

ICS 编号

CCS 编号

团体标准

T/CHES XXX—20XX

生态护坡 特拉锚垫应用指南

Application guide of Terra Block Mat for ecological slope

(报批稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国水利学会 发布

目 次

前 言	1
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语	2
4 基本规定	3
5 材料	3
6 设计	4
6.1 一般规定	4
6.2 特拉锚布置	4
6.3 特拉锚设计计算	4
6.5 构造要求	5
7 施工	6
7.1 一般规定	6
7.2 草皮增强垫铺设	6
7.3 锚固	6
8 施工质量检验	7
附录 A （资料性） 特拉锚抗拔力试验	9
附录 B （资料性） 极限抗拔力参考表	10
附录 C （资料性） 质量控制检查表	11

前 言

根据中国水利学会团体标准制修订计划安排，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。

本文件共分为 8 章和 3 个附录，主要内容包括特拉锚垫在生态护坡应用过程中的基本规定、材料选用、设计要求、施工和施工质量检验规定等。

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这些专利的责任。

本文件由中国水利学会归口。执行过程中如有意见或建议，请寄送至中国水利学会（地址：北京市西城区白广路二条 16 号，邮编 100053），以便今后修订时参考。

本文件主编单位：重庆交通大学

本文件参编单位：广东省水利水电技术中心、重庆诺为生态环境工程有限公司、广东水利电力职业技术学院、重庆市风景园林规划研究院、中交第四航务工程勘察设计院有限公司、中交第三航务工程局有限公司

本文件主要起草人：梁越、胡江、叶合欣、杨德宏、付旭辉、简涛、袁以美、熊伟、刘怡、鲍立华、尹衍栋、黄亦斐、唐云、刘堃、季景远

生态护坡 特拉锚垫应用指南

1 范围

本文件规定了特拉锚垫的材料、结构设计、施工和施工质量检验的内容。

本文件适用于土质边坡采用特拉锚垫进行侵蚀控制、生态修复与保护的工程。

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 6461 金属基体上金属和其它无机覆盖层 经腐蚀试验后的试样和试件的评级

GB/T 15788—2017 土工合成材料 宽条拉伸试验方法

GB 50286 堤防工程设计规范

GB 51018 水土保持工程设计规范

SL 386 水利水电工程边坡设计规范

SL 634 水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准——堤防工程

SL 744 水工建筑物荷载设计规范

3 术语和定义

3.0.1

特拉锚 terra block

由中空锚头、柔性锚索和自锁式锚盘等组成，中空的锚头与柔性锚索偏心连接，打入土体后，锚头能在锚索张拉时自行旋转以增大拉拔阻力，并采用自锁式锚盘将柔性锚索锁定于土面上。

3.0.2

草皮增强垫 turf reinforcement mat

由高模量的聚丙烯单丝通过编织形成连续的三维矩阵结构，具有优良的抗老化性能，可有效控制坡面侵蚀并增强植被抗冲刷疲劳能力的网垫。

3.0.3

特拉锚垫 terra block mat

由特拉锚和草皮增强垫组成的坡面防护系统。

3.0.4

锚固深度 anchorage depth

锚头旋转至水平，并充分张拉达到设计抗拔力时，锚头中轴线与土体表面的垂直距离。

3.0.5

割线模量 secant stiffness

单丝的负荷值与特定伸长率之比，单位为 N/根。

[来源：GB/T 15788—2017，3.8，有修改]

4 基本规定

- 4.1 特拉锚垫的设计应遵循因地制宜、安全经济、生态美观、节能环保的原则。
- 4.2 采用特拉锚垫的边坡坡度不宜大于 1:0.75，边坡的稳定性应符合 SL 386 的规定。

5 材料

- 5.1 草皮增强垫、特拉锚及其配件的规格和性能应按照表 1~表 5 的规定采用。
- 5.2 特拉锚耐腐蚀性能不应低于 GB/T 6461 中规定的保护评级 5 级要求。
- 5.3 草皮增强垫的性能指标应符合表 1 的规定。

表 1 草皮增强垫性能指标

序号	型号	规格尺寸		性能			
		厚度	开孔率	单丝割线模量，(0.5%)	纵向标称拉伸强度	横向标称拉伸强度	强度保持率 (3000hr 荧光紫外灯)
		mm	%	N/根	(kN/m)	(kN/m)	%
1	TM1	7	94	3	≥40	≥30	≥90
2	TM2	10	94	3.5	≥45	≥35	≥90

- 5.4 特拉锚的性能指标应符合表 2~表 4 的规定。

表 2 特拉锚锚头规格尺寸表

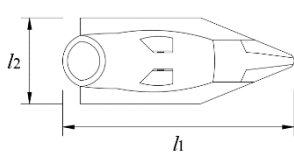
	型号	规格尺寸 (mm)	
		l_1	l_2
	A _I	90	30
	A _{II}	130	40
注：锚头为锌合金压铸成型。			

表 3 特拉锚锚盘规格尺寸表

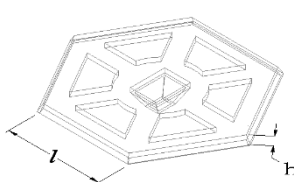
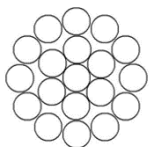
	型号	规格尺寸 (mm)		锁定力 (kN)
		l	h	F
	P _I	6	60	10
	P _{II}	6	60	15
注：锚头为锌合金压铸成型。				

表 4 特拉锚锚索规格尺寸表

	型号	规格尺寸 (mm)	抗拉强度 (kN)
		Φ	F
	S _I	3	7
	S _{II}	6	15
注：锚索材质为 304 不锈钢。			

5.5 主要配件的性能指标应符合表 5~表 6 的规定。

表 5 特拉钉规格尺寸表

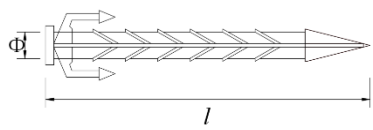
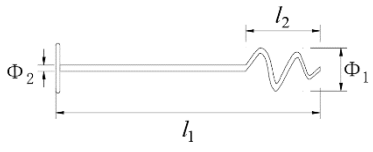
	项目	规格尺寸 (mm)
	l	300
	Φ	15

表 6 螺旋钉规格尺寸表

	项目	规格尺寸 (mm)
	l ₁	300
	l ₂	100
	Φ ₁	15
	Φ ₂	3

6 设计

6.1 一般规定

- 6.1.1 特拉锚垫设计前应应对实施场地的现场环境、地质情况、坡面状况、土壤情况、气候条件等因素进行调查与相关资料收集。
- 6.1.2 特拉锚垫设计应按照 SL 744 的相关规定确定特拉锚垫增加的荷载，并应按照 SL 386 的相关规定复核边坡的结构稳定性。

6.2 特拉锚布置

- 6.2.1 应根据环境条件及锚固土层地质条件确定特拉锚的间距和打入深度。
- 6.2.2 特拉锚在坡面上的布设间距应满足受力要求，不宜大于 1.5 m；若间距大于 1.5 m 时，应采用特拉钉或螺旋钉加密，加密后锚固间距不宜大于 0.8 m。
- 6.2.3 特拉锚锚固深度不宜小于 0.8 m。

6.3 特拉锚设计计算

- 6.3.1 计算特拉锚的抗拔力时，可忽略锚头的侧向摩阻力。
- 6.3.2 应结合地勘资料进行特拉锚设计计算。宜通过现场试验确定不同土质情况下的抗拔力，优化锚固间距和锚固深度。
- 6.3.3 U 型钉、螺旋钉及特拉钉等锚固件的应用范围应符合表 7 的规定。

表 7 锚固件应用范围

序号	锚固件类型	应用范围（土质）	备注
1	U 型钉	砂土、黏土	临时措施
2	螺旋钉	黏土	永久措施
3	特拉钉	砂土	永久措施

- 6.3.4 设计采用的特拉锚极限抗拔力标准值应符合以下规定：
- a) 宜优先通过特拉锚静载试验确定，试验方法可参照附录 A；
- b) 单一土质情况下，可参照附录 B；
- c) 若不具备上述两项条件，可根据 6.3.5 条计算确定。

6.3.5 若需要根据土的力学指标与抗拔力参数之间的经验关系确定特拉锚极限抗拔力标准值，可按公式（1）计算：

$$Q_{uk} = \pi dh \left[c + \gamma \left(h - \frac{d}{2} \right) (\cos \theta + k_0 \sin \theta) \tan \varphi \right] \quad (1)$$

式中：

Q_{uk} ——特拉锚轴向极限抗拔力标准值（kN）；

θ ——坡角（°）；

γ ——锚头上覆土体的重度（kN/m³），临水边坡取饱和重度，非临水边坡取天然重度；

h ——锚固深度（m）；

c ——锚头端土体的有效凝聚力（kPa），可根据 SL 386 要求取值；

φ ——锚头端土体的有效内摩擦角（°），可根据 SL 386 要求取值；

d ——被影响土体的等效截面直径（m）；其中砂土中 d 为 0.8 倍锚头长度，粘土中 d 为 0.6 倍锚头长度；

k_0 ——静止土压力系数，宜通过试验测定，当无试验条件时，对正常固结土可按表 8 估算。

表 8 静止土压力系数 k_0

土类	坚硬土	硬-可塑粘性土、粉质黏土、砂土	可-软塑性土	软塑粘性土	流塑粘性土
k_0	0.2~0.4	0.4~0.5	0.5~0.6	0.6~0.75	0.75~0.8

6.3.6 特拉锚轴向抗拔力计算应符合下列规定。

a) 特拉锚轴向抗拔力特征值 R 应满足公式（2）的要求：

$$N_k < R \quad (2)$$

式中：

N_k ——荷载效应标准组合下，作用于特拉锚的轴向力（kN），可取荷载效应力设计值；

R ——特拉锚轴向抗拔力特征值（kN）。

b) 特拉锚轴向抗拔力特征值 R 可按公式（3）确定：

$$R = \frac{1}{K} Q_{uk} \quad (3)$$

式中：

Q_{uk} ——特拉锚极限抗拔力标准值（kN）；

K ——安全系数，取 1.25。

6.4 构造要求

6.4.1 草皮增强垫铺设，纵、横向搭接宽度均不宜小于 15 cm。在临水工程中，横向宜按顺水流方向搭接，纵向宜顺坡向搭接，搭接宽度可增加至 20 cm。

6.4.2 采用特拉锚垫的临水边坡护脚或护底结构可根据 GB 50286 的要求确定。

6.4.3 草皮增强垫铺设区域边缘宜设置锚固沟，沟底宽度及深度均不宜小于 500 mm；草皮增强垫埋入时应紧贴沟壁和沟底；锚固沟宜采用无黏性土回填，回填土的相对密实度应不小于 90%。

6.4.4 边坡工程排水应按 GB 50330 的要求确定。

7 施工

7.1 一般规定

7.1.1 特拉锚垫施工前应完成坡面的验收工作。

7.1.2 特拉锚垫施工工序应为：锚固沟开挖、草皮增强垫铺设、特拉锚锚固、锚固沟回填。

7.1.3 雨雪天气及风力大于 5 级时，不宜进行特拉锚垫施工。

7.2 草皮增强垫铺设

7.2.1 草皮增强垫铺设及搭接方式应符合图 1 的要求。

7.2.2 草皮增强垫铺设时应整幅张拉平整、紧贴坡面，不应褶皱、悬空。

7.2.3 草皮增强垫铺设完毕但未锚固前，可在边角处每隔 2 m~5 m 采用 U 型钉临时固定。

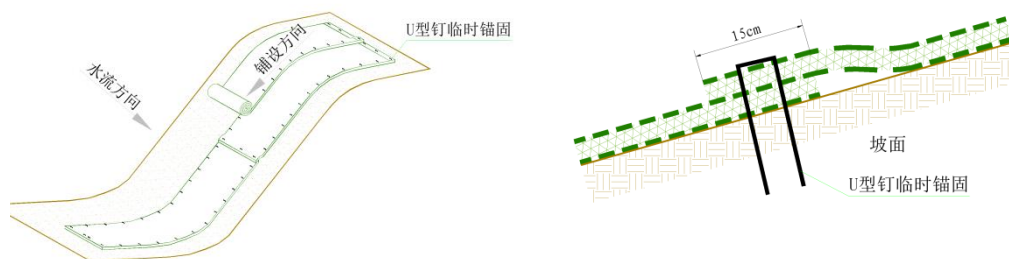


图 1 草皮增强垫铺设及搭接方式简图

7.3 锚固

7.3.1 特拉锚施工前宜对锚固位置进行标记。

7.3.2 坡面特拉锚安装时，宜采取从上到下、由中到边的顺序进行施工。单幅施工完成后，应及时移除临时固定措施。

7.3.3 特拉锚安装施工应按以下工序进行，安装方法如图 2 所示：

- 将驱动杆插入特拉锚锚头，并与坡面垂直放置；
- 将带有锚头的驱动杆打入土层至设计深度；
- 拔出驱动杆；

d) 将锚盘穿在锚索上，由顶部端头滑向地面，与地面平齐。最后采用拉拔器将特拉锚拉紧锚固。

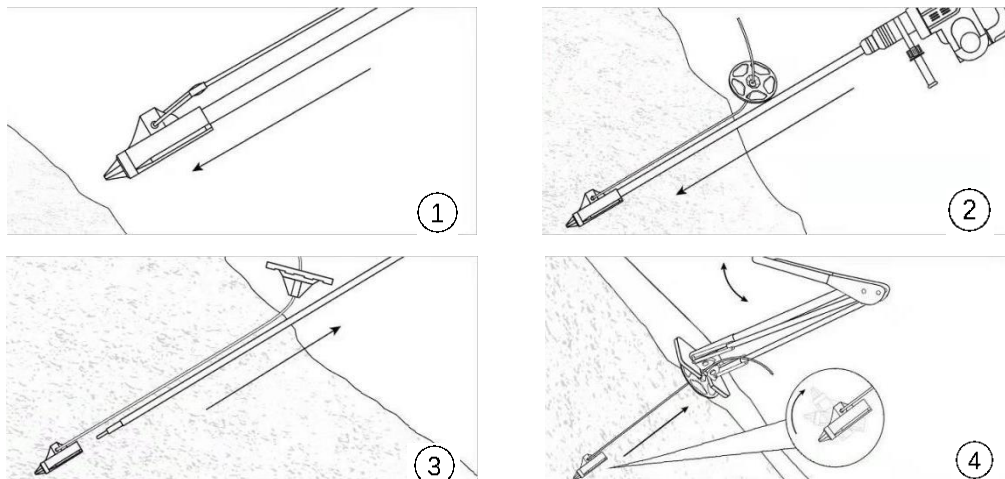


图 2 特拉锚施工流程简图

7.3.4 特拉锚应按设计抗拔力的要求拉紧锚固。

7.3.5 特拉锚全部安装完成后，应及时进行锚固沟回填并压实。

7.3.6 螺旋钉安装可通过带卡口的手持电钻旋转钉帽，带动钉身转动锚固于土体，安装方法如图 3 所示。

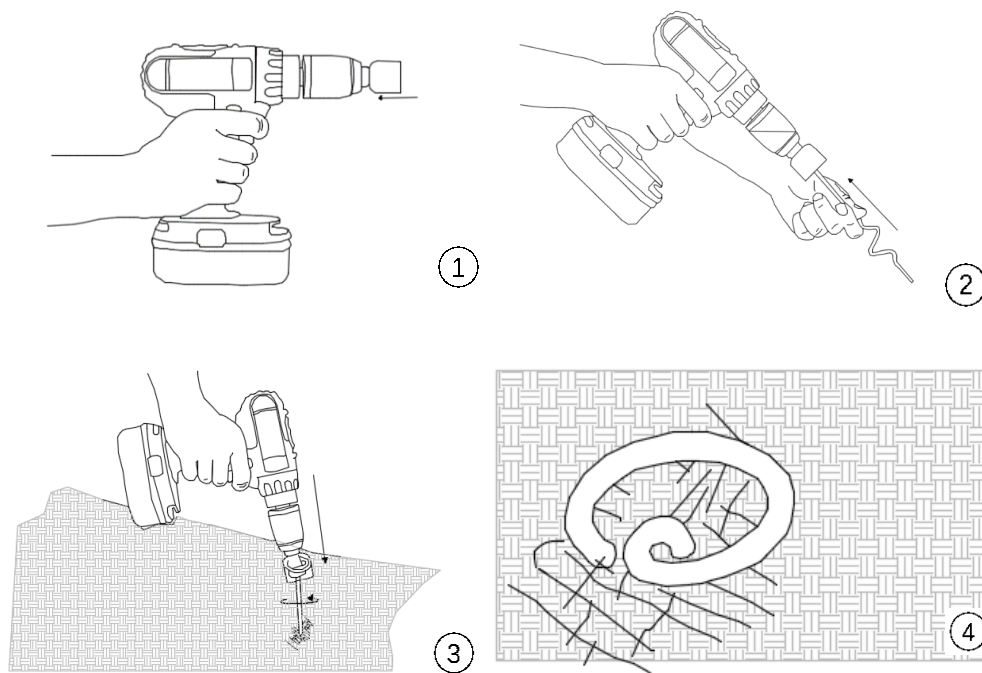


图 3 螺旋钉施工流程简图

7.3.7 特拉钉应垂直坡面打入土体使草皮增强垫紧贴坡面。

7.3.8 临水边坡在度汛后应对松弛的拉锚进行张紧维护工作。

8 施工质量检验

8.1 特拉锚垫的施工质量评定与验收，宜按照单元工程来评定。护坡工程应按施工段

划分单元工程，每个单元工程长度不宜超过 100 m，具体可参照 SL 634 及相关标准进行验收评定。

8.2 特拉锚垫施工记录表、检查记录表和工程质量检查评定表的格式应分别采用表 C.1、表 C.2、表 C.3，实测项目应符合表 9 的要求。

表 9 特拉锚垫安装实测项

序号	项目	允许偏差	检查方法	检测数量
1	锚固间距 (m)	允许偏差为 $\pm 5\%$ 设计间距	量测	每 1000 m ² 抽查 50 个
2	锚固沟尺寸 (m)	允许偏差为 $\pm 10\%$ 设计尺寸	观察、量测	全数检查
3	草皮增强垫搭接宽度 (mm)	符合设计要求	观察、量测	全数检查
4	特拉锚拉力	符合设计要求	现场拉拔力试验	每 1000 m ² 抽查 30 个

附 录 A
(规范性)
特拉锚抗拔力试验

- A.1** 特拉锚在工程应用前宜进行极限抗拔试验。
- A.2** 特拉锚最大试验荷载不宜超过设计抗拔力且不应超过锚索破坏拉力的 0.8 倍。
- A.3** 特拉锚极限抗拔试验采用的土质条件、锚索材料、锚索参数和施工工艺应与实际工程相同，且试验有效数量不应少于 3 根。
- A.4** 特拉锚极限抗拔力应采用分级加荷，加荷等级和位移观测时间应符合表 A-1 的规定。

表 A.1 特拉锚极限抗拔力试验的加荷等级及观测时间

加荷增量 Q_{uk} (%)	30	50	70	90	100
观测时间 (s)	5	5	5	5	10
注：1：加荷速率为 0.2 kN/s，在每级加荷等级观测时间内，测读位移不应少于 3 次。					
2：在每级加荷等级观测时间内，锚头位移增量小于 10 mm 时，可施加下一级荷载。					

- A.5** 特拉锚极限抗拔试验，若出现一级荷载产生的锚头位移增量达到或超过前一级荷载产生的位移增量的 2 倍，可判定结构破坏。
- A.6** 特拉锚极限抗拔力应取破坏荷载的前一级荷载。在最大试验荷载下未达到 A.5 条规定的破坏标准时，特拉锚的极限抗拔力应取最大试验荷载。
- A.7** 当每组试验特拉锚极限抗拔力的最大差值不大于 30% 时，应取最小值作为特拉锚的极限抗拔力。当差值超过 30% 时，应分析原因，结合施工工艺、土质条件等工程具体情况综合确定极限抗拔力；不能明确差值过大的原因时，宜增加试锚数量。

附 录 B
(规范性)
极限抗拔力参考表

表 B.1 和 B.2 分别规定了砂土工况和粘土工况特拉锚极限抗拔力标准值。

表 B.1 砂土工况特拉锚极限抗拔力标准值

单位 (kN)

土体状态	型号	打入深度 (1.0 m)		打入深度 (1.2 m)	
		最小	最大	最小	最大
稍松 ($0.22 \leq Dr < 0.33$)	I	1.2	2.2	1.5	2.5
	II	1.9	3.0	2.1	3.2
中密 ($0.33 \leq Dr < 0.67$)	I	2.1	4.2	2.3	4.5
	II	3.4	4.8	3.7	5.2
密实 ($Dr \geq 0.67$)	I	3.5	5.1	3.7	5.5
	II	4.1	6.3	5.1	7.2
注: Dr 为相对密度。					

表 B.2 粘土工况特拉锚极限抗拔力标准值

单位 (kN)

土体状态	型号	打入深度 (1.0 m)		打入深度 (1.2 m)	
		最小	最大	最小	最大
软塑 ($0.75 < I_L \leq 1$)	I	4	4.8	4.3	5.3
	II	4.8	5.6	5.2	6.5
可塑 ($0.25 < I_L \leq 0.75$)	I	4.6	5.5	5.1	6.5
	II	5.2	6.9	5.7	7.9
硬塑 ($0 < I_L \leq 0.25$)	I	5	6.7	5.6	7.2
	II	6.2	7.8	6.8	8.2
坚硬 ($I_L \leq 0$)	I	5.5	7.1	6.2	7.8
	II	6.7	8.5	9.8	11.2
注: I_L 为液性指数。					

附 录 C
(资料性)
质量控制检查表

表 C.1~C.3 给出了特拉锚垫施工记录表、检查记录表和工程质量检查评定表的示例。

表 C.1 特拉锚垫施工记录表

项目名称:		合同段:	
施工位置		施工单位	
单元工程名称		施工日期	
检查项目	检查结果		备注
锚固间距			
锚固沟尺寸			
草皮增强垫搭接宽度			
特拉锚拉力			
检查意见:	检查意见:		检查意见:
技术负责人	质检员:		施工员:

表 C.2 特拉锚垫检查记录表

项目名称							合同段						
检查位置							施工单位						
单元工程名称							检查日期						
检查项目	设计值	实测值										允许偏差值	合格率
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
锚固间距												允许偏差为±5%设计间距	
锚固沟尺寸												允许偏差为±10%设计尺寸	
草皮增强垫搭接宽度												符合设计要求	
特拉锚拉力												符合设计要求	
检查意见：				检查意见：					检查意见：				
技术负责人：				质检员：					施工员：				

表 C.3 特拉锚垫工程质量检查评定表

项目名称					合同段										
单元工程名称					施工单位										
施工部位					检查日期										
实 测 项 目	序 号	项目名称	规定值或 允许偏差值	检查方法和频率	实测值										合格率
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	1	锚固间距	允许偏差为± 5%设计间距	量测、每 1000 m²抽查 50 个											
	2	锚固沟尺寸	允许偏差为± 10%设计尺寸	观察、量测、全数检查											
	3	草皮增强垫搭接宽度	符合设计要求	观察、量测、全数检查											
	4	特拉锚拉力	符合设计要求	现场拉拔力试验、每 1000 m²抽查 30 个											
质量等级评定															
技术负责人				质检员						监理工程师					
年 月 日				年 月 日						年 月 日					