

ICS 93.080.20

CCS P 66

DB36

江 西 省 地 方 标 准

DB36/T 2172—2025

# 公路工程裸露边坡生态防护施工技术规范

Technical specification for ecological protection construction of exposed slopes in highway engineering

2025-08-27发布

2026-03-01实施

江西省市场监督管理局 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 公路边坡生态防护类型和要求 .....	2
5 材料 .....	2
6 施工 .....	3
7 植物的生长管理 .....	5
8 验收 .....	6
参考文献 .....	7

## 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。

本文件由江西省交通运输厅提出。

本文件由江西省交通运输标准化技术委员会（JX/TC 014）归口。

本文件起草单位：江西艺通园林绿化有限公司、南昌大学、江西省交通投资集团有限责任公司、江西省公路工程有限责任公司、江西赣粤高速公路股份有限公司、江西省交通建设工程质量安全保障中心、山东电力工程咨询院有限公司。

本文件主要起草人：李锦峰、朱烈豪、姚池、余小晴、吴林军、赵华、王吉庆、肖刚、张小波、王磊、钟有来、段君义、粟雨、马永力、曹林辉、许峥、余晓勤、李仁杰、陈卫兵、江浩、刘以珍。

# 公路工程裸露边坡生态防护施工技术规范

## 1 范围

本文件规定了公路工程裸露边坡生态防护施工技术的术语和定义、道路边坡防护类型和要求、材料、施工、植物的生长管理和验收等内容。

本文件适用于公路工程裸露边坡（生态基材干湿喷播方法、生态棒法）生态防护施工技术，其他工程边坡生态防护施工技术可参照执行。

## 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/T 2772 林木种子检验规程

GB/T 18247.7 主要花卉产品等级 第7部分 草坪

GB/T 38360 裸露坡面植被恢复技术规范

GB/T 50123 土工试验方法标准

JGJ/T 46 建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准

JTG/B 04 公路环境保护设计规范

JTG/TD 32 公路土工合成材料应用技术规范

JT/T 1432.2 公路工程土工合成材料 第2部分：土工织物

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**裸露边坡 exposed slope**

由于自然因素或人为因素形成的裸露坡体。

### 3.2

**生态防护 ecological protection**

利用生态系统的自我恢复能力，辅以人工技术措施，使遭到破坏的坡面生态系统逐步恢复或使生态系统向良性循环方向发展。

### 3.3

**营造剂 construction additive**

改变并调节土颗粒的亲水-疏水性质、松散-团聚特征的生物基改良剂。

3.4

**生态基材土 ecological base material soil**

利用营造剂形成的多孔团粒土，满足草灌植物生长的水肥存储和迁移以及微生物的生存环境。

3.5

**粒径结构调控 particle size fabric regulation**

通过特定技术或方法对土颗粒的粒径大小进行调节与控制的过程。

3.6

**生态棒 ecological rod**

用于边坡绿化、水土保持的生态材料，通过管状结构固定土壤并促进植物生长。

## 4 公路边坡生态防护类型和要求

对于主体稳定的边坡，可采用生态基材喷播法、生态棒法等防护方式，见表 1。

表 1 公路边坡生态防护类型及方式

位置	类型	坡比	防护方式+乔木栽植
挖方边坡	岩质边坡	1:0.5~1:0.75	生态基材干喷法、生态棒法、马尾松
		1: 0.75~1:1.5	生态基材湿喷法、生态棒法、马尾松
	土石边坡或土质边坡	1:0.5~1:0.75	生态基材干喷法、生态棒法、马尾松
		1: 0.75~1:2	生态基材湿喷法、马尾松
填方边坡	土石边坡或土质边坡	1:0.75~1:1.25	生态基材湿喷法、生态棒法、马尾松
		1:1.25~1:2	生态基材湿喷法、马尾松

注：若坡比为界限值，则划分为较高级别。生态棒法用于岩质边坡和较陡土质边坡。

## 5 材料

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 植物多样性宜与区域地理条件、气候相适应。
- 5.1.2 裸露边坡生态防护宜采用草、灌、乔搭配组合的原则。
- 5.1.3 采用先锋植物近自然修复方式，优选前期根系发育、生长速度较快和后期易养护的植物。
- 5.1.4 播种后宜采取保湿、保肥、保固措施。
- 5.1.5 结合坡形、岩土性质、植物生长特性、气候特点和施工工艺等确定所需生态基材土。

### 5.2 材料技术要求

5.2.1 根据实际工程的土质条件、酸碱度、使用状态，选择营造剂改造工程表土，制备具有共轭特性的生态基质材料。

#### 5.2.2 生态基材土配制时应符合下列要求：

- a) 利用部分施工过程中产生的地表腐殖土或适生土壤对原位工程表土进行掺配；
- b) 采用优选型有机肥和加强型复合肥，对营造剂中的有机质进行调配；

- c) 按照营造剂、土壤湿度、原位工程表土配比要求,经机械搅拌生成满足粒径组构调控的生态基材土;
  - d) 针对边坡含钾、磷、钙较丰富,多呈不溶状态,植物难以吸收的特点,增加土壤改良剂和植物草酸剂,增强基材保水性,保障植物对养分的吸收。

5.2.3 按照工程设计与施工需要,对生态基材土的物理性能、力学性能、水力学性能等指标进行检验。

5.2.4 应按现行GB/T 50123对生态基材土的性能指标测试,宜考虑温度、湿度、岩土体性质等因素对指标测定值的影响。

### 5.2.5 植物种子播种量按公式 (1) 确定:

$$W = G \times Q / (1000 \times C \times D \times P \times R) \dots \dots \dots \quad (1)$$

式中：

$W$ ——播种量 (g/m<sup>2</sup>) ;

$G$ ——植株密度 (株/m<sup>2</sup>) ;

$O$ —种子千粒重 (g) ;

$C$ ——立地条件校正率, 坡率大于 1 取 0.8, 阳坡取 0.8, 岩质边坡取 0.85;

$D$ ——施工期校正率, 非季节施工期取 0.8;

P——种子纯度 (%) ;

$R$ ——种子发芽率 (%)。

### 5.2.6 生态防护所采用的材料搭配要求见表2。

表 2 材料搭配要求

材料名称	技术要求
营造剂	由具有表面改性功能的生物基高分子材料和增加土壤肥力的有机质和矿物材料组成。生物基高分子材料包括淀粉酵素、聚丙烯酰胺、花生壳粉和木屑炭等，有机质为鸡粪或羊粪等，矿物材料包括黄腐酸钾和石灰等。
植物类型	草类植物宜选用狗牙根、白三叶（冬季少量）和白喜草（适量）。
	花类植物宜选用大叶金鸡菊、野花组合（荷兰菊、白日菊、波斯菊）。
	灌木类植物宜选用美丽胡枝子、马棘、多花木兰和刺槐。
	乔木类适当点栽马尾松。
铁丝网	高镀锌棱形铁丝网，直径为 2.0 mm 或 2.2 mm，孔径为(50 mm×50 mm)～(80 mm×80 mm)；或高强塑料加强土工网；或双向土工格栅，孔径 40 mm×40 mm。
锚杆	主锚固件：主锚固件宜选用公称直径不小于 14 mm 的螺纹钢或者圆钢。
	次锚固件：次锚固件宜选用公称直径不小于 10 mm 的圆钢。
	木锚固件：木锚固件宜选用公称直径不小于 35 mm 的硬质木桩。
土工织物	表面应平整，不应有影响使用的折痕、撕裂、孔洞、污渍、纤维团和鼓包等疵点，具体技术指标参照 JTG/TD 32、JT/T 1432.2 相关标准执行。
生态棒	采用聚酯纤维袋，填充营养土、肥料、保水剂和草籽等，长度通常超过 1 m。

## 6 施工

## 6.1 施工前准备

6.1.1 设计单位向施工单位进行设计交底，包括设计意图、设计文件的重难点和施工过程控制要点等。

6.1.2 施工单位应对施工人员进行岗前培训、技术交底和安全交底。

6.1.3 施工单位应按设计要求进行施工,如现场出现与设计不符的情况,及时与设计单位沟通。

6.1.4 施工、养护期间地表温度不得低于5°C,不得在下雨或即将下雨时施工。

## 6.2 种子预处理和配制

6.2.1 种子的选择须通过现场试验验证。

6.2.2 种子在喷播前应消毒,将种子放入2‰的高锰酸钾溶液或其他消毒液中浸泡2 h。

6.2.3 种子浸种,种子经消毒后用0.1%的生根粉或催芽剂浸种2 h,打破种子休眠后,再用清水浸种12 h,清水浸种过程中应勤换水。

6.2.4 种子的质量检验应符合下列要求:检验种子净度和种子发芽率,按照GB/T 18247.7规定的方法进行测定。检验种子含水量,按照GB/T 2772规定的含水量测定方法进行检测。

6.2.5 种子配制应符合下列要求:

a) 植物种类和播种量应考虑种子千粒重、发芽率、发芽速度和苗木生长速度,并根据土壤性质、坡向和坡率等当地条件确定;

b) 坡度小于1:1,混合灌草种播种量宜为12 g/m<sup>2</sup>~20 g/m<sup>2</sup>。坡度大于1:1,混合灌草种播种量宜为20 g/m<sup>2</sup>~30 g/m<sup>2</sup>。

## 6.3 种子和生态基材土的拌合

6.3.1 选用的种子与生态基材土充分拌合,宜采用集中搅拌土设备制备喷播基材。

6.3.2 设备根据施工现场需求,选用干喷机、湿喷机、车载喷播机和生态基材造粒机。

## 6.4 边坡清理

6.4.1 边坡成型后,及时施作截水沟、平台沟、边沟、急流槽等设施。

6.4.2 对边坡上不稳定的碎石或土体进行剥离处理,对局部凹凸大于10cm的坡面进行修整。

## 6.5 铁丝网铺设

6.5.1 平面铁丝网铺设按照GB/T 38360的规定相应实施。

6.5.2 立体植生网,也可称作三维植生网,沿坡面从上而下铺挂、整平,用U形和J型钉固定,要求固定牢靠,不鼓包,不翘起。

6.5.3 立体植生网在坡脚处理于填土内,在坡顶处须采用埋压沟固定。

## 6.6 锚钉固定

6.6.1 对铁丝网固定时根据坡面岩土特性确定合理锚钉用量。

6.6.2 坡面土质较软,采用锚钉,长锚钉用量为30根/100 m<sup>2</sup>,短锚钉用量为80根/100 m<sup>2</sup>。坡面已施加锚杆或锚索,取消锚钉。坡面岩质坚硬,采用凿岩机打孔,M30砂浆锚固。

6.6.3 坡面使用铁丝网时,固定后的铁丝网与坡面的距离保持50 mm~70 mm,锚钉与铁丝网之间使用扎丝固定。

## 6.7 其他防护要求

通常使用锚钉锚固安装生态棒在岩石边坡上,再挂铁丝网。也可先挂铁丝网,再将生态棒绑扎在铁丝网上,但需要增加锚杆钢筋数量。生态棒宜连续挂植,设置纵向间距20 cm~30 cm。

## 6.8 喷播

### 6.8.1 干法喷播

6.8.1.1 生态基材土与种子干拌时间宜为1.5 min~2.5 min,确保混合均匀,保护种子活性。

6.8.1.2 干拌料在喷射机喷管出口与管口处雾化水混合喷出,自上而下可以一次性喷至设计厚度。喷后基材层实测厚度 $\geq$ 设计值(允许偏差 $\pm 10\%$ ),无滑落、裂缝,宜视土壤墒情及时洒水。

6.8.1.3 分两次喷附:初喷不加种子的生态基材土厚度不超过 $2/3$ 设计层厚,再喷附加种子的生态基材土至设计厚度。复喷后总厚度需 $\geq$ 设计值,种子分布均匀(单位面积种子密度误差 $\leq 5\%$ )。

#### 6.8.2 湿法喷播

6.8.2.1 使用泥浆喷射机,水与生态基材土、种子混合时间 $15\text{min}\sim 20\text{ min}$ 为宜。喷射厚度可一次喷射至设计厚度。

6.8.2.2 使用车载喷播机,施工时自上而下扇形扫喷,每层喷射厚度不超过 $2\text{ cm}$ ,待初喷土体干燥后不流动无流水印后再补喷至设计厚度。每层喷射厚度,视天气情况而定。

6.8.3 生态基材湿喷,泵送喷播铺设,将配制好的生态基材土,采用专用的泵送式湿喷机,将生态基材土均匀地喷植铺设至坡体表面,喷播生态基材土厚度参数要求为 $8\text{ cm}\sim 10\text{ cm}$ 。

6.8.4 应随时检查生态基材土喷播厚度以保证施工质量。在喷射施工时,在坡面上每 $10\text{ m}\times 10\text{ m}$ 用钢筋、竹签或木签设一喷土厚度指示桩,用红色油漆标示喷射厚度。

#### 6.9 养生

6.9.1 根据工程项目所在地的气候环境特征,包括光照强度、降水量等因素选取环保无纺布或纤维毯进行坡面覆盖。

6.9.2 植被生态修复中应重视植被的养护工作,喷播后及时浇水养护以保持土壤湿润,保障草灌生长需求。高温天气时,应加大浇水的频次。

6.9.3 在草灌种子发芽、幼苗生长期应浇水,并做好病虫害防治等养护管理措施。初期养护时间以草种成坪或草苗高度长到 $10\text{ cm}$ 为宜,然后去掉坡面覆盖。

6.9.4 其他按照GB/T 38360的规定要求执行。

#### 6.10 乔木栽植

宜点栽一年生自带营养袋马尾松等,最佳时间为每年的12、1、2月份。

#### 6.11 场地清理

施工完成后进行场地清理,确保公路交通的正常运行。

#### 6.12 安全环保

安全施工应符合JGJ/T 46的规定,边坡生态防护实施过程应按JTGB 04的有关规定进行文明施工。严禁使用国家禁止的农药。

### 7 植物的生长管理

#### 7.1 浇灌

7.1.1 施工完成后应及时浇灌,浇灌量和次数视天气、植物种类及土层湿润程度而定。

7.1.2 浇灌时应避免冲刷坡面造成侵蚀。

#### 7.2 追肥

养护期内根据植物生长情况追肥。

#### 7.3 病虫害防治

养护期内根据季节和病虫害发生规律采取预防措施,一旦发生病虫害,及时采取措施防治,宜采用生态防治或生物防治方法。

#### 7.4 修剪

在草本植物生长过盛妨碍其它木本植物生长时，应对其进行修剪，确保木本植物的正常生长。马尾松生长3年后应对主干顶梢去顶。

### 8 验收

- 8.1 公路工程交（竣）工验收参照《公路工程竣（交）工验收办法》执行。
- 8.2 公路工程交工验收按照合同规定的指标进行验收，同时应做到植物长势良好，无明显的病虫害，坡面植被覆盖度达到95%以上，无外来入侵植物种。
- 8.3 生态基材土理化性质验收，由通过计量认证的单位进行生态基材土理化性质的测定。
- 8.4 生态基材层的厚度应达到设计要求和抗侵蚀性能验收。
- 8.5 植物群落要符合设计要求，验收时设计的植物种类应全部在坡面上出现。

## 参 考 文 献

[1] 交通运输部规章. 公路工程竣(交)工验收办法. 2004年3月31日交通部令第3号公布, 自2004年10月1日起施行.

---