收.....	13
附录 A 植生混凝土浸泡溶液 pH 值测试方法.....	14
附录 B 植生混凝土连续孔隙率测试方法.....	16
附录 C 植生混凝土抗压强度测试方法.....	18
附录 D 植生混凝土抗草酸侵蚀性能测试方法.....	20
本规程用词说明.....	22
引用标准名录.....	23
附：条文说明.....	25

Contents

1	General Provisions	3
2	Terms.....	4
3	Materials	5
3.1	Aggregates	5
3.2	Cementitious Materials	5
3.3	Other Materials	6
4	Technical Properties of Green-growing Concrete.....	7
4.1	General Requirements.....	7
4.2	Mechanical Property	7
4.3	Durability	8
5	Design	9
5.1	Mix Proportion Design	9
5.2	Plant Growth Substrate Design	10
6	Construction.....	11
6.1	Preparation and Transportation	11
6.2	Casting and Curing	12
6.3	Installation of Plant Growth Substrate	12
7	Quality Inspection and Acceptance.....	13
7.1	Quality Inspection.....	13
7.2	Quality Acceptance of Green-growing Concrete	13
	Appendix A Test Method for pH Value of Green-growing Concrete Soaking Solution	14
	Appendix B Test Method for Continuous Porosity of Green-growing Concrete	16
	Appendix C Test Method for Compressive Strength of Green-growing Concrete	18
	Appendix D Test Method for Resistance to Oxalic Acid Erosion of Green-growing Concrete.....	20
	Explanation of Wording	22
	List of Quoted Standards	23
	Addition: Explanation of Provisions.....	25

1 总 则

1.0.1 为规范植生混凝土在建设工程中的应用，保证工程质量，做到技术先进、安全可靠、经济合理和保护环境，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于辽宁省行政区域内建设工程中应用植生混凝土的设计、施工、质量检验和验收。

1.0.3 植生混凝土的应用技术除应符合本规程外，尚应符合现行国家、行业和辽宁省有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 植生混凝土 green-growing concrete

由水泥和/或矿物掺合料、骨料、功能型添加剂和其他填充材料组成，可以满足植物生存和生长要求的多孔混凝土。

2.0.2 再生粗骨料 recycled coarse aggregate

由建（构）筑废弃物中的混凝土、砂浆、石加工而成，粒径大于 4.75mm 的颗粒。

2.0.3 再生骨料植生混凝土 recycled aggregate green-growing concrete

掺用再生粗骨料配制而成的植生混凝土。

2.0.4 再生粗骨料取代率 replacement ratio of recycled coarse aggregate

再生粗骨料用量占粗骨料总用量的质量百分比。

2.0.5 附加用水量 additional water content

再生粗骨料饱和面干状态时所含水的质量。

2.0.6 净用水量 net water content

不包括再生粗骨料饱和面干状态时所含水质量的植生混凝土拌合用水的质量。

2.0.7 总用水量 total water content

净用水量与附加用水量之和。

2.0.8 酸碱程度 acid-base degree

植生混凝土浸泡溶液或植生基材的酸碱性强弱程度，用 pH 值表示。

2.0.9 连续孔隙率 continuous porosity

植生混凝土内部存在的与外界连通的孔隙体积与植生混凝土体积之百分比。

2.0.10 植生基材 plant growth substrate

一种适用于植生混凝土的降碱基材土，包括孔隙土和表层土。

3 原 材 料

3.1 骨 料

3.1.1 天然粗骨料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。

3.1.2 再生粗骨料应符合现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 的规定。

3.1.3 再生骨料植生混凝土中, I 类再生粗骨料取代率可为 50%~100%, II 类再生粗骨料取代率可为 30%~50%, 不宜采用 III 类再生粗骨料。

3.1.4 粗骨料颗粒级配应符合表 3.1.4 的规定。

表 3.1.4 颗粒级配

公称粒径 (mm)		累计筛余 (%)						
		方孔筛筛孔边长 (mm)						
		2.36	4.75	9.50	16.0	19.0	26.5	31.5
连续粒级	5~20	95~100	90~100	40~80	—	0~10	0	
	5~25	95~100	90~100	—	30~70	—	0~5	0
单粒级	5~10	95~100	80~100	0~15	0			
	10~20		95~100	85~100		0~15	0	

3.2 胶 凝 材 料

3.2.1 水泥品种与强度等级的选用应根据设计、施工要求及工程所处环境确定, 可采用硅酸盐水泥、硫铝酸盐水泥和镁水泥等。水泥应分别符合现行标准《通用硅酸盐水泥》GB 175、《硫铝酸盐水泥》GB/T 20472、《镁质胶凝材料用原料》JC/T 449 和《磷酸镁复合材料》T/CMMA10 等的规定。不同品种不得混合使用。

3.2.2 植生混凝土可采用粉煤灰、矿渣粉、硅灰等矿物掺合料, 矿物掺合料应分别符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596、《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

添加剂》GB/T 18736 和《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690 等的规定。

3.3 其他材料

3.3.1 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 等的规定。

3.3.2 拌合用水和养护用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定，不得使用海水拌制植生混凝土。

4 植生混凝土技术要求

4.1 一般规定

4.1.1 植生混凝土的 pH 值应符合表 4.1.1 的规定。固液萃取法应符合现行行业标准《植生混凝土》JC/T 2557 的规定, 碱度释放法应符合本规程附录 A 的规定。

表 4.1.1 植生混凝土的 pH 值

检测方法	要求
固液萃取法	$\geq 6.0, \leq 9.0$
碱度释放法	≤ 10.0

4.1.2 植生混凝土连续孔隙率测试值应为 21%~30%, 检测方法应符合本规程附录 B 的规定。

4.2 力学性能

4.2.1 植生混凝土抗压强度等级应按立方体抗压强度标准值确定。植生混凝土的抗压强度等级应采用 PC 表示, 抗压强度等级划分为: PC10、PC15、PC20、PC30, 抗压强度等级应符合表 4.2.1 的规定。抗压强度检测方法应符合本规程附录 C 的规定。

表 4.2.1 植生混凝土抗压强度等级

强度等级	PC10	PC15	PC20	PC30
28d 抗压强度 (MPa)	≥ 10	≥ 15	≥ 20	≥ 30

4.2.2 植生混凝土抗折强度检测方法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 的规定。

4.3 耐久性能

4.3.1 植生混凝土抗冻性能检测方法应符合现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 抗冻试验的相关规定, 检测结果应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 植生混凝土的抗冻性能

项 目	要 求
25 次冻融循环后抗压强度损失率 (%)	≤ 20
25 次冻融循环后质量损失率 (%)	≤ 5

4.3.2 植生混凝土耐流水侵蚀性能检测方法应符合现行行业标准《透水混凝土》JC/T 2558 附录 B 的规定, 30 次循环后耐流水侵蚀系数 $\geq 90\%$ 。

4.3.3 植生混凝土抗草酸侵蚀性能检测方法应符合本规程附录 D 的规定, 侵蚀 7d 后抗压强度损失率 $\leq 25\%$ 。

4.3.4 对植生混凝土有其他检验项目要求时, 可按现行国家、行业有关规定进行检测。

5 设计

5.1 配合比设计

5.1.1 植生混凝土配合比设计采用体积法按下式计算：

1 粗骨料：

$$W_G = V_D \cdot \alpha \cdot \rho \quad \dots \dots \dots \quad (5.1.1-1)$$

式中： W_G ——植生混凝土中粗骨料的用量 (kg);

V_D ——植生混凝土设计体积 (m^3);

α ——粗骨料用量修正系数，取0.98;

ρ ——粗骨料的振实密度 (kg/m^3)。

2 胶凝浆体：

$$V_P = V_D - V_D \cdot \alpha \cdot \frac{\rho}{\rho_a} - V_D \cdot v_{void} \quad \dots \dots \dots \quad (5.1.1-2)$$

式中： V_P ——植生混凝土中胶凝浆体的体积 (m^3);

ρ_a ——粗骨料的表观密度 (kg/m^3);

v_{void} ——设计孔隙率 (%).

3 水泥：

$$W_C = \frac{V_P \rho_C \rho_W}{\rho_W + R_{W/C} \rho_C} \quad \dots \dots \dots \quad (5.1.1-3)$$

式中： W_C ——植生混凝土中水泥的用量 (kg);

ρ_C ——水泥的密度 (kg/m^3);

ρ_W ——水的密度 (kg/m^3);

$R_{W/C}$ ——水胶比。

4 水：

$$W_W = W_C \cdot R_{W/C} \quad \dots \dots \dots \quad (5.1.1-4)$$

式中： W_W ——植生混凝土中水的用量 (kg);

5 外加剂：

$$W_A = W_C \cdot R_A \quad \dots \dots \dots \quad (5.1.1-5)$$

式中： W_A ——植生混凝土中外加剂的用量 (kg);

R_A ——外加剂掺加比例 (%).

5.1.2 植生混凝土水胶比宜为 0.25~0.29。

5.1.3 再生骨料植生混凝土配合比设计时水的用量为总用水量。

5.2 植生基材设计

5.2.1 植生基材应符合现行国家标准《园林绿化工程项目规范》GB 55014 中绿化栽植土的相关规定。

5.2.2 植生基材的组分和质量占比宜符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 植生基材组分和质量占比 (%)

土壤	有机质	肥料	保水剂	粘结剂	pH 调节剂
50~65	15~25	0.6~2.5	2~5	5~7	0.3~0.8

5.2.3 植生基材酸碱程度的 pH 值宜为 5.0~6.5, 容重宜为 $1.0\text{g/cm}^3\sim1.2\text{g/cm}^3$ 。孔隙土粒径应小于 2.36mm。

5.2.4 植生草种宜选用适应性强、抗冻、耐旱、耐盐碱、根系发达的地被植物。

6 施工

6.1 制备和运输

6.1.1 植生混凝土应选用技术先进、能耗低、环境友好的拌制工艺和设备。

6.1.2 植生混凝土原材料的贮存应符合下列规定：

1 原材料应分仓贮存，并应有明显的标识。

2 水泥应按生产厂家、水泥品种及强度等级分别贮存，同时应防止水泥受潮及污染。

3 骨料贮存应保证骨料均匀性，不同品种、规格的骨料应分别贮存，不得混杂或污染。

4 矿物掺合料应按品种、质量等级和产地分别标识和贮存，不应与水泥等其他粉状物混杂，并应防潮、防雨。

5 外加剂应按生产厂家、品种分别贮存，并应具有防止质量发生变化的措施。

6.1.3 植生混凝土应采用强制式搅拌机搅拌。搅拌机的容量应根据工程量、施工进度、施工顺序和运输工具等参数选择。

6.1.4 植生混凝土的原材料计量应采用电子计量仪器，计量仪器在使用前校准合格。每台班拌制前应测定骨料的含水率，并应根据骨料的含水率的变化，调整水和粗骨料的计量。袋装水泥应抽查袋重。原材料计量的允许偏差应符合表 6.1.4 的规定。

表 6.1.4 原材料计量的允许偏差（按质量计）

原材料种类	粗骨料	水泥和矿物掺合料	外加剂	拌合用水
计量允许偏差（%）	±2	±1	±1	±1

6.1.5 植生混凝土的拌合宜采用分次投料搅拌方法。先将粗骨料全部投入，搅拌时间不宜少于 30s；然后加入 20% 总用水量的水，搅拌时间不宜少于 15s；再将 50% 水泥和矿物掺合料、全部外加剂、50% 总用水量的水投入，搅拌时间不宜少于 60s；最后将 50% 水泥和矿物掺合料、30% 总用水量的水投入，搅拌时间不宜少于 45s。

6.1.6 植生混凝土拌合物从搅拌机出料后,运至施工地点进行摊铺、压实直至浇筑完毕的允许最长时间,应根据混凝土初凝时间及施工气温确定,并宜符合表6.1.6的规定。

表 6.1.6 植生混凝土从搅拌机出料至浇筑完毕的允许最长时间

施工气温 t (°C)	$t < 10$	$10 \leq t < 20$	$20 \leq t < 30$	$30 \leq t < 35$
允许最长时间 (min)	120	90	60	30

6.2 浇筑和养护

6.2.1 植生混凝土浇筑前应提前处理施工场地,去除石子等大颗粒杂质确保地面平整,在地面铺设一层可降解环保无纺布,随后浇筑植生混凝土。

6.2.2 植生混凝土拌合物摊铺时,应均匀摊铺,找准平整度与排水坡度,摊铺厚度应考虑其摊铺系数。边角处应特别注意有无缺料现象,若出现缺料现象应及时补料并进行压实。

6.2.3 植生混凝土宜采用专用低频振动压实机,或采用平板振动器振动和专用滚压工具滚压。用平板振动器振动时避免在一个位置上持续使用振动器振捣,采用专用低频振动压实机压实时应辅以人工补料及找平,人工找平时施工人员应穿上减压鞋进行操作。

6.2.4 当施工气温在35°C以上、雨天或室外日平均气温连续五天低于5°C或低于0°C时不得进行植生混凝土浇筑施工。

6.2.5 植生混凝土施工完成后,应覆盖塑料薄膜等保湿材料及时进行保湿养护。养护时间宜根据植生混凝土强度增长情况确定,养护时间不宜少于14d。

6.3 植生基材铺装

6.3.1 植生混凝土表面应完全覆盖表层土,植生混凝土孔隙应充分填充孔隙土。

6.3.2 孔隙土加水充分搅拌制成泥浆悬浊液,分多次灌入植生混凝土孔隙。孔隙土与水的质量比应为1:2.5~1:3.5。

6.3.3 表层土与草种混合匀实后铺盖在植生混凝土表面,铺盖厚度宜为2cm~4cm,铺盖后应压实并及时喷灌养护。草种播种量宜为20g/m²~35g/m²。

7 质量检验和验收

7.1 质量检验

7.1.1 原材料进场时, 应按规定批次检查型式检验报告、出厂检验报告与合格证等质量证明文件。

7.1.2 再生骨料进场检验应符合下列规定:

- 1** 应对再生粗骨料泥块含量、吸水率、压碎指标和表观密度进行检验;
- 2** 同一厂家、同一类别、同一规格、同一批次的再生骨料, 每 400m^3 或 600t 应作为一个检验批, 不足 400m^3 或 600t 的应按一批计;
- 3** 再生粗骨料进场检验结果应符合现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 的相关规定。

7.1.3 其他原材料进场检验应按相关标准执行, 检验结果符合本规程第 3 章的规定。

7.1.4 植生混凝土性能应分批进行检验评定, 同一检验批次的植生混凝土应由相同性能指标、试验龄期、生产工艺条件和配合比的混凝土组成。植生混凝土的取样应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的规定。检验方法应符合现行国家标准《混凝土工程施工质量验收规范》GB 50204 中混凝土分项工程的相关规定。

7.2 植生混凝土工程验收

7.2.1 植生混凝土工程验收应符合现行国家标准《混凝土工程施工质量验收规范》GB 50204 中混凝土分项工程的相关规定。

7.2.2 当植生混凝土实体性能指标与本规程第 4 章的相关规定不符时, 应由建设单位组织专家进行专项评审并提出处理意见, 按照处理意见整改后再次组织验收。

附录 A 植生混凝土浸泡溶液 pH 值测试方法

A.1 仪器设备和试剂

- A.1.1** pH 计, 精度为 0.01 级, 具有温度补偿功能。
- A.1.2** 温度计, 精度为 0.1℃。
- A.1.3** 电极宜选用玻璃电极、饱和甘汞电极、或 pH 复合电极。
- A.1.4** 至少使用两种 pH 标准缓冲溶液对 pH 计进行校准。可选用 pH6.86 (25℃)、pH4.01 (25℃)、pH9.18 (25℃) 的 pH 标准缓冲溶液。
- A.1.5** 试验用水应为蒸馏水。
- A.1.6** 试验用容器不应与蒸馏水、试件发生反应。

A.2 试 样

- A.2.1** 试样制备应符合本规程附录 C 中 C.2 的相关规定, 标准养护 28d 后备用。
- A.2.2** 试件尺寸应为 100mm×100mm×100mm, 每组试件应为 3 块。

A.3 试 验 步 骤

A.3.1 pH 计校准

先用 pH6.86 (25℃) 标准缓冲溶液, 再用 pH4.01 (25℃) 标准缓冲溶液或 pH9.18 (25℃) 标准缓冲溶液校准。校准过程应符合现行国家环境保护标准《土壤 pH 值的测定 电位法》HJ 962 的规定。

A.3.2 试验溶液的制备

将试件置于容器中, 加入蒸馏水浸泡, 试件与蒸馏水质量比例应为 1:3, 浸泡 24h 后测定浸泡溶液的 pH 值。

A.3.3 试验溶液 pH 的测定

试验溶液的温度应为 (25±1)℃, 与标准缓冲溶液的温度之差不应超过 2℃。将电极插入试样的悬浊液。电极探头浸入液面下悬浊液垂直深度的 1/3~2/3 处, 去除电极表面气泡后轻轻摇动试样。待读数稳定后, 记录 pH 值。每个试样测完后, 立刻用蒸馏水冲洗电极, 并用滤纸将电极外部蒸馏水吸干, 再测定下一个试

样。

A.4 结果确定

pH 值测定结果保留至小数点后 2 位。取 3 个试件浸泡溶液测值的算术平均值作为该组试件的 pH 值，当单个试件测定结果与其他两个试件测定结果偏差为 0.50 级时，则该组试件的试验结果无效，应重新制备试件试验。

附录 B 植生混凝土连续孔隙率测试方法

B. 1 仪 器 设 备

B. 1. 1 量筒：最小量程 3000mL，刻度误差不应大于 1%。

B. 1. 2 试验用水应为蒸馏水。

B. 1. 3 试验用容器不应与蒸馏水、试件发生反应。

B. 2 试 件 形 状 和 数 量

B. 2. 1 试样制备应符合本规程附录 C 中 C. 2 的相关规定，标准养护 28d 后备用。

B. 2. 2 试件尺寸应为 100mm×100mm×100mm，每组试件应为 3 块。

B. 3 试 验 步 骤

B. 3. 1 将试件放入水中浸泡 30min~40min，在试件充分吸水后，将试件取出擦干表面水分。

B. 3. 2 用量筒量取 2000mL 试验用水。

B. 3. 3 将充分吸水的试件放入量筒中，待液面稳定后读取数值，精确至 0.1mL。

B. 4 结 果 确 定

B. 4. 1 试件连续孔隙率应按下式计算，精确至 0.1%。

$$P = \frac{V_0 - V_1}{V_0} \times 100 \quad \dots \dots \dots \quad (\text{B. 4. 1})$$

式中： P ——试件的连续孔隙率（%）；

V_0 ——试件体积（ m^3 ）；

V_1 ——试件在量筒中的排水体积（ m^3 ）。

B. 4. 2 立方体试件连续孔隙率值确定应符合下列规定：

1 取 3 个试件测值的算术平均值作为该组试件的连续孔隙率值，结果应精确至 0.1%；

- 2** 当 3 个测值中的最大值或最小值中如有一个与中间值的差值超过中间值的 5%，取中间值作为该组试件的连续孔隙率值；
- 3** 当最大值和最小值与中间值的差值均超过中间值的 5% 时，该组试验结果无效，应重新制备试件。

附录 C 植生混凝土抗压强度测试方法

C.1 仪器设备

- C.1.1** 试模应符合现行行业标准《混凝土试模》JG 237 的规定。
- C.1.2** 捣棒直径宜为 $16\text{mm}\pm0.2\text{mm}$ ，长度宜为 $600\text{mm}\pm5\text{mm}$ ，端部连接应为 $50\text{mm}\times50\text{mm}$ 的钢板，钢板厚度宜为 $10\text{mm}\pm0.1\text{mm}$ 。
- C.1.3** 振动台应符合现行行业标准《混凝土试验用振动台》JG/T 245 的有关规定，振动频率应为 $50\text{Hz}\pm2\text{Hz}$ 。
- C.1.4** 试验仪器设备应符合现行国家标准《普通混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的规定。

C.2 成型方法

- C.2.1** 试样制备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 的规定。
- C.2.2** 试件成型前，应检查试模的尺寸并应符合本规程 C.1.1 条中的有关规定；应将试模擦拭干净，在内壁上均匀地涂刷一薄层矿物油或其它不与混凝土发生反应的隔离剂，试模内壁矿物油或隔离剂应均匀分布，不应有明显沉积。
- C.2.3** 植生混凝土拌合物制作应采用人工插捣和振动成型相结合的方法，将拌合物分三层装入模内，每层装料厚度大致相等。每层插捣密实，将装满植生混凝土的模具置于振动台上，振动时间 $8\sim10\text{s}$ ，确保底部无浆体沉积。
- C.2.4** 试件成型后，应刮除试模上口多余混凝土，用抹刀压平试模口，并立即用塑料薄膜覆盖表面，或采取其他保持试件表面湿度措施。试件表面与试模边缘的高度差不得超过 0.5mm 。
- C.2.5** 试件浇筑 48h 后拆模，拆模时不得严重磕碰边角，使得骨料脱落。当试件有严重磕碰边角，应按废弃处理。
- C.2.6** 拆模后的试件应放入温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 95% 以上的标准养护室中养护。标准养护室的试件应放在支架上，试件间间隔 $10\text{mm}\sim20\text{mm}$ ，试件表面应保持潮湿，但不得用水直接冲淋。

C.3 结果确定

- C.3.1** 本方法适用于测定植生混凝土立方体试件的抗压强度。
- C.3.2** 测定植生混凝土立方体抗压强度试验的试件尺寸和数量应符合下列规定：

- 1** 标准试件是边长为 150mm 的立方体试件；
- 2** 边长为 100mm 和 200mm 的立方体试件是非标准试件；
- 3** 每组试件应为 6 块。

- C.3.3** 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 方法进行植生混凝土抗压强度试验。

- 1** 植生混凝土立方体试件抗压强度按下式计算：

$$f_{cc} = \frac{F}{A} \quad \dots \dots \dots \quad (C.3.3)$$

式中： f_{cc} ——混凝土立方体试件抗压强度 (MPa)，计算结果应精确至 0.1MPa；

F ——试件破坏荷载 (N)；

A ——试件承压面积 (mm^2)。

- 2** 立方体试件抗压强度值确定应符合下列规定：

- 1)** 取 6 个试件测值的算术平均值作为该组试件的强度值；
- 2)** 当单个试件测值与算术平均值之差大于 20% 时，应逐次舍弃偏差最大的试验值，直至各试验值与算术平均值之差不超过 20%。当试件有效数据不少于 3 个时，取其算术平均值为该组试件的强度值；
- 3)** 当有效数据少于 3 个时，该组试件的试验结果无效，应重新制备试件试验。

- C.3.4** 立方体抗压强度试验宜采用标准试件，采用非标准试件时应进行专门试验确定。

附录 D 植生混凝土抗草酸侵蚀性能测试方法

D. 1 仪器设备和试剂

- D. 1. 1** 草酸溶液，纯度为分析纯，含量 $\geq 99.5\%$ 。
- D. 1. 2** 静水力学电子天平：称量 5000g，感量 0.1g。
- D. 1. 3** 鼓风干燥箱：温度控制在 $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。
- D. 1. 4** 笔式酸度计：分辨率 0.01pH。
- D. 1. 5** 试验用水应为蒸馏水。

D. 2 试 样

- D. 2. 1** 试样数量应为一组 6 个试件，3 个试件为对比件，3 个试件为侵蚀件。
- D. 2. 2** 试件尺寸应为 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 150\text{mm}$ 。
- D. 2. 3** 试件龄期应为 28d。

D. 3 试 验 步 骤

- D. 3. 1** 配置 pH 值为 1.5 的草酸溶液，对应浓度为 4.45g/L。配置完成后，采用笔式酸度计测量 pH 值，精确度为 0.1pH。
- D. 3. 2** 将养护龄期为 28d 的试件，采用鼓风干燥箱将试件烘干至恒重，取出放在干燥通风位置冷却至室温。
- D. 3. 3** 将试件浸泡在配置好的草酸溶液中，草酸溶液每隔 12h 测量一次 pH 值，并加入草酸调节至初始值。
- D. 3. 4** 试件浸泡 7d 后取出，擦干表面溶液，进行抗压强度试验。抗压强度试验过程按照本规程附录 C 执行。

D. 4 结 果 确 定

D. 4.1 强度损失率按下式计算：

$$\Delta f = \frac{f_{c0} - f_{cn}}{f_{c0}} \times 100 \quad \dots \dots \dots \quad (D.4.1)$$

式中: Δf —侵蚀后试件的抗压强度损失率(%) , 精确至 0.1%;

f_{c0} ——对比用的一组标准养护试件的抗压强度测定值（MPa），精确至0.1MPa；

f_{cn} ——草酸溶液浸泡 7d 后试件的抗压强度测定值(MPa), 精确至 0.1MPa。

D. 4. 2 f_{c0} 和 f_{cn} 值的确定方法按照本规程附录 C 执行。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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：

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”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《通用硅酸盐水泥》 GB 175**
- 2 《铝酸盐水泥》 GB/T 201**
- 3 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》 GB/T 1596**
- 4 《禾本科种子质量分级》 GB 6142**
- 5 《林木种子质量分级》 GB 7908**
- 6 《混凝土外加剂》 GB 8076**
- 7 《建筑施工机械与设备混凝土搅拌机》 GB/T 9142**
- 8 《预拌混凝土》 GB/T 14902**
- 9 《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》 GB/T 18046**
- 10 《主要花卉产品等级 第 7 部分：草坪》 GB/T 18247.7**
- 11 《高强高性能混凝土用矿物外加剂》 GB/T 18736**
- 12 《硫铝酸盐水泥》 GB/T 20472**
- 13 《混凝土用再生粗骨料》 GB/T 25177**
- 14 《砂浆和混凝土用硅灰》 GB/T 27690**
- 15 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T 50080**
- 16 《普通混凝土力学性能试验方法标准》 GB/T 50081**
- 17 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》 GB/T 50082**
- 18 《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107**
- 19 《混凝土外加剂应用技术规范》 GB 50119**
- 20 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204**
- 21 《园林绿化工程项目规范》 GB 55014**
- 22 《再生骨料透水混凝土应用技术规程》 CJJ/T 253**
- 23 《土壤 pH 值的测定 电位法》 HJ 962**
- 24 《混凝土试模》 JG 237**
- 25 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 JGJ 52**
- 26 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55**

- 27** 《混凝土用水标准》 JGJ 63
- 28** 《混凝土抗冻试验设备》 JG/T 243
- 29** 《再生混凝土结构技术标准》 JGJ/T 443
- 30** 《混凝土试验用振动台》 JG/T 245
- 31** 《镁质胶凝材料用原料》 JC/T 449
- 32** 《植生混凝土》 JC/T 2557
- 33** 《透水混凝土》 JC/T 2558
- 34** 《磷酸镁复合材料》 T/CMMA 10

辽 宁 省 地 方 标 准

植生混凝土应用技术规程

DB21/T 4164—2025

条 文 说 明

编 制 说 明

本规程制定过程中, 编制组进行了广泛和深入的调查研究, 总结了我国工程建设中植生混凝土应用的实践经验, 同时参考了国内外先进技术法规、技术标准, 通过材料基本力学性能、抗冻性能、抗流水侵蚀性能、抗草酸侵蚀性能、植生混凝土配合比设计、植生基材设计等试验, 取得了植生混凝土应用的重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定, 《植生混凝土应用技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明, 对条文规定的目的、依据以及在执行中需要注意的有关事项等进行了解释和说明。但是, 本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力, 仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总则.....	28
2 术语.....	29
3 原材料.....	30
3.1 骨料.....	30
3.2 胶凝材料.....	31
3.3 其他材料.....	32
4 植生混凝土技术要求.....	33
4.1 一般规定.....	33
4.2 力学性能.....	33
4.3 耐久性能.....	34
5 设计.....	36
5.1 配合比设计.....	36
5.2 植生基材设计.....	36
6 施工.....	39
6.1 制备和运输.....	39
6.2 浇筑和养护.....	39
6.3 植生基材铺装.....	39
7 质量检验和验收.....	41
7.1 质量检验.....	41
附录 A 植生混凝土浸泡溶液 pH 值测试方法.....	42
附录 B 植生混凝土连续孔隙率测试方法.....	43
附录 C 植生混凝土抗压强度测试方法.....	44
附录 D 植生混凝土抗草酸侵蚀性能测试方法.....	45

1 总 则

1. 0. 1 植生混凝土作为一种具有一定强度与植被覆盖度的环境友好型建筑材料，被应用于边坡防护、河岸护坡、停车场地面、立体绿化等场景。本规程的制定旨在规范植生混凝土技术在辽宁省行政区域内的应用，确保植生混凝土的工程质量。此外为增加建筑固废资源化率，提出了再生骨料植生混凝土应用技术。

1. 0. 2、1. 0. 3 本规程主要参考我国现有的标准规范，国内外科研成果和实践经验制定而成。植生混凝土涉及不同工程类别及国家标准或行业标准，在应用中除应执行本规程外，还应按所属工程类别符合现行国家、行业和辽宁省有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 植生混凝土，与现行行业标准《植生混凝土》JC/T 2557 的定义“由水泥和/或矿物掺合料，骨料、功能型添加剂和其他填充材料组成，经降碱处理，可以满足植物生存和生长要求的多孔混凝土。”相协调。但本规程中的“植生混凝土”包括了未经降碱处理，也可以满足本规程规定的各项技术要求的多孔混凝土。

2.0.2 再生粗骨料，与现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 的定义“由建（构）筑废弃物中的混凝土、砂浆、石、砖瓦等加工而成，用于配制混凝土的、粒径大于 4.75mm 的颗粒”相协调，但考虑砖瓦强度较低、抗冻性能较差，因此本规程中应用的再生粗骨料未包含建（构）筑废弃物中的砖瓦。

2.0.3、2.0.4 本规程中再生骨料植生混凝土指仅掺用再生粗骨料配置而成的植生混凝土，不包括再生细骨料和再生粉体。再生骨料植生混凝土的定义与现行行业标准《再生混凝土结构技术标准》JGJ/T 443 中再生骨料混凝土的定义“掺用再生骨料配制而成的混凝土”相协调，一般情况下再生骨料取代率不低于 30%。

2.0.5~2.0.7 附加用水量，与现行国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 中“吸水率”的定义“混凝土用再生粗骨料饱和面干状态时所含水的质量占绝干状态质量的百分数”和现行行业标准《再生混凝土结构技术标准》JGJ/T 443 中“附加用水量”的定义“混凝土用再生粗骨料饱和面干状态时所含水的质量”相符合。净用水量应根据 5.1.1 中配合比设计计算确定。对于再生骨料植生混凝土，总用水量为附加用水量和净用水量的和；对于植生混凝土，总用水量即为根据 5.1.1 中配合比设计计算确定的用水量。

2.0.8 为保证植生混凝土的技术指标和植物生长条件，本规程规定了植生混凝土浸泡溶液和植生基材的酸碱程度。酸碱程度用 pH 值表示。

2.0.9 连续孔隙率，与现行行业标准《植生混凝土》JC/T 2557 中的定义“多孔混凝土内部存在的开孔孔隙体积与多孔混凝土体积之百分比”相符合。

2.0.10 植生基材包括孔隙土和表层土。植生基材是由多种功能材料组成的植物生长基质，孔隙土是植物根系吸收养分、生长延伸的载体，植生基材表层土是草种萌芽的载体。

3 原 材 料

3.1 骨 料

3.1.1 天然粗骨料的物理和化学性质会直接影响混凝土的工作性、强度和耐久性。应对天然粗骨料的颗粒级配、针片状含量、含泥量等项目进行质量控制。

3.1.2 再生粗骨料具有多种界面，界面特性与天然粗骨料具有明显差别，因此为保证工程质量，需对再生粗骨料的品质进行规定。本规程规定再生粗骨料的品质应符合国家现行标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 的规定。

3.1.3 本条建议的再生粗骨料取代率是基于再生粗骨料的品质和混凝土性能要求综合考虑。在实际应用中，再生粗骨料的使用还应符合特定的工程标准和经过适当的试验验证，以确保最终混凝土产品满足设计和施工的要求。

I类再生粗骨料：根据编制组研究成果，I类再生粗骨料的主要技术指标中的微粉含量和泥块含量、坚固性、压碎指标与天然粗骨料基本一致，因此I类再生粗骨料可完全替代天然骨料使用。本规程对I类再生粗骨料的取代率不做限制，但为了提高建筑固废的利用率，建议I类再生粗骨料取代率为50%~100%。

II类再生粗骨料：取代率可为30%~50%。II类骨料的取代率一般不超过50%，以确保混凝土的性能。

III类再生粗骨料：为保证工程质量，本规程不建议采用III类再生粗骨料，如若必须采用III类再生粗骨料时，需进行充分的试验验证。

再生粗骨料分类及性能指标应符合表1的要求。

表1 植生混凝土用再生粗骨料分类及性能指标

项目	I类	II类	III类	试验方法
表观密度 (kg/m ³)	>2450	>2350	>2250	GB/T 14685
压碎指标 (%)	<12	<20	<30	GB/T 14685
吸水率 (按质量计, %)	<3.0	<5.0	<8.0	GB/T 17431.2
空隙率 (%)	<47	<50	<53	GB/T 14685

坚固性 (按质量损失计, %)	<5.0	<10.0	<15.0	GB/T 14685
针片状颗粒含量 (按质量损失计, %)	<10.0			GB/T 14685
微粉含量 (按质量计, %)	<1.0	<2.0	<3.0	GB/T 14685
泥块含量 (按质量计, %)	<0.5	<0.7	<1.0	GB/T 14685
杂物含量 (按质量计, %)	<1.0			GB/T 25177
有机物 (比色法)	合格			GB/T 14685
硫化物及硫酸盐 (按 SO_3 质量计, %)	<2.0			GB/T 14685
氯化物 (以氯离子质量计, %)	<0.06			GB/T 14685
碱集料反应	经碱集料反应试验后, 由再生粗骨料制备的试件无裂缝、酥裂或胶体外浸等现象, 膨胀率应小于0.10%			GB/T 14685

3.1.4 植生混凝土用粗骨料的颗粒公称粒径不应小于5mm, 可采用连续粒级和单粒级。为保证植生混凝土孔隙率, 宜优先选用单粒级。

3.2 胶凝材料

3.2.1 本条规定选择水泥品种和强度等级时, 需要考虑工程的设计需求、施工条件以及工程所处的环境因素, 如温度、湿度、化学侵蚀等。

通用硅酸盐水泥, 对于大多数普通混凝土工程中推荐优先选用; 硫铝酸盐水

泥，具有快速硬化和早期强度高要求的工程可以选用；镁质胶凝材料，包括氯氧镁水泥、硫氧镁水泥以及磷镁水泥，对于早期强度要求高，成型速度快等工程，尤其是对要求低碱环境的工程可以选用。在使用镁质胶凝材料时要进行耐水性试验，满足工程要求后方可使用。

由于不同品种的水泥具有不同的化学成分和物理性能，混合使用可能会导致混凝土性能不稳定，影响工程质量。

选择水泥品种和强度等级时，应综合考虑工程的具体需求和环境条件，并严格遵守相关的国家标准和规范。

3.2.2 考虑到充分发挥水泥活性和降低成本，根据植生混凝土的强度等级、耐久性能等要求以及不同工程特点，可以选择 S95 以上矿渣粉、不低于III级的粉煤灰以及硅灰等高性能混凝土用矿物掺和料。

3.3 其他材料

3.3.1 为了改善新拌混凝土的工作性能、硬化后的力学性能以及耐久性能等性能要求，可以适量使用混凝土外加剂。

3.3.2 本条规定拌合用水和养护用水应清洁，不含泥沙、油脂、有机物、有害物质等。用水的 pH 值应接近中性，硬度适用，不应含有过量的细菌等。

4 植生混凝土技术要求

4.1 一般规定

4.1.1 植生混凝土 pH 值的检测方法有两种：一种为固液萃取法，主要检测试件内部填充材料的 pH 值，检测方法应符合现行行业标准《植生混凝土》JC/T 2557 的相关规定；另一种为碱度释放法，主要检测植生混凝土浸泡溶液的 pH 值，检测方法应符合本规程附录 A 的规定。由于两种检测方法不同、检测对象不同，因此规定的 pH 值范围不一致。植物生长环境由植生混凝土孔隙提供，碱度释放法更能准确表征植物生长实际环境的酸碱程度，故本规程优先推荐选用碱度释放法测定植生混凝土孔隙溶液的 pH 值。

根据编制组研究成果，当植生混凝土浸泡溶液的 pH 值大于 10.0 时，植物生长受到限制。因此本规程规定了植生混凝土浸泡溶液的酸碱程度，用浸泡溶液的 pH 值表示，浸泡溶液的 pH 值不应大于 10.0。当浸泡溶液的 pH 值大于 10.0 时，应对植生混凝土进行降碱处理，可采用 3% 的过磷酸钙、磷酸二氢钾、硫酸亚铁、碳酸氢铵等材料进行喷涂等降碱措施。

4.1.2 植生混凝土孔隙可分为连续孔隙、半连续孔隙和闭合孔隙，其中连续孔隙可使混凝土内部结构与外部环境相联，为植物提供养分、水分和必要的生存空间，保证植生混凝土内连续孔数量是植物生长的必备条件。编制组通过开展含有不同连续孔隙率的植生混凝土植生试验和抗压强度试验，得到如下结果：当连续孔隙率小于 21% 时植生混凝土植生性能较差；当连续孔隙率为 20%、25%、30% 和 35% 时，植生混凝土抗压强度随连续孔隙率的增大明显降低，抗压强度较前者依次下降 50.0%、41.6% 和 53.3%，因此本规程建议植生混凝土连续孔隙率控制在 21%~30%。

4.2 力学性能

4.2.1 本条规定了植生混凝土抗压强度等级的划分，最小抗压强度等级为 PC 10，最高抗压强度等级为 PC30。抗压强度试验按照本规程附录 C 进行，在抗压试验前应该进行试件外观检查，如若试件表面严重破损，应重新制作试件。

4.2.2 植生混凝土应用于边坡防护、河岸护坡、停车场地面等工程时，抗折强度还应按所属工程类别符合现行有关国家、行业标准规范和工程要求等规定。抗折强度试件制作应符合本规程附录 C 中 C.2 的相关要求，抗折强度试验可参照现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的规定。

4.3 耐久性能

4.3.1 本条规定了植生混凝土抗冻性能试验方法、技术要求等。植生混凝土抗冻试验方法可参照现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 中抗冻试验的慢冻法和快冻法。慢冻法采用的试验条件是气冻水融法，该试验条件适用于非长期与水接触或者不直接浸泡在水中的工程，植生混凝土主要应用于边坡防护、河岸护坡、停车场地面、立体绿化等场景。慢冻法的试验条件与植生混凝土实际使用条件较符合，因此应优先采用慢冻法。

需要成型三种试件：测定 28d 强度所需要的试件、冻融试件以及对比试件。25 次冻融循环需准备测定 28d 强度试件 1 组、冻融试件 1 组，对比试件 1 组，每组试件应为 6 块。

慢冻法试验设备，规定冻结温度为 (-20~-18) °C，融化温度为 (18~20) °C，且满载时箱内温度极差不超过 2 °C，以保证箱内温度均匀性。慢冻试验设备的其他要求还应符合现行行业标准《混凝土抗冻试验设备》JG/T 243 的有关规定。

25 次冻融循环结束后，进行试件外观检查，主要是测量试件的尺寸，查看有无裂缝、破损和掉角等情况，并做好记录，以备分析试验结果用。

质量损失率通过同一组试件在冻融试验前后的质量变化来反映。质量损失率误差按照试验结果差异的绝对数来处理。

4.3.2 耐流水侵蚀性能试验装置和方法按照现行行业标准《透水混凝土》JC/T 2558 附录 B 进行，耐流水侵蚀性能试验试件尺寸为 100mm×100mm×100mm。30 次循环需准备测定 28d 强度试件 1 组、耐流水侵蚀试件 1 组，对比试件 1 组，每组试件应为 6 块。抗压强度应符合本规程附录 C 的规定。

4.3.3 国内外学者研究表明，植物根系分泌物中有机酸的种类主要为草酸。本规程推荐采用的高羊茅根系分泌物有机酸总量中也是草酸占比最高，草酸占

83%。因此本规程对植生混凝土抗草酸侵蚀性能进行了规定。此外，编制组对植生混凝土抗草酸和乙酸性能开展了试验研究，研究结果表明，在其他条件相同时，乙酸的侵蚀作用强于草酸，因此如若选用的植物根系分泌物中有机酸的草酸占比小于70%时，植生混凝土抗酸侵蚀性能需专门开展试验研究。

4.3.4 本条规定了当植生混凝土实际工程应用中，有本规程规定以外的检验项目时，可参照现行规范《植生混凝土》JC/T 2557、《混凝土物理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等执行。

5 设计

5.1 配合比设计

5.1.1 本条规定了植生混凝土配合比设计的基本方法。植生混凝土的配合比设计原则是使每个粗骨料表面包裹一层胶凝浆体，通过胶凝浆体粘结骨料，使之成为一个具有一定强度的整体，同时骨料间留有一定孔隙为植物生长提供生存空间。植生混凝土可分为粗骨料、胶凝浆体和孔隙三部分。因此，采用体积法进行配合比设计时，首先根据粗骨料的振实密度确定粗骨料用量。去除植生混凝土设计用量中的粗骨料和孔隙体积，得到胶凝浆体体积。根据实际情况需要确定水胶比，利用密度计算水泥用量，进而确定拌合用水与外加剂用量。粗骨料的振实密度和表观密度测定方法可参照现行国家标准《公路工程集料试验规程》JTG E42-2005 执行。

5.1.2 水胶比作为植生混凝土的一个重要参数，既关系到植生混凝土的工作性能，又对抗压强度有一定影响。根据编制组的研究成果，当水胶比大于 0.29 时，植生混凝土的强度无法满足工程应用需求。编制组对水胶比为 0.23、0.25、0.27 和 0.29 试件的抗压强度和抗冻性能展开研究，研究成果表明，当其他条件相同时，水胶比为 0.25、0.27、0.29 试件的 28d 抗压强度分别为水胶比为 0.23 试件的 1.12、1.16 和 1.12 倍。冻融循环后，随着水胶比的增大，抗压强度损失率、质量损失率和相对动弹性模量均呈先上升再下降的趋势，水胶比为 0.27 的试件性能最优。因此，本规程推荐植生混凝土的水胶比为 0.25~0.29。

5.1.3 再生骨料植生混凝土总用水量应为净用水量和附加用水量之和，净用水量应按照本规程第 5.1.1 条确定。附加用水量应采用再生粗骨料饱和面干吸水量，再生混凝土的总用水量中当再生粗骨料采用预湿处理后可不考虑附加用水量。水胶比按照净用水量进行计算。

5.2 植生基材设计

5.2.1 健康的植生基材是植物生长的基础，土壤污染会危害植物生存和环境绿化。植生基材应满足现行国家标准《园林绿化工程项目规范》GB 55014 规定的

栽植土土壤性能要求，包括有害化学物质种类和含量、重金属含量、肥料污染性等。

5.2.2 本条提出了植生基材的配置方法。孔隙土和表层土应根据工程需求调整各组分的质量占比，可分别配置或采用相同配置方案。

土壤是保障植物发育、维持植被覆盖层稳定的主要生长介质。土壤应为壤土类，采用就地取材原则，宜包含草炭土、珍珠岩、泥炭土、蛭石等，土壤宜偏酸性。

有机质用于改善土壤结构，增强土壤保水性和通气性，防止土壤板结。可选用腐殖质、椰糠、酒糟、木屑、花生麸等。

肥料用于提供植物生长所需的氮、磷、钾等营养元素，提高土壤的肥力和生物活性。可选用充分腐熟的有机肥或复合肥等酸性肥料。施用量可根据土壤肥力状况、草坪草特性和草坪类型确定。

保水剂能够吸收和保持水分，形成水凝胶状或胶体结构，减少土壤中水分的蒸发和流失。可选用聚丙烯酰胺，不宜选用高碱性保水剂。

粘结剂具有增稠作用，用于结合和稳定土壤颗粒，减少植生基材组分流失，提升植生基材稳定性。可选用聚醋酸乙烯乳液、羟基纤维素等。

pH 调节剂用于调节和维持植生基材的 pH 值在适宜植物生长的范围内。可选用硫酸亚铁、硫酸铵、磷酸等。

5.2.3 植生混凝土孔隙碱性较高，为达到植物适宜的生长条件，植生基材应呈偏酸性。植生基材酸碱程度的检测方法可参照现行国家标准《土壤 pH 值的测定电位法》HJ 962 执行。

适宜的容重有利于植生基材形成稳定的团粒结构。可通过调整有机质和 pH 调节剂含量调节植生基材的容重和 pH 值。

植生混凝土为毫米级孔隙，孔径小于 5mm 的孔隙数量居多，为保证植生基材在孔隙中填充效果，本条规定了植生基材孔隙土的颗粒粒径。可通过破碎、碾压、筛分等处理达到目标粒径。

5.2.4 本条对植生混凝土植物的选取原则进行了规定。植生混凝土用草种可选择高羊茅、白三叶、黑麦草、矮羊茅等。草种的净度、发芽率、含水率应按照现

行国家标准《主要花卉产品等级 第7部分：草坪》GB/T 18247.7 中规定的方法进行测定。草种质量不应低于现行国家标准《禾本科种子质量分级》GB 6142 或《林木种子质量分级》GB 7908 中规定的二级标准。

6 施工

6.1 制备和运输

6.1.3 植生混凝土制备可采用湿料预拌或者干料预拌后进场。干料预拌进场后，现场加水搅拌制备植生混凝土，搅拌地点应靠近植生混凝土施工现场，确保运输时间不超过规定范围，保证施工质量。

6.1.4 采用电子计量设备有利于保证计量精度，保证植生混凝土的生产质量。如果堆场上的粗骨料含水率发生变化，而称量不变，则会对植生混凝土的拌合用水量和水胶比产生影响，从而影响植生混凝土的工作性能与力学性能。

6.1.5 编制组的研究结果表明，植生混凝土拌合物浆体应均匀包裹骨料，与骨料颗粒粘结良好，不应淌浆，不应松散，并应满足设计和施工要求。植生混凝土宜优先采用水泥裹石法，这样可以先把再生骨料表面的微粉洗净，然后骨料表面包裹一层水胶比较低的水泥浆壳，从而保证植生混凝土的各项性能。

6.1.7 采用加水方法解决植生混凝土拌合物工作性能不足等问题，会改变植生混凝土水胶比，从而严重影响植生混凝土的性能，必须禁止。

6.2 浇筑和养护

6.2.4 本条规定了植生混凝土的浇筑条件。温度过高、过低、雨天浇筑均会改变植生混凝土的水胶比，因此不应在高温、雨天和冬季进行施工。

6.2.5 编制组研究表明，植生混凝土成型后如若表面失水过多，会引起收缩应力，导致骨料连接处砂浆产生裂缝，大幅度降低植生混凝土的抗压强度。为防止植生混凝土早期收缩，应加强植生混凝土的早期养护。本条规定了植生混凝土的养护时间不宜少于 14d，如果相同养护条件下试块 14d 的强度不足设计强度值的 80% 时，需延长养护时间。另外，还需根据环境和天气情况采取适宜的养护方法。

6.3 植生基材铺装

6.3.1 植物应建植于植生混凝土表面以达到绿化景观效果。植生基材表层土是草种萌芽的载体，可为草种的生根发芽提供物理防护和水温调控，因此植生混凝

土表层应完全覆盖表层土以保证草种发芽率。植物生长效果依赖于根系的发达程度，孔隙土是植物根系吸收养分、生长延伸的载体，孔隙土的填充程度决定了根系的分布区域和生长动态，孔隙土充分填充植生混凝土的孔隙可增加植物成活率。

6.3.2 植生基材中的孔隙土用于填充植生混凝土孔隙，应具有充足的流动性和粘聚性。孔隙土与水混合制成的泥浆悬浊液，可在植生混凝土孔隙内流淌并粘附于植生混凝土骨架，达到孔隙内充分填充的效果。泥浆悬浊液的流动性和均质性取决于孔隙土与水的用量比例，水量过低，泥浆悬浊液可塑性不足，容易在植生混凝土上部堵塞；水量过高，泥浆悬浊液稠度不足，容易从植生混凝土下部流失。本条规定的植生基材与水质量比可达到适宜的泥浆悬浊液性能，分多次灌注可增强植生基材的填充效果。

6.3.3 植生基材中的表层土用于覆盖植生混凝土表面，为草种发芽提供载体。

表层土的铺盖厚度决定草种播种深度，草种播种深度过深或过浅均不利于植物发芽成活。本条规定的表层土铺盖厚度可满足植物生长需求。植生基材在铺装完成后，可人工压实，保证表层土和草种紧密贴合，防止风、雨等极端变化对草种造成物理损伤。草种养护宜采用喷灌灌溉方式，避免大水漫灌产生的水流冲击和水分积聚，减少表层土流失，保持土壤结构的稳定。

适当的草种播种量可以促使植物根系向下生长，形成深根系统，提高草坪的抗旱能力和营养吸收能力。过密的种植会导致根系浅而密，不利于草坪的长期健康。草种播种量应根据种子品种、播种季节、发芽率、生长速度等条件确定。

6.3.4 草坪种子出芽适合温度为13℃~24℃，低温会降低草种的成活率和生长速度，因此植生基材铺装施工宜选择4月~10月（温度宜为10℃~35℃）。植生基材颗粒和草种的体积小、重量轻，在强风作用下植生基材与草种易分离，降低草种均匀度并产生粉尘。雨、雪天气容易改变植生基材与水的混合比例，减弱泥浆悬浊液的填充效果。

7 质量检验和验收

7.1 质量检验

7.1.1 原材料进场时, 应按照相关规范或合同规定的批次进行检查, 以确保每一批次材料的质量均能满足要求, 避免因材料质量不稳定而影响工程质量。型式检验报告通常由有资质的第三方检测机构出具。进场时需核查型式检验报告, 以确认该批材料的整体性能指标是否符合标准要求。

7.1.2 再生骨料进场检验应符合下列规定:

1 泥块含量是指骨料中含有的泥块占总质量的百分比, 泥块含量过高会影响混凝土的和易性和强度。吸水率是指骨料吸水后的质量增加量与干燥质量的百分比, 吸水率过高会影响混凝土的配合比和强度。压碎指标是指骨料在标准条件下的抗压能力, 压碎指标不符合要求的骨料会影响混凝土的强度和耐久性。表观密度是指骨料在自然状态下单位体积的质量, 表观密度的检验可以帮助确定骨料的质量和稳定性, 确保混凝土的密实性和强度。

2 这一规定旨在确保进场再生骨料的质量均一性。对于不足 400m³ 或 600t 的再生骨料, 按一批进行检验, 有助于避免因检验批次过小而导致的质量不均匀问题。

3 通过依照国家标准进行检验, 可以确保再生粗骨料的质量满足混凝土工程的技术要求, 保证工程质量。安全。

7.1.4 分批检验评定确保每个批次的再生混凝土在性能上具有一致性, 避免不同批次混凝土因生产条件和配合比的差异导致性能不均。确保取样和检验过程规范化, 这不仅提高了检验结果的可靠性和权威性, 还确保了不同批次检验结果的可比性和一致性。

附录 A 植生混凝土浸泡溶液 pH 值测试方法

植生混凝土孔隙内 pH 值测定方法有固液萃取法和碱度释放法。固液萃取法是将达到预定龄期的试样破型后，取中心部位的胶凝材料或填充材料进行破碎、研磨，过 2mm 孔径的试验筛、烘干后称取 $10g \pm 0.1g$ 样品放入蒸馏瓶，加入 25mL 蒸馏水制备滤液，使用 pH 计测定滤液的 pH 值。碱度释放法为本附录 A 的测试方法。

附录 B 植生混凝土连续孔隙率测试方法

目前对连续孔隙率测定方法的研究较多，相关试验方法也在发展。连续孔隙率测试方法除了参照本规程规定的方法外，还可以参照现行国家行业标准《再生骨料透水混凝土应用技术规程》CJJ/T 附录 A 的方法执行。

附录 C 植生混凝土抗压强度测试方法

本试验方法对应正文 4.2.1、4.3.1、4.3.2、4.3.3 条内容的试验方法。

本试验方法与现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 相协调。但是由于植生混凝土的强度较普通混凝土低且具有一定的离散性，因此本规程规定每组试件应为 6 块，且立方体抗压强度值的确定与普通混凝土有所区别。立方体抗压强度试验宜采用标准试件，非标准试件的换算系数应专门进行相关试验确定。这些规定均为了保证植生混凝土抗压强度检测的准确性。

附录 D 植生混凝土抗草酸侵蚀性能测试方法

如若选用的植物根系分泌物中有机酸的草酸占比小于 70% 时, 植生混凝土抗酸侵蚀性能需专门开展试验研究。其他抗酸侵蚀试验可参照本附录执行, 还应符合其他现行国家、行业相关标准的要求。