

ICS 93.080

CCS P 66

DB 64

宁夏回族自治区地方标准

DB64/T 2172—2025

水泥稳定材料基层设计与施工技术规范

Technical specification for design and construction of cement stabilized base

2025 - 09 - 12 发布

2025 - 11 - 11 实施

宁夏回族自治区市场监督管理厅 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 原材料要求 2

5 水泥稳定材料施工 5

6 水泥稳定材料施工 8

7 施工质量标准与控制 12

8 安全和环保 12

附录 A （规范性） 煤矸石粗集料浸水软化系数试验方法 13

附录 B （规范性） 水泥稳定钢渣、水泥稳定锰渣混合料级配修正方法 14

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。

本文件由宁夏回族自治区交通运输厅提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：宁夏公路管理中心、中铁建宁夏高速公路有限公司、中交第一公路勘察设计研究院有限公司、中国铁建大桥工程局集团西北工程有限公司、中铁十五局集团第五工程有限公司、中铁二十一局集团第四工程有限公司、固原市凯达公路工程有限公司。

本文件主要起草人：杨梦柔、何梅芳、罗廷赤、雷宇、魏松涛、柯文豪、王朝晖、严晓平、高志明、秦培雷、王晓东、吴永祥、倪静哲、丁新建、余锐、梁海龙、刘忠厚、袁鹰、刘成涛、陈辉、李继伟、邵兴伟、高江龙、付廷军、秦永、王均博、祁涛、付利敏、王争军、张涛、王小林、惠兵、姜喜东、李瑞杰、周洋、路俊、宁世凯、宋增强、王晓路、赵明、贾世峰、吕子丰、由维健、马保龙、汤建伟、杨东选、师春智。

水泥稳定材料基层设计与施工技术规范

1 范围

本文件规定了宁夏回族自治区公路水泥稳定材料基层的原材料要求、混合料组成设计、施工工艺、施工质量标准与控制、安全和环保要求。

本文件适用于宁夏回族自治区各等级公路新建、改扩建和养护工程的水泥稳定材料基层设计和施工。

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 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 213 煤的发热量测定方法
- GB 5749 生活饮用水卫生标准
- GB 6566 建筑材料放射性核素限量
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB/T 14848 地下水质量标准
- GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO法）
- GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
- GB/T 24175 钢渣稳定性试验方法
- GB/T 25824 道路用钢渣
- GB/T 30760 水泥窑协同处置固体废物技术规范
- GB/T 35986 煤矸石烧失量的测定
- DZ/T 0276.18 岩石物理力学性质试验规程 第18部分：岩石单轴抗压强度试验
- HJ 557 固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法
- HJ 1091 固体废物再生利用污染防治技术导则
- HJ 1241 锰渣污染控制技术规范
- JTG 2310 公路生态环境保护技术标准
- JTG 3430 公路土工试验规程
- JTG E41 公路工程岩石试验规程
- JTG E42 公路工程集料试验规程
- JTG E51 公路工程无机结合料稳定材料试验规程
- 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 第一册 土建工程
- 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

DB 64/T 1974 公路稳定类钢渣基层应用技术规范

DB 64/T 2004 全固废胶凝材料道路工程应用技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水泥稳定材料 cement stabilized material

以水泥、粉煤灰或全固废胶凝材料为结合料，以碎石、天然砾石、破碎砾石或钢渣、锰渣、煤矸石等工业废渣为稳定材料拌和形成的混合料。

3.2

全固废胶凝材料 solid waste cementitious material

以粒化高炉矿渣、钢渣、工业副产石膏、粉煤灰等固体废弃物为原料，经加工磨细后按一定比例配制成的水硬性胶凝材料。

3.3

大厚度水泥稳定材料层 large thickness cement-stabilized aggregate basement

厚度在20cm~40cm之间，一次性全厚度摊铺、碾压完成的水泥稳定材料层。

3.4

动态质量监控 dynamic quality control

施工过程中按照计量周期，对水泥稳定材料的关键参数进行监控。

4 原材料要求

4.1 一般规定

4.1.1 在原材料试验评定中，应随机选取具有足够数量的样本进行材料试验，经检测合格后方可使用。

4.1.2 材料应按料源、品种、规格分类存储，不应混堆。

4.1.3 不同厂家、不同品牌、不同品种的原材料不应混用。确需更换的，应经有关县级以上人民政府自然资源主管部门同意，且应提前进行相关试验检测，满足技术要求方可使用。

4.1.4 材料堆放场地应作硬化处理，应具有完善的排水设施。

4.2 结合料

4.2.1 水泥稳定材料基层可以水泥为单一结合料，也可以水泥掺配粉煤灰或全固废胶凝材料作为结合料。

4.2.2 采用水泥作为基层、底基层结合料时，应符合下列规定。

- a) 水泥技术要求应符合 GB 175 和 JTG/T F20 中的规定。宜采用缓凝型水泥，不应使用快硬、早强和受潮变质的水泥。
- b) 所用水泥初凝时间宜大于 4h，终凝时间应大于 6h 且小于 10h。
- c) 普通硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥等的细度以 45um 方孔筛筛余表示，应不低于 5%。
- d) 水泥进场入罐前，需对安定性进行检验，合格后才能使用。夏季高温作业时，水泥温度不应高于 50℃。

4.2.3 采用全固废胶凝材料作为基层、底基层结合料时，应符合下列规定。

- a) 全固废胶凝材料的组成要求、物理指标技术要求、化学指标技术要求应符合 DB 64/T 2004 中的规定。
- b) 全固废胶凝材料按强度等级分为 I 型、II 型、III 型，各龄期强度应符合表 1 的规定。

表1 全固废胶凝材料不同龄期强度要求

标号	抗压强度 (MPa)			抗折强度 (MPa)			试验方法
	3d	28d	56d	3d	28d	56d	GB/T 17671
I 型	≥ 5.0	≥ 22.0	≥ 32.5	≥ 2.5	≥ 3.8	≥ 5.5	GB/T 17671
II 型	≥ 8.0	≥ 29.0	≥ 42.5	≥ 3.0	≥ 4.9	≥ 7.0	GB/T 17671
III 型	≥ 12.0	≥ 36.0	≥ 52.5	≥ 3.5	≥ 5.6	≥ 8.0	GB/T 17671

- c) 应对全固废胶凝材料可浸出重金属含量进行检测，限值应符合 DB 64/T 2004 的规定。
 - d) 全固废胶凝材料天然放射性核素限量及检验方法应符合 GB 6566 中的规定，内照射指数 $IRa \leq 1.0$ ，外照射指数 $Ir \leq 1.0$ 。
- 4.2.4 采用粉煤灰作为基层、底基层结合料时，应符合下列规定。
- a) 粉煤灰技术要求应符合 JTJ/T F20 中的规定。
 - b) 粉煤灰强度活性指数应不低于 70%。
 - c) 粉煤灰应做好覆盖，避免受潮和雨淋。干灰和湿灰不应混合使用。使用时，应将凝固的粉煤灰块打碎或过筛，同时清除有害杂质。
 - d) 存放时间超过 6 个月的粉煤灰，应重新进行试验评定。

4.3 集料

- 4.3.1 采用碎石作为基层、底基层集料时，应符合下列规定。
- a) 粗集料应表面洁净、粗糙、干燥、无风化、无杂质、质地坚硬，颗粒形状应具有棱角，宜接近立方体。
 - b) 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，并有适当的颗粒级配。
 - c) 集料生产均应配备除尘系统。高速公路粗集料应采用二级设备生产，并包含反击式破碎设备。
 - d) 粗集料、细集料的技术指标、材料分档、粒径规格应符合 JTJ/T F20 中的规定。
 - e) 粗集料吸水率应不大于 3%。
 - f) 高速公路和一级公路，细集料中小于 0.075mm 的颗粒含量应不大于 15%，二级及二级以下公路，细集料中小于 0.075mm 的颗粒含量宜不大于 15%。
- 4.3.2 采用天然砾石或破碎砾石等作为基层、底基层集料时，应符合 JTJ/T F20 中的规定。
- 4.3.3 采用钢渣作为基层、底基层集料时，应符合下列规定。
- a) 水泥稳定钢渣可用于各等级道路，钢渣替代部分碎石作为被稳定材料。
 - b) 钢渣预处理包括钢渣陈化处理和钢渣破碎筛分处理。

- c) 钢渣集料应为经预处理的转炉或电炉钢渣，颗粒洁净、干燥、无杂质。钢渣集料使用前应进行充分陈化，钢渣体积稳定性技术指标应符合表 2 的规定。

表2 钢渣集料稳定性要求

检测项目	技术要求	试验方法
游离氧化钙 (%)	≤ 2.0	YB/T 4328
浸水膨胀率 (%)	≤ 1.0	GB/T 24175
金属铁含量 (%)	≤ 2.0	YB/T 4188
压蒸粉化率 (%)	≤ 3.0	GB/T 24175

- d) 钢渣贮存要求应符合 GB 18599 中的规定。
- e) 钢渣检验批次要求应符合 GB/T 25824 中的规定。
- f) 钢渣粗集料、细集料的技术要求、材料分档、粒径规格应符合 DB 64/T 1974 中的规定。
- g) 应对钢渣集料可浸出重金属含量进行检测，其浸出浓度应符合 GB/T 14848 的相关规定。
- h) 钢渣集料天然放射性核素限量及检验方法应符合 GB 6566 中的规定，内照射指数 $IRa \leq 1.0$ ，外照射指数 $I_r \leq 1.0$ 。
- i) 采用洒水加速钢渣陈化速度时，应做好场地防渗漏措施，避免污染环境，同时做好浸淋水的收集和监测，浸淋水质量应符合 GB 8978 相关规定。
- 4.3.4 采用锰渣作为基层、底基层集料时，应符合以下规定。
- a) 水泥稳定锰渣可用于二级及二级以下公路，锰渣替代部分碎石作为被稳定材料。
- b) 锰渣预处理包括通过物理、化学或生物方法降低或去除锰渣污染特性或者抑制其可浸出性或扩散性和锰渣破碎筛分处理。
- c) 锰渣集料应为经预处理后的电解锰渣，颗粒洁净、干燥、无杂质。
- d) 锰渣贮存要求应符合 HJ 1241 中的规定。
- e) 锰渣粗集料、细集料的技术要求、材料分档、粒径规格应符合 JTG/T F20 中的规定。
- f) 应对锰渣集料可浸出重金属含量进行检测，可浸出重金属含量限值应符合 GB/T 30760 中的规定。同时按照 HJ 557 中的规定的浸出方法，浸出液 pH 值应为 6~9，氨氮浓度应小于 1.0mg/L。
- g) 锰渣集料天然放射性核素限量及检验方法应符合 GB 6566 中的规定，内照射指数 $IRa \leq 1.0$ ，外照射指数 $I_r \leq 1.0$ 。
- 4.3.5 采用煤矸石作为基层、底基层集料时，应符合下列规定。
- a) 水泥稳定煤矸石宜用于二级及二级以下公路。冰冻地区应按照 JTG E51 中规定的方法进行抗冻性能检验。
- b) 宜采用先破碎再筛分的制备工艺。
- c) 煤矸石粗集料技术指标应符合表 3 的规定。

表3 煤矸石粗集料技术要求

检测项目	技术要求		试验方法
	基层	底基层	
单轴抗压强度（MPa）	>20		DZ/T 0276.18
耐崩解性指数（%）	≥85		JTG E41 T 0207
压碎值（%）	≤35	≤40	JTG E42 T 0316
吸水率（%）	≤6	≤8	JTG E42 T 0307
低位发热量（kcal/kg）	≤1000		GB/T 213
烧失量（%）	<10		GB/T 35986
1d浸水软化系数（%）	≥85		附录A

d) 煤矸石细集料应洁净、无风化，技术指标应符合表 4 的规定。

表4 煤矸石细集料技术指标要求

检测项目	技术要求	试验方法
颗粒分析	满足级配要求	JTG E42 T 0302
		JTG E42 T 0303
		JTG E42 T 0327
0.075mm以下颗粒的塑性指数（%）	≤17	JTG 3430 T 0118
硫酸盐含量（%）	≤1.0	JTG E42 T 0341
有机质含量	合格	JTG E42 T 0336
低位发热量（kcal/kg）	≤1000	GB/T 213
烧失量（%）	<10	GB/T 35986

- e) 粗、细煤矸石集料的粒径规格应符合 JTG/T F20 中的规定。
- f) 应对煤矸石集料可浸出重金属含量进行检测，可浸出重金属含量限值应符合 GB/T 30760 中的规定。
- g) 煤矸石集料的天然放射性核素限量应符合 GB 6566 中的规定，内照射指数 $IRa \leq 1.0$ ，外照射指数 $Ir \leq 1.0$ 。

4.4 添加剂

- 4.4.1 在水泥稳定材料中掺加缓凝剂或早强剂时, 应对混合料进行试验验证。
- 4.4.2 缓凝剂和早强剂的技术要求应符合 JTG/T F30 中的规定。

4.5 水

- 4.5.1 符合 GB 5749 的饮用水可直接作为水泥稳定材料拌和与养生用水。
- 4.5.2 拌和使用的非饮用水应进行水质检验，技术要求应符合 JTG/T F20 中的规定。

5 水泥稳定材料施工

5.1 一般规定

5.1.1 水泥稳定材料设计应根据公路等级、交通荷载、气候特征、结构组合等因素确定材料技术要求，并按照材料参数开展路面结构验算。

5.1.2 水泥稳定材料应按照不同气候分区进行设计。根据气温、年均降雨量分为中北部和南部两个区域，具体分区见表5。

表5 水泥稳定材料设计气候分区

分区	主要地区	年均降雨量/mm	年均日较差/℃
中北部	银川市、石嘴山市、吴忠市、中卫市（除海原）	<500	>12
南部	固原市、中卫市（仅海原）	≥500	≤12

5.1.3 水泥稳定材料应具有足够的强度和较小的收缩变形，应用于南部区域时还应具有较强的抗冲刷能力。

5.1.4 水泥稳定材料应结合沿线筑路材料分布和技术经济比选，宜采用级配碎石及钢渣、锰渣、煤矸石等工业固废作为被稳定材料。

5.1.5 水泥稳定材料组成设计应包括原材料检验、混合料的目标配合比设计、混合料的生产配合比设计和施工参数确定四部分。

5.1.6 原材料检验应包括结合料、被稳定材料及其他相关材料的试验。检测指标应符合第4章中的规定。

5.1.7 目标配合比设计、生产配合比设计和施工参数确定等技术内容应符合 JTG/T F20 中的规定。

5.2 强度要求

5.2.1 以水泥为单一结合料或以水泥掺配粉煤灰为结合料时，采用 7d 龄期无侧限抗压强度作为施工质量控制的主要指标。以水泥掺配全固废胶凝材料为结合料时，采用 10d 龄期无侧限抗压强度作为施工质量控制的主要指标。

5.2.2 水泥稳定煤矸石 7d 龄期无侧限抗压强度应符合表6 的规定。

表6 水泥稳定煤矸石 7d 龄期无侧限抗压强度标准（MPa）

公路等级	层位	极重、特重交通	重交通	中、轻交通
二级及二级以下	基层	/	3.0~5.0	2.0~4.0
	底基层	2.5~4.5	2.0~4.0	1.0~3.0

5.2.3 以水泥掺配全固废胶凝材料为结合料时，10d 龄期无侧限抗压强度应符合表7 的规定。

表7 全固废胶凝材料稳定基层混合料 10d 龄期无侧限抗压强度要求（MPa）

公路等级	层位	极重、特重交通	重交通	中、轻交通
高速、一级	基层	5.0~7.0	4.0~6.0	3.0~5.0
	底基层	3.0~5.0	2.5~4.5	2.0~4.0
二级及二级以下	基层	4.0~6.0	3.0~5.0	2.0~4.0
	底基层	2.5~4.5	2.0~4.0	1.0~3.0

- 5.2.4 水泥稳定级配碎石、水泥稳定钢渣和水泥稳定锰渣的 7d 龄期无侧限抗压强度应符合 JTG/T F20 中的规定。
- 5.2.5 水泥稳定材料强度试验及计算应符合 JTG/T F20 中的规定。
- 5.2.6 路面结构验算应符合 JTG/T F20 中的规定。验算时宜通过试验确定混合料弯拉强度和弹性模量。当采用表 9 的级配时，弯拉强度和弹性模量取值可参考表 8 的规定。

表8 弯拉强度和弹性模量取值范围（MPa）

材料	层位	弯拉强度	弹性模量
采用表11级配的水泥稳定材料	基层、底基层	^a 1.3~1.8	^a 18000~22000
^a 注：结合料用量高、材料性能好、压实度大时取高值，反之取低值。			

5.3 混合料推荐级配及技术要求

- 5.3.1 基层、底基层用的水泥稳定材料宜采用同一级配范围。
- 5.3.2 水泥稳定级配碎石宜采用表 9 中推荐的级配范围，并应符合下列规定。
- 应根据公路等级和项目所在区域气候分区确定水泥稳定级配碎石级配范围。
 - 4.75mm 筛孔通过率宜接近级配范围中值。

表9 水泥稳定级配碎石推荐级配范围

公路等级	分区	筛孔尺寸（mm）/通过下列方孔筛的质量百分率（%）							
		31.5	26.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
高速、一级	中北部	100	90~100	75~85	43~55	25~35	16~28	8~15	0~3
	南部	100	90~100	73~83	43~55	23~33	15~25	8~15	0~3
二级及二级以下	中北部	100	90~100	68~86	42~58	22~36	16~28	8~15	2~5
	南部	100	90~100	68~86	42~58	22~36	15~25	8~15	2~5

- 5.3.3 水泥稳定钢渣、水泥稳定锰渣宜采用表 9 中推荐的级配范围，并应符合下列规定。
- 钢渣、锰渣与天然集料掺配使用时，在目标配合比设计过程中，应根据钢渣集料与天然集料的密度差别，采用等体积原则进行质量换算，以完成级配修正，修正方法见附录 B。
 - 钢渣、锰渣粗集料替代天然集料时应按照分档全部替代，细集料替代前应经充分试验论证可行后采用。
 - 钢渣集料掺量宜为 30%~50%，或可根据钢渣体积安定性适当调整。
 - 高速公路和一级公路锰渣集料掺量宜不大于 15%，二级及二级以下公路锰渣集料掺量宜不大于 20%。
- 5.3.4 水泥稳定煤矸石宜采用表 9 中推荐的级配范围。水泥稳定煤矸石性能不满足要求时，可采用天然集料替代部分煤矸石集料。天然集料替代比例不超过 40%，掺配比例应通过试验确定。
- 5.3.5 水泥粉煤灰稳定类材料的级配应符合 JTG/T F20 中的规定。
- 5.3.6 以水泥掺配全固废胶凝材料为结合料时，级配范围及技术要求与以水泥为单一结合料时相同。

5.4 配合比设计技术要求

- 5.4.1 在施工过程中，材料品质或规格、结合料品种、工业固废掺配比例等发生变化时，应重新进行混合料组成设计。
- 5.4.2 以水泥为单一结合料时，水泥剂量宜符合下列规定。

- a) 高速公路和一级公路水泥剂量宜为 3.5%~5%，其中基层不宜超过 5%，底基层不宜超过 4.5%。二级及二级以下公路水泥剂量宜为 3%~4.5%，其中基层不宜超过 4.5%，底基层不宜超过 4%。
 - b) 南部分区或极重及特重交通荷载等级下，宜取上限水泥剂量。
 - c) 当达不到强度要求时应采取调整级配或控制原材料技术指标等措施，不应单纯通过增加水泥剂量的方式来提高混合料强度。
 - d) 在满足混合料设计强度要求的前提下，尽量降低水泥用量。
- 5.4.3 水泥稳定类材料的粉煤灰掺配比例应符合 JTG/T F20 中的规定。
- 5.4.4 水泥稳定钢渣混合料配合比设计时应开展浸水膨胀率试验。
- 5.4.5 目标配合比设计、生产配合比设计技术要求应符合 JTG/T F20 中的规定。

6 水泥稳定材料施工

6.1 一般规定

- 6.1.1 正式开工前应铺筑不小于 200m 试验段，试验段铺设质量满足设计要求后，编制详细施工组织设计和完整的施工工艺流程。
- 6.1.2 施工前下承层表面应平整、密实，具有规定的横坡，无任何松散、积水等现象，强度应满足设计要求。
- 6.1.3 水泥稳定材料层施工应选择适宜的气候环境，针对气候变化制订相应的处置预案，并应符合下列规定：
- a) 水泥稳定材料施工期的日最低气温应在 5℃ 以上；
 - b) 不应在雨天施工；
 - c) 刮风天施工时，应加强水泥稳定材料含水率检测。

6.2 混合料拌和

- 6.2.1 水泥稳定材料应采用集中厂（站）拌和。
- 6.2.2 混合料拌和前，拌和场的备料应至少满足 50% 以上的总用料要求，且应连续供应原材料，保证连续施工作业的需要。
- 6.2.3 宜采用两次拌和的生产工艺，拌和时间应不少于 15s。应根据工程规模、项目特点、施工进度要求配置拌和机的类型和数量。宽度 8m~12m 的基层施工宜配备额定产量不小于 600t/h 的连续式拌和机，宽度 12m~16m 时宜配备额定产量不小于 800t/h 的连续式拌和机。连续式拌和机应采用两个长度大于 3m 的拌缸串联拌和，且其中一个拌缸宜采用振动拌缸；也可采用一个 4.5m 以上的振动拌缸进行拌和。
- 6.2.4 混合料拌合设备与混合料摊铺、压实设备应相互匹配。拌和实际产量不宜超过额定产量的 85%，实际出料能力宜高于实际摊铺能力的 10%~15%。
- 6.2.5 高速公路和一级公路拌和设备的料仓数目应不少于 5 个，二级及二级以下公路拌和设备的料仓数目应符合 JTG/T F20 中的规定。

6.3 混合料运输

- 6.3.1 运输车辆宜选用较大吨位的自卸运输车，不应超载运输。
- 6.3.2 装料过程中，车辆应前后移动，分前、后、中三次及以上装料，减少混合料离析。
- 6.3.3 应取混合料的初凝时间与容许延迟时间较短的时间作为施工控制时间，混合料预计碾压终了时间超出施工控制时间时，应予以废弃。
- 6.3.4 混合料运输车装好料后，应用篷布将厢体覆盖严密，直到摊铺机前准备卸料时方可打开。

6.3.5 施工过程中运料车应在摊铺机前 10cm~30cm 处空挡等候，要求车厢中线与摊铺机接料斗中线对准，摊铺机前行推动车轮时开始卸料，避免运料车撞到摊铺机。

6.4 混合料摊铺

6.4.1 宜根据拌和设备生产能力、摊铺能力和压实设备采用分层摊铺或大厚度摊铺施工。采用大厚度摊铺施工时，应综合评估对周边环境及相邻构造物的影响，满足要求方可使用。

6.4.2 分层摊铺时，可采用两层连续摊铺、分层碾压、一次成型的施工工艺。

6.4.3 采用两层连续摊铺时，宜采用侧向供料方式，可采用一次挂线两层施工。下层质量出现问题时，上层应同时处理。

6.4.4 待等候卸料的混合料运输车多于 5 辆后开始摊铺，摊铺过程中应有 2~3 辆运料车等候卸料，保证摊铺连续。

6.4.5 下承层是稳定细粒材料时，宜先将下承层顶面拉毛或采用凸块式压路机碾压，再摊铺上层混合料；下承层是稳定中、粗粒材料时，应先将下承层清理干净，并洒铺水泥净浆，再摊铺上层混合料。水泥净浆洒布量宜为 $0.8\text{kg}/\text{m}^2 \sim 1.2\text{kg}/\text{m}^2$ （按水泥质量计），稠度以能洒布均匀为宜，洒布长度宜不大于摊铺机前 30m~40m。宜采用机械设备自动喷洒水泥净浆。宜在摊铺机边部设置水泥净浆桶，向边模与混合料之间撒布水泥净浆。

6.4.6 摊铺机应缓慢、连续、匀速摊铺。摊铺速度宜控制在 $1.5\text{m}/\text{min} \sim 2.0\text{m}/\text{min}$ 之间，应选择与拌和设备能力和运输能力相适应的摊铺速度，避免摊铺机停机待料，摊铺过程中不得随意变换速度或中途停顿。

6.4.7 宜采用两台摊铺机梯队作业，当单台大功率摊铺机抗离析效果较好时，也可采用单机全断面摊铺作业。双机梯队作业时，两台摊铺机前后间距 5m~10m，应保证其速度、摊铺厚度、松铺系数、路拱坡度、摊铺平整度、振动频率等一致。两个施工断面纵向应有 300mm~400mm 的重叠，应做好中间搭接位置处防止粗细集料离析的措施。

6.4.8 摊铺过程中宜采取以下减少离析的措施。

- a) 摊铺机的螺旋布料器应有不少于三分之二埋入混合料中。
- b) 降低布料器前挡板的离地高度，挡板底部距下承层距离宜不大于 100mm。
- c) 安装反向叶片。
- d) 在保证供料充分、满足摊铺层厚度要求的前提下，螺旋布料器离熨平板前缘的距离宜尽量调小。

6.4.9 摊铺机应开启振动器和夯锤，振动器振动频率宜不小于 30Hz，夯锤冲击频率宜不小于 20Hz。

6.4.10 禁止空仓收斗，并减少收斗频率。收斗应在运料车离去、料斗内尚存较多混合料时进行，收斗后应立即连接满载的运料车向摊铺机内喂料。

6.4.11 摊铺过程中应随时检查摊铺层厚、路拱及横坡，不符合要求时应及时进行调整。

6.4.12 摊铺过程中应对摊铺机履带前行区域进行清扫。

6.4.13 大厚度水泥稳定材料层摊铺还应符合下列规定。

- a) 摊铺机应具有较大功率。压实厚度在 20cm~30cm 时，发动机功率应大于 200kW；压实厚度在 30cm~40cm 时，发动机功率宜大于 260kW。
- b) 摊铺机应具有满埋螺旋二次搅拌能力，能均匀、不间断输料和布料。
- c) 摊铺预压实度达到 80%以上。
- d) 摊铺机的振捣器应采用双锤振动的作业方式。

6.5 碾压

6.5.1 应配备与拌和设备、摊铺设备相匹配的碾压设备。每个摊铺作业面应配备钢轮振动压路机和轮

胎压路机，有条件时宜采用智能碾压设备。

6.5.2 一次碾压长度宜为 30m~50m，不宜超过 80m。碾压段落应层次分明，宜设置明显的分界标志。

6.5.3 应通过试验路段确定适宜的碾压工艺和碾压遍数，分层碾压可采用表 10 推荐的碾压工艺。

表10 水泥稳定级配碎石分层碾压推荐碾压工艺

碾压阶段	压路机类型	碾压速度 (km/h)	碾压遍数	基本要求
初压	双钢轮振动压路机 (12t以上)	1.5~1.7	1~2	前静后振
复压	单钢轮振动压路机 (20t以上)	1.8~2.2	≥4	弱振+强振
	轮胎压路机 (25t以上)	1.8~2.2	2~4	/
终压	双钢轮压路机 (12t以上)	1.8~2.2	1~2	静压收面，消除轮迹

6.5.4 直线路段应由外侧向路中心碾压；设有超高的平曲线路段应由低侧向高侧碾压、由内侧向外侧碾压。

6.5.5 碾压作业应符合下列规定。

- a) 压路机启动、停止应缓慢进行。
- b) 压路机工作过程中，变化档位应轻且平顺，不应碾压结构层造成扰动。
- c) 第一遍初步稳压时，倒车后应原路返回，换挡位置应在已压好的段落上。
- d) 在未碾压一端，换挡倒车位置应前后错开，形成齿状或阶梯状。
- e) 压路机停车应错开，且间隔不少于 3m，应停在已碾压完成的路段。
- f) 压路机不应在已完成或正在碾压的路段上调头和急刹车。
- g) 压路机碾压时应重叠 1/3 轮宽。
- h) 碾压路线及碾压方向不应突然改变。

6.5.6 水泥稳定材料结构层施工时，应在混合料处于或略大于最佳含水率的状态下碾压。气候炎热干燥时，碾压时的含水率可比最佳含水率增加 0.5~1.5 个百分点。碾压过程中，摊铺结构层表面应始终保持湿润，如水分蒸发过快，可采用喷雾方式适量补水，不应高压补水。

6.5.7 基层边缘压实宜采用钢模板支撑或超宽压实。当边缘有模板、路缘石、路肩等支撑时，应紧靠支撑碾压。

6.5.8 初压区、复压区、终压区应采用阶梯式接头处理。阶梯接头拥包处，用人工耙松整平后再压实。

6.5.9 碾压完成后，应尽快进行压实度检测。

6.5.10 大厚度碾压还应符合下列规定。

- a) 宜采用大激振力液压振动压路机为主的碾压方式。压实厚度在 30cm~40cm 时，应采用不低于 32t 的钢轮振动压路机，激振力应不小于 550kN；压实厚度在 20cm~30cm 时，应采用不低于 22t 的钢轮振动压路机，激振力应不小于 400kN。配合使用的钢轮振动压路机应不低于 20t，胶轮压路机应不低于 26t。
- b) 表面如果有裂纹或不能全部消除表面皱纹，强振中间可增加胶轮压路机碾压或在强振后增加胶轮压路机碾压。
- c) 大厚度碾压可采用表 11 推荐的碾压工艺。

表11 水泥稳定级配碎石大厚度碾压推荐碾压工艺

碾压阶段	压路机类型	碾压速度 (km/h)	碾压遍数	基本要求
初压	钢轮压路机 (20t以上)	2~3	1~2	静压或前进时静压后退时弱振
复压	钢轮压路机 (22t以上)	2~5	3~5	先弱振再强振

碾压阶段	压路机类型	碾压速度 (km/h)	碾压遍数	基本要求
	(压实厚度20cm~30cm)		3~5	
	钢轮压路机 (32t以上)			
	(压实厚度30cm~40cm)			
	胶轮压路机 (26t以上)	2~5	1~2	强振中间增加或强振后增加
终压	钢轮压路机 (20t以上)	2~5	1~2	静压

6.6 接缝处理

- 6.6.1 正常路段混合料摊铺每天应连续施工，尽量减少施工接缝，桥头施工应一次成型。
- 6.6.2 对水泥稳定材料，因故中断时间大于 2h、一个工作日结束后的接头断面以及通过桥涵特别是明涵、通道时，应设置横向接缝，并应符合下列规定。
- a) 横向接缝应与路面车道中心线垂直设置，接缝断面应为竖向平面。
 - b) 人工将末端含水率合适的混合料整齐，紧靠混合料末端放两根方木，方木的高度应与混合料的压实厚度相同，整平紧靠方木的混合料；方木的另一侧用砾石或碎石回填约 3m 长，其高度应高出方木 2cm~3cm，并碾压密实；在重新开始摊铺混合料之前，应将砾石或碎石和方木除去，并将下承层顶面清扫干净；摊铺机应返回到已压实层的末端，重新开始摊铺混合料。未按上述方法处理横向接缝时，应将摊铺机附近及其下面未经压实的混合料铲除，并将已碾压密实且高程和平整度符合要求的末端挖成与路中心线垂直并垂直向下的断面，再摊铺新的混合料。
 - c) 横向接缝处应采用水泥浆进行处理，保证接缝处的整体性。
- 6.6.3 道路宽度小于 7m 应全幅施工，道路宽度大于 7m 可采用分幅施工。两台摊铺机梯队施工时的纵向接缝断面应为竖向平面，压路机跨缝碾压时一次碾压密实。

6.7 养生

- 6.7.1 混合料碾压完成并经压实度检测合格后，应及时养生。养生期应不少于 7d，宜延长至上层结构开始施工前的 1d~2d。当日最高气温在 10℃ 以下时，应适当延长养生时间。以水泥掺配全固废胶凝材料为结合料时，养生期应不少于 10d。
- 6.7.2 养生宜采取下列方式。
- a) 透水式土工布覆盖养生。宜先将透水式土工布湿润，然后人工覆盖在碾压完成的基层顶面，之后采用洒水车直接在透水土工布上洒水；铺设过程中应注意缝之间的搭接，不应留有空隙；在养生过程中应采取有效措施防止土工布破损。
 - b) 中北部分区的高速公路和一级公路宜采用透水式土工布加塑料薄膜双层覆盖养生。
- 6.7.3 洒水车应采用喷雾式喷头洒水，不应采用高压式喷管喷水。每天洒水次数应视气候而定，在养生期内应保持水泥稳定材料基层始终处于湿润状态。洒水车行驶速度应小于 40km/h，宜小于 20km/h。
- 6.7.4 宜制作带有把手的立方体试块或其它移动方便的物体固定土工布，不应采用土颗粒或基层废料等具污染性材料压边。
- 6.7.5 养生期间应采取隔离措施封闭交通，进行交通管制。确需车辆通行时，载重车辆的轴载应不大于 13t。
- 6.7.6 水泥稳定材料层过冬时，宜在养生结束后施工至上层沥青层；条件受限时应施工至封层，并封闭交通。
- 6.7.7 摊铺上层沥青面层之前，层间处治应符合 JTG/T F20 中的规定。封层类型应结合基层、面层结构及保通方式等综合确定。

7 施工质量标准与控制

- 7.1 当采用重型击实法确定最大干密度时，高速公路和一级公路压实度标准宜提高 1~2 个百分点。
- 7.2 对于双层连续铺筑的水泥稳定材料基层，应钻取芯样检验其层间结合效果及完整性。
- 7.3 对于大厚度水泥稳定材料层摊铺，压实度检测应采用整层灌砂试验方法，灌砂深度应与现场摊铺厚度一致。
- 7.4 水泥稳定材料含水率检测应符合表 12 的规定。

表12 水泥稳定材料含水率检测要求

分区	内容	频率	测定含水率与规定含水率误差（%）
中北部	含水率	每1000m²1次	0~2
南部	含水率	每1000m²1次	-1~2

- 7.5 以水泥掺配全固废胶凝材料为结合料时，取芯龄期宜为 10d，强度验证指标宜采用 10d 龄期无侧限抗压强度。
- 7.6 其他施工质量标准与控制应符合 JTG/T F20、JTG F80/1 中的规定。
- 7.7 高速公路和一级公路宜采用智能化设备开展拌和及碾压过程动态质量监控。

8 安全和环保

- 8.1 水泥稳定材料基层施工应有良好的劳动保护，确保施工安全。
- 8.2 有条件时应积极利用工业固废材料，提高基层资源节约、绿色环保水平。应用前应做环保评价，并满足国家相关规定。
- 8.3 工业固废材料利用应具备必要的防止或降低噪声、粉尘处理等污染防治设施。利用过程的污染防治应符合 HJ 1091、JTG 2310 中的规定。
- 8.4 应对煤矸石堆放场地等进行专项安全设计，制定自然发火防治技术方案，做到安全生产。

附 录 A

(规范性)

煤矸石粗集料浸水软化系数试验方法

A.1 仪器设备

- A.1.1 套筛：方孔筛孔径2.36mm、9.5mm、13.2mm，并配有筛底和筛盖。
- A.1.2 天平：量程不小于5kg，感量不小于0.1g。
- A.1.3 压力机：不小于500kN，应能在10min到达400kN。
- A.1.4 石料压碎值试验仪：由内径150mm、两端开口的钢制圆形试筒、压柱和底板组成。
- A.1.5 浸水桶：圆柱形，直径100mm~150mm，高150mm~200mm。
- A.1.6 金属棒：直径10mm~15mm，长450mm~600mm，一端加工成半球形。

A.2 试验准备

- A.2.1 采用温度不超过100℃烘箱烘干至恒重的煤矸石用13.2mm和9.5mm标准筛过筛，取9.5mm~13.2mm的试样6组各3000g，供试验用。
- A.2.2 将其中三组煤矸石集料试样分别放入3个浸水桶中加水浸泡24h，水面高度高于集料10mm以上，24h后将浸水的煤矸石集料烘干至恒重，并冷却至室温。

A.3 试验步骤

应符合JTG E42 T0316的规定。

A.4 计算

A.4.1 煤矸石压碎值

应符合JTG E42 T0316的规定。

A.4.2 浸水软化系数

浸水软化系数按式（A.1）计算，精确到0.1%。

$$\gamma = (Q_1/Q_2) \times 100\% \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- γ ——浸水软化系数（%）；
- Q_1 ——浸水24h的煤矸石压碎值代表值（%）；
- Q_2 ——未浸水的煤矸石压碎值代表值（%）。

附录 B
(规范性)

水泥稳定钢渣、水泥稳定锰渣混合料级配修正方法

B.1 对含有两种及以上矿料成分的混合料进行级配设计时，应对得到的配合比换算成质量配合比，具体的换算方法见表 B.1。

表B.1 级配修正中的等体积换算方法

矿料成分	设计配合比/%	毛体积相对密度	质量分量/%	换算后质量配合比/%
1	P ₁	γ ₁	P ₁ *γ ₁	(P ₁ *γ ₁ /Σ)*100
2	P ₂	γ ₂	P ₂ *γ ₂	(P ₂ *γ ₂ /Σ)*100
3	P ₃	γ ₃	P ₃ *γ ₃	(P ₃ *γ ₃ /Σ)*100
.....
n	P _n	γ _n	P _n *γ _n	(P _n *γ _n /Σ)*100
合计	100	/	Σ	100

B.2 钢渣、锰渣粗集料的密度与天然集料的密度差异较大，在配料时需将体积配比换算成质量配比成型混合料，体积配比与质量配比按集料的毛体积密度进行换算，换算过程见公式 (B.1) 和公式 (B.2)。

$$M = p_i \times r_i \times 100\% \dots\dots\dots (B.1)$$

$$N = \frac{p_i \times r_i}{\sum_{i=1}^n p_i \times r_i} \times 100\% \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：
M——质量相对分量；
N——换算后的质量配合比；
P——设计配合比；
r——毛体积相对密度。