

# 苏州市钢渣透水混凝土路面应用技术导则

(试行)

苏州市海绵城市建设工作领导小组办公室

苏州市住房和城乡建设局

2020年11月

## 前 言

钢渣透水混凝土作为一种新型的透水路面材料，既可以实现工业废渣资源化利用，又可以实现高强度、高透水面铺装，具有较强的推广价值。为科学推进我市海绵城市建设，规范钢渣透水混凝土路面的设计、建设、检测和运行维护等工作，根据国家相关规范和标准要求，结合我市建设运行实际情况，苏州市住房和城乡建设局组织编制《苏州市钢渣透水混凝土路面应用技术导则（试行）》，目的是科学指导钢渣透水混凝土及制品在苏州市海绵城市建设中的应用。

本导则在编制过程中，开展了广泛的调查研究，认真总结实践经验，并参考国内外先进标准，多次征求了相关单位及专家的意见，经反复讨论和修改，形成了本导则试行版。

本导则共 10 章，主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.结构设计；4.材料；5.钢渣透水混凝土；6.钢渣透水混凝土制品；7.钢渣透水混凝土路面施工；8.施工质量管理与检查；9.质量验收；10.维护。

编者

2020 年 11 月

**主要编制人员：**

苏州市住房和城乡建设局：王 晋 汤柏劲 王 涛

苏州易斯特建材科技有限公司：单 东 陈 健 陈庆丰

苏州同科工程咨询有限公司：刘寒寒 曹 强 林振杰

苏州混凝土水泥制品研究院有限公司：刘远祥

苏州科技大学：黄天寅 韩静云

# 目 录

<b>1 总 则</b> .....	<b>1</b>
<b>2 术语</b> .....	<b>3</b>
<b>3 结构设计</b> .....	<b>5</b>
3.1 一般规定.....	5
3.2 结构组合.....	5
3.3 垫层及路基设计.....	7
3.4 面层设计.....	8
3.5 排水设计.....	8
<b>4 材料</b> .....	<b>11</b>
4.1 胶凝材料.....	11
4.2 外加剂.....	11
4.3 砂 .....	11
4.4 钢渣集料.....	11
<b>5 钢渣透水混凝土</b> .....	<b>13</b>
5.1 技术要求.....	13
5.2 配合比设计.....	13
<b>6 钢渣透水混凝土制品</b> .....	<b>14</b>
6.1 规格尺寸 .....	14
6.2 技术要求.....	14
<b>7 钢渣透水混凝土路面施工</b> .....	<b>17</b>

7.1 一般规定 .....	17
7.2 搅拌和运输 .....	20
7.3 基层成型 .....	20
7.4 钢渣透水混凝土面层的成型施工 .....	21
7.5 钢渣透水混凝土砖（板）面层的施工 .....	23
7.6 表面处理 .....	25
<b>8 施工质量管理与检查 .....</b>	<b>25</b>
8.1 材料检测 .....	25
8.2 实体检测 .....	28
<b>9 质量验收 .....</b>	<b>30</b>
9.1 主控项目 .....	30
9.2 一般项目 .....	32
<b>10 维护 .....</b>	<b>34</b>
附录 A.钢渣透水混凝土稳定性试验方法 .....	35
附录 B.渗透系数测定方法 .....	37
附录 C.本导则用词说明 .....	39
附录 D.引用标准、规范名录 .....	40

# 1 总 则

## 1.1 编制目的

钢渣透水混凝土作为一种新型的透水路面材料，可以实现高强度、高透水路面铺装，具有较强的推广价值。为科学推进苏州市海绵城市建设，指导钢渣透水混凝土路面设计、建设、检测和运行维护等工作，根据国家相关规范和标准要求，结合苏州市建设运行实际情况，制定本导则。

## 1.2 适用范围

本导则主要适用于苏州市范围内的新建、改建项目中的广场、道路、停车场中的钢渣透水混凝土路面的设计、建设、施工、验收和维护。

## 1.3 基本原则

### （1）系统建设

落实海绵城市等相关规划，衔接排水防涝、绿地系统等相关要求，协调钢渣透水混凝土路面与周边环境的关系，确保基本功能，强化海绵功能，实现功能与景观效果的有机统一。

### （2）因地制宜

根据钢渣透水混凝土路面所在地区的水文地质、土壤条件和降雨规律等本底条件，结合周边环境和建设条件，坚持问题导向和目标导向相结合，合理确定建设目标，最大程度地发挥钢渣透水路面的综合效益。

### （3）安全为重

钢渣由于其特殊的组成，在使用中必须严格执行相关标准，严禁产生二次污染和灾害。采用综合措施，提高钢渣透水混凝土路面及其附属设施的建设质量和管理水平，消除自身安全隐患。

#### （4）建管并举

加强钢渣透水混凝土路面建设过程的质量控制和监督管理，处理好钢渣集料的源头，精心设计、认真施工、严格管理，明确责任单位，强化运行维护，积极运用信息化等手段，加强监测评估，积累建设和管理经验。

### **1.4 其他**

（1）本导则中所指钢渣及其他原材料应符合国家现行环境保护的有关规定，避免对环境造成污染。

（2）钢渣透水混凝土路面除应符合本导则的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.1 钢渣 steel slag

在转炉、电炉、精炼炉熔炼过程中所排出的由炉料中的杂质、造渣材料等熔化形成的以氧化物为主，有时还含有少量氟化物、硫化物及碳化物的渣。

### 2.2 钢渣集料 aggregate of steel slag

钢渣经过稳定处理、破碎、分选加工形成，符合《普通混凝土用砂、石质量及检测方法标准》JGJ 52 要求，在混合料中起到骨架和填充作用的粒状钢渣。

### 2.3 钢渣混凝土 steel slag concrete

以钢渣集料为骨料，掺入一定数量的胶凝材料或其他材料，加入适量的水，拌和后得到的混凝土。

### 2.4 透水路面 pervious pavement

由透水性材料修筑，路表水可进入路面横向排出或渗入至路基内部并满足荷载要求和结构强度的路面总称。

### 2.5 钢渣透水混凝土 steel slag pervious concrete

由一种或两种单粒级的钢渣集料为骨料，加入水泥、掺合料、外加剂、水等材料，拌合形成的具有连续空隙结构的混凝土。

### 2.7 钢渣透水混凝土砖(板) steel slag pervious concrete bricks(flags)

以钢渣集料为骨料，加入水泥、水等材料，经成型工艺处理后制成，具有透水性能的铺地砖(板)。

### 2.8 连续孔隙率 interconnected voids



透水混凝土内部存在的连续空隙体积与透水混凝土体积百分比。

### **2.9 全透水结构 total pervious structure**

路表水能够直接通过道路的面层和基层向下渗透至路基土中的道路结构体系。

### **2.10 半透水结构 semi- pervious structure**

路表水只能够渗透至面层，不渗透至路基土中的道路结构体系。

## 3 结构设计

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 钢渣透水混凝土路面结构的设计流程、厚度计算、结构验算及模量和强度等设计参数的确定应符合《公路水泥混凝土路面设计规范》JTG D40、《城镇道路路面设计规程》CJJ 169 等标准的规定。

**3.1.2** 对于新建与改建的钢渣透水混凝土路面,使用年限不得低于普通混凝土使用年限,结构设计宜进行全寿命周期的成本分析。

**3.1.3** 钢渣透水混凝土路面可包括全透水结构和半透水结构。

**3.1.4** 钢渣透水混凝土路面可喷涂成各式颜色和图案。

### 3.2 结构组合

**3.2.1** 钢渣透水混凝土路面结构应由钢渣透水混凝土(或钢渣透水混凝土砖)面层、基层、路基组成。

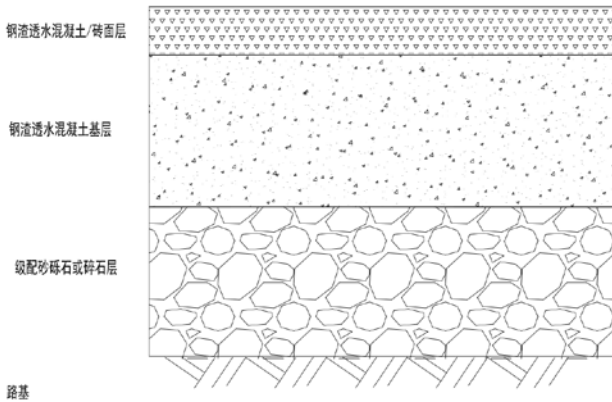
**3.2.2** 路基应稳定、密实、均质,为路面结构提供均匀的支撑。

**3.2.3** 基层应具有足够的强度和刚度。

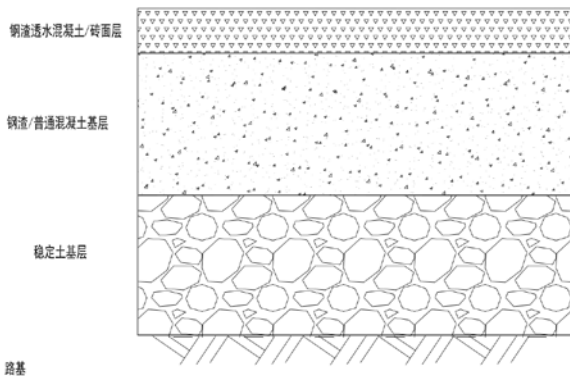
**3.2.4** 钢渣透水混凝土路面的结构类型可根据不同道路适用范围按表选用。

**表 3.2.4 钢渣透水混凝土路面结构**

类别	适用范围	基层
全透水结构	人行道、非机动车道、广场、小区道路宜选用基层全透水结构；轻型荷载	钢渣透水混凝土或透水混凝土基层、级配砂砾及级配砾石（或级配碎石及级配砾石）
半透水结构	道路可选择基层半透水结构。	钢渣混凝土或普通混凝土基层、稳定土基层



**图 3.2.4-1 全透水路面结构**



**图 3.2.4-2 半透水路面结构**

**3.2.5** 钢渣透水混凝土路面所需的厚度，可参照表 3.2.5 所示参考范围，对于停车场、道路，路面最小厚度应根据地区所在自然区划、路基潮湿类型、道路填挖情况、道路宽度、路面材料和基层混合料的物理性能计算确定，除特殊情况下，可按照《城镇道路路面设计规程》CJJ 169 等相关标准进行承载力验算；全透水式结构层厚度应进行透水、储水能力验算。

**表 3.2.5 钢渣透水混凝土结构层面厚度参考范围**

结构	类型	道路类型		
		车行道	广场、停车场	人行道
面层	透水混凝土	≥150mm	≥100mm	≥80mm
	透水砖	≥80mm	≥60mm	≥60mm
基层	基层混凝土	≥200mm	≥150mm	≥100mm
	稳定基层	≥150mm	≥150mm	≥150mm

### 3.3 垫层及路基设计

**3.3.1** 垫层主要作用是隔水、排水、防冻以改善基层和土基的工作条件，应具有一定的强度和良好的水稳定性，或设置为反滤隔离层，可选用粒料类材料或土工织物；也可以结合基层采用透水水泥稳定碎石、水泥稳定碎石、级配碎石、级配砂砾、排水式沥青稳定碎石等型式，其强度等指标应满足规范要求 and 功能使用要求。

**3.3.2** 路基层一般为经过压实处理，达到压实度设计要求的土基层，土基层应具有一定的透水性能，土壤入渗率不应小于  $1.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$ ，且土基层基顶面距离季节性最高地下水位应大于 1.0m；当土基、土壤入渗率和地下水位高程等条件不满足要求时，

应增加路面结构层排水设施。

**3.3.3** 全透型车行道的透水路面，基层宜采用钢渣透水混凝土，抗压强度、抗折强度满足相关规范要求；底基层宜采用水泥稳定碎石材料等材料，确保强度满足规范要求。

**3.3.4** 全透式路面的水直接进入道路路基，对路基渗透性有一定的要求，苏州地区土壤渗透系数低、地下水位高，需要设置排水系统。

### 3.4 面层设计

**3.4.1** 面层材料分为钢渣透水混凝土砖（板）、钢渣透水混凝土。

**3.4.2** 钢渣透水混凝土砖（板）用于人行步道、广场时，强度等级应不低于 Cc40；用于停车场、机动车道时，强度等级应不低于 Cc50。

**3.4.3** 钢渣透水混凝土用于人行步道、广场时，抗压强度应不低于 20MPa；用于停车场、机动车道时，抗压强度应不低于 30MPa。

**3.4.4** 面层颜色、图案、铺装样式等可根据使用需求进行设计。

### 3.5 排水设计

**3.5.1** 钢渣透水混凝土路面的排水设计应符合《公路水泥混凝土路面设计规范》JTG D40、《城镇道路工程施工及质量验收规范》CJJ1、《城市道路工程设计规范》CJJ 37 等标准的规定。

**3.5.2** 半透式结构路面应设置路面边缘排水系统。其透水结构层下部应设置封层，封层材料应符合相关要求，且应与上下结构层粘结性良好；基层用混凝土结构层时，铺设钢渣透水混凝土面层前

应做界面处理。

**3.5.3** 半透式和全透式路面边缘排水系统形式分别如图 3.5.3-1、3.5.3-2 所示。如半透式路面透水层下方为不透水水泥混凝土层，可不设封层，具体做法可参照《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T135。排水盲管或盲沟需要计算确定。

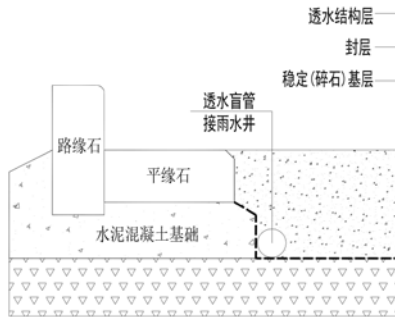


图 3.5.3-1 半透水钢渣路面边缘排水系统

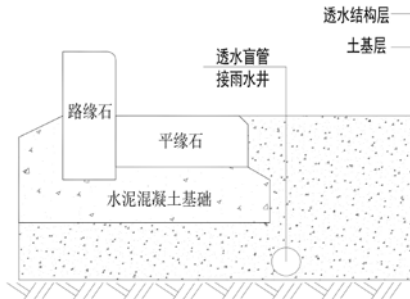


图 3.5.3-2 全透水钢渣路面边缘排水系统

**3.5.4** 全透式结构设计中应考虑路面下排水，路面下的排水可设排水盲管、排水盲沟。设计的排水管、排水沟应与道路设计中的市

政排水系统相连。

**3.5.6** 设计中的排水系统可利用市政排水沟或雨水井，钢渣透水混凝土直接铺设至市政排水沟或雨水井，面积较大的广场宜设置排水盲沟排水。

**3.5.7** 结构层及面层设计应满足当地 2 年一遇暴雨强度下每小时降雨量，表面不产生径流；路面的基层应铺设排水管和排水盲沟等排水设施，宜对下渗雨水进行收集、净化、利用。

**3.5.8** 钢渣透水混凝土路面应设置纵向和横向接缝。纵向接缝的间距应按路面宽度宜在 3.0m~4.0m 范围内确定，横向接缝的间距一般为 4.0m~6.0m。接缝宜选用柔性填缝材料，宽度不宜小于 20mm。当基层有结构缝时，面层接缝应与其相应结构缝位置一致，缝内应填嵌柔性材料。

## 4 材料

### 4.1 胶凝材料

**4.1.1** 水泥应采用强度不低于 42.5 级的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，质量应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB175。

**4.1.2** 混凝土掺合料的使用应符合国家现行标准的规定。

### 4.2 外加剂

**4.2.1** 外加剂应符合《混凝土外加剂》GB8076 的规定。

**4.2.2** 钢渣透水混凝土增强料应符合《透水水泥混凝土路面技术规范》CJJ/T 135，并附有产品使用说明书及质量保证书。

### 4.3 砂

**4.3.1** 建设用砂应符合《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定。

### 4.4 钢渣集料

**4.4.1** 钢渣集料应提供钢渣出厂合格证或出厂检验报告，内容应包括：厂名、编号、出厂检验报告编号、规格或级别、生产日期、代表数量及本批检验结果及结论，并应定期提供型式检验报告。

**4.4.2** 钢渣集料的进场检验项目和组批原则应根据要求确定。

**4.4.3** 钢渣集料使用前应经过稳定化和除铁处理，符合《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52 要求的单粒级集料。钢渣集料的化学成分、无害性、物理性能应符合表 4.4.3-1、表 4.4.3-2、



表 4.4.3-3 的规定。透水混凝土基层集料宜选用 5mm-15mm 范围内的单粒级级配，透水混凝土面层集料粒级宜选用 0.8mm-5mm 范围内的单粒级级配。

**表 4.4.3-1 钢渣集料化学成分表**

项目	技术要求	试验方法
f.CaO/% (质量分数)	<2.0	YB/T 4328
MgO/% (质量分数)	<13.0	YB/T 140
SO <sub>3</sub> /% (质量分数)	≤3.0	YB/T 140
MFe/% (质量分数)	<1.0	YB/T 4188

**表 4.4.3-2 钢渣集料无害性指标要求**

项目	技术要求	试验方法
毒性浸出检测 / (mg/L)	六价铬≤5	GB/T 5085.3
	铅含量≤5	
	汞含量≤0.1	
放射性	IRa≤1.0 且 Ir≤1.0	GB 6566

**表 4.4.3-3 钢渣集料的物理性能参照表**

项目	技术要求	试验方法
表观密度/ (kg/m <sup>3</sup> )	≥3.1×10 <sup>3</sup>	JGJ 52
浸水膨胀率%	≤2.0	GB/T 24175
坚固性/%	≤12	JGJ 52
各单粒级集料筛分含量/% (质量分数)	≥85	JGJ 52

## 5 钢渣透水混凝土

### 5.1 技术要求

钢渣透水混凝土的技术要求应符合表 5.1 技术要求及规定。

表 5.1 钢渣透水混凝土技术参数参照表

项目		技术要求	
		C20	C30
28d 抗折强度/MPa		≥3.5	≥4.0
28d 抗压强度/MPa		≥20.0	≥30.0
透水系数 (15°C) / (mm/s)		≥0.5	
耐磨性 (磨坑长度)/mm		≤30	
连续孔隙率/%		≥10	
稳定性	恒温水浴强度保留率/%	≥80.0	
抗冻性	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	

### 5.2 配合比设计

**5.2.1** 应根据钢渣透水混凝土的强度、透水系数等性能的设计要求，按《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定计算混凝土的配置强度。钢渣透水混凝土配合比的设计可参照 CJJ/T135 的规定。

## 6 钢渣透水混凝土制品

### 6.1 规格尺寸

**6.1.1** 钢渣透水混凝土制品包括钢渣透水混凝土砖和钢渣透水混凝土板。块材的长与厚的比值不大于 4 称为砖，大于 4 称为板。

**6.1.2** 钢渣透水混凝土砖（板）的规格尺寸见表 6.1.2，也可根据用户的要求确定规格尺寸。

**表 6.1.2 钢渣透水混凝土砖（板）规格尺寸参照表（单位：mm）**

规格尺寸	100×100、200×100、200×200、150×300、300×300、600×300 等
厚度	60、80

### 6.2 技术要求

**6.2.1** 钢渣透水混凝土制品的外观质量应符合表 6.2.1 的规定，外露表面应平整、宜有倒角。

**表 6.2.1 钢渣透水混凝土制品外观质量（单位：mm）**

项目		顶面	其他面	
裂纹	贯穿裂纹	不允许	不允许	
	非贯穿裂纹	最大投影尺寸长度/mm	≤10	≤15
		累计条数（投影尺寸长度≤2mm 不计）/条	≤1	≤2
缺棱掉角	沿所在棱边垂直方向投影尺寸的最大值/mm	≤3	≤10	
	沿所在棱边方向投影尺寸的最大值/mm	≤10	≤20	
	累计个数（三个方向投影尺寸最大值≤2mm 不计）/个	≤1	≤2	
粘皮与缺	深度≥1mm 的最大投影尺寸/mm	透水砖	≤8	≤10
		透水板	≤15	≤20
	累计个数（投影尺寸	深度≥1mm，≤2.5mm	≤1	≤2

项目		顶面	其他面
损	长度≤2mm 不计) /个	深度>2.5mm	不允许

注 1: 经两次加工和有特殊装饰要求的透水块材, 不受此规定限制。  
注 2: 生产制造过程中, 设计尺寸的倒棱不属于“缺棱掉角”。  
注 3: 透水块材侧面的肋, 不属于“粘皮”。

**6.2.2 钢渣透水混凝土制品的尺寸允许偏差应符合表 6.2.2 的规定。**

**表 6.2.2 钢渣透水混凝土制品尺寸偏差范围 (单位: mm)**

项目	技术要求		
	透水砖	透水板 (长度≤500)	透水板 (长度>500)
长度、宽度	±2	±2	±3
厚度	±2	±3	±3
对角线	/	±3	±4
厚度方向垂直度	≤1.5	≤1.0	≤1.0
直角度	≤1.0	/	/
厚度差	单块透水板 (砖) 的厚度差≤2		
平整度	最大凸面	≤1.5	≤2.0
	最大凹面	≤1.0	≤1.5

**6.2.3 钢渣透水混凝土制品的力学指标和功能指标应符合表 6.2.3 的规定。**

表 6.2.3 钢渣透水混凝土制品力学指标和功能指标

强度等级	28 天抗折强度/MPa		28 天抗压强度/MPa		透水系数/(mm/s)	防滑性	耐磨性	抗冻性 D25 <sub>+</sub>
	平均值	单块最小值	平均值	单块最小值				
Cc40	≥4.0	≥3.5	≥40.0	≥35.0	≥0.2	BPN 值 ≥60	磨坑值 ≤35mm	单块质量损失率 ≤5% 冻后顶部缺损深度 ≤5mm 强度损失率 ≤20%
Cc50	≥4.5	≥4.0	≥50.0	≥45.0	≥0.2			

## 7 钢渣透水混凝土路面施工

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 施工单位应根据设计文件及施工条件，查勘施工现场，复核地下隐蔽设施的位置和标高，确定施工方法、编制施工方案；并对垫层和排水系统进行检查验收，符合要求后再进行施工。

**7.1.2** 施工前应对垫层作预处理，处理后的垫层表面应为毛糙面、洁净、无积水，并保持一定湿润状态。

**7.1.3** 当室外气温超出 35℃或低于 5℃范围时，不宜施工，需另作高温或低温专项施工方案。若遇雨天时，不宜在雨中室外施工。

**7.1.4** 施工工艺流程参照图 7.1.4-1、图 7.1.4-2 所示。

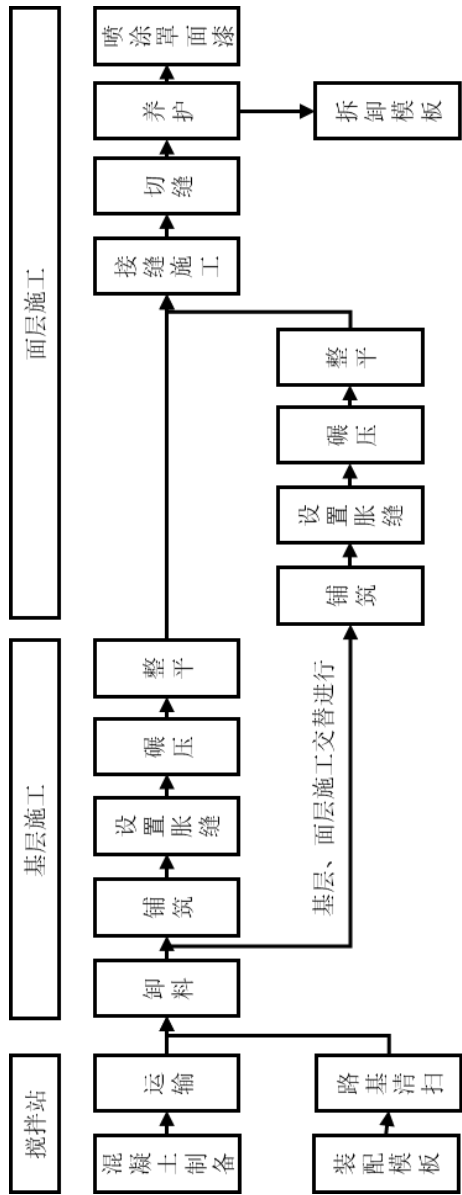


图 7.1.1-1 钢渣透水混凝土路面施工工艺

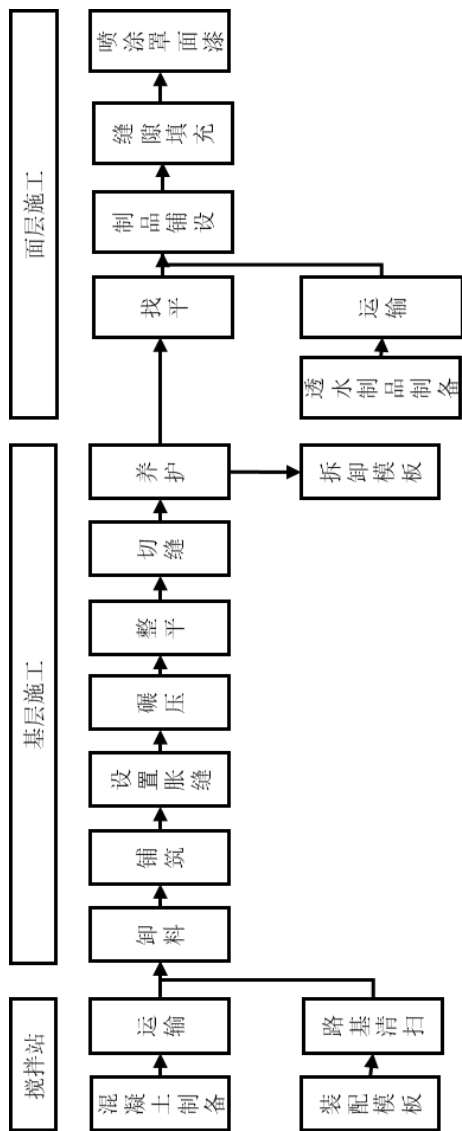


图 7.1.1-2 钢渣透水混凝土砖（板）路面施工工艺



## 7.2 搅拌和运输

7.2.1 钢渣透水混凝土的搅拌应采用强制式机械搅拌，混凝土搅拌过程应符合环保规定。

7.2.2 原料计量允许偏差：钢渣集料及砂 $\pm 2\%$ ，水泥、掺合料、水、外加剂等 $\pm 1\%$ 。

7.2.3 应根据钢渣透水混凝土拌和物的和易性及强度等因素试拌确定最佳拌和时间，拌和时间不应小于 120s。拌合物出机以表面带有水光为佳。

7.2.4 钢渣透水混凝土拌合物从搅拌机出料后，运至施工地点进行摊铺、搂平、碾压直至铺筑完毕的允许最长时间应符合表 7.2.4 的规定。

**表 7.2.4 从搅拌机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/min
$5 \leq T < 10$	120
$10 \leq T < 20$	90
$20 \leq T < 35$	60

7.2.5 运输时应保持拌合物的湿度，必要时应采取遮盖等措施。

## 7.3 基层成型

7.3.1 模板的制作、立模、拆除应符合《透水水泥混凝土路面技术规范》的规定。

7.3.2 施工前应检查垫层标高并对垫层进行清洁润湿处理，必要时对垫层进行压实预处理。

7.3.3 钢渣透水混凝土拌合物铺摊应均匀，平整度与排水坡度应符

合要求，铺摊厚度应考虑松铺系数，其松铺系数宜为 1.1~1.3。

**7.3.4** 钢渣透水混凝土应采用分层碾压成型工艺，底层压实厚度不宜超过 150mm，采用先底层摊铺、预碾压，再上层布料二次摊铺、刮平、二次碾压的方式进行。连续进行分次碾压，下厚上薄，结合处应拉毛处理，快速操作，板块一次性整体成型。

**7.3.5** 钢渣透水混凝土宜采用专用碾压设备成型，设备型号选择应根据厚度、混凝土强度要求选择。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操作。

**7.3.6** 基层胀缝间距应按不超过 18m 设置，缝应成直线，缝宽宜不小于 20mm，宜选用柔性材料填缝。基层根据宽度应切缩缝。

**7.3.7** 钢渣透水混凝土基层铺筑压实后，经检查合格，应立即覆盖塑料薄膜，后续可进行洒水养护，养护时间不少于 7 天，且应满足设计强度和其他指标的要求。

## 7.4 钢渣透水混凝土面层的成型施工

**7.4.1** 面层施工前应进行前道工序的检查，宜按下列步骤进行：

(1) 面层设缝应与基层对齐贯穿，在不超过每 18m 处，预留胀缝位置支模，相邻两板块拆模后，缝隙不小于 20mm，嵌入柔性材料填缝；

(2) 路面设计为半透型结构，应预留排水管道，及时外排，且基层混凝土面应毛糙；

(3) 铺装前检查基层混凝土面是否已有裂缝出现，如有裂缝应做抗裂处理；

(4) 浇筑前应对基层表面进行清洁、洒水，保持接触面处于湿润；视厚薄情况对基层进行处理，可开槽或钻孔，增强结合力，保持整体性。

#### **7.4.2 钢渣透水混凝土面层摊铺成型宜按下列步骤进行：**

(1) 模板的制作、立模、拆除应符合《透水水泥混凝土路面技术规范》CJJ/T 135 的规定；

(2) 面层摊铺应均匀、平整度与排水坡度符合设计和规范的要求，摊铺厚度应考虑松铺系数，其松铺系数以为 1.1~1.3；

(3) 面层铺筑宜采用两层分别铺料，预碾压，一次成型工艺。底面层宜采用较大颗粒钢渣透水混凝土，布料摊铺，预碾压，使布料均匀；上面层进行二次布料，刮平，多遍碾压，使板块密实，整体成型；

(4) 二次布料时应对预碾压的面层进行拉毛处理，并且根据气温变化、拌合物湿度变化，调整成型时间，不允许超出表 7.2.4 要求的最长成型时间；

(5) 钢渣透水混凝土宜采用专用设备成型，设备型号选择应根据厚度、混凝土强度要求选择。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操作；

(6) 碾压后须进行平整度检查，平整度应 $\leq 5\text{mm}$ ，每 2m 应设置一个检查点，合格率应 $\geq 90\%$ ；

(7) 检查合格后 2h~4h，应对面层覆盖养护。

#### **7.4.3 面层成型后，应进行及时和全面的养护，宜按下列步骤进行：**

(1) 浇筑并完成平整度检查后的第 2 天揭膜洒水养护，每天早晚两次、浇透后完全覆盖养护，避免水分蒸发，保持湿润；第 3 天同上，以此类推；

(2) 浇筑后第 7 天揭盖检查，喷涂罩面漆着色保护；

(3) 面层着色完，对胀缝填充防水柔性材料；

(4) 养护期间不得通车、过人，并保持覆盖材料完好。

(5) 养护期满后，强度应达到设计要求。

(6) 养护时间可根据季节和施工期间稳定适当调整。

#### **7.4.4 接缝施工应符合下列规定：**

(1) 基层与面层伸缩缝上下对齐；

(2) 纵向接缝的间距应按路面宽度宜在 3.0m~4.0m 范围内确定；

(3) 膨胀缝设置 $\leq 18\text{m}$  每段，缝宽不宜小于 20mm，宜选用泡沫等柔性材料填缝和勾缝；

(4) 缩缝设置 $\leq 4.5\text{m}$  每段，切穿切直，宽 5mm，后续可不用勾缝处理。

### **7.5 钢渣透水混凝土砖（板）面层的施工**

#### **7.5.1 面层下找平层布料应符合下列规定：**

(1) 当面层铺筑钢渣透水混凝土砖（板）时，应在基层和面层之间设置钢渣集料找平层。钢渣集料的粒级以 1mm~3mm 为宜，具体可根据基层空隙大小确定，并应符合表 4.4.3-1、表 4.4.3-2、表 4.4.3-3 规定；

(2) 找平层的厚度以 20mm~30mm 为宜，同时满足相关规范要求。

(3) 钢渣集料布料时，宜用水平仪控制标高、人工用刮尺平整。

### **7.5.2 钢渣透水混凝土砖（板）面层的铺装应符合下列规定：**

(1) 应根据平面设计图，在路沿石边设定钢渣透水混凝土砖（板）铺装的基准点，并以此为基准点沿路沿石确定两条相互垂直的基准线，便于铺装的钢渣透水混凝土砖（板）排列整齐；

(2) 钢渣透水混凝土砖（板）应从边缘开始铺装，人应站在刚铺装好的砖（板）上继续铺装，铺装时应逐一进行检查，确保砖（板）无边角损坏、无粘附物；

(3) 钢渣透水混凝土砖（板）的接缝宽度应为 2mm~4mm，铺装到路边可能会产生缝隙不大于 20mm 时，可通过适当调整砖（板）间的接缝宽度来弥补，调整时只允许少量的接缝宽度在 4mm~5mm，任何缝宽均不应大于 5mm；

(4) 每铺 5m 用拉线法检查铺砌图案的高低程度和制品间距的均匀性。如果铺砌的制品面层高低不平或制品间距不一致时，应使用橡胶锤将制品敲紧；

(5) 铺砌好后应检查稳固程度，发现有跷、松现象应立即修整；

(6) 钢渣透水混凝土砖（板）铺装结束后，将颗粒均匀的钢渣集料灌入砖（板）间的缝隙中，并清理干净缝中溢出的钢渣集

料。

(7) 铺装结束、待砖(板)表面干燥后,可喷涂罩面漆着色保护;

(8) 铺装结束后,应采取围挡封闭等有效保护措施,交工验收前不投入使用。

## 7.6 表面处理

根据项目实际需求,可进行表面处理,表面的喷涂应符合下列规定:

- (1) 先喷涂颜色样板,确认颜色编号、样品;
- (2) 喷涂材料按照合适的比例进行配置,选择合适的工艺喷涂处理;

# 8 施工质量管理与检查

## 8.1 材料检测

钢渣透水混凝土路面施工使用的材料宜进行现场取证检测,检测要求、方法、频率参照表 8.1 相关要求。

表 8.1 钢渣透水混凝土材料现场第三方见证检测一览表

名称	必检项目	技术要求	试验方法标准	取样频率
钢渣集料 和钢渣找 平砂	f.CaO% (质量分数)	<2.0	YB/T 4328	每 600t 一批
	MgO% (质量分数)	<13.0	YB/T 140	
	SO <sup>3</sup> % (质量分数)	≤3.0	YB/T 140	
	MFe% (质量分数)	<1.0	YB/T 4188	每 600t 一批
	毒浸六价铬/ (mg/L)	≤5	GB/T 5085.3	
	毒浸铅含量/ (mg/L)	≤5	GB/T 5085.3	
	毒浸汞含量/ (mg/L)	≤0.1	GB/T 5085.3	
	放射性检测	≤1.0	GB 6566	
	浸水膨胀率/%	≤2.0	GB/T 24175	
	各单粒级集料筛分含量/% (质 量分数)	≥85	JGJ 52	每 600t 一批
		≥3100		
		≤12		
		满足设计要求		
钢渣透水 混凝土	配比验证 (全套)	满足设计要求	CJJ/T 135	单个项目一次
	抗折强度/MPa	满足设计要求	GB/T 50081	每天留样检测， 每 60m <sup>3</sup> 一组
	抗压强度/MPa	满足设计要求	GB/T 50081	每 500m <sup>2</sup> 一组
	透水系数/ (mm/s)	满足设计要求	CJJ/T 135	单个项目一次
	耐磨性 (磨坑长度) /mm /%	≤30	GB/T 12988	单个项目一次
同条件试块抗压强度/MPa	代表值*折算系数 (宜取 1.1)	附录 A	GB 50204	1 组/100m <sup>3</sup>

名称	必检项目	技术要求	试验方法标准	取样频率
钢渣透水 混凝土砖 (板)	抗冻性 D25	符合设计规定	GB/T 50082	单个项目一次
		25次冻融循环后抗压强度损失率 $\leq 20\%$		
		25次冻融循环后质量损失率 $\leq 5\%$		
	抗折强度/MPa	满足设计要求	GB/T 25993	每 1000m <sup>2</sup> 一批
		抗压强度/MPa	GB 28635	
		透水系数/(mm/s)		
	抗冻性 D25	满足设计要求	GB/T 25993	每 1000m <sup>2</sup> 一批
		单块质量损失率 $\leq 5\%$ , 冻后 顶面缺损深度 $\leq 5\text{mm}$		
		强度损失率 $\leq 20\%$		
	耐磨性能/mm 防滑值/BPN	$\leq 35$		
$\geq 60$				
钢渣透水混凝土配合比验证成型方法宜参照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 中				
T0703-2011 沥青混合料试件制作方法(轮碾法)				
钢渣透水混凝土试件尺寸和成型方法宜参照《透水混凝土》JC/T2558 的规定进行。				



## 8.2 实体检测

**8.2.1** 钢渣透水混凝土路面施工或养护期间、养护期满后，应进行现场实体检测，实体检测应符合表 8.2 的相关要求。

**8.2.2** 钢渣透水混凝土路面实体检测不少于 1 组，1 组为 3 个点，取平均值。耐磨性能 1 组为 5 个点，取平均值。

**8.2.3** 钢渣透水砖（板）路面实体检测，1 组为 3 个点，取平均值。

表 8.2.1 钢渣透水混凝土路面现场实体检测一览表

名称	检测项目	技术要求	试验方法	测量点数
钢渣透水混凝土路面 面实体取芯	厚度/mm	符合设计规定 ( $\pm 5\text{mm}$ )	CJJ/T 135	1 组/500m <sup>2</sup>
	抗压强度/MP	符合设计规定	CECS03	1 组/500m <sup>2</sup>
	透水系数/(mm/s)	符合设计要求	CJJ/T 135	1 组/500m <sup>2</sup>
	耐磨性能/mm	$\leq 3$	GB/T 25993	1 组/1000m <sup>2</sup>
	防滑值/BPN	$\geq 60$	GB/T 25993	1 组/1000m <sup>2</sup>
	厚度/mm	符合设计规定 $\pm 2\text{mm}$	GB/T 25993	1 组/500m <sup>2</sup>
钢渣透水砖(板) 路面实体取样	抗压强度/MPa	符合设计规定	GB 28635	1 组/500m <sup>2</sup>
	透水系数/(cm/s)	符合设计要求	GB/T 25993	1 组/500m <sup>2</sup>
	防滑值/BPN	$\geq 60$	GB/T 25993	1 组/1000m <sup>2</sup>

## 9 质量验收

### 9.1 主控项目

**9.1.1** 路基、土工隔离、钢渣混凝土透水性基层、透水找平层厚度应现场利用钻机取样测定，测点应每  $500\text{m}^2$  不少于 1 处。

**9.1.2** 透水基层的渗透系数应在下一道工序前现场测定，测点数量应满足每  $500\text{m}^2$  不少于 1 个。

**9.1.3** 透水砖路面面层渗透系数应不小于设计要求值，测定方法参照附录 B，测点数量应每  $500\text{m}^2$  不少于 1 处。

**9.1.4** 钢渣透水混凝土路面施工质量的验收应符合《透水水泥混凝土路面技术规范》CJJ/T 135 的规定，主控项目的质量检验标准应符合表 9.1.4 的规定。

表 9.1.4 钢渣透水混凝土路面主控项目质量验收要求

名称	检测项目	规定值	检验方法
钢渣透水混凝土路面实体验收	厚度	符合设计要求，允许误差 $\pm 5\text{mm}$	钻孔测量或检查实体取芯检测报告
	孔隙率	符合设计要求	检查实体取芯检测报告
	透水系数	符合设计要求	
	实体取芯抗压强度	符合设计要求	检查见证检测报告
	平整度	符合设计要求	检查见证检测报告
钢渣透水混凝土砖（板）路面实体验收	铺设缝隙、平整度	符合设计要求，允许误差 $\pm 5\text{mm}$	检查偏差检测报告
	抗压强度	符合设计要求	检查砖（板）检测报告
	透水系数	符合设计要求	检查砖（板）钻孔取芯检测报告

## 9.2 一般项目

**9.2.1** 钢渣透水混凝土砖（板）铺砌应平整、稳固，不应有污染、空鼓、掉角和断裂等外观缺陷，不应有翘动现象，缝隙应一致。

**9.2.2** 钢渣透水混凝土面层应进行全数检查，并应板面平整、边角整齐，不应有石子脱落现象。

**9.2.3** 彩色钢渣透水混凝土路面应进行全数检查，颜色应均匀一致。

**9.2.4** 钢渣透水混凝土路面面层的外观质量应符合表 9.2.4 的规定。

**表 9.2.4 钢渣透水混凝土路面外观质量控制要求**

检测项目	规定值	检验方法
路面	应板面平整，边角应整齐，不应有钢渣集料脱落现象	观察、量测
	路面颜色应均匀一致	观察
	表层钢渣集料应分布均匀一致，无松动现象	观察
接缝	应垂直、直顺，缝内不应有杂物	观察

**9.2.5** 钢渣透水混凝土路面的面层允许偏差应符合表 9.2.2 的要求。

表 9.2.2 钢渣透水混凝土路面面层偏差允许范围值

检测项目	允许偏差		检验范围		检验点数	检验方法
	道路	广场	道路	广场		
高程	±15mm	±10mm	20m	施工单元 <sup>a</sup>	1	用水准仪测量
中线偏位	≤20mm	/	100m	/	1	用经纬仪测量
平整度						
最大间隙	≤5mm		20m	10m×10m	1	用 3m 直尺和塞尺连续量 两处，取较大值
宽度	0mm~20mm		40m	40m <sup>b</sup>	1	用钢尺量
横坡	±0.30%且不返坡			20m	1	用水准仪测量
井框与路面高差	≤3mm	≤5mm		每座井	1	十字法，用直尺和塞尺量， 取最大值
相邻板高差	≤3mm		20m	10m×10m	1	用钢板尺和塞尺量
纵缝直顺度	≤10mm		100m	40m×40m	1	
横缝直顺度	≤10mm		40m	40m×40m	1	用 20m 线和钢尺量

a. 在每一单位工程中，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 的部分以一个单元计。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子单元检查；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。

b. 适用于矩形广场与停车场。

## 10 维护

**10.1** 冬季钢渣透水混凝土路面应采取及时清雪等措施防止路面结冰，不宜机械除冰，且不应撒砂或灰渣。

**10.2** 钢渣透水混凝土路面投入使用后，为保持透水性能，可采用高压水冲刷孔隙洗净堵塞物，或采用压缩空气冲刷孔隙使堵塞物去除，也可使用真空泵将堵塞孔隙的杂物吸出。

**10.3** 钢渣透水混凝土路面出现裂缝和集料脱落的面积较大时，应进行维修。若面层为钢渣透水混凝土，维修时，应先将路面疏松集料铲除，清洗路面去除孔隙内的灰尘及杂物后，进行新的钢渣透水混凝土铺筑；如面层为钢渣透水混凝土砖（板），维修时，应将损坏的砖（板）去除，清洗路面后，进行新的钢渣透水混凝土砖（板）铺装。

## 附录 A. 钢渣透水混凝土稳定性试验方法

### A.1 范围

本附录规定了钢渣透水混凝土稳定性的试验方法，适用于钢渣透水混凝土稳定性的检验。

### A.2 试验设备

试验应采用以下仪器和材料：

- a) 100mm×100mm×100mm 标准混凝土试模。
- b) 恒温水浴：能同时放置 100mm 试件不少于 3 个试模，持续保持水温  $90^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$  在 6h 以上。

### A.3 试样制备

制作钢渣透水混凝土 100mm×100mm×100mm 试样 6 个，标准养护 7d 后取出 3 个进行稳定性试验，标准养护 17d 后取出另 3 个进行抗压强度试验。

### A.4 试验步骤

**A.4.1** 稳定性试验按下列步骤进行：

- a) 将试模放进恒温水浴槽中，试模应全部浸没水中；
- b) 水浴加热，水浴槽内温度达到  $90^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$  后保温 6h，停止加热，自然冷却。以后每天按第一日的步骤进行，如此进行 10d；
- c) 加热 10d 后取出试样，将钢渣透水混凝土的试样按 GB/T 50081 的规定进行抗压强度试验，记录抗压强度数据  $d_{10}$ 。

**A.4.2** 将钢渣透水混凝土的试样按 GB/T 50081 的规定进行 17d 抗压强度试验，记录 17d 抗压强度数据  $d_0$ 。



## A.5 结果计算

钢渣的恒温水浴强度保留率按下式计算：

$$\omega = \frac{d_{10}}{d_0} \times 100\%$$

式中：

$\omega$ ——恒温水浴强度保留率，单位为百分数（%）；

$d_{10}$ ——水浴 10d 后的抗压强度，单位为兆帕（MPa）；

$d_0$ ——未水浴的抗压强度，单位为兆帕（MPa）。

恒温水浴强度保留率取 3 个平行试验的平均值作为试验结果，计算结果精确至 0.1%，数值修约按 GB/T 8170 的规定进行。



### B.1.3 渗透性能测定步骤如下：

(1) 将待测面充分润湿，在被测点中心放上透水面积标准环，涂抹密封材料或密封垫圈，材料确保内径 80mm，密封不渗水；

(2) 将透水系数测试仪放置密封材料上，使透水系数测试仪底座与密封材料环吻合，加上四块压重钢环，以防压力水从底座边缘流出；

(3) 注满水后开始测试，记录液面从 0 mL 下降至 2000 mL 的渗透时间  $t$ 。

### B.1.4 透水系数 $K_T$ 按式(B.0.4)计算：

$$K_T = \frac{V_2 - V_1}{t \times 16 \times \pi} \times 10$$

式中： $K_T$ ——T 温度条件下测得的表面透水系数 (mm/s)；

$V_1$ ——第一次读数时的水量 (mL)，取值为 0mL；

$V_2$ ——第二次读数时的水量 (mL)，取值为 2000mL；

$t$ ——渗透时间 (s)。

## 附录 C.本导则用词说明

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标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 附录 D. 引用标准、规范名录

- GB 175 通用硅酸盐水泥
- GB 5085.3 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别
- GB 6566 建筑材料放射性核素限量
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 12988 无机地面材料耐磨性试验方法
- GB/T 24175 钢渣稳定性试验方法
- GB/T 25993 透水路面砖和透水路面板
- GB 28635 混凝土路面砖
- GB/T 50081 混凝土物理力学性能试验方法
- GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- CJJ 1 城镇道路工程施工与质量验收规范
- CJJ 37 城市道路工程设计规范
- CJJ/T 135 透水水泥混凝土路面技术规范
- CJJ 169 城镇道路路面设计规程
- JC/T2558 透水混凝土
- JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准
- JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程
- JTG D40 公路水泥混凝土路面设计规范
- YB/T 140 钢渣化学分析方法

YB/T 4188 钢渣中磁性金属铁含量测定方法

YB/T 4328 钢渣中游离氧化钙含量测定方法

CECS03: 2007 钻芯法检测混凝土强度技术规程