

中国工程建设标准化协会标准

边坡土工合成材料坡面 防护技术规程

Code of practice for geosynthetic facing
protection of slopes

(送审稿)

中国工程建设标准化协会标准

边坡土工合成材料坡面 防护技术规程

Code of practice for geosynthetic facing
protection of slopes

CECS ***-20**

主编单位：山东科技大学

青岛瑞源工程集团有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期： 年 月 日

前 言

为规范坡面土工合成材料防护技术的设计、施工和验收，确保工程质量，根据中国工程建设标准化协会标准制、修订计划安排，山东科技大学、青岛瑞源集团工程有限公司联合其他相关单位，经广泛调查和大量试验研究，认真总结实践经验，参考国内外有关标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本规程。

本规程的主要内容包括：1. 总则；2.术语；3.基本规定；4.材料；5.设计；6.施工与监测；7.质量检查与验收。

本规程的某些内容涉及柔性面层土钉墙支护体系及其施工方法（CN201010543317.1）、一种带横隔板的多层结构生态边坡防护体系（CN201621055146.7）、一种具有土工合成材料增强加固土面层的边坡防护体系（ZL201720399264.8）、一种具有复合材料作面层的土钉墙护坡结构（ZL201820157165.3）、一种短纤针刺土工布与双向塑料土工格栅复合的护坡面层（ZL201820158069.0）等专利。涉及专利的具体技术问题，使用者可直接与本规程的主编单位协商处理。本规程发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会绿色建造专委会归口管理，由山东科技大学、青岛瑞源工程集团有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议，请反馈至山东科技大学（山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号，邮政编码：266590，联系电话：13375323651 电子邮箱：sunystao@qq.com），以供今后修订时参考。

本规程的主编单位、参编单位、主要起草人员和主要审查人员：

主编单位： 山东科技大学

青岛瑞源工程集团有限公司

参编单位： 山东省建筑科学研究院有限公司

山东垦发科技投资发展有限公司

江西赣南地质矿产集团有限公司

中交公路长大桥建设国家工程研究中心有限公司
青岛市市政工程设计研究院有限责任公司
核工业青岛工程勘察院有限公司
上海远方基础工程有限公司
青岛市勘察测绘研究院
中国冶金地质总局山东局集团青岛有限公司
北京市市政工程设计研究总院有限公司
中山大学土木工程学院
新疆大学

主要起草人:

主要审查人:

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术 语	2
2.2	符 号	3
3	基本规定	5
4	材料	6
5	设计	8
5.1	一般规定	8
5.2	工程防护	11
5.3	生态防护	13
6	施工与监测	19
6.1	一般规定	19
6.2	工程防护施工	20
6.3	生态防护施工	21
6.4	监测	22
7	质量检查与验收	24
7.1	一般规定	24
7.2	检查与验收	24
附录 A	土工合成材料面层边坡支护体系施工工艺	27
附录 B	ADNB 边坡生态防护体系施工工艺	28
附录 C	检验指标表	29

本规程用词说明 30

引用标准名录 31

附：条文说明 33

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic Requirements	5
4	Materials	6
5	Design	8
5.1	General Requirements	8
5.2	Engineering Protection	11
5.3	Ecological Protection	13
6	Construction and Monitoring	19
6.1	General Requirements	19
6.2	Engineering Protection	20
6.3	Ecological Protection	21
6.4	Monitoring	22
7	Projects inspection and Acceptance	24
7.1	General Requirements	24
7.2	Inspection and Acceptance	24
Appendix A	Construction technology of slope support system for Geosynthetic facing	27
Appendix B	Construction technology of ADN side slope ecological protection system	28

Appendix C	Inspection index table	29
Explanation of Wording in This Specification		30
List of Quoted Standards		31
Addition: Explanation of provision		33

1 总则

1.0.1 为规范坡面土工合成材料防护工程的设计、施工、监测、检验与验收规程，做到技术先进、安全适用、经济合理、方便施工、确保质量和保护环境，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于非软土边坡和基坑坡面防护。

1.0.3 坡面防护工程应在整体稳定边坡上设置。

1.0.4 坡面土工合成材料防护工程的设计、施工与监测、检验与验收，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 土工合成材料面层 Geosynthetic facing

防止雨水冲刷,阻止边坡侧向位移,承受土压力并将土压力传递至锚杆的结构,该结构材料包括土工织物、土工膜、土工复合材料、土工特种材料等土工合成材料。

2.1.2 坡面土工合成材料防护 Slope protection of geosynthetic facing

是采用土工合成材料作为坡面固土和传力结构的边坡防护技术,坡面土工合成材料防护分为工程防护与生态防护。

2.1.3 工程防护 Engineering protection

仅采用土木工程措施来加固边坡坡面,提高边坡的稳定性。

2.1.4 生态防护 Plant protection

采用活的植物,单独用植物或者植物与土木工程措施和非生命的植物材料相结合,以减轻坡面的不稳定性和侵蚀。

2.1.5 固土结构 Soil stabilized structure

指为保证边坡浅层稳定或客土稳定而在坡面上设置的各种土工合成材料结构。

2.1.6 锚杆-双层网-隔挡(ADNB)边坡生态防护技术 Ecological protection technology of slopes with anchor-double net-baffle (ADNB) structure

该技术利用由锚杆、双层网和隔挡组成的三维柔性结构实现边坡稳定和客土稳定。

2.1.7 基质 Substrate

使用客土、有机质、肥料及其他添加材料的几种或全部,按照预先确定的配合比制成的用于边坡植物生长的载体。

2.1.8 立地条件 Site conditions

指植物生存需要的土壤、水分、气候、空间组合而成的外部环境。

2.1.9 坡面平整度 Surface roughness of slope

坡面平整度指的是坡面纵横向凹凸量的偏差值。采用定长度直尺测量法，即采用规定长度的平直尺搁置在坡面表面，直接测量直尺与坡面之间的间隙作为平整度指标。

2.2 符 号

2.2.1 作用和作用效应：

N_{kx} ——锚固构件间计算单元内面层沿水平方向的单位宽度轴向拉力标准值；

N_{ks} ——锚固构件间计算单元内面层沿坡度方向的单位宽度轴向拉力标准值；

N_r ——加强筋轴向拉力设计值；

N_{rs} ——加强筋沿坡度方向的轴向拉力设计值；

N_{rx} ——分别为加强筋沿水平方向的轴向拉力设计值；

p_{ak} ——计算单元中点处由支护土体自重及附加荷载共同引起的主动土压力强度标准值；

P_{ks} ——锚固构件间计算单元内的平均侧向主动土压力强度。

2.2.2 材料性能和抗力性能：

F_{fx} ——面层沿水平方向的抗拉强度标准值；

F_{fs} ——面层沿坡度方向的抗拉强度标准值；

f_y ——加强筋抗拉强度设计值；

φ_m ——计算单元及其以上各土层按厚度加权的内摩擦角均值。

2.2.3 几何参数：

A_r ——加强筋截面面积；

f ——面层或加强筋在两支座竖向或水平中点处的水平位移；

S_x ——锚固构件水平间距；

S_z ——锚固构件垂直间距；

β ——坡面与水平面的夹角。

2.2.4 计算系数：

K_f ——面层的抗拉安全系数；

η_s ——受锚固构件影响的主动土压力折减系数；

λ_x ——作用在面层上的荷载在水平方向每边的分配系数；

λ_s ——作用在面层上的荷载在坡度方向每边的分配系数；

ξ ——坡面倾斜时的主动土压力折减系数；

ψ_r ——加强筋工作系数。

2.2.5 其他：

ω_{sx} 、 ω_{sz} ——分别为面层在计算单元中心处水平位移与锚固构件水平方向或竖直方向间距的比值；

ω_{rx} 、 ω_{rz} ——分别为两锚固构件中点处加强筋的水平位移与锚固构件水平方向或坡度方向间距的比值。

3 基本规定

3.0.1 坡面防护方案应根据工程区域气候、水文、地形、地质条件、材料来源等使用条件，并应重点考虑下列因素：

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

3.0.2 边坡坡面土工合成材料防护工程安全等级的划分应符合现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的有关规定。

3.0.3 在进行边坡土工合成材料面层防护设计之前，应按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 进行边坡稳定性评价。

3.0.4 基坑坡面土工合成材料防护工程安全等级的划分应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定。

3.0.5 在进行基坑坡面土工合成材料防护设计之前，应按现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 进行基坑稳定性计算。

3.0.6 坡面防护工程可分为工程防护和生态防护。

- 1 建筑基坑等临时工程边坡可只进行工程防护；
- 2 永久性边坡宜采用生态防护或工程防护结合生态防护。

3.0.7 生态边坡植物群落修复类型可分为乔灌草型、灌草型、草本型、藤灌型四种类型。

3.0.8 地下水或地表水较为丰富的边坡，应将边坡防护结合排水措施进行综合设计。

4 材料

4.0.1 土工合成材料的种类应根据设计功能、工程要求、环境条件、施工条件等选用。选用时应考虑土工合成材料的物理性能、力学性能、耐久性和产品形态等指标。

4.0.2 坡面土工合成材料防护可采用土工织物、土工格栅、平面土工网、三维土工网、土工复合材料、土工膜袋、土工格室及土工系统等。

4.0.3 土工合成材料性能指标应按工程使用要求,按照现行国家标准《土工合成材料应用技术规范》GB/T 50290 确定试验项目。

4.0.4 长期受力的土工合成材料应考虑其强度随时间的衰减。

4.0.5 土工合成材料进场时应提交出厂合格证明和试验检验报告,并按设计要求,对产品质量进场检验检测。

4.0.6 大幅材料需要供货方事先在厂内连接时,应检查其用材、尺寸和连接是否合格。

4.0.7 施工中每道工序经验收合格后,方可进行下一道工序。工序检测内容应列入施工规定。

4.0.8 土工合成材料应存放在通风阴凉处,严禁雨淋、浸泡和日晒,并应做好防护措施,避免损伤破坏,存放处应设置防火标志并远离火源。

4.0.9 有生态要求时,应采用可被植物穿透,或允许底质土与上部有物质交换、降解时间较短的生态土工合成材料,土工格栅网径不宜小于40mm。

4.0.10 土工合成材料的检测项目主要包括以下几个方面:

1 基本物理特性:如尺寸、单位面积质量、拉伸、落锥穿透、有效孔径、刺破强力、透水性、耐静水压、渗透系数、屈服强度、撕破强力、CBR 顶破、土工膜抗渗剥离强度、加热尺寸变化率、抗酸碱液性能、抗氧化性能、抗磨损性、剥离强力、抗紫外线等。

2 力学性能:包括纵横向断裂强度、标称断裂强度对应伸长率、顶破强力、纵横向撕破强力、垂直渗透系数等。

3 其他性能测试:如等效孔径、单位面积质量偏差率、厚度偏差

率等。

4 安全性指标：如土工合成材料的燃烧性能、热稳定性、烟密度等级等。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 坡面防护工程设计前应取得下列资料：

- 1 区域水文气象资料；
- 2 区域立地条件和植被状况；
- 3 边坡或基坑勘察资料；
- 4 边坡或基坑稳定性评价资料；
- 5 场地周边环境及施工条件。

5.1.2 坡面防护工程设计使用年限应符合下列规定：

- 1 临时性边坡（含基坑）设计年限应满足使用功能；
- 2 永久性边坡应满足被保护建（构）筑物的安全与使用要求；
- 3 超过设计使用年限后应重新对边坡进行安全评估。

5.1.3 坡面防护工程设计一般包括集排水技术、面层强度计算、固土技术、建植技术、养护技术等内容。

5.1.4 集排水应结合项目流域防洪排水和水土保持工程设计进行，截（排）水措施布设应符合下列规定：

1 对工程建设破坏原地表水系和改变汇流方式的区域，应布设截水沟、排洪渠（沟）、排水沟、边沟、排水管以及与下游的顺接措施，将工程区域和周边的地表径流安全排导至下游自然沟道区域；

2 应确定截（排）水措施的位置、标准、结构、断面形式和长度。

5.1.5 边坡稳定性计算应考虑坡面荷载带来的不利影响。

5.1.6 面层的抗拉强度应符合下式规定（图 5.1.6）

$$\frac{F_{fx}}{N_{kx}} \geq K_f \quad (5.1.6-1)$$

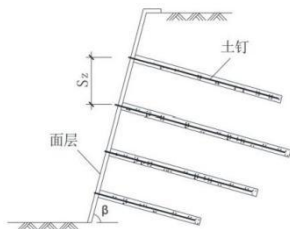
$$\frac{F_{fs}}{N_{ks}} \geq K_f \quad (5.1.6-2)$$

式中： F_{fx} 、 F_{fs} —分别为面层沿水平方向和坡度方向的抗拉强度标准值（kN/m），试验方法可参考《绿色装配式边

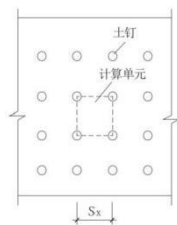
坡防护技术规程》T/CECS 812 附录 B 执行；

N_{kx} 、 N_{ks} —分别为锚固构件间计算单元内面层沿水平方向和
坡度方向的单位宽度轴向拉力标准值（kN/m）；

K_f —面层的抗拉安全系数；永久性边坡， K_f 不应小于
2.0；安全等级为一级、二级、三级的临时性边坡，
 K_f 分别不应小于 1.8、1.6、1.4。



(a) 边坡支护剖面



(b) 锚固构件间面层计算单元

图 5.1.6 面层计算示意

5.1.7 面层的单位宽度轴向拉力标准值(图 5.1.7)可按下式计算：

$$N_{kx} = \frac{\lambda_x \cdot S_x \cdot P_{ks}}{4\omega_{sx}} \sqrt{1 + 16\omega_{sx}^2} \quad (5.1.7-1)$$

$$N_{ks} = \frac{\lambda_x \cdot S_z \cdot P_{ks}}{4\omega_{sz}} \sqrt{1 + (4\omega_{sz} + \cot\beta)^2} \quad (5.1.7-2)$$

式中： P_{ks} ——锚固构件间计算单元内的平均侧向主动土压力强度（kPa）；

S_x ——锚固构件水平间距（m）；

S_z ——锚固构件垂直间距（m）；

β ——坡面与水平面的夹角（°）；

ω_{sx} 、 ω_{sz} ——分别为面层在计算单元中心处水平位移与锚固构件间距（水
平方向、竖直方向）的比值，其中， $\omega_{sx} = \frac{f}{S_x}$ ， $0 < \omega_{sx} \leq 0.23$ ；

$$\omega_{sz} = \frac{f}{S_z}, \quad 0 < \omega_{sz} \leq 0.23;$$

$\cot\beta$ ——边坡的坡比之倒数；

f ——面层（或加强筋）在两支座竖向（或水平）中点处的水平
位移（m）；

λ_x 、 λ_s ——分别为作用在面层上的荷载在水平方向每边和坡度方向每边的分配系数。

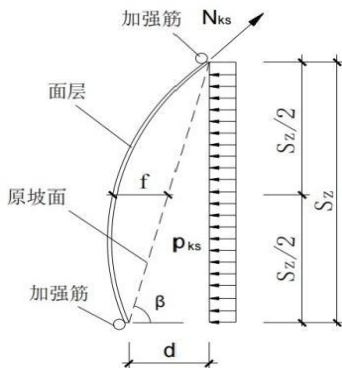


图 5.1.7 面层单元轴力计算简图

5.1.8 在土体自重及附加荷载的作用下,面层所受的侧向平均主动土压力强度 P_{ks} 可按式估算:

$$P_{ks} = \eta_s \cdot \xi \cdot p_{ak} \quad (5.1.8)$$

式中: η_s ——受锚固构件影响的主动土压力折减系数,与土性参数、锚固构件的间距和排距有关,无经验时可取 0~0.6,其中,黏聚力较大的土体或锚固构件间(排)距较小时取小值,黏聚力较小的土体或锚固构件间(排)距较大时取大值;

ξ ——坡面倾斜时的主动土压力折减系数;

p_{ak} ——计算单元中点处由支护土体自重及附加荷载共同引起的主动土压力强度标准值(kPa)。

5.1.9 坡面倾斜时的主动土压力折减可按式计算:

$$\xi = \tan \frac{\beta - \varphi_m}{2} \left(\frac{1}{\tan \frac{\beta + \varphi_m}{2}} - \frac{1}{\tan \beta} \right) / \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi_m}{2} \right) \quad (5.1.9)$$

式中: φ_m ——计算单元及其以上各土层按厚度加权的内摩擦角均值(°)。

5.1.10 锚固构件间加强筋的受拉承载力应符合式规定:

$$N_r \leq f_y \cdot A_r \quad (5.1.10)$$

式中: N_r ——加强筋轴向拉力设计值(kN);

f_y ——加强筋抗拉强度设计值（kPa）；

A_r ——加强筋截面面积（m²）。

5.1.11 锚固构件间加强筋的轴向拉力设计值可按式计算：

$$N_{rx} = \frac{\psi_r \cdot \lambda_x \cdot S_x \cdot S_z \cdot P_{ks}}{4\omega_{rx}} \sqrt{1 + 16\omega_{rx}^2} \quad (5.1.11-1)$$

$$N_{rs} = \frac{\psi_r \cdot \lambda_s \cdot S_x \cdot S_z \cdot P_{ks}}{4\omega_{rz}} \sqrt{1 + (4\omega_{rz} + \cot\beta)^2} \quad (5.1.11-2)$$

式中： N_{rx} 、 N_{rs} ——分别为加强筋沿水平方向和坡度方向的轴向拉力设计值（kN）；

ψ_r ——加强筋工作系数， $\psi=1.0\sim1.3$ ，其中，锚固构件间计算单元中沿水平方向的上层加强筋及沿坡度方向的加强筋取小值，沿水平方向的下层加强筋取大值；

ω_{rx} 、 ω_{rz} ——分别为两锚固构件中点处加强筋的水平位移与锚固构件间距（水平方向、坡度方向）的比值，其

中， $\omega_{rx} = \frac{f}{S_x}$ ， $0 < \omega_{sx} \leq 0.06$ ； $\omega_{sz} = \frac{f}{S_z}$ ， $0 < \omega_{sz} \leq 0.06$ 。

5.1.12 坡面防护工程应进行构件承载力验算，当变形有严格要求时，宜采用工程类比法或数值方法等进行变形分析。

5.1.13 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，以培育乔灌木型群落为目标。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。

5.2 工程防护

5.2.1 边坡加固可采用土钉墙或复合土钉墙技术，宜综合采用主锚杆、次锚杆和锚钉共同组成锚杆系统，锚杆系统设计应符合以下要求：

- 1 主锚杆解决边坡整体稳定问题，锚杆参数应根据边坡稳定性计算结果确定。

2 次锚杆和锚钉解决边坡浅层和基质层稳定问题，锚杆材质、规格及数量应综合边坡岩土性质、坡率、固土结构及基质荷载等因素确定，锚杆和锚钉的材质和规格应符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 次锚杆和锚钉的材质和规格

材质	金属		硬木		竹制		其他
规格	次锚杆	锚钉	次锚杆	锚钉	次锚杆	锚钉	根据边坡条件 进行专门设计
直径（mm）	≥14	≥10	≥35	≥30	≥35	≥30	
长度（mm）	≥200	≥50	≥600	≥500	≥600	≥500	

3 次锚杆和锚钉的数量应大于 100 支/100m²，次锚杆和锚钉应搭配使用，次锚杆宜用于坡顶、搭接处和主要受力处，间距宜小于 1m；其他位置可使用锚钉，间距宜为 0.5-1.0m。

5.2.2 坡面平整度≤50mm 的边坡，临时边坡可直接采用土工格栅、复合土工格栅或土工织物作为土钉墙或复合土钉墙的防护面层。

5.2.3 坡面平整度＞50mm 的边坡，可采用土工格栅结合喷射混凝土作为土钉墙或复合土钉墙的防护面层。

5.2.4 土工格栅喷射混凝土边坡面层防护材料性能应满足表 5.2.4 的要求，设计应符合以下要求：

1 锚杆宜采用梅花形布置，间距 100-200cm，护坡边缘部位锚杆应加密，锚杆进入稳定岩层内的深度不得小于 50cm，进入土质边坡的深度不小于 150cm，岩层局部破碎地段，可加密或加长锚杆。

2 锚杆的倾角宜采用 10° -35°，锚孔宜与坡面垂直，钻孔内的锚杆保护层厚度，对永久性锚杆不应小于 25mm，对临时性锚杆不应小于 15mm，孔深应大于设计锚固长度不小于 20cm，灌浆材料强度不低于 M30。

3 永久性边坡沿边坡纵向每隔 15-20m 应设置 5cm 的伸缩缝，缝内填塞沥青麻筋或泡沫板，根据坡面排水需要在面层内设置泄水孔。

表 5.2.4 土工格栅喷射混凝土面层材料性能要求

材料	要求
土工格栅	双向拉伸格栅，网孔孔径不小于 40mm，极限抗拉强度不小于 30kN/m
喷射混凝土	C20-C30 混凝土并加入速凝剂
锚杆	FRP 或钢筋，直径 16-32mm

5.2.5 锚杆与土工合成材料面层应可靠连接，锚头宜施加预应力。

5.2.6 土工合成材料面层沿边坡顶部铺网时，应向坡顶上部延展一定距离，岩质边坡延展长度宜不小于 1.5m，土质边坡延展长度宜不小于 2.0m。

5.2.7 坡顶应采取防止地表水进入土工合成材料面层和坡面之间的措施。可采用强度等级不低于 C20 混凝土压重和砌筑截水台或截水沟，防止面层滑落和坡顶地表水冲刷坡面。

5.3 生态防护

5.3.1 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，参照表 5.3.1 经技术经济比较后，选择适宜的防护措施。

表 5.3.1 坡面生态防护技术推荐表

边坡类型		固土技术	固土材料	基质厚度 /cm	绿化类型（植被类别）
坡度	坡质				
缓坡 （坡度 <30°）	土质	铺网	土工格栅、平面土工网、毡垫	0.3-3.0	乔灌草、灌草、草本
	土石质		土工格室	2.0-8.0	
	岩质		枕袋等土工系统	6.0-20.0	
急坡 （30° ≤ 坡度<45°）	土质	铺网/骨架格构+铺网/ADNB 立体结构	三维土工网、土工格室及枕袋等土工系统	0.3-3.0	乔灌草、灌草、草本
	土石质		土工格室及枕袋等土工系统	2.0-8.0	
	岩质		土工格室及枕袋等土工系统	6.0-20.0	
陡坡	土质	骨架格构+铺	三维土工网、土工格室及枕袋等土工系统	0.3-3.0	乔灌草、

(45° ≤ 坡度 < 70°)	土石质	网/ADNB 立体结构	三维土工网、土工格室及枕袋等土工系统	2.0-8.0	灌草、草本
	岩质		三维土工网、土工格室及枕袋等土工系统	6.0-20.0	
特陡坡 (坡度 ≥ 70°)	岩质	ADNB 立体结构+其他固土技术	三维土工网、土工格室及枕袋等土工系统	10.0-30.0	灌草、草本、藤本植物

注：1 特陡坡应采用 ADNB 立体结构和其他固土技术联用，无经验地区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。

5.3.2 坡面土工合成材料防护可采用平面网、三维网、格室、枕袋、隔挡及 ADNB 等固土结构，可多种固土技术联用。

5.3.3 平面网包括金属网、土工格栅、平面土工网、毡垫等固土材料，设计应符合以下要求：

1 应对土工格栅纵横向拉伸强度、网孔尺寸、坡顶埋压长度、纵横向搭接长度、网与网之间连接方式等提出设计要求，土工格栅材料应符合现行国家标准《土工合成材料塑料土工格栅》GB/T 17689 的规定。

2 应通过固定构件与坡面稳定连接，可参照表 5.2.1 的规定对固定构件的主要技术参数提出设计要求。

5.3.4 三维网包括三维土工网、网笼等固土材料，设计应符合以下要求：

1 应对三维网的层数、纵横向拉伸强度、抗老化指标、坡顶埋压长度、网与网之间纵横搭接长度提出设计要求，三维网材料应符合现行国家标准《土工合成材料塑料三维土工网垫标准》GB/T 18744 的规定。

2 应对网笼材料、直径、网孔尺寸和网笼规格等提出设计要求。

3 应通过固土构件与坡面稳定连接，可参照表 5.2.1 的规定对固定构件的材质、规格等主要技术参数提出设计要求。

5.3.5 格室包括混凝土格构、预制格室、现浇格室、土工格室等固土结构，设计应符合以下要求：

1 应对不同类型格室与坡脚连接处的基础提出设计要求。

2 应对不同类型格室规格、材料等提出设计要求，格室厚度不应小于固土厚度。

3 应对土工格室的材料、强度、抗老化指标等提出设计要求，土工格室材料应符合现行行业标准《公路工程土工合成材料土工格室》JT/T 516 的规定。

4 土工格室应通过固定构件与坡面稳定连接，可参照表 5.2.1 的规定对固定构件的材质、规格等主要技术参数提出设计要求。

5.3.6 枕枕袋包括植生袋和生态袋，设计应符合以下要求：

1 植生袋适用于急坡及以下坡面，陡坡、特陡坡应与格构骨架等工程护坡措施结合使用，植生袋制作材料应符合现行国家标准《塑料 拉伸性能的测定》GB/T 1040（所有部分）和《塑料 实验室光源暴露试验方法》GB/T 16422（所有部分）的规定。

2 生态袋适用于临水坡面或陡坡以上坡段以及有特殊景观要求的坡面，应依据垒砌坡度和高度确定袋体之间的横向连接，以及袋体与坡体之间的纵向连接措施。生态袋制作材料应符合现行国家标准《土工合成材料长丝纺粘针刺非织造土工布》GB/T 17639 和《土工布及其有关产品无负荷时垂直渗透特性的测定》GB/T 15789 的规定。

3 应对植生袋、生态袋的填充材料提出设计要求。

5.3.7 隔挡包括生态棒、板状横隔挡等，隔挡构件宜结合平面网及喷播等技术使用，设计应符合以下要求：

1 应对隔挡构件的材料、规格、布设方式，以及与坡面稳定的连接方式、固定构件等提出设计要求。

2 采用生态棒隔挡时，应对生态棒的填充物提出设计要求。

5.3.8 ADNB 边坡生态防护体系主要由锚杆、双层网和隔挡三部分组成，设计应符合以下要求：

1 ADNB 边坡生态防护体系结构示意图 5.3.8。

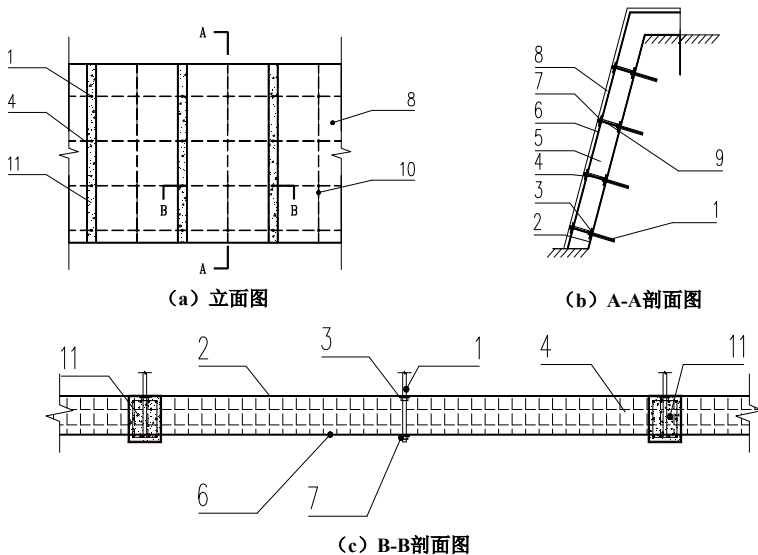


图 5.3.8 ADNB 立体结构边坡生态防护体系示意图

1-锚杆；2-底层筋材结构；3-底层连接结构；4-横隔挡；5-种植基材层；
6-顶层筋材结构；7-顶层连接结构；8-种子基材层；
9-锚杆杆体钢筋（FRP）；10-加强筋；11-钢筋混凝土立柱

5.3.9 建植技术设计应包括植物选择、植物配置、基质配制、播种与栽植等内容。

5.3.10 植物选择应符合以下要求：

1 应优先选择多年生乡土植物，无入侵性的非乡土植物，经试验验证后可适当选用。

2 应根据坡面立地条件选择覆盖能力强、根系发达、抗逆性强的植物。

3 应优先选择种子或苗木容易获取、商品化程度高的植物种（含品种）。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、《禾本科草种子质量分级》GB 6142、《林木种子质量分级》GB 7908、《主要花卉产品等级 第 4 部分：花卉种子》GB/T 18247.4 和《主要花卉产品等级 第 7 部分：草坪》GB/T 18247.7 等的要求。栽植苗木质量应符合现行国家标准《主要造林树种苗木质量分级》GB

6000、《容器育苗技术》LY/T 1000 和《园林绿化木本苗》CJ/T 24 等的要求。

5.3.11 植物配置应符合以下要求：

- 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、藤灌型和草本型等。
- 2 应深根系植物与浅根系植物相结合。
- 3 宜体现多层次多色彩多季相的景观特点，应与周边环境相融合。
- 4 有安全要求的坡面不宜采用大型乔木，陡坡、特陡坡段坡面宜采用攀缘植物。

5.3.12 基质配制应符合以下要求：

- 1 宜对坡面植被、表土等清表物提出收集、存放、加工和利用的技术要求。
- 2 应根据坡面类型及植被恢复要求采取适宜的基质配制技术。
- 3 应根据坡面立地条件、坡面类型、植被生长需求，选择环境友好型材料成良基质的结构、肥力和活力。
- 4 基质宜满足现行行业规范《绿化种植土壤》CJ/T 340 的规定，同时考虑基质在坡面上自身稳定性及植被依附的可靠性，宜选择轻质颗粒物或限制砂砾含量。

5.3.13 播种与栽植应符合以下要求：

- 1 植草宜选用易成活、生长快、根系发达、叶茎矮或有匍匐茎的多年生当地草种；草种的配合、播种量等应根据植物的生长特点、防护地点及施工方法确定；
- 2 铺草皮适用于需要快速绿化的边坡，且坡率缓于 1:1.00 的土质边坡和严重风化的软质岩石边坡；草皮应选择根系发达、茎矮叶茂耐旱草种；
- 3 植树宜用于坡率缓于 1:1.50 的边坡；树种应选用能迅速生长且根深枝密的低矮灌木类；
- 4 湿法喷播绿化适用于土质边坡、土石质边坡、严重风化岩石的坡率缓于 1:0.50 的挖方和填方边坡防护；

5 客土喷播与绿化适用于风化岩石、土壤较少的软质岩石、养分较少的土壤、硬质土壤，植物立地条件差的高大陡坡面和受侵蚀显著的坡面。

6 播种与栽植应符合现行国家标准《裸露坡面植被恢复技术规范》GB/T 38360 的有关规定。

5.3.14 养护设计应符合以下要求：

1 苗期宜采取遮盖等措施。可根据工程所在地的气候条件和坡面条件选用遮盖材料。

2 宜根据立地条件及植物生长需要等进行水肥控制技术设计。

3 可采用喷灌、滴灌和微灌等方式，喷灌工程设计应符合现行国家标准《节水灌溉工程技术规范》GB/T 50363 和《喷灌工程技术规范》GB/T 50085 的规定，微灌工程设计应符合现行国家标准《微灌工程技术规范》GB/T 50485 的规定，水质应符合现行国家标准《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920 中城市绿化杂用水的有关要求。

4 宜结合安全、景观和建植植被，进行刈割、修剪与平茬、补播（栽）等种群调控技术设计。

5 宜结合植物生长和病虫害发生特点选用植物保护措施，依据情况采用不同的有害生物防治措施。

6 施工与监测

6.1 一般规定

6.1.1 边坡防护工程施工前应应对地质、水文、气候和植物资源等情况进行系统调查。

6.1.2 地质及水文调查应包括以下内容：

- 1 调查边坡坡率、类型、坡高、坡向等。
- 2 调查有无涌水、排水条件等。
- 3 采集土壤和岩石样品进行实验室测定和分析。
- 4 施工场地、施工供水、工程材料、施工机械、交通运输等施工条件。

6.1.3 气候资料调查应包括以下内容：

- 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。
- 3 极端风速、常年风向等。

6.1.4 植物资源调查应包括以下内容：

- 1 调查工程地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。

6.1.5 施工单位应在全面熟悉设计文件和设计交底基础上，编制施工组织设计，做好技术及人员、设备、材料准备和组织落实工作，按规定报批。

6.1.6 施工单位应建立健全质量、安全、环保管理体系，并对作业人员进行技术与安全交底。

6.1.7 施工单位按设计要求准备所需的施工机械设备及材料，按规定报验，符合设计要求后允许使用。

6.2 工程防护施工

6.2.1 坡体加固施工应符合下列规定：

1 根据开挖边坡地质水文情况逐段核实边坡防护措施有效性，且应符合信息化施工要求。

2 挖方边坡和基坑防护工程应采用逆作法施工，分层分段开挖和支护。

3 边坡防护施工前应对边坡进行修整，清除边坡上的危石及不密实的松土。

4 锚杆应定位准确，注浆饱满，宜采用螺杆螺母和垫片型锚头。

5 锚杆端部螺丝位置不便于土工合成材料面层施工时，应采用备用螺杆进行连接。

6 挂设土工合成材料时，锚杆注浆体的强度应大于等于设计值的70%。

7 锚杆钢筋与加强筋焊接时，下部需加防火垫片，防止焊接过程中烧坏土工合成材料。

6.2.2 坡面土工合成材料面层和固土结构施工应符合下列规定：

1 土工合成材料铺设宜从坡顶向坡底方向铺设。

2 铺设应平顺张紧，坡面防护层应与坡面紧密贴合，一次铺设宽度不宜小于6m。

3 宜采用缝合方法连接，缝连采用的尼龙线强度不得小于150N。

4 土工合成材料有破损或孔洞时，应及时采用不低于原设计指标要求的土工合成材料进行修补。

5 应在土工合成材料上下两端开挖布设沟槽并保证足够的反压量，在沟槽内的埋深应大于0.4m并充分压实。

6.2.3 坡体排水工程应符合下列规定：

1 排水设施应在护坡工程实施之前进行设计和施工；

2 排水工程可分为坡顶截水沟，坡面台阶截水沟，坡面纵向排水沟和坡脚排水沟四种；

3 排水工程应根据集水面积、降雨强度、历时和径流方向等进行

整体规划和布置；

4 坡脚挡土墙采用石笼工程可起到良好排水作用，同时可在石笼缝隙中的土体内扦插苗木，使之最终形成植物石笼；

5 条件合适的边坡生态防护工程可采用石笼工程作为主要排水措施，也可利用石笼或废弃轮胎等修筑为多层梯级排水工程，同时可兼作管理道路。

6.2.4 施工时应有专人随时检查。每完成一道工序应按设计要求及时进行质量评定。隐蔽性工程应进行实时验收，合格后方可进行下道工序。

6.2.5 土工合成材料面层边坡支护体系施工工艺参照本规程附录 A 的规定执行。

6.3 生态防护施工

6.3.1 生态防护的工程防护部分参照 6.2 节工程防护施工进行，ADNB 边坡生态防护体系施工工艺参照本规程附录 B 的规定执行。

6.3.2 目的植物种子使用前应测定发芽率，不易发芽的植物种子喷播前应进行催芽处理。

6.3.3 植被防护施工应符合下列规定：

- 1 种草施工，草籽应撒布均匀，同时做好保护措施；
- 2 灌木、树木应在适宜季节栽植；
- 3 客土喷播施工所喷播植草混合料中植生土、土壤稳定剂、固化剂、肥料、混合草籽和水等的配合比应根据边坡坡率、地质情况和当地气候条件确定，混合草籽用量每 1000 m²不宜少于 25kg；在气温低于 12℃时不宜喷播作业；

4 雨季施工，应加盖无纺布或稻草、秸秆编织席，促进植物的发芽生长。覆盖物应在植物长出 3-5cm 后去除。

5 铺、种植被后，应适时进行洒水、施肥等养护管理，植物成活率应达到 90%以上，养护用水不应含油、酸、碱、盐等有碍草木生长的成分。

6.3.4 喷播作业施工应符合下列规定：

- 1 应按照材料配比和顺序投放材料;
- 2 应根据设计喷播厚度分层喷播,先喷播基底层,后喷播种子层;
- 3 种子层喷播应均匀,厚度宜为 5mm~ 30mm;
- 4 喷播顺序应先上后下、先难后易,喷播厚度应均匀,不得漏喷;
- 5 在喷播施工过程中,喷播基质不应有流失现象,当发生基质流失、剥落,应重新喷播;
- 6 喷播施工过程中应文明施工,应减少对周围环境的影响。

6.3.5 应建立长期的监测和评估机制,跟踪植被恢复的效果,根据监测结果及时调整补栽补救措施。

6.4 监测

6.4.1 坡面土工合成材料防护监测应结合边坡或基坑工程监测进行。

6.4.2 边坡或基坑工程应由设计提出监测项目和要求,由业主委托有资质的监测单位编制监测方案,监测方案应包括监测项目、监测目的、监测方法、测点布置、监测项目报警值和信息反馈制度等内容,经设计、监理和业主等共同认可后实施。

6.4.3 边坡坡面土工合成材料防护监测应符合《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 中第 19.1 条的规定。一级永久性边坡工程竣工后的监测时间不宜少于 2 年。

6.4.4 基坑坡面土工合成材料防护监测应符合《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 的规定。雨季需加强对基坑边坡的巡视监测,监测内容应包括坡面沉降、地表裂缝等。

6.4.5 生态边坡需对植被的数量、密度、出芽率,生长情况进行日常监测。

6.4.6 坡面土工合成材料监测应符合下列要求:

- 1 应使用应变计等设备监测材料在使用过程中的张力变化。
- 2 应监测温度、湿度等环境因素对材料性能的影响。

6.4.7 监测报告应包括下列主要内容:

- 1 工程概况;

- 2 监测依据；
- 3 监测项目和要求；
- 4 监测仪器的型号、规格和标定资料；
- 5 测点布置图、监测指标时程曲线图；
- 6 监测数据整理、分析和监测结果评述。

7 质量检查与验收

7.1 一般规定

7.1.1 边坡工程验收应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定执行。

7.1.2 边坡工程验收应取得下列资料：

- 1 施工记录、隐蔽工程检查验收记录和竣工图；
- 2 边坡工程与周围建（构）筑物位置关系图；
- 3 原材料出厂合格证、场地材料复检报告或委托试验报告；
- 4 锚杆抗拔试验等现场实体检验报告；
- 5 边坡和周围建（构）筑物监测报告；
- 6 勘察报告、设计施工图和设计变更通知、重大问题处理文件及技术洽商记录；
- 7 各分项、分部工程验收记录。

7.1.3 施工单位应建立健全工地试验、质量检查及工序间的交接验收等制度；试验、检查应做到原始记录齐全、数据真实可靠。

7.1.4 监理单位应根据设计要求、试验测试手段与方法，确定监理计划，安排监理人员，制定监理大纲，加强现场旁站，做好监理记录和拍照或录像等实态记录。

7.2 检查与验收

7.2.1 由施工单位根据具体项目所属行业检验要求进行质量检验。

7.2.2 植物材料与绿化辅助材料的质量与规格应在施工前分批进行检验与控制。

7.2.3 土工合成材料铺设可参考表 7.2.3 进行检查。

表 7.2.3 检查项目表

序号	检查项目	规定值或允许误差	检查方法和频率
1	坡面平整度	符合设计与规范要求	3 米靠尺检查，每 200m ² 检查 4 处
2	土工合成材料搭接	接缝的连接无开裂或脱离现象，搭接宽度不小于设计值	目视检查结合钢尺测量，抽查 2%
3	搭接缝错开距离	500mm	目视检查结合钢尺测量，抽查 2%
4	锚头锚固点	锚固点牢固，无滑移或脱落	目视检查

7.2.4 边坡固土结构和面层质量验收应包括下列内容：

- 1 锚钉工作长度。
- 2 锚钉间距。
- 3 土工合成材料与坡面间隙。
- 4 土工合成材料的搭接长度与固定。
- 5 边坡坡顶外延土工合成材料长度。

7.2.5 苗木成活率、植被覆盖率、物种丰富度的检验评定应在 1 个年生长周期期满后，进行调查，调查时间限在植物生长季节，根据具体地域确定。

7.2.6 生态工程检验指标应符合设计文件、本规程及所属行业检验要求的规定。

7.2.7 生态工程检验指标按照本规程附录 C 的规定执行。

7.2.8 工程竣工后应及时归档，归档内容包括勘察调查资料、设计资料、施工资料、监理资料和验收资料。

7.2.9 归档资料应符合《科学技术档案案卷构成的一般要求》GB/T 11822 和相关行业标准要求。

7.2.10 在质保期满后，生态工程移交时应对绿化效果进行终验，并应符合下列规定：

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满足设计要求。

7.2.11 工程验收项目分为主控项目和一般项目，应符合表 7.2.11 的规定：

表 7.2.11 工程项目验收表

验收类型	主控项目	一般项目
工程边坡防护	土工合成材料搭接宽度、锚固构件抗拔	坡面平整度、搭接缝错开距离、坡顶和坡底压边
生态边坡防护	土工合成材料搭接宽度、锚固构件抗拔	坡面平整度、搭接缝错开距离、植被成活率

7.2.12 检验批的质量验收合格标准应符合下列规定：

- 1 主控项目的质量经抽样检验均应合格；
- 2 一般项目采用计数抽样检验时，其在检验批范围内及某一构件的计数点中的合格点率均应达到 80%，且均不得有严重缺陷和偏差。

附录 A 土工合成材料面层边坡支护体系施工工艺

A.0.1 典型土工合成材料面层边坡支护体系施工工艺流程如下：

- 1 开挖、修整坡面。
- 2 施工坡顶竖向锚杆，铺设坡顶土工合成材料面层、钢筋网。
- 3 施工坡顶混凝土。
- 4 在边坡上钻孔，施工第 1 道锚杆。
- 5 锚杆外露端套丝或焊接螺杆。
- 6 在边坡上铺设土工合成材料面层。
- 7 设置承压钢板并扭紧螺母压紧面层。
- 8 分层开挖、分层支护至基底。

附录 B ADNB 边坡生态防护体系施工工艺

B.0.1 ADNB 边坡生态防护体系施工工艺包括：

- 1 按设计要求开挖工作面至所述第一道锚杆施工标高，修整边坡；
- 2 按照设计要求的位置在边坡上钻孔；
- 3 制作所述锚杆杆体钢筋，锚杆杆体钢筋上安装定位支架和注浆管，将锚杆杆体钢筋连同注浆管推送到钻孔内一定深度；
- 4 制备浆液，通过注浆管向钻孔内注浆；
- 5 将所述带横隔板的多层结构生态边坡防护体系中的底层筋材结构覆盖在边坡上；
- 6 以所述锚杆为节点设置所述加强筋或立柱；
- 7 安装所述底层连接结构；
- 8 在锚杆杆体筋预留段上安装横隔板；
- 9 在横隔板和底层筋材结构上设置种植基材层；
- 10 在种植基材层上铺设顶层筋材结构；
- 11 安装顶层连接结构，将顶层筋材结构固定在种植基材层上；
- 12 在顶层连接结构和顶层筋材结构上设置种子基材层；
- 13 按设计要求开挖工作面至所述下一道锚杆施工标高，修整边坡；
- 14 重复步骤（2）～（13）直至开挖到设计基底标高，验收。

附录 C 检验指标表

C.0.1 检验指标表见表 C。

表 C 检验指标表

项目	检验指标		检验方法
	合格	不合格	
植被覆盖率	符合设计要求	不符合设计要求	每 1000m ² 检查 3 处，每点面积为 16m ² ；不足 1000 m ² 检查不少于 2 处，取其均值
物种丰富度			目测及拍摄照片
基质层厚度	厚度平均值大于设计要求，最小值应不小于设计值的 90%	厚度平均值小于设计要求或最小值小于设计值的 90%	每 1000m ² 坡面随机抽取 20 个点测试，取其均值
栽植苗木规格与数量	符合设计要求	不符合设计要求	每 100 株检查 10 株，每株为 1 点，少于 20 株全数检查
栽植苗木成活率			每 1000m ² 检查 3 处，每点面积为 16 m ² ；不足 1000m ² 检查不少于 2 处，取其均值

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于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，首先应这样做的：

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

- 《建筑边坡工程技术规范》GB50330
《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497
《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
《豆科草种子质量分级》GB 6141
《禾本科草种子质量分级》GB 6142
《林木种子质量分级》GB 7908
《主要造林树种苗木质量分级》GB 6000
《土工合成材料应用技术规范》GB/T 50290
《土工合成材料聚乙烯土工膜》GB/T 17643
《土工合成材料 塑料土工格栅》GB/T 17689
《土工合成材料 塑料三维土工网垫标准》GB/T 18744
《土工合成材料长丝纺粘针刺非织造土工布》GB/T 17639
《土工布及其有关产品 无负荷时垂直渗透特性的测定》GB/T 15789
《裸露坡面植被恢复技术规范》GB/T 38360
《塑料 拉伸性能的测定》GB/T 1040
《塑料 实验室光源暴露试验方法》GB/T 16422
《主要花卉产品等级》GB/T 18247
《节水灌溉工程技术规范》GB/T 50363
《喷灌工程技术规范》GB/T 50085
《微灌工程技术规范》GB/T 50485
《城市污水再生利用—城市杂用水水质》GB/T 18920
《科学技术档案案卷构成的一般要求》GB/T 11822
《公路边坡植被防护工程施工技术规范》DB33/T916
《边坡客土喷播生态防护技术标准》DB37/T 5193
《园林绿化工程施工及验收规范》CJJ82
《边坡喷播绿化工程技术标准》CJJ/T292

《绿化种植土壤》 CJ/T 340
《城市绿化和园林绿地用植物材料-木本苗》 CJ/T 34-91
《边坡柔性防护网系统》 JT/T 1328
《公路工程土工合成材料 土工格室》 JT/T 516
《容器育苗技术》 LY/T 1000
《园林绿化木本苗》 CJ/T 24
《水运工程土工合成材料应用技术规范》 JTS/T148
《公路土工合成材料应用技术规范》 JTG/T D32
《公路边坡浅层竹木稳固技术指南》 T/CHTS 10010
《绿色装配式边坡防护技术规程》 T/CECS 812
《岩石边坡 TBS 植被护坡绿化设计规范》

中国工程建设标准化协会标准

坡面土工合成材料防护 技术规程

T/CECS ***-20**

条 文 说 明

目 次

1 总 则	36
2 术语和符号	37
2.1 术 语	37
3 基本规定	38
4 材 料	39
5 设 计	40
5.1 一般规定	40
5.2 工程防护	40
5.3 生态防护	40
7 质量检查与验收	41
7.2 检查与验收	41

1 总 则

1.0.1 伴随城市化进程加快,大面积的筑路、采石开矿、城市建设等人为行为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。边坡土工合成材料防护工程涉及工程地质、水文地质、建筑施工、植物选择、土壤肥料等多门学科,需整合知识要点和技术经验,制定切实可行的规范标准指导边坡支护设计、施工过程。但现有边坡坡面土工合成材料防护工程的施工方法良莠不齐,且无国家规范可循,不但影响边坡防护效果,而且容易造成财产浪费,甚至会导致发生安全事故。本规程的制定将对边坡防护的设计、施工、验收各环节予以明确要求,推动边坡坡面土工合成材料防护工程的科学化、规范化,促进行业的健康有序发展。

1.0.2 本规程适用于地下水位以上或经降水的非软土边坡和基坑坡面防护,或者结合预应力锚杆、截水帷幕、微型桩等组成土工合成材料面层复合土钉墙。

1.0.3 边坡整体稳定但其坡面岩土易风化、剥落或有浅层崩塌、滑落及掉块等,或边坡需要考虑绿化景观效果时,应进行坡面防护。

对欠稳定的或存在不良地质因素的边坡,应先进行边坡治理后进行坡面防护与绿化。

1.0.4 边坡坡面土工合成材料防护工程是一门综合性强的工程技术,本规程无法全面反映地质勘查、边坡稳定性评价、钢筋混凝土结构等其他技术。因此除遵守本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.8 在林业生产中，形态和生理活动的地貌、气候、土壤、水文、生物等各种外部环境条件的总和，称为立地。构成立地的各个因子，即立地条件。在园林景观中，“立地条件”指植物生存需要的土壤、水分、气候、空间组合而成的外部环境。

3 基本规定

3.0.3 坡面防护工程应在稳定边坡上设置,对于不稳定边坡宜同时考虑边坡整体稳定性和坡面稳定性进行边坡加固。

3.0.6 边坡分类:

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、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($>20\text{m}$)。

3.0.7 根据边坡坡度、土壤硬度、植物生长发育所需土层厚度、播种期20天内最低土壤湿度,生态边坡植物群落修复类型可分为乔灌草型、灌草型、草本型、藤灌型四种类型。

4 材 料

4.0.2 土工系统是国外土工合成材料专著中出现的一个涵盖较广的术语。主要指以高强土工织物(或其他土工合成材料)制成的能包裹松散岩土、混凝土等形成大块体的封闭系统,和以单片材料,将两端锚固形成挡水、挡土屏障的开敞系统。

土工系统的各种包裹体能将天然的松散土体聚拢构成连续、整块的大体积,能发挥多种功能,可用来达到防护和更广的工程目的。

4.0.4 当需要考虑紫外线影响时,应进行土工合成材料抗老化性能检验。当需要考虑土工合成材料受力时,应进行强度折减。强度折减系数取值参照现行行业标准《公路土工合成材料应用技术规范》JTG/T D32 的 6.1.2 条规定。

4.0.10 土工合成材料的检测项目的具体方法和标准根据不同的土工合成材料类型和应用场景选择。例如,土工织物,除了上述的基本物理特性和力学性能测试,还需要进行耐静水压、渗透系数、土工膜抗渗剥离强度的测试;土工格栅,则主要关注其拉伸强度、断裂伸长率、撕破强力等力学性能指标;严寒地区还应该考虑冻融等对土工合成材料耐久性的影响。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.7 现场试验表明,锚杆与面层连接部位容易出现应力集中,应对该部位的面层强度和变形进行验算。可以采用在近边坡侧垂直锚垫板焊接短钢筋的措施解决面层应力集中问题。

5.2 工程防护

5.2.1 本规程定义锚固段超过边坡主滑裂面的锚杆为主锚杆,主锚杆主要目的是解决边坡的整体稳定问题;锚固段位于主滑裂面以内用于加固滑动体的锚杆为次锚杆,次锚杆主要目的是解决边坡的内部稳定问题;次锚杆又称为锚钉或网钉,不参与计算,设置在边坡浅层用于固定面层。

5.3 生态防护

5.3.5 面层材料及固土结构设计可以参照现行行业标准《公路土工合成材料应用技术规范》JTG/T D32 规定执行。

7 质量检查与验收

7.2 检查与验收

7.2.3 所有施工材料均应在使用前由监理单位按其质量、规格要求分批进行验收：

1 苗木的选择应符合《城市绿化和园林绿地用植物材料—木本苗》CJ/T 34 的规定。

2 选用品质优良的植物种子，种子应注明品种、品系、产地、生产单位、生产年份，发芽率应在 85%以上，纯度应在 90%以上。

3 进口植物种子应有国家法定种子检疫机构出具的检疫合格报告。

4 自行采集的乡土植物种子，在使用前必须进行发芽试验，以确定合适的播种量。

5 所使用的肥料和土壤必须符合设计和本规程的要求。

6 锚杆、土工合成材料符合设计要求。

7.2.5 验收时间要求

1 验收时间根据设计要求的边坡生态防护工程施工后管理期限确定。

2 边坡生态防护以恢复草本植物群落类型（草本及藤灌型）为目标的，在施工后 1-2 年内验收；其中，土质或岩土混合质边坡 1—2 年后验收，岩质边坡 2 年后验收。

3 边坡生态防护以恢复木本植物群落类型（乔灌木和灌木型）为目标的，在施工后 2-3 年内验收；其中，土质或岩土混合质边坡 2 年后验收，岩质边坡 3 年后验收。