

交通运输行业标准

《公路工程土工合成材料
植物护坡生态袋》

(征求意见稿)

编制说明

《公路工程土工合成材料 植物护坡生态袋》编写组

2016年9月

1. 工作简介

1.1 任务来源

任务来源: 根据《交通运输部关于下达 2013 年交通运输标准化计划的通知(交科技函〔2013〕383 号)》文件精神,“公路工程土工合成材料植物护坡生态袋”产品质量行业标准,列入“2013 年交通运输标准化计划制修订项目表”,计划编号: JT 2013-41。

1.2 协作单位

起草单位: 肇庆俊富纤网材料有限公司、西藏俊富环境恢复有限公司、武汉中交环保景观工程有限公司、交通运输部公路科学研究院。

1.3 主要工作过程

2014 年 1 月-8 月,完成植物护坡生态袋的技术要求和应用的试验数据;

2015 年 1 月-12 月,编制植物护坡生态袋的相关部分技术要求。

2016 年 1 月-6 月,进行植物护坡生态袋的抗老化试验,完善实验方法。完成交通标准编制草稿。

2016 年 10 月,由全国交通工程设施(公路)标准化技术委员会组织召开了标准征求意见会,形成标准征求意见稿,准备进行意见征集。

1.4 标准主要起草人及其所做工作

本标准的主要起草人赵民忠、邱丽娟、苏步安、张明清、周海燕、周晶、龚杰、胡洁、李里、陈琛、欧阳春、孙侃。其中邱丽娟负责标准制定过程时间节点的控制、技术路线的制定及实施、试验数据的收集及处理、标准初稿的撰写以及复稿的完善;苏步安负责植物护坡生态袋无纺布资料的收集和验证、术语与定义章节、技术要求章节的复核与完善工作;张明清负责国内外有关植物护坡生态袋资料的收集、试验方法章节的复核与完善、试验工作;赵民忠、周海燕、周晶、龚杰、胡洁、李里、陈琛、欧阳春、孙侃负责植物护坡生态袋现场施工技术指导、现场检测以及施工后试验路段的跟踪调查工作;邱丽娟负责标准试验方法章节的复核与完善以及标准终稿的校核工作。

2. 标准编制原则和确定标准主要内容

2.1 标准编制的原则

本标准的编制原则是依据 GB/T 1.1—2009 给出的原则，严格按照交通行业相关要求及有关标准、政策法规进行编制的。制定本标准应满足我国技术发展和生产需要，充分体现行业进步和发展趋势，符合国家产业政策，推动了行业技术水平的提高。标准文本格式、条款主要是依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写规则》进行编写。本标准的主要内容是对公路工程隧道防火涂料提出性能要求，规定了该产品的范围、分类、要求、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、贮存和运输等内容。

2.2 制定的理由和目的

植物护坡生态袋是由国外土工织物的生产厂家发明的，由于具有施工方便、对设备要求低、适应边坡能力强的优点，产品问世后即得到了迅速的推广应用，甚至被用于作为支挡防护结构、收缩坡脚、节约占地。以下是国外植物护坡生态袋无纺布质量标准：

Properties of Polyfelt TS Nonwoven Geotextiles				TS 10	TS 20	TS 30	TS 40	TS 50	TS 60	TS 65	TS 70	TS 80
Property	Test Standard	Unit										
Physical Characteristics	-	-	Continuous filament, nonwoven needle punched									
Polymer	-	-	100% polypropylene, UV stabilized									
UV Resistance												
- Tensile strength retention	ISO 10319	-	> 70% Strength retention after 3 months outdoor weathering									
- Puncture strength retention	ISO 12236	-	> 70% Strength retention after 3 months outdoor weathering									
Chemical Resistance	-	-	No influence at pH range 2 - 13									
Tensile strength (ave)	ISO 10319	kN/m	7.5	9.5	11.5	13.5	15	19	21.5	24	28	
Tensile elongation (MD/CD)	ISO 10319	%	75/35	75/35	75/35	75/35	75/35	80/35	80/40	80/40	80/40	
Performance energy *	Calculated	kN/m	2.2	2.5	3.2	3.7	4.1	5.6	6.5	7.2	8.4	
CBR puncture strength	ISO 12236	N	1175	1500	1750	2100	2350	2900	3300	3850	4250	
Effective opening size (O ₉₀)	ISO 12958	mm	0.13	0.12	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	
Vertical water flow 50mm head	ISO 11058	l/m ² /s (mm/s)	130	115	100	90	85	72	65	55	50	
Horizontal water flow 20 kPa	ISO 12958	l/m.h	2	4	7	9	11	13	14	16	20	
Horizontal water flow 200 kPa	ISO 12958	l/m.h	0.7	1.4	2.2	2.5	2.9	3.0	3.2	3.6	4.0	
Nominal mass	ISO 9864	g/m ²	105	125	155	180	200	250	285	325	400	
Thickness 2 kPa	ISO 9863	mm	1.0	1.2	1.5	1.7	1.9	2.2	2.5	2.9	3.2	

我国引入后，也已经在坡面植物防护中大量采用，包括在一些大型的边坡工程中被大量使用，已经取得了很好的效果。但是在实际工程中，也存在很多不成功的案例，究其原因，植物护坡生态袋产品质量是引起坡面防护失效的主要原因，具体包括：植物护坡生态袋抗老化性能不足、透水性能不好、强度不足、袋间连接不牢固引起滑动等。因此，有必要制定标准，对植物护坡生态袋的产品质量进

行规范，从源头上保证工程质量。

下图是抗老化性能不足导致的问题：

抗紫外线性能的劣质材料



广东某护坡工程采用某厂商劣质材料



施工4个月后，形同撕纸。



目前，我国用于生产植物护坡生态袋的主要材料土工织物的生产规模、质量都已经有了—定的水平，能够满足生产品质优良的植物护坡生态袋的条件，但限于没有相关的产品标准，导致生产仍处于由厂家根据自己的理解进行随意生产的状

态，产品质量参差不齐。生产厂家及检测部门也缺少统一的标准控制其技术指标，因而标准的制定势在必行。同时标准的制定有利于规范市场秩序，有利于产品市场稳步发展，有利于正确的指导产品生产，从而为产品检验提出科学的依据，为产品质量提供可靠保障，为产品技术指标提出合理要求。而用于缝制、绑扎、锚固的附件，更是处于混乱状态，如果能够加以引导、规范，可以大幅度提高产品质量，从而使公路边坡绿化工程适用范围、工程质量和安全上一个新的台阶，为建设“美丽中国”、“绿色交通”发挥积极的作用。

2.3 标准编制和主要试验验证分析

本标准技术指标和参数确定，是以交通部颁发的 JTG E50—2006《公路工程土工合成材料试验规程》为标准试验方法和依据。并遵循最新版本。同时也考虑实际技术指标参数的测试需求，而引入的国家标准。本标准的技术指标在参照了国外技术参数的基础上，又广泛搜集了国内主要生产企业的技术指标。起草小组针对各项技术指标进行了深入的分析、论证、研究，制订了本产品的各项技术要求。

2.3.1 缝制植物护坡生态袋用的土工织物技术要求

缝制植物护坡生态袋用的土工织物技术要求是植物护坡生态袋核心部分，具有目标性透水不透土的过滤功能，既能防止填充物(土壤和营养成分混合物)流失，又能实现水分在土壤中的正常交流，植物生长所需的水分得到了有效的保持和及时的补充，对植物非常友善，使植物穿过袋体自由生长。根系进入工程基础土壤中，如无数根锚杆完成了袋体与主体间的再次稳固作用，时间越长，越加牢固，更进一步实现了建造稳定性永久边坡的目的，大大降低了维护费用。在充分考虑材料力学、水利学、生物学、植物学等诸多学科要求的前提下，结合边坡坡度受力影响、气候条件影响、地理位置影响、成本等综合因素，对缝制植物护坡生态袋用的土工织物的厚度、单位质量、物理力学性能（断裂强度、撕裂强力、顶破强力）、满足植物生长的等效孔径、透水性能、抗紫外线强度保持率（500h）、抗酸碱性能等指标进行了严格的筛选。

2.3.2 厚度、单位质量（克重）：为使植物容易穿过袋体自由生长，土工织物单位质量（克重）需控制在 160 克以下；厚度需控制在 1.4mm 以下。

2.3.3 物理力学性能（断裂强度、撕裂强力、顶破强力）：缝制植物护坡生态袋用的

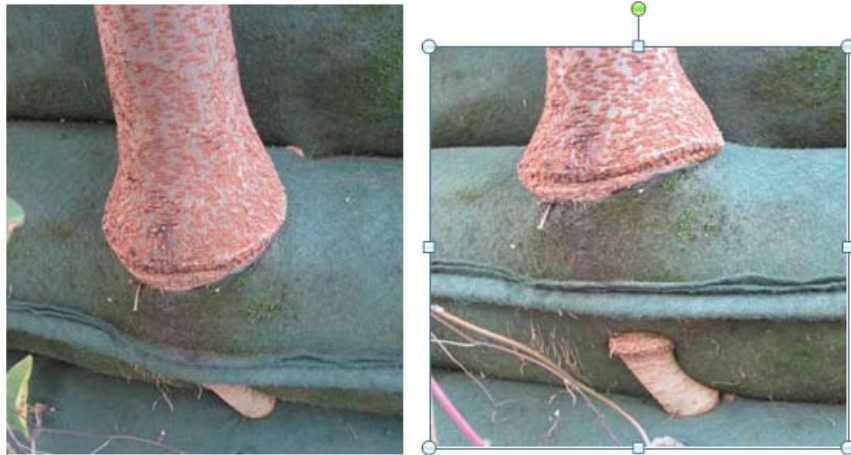
土工织物需满足标准要求，根据国内外植物护坡生态袋织物检测数据，为确保在使用的过程满足工程需求而编制物理力学性能要求。

下图是国外无纺布物理力学性能指标：

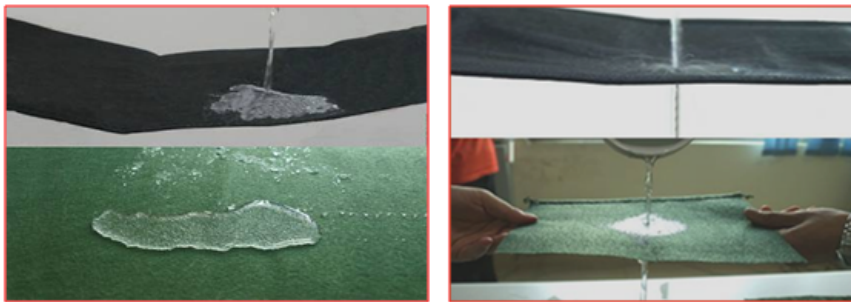
Fibertex Geotextiles			F-10	F-20	F-22	F-25	F-30	F-31	F-32	F-34	F-35	F-40	F-46	F-50	F-55	F-60
Physical Properties																
Weight	EN ISO 9864	g/m ²	80	100	120	130	150	165	175	200	225	250	275	310	340	400
Thickness at 2 kPa	EN ISO 9863-1	mm	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	1,1	1,1	1,4	1,4	1,6	1,6	1,8
Mechanical Properties																
Static puncture (CBR-test)	EN ISO 12236	N	800	1100	1500	1600	1800	1800	2000	2500	2600	3100	3700	3890	4350	5500
Tensile strength long. dir.	EN ISO 10319	kN/m	4,5	7,0	8,0	10,0	12,0	12,0	13,0	18,0	17,3	18,0	20,0	23,0	25,0	30,0
Tensile strength trans. dir.	EN ISO 10319	kN/m	4,5	7,0	8,0	10,0	11,0	12,0	13,0	16,5	17,3	18,0	20,0	23,0	25,0	30,0
Elongation at break	EN ISO 10319	%	40/50	40/55	40/55	45/55	40/50	40/50	45/50	50/65	43/55	50/60	45/55	50/55	50/55	55/60
Dynamic Cone drop	EN ISO 13433	Mm	>50	35	35	32	30	28	28	22	22	20	13	15	10	8

2.3.4 等效孔径：土工织物的等效孔径反映其透水性能和保持土颗粒的能力，是产品的重要性能指标之一。土工织物有效孔径的测定方法有直接和间接两种方法，直接法包括显微镜法和投影放大测读法；间接法有干筛法、湿筛法、水动力法等。起草小组经过查阅大量资料和市场调研得出如下结论：直接法结果代表性差、工作量大，而缝制植物护坡生态袋用的土工织物孔径弯曲多变，所以不宜采用。间接法中的干筛法广泛应用于测定土工织物的有效孔径。孔径太大（袋体，材料过薄），袋装物质质量遭雨水、流水冲刷时会大量流失，造成单位重量大大减小，原力学设计值发生巨大变化，力学结构被破坏。袋装物极易在水冲刷下大大流失，沉降幅度大大超出其自然沉降幅度，与原设计方案不匹配，造成坍塌。孔径太小（袋体材料过厚），会对植被生长与根系延伸的形成阻碍，严重影响柔性边坡的结构稳定。袋体在一定规格下，袋装物的重量是在柔性边坡力学结构设计时的固定数值，孔径太小，使其透水能力降低。大量水份渗入时，其单位重量大大增强。使原受力结构数值增大，造成结构变形，坍塌。根据生产企业大量原始记录资料和使用单位需求，确定本类产品的有效孔径为 0.05~0.2mm。

植物根系可以在袋体间自由穿梭，但材料品质不受破坏。



2.3.5 透水性能：透水性能不好造成边坡静水压力因此而增大会使坡体坍塌。透水性能要求垂直渗透系数 ≥ 0.15 cm/s。



**劣质材料不透水，土壤吸收不到水分，不利植物生长；
边坡内部水分无法排出，产生静水压力，防护结构极易推垮。**

**优质材料瞬间透水，水分良性循环，利于植物生长；
有效解决结构排水，利于结构稳定；
与边坡融为一体，形成永久生态挡墙。**

2.3.6 抗老化性能：由于植物护坡生态袋是用于户外的产品，且随着气候、地理位置、光照辐射强度的不同，对抗老化性能要求不同，按照最高标准要求，抗老化性能标准控制要求抗紫外线强度保持率（500h）需 $\geq 90\%$ 以上才能满足所有不同地区要求。

2.3.7 抗酸碱性能：植物护坡生态袋需不受土壤中化学物质的影响，不会发生质变或腐烂，对一定浓度的酸碱化学物品有很强的抵抗力，可用于绝大多数固体和严重污染地点。抗酸、碱断裂强力保持率需 $\geq 90\%$ 以上才能满足不同地区要求。

2.3.8 缝制植物护坡生态袋用的缝纫线技术要求

缝制植物护坡生态袋用的线与土工织物处于同样的环境中，如果强力及耐候性能不能满足要求，将导致植物护坡生态袋的损坏，缝纫线需满足以下要求：

序号	项目	控制标准
1	线密度	900D 双股加捻±10%
2	拉伸断裂强度	≥100N
3	抗紫外线强度保持率（500h）	≥90%

2.3.9 连接上下层植物护坡生态袋用的连接扣技术要求

对于在码砌时，用于连接上下层植物护坡生态袋，避免形成层间滑动的连接件的技术要求。联结扣增加了生态袋与生态袋之间的剪切力，袋与袋紧密相连，分配和位置的分布与结构力学相匹配，能将集中应力合理分散，充分发挥其柔性结构的受力特点，形成稳定的正三角内加固紧锁结构，进而加强了生态系统的抗拉强度。连接扣需满足标准要求。

3. 产业化情况、经济效益分析

植物护坡生态袋是由国外土工织物的生产厂家发明的，由于具有施工方便、对设备要求低、适应边坡能力强的优点，产品问世后即得到了迅速的推广应用，甚至被用于作为支挡防护结构、收缩坡脚、节约占地。我国引入后，也已经在坡面植物防护中大量采用，包括在一些大型的边坡工程中被大量使用，已经取得了很好的效果。但是在实际工程中，也存在很多不成功的案例，究其原因，植物护坡生态袋产品质量是引起坡面防护失效的主要原因，具体包括：植物护坡生态袋抗老化性能不足、透水性能不好、强度不足、袋间连接不牢固引起滑动等。因此，有必要制定标准，对植物护坡生态袋的产品质量进行规范，从源头上保证工程质量。

4. 采用国际标准和国外先进标准情况

目前尚未收集到该种产品的国际标准和国外先进标准。本标准中的技术指标是根据工程应用要求与验证试验结果，参考国外先进企业用于护坡生态袋土工布标准确定的。

下表是Fibertex Geotextiles土工布标准：

Fibertex Geotextiles			F-10	F-20	F-22	F-25	F-30	F-31	F-32	F-34	F-35	F-40	F-46	F-50	F-55	F-60
Physical Properties																
Weight	EN ISO 9864	g/m ²	80	100	120	130	150	165	175	200	225	250	275	310	340	400
Thickness at 2 kPa	EN ISO 9863-1	mm	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	1,1	1,1	1,4	1,4	1,6	1,6	1,8
Mechanical Properties																
Static puncture (CBR-test)	EN ISO 12236	N	800	1100	1500	1600	1800	1800	2000	2500	2600	3100	3700	3890	4350	5500
Tensile strength long. dir.	EN ISO 10319	kN/m	4,5	7,0	8,0	10,0	12,0	12,0	13,0	18,0	17,3	18,0	20,0	23,0	25,0	30,0
Tensile strength trans. dir.	EN ISO 10319	kN/m	4,5	7,0	8,0	10,0	11,0	12,0	13,0	16,5	17,3	18,0	20,0	23,0	25,0	30,0
Elongation at break	EN ISO 10319	%	40/50	40/55	40/55	45/55	40/50	40/50	45/50	50/65	43/55	50/60	45/55	50/55	50/55	55/60
Dynamic Cone drop	EN ISO 13433	Mm	>50	35	35	32	30	28	28	22	22	20	13	15	10	8

下表是 TENCATE 土工布标准:

Properties of Polyfelt TS Nonwoven Geotextiles												
Property	Test Standard	Unit	TS 10	TS 20	TS 30	TS 40	TS 50	TS 60	TS 65	TS 70	TS 80	
Physical Characteristics			Continuous filament, nonwoven needle punched									
Polymer			100% polypropylene, UV stabilized									
UV Resistance			No influence at pH range 2 - 13									
- Tensile strength retention	ISO 10319	-	> 70% Strength retention after 3 months outdoor weathering									
- Puncture strength retention	ISO 12236	-	> 70% Strength retention after 3 months outdoor weathering									
Chemical Resistance			No influence at pH range 2 - 13									
Tensile strength (ave)	ISO 10319	kN/m	7.5	9.5	11.5	13.5	15	19	21.5	24	28	
Tensile elongation (MD/CD)	ISO 10319	%	75/35	75/35	75/35	75/35	75/35	80/35	80/40	80/40	80/40	
Performance energy *	Calculated	kN/m	2.2	2.5	3.2	3.7	4.1	5.6	6.5	7.2	8.4	
CBR puncture strength	ISO 12236	N	1175	1500	1750	2100	2350	2900	3300	3850	4250	
Effective opening size (O ₉₀)	ISO 12958	mm	0.13	0.12	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	
Vertical water flow 50mm head	ISO 11058	l/m ² /s (mm/s)	130	115	100	90	85	72	65	55	50	
Horizontal water flow 20 kPa	ISO 12958	l/m.h	2	4	7	9	11	13	14	16	20	
Horizontal water flow 200 kPa	ISO 12958	l/m.h	0.7	1.4	2.2	2.5	2.9	3.0	3.2	3.6	4.0	
Nominal mass	ISO 9864	g/m ²	105	125	155	180	200	250	285	325	400	
Thickness 2 kPa	ISO 9863	mm	1.0	1.2	1.5	1.7	1.9	2.2	2.5	2.9	3.2	

5. 本标准与现行的相关法律、法规及相关标准具有一致性

本标准为新编标准，植物护坡生态袋部分物理指标借鉴了国内部分相关标准，如 JT 992.1—2015《公路工程土工合成材料 土工布标准》等相关标准。但这些标准重点规定了聚丙烯短纤针刺非织造土工布标准，本标准结合植物护坡生态袋的特殊要求，对相关指标进行了优化，并提出一些新的技术指标对植物护坡生态袋进行规范。

6. 重大分歧意见的处理经过和依据

暂无。

7. 其他应予说明的事项