

DB32

江苏省地方标准

DB32/T 5034—2025

复合透水路面设计与施工技术规范

Technical specification for design and construction of composite
permeable pavement

2025-02-06 发布

2025-03-06 实施

江苏省市场监督管理局 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言Ⅲ

1 范围1

2 规范性引用文件1

3 术语和定义2

4 材料要求2

 4.1 沥青2

 4.2 水泥3

 4.3 水3

 4.4 集料3

 4.5 填料5

 4.6 透水沥青混合料用纤维稳定剂5

 4.7 大空隙水泥混凝土用添加剂6

 4.8 透水沥青混合料6

 4.9 乳化沥青7

 4.10 土工布7

 4.11 大空隙水泥混凝土7

 4.12 填缝材料8

5 结构设计8

 5.1 一般规定8

 5.2 结构组合8

 5.3 基层10

 5.4 防水封层10

 5.5 大空隙水泥混凝土层10

 5.6 透水黏结层10

 5.7 透水沥青层11

 5.8 排水设计11

6 配合比设计12

 6.1 透水沥青混合料12

 6.2 大空隙水泥混凝土13

7 施工15

 7.1 一般规定15

 7.2 施工前准备15

7.3 基层15

7.4 防水封层15

7.5 大空隙水泥混凝土层15

7.6 透水黏结层17

7.7 透水沥青层17

8 质量检验17

8.1 基层17

8.2 防水封层17

8.3 大空隙水泥混凝土层17

8.4 透水黏结层18

8.5 透水沥青层18

附录 A（规范性） 连通空隙率测试方法19

附录 B（规范性） 大空隙水泥混凝土透水系数测试方法20

参考文献22

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省交通运输厅提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：南京林业大学、同济大学、江苏省交通运输厅公路事业发展中心、泰州市公路事业发展中心、中交一公局集团有限公司、南京市公路事业发展中心、江苏高速公路工程养护技术有限公司、苏州交通投资集团有限责任公司、河南交通投资集团有限公司、苏交科集团股份有限公司、同路达(上海)交通科技有限公司。

本文件主要起草人：李强、李辉、闵剑勇、兰斌芳、封仁博、成晟、陆海珠、王新明、孙立军、曹荣吉、申高、陶向华、唐靖宇、王家庆、王力扬、韩雨钊、孙明志、徐士磊、左甲鹏、贾明、王蕾、王果、赵康、李玲、王宁、宋世杰。

复合透水路面设计与施工技术规范

1 范围

本文件规定了复合透水路面设计与施工的材料要求、结构设计、配合比设计、施工和质量检验等内容。

本文件适用于各等级公路、城市道路、园林道路等新建与改扩建工程中复合透水路面的设计与施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范
GB 8076 混凝土外加剂
GB/T 14902 预拌混凝土
GB/T 21120 水泥混凝土和砂浆用合成纤维
GB/T 34557 砂浆、混凝土用乳胶和可再分散乳胶粉
CJJ/T 135 透水水泥混凝土路面技术规程
CJJ/T 190 透水沥青路面技术规程
JT/T 203 公路水泥混凝土路面接缝材料
JT/T 776.1—2010 公路工程 玄武岩纤维及其制品 第1部分:玄武岩短切纤维
JGJ 63 混凝土用水标准
JTG 3420—2020 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程
JTG 3450—2019 公路路基路面现场测试规程
JTG D40 公路水泥混凝土路面设计规范
JTG D50 公路沥青路面设计规范
JTG E20—2011 公路工程沥青及沥青混合料试验规程
JTG E42—2005 公路工程集料试验规程
JTG E50 公路工程土工合成材料试验规程
JTG F40 公路沥青路面施工技术规范
JTG/T 3350-03—2020 排水沥青路面设计与施工技术规范
JTG/T D33 公路排水设计规范
JTG/T F20 公路路面基层施工技术细则
JTG/T F30—2014 公路水泥混凝土路面施工技术细则
DB 32/T 1087—2022 高速公路沥青路面施工技术规范
DB 32/T 3821—2020 公路养护工程排水沥青路面技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

复合透水路面 composite permeable pavement; CPP

由上至下依次由透水沥青层、透水黏结层、大空隙水泥混凝土层组成的具有透排水功能的路面。

3.2

透水沥青混合料 permeable asphalt mixture; PA

空隙率为 18%~25%，且能够在混合料内部形成排水通道的、具有骨架-空隙结构的开级配沥青混合料。

3.3

透水沥青层 permeable asphalt course; PAC

由透水沥青混合料铺筑，路表水可通过混合料内部并排出的路面面层。

3.4

大空隙水泥混凝土 pervious cement concrete; PC

空隙率在 18%~25%，能够在混合料内部形成排水通道的、具有骨架-空隙结构的开级配水泥混凝土。

3.5

大空隙水泥混凝土层 pervious cement course; PCC

由具有连通空隙的水泥混凝土铺筑，路表水可渗入混凝土内部并排出的路面下面层。

3.6

透水黏结层 permeable bonding layer

黏结透水沥青层与大空隙水泥混凝土层的、具有透水功能的薄层。

3.7

透水基层 permeable base layer

使用大空隙级配碎石、透水沥青混合料、大空隙水泥混凝土及大空隙水泥稳定碎石等，具有连通空隙的路面基层，路面层下渗水可进一步渗入透水基层内部并横向竖向排出至土基。

3.8

防水封层 waterproof seal layer

为封闭表面空隙，防止水分向下渗透基层而铺筑的薄层。

4 材料要求

4.1 沥青

4.1.1 透水沥青混合料用沥青宜采用高黏度改性沥青，其他经过性能验证的沥青类型也可采用。高黏度改性沥青的质量应符合表 1 的技术要求，其他指标应符合 JTG/T 3350-03—2020 的有关规定。

表 1 高黏度改性沥青技术要求

指标	单位	技术要求	试验方法
针入度(25℃,100 g,5 s)	0.1 mm	≥40	JTG E20,T 0604—2011

表 1 高黏度改性沥青技术要求（续）

指标		单位	技术要求	试验方法
软化点($T_{R\&B}$)		℃	≥ 80	JTG E20, T 0606—2011
延度(5℃, 5 cm/min)		cm	≥ 30	JTG E20, T 0605—2011
布氏黏度(170℃)		Pa·s	≤ 3	JTG E20, T 0625—2011
动力黏度(60℃) ^a		Pa·s	$\geq 50\,000$	JTG E20, T 0620—2000
RTFOT(旋转薄膜试验) 后残留物	质量变化	%	$\leq \pm 1.0$	JTG E20, T 0609—2011
	残留针入度比(25℃)	%	≥ 65	JTG E20, T 0604—2011
	残留延度(5℃)	cm	≥ 20	JTG E20, T 0605—2011
^a 重交通及以上等级道路,宜为 200 000 Pa·s 以上。				

4.1.2 制备成品高黏度改性沥青时,应选择与改性剂配伍性能良好的基质沥青,基质沥青宜采用符合 JTG F40 的 A 级 70 号沥青或 A 级 90 号沥青。采用直投法拌制透水沥青混合料时,可采用 A 级 70 号沥青或 A 级 90 号沥青或苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物(SBS)改性沥青 I-C 级、I-D 级,同时应检验所用沥青与高黏度改性剂的配伍性。

4.2 水泥

水泥应采用强度等级不低于 42.5 级的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,其质量应符合 JTG/T F30—2014 的有关要求。

4.3 水

大空隙水泥混凝土拌和用水应符合 JGJ 63 的有关规定。

4.4 集料

4.4.1 透水沥青混合料用粗集料宜选用玄武岩或辉绿岩,混合料应均匀、洁净、干燥,宜选用高黏附性、高耐磨耗性、高耐破碎性的优质集料,高温不易变质,其质量应符合表 2 的技术要求。

表 2 透水沥青混合料用粗集料技术要求

指标	单位	技术要求	试验方法
软石含量	%	≤ 1.0	JTG 3432—2024, T 0320—2000
坚固性	%	≤ 8	JTG 3432—2024, T 0314—2000
压碎值 ^a	%	≤ 18	JTG 3432—2024, T 0316—2005
高温压碎值	%	≤ 23	JTG 3432—2024, T 0316—2005
洛杉矶磨耗损失	%	≤ 20	JTG 3432—2024, T 0323—2000
磨光值	PSV	≥ 41	JTG 3432—2024, T 0321—2005
沥青黏附性	级	≥ 5	JTG E20, T 0616—1993
水洗法 $<0.075\text{ mm}$ 颗粒含量	%	≤ 1	JTG 3432—2024, T 0310—2005
表观相对密度	—	≥ 2.70	JTG 3432—2024, T 0304—2005

表 2 透水沥青混合料用粗集料技术要求（续）

指标		单位	技术要求	试验方法
毛体积相对密度		—	≥2.60	JTG 3432—2024, T 0304—2005
吸水率 ^b		%	≤2.0	JTG 3432—2024, T 0307—2005
针片状颗粒含量	混合料	%	≤12	JTG 3432—2024, T 0312—2005
	其中粒径≥9.5 mm	%	≤10	JTG 3432—2024, T 0312—2005
	其中粒径<9.5 mm	%	≤12	JTG 3432—2024, T 0312—2005
块石光斑现象		—	无灰色/白色星型斑点或放射型发丝状系裂纹	DB32/T 3821—2020中的附录 C
^a 将装有试样的压碎值试验仪和压柱一起放入 190℃±2℃的烘箱内保温 2 h 后,取出试样即按 JTG 3432—2024 中的 T 0316—2005 进行试验,测试压碎值,所有试验操作应在 5 min 内完成。				
^b 多孔玄武岩的吸水率可放宽到不大于 3.0。				

4.4.2 透水沥青混合料用细集料可采用石屑或机制砂,应洁净、干燥、无风化、无杂质,其质量应符合表 3 的技术要求。

表 3 透水沥青混合料用细集料技术要求

指标	单位	技术要求	试验方法
坚固性(>0.3 mm)	%	≤3.0	JTG 3432—2024, T 0340—2005
含泥量(<0.075 mm)	%	≤3.0	JTG 3432—2024, T 0333—2000
表观相对密度	—	≥2.60	JTG 3432—2024, T 0328—2005
砂当量	%	≥60.0	JTG 3432—2024, T 0334—2005
亚甲蓝值	g/kg	≤1.5	JTG 3432—2024, T 0349—2005
棱角性(流动时间法)	s	≥30.0	JTG 3432—2024, T 0345—2005

4.4.3 大空隙水泥混凝土用粗集料应质地坚硬、洁净、干燥,其最小粒径不宜小于 4.75 mm。细集料宜采用天然砂,其最大粒径不宜大于 4.75 mm。集料性能应符合表 4、表 5 的要求,其他指标应不低于 JTG/T F30—2014 中Ⅱ级粗集料、机制砂和天然砂的有关要求。

表 4 大空隙水泥混凝土用粗集料技术要求

指标	单位	技术要求	试验方法
压碎值(相同材质)	%	≤18.0	JTG 3432—2024, T 0316—2005
针片状颗粒含量	%	≤10.0	JTG 3432—2024, T 0311—2005
含泥量	%	≤1.0	JTG 3432—2024, T 0310—2005
表观密度	g/cm ³	≥2.50	JTG 3432—2024, T 0308—2005
紧密堆积密度	g/cm ³	≥1.40	JTG 3432—2024, T 0309—2005
堆积空隙率	%	≤45.0	JTG 3432—2024, T 0309—2005

表 5 大空隙水泥混凝土用细集料技术要求

指标	单位	技术要求	试验方法
含泥量	%	≤2.0	JTG 3432—2024, T 0333—2000
表观密度	g/cm ³	≥2.50	JTG 3432—2024, T 0328—2005
紧密堆积密度	g/cm ³	≥1.40	JTG 3432—2024, T 0331—1994
堆积空隙率	%	≤45.0	JTG 3432—2024, T 0331—1994

4.5 填料

4.5.1 透水沥青混合料用填料应采用石灰岩磨细的矿粉,不应采用回收粉或粉煤灰,应干燥、洁净、无风化、无杂质,其技术指标应符合表 6 的要求。

表 6 透水沥青混合料用填料技术要求

指标		单位	技术要求	试验方法
表观相对密度		—	≥2.60	JTG 3432—2024, T 0352—2000
含水率		%	≤1	JTG 3432—2024, T 0332—2000
粒度范围	<0.60 mm	%	100	JTG 3432—2024, T 0351—2000
	<0.30 mm	%	95~100	
	<0.15 mm	%	90~100	
	<0.075 mm	%	75~100	
外观		—	无团粒结块	观察
亲水系数		—	≥0.8	JTG 3432—2024, T 0353—2000
塑性指数		%	≤4.0	JTG 3432—2024, T 0354—2000
加热安定性		—	无明显变化	JTG 3432—2024, T 0355—2000
酸碱度(pH值)		—	7~10	DB32/T 1087—2022

4.5.2 可使用消石灰或水泥替代部分矿粉以提高透水沥青混合料的抗剥落性,添加量不宜超过矿粉用量的 50%。

4.6 透水沥青混合料用纤维稳定剂

重交通及以上等级道路透水沥青混合料应采用聚合物纤维或玄武岩纤维作为增塑稳定剂材料,其技术指标应分别符合表 7 和表 8 的要求。

表 7 重交通及以上等级道路透水沥青混合料用聚合物纤维技术要求

指标	单位	技术要求	试验方法
耐热性(210℃,2 h)	—	体积、颜色无明显变化	JT/T 776.1—2010
断裂强度	MPa	≥500	JT/T 776.1—2010
断裂伸长率	%	≥15	JT/T 776.1—2010

表 7 重交通及以上等级道路透水沥青混合料用聚合物纤维技术要求（续）

指标	单位	技术要求	试验方法
长度	mm	9 ± 1	JT/T 776.1—2010
直径	μm	15 ± 5	JT/T 776.1—2010

表 8 重交通及以上等级道路透水沥青混合料用玄武岩纤维技术要求

指标	单位	技术要求	试验方法
耐热性(210℃,2h)	—	体积、颜色无明显变化	JT/T 776.1—2010
断裂强度	MPa	$\geq 2\,000$	JT/T 776.1—2010
断裂伸长率	%	≥ 3.1	JT/T 776.1—2010
长度	mm	9 ± 1	JT/T 776.1—2010

4.7 大空隙水泥混凝土用添加剂

4.7.1 大空隙水泥混凝土用减水剂、缓凝剂、早强剂等外加剂应符合 GB 8076 的有关要求。

4.7.2 大空隙水泥混凝土添加剂的品种和掺量应经过试验确定：

- 矿物掺合料应符合 JTG/T F30—2014 的有关要求；
- 聚合物应符合 GB/T 34557 的有关要求；
- 玄武岩纤维应符合 JT/T 776.1—2010 的有关要求；
- 聚丙烯腈纤维应符合 GB/T 21120 的有关要求；
- 功能型高效增强剂应符合 GB 50119 的有关要求。

4.8 透水沥青混合料

透水沥青混合料技术要求应符合表 9 的规定。

表 9 透水沥青混合料技术要求

指标	单位	技术要求	试验方法
马歇尔试件击实次数	次	双面各 50 次	JTG E20—2011, T 0702—2011
空隙率	%	18~25	JTG E20—2011, T 0708—2011
肯塔堡飞散试验的混合料损失	%	≤ 15	JTG E20—2011, T 0733—2011
浸水肯塔堡飞散试验的混合料损失	%	≤ 20	JTG E20—2011, T 0733—2011
谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失	%	≤ 0.8	JTG E20—2011, T 0732—2011
稳定度	kN	≥ 5.0	JTG E20—2011, T 0709—2011
残留稳定度	%	≥ 85	JTG E20—2011, T 0709—2011
车辙试验动稳定度(60℃)	次/mm	$\geq 5\,000$	JTG E20—2011, T 0719—2011
低温弯曲试验破坏应变(−10℃)	$\mu\epsilon$	$\geq 2\,500$	JTG E20—2011, T 0715—2011
冻融劈裂强度比(TSR)	%	≥ 80	JTG E20—2011, T 0729—2000

表 9 透水沥青混合料技术要求（续）

指标	单位	技术要求	试验方法
透水系数(马歇尔试件)	cm/s	≥ 0.20	JTG/T 3350-03—2020,附录 C
渗水系数(车辙板)	mL/min	$\geq 5\,000$	JTG E20—2011,T 0971
摩擦系数	BPN	≥ 55	JTG E20—2011,T 0964

4.9 乳化沥青

宜采用 SBS 改性乳化沥青等特种乳化沥青,应符合表 10 的要求,用量宜为 $0.15\text{ g/m}^2\sim 0.5\text{ g/m}^2$ (以纯沥青质量计)。

表 10 透水黏结层乳化沥青技术要求

指标		单位	技术要求	试验方法
破乳速度		—	快裂或中裂	JTG E20—2011,T 0658—1993
粒子电荷		—	阳离子(+)	JTG E20—2011,T 0653—1993
筛上剩余量(1.18 mm)		%	≤ 0.1	JTG E20—2011,T 0652—1993
与粗集料的黏附性		裹覆面积	$\geq 2/3$	JTG E20—2011,T 0654—2011
沥青标准黏度 $C_{25,3}$		s	18~25	JTG E20—2011,T 0621—1993
贮存稳定性	1 d	%	≤ 1.0	JTG E20—2011,T 0655—1993
	5 d	%	≤ 5.0	JTG E20—2011,T 0655—1993
蒸发残留物	含量	%	≥ 50	JTG E20—2011,T 0651—1993
	针入度(100 g,25℃,5 s)	0.1mm	50~80	JTG E20—2011,T 0604—2011
	软化点($T_{R\&B}$)	℃	≥ 55	JTG E20—2011,T 0606—2011
	延度(5℃,5 cm/min)	cm	≥ 25	JTG E20—2011,T 0605—2011

4.10 土工布

应采用自粘型抗裂透水土工布,单向拉伸强度不小于 5 kN/m ,厚度不宜超过 2 mm ,透水系数不小于 2 mm/s ,其他技术指标应符合 JTG E50 的有关要求。

4.11 大空隙水泥混凝土

大空隙水泥混凝土技术要求应符合表 11 的规定。

表 11 大空隙水泥混凝土技术要求

指标	单位	技术要求			试验方法
		C20	C30	C35	
强度等级	—	C20	C30	C35	
抗压强度(28 d)	MPa	≥ 20.0	≥ 30.0	≥ 35.0	JTG 3420—2020,T 0553—2005
弯拉强度(28 d)	MPa	≥ 2.5	≥ 3.5	≥ 4.0	JTG 3420—2020,T 0558—2005

表 11 大空隙水泥混凝土技术要求（续）

指标		单位	技术要求			试验方法
强度等级		—	C20	C30	C35	
连通空隙率		%	≥18.0	≥12.0	≥10.0	附录 A
透水系数		mm/s	≥2.0	≥1.0	≥0.5	附录 B
抗冻性 (25次冻融循环)	弯拉强度损失率	%	≤20.0			JTG 3420—2020, T 0565—2005
	质量损失率	%	≤5.0			

4.12 填缝材料

大空隙水泥混凝土填缝材料宜选用聚氨酯类、橡胶类、硅酮类和加热施工式沥青填缝料,技术指标及施工方法应符合 JT/T 203 的有关要求。

5 结构设计

5.1 一般规定

- 5.1.1 复合透水路面设计应结合交通荷载情况、地基承载力、土基均匀性、气候、地下高低水位高度、抗冻等因素,并应满足结构强度、透水、储水等要求。
- 5.1.2 宜综合考虑工程所在地的降雨重现期、降雨强度及降雨历时等降雨特性,及其与路面结构的适应性,设置完善的路面内部和边缘排水系统,以保证复合透水路面具有足够的透排水性能。
- 5.1.3 透水沥青层与大空隙水泥混凝土层之间应设置透水黏结层。
- 5.1.4 透水沥青层按照 JTG D50 规定的方法进行设计,无机结合料稳定层的疲劳开裂损坏、沥青混合料层的永久变形量、设计年限应满足设计要求。
- 5.1.5 大空隙水泥混凝土层按照 JTG D40 规定的方法进行设计,设计轴载下的疲劳应力、极限荷载下的荷载应力以及设计年限应满足设计要求。
- 5.1.6 复合透水路面的路面排水系统应由排水功能层和边缘排水设施组成,路面雨水等先通过透水沥青层和大空隙水泥混凝土层后,再沿防水封层横向进入路侧边缘排水设施中。

5.2 结构组合

- 5.2.1 复合透水路面(CPP)的典型结构见图 1,典型基层结构见图 2。

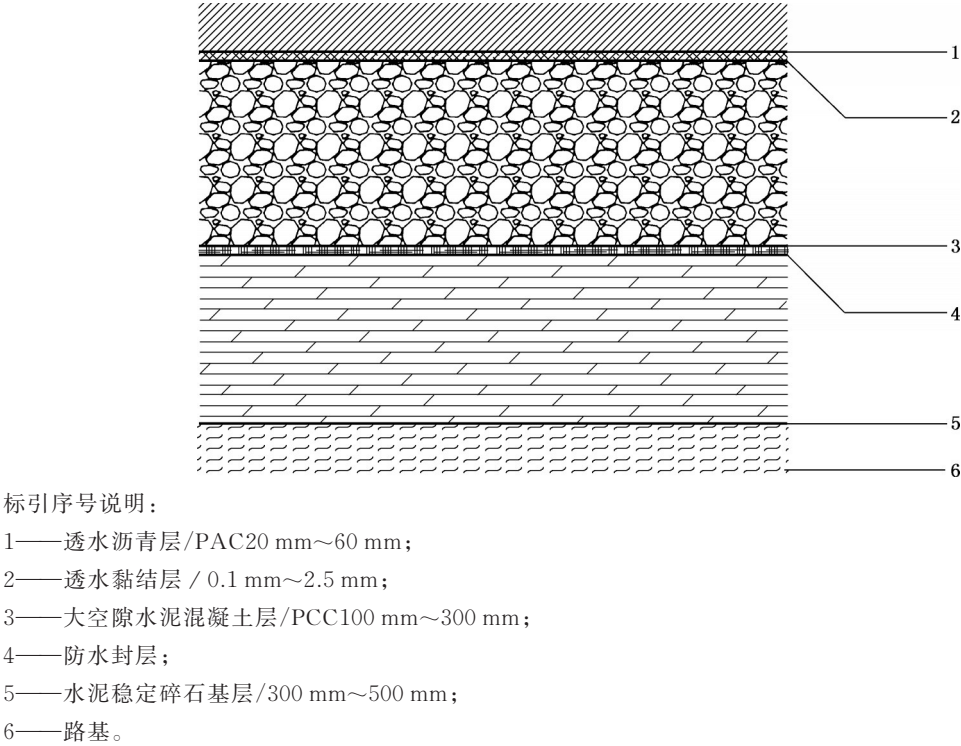
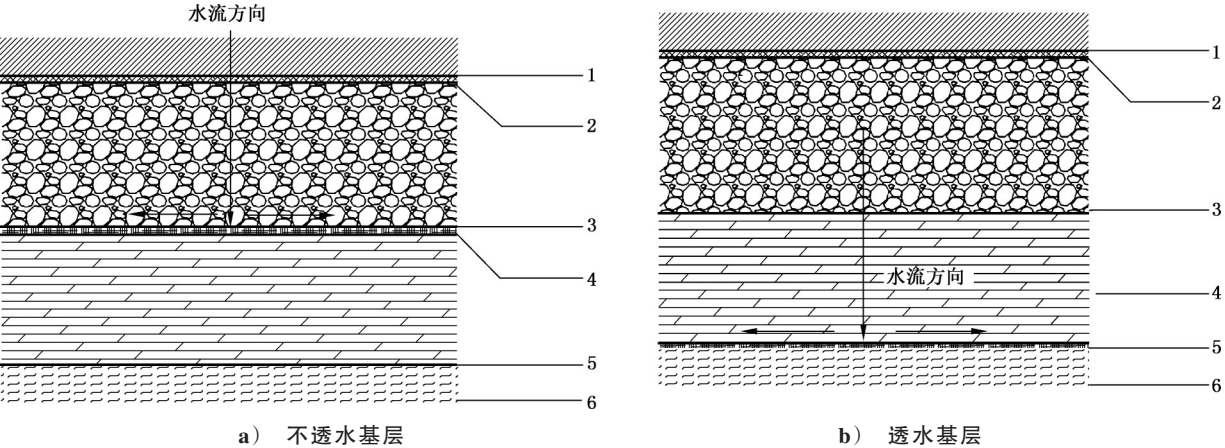


图1 复合透水路面(CPP)结构示意图



- 标引序号说明：
- 1——透水沥青层/PAC；
 - 2——透水黏结层；
 - 3——大空隙水泥混凝土层/PCC；
 - 4——防水封层；
 - 5——水泥稳定碎石基层；
 - 6——路基。

图2 典型基层结构示意图

5.2.2 不同类型道路典型复合透水路面结构及厚度宜参照表 12。

表 12 不同类型道路典型复合透水路面结构及厚度设计范围

道路类型	人行道、园林道路、广场	二级及二级以下公路、市政道路快速路、主干道、小车/客车停车区	高速公路、一级公路、货车停车区、市政道路次干道及以下
推荐路面结构	1) 透水沥青层 PA-5, 20 mm~40 mm; 2) 透水黏结层, 洒布 SBS 改性乳化沥青, 0.1 mm~0.3 mm; 3) 大空隙水泥混凝土层, C20, 弯拉强度 ≥ 2.5 MPa, 100 mm~150 mm; 4) 透水基层-大空隙级配碎石, 150 mm~200 mm; 5) 反滤层	1) 透水沥青层 PA-10, 40 mm~60 mm; 2) 透水黏结层, 洒布 SBS 改性乳化沥青, 0.3 mm~0.5 mm; 3) 大空隙水泥混凝土层, C30, 弯拉强度 ≥ 3.5 MPa, 150 mm~250 mm; 4) 防水封层+密实基层, 水泥稳定碎石, 200 mm~400 mm, 或透水基层-大空隙水泥稳定碎石, 200 mm~300 mm+防水封层	1) 透水沥青层 PA-13, 40 mm~60 mm; 2) 透水黏结层, 洒布 SBS 改性乳化沥青后粘贴抗裂透水土工布, 2.0 mm~2.5 mm; 3) 大空隙水泥混凝土层, C35, 弯拉强度 ≥ 4.0 MPa, 250 mm~300 mm; 4) 防水封层; 5) 密实基层-水泥稳定碎石, 300 mm~500 mm

5.3 基层

5.3.1 基层分为不透水基层和透水基层两类。人行道、轻交通等级道路可采用透水基层, 中、重交通及以上等级道路应采用不透水基层。

5.3.2 透水基层厚度宜为 150 mm~300 mm, 宜采用大空隙级配碎石、透水沥青混合料、大空隙水泥混凝土及大空隙水泥稳定碎石等, 应符合 CJJ/T 190 有关规定。

5.3.3 设置透水基层的复合透水路面的路基顶面应设置反滤层。反滤层应采用土工合成材料进行反滤和隔离。

5.3.4 不透水基层厚度宜为 150 mm~300 mm, 可选用水泥稳定碎石、密级配沥青稳定碎石等, 应符合 JTJGD50 有关规定。

5.3.5 中、重交通及以上等级道路大空隙水泥混凝土的弯拉强度、施工和易性等指标达不到设计和自动化施工要求时, 可添加掺合料、纤维、功能型高效增强剂等材料。

5.3.6 复合透水面层与密实基层间应设置基底防水封层。

5.4 防水封层

5.4.1 防水封层可选择碎石封层、稀浆封层等。

5.4.2 不透水基层与上部透水结构层之间应设置防水封层, 封层可采用单层沥青表面处治或稀浆封层等。

5.4.3 透水基层和土基之间应设置基底防水封层, 轻交通等级道路宜采用稀浆封层, 中、重交通级以上等级道路宜采用碎石封层。

5.4.4 改性乳化沥青类基底防水封层洒布量宜控制在 $0.3\text{ kg/m}^2\sim 0.6\text{ kg/m}^2$ (以纯沥青质量计)。基底防水封层材料洒布量要求较大时, 可通过多次洒布以达到要求。

5.4.5 热洒改性沥青类防水黏结层洒布量宜控制在 $1.5\text{ kg/m}^2\sim 1.8\text{ kg/m}^2$, 并撒布一定数量的碎石或预裹覆沥青碎石。撒布碎石规格宜为 3 mm~5 mm 或 5 mm~10 mm, 覆盖率宜大于 50%; 预裹覆沥青用量宜为 0.2%~0.6%。

5.5 大空隙水泥混凝土层

5.5.1 在满足各等级公路、城市道路的交通荷载规定的基础上, 设计时推荐以大空隙水泥混凝土 PC-10、PC-13 和 PC-16 为主要混合料类型, 可考虑透水功能和力学性能的平衡。

- 5.5.2 厚度宜为 100 mm~300 mm,以弯拉强度、透水系数等为设计指标,应满足表 11 的要求。
- 5.5.3 大空隙水泥混凝土面板尺寸及接缝设计宜符合 JTG D40 的有关要求,可根据大空隙水泥混凝土的线膨胀系数适当调整。
- 5.5.4 中、重交通及以上等级道路胀缝处,宜采用抗裂透水土工布处治,防止透水沥青层出现反射裂纹。
- 5.5.5 施工中的缩缝、胀缝均应填灌填缝材料。为防止填缝材料堵塞孔隙,填缝材料不应采用热流性材料。

5.6 透水黏结层

- 5.6.1 透水黏结层应铺设在大空隙水泥混凝土层顶面,具有良好层间抗滑移效果和透水性能。宜采用 SBS 改性乳化沥青等特种乳化沥青,应符合表 10 的相关规定。
- 5.6.2 施工后,大空隙水泥混凝土层透水系数的下降幅度不大于 10%,黏结强度不小于 1 MPa(80 °C 养生 96 h 后测试 20 °C 下拉拔强度)。

5.7 透水沥青层

- 5.7.1 在满足各等级公路、城市道路的交通荷载规定的基础上,设计时可考虑平衡透水功能和力学性能。
- 5.7.2 透水沥青层结构的设计流程、厚度验算及模量和强度等设计参数的确定应符合 JTG D50 的规定。
- 5.7.3 透水沥青层厚度宜为 20 mm~60 mm,应符合表 9 的要求。
- 5.7.4 重交通及以上等级道路透水沥青层宜使用纤维作为增塑稳定剂材料。

5.8 排水设计

- 5.8.1 复合透水路面的排水系统应由排水管和边缘排水设施组成。典型排水结构见图 3。

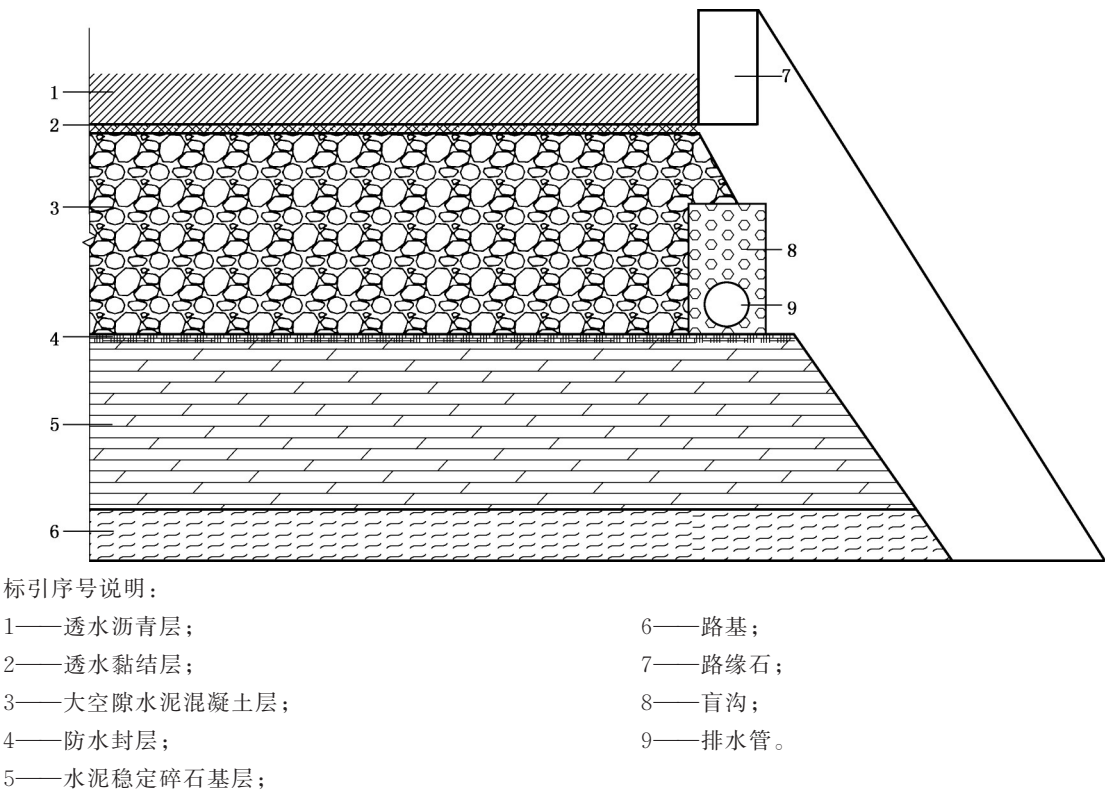


图3 典型排水结构示意图

- 5.8.2 复合透水路面上、下面层的横坡坡度等排水设计参数,应符合 CJJ/T 135 的有关要求,在路面超高

段应符合 JTG/T 3350-03—2020 的有关要求。

5.8.3 应在大空隙水泥混凝土面层底部沿复合透水路两侧纵向设置碎石盲沟引水,碎石盲沟底部及侧面应有防水土工布包裹,盲沟上部布设反滤土工布,每间隔 15 m~60 m 设置横向排水管将路表水横向导引至路面边缘排水系统,宜符合 CJJ/T 135 与 JTG/T 3350-03—2020 的有关要求。

5.8.4 边缘排水设施可根据排水需要、路侧安全与景观协调、施工条件等因素选定,横断面尺寸宜根据工程经验或仅水力水文计算确定,水文与水力计算应符合 JTG/T D33 的有关要求。

5.8.5 路面边缘排水系统可采用散排、明沟排水、暗沟排水和盲沟排水等形式,应符合 JTG/T 3350-03—2020 的有关要求。

6 配合比设计

6.1 透水沥青混合料

6.1.1 透水沥青混合料典型级配范围应符合表 13 的要求,其他级配应符合 JTG/T 3350-03—2020 的有关规定。

表 13 透水沥青混合料典型级配范围

级配类型	筛孔尺寸(mm)的通过率/%										
	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.075
PA-5	—	—	—	100	15~50	8~30	5~12	4~10	4~8	4~7	3~6
PA-10	—	100	100	80~100	8~28	5~15	5~12	4~10	4~9	4~8	3~6
PA-13	—	100	90~100	40~71	10~30	9~20	7~17	6~14	5~12	4~9	3~6
PA-16	100	90~100	60~90	40~60	10~26	9~20	7~17	6~14	5~11	4~9	3~5

6.1.2 透水沥青混合料配合比设计应包括目标配合比设计、生产配合比设计以及生产配合比验证三个阶段。

6.1.3 透水沥青混合料室内制作工艺应按规定的温度、步骤进行操作,拌和时间不少于 3 min,保证混合料拌和均匀、所有集料颗粒全部裹覆沥青,宜符合 JTG/T 3350-03—2020 的有关规定。

6.1.4 目标配合比设计按下列步骤实施:

- a) 确定目标空隙率;
- b) 工程设计集料级配应符合表 13 规定的范围;
- c) 应在集料级配范围内试配 3 组关键筛孔通过率不同的级配作为初选级配,关键筛孔的确定应符合 JTG/T 3350-03—2020 的相关要求;
- d) 进行配合比设计时,宜根据 14 μm 沥青膜厚度和集料表面积预估沥青用量,其计算方法应符合 JTG/T 3350-03—2020 的有关规定,或依据以往工程实践经验预估沥青用量;
- e) 应按照初选配合比分别成型马歇尔试件,每组试件不少于 4 个,检验连通空隙率和马歇尔稳定度,空隙率应符合表 9 的要求,应以混合料空隙率与目标空隙率的差值在 ±1% 的范围内为控制标准,优选 1 组接近目标空隙率的级配;
- f) 以达到目标空隙率的级配为基准,按 ±0.5%、±1% 变化沥青用量,分别进行析漏试验、飞散试验,将结果绘制成图,以飞散试验拐点确定最小沥青用量,以析漏试验拐点确定最大沥青用量,在最大、最小沥青用量范围内,参照马歇尔试验结果,选择较高沥青用量作为最佳沥青用量;
- g) 透水沥青混合料的空隙率应与目标空隙率接近,应控制在 18%~25%;

- h) 应以确定的集料级配和最佳沥青用量拌制沥青混合料,对其各项技术指标进行试验验证,应符合表 9 中的要求,不符合时,应调整沥青用量或级配重新拌和混合料进行试验,直至符合要求为止;
- i) 在各项指标均符合要求的情况下,应出具目标配合比设计报告。
- 6.1.5 生产配合比设计按下列步骤实施:
- a) 应按目标配合比确定的各冷料仓供料比例上料,对二次筛分后各热料仓取样进行筛分,根据热料仓筛分结果合成级配曲线,以冷料、热料供料大体均衡以及合成级配尽量接近目标配合比级配为原则,确定各热料仓最终的配合比;
- b) 应取目标配合比设计的最佳沥青用量、最佳沥青用量±0.3% 等 3 个沥青用量进行混合料室内拌制和拌和机试拌,并进行室内试验以及拌和机取样试验,混合料性能指标应符合表 9 的要求,混合料空隙率与目标配合比空隙率的差值不应超过±3%;
- c) 应根据试验结果,选择各项混合料技术指标满足要求且飞散试验混合料损失率较低的沥青用量为最佳沥青用量,确定热料仓的比例和生产配合比的最佳沥青用量后,应出具生产配合比设计报告。
- 6.1.6 生产配合比验证按下列步骤实施:
- a) 应按确定的生产配合比生产混合料铺筑试验段,试验段长度不宜<300 m;
- b) 应取现场拌和及摊铺的混合料进行性能试验,混合料性能指标应符合表 9 的要求,并验证生产配合比与目标配合比混合料性能的一致性,根据抽提、筛分试验结果验证拌和机对配合比控制的准确性;
- c) 对铺筑的试验段应进行有关施工指标的测试,检验透水沥青路面空隙率的均匀性,存在明显缺陷时,应找出原因,进行必要的工艺调整;
- d) 应根据试验段试验检测数据分析生产配合比的适用情况,进一步复核、调整施工工艺参数;
- e) 试验段的质量检查频度应比正常施工时增加 1 倍,试铺结束后,应出具试验段验证报告。

6.2 大空隙水泥混凝土

- 6.2.1 大空隙水泥混凝土应具有良好的骨架结构,其性能设计应符合表 11 的要求。
- 6.2.2 大空隙水泥混凝土的典型级配范围应符合表 14 的要求。

表 14 大空隙水泥混凝土集料级配范围

级配类型	通过下列筛孔的质量分数/%						
	19.0 mm	16.0 mm	13.2 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm
PC-10	100	100	100	85~100	10~30	0~10	0~5
PC-13	100	100	90~100	50~70	10~30	8~20	0~8
PC-16	100	90~100	60~90	40~60	10~25	8~20	0~8

6.2.3 大空隙水泥混凝土的配制 28 d 弯拉强度宜按公式(1)进行确定。

$$f_c = \frac{f_r}{1 - 1.04C_v} + t_s \dots\dots\dots (1)$$

式中:

f_c ——大空隙水泥混凝土的配制 28 d 弯拉强度均值,单位为兆帕(MPa);

f_r ——设计弯拉强度标准值,单位为兆帕(MPa);

C_v ——弯拉强度变异系数,应按统计数据取值,无统计数据时可按 JTG/T F30—2014 的有关规

定取值；

t ——保证率系数,按 JTG/T F30—2014 的规定取值；

s ——弯拉强度试验样品的标准差,单位为兆帕(MPa),有试验数据时应使用试验样本的标准差,无试验数据时按 JTG/T F30—2014 的规定取值。

6.2.4 单位体积大空隙水泥混凝土集料用量应按公式(2)进行确定。

$$M_G = \alpha \times \rho_G \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

M_G ——每立方米大空隙水泥混凝土中集料用量,单位为千克每立方米(kg/m^3)；

α ——集料用量修正系数,宜通过试验确定,一般取 0.95~1.0；

ρ_G ——各档集料按比例混合后所测得的紧密堆积密度,单位为千克每立方米(kg/m^3)。

6.2.5 不同强度等级单位体积大空隙水泥混凝土的胶凝材料用量(M_B)和水胶比(W/B)应符合表 15 的规定。

表 15 单位体积大空隙水泥混凝土胶凝材料用量和水胶比

指标	单位	技术要求		
设计弯拉强度等级	MPa	2.5	3.5	4.0
胶凝材料用量	kg/m^3	380~430	430~460	460~500
水胶比	—	0.32~0.35	0.28~0.32	0.25~0.28

6.2.6 单位体积大空隙水泥混凝土用水量应按式(3)进行确定。

$$M_w = \frac{W}{B} \times M_B \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

M_w ——每立方米大空隙水泥混凝土中用水量,单位为千克每立方米(kg/m^3)；

W/B ——水胶比；

M_B ——每立方米大空隙水泥混凝土中胶凝材料用量,单位为千克每立方米(kg/m^3)。

6.2.7 未掺加掺合料时,胶凝材料为水泥,单位体积大空隙水泥混凝土的水泥用量(M_C)应符合表 15 的规定。掺加矿渣粉、硅灰、粉煤灰等掺合料时,应采用等量取代水泥法,其种类和掺量应通过试验确定,单位体积大空隙水泥混凝土的掺合料用量(M_S)和水泥用量应分别按式(4)和式(5)进行确定。

$$M_C = M_B - M_S \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$M_S = \beta \times M_B \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

M_C ——每立方米大空隙水泥混凝土中水泥用量,单位为千克每立方米(kg/m^3)；

M_S ——每立方米大空隙水泥混凝土中掺合料用量,单位为千克每立方米(kg/m^3)；

β ——掺合料占胶凝材料的质量比例。

6.2.8 大空隙水泥混凝土的弯拉强度、施工和易性等指标达不到设计和自动化施工要求时,可添加掺合料、纤维、功能型高效增强剂等材料。

6.2.9 掺加外加剂时,其种类和掺量应通过试验确定,单位体积大空隙水泥混凝土的外加剂用量(M_A)应按式(6)确定。

$$M_A = \gamma \times M_B \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

M_A ——每立方米大空隙水泥混凝土中外加剂用量,单位为千克每立方米(kg/m^3)；

γ ——外加剂占胶凝材料的质量比例。

6.2.10 大空隙水泥混凝土配合比的试配与确定应符合以下要求：

- a) 在计算配合比的基础上进行试拌,保持胶凝材料用量不变,调整水胶比和减水剂用量使混凝土拌和物性能符合施工要求,保证胶结浆体均匀包裹集料表面并不发生离析,达到要求后提出大空隙水泥混凝土的试拌配合比;
- b) 在试拌配合比的基础上,按胶凝材料质量的 $\pm 20 \text{ kg/m}^3$ 设计另外两组配合比,进行强度和透水系数测试,绘制强度和透水系数与胶凝材料质量的关系图或采用插值法,确定满足配制强度和透水系数要求的胶凝材料质量;
- c) 水、水泥、掺合料和外加剂的用量应根据胶凝材料质量进行调整;
- d) 确定集料、水泥、水、掺合料和外加剂质量,确定最终配合比,宜采用每立方米各组成材料的质量表示。

7 施工

7.1 一般规定

7.1.1 沥青、水泥等原材料进场时应进行进场验收,应检查所需材料的储量、性能,确保所有材料的数量和质量满足施工要求。

7.1.2 当遇雨、雪天或日平均温度低于 5°C 时,不应进行透水沥青层、大空隙水泥混凝土层的施工。

7.1.3 冬季、雨季施工的工程,应制定并落实季节性施工技术措施。

7.2 施工前准备

7.2.1 结合施工现场条件,制定施工方案,编制施工组织设计,对施工人员进行技术交底。

7.2.2 应确认施工机械工况良好。使用商品大空隙水泥混凝土时,应提前向混凝土供应方提出技术要求,进行混凝土试拌并对其技术措施进行确认。

7.2.3 铺筑复合透水沥青路面前,应检查下承层的质量。对不符合密实性、渗水性等设计质量要求以及存在离析问题的下承层应进行处理。

7.3 基层

7.3.1 透水基层施工应符合 CJJ/T 190 的有关规定。其他要求如下：

- a) 基层应分层压实,一层不大于 200 mm ;
- b) 振动压实应不少于3遍,静态压实应不少于2遍,直到集料没有发生目测可见的移动才可停止压实;
- c) 压实后的基层厚度误差不大于 15 mm 。

7.3.2 不透水基层的施工应符合 JTGF20 的有关规定。

7.4 防水封层

7.4.1 防水封层施工前,应准备沥青洒布车、清扫机和加热设备等。

7.4.2 防水封层施工前,应对横缝、纵缝等薄弱部位进行修补。

7.4.3 应采用沥青洒布车以预设的洒布量进行喷洒施工。

7.4.4 环境气温低于 10°C 、风力较大以及路表潮湿等情况下不应施工。

7.4.5 防水封层施工结束后,在混合料铺筑前严禁通行。

7.5 大空隙水泥混凝土层

7.5.1 大空隙水泥混凝土层的施工宜采用自动化的施工方式。

7.5.2 拌和应符合以下要求：

- 采用配备计算机自动控制的强制式搅拌站(楼),应能准确控制集料、水泥、水的加入量和时间以及拌和时间；
- 当使用增强剂或外加剂时,应设置投料口,安装响铃提醒装置和视频监控设备；
- 集料的添加精度应控制在 $\pm 2\%$ 以内,水、水泥、掺合料、外加剂等材料的添加精度应控制在 $\pm 1\%$ 以内；
- 控制室应能逐盘打印(或记录)各种集料、水泥的用量及其总量；
- 水量及拌和时间需经试拌确定,推荐拌和80 s以上,具体应以混合料拌和均匀、所有矿料颗粒全部裹覆表面饱水状态水泥胶浆、有些许结团成块的大空隙水泥混凝土为宜；
- 其他配料、拌和指标应符合 GB/T 14902 的有关规定；
- 混凝土的和易性应根据铺筑便易性以及运输过程中的经时损失确定,并应根据运距时长、气温高低随时进行微调。

7.5.3 大空隙水泥混凝土拌和物的运输应符合以下规定：

- 选配车况优良、载重量 10 t~20 t 的自卸车,自卸车后挡板应关闭紧密,运输时不漏浆撒料,车厢板应平整光滑,远距离运输时,应选配混凝土罐车；
- 运料车应用湿润土工布覆盖,用以保水、防污染,运料车到达现场后,须等本车混合料摊铺完后才可揭开湿润土工布；
- 出料后,应在实验室根据混凝土拌和物凝结时间,确定拌和物运至施工地点进行摊铺、压实直至浇筑完毕后的最长允许时间,并应符合表 16 的规定；

表 16 大空隙水泥混凝土出料至浇筑完毕最长允许时间

施工气温 $T/^\circ\text{C}$	允许最长时时间/h
$5 \leq T < 10$	2.0
$10 \leq T < 20$	1.5
$20 \leq T < 32$	1.0

- 运输车数量应根据 JTG/T F30—2014 中有关规定进行计算。

7.5.4 大空隙水泥混凝土面层的摊铺、压实应符合以下要求：

- 采用基层摊铺机或沥青混凝土摊铺机进行摊铺；
- 摊铺速度应控制在 1.0 m/min~2.0 m/min;保证摊铺机匀速、不间断地摊铺,不应出现停机待料或随意改变摊铺速度的情况；
- 采用摊铺机自带夯锤压实,并根据试验段调整夯锤频率等参数以满足空隙率和强度要求,当不采用其他碾压方式时,摊铺不设松铺系数,摊铺后的大空隙水泥混凝土层与钢模板齐平,当空隙率过大时,采用额外的振动梁或振动板振实,松铺系数应为 1.10~1.20；
- 摊铺过程中应在摊铺机后巡查,如果有局部孔洞、离析、波浪、裂缝等异常现象应辅以人工补料及找平,人工找平时施工人员应穿减压鞋进行施工操作；
- 模板拆除时间应根据气温和混凝土强度增长情况确定,拆模时不应损坏路面的边角,应保持块体完好。

7.5.5 接缝施工应符合 JTG/T F30—2014 的有关规定。切缝应在大空隙水泥混凝土浇筑完毕后 3 d 内

或混凝土强度达到设计强度的 30%~50% 时进行,防止脱粒、掉粒。

7.5.6 大空隙水泥混凝土层的养生应符合以下要求:

- a) 施工完毕后,应立即采用土工织物覆盖等方法进行养生,同时需定期洒水以保持路面处于潮湿状态,并保持覆盖材料完整;根据当地气温确定养生方式,应符合表 17 的要求。

表 17 大空隙水泥混凝土养生

气温 $T/^\circ\text{C}$	养生方式
$T < 5$	不应洒水养生,应采取塑料薄膜覆盖措施
$5 \leq T < 25$	浇筑 1 d 后开始养生,每天洒水不应少于 2 次
$25 \leq T < 30$	浇筑 8 h 后开始养生,白天每 2 h 洒水一次,夜间洒水不应少于 2 次
$T \geq 30$	增加洒水频次,保证土工布始终处于湿润状态

- b) 实测混凝土强度大于设计强度的 80% 后可停止养生。

7.5.7 其他施工要求应按照 CJJ/T 135 的有关规定执行。

7.6 透水黏结层

7.6.1 大空隙水泥混凝土层的表面应清扫干净。

7.6.2 宜采用智能洒布车喷洒,根据材料的洒布温度,以预设的撒布量进行喷洒施工。

7.6.3 应待乳化改性沥青材料完全破乳,或粘贴抗裂透水土工布后待乳化改性沥青材料完全破乳,再进行透水沥青层的施工。中交通、重交通及以上等级道路可在大空隙水泥混凝土胀缝处左右 0.5 m 内粘贴抗裂透水土工布。

7.7 透水沥青层

透水沥青层施工应按照 JTG/T 3350-03—2020 的要求执行。

8 质量检验

8.1 基层

复合透水路面透水基层的质量检验应符合 CJJ/T 190 的要求,密实基层的质量检验应符合 JTG/T F20 的要求。

8.2 防水封层

复合透水路面防水封层的质量检验应符合 JTG/T 3350-03—2020 的要求。

8.3 大空隙水泥混凝土层

大空隙水泥混凝土层的质量检验应符合 CJJ/T 135 的有关要求,并符合表 18 的规定。

表 18 大空隙水泥混凝土层技术要求

检查项目	单位	技术要求		检查频度	检测方法
板厚度	mm	平均值	≥ -5	每 2 km 取 1 个芯样, 单独施工硬路肩为 1 个车道	JTG 3450—2019 T 0912—2019
		极值	≥ -15		

表 18 大空隙水泥混凝土层技术要求（续）

检查项目	单位	技术要求		检查频度	检测方法
弯拉强度	MPa	平均值	≥设计值	每班留 2 组~4 组试件,日进度<500 m 留 2 组; ≥500 m 且<1 000 m 留 3 组;≥1 000 m 留 4 组	JTG 3420—2020, T 0558—2005
		极值	≥0.85 倍设计值		
连通空隙率	%	设计值±2		每 2 km 取 1 个芯样,单独施工硬路肩为 1 个车道	附录 A
透水系数	mm/s	平均值	≥设计值	每 2 km 测 1 组,单独施工硬路肩为 1 个车道	附录 B
		极值	≥0.85 倍设计值		

8.4 透水黏结层

透水黏结层的质量检验应符合表 19 的规定。

表 19 透水黏结层技术要求

检查项目	单位	技术要求	检测频度	检测方法
洒布量	kg/m ²	设计值	1 次/台班	JTG 3450—2019, T 0982—1995
洒布均匀性	—	均匀一致	随时	JTG 3450—2019, T 0902—JTG 3450—2019, 2019
层间黏结强度	MPa	拉拔强度≥0.3	每 5 000 m ² 检查	JTG 3450—2019, T 0985—2019
大空隙水泥混凝土层透水系数下降比例	%	≤10	1 次/台班	JTG 3450—2019, T 0971—2019

8.5 透水沥青层

透水沥青层的质量检验应符合 JTG/T 3350-03—2020 的有关要求,并符合表 20 的规定。

表 20 透水沥青层技术要求

检查项目	单位	技术要求		检测频度	检验方法
		城市道路	公路		
厚度	mm	设计值的±10%		每 2 000 m ² 一点,单点评定	JTG 3450—2019, T 0912—2019
压实度	%	≥98		每 2 000 m ² 检查 1 组,逐个试件评定并计算平均值	JTG 3450—2019, T 0924—2008
平整度	mm	≤1.2		连续测定	JTG 3450—2019, T 0932—2008
空隙率	%	设计值±3		每 2 000 m ² 一点,单点评定	JTG 3450—2019, T 0708—2011
渗水系数	mL/min	≥5 000	≥6 000	1 次/200 m	JTG 3450—2019, T 0971—2019
抗滑	摆值 (BPN ₂₀)	—	符合设计要求	1 次/200 m	JTG 3450—2019, T 0964—2008
	横向力系数	—	≥54		JTG 3450—2019, T 0965—2008

附录 A
(规范性)
连通空隙率测试方法

A.1 本方法适用于各类透水路面材料连通空隙率的测定。

A.2 试验用仪器和设备主要包括。

- a) 电子天平:量程 5 000 g 以上,感量 0.5g。
- b) 游标卡尺:量程 300 mm。
- c) 烘箱:温度控制范围在 $(60\pm 5)^\circ\text{C}$ 。
- d) 金属网篮:网孔 5 mm,尺寸 200 mm $\times$ 200 mm $\times$ 200 mm。
- e) 溢流装置容器:能保持一定水位,可将金属网篮完全浸入所盛水中。
- f) 挂件:用于测取水中重量的金属网篮,悬挂于称量盘中心位置。
- g) 水槽。

A.3 试样制备应符合下列规定:

标准试块应为 $\phi 100\text{ mm}\times 50\text{ mm}$ 的圆柱体试件或路面钻芯芯样,每组试验测试 3 个试块。

A.4 连通空隙率试验步骤如下:

- a) 用游标卡尺测量试块的尺寸,精确至 0.1 mm,圆柱体试件的直径取上下 2 个断面测定结果的平均值,高度取十字对称 4 次测定的平均值,计算试块体积(V);
- b) 将标准龄期的试块放入烘箱中,在温度 $(60\pm 5)^\circ\text{C}$ 下烘干至恒重,并在干燥器中冷却至室温后,称取试块的干燥质量(m_1);
- c) 将称取过干燥质量的标准试块放入水槽中饱水 24 h,随后将试块放入网篮并浸入到装满水的溢流装置容器中,用木槌轻轻敲击试块,使之排出气泡,称取试块在水中的质量(m_2)。

A.5 连通空隙率应按式(A.1)计算,精确至 0.1%:

$$v = \left(1 - \frac{m_1 - m_2}{\rho V} \right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

式中:

- v ——连通空隙率;
- m_1 ——试件常温、干燥条件下的质量,单位为克(g);
- m_2 ——试件在水中的质量,单位为克(g);
- ρ ——水的密度,一般取 $1.0\times 10^{-3}\text{ g/mm}^3$;
- V ——试件体积,单位为立方毫米(mm^3)。

A.6 应以 3 次试验结果的平均值作为测定值。3 次测量值中的最大值或最小值中如有 1 个与中间值之差超过中间值的 5%,则取中间值为测定值;如最大值和最小值与中间值之差都超过中间值的 5%,则该组测试结果无效。

附录 B

(规范性)

大空隙水泥混凝土透水系数测试方法

B.1 本方法适用于室内成型大空隙水泥混凝土板或现场大空隙水泥混凝土层的透水系数测试,试验装置如图 B.1 所示。

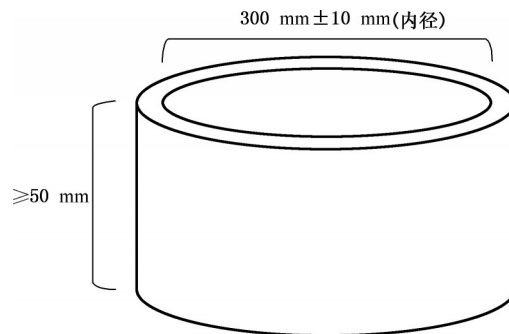


图 B.1 渗透环示意图

B.2 试验装置与测量器具应符合下列规定。

- 渗透环:采用透明有机玻璃制备的圆柱形环,两端开口,环周边不漏水,具有足够的刚度,渗透环的内管直径为 $300\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$,高度应 $\geq 50\text{ mm}$,环内表面应在距离环底部 10 mm 和 15 mm 处刻线或做标记。
- 天平:精度为 0.05 kg 。
- 容器:可盛水至少 20 L ,并容易将水以可控速度倒入渗透环。
- 秒表:精度为 0.1 s 。
- 温度计:最小刻度为 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 橡皮泥:用于渗透环底部与大空隙水泥混凝土表面的密封。
- 游标卡尺:量程应 $> 300\text{ mm}$ 。

B.3 试验用水应使用无气水,可采用新制备的蒸馏水进行排气处理,试验时水温宜为 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$;当试验条件受限时,可采用自来水静置一段时间,待内部气体排出后替代蒸馏水。

B.4 透水系数测试应按下列步骤进行:

- 测量渗透环内径(D);
- 安装渗透环:清洁大空隙水泥混凝土表面,在渗透环底部边缘涂抹橡皮泥,并将环放置在待测大空隙水泥混凝土表面,将渗透环底部边缘用橡皮泥压实形成密封,防止水从圆环底部边缘流出;
- 预试验:将质量为 $3.60\text{ kg} \pm 0.05\text{ kg}$ 的水倒入渗透环,确保水头保持在两条标记线之间,当水接触下面层表面时开始计时,当表面不再有水时停止计时,记录渗透时间,精确到 0.1 s ;
- 测试:应在预试验完成后 2 min 内开始,若预试验中渗透时间少于 30 s ,则称量 $18.00\text{ kg} \pm 0.25\text{ kg}$ 的水,若预试验中渗透时间大于或等于 30 s ,则称量 $3.60\text{ kg} \pm 0.05\text{ kg}$ 的水,将称量的水(m)倒入渗透环,确保水头保持在两条标记线之间,当水接触大空隙水泥混凝土表面时开始计时,当表面不再有水时停止计时,记录渗透时间 t ,精确到 0.1 s ;
- 重复测试:应在第 1 次测试完成 5 min 内进行同一地点重复测试,重复测试不需要进行预试验,透水系数按 2 次测试的均值计算,同一天同一地点的测试不应超过 2 次。

B.5 透水系数应按式(B.1)计算:

$$k=\frac{4\times m}{\pi\times\rho\times D^2\times t}\dots\dots\dots(\text{B.1})$$

式中：

- k ——透水系数,单位为毫米每秒(mm/s)；
- m ——测试时的水质量,单位为千克(kg)；
- π ——圆周率,取 3.142。
- ρ ——水的密度,一般取 1.0×10^{-6} kg/mm³；
- D ——渗透环的内径,单位为毫米(mm)；
- t ——渗透时间,单位为秒(s)。

试验结果以 2 次测试的平均值表示,计算结果精确至 0.01 mm/s。

参 考 文 献

- [1] GB 50318 城市排水工程规划规范
 - [2] CJJ 37 城市道路工程设计规范
 - [3] JTG 3432 公路工程集料试验规程
 - [4] JTG 3441 公路工程无机结合料稳定材料试验规程
-