

山东省工程建设标准



DB37/T 5193 — 2021

J 15955 — 2021

边坡客土喷播生态防护技术标准

Technical standard for spaying – seeding ecological
protection of slopes

2021 – 08 – 10 发布

2021 – 11 – 01 实施



统一书号: 155160 · 2662
定 价: 40.00 元

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局

联合发布

山东省工程建设标准

边坡客土喷播生态防护技术标准

Technical standard for spraying – seeding ecological
protection of slopes

DB37/T 5193 — 2021

住房和城乡建设部备案号：J 15955 — 2021

主编单位：山 东 大 学

批准部门：山东省住房和城乡建设厅

山东省市场监督管理局

施行日期：2021年11月01日

中国建材工业出版社

2021 北京

前 言

根据山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局《关于印发〈2018年第二批山东省工程建设标准制修订计划〉的通知》（鲁建标字〔2018〕17号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内有关标准，在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分为6章，主要内容包括：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 设计；5. 客土喷播施工；6. 工程质量验收。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东大学负责具体技术内容的解释。

若执行过程中对本标准有任何意见或建议，请寄送山东大学《边坡客土喷播生态防护技术标准》编制管理组（地址：济南市经十路17922号，邮编：250061，电话：0531-88393860，电子邮箱：cuixz@sdu.edu.cn），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：山东大学

本标准参编单位：山东科技大学

山东高速集团有限公司

济南市市政工程设计研究院（集团）
有限责任公司

山东正元建设工程有限责任公司

滕州建工建设集团有限公司

中国电建集团华东勘测设计研究院有
限公司

山东宇通路桥集团有限公司

本标准主要起草人员：崔新壮 孙 涛 张 炯 薛志超

郑全明 金 青 邹宗民 赵夫国

郑 亨	何东林	齐 辉	李天飞
李炳良	郑明万	王成军	盖国晖
王志刚	周 昆	刘 勇	闫韶兵
徐贞社	韩 健	张砚泽	邢兰景
王炳雷	马国栋	李邦亮	王艺霖
李 骏	张小宁	王洁茹	孙玉杰
孙华琛	王 帅	苏俊伟	卢 途
夏 霜	韩若楠	刘 强	孟博雯
谭怡然	张中泽	明瑞平	郝建文
刘俊岩	丁尚辉	李 晋	孙 杰
于 坤	卜发东	崔忠英	侯德国
温法庆			

本标准主要审查人员：

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	3
4 设计	4
4.1 一般规定	4
4.2 边坡防护设计	5
4.3 植被设计要求	5
5 客土喷播施工	7
5.1 一般规定	7
5.2 施工准备	7
5.3 施工	9
6 工程质量验收	12
6.1 一般规定	12
6.2 工序质量验收	12
6.3 竣工验收与工程移交	13
附录 A 山东省边坡客土喷播生态 防护工程应用植物品种推荐表	14
本标准用词说明	20
引用标准名录	21
条文说明	23

1 总 则

1.0.1 为促进边坡客土喷播生态防护的设计、施工、质量验收的规范化、标准化，便于科学管理，结合山东省实际情况，特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于山东省内各类边坡的客土喷播生态防护的设计、施工、质量验收等。

1.0.3 边坡生态防护的原则是绿色生态、环境友好、安全稳固和可持续。

1.0.4 边坡生态防护的设计、施工、质量验收除应符合本标准的规定外，尚应符合国家及地方现行相关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 边坡生态防护技术 ecological protection technology of slopes

为了实现边坡长期稳定，迅速恢复受损边坡的生态系统而利用植物结合土木工程措施进行护坡的技术。

2.0.2 客土喷播技术 spraying-seeding with external-soil

将稳固剂、种植土及各种添加材料按比例配制成混合土，将混合土喷射到坡面形成一定厚度的固土层，再将植物种子与稳固剂及其他所需材料配制成泥浆，喷洒到坡面的施工方法。

2.0.3 乔灌草型植物群落 arbor-shrub-grass plant community

采用播种工程或栽植工程构建乔灌草相结合的初始植物群落，然后依靠维护管理技术的人工帮助及自然演替，最终形成由小乔木、灌木和草本组成的稳定植物群落。

2.0.4 灌草型植物群落 shrub-grass plant community

采用播种工程或栽植工程构建修复由 1~2 种适生灌木（占 30%~40%）和草本组成的初始植物群落，然后依靠适应性管理工程的人工帮助及自然演替，最终形成由优势种灌木和草本组成的稳定植物群落。

2.0.5 草本型植物群落 herbaceous plant community

采用播种工程构建的以多种乡土草本植物为主要物种的初始植物群落，然后依靠维护管理技术的人工帮助及自然演替来维持群落的稳定性，最终形成由草本组成的稳定植物群落。

3 基本规定

3.0.1 应按照安全性、生态性、经济性、观赏性的原则对边坡进行生态治理。

3.0.2 边坡宜按下列规定分类：

1 根据坡度，边坡可分为缓坡（ $<30^{\circ}$ ）、急坡（ $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ）、陡坡（ $45^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ）、特陡坡（ $>75^{\circ}$ ）四种。

2 根据岩土物质组成，边坡可分为土质、土石质和岩质三种。

3 根据边坡高度，边坡可分为低边坡（ $<10\text{m}$ ）、中边坡（ $10\text{m} \sim 20\text{m}$ ）、高边坡（ $>20\text{m}$ ）。

4 根据边坡坡度、土壤硬度、植物生长发育所需最小土层厚度、播种期 20d 内最小土壤湿度，客土喷播生态护坡植物群落类型可分为乔灌草型、灌草型、草本型三种类型。

3.0.3 在进行边坡生态防护设计之前，应按《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 进行边坡稳定性评价。

3.0.4 边坡客土喷播生态防护应根据工程区域气候、水文、地形、地质条件、材料来源及使用条件，采取土木工程和生态防护相结合的综合处理措施，并应考虑下列因素比较确定：

- 1 坡面风化作用。
- 2 雨水冲刷。
- 3 植物生长效果、环境效应。
- 4 冻胀、干裂作用。
- 5 坡面防渗、防淘刷等需要。
- 6 其他需要考虑的因素。

4 设 计

4.1 一般规定

4.1.1 边坡生态防护的设计目标应遵循植物群落的自然演替规律，以培育乔灌草型群落为目标。目标植物群落应符合以下要求：

- 1 植物生理学、生态学特性适应于边坡所在地的自然环境。
- 2 植物群落所具有的功能近似于自然。
- 3 景观近似于自然。

4.1.2 对受自然因素作用易产生破坏的边坡坡面，应根据气候条件、岩土性质、边坡高度、坡率、水文地质条件、施工条件、环境保护、水土保持要求等因素，根据表 4.1.2 经技术经济比较后，选择适宜的防护措施。

表 4.1.2 坡面喷播生态防护技术推荐表

边坡类型		固土技术	客土厚度/ cm	绿化类型
坡度	坡质			
缓坡	土质	铺网	0.3 ~ 3.0	乔灌草、灌草、草本
	土石质		2.0 ~ 8.0	
	岩质		6.0 ~ 20.0	
急坡	土质	铺网/骨架格构 + 铺网	0.3 ~ 3.0	乔灌草、灌草、草本
	土石质		2.0 ~ 8.0	
	岩质		6.0 ~ 20.0	
陡坡	土质	骨架格构 + 铺网/ 隔档	0.3 ~ 3.0	乔灌草、灌草、草本
	土石质		2.0 ~ 8.0	
	岩质		6.0 ~ 20.0	
特陡坡	岩质	隔档 + 其他固土技术	10.0 ~ 30.0	灌草、草本

注：1 特陡坡应采用隔档和其他固土技术联用，在边坡试验段施工的基础上进行专项设计并通过专家论证后实施。

2 特陡坡宜采用自动灌溉和施肥装置相结合的构造确保植物的水分和养分供给。

4.2 边坡防护设计

- 4.2.1** 边坡防护设计准备应包括以下内容：
- 1 掌握相关工程资料。
 - 2 对水文地质、工程地质和周边环境情况的勘查。
 - 3 对植物资源的调查。
 - 4 对气候的调查。
- 4.2.2** 对水文地质、工程地质和周边环境的勘查，应符合下列规定：
- 1 掌握边坡的坡率、类型、坡高、坡向等。
 - 2 调查排水条件和周围水源情况。
 - 3 采集土壤和岩石试样进行分析。
 - 4 调查施工场地、供水供电、交通运输等施工条件。
- 4.2.3** 对植物资源的调查，应符合下列规定：
- 1 调查项目周边植物群落类型和优势种的分布及生长状况。
 - 2 调查植物种苗供应状况。
 - 3 调查周边类似工程实施效果。
- 4.2.4** 对气候资料的调查，应符合下列规定：
- 1 年平均降水量、主要降水分布月份等。
 - 2 月平均气温、年最高气温、年最低气温、无霜期等。
- 4.2.5** 根据本标准第 3.0.3 条评价后，边坡稳定性达到稳定的边坡可以直接进行客土喷播设计。
- 4.2.6** 对于不稳定边坡，宜采用土木工程防护和生态工程防护相结合的组合防护设计。

4.3 植被设计要求

- 4.3.1** 应根据当地气候带类型、原生植被、边坡类型、边坡土壤质地、施工季节等综合因素选择边坡生态防护植物。
- 4.3.2** 应选用适合本地气候、抗逆性强、根系发达、生长周期长、景观效果好、能在短期内覆盖坡面，且为多年生的乔灌木，

优先选用乡土（化）植物。

4.3.3 应优先选择种子容易获取、商品化程度高的植物种（含品种）。

4.3.4 应依据种子生理特征和形态特征，选择适于喷播工艺的植物。

4.3.5 植物配置应以具有良好的水土保持功能的当地乡土物种为主，并应符合下列规定：

1 应参考周边植物群落调查结果进行设计，配置类型可分为乔灌草型、灌草型和草本型等。

2 应根据当地的气候特点，选择处于同一气候带的植物品种。

3 所选植物应具有抗干旱、耐贫瘠、防污染、抗病虫、适于自然生长的特点。

4 应深根系植物与浅根系植物相结合。

5 宜以常绿植物为主形成常绿景观，与周边环境相融合，在有条件的地方，可配置一些有花的品种。

6 宜选择落叶量较大或固氮能力较好的植物种。

7 应避免外来生物入侵问题发生。

5 客土喷播施工

5.1 一般规定

5.1.1 施工单位在施工前，应在全面熟悉设计文件和设计交底基础上，掌握工程的重点、难点及工期、质量和安全等过程控制要求。

5.1.2 施工单位应组织相关人员进行现场实地勘查，包括：周围环境、施工条件、电源、水源、土源、道路交通、堆料场地和生活设施位置等。

5.1.3 施工单位应根据设计文件、合同要求和现场情况编制施工组织设计，做好技术及人员、材料、设备准备和组织落实工作，按山东省相关管理规定报批。

5.1.4 开工前，应建立健全质量、环保、安全管理体系和质量检测体系，并对施工班组、施工人员进行岗位培训和技术与安全交底。

5.1.5 陡坡、特陡坡喷播应在采取固土措施的基础上进行。

5.2 施工准备

5.2.1 施工单位应按设计要求准备所需的施工材料及机械设备，并按规定报验，符合设计要求后方可使用。

5.2.2 客土喷播材料应符合下列规定：

1 主要材料应包括稳固剂、种植土、种子、复合肥、有机肥、天然纤维、无纺布、锚杆、网栅等。混合材料配比可按表 5.2.2 执行。

表 5.2.2 客土喷播法材料参考配比

材料名称	每平方米配比量	单位
种植土	0.08	m ³
植物种子	65 ~ 85	g

续表 5.2.2

材料名称	每平方米配比量	单位
复合肥	50	g
有机肥	0.02	m ³
稳固剂	350 ~ 450	g
天然纤维	0.02	m ³

注：本表的喷播基材平均厚度按 10cm 计算，厚度可达 30cm，除种子外各材料可按表格数据等比例放大。

2 稳固剂选用应满足下列规定：

- 1) pH = 6 ~ 7，低黏度，可溶于水。
- 2) 能够增强岩土体颗粒间的黏结性，环保无污染，适宜植被生长，改良土有较好的水稳性。
- 3) 应选用成熟可靠的稳固剂，如 PAS 型稳固剂，新的稳固剂应经过鉴定。

3 种植土应符合现行国家标准《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》GB 15618 的有关规定，可选用黏性红壤、黄壤等。选用时应剔除石头、碎石、杂草等，要求土粒径不应小于 2cm，含水量不应小于 30%。使用前宜进行土壤消毒。

4 种子应根据当地气候、播种季节的降雨量、植物生长特点等因素进行选择，应符合下列规定：

- 1) 山东省适合的边坡生态防护工程应用植物品种可参照附录 A，宜选择种子、营养体大小适中、轻重适中等适宜喷播的植物种。
 - 2) 草本植物种子质量不应低于《禾本科草种子质量分级》GB 6142 中所规定的二级质量标准。
 - 3) 木本科植物种子质量不应低于《林木种子质量分级》GB 7908 中所规定的二级质量标准。
 - 4) 目标植物种子使用前应测定发芽率，不宜发芽的植物种子喷播前应进行催芽处理。
- 5 复合肥各项理化指标应符合现行国家标准《复合肥料》

GB/T 15063 的有关规定，有机肥宜选用经生物物质、动植物废弃物、植物残体加工而来，施于土壤以提供植物营养为其主要功能的含碳有机肥，有条件情况下可添加泥炭。

6 天然纤维宜选用木纤维、麦秸、发酵处理后可抗虫害的锯木屑等，有条件情况下可添加椰粉。

7 无纺布宜选用拉力强、透气防水、环保、柔韧、无毒无味且价格便宜的材料。

8 锚杆应做防腐处理，锚杆设计应兼顾边坡稳定。

9 锚钉宜选用 FRP、钢筋、木楔或竹楔，长 15cm ~ 40cm。

10 网栅宜采用高镀锌菱形铁丝网或高强塑料加强土工网，或使用双向土工格栅。

5.2.3 主要施工机械应包括空压机、液压喷播机、铲车、搅拌机、抽水机等，其他选择常规绿化设备。

5.3 施 工

5.3.1 客土喷播施工应符合下列规定：

1 应依据设计要求并根据本标准第 4.1.2 条的规定选择合适的坡面喷播生态防护技术。

2 将以土壤为主的种子基材，用泵或液压喷播机将其喷附在坡面上，形成一层 1cm ~ 30cm 厚的膜状结构，客土喷播材料的配比应符合本标准第 5.2.2 条的规定。

3 为满足网栅铺设施工条件，边坡应满足下列要求：

1) 挖方边坡应完成该级边坡工程施工，在边坡开挖达到设计要求之后、平台截水和平台封闭施工之前进行。

2) 填方边坡应在边坡修整工程结束、急流槽施工完成之后进行。

4 施工前，应使坡面平整、倾斜一致，并符合下列要求：

1) 应清除坡面杂物，包括突出坡面的石块（挖方边坡大块突石可视具体情况妥善处理），以确保坡面平整。

2) 边坡修整应自上而下、分段施工，不应上下交叉

作业。

3) 较疏松的岩土混合质边坡,应压实坡面,确保坡面稳定。

4) 比较光滑的边坡,应在坡面上打小穴或横向开槽,增加其粗糙程度,以使网栅和泥浆附着坡面,防止泥浆层下滑。

5) 截排水系统施工应在边坡修整后进行。

5 喷播时,应将喷播材料及水按一定比例混合搅拌,形成均匀混合浆,并应符合下列要求:

1) 客土喷播应采用专门的喷播机械进行施工。

2) 边坡的种子配方应以设计为准,并根据不同气候特点和土壤性质对乔木、灌木与草本种子比例做相应调整。

5.3.2 客土喷播施工工艺流程应符合下列规定:

1 主要施工流程应包括坡面平整、锚杆施工、铺设网栅、固定网栅并绑扎、基材拌和、基材喷射、种子基材层拌和、种子基材层喷播、养护。

2 开挖边坡,清理、整平至设计坡面,及时清除坡面危石、浮石等,坡顶与坡脚处应开挖排水沟,分级边坡应设有碎落台与排水沟,坡面应设有纵向排水槽。

3 锚杆宜采用大直径钢筋或锚索,垂直坡面施工,深度视岩土体潜在滑面位置而定;若岩土体稳定性较好,该工序可以取消,可改用锚钉,长锚钉与短锚钉交错排列,横向及纵向间距宜为 0.5m~1.5m,用于固定网栅。

4 将网栅沿坡面顺势铺下,铺设时应拉紧。

5 网栅铺平整顺后,用长锚钉及短锚钉将网从下至上固定。

6 可将稳固剂、种植土、复合肥、有机肥、天然纤维等按表 5.2.2 中比例配制,采用搅拌机拌和均匀,然后加入水进行拌和,搅拌好后的基材应及时施工。

7 利用喷播机将混合均匀的基材喷于坡面,从上至下按次

序分一次或多次喷射。

8 按照一定的配比方案，将种子与基材拌和均匀。

9 采用喷播机喷射至坡面，基材喷播后，3d 内完成基材种子层喷播。

10 覆盖无纺布，喷播后三个月内，视土壤失水情况浇水 1 ~ 2 次/d，或安装滴灌系统，保证种子萌发及幼苗生长。

6 工程质量验收

6.1 一般规定

6.1.1 建筑材料、铺网材料、客土喷播材料应在进场后分批进行验收。

6.1.2 竣工验收后应形成相关工程文件和资料。

6.2 工序质量验收

6.2.1 边坡修整的质量验收应包括下列内容：

- 1 边坡安全性要求。
- 2 边坡表面的危石、浮石清除。
- 3 边坡坡率符合设计要求。
- 4 边坡上有碍喷播基材附着的浮根、草本植物和垃圾清除。

6.2.2 截排水工程质量验收应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 的规定。

6.2.3 固土结构的质量验收应包括下列内容：

- 1 锚杆和锚钉长度。
- 2 锚杆和锚钉密度。
- 3 网的搭接长度与固定。
- 4 边坡坡顶外延铺网长度。

6.2.4 喷播作业质量验收应符合下列规定：

- 1 喷播基材的取样监测宜在喷播完成后 10d 内进行。
- 2 喷播基材的质量应该符合设计要求。
- 3 喷播基材的厚度应符合设计要求。
- 4 喷播基材的环保性能和其他指标应符合现行国家标准《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》GB 15618 的有关规定。

6.3 竣工验收与工程移交

6.3.1 在植物生长期內，植物生长达到 60d 时应进行竣工验收。

6.3.2 边坡客土喷播竣工验收应符合下列规定：

1 应综合考虑植物种类、播种季节等因素，结合植物生长发育阶段进行验收。

2 目的植物群落的植物种类应达到设计种类的 70% 以上。

6.3.3 目的植物竣工验收应符合表 6.3.3 的规定。

表 6.3.3 目的植物竣工验收

项目		指标
植被密度	木本植物群落	大于 500 株/100m ²
	草本植物群落	覆盖率应达到 80% 以上
植物生长状况		植物整体生长健壮，长势良好

6.3.4 在质保期满后、工程移交时应对绿化效果进行终验，并符合下列规定：

1 应根据边坡目的植物的总体生长态势，确定植物生长状况达到设计要求。

2 目的植物群落和覆盖率应达到设计要求的预期效果。

附录 A 山东省边坡客土喷播生态 防护工程应用植物品种推荐表

表 A.0.1 山东省边坡客土喷播生态防护工程应用植物品种推荐表

类别	名称	生态习性
草本植物	高羊茅	喜光，耐半阴，喜寒冷潮湿、温暖的气候，耐高温；对肥料反应敏感，抗逆性强，耐酸、耐瘠薄，抗病性强。
	黑麦草	喜光不耐阴，喜温凉湿润气候，耐寒及耐热性均差。较能耐湿，忌长期积水。不耐旱，尤其夏季高热、干旱更为不利。对土壤要求比较严格，喜肥不耐瘠薄。略能耐酸，适宜的土壤 pH 为 6~7。
	狗牙根	喜光，稍耐半阴，喜温暖湿润气候，耐阴性和耐寒性较差，6℃~9℃时几乎停止生长，草质细，耐践踏。侵占力较强，可耐轻微盐碱，绿期长达 260d。
	紫花苜蓿	抗逆性强，适应范围广，能在多种类型的气候、土壤环境下生长。性喜干燥、温暖、疏松、排水良好、富含钙质的土壤，不耐水淹。
	白车轴草	喜光，不耐庇荫，喜温暖湿润气候，不耐干旱和长期积水，适应性广，抗热抗寒性强。喜弱酸性土壤，不耐盐碱。
	小冠花	喜光不耐阴，病虫害少。生长健壮，适应性强，耐寒性强（-34℃低温下仍能安全越冬），耐旱不耐涝，耐瘠薄土壤，对土壤要求不严，在 pH5.0~8.2 的土壤上均可生长。
	早熟禾	喜光，耐阴性强，可耐 50%~70% 郁闭度，耐旱性较强，耐寒性强（-20℃低温下能顺利越冬），抗热性较差，在气温达到 25℃ 左右时逐渐枯萎，对土壤要求不严，耐瘠薄，但不耐水湿。

续表 A.0.1

类别	名称	生态习性
草本植物	二月兰	喜光，耐阴。适应性、耐寒性强，病虫害少。土壤要求不高，可适应中性或弱碱性土壤。自播能力强。
	结缕草	喜光，在通气良好的开旷地上生长壮实，但又有一定的耐阴性。抗旱、抗盐碱、抗病虫害能力强，耐瘠薄、耐践踏、耐一定的水湿。
木本植物	油松	阳性树种。极喜光，喜干冷气候，耐寒，能耐冬季-25℃低温；耐干燥瘠薄；深根性，抗风能力强；对土壤要求不严。
	黑松	阳性树种。喜光，耐干旱瘠薄，不耐水涝，不耐寒；适生于温暖湿润的海洋性气候区，耐海雾，抗海风，可在海滩盐土地生长；抗病虫害能力强，生长慢，寿命长。
	赤松	阳性树种。喜光，耐寒，耐贫瘠，不耐盐碱土；重黏壤土生长不良。深根性，抗风力强。
	侧柏	阳性树种。喜光，幼时稍耐阴，耐寒力中等；适应性强，对土壤要求不严，耐干旱瘠薄，耐盐碱；浅根性，但侧根发达，萌芽性强，耐修剪。
	桧柏	喜光，幼树耐庇荫，喜温凉气候，较耐寒，对土壤要求不严，耐干旱，忌水湿；萌芽力强，耐修剪，寿命长；深根性，侧根也很发达。
	麻叶绣线菊	喜光，喜温暖，稍耐寒，冬季能耐-5℃低温，耐阴，较耐干旱，忌湿涝，分蘖力强。
	华北绣线菊	喜光，稍耐阴，耐寒，耐干旱瘠薄；喜温暖湿润的气候和深厚肥沃的土壤；萌蘖力和萌芽力均强，耐修剪。
	华北珍珠梅	中性树种，喜温暖湿润气候，喜光也稍耐阴，抗寒能力强，对土壤的要求不严，较耐干旱瘠薄，喜湿润肥沃、排水良好之地，萌蘖性强。
	毛樱桃	喜光，耐阴、耐寒、耐旱，也耐高温，适应性极强，寿命较长。

续表 A.0.1

类别	名称	生态习性
木本植物	紫穗槐	喜光，耐寒、耐旱、耐湿、耐盐碱、抗风沙，抗逆性极强，不择土壤，在荒山坡、道路旁、河岸、盐碱地均可生长，根系发达，萌芽性强。
	花木蓝	喜光，耐寒，耐干旱瘠薄，也较耐水湿，适应性强，抗病性较强，对土壤要求不严。
	小叶锦鸡儿 (柠条)	喜光，不耐阴，抗寒性强，耐干旱瘠薄，忌涝，根系发达，有根瘤，萌芽力强，是干旱草原、荒漠草原水土保持林的重要树种
	胡枝子	喜光，耐寒性强，根系发达，对土壤适应性强，耐干旱瘠薄，耐酸性，耐盐碱，耐刈割。
	多花胡枝子	喜光，耐寒，耐干旱瘠薄，适应性强，抗风沙，是良好的水土保持树种。
	美丽胡枝子	喜光，较耐阴，耐高温，较耐寒，耐干旱瘠薄，喜酸性土，生长快，耐刈割，适应性强，是荒山绿化、水土保持和改良土壤的先锋树种。
	截叶铁扫帚	喜光，较耐热，耐干旱瘠薄土壤，有较强的耐水淹能力，适应性强，具有广泛的生态可塑性。
	金银木	喜强光(每天接受日光直射不宜少于4h)，耐半阴，较耐寒(越冬温度不宜低于-15℃)，稍耐旱，病虫害少。
	连翘	喜光，有一定程度的耐阴性，耐寒、耐干旱瘠薄，怕涝；不择土壤，抗病虫能力强。萌发力强、发丛快，生命力和适应能力非常强。
	荆条	喜光，耐寒、耐旱，亦能耐瘠薄的土壤，喜阳光充足，多自然生长于山地阳坡的干燥地带，形成灌丛，其根茎萌发力强，耐修剪。
	櫻桃	喜光、喜温、喜湿、喜肥，怕涝怕旱，不耐盐碱，冬季极端最低温度不低于-20℃，土壤以土质疏松、土层深厚的沙壤土为佳。

续表 A.0.1

类别	名称	生态习性
木本植物	杜梨	喜光，耐寒，耐旱，耐涝，耐瘠薄，适生性强，在中性土及盐碱土中均能正常生长。
	豆梨	喜光，稍耐阴，不耐寒，耐干旱、瘠薄。对土壤要求不严，在碱性土中也能生长。深根性。具抗病虫害能力。生长较慢。
	秋子梨	喜光，耐寒力强，可耐-30℃的低温；耐干旱、瘠薄；生长旺盛，适应性强。
	皂荚	喜光，稍耐阴，对土壤要求不严，在石灰质及盐碱甚至黏土或砂土均能正常生长。深根性，生长速度慢但寿命长。
	合欢	喜光，喜温暖，耐寒、耐旱、耐土壤瘠薄及轻度盐碱，对气候和土壤适应性强，不耐水涝。生长迅速，对二氧化硫、氯化氢等有害气体有较强的抗性。
	山合欢	喜光，喜温暖气候，喜湿润而肥沃的土壤。根系较发达，对土壤要求不严，常见在砖红壤、红壤、紫色土、冲积土上生长，在贫薄的山地也能适应，但生长较慢。
	国槐	喜光，稍耐阴，耐寒，对土壤要求不严，较耐干旱瘠薄，石灰及轻度盐碱地，忌积水，深根性，抗风性强，耐烟尘，病虫害少，寿命长。
	刺槐	喜光，不耐阴，喜干燥、凉爽气候，较耐干旱、贫瘠，能在中性、石灰性、酸性及轻度碱性土上生长，忌积水，但抗风性差，萌芽力和根蘖性很强。
	榆树	阳性树种，喜光，耐寒，耐干旱瘠薄，不耐水湿，耐盐碱，适应性很强。生长快，萌芽力强，耐修剪。根系发达，抗风力、保土力强。具抗污染性，叶面滞尘能力强。
	榔榆	喜光，耐干旱，在酸性、中性及碱性土上均能生长，但宜生于气候温暖、土壤肥沃、排水良好的中性土壤的生境。对有毒气体烟尘抗性较强。

续表 A.0.1

类别	名称	生态习性
木本植物	青檀	喜光，耐寒（-35℃无冻梢），适应性较强，喜钙，较耐干旱瘠薄，耐盐碱，不耐水湿。根系发达，生长速度中等，萌蘖性强。对有害气体有较强的抗性。
	紫荆	喜光，稍耐阴，较耐寒，喜肥沃、排水良好的土壤，不耐淹；萌蘖性强，耐修剪。
	刺榆	喜光，耐寒，耐干旱瘠薄。适应性强，萌蘖能力强，生长速度较慢。
	盐肤木	喜光，喜排水性良好的土壤，较耐寒，对气候和土壤适应性都很强，生长快。
	火炬树	喜光，耐寒，对土壤适应性强，耐干旱瘠薄，耐水湿，耐盐碱。根系发达，萌蘖性强。浅根性，生长快，寿命短。
	蚂蚱腿子	耐阴，喜冷凉气候，耐瘠薄，根系发达，可作水土保持树种。
	枫杨	喜光，不耐庇荫，耐寒、耐旱，耐湿性强但不耐长期积水。深根性，主、侧根均发达，生长迅速，萌蘖性强，对二氧化硫、氯气等抗性弱。
	紫丁香	喜光，稍耐阴，耐寒，耐旱，喜温暖、湿润，对土壤的要求不严，耐瘠薄，忌低湿。
	黄栌	喜光，也耐半阴，耐寒，耐干旱瘠薄和碱性土壤，不耐水湿。生长快，根系发达，萌蘖性强；对二氧化硫有较强抗性。
	野花椒	喜光，适宜温暖湿润及土层深厚肥沃壤土，耐寒，耐旱，抗病能力强，萌蘖性强，耐修剪，不耐涝。
	花椒	喜光，耐寒，耐旱，抗病能力强。萌蘖性强，隐芽寿命长，耐强修剪。不耐涝，短期积水可致死亡。
	扁担杆	中性树种。喜光，稍耐阴，性强健，耐寒，对土壤要求不严，耐干旱，耐瘠薄。萌芽力强。

续表 A.0.1

类别	名称	生态习性
木本植物	接骨木	喜光，但幼苗稍耐荫蔽，耐寒，耐旱。适应性较强，以肥沃、疏松的土壤培为好，性强健，根系发达，萌蘖性强。
	白刺花	喜光，稍耐半阴，耐寒冷，耐瘠薄，但怕积水。性强健，管理粗放，对土壤要求不严。
	红栌	喜光、耐半阴，耐寒、耐旱、耐贫瘠、耐盐碱土，不耐水湿，在深厚肥沃偏酸性的沙壤土上生长良好，根系发达。
	五角枫	喜阳，稍耐阴，喜温凉湿润气候，耐寒性强。对土壤要求不严，在酸性土、中性土及石灰性土中均能生长，但以湿润、肥沃、土层深厚的土中生长最好。深根性，生长速度中等，病虫害较少。
	三角枫	弱阳性，稍耐阴，喜温暖湿润气候及酸性、中性土壤，为暖带树种，喜光也耐阴，对土壤的要求不严，较耐水湿，萌芽力强，耐修剪。
	流苏树	喜光，不耐荫蔽，耐寒、耐旱，忌积水，生长速度较慢，寿命长，耐瘠薄，对土壤要求不严，但以在肥沃、通透性好的沙壤土中生长最好，有一定的耐盐碱能力。
	单樱	喜光，不耐阴湿，不耐盐碱，忌水涝，耐寒，耐旱。
	红王子锦带	喜光，也稍耐阴；耐寒，耐旱；忌水涝，不宜栽植于低洼积水处，适应性强，抗逆性强，对土壤要求不严。

本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应该这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应该这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件可以这样做的用词：

正面词采用“可”，反面词采用“不可”。

2 本标准中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应按……执行（或采用）”或“应符合……的规定（或要求）”。非必须按指定的标准、规范执行的写法为“可参照……”。

引用标准名录

- 1 《建筑边坡工程技术规范》GB 50330
- 2 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》

GB 15618

- 3 《禾本科草种子质量分级》GB 6142
- 4 《林木种子质量分级》GB 7908
- 5 《复合肥料》GB/T 15063
- 6 《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141

山东省工程建设标准

边坡客土喷播生态防护技术标准

DB37/T 5193—2021

条 文 说 明

目 次

1 总则	25
2 术语	26
3 基本规定	27
4 设计	28
4.1 一般规定	28
4.2 边坡防护设计	28
4.3 植被设计要求	29
5 客土喷播施工	31
5.1 一般规定	31
5.2 施工准备	31
5.3 施工	32
6 工程质量验收	33
6.1 一般规定	33
6.2 工序质量验收	33
6.3 竣工验收与工程移交	33

1 总 则

1.0.1 伴随着城市化进程加快，大面积新建道路、大规模拓宽道路、采石开矿、城市建设等人为行为与滑坡、泥石流等自然灾害产生了大量裸露边坡，严重破坏了原有自然山体所在区域的生态环境。党的十八大明确指出“大力推进生态文明建设”，为当下经济快速发展时期的生态保护与生态重建工作指明了方向。山东省现有边坡生态防护技术良莠不齐，且无规范可循，不但影响边坡绿化效果，造成财产浪费，甚至导致严重的安全事故。本标准的制定将对边坡防护的设计、施工和质量验收各环节予以规范，可推动边坡生态防护技术的科学化、规范化及行业的健康有序发展。

1.0.4 边坡生态防护技术是一项综合性强的工程技术，本标准无法全面反映地质勘察、边坡稳定性评价等其他技术，因此除应遵守本标准外，尚应符合相关的规定。

2 术 语

2.0.1 本章给出的术语是本标准有关章节中所应用的。本标准的术语是从本标准的角度赋予其含义的，但含义不一定是术语的定义。同时还分别给出了相应的推荐性英文。

3 基本规定

3.0.1 在边坡深层稳定的基础上，以生态防护优先为原则开展边坡治理，避免或减少大量圬工结构的应用。边坡生态治理措施应当确保发挥稳定边坡的作用、保持水土作用；应当因地制宜，遵循生物多样性，就地取材，减少对当地环境的扰动；应当降低施工和后期养护成本；应当与当地环境协调，美观和谐。

3.0.3 边坡稳定是实施生态防护技术的先决条件，可避免工程实施后因边坡不稳定造成的滑坡、坍塌等安全事故。边坡稳定性评价是一项专业性工作，应交由具备相应资质的单位完成。边坡稳定性评价内容应包括：

- 1 边坡高度、坡度、坡面形态、朝向等；
- 2 边坡岩土类型，包括岩土构成、岩体结构类型、岩体风化程度、完整程度、结构面类型及组合，必要时应进行分段评价；
- 3 影响边坡稳定性的主要因素；
- 4 边坡稳定性评价方法及结论；
- 5 必要时应分析边坡稳定与边坡生态防护的相互影响。

对欠稳定的或存在不良地质因素的边坡，应先进行边坡加固，可选择锚杆、锚杆挡墙、抗滑桩、坡脚加固、局部灌浆等措施。对拟实施喷播生态防护技术的边坡，不应采用锚喷等全封闭加固方案，以免影响喷播材料附着及植物根系发育。

4 设 计

4.1 一般规定

4.1.1 生物多样性是当前一个备受关注的问题，是可持续发展的一个重要前提。如果生物种群单一发展，就会对生态系统的稳定性和生产力的提高带来不利影响。护坡植物的选择上，也同样应注重植物多样性，一般以低矮木本植物为主，如灌木和亚乔木，并结合草本、藤本、花卉构建地被植被群落。灌木植物是植被护坡的骨架，具有良好的边坡防护、涵水固土、改善环境等作用，但仅仅用灌木绿化，则造成群落结构单一、立体层次单调，不能充分发挥生态效益。如用亚乔木、灌木、藤本、地被模拟自然植物群落，组成有层次、有结构的人工植物群落，不但丰富了边坡的绿化景色，增添了自然美感，而且最大限度地利用了空间，增加了单位面积的绿量，有效地提高了生态效益和改善环境。

4.1.2 该条参考了《裸露坡面植被恢复技术规范》GB/T 38360—2019 和《边坡喷播绿化工程技术标准》CJJ/T 292—2018 的相关内容。

4.2 边坡防护设计

4.2.1 进行边坡防护设计前，应调查清楚植物生长地段各种环境条件的综合，包括气候、水文、地质等自然和人为的条件。不同立地条件的边坡生态防护工程，应采取不同的布局方式、施工工艺和选择不同的植物品种。

4.2.2 边坡自身及其所处区域的工程地质、水文地质和环境条件是边坡生态防护工程中植物生长的重要影响因素。无论是土质还是岩质形式边坡，当坡面有一定厚度表土存在时，恢复植被比

较容易。但对于人工开挖的整体结构、块状结构、层状结构等类型的岩质边坡，其坡面不具备植物生长的条件，要使坡面自然长出植被几乎是不可能的。因此，应采取工程措施，提供植物生长所需的条件。水是植物生存生长的重要因子之一，对周围水源的调查也是必不可少的。土壤是植物生长的基质和营养库，对植物生长发挥着不可替代的作用，由于土壤形成因素和土壤形成过程不同，自然界里的土壤是多种多样的，它们具有不同的土体构型、理化性质和肥力水平，因此，对土壤的分析调查有利于提供坡面植物生长和植被恢复的结构支持和养分保证。

4.3 植被设计要求

4.3.1 边坡护坡植物品种的选择是边坡植物防护措施规划设计中的一项重要工作，也是边坡植物防护措施成功与否的关键。边坡植物选择要充分考虑区域的特点，在提高边坡稳定性的同时，植物的生物学特性和生态学特性与立地条件需相互适应。在兼顾生态效益、经济效益的同时，以及在满足连续性和多样性景观效果的前提下，选择易于养护管理的植物品种，保证乔、灌、草、花、藤合理配置在边坡生态防护工程中。

4.3.2 选择适合当地气候条件的植物是关键，在选择绿化材料时首先要考虑的是气温，最高气温决定植物是否能安全越夏，而最低气温决定能否安全越冬。一般来说，本地原产的乡土植物最能体现地方风格，最能抵抗灾难性气候，种苗易成活。

4.3.5 依据植物性状，将护坡植物分为乔木类、灌木类、草本植物、藤本植物和花卉植物。在边坡生态防护工程中，乔木类植物主要发挥水土保持和美化环境的作用。值得说明的是，为确保边坡稳定，乔木类植物一般不用于由于挖方形成的高陡边坡的防护工程中。灌木类植物根系发达，固土能力强；耐干旱，枝条密集富有弹性；耐瘠薄，抗污染能力强。因此，灌木护坡效果好，是护坡的理想植物。缺点是成本较高，早期生长慢，植被覆盖度低，对早期的土壤侵蚀防止效果不佳。但是可通过与草本植物混

播来解决这一难题。草本植物早期迅速覆盖地面防止土壤侵蚀，后期由灌木发挥护坡作用。藤本植物主要应用于坚硬石质边坡或土石混合边坡的垂直绿化，是生态防护的特殊形式。用藤本植物进行垂直绿化的优点是投资少、用地少、美化效果好，缺点是藤本植物覆盖坡面时间较长，因不能完全覆盖坡面而不适用于高边坡的植被修复。

5 客土喷播施工

5.1 一般规定

5.1.1 施工单位进场后，应组织施工人员熟悉工程内容和有关的技术标准，并由专业技术人员向施工人员做好技术交底，包括施工工艺、规范规定要求、质量标准、安全生产和文明施工及环境保护等要求。

5.2 施工准备

5.2.2 客土喷播材料准备阶段的说明：

1 植物生长必需的主要肥料成分为：氮、磷、钾。边坡绿化工程，为使单位面积的植物生长个体较多，且发芽生长一致，在初期宜尽可能多施肥。针对边坡肥力差，分别对乔木、灌木、草本植物群落，可考虑设计专用复合肥，以促进植物更好生长。

2 天然纤维在客土喷播生态植被护坡技术中起到类似植物根茎的网络作用，早就具有耐降雨侵蚀、牢固且透气、与自然表土相近的生长基础。

3 无纺布是用于边坡生态防护工程覆盖表层，可防止雨水冲刷，阻滞种子在发芽生根期的移动，也可部分防止水分蒸发，起保温保湿的作用。覆盖时注意不露边口，重叠 10cm ~ 15cm，保持表面平整，用竹钉或木桩固定，两端用土压埋稳固。

5.2.3 主要施工机械作用如下：

1 空压机：用以压缩气体的设备，是将动力机的机械能转换成气体压力能的装置。

2 液压喷播机：利用离心泵把混合土通过软管输送喷播到坡面，形成均匀覆盖层。

3 铲车：用于配合搅拌批量混合土样、铲运及装载。

- 4 搅拌机：用于搅拌批量混合土样。
- 5 抽水机：主要用于施工用水。

5.3 施 工

5.3.1 对客土喷播施工技术进行条文说明：

1 对于较松动的岩石坡面，一般用人工方法清理坡面浮石、浮土等，遇到凹凸不平的硬质岩石坡面，要采用风凿进行施工。做到处理后的坡面倾斜一致、平整、无大的石头突出与其他杂物存在，施工前坡面的凹凸度控制在 $\pm 10\text{cm}$ 左右，使其有利于基材和岩石表面的自然结合。

2 喷射应尽可能正面进行，凹凸部分及死角部位要喷射充分，施工时要根据边坡的岩性，合理调整喷射厚度，以保证客土能提供植物生长所需足够的养分和水分。工程实践表明，分层喷播比一次性喷播完成后的绿化效果明显，成本降低。首先喷播基质底层，不含植物种子，喷播厚度宜为 $8\text{cm} \sim 10\text{cm}$ ，第二次喷播种子层，含植物种子，喷播厚度宜为 $3\text{cm} \sim 5\text{cm}$ ，常在喷播基质底层完成，风干几个小时后进行。

6 工程质量验收

6.1 一般规定

6.1.1 本章主要参考了《边坡喷播绿化工程技术标准》CJJ/T 292-2018 的相关内容。

6.2 工序质量验收

6.2.1 边坡安全性参照 3.0.3 条进行评价，应按《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 进行边坡稳定性评价。

6.3 竣工验收与工程移交

6.3.1 边坡客土喷播生态防护工程质量验收尚需符合现行《园林绿化工程施工及验收规范》CJJ 82 的规定。