

煤基工业固废改良公路黄土路床技术规范

Technical specification for improved highway loess roadbed with
coal based industrial solid waste

2024 - 12 - 31 发布

2025 - 03 - 31 实施

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 原材料	2
5 设计	4
6 施工	5
7 质量管理和验收	6
附录 A（规范性） 容许延迟时间测定试验	8
附录 B（规范性） 水稳定系数试验	10
附录 C（规范性） 煤基工业固废改良材料剂量试验	11

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。

请注意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。

本文件由甘肃省交通运输厅提出并监督实施。

本文件由甘肃省交通运输标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：甘肃路桥建设集团有限公司、兰州大学、甘肃公路交通建设集团有限公司、中国科学院兰州化学物理研究所、窑街煤电集团有限公司。

本文件主要起草人：魏永锋、窦晖、王娟霞、曹贵、王爱勤、张伟、张兴军、张强强、牟斌、卢晓华。

本文件由甘肃路桥建设集团有限公司负责解释。

引 言

甘肃省煤基工业固废资源存量、分布广，且具有潜在的胶凝活性。现有研究和工程应用表明，煤基工业固废活性激发后可应用于改善黄土性能，从而提升黄土路床承载能力，将其应用于黄土路床改良能够实现煤基工业固废的规模化、资源化利用。为进一步规范甘肃省煤基工业固废改良黄土路床的原材料、设计、施工、质量管理及验收的技术要求，基于既有成果和工程实践编制了《煤基工业固废改良公路黄土路床技术规范》。

本文件是遵循现行《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610）、《黄土地区高速公路路基设计规范》（DB62/T 2991）和《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG F80/1）等规范要求，吸收甘肃省煤基工业固废改良公路黄土路床有关科技成果和应用实践经验，广泛征求相关单位和专家意见和建议编制而成。

煤基工业固废改良公路黄土路床技术规范

1 范围

本文件规定了煤基工业固废改良黄土路床的原材料、设计、施工、质量管理及验收的要求。
本文件适用于各等级公路新建或改（扩）建工程的黄土路床改良。

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/T 176 水泥化学分析方法
GB/T 1345 水泥细度检验方法 筛析法
GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
GB 5085.3 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别
GB 5749 生活饮用水卫生标准
GB/T 50145 土的工程分类标准
JTG 3441 公路工程无机结合料稳定材料试验规程
JTG 3450 公路路基路面现场测试规程
JTG/T 3610 公路路基施工技术规范
JTG D30 公路路基设计规范
JTG/T F20 公路路面基层施工技术细则
JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
DB62/T 2991 黄土地区高速公路路基设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

煤基工业固废 coal based industrial solid waste
利用煤的过程中产生的固体废弃物。

3.2

激发剂 activator
用于激发煤基工业固废胶凝活性的外加材料。

3.3

煤基工业固废改良材料 improvement materials with coal based industrial solid waste
以煤基工业固废为基材，添加激发剂复合而成的具有胶凝活性的合成材料。

3.4

改良黄土 improved loess

掺煤基工业固废改良材料的黄土。

3.5

容许延迟时间 permitted delay time

在保证无侧限抗压强度的前提下，改良黄土拌和至碾压成型前所容许的最长时间。

4 原材料

4.1 一般规定

用于公路路床填筑的黄土应符合GB/T 50145和DB62/T 2991的相关规定。

4.2 煤基工业固废

4.2.1 宜选用炉渣、油页岩半焦等经高温工艺处置过的煤基工业固废。

4.2.2 不同类型的煤基工业固废应单独堆存，使用前应选用机械搅拌、翻拌等方法按批次，分类进行均化处理。

4.2.3 煤基工业固废使用前应进行浸出毒性检测，浸出液中危害组分含量应符合表 1 的规定。

表1 煤基工业固废中浸出危害组分含量要求

危害成分项目	指标要求 (mg/L)	试验方法
铜 (以总铜计)	≤100.0	GB 5085.3
锌 (以总锌计)	≤100.0	
镉 (以总镉计)	≤1.0	
铅 (以总铅计)	≤5.0	
总铬	≤15.0	
铬 (六价)	≤5.0	
汞 (以总汞计)	≤0.1	
铍 (以总铍计)	≤0.02	
钡 (以总钡计)	≤100.0	
镍 (以总镍计)	≤5.0	
总银	≤5.0	
砷 (以总砷计)	≤5.0	
硒 (以总硒计)	≤1.0	
无机氟化物 (不包括氟化钙)	≤100.0	
氰化物 (以 CN 计)	≤5.0	

4.2.4 煤基工业固废应研磨加工后使用，技术要求应符合表 2 规定。

表2 煤基工业固废的技术要求

试验项目	指标要求 (%)	试验方法
细度 (80 μm 方孔筛筛余)	≤10.0	GB/T 1345
烧失量	≤8.0	GB/T 176
三氧化硫 (SO ₃) 含量	≤3.5	GB/T 176
含水率	≤1.0	GB/T 176
氧化硅 (SiO ₂)、氧化铝 (Al ₂ O ₃)、氧化铁 (Fe ₂ O ₃) 总质量分数	≥70	GB/T 176
氧化硅 (SiO ₂)	≥50	GB/T 176
氧化铝 (Al ₂ O ₃)	≥18	GB/T 176
活性指数	3 d	≥65
	28 d	≥75

4.3 激发剂

4.3.1 激发剂宜采用水泥或水泥熟料、消石灰、石膏等材料复合配制。

4.3.2 激发剂中水泥或水泥熟料掺加量按质量百分比计宜为 35%，消石灰掺加量按质量百分比计宜为 60%，石膏掺加量按质量百分比计宜为 5%，具体比例应在室内试配确定。

4.4 煤基工业固废改良材料

4.4.1 煤基工业固废改良材料应由一种煤基工业固废和激发剂复配而成。煤基工业固废改良材料中激发剂掺加量按质量百分比计不应大于 30%，具体应在室内试配结合表 3 技术要求确定。

4.4.2 煤基工业固废改良材料应按表 3 规定进行分级。

表3 煤基工业固废改良材料分级要求

项目	单位	等级			试验方法
		I 级	II 级	III 级	
细度 (80 μm 方孔筛筛余)	%	≤6.0	≤8.0	≤10.0	GB/T 1345
7 d 无侧限抗压强度	MPa	≥1.5	≥1.0	≥0.5	JTG 3441
28 d 无侧限抗压强度	MPa	≥2.0	≥1.5	≥1.0	JTG 3441
容许延迟时间	h	≥8.0	≥8.0	≥8.0	附录 A
7 d 水稳定系数	%	≥50	≥50	≥50	附录 B
28 d 水稳定系数	%	≥70	≥65	≥60	附录 B

注1: 80 μm方孔筛筛余指煤基工业固废改良材料技术指标。
注2: 其余项目均为改良黄土技术指标, 其中煤基工业固废改良材料掺量为黄土干质量的10%。改良黄土试件压实度为96%。

4.4.3 煤基工业固废改良材料宜采用工厂化加工生产, 采用粉体密封罐运输存储。

4.4.4 运输存储时不应受潮和混入杂物, 不同等级的煤基工业固废改良材料应分别运输和存储。

4.4.5 存储时间不宜超过 6 个月, 超过 6 个月的应按表 3 重新进行检测分级。

4.5 水

4.5.1 符合 GB 5749 规定的饮用水可直接用于改良黄土的拌合与养生。

4.5.2 非饮用水用于改良黄土的拌合与养生时，应提前进行水质检验，其性能应符合 JTG/T F20 的规定。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 改良黄土路床结构设计应按照 JTG D30 有关规定执行。

5.1.2 改良黄土组成设计应包括原材料检验和配合比设计。

5.1.3 在施工过程中，材料品质或规格发生变化时，应重新进行配合比设计。

5.2 配合比设计

5.2.1 改良黄土用煤基工业固废改良材料的等级与推荐掺量，应符合表 4 的规定。

表4 煤基工业固废改良材料与推荐掺量

项目	单位	公路等级		
		高速、一级公路	二级公路	三、四级公路
材料等级	—	II 级及以上	II 级及以上	III 级及以上
推荐掺量	%	4~6		3~5

5.2.2 改良黄土技术要求应符合表 5 规定。

表5 改良黄土技术要求

项目	单位	公路等级			试验方法
		高速、一级公路	二级公路	三、四级公路	
压实度	%	96	95	94	JTG 3450
7 d 无侧限抗压强度	MPa	≥0.5	≥0.5	≥0.5	JTG 3441
28 d 无侧限抗压强度	MPa	≥0.8	≥0.6	≥0.5	JTG 3441
容许延迟时间	h	≥8.0	≥8.0	≥8.0	附录 A
7 d 水稳定系数	%	≥50	≥50	≥50	附录 B
28 d 水稳定系数	%	≥60	≥55	≥50	附录 B

5.2.3 改良黄土配合比设计应按以下步骤进行：

- 测定黄土的天然含水率；
- 依据设计要求和公路等级，选择煤基工业固废改良材料的等级和初步掺量；
- 依据初步掺量，按±1.0%、±2.0%确定 5 组不同的试配掺量；
- 进行击实试验，确定不同试配掺量改良黄土的最大干密度和最佳含水率，击实试验应遵守 JTG 3441 的规定；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/165120341234012121>