

深圳市工程建设地方标准

SJG

SJG 165 – 2024

非机动车道透水混凝土路面技术规程

Technical specification for permeable concrete
pavement of non-motorized vehicle lane

2024-04-24 发布

2024-08-01 实施

深圳市住房和建设局

深圳市交通运输局

联合发布

深圳市工程建设地方标准

非机动车道透水混凝土路面技术规程

Technical specification for permeable concrete pavement
of non-motorized vehicle lane

SJG 165 – 2024

2024 深 圳

前 言

根据《深圳市住房和建设局关于发布 2020 年深圳市工程建设标准制订修订计划项目（第一批）的通知》（深建标〔2020〕2 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，结合深圳市的实际，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.材料；4.设计；5.施工；6.验收；7.维护。

本标准由深圳市住房和建设局、深圳市交通运输局联合批准发布，由深圳市交通运输局业务归口并组织深圳市交通公用设施建设中心、中国瑞林工程技术股份有限公司等编制单位负责技术内容的解释。本标准实施过程中如有意见或建议，请寄送中国瑞林工程技术股份有限公司（地址：深圳市福田区车公庙盛唐大厦东座九楼，邮政编码：518040），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：深圳市交通公用设施建设中心

中国瑞林工程技术股份有限公司

本标准参编单位：深圳市交通工程质量监督站

兰州交通大学

深圳市路桥建设集团有限公司

深圳市交通工程试验检测中心有限公司

本标准主要起草人员：陈福斌 刘小生 李洁文 刘辉喜 李 波
黎木平 王 媛 蔺勤生 夏继星 杨 晖
李 爽 滕旭秋 吴连波 罗志强 周世浩
董 峰 姚腾飞 易 昭 曹 楷 陈小冬
孙 政 古婷云 王腾腾 张 扬 张 宏
丁志辉

本标准主要审查人员：王端宜 陈少华 万 众 林仲帅 王良高
葛 文 朱 杰

本标准主要指导人员：韩立清 张志锋 王学坤 张 伟 谭 琛
霍荣金

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	材料	3
3.1	一般规定	3
3.2	原材料	3
3.3	透水水泥混凝土	8
3.4	透水沥青混凝土	9
3.5	粘结层	10
4	设计	11
4.1	一般规定	11
4.2	结构组合设计	11
4.3	排水设计	14
5	施工	15
5.1	一般规定	15
5.2	透水水泥混凝土路面施工	15
5.3	透水沥青混凝土路面施工	17
5.4	基层、垫层施工	18
5.5	粘结层施工	18
5.6	季节性施工	19
6	验收	20
6.1	一般规定	20
6.2	路基、垫层及基层	20
6.3	透水水泥混凝土路面	21
6.4	透水沥青混凝土路面	23
7	维护	25
7.1	一般规定	25
7.2	日常维护	25
附录 A	透水水泥混凝土配合比设计方法	26
附录 B	透水沥青混凝土配合比设计方法	28
附录 C	验收弯沉计算方法	29
	本标准用词说明	30
	引用标准名录	31
	附：条文说明	32

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Materials	3
3.1	General Requirements	3
3.2	The Raw Materials	3
3.3	Permeable Cement Concrete	8
3.4	Permeable Asphalt Concrete	9
3.5	Bonding Layer	10
4	Design	11
4.1	General Requirements	11
4.2	Structural Combination Design	11
4.3	Drainage Design	14
5	Construction	15
5.1	General Requirements	15
5.2	Permeable Cement Concrete Pavement Construction	15
5.3	Permeable Asphalt Concrete Pavement Construction	17
5.4	Construction of Base and Cushion	18
5.5	Waterproof Adhesive Layer Construction	18
5.6	Seasonal Construction	19
6	Acceptance	20
6.1	General Requirements	20
6.2	Subgrade, Cushion and Base Construction	20
6.3	Permeable Cement Concrete Pavement Construction	21
6.4	Permeable asphalt Concrete Pavement Construction	23
7	Maintenance	25
7.1	General Requirements	25
7.2	Daily Maintenance	25
	Appendix A Pervious Cement Concrete Mix Design Method	26
	Appendix B Pervious Asphalt Concrete Mix Design Method	28
	Appendix C Acceptance of the Bending Calculation Method	29
	Explanation of Wording in This Standard	30
	List of Quoted Standards	31
	Addition: Explanation of Provisions	32

1 总 则

- 1.0.1** 为满足深圳市海绵城市建设需要，提升城市非机动车道安全性及舒适性，规范非机动车道透水混凝土路面设计、施工、验收和维护管理，制定本规程。
- 1.0.2** 本规程适用于深圳市新建、扩建和改建道路非机动车道、非机动车停车场等工程的透水混凝土路面设计、施工、验收和维护管理。
- 1.0.3** 水源保护区范围内非机动车道禁止采用全透水结构。
- 1.0.4** 非机动车道透水混凝土路面除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 空隙 air void

混凝土总体积扣除固体骨架所占体积后的剩余部分，它由三部分组成，即连通空隙、半连通空隙、封闭空隙。

2.0.2 空隙率 air void ratio

空隙体积占混凝土毛体积的百分比。

2.0.3 目标空隙率 objective air void ratio

配合比设计需达到的空隙率。

2.0.4 透水水泥混凝土 pervious cement concrete

由一定颗粒级配的集料与水泥、外加剂和水等经拌合形成，硬化后连通空隙率不小于 14% 的水泥混凝土。

2.0.5 透水沥青混凝土 pervious asphalt concrete

由粗集料、少量细集料与沥青组成的沥青混合料经压实成型后连通空隙率不小于 14% 的沥青混凝土。

2.0.6 透水混凝土路面 permeable concrete pavement

由透水水泥混凝土或透水沥青混凝土作为面层材料修筑，路表水可进入路面横向排出，或渗入至路基内部的混凝土路面总称，包括全透水混凝土路面结构、半透水混凝土路面结构和表层透水混凝土路面结构。

2.0.7 全透水混凝土路面结构 permeable concrete pavement structure

路表水能够直接通过道路面层和基层向下渗透至路基中的道路结构体系。

2.0.8 半透水混凝土路面结构 semi-pervious pavement structure

路表水只能够渗透至道路面层和基层，不渗透至路基中的道路结构体系。

2.0.9 表层透水混凝土路面结构 surface pervious pavement structure

路表水只能够渗透至道路面层，面层以下结构层均为不透水材料的道路结构体系。

3 材 料

3.1 一 般 规 定

3.1.1 原材料的选用应结合透水性混凝土性能及工程实际需要综合考虑选用，其性能应符合现行相关规定。

3.1.2 透水混凝土路面材料应优先使用取得绿色建材评价标识的材料，严禁使用国家和地方明令禁止使用或淘汰的材料，并且在各种原材料进场后应进行质量检测。

3.1.3 鼓励非机动车道推广应用建筑垃圾、沥青路面铣刨料等，实现铣刨料再生利用。但铣刨料在透水混凝土中的添加比例等应通过室内试验及应用经验综合确定，其配制的混凝土应满足本规范的相关要求。

3.1.4 水泥稳定粒料类等基层结构原材料及混合料技术要求应满足现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 和广东省标准《透水沥青混凝土路面技术规程》DBJ/T 15-157 中对次干路以下道路的相关规定。

3.2 原 材 料

3.2.1 透水水泥混凝土采用的原材料应符合下列要求：

1 水泥宜选用符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 质量要求的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，其强度等级不低于 42.5 级。不同等级、厂牌、品种、出厂日期的水泥不得混存、混用；

2 粗集料应选用质地坚硬、耐久、洁净、密实的碎石，可根据需要采用天然石料或人工彩色碎石、陶粒。人工彩色碎石、陶粒和天然石料的颜色宜与路面设计色彩接近，碎石的性能技术指标应符合现行国家标准《建筑用卵石、碎石》GB/T 14685 中的二级要求，并应符合表 3.2.1-1 规定；

表 3.2.1-1 透水水泥混凝土用粗集料的技术指标

项目	单位	技术要求		
		1	2	3
尺寸	mm	2.4~4.75	4.75~9.5	9.5~13.2
压碎值	%	≤30		
针片状颗粒含量（按质量计）	%	≤20		
含泥量（按质量计）	%	≤2.0		
表观密度	kg/m ³	>2500		
紧密堆积密度	kg/m ³	≥1350		
堆积空隙率	%	≤47		
吸水率	%	≤3.0		

3 细集料应采用坚硬、洁净、干燥、无风化且无杂质的机制砂。细集料技术要求应符合表 3.2.1-2 的规定；

表 3.2.1-2 透水水泥混凝土用细集料的技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
表观密度	kg/ m ³	≥2500	T 0328
坚固性 (>0.3mm 部分)	%	≤10	T 0340
含泥量 (<0.075mm 的含量)	%	≤3	T 0333
亚甲基蓝值	g/kg	≤2.5	T 0349

4 增强料可分有机材料和无机材料两类，有机材料包括聚合物乳液和聚合物粉体，增强料的技术指标应符合表 3.2.1-3 的规定，有机材料的游离甲醛宜小于 0.3g/kg，总挥发性有机物宜小于 50g/L；

表 3.2.1-3 透水水泥混凝土用增强料的技术指标

增强料	含固量 (%)	延伸率 (%)	极限拉伸强度 (MPa)	最低成膜温度 (℃)
聚合物乳液	≥40	≥150	≥1.0	≤5
聚合物粉体	≥98	≥300	≥5.0	≤5
活性 SiO ₂	≥85%			

5 水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定；

6 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 的有关规定；

7 路面用嵌缝材料应符合现行行业标准《水泥混凝土嵌缝密封材料》JT/T 589 的有关规定。

3.2.2 透水沥青混凝土中采用的原材料应符合下列要求：

1 胶结料宜采用高黏度沥青胶结料或橡胶沥青，其技术要求应符合表 3.2.2-1 和表 3.2.2-2 的规定；

表 3.2.2-1 高黏度沥青胶结料技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
针入度 25℃	0.1mm	≥40	T 0604
软化点	℃	≥75	T 0606
延度 15℃	cm	≥75	T 0605
延度 5℃	cm	≥25	T 0605
闪点	℃	≥260	T 0611
60℃动力粘度	Pa·s	≥20000	T 0620
黏韧性 (25℃)	N·m	≥20	T 0624
韧性 (25℃)	N·m	≥15	T 0624
薄膜烘箱试验 (163℃, 5h) 残留物	质量变化	%	±0.2
	针入度残留率	%	≥65
溶解度	%	≥99	T 0607
弹性恢复 (25℃)	%	≥90	T 0662

表 3.2.2-2 橡胶沥青胶结料技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法	
针入度 (25℃)	0.1mm	≥40	T 0604	
针入度指数 (PI)	-	≥0	T 0604	
软化点	℃	≥60	T 0606	
延度 (5℃)	cm	≥10	T 0605	
闪点	℃	≥230	T 0611	
旋转粘度 (135℃)	Pa·s	≥20000	T 0625	
溶解度	%	≥97.5	T 0607	
弹性恢复 (25℃)	%	≥60	T 0662	
薄膜烘箱试验 (163℃, 5h) 残留物	质量变化	%	≤1.0	T 0609/T 0610
	针入度残留率	%	≥65	T 0604

2 粗集料其技术要求应符合表 3.2.2-3 的规定。当所用粗集料与沥青的粘附性等级低于 4 级时, 应采取抗剥落措施, 抗剥落剂的品种与掺量应通过试验确定;

表 3.2.2-3 透水沥青混凝土用粗集料的技术指标

检测项目	单位	技术要求	试验方法
石料压碎值	%	≤30	T 0316
洛杉矶磨耗损失	%	≤35	T 0317
石料磨光值	-	≥42	T 0321
表观相对密度	-	≥2.5	T 0304
吸水率	%	≤3.0	T 0307
针片状颗粒含量	%	≤20	T 0312
水洗法<0.075mm 颗粒含量	%	≤1	T 0310
软石含量	%	≤5	T 0320
与沥青的粘附性等级	级	≥4	T0616
一个破碎面含量	%	≥90	T 0346
2 个或以上破碎面含量	%	≥80	

3 细集料应采用坚硬、洁净、干燥、无风化且无杂质的机制砂。细集料技术要求应符合表 3.2.2-4 的规定;

表 3.2.2-4 透水沥青混凝土用细集料的技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
表观相对密度	-	≥2.5	T 0328
坚固性 (>0.3mm 部分)	%	≤10	T 0340
含泥量 (<0.075mm 的含量)	%	≤1	T 0333
砂当量	%	≥60	T 0334

续表 3.2.2-4

试验项目	单位	技术要求	试验方法
棱角性（流动时间）	S	≥30	T 0345
亚甲基值	g/kg	≤2.5	T 0349

4 透水沥青混凝土中填料应采用石灰岩或岩浆岩等憎水性石料经磨细得到的矿粉。矿粉应干燥、清洁、不结团，能从矿粉仓中自由流出，不应使用回收的粉尘。矿粉技术要求应符合表 3.2.2-5 的规定；

表 3.2.2-5 透水沥青混凝土用矿粉的技术要求

技术指标	单位	技术要求	试验方法	
表观相对密度	-	≥2.5	T 0352	
含水量	%	≤0.5	T 0103	
粒度范围	<0.6mm	%	100	T 0351
	<0.15mm	%	90~100	T 0351
	<0.075mm	%	85~100	T 0351
亲水系数	-	<1	T 0353	
塑性指数	%	<4	T 0345	
外观	-	无团粒结块	-	
加热安定性	-	无明显变化	T 0355	

5 彩色透水沥青混凝土中胶结料应采用彩色高黏度沥青胶结料，其技术要求应符合表 3.2.2-6 的规定；

表 3.2.2-6 彩色高黏度沥青胶结料技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法	
针入度（25℃）	0.1mm	≥30	T 0604	
软化点	℃	≥75	T 0606	
溶解度	%	≥99	T 0607	
闪点	℃	≥230	T 0611	
60℃动力粘度	Pa·s	≥20000	T 0620	
弹性恢复（25℃）	%	≥75	T 0662	
黏韧性（25℃）	N·m	≥20	T 0624	
韧性（25℃）	N·m	≥15	T 0624	
颜色等级（铁钴法）	档	≤17	GB/T 1722	
薄膜烘箱试验（163℃，5h）残留物	质量变化	%	±0.6	T 0609/T 0610
	针入度残留率	%	≥65	T 0604
	颜色	—	无明显变化	GB/T 1722

6 当采用外掺法生产透水沥青混凝土时，生产前应对高黏度添加剂技术进行试验检测，高

黏度添加剂技术指标应符合表 3.2.2-7 的规定；

表 3.2.2-7 高黏度添加剂技术要求

检测项目	单位	技术要求	试验方法
熔融指数	g/10min	≥5.0	GB/T 3682
灰分含量	%	≤1.0	JTG E20/T 0614

7 透水沥青混凝土所用色粉宜选用无机类材料，色粉技术要求符合表 3.2.2-8 的规定。

表 3.2.2-8 色粉技术要求

技术指标	单位	技术要求	试样方法
耐光性	级	≥7	GB/T 1710
水溶物含量	%	≤1.0	GB/T 5211.1
105℃挥发物	%	≤1.5	GB/T 5211.3
吸油量	%	≤22	GB/T 5211.15
筛余量（0.075mm 筛孔）	%	≤0.1	GB/T 5211.18
着色力	-	98~102	GB/T 5211.19
外观	-	无团粒结块	-

3.2.3 透水混凝土所用合成纤维应符合以下规定：

- 1 不得对人体和环境造成危害；
- 2 合成纤维技术要求符合表 3.2.3 的规定。

表 3.2.3 合成纤维技术要求

项目	单位	技术要求
公称长度	mm	6~40
断裂强度	MPa	≥270
断裂伸长率	%	≤40
初始模量	MPa	≥3000
耐碱性能（极限拉力保持率）	%	>95.0

3 合成纤维试验方法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 的有关规定。

3.2.4 当使用土工布时，其技术性能应满足现行行业标准《公路土工合成材料应用技术规范》JTJ/T 019 的有关规定，并应符合表 3.2.4 的规定。

表 3.2.4 土工布技术要求

试验项目	单位	标称断裂强度（kN/m）			
		15	20	25	30
纵、横向断裂强度	kN/m	>15.0	>20.0	>25.0	>30.0
纵横向标称伸长率	%	40~80			
CBR 顶破强力	kN	≥2.9	≥3.9	≥5.8	≥6.4

续表 3.2.4

纵横向梯形撕破强力	kN	≥0.42	≥0.58	≥0.7	≥0.82
等效孔径	mm	0.05~0.20			
垂直渗透系数（20℃）	cm/s	0.001~0.99			
厚度（2kPa）	mm	≥2.2	≥2.8	≥3.4	≥4.2

注：试验方法应符合《土工合成材料长丝纺粘针刺非织造土工布》GB/T 17639的有关规定。

3.2.5 路面基层材料应符合现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 和《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135 的有关规定。

3.2.6 垫层可采用沙砾、砾石、碎石等透水性好的粒料类材料，且应符合现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 的有关规定。

3.3 透水水泥混凝土

3.3.1 透水水泥混凝土性能应符合表 3.3.1 的要求。

表 3.3.1 透水水泥混凝土的性能

项目		单位	性能要求
弯拉强度	7d	MPa	≥2.2
	28d	MPa	≥3.5
抗压强度	7d	MPa	≥18
	28d	MPa	≥20
空隙率		%	≥18
连通空隙率		%	≥14
透水系数		mm/s	≥2.0
耐磨性（磨坑长度）		mm	≤30
强度等级		-	不低于 C20

注：1 弯拉强度、抗压强度试验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 的相关规定。

2 透水系数试验方法应符合现行行业标准《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135 的相关规定，连通空隙率试验方法应符合现行行业标准《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190 的相关规定。

3 耐磨性试验应符合现行国家标准《无机地面材料耐磨性能试验方法》GB/T 12988 的相关规定。

3.3.2 透水水泥混凝土配合比设计宜采用体积法进行设计，确保满足混凝土强度和渗透性能的要求，设计方法宜符合附录 A 的规定。

3.3.3 透水水泥混凝土配合比的试配、调整和确定应符合下列规定：

1 应按计算配合比进行试拌，并应检验透水水泥混凝土的相关性能。当拌合物性能不符合要求时，可调整透水水泥混凝土水泥用量、外加剂用量等，直到符合要求。根据试拌结果，提出透水水泥混凝土强度试验用的基准配合比；

2 透水水泥混凝土强度试验时，应选择 3 个不同的配合比，其中一个为基准配合比，另外两个配合比的水胶比宜较基准水胶比分别增减 0.05，用水量宜与基准配合比相同，并验证拌合物的工作性能；

3 透水水泥混凝土强度试验时，每个配合比应至少成型 1 组试件，试件满足标准养护 28d 或设计规定龄期后进行强度测试。也可同时多成型几组试件，按现行行业标准《早期推定混凝土强度试验方法标准》JGJ/T 15 的早期强度推算混凝土强度，用于配合比调整，最终应满足设计规定龄期的强度要求；

4 对耐久性有要求的透水水泥混凝土，应进行相应的耐久性指标检测；

5 根据试验得到的透水水泥混凝土强度、空隙率、连通空隙率与水胶比的关系，可采用作图法或计算法求出满足空隙率和透水水泥混凝土强度要求的水胶比，确定水泥用量和用水量，应将最终确定的透水水泥混凝土配合比作为设计配合比。

3.4 透水沥青混凝土

3.4.1 透水沥青混凝土的配合比设计应包括目标配合比设计、生产配合比设计以及试拌试铺验证三个阶段。

3.4.2 透水沥青混凝土技术要求应符合表 3.4.2 的规定。

表 3.4.2 透水沥青混凝土技术要求

检测项目	单位	技术要求	试验方法
马歇尔试件击实次数	次	两面各 50	T 0702
马歇尔试件尺寸	Mm	Φ 101.6×63.5	T 0702
空隙率	%	≥18	T 0708
连通空隙率	%	≥14	—
马歇尔稳定度	kN	≥3.5	T 0709
透水系数	mm/s	≥2.4	—
谢伦堡沥青析漏量	%	≤0.3	T 0732
肯塔堡飞散损失	%	≤20	T 0733
动稳定度（60℃）	次/min	≥1000	T 0719
残留稳定度	%	≥80	T0709

3.4.3 透水沥青混凝土的设计级配范围应符合表 3.4.3 的规定。

表 3.4.3 透水沥青混凝土矿料级配范围

级配类型		通过下列筛孔（mm）的质量百分率（%）											
		26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
中粒式	PAC-20	100	95-100	-	64-84	-	10-31	10-20	7-17	6-14	5-11	4-9	3-5
	PAC-16		100	90-100	60-90	40-60	10-26	9-20	7-17	6-14	5-11	4-9	3-5
细粒式	PAC-13			100	90-100	40-71	10-30	9-20	7-17	6-14	5-12	4-9	3-6
	PAC-10				100	90-100	50-70	10-22	6-18	4-15	3-12	3-8	2-6

3.4.4 透水沥青混凝土配合比设计应符合附录 B 和现行行业标准《公路沥青路面施工技术规

范》JTG F40 的相关规定。

3.5 粘 结 层

3.5.1 表层透水沥青混凝土路面粘结层应符合下列要求：

- 1 表层透水沥青混凝土路面粘结层宜采用改性乳化沥青作为粘结层；
- 2 粘结层用改性乳化沥青技术要求应符合表 3.5.1 的规定。

表 3.5.1 改性乳化沥青技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法	
粒子电荷		阳离子 (+)	T0653	
筛上剩余量 (1.18mm)，不大于	%	0.1	T0652	
粘度	恩格拉粘度	1~10	T0622	
	沥青标准粘度 C _{25,3}	s	8~25	T0621
蒸发残留物	含量不小于	%	50	T0651
	针入度	0.1mm	40~120	T0604
	软化点，不小于	℃	50	T0606
	延度，不小于	cm	20	T0605
	溶解度 (三氯乙烯)，不小于	%	97.5	T0607
贮存稳定性	1 天，不大于	%	1	T0655
	5 天，不大于	%	5	T0655

3.5.2 半透水沥青混凝土路面粘结层应符合下列要求：

- 1 表层透水沥青混凝土路面粘结层宜采用乳化沥青作为粘结层；
- 2 粘结层用乳化沥青技术要求应符合表 3.5.2 的规定。

表 3.5.2 乳化沥青技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法	
粒子电荷		阳离子 (+)	T0653	
筛上剩余量 (1.18mm)，不大于	%	0.1	T0652	
粘度	恩格拉粘度	1~6	T0622	
	沥青标准粘度 C _{25,3}	s	8~20	T0621
蒸发残留物	含量不小于	%	50	T0651
	针入度	0.1mm	45~150	T0604
	延度，不小于	cm	40	T0605
	溶解度 (三氯乙烯)，不小于	%	97.5	T0607
贮存稳定性	1 天，不大于	%	1	T0655
	5 天，不大于	%	5	T0655

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 有专用路权的非机动车道透水路面设计应综合考虑当地的水文地质、气候环境、景观要求、环境状况等条件，并与海绵城市设计及相关附属设施相结合。

4.1.2 非机动车道透水路面应满足荷载、透水、防滑等功能性和耐久性要求。

4.1.3 透水混凝土路面结构型式应根据深圳地区的降雨量和道路使用环境确定，以满足各路段排水性能需求设计，主要可分为表层透水混凝土路面、半透水混凝土路面和全透水混凝土路面三种。

4.1.4 新建非机动车道透水路面的基层应具有足够的强度和刚度，基层横坡度宜为 1%~2%，面层横坡度应与基层横坡度相同。改建的非机动车道尽量利用既有基层结构。

4.1.5 透水混凝土路面垫层厚度宜为 30 mm~50mm，潮湿、过湿路段可适当增厚，且应符合现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 的规定。

4.1.6 透水混凝土道路的几何设计应符合现行行业标准《城市道路工程设计规范》CJJ 37 的要求。

4.1.7 透水混凝土路面面层厚度宜为 4cm~6cm，基层厚度宜为 25cm~30cm，具体应根据结构验算及经验确定。

4.1.8 透水混凝土路面的路基应具有足够的强度、稳定性、抗变形能力及耐久性，并应符合《城市道路路基设计规范》CJJ 194 的相关规定，路基设计回弹模量宜为 20 MPa~25MPa，可采用贝克曼弯沉或便携式落锤弯沉仪测试，测试方法应按照现行行业标准《公路路基路面现场测试规程》JTG 3450 的规定检测。路基验收弯沉值应按附录 C 和现行行业标准《公路沥青路面设计规范》JTG D50 的规定计算。

4.2 结构组合设计

4.2.1 非机动车道透水混凝土路面结构使用寿命设计基准期应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 路面结构使用寿命设计基准期

路面结构型式	路面类型	
	沥青路面	水泥混凝土路面
表层透水混凝土路面	10 年	15 年
半透水混凝土路面	10 年	15 年
全透水混凝土路面	10 年	15 年

4.2.2 非机动车道透水混凝土路面结构组成和适用范围可按表 4.2.2 选用。

表 4.2.2 透水水泥混凝土路面结构组成

路面结构类型	透水水泥混凝土		透水沥青混凝土	
	面层	基层	面层	基层
表层透水结构	透水水泥混凝土	水泥混凝土或水泥稳定类结构	透水沥青混凝土	水泥混凝土或水泥稳定类结构

续表 4.2.2

路面结构类型	透水水泥混凝土		透水沥青混凝土	
	面层	基层	面层	基层
半透水结构	透水水泥混凝土	透水水泥混凝土或透水水泥稳定类结构	透水沥青混凝土	透水水泥混凝土或透水水泥稳定类结构
全透水结构	透水水泥混凝土	透水水泥混凝土或透水水泥稳定类结构	透水沥青混凝土	透水水泥混凝土或透水水泥稳定类结构

4.2.3 表层透水混凝土路面设计应符合下列规定：

1 表层透水混凝土路面路表水进入表面层后排入临近排水设施，路面结构型式可按图 4.2.3-1 示意进行设计。透水水泥混凝土可不设粘结层，沥青混凝土宜设粘结层，粘结层宜采用改性乳化沥青，撒布量宜为 $0.6 \text{ L/m}^2 \sim 1.0 \text{ L/m}^2$ 。

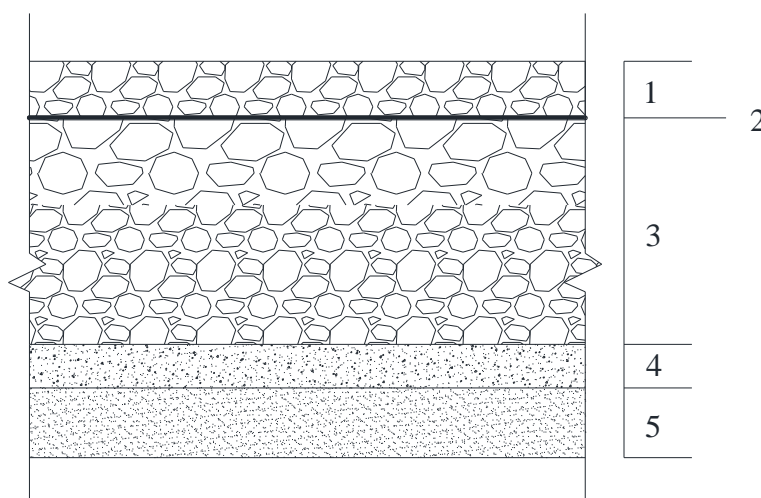


图 4.2.3-1 表层透水混凝土路面结构型式示意图

1—透水混凝土面层；2—粘结层；3—基层；4—垫层；5—路基

2 表层透水沥青混凝土路面单层厚度不宜小于集料公称最大粒径的 2.5 倍，且应符合《公路沥青路面设计规范》JTG D50 的有关规定。透水沥青混凝土路面为一层时，宜采用 PAC-13 结构形式，厚度宜为 $40 \text{ mm} \sim 50 \text{ mm}$ 。透水沥青混凝土路面为两层时，上下层常用组合宜为 PAC-5/PAC-13、PAC-10/PAC-16 和 PAC-13/PAC-20，上层厚度宜为 $20 \text{ mm} \sim 40 \text{ mm}$ ，下层厚度宜为 $35 \text{ mm} \sim 60 \text{ mm}$ 。

3 表层透水水泥混凝土路面结构设计宜分为单色层或双色层，当采用双色层时，其单层厚度不应小于 30 mm 。

4.2.4 半透水混凝土路面应符合下列规定：

1 半透水混凝土路面路表水由面层渗透至路基顶面后排入临近排水设施，路面结构可按图 4.2.4-2 示意结构型式进行设计；

2 透水水泥混凝土面层与基层之间可不设粘结层，半透水沥青混凝土路面面层与基层之间宜设粘结层，粘结层宜采用乳化沥青，撒布量宜为 $0.3 \text{ L/m}^2 \sim 0.5 \text{ L/m}^2$ 。

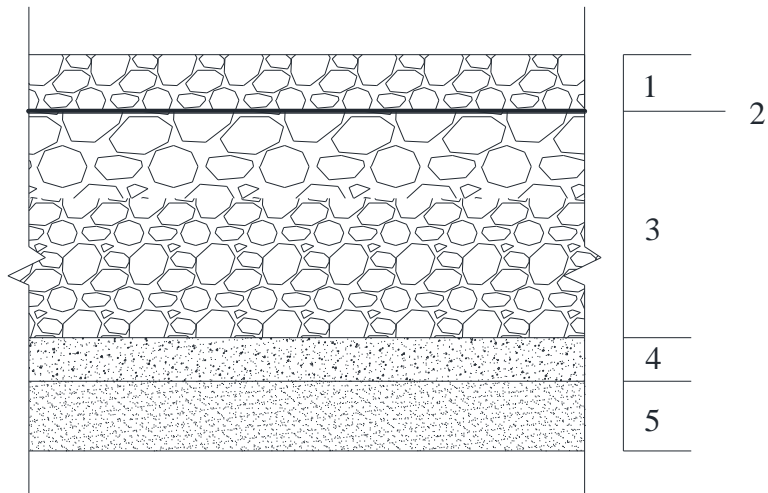


图 4.2.4-2 半透水混凝土路面结构型式示意图

1—透水混凝土面层；2—粘层；3—透水基层；4—垫层；5—路基

4.2.5 全透水混凝土路面应符合下列规定：

- 1 土基应具有一定的透水性能，土基渗透系数不应小于 $1.0 \times 10^{-3} \text{mm/s}$ ，且土基顶面距离地下水水位应大于 1.0m；
- 2 全透水混凝土路面结构的路面排水应不进入水源保护区范围；
- 3 全透水混凝土路面结构可按图 4.2.5 示意结构型式进行设计；

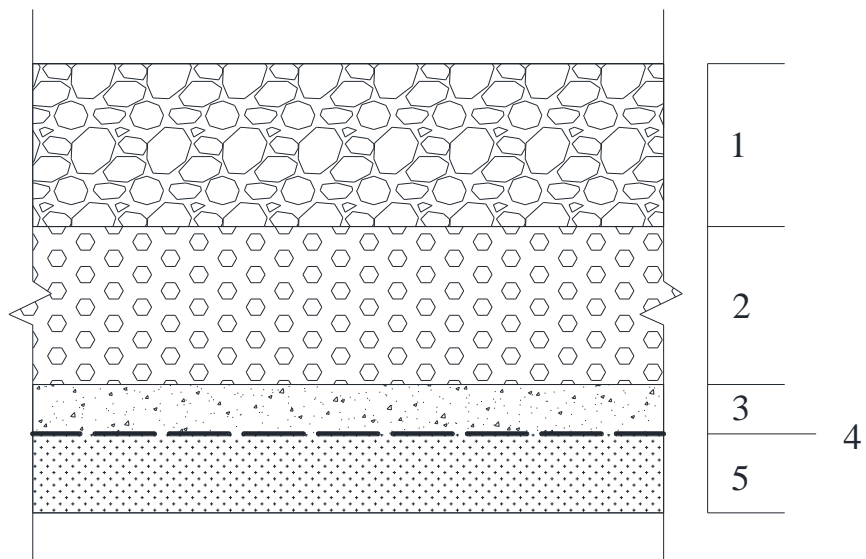


图 4.2.5 全透水混凝土路面型式示意图

1—透水混凝土面层；2—透水基层；3—透水垫层；4—反滤隔离层；5—路基

4 在路面基层和路基之间应设置反滤隔离层，反滤隔离层宜选用粒料类材料或土工织物合成材料；

4.2.6 透水泥混凝土面层应设计纵向和横向接缝。纵向接缝的间距应按路面宽度在 3.0m~4.5m 范围内确定，横向接缝的间距宜为 4.0m~6.0m；当基层有结构缝时，面层缩缝应与其相应结构缝位置一致。填缝填料应选用与混凝土接缝槽壁粘结力强、回弹性好、适应混凝土板收缩、不溶于水、不渗水、高温时不流淌、低温时不脆裂、耐老化的材料。

4.2.7 当透水水泥混凝土面层施工长度超过 30m，应设置胀缝。在透水水泥混凝土面层、侧沟、建筑物、雨水口等其他构造物连接处，应设置胀缝。

4.2.8 透水混凝土路面结构总厚度还应满足透水、储水功能的要求。厚度计算应根据当地降雨强度、降雨持续时间、土基平均渗透系数、透水混凝土结构层平均连通空隙率进行计算。路面厚度可按式 4.2.8 进行计算。

$$H = \frac{(i-3600q) \cdot t}{600v} \times 100 \quad (4.2.8)$$

式中：

H ——透水混凝土路面结构总厚度（cm）；

i ——设计降雨强度（2 年一遇，持续 60min）（mm/h）；

q ——土基平均渗透系数（mm/s）；

t ——降雨持续时间（min）；

v ——透水混凝土路面结构层平均连通空隙率（%）。

4.2.9 透水混凝土路面铺设于存在地下空间的路段，应采取必要的防水措施，防止水对地下空间结构的侵渗。

4.3 排水设计

4.3.1 透水混凝土路面的排水设计应根据路面结构类型、当地降雨量、降雨强度和周边排水系统的特点进行设计，并应符合现行行业标准《室外排水设计规范》GB 50014 和《城市道路工程设计规范》CJJ 37 的有关规定。

4.3.2 透水混凝土路面结构设计时应根据具体情况，按下列规定进行路面内部排水设计：

1 采用全透水混凝土路面结构时，当土基、土壤透水系数及地下水位高程等条件不满足要求时，应设置排水设施并与市政排水系统相连；

2 全透水混凝土路面与行车道、周边结构物之间应进行防渗处理；

3 采用表层透水、半透水混凝土路面结构时，透水混凝土路面边缘应设置纵向排水设施，雨水应通过路面横坡汇集到路面边缘纵向排水设施，纵向排水设施应与市政排水系统相连应设置边缘排水系统。

5 施 工

5.1 一 般 规 定

5.1.1 施工前应在对同类工程配合比设计和使用情况调查研究的基础上，根据设计要求完成配合比设计，并通过试验路确定施工配合比。

5.1.2 施工前应查勘施工现场，复核地下隐蔽设施的位置和标高，根据设计文件及施工条件，确定施工方案，编制施工组织设计。

5.1.3 各种原材料应进行质量检测，应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1和本规程第三章的规定，经评定合格后方可使用，不得以供应商提供的检测报告或商检报告代替现场检测。

5.1.4 透水混凝土面层施工时，应对下承层及排水设施等进行检查验收，符合要求后方可进行面层施工。

5.2 透 水 水 泥 混 凝 土 路 面 施 工

5.2.1 透水水泥混凝土拌合宜采用强制式搅拌机，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综合确定。

5.2.2 进入搅拌机的原材料必须准确计量，并应符合下列规定：

1 每台班拌制前应精确测定集料的含水率，并应根据集料的含水率，调整透水水泥混凝土配合比中的用水量，通过施工现场试验确定施工配合比；

2 透水水泥混凝土原材料（按质量计）的允许误差，应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 透水水泥混凝土原材料允许误差范围

材料	水泥	集料	水	添加剂	增强料	纤维
允许偏差（%）	±1	±2	±1	±1	±1	±1

5.2.3 透水水泥混凝土的拌制宜先将集料、纤维（如有）和 50%用水量加入搅拌机拌合 25s~35s，再加入水泥、矿物掺合料、外加剂、增强料拌合 35s~45s，最后加入剩余用水量拌合 50s 以上。

5.2.4 当透水水泥混凝土面层采用双色组合层设计时，应采用不同搅拌机分别拌合不同色彩的混凝土。

5.2.5 透水水泥混凝土拌合物运输时应防止离析，并应注意保持拌合物的湿度，必要时应采取遮盖等措施。

5.2.6 透水水泥混凝土拌合物从搅拌机出料，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，可根据水泥初凝时间及施工气温确定，并应符合表 5.2.6 的规定。

表 5.2.6 透水水泥混凝土从搅拌机出料至浇筑完毕允许最长时间

施工气温 T（℃）	允许最长时间（h）
5≤T<10	2.0
10≤T<20	1.5
20≤T<30	1.0
30≤T<35	0.75

5.2.7 普通透水水泥混凝土面层铺筑时模板的使用应符合下列规定：

1 模板应选用质地坚实、变形小、刚度大的材料，模板的高度应与混凝土路面厚度一致，表面平整无翘曲，顶面平整；

2 立模的平面位置与高程应符合设计要求，模板与混凝土接触的表面应涂隔离剂；

3 透水水泥混凝土拌合物摊铺前，应对模板的高度、支撑稳定情况等进行全面检查；

4 拆模时间应根据气温和混凝土强度增长情况确定；

5 拆模不得损坏混凝土路面的边角，应保持透水水泥混凝土块体完好。

5.2.8 普通透水水泥混凝土铺筑宜采用小型机具铺筑，可采用三辊轴机组或滑模摊铺机铺筑，施工应符合现行行业标准《公路水泥混凝土路面施工技术细则》JTG/T F30 的相关规定。

5.2.9 普通透水水泥混凝土采用小型机具铺筑时应符合下列规定：

1 透水水泥混凝土塌落度宜控制在 5 mm ~20mm。松铺系数宜控制在 1.10~1.25；

2 卸料应均匀，采用人工布料时，应用铁锹反扣，不得抛掷和耨耙；

3 透水水泥混凝土宜采用平整压实机，或采用低频平板振动器振动和专用滚压工具滚压。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；

4 透水水泥混凝土压实后，宜使用抹平机对透水水泥混凝土面层进行收面，必要时应配合人工拍实、整平。整平时必须保持模板顶面整洁，接缝处板面应平整。

5.2.10 普通透水水泥混凝土三辊轴机组铺筑时应符合下列规定：

1 透水水泥混凝土塌落度宜控制在 10 mm ~30mm，松铺系数宜控制在 1.2~1.25；

2 应全断面布料，松铺高度符合要求后，再使用振捣机开始振捣。振捣机应匀速缓慢、连续地振捣行进作业。振捣后的混凝土面层应成为连续均匀的整体，并达到所要求的密实度；

3 三辊轴整平作业时，应处理整平轴前料位的高低情况，过高时应铲除，轴下的间隙应采用混凝土找平；

5.2.11 条件具备时，普通透水水泥混凝土可采用滑模摊铺机铺筑，应符合下列规定：

1 透水水泥混凝土塌落度宜控制在 10 mm ~30mm，松铺系数宜控制在 1.08~1.15；

2 滑模摊铺机速度应根据板厚、缓凝土工作性、布料能力、振捣效果等确定，可在 0.75m/min~2.5m/min 之间选择，宜采用 1m/min；

3 滑模摊铺机应缓慢、匀速、连续不间断地作业，严禁快速推进、随意停机与间歇摊铺。

5.2.12 当采用彩色透水水泥混凝土双色组合层施工时，上面层应在下面层初凝前进行铺筑，且透水上面层和透水面层摊铺间隔时间不宜超过 2h。

5.2.13 露骨透水水泥混凝土施工，应与普通透水水泥混凝土施工相同，摊铺平整后的工序应符合下列要求：

1 随时检查施工表面的初凝状况，有初凝现象时可均匀喷洒适量缓凝剂，选用塑料薄膜覆盖等方法养护，并应防止阳光直晒。

2 表层混凝土终凝前应及时采用高压水枪冲洗面层，除去表面的胶凝材料，均匀裸露出天然石材，以颗粒不松动为宜。

3 表层冲洗后应及时去除表面和气隙内的剩余浆料，并应覆盖塑料薄膜进行保湿养护。

5.2.14 透水水泥混凝土路面接缝施工应满足以下规定：

1 路面缩缝切割宜在混凝土强度达到设计强度 25%~30%时进行，深度宜为路面厚度的 1/2~1/3；路面胀缝应与路面厚度相同。施工中施工缝可代替缩缝。

2 施工中的缩缝、胀缝均应嵌入弹性嵌缝材料。

5.2.15 透水水泥混凝土路面施工完毕后养护应符合下列规定：

1 宜采用塑料薄膜覆盖等方法养护。养护时间应根据透水水泥混凝土强度增长情况确定，养护时间不宜少于 14d。

2 养护期间透水水泥混凝土路面严禁通行，应保证覆盖材料的完整。路面未达到设计强度前不得投入使用，透水水泥混凝土路面强度应以透水水泥混凝土试件强度为依据。

3 当昼夜温差出现大于 10℃或平均温度小于等于 5℃时，透水水泥混凝土面层施工应采取保温措施。

5.3 透水沥青混凝土路面施工

5.3.1 透水沥青混凝土路面工程开工前宜铺筑 50m~100m 的试验路段，进行混合料的试拌、试铺和试压，以确定合理的施工工艺。对于工程量小的非机动车道可不铺筑试验路。

5.3.2 施工前进场的材料应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 和《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190-2012 以及本规程第 3 章的规定，当遇雨天或气温低于 15℃时，不得进行透水沥青路面施工。

5.3.3 高粘度改性沥青存放时应避免离析。

5.3.4 透水沥青混凝土中添加纤维时，纤维应在沥青混凝土拌和过程中充分分散均匀。当采用人工投放时，应将纤维充分分散后采用小包包装。

5.3.5 道路附属设施及土建工程施工，应在透水沥青混凝土路面施工前完成。

5.3.6 透水沥青混凝土生产温度控制应符合表 5.3.6 的规定，烘干集料的残余含水率不得大于 1%。

表 5.3.6 透水沥青混凝土生产控制温度

控制项目		规定温度 (°C)	允许偏差 (°C)
沥青加热温度	湿法处理 (高粘度改性沥青)	175	±5
	直投式干法处理 (基质沥青)	160	±5
集料加热温度		195	±5
混合料出厂温度		180	±5

5.3.7 透水沥青混凝土拌合时间应根据具体情况试拌确定，应以沥青混凝土拌和均匀、沥青完全裹覆矿料颗粒为原则，混合料应无花白料、无结团成块或严重的粗细集料分离现象。间歇式拌和机每盘的生产周期不宜少于 60s (其中干拌时间不少于 10s)，添加纤维的拌合料应适当延长拌和时间，添加纤维的拌合料应适当延长拌和时间。

5.3.8 透水沥青混凝土路面施工时，透水沥青混凝土施工温度宜符合表 5.3.8-1~5.3.8-2 的规定。

表 5.3.8-1 透水沥青混凝土的施工温度

施工工序	温度 (°C)
沥青混合料贮料仓贮存温度	贮料过程中温度下降不超过 10
沥青混合料废弃温度	≥ 195
沥青混合料运输温度	≥ 175
沥青混合料摊铺温度	≥ 160
初压沥青混凝土内部温度	≥ 150

续表 5.3.8-1

施工工序	温度 (°C)
终压沥青混凝土表面温度	≥90

表 5.3.8-2 彩色透水沥青混凝土的施工温度

施工工序	温度 (°C)
沥青混合料贮料仓贮存温度	贮料过程中温度下降不超过 10
沥青混合料废弃温度	≥185
沥青混合料运输温度	≥165
沥青混合料摊铺温度	≥150
初压沥青混凝土内部温度	≥140
终压沥青混凝土表面温度	≥80

5.3.9 透水沥青混凝土路面宜采用专用摊铺机对进行摊铺，局部可采用人工摊铺，松铺系数应通过试验段确定。摊铺过程中随时注意检查摊铺厚度和路拱、横坡。

5.3.10 透水沥青混凝土的压实应分为初压、复压和终压三个阶段，各阶段压实应遵循紧跟、慢压的原则进行，不得随意变换速度或中途停顿。摊铺速度宜控制在 1.5m/min~3.0m/min。在路面狭窄部分、平曲线半径过小的匝道或加宽部分等特殊路段宜降低至 1m/min~2m/min，局部可采用人工摊铺。

5.3.11 根据非机动车道宽度，压实可采用小型钢轮压路机静压，不得采用振动压实。

5.3.12 透水沥青混凝土路面与不透水路路面衔接处，应做好封水、防水处理。

5.3.13 施工完成的透水沥青混凝土路面严格控制交通，做好保护，保持整洁，不得造成污染，严禁在面层上堆放杂物，待摊铺层完全自然冷却至沥青混凝土表面温度低于 50°C 时，方可开放交通。

5.4 基层、垫层施工

5.4.1 施工前应做好施工期临时排水方案，临时排水设施应与永久排水设施综合设置，应与工程影响范围内的排水系统相协调。

5.4.2 基层、垫层施工应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定，且渗透系数应符合设计要求。

5.4.3 基层施工前应确定土基平整度、压实度和标高符合设计要求。

5.4.4 透水基层压实度、平整度和排水性等指标应符合设计要求。

5.4.5 对于利用松散颗粒铺筑的基层，基层松铺系数应以试验段为主，用平地机或其他机具均匀摊铺后，表面应平整。

5.5 粘结层施工

5.5.1 粘结层施工前应准备相关的设备，包括沥青撒布车、清扫机和加热设备等。确定材料的撒布温度，施工时以预设的撒布量进行喷洒施工。

5.5.2 粘结层施工前，应对基层进行质量检验，检验合格后方可施工。表层透水沥青混凝土粘结

层施工后应检测其防水效果，试验结果以不渗水为合格。

5.5.3 气温低于 10℃、风力较大以及雨后路表潮湿等情况下不得施工。

5.5.4 粘结层施工结束后，在沥青混凝土铺筑前严禁行人和车辆通行。

5.6 季节性施工

5.6.1 施工中应根据工程所在地的气候环境，及时掌握天气状况，并做好防范准备。

5.6.2 雨季施工应充分利用地形与现有排水设施，做好防雨及排水工作。降雨时，基层和透水混凝土面层不得施工。

5.6.3 雨后摊铺基层时，应先对路基状况进行检查，符合要求后方可摊铺。

5.6.4 透水水泥混凝土路面夏季施工，应符合下列规定：

1 混凝土拌合物浇筑中应尽量缩短运输、摊铺、压实等工序时间，收面后应及时覆盖、洒水养护；

2 模板和基层表面，在浇筑混凝土前应洒水湿润；

3 当遇阵雨时，应暂停施工并应及时采用塑料薄膜对已浇筑混凝土面进行覆盖。

6 验 收

6.1 一 般 规 定

6.1.1 透水混凝土路面验收组织程序应参考《深圳市交通运输委员会道路工程竣工验收及备案办法》执行。

6.1.2 透水混凝土路面应按下列要求进行施工质量验收：

1 透水混凝土路面验收应符合工程勘察设计文件的要求，工程施工质量应符合本规程和相关专业验收规范的规定；

2 参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格；

3 工程质量的验收均应在施工单位自行检查评定合格的基础上进行；

4 隐蔽工程在隐蔽前，施工单位应通知监理单位和相关单位进行隐蔽工程验收，确认合格后，应形成隐蔽工程验收文件；

5 监理单位应按规定对试块、试件和现场检测项目进行平行检测、见证取样检测；

6 检验批的质量应按主控项目和一般项目进行验收；

7 承担复验或检测的单位应为具有相应资质的独立第三方；

8 工程的外观质量应由验收人员通过现场检查共同确认；

9 路基、垫层与基层等工序应按分部、分项工程验收，质量检验和验收标准应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的相关规定；

10 土工合成材料类的封层、反滤隔离层与防渗膜质量验收应符合现行行业标准《公路土工合成材料应用技术规范》JTG/T D32 的相关规定。

6.1.3 当透水混凝土路面施工质量不符合要求时，应按下列规定进行处理：

1 经返工重做的，应重新进行验收；

2 经有资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的，应予以验收；

3 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算认可能够满足结构安全和使用功能的，可予以验收；

4 经返修或加固处理的部分工程，虽然改变外形尺寸但仍能满足使用要求，可按技术处理方案和协商文件进行验收；

5 通过返修或加固处理仍不能满足安全使用要求的透水混凝土路面，严禁验收。

6.1.4 所有原始记录和数据应如实记录和保存，对本规程第 6.1.3 条返工补救的项目，应在原始记录和数据上注明，但不销毁。

6.2 路 基、垫 层 及 基 层

6.2.1 路基、垫层及基层的原材料检测、施工质量控制及验收宜按照现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 执行。

6.2.2 表层透水混凝土路面基层质量验收应符合下列规定：

1 表层透水混凝土路面基层检查的一般项目应符合下列要求；

1) 基层不得有破损；

检查数量：全数检查；

检查方法：目测，随时观察。

2) 防水封层不得有破损，或不得遗漏未涂刷（喷洒）处；

检查数量：全数检查；

检查方法：目测，随时观察。

2 表层透水混凝土路面基层检查的主控项目与频率应符合表 6.2.2 的要求。

表 6.2.2 透水混凝土路面面层施工前基层检查的主控项目和频率

项目	检查频度及单点 检验评价方法	质量要求或允许偏差	试验方法
平整度	每 200m 测 2 处>10 尺	最大间隙 h 小于 5mm	T 0931
横坡	每 200m 测 4 处	设计要求±0.3%	T 0914
渗水系数	每 1000m ² 测 1 点	≤80ml/min	T 0971
弯沉值	每 50m 一个测点	满足设计规定	
压实度	每 km ⁶ ~10 处	94%	

6.2.3 半透水及全透水基层施工质量验收应符合下列规定：

1 半透水及全透水基层验收时的一般项目应按符合下列要求；

1) 表面应平整、坚实，无松散和粗、细集料集中现象；

检查数量：全数检查；

检查方法：观察；

2 半透水及全透水基层主控项目验收时应按表 6.2.3 进行检查验收。

表 6.2.3 透水基层检查与验收质量标准

基层类型	检测项目	检测频率	技术要求
透水水泥稳定类结构	压实度	6~10 处	94%
	弯沉值	每 50m 一个测点	满足设计规定

3 以每天完成段落为评定单位时，检查数量可取低值，以千米为评定单位时，检查数量应取高值。压实度测定时，不足 1km 按 1km 计算，弯沉值测定时，不足 50m 按 50m 计算。

6.3 透水水泥混凝土路面

6.3.1 透水水泥混凝土原材料及施工质量应作为质量验收的主控项目，原材料、弯拉强度、抗压强度和透水系数检验方法应为检查试验报告，路面厚度检验方法应为钻芯取样。

6.3.2 透水水泥混凝土原材料进场时质量检验应符合下列规定：同一生产厂家、同一等级、同一品种、同一批号且连续进场的产品应按照一定数量确定检验批，不足一个检验批数量的按一个检验批计。质量要求应符合国家现行有关标准和本规程第 3 章的有关规定，原材料检验频率应符合表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2 原材料检测频率

序号	原材料	检验频率	备注
1	水泥	散装水泥每 500t 为一个检验批，袋装水泥按 200t 为一个检验批	水泥出场超过三个月时，应进行复检，合格后方可使用。
2	集料	每 600t 为一个检验批	---
3	外加剂	每 50t 为一个检验批	---

续表 6.3.2

序号	原材料	检验频率	备注
4	水	同一水源检查应不少于一次	---
5	纤维	每 50t 为一个检验批	每批随机抽取 5kg 纤维。每批取得的试样应分为两等份，一份按规定的项目进行试验，另一份密封保存半年，以备有疑问时提交复验或仲裁。
6	增强剂	每 50t 为一个检验批	---
7	接缝材料	同一生产厂家、同一规格且连续进场的接缝材料为一个检验批	---

6.3.3 透水水泥混凝土路面施工质量检验要求应符合表 6.3.3 的规定：

表 6.3.3 透水水泥混凝土路面施工质量检查要求

检测项目	检验频率	技术要求
弯拉强度 (MPa)	1 组/100m ³	满足设计规定
抗压强度 (MPa)	1 组/100m ³	满足设计规定
透水系数	1 组/500m ²	满足设计规定
路面厚度 (mm)	1 点/500m ²	+20, -5

注：不足 100 m³ 时按 1 次计，不足 500m² 按 500m² 计。

6.3.4 透水水泥混凝土路面质量应符合表 6.3.4 的要求，并应作为质量验收的主控项目。

表 6.3.4 透水水泥混凝土面层检验要求

检验项目	单位	允许偏差	检验范围	检验点数	检验方法	
高程	mm	±15	20m	1	水准仪测量	
中线偏位	mm	<20	100m	1	经纬仪测量	
平整度	最大间隙	mm	≤5	20m	1	用 3m 直尺和塞尺连续测量两处，取最大值
宽度	mm	0~20	40m	1	钢尺测量	
横坡	%	±0.30% 且不反坡	20m	1	水准仪测量	
井框与路面高差	mm	≤3	每座井	1	十字法，用直尺和塞尺测量，取最大值	
相邻板高差	mm	≤3	20m	1	用钢板尺和塞尺量	
纵缝直顺度	mm	≤10	100m	1	用 20m 线和钢尺量	
横缝直顺度	mm	≤10	40m	1		

注：1 在每个单位工程中，以 40m×40m 定方格网进行编号，作为量测检查的基本施工单元，不足 40m×40m 的部分亦按一个单元计。在基本施工单元中再以 10m×10m 或 20m×20m 为子单元，每基本施工单元范围内只抽一个单元检查，检查方法为随机取样。即基本施工单元在室内确定，子单元在现场确定，量取 3 点取最大值计为检查频率中的 1 个点。

2 适用于停车场。

6.3.5 透水水泥混凝土路面验收一般项目应满足以下规定：

1 路面面层应板面平整，边角整齐，无集料脱落现象；面层与路缘石及其他构筑物的交接缝应平顺；

检查数量：全数检查；

检验方法：观察、量测；

2 彩色透水水泥混凝土路面颜色应均匀一致；

检查数量：全数检查；

检验方法：观察；

3 露骨透水水泥混凝土路面表层石子分布应均匀一致，不得有松动现象；

检查数量：全数检查；

检验方法：观察。

6.3.6 路面接缝应垂直、直顺，缝内不应有杂物；

检查数量：全数检查；

检验方法：观察。

6.4 透水沥青混凝土路面

6.4.1 透水水泥混凝土原材料及施工过程质量应作为质量验收的主控项目，验收时应检查相关检验报告。

6.4.2 透水沥青混凝土路面原材料按同一生产厂家、同一品种、同一标号、同一批号连续进场的沥青每批次抽检 1 次，质量要求应符合国家现行有关标准和本规程第 3 章的有关规定。透水沥青混凝土原材料进场时质量检验频率应符合表 6.4.2 规定：

表 6.4.2 原材料检测频率

序号	原材料	检验频率
1	胶结料	进场 1 批检验 1 次
2	粗集料	进场及改变料源时检测
3	细集料	进场及改变料源时检测
4	矿粉	进场及改变料源时检测
5	高粘度添加剂	进场及改变料源时检测
6	色粉	进场及改变料源时检测

6.4.3 透水沥青混凝土路面施工过程质量要求应符合国家现行有关标准和本规程第 3 章的有关规定，检验频率应符合表 6.4.3 的规定。

表 6.4.3 透水沥青混凝土路面施工过程质量检验要求

项次	检查项目	检验方法和频率
1	马歇尔稳定度	马歇尔试验： 每天 1 次
2	流值	
3	空隙率	
4	连通空隙率	
5	残留稳定度	

续表 6.4.3

项次	检查项目		检验方法和频率
6	热料仓混合料级配 (%)	$\geq 4.75\text{mm}$, $\pm 6\%$	逐盘在线检测, 计算机采集数据计算
		$\leq 2.36\text{mm}$, $\pm 5\%$	
		0.075mm , $\pm 2\%$	
7	抽提试验混合料级配 (%)	$\geq 4.75\text{mm}$, $\pm 6\%$	抽提试验: 每天 1 次
		$\leq 2.36\text{mm}$, $\pm 5\%$	
		0.075mm , $\pm 2\%$	
8	抽提试验的沥青用量		当料源或配合比变化时试验
9	谢伦堡沥青析漏量		
10	飞散试验质量损失量		
11	残留稳定度		
12	施工温度		

6.4.4 透水沥青混凝土面层质量应符合表 6.4.4 的规定, 并应作为质量验收的主控项目。

表 6.4.4 透水沥青混凝土路面施工过程质量检验要求

序号	检查项目		检验频率	质量标准
1	透水系数		每 1000m ² 抽测 1 点	满足设计和本规程要求
2	压实度		每 500m ² 测 1 点	不低于标准马歇尔密度 98%
3	厚度		每 1000m ² 1 处	+10mm~-5mm
4	弯沉		每 20m 测 1 点	不低于设计值
5	抗滑	摩擦系数	每 200m 测 1 点	满足设计要求
		构造深度		
平整度 (mm)	最大间隙		每 20m 测 1 点	≤ 5

6.4.5 透水沥青混凝土路面面层验收一般项目应满足以下规定:

1 透水沥青混凝土路面表面应平整、坚实, 接缝紧密, 无枯焦;

检查数量: 全数检查;

检验方法: 观察、量测;

2 不应有明显轮迹、推挤裂缝、脱落、烂边、油斑、掉渣等现象, 不得污染其他构筑物;

检查数量: 全数检查;

检验方法: 观察;

3 面层与路缘石、平石及其他构筑物应接顺, 不得有积水现象;

检查数量: 全数检查;

检验方法: 观察。

7 维 护

7.1 一 般 规 定

7.1.1 非机动车透水路面运行中应加强清洗及维护，确保透水路面透水、排水功能恢复至设计状态，养护时应根据深圳市的水文地质、气候环境、环境状况、路面使用状况等条件，定期进行不同方式、不同周期的定期维护，应符合《城镇道路养护技术规范》CJJ 36的有关规定。

7.1.2 透水混凝土路面应定期进行维护，维护周期的选择应综合考虑当地的水文地质、气候环境、路况环境、路面使用状况等条件确定。

7.1.3 透水混凝土路面在交付使用之前或缺陷责任期完成前，施工单位应对透水混凝土路面进行全面清洗，以确保路面透水、排水功能恢复至设计状态。

7.2 日 常 维 护

7.2.1 透水混凝土路面投入使用后，应定期进行日常巡查、检测评价，并应根据评价结果制定维修及养护计划，日常巡查和检测评价应包括：

- 1 应检查路面是否有可能损坏路面、妨碍交通或影响路面排水功能性的堆积物等。
- 2 应检测路面的透水系数。

7.2.2 为确保透水混凝土路面的透水性能，应对路面进行日常性养护、预防性养护、功能性养护和维护保养四类，应包括以下内容：

1 应清扫透水路面路表的灰尘、泥土、积沙等杂物，保持路面清洁。宜采用专用透水功能恢复车定期对路面的堵塞物质进行清除。

2 在确保实施效果的前提下，应定期对透水路面进行排水功能恢复性养护或针对突发状况的局部排水养护。

- 3 透水路面应对其配套排水设施进行检查和维护保养，确保透水路面外排排水疏通。

7.2.3 道路大面积的修补，在清除原路面时不得使用切割破碎等堵塞排水通道的方式。

附录 A 透水水泥混凝土配合比设计方法

A. 0. 1 本方法为体积法设计，适用于透水水泥混凝土的配合比设计和验证。

A. 0. 2 透水水泥混凝土各种材料用量的设计和计算步骤和过程应符合下列规定：

1 每立方米透水水泥混凝土的粗集料用量应按下列式计算：

$$m_g = \alpha \cdot \rho_{g0} \quad (\text{A. 0. 1})$$

式中：

m_g ——每立方米透水混凝土的粗集料用量 (kg/m^3) ；

ρ_{g0} ——粗集料紧密堆积密度 (kg/m^3) ；采用两种或两种以上规格集料时，堆积密度为按质量分数混合后的混合集料测得的紧密堆积密度；

α ——粗集料用量的折减系数，通常取 0.98。

2 胶结料浆体体积应按下列式计算：

$$V_p = 1 - \frac{m_g}{\rho_g} - V_d \quad (\text{A. 0. 2})$$

式中：

V_p ——每立方米透水水泥混凝土的胶结料浆体体积 (m^3) ；

ρ_g ——粗集料表观密度 (kg/m^3) ；

V_d ——目标空隙率 (%) 。

3 胶凝材料的合成密度应按下列式计算：

$$\rho_b = \frac{1}{\frac{\beta_m}{\rho_m} + \frac{1-\beta_m}{\rho_c}} \quad (\text{A. 0. 3})$$

式中：

ρ_b ——胶凝材料的合成密度 (kg/m^3) ；

ρ_c ——水泥的密度 (kg/m^3) ；水泥和矿物掺合料的密度应符合现行国家标准《水泥密度测定方法》GB/T 208 的有关规定；

ρ_m ——矿物掺合料密度 (kg/m^3) ；采用两种或两种以上矿物掺合料时，可用 ρ_{m1} 、 ρ_{m2} 、 ρ_{m3} 表示；

β_m ——每立方米透水水泥混凝土的矿物掺合料占胶凝材料的质量分数 (%) ；采用两种或两种以上矿物掺合料时，可用 β_{m1} 、 β_{m2} 、 β_{m3} 表示，水泥的质量分数则按 $1-\beta_{m1}$ 、 $1-\beta_{m2}$ 、 $1-\beta_{m3}$ 进行相应计算。

4 水胶比 ω/b 应根据经验确定， ω/b 选择范围为 0.25~0.35。

5 每立方米透水水泥混凝土的胶凝材料用量 m_b 应按下列式计算：

$$m_b = \frac{V_p}{\frac{1}{\rho_b} + \frac{\omega/b}{\rho_w}} \quad (\text{A. 0. 4})$$

6 每立方米透水水泥混凝土的用水量 m_w 应按下列式计算：

$$m_w = m_b \cdot (\omega/b) \quad (\text{A. 0. 5})$$

7 每立方米透水水泥混凝土的水泥用量和矿物掺合料用量应按下列式计算：

$$m_m = m_b \cdot \beta \quad (\text{A. 0. 6})$$

$$m_c = m_b - m_m \quad (\text{A. 0. 7})$$

式中:

m_m ——每立方米透水水泥混凝土的矿物掺合料用量 (kg/m^3) ; 采用两种或两种以上矿物掺合料时, 根据质量分数 β_{m1} 、 β_{m2} 、 β_{m3} , 分别计算出矿物掺合料用量 m_{m1} 、 m_{m2} 、 m_{m3} ;

m_c ——每立方米透水水泥混凝土上的水泥用量 (kg/m^3) 。

8 外加剂的品种和用量应根据试验确定, 也可按下式计算:

$$m_a = m_c \cdot \beta_n \quad (\text{A. 0. 8})$$

式中:

m_a ——每立方米透水水泥混凝土的外加剂用量 (kg/m^3) ;

β_n ——每立方米透水水泥混凝土的外加剂用量占胶凝材料用量的质量分数 (%) 。

9 当掺增强剂、纤维等材料时, 应计算出相应每立方米透水水泥混凝土的增强剂用量 m_c 、纤维用量 m_f 。

10 透水水泥混凝土配合比应采用每立方米透水水泥混凝土的各组成材料的用量来表示。

A. 0. 3 检验透水水泥混凝土各项指标, 如各项指标均符合要求, 即配合比设计已完成, 出具配合比设计报告。如不满足要求, 需通过更换材料等方式重新进行配合比设计。

附录 B 透水沥青混凝土配合比设计方法

B.1 一般规定

B.1.1 除本方法另有规定外，应遵照现行行业标准《排水沥青路面设计与施工设计规范》JTG/T 3350-03 的配合比设计方法的规定执行。

B.1.2 配合比设计应采用马歇尔试件的体积设计方法进行，并以空隙率作为配合比设计主要指标。配合比设计指标应符合本规程规定的技术标准。

B.2 确定设计矿料级配和沥青用量

B.2.1 测定各种原材料的相对密度，粗集料可按现行行业标准《公路工程集料试验规程》JTG E42 中 T0304 方法测定，机制砂及石屑可按现行行业标准《公路工程集料试验规程》JTG E42 中的 T0330 方法测定，也可采用 2.36mm~4.75mm 部分的毛体积相对密度代替，矿粉（含消石灰、水泥）以表观相对密度代替。

B.2.2 应以本规程规定级配范围作为工程设计级配范围，应在充分参考同类工程的成功经验的基础上，在级配范围内宜适配 3 组不同 2.36mm 通过率的矿料级配作为初选级配。

B.2.3 对每一组初选的矿料级配，应按式（B.2.1）计算集料的表面积。根据希望的沥青膜厚度，应按式（B.2.2）计算每组混合料的初试沥青用量 P_b ，通常情况下，透水沥青混凝土的沥青膜厚度 h 宜为 14 μ m。

$$A = (2 + 0.02a + 0.046b + 0.08c + 0.14d + 0.3e + 0.6f + 1.6g) / 48.74 \quad (\text{B.2.1})$$

$$P_b = h \times A \quad (\text{B.2.2})$$

式中：

A ——集料总的表面积；

其中 a 、 b 、 c 、 d 、 e 、 f 、 g 分别代表 4.75mm、2.36mm、1.18mm、0.6mm、0.3mm、0.15mm、0.075mm 筛孔的通过百分率，%。

B.2.4 制作马歇尔试件，马歇尔试件的击实次数应为双面 50 次。宜采用体积法测定试件的空隙率，并绘制 2.36mm 通过率与空隙率的关系曲线。应根据期望的空隙率确定混合料的矿料级配，并再次按 B.2.3 的方法计算初始沥青用量。

B.2.5 应以确定的矿料级配和初始沥青用量拌和沥青混合料，分别进行马歇尔试验、谢伦堡析漏试验、肯特堡飞散试验、车辙试验，各项指标应符合本规程的技术要求，其空隙率与期望空隙率的差值不宜超过 $\pm 1\%$ 。如不符合要求，应重新调整沥青用量拌和沥青混合料进行试验，直至符合要求为止。

B.2.6 如各项指标均符合要求，即配合比设计已完成，应出具配合比设计报告。

附录 C 验收弯沉计算方法

C.0.1 路基顶面验收弯沉值 l_g ，应按式（C.0.1）计算。

$$l_g = \frac{176pr}{E_0} \quad (\text{C.0.1})$$

式中：

- l_g ——路基顶面验收弯沉值（0.01mm）；
- p ——落锤式弯沉仪承载板施加荷载（MPa）；
- r ——落锤式弯沉仪承载板半径（mm）；
- E_0 ——平衡湿度状态下路基顶面回弹模量（MPa）。

C.0.2 路表验收弯沉值 l_a ，应根据设计路面结构，采用弹性层状体系理论按式（C.0.2）计算。路面结构层参数应与路面结构验算时相同。路基顶面回弹模量应采用平衡湿度状态下路基顶面回弹模量乘以模量调整系数 k_1 。

$$l_a = p\bar{l}_a \quad (\text{C.0.2})$$
$$\bar{l}_a = f\left(\frac{h_1}{\delta}, \frac{h_2}{\delta}, \dots, \frac{h_{n-1}}{\delta}; \frac{E_2}{E_1}, \frac{E_3}{E_2}, \dots, \frac{k_1 E_0}{E_{n-1}}\right)$$

式中：

- \bar{l}_a ——理论弯沉系数；
- k_1 ——路基顶面回弹模量调整系数，无机结合料稳定类基层沥青路面和水泥混凝土基层沥青路面，取 0.5；粒料类基层沥青路面和沥青结合料类基层沥青路面，当采用无机结合料稳定底基层时，取 0.5，否则取 1.0；
- E_0 ——平衡湿度状态下路基顶面回弹模量（MPa）；
- h_1, h_2, \dots, h_n ——路面各结构层厚度（mm）；
- δ ——当量圆半径（mm）。

本标准用词说明

- 1 为了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，非这样做不可的用词：
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用词：
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) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关的标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《公路水泥混凝土路面设计规范》 JTG D40
- 2 《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》 JTG E20
- 3 《公路工程集料试验规程》 JTG E42
- 4 《公路沥青路面施工技术规范》 JTG F40
- 5 《公路路基路面现场测试规程》 JTG 3450
- 6 《公路沥青路面养护技术规范》 JTG 5142
- 7 《公路排水设计规范》 JTG/T D33
- 8 《公路水泥混凝土路面施工技术细则》 JTG/T F30
- 9 《排水沥青路面设计与施工设计规范》 JTG/T 3350-03
- 10 《城镇道路工程施工与质量验收规范》 CJJ 1
- 11 《城镇道路养护技术规范》 CJJ 36
- 12 《城市道路工程设计规范》 CJJ 37
- 13 《城镇道路路面设计规范》 CJJ 169
- 14 《透水水泥混凝土路面技术规程》 CJJ/T 135
- 15 《透水沥青路面技术规程》 CJJ/T 190
- 16 《透水沥青混凝土路面技术规程》 DBJ/T 15-157
- 17 《道路设计标准》 SJG 69

深圳市工程建设地方标准

非机动车道透水混凝土路面技术规程

SJG 165 - 2024

条文说明

制 定 说 明

根据深圳市委深圳市人民政府《关于进一步加强一流国际化城市环境建设的决定》、《深圳市国际化城市建设重点工作计划（2014-2015年）》、《深圳市推进国际化城市建设行动纲要》等文件精神，深圳市交通运输局组织编制了本规程。

2020年7月，深圳市住房和建设局批准了本规程的立项申请，深圳市交通运输局组织成立了编制工作组。2020年8月-2020年11月，编制组开展了调研工作和相关研究工作，确定了编制大纲。2020年12月-2022年12月，编制进行了规程编制，并先后召开了4次内部讨论会。根据前期科研成果，并结合有关法律法规及工程应用，对《规程》进行了验证、补充和完善，完成规范征求意见稿的编制。2022年-2023年，市交通运输局就征求意见稿向市发展改革委、市规划和自然资源局、市住房建设局、市水务局、市建筑工务署、前海管理局、各区政府（新区、合作区管委会）等多家单位征求意见。2022年12月-2023年5月，编制组对各方反馈意见进行了细致的分析和讨论，经过多次修改完善，形成送审稿。

本规程重点对非机动车道透水铺装材料选择问题、非机动车道透水铺装的材料抗折强度问题、满足深圳市非机动车道使用需求的透水铺装路面结构设计问题、非机动车道透水铺装的维护问题等四个方面进行了规定和要求。下一步编制组将根据规程应用情况，及时总结实践经验，对规程进行补充和完善。

目 次

1	总则	35
3	材料	36
3.1	一般规定	36
3.2	原材料	36
3.3	透水水泥混凝土	36
3.4	透水沥青混凝土	37
3.5	粘结层	37
4	设计	38
4.1	一般规定	38
4.2	结构组合设计	38
4.3	排水设计	39
5	施工	40
5.1	一般规定	40
5.2	透水水泥混凝土路面施工	40
5.3	透水沥青混凝土路面施工	40
5.4	基层、垫层施工	41
5.5	粘结层施工	41
5.6	季节性施工	41
6	验收	42
6.1	一般规定	42
6.2	路基、垫层及基层	42
6.3	透水水泥混凝土路面	42
6.4	透水沥青混凝土路面	42
7	维护	43
7.1	一般规定	43
7.2	日常维护	43

1 总 则

1.0.1 2016 年，通过财政部、住建部、水利部三部门联合评审，深圳市正式入选国家第二批海绵城市建设试点城市，为贯彻落实国务院办公厅印发《关于推进海绵城市建设的指导意见》，全面开展海绵城市建设，推行以生态环境优先为原则的新型城市建设理念，至 2019 年 7 月 3 日，深圳《深圳市海绵城市建设专项规划及实施方案（优化）》正式公布。深圳市处北回归线以南，常年降雨，雨量充沛，位于 1600 年降雨量划分区内，考虑该地区气候条件，结合地质条件、环境条件和工程条件等，为规范深圳市非机动车道透水混凝土路面设计、施工、验收及维护，编制该规程。

1.0.2 本条规定了本规程适用范围。

3 材 料

3.1 一 般 规 定

3.1.1 深圳市非机动车道透水混凝土路面与普通非机动车道路面不同，除考虑非机动车道路面强度要求和施工可行性，更应满足路面透水功能的使用要求。因此对透水水泥混凝土和透水沥青混凝土等透水性材料进行技术要点说明，除此之外对辅助透水功能材料进行概括，若面层需要考虑色彩功能时，色彩应与周围环境相协调。

3.1.2 深圳市非机动车道透水混凝土路面应结合当地料源调查，在此基础上优先使用取得绿色建材评价标识的材料，严禁使用国家和地方明令禁止使用或淘汰的材料，确定供应商提供的检测报告或商检报告无误后，应将材料进行现场质量检测，材料质量检验合格后方可使用该供应商提供的材料。

3.2 原 材 料

3.2.1~3.2.2 非机动车道透水混凝土中采用的胶结料主要有水泥和沥青两类，本条对胶结料的技术要求进行了规定。根据胶结料原材的特性，在储存、运输和放置时应对材料进行防潮，干燥措施等，确保透水混凝土的施工质量。对高黏度沥青采用 60℃动力粘度代替 135℃粘度作为关键评价指标。透水混凝土中 80%以上的材料都是集料（碎石），集料（碎石）的粒径、表面形貌特征、黏附等级等因素影响着透水混凝土的强度及透水率，选择合适的粒径，表面粗糙、黏附等级高的集料，有利于将透水混凝土运用于深圳市非机动车路面上，集料检测方法可按《公路工程集料试验规程》JTG E42 进行。考虑非机动车道荷载小等因素，集料相关技术指标参考低等级公路技术标准。

3.2.3~3.2.4 透水混凝土添加适当的合成纤维或者使用土工布能够增强点接触的连接强度，从而提高透水混凝土强度，延长透水混凝土路面服役寿命。而使用在透水混凝土中的增强料、合成纤维及土工布没有统一的标准，运用到透水混凝土路面中时，应有厂家的合格证和使用说明及道路试验材料检测技术标准。

3.2.5~3.2.6 透水混凝土路面的施工质量及质量优劣与基层及垫层有必然的关系，本条强调透水混凝土路面对基层及垫层材料的质量要求。

3.3 透 水 水 泥 混 凝 土

3.3.1 对透水水泥混凝土的性能指标及测试方法进行了说明，通过全国温室数据系统得到深圳市近二十年来日平均最低温度为 11.0℃，近十年来日平均最低温度为 10.4℃。因此在表 3.3.1 中减少了现行行业标准《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135 中通过 25 次冻融循环得到的抗冻性指标；本规程主要强调用来表征透水水泥混凝土路面透水性能的指标透水系数，并鉴于国内外透水性能试验结果偏差的原因，表 3.3.1 中的透水系数采用路面现场钻芯取样，室内试验确定透水系数；透水水泥混凝土的强度等级选择按经济适用性原则，针对不同场合不同环境进行合适的选择及确定。

3.3.2 透水水泥混凝土配合比设计方法的基本设计原则是以体积法进行计算，通过确定 1m³ 透水水泥混凝土中集料所占的体积，确定目标空隙率，从而计算得出浆体材料、水泥和水的体积。

3.4 透水沥青混凝土

3.4.1 透水沥青混凝土应用前应先完成目标配合比设计，随后通过铺筑现场材料等现场试验数据对生产配合比进行设计，最后通过透水沥青混凝土试拌和试验路试铺对生产配合比进行验证。

3.4.2 透水沥青混凝土的配合比设计可按现行行业标准《透水沥青技术规程》CJJ/T 190 的相关规定，表 3.4.1 中对配合比设计指标及配合比验证指标进行说明。

3.4.3~3.4.4 该条采用现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 中开级配抗滑磨耗层配合比设计方法，根据道路等级、气候及交通条件确定级配范围，选择确定表 3.4.2 中粗粒式、中粒式和细粒式三类的级配范围。

3.5 粘结层

3.5.1 为了保证有机和无机两相结构层之间的粘结，本条根据现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 和《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的相关规定：喷洒型改性乳化沥青常用作粘层、封层和桥面粘结层用，乳化沥青主要用作粘层。根据两项规范对改性沥青乳化沥青和乳化沥青用途和技术指标的要求，确定了粘结层宜选用的材料和技术指标要求。

4 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.1 透水混凝土路面是海绵城市理念中雨水系统的重要组成部分。因此深圳市的非机动车道透水路面设计应符合海绵城市理念，统筹协调城市雨水资源利用和城市雨水排放规划，综合考虑当地的水文地质、气候环境、景观要求、环境状况等条件，确保透水路面工程质量。

4.1.2 本条主要对透水混凝土路面的基本性能提出要求。透水混凝土路面除应满足荷载、透水、防滑等使用功能外，由于透水混凝土具有较大连通空隙率，对耐久性不利，因此透水混凝土路面设计和选用时应对适用性进行综合考虑和评价，确保透水混凝土路面满足耐久性要求。

4.1.3 根据海绵城市建设排水及蓄水要求，本规程对透水混凝土路面分为表层透水混凝土路面、半透水混凝土路面和全透水混凝土路面三种。

4.1.8 根据非机动车道荷载要求，结合工程经验，本规程规定了路基设计回弹模量宜为20MPa~25MPa，对路基弯沉验收值应按照现行行业标准《公路沥青路面设计规范》JTG D50的规定相关计算方法进行计算。

4.2 结 构 组 合 设 计

4.2.1 本条主要规定了非机动车道透水混凝土路面结构使用寿命，结构使用寿命规定参考现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169对支路的设计年限进行了相关规定和要求。由于透水寿命目前无相关基础数据作为支撑，因此本规程未对透水寿命作出规定，今后随着透水混凝土路面结构的推广使用，后续需根据相关使用及养护综合确定，在规程修订时作出要求和规定。

4.2.2 根据深圳市常用路面结构类型，本条对透水水泥混凝土和沥青混凝土的三种不同透水形式的面层和基层结构组成形式进行了规定。表层透水结构形式除表层外，其他结构层均不允许透水，因此选用水泥混凝土或水泥稳定类结构等非透水结构。

4.2.3 本条主对表层透水混凝土路面的设计示意图、路面结构类型等进行了说明。对表层透水混凝土结构，当表层是透水沥青混凝土时，因为下层为无机材料组成的结构层，为了保证上下层的粘结宜设置粘结层，同时表层透水混凝土要求水不能向下渗透，因此对于表层透水沥青混凝土其粘结层一般也具有一定的防水结构，因此本规程规定粘结层采用改性乳化沥青，并对其撒布量按照现行行业标准进行了规定。当表层是透水水泥混凝土时，由于其与下层无机材料组成的结构层本身具有良好粘结性，或通常撒布一定数量的水泥浆进行粘结，因此可不设置粘结层。并且下层由无机材料组成的结构层本身具有的是渗水性能但不是透水性能，因此在整体结构中可以不考虑其渗水性能造成的影响。

4.2.4 半透水混凝土路面结构中当面层采用透水沥青混凝土时，为了保证上下层的粘结，同时考虑其不能阻止水的渗透，粘结层宜采用乳化沥青，仅需提供粘结功能即可。同时在路基顶部需设置横向排水，就近进入城市排水设施。因此当面层为透水沥青混凝土结构时，为了保证沥青混凝土与下层无机材料组成结构层的粘结，因此应设置粘层。

4.2.5 本条主要对全透水结构透水后的土基透水性能进行了规定和要求，其相关参数来源为现行行业标准《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135中的相关规定。

4.2.8 式 4.2.8 给出透水非机动车道路面结构总厚度计算方式，厚度计算应根据当地降雨强度、降雨持续时间、土基平均渗透系数、透水非机动车道结构层平均连通空隙率进行计算。需平衡透

水路面的透水、储水等功能要求。应符合现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 的相关设计要求。

4.3 排水设计

4.3.1~4.3.2 透水混凝土路面边缘排水设施可采用排水盲沟、透水管（溢流管）等，全透水混凝土路面的边缘排水设施应连接至市政排水系统，充分利用市政排水沟或雨水口，若城市排水系统未建立时，应设置临时排水系统，在条件允许时可在路面边缘设置透水式路缘石，将部分雨水直接排入道路边缘的绿地等。

5 施 工

5.1 一 般 规 定

5.1.1~5.1.2 深圳市道路施工具有施工较为集中，常交叉作业，边通车边施工等特点，若施工量较大时，路面混凝土的拌制到施工现场时需要运输时间较长。因此施工单位应根据设计文件要求，勘察施工现场，复核地下隐蔽设施的位置和标高，根据施工现场条件，制定路面施工方案，完成配合比设计验证，编制施工组织设计。

5.1.5 在施工时，各材料的进场必须有供应商提供的检测报告或商检报告，之后应对施工材料进行路面现场检测，经评定合格后方可使用该供应商提供的材料，但不得以供应商提供的检测报告或商检报告代替现场检测。

5.1.6 排水管和排水沟设置在碎石层或混凝土结构层中，因此在面层施工前，应检查下层结构质量，包括排水管和排水沟等排水设施，以及路基、基层、检查井、路缘石等施工工艺和施工质量，符合要求后方可进行面层施工。透水混凝土基层施工时，应由其他专业队伍进行施工。

5.1.7 遇冬季低温、夏季高温或雨期等特殊气候施工时，应制定相应的冬季低温、夏季高温和雨季施工的施工技术措施。

5.2 透 水 水 泥 混 凝 土 路 面 施 工

5.2.1 透水水泥混凝土初凝时间较短，拌合后不宜长时间储存，应根据施工工程的规模、进度、距离等选择合适的搅拌站和运输工具，确保运输时间不超过规定范围。

5.2.8~5.2.11 这四条规定了透水水泥混凝土路面铺筑的主要方式，由于非机动车道宽度等影响，目前专用的设备机具无法实现连续施工作业，因此本规程要求宜采用采用小型机具铺筑，可采用三辊轴机组或滑模摊铺机铺筑，并对三种不同铺筑方式的松铺系数、坍落度等分别进行了规定。

5.2.14 透水水泥混凝土路面的空隙率较大，因此在面层厚度（1/2~1/3）进行路面缩缝切割，且由于热流性材料容易渗入透水水泥混凝土空隙中导致空隙堵塞，因此使用弹性材料嵌缝，不应采用热流性材料。

5.2.15 透水水泥混凝土路面施工完成后需要在路表面覆盖保湿膜，均匀洒水保持湿润状态，采取一段时间的保湿养护措施后，其强度能够在湿润的状态下逐渐提高，保湿养护时间应根据环境状态进行确定，一般不低于 14d，期间应禁止车辆通行，防止透水水泥混凝土在未达到设计强度时遭到破坏。

5.3 透 水 沥 青 混 凝 土 路 面 施 工

5.3.1 透水沥青混凝土路面工程开工前应铺筑一段试验路，在拌合过程中确定沥青混凝土拌合温度、拌合时间、验证矿料级配和沥青用量；在铺筑时确定铺筑温度、铺筑速度及松铺系数；在铺筑后检验试验路施工质量，对不符合铺筑要求的路面应根据原因采取纠正措施，必要时重新铺筑试验路直至满足施工要求。

5.3.6~5.3.8 透水沥青混凝土路面正式施工时，应严格控制施工过程，保证混凝土拌和、摊铺及压实的质量，沥青混凝土的拌合生产温度等应参照表 5.3.6，透水沥青混凝土路面的施工温度宜参照表 5.3.8。

5.3.9 非机动车道透水路面的摊铺采用专用摊铺机对沥青混凝土进行摊铺，局部可采用人工摊

铺，专业摊铺机应缓慢、均匀、连续的摊铺，确保透水非机动车道的平整。

5.3.10 透水沥青混凝土路面的压实分为初压、复压和终压三个阶段，非机动车道宜采用小型钢轮压路机静压，摊铺速度宜控制在 1.5m/min~3.0m/min 之间，对于路面狭窄部分、平曲线半径过小的匝道或加宽部分等特殊路段宜降低至 1m/min~2m/min，压实次数应根据设计要求、施工现场条件、环境条件进行确定，具体施工要求可按现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的规定进行。

5.4 基层、垫层施工

5.4.1~5.4.4 在非机动车道基层施工前，应全面理解设计要求，对施工现场进行详细的现场勘测及调查研究，确定土基平整度、压实度和标高等设计要求。在施工时应确定临时排水方案，将临时排水系统完善，宜与永久排水设施综合设置，并应与工程影响范围内的排水系统相协调，路基、垫层和基层施工应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定，且渗透系数应符合设计要求。

5.5 粘结层施工

5.5.1~5.5.2 除了全透水混凝土路面外，表层透水及半透水混凝土路面应设置有粘结层，用于路表雨水渗流至防水功能层后通过横向排水将雨水通过附属排水系统或雨水收集系统排除路面内，防水功能层施工前应准备相关的设备，包括沥青撒布车、清扫机和加热设备等，巡查施工环境及工作面情况、检查粘结层以下的基层，在横缝、纵缝、施工缝和桥面伸缩缝等宜使用改性乳化沥青等材料进行补修，再统一进行粘结层的施工。

5.6 季节性施工

5.6.1~5.6.3 这几条规定了透水混凝土的施工环境，施工前应对该地区的气候环境进行调研，并提前掌握施工前的天气状况。雨季时，基层和透水混凝土面层不得施工，在雨季时，应利用好现场地形和附属排水设施进行防雨防护及排水工作，雨季后若继续对基层施工，应对路基状况进行检查，符合要求后方可摊铺。

6 验 收

6.1 一 般 规 定

6.1.1~6.1.3 非机动车道透水混凝土路面施工应根据全面质量管理要求，加强施工过程的质量控制，确保施工质量的稳定性，应符合工程勘察设计文件的工程施工要求，符合本规程和相关专业验收规范的工程施工质量规定。

6.1.4 在非机动车道透水混凝土路面施工验收时，所有与施工验收相关的原始记录和数据应如实记录和保存，包括返修和加固时产生的一系列检测报告。

6.2 路 基、垫 层 及 基 层

6.2.1~6.2.3 这三条主要规定了路基、垫层及基层施工质量控制与验收需要执行的规范，并分别对表层透水、半透水及全透水路面结构基层验收的一般项目和主控项目分别作了规定。

6.3 透 水 水 泥 混 凝 土 路 面

本节对透水水泥混凝土路面原材料质量检验、施工过程质量控制检验及验收的一般项目、主控项目分别作了要求和规定。

6.4 透 水 沥 青 混 凝 土 路 面

本节对透水沥青混凝土路面原材料质量检验、施工过程质量控制检验及验收分别作了要求和规定。

7 维 护

7.1 一 般 规 定

7.1.1~7.1.2 在透水混凝土路面运营期间，随着路面的使用年限增加会出现空隙堵塞，直观表现为透水性能的下降，因此应对不同程度的堵塞情况可采取不同的功能性养护处理。

7.2 日 常 维 护

7.2.3 应对透水路面不同使用情况采取相应透水功能恢复作业，通过不同的路面检测情况，可采取透水路面清洗车或压缩空气冲刷、真空泵吸出等操作方法，宜符合现行行业标准《城镇道路养护技术规范》CJJ 36 的规定。透水混凝土路面养护时应根据路面检测情况进行相应透水功能恢复作业，目前常用方法为：透水系数大于等于 1.6mm/s，采用透水路面清洗车冲刷路表灰尘、泥砂，并通过边缘排水设施排走；透水系数低于 1.6mm/s，采用透水功能恢复工程车应配备高压水或高压空气（5MPa~20MPa）冲刷路表空隙洗净堵塞物，或采用压缩空气冲刷空隙使堵塞物去除，也可使用真空泵将堵塞空隙的杂物吸出。