

《公路水泥稳定类基层脱硫锰渣应用技术规范》
地方标准编制说明

2025 年 04 月

目 次

一、工作概况.....	1
二、制定标准的必要性和意义	1
三、主要起草过程	4
四、编制原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系	5
五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述	7
六、重大意见分歧的处理依据和结果	21
七、实施标准的措施及建议	21
八、知识产权说明	22
九、其他说明的事项	22

《公路水泥稳定类基层脱硫锰渣应用技术规范》 地方标准编制说明

一、工作概况

（一）任务来源

2024 年初，由宁夏公路勘察设计院有限责任公司申请《公路水泥脱硫锰渣稳定碎石基层应用技术规范》地方标准的立项，按照《自治区市场监督管理局关于下达 2023 年宁夏地方标准制（修）订计划的通知》（宁市监发【2023】176 号），批准《公路水泥脱硫锰渣稳定碎石基层应用技术规范》地方标准的制订。编制过程中，结合宁夏地区公路建设的实际需求，2024 年 5 月宁夏公路勘察设计院有限责任公司向宁夏回族自治区市场监督管理局申请变更地方标准名称为《公路水泥稳定类基层脱硫锰渣应用技术规范》，标准由宁夏回族自治区交通运输厅提出、归口并组织实施。

（二）起草单位

本标准项目主要承担单位：宁夏公路勘察设计院有限责任公司。

协作单位：宁夏大学、宁夏天元锰业集团有限公司、宁夏公路管理中心参加起草。

二、制定标准的必要性和意义

截至 2022 年底，宁夏地区公路总里程达到 3.76 万公里，其中高速公路通车里程为 2079 公里。按照《宁夏回族自治区综合交通运输体系“十四五”发展规划》，到 2035 年，宁夏公路通车里程将增至 3.85

万公里，其中高速公路达到 2400 公里，普通国道、省道二级及以上公路比重分别达到 96%和 50%。

目前，水泥稳定碎石是我国公路路面基层最主要的结构层和材料，也是宁夏地区应用普遍的基层材料，其作为典型的半刚性基层材料，在公路建设中具有重要意义。与此同时，脱硫锰渣作为一种具有潜在应用价值的工业副产品，其在公路水泥稳定基层中的应用也逐渐受到关注。然而，目前在该领域尚缺乏统一的技术规范和标准指导，导致各地在应用过程中存在技术参差不齐、质量难以把控等问题。因此，编制《公路水泥稳定类基层脱硫锰渣应用技术规范》标准，对于规范施工行为、保障工程质量、推动行业健康发展具有极为重要的现实意义。

（1）保障工程质量与安全

公路基层是公路结构的重要组成部分，其质量直接关系到公路的使用寿命和行车安全。脱硫锰渣作为一种新型材料，其物理、化学性质与传统材料存在差异。通过编制技术规范，明确脱硫锰渣在水泥稳定基层中的使用要求、施工工艺和质量控制标准，能够有效避免因材料特性差异导致的工程质量问题，确保公路基层的强度、稳定性和耐久性。

（2）推动资源循环利用与绿色发展

脱硫锰渣是工业生产过程中产生的固体废弃物，其大量堆积不仅占用土地资源，还可能对环境造成污染。编制技术规范，引导脱硫锰渣在公路建设中的合理应用，能够实现工业废弃物的资源化利用，减

少对天然砂石等资源的开采，降低工程建设成本，同时契合国家绿色发展理念，具有显著的经济和环境效益。

(3) 填补技术空白与规范行业发展

当前，我国在脱硫锰渣应用于公路基层领域的技术研究和工程实践尚处于起步阶段，缺乏统一的技术标准和规范指导。编制该技术规范，能够系统总结现有研究成果和实践经验，填补技术空白，为工程建设提供明确的技术依据，推动该领域技术的标准化、规范化发展，避免盲目施工和无序应用。

(4) 充分利用宁夏地区筑路材料的要求

宁夏地区不同区域的筑路材料分布和技术指标各有特点，而《公路路面基层施工技术细则》(JTG/TF20-2015)中对基层技术指标的路面要求较为宽泛。因此，有必要结合地材分布特征进行分区域的水泥稳定碎石基层材料选型。同时，宁夏地区存在大量脱硫锰渣，将其应用于公路水泥稳定类基层中，有利于打造绿色公路，助力宁夏黄河流域生态保护和高质量发展先行区建设。因此，有必要针对区域内脱硫锰渣应用于公路水泥基层中的技术要点进行规定，以实现技术的推广应用。

综上所述，通过对国内现有规范和地方标准的梳理，结合宁夏地区公路水泥稳定碎石基层设计与施工技术的实际需要和地区建设经验，从解决宁夏地区现有公路水泥稳定类基层脱硫锰渣建设实际问题角度出发，依据科研成果和经验总结编制《公路水泥稳定类基层脱硫锰渣应用技术规范》，对于提升工程质量、推动资源循环利用、

规范行业发展以及促进技术创新具有重要的现实意义和长远的战略价值。

三、主要起草过程

（一）成立起草组、确定分工

2024 年 3 月，地方标准项目任务下达后，由宁夏公路勘察设计院有限责任公司牵头成立标准编制起草组，确定主要负责人和编写组成员。

（二）收集资料

2024 年 4~7 月，开展了以下工作：收集相关国内外已有标准、科研研究成果等相关资料；收集区域内 2015 年至今的公路项目路面水泥稳定材料层应用资料；进行 G85 银昆高速公路（宁夏境）、S205 线西安至关庄公路等代表性项目的施工现场调研；与宁夏自治区交通运输综合执法监督局、宁夏自治区道路运输事务中心、宁夏公路工程造价管理站、中交基础设施养护集团宁夏工程有限公司、中交公路规划设计院有限公司宁夏分公司、宁夏交投工程建设管理有限公司、宁夏交通建设股份有限公司、宁夏公路桥梁建设有限公司等单位开展技术交流研讨会。

（三）编制标准草案

2024 年 8~11 月，标准起草组对所收集的资料进行理、分析，开展室内试验，编写标准内容，形成工作组讨论稿。

2024 年 12 月，对讨论稿进行相关专家意见征询，对意见和建议认真分析、充分理解的基础上，经编制组讨论修改后形成标准征求意见

见稿。

（四）调研及征求意见

2025 年 1 月在自治区市场监督管理厅网站上公开标准文本和编制说明，进行线上广泛征求意见，为期 30 天；通过线上线下的方式广泛征求意见。同时以公文及电子邮件的形式向宁夏公路勘察设计院有限责任公司、宁夏自治区交通运输综合执法监督局、宁夏自治区道路运输事务中心、宁夏公路工程造价管理站、宁夏自治区公路水路发展中心、宁夏交投工程建设管理有限公司、宁夏交通建设股份有限公司、宁夏公路桥梁建设有限公司等有关单位发放本标准征求意见稿，开展线下征求意见。

2025 年 2 月收集意见并进行整理，并根据采纳意见对标准文本进一步修改并形成了《公路水泥稳定类基层脱硫锰渣应用技术规范》（送审稿）和编制说明，保证该标准的科学性和适用性。

（五）报批审核

2025 年 3 月，编制组对送审专家意见和建议修改完毕，形成《公路水泥稳定类基层脱硫锰渣应用技术规范》（报批稿），提交报批申请。

四、编制原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

（一）编制原则

（1）突出区域特点、有的放矢。

针对近年来宁夏地区水泥稳定碎石建设中存在的实际问题，结合区域内已有的成功经验，重点开展标准制订工作，以进一步提炼经验、总结成果，并通过形成地方标准的方式实现技术的推广应用。

(2) 技术内容要科学、合理、可操作。

积极吸纳近年来区域内及国内水泥稳定碎石基层设计、施工、质量监控、检查验收等方面的研究成果；广泛征集运营管理部门、设计单位、施工单位、质量监督检查单位等行业内意见，凝聚共识；积极吸纳近年来区域内工程验证的成熟技术和好经验、好做法。制订的技术内容要充分考虑工程实施的可行性和可操作性。

(3) 与相关规范要协调一致。

在公路行业标准规范体系顶层设计的指导下，理清本标准与《公路沥青路面设计规范》(JTG D50-2017)、《公路路面基层施工技术细则》(JTG/TF20-2015)、《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1-2017)等现行行业标准的关系，明确主从关系，开展本标准的制订工作。

(二) 编制依据

在本标准制定过程中，立足于宁夏地区公路水泥稳定材料层的应用需求和存在的问题，深入调研了区域内已建和在建的高速公路、普通国省干线公路水泥稳定材料层的应用情况，参照了与水泥稳定材料层设计与施工相关的国家、行业、团体及地方标准，并积极借鉴国内外的成熟技术和先进经验，对宁夏地区公路水泥稳定类基层脱硫锰渣的应用进行了详细而明确的规定。

(三) 与现行法律法规、标准的关系

本标准遵守了我国有关的政策法规，与其他相关标准保持了标准之间的协调统一。本标准制定过程未检索到国际标准或国外先进标准。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

（一）主要条款说明

本标准规定了宁夏地区公路水泥稳定类基层脱硫锰渣的原材料要求、混合料组成设计、混合料的生产及摊铺和碾压、养生及层间处理、施工质量标准与控制、安全和环保要求，本标准适用于宁夏地区各等级公路新建、改扩建和养护工程路面水泥稳定材料基层设计和施工。

具体条款如下：

- （1）范围：概括文件主要技术内容及适用界限。
- （2）规范性引用文件：本标准所引用的现行国家、行业及团体标准。
- （3）术语和定义：对本标准内相关术语进行阐述。
- （4）原材料要求：对水泥稳定类基层脱硫锰渣的结合料、集料、添加剂等原材料技术要求进行规定。
- （5）混合料组成设计：对水泥稳定类基层脱硫锰渣的强度要求、推荐级配及技术要求、配合比设计技术要求等进行规定。
- （6）混合料的生产及摊铺和碾压：对水泥稳定类基层脱硫锰渣的材料拌和、运输、摊铺、碾压等技术要求进行规定。
- （7）养生、层间处理及其他：对养生、层间处理及其他等技术要求进行规定。
- （8）施工质量标准与控制：对水泥稳定类基层脱硫锰渣施工质

量标准与控制要求进行规定。

（9）安全和环保：对水泥稳定类基层脱硫锰渣的材料设计和施工过程中的安全和环保要求进行规定。

（二）主要技术指标、参数、试验验证的论述

在本标准编制过程中，通过现场调研、资料分析、室内试验、专家咨询等各种方法，对水泥稳定材料基层设计与施工的技术指标及参数等进行了深入分析，确保各技术标准条文的准确性和可靠性。

（1）术语和定义

本标准结合《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20-2015）提出脱硫锰渣集料和水泥稳定脱硫锰渣的术语定义。

（2）原材料要求

1）水泥技术要求

水泥技术要求应符合表 1 的规定。

表 1 水泥技术要求

项次	项目	技术要求	试验方法
1	pH 值	≥4.5	JGJ 63
2	CL 含量（mg/L）	≤3500	
3	SO ₂ -4 含量（mg/L）	≤2700	
4	碱含量（mg/L）	≤1500	
5	可溶物含量（mg/L）	≤10000	
6	不溶物含量（mg/L）	≤5000	
7	其他杂质	不应有漂浮的油脂和泡沫及明显的颜色和异味	

2) 集料要求

集料技术与规格要求应符合表 2 和表 3 的规定。

表 2 集料技术要求

指标	单位	技术要求		试验方法
		粗集料	细集料	
压碎值 ¹ , 不大于	%	26	—	T 0316
水洗法<0.075 mm 颗粒含量, 不大于	%	3	15	T 0310、T 0333
砂当量 ² , 不小于	%	—	50	T 0334
片状颗粒含量, 不大于 4.75 mm~9.5 mm 大于 9.5 mm	%	25 15	—	T 0312
软石含量, 不大于	%	5	—	T 0320
塑性指数, 不大于	%	—	17	JTG 3430
硫酸盐含量, 不大于	%	—	0.25	JTG 3432

表 3 集料规格要求

规格(mm)	筛孔							
	31.5	26.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
20~30		±15 %	±8 %					
10~25		±15 %		±8 %	±7 %			
10~20			±10 %	±8 %				
5~10				±8 %	±7 %			
3~5						±7 %		
0~5					±7 %			不超过 15 %
0~3						±7 %		不超过 15 %

3) 脱硫锰渣要求

道路基层对原材料的物理力学性能等技术指标应满足《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20-2015) 中相关要求, 脱硫锰渣替代部分碎石作为被稳定材料, 其技术指标与化学指标要求见表 4 和表 5。

表 4 脱硫锰渣技术指标

替代粒径的针片状颗粒含量（%）			压碎值（%）
4.75~9.5 mm	9.5~19 mm	19~26.5 mm	
≤18			≤22

表 5 脱硫锰渣化学指标要求

检测项目		技术要求		试验方法
		高速公路和一级公路	二级及以下公路	
游离氧化钙（%）		≤2.5	≤3.0	YB/T4328
放射性核素限量	内照射指数	≤1.0		GB 6566
	外照射指数	≤1.0		

（3）脱硫锰渣生产工艺和理化性质分析

1) 脱硫锰渣生产工艺

宁夏天元锰业投资 4.3 亿元，建成世界上首条电解锰渣处理生产线。电解锰渣经高温煅烧脱硫处理后，形成脱硫电解锰渣，简称脱硫锰渣，年均产生脱硫锰渣 55 万吨。脱硫锰渣的生产工艺如图 1 所示。

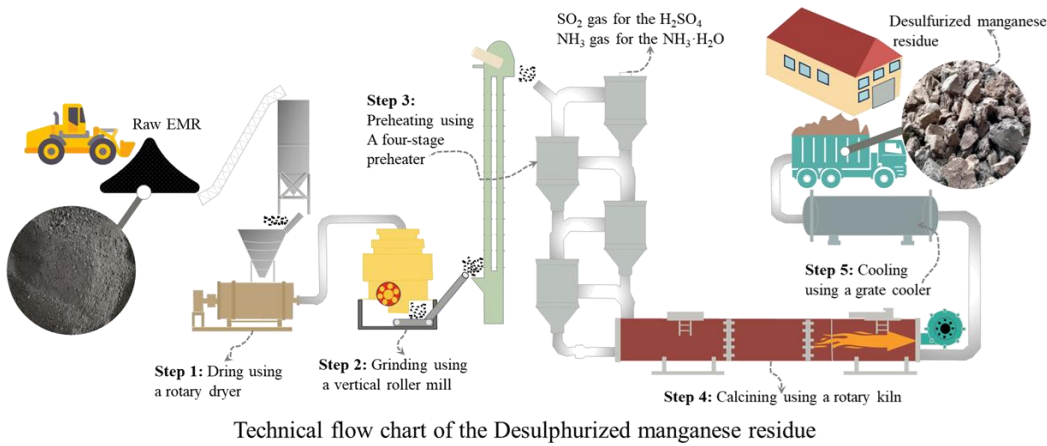


图 1 脱硫锰渣生产工艺流程图

2) 脱硫锰渣理化性质分析

图 2 为脱硫锰渣 XRD 衍射图谱。由图可知，脱硫锰渣主要有 8

种衍射峰，其主要晶相为石英相 SiO_2 、石膏相、傅硅钙石相、硅酸钙相、斜方沸钙石相、斜方硅钙石相、粒硅钙石相、氢氧硅酸钙石相等。其中石英相、斜方硅钙石相和石膏相的衍射峰较为尖锐，说明其结晶度高或者晶粒较大。

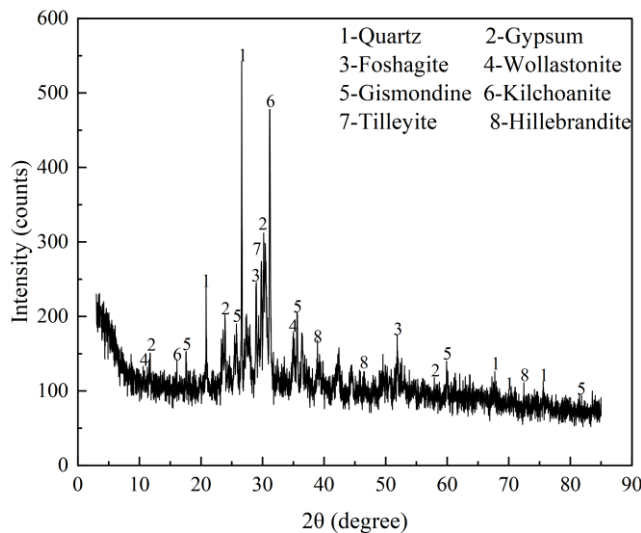


图 2 脱硫锰渣 XRD 衍射图

表 6 为脱硫锰渣的化学组成分析。由表可知，脱硫锰渣的 SiO_2 的含量达到 40.22%，主要以粘土类矿物为主，其硅铝组分含量较高，最高占比达 48.00%。

表 6 脱硫锰渣的化学组成分析

名称	SiO_2	CaO	Al_2O_3	MnO	Fe_2O_3	MgO	SO_3	Na_2O	K_2O	其他
含量(%)	40.22	31.14	7.98	6.63	6.41	1.89	1.36	1.31	1.25	1.83

图 3 为脱硫锰渣 SEM 图。由图可知，在 2 μm 标尺长度下脱硫锰渣微观形态主要以块状、板状、板柱状和纤维状集合体为主，其表面有小的粒状颗粒包裹。它们相互胶结形成一个整体，但内部存在些许孔隙。脱硫锰渣中板状或板柱状晶体为钙长石，块状集合体为石英，而致密的纤维状集合体为硅灰石其表面小的致密粒状颗粒为无水石

膏。

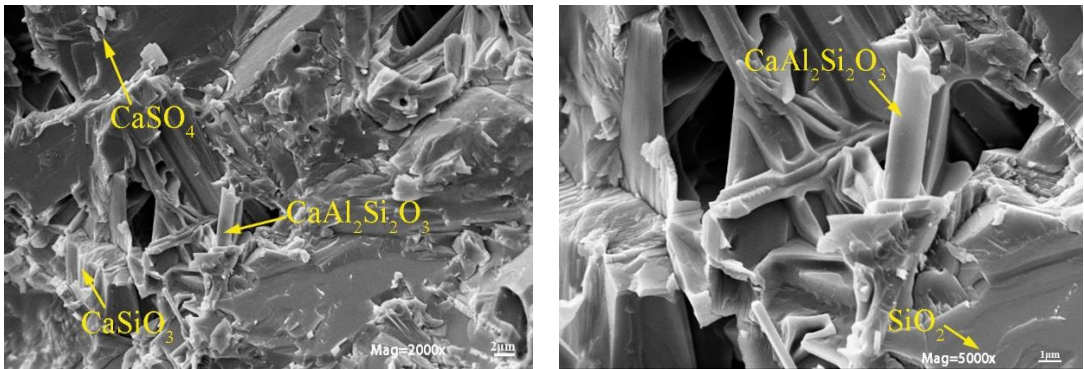


图 3 脱硫锰渣 SEM 图

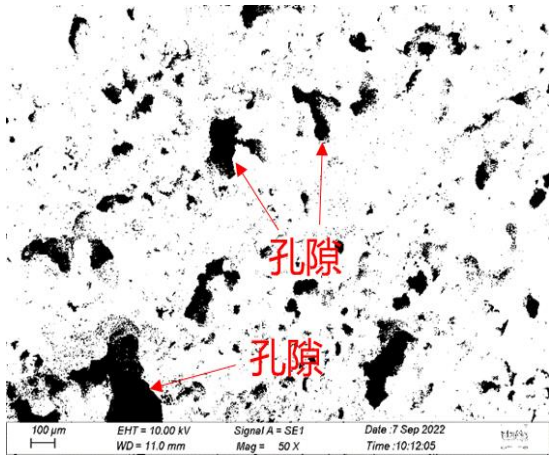


图 4 脱硫锰渣二值化处理后的图像

图 4 为脱硫锰渣二值化处理后的图像，图 5 为基于灰度直方图的阈值二值选择。由图 4 和图 5 可知，脱硫锰渣属无机多孔材料，其微观孔隙的比例约占 10.52 %。

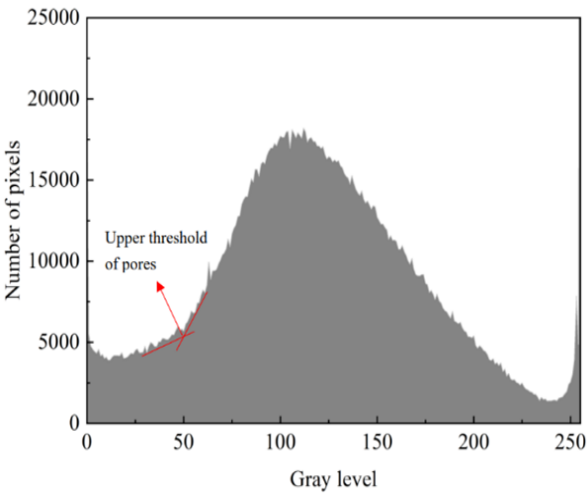


图 5 基于灰度直方图的阈值二值选择

图 6 为脱硫锰渣吸水率随时间变化曲线。由图可知，脱硫锰渣的吸水率远高于碎石集料且吸水速率较快，15 min 吸水率平均可达到 24 h 吸水率的 85 %，1 h 吸水率平均可达到 24 h 吸水率的 95 %。这是由于脱硫锰渣具有一定的宏观和微观孔结构，这些孔结构会产生许多相互作用的力，如毛细力、范德华力等，所以使得脱硫锰渣的吸水率高于碎石集料。

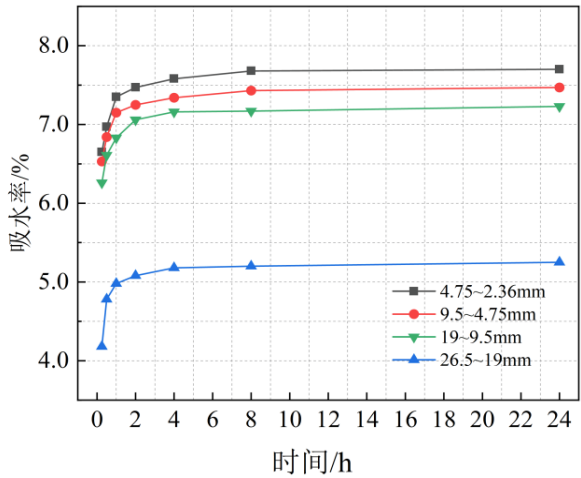


图 6 脱硫锰渣吸水率随时间变化曲线

图 7 为不同温度下脱硫锰渣失水率。由图可知，脱硫锰渣 4.5~9.5 mm 粒径失水率最低。在 25℃ 温度下放置 1 d 后脱硫锰渣的平均失水率为 63%，在 50℃ 温度下放置 8.5h 后其平均失水率为 66%。

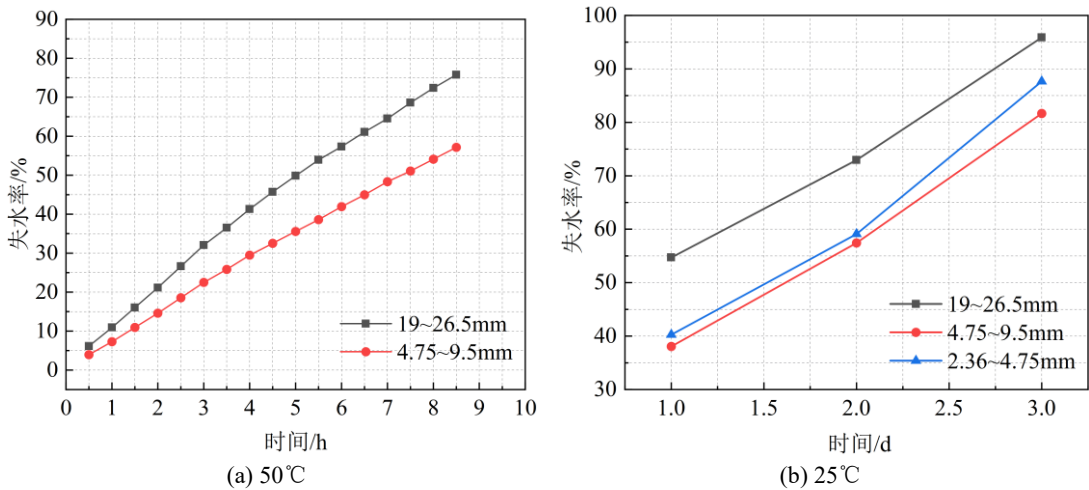


图 7 为不同温度下脱硫锰渣失水率

图 8 为脱硫锰渣膨胀率随时间变化曲线。由图可知，3 个试样的膨胀率随时间变化规律基本相同，最大膨胀率分别为 0.106%、0.103%、0.099%，浸水 10 d 后的平均膨胀率为 0.103%。

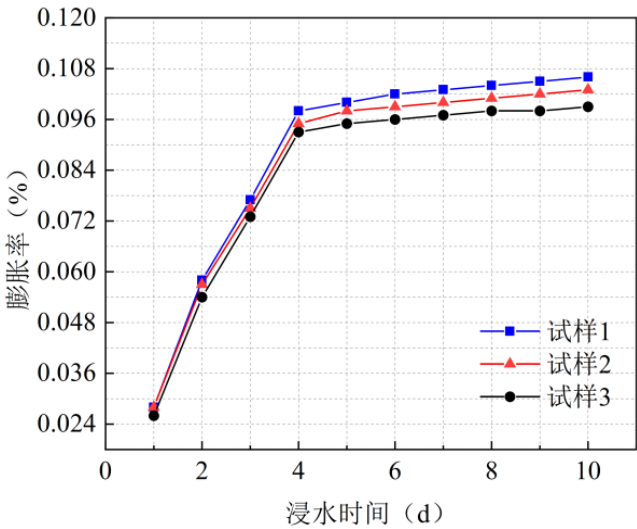


图 8 脱硫锰渣膨胀率随时间变化曲线

f-CaO 的存在会导致体积不稳定性、强度下降和耐久性降低，进而影响道路的使用寿命。因此，脱硫锰渣用作基层之前，对其 f-CaO 含量的测定是必要的。表 7 为脱硫锰渣 f-CaO 检测结果。由图可知，脱硫锰渣 f-CaO 含量检验结果为 0。

表 7 脱硫锰渣 f-CaO 检测

检测项目	技术要求	检测结果	单项判定
游离氧化钙 (%)	/	0.0	/

图 9 为脱硫锰渣浸出液 pH 值。由图可知，脱硫锰渣浸出液的 PH 值在 7.89~8.42 之间，总体呈弱碱性。表 8 为脱硫锰渣浸出毒性测试结果。由表可知，脱硫锰渣的浸出液中包含了锰、砷、磷等物质，符合《污水排放综合标准》(GB8978-1996) 的标准，根据国家对一般工业废弃物的判定标准，脱硫锰渣属于第 II 类一般工业固体废物。

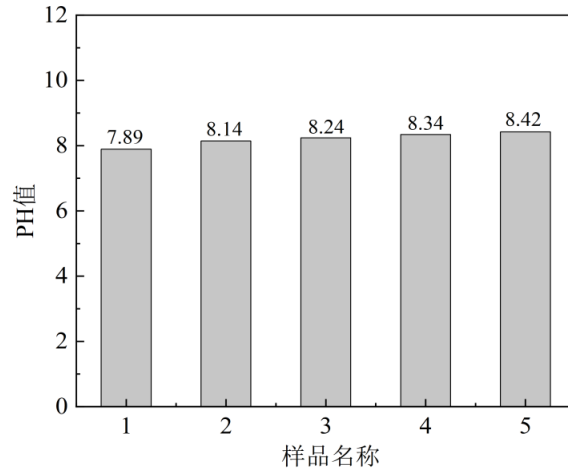


图 9 脱硫锰渣浸出液 PH 值

表 8 脱硫锰渣浸出毒性测试结果

测试项目	检出值 (mg/L)	GB8978-1996 标准限值 (mg/L)
Mn	0.4720	2.0
As	0.2950	0.5
P	0.0260	0.3
Pb	0.0190	1.0
Ni	0.0150	1.0
Zn	0.0130	5.0
Se	0.0090	0.2
Cu	0.0040	1.0
Cr	0.0009	1.5
Cd	0.0001	0.1

(4) 水泥稳定脱硫锰渣材料设计

1) 集料级配

选用 G11、G8、G3、XG1 和 XG2 进行级配碎石掺比设计，上述 5 种规格材料掺配比例分别为 15%、25%、25%、10%和 25%。按照上述掺配比例进行集料级配设计，级配范围符合规范推荐的 CF-A-2S。集料合成级配见表 9 和图 10。

表 9 集料合成级配

筛孔尺寸(mm)	26.5	19.0	16.0	9.5	4.75	2.36	0.60	0.075
级配上限	100	88	82	64	40	28	14	5
级配中值	100	83.5	76	56.5	35	23.5	11	3.5
级配下限	100	79	70	49	30	19	8	2
合成级配	100	85	75	60	35	25	10	3

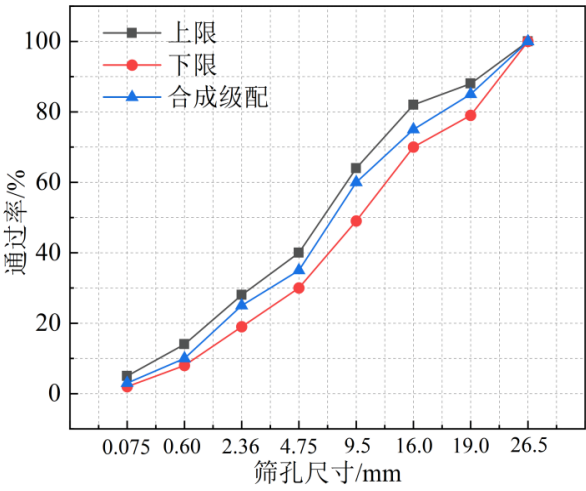


图 10 合成级配曲线图

2) 掺配方案设计

为最大化利用脱硫锰渣，将脱硫锰渣集料按照 0，15%，30%，45%，60%的质量比例替代碎石集料制备水泥稳定脱硫锰渣碎石混合料，取代比例及配合比如表 10 所示。

表 10 脱硫锰渣替代碎石的比例

不同集料质量分数 (%)					
脱硫锰渣替代比例	碎石粒径 (mm)				
	0~2.36	2.36~4.75	4.75~9.5	9.5~19	19~26.5
0	25	10	25	25	15
15	25	0	20	25	15
30	25	0	5	25	15
45	25	0	0	15	15
60	25	0	0	0	15

注：极重、特重交通最大替代比例≤45%，中、轻交通替代碎石最大替代比例≤60%。

(4) 水泥稳定脱硫锰渣路用性能

1) 击实试验

击实试验是控制基层压实度不可或缺的重要试验项目,针对 0%、15%、30%、45%、60%这五种脱硫锰渣掺量对应的混合料分别进行了击实试验,所得混合料最大干密度和最佳含水率线如图 11 所示。由图可知,随着脱硫锰渣掺量的增加,混合料的最大干密度减小,最佳含水率增大,这是由于脱硫锰渣的性质决定的。因脱硫锰渣密度小、吸水率大,掺量越多,其对混合料性质的影响就越大。脱硫锰渣掺量由 0%变化到 60%时,最大干密度下降约 7.9%,而最佳含水率增大了约 35%。

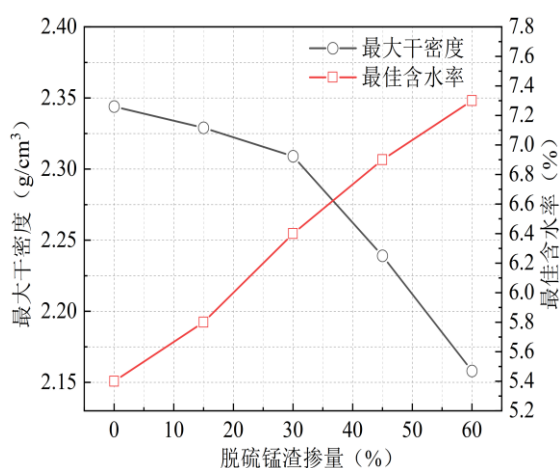


图 11 不同脱硫锰渣掺量下干密度-含水率曲线

2) 抗冻性能试验

图 12 为冻融循环后试件的抗压强度损失。由图可知,经过 5 次冻融循环后不同替代率下脱硫锰渣的无侧限抗压强度均有一定程度的下降,但各配合比在 28 d 龄期的抗压强度损失率超过了 85%,表明各配合比都有较好的抗冻性。当脱硫锰渣掺量小于 30%时其抗压强度损失率均高于未掺脱硫锰渣的试件,当脱硫锰渣掺量为 45%时其抗

压强度损失略低于未掺脱硫锰渣的试件。可见掺入一定量的脱硫锰渣会对其抗冻性有一定的提高作用。

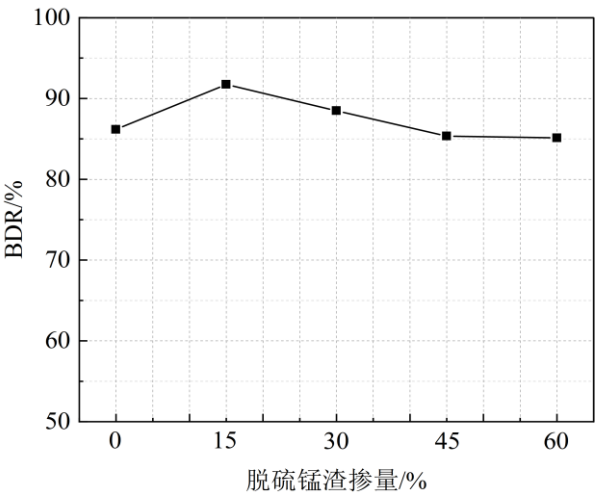


图 12 冻融循环后试件的抗压强度损失

3) 长期浸水性能试验

图 13 和图 14 分别为不同替代率下水泥稳定脱硫锰渣无侧限抗压强度与劈裂抗拉强度随浸水时间的变化曲线。由图 13 可知，随着浸水时间的延长，试件的无侧限抗压强度增长缓慢。不掺脱硫锰渣的试件浸水 10 d 后无侧限抗压强度反而有所下降。可见掺入一定量的脱硫锰渣可提高其抗水损害能力。随着浸水时间的逐渐延长，不同脱硫锰渣掺量试件的劈裂抗拉强度逐渐增加。

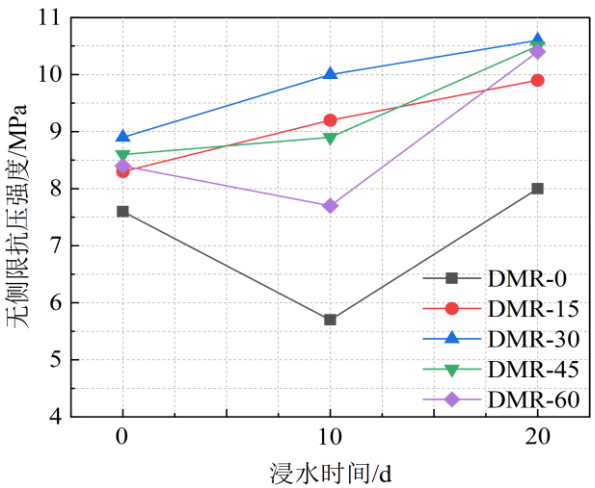


图 13 无侧限抗压强度随浸水时间的变化曲线

由图 14 可知，随着浸水时间的不断增加，抗拉强度和抗压强度基本保持一致的变化趋势，都随着浸水时间的延长而增长，前期增长比较快，后期强度增长逐渐平缓。

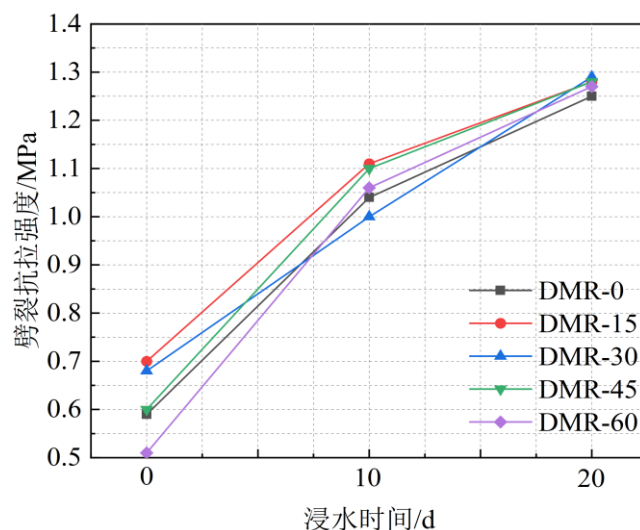


图 14 劈裂抗拉强度随浸水时间的变化曲线

4) 抗压回弹模量试验

抗压回弹模量表示的是材料在竖向荷载作用下，应力与回弹变形的关系。图 15 为不同替代率下水泥稳定脱硫锰渣抗压回弹模量的变化曲线。

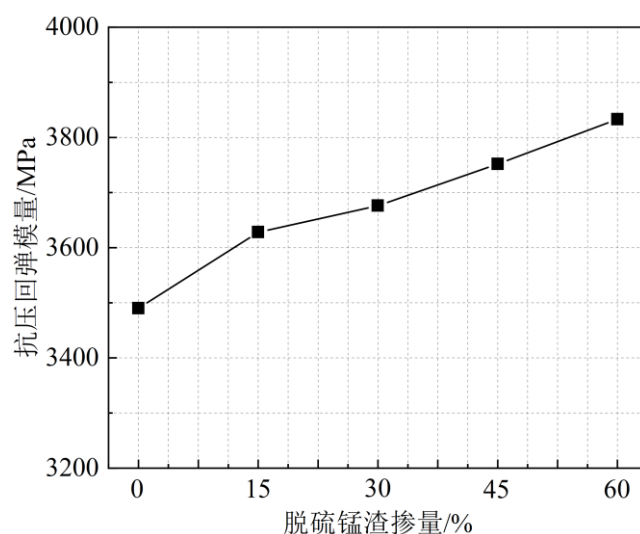


图 15 抗压回弹模量的变化曲线

由图可知，混合料的抗压回弹模量随脱硫锰渣掺量的增大，呈增

大趋势，脱硫锰渣掺量为 60%时相比于掺量为 0%时，抗压回弹模量提高了 9.8%。这是由于脱硫锰渣孔隙率较碎石集料大，由于水泥浆体及水化产物渗入到孔隙中，使得脱硫锰渣表面与水泥的界面粘结力增大，加强了混合料的整体性，进而使得混合料的抗压回弹模量增大。

5) 膨胀性试验

图 16 为不同替代率下水泥稳定脱硫锰渣膨胀率的变化曲线。由图可知，当脱硫锰渣掺量为 0%时，试件的膨胀率为 0.46%，当脱硫锰渣掺量为 60%时其膨胀率为 0.40%，可见脱硫锰渣的掺入对混合料的膨胀性基本无影响。

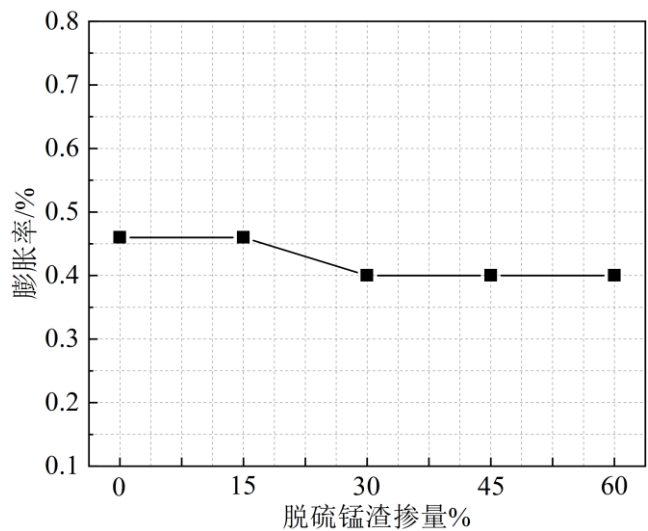


图 16 膨胀率的变化曲线

6) 环保性能试验

通过模拟 20 年降雨，同时对浸出液中重金属离子含量进行检测，研究了 20 年降雨对水泥粉煤灰稳定脱硫锰渣碎石混合料中重金属离子的浸出作用。表 11 为脱硫锰渣 30%替代率下的重金属离子含量检测结果。由表可知，浸出液中重金属离子含量均远远低于国家标准的限值。说明水泥稳定脱硫锰渣的环保性能优异。随着模拟次数的增多，

铅、镍、锌、硒、铜、铬、镉的含量均呈现下降的趋势，但锰、砷的含量呈现先下降后上升的趋势。

表 11 重金属离子含量检测结果

测试项目	第 1 年检出值 ($\mu\text{g/L}$)	第 5 年检出值 ($\mu\text{g/L}$)	第 20 年检出值 ($\mu\text{g/L}$)	GB8978-1996 标准限值 (mg/L)
Mn	0.797	0.396	0.740	2.0
As	30.023	0.658	0.962	0.5
Pb	0.000	0.000	0.016	1.0
Ni	3.695	0.387	0.187	1.0
Zn	1.172	0.138	0.053	5.0
Se	11.933	4.132	3.239	0.2
Cu	13.958	1.316	0.299	1.0
Cr	33.041	8.804	6.704	1.5
Cd	0.009	0.000	0.000	0.1

因此，基于平衡混合料性能与充分利用固废材料的双重考量，本标准依据各项室内试验结果，提出可根据拟建公路的等级要求，选择合适的脱硫锰渣替代碎石的比例。

六、重大意见分歧的处理依据和结果

本标准的编制主要按照 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》给出的规则进行编写。编制过程中注重宁夏特色的体现，无重大意见分歧。

七、实施标准的措施及建议

本标准从解决宁夏地区现有公路水泥稳定类基层脱硫锰渣建设实际问题角度出发，充分借鉴和吸纳行业及地方省份水泥稳定材

料基层设计与施工先进理念和研究实践成果，规定宁夏地区公路水泥稳定类基层脱硫锰渣的原材料要求、混合料组成设计、施工工艺、施工过程动态质量监控、检查与验收、安全和环保要求，适用于宁夏自治区各等级公路新建、改扩建及养护项目，对有效提升水泥稳定类基层脱硫锰渣的建设质量，促进宁夏地区公路的高质量建设提供技术支撑。

建议本标准完成制订、批准发布后，由编制单位组织全区范围内从事水泥稳定类基层脱硫锰渣设计、施工及管理等单位的相关技术人员，开展宣传、培训、标准发放工作，使其掌握本标准的各项技术要求，真正能得到实际应用。同时，对标准执行情况进行跟踪调查，发现问题，不断修订完善。

八、知识产权说明

各方原有的知识产权仍归各方所有，本标准不涉及专利等知识产权。

九、其他说明的事项

本标准制定过程未检索到国际标准或国外先进标准。

本标准遵守了我国有关的政策法规。

本标准与其他相关标准保持了标准之间的协调统一。本标准主要参考标准：

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

GB18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

HJ 1091 固体废物再生利用污染防治技术导则

JTG B01 公路工程技术标准

JTG D50 公路沥青路面设计规范

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

GB 5749 生活饮用水卫生标准

GB/T 5750 生活饮用水标准检验方法

GB 8978 污水排放综合标准

GB/T 14848 地下水质量标准

HJ557 固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法

JGJ 63 混凝土用水标准

JTG 3420 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程

JTG 3430 公路土工试验规程

JTG E42 公路工程集料试验规程

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程