

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 1891—2024

公路高边坡生态防护技术指南

Technical guidelines of ecological protection of high slope on highways

2024 - 09 - 24 发布

2024 - 10 - 24 实施

陕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 总则..... 2

5 设计..... 2

6 施工..... 5

7 养护..... 6

附录 A （资料性） 陕西省公路高边坡生态防护区划..... 7

参考文献..... 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知识产权。本文件的发布机构不承担识别知识产权的责任。

本文件由陕西省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：陕西交通控股集团有限公司、陕西交通控股集团有限公司宝坪高速公路建设管理处、西安理工大学、中交第一公路勘察设计研究院有限公司、陕西西部联盟生态工程有限公司。

本文件起草人：黄会奇、赵超志、富志鹏、时鹏、张伟、董长松、王杨、景贵升、仵涛、高景伟、赵力国、毛金沙、赫连超、尹静、李占斌、李鹏、白璐璐、郭美丽、王选斌、陈振宇。

本文件由陕西交通控股集团有限公司解释。

本文件首次发布。

联系信息如下：

单位：陕西交通控股集团有限公司

电话：029-87832666

地址：陕西省西安市雁塔区太白南路9号

邮编：710065

公路高边坡生态防护技术指南

1 范围

本文件提供了公路高边坡生态防护的总则、设计、施工和养护的指导。
本文件适用于各等级公路高边坡的生态防护。

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。

JTGD30 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

高边坡 high slope
高度大于20 m的土质边坡或大于30 m的岩质边坡。

3.2

植草（灌）绿化 planting grass (shrub) for green
在基体上播种草（灌）种或种植灌木的绿化形式。

3.3

植生袋绿化 plant growth bag for green
将熟土、肥料、种子、保水剂等基质装入具有保土、透水、抗紫外线、耐腐蚀、植物易穿透等特性袋子并置于边坡表面的绿化形式。

3.4

三维土工网垫植草 grass planting with three-dimensional geonet cushion
利用三维构造网垫填充砂砾、细石、土壤等基质的植草绿化形式。

3.5

土工格室植草（灌） planting grass (shrub) in geocell
利用土工格室填充砂砾、细石、土壤等基质的植草（灌）绿化形式。

3.6

液压喷播 hydroseeding

将植物种子、粘合剂、肥料、保水剂和水等制成有一定粘稠度的悬浊液，通过专用喷播机械设备喷射到边坡表面的绿化形式。

3.7

客土喷播 spraying grass with foreign soil

将植物种子、种植土、有机质、肥料、保水剂等合理比例配制成专业客土基材及植物生长基质，通过专用喷播设备喷射到边坡表面的绿化形式。

3.8

植被生态混凝土护坡 vegetation ecological concrete

采用植被混凝土基材和种子配方，采用喷锚设备将基材喷射至坡面的绿化形式。

4 总则

- 4.1 边坡调查内容包括植物资源、地形、地质、水文、气象、边坡工程等内容，按照 JTGD30 的要求确认边坡稳定性。
- 4.2 根据边坡类型、坡度、工程分区等因素确定绿化形式。
- 4.3 选择具有一定园林观赏价值的乡土物种进行绿化。
- 4.4 施工前对边坡进行整理，清理边坡上的危石及不密实的松土，防护层与坡面密切贴合。
- 4.5 定期进行养护。

5 设计

5.1 边坡调查

- 5.1.1 植物资源调查包括：工程地周边乔木、灌木和草本植物种类、分布和生长状况等。
- 5.1.2 地形、地质及水文调查包括：边坡形态、岩性、涌水、地下水、地表水、水土流失等。边坡分类见表 1。
- 5.1.3 气象资料调查包括：降水、干旱、温度、风速等。
- 5.1.4 边坡工程调查包括：边坡稳定性、截排水设施、支护形式等。

表 1 边坡分类

划分依据	分类
坡度 (α)	缓坡 ($\alpha < 30^\circ$) 斜坡 ($30^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$) 陡坡 ($45^\circ \leq \alpha \leq 75^\circ$) 特陡坡 ($\alpha > 75^\circ$)
边坡物质组成	土质 岩质 岩土混合质

5.2 绿化形式选择

绿化形式选择见表 2 和表 3。

表 2 绿化形式及适用条件

适用边坡类型		植草（灌） 绿化	植生袋 绿化	三维土工 网垫植草	土工格室植 草（灌）	液压 喷播	客土 喷播	植被生态 混凝土护坡
边坡物质 组成	岩质	×	√	×	√	√	√	√
	土质	√	√	√	√	√	√	√
	岩土混合质	√	√	√	√	√	√	√
坡度	缓坡	√	×	√	√	×	√	×
	斜坡	×	√	×	×	√	√	×
	陡坡	×	√	×	×	√	×	√
	特陡坡	×	×	×	×	×	×	√
注：√代表适用，×代表不适用。								

表 3 工程分区及适用条件

适用区域		植草（灌） 绿化	植生袋 绿化	三维土工 网垫植草	土工格室植 草（灌）	液压 喷播	客土 喷播	植被生态 混凝土护坡
陕北沙漠 高原区(I)	榆林风沙滩地亚区 (I1)	√	√	√	×	×	×	×
	靖边风沙草滩亚区 (I2)	√	√	√	×	×	×	×
	定边草滩盆地亚区 (I3)	√	√	√	×	×	×	×
陕北黄土 高原(II)	陕北黄土梁峁亚区 (II1)	√	√	√	√	√	√	√
	低中山亚区(II2)	√	√	√	√	√	√	√
	洛川塬亚区(II3)	√	√	√	√	√	√	√
关中盆地 (III)	长武—彬县塬亚区 (II4)	√	√	√	√	√	√	√
	陇县—耀县—韩城 黄土台塬亚区 (III1)	√	√	√	√	√	√	√
	宝鸡—咸阳—渭 南冲积平原亚区 (III2)	√	√	√	√	√	√	√
	眉县—蓝田—潼 关黄土台塬、洪积 倾斜平原亚区 (III3)	√	√	√	√	√	√	√

表 3（续）

适用区域		植草(灌) 绿化	植生袋 绿化	三维土工 网垫植草	土工格室植草 (灌)	液压喷 播	客土喷 播	植被生态混凝 土护坡
秦巴山区 (IV)	秦岭高中山 亚区 (IV1)	√	√	√	√	√	√	√
	汉江谷地亚区 (IV2)	√	√	√	√	√	√	√
	大巴山亚区 (IV3)	√	√	√	√	√	√	√
注：√代表适用，×代表不适用，分区详见附录A。								

5.3 绿化形式设计

5.3.1 植草（灌）绿化

- 5.3.1.1 选择固土、防冲、绿化效果好的植物物种。
- 5.3.1.2 采用三种以上种子混播。
- 5.3.1.3 栽培呈“品”字型，并有一定穴距。

5.3.2 植生袋绿化

植生袋基础设计5%~10%的倒坡。

5.3.3 三维土工网垫植草

- 5.3.3.1 三维土工网垫单位面积质量大于等于 350 g/m²，厚度大于等于 1.4 cm，纵横向最大抗拉力大于等于 2.0 kN/m。
- 5.3.3.2 三维土工网垫采用 U 型铁丝、地锚钉等固定措施。

5.3.4 土工格室植草灌

- 5.3.3.3 土工格室选择质量轻、耐磨损、抗老化、韧性好、抗冲击力强的土工格室材料。
- 5.3.3.4 土工格室内采用熟土填充。
- 5.3.3.5 土工格室采用锚固桩固定。

5.3.4 液压喷播

- 5.3.4.1 液压喷播前，修整边坡凸出或凹进小于 10 cm。
- 5.3.4.2 液压喷播后，设置覆盖措施。

5.3.5 客土喷播

- 5.3.5.1 客土喷播前，修整边坡凸出或凹进小于 10 cm。
- 5.3.5.2 客土喷播后，设置覆盖措施。

5.3.6 植被生态混凝土护坡

- 5.3.6.1 植被生态混凝土护坡前，修整边坡凸出或凹进小于 10 cm。

5.3.6.2 植被生态混凝土护坡设置边坡排水管或排水沟渠。

5.3.6.3 植被生态混凝土护坡施工后，设置覆盖措施。

6 施工

6.1 植草（灌）绿化

6.1.1 按照坡面处理、播种（种植）、养护的顺序施工。

6.1.2 播种或栽植前可通过洒水等方式提高土壤含水量。

6.1.3 播种用量可按照防护要求结合物种特性和立地条件确定其初植密度。

6.1.4 栽植穴可按种植密度确定间距。

6.2 植生袋绿化

6.2.1 按照坡面整理、植生袋装填、植生袋码放、植生袋加固、点播种子或移栽灌木、养护的顺序施工。

6.2.2 植生袋自下而上逐层铺设，呈“品”字码放。

6.2.3 植生袋用“米”字型铁丝网拉紧与坡面密贴，并采用钢筋固定。

6.3 三维土工网垫植草

6.3.1 按照坡面整理、回填客土、播撒草籽、钉三维土工网垫、盖无纺布、养护的顺序施工。

6.3.2 三维土工网垫埋设沟槽深度大于 30 cm。

6.3.3 三维土工网垫铺设紧贴地面。

6.3.4 相邻三维土工网垫采用土工绳连接。

6.4 土工格室植草灌

6.4.1 按照坡面整理、铺设土工格室、填土掩埋、种植植被、养护的顺序施工。

6.4.2 端部槽孔采用 U 型锚固沟。

6.4.3 土工格室填土自下而上逐层进行。

6.5 液压喷播

6.5.1 按照坡面平整、锚固挂网、液压喷播、覆盖无纺布、养护的顺序施工。

6.5.2 喷播前保持坡体湿润，混合悬浊液搅拌均匀、附着力良好。

6.5.3 喷播由高向低进行。

6.6 客土喷播

6.6.1 按照坡面平整、锚固挂网、培养基拌合、喷射培养基、喷播种子层、无纺布覆盖、养护的顺序施工。

6.6.2 喷播基质现场拌和，搅拌时间大于等于 5min。

6.6.3 喷播厚度为 10cm~20cm。

6.7 植被生态混凝土护坡

6.7.1 按照坡面平整、土工网和锚钉铺设、植被混凝土基材制备、植被混凝土喷植、养护的顺序施工。

6.7.2 植被生态混凝土基材现场制备、搅拌、喷植。

6.7.3 喷植厚度为 8 cm~10 cm，表层基材厚度为 40 mm~50 mm。

7 养护

- 7.1 可采用施肥、浇水、防病虫害、整形修剪、补植等方法定期进行养护。
- 7.2 草本植物施工后养护期限 1 年~2 年，木本植物施工后养护期限 2 年~3 年。
- 7.3 植物种植结束后，及时进行遮盖。
- 7.4 根据植物习性和墒情，及时浇水，养护用水不含油、酸、碱、等有碍植物生长的成分。
- 7.5 根据植物生长需求进行施肥，可采样穴施、根施、环施等方法施肥。
- 7.6 根据植物病虫害疫情，及时采取生物、物理、化学等方法防治病虫害。
- 7.7 植被出现大面积死亡、秃斑、脱落时，及时阐明原因，进行补植。

附 录 A

(资料性)

陕西省公路高边坡生态防护区划

根据区划的原则和依据,结合陕西省的地质环境特点、森林植被、土壤、气候、海拔等自然地理因素,可将我省公路高边坡生态防护分为陕北沙漠高原区、陕北黄土高原区、关中盆地区、陕南山地区4个一级区以及榆林风沙滩地亚区、靖边风沙草滩亚区、定边草滩盆地亚区、陕北黄土梁峁亚区、低中山亚区、洛川塬亚区、长武—彬县塬亚区、陇县—耀县—韩城黄土台塬亚区、宝鸡—咸阳—渭南冲积平原亚区、眉县—蓝田—潼关黄土台塬洪积倾斜平原亚区、秦岭高中山亚区、汉江谷地亚区、大巴山亚区13个二级分区。

A.1 陕北沙漠高原区 (I)

A.1.1 榆林风沙滩地亚区 (I1)

A.1.1.1 神木大柳塔一大砭瑶段位于神木县北部,西起中鸡乡,东至悖牛川,北邻内蒙,南至神木县西沟乡,面积 1564km²。

A.1.1.2 瑶镇—巴拉素段西、北邻内蒙,东与黄土高原相接,南抵无定河,面积 8238 km²,地势西北高,东南低,地貌上属风沙滩地,水系主要有秃尾河、榆溪河,表层为第四纪松散的风积沙,粘质砂土,大部分地区水位埋深浅,水量丰富、水质好。

A.1.2 靖边风沙草滩亚区 (I2)

西起宁条梁,东至芦河,北到无定河,南与黄土高原相接,面积 2341 km²。地貌上属风沙草滩,上覆第四纪风积沙,厚 1 m~3 m,下伏第三粘土及中生界碎屑岩。

A.1.3 定边草滩盆地亚区 (I3)

A.1.3.1 白泥井—红柳沟—堆子梁段呈新月形分布于草滩盆地边缘,其表面大多为盐渍化土,局部为第四纪风积沙,厚约 1 m ~3 m,面积 1615 km²。

A.1.3.2 海子梁—乱井子—长茂滩段位于定边草滩盆地中部,西起乱井子林场东至长茂滩,面积 815km²,其内沙丘、滩地相间分布。

A.2 陕北黄土高原区 (II)

A.2.1 陕北黄土梁峁亚区 (II1)

A.2.1.1 黄甫—清水段位于府谷县最北端,范围包括黄甫川、清水川,面积约 923 km²,地形破碎,沟壑发育,多出露砂岩即二叠、三叠系紫、红色砂质泥岩、泥质粉砂岩。

A.2.1.2 府谷—佳县—吴堡段位于黄河沿岸,包括府谷、佳县、吴堡,面积 1100 km²,地貌属于陕北黄土高原石质丘陵区,基岩出露广泛,以石炭—二叠系砂岩、页岩、泥岩为主,风化剥蚀强烈,黄土层较薄,仅分布于梁顶。

A. 2. 1. 3 府谷新民—榆林鱼河段北接内蒙，南到榆林鱼河一带，西到长城沿线，北接黄甫—清水段，面积 6975 km²，地貌为黄土梁峁，地层以第四纪黄土为主，厚 50 m~100 m，第三纪红粘土零星分布于河流中下游，石炭—二叠纪、侏罗纪以砂岩、泥岩为主，含煤层。

A. 2. 1. 4 延安—吴旗段北接黄甫—清水段南到子午岭、崂山，东到黄河，西到省界，面 3.71⁴km²×10⁴km²，地貌为黄土梁峁，沟谷深切，一般 100 m~400 m，以第四纪黄土为主，厚 100 m~150 m，最厚处黄土深达 311 m，局部零星出露第三纪红粘。

A. 2. 1. 5 定边周湾—靖边王渠子段位于白于山北坡，范围包括定边、靖边二县南部黄土梁峁间地区，面积 1375 km²地层以第四纪冲洪积层、黄土状土为主，厚 30 m~50 m，下伏基岩为白垩系紫红色砂岩，间地平坦，土地肥沃。

A. 2. 2 低中山亚区（Ⅱ2）

A. 2. 2. 1 甘泉—黄龙段北临陕北黄土梁峁亚区，南到洛川塬亚区，东到黄河，西到洛川塬。范围包括崂山、黄龙山，面积 9716 km²，地貌为低中山，地层以二叠纪、三叠纪、侏罗纪砂、页岩为主，该段植被覆盖率高，煤炭资源丰富。

A. 2. 2. 2 志丹县小桥坪—耀县照金镇段北到志丹县旦八镇小桥坪村，南与陇县—耀县—韩城黄土台塬亚区相接，东到洛川塬，西到省界，面积 10000 km²，地貌属于低中山，地层以侏罗纪、白垩纪砂岩、泥岩、页岩煤层为主，第四纪黄土分布于南部和北部，该段植被覆盖率较高。

A. 2. 2. 3 陇县火烧寨—麟游段北到省界，南到关中盆地北缘，东与长武—彬县塬亚区相接，西到陇县火烧寨，面积 4562 km²，地貌以基岩低中山、黄土梁为主，地层以第四纪黄土、侏罗纪和白垩纪砂岩、泥岩为主，该段植被稀少，水资源贫乏。

A. 2. 3 洛川塬亚区（Ⅱ3）

该亚区北自富县，南到黄陵，面积 3163 km²，地貌属于黄土塬区，地层以第四纪黄土为主，厚 100 m~150 m，塬边受流水切割形成切深 100 m~200 m 的沟谷，该段塬面平坦，土地肥沃，是陕北“粮仓”。

A. 2. 4 长武—彬县塬亚区（Ⅱ4）

该亚区范围包括长武、彬县、旬邑三县，面积 2152 km²，地貌属于黄土塬区，地层以第四纪黄土为主，厚 100 m~150 m，第三纪红粘土出露于泾河上游及其支沟两侧，侏罗系、白垩系砂岩、泥岩、页岩分布于泾河及支沟谷底，塬面平坦宽广。

A. 3 关中盆地区（Ⅲ）

A. 3. 1 陇县—耀县—韩城黄土台塬亚区（Ⅲ1）

A. 3. 1. 2 陇县—礼泉段西起陇县，东到泾河，北与陕北黄土高原区相接，南至黄土台塬边缘，面积 5968km²。地势西高东低，塬面分布有构造洼地及侵蚀洼地，地层主要为第四纪黄土及洪积物。段内土地肥沃，是传统的农业耕作区。

A. 3. 1. 2 淳化—韩城段位于泾河以东淳化—韩城间的黄土台塬区，面积 8435km²。地势平坦，覆盖层为第四纪黄土及河湖相沉积物，基岩为下古生界碳酸盐岩及中生界碎屑岩。

A. 3. 2 宝鸡—咸阳—渭南冲积平原亚区（Ⅲ2）

A. 3. 2. 1 宝鸡—咸阳段位于宝鸡—咸阳间的渭河冲积平原区，西起宝鸡峡，东至泾河、灞河，面积 2718 km²。地层为第四纪冲积层，地表水系发育，地下水丰富。该段土地肥沃，地势平坦，自然条件好，是陕西省人口最稠密、经济最发达的地区。

A. 3. 2. 2 西安段位于西安市城区及近郊，面积约 155 km²。区内有地裂缝 12 条，出露总长度 70.57 km，延伸总长度 114.8 km。地面沉降范围与地裂缝相同，自 1959 年～1995 年，累计沉降量超过 200 mm 的范围，西起鱼化寨、东到纺织城、南抵三爻村、北到辛家庙，沉降量最大达 2322 mm。

A. 3. 2. 3 泾阳—大荔段位于泾阳—大荔间的渭河冲积平原区，面积 5217 km²。西起泾河、灞河，东至黄河。地形平坦，地层为第四纪河湖相沉积物。受渭、泾、洛几大河流补给，地下水丰富。

A. 3. 3 眉县—蓝田—潼关黄土台塬、洪积倾斜平原亚区（Ⅲ3）

A. 3. 3. 1 眉县—户县段包括清姜河以东，沔河以西的所有渭河以南黄土台塬，洪积倾斜平原区。面积 1256 km²。在清姜河以东，石头河以西为黄土台塬区，受渭河南岸各支流的切割，塬面破碎，地层为第四纪黄土，含水层富水性差。在石头河以东，沔河以西，为秦岭山前洪积扇区，地势总体平坦，地层为第四纪洪积物及粉质粘土，地下水丰富。

A. 3. 3. 2 蓝田—潼关段西起沔河，东至省界，面积 2745 km²。段内地貌大部分属于黄土台塬，塬面平坦，横岭地区沟壑发育，地形破碎，二华地区为秦岭山前洪积扇。地层为第四纪黄土、洪积物及第三纪红粘土。

A. 4 陕南山地区（Ⅳ）

A. 4. 1 秦岭高中山亚区（Ⅳ 1）

A. 4. 1. 1 宝鸡—凤县—留坝段北到陇山，南到汉中盆地北缘，东到胥水河，西到省界，面积 16000 km²，地貌属于秦岭高中山，新构造活动强烈，山势陡峻，相对切深 500 m～1200 m，以古生界片麻岩、灰岩、片岩及燕山期花岗岩为主，该段人口稀少，森林覆盖率高。

A. 4. 1. 2 佛坪—宁陕段位于本亚区中部，北到关中盆地南缘，南到洋县秧田—宁陕县铁炉一带，面积 11000 km²，地貌属于秦岭中山新构造活动强烈，相对切深 500 m～1000 m，以古生界、中生界砂岩、页岩、灰岩及燕山期花岗岩为主，本段人烟稀少，林业资源丰富。

A. 4. 1. 3 镇安—洛南—商南段位于本亚区东部，北到关中盆地南缘，南、东到省界，西临大巴山亚区，面积 20800 km²，地貌属秦岭中、高山，以中（古）生界片麻岩、砂岩、灰岩及燕山期花岗岩为主。该段林业资源和矿产资源较丰富。

A. 4. 2 汉江谷地亚区（Ⅳ 2）

A. 4. 2. 1 勉县—汉中—洋县段由汉江一、二、三级高阶地与盆缘缓坡地带组成。西起勉县武侯镇，东到洋县龙亭镇，面积 1570 km²。地势西高东低，南北高亢，中间低平，海拔 450 m～600 m。地层为第四纪下一中更新世冲积、湖积、洪积层组成，新构造活动强烈，略阳—洋县断裂在盆地内交接，汉中盆地，土地平坦，土壤肥沃，水资源丰富。

A. 4. 2. 2 勉县—略阳—宁强段位于秦岭南坡，巴山北坡的广大中、低山区，面积 5129 km²，地层以中上元古界及寒武纪、奥陶系片岩、千枚岩、页岩为主，主要断裂为略阳—勉县断裂、阳平关—洋县断裂、宽川铺断裂，矿产资源丰富，勉—略—宁被称之为“金三角”。

A. 4. 2. 3 城固县双渠—西乡县子午—南郑县钢厂段位于秦岭南坡，巴山北坡的广大低山区，西起南郑县钢厂镇，东至西乡县子午乡，面积 5065 km²，地层以元古代、古生代砂岩、页岩、千枚岩为主，主要构造为略阳—勉县—洋县断裂，峡口—白勉峡断裂，大竹坝—新集断裂。河流多为山溪性河流，水资源丰富。

A. 4. 2. 4 安康段由汉江、月河阶地及盆缘缓坡地带组成。西起石泉县饶丰镇，东至安康，面积 400 km²，地层为第四纪更新世洪积，全新世、上一中更新世冲积层组成，月河断裂通过本段，盆地内土地肥沃，资源丰富。

A. 4. 2. 5 石泉—白河位于秦岭南坡，巴山北坡的广大中、低山区，西起石泉县两河镇，东至白河，面积 8506 km²，地层以震旦纪、寒武纪 片岩、千枚岩、板岩为主。主要断裂有红椿坝—曾家坝断裂、饶峰—麻柳坝—钟宜断裂。

A. 4. 3 大巴山亚区（IV 3）

A. 4. 3. 1 宁强—镇巴段北接汉中盆地和西乡盆地，南到省界，西起玉带河，东到任河，面积 7956 km²，地貌属于中山，岩性以古（中）界碳酸盐岩、板岩、千枚岩、震旦系砂岩、板岩为主。

A. 4. 3. 2 岚皋—镇坪—平利段位于本省东南部，南、东和重庆、湖北接壤，范围包括岚皋、平利及白河等县，面积 8501 km²，地貌属于中、低 山，相对高差 500 m～1000 m，地层为震旦纪和古生代砂岩、板岩、灰岩页岩等，燕山期花岗岩零星分布。

参 考 文 献

- [1] GB 50330 建筑边坡工程技术规范
 - [2] CJJ/T 292 边坡喷播绿化工程技术标准
 - [3] SL 277 水土保持监测技术规程
 - [4] SL 335 水土保持规划编制规程
 - [5] SL 386 水利水电工程边坡设计规范
-