

ICS 93.080

CCS P 66

DB3305

浙江省湖州市地方标准

DB3305/T 348—2024

复合稳定土路基技术规范

2024 - 12 - 27 发布

2024 - 12 - 27 实施

湖州市市场监督管理局 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 1

4 材料 2

5 设计 3

6 稳定土路基施工 4

7 施工质量控制与质量验收 6

8 安全文明施工与环境保护 7

前 言

本文件依据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。

本文件由湖州市交通运输局提出并归口。

本文件起草单位：湖州市交通工程质量安全管理服务中心、湖州市建设工程质量安全和造价管理服务中心、湖州交通规划设计院、湖州职业技术学院、湖州市城建投资集团有限公司、浙江交投交通建设管理有限公司、湖州市南浔区交通局、湖州市南浔区交通投资集团有限公司、浙江大学、浙江树人学院、浙江赛诚生态科技有限公司、长合生态科技(浙江)有限公司、中交基础设施养护集团有限公司、中交第一航务工程局有限公司、浙江交工集团股份有限公司、湖州市交通工程建设集团有限公司、湖州正通交通工程试验检测有限公司、湖州市老科学技术工作者协会、浙江富春紫光环保股份有限公司。

本文件主要起草人：沈华、马艳、康能能、熊峰伟、殷成龙、仵云飞、陈新江、胡照江、肖月妮、郭根花、罗雪、董鑫、江训利、黄志义、杜军锋、魏腾远、黑继冬、张同飞、孙合军、施海峰、高少勇、吴涛、陈兴年、张毅、刘超、杨极、费增乾、姜智英、沈坤凤、张婧怡、吴辉、程中杰、殷健鑫、王宇婕、邓洪杰、柯海鹏。

复合稳定土路基技术规范

1 范围

本文件规定了复合稳定土路基的材料、设计、施工、施工质量控制与质量验收、安全文明施工与环境保护等内容。

本文件适用于各等级公路、市政道路的新建、改（扩）建及养护工程的复合稳定土路基修筑。

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 5085.3 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别
GB 12523 建筑施工场界环境噪声排放标准
GB/T 25499 城市污水再生利用 绿地灌溉水质
GB 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准
GB/T 50145 土的工程分类标准
CJJ 1 城镇道路工程施工与质量验收规范
CJJ 194 城市道路路基设计规范
CJJ/T 286 土壤固化剂应用技术标准
CJ/T 486 土壤固化外加剂
JGJ 46 施工现场临时用电安全技术规范
JTG D30 公路路基设计规范
JTG/T F20-2015 公路路面基层施工技术细则
JTG F80/1-2017 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
JTG 3430 公路土工试验规程
JTG 3441-2024 公路工程无机结合料稳定材料试验规程
JTG/T 3610 公路路基施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

基土 original soil

无法直接用于实体工程或用于实体工程时质量难于控制的土体，包括细粒类土、干化泥浆、钻渣、细粒尾矿，以及软弱土、淤泥、淤泥质土、泥炭、泥炭质土等。

3.2

稳定剂 stabilizer

掺入基土中，通过与基土、水、空气发生物理和（或）化学反应，改善基土强度、刚度、水稳定性等工程性能的材料。

3.3

稳定填料 stabilized roadbed filling mixture

预处理后的基土与稳定剂按一定比例均匀拌和后形成的符合工程性能要求的混合料。

3.4

稳定土 stabilized soil

稳定填料经拌和、压实和养生后形成的符合工程性能要求的混合土体。

4 材料

4.1 基土

4.1.1 基土应取代表性土样分析，采集、运输及保管方法按照 JTG 3430 执行，单点取样量满足室内分析试验用量要求。更换土源或土质改变，应重新取样分析。

4.1.2 基土取样分析项目包含：天然含水率试验、界限含水率试验、颗粒分析试验、酸碱度（pH 值）测定、有机质含量试验、易溶盐总量试验、击实试验、承载比（CBR）试验等，各试验方法按照 JTG 3430 执行。

4.1.3 各类基土应进行分选、筛分、破碎及掺拌等预处理，形成性质均一、稳定的基土。

4.1.4 基土应符合 GB 36600 中第二类用地土壤污染风险筛选值要求。

4.1.5 基土宜以 GB/T 50145 规定的细粒土为主。

4.1.6 基土中有机质含量不宜大于 5%，不应大于 10%；硫酸盐含量不宜大于 0.3%，不应大于 0.8%。

4.1.7 预处理后基土中大于 10 mm 小于等于 40 mm 的粒料含量小于基土总重量的 5%；土团最大粒径宜不大于 4.75 mm，公称最大粒径宜不大于 2.36 mm。

4.1.8 基土含水率过高致使稳定填料无法满足压实前的含水率要求时，应采取晾晒、翻拌、掺生石灰等措施提前降低基土的含水率。

4.1.9 基土还应符合以下要求：

- 不应含草皮、树根、乱石、塑料等杂物；
- 地表耕植土、有机土、生活垃圾土、腐殖土、盐渍土、腐蚀性土、未经处理的盾构土及受放射性、重金属或有机物污染的土不应用作基土。

4.2 稳定剂

4.2.1 固态、液态、气态等不同形态的稳定剂应成分均一、性质稳定，满足工程项目运输、贮存要求。

4.2.2 稳定剂优先选用性质稳定并经实际工程验证过的成品稳定剂，自制稳定剂需经过室内性能试验、环保测评和试验段工程验证后方可使用。

4.2.3 稳定剂的性能指标应符合 CJJ/T 286 的规定。

4.2.4 稳定剂中可溶性重金属含量测定应按 GB 5085.3 执行，其浸出液中镉、砷、汞、铅、铬、镍、铜、锌重金属含量最大值应符合 GB/T 25499 的规定。

4.3 水

拌和与养生用水应符合 JTG/T F20-2015 中 3.5.1、3.5.2 的规定。

4.4 稳定填料

- 4.4.1 稳定填料应保证配合比准确，拌和均匀一致，粒料最大粒径不大于 40 mm，出厂含水率宜控制在最佳含水率+2%~3%；若采用就地路拌工艺，宜控制压实前含水率在最佳含水率±2%以内。
- 4.4.2 稳定填料最小承载比（CBR）、压实度应符合 JTG D30 的规定及设计要求。
- 4.4.3 稳定填料的回弹模量应按照 JTG 3441-2024 中 T0857 试验获得，稳定土路基顶面回弹模量应符合 JTG D30 的规定及设计要求。
- 4.4.4 稳定填料其他性能指标及分级应满足表 1 的要求。

表1 稳定填料等级划分及性能指标

项目	性能指标			检测方法
稳定填料等级	一级	二级	三级	
7d 无侧限抗压强度（MPa）	0.5≤R<0.75	0.75≤R<1.0	1.0≤R<1.5	JTG 3441-2024
水稳系数（%）	≥80			CJ/T 486
28d 抗冻性能（%）	抗冻指数≥80 质量损失率≤5			JTG 3441-2024
注1：R 为稳定填料无侧限抗压强度。				
注2：有抗冻性能要求的地区，稳定填料应进行 28 d 抗冻性能检测。				

4.4.5 稳定填料中可溶性重金属含量测定应按 GB 5085.3 执行，其浸出液中镉、砷、汞、铅、铬、镍、铜、锌重金属含量最大值应符合 GB/T 25499 的规定。

5 设计

5.1 稳定填料配合比设计

- 5.1.1 稳定填料配合比设计时，配合比宜采用质量比。稳定剂掺量宜采用占干土质量的百分比表示。
- 5.1.2 稳定填料室内配合比设计以 7 d 无侧限抗压强度和水稳系数为初始试验指标，以最小承载比（CBR）和回弹模量为验证指标，以压实度为质量控制指标。
- 5.1.3 稳定填料配合比设计步骤如下：
- a) 按 4.1.2 和 4.1.4 的要求对基土进行取样和室内分析试验；当有特殊要求时，应增加基土其他相关性能的测定。
 - b) 成品稳定剂按厂家推荐，拟定稳定填料基准配合比（需掺配无机材料时，拟定无机材料基准掺量值），并以合适梯度拟定至少两个梯度配合比（可选基准配合比±1%或±2%），此三个配合比为一组，计算各配合比原材料用量；自制稳定剂应进行预实验，确定基准配合比和梯度配合比。
 - c) 依据 JTG 3441-2024 对每个配合比稳定填料进行击实试验和 7d 无侧限抗压强度试验，确定其最大干密度和最佳含水率，以及相应的 7d 无侧限抗压强度；依据 CJ/T 486 测定每个配合比的水稳系数。

- d) 若一组中三个配合比的 7d 无侧限抗压强度和水稳系数均满足表 1 要求,则进行承载比试验(依据 JTG 3430 进行试验,并要求设置不少于三种压实度的试件)和回弹模量试验(依据 JTG 3441-2024);否则回到 b) 重新拟定基准配合比和梯度配合比,或考虑更换稳定剂或基土。
- e) 若一组中三个配合比的 CBR 值和回弹模量均满足 4.4.2 和 4.4.3 的要求,则该组配合比满足稳定填料技术性能要求;否则回到 b) 重新拟定基准配合比和梯度配合比,或考虑更换稳定剂或基土。
- f) 结合经济性、拌和均匀性、压实度等,综合确定是否需要调整基准配合比,若调整则重复步骤 b)~e) 直至确定稳定填料的目标配合比。
- g) 结合试验段的设计和施工,确定施工配合比和其他参数。

5.2 稳定土路基结构设计

- 5.2.1 稳定土路基结构设计应符合 JTG D30 和 CJJ 194 的相关规定。
- 5.2.2 不同道路等级和交通等级的路基,选用的稳定填料等级不应低于表 2 的规定。

表2 不同道路等级和交通等级的稳定填料等级

结构层	交通等级	道路等级	
		高速公路、一级公路、二级公路、 城市快速路和主干路	三级公路、四级公路、城市次干 路和支路
路基 (上路床)	重交通	三级	—
	中交通	二级	
	轻交通		
路基 (下路床)	重交通	二级	—
	中交通	一级	
	轻交通		
路堤	—	一级	

- 5.2.3 稳定土路基边坡设计、排水设计、防护与支挡设计等应符合 JTG D30 和 CJJ 194 中的相关规定。
- 5.2.4 稳定土路基厚度应根据道路等级、交通荷载、工程地质等条件确定。稳定土路基应分层设置,单层结构设计厚度不应小于 150 mm,总厚度不应小于 300 mm。
- 5.2.5 清表后的土基上若车辆无法通行作业,宜采用就地固化、换填等工艺提高土基承载力。

6 稳定土路基施工

6.1 一般规定

- 6.1.1 施工前应铺筑试验路段,长度宜不小于 200 m。试验路段铺筑前应制定施工组织方案,施工过程记录松铺厚度、碾压机具和碾压遍数,确定松铺系数和其他施工技术参数。施工方案经试验路段验证并通过评审后,后续应按照试验路段确定的施工工艺组织施工。
- 6.1.2 稳定土路基施工宜采用厂拌工艺。条件受限时,应采用专用稳定土拌和机械进行路拌施工。
- 6.1.3 稳定填料拌和、摊铺、整形及碾压必须在稳定填料有效期内完成。
- 6.1.4 稳定土路基施工除应符合本文件规定外,尚应符合 JTG/T 3610 和 CJJ 1 的规定。

6.2 施工要点

- 6.2.1 稳定土路基施工工艺流程包括:场地准备、施工放样、拌和、运输、摊铺、整形、碾压和养生。
- 6.2.2 场地准备应符合下列规定:

- 清除地基表面的树根、草皮、乱石等杂物；
 - 做好场地排水措施，消除积水，在潮湿路段上施工时应采取措施降低潮湿程度；
 - 地基表面应平整、坚实，且符合设计要求。
- 6.2.3 施工放样应符合下列规定：
- 应在施工段上放线并设置标桩，直线段应每 15 m~20 m 设一桩，平曲线段应每 10 m~15 m 设一桩，并应在两侧路肩边缘外设指示桩；
 - 在两侧指示桩上应采用明显标记标出稳定土路基结构层边缘的设计高度。
- 6.2.4 基土与稳定填料的拌和应符合下列规定：
- 基土应粉碎，基土不应有树木、草皮、大块颗粒，粒径大于 40 mm 的石料应清除；
 - 稳定填料宜采用封闭式集中厂拌生产，应采用专用稳定填料拌和设备；条件受限时，应采用专用稳定土拌和机械进行路拌施工；
 - 拌和能力应与摊铺、碾压能力相匹配；
 - 拌和时基土的干湿状态应基本一致，稳定剂应在质量保证期内，且均匀一致；
 - 拌和应按稳定填料配合比设计确定的材料规格及配比进行，拌和应均匀；
 - 厂拌稳定填料出厂时含水率宜比最佳含水率高 2%~3%。
- 6.2.5 稳定填料的运输应符合下列规定：
- 应根据工程量的大小和运距的长短，配备足够数量的运输车；
 - 运输距离与时间应能使稳定填料在有效期内碾压完毕；
 - 装料前，应清理车厢；装料后，宜采用篷布将厢体覆盖严密；
 - 经拌和均匀的稳定填料应立即运输到铺筑现场进行施工；
 - 宜采用自卸式运输车，与摊铺、碾压机械相配套，做到随拌随运随铺随压。
- 6.2.6 稳定填料的摊铺及整形应符合下列规定：
- 稳定填料宜采用摊铺机摊铺。摊铺前，下承层表面宜拉毛、去除浮物、洒水湿润；
 - 稳定填料应根据松铺系数均匀摊铺于下承层面上；
 - 稳定填料松铺厚度应根据压实厚度乘以松铺系数确定，且每层松铺厚度不应大于 300 mm；
 - 摊铺完成后应采用振动压路机（ ≥ 18 t）静压一遍，随即采用平地机进行初平；采用机械整型时，应由两侧向路中心（直线段）、由内侧向外侧（曲线段）、由低处向高处进行刮平，同时人工配合整平；
 - 在整型过程中，无车辆进入，并应保持无明显的粗细物料离析现象。
- 6.2.7 稳定填料的碾压应符合下列规定：
- 应根据路宽、压路机的轮宽和轮距，制定碾压方案，使各个部位碾压到的次数相同，碾压应遵循“先轻后重、先慢后快、先两边后中间”的原则；
 - 整形后，稳定填料应在含水率达到最佳含水率附近（ $\pm 2\%$ ）时进行碾压；
 - 直线段应由两侧边缘向路中心进行碾压，平曲线段应由内侧路肩向外侧边缘进行碾压，碾压时重叠部分应为 $1/3 \sim 1/2$ 轮宽，后轮应超过两段的接缝处；碾压次数应根据现场实测结果而定，保证碾压成型的路基压实度符合设计要求；
 - 严禁压路机在已完成的或正在碾压的路段上掉头或紧急制动；
 - 碾压过程中有弹簧、松散、起皮等现象时，应及时采取措施处理；
 - 碾压阶段应及时检测压实度，若压实度不满足要求，应采取更换压路机类型、增加复压遍数等措施进行处置；
 - 当稳定土路基分成不同作业段填筑时，接头部位如能交替填筑，则应分层相互交替搭接，搭接长度不小于 2 m；如接头部位不能交替填筑，则先填筑的路基，应按 1:1 坡度分层预留台阶。
- 6.2.8 稳定土路基的养生应符合下列规定：

- 稳定土路基碾压完成后，宜及时覆膜养生；
- 养生期不宜少于 7d，对蒸发量较大的地区或养生时间大于 15d 的工程，在养生过程中应适当补水；
- 养生期宜延长至上层结构开始施工前 1d~2d，方可掀开薄膜；
- 在稳定土未达到设计强度要求之前，应有措施防止车辆通行与停放；
- 在验收合格的稳定土路基上铺筑其他结构层前，宜在表面适量洒水以利结合。

6.3 季节性施工

- 6.3.1 宜在气温较高的季节组织施工，稳定土路基施工时的日最低气温宜在 5℃以上。
- 6.3.2 宜避免在雨季施工，雨期施工应符合下列规定：
- 确保场地排水通畅；
 - 雨中、雨后应及时检查工程主体及现场环境，发现雨患、水毁应及时采取处理措施；
 - 现场应配备防雨遮挡物。尚未碾压已遭雨淋的稳定填料不可用于路基填筑。

7 施工质量控制与质量验收

7.1 一般规定

- 7.1.1 稳定土路基施工质量要求与检查验收除应符合本文件规定外，尚应符合 JTG F80/1-2017 和 CJJ 1 的规定。
- 7.1.2 稳定土施工前，应做好现场技术交底工作。
- 7.1.3 稳定土施工应建立健全并执行工地试验、质量检查、工序间交接、稳定剂材料的储运与保管等规章制度。施工、试验、检测、验收的原始记录应齐全、数据准确、资料完整。
- 7.1.4 每道工序完成后，均应进行检查验收，合格后方可进入下一道工序施工。

7.2 原材料检查

- 7.2.1 基土应符合 4.1 的规定。检测内容：天然含水率、界限含水率试验、颗粒分析试验、酸碱度、有机质含量试验、易溶盐总量测定、击实试验、承载比试验；检测方法应按照 JTG 3430 执行。检查要求如下：
- 检测数量：相同土质每个工程项目至少检验一次，建议每 10000 m³ 增加抽检一次；更换土源或土质改变，应重新检测。
 - 检查方法：核查检测报告。
- 7.2.2 稳定剂性能应符合 4.2 的规定。检测方法应按 CJJ/T 286 和 CJ/T 486 执行。检查要求如下：
- 检查数量：固态（粉体）稳定剂不超过 200 t 为一个检验批；液体稳定剂不超过 20 t 为一个检验批；不足一个批次的按一个批次计。每个检验批检验一次；
 - 检查方法：核查产品合格证、出厂检验报告、产品型式检验报告和进场复验报告。
- 7.2.3 水应符合 4.3 的规定。
- 7.2.4 稳定填料性能应符合 4.4 的规定。其中，7d 无侧限抗压强度、水稳系数、承载比（CBR）的检查频率不低于每 2000 m³ 检验 1 组。检查方法：现场取样成型；核查检测报告。

7.3 质量验收标准

- 7.3.1 稳定土路基质量验收应满足如下要求：
- 稳定土路基质量验收标准应满足表 3 中的规定；

——路床应平整、坚实，无显著轮迹、翻浆、波浪、起皮等现象，路拱合适，排水良好，路堤边坡应密实、稳定、平顺等。检查频率：全数检查。检查方法：观察。

表3 稳定土路基质量验收检测项目汇总表

编号	检查项目		规定值或允许偏差值	检查方法和频率
1	压实度 (%)		不小于设计值	按照 JTG F80/1-2017 或 CJJ 1 进行。密度法；每 200 m 每压实层测 2 处
2	弯沉 (0.01 mm)		不大于设计值	按照 JTG F80/1-2017 中附录 J 检查
3	回弹模量 (MPa)		不小于设计值	按照 JTG F80/1-2017 中附录 J 测得的弯沉反算
4	纵断面高程 (mm)	高速公路、一级公路	+10, -15	水准仪；各级公路：中线位置每 200 m 测 2 点；城市道路：每 20 m 测 1 点
		其他公路、城市道路	+10, -20	
5	平整度 (mm)	高速公路、一级公路、城市道路	≤15	3 m 直尺；各级公路：每 200 m 测 2 处×5 尺；城市道路：每 20 m 测 3 点
		其他公路	≤20	
6	横坡 (%)	高速公路、一级公路、城市道路	±0.3	水准仪；各级公路：每 200 m 测 2 个断面；城市道路：每 20 m 测 6 点
		其他公路	±0.5	
7	宽度 (mm)		满足设计要求	尺量；各级公路：每 200 m 测 4 点；城市道路：每 40 m 测 1 点
8	中线偏位 (mm)	高速公路、一级公路、	≤50	全站仪；各级公路：每 200 m 测 2 点，弯道加 HY、YH 两点；城市道路：每 100 m 测 2 点
		其他公路	≤100	
		城市道路	≤30	
9	边坡		不大于设计值	尺量；各级公路：每 200 m 测 4 点；城市道路：每 20 m 测 2 点

8 安全文明施工与环境保护

8.1 安全文明施工

- 8.1.1 进入施工现场的人员应佩戴安全帽，施工作业时劳动保护用品应穿戴齐全。
- 8.1.2 施工作业人员应遵守本工种的各项安全技术操作规程。
- 8.1.3 现场各类机械设备应状态良好、安全可靠、运转正常，质量证明文件齐全，并定期对施工机械设备进行检查维修、保养清洗。
- 8.1.4 多台机械同时作业时，各机械之间应注意保持必要的安全距离。
- 8.1.5 机械在路基边坡、边沟、基坑边缘、不稳定体(地段)上作业时，应采取必要的安全措施。
- 8.1.6 夜间施工时，现场应设有保证施工安全要求的照明设施。
- 8.1.7 对于滑坡、崩塌、高陡边坡等高风险路基作业，应编制专项安全施工方案，安全措施应符合设计要求，经有关单位审批同意后方可施工。
- 8.1.8 现场各类材料、机械设备位置应合理规划、分区布置、摆放整齐。
- 8.1.9 应按照国家有关规定配置消防设施和器材、设置消防安全标志。
- 8.1.10 施工现场应设置醒目的安全、警示标志和安全防护设施。

8.1.11 施工现场水、电临时设施应合理规划，管路、电力线、通信线等各种管、线、路布置整齐美观。施工现场的临时用电应严格按照 JGJ 46 执行。

8.2 环境保护

8.2.1 预处理后基土及稳定剂等应放置于规定堆放区，对现场可能产生扬尘的地方，应采取覆盖等适当的处理措施，减少对周围环境的污染。

8.2.2 物料运输应使用密闭式运输车辆或进行覆盖，并应做好防遗撒、防尘措施；对施工车辆经过的区域应定时洒水，做到不泥泞、不扬尘。

8.2.3 施工前应制订相应的预防水土污染措施。

8.2.4 施工现场液态、固态等各类废弃物，应按照规定进行处理。

8.2.5 施工现场应根据需要，设置机动车辆冲洗设施、排水沟及沉淀池，施工污水经处理达标后方可排放。

8.2.6 施工现场应有防止大气和噪声(振动)污染、水土保持和其他保护环境卫生的措施。临近居民区施工时产生的噪声不应大于 GB 12523 的规定，施工作业人员在噪声较大的现场作业时，应采取有效防护措施，施工所产生的振动对邻近建筑物或设备会产生有害影响时，应采取相应的措施并进行监测。

8.2.7 路基施工堆料场宜设于主要风向下风处的空旷地区。施工稳定填料时，应避免在大风天作业，施工人员应佩戴防尘口罩等劳动保护用品，并应配备洒水设施，对施工道路或路基本体进行灭尘。
