

# 河南省工程建设标准

DBJ41/T XXX—2025

备案号: XXXXX

## 固结植生生态护坡技术标准

Technical Standard for Consolidated Vegetation Ecological Slope Protection

征求意见稿

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

河南省住房和城乡建设厅 发布

## 前 言

根据河南省住房和城乡建设厅《关于印发2020年工程建设标准（定额）编制计划的通知》（豫建科〔2020〕448号）文件的要求，标准编制组进行了广泛调查研究，总结了近年来固结植生生态护坡技术在水利工程、矿业工程、市政工程等领域的实践经验，结合河南省实际情况，在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准主要包括：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.设计；5.施工；6.工程质量验收；7.附录。

本标准由河南省住房和城乡建设厅负责管理，由黄河水利委员会黄河水利科学研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请反馈至黄河水利委员会黄河水利科学研究院（地址：郑州市顺河路45号，邮政编码：450003），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：黄河水利委员会黄河水利科学研究院

本标准参编单位：河南黄科工程技术检测有限公司

河南水利投资集团有限公司

郑州大学

华北水利水电大学

本标准主要起草人员：

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           | 建植植物设计 .....      | 4  |
| 4.3           | 生态基材配置设计 .....    | 6  |
| 4.4           | 养护设计 .....        | 6  |
| 5             | 施工 .....          | 7  |
| 5.1           | 一般规定 .....        | 7  |
| 5.2           | 施工准备 .....        | 7  |
| 5.3           | 喷播建植施工 .....      | 7  |
| 5.4           | 养护管理 .....        | 8  |
| 6             | 工程质量验收 .....      | 9  |
| 6.1           | 一般规定 .....        | 9  |
| 6.2           | 质量验收 .....        | 9  |
| 附录 A          | 边坡分类 .....        | 10 |
| 附录 B          | 生态基材浆液比重设计值 ..... | 11 |
| 附录 C          | 生态基材浆液比重的测定 ..... | 12 |
| 本标准用词说明 ..... |                   | 13 |
| 引用标准名录 .....  |                   | 14 |
| 附：条文说明 .....  |                   | 15 |

## 1 总 则

**1.0.1** 为规范固结植生生态护坡工程的设计、施工与质量验收，实现安全可靠、技术先进、经济合理、生态环保的建设目标，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于河南省内固结植生生态护坡工程的设计、施工与质量验收。

**1.0.3** 固结植生生态护坡工程的设计、施工与质量验收除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和河南省现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 固结植生生态护坡技术 consolidated vegetation ecological slope protection technology

为实现边坡防护目标，将固结植生生态材料、缓释肥、植物种子、喷播土等材料按一定配比混合均匀后，喷播至目标坡面上的一种技术方法。

### 2.0.2 稳定植被群落 stable vegetation community

依靠人工抚育管理及自然迭代演替来维持群落的稳定性，最终形成以长期植被为主的植被群落。

### 2.0.3 先锋植被 pioneer vegetation

能快速覆盖坡面、改善土壤条件的植物种类。

### 2.0.4 长期植被 long-term vegetation

能够在植被群落中长期稳定存在的多年生植物种类。

### 2.0.5 生态基材 ecological substrate

按照比例将固结植生生态材料、缓释肥及其他材料配制而成的适于植被生长的载体。

### 2.0.6 覆盖度 cover degree

单位面积内植被冠层（包括叶、茎、枝）垂直投影面积所占的比例。

### 3 基本规定

**3.0.1** 固结植生生态护坡工程应遵循“因地制宜、经济合理、综合统筹”的原则。

**3.0.2** 固结植生生态护坡工程的初始边坡稳定性应符合国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》

GB 50330、《水利水电工程边坡设计规范》SL 386有关规定。

**3.0.3** 固结植生生态护坡技术适用于土质边坡和土石质边坡，边坡分类应按本标准附录A确定。

## 4 设计

### 4.1 一般规定

4.1.1 固结植生生态护坡工程设计前应调查和收集所在区域水文气象、地形地质、土壤特性、周边环境等资料，宜包括下列内容：

- 1 年平均降水量、主要降水月份、年最高最低气温、蒸发量、平均日照强度、无霜期等；
- 2 坡质、坡度、坡高、坡向等；
- 3 周边植被的群落类型及生长分布状况；
- 4 施工场地、供水供电、交通运输等条件。

4.1.2 应根据当地气候条件、边坡类型、坡度、工程要求等确定植被恢复目标。

4.1.3 边坡修整等相关设计应符合现行行业标准《边坡喷播绿化工程技术标准》CJJ/T 292的有关规定。

### 4.2 建植植物设计

4.2.1 应结合植被自然演替规律，以培育长期、健康、自然的稳定植被群落为目标。

4.2.2 建植植物的选择应符合下列规定：

- 1 选择适应当地气候条件、根系发达、抗逆性强的植物，宜选用乡土植物；
- 2 不应选用对当地生态有害的外来物种；
- 3 宜选择种子易获取、商品化程度高、便于储存的植物；
- 4 应根据种子生理特征和形态特征，选择适于喷播工艺的植物；
- 5 堤防护坡工程不应选用深根系植物。

4.2.3 先锋植被的设计应选择易于成活、生长迅速的草本植物，长期植被的设计应选择草本植物、灌木植物、藤本植物为主，同时考虑物种间的相互作用。河南省边坡建植植物的选择应符合表4.2.3的规定。

表 4.2.3 河南省常见边坡建植植物

| 植被类别 | 植物类型 | 植物品种                                                      |
|------|------|-----------------------------------------------------------|
| 先锋植被 | 草本   | 羊茅、早熟禾、狗牙根、结缕草、黑麦草                                        |
| 长期植被 | 草本   | 披碱草、剪股颖、双穗雀稗、知风草、紫花苜蓿、百脉根、小冠花、白三叶、草木樨、滨菊、杭子梢、獐毛、沿阶草、牵牛、冰草 |
|      | 藤本   | 爬山虎、常春藤、扶芳藤、络石、凌霄、忍冬、牵牛                                   |
|      | 灌木   | 紫穗槐、胡枝子、花木蓝、荆条、连翘、蔷薇、小叶锦鸡儿                                |

**4.2.4** 草本植物种子质量应符合现行国家标准《豆科草种子质量分级》GB 6141和《禾本科草种子质量分级》GB 6142的有关规定，灌木植物种子质量应符合现行国家标准《林木种子质量分级》GB 7908的有关规定。

**4.2.5** 播种量应综合考虑种子千粒重、发芽率、期望植株密度等因素，并结合坡面类型确定。播种量应按下列公式计算：

$$W = \frac{G \times Q}{1000 \times P \times R} \times k_1 \times k_2 \quad (4.2.5)$$

式中：W—植物种子播种量（g/m<sup>2</sup>）；

G—植物种子设计密度（株/m<sup>2</sup>）；

Q—种子千粒重（g）；

P—种子纯度（%）；

R—种子发芽率（%）；

k<sub>1</sub>—播种季节修正系数，应符合表4.2.5-1的规定；

k<sub>2</sub>—坡度修正系数，应符合表4.2.5-2的规定。

表 4.2.5-1 播种季节修正系数 k<sub>1</sub>

| 植被类型 | 发芽适合期 | 发芽困难期*  |
|------|-------|---------|
| 草本植被 | 1     | 1.2~1.5 |
| 藤本植被 | 1     | 1.3~1.8 |
| 灌木植被 | 1     | /       |

注：\*发芽困难期播种系数应依据区域的气候因素、边坡条件、种子特性等确定。

表 4.2.5-2 坡度修正系数 k<sub>2</sub>

| 坡度   | 缓坡段     | 陡坡段     | 崖坡段     |
|------|---------|---------|---------|
| 修正系数 | 1.0~1.2 | 1.1~1.3 | 1.2~1.4 |

4.2.6 有景观要求的区域，植物配置设计宜结合园林绿化标准设计。

### 4.3 生态基材配置设计

4.3.1 生态基材配置前，应分析边坡土壤的颗粒组成、密度、养分及有机质含量等理化特性。

4.3.2 应根据土质条件、物理特性及目标强度等指标设计固结植生生态材料用量。

4.3.3 应根据土壤养分、有机质含量、植物生长需求等指标设计缓释肥用量。

4.3.4 应根据坡质、坡度等，设计生态基材浆液比重。

4.3.5 生态基材浆液比重宜符合本标准附录B的规定，具体实施可根据当地经验及工程实际进行调整。

### 4.4 养护设计

4.4.1 应结合区域气候、植物习性、生长态势及土壤墒情进行水肥控制技术设计。

4.4.2 可采用喷灌、滴灌和微灌等节水灌溉方式。

## 5 施 工

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 施工前应进行现场实地勘察，对施工区域、施工条件、堆料场地、交通条件、电源、水源、土源及生活设施位置等情况进行调查。

**5.1.2** 施工期应熟悉设计文件和设计交底，并编制施工组织设计文件，确定施工工艺。

**5.1.3** 施工前应由建设单位、监理单位、设计单位及施工单位等共同制定工程项目划分，项目划分应符合现行国家标准《建筑边坡工程施工质量验收标准》GB/T 51351有关规定。

**5.1.4** 应建立健全安全、环保、质量管理体系，对施工人员进行岗位培训和安全技术交底。

**5.1.5** 现场施工应符合现行国家标准《建筑施工安全技术统一规范》GB 50870、《施工企业安全生产管理规范》GB 50656有关规定。

**5.1.6** 施工期间应按现行行业标准《建设工程施工现场环境与卫生标准》JGJ 146有关规定做好环境污染防治措施。

**5.1.7** 固结植生生态护坡应采取合理的施工措施，避免造成水土流失。

### 5.2 施工准备

**5.2.1** 应按照施工组织设计等文件要求进行施工准备工作，具备开工条件后，进行报审、报验，提出开工申请，经批准后方可开工。

**5.2.2** 布设堆料场地宜遵循就近原则，堆料场应平整、排水顺畅。

**5.2.3** 材料保管应根据材料的性能，采取必要的防水、防潮、防晒、防火、防冻等措施。

**5.2.4** 应清除影响施工和施工安全的坡面杂物，坡面原有植物宜进行保留。

**5.2.5** 边坡较光滑或陡峭时，宜采取开凿孔洞或横沟等措施，增加生态基材与边坡的附着程度。

**5.2.6** 对已布置喷灌工程的坡面，宜对喷灌设施进行保护。

**5.2.7** 发芽周期较长的植物种子喷播前宜催芽处理。

### 5.3 喷播建植施工

**5.3.1** 材料拌和应符合下列规定：

1 应按照设计配比称量原材料；

2 拌和应按照水、固结植生生态材料、缓释肥、喷播土、植物种子的顺序依次投料，边投料边拌和；

3 拌和均匀后测定其浆液比重，应按本标准附录C的规定进行测定。

5.3.2 生态基材应保持连续搅拌，避免长时间静置，在固化前使用完毕。

5.3.3 应根据工程需要及设计要求选取单层或多层喷播方式，喷播顺序先上后下，厚度均匀。

5.3.4 施工过程中，喷播基质不应发生流失、剥落现象。

5.3.5 喷播设备扬程或角度无法满足喷播要求时，宜采用引管机械喷播。

#### 5.4 养护管理

5.4.1 应根据区域水文气候、边坡立地条件和建植植被种类等，选用相应的养护措施，保证水分供应；夏季坡面养护时应避开高温时段。

5.4.2 应结合边坡肥力状况和植被需肥特点进行补肥，做到适时、适度、适量。

5.4.3 应定期进行病虫害检查，发现病虫害时及时采取环境友好型的防治措施。

## 6 工程质量验收

### 6.1 一般规定

6.1.1 工程质量验收应综合立地条件、植物特性等因素进行。

6.1.2 工程质量验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《水土保持综合治理验收规范》GB/T 15773有关规定。

6.1.3 工程质量验收后应形成相关工程文件和资料，资料归档应符合现行国家标准《建设工程文件归档规范》GB/T 50328有关规定。

### 6.2 质量验收

6.2.1 检验项目的质量应按主控项目和一般项目进行检查和验收，并根据现行行业标准《水土保持工程质量评定规程》SL336评定质量等级。

6.2.2 检验项目与质量标准应符合表6.2.2的规定。

表 6.2.2 检验项目与质量标准

| 项次   | 检验项目 |        | 质量标准        | 检验方法 | 检验数量                                                                               |
|------|------|--------|-------------|------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 主控项目 | 1    | 原材料质量  | 材料满足质量要求    | 检查检测 | 每批次1次                                                                              |
|      | 2    | 种子发芽率  | 70%或符合设计要求  | 检测   | 每批次1次                                                                              |
|      | 3    | 植被覆盖度  | 符合设计要求      | 检查检测 | 每1000m <sup>2</sup> 检查3处，设点面积为16m <sup>2</sup> ，不足1000m <sup>2</sup> 检查不少于2处，取其平均值 |
| 一般项目 | 1    | 基础处理   | 坡面杂物全部清除    | 检查   | 全数                                                                                 |
|      | 2    | 浆液比重   | 符合设计要求      | 检测   | 全数                                                                                 |
|      | 3    | 浆液覆盖率  | 全覆盖，无漏喷     | 检查   | 全数                                                                                 |
|      | 4    | 植被生长情况 | 植被长势良好，无病虫害 | 检查   | 全数                                                                                 |

6.2.3 验收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及具体地域确定验收时间。

## 附录 A 边坡分类

表 A 边坡分类

| 坡质  |     | 缓坡段       |              |               | 陡坡段           |               |               | 崖坡段           |               |            |
|-----|-----|-----------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|
|     |     | 微坡<br>＜5° | 缓坡<br>5°~25° | 斜坡<br>15°~25° | 陡坡<br>25°~35° | 急坡<br>35°~45° | 险坡<br>45°~55° | 崖坡<br>55°~65° | 陡崖<br>65°~75° | 崖壁<br>＞75° |
| 土质  | 松软土 | 松软土<br>微坡 | 松软土<br>缓坡    | 松软土<br>斜坡     | 松软土<br>陡坡     | ×             | ×             | ×             | ×             | ×          |
|     | 粉砂土 | 粉砂土<br>微坡 | 粉砂土<br>缓坡    | 粉砂土<br>斜坡     | 粉砂土<br>陡坡     | 粉砂土<br>急坡     | 粉砂土<br>险坡     | ×             | ×             | ×          |
|     | 粉黏土 | 粉黏土<br>微坡 | 粉黏土<br>缓坡    | 粉黏土<br>斜坡     | 粉黏土<br>陡坡     | 粉黏土<br>急坡     | 粉黏土<br>险坡     | 粉黏土<br>崖坡     | ×             | ×          |
| 土石质 | 砂砾土 | 砂砾土<br>微坡 | 砂砾土<br>缓坡    | 砂砾土<br>斜坡     | 砂砾土<br>陡坡     | ×             | ×             | ×             | ×             | ×          |
|     | 砾石土 | 砂石土<br>微坡 | 砂石土<br>缓坡    | 砂石土<br>斜坡     | 砂石土<br>陡坡     | 砂石土<br>急坡     | ×             | ×             | ×             | ×          |
|     | 巨粒土 | 巨粒土<br>微坡 | 巨粒土<br>缓坡    | 巨粒土<br>斜坡     | 巨粒土<br>陡坡     | 巨粒土<br>急坡     | 巨粒土<br>险坡     | ×             | ×             | ×          |

注：1.坡面依据现行国家标准《裸露坡面植被恢复技术规范》GB/T 38360进行分类，摘取适用于固结植生生态护坡技术的边坡类型。

2.粉黏土特指稳固密实的母质土层。

3.表中“×”号代表固结植生生态护坡技术设计限制区。

## 附录 B 生态基材浆液比重设计值

表 B 生态基材浆液比重设计值

| 边坡类型 | 坡质  | 坡度  | 浆液比重 (g/cm <sup>3</sup> ) |
|------|-----|-----|---------------------------|
| 土质   | 松软土 | 缓坡段 | 1.40~1.60                 |
|      |     | 陡坡段 | 1.30~1.50                 |
|      | 粉砂土 | 缓坡段 | 1.40~1.60                 |
|      |     | 陡坡段 | 1.35~1.50                 |
|      |     | 崖坡段 | 1.30~1.45                 |
|      | 粉黏土 | 缓坡段 | 1.30~1.50                 |
|      |     | 陡坡段 | 1.30~1.45                 |
| 土石质  | 砂砾土 | 缓坡段 | 1.40~1.65                 |
|      |     | 陡坡段 | 1.35~1.50                 |
|      | 砾石土 | 缓坡段 | 1.40~1.65                 |
|      |     | 陡坡段 | 1.35~1.55                 |
|      |     | 崖坡段 | 1.30~1.50                 |
|      | 巨粒土 | 缓坡段 | 1.40~1.70                 |
|      |     | 陡坡段 | 1.35~1.60                 |

## 附录 C 生态基材浆液比重的测定

**C.0.1** 测定器材应包含下列内容：

- 1 泥浆比重计，测量范围为 $0.96\text{g}/\text{cm}^3 \sim 3.0\text{g}/\text{cm}^3$ ，刻度分度值为 $0.01\text{g}/\text{cm}^3$ ；
- 2 量杯，容量大于200mL；
- 3 擦拭布。

**C.0.2** 测定步骤应符合下列内容：

- 1 将泥浆比重计底座放置在平整、稳定的平台上；
- 2 把样品杯从刀承上取下，打开杯盖，用量杯加入生态基材浆液。如有气泡，可轻轻敲击杯体直至气泡溢出；
- 3 轻轻盖上杯盖，使多余浆液和空气从杯盖中心小孔排出，并将溢出的浆液用擦拭布揩刷干净；
- 4 在保持样品杯水平的情况下，将泥浆比重计主刀口置于底座刀承上；
- 5 移动游砣，使水平泡处于中心位置，此时杠杆呈水平状态，在靠近样品杯一端的游砣边缘读取数值并记录。

**C.0.3** 本试验应进行两次平行测定，取其平均值作为测定结果。

## 本标准用词说明

1 为便于在执行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：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

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，在条件许可时首先这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《豆科草种子质量分级》 GB 6141
- 2 《禾本科草种子质量分级》 GB 6142
- 3 《林木种子质量分级》 GB 7908
- 4 《水土保持综合治理验收规范》 GB/T 15773
- 5 《裸露坡面植被恢复技术规范》 GB/T 38360
- 6 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 7 《建设工程文件归档规范》 GB/T 50328
- 8 《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330
- 9 《施工企业安全生产管理规范》 GB 50656
- 10 《建设工程施工现场消防安全技术规范》 GB 50720
- 11 《建筑施工安全技术统一规范》 GB 50870
- 12 《建筑边坡工程施工质量验收标准》 GB/T 51351
- 13 《建设工程施工现场环境与卫生标准》 JGJ 146
- 14 《边坡喷播绿化工程技术标准》 CJJ/T 292
- 15 《水土保持工程质量评定规程》 SL 336
- 16 《水利水电工程边坡设计规范》 SL 386

河南省工程建设标准

## 固结植生生态护坡技术标准

DBJ41/TXXX-2025

条文说明

## 目 次

|                    |    |
|--------------------|----|
| 1 总则 .....         | 17 |
| 3 基本规定 .....       | 18 |
| 4 设计 .....         | 19 |
| 4.1 一般规定 .....     | 19 |
| 4.2 建植植物设计 .....   | 19 |
| 4.3 生态基材配置设计 ..... | 20 |
| 4.4 养护设计 .....     | 21 |
| 5 施工 .....         | 22 |
| 5.1 一般规定 .....     | 22 |
| 5.2 施工准备 .....     | 22 |
| 5.3 喷播建植施工 .....   | 23 |
| 5.4 养护管理 .....     | 24 |
| 6 工程质量验收 .....     | 25 |
| 6.1 一般规定 .....     | 25 |
| 6.2 质量验收 .....     | 25 |

## 1 总 则

**1.0.1** 固结植生生态护坡技术在河南省各类边坡工程中的应用愈发广泛，但目前该技术在应用过程中缺乏统一的标准，导致工程质量参差不齐。本标准的制定旨在规范固结植生生态护坡工程的设计、施工与质量验收，确保工程实现安全可靠、技术先进、经济合理、生态环保的建设目标，为河南省的相关工程实践提供科学、规范的指导依据。

**1.0.2** 本标准明确适用于河南省内采用固结植生生态护坡技术进行防护的各类边坡工程。包括水利工程、矿业工程、市政工程等不同领域、不同坡质及坡度的边坡。

**1.0.3** 固结植生生态护坡是综合性较强的工程，对本标准未涵盖的专业技术和评价方法，应严格遵循国家和河南省现行的有关标准进行操作，以确保工程的整体质量和安全性。

### 3 基本规定

**3.0.1** 本条提出了固结植生生态护坡工程设计应遵循的基本原则。“因地制宜”要求根据当地的水文气象、地形地质、土壤特性等实际情况进行设计，确保工程的可行性和有效性。不同地区的自然条件差异较大，只有充分考虑当地的实际情况，才能设计出符合当地需求的护坡工程。“经济合理”强调在满足工程要求的前提下，尽可能降低成本，提高经济效益。通过合理选择材料、优化设计方案等方式，实现工程的经济可行性。“综合统筹”则需要考虑工程的各个方面，如生态保护、景观效果、施工安全等，实现整体效益的最大化。在设计过程中，要综合考虑各种因素，避免只注重某一方面而忽视其他方面的影响。

**3.0.2** 本条是固结植生生态护坡工程实施的前提，边坡稳定是喷播作业的先决条件。固结植生护坡主要解决表层防护和生态恢复问题，不能替代必要的工程支挡措施。因此，初始边坡的整体稳定性应首先满足国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330、《水利水电工程边坡设计规范》SL 386有关规定。

**3.0.3** 根据坡质和坡度对边坡进行分类，有助于在设计和施工中更有针对性地选择植物种类、确定生态基材配比以及施工工艺等。不同类型的边坡具有不同的特点和要求，通过分类可以更好地满足这些需求，提高工程的质量和效果。附录A中详细列出了能够应用固结植生生态护坡技术的边坡范围，超出适用范围的边坡，应采取其他方案执行。

## 4 设计

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 在进行固结植生生态护坡工程设计前，对所在区域的基本情况进行资料收集和调查是非常必要的：

1 年平均降水量、主要降水月份、年最高最低气温、蒸发量、平均日照强度、无霜期等水文气象信息会影响植被的生长和生态基材的性能；

2 坡质、坡度、坡高、坡向等地形地质情况是设计的重要依据，这些因素会影响喷播至坡面上的生态基材的附着性和稳定性；

3 周边植被群落类型及生长分布状况可以为植被选择提供参考，提高固结植生生态护坡技术建植植被的适应性和成活率；

4 充分调查了解工程所在区域的施工条件，如工地附近有无村屯、场地权属是否清晰、通往工地的交通状况、水源、电力设施等，以保证工程能顺利实施。

**4.1.2** 本条要求根据调查结果和工程需求明确植被恢复目标。不同工程类型及边坡条件可能对植被恢复有不同的要求，明确目标有助于指导后续的植物群落配置和生态基材设计。

**4.1.3** 现行行业标准《边坡喷播绿化工程技术标准》CJJ/T 292中对边坡修整的技术要求和质量标准进行了明确规定，遵循这些规定能够确保边坡修整的质量，为后续的喷播建植施工提供良好的基础条件。

### 4.2 建植植物设计

**4.2.1** 本条强调了在进行建植植物设计时，应遵循植被自然演替规律，以培育长期、健康、自然的稳定植被群落为最终目标。强调在设计过程中不能仅仅追求短期的绿化效果，而要考虑到植被群落的长期发展和自我维持能力。

**4.2.2** 本条规定了选择建植植物的具体原则：

1 选择适应当地气候条件、根系发达、抗逆性强的植物，并优先选用乡土植物，以确保植物能够在当地环境中良好生长，同时发挥固土和防护的作用；

2 外来入侵物种可能会与本地物种竞争资源，导致本地物种的减少和生态系统的失衡；

3 选择种子易获取、商品化程度高、便于储存的植物，能够降低工程成本，提高施工效率；

4 为达到喷播技术的要求，可根据种子形态特征、休眠特性、发芽周期、有无种源等条件，

筛选适合喷播的植物；

5 考虑到堤防护坡的特殊性，为避免植物根系破坏堤防结构，不应选用深根系植物。

4.2.3 先锋植被的设计要求选择生长快、易成活的草本植物，目的是在短时间内快速覆盖坡面，起到临时防护、减少水土流失和改良土壤理化性质的作用，为后续长期植物生长营造有利条件。

长期植被的设计以草本植物、灌木植物、藤本植物为主，需要充分考虑物种间的相互作用，避免物种间出现阳光、水分等资源的恶性竞争，以构建结构多样、功能互补的稳定植被群落为最终目标。

4.2.4 种子质量是影响植物发芽率、生长质量的关键因素，遵循现行国家质量分级标准能够确保使用的种子具有良好的品质和发芽率，从而保证植被的生长和护坡效果。

4.2.5 本条给出了播种量的计算方法。该公式综合考虑了目标植株密度、种子自身特性以及外部影响因素，旨在通过科学计算确定合理的播种量，既保证足够的出苗率，又避免浪费。修正系数 $k_1$ 考虑了不同季节播种对发芽和成活率的影响，不同季节的气候条件不同，会影响种子的发芽和生长，因此需要根据季节进行调整。 $k_2$ 考虑了坡度对种子流失和附着难度的影响，坡度越大，种子越容易流失，因此需要适当增加播种量。

4.2.6 针对有特殊景观要求的区域，植物配置应参考园林绿化标准。在满足护坡功能的同时，兼顾美学效果。通过合理选择植物种类和配置方式，营造出美观、舒适的景观环境，提高边坡的生态和社会效益。

### 4.3 生态基材配置设计

4.3.1 边坡基土的颗粒组成、密度、养分及有机质含量等理化特性会影响植物的生长和生态基材的性能。通过对基土的分析，可以确定需要添加的材料和调整的配比，以满足植物生长的需求。

4.3.2 固结植生生态材料是实现坡面固结、提高生态基材抗冲刷能力的关键组分，其用量需根据边坡土质条件、物理特性及目标强度等来确定。

4.3.3 土壤肥力状况和有机质含量会影响植物对养分的吸收和利用，所选植物的营养需求也因种类而异。因此，需要根据实际情况合理设计缓释肥的用量，以保证植物的健康生长，避免养分不足或过量。

4.3.4 生态基材浆液比重影响其流动性、喷附性以及坡面的稳定性。需综合考虑坡质、坡度、基材颗粒组成和当地气候条件来设计，以保证浆液能良好附着且不易流失。

**4.3.5** 附录B根据不同的边坡类型给出了经验性的设计值。由于不同工程的具体情况存在差异，经验性的建议值只能作为参考，需要结合实际情况进行分析和调整，以确保生态基材的配置符合工程要求。

#### **4.4 养护设计**

**4.4.1** 不同的气候条件和植物生长阶段对水肥的需求不同，因此需要根据实际情况进行科学的水肥管理，以满足植物生长的需求，提高植被的生长质量和抗逆性。

**4.4.2** 在年降雨量不足以支持植被稳定生长的地区，可以采用喷灌、滴灌和微灌等节水灌溉方式，保证植被成活和生长所需的水分，同时提高水资源的利用效率，减少浪费。

## 5 施 工

### 5.1 一般规定

**5.1.2** 合理的施工组织设计能够优化施工流程，提高施工效率，确保工程质量和安全。资源调配则是保证施工顺利进行的关键，合理的资源调配能够确保施工所需的材料、设备和人员及时到位。

**5.1.3** 通过将工程划分为不同的分部或分项工程，可以明确各部分的施工任务和质量要求，便于进行质量检查和验收。不同行业的项目划分原则略有不同，在项目划分时应结合工程实际和所属行业要求进行制定。

**5.1.4** 建立完善的安全、环保、质量管理制度，并对施工人员进行岗前培训和安全技术交底，是保证工程安全、质量和符合环保要求的重要措施。

**5.1.5** 现行国家标准《建筑施工安全技术统一规范》GB 50870、《施工企业安全生产管理规范》GB 50656对建筑施工的安全技术和安全生产管理进行了明确规定，遵循这些规定能够确保施工过程中的安全，减少安全事故的发生。

**5.1.6** 施工活动可能会产生噪声、粉尘、废水等污染物，对周边环境和居民生活造成影响。做好环境污染防治措施，能够减少施工对环境的污染，保护周边环境和居民的健康。

**5.1.7** 施工活动本身可能扰动地表，应采取临时截排水、拦挡等合理施工措施防止产生水土流失。

### 5.2 施工准备

**5.2.1** 施工准备工作是施工的基础，充分的施工准备能够确保施工的顺利进行。在具备开工条件后，及时进行报审、报验，并提出开工申请，经批准后方可正式开工。

**5.2.2** 合理的堆料场地布置能够提高材料运输效率，减少材料损耗，同时保证施工场地的整洁和安全。

**5.2.3** 针对不同材料的特性，采取相应的防护措施，防止材料在储存期间变质或损坏。

**5.2.4** 清除坡面杂物可以消除安全隐患，并确保生态基材能与坡面良好结合。保留坡面原有植物可以减少对生态环境的破坏，同时利用原有植物的生态功能，促进植被的恢复和生长。

**5.2.5** 在固结植生生态护坡工程中，生态基材是植被生长的基础，它为植物提供必要的养分、水分和支撑。然而，当坡面呈现光滑或陡峭的特征时，生态基材由于自身重力以及雨水冲刷等外力作用，难以稳定附着在坡面上，容易发生滑落现象，影响建植效果。因此，对于边坡较光滑或陡峭区域，可以采取开凿孔洞或横沟等措施增加坡面粗糙度，提高生态基材与坡面的结合度。

**5.2.6** 针对已设有灌溉系统的坡面。要求在后续施工中采取保护措施，避免损坏已建成的灌溉设施。

**5.2.7** 对于发芽周期较长的植物种子，在喷播前进行催芽处理，可以提高种子的发芽率，缩短出苗时间，使植物出苗更加整齐，有利于提高植被的生长效果和护坡功能。

### 5.3 喷播建植施工

**5.3.1** 规定了材料拌和的相关规程：

**1** 各原材料的比例对植被生长起着决定性作用。如果称量不准确，各组分比例失调，可能导致无法达到预期的性能指标，进而影响植被的生长和护坡效果。因此，精确称量原材料是保证工程质量的基础环节，必须严格按照设计配比进行操作；

**2** 规定了投料顺序，边投料边搅拌，有助于混合均匀；

**3** 浆液比重是反映生态基材质量的关键指标之一，它直接影响浆液的流动性、喷附性以及坡面的稳定性。附录C提供的标准化测定方法，为准确测定浆液比重提供了可靠的操作流程，技术人员应严格按照该方法进行测定，以确保浆液质量符合设计要求。

**5.3.2** 生态基材中的固结材料通常有一定的工作时间，超过此时限浆液性能会发生变化，影响喷播效果和固结强度，因此应连续搅拌混合均匀后在规定时间内使用完毕。具体的使用时限应根据实际情况确定，确保在浆液在固化前完成喷播作业。

**5.3.3** 在一些坡度较缓的边坡，单层喷播可以提高施工效率，减少施工工序。在陡坡施工时，多层喷播具有明显优势，能够使生态基材更好地附着在坡面上，每一层之间相互结合，增强整体的附着力。一般情况下，植物萌发成株后，根系逐渐发育进入原始边坡内，对喷播基质依赖性降低。喷播基质越厚，边坡荷载越大，在保证植物种子萌发和幼苗生长的前提下，可降低喷播基质的厚度，减少荷载，节约工程造价。

**5.3.4** 生态基材流失或剥落会导致植被稀疏或缺失，影响整体的植被覆盖度，降低护坡效果。因此，一旦发现生态基材流失和剥落，应及时进行补喷或返工处理，确保坡面生态基材的完整性和均匀性，保障植被正常生长和护坡功能的有效发挥。

**5.3.5** 在一些地形比较复杂，喷播设备的扬程（喷射距离）或者喷射角度无法精准地将生态基材喷播至指定位置时，可以使用引管延长喷播距离，确保浆液全覆盖、无漏喷。

## 5.4 养护管理

**5.4.1** 应根据区域水文气候、边坡立地条件和建植植被种类等因素，选择合适的养护措施，确保水分供应充足。在夏季进行坡面养护时，应避开高温时段，以减少水分蒸发损失，同时避免冷水对高温下植物根系的刺激。

**5.4.2** 应根据土壤肥力监测结果和植物生长表现，判断是否需要以及何时需要补充肥料，并合理确定肥料种类和用量，做到精准施肥。

**5.4.3** 定期检查，及早发现病虫害，并优先采用生物防治、物理防治等环境友好的方法进行处理，减少化学农药的使用。

## 6 工程质量验收

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 工程质量验收需要综合考虑多方面因素，以确保验收的全面性和准确性。立地条件如土壤质地、肥力、水分状况等，以及植物的特性如生长习性、适应能力等，都会对护坡工程的质量产生影响。因此，在验收过程中，应充分考虑这些因素，对工程质量进行客观、科学的评价。

**6.1.2** 现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《水土保持综合治理验收规范》GB/T 15773标准对工程质量验收的程序、内容、方法等方面都做出了详细的规定，遵循这些规定能够确保验收工作的规范性和有效性。

**6.1.3** 工程质量验收后形成的相关工程文件和资料，是对工程质量的记录和证明，对于工程的后续管理和维护具有重要意义。资料归档应符合现行国家标准《建设工程文件归档规范》GB/T 50328有关规定，一般包括施工组织设计、开工申请、材料的合格证或检验报告、机械和设备进场检验资料、质量验收记录、设计变更及批复文件、竣工图及工程竣工报验申请、工程量确认及工程签证、施工日志等内容，要确保资料的完整性、准确性和可追溯性。

### 6.2 质量验收

**6.2.1** 主控项目是对工程质量起决定性作用的项目，如原材料质量、种子发芽率、植被覆盖度等，这些项目必须全部符合要求，才能确保工程的基本功能和安全性能。一般项目则是对工程质量有影响，但相对次要的项目，其验收标准也不容忽视。

**6.2.3** 验收时间的确定需要综合考虑植物种类、播种季节等因素，并结合植物生长发育阶段及具体地域特点。不同的植物种类在不同的季节播种，其生长发育规律也会有所不同。因此，需要根据实际情况确定合适的验收时间，以确保验收结果能够真实反映工程质量。