

# 生态建设用彩色透水混凝土砂基面层的应用研究

于华冰<sup>1</sup> 李元忠<sup>(通讯作者)</sup><sup>2</sup> 刘超<sup>3</sup> 孙保明<sup>3</sup>

1. 济南市公园发展服务中心; 2. 济南市历城区国有黑峪林场; 3. 峰景园林工程集团有限公司

**摘要:** 透水混凝土在我国海绵城市的建设中应用越来越广泛, 但是逐渐暴露出了一些问题。针对现在普遍出现的透水混凝土面层褪色、老化及透水率下降的问题, 新推出了生态建设用彩色透水混凝土砂基透水面层结构。本文就生态建设用彩色透水混凝土砂基透水面层的产生、结构形式、产品特点、应用优势、应用实例、施工工艺等方面进行了探讨。

**关键词:** 生态建设用彩色透水混凝土砂基透水面层; 透水混凝土; 褪色; 透水率

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.13.017

## 一、引言

如今在我国城市化进程的快速发展中, 大量的沥青、水泥等硬质路面铺装带来的城市热岛效应, 又因这些常规路面结构不具透水功能, 不能对城市内涝问题提供帮助。为此国家提出了海绵城市的概念, 透水混凝土铺装是其中的重要组成部分。自2014年12月31日财政部发布的《关于开展中央财政支持海绵城市建设试点工作的通知》开始, 国内大面积应用透水混凝土已有8年时间, 对于海绵城市建设起到了重要作用。通过深入研究, 我们认为透水路面的设计必须满足以下要求: ①具备高透水性; ②具备优良的抗冻性; ③具有美观装饰效果; ④能降低噪音; ⑤寿命长; ⑥防滑性能好; ⑦能调节空气温湿度, 缓解热岛效应。在多年的工程实际当中, 透水路面因其自身特性暴露出一些问题亟须解决。本文就济南市飞跃大道工程生态透水混凝土砂基面层进行了有关研究。

## 二、生态透水混凝土路面的突出问题

### (一) 研究区域概况

研究地点位于济南市东郊飞跃大道(韩仓河-龙凤山路)两侧20米绿化带内, 西起韩仓河东路, 东至龙凤山路, 全长1500米。跨历城区鲍山、唐冶两个街道办事处, 地处鲁中平原地区。地理坐标为东经117°11'25"—117°12'28", 北纬36°42'32"—36°42'49", 该区域属于暖温带湿润气候区, 年平均气温13.2℃左右, 月平均温度最高在7月, 平均气温为27.1℃, 最低在1月, 平均气温在-3.3℃, 绝对最高气温42.1℃, 绝对最低气温-20.5℃, 年平均降水量698.7mm左右, 年平均相对湿度65%, 全年无霜期209天左右, 年平均日照时数2640小时, 年平均降雪厚度19-31cm, 绿化地土壤类型为褐土<sup>[2]</sup>

### (二) 突出问题

在工程实际应用中我们发现, 在现阶段使用较多的生态透水混凝土材料暴露出一些问题, 主要表现在两个方面, 即面层色彩褪色与老化和透水率下降两个突出问题。

目前市场上常见的生态透水混凝土路面面层颜色一般是两种方式, 一种是素色加彩色罩面漆; 另一种是面层加彩色颜料, 再于表面加透明面漆。两种方式都普遍存在老化、褪色的问题。而且随着时间的推移, 透水路面面层孔隙会因为灰尘、污染物的淤积而堵塞, 降低透水性能。

红色透水混凝土一年后颜色对比:



图1 罩面工艺的新做透水路面与一年后的颜色对比图

## 三、解决方案

生态建设用彩色透水混凝土砂基透水面层

成分: 以彩色陶瓷颗粒为主要原材料, 粒径一般在3mm以内。

作用: 永不褪色; 不易堵塞: 因为粒径小, 孔隙小, 就把大部分的灰尘、污染阻挡在了外面, 而不容易造成下面透水结构的堵塞。相当于把原设计的基础部分的砂垫层的过滤功能移到了表面。

雨水中较大颗粒物不会侵入, 微小颗粒进入锥形孔隙中, 因水化膜抑制附着、透水速度快而被冲走, 因此, 砂基透水面层的耐久性远高于普通透水路面

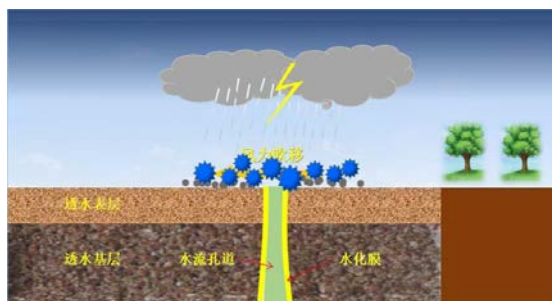


图2 砂基透水面层抗堵塞机理示意图

## 四、砂基透水铺装解析

砂基透水路面是由高分子树脂黏结剂与砂基骨料组成的, 具有高强度、长寿命和强透水性的特点。其强大的透水性是由于由开级配骨料组成, 压实后孔隙率在15%-25%之间, 所以才具有强透水性。又由于骨料本身的颜色艳丽丰富, 所以砂基透水面层装饰效果优秀。砂基透水面层被广泛应用于各大商场、公园等。砂基透水路面应用场景广泛, 具有颜色艳丽, 美观大方; 简洁简单, 维护方便; 经久耐用, 综合成本低等优点。

传统透水混凝土依靠重力作用实现透水功能, 必然需要透水混凝土路面的大孔径存在才能保证透水率, 所以灰尘污染物一旦滞留孔洞就会造成堵塞, 而且很难清理, 因为哪怕用高压水枪, 也不能做到把曲折的孔隙内的污物全部带走; 而砂基透水路面因其并不仅靠重力透水, 更靠亲水性透水, 其内部孔径微小, 尘埃无法进入透水结构内部, 从而避免了污染物堵塞造成的透水性能降低, 图3是砂基透水路面使用情况, 使用一周、三个月、一年后, 即使表面出现污染物, 只需对其进行简单清洗, 依然能色彩艳丽如新, 并保持良好的透水性能。



图3 项目情况测试：(a)一周后；(b)三个月后；(c)一年后清洗；(d)一年后

结构决定性能，砂基透水路面的组成是利用高分子合成树脂黏结材料与，开级配砂基骨料混合压实，利用高分子黏结剂自身的特性，通过其自身的化学反应生成三维网状的结构束缚住砂基骨料颗粒，形成稳固的整体结构，又因为砂基骨料的开级配组成方式，表现出透水性能，从而实现极强的排水、滤水功能。

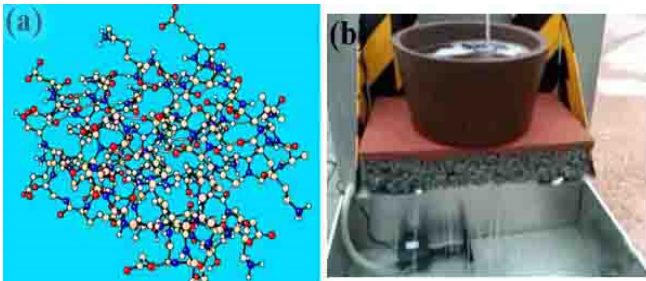


图4 (a) 高分子树脂反应生成的微观网状结构；(b) 砂基透水面层材料的透水性能测试

对砂基透水面层材料进行透水性测试，按照透水混凝土的检测方法，如图4(b)。砂基透水面层透水系数可达到4mm/s，相当于国家标准的8倍。而实际降雨的情况下，中雨以下强度的降水，完全不会造成砂基透水面层的表面积水，更高强度的降雨要看基础的储水、排水设计。

**(一) 滤水性能强**

为了检测砂基透水材料对污水的净化作用，通过对不同含泥量，不同粒径粉体过滤前后的粒度分布测量，判断材料过滤净化性能强弱。骨料粒径越小，滤水净化作用越强。如图5，试验中砂基透水面层材料可以实现微米级别的过滤，接近于净水器的标准。

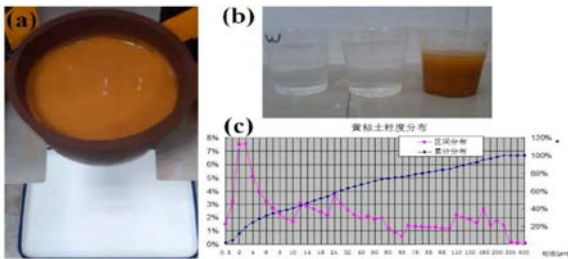


图5 (a) 泥土污染物悬浊液；(b) 砂基透水材料对泥土污染物悬浊液净化前后及纯净水的比较；(c) 泥土污染物的粒径分布

**(二) 颜色艳丽、美观大方**

砂基骨料，因用途不同，可以选用不同材质，比如可以采用天然石英砂、染色石英砂、陶瓷颗粒等。可以

实现各种颜色，其中以陶瓷颗粒性能最佳，因其具有通体一色，永不褪色，颜色艳丽、硬度高等特点。如图6，表明其具有较好的装饰性。

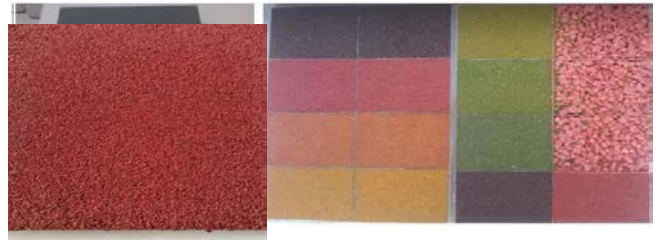


图6 多彩的砂基透水材料

**(三) 强大的耐磨性能和抗压、抗折性能**

对砂基透水面层材料进行主要物理指标的性能测试，包括抗压、抗弯折和耐磨性等三项测试。如图7。通过测试结果看，其主三项物理性能都优于标准，表明砂基透水面层材料具有良好的物理性能，可用于路面的铺装。

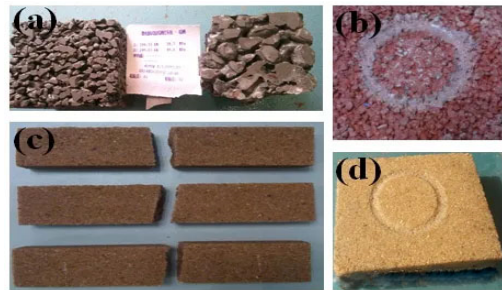


图7 砂基透水材料的(a)抗压性能；(b)基层耐磨性能；(c)抗弯折性能；(d)面层耐磨性能

**(四) 清理维护简单，维护成本低**

砂基透水面层因为选用骨料粒径小，在3mm以内，所以其表面孔隙直径在微米级别，外界的灰尘泥沙无法通过表面孔隙，无法进入其内部形成堵塞。而砂基透水面层上附着的灰尘污染物，可以利用高压水枪冲洗即可，效率高，成本低，一台洒水车就可以轻松完成。



图8 砂基透水路面的清洗

**五、砂基透水路面铺装结构设计**

详见下表1

**六、施工工艺**

**(一) 施工前准备**

1. 一般在透水混凝土路面等硬化路面上设计为1-2公分厚，不建议直接做在素土的基础上。
2. 需要工具为：公斤秤，磨盘式搅拌机，铁锹，镡刀，水盆。
3. 施工前应将基础路面打扫干净，不能留有泥土，不能有水，必须保证路面是过了养护期且干燥，不能有油污污染，有的话要先清理干净，否则会干扰黏结材料的化合反应，使路面出现鼓包，脱落，形成质量问题。
4. 一般施工场地采用磨盘式强制搅拌机进行搅拌，

表1

设计区分		适用场所	设计条件	施工截面图	
轻载荷系列	步行道1	人行道	适合人行道 自行车道	砂基透水路面面层	$h_1$ : 1-2cm
		广场		透水混凝土素色层	$h_2$ : 4cm
		公园人行道		碎石基层	$h_3$ : 5cm
		体育场		路床	$h_4$ : 素土压实
	步行道2	人行道	适合小汽车 摩托车 电单车 人行道	砂基透水路面面层	$h_1$ : 1-2cm
		广场		透水混凝土底面层	$h_2$ : 11cm
		公园人行道		透水基层	$h_3$ : 5cm
		停车场		素土压实或三土	$h_4$ : 15cm素土压实
重载荷系列	车道1	慢车道	大型车 每小时 交通量 10辆以下	砂基透水路面面层	$h_1$ : 5cm
		人行及慢车道		不透水混凝土基层	$h_2$ : 10cm
				碎石垫层（根据路床强度决定）	$h_3$ : 15cm
				路床	$h_4$ : 素土压实
	车道2	商店街	大型车 每小时 交通量 10辆以上55辆以下	砂基透水路面面层	$h_1$ : 6cm
		车载广场		不透水混凝土面层	$h_2$ : 15cm
				透水混凝土基层或碎石垫层	$h_3$ : 20cm
				路床	$h_4$ : 素土压实
	车道3	大型车辆停车场	大型车 每小时 交通量 55辆以上100辆以下	砂基透水路面面层	$h_1$ : 10cm
		大型车辆车道		透水混凝土基层	$h_2$ : 18cm
				不透水垫层加防水材料	$h_3$ : 25cm
				路床	$h_4$ : 素土压实

注:

1.  $h_1-h_4$ 为自上而下。

2. 轻载荷均为全透水性铺装。

3. 重载荷均为排水性铺装。

4. 在原有的混凝土路面或沥青路面上铺装透水混凝土面层时，需要对原路面进行针对性的表面改造。对于原混凝土路面，需要拉毛处理，然后刷灰浆，再进行透水面层的施工；对于原有的沥青路面，需要对路面进行清理，然后刷灰浆，再进行透水面层的施工。铺设透水混凝土厚度应不少于5cm。厚度选取主要取决于透水混凝土材料采用的骨料粒径大小（骨料的粒径应小于厚度的1/4）、路面强度要求。

条件限制没有架设备条件或者工程量小的，也可以采用人工搅拌。

### (二) 施工

施工前根据设计标高弹好标高线。按比例将物料搅拌均匀后，开始摊铺。摊铺现场一般留有4-5个人。

2-3人用耙子把材料摊平，再由另外1-2人用镬刀、刮尺精准找平，1人开抹光机最后整平。在整平过程中，发现有不平的，要进行修整。施工时间要求是自混合料开始搅拌开始，到完成整平结束，最好在30分钟内完成。最长的操作允许时间，整夏季施为40分钟，冬季可以延长至一小时。所以一般要求搅拌物料操作时，少量多次，逐步增加。严格避免一次搅拌过多物料，操作不及时，不光浪费材料，还会造成污染。

施工过程中镬刀因为材料黏性大，会粘住石子，影响抹平，这时可以用专用稀释剂擦试镬刀，防止粘连，但是镬刀切忌沾水，会与有机材料发生水合反应，出现发泡、强度降低等质量问题。另外严禁使用香蕉水等普通稀释剂。

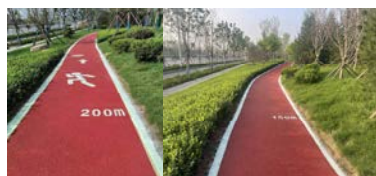
### (三) 养护

施工完毕后应及时封锁工地，严禁人员走动。一般固化4-6小时后方可开放行人交通，24小时后可以开放交通。

### (四) 施工注意事项

大面积连续施工，建议采用施工缝，防止冷热交替冻胀。胶水使用不完一桶，应及时密封，以免发生反应不能使用。

### 七、研究区济南市飞跃大道（历城区段）砂基透水路面案



### 八、综述

砂基透水路面铺装具有不褪色，颜色艳丽，表面质密，不易堵塞等优势，可以解决目前普遍存在的透水混凝土路面面层颜色老化、褪色，表面孔隙堵塞、透水率降低的问题。而且更兼具施工速度快、寿命长、综合成本低、节约能耗、维护简便等优点，所以此项目技术有社会价值，又有经济价值，值得推广。

### 参考文献

[1] 刘绍春. 关于彩色烧结面砖全透水性人行道铺装施工技术的研究[J]. 居业, 2018 (6): 126-127.