

DB13

河北省地方标准

DB 13/T 5326—2021

服务区与场站透水水泥混凝土铺面 技术规范

Technical specification for pervious concrete pavement of highway rest
area and terminal yard

2021 - 01 - 21 发布

2021 - 02 - 21 实施

河北省市场监督管理局 发布

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。

本文件由河北省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：河北曲港高速公路开发有限公司、同济大学、河北交通投资集团公司、河北省交通规划设计院、河北雄安荣乌高速公路有限公司、河北雄安京德高速公路有限公司、苏交科集团股份有限公司、河北交投干线公路开发有限公司、河北高速公路集团有限公司、上海公路桥梁（集团）有限公司、河南省万里路桥海绵城市研究院有限公司、同路达生态科技有限公司、上海透泽环境科技有限公司、中建路桥集团有限公司。

本文件起草人：赵文忠、李辉、李新杰、杜群乐、王向平、路颖铎、雷伟、张宏君、申大为、岳佳琦、李彦伟、王子鹏、曹亚东、杨祥、王志斌、张超、曹荣吉、朱浩然、李石磊、许忠印、李国清、王林山、熊玉华、陈雷、代震、张毅、谢宁、张恒基、杨炳、李准、刘佳雯、张冲、胡俊博。

服务区与场站透水水泥混凝土铺面技术规范

1 范围

本文件规定了服务区与场站透水水泥混凝土铺面的材料、结构组合设计、透水水泥混凝土设计、施工和质量检验等技术标准。

本文件适用于新建、改扩建公路服务区和场站，其他透水水泥混凝土铺面工程可参照执行。

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 175 通用硅酸盐水泥
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法
- GB/T 12988 无机地面材料耐磨性能试验方法
- GB/T 50081 普通混凝土力学性能试验方法标准
- GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
- CJJ/T 135 透水水泥混凝土路面技术规程
- JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程
- JGJ 63 混凝土用水标准
- JTG E42 公路工程集料试验规程
- 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 公路水泥混凝土路面施工技术细则
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准
- JTJ 073.1 公路水泥混凝土路面养护技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

透水水泥混凝土 pervious cement concrete

由粗、细集料及其表面均匀包裹的水泥基胶结料，相互粘结，并经水化硬化后形成的具有连通空隙结构的混凝土。

3.2

透水水泥混凝土面层 pervious cement concrete surface layer

具有透水功能的透水水泥混凝土铺面表面层。

3.3

透水水泥混凝土铺面基层 permeable base layer

透水水泥混凝土面层与土基之间，由大空隙级配碎石 (Open-Graded Granular Base, OGB) 或大空隙水泥稳定碎石构成的透水、蓄水层。

3.4

全透水铺面结构 fully permeable structure

路表水能够依次通过透水水泥混凝土面层和透水基层直接向下渗透至土基中的透水铺面结构体系。

3.5

半透水铺面结构 semi-permeable structure

仅面层和基层透水，土基不透水的透水铺面结构体系。

3.6

排水铺面结构 drainage surface structure

仅面层透水，基层和土基均不透水的透水铺面结构体系。

3.7

大空隙级配碎石基层 open grade base

空隙率不小于 20%的级配碎石基层。

3.8

连通空隙率 interconnected voids

透水水泥混凝土内部存在的连通空隙体积与透水水泥混凝土体积的百分比。

3.9

透水系数 permeability coefficient

单位时间内在单位水力梯度作用下通过透水水泥混凝土单位面积的水量。

3.10

灰集比 cement-aggregate ratio

透水水泥混凝土中水泥与集料（粗、细集料）的质量比。

4 材料

4.1 一般规定

原材料包括水泥、集料、外加剂和拌合用水等。透水水泥混凝土铺面材料宜就近取材，并应有利于自然环境和生态景观的保护。

4.2 原材料技术要求

4.2.1 水泥

水泥应采用强度不低于42.5级的普通硅酸盐水泥，质量应符合GB 175的规定。

4.2.2 面层集料

透水水泥混凝土面层采用的集料应满足表1的规定，其它指标可参照JTG/T F30中的 II级规定。

表 1 面层集料技术指标要求

项目	面层集料技术要求		试验方法
	粗集料 ($\geq 4.75\text{mm}$)	细集料 ($< 4.75\text{mm}$)	
压碎值, %	≤ 20.0	≤ 23.0	JTG E42 T0316/T0350
针片状颗粒含量 (按质量计), %	≤ 15.0	-	JTG E42 T0311
含泥量 (按质量计), %	≤ 0.5	≤ 1.0	JTG E42 T0310/T0333
表观密度, kg/m^3	≥ 2500		JTG E42 T0308/T0328
紧密堆积密度, kg/m^3	≥ 1350		JTG E42 T0309/T0331
堆积孔隙率, %	≤ 47.0		JTG E42 T0309/T0331

4.2.3 基层集料

基层集料应选择质地坚硬、耐久、洁净且有明显棱角的碎石料，不得使用未破碎的卵石类石料，但具有足够破碎面的破碎卵石/砾石可用。集料的最大公称粒径不宜大于26.5mm，主要性能指标应符合表2的规定，其它指标可参照JTG/T F30中的 III级要求。

表 2 基层集料技术指标要求

项目	基层集料技术要求		试验方法
	粗集料 ($\geq 4.75\text{mm}$)	细集料 ($< 4.75\text{mm}$)	
压碎值, %	≤ 25.0	≤ 25.0	JTG E42 T0316/T0350
针片状颗粒含量 (按质量计), %	≤ 18.0	-	JTG E42 T0311
含泥量 (按质量计), %	≤ 1.0		JTG E42 T0310/T0333

4.2.4 外加剂

在使用包括减水剂、增强剂等外加剂时，应考虑其对透水水泥混凝土施工和易性的影响，慎重使用对水泥胶浆流动性影响较大的外加剂，以保证透水水泥混凝土材料的透水性能和力学性能。外加剂应符合GB 8076与GB 8077的规定，用法、掺量按产品要求，根据实际情况使用。

4.2.5 水

透水水泥混凝土用水宜采用洁净饮用水，应符合JGJ 63的规定。

4.2.6 彩色涂层材料

透水水泥混凝土铺面彩色涂层由颜料和保护剂组成，每平方的用量约为 $0.2\text{kg}/\text{m}^2\sim 0.3\text{kg}/\text{m}^2$ ，其使用说明如下：

- a) 油性树脂涂料：油性树脂漆和固化剂的比例、用量需参考产品要求，并根据实际需求进行调整；
- b) 水性树脂涂料：水性树脂漆可以与水直接混合使用，其掺水比例（一般小于5%）需参考产品要求，并根据实际需求进行调整。

4.3 透水水泥混凝土技术要求

透水水泥混凝土面层技术要求应符合表3的规定：

表 3 透水水泥混凝土技术要求

项目	指标			试验方法
	C20	C25	C30	
抗压强度, MPa	20	25	30	GB/T 50081
抗折强度, MPa	≥ 2.5	≥ 3.0	≥ 3.5	
连通孔隙率, %	≥ 10			附录 A
透水系数 (15℃), mm/s	≥ 0.5			附录 B
耐磨性 (磨坑长度), mm	≤ 30			GB/T 12988
抗冻性	25 次冻融循环后抗压强度损失率, %	≤ 20		GB/T 50082
	25 次冻融循环后质量损失率, %	≤ 5		

5 铺面结构组合设计

5.1 设计原则

5.1.1 透水水泥混凝土铺面结构设计包括：透水结构类型选择、结构层组合与材料设计和各结构层厚度确定。

5.1.2 透水水泥混凝土铺面结构层：一般由面层、基层和土基组成。基层可作蓄水层，根据面层、基层类型可在中间增加一层找平层。强降雨区域铺面结构内部宜设置溢流管。

5.1.3 根据工程所在处的地质、土基条件、气候、降雨、地下水位高度、交通荷载、设计降雨年限等基本情况，确定面层和基层材料及厚度、溢流管管径和设置位置等，以保证铺面结构体系具有足够的整体承载力、透水性能和蓄水性能。当路床下为粘性土时，应设置排水层。土质较差时，应选择建设半透水、排水结构，或换填砂性土。

5.1.4 服务区、场站不同区域典型透水水泥混凝土铺面结构见表 4。

表4 服务区、场站不同区域透水水泥混凝土铺面推荐典型结构组合及厚度设计范围

适用区域	人行区域	中、轻载区域	重载区域
	广场、运动场、人行道	小汽车、客车停车场及区域道路	货车停车场及区域道路
结构类型	全透水结构	全透水结构	排水结构
推荐路面结构组合	1、透水水泥混凝土面层，C20，6 cm~10cm 2、细石找平层，3 cm~5cm 3、级配碎石基层（或大空隙水泥稳定碎石基层），15 cm~20cm 4、反滤土工布（可选）	1、透水水泥混凝土面层，C25，15 cm~20cm 2、细石找平层，3 cm~5cm 3、级配碎石基层（或大空隙水泥稳定碎石基层），20 cm~30cm 4、反滤土工布（可选）	1、透水水泥混凝土面层（内部设置排水管），C30，25 cm~40cm 2、沥青混凝土过渡层，2 cm~4cm 3、水泥稳定碎石基层，30 cm~50cm 4、防水土工布（可选）

5.2 面层

5.2.1 面层应具有足够的强度，以满足交通荷载的需求。应平整、坚固、耐磨和美观，并具有较好的透水性能。

5.2.2 根据其使用区域的不同，宜选择不同的混凝土材料，且具有一定的强度，其性能指标应符合本规范表3的规定。

5.2.3 面层可采用单层结构，也可以采用上、下双层结构。上面层集料的最大公称粒径宜为4.75或9.5mm，下面层集料的最大公称粒径宜为9.5mm~16mm。上面层推荐厚度为4cm~6cm，其余为下面层厚度。双面层结构的典型级配范围宜符合表5要求。

表5 面层透水水泥混凝土的级配范围

层位	通过下列筛孔（mm）的质量百分率（%）						
	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18
上面层	100	100	100	85~100	10~30	0~10	0~5
下面层	100	95~100	90~100	60~100	25~35	0~5	0

5.3 基层

5.3.1 基层可采用透水性好的级配碎石或大空隙水泥稳定碎石。货车停车场区域铺面宜采用土工格栅或格室加强，以提高稳定性和承载力。

5.3.2 采用全透水结构和半透水结构铺面时，除应达到设计强度，能满足铺面结构所需的承载力外，还必须具有良好的透水性和蓄水性。采用排水结构铺面时，宜参照常规密级配路面基层设计确定，并在面层与基层之间设置一层过渡层。

5.3.3 采用大空隙级配碎石基层（OGB-20，上加OGB-10薄找平层）时，集料的技术指标应符合本规范第4章的规定，两种级配碎石的典型级配范围宜符合表6。

表 6 两种级配碎石级配范围

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
OGB-10	100	100	100	100	85~100	10~30	0~10	0~5
OGB-20	80~100	-	-	0~20	-	0~10	0~5	0

5.3.4 采用大空隙水泥稳定碎石基层时,集料技术指标应符合本规范第 4 章的规定,其它指标应符合 JTG/T D33 的规定。水泥用量不应少于 160kg/m³,7d 浸水抗压强度不应低于 3 MPa,渗透系数不应小于 0.5mm/s。

5.4 土基

5.4.1 土基应均匀、稳定。当采用全透水结构铺面时,除应保证整体结构的承载力外,还应具有良好的渗透性能,渗透系数不低于 1×10⁻⁴cm/s。

5.4.2 采用半透水结构和排水结构铺面时,土基无透水要求,压实度不应低于 96%。

5.4.3 土工布应符合以下要求:

- a) 反滤土工布:纵、横向断裂强度不小于 20kN/m,纵、横向撕裂强度不小于 0.56kN,静态顶破(CBR)力不小于 3.9kN,断裂伸长率不大于 60%,垂直渗透系数不小于 0.08cm/s,厚度(2kPa)不小于 2.8mm;
- b) 防水土工布:纵、横向断裂强度不小于 15kN/m,纵、横向撕裂强度不小于 0.42kN,静态顶破力不小于 2.9kN,断裂伸长率不大于 80%,厚度(2kPa)不小于 2.2mm。

6 透水水泥混凝土配合比设计

6.1 透水水泥混凝土面层性能应符合 JGJ 55 的规定,并满足表 3 的规定。

6.2 配合比设计

6.2.1 粗、细集料划分以 4.75mm 为界限。粒径大于 4.75mm 为粗集料,小于 4.75mm 为细集料。

6.2.2 凝土中级配碎石应具有良好的骨架强度,级配设计可参照表 5。

6.2.3 单位体积透水混凝土的集料用量,应按公式(1)计算确定:

$$W_G = \alpha \times \rho_G \dots\dots\dots (1)$$

式中:

W_G —单位体积集料用量 (kg/m³);

ρ_G —各档集料按比例混合后所测得的紧密堆积密度 (kg/m³);

α —集料用量修正系数,取 0.98。

6.2.4 集料粒径越小,其比表面积越大,集料表面粘附的水泥越多。混凝土设计强度等级越高,选取的水泥用量或灰集比值应越大,并应避免出现离析。常用 3 档集料的最佳灰集比范围宜符合表 7 要求。

表 7 单一粒径集料最佳灰集比范围

粒径大小 (mm)	2.36~4.75	4.75~9.5	9.5~13.2
灰集比	0.26~0.28	0.23~0.25	0.16~0.18

6.2.5 总灰集比值为应为所设计集料级配中各档粒径集料对应最佳灰集比的加权平均值，按公式(2)确定：

$$\eta = \sum \alpha_i \eta_i \dots\dots\dots (2)$$

式中：

η —总灰集比值；

α_i —各档集料的使用比例；

η_i —各档粒径集料对应的灰集比设计值。

6.2.6 单位体积用水量应根据水灰比确定，建议使用范围为 0.28~0.32。

6.2.7 外加剂用量应按公式(3)确定：

$$M_a = W_c \times a \dots\dots\dots (3)$$

式中：

M_a —每立方米透水水泥混凝土中外加剂用量 (kg/m³) ；

W_c —每立方米透水水泥混凝土中水泥用量 (kg/m³) ；

a —外加剂占水泥用量的质量分数 (%) 。

6.3 配合比的确定

6.3.1 按单一或设计集料级配和各档集料推荐灰集比中值进行试配，可增加粒径 2.36 mm~4.75mm 集料，或减少粒径 9.5 mm~13.2mm 集料的百分比来提高混凝土强度，同时提出基准配合比。

6.3.2 可适当增加各档集料灰集比值来进一步提高混凝土强度，同时考虑外加剂类型和掺量对水泥用量，水泥胶浆粘附性、可塑性和裹覆集料厚度的影响。

6.3.3 设计实例见附录 C。

7 施工

7.1 一般规定

7.1.1 进场材料应符合国家、行业标准和本规范第 4 章的规定。

7.1.2 进场前，应确认现场水电供应、交通等施工条件。现场搅拌混凝土时，应先确定混凝土搅拌和集料堆料场地。

7.1.3 施工前，应进行图纸会审。同时，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。

7.1.4 施工前，应完成施工区域内各类管线、绿化设施等现场高程和坐标点的确认。

7.1.5 施工前，应做好计量器具的检定和有关原材料的检验工作，确认施工机械工况良好。使用商品透水水泥混凝土时，应提前向混凝土供应方提出要求，进行混凝土试拌并对其技术措施进行确认。

7.1.6 当遇雨、雪天或环境日平均温度低于 5℃时，不得进行透水水泥混凝土铺面施工。

7.1.7 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 面层

7.2.1 原材料称量允许误差均不宜超过 1%。

7.2.2 搅拌设备的生产能力应根据工程量、施工进度、施工顺序和运输工具等参数选择。

7.2.3 运输时应防止离析，并应注意保持拌合物的湿度，可根据情况采用覆盖等措施。透水水泥混凝土拌合物由出机到作业面的运输时间不宜超过 30min。

7.2.4 自搅拌机出料后，运至施工地点进行摊铺、压实直至浇筑完毕后的允许最长时间，应由实验室根据水泥初凝时间和施工气温确定，并应符合表 8 的规定。

表 8 透水水泥混凝土出料至浇筑完毕的允许最长时间

施工气温 T (°C)	允许最长时间 (h)
$5 \leq T < 10$	2.0
$10 \leq T < 20$	1.5
$20 \leq T < 32$	1.0

7.2.5 模板应质地坚实、变形小且刚度大。模板的高度应与混凝土路面厚度一致，模板与混凝土接触的表面应涂隔离剂。在摊铺前，需要对模板高度、支撑稳定情况等进行全面检查。

7.2.6 摊铺应均匀，透水水泥面层的平整度与排水坡度应符合要求，其摊铺厚度应考虑松铺系数，松铺系数宜为 1.1。

7.2.7 宜采用低频平板振动器振动和专用滚压工具滚压，并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。

7.2.8 压实后，应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，必须保证模板顶面整洁。同时，接缝处板面应平整。

7.2.9 模板拆除时间应根据气温和透水水泥混凝土强度增长情况确定，拆模不得损坏混凝土路面的边角，保证透水水泥混凝土的块体完好。

7.2.10 缩缝切割深度，宜为面层厚度的 1/2~1/3，面层胀缝应与路面深度相同。施工中，施工缝可代替缩缝，路面板尺寸不宜大于 25m²。

7.2.11 施工中的缩缝、胀缝均应嵌入弹性嵌缝材料。

7.2.12 施工完毕后，应采用塑料薄膜或土工织物覆盖等方法养护，养护时间不得小于 14d。

7.2.13 养护期间，面层不得通行、通车，并应保证覆盖材料的完整。

7.2.14 强度未达到设计强度前，不得投入使用，强度以混凝土试件强度为依据。

7.2.15 在雨季施工时，应时刻注意天气变化，不得在下雨时进行施工。在日平均温度低于 5°C，或超过 32°C 时，不宜进行施工。

7.3 基层

7.3.1 大空隙级配碎石基层

7.3.1.1 施工应符合 JTG/T F20 的规定，并符合以下规定：

- 集料最大公称粒径不应超过 26.5mm。
- 各粒径集料配料必须准确，拌合均匀，不得有粗、细颗粒离析现象。
- 碾压时，应达到重型击实试验法确定的压实度，即压实度 $\geq 95\%$ 。
- 级配碎石应使用 12t 以上压路机碾压，每层压实厚度不应超过 15cm。
- 当采用重型振动压路机和轮胎压路机碾压时，每层厚度可达 20cm。
- 压路机碾压作业不到的地方，应采用平板式振动夯等夯实机械进行压实。

7.3.1.2 在施工区域进行放样，直线段每 15m~20m 设一桩，曲线段每 10m~15m 设一桩，边线、标高标记应明显。

7.3.1.3 集料应在土基上堆放均匀、准确。

7.3.1.4 使用拌合机拌合时，一般需拌合 5~6 遍，保证没有粗、细集料的离析现象。然后用平地机将拌合均匀的混合料，按规定的路拱进行整平和整型。

7.3.1.5 整型后，应立即用 12t 以上的压路机进行碾压。无坡度区域，由两侧向中心碾压；有坡度区域，由低处向高处进行碾压。碾压时，后轮应重叠 1/2 轮宽，同时后轮须超过两端的接缝处。碾压至满足设计要求为止，一般需碾压 6~8 遍，应使表面没有明显轮迹。碾压速度，前两遍宜为 1.5 km/h~1.7km/h，以后为 2.0 km/h~2.5km/h。

7.3.1.6 基层两作业段的衔接处，应进行搭接拌合。第一段拌合后，留 5m~8m 不进行碾压，待第二段施工时，将前段未碾压部分，重新拌合，并与第二段一起碾压。

7.3.1.7 级配碎石基层施工应避免纵向接缝。

7.3.2 大空隙水泥稳定碎石

7.3.2.1 水泥稳定碎石的原材料符合设计要求，通过拌合站拌合，配料准确且拌合均匀。

7.3.2.2 应尽快运送到施工现场，运输过程中应进行覆盖，减少水分损失。

7.3.2.3 运输到现场以后，应立即进行摊铺，并确保不出现粗、细集料离析现象。

7.3.2.4 可用压路机进行碾压。对于平坦区域，应由两侧向中心碾压。对于有高差路段，应由低处向高处碾压。碾压时，两次碾压应重叠 1/2 轮宽，同时后轮须超过两端的接缝处，后轮压完路面全宽时，即为一遍。应碾压 6~8 遍，压路机的碾压速度与压实次数有关，前两遍的压实速度宜为 1.5 km/h~1.7km/h，以后碾压速度宜为 2.0 km/h~2.5km/h。

7.3.2.5 压路机在已完成或正在碾压的路段上不应调头和刹车。

7.3.2.6 碾压过程中，若出现弹簧、松散和起皮等现象，应及时翻开，使其达到质量要求。

7.3.2.7 碾压结束后，应用平地机再终平一次，使其纵向顺适、路拱和坡度符合设计要求。终平应仔细进行，必须将局部高出部分进行刮除，对于局部低洼区域，可不再进行找补，待铺筑面层时进行处理。

7.3.2.8 接缝应采用垂直接缝。

7.3.2.9 碾压完成后，应立即进行养护。以土工织物覆盖为宜，应经常洒水进行养护，养护期不少于 7 天，养护期间禁止有车辆通行。

7.4 彩色涂层

7.4.1 应在铺面施工完成后喷涂。

7.4.2 彩色保护层涂料的施工要求如下：

- a) 透水水泥混凝土面层完全施工完成后，应在一周内进行彩色涂层施工；
- b) 保证透水混凝土面层干燥、清洁，再喷涂保护层。同时，要保护原路面的构造深度；
- c) 使用单组份水性涂料时，应按照比例与水搅拌均匀；使用双组份油性涂料时，应按比例充分搅拌均匀，及时用掉避免固化；
- d) 使用专用喷涂机或者空压机配合喷涂，喷涂应均匀；
- e) 单组份水性涂层应进行 30min 表干养生；双组分油性涂层应进行 24h 表干养生。

7.5 养护

7.5.1 面层养护应符合 JTJ 073.1 的规定。

7.5.2 投入使用后，应根据路面堵塞情况，适时采用高压水（5 MPa~20MPa）冲刷孔隙堵塞物，并使用真空泵将冲出的堵塞物清理干净，或采用压缩空气冲刷孔隙使堵塞物去除，也可采用真空泵将堵塞孔隙的杂物吸出。

7.5.3 在冬季时，应及时清理积雪并采取措施防止其面层结冰，不宜采用机械除冰，并不得撒砂或灰渣堵塞透水水泥混凝土铺面孔隙。

7.5.4 出现裂缝和集料脱落时，应进行维修。对于小面积的集料脱落，不影响整体透水效果时，可采用密级配混凝土进行修补。当脱落面积较大时，应采用透水水泥混凝土进行修补。维修时，应先将面层表面的疏松集料清除，清洗面层并在除去该区域路面孔隙内的堵塞物后，进行新混凝土的铺筑。

8 质量检测与验收

8.1 一般规定

8.1.1 透水水泥混凝土铺面的面层、基层和土基应按分部、分项工程验收，质量检查和验收标准应符合本规范及 JTG F80/1 的有关规定。

8.1.2 各结构类型透水水泥混凝土铺面工程质量验收时，应提供下列资料：

- a) 设计文件和竣工资料；
- b) 工程使用主要材料、半成品、成品的质量证明文件或检测报告；
- c) 施工或试验记录；
- d) 各检验批的主控项目、一般项目的验收记录；
- e) 施工质量控制资料。

8.2 透水铺面面层

8.2.1 水泥、集料和外加剂质量应符合国家有关标准的规定。

8.2.2 除满足设计要求外，还应满足表 9 的规定：

表 9 透水水泥混凝土面层混凝土质量检验要求

项目	允许偏差	检查频次	数量	检查方法
厚度	±15mm	每 200m ²	1 组	钻芯，钢尺测量
抗折强度	不低于设计值	同配合比，每 50m ³	1 组	抽样，抗折强度测试
透水系数	不低于设计值	每 200m ²	1 组	抽样，透水系数测试
注：检查频次不足 1 次，按一次计算。1 组为 3 个试件				

8.2.3 应全数检查的项目如下：

- a) 面板应平整，边角应整齐，不得有石子脱落现象；
- b) 接缝应垂直、直顺，缝内不应有杂物；
- c) 颜色应符合设计要求，并且颜色均匀一致。

8.2.4 透水水泥混凝土路面面层的验收，应符合表 10 的规定。

表 10 透水水泥混凝土面层验收要求

项目		允许偏差		检验范围		点数	检验方法
		停车场、 场站	广场	停车场、场站	广场		
高程 (mm)		±15	±10	20m	40m×40m	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)	≤10		20m	10m×10m	1	3m 直尺和塞尺连续量取 2 处, 取较大值
宽度 (mm)		0~20		40m	40m	1	用钢尺量
横坡 (%)		±0.3%且不反坡		20m		1	用水准仪测量
井框与路面高差 (mm)		≤5		每座井		1	十字法, 用直尺和塞尺 量, 取最大值
相邻板高差 (mm)		≤5		20m	10m×10m	1	用钢板尺和塞尺量
纵缝直顺度 (mm)		≤10		100m	40m×40m	1	用 20m 线和钢尺量
横缝直顺度 (mm)		≤10		40m	40m×40m	1	用 20m 线和钢尺量

附录 A
(资料性附录)
连通空隙率的测试方法

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 连通空隙率试验主要试验器具宜包括：

- a) 电子天平：量程 10kg 以上，感量 0.5g；
- b) 游标卡尺：量程 300mm；
- c) 烘箱：温度控制范围在 (105 ± 5) °C；
- d) 金属网篮：网孔 5mm，尺寸 200mm×200mm×200mm；
- 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的装置。

A.3 试样制备应符合下列规定：

标准试块应为尺寸为 150mm×150mm×150mm 的立方体试件，每组测试 3 个试块。

A.4 透水水泥混凝土空隙率试验测试步骤如下：

- a) 用游标卡尺测量试块的尺寸，精确至 0.1mm，计算试块体积 (V)；
- b) 将标准龄期的试块放入烘箱中，在温度 (105 ± 5) °C 下烘干至恒重，取出放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透水水泥混凝土标准试块放入水槽中饱水 24h，然后将进入空隙中的水及表面水进行清除，随后将试块放入网篮并浸入到装满水的溢流装置容器中，并轻轻晃动网篮，直至不再产生气泡为止时进行读数，称取试块在水中的质量 (m_2)。

A.5 连通空隙率应按下列公式计算，精确至 0.1%：

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

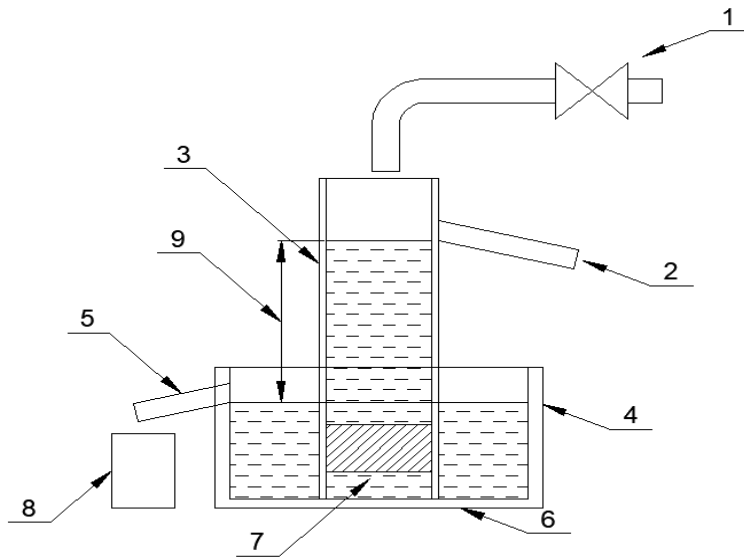
式中：

- v — 连通空隙率 (%)；
 V — 试块体积 (mm^3)；
 m_1 — 试件在烘箱中 24 小时后的质量 (g)；
 m_2 — 试件在水中的质量 (g)；
 ρ — 水的密度 (一般取 1.0g/cm^3)。

A.6 结果评定方法为：按附录 A 测试每组试件孔隙率，取平均值作为测试结果，测试结果精确到 0.1%。三个测定值中的最大值或者最小值若有一个与中间值的差值超过中间值的 5%，则取中间值作为测定值；若两者均与中间值差值超过中间值的 5%，则该组测试结果无效，应重新制备试件进行测试。

附录 B
(资料性附录)
透水系数测试方法 (常水头法/室内试验)

B.1 透水水泥混凝土透水系数的试验装置宜按图B.1设置。



说明:

- 1—供水系统；2—圆筒的溢流口；3—水圆筒；4—溢流水槽；
5—水流的溢流口；6—支架；7—试样；8—量筒；9—水位差。

图 B.1 透水系数试验装置示意图

B.2 试验设备与装置应符合下列要求:

- a) 水圆筒: 设有溢流口并能保持一定水位的圆筒;
- b) 溢流水槽: 设有溢流口并能保持一定水位的水槽;
- c) 抽真空装置应能装下试样, 并应保持 90kPa 以上真空度。

B.3 测量器具应符合下列要求:

- a) 量具: 量程为 300mm 的游标卡尺、精度为 1mm 的钢尺;
- b) 秒表: 精度为 0.1s;
- c) 量筒: 容量为 2L, 最小刻度为 1mL;
- d) 温度计: 最小刻度为 0.5℃。

B.4 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 $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$; 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.5 应分别在样品上制取三个直径为 100mm、高度 50mm 的圆柱作为试样。

B.6 试验应按下列步骤进行:

- a) 用游标卡尺测量圆柱试样的直径(D)和厚度(L),分别测量两次,取平均值,精确到0.1mm,计算试样的上表面面积(A);
- b) 将试件浸入水中,其中上表面距离水面不小于2cm,确保试件达到饱水程度;
- c) 将饱水试样内部水排除后将试样的四周用密封材料或其他方式密封好,保证侧面不漏水,水仅从试样的上下表面进行渗透;
- d) 待密封材料固化后,将试样放入真空装置,抽真空至(90±1)kPa,并保持30min,在保持真空的同时,加入足够的水将试样覆盖并使水位高出试样100mm,停止抽真空,浸泡20min,将其取出,装入透水系数测试装置,将试样与透水圆筒连接密封好,放入溢流水槽,打开供水阀门,使无气水进入容器中,等溢流水槽的溢流孔有水流出时,调整进水量,使透水圆筒保持一定的水位(约150mm),待溢流水槽的溢流口和透水圆筒的溢流口的流量稳定后,用量筒从出水口接水,记录5min流出的水量(Q),测量3次,取平均值;
- e) 用钢直尺测量透水圆筒的水位与溢流水槽水位之差(H),精确至1mm。用温度计测量试验中溢流水槽中水的温度(T),精确至0.5℃。

B.7 透水系数应按下列式计算:

$$k_T = \frac{QL}{AHt} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

- k_T —水温为T℃时试样的透水系数(mm/s);
- Q —时间t秒内渗出的水量(mm³);
- L —试样的厚度(mm);
- A —试样的上表面积(mm²);
- H —水位差(mm);
- t —时间(s)。

试验结果以3块试样的平均值表示,计算精确至1.0×10⁻²mm/s。

B.8 本试样以15℃水温为标准温度,标准温度下的透水系数应按下列式计算:

$$k_T = k_{15} \frac{\eta_T}{\eta_{15}} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

- k_{15} —标准温度时试样的透水系数(mm/s);
- η_T —T℃时水的动力黏滞系数(kPa·s);
- η_{15} —15℃时水的动力黏滞系数(kPa·s);

$\frac{\eta_T}{\eta_{15}}$ —水的动力黏滞系数比。

附 录 C
(资料性附录)

透水水泥混凝土配合比设计案例

- C.1 本案例适用于透水水泥混凝土路面材料配合比的简单设计。
- C.2 透水水泥混凝土材料的配合比设计应根据路面的强度，选择合适的集料级配、灰集比值和添加剂类型。
- C.3 以单一粒径 4.75mm 集料和其及推荐灰集比中值进行试配，同时增加不同百分含量粒径 1.18mm~4.75mm、9.5mm~13.2mm 的集料来提高混凝土强度（不超过 30%），并提出基准级配。
- C.4 依据以上基准级配，不同抗弯强度的透水水泥混凝土材料的灰集比值，可根据下表 C.1 进行选择。当使用外加剂时，可适当降低灰集比。

表 C.1 透水水泥混凝土灰集比推荐值

抗弯强度 (MPa)	2.5	3.0	3.5
灰集比	0.19~0.21	0.22~0.24	0.25~0.27

- C.5 透水水泥混凝土水灰比的推荐范围为 0.28~0.32。当灰集比较高时，水灰比宜不小于 0.30。
- C.6 集料应处于干燥状态，当集料处于潮湿状态时，应先确定其含水量，根据其含水量大小相应降低所选用的水灰比值。
- C.7 配合比设计案例：

- a) 设计抗弯强度为 3.0MPa 的透水水泥混凝土；
- b) 选择使用 4.75mm~9.5mm 单一粒径玄武岩集料（堆积密度为 1.665g/cm³）作为集料，P.0 42.5 水泥作为胶凝材料，外加剂为粉末状聚羧酸高效减水剂（试验后，最佳掺加量为水泥重量的 0.2%，减水率为 25%），灰集比选择为 0.25，水灰比选择为 0.30；
- c) 单位体积（1m³）集料用量应按下式计算确定：

$$W_c = 0.98 \times 1665 = 1631.7 \text{kg} \dots \dots \dots (C.1)$$

- d) 水泥的用量应按下式计算确定：

$$W_c = W_c \times 0.25 = 407.9 \text{kg} \dots \dots \dots (C.2)$$

- e) 减水剂的掺量应按下式计算确定：

$$W_s = W_c \times 0.002 = 0.82 \text{kg} \dots \dots \dots (C.3)$$

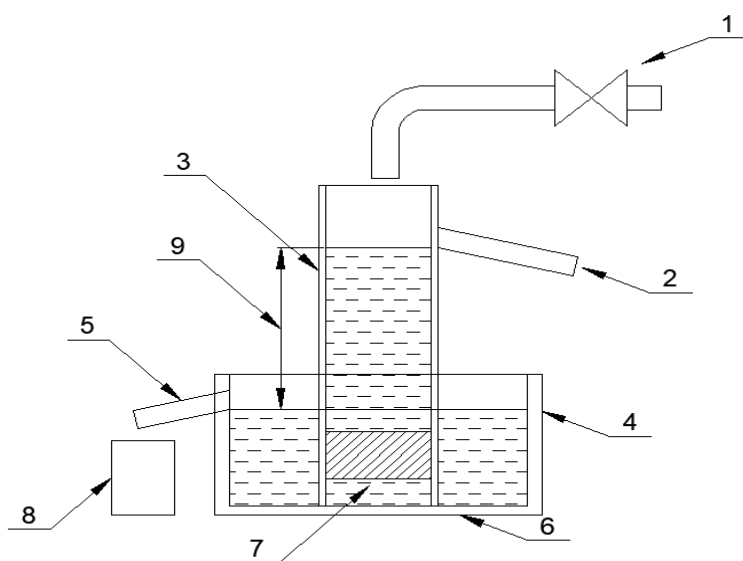
- f) 水的用量应按下式计算确定：

$$W_w = W_c \times 0.30 \times (1 - 25\%) = 91.8 \text{kg} \dots \dots \dots (C.4)$$

- g) 该透水水泥混凝土混合料的配合比为 $W_c : W_s : W_w = 1631.7 : 407.9 : 91.8$ 。

附 录 D
(资料性附录)
透水系数测试方法 (常水头法/室内试验)

D.1 透水水泥混凝土透水系数的试验装置宜按图D.1 设置。



说明:

- 1—供水系统；2—圆筒的溢流口；3—水圆筒；4—溢流水槽；
5—水流的溢流口；6—支架；7—试样；8—量筒；9—水位差。

图 D.1 透水系数试验装置示意图

D.2 试验设备与装置应符合下列要求:

- a) 水圆筒: 设有溢流口并能保持一定水位的圆筒;
- b) 溢流水槽: 设有溢流口并能保持一定水位的水槽;
- c) 抽真空装置应能装下试样, 并应保持 90kPa 以上真空度。

D.3 测量器具应符合下列要求:

- a) 量具: 量程为 300mm 的游标卡尺、精度为 1mm 的钢尺;
- b) 秒表: 精度为 0.1s;
- c) 量筒: 容量为 2L, 最小刻度为 1mL;
- d) 温度计: 最小刻度为 0.5℃。

D.4 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 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$; 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。

D.5 应分别在样品上制取三个直径为 100mm、高度 50mm 的圆柱作为试样。

D.6 试验应按下列步骤进行:

- a) 用游标卡尺测量圆柱试样的直径 (D) 和厚度 (L)，分别测量两次，取平均值，精确到 0.1mm，计算试样的上表面面积 (A)；
- b) 将试件浸入水中，其中上表面距离水面不小于 2cm，确保试件达到饱水程度；
- c) 将饱水试样内部水排除后将试样的四周用密封材料或其他方式密封好，保证侧面不漏水，水仅从试样的上下表面进行渗透；
- d) 待密封材料固化后，将试样放入真空装置，抽真空至 (90 ± 1) kPa，并保持 30min，在保持真空的同时，加入足够的水将试样覆盖并使水位高出试样 100mm，停止抽真空，浸泡 20min，将其取出，装入透水系数测试装置，将试样与透水圆筒连接密封好，放入溢流水槽，打开供水阀门，使无气水进入容器中，等溢流水槽的溢流孔有水流出时，调整进水量，使透水圆筒保持一定的水位 (约 150mm)，待溢流水槽的溢流口和透水圆筒的溢流口的流量稳定后，用量筒从出水口接水，记录 5min 流出的水量 (Q)，测量 3 次，取平均值；
- e) 用钢直尺测量透水圆筒的水位与溢流水槽水位之差 (H)，精确至 1mm。用温度计测量试验中溢流水槽中水的温度 (T)，精确至 0.5℃。

D.7 透水系数应按下式计算：

$$k_T = \frac{QL}{AHt} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

- k_T —水温为 T℃ 时试样的透水系数 (mm/s)；
- Q —时间 t 秒内渗出的水量 (mm³)；
- L —试样的厚度 (mm)；
- A —试样的上表面积 (mm²)；
- H —水位差 (mm)；
- t —时间 (s)。

试验结果以 3 块试样的平均值表示，计算精确至 1.0×10^{-2} mm/s。

D.8 本试样以 15℃ 水温为标准温度，标准温度下的透水系数应按下式计算：

$$k_T = k_{15} \frac{\eta_T}{\eta_{15}} \dots\dots\dots (D.2)$$

式中：

- k_{15} —标准温度时试样的透水系数 (mm/s)；
- η_T —T℃ 时水的动力黏滞系数 (kPa·s)；
- η_{15} —15℃ 时水的动力黏滞系数 (kPa·s)；

$\frac{\eta_T}{\eta_{15}}$ —水的动力黏滞系数比。

附录 E
(资料性附录)

透水水泥混凝土配合比设计案例

- E.1 本案例适用于透水水泥混凝土路面材料配合比的简单设计。
- E.2 透水水泥混凝土材料的配合比设计应根据路面的强度，选择合适的集料级配、灰集比值和添加剂类型。
- E.3 以单一粒径 4.75mm 集料和其及推荐灰集比中值进行试配，同时增加不同百分含量粒径 1.18mm~4.75mm、9.5mm~13.2mm 的集料来提高混凝土强度（不超过 30%），并提出基准级配。
- E.4 依据以上基准级配，不同抗弯强度的透水水泥混凝土材料的灰集比值，可根据下表 E.1 进行选择。当使用外加剂时，可适当降低灰集比。

表 E.1 透水水泥混凝土灰集比推荐值

抗弯强度 (MPa)	2.5	3.0	3.5
灰集比	0.19~0.21	0.22~0.24	0.25~0.27

- E.5 透水水泥混凝土水灰比的推荐范围为 0.28~0.32。当灰集比较高时，水灰比宜不小于 0.30。
- E.6 集料应处于干燥状态，当集料处于潮湿状态时，应先确定其含水量，根据其含水量大小相应降低所选用的水灰比值。
- E.7 配合比设计案例：

- a) 设计抗弯强度为 3.0MPa 的透水水泥混凝土；
- b) 选择使用 4.75mm~9.5mm 单一粒径玄武岩集料（堆积密度为 1.665g/cm³）作为集料，P.O 42.5 水泥作为胶凝材料，外加剂为粉末状聚羧酸高效减水剂（试验后，最佳掺加量为水泥重量的 0.2%，减水率为 25%），灰集比选择为 0.25，水灰比选择为 0.30；
- c) 单位体积（1m³）集料用量应按下式计算确定：

$$W_g = 0.98 \times 1665 = 1631.7 \text{kg} \dots\dots\dots (E.1)$$

- d) 水泥的用量应按下式计算确定：

$$W_c = W_g \times 0.25 = 407.9 \text{kg} \dots\dots\dots (E.2)$$

- e) 减水剂的掺量应按下式计算确定：

$$W_s = W_c \times 0.002 = 0.82 \text{kg} \dots\dots\dots (E.3)$$

- f) 水的用量应按下式计算确定：

$$W_w = W_c \times 0.30 \times (1 - 25\%) = 91.8 \text{kg} \dots\dots\dots (E.4)$$

$$W_w = W_c \times 0.30 \times (1 - 30\%) = 85.7 \text{kg} \dots\dots\dots (E.5)$$

- g) 该透水水泥混凝土混合料的配合比为 $W_g : W_c : W_s : W_w = 1631.7 : 407.9 : 0.82 : 91.8$ 。