



中国公路建设行业协会团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

基于工业固废材料小型构件技术规范

Technical specification for small components based on industrial solid waste materials

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2025.12）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国公路建设行业协会 发布

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 5

2 规范性引用文件 5

3 术语和定义 5

4 原材料要求 6

 4.1 一般规定 6

 4.2 固废复合矿物掺合料 6

 4.3 粗集料 8

 4.4 细集料 8

 4.5 其他 9

5 配合比设计与技术要求 9

 5.1 一般规定 9

 5.2 配合比设计 9

 5.3 技术要求 10

6 预制、运输与安装 10

 6.1 一般规定 10

 6.2 预制准备 11

 6.3 预制施工 11

 6.4 运输与安装 12

7 现浇施工 13

 7.1 一般规定 13

 7.2 现浇施工 13

8 质量检验与验收 14

 8.1 一般规定 14

 8.2 施工过程质量检验 14

附录 A（规范性） 工业固废混凝土混合料级配修正方法.....	17
---------------------------------	----

前 言

编写组在认真总结工业固废材料小型构件应用于边坡防护及排水工程中的科技成果与工程经验，深入调查研究和广泛征求有关单位与专家意见的基础上，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，编制了本规范。

本规范编制的指导思想：突出环保、低碳、耐久等要求，充分总结近年来工业固废材料小型构件应用技术，提出了工业固废原材料技术要求、配合比设计、质量验收等，力求技术先进、指标合理、可操作性强，体现我国工业固废材料小型构件应用的技术进步。

本规范包括8章和1个附录，分别为：1 范围、2 规范性引用文件、3 术语和定义、4 原材料要求、5 配合比设计与技术要求、6 预制、运输与安装、7 现浇施工、8 质量检验与验收、附录 A 工业固废混凝土混合料级配修正方法。

本规范的管理权和解释权归中国公路建设行业协会，日常解释和管理工作由主编单位宁夏交通建设股份有限公司负责。

请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见函告本规程日常管理组，联系人：刘祺（地址：宁夏回族自治区银川市金凤区六盘山路396号5号楼，邮编：750004，电话：0951-3308023，电子邮箱：1763119954@qq.com），以便下次修订时参考。

本文件主要起草单位：宁夏交通建设股份有限公司。

本文件参与起草单位：宁夏交建交通科技研究院有限公司、宁夏嘉恒绿色低碳新材料科技有限公司、宁夏大学、朔州市程源建材有限公司。

本文件主要起草人：惠迎新、门光誉、贾小龙、闫升、刘祺、张学思、陈浩旭、冯玉钊、马旭东、滕逸伟、陶智忠、马虎军、王梦梦

引 言

工业固废材料小型构件是采用固废基胶凝材料替代传统硅酸盐水泥、工业固废粗细集料替代传统砂石材料制备而成适用于公路路基边坡防护、公路路基排水工程中的绿色低碳混凝土构件。

基于工业固废材料小型构件技术规范

1 范围

本文件规定了工业固废材料小型构件的术语与定义、基本规定、原材料要求、配合比设计、预制、现浇、质量验收。

本文件适用于各等级公路新建、改扩建及养护工程，市政道路可参照执行。

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/T 176 水泥化学分析方法
 GB/T 203 用于水泥中的粒化高炉矿渣
 GB/T 208 水泥密度测定方法
 GB/T 750 水泥压蒸安定性试验方法
 GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
 JC/T 2860 水泥和混凝土用脱硫锰渣
 GB 6566 建筑材料放射性核素限量
 GB/T 8076 混凝土外加剂
 GB 8978 污水综合排放标准
 GB/T 8074 水泥比表面积测定方法 勃氏法
 GB/T 14684 建设用砂
 GB/T 14685 建设用卵石、碎石
 GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
 GB/T 26748 水泥助磨剂
 GB/T 50081 混凝土物理力学性能试验方法标准
 GB/T 50082 混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
 GB/T 51003 矿物掺合料应用技术规范
 JC/T 949 混凝土制品用脱模剂
 JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程
 JGJ 63 混凝土用水标准
 HJ 557 固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法
 JTG 3432 公路工程集料试验规程
 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第一册土建工程
 YB/T 4229 用于水泥和混凝土中的硅锰渣粉

3 术语和定义

请选择适当的引导语

3.1

工业固废小型构件 industrial solid waste small components

以工业固废为主要原材料制备而成的适用于公路路基边坡防护、排水工程的素混凝土或钢筋混凝土预制构件，如六角护坡块、框格预制块、路缘石、路面砖等。

3.2

固废复合矿物掺合料 solid waste composite mineral admixture

由两种或两种以上的固废材料，按一定比例混合后，粉磨至规定细度的粉体材料。

3.3

工业固废粗集料 industrial solid waste coarse aggregate

采用工业固废钢渣、硅锰渣（干渣）等替代混凝土用石，粒径不小于4.75mm的粗集料。

3.4

工业固废细集料 industrial solid waste fine aggregate

采用工业固废钢渣、煤气化炉渣、炉渣、硅锰渣（水淬渣）等替代混凝土用砂，粒径小于4.75mm的细集料。

4 原材料要求

4.1 一般规定

4.1.1 工业固废应按照 HJ 557 规定的方法进行浸出重金属含量的测定，其指标应符合 GB 8978 的相关要求。

4.1.2 工业固废材料应按照 GB 6566 的规定进行放射性指标检测，内、外照射指数应不大于 1.0。

4.2 固废复合矿物掺合料

4.2.1 组分与材料

4.2.1.1 钢渣粉的技术指标应符合表 1 的规定。

表1 钢渣粉技术要求

项次	检测项目		技术要求	试验方法
1	比表面积 (m ² /kg)		≥400	GB/T 8074
2	密度 (g/cm ³)		≥3.2	GB/T 208
3	含水量 (%)		≤1.0	GB/T 51003
4	三氧化硫含量 (%)		≤4.0	GB/T 176
5	氯离子含量 (%)		≤0.06	GB/T 176
6	活性指数 (%)	7d	≥60	GB/T 51003
		28d	≥70	
7	流动度比 (%)		≥95	
8	压蒸膨胀率/%		0.50	GB/T 750

4.2.1.2 煤气化炉渣粉磨后，应符合表 2 的规定。

表2 煤气化炉渣粉技术要求

项次	检测项目		技术要求	试验方法
1	比表面积 (m ² /kg)		≥400	GB/T 8074
2	烧失量 (%)		≤5.0	GB/T 176
3	密度 (g/cm ³)		≥2.4	GB/T 208
4	含水量 (%)		≤1.0	GB/T 51003
5	三氧化硫含量 (%)		≤3.5	GB/T 176
6	氯离子含量 (%)		≤0.06	GB/T 176
7	活性指数 (%)	7d	≥65	GB/T 51003
		28d	≥80	
8	流动度比 (%)		≥95	

4.2.1.3 粒化高炉矿渣应符合 GB/T 203 的相关要求；粒化高炉矿渣粉应符合 GB/T 18046 的相关要求。

4.2.1.4 硅锰渣粉应符合 YB/T 4229 的相关要求。

4.2.1.5 脱硫锰渣或脱硫锰渣粉应符合 JC/T 2860 的相关要求。

4.2.1.6 粉煤灰应符合 GB/T 1596 的相关要求。

4.2.1.7 助磨剂应符合 GB/T 26748 的相关要求，其加入量不宜超过固废复合矿物掺合料质量的 0.5%。

4.2.2 技术要求

4.2.2.1 固废复合矿物掺合料替代传统矿物掺合料应用于混凝土中，各组分掺量宜符合表 3 的要求。

表3 固废复合矿物掺合料组分

类型	组分 (质量分数)					
	粒化高炉矿渣	钢渣	硅锰渣	脱硫锰渣	煤气化炉渣	粉煤灰
I型固废复合矿物掺合料	60~80	20~40	/	/	/	/
II型固废复合矿物掺合料	40~80	/	20~60	/	/	/
III型固废复合矿物掺合料	30~70	/	/	30~70	/	/
IV型固废复合矿物掺合料	40~80	/	/	/	20~60	/
V型固废复合矿物掺合料	40~80	/	/	/	/	20~60

4.2.2.2 固废复合矿物掺合料技术指标应符合表 4 中的规定。

表4 固废复合矿物掺合料技术要求

项次	检测项目	技术要求	试验方法
1	比表面积 (m ² /kg)	≥400	GB/T 8074
2	烧失量 (%)	≤5.0	GB/T 176
3	密度 (g/cm ³)	≥2.7	GB/T 208
4	含水量 (%)	≤1.0	GB/T 51003
5	三氧化硫含量 (%)	≤3.5	GB/T 176

项次	检测项目		技术要求	试验方法
6	氯离子含量 (%)		≤ 0.06	GB/T 176
7	活性指数 (%)	7d	≥ 70	GB/T 51003
8		28d	≥ 80	
9	流动度比 (%)		≥ 95	

4.3 粗集料

4.3.1 粗集料宜采用质地坚硬、洁净、级配合理、粒形良好、吸水率小的碎石、卵石或者钢渣、硅锰渣等工业固废。其技术指标应符合 GB/T 14685 的相关要求。

4.3.2 工业固废粗集料技术指标应符合表 5 的规定。

表5 工业固废粗集料技术要求

项次	检测项目	技术要求	试验方法
1	压碎值 (%)	≤ 30.0	JTG 3432 T0316
2	坚固性 (按质量损失计) (%)	≤ 12.0	JTG 3432 T0314
3	针片状颗粒含量 (按质量计) (%)	≤ 20.0	JTG 3432 T0311
4	吸水率 (按质量计) (%)	≤ 3.0	JTG 3432 T0311
5	硫化物及硫酸盐含量 (按SO ₃ 质量计) (%)	≤ 1.0	GB/T 14685
6	碱活性反应	不得有碱活性反应	JTG 3432 T0325

4.3.3 粗集料宜根据混凝土最大粒径采用连续级配,粗集料的合成级配应符合表 6 的要求,不得使用不分级的混合料。料源发生更换时,应重新进行级配试验。

表6 粗集料级配范围

级配类型		通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)								试验方法
		37.5	31.5	26.5	19.0	16.0	9.50	4.75	2.36	
合成级配	4.75~16.0	—	—	—	—	100~90	60~40	15~0	5~0	JTG3432 T0302
	4.75~19.0	—	—	100	100~95	70~55	40~25	15~5	5~0	
	4.75~26.5	—	100	100~95	75~60	50~30	30~10	10~0	5~0	
	4.75~31.5	100	100~95	80~65	60~40	40~25	25~10	10~0	5~0	
单粒径级配	4.75~9.5	—	—	—	—	100	100~85	20~0	5~0	
	9.5~16.0	—	—	—	100	100~85	20~0	5~0	—	
	9.5~19.0	—	—	100	100~85	60~40	15~0	5~0	—	
	16.0~26.5	—	100	100~90	75~60	45~30	5~0	—	—	
	16.0~31.5	100	100~90	75~60	45~30	15~0	5~0	—	—	

4.4 细集料

4.4.1 细集料应使用质地坚硬、耐久、洁净的天然砂、机制砂或者钢渣、煤气化炉渣等工业固废,其相关技术指标应符合 GB/T 14684 的相关要求。

4.4.2 工业固废细集料的技术指标应符合表 7 规定。

表7 工业固废细集料技术要求

序号	检测项目	技术要求	试验方法
1	坚固性（按质量损失计）（%）	≤8.0	JTG 3432 T0340
2	含泥量（按质量计）（%）	≤1.0	JTG 3432 T0333
3	氯离子含量（按质量计）（%）	≤0.02	GB/T 14684
4	硫化物及硫酸盐含量（按SO ₃ 质量计）（%）	≤0.5	JTG 3432 T0341
5	吸水率（%）	≤3.0	JTG 3432 T0330
6	有机物含量（比色法）	合格	JTG 3432 T0336
7	碱活性反应	不得有碱活性反应	JTG 3432 T0325

4.4.3 细集料的级配范围宜符合表 8 的规定。

表8 细集料级配范围

级配类型	通过下列筛孔（mm）的质量百分率（%）							试验方法
	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.075	
1区	95~100	65~95	35~65	15~29	5~20	3~15	0~5	JTG 3432 T0327
2区	95~100	75~100	50~90	30~59	8~30	6~20	0~5	
3区	95~100	85~100	75~100	60~84	15~45	6~25	0~5	

4.5 其他

- 4.5.1 碎石、卵石相关技术指标应符合 JTG/T F30 的规定。
- 4.5.2 天然砂、机制砂相关技术指标应符合 JTG/T F30 的规定。
- 4.5.3 水泥应采用符合 GB 175 的普通硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥等，也可采用固废基胶凝材料。
- 4.5.4 外加剂各项性能及检验方法应符合现行 GB 8076 的规定。
- 4.5.5 拌合及养生用水应符合 JGJ 63 中相关规定要求。

5 配合比设计与技术要求

5.1 一般规定

- 5.1.1 工业固废材料小型构件混凝土配合比设计应满足其强度、工作性、耐久性等要求。
- 5.1.2 工业固废材料小型构件配合比设计应包括目标配合比和施工配合比设计两个阶段。目标配合比设计应确定混凝土的水胶比、用水量和外加剂用量、胶凝材料、矿物掺合料和水泥用量、砂率、粗细集料用量。施工配合比应通过拌合站试拌确定拌合参数，经批准的配合比在施工过程中不应擅自调整。当原材料变化时，应重新对目标配合比及施工配合比进行设计和验证。

5.2 配合比设计

- 5.2.1 水胶比、胶凝材料用量、外加剂掺量和砂率应根据混凝土设计强度等级、施工方法要求、耐久性指标要求进行初步确定，并计算出单位体积混凝土用水量和外加剂用量，在不同环境条件（如温湿度）下，可适当调整。
- 5.2.2 工业固废集料及其他粗细集料筛分后进行级配设计，确定工业固废材料小型构件混合料中各档

料的体积配比，按附录 C 将体积配比转化为质量配比，后续试验及生产均应以工业固废材料小型构件混凝土混合料质量配比为基准。

5.2.3 钢渣水泥混凝土的水胶比范围和最小胶凝材料用量应符合表 9 的规定，矿物掺合料的掺量范围应符合 JGJ 55 的有关规定。

表9 钢渣水泥混凝土的水胶比、胶凝材料用量

强度等级	水胶比	胶凝材料用量 (kg/m ³)
C25	0.42~0.45	≥360
C30	0.39~0.44	≥375
C35	0.37~0.42	≥390
C40	0.34~0.39	≥410
注：表中的水胶比，系指水与胶凝材料用量的比值。 表中胶凝材料系指水泥与矿物掺合料。		

5.3 技术要求

5.3.1 工业固废材料小型构件吸水率应按照 GB/T 50081 中的方法检测，吸水率不宜大于 6%。

5.3.2 工业固废材料小型构件耐久性检验评定项目见表 10。检验评定的项目及其等级或限值应根据设计文件要求确定。

表10 工业固废材料小型构件耐久性检验评定的项目

序号	试验项目	试验结果	试验方法
1	抗冻/盐冻性能	相对动弹性模量、平均质量损失率	GB/T 50082
2	抗水渗透性能	抗渗等级	GB/T 50082
3	抗硫酸盐侵蚀性能	抗压强度耐蚀系数	GB/T 50082
4	抗氯离子渗透性能	电通量	GB/T 50082
5	抗碳化性能	平均碳化深度	GB/T 50082
6	抗收缩性	收缩变形量	GB/T 50082

6 预制、运输与安装

6.1 一般规定

6.1.1 施工前应完善噪声、粉尘、污水、废弃物排放控制措施。

6.1.2 应建立构件标识，标识应满足唯一性要求。

6.1.3 严格控制施工温度，气温较低时，混凝土出料温度不宜低于 10℃，入模温度不宜低于 5℃，当气温低于 5℃时，应停止施工。气温较高时，应采用自动保湿养护。

6.1.4 未经检验或检验不合格的构件，不得出厂。

6.1.5 出厂前应对打包好的构件再次检查，场外运输宜选择车厢宽敞平整、便于装卸的车辆。

6.1.6 构件应安装稳固、顶面平整、缝宽均匀、勾缝密实、线条直顺、曲线圆滑美观。

6.2 预制准备

6.2.1 预制作业前应做好下列工作：

- a) 根据设计文件，编制预制作业方案。
- b) 配备专项预制作业设备和技术人员。
- c) 进行技术培训，明确各工序的技术要求。

6.2.2 浇筑前应完整、均匀地喷洒脱模剂，脱模剂应符合现行 JC/T 949 的要求。

6.2.3 模具使用前应对尺寸、变形、表面光洁度、预留孔洞等进行全面检验，不合格的模具不得用于构件预制。

6.2.4 构件应进行首件预制施工，首件数量一般为 6m³ 混凝土浇筑的成品数量。首件试验应验证施工流水线及施工设备运作状况、施工工艺、相关参数及构件成品质量。首件检验合格后，形成首件施工报告经批准方可批量预制施工。

6.3 预制施工

6.3.1 拌合

6.3.1.1 拌和站宜采用自动称量搅拌机和自动控制管理系统。搅拌设备宜采用振动搅拌机，也可采用强制式搅拌机，并具有数控化混凝土自动入模、自振一体化系统。

6.3.1.2 混凝土搅拌时间应根据水泥的品种和初凝时间确定。搅拌过程中先干拌，待混合料均匀后再注水湿拌，湿拌时间一般不少于 45s。

6.3.1.3 工业固废材料小型构件混凝土坍落度宜控制在 100~150mm。

6.3.2 浇筑

6.3.2.1 浇筑作业前，应检查模具，钢筋、保护层和预埋件等的尺寸、规格、数量和位置，其偏差值应符合 JTG F80/1 的相关要求。

6.3.2.2 在浇筑作业的同时，应制作供构件拆模和强度合格评定用的同条件养护试块，有特殊要求时，应制作评价耐久性试验用的试块。

6.3.2.3 向模具内注入混凝土时，应防止混凝土泌水离析。混凝土入模量应饱满，多余混凝土要及时铲除，避免超高。

6.3.2.4 混凝土浇筑过程中应随时检查模具有无漏浆、变形，若有漏浆、变形时，应及时采取补救措施。

6.3.2.5 混凝土应连续浇筑，如因停电、模具变形、设备故障的原因引起的间歇，其间歇时间不能超过初凝时间。

6.3.2.6 严格控制施工温度，气温较低时，入模温度不宜低于 5℃，当气温低于 5℃时，应停止施工；气温较高时，混凝土入模温度不宜高于 30℃。

6.3.3 振动

6.3.3.1 构件宜采用变频振动，振动时间可由混凝土表面平坦、泛浆且不再冒气泡，模具边角部分填满充实等现象判定，不应过度振动。

6.3.3.2 振动密实后，混凝土表面应略高于模具表面。

6.3.4 转运与收面

6.3.4.1 振捣完毕后，转运到养生区，构件转运中应保持水平。

6.3.4.2 构件摆放到养生区后应进行初次收面，初凝前进行二次收面。

6.3.5 带模养护

6.3.5.1 带模构件初凝后应进行保温保湿养护，养护时间不小于 24h。

6.3.5.2 养护温度应控制在 20℃± 5℃，相对湿度应控制在 90%以上。养护时构件表面应保持潮湿。

6.3.6 脱模

6.3.6.1 为提高转模率及脱模质量，当同条件养护试块抗压强度达到设计强度 70%，方可脱模。

6.3.6.2 混凝土脱模宜采用翻转自动脱模机或人工脱模。

6.3.6.3 脱模后构件应表面平整，色泽均匀，棱角完整。

6.3.6.4 脱模后，应立即清洗模具，并将模具堆放整齐，避免变形。

6.3.7 二次养护

6.3.7.1 混凝土脱模后应及时进行养生，养生用水与拌合用水相同。

6.3.7.2 养生宜采用蒸汽养生或自动喷淋养生方式，不宜露天养生。养生时宜采取薄膜、土工布覆盖，保湿养生，以防早期开裂。

6.3.7.3 构件养护时间宜不少于 7 d 且强度大于设计强度的 80%后，方可停止养生。

6.3.7.4 养生结束后，应及时将构件码垛并用打包带进行打包，便于转运和运输。

6.3.8 存放

6.3.8.1 同类构件每块堆放时应用棉毡或塑料泡沫隔离，每层构件宜在同一水平线上，应按照类别、型号、规格、强度等级分区存储并标识清楚。

6.3.8.2 堆叠总高度不宜超过 1.5m，每垛构件下放置易脱离的垫木或垫块。

6.4 运输与安装

6.4.1 运输

6.4.1.1 构件应有出场记录，运输装卸前应检查打包是否牢固、稳定，装卸顺序、重量应考虑车体平衡。

6.4.1.2 装车运输中应设置柔性隔垫等缓冲减振设施，避免运输过程中碰撞损坏。

6.4.2 安装

6.4.2.1 构件安装前，还应进行下列工作：

- 1) 辅助材料和构件应进行进场检验。
- 2) 上道工序应验收合格。

6.4.2.2 护坡类安装，应满足下列要求：

- 1) 安装前应修整坡面或按照设计要求铺设找平层。找平层厚度小于 30mm 时，宜采用水泥砂浆；找平层厚度不小于 30mm 时，宜采用细石混凝土。找平层应平整密实。
- 2) 安装宜采用拉线法控制线形和高程。
- 3) 护坡类宜自下而上安装，表面平整、咬合紧密。
- 4) 勾缝宜采用凹槽缝，凹槽宜为半圆形，深度宜为 5mm~8mm。

6.4.2.3 路缘石安装，应满足下列要求：

- 1) 安装前应清理基底并保持湿润，安装时应进行坐浆或混凝土垫层施工。
- 2) 路缘石安装应砌筑稳固，顶面平整，缝宽均匀，勾缝密实，线条直顺。

6.4.2.4 盖板类安装，应满足下列要求：

- 1) 盖板底面应与支撑面间设置水泥砂浆，防止脱空现象。
- 2) 盖板自一端向另一端顺序安装，安装后不应出现缺棱掉角现象。
- 3) 盖板安装应紧凑均匀、平稳牢固。
- 4) 板与板之间接缝填充材料性能应满足设计要求，并应填充密实。
- 5) 接缝应与沉降缝在同一平面内，吊装孔应填充密实。

7 现浇施工

7.1 一般规定

7.1.1 浇筑混凝土前，应根据工程特点、环境条件、施工工艺与施工条件制定浇筑方案，包括浇筑起点、浇筑方向和浇筑厚度等，在浇筑过程中不得无故更改浇筑方案。浇筑完毕应快速覆膜养护。

7.1.2 当在相对湿度较小、风速较大的环境下浇筑时，应采取适当挡风措施，防止混凝土表面失水过快。

7.1.3 夏季施工时，浇筑时的入模温度不宜超过 30℃或满足设计要求。现场温度高于 30℃时，宜对金属模板浇水降温，但不得留有积水，并应采取遮挡措施。

7.2 现浇施工

7.2.1 浇筑混凝土时应有效控制混凝土的均匀性、密实性和整体性，明确分层浇筑的间隙时间；明确施工缝的预留要求。

7.2.2 在浇筑混凝土过程中，应有效控制混凝土的均匀性、密实性和整体性，且分层浇筑的间隙时间不得超过 90 min，并不得随意留置施工缝。

7.2.3 浇筑竖向构件时，应根据拌合物不同的坍落度确定振捣棒插入间隔、振捣时间长短；一般浇注厚度应在振捣棒有效长度的 1.25 倍之内；一次浇注厚度不应大于 500 mm，并宜附设附着式振捣器。振捣上面一层混凝土时，振捣棒应插入到下一层内 50 mm 以上。应避免欠振和过振，每点的振捣时间以表面泛浆和不冒大气泡为准，一般不宜超过 30 s。

7.2.4 从搅拌机卸出混凝土到混凝土浇筑完毕的延续时间不应大于混凝土的初凝时间。

7.2.5 混凝土的自由倾落高度不宜超过 2m；当大于 2m 时，应采用滑槽、串筒、料斗等器具辅助输送混凝土，保证混凝土不出现分层离析现象。

8 质量检验与验收

8.1 一般规定

8.1.1 工业固废材料小型构件预制作业应建立严格的工程工序质量检查、监督、验收制度和完善的质量追溯体系。

8.1.2 构件出厂应进行外观质量，尺寸偏差等检验。

8.2 施工过程质量检验

8.2.1 原材料检验

8.2.1.1 在施工前以及在施工过程中，工业固废集料等原材料或混合料发生变化时，应按原材料技术要求所列试验项目和要求检测评定，每批次工业固废测 2 个样品。

8.2.2 构件成品质量检验

8.2.2.1 构件成品的外观质量应满足下列要求：

- 1) 构件外形轮廓清晰，线条直顺，不得有翘曲现象。
- 2) 混凝土表面平整，无蜂窝麻面，色泽一致。
- 3) 构件不得出现露筋、空洞和裂缝现象。

8.2.2.2 构件成品质量要求应符合表 11 的规定。

表11 构件成品质量要求

序号	构件类别	检验项目						
		混凝土强度 (MPa)	长度 (mm)	宽度 (mm)	高度 (mm)	平整度 (mm)	垂直度 (mm)	对角线差 (mm)
1	护坡类	符合设计 要求	±3	±3	±4	≤3	≤3	≤3
2	路缘石		+4 -3	+4 -3	+4 -3	≤3	≤3	≤3
3	边沟、排水沟类		±5	±5	±5	-	-	-
4	盖板类		±5	±5	±5	≤2	≤2	≤2
5	路面砖		±2	±2	±2	≤2	≤2	-

8.2.3 安装质量检验与验收

8.2.3.1 安装构件边缘应直顺，外露表面应平整，勾缝平顺，缝宽均匀，无脱落现象。

8.2.3.2 护坡构件安装质量应符合表 12 的规定。

表12 护坡构件安装质量要求

项次	检验项目	规定值或允许偏差	检验方法和频率
1	砂浆强度 (MPa)	符合设计要求	按 JTG F80/1-2017 附录F检验
2	顶面高程 (mm)	±30	水准仪: 长度不大于30m时测5点, 每增加10m增加1点
3	表面平整度 (mm)	≤25	直尺: 除锥坡外每50m测3处, 每处纵、横向各1尺; 锥坡处顺坡测3尺
4	坡度	≤设计值	坡度尺: 长度不大于 30m时测5处, 每增加10m增加1处
5	厚度或断面尺寸 (mm)	≥设计值	尺量: 长度不大于50m时测10个断面, 每增加10m增加1个断面
6	框格间距 (mm)	±150	尺量: 抽查10%

8.2.3.3 路缘石安装质量应符合表 13 的规定。

表13 路缘石安装质量要求

项次	检验项目	规定值或允许偏差	检验方法和频率
1	直顺度 (mm)	15	拉线尺量: 每200m测4处
2	相邻构件高差 (mm)	3	水平尺: 每200m测4处
3	相邻构件缝宽 (mm)	±3	尺量: 每200m测4处
4	顶面高程 (mm)	±10	水准仪: 每200m测4处

8.2.3.4 边沟、排水沟安装质量应符合表 14 的规定。

表14 边沟、排水沟安装质量要求

项次	检验项目	规定值或允许偏差	检验方法和频率
1	砂浆强度 (MPa)	符合设计要求	按 JTG F80/1-2017 附录F检验
2	轴线偏位 (mm)	50	全站仪或尺量: 每200m测5点
3	沟底高程 (mm)	±15	水准仪: 每200m测5点
4	直顺度 (mm)	30	拉线尺量: 每200m测2点
5	坡度	符合设计要求	坡度尺: 每200m测2点
6	断面尺寸 (mm)	±30	尺量: 每200m测2个断面, 且不少于5个断面
7	铺砌厚度 (mm)	符合设计要求	尺量: 每200m测2点
8	基础垫层宽度、厚度 (mm)	符合设计要求	尺量: 每200m测2点

8.2.3.5 盖板构件安装质量应符合表 15 的规定。

表15 盖板安装质量要求

项次	检验项目	规定值或允许偏差	检验方法和频率
1	相邻板最大高差 (mm)	≤10	尺量: 抽查20%, 且不少于6块板, 测相邻板高差最大处
2	支承中心偏位 (mm)	≤10	尺量: 每孔抽查3块板

8.2.3.6 路面砖安装质量应符合表 16 的规定。

表16 路面砖安装质量要求

项次	检验项目	规定值或允许偏差	检验方法和频率
1	平整度 (mm)	5	尺量：每 100 m检查5处
2	直顺度 (mm)	±20	尺量：每 20m测1处

附 录 A
(规范性)
工业固废混凝土混合料级配修正方法

A.1 级配修正

工业固废集料密度与碎石集料的密度存在一定差异，故在级配设计时需按集料的毛体积密度将体积配比换算成质量配比，换算方法如表A.1，换算过程见公式（A.1）、（A.2）。

表A.1 级配修正中的等体积换算方法

集料类别	设计配合比/%	毛体积相对密度	质量分数/%	换算后质量比/%
1	P_1	γ_1	$P_1 * \gamma_1$	$(P_1 * \gamma_1 / \Sigma) * 100$
2	P_2	γ_2	$P_2 * \gamma_2$	$(P_2 * \gamma_2 / \Sigma) * 100$
3	P_3	γ_3	$P_3 * \gamma_3$	$(P_3 * \gamma_3 / \Sigma) * 100$
...
n	P_n	γ_n	$P_n * \gamma_n$	$(P_n * \gamma_n / \Sigma) * 100$
合计	100		Σ	100

$M = P_i * \gamma_i * 100\% \dots\dots\dots (A.1)$

$N = \frac{P_i \gamma_i}{\sum_{i=1}^n P_i \gamma_i} * 100\% \dots\dots\dots (A.2)$

式中：

M-质量分数；

N-换算后的质量配合比；

P-设计配合比；

R-毛体积相对密度。