

土工布

应用技术

杨思让 张家铭 编

纺织工业出版社

土工布应用技术

杨思让 张家铭 编

纺织工业出版社

内 容 提 要

土工布是近年来国际上逐渐得到广泛应用的建筑施工材料。它虽然增加了土工建筑的造价,但由于施工方便,使土工建筑寿命延长,安全性能大大提高并降低了维修费用,因而具有很好的发展前途。特别是一些困难的施工问题也由于应用土工布而解决,因而世界各国越来越多地在土工建筑中采用土工布。

本书比较详细地介绍了土工织物(纺织物和非织造布)在公路、铁路、排水沟、堤坝、岸坡、混凝土成形、充气建筑等方面的机理和应用,对土工布的施工和实验方法也作了较详尽的介绍。因此本书可作为高等学校的辅助教材及从事土工工作的技术人员的参考资料。

责任编辑: 唐延

土工布应用技术

杨恩让 张家铭 编

纺织工业出版社出版

(北京东直门南大街4号)

纺织工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米 1/32 印张: 7 28/32 字数: 173千字

1991年6月 第一版第一次印刷

印数: 1—3,000 定价: 3.50元

ISBN 7-5064-0613-6/TS·0599

前 言

产业用纺织品随着我国国民经济的发展已逐步成为纺织工业产品的一个重要领域，非织造物工业的迅速发展又为产业用纺织品的土木工程用织物（简称土工布）开辟了广阔的前景。土工布作为建筑材料在土木工程中的应用是极其广泛的，由于它具有过滤、排水、隔离以及加固、补强等功能，为土木工程带来了良好效益，直至目前，土工布的应用领域仍在不断扩大，土工布的品种也日益增多。作者根据在国外进修和国内工作期间所积累的大量资料编写了《土工布应用技术》一书。该书对土工布在地下排灌系统、公路建设、铁道线路、堤坡加固、挡土墙排水、岸坡冲刷防护、混凝土随意成形以及不渗透土工布的应用等方面作了全面系统的分析和论述，并对土工布的测试方法、仪器和试验结果以及国外常用土工布的规格和性能作了详细的介绍。书中所阐述的内容在国内尚不多见，这无疑对纺织院校师生、纺织科技人员以及从事土工布应用的工作者将有重要的参考价值。

杨思让 香港欧置有限公司

张家铭 上海工程技术大学

1989年1月

封面设计：李 强

ISBN 7-5064-0613-6/TS·0599
定 价： 3.50 元

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 土工布的发展历史及使用概况	(2)
一、土工布的发展历史.....	(2)
二、土工布的使用概况.....	(2)
第二节 土工布的功能与制造概述	(6)
一、土工布的主要功能.....	(6)
二、土工布的性能要求.....	(8)
第三节 土工布的制造	(9)
一、土工布的原料与结构.....	(9)
二、土工布的制造方法.....	(12)
第二章 土工布在地下排灌系统中的应用	(15)
第一节 地下排灌系统的结构与渗沟的水力 计算	(15)
一、地下排灌系统的结构.....	(15)
二、土工布渗沟的优点.....	(17)
三、渗沟的水力计算.....	(19)
第二节 土工布与土壤复合系统的排水与过滤 性能	(21)
一、土工布与土壤系统的渗透性能.....	(21)
二、土工布与土壤系统的阻塞情况.....	(27)
三、土工布受压后的性能.....	(33)
第三节 土工布渗沟的施工和应用	(35)
一、土工布渗沟的施工.....	(35)
二、土工布渗沟的应用.....	(35)

三、土工布排水以加速地基的沉降.....	(36)
第三章 土工布在公路建设中的应用.....	(41)
第一节 提高公路稳定性.....	(42)
一、公路结构及其损坏原因.....	(42)
二、提高公路稳定性的方法.....	(43)
第二节 土工布在公路中的应用.....	(49)
一、土工布在公路中的作用.....	(49)
二、土工布用于公路下的排水.....	(53)
第三节 道路用土工布的性能试验.....	(58)
一、试验方法.....	(58)
二、土工布在公路中的受力变化.....	(59)
三、影响坑痕深度的因素.....	(62)
四、土工布放置的位置对加固的影响.....	(64)
第四节 公路中用土工布的施工和应用实例.....	(66)
一、公路中用土工布的施工.....	(66)
二、土工布在公路中的应用.....	(67)
第四章 土工布在铁路线路中的应用.....	(76)
第一节 铁路线路的结构和病害.....	(76)
一、铁路的线路结构.....	(76)
二、铁路的常见病害.....	(76)
第二节 铁路中土工布的主要作用和铺设方法.....	(77)
一、土工布在铁路线路中的主要作用.....	(77)
二、铁路线路中土工布的铺设方法.....	(78)
第三节 土工布在铁路上的应用实例.....	(81)
第五章 土工布在岸坡堤坝中的应用.....	(83)
第一节 土工布在堤坡稳定中的应用.....	(83)
一、堤坡崩溃的原因和土工布的作用.....	(83)

二、土工布对堤坡的加固作用·····	(85)
三、土工布加固堤坝的应用实例·····	(89)
四、土工布在堤坝中的分离和排水作用·····	(92)
五、淤泥堤中土工布的选用试验·····	(95)
第二节 土工布用于挡土墙·····	(113)
一、挡土墙的崩溃面·····	(113)
二、挡土墙排水·····	(116)
三、土工布挡土墙和水坝的建造和应用实例·····	(119)
第三节 土工布在岸坡冲刷防护中的应用·····	(123)
一、土壤流失的原因和保护·····	(123)
二、土工布用于河岸和海岸的防蚀·····	(124)
三、土工布保护路堤、河岸、河床和海岸的 应用实例·····	(127)
四、土工布沉床和土工布管道·····	(132)
五、人造海草护岸·····	(140)
六、土工布保护土壤·····	(141)
第六章 土工布在混凝土随意成形中的应用·····	(144)
第一节 土工布在桥梁工程中的应用·····	(144)
一、混凝土用土工布随意成形的优点·····	(144)
二、土工布随意成形修理桥桩·····	(145)
三、土工布随意成形修理桥墩基础·····	(150)
第二节 土工布随意成形技术的其他应用·····	(152)
一、岩洞和矿坑的支柱成形·····	(152)
二、土工布随意成形技术的其他应用·····	(153)
第七章 不渗透土工布的应用·····	(159)
第一节 废物堆放池·····	(159)
一、废物池的设计和施工要点·····	(160)

二、特殊的密封设计.....	(161)
第二节 人造水池.....	(166)
第三节 充气 and 绷紧建筑.....	(169)
一、充气 and 绷紧建筑的用途.....	(169)
二、充气建筑的结构.....	(170)
三、充气建筑 and 绷紧建筑的运用实例.....	(174)
第四节 充水建筑.....	(177)
第八章 土工布的试验.....	(180)
一、物理性能的测试.....	(181)
二、机械性能的测试.....	(182)
三、水力性能的测试.....	(204)
四、其他性能的测试.....	(212)
附录 国外常用土工布的规格和性能.....	(217)

第一章 概 述

在土建和水利工程中，常常会遇到地形地质十分复杂的地区，地质和环境的恶劣会给施工和工程寿命带来许多棘手的问题。如在软土地区、沼泽地带、冻土地区建造公路或铁路时，由于地质潮湿或雨水浇灌会使路基建造成困难，或在道路使用中易于下沉、凹陷，甚至塌方、塌陷，酿成事故。在大坝和堤岸上，由于长期受水波的冲击，沙土易流失，严重时会导致大坝决口或岸坡坍塌，危及人民财产和人身安全。

在土建和水利工程中使用纺织品，利用纺织品的特性对泥土起着加固、保持、排水等作用，可以延长土木工程的寿命，缩短施工时间，节省原材料，简化维护保养工作，降低施工费用。这种纺织品称为“土木工程布”（Geotextile，简称土工布）。土工布可以应用在筑路、堤坝、水坝、铁路路基、桥梁修理、排水系统、海岸防护、房屋地基、仓储等方面。因此，土工布的应用是土工技术中的一项重大革新。

由于土工布的使用过程与土壤等土建材料密切相关，美国材料试验学会（ASTM）给土工布下的定义是：“一切和地基、土壤、岩石、泥土或任何其它土建材料一起使用、并作为人造工程、结构、系统的组成部分的织物，叫做土工布。”

第一节 土工布的发展历史及 使用概况

一、土工布的发展历史

我国古代利用芦苇来建造通过沼泽地带的道路，与现代用土工布在松软土层上铺路的做法在原理上是相似的。利用稻草包填土来堆造堤岸、保护斜坡等方法，也与用土工布袋灌装泥沙或混凝土来保护堤岸相似。最早使用纺织物来加固路面，是1926年在美国南卡罗来纳州的公路建设中，当时他们把棉布铺在地面上，在棉布上浇上沥青，再在沥青上铺上黄砂。经过9年的连续使用，织物与路面均保持良好的状态，织物减少了路面的龟裂和损坏。第二次世界大战时，美国也曾用黄麻织物铺筑飞机跑道。但大规模应用土工布于各种土建工程和水利工程，还是50年代开始的。美国和欧州在大西洋海岸的护岸工程中应用土工布获得成功。1958年后土工布的使用方法推广到其它工程中。由于50~60年代化纤工业的蓬勃兴起，大大推动了非织造布工业的发展，使土工布的大量应用有了可能。土工布的运用，解决了许多特殊的和复杂的土木工程结构问题，因而近30年来世界上土工布应用技术发展显著，特别在近10年中发展更快。

二、土工布的使用概况

土工布在西欧和美国发展较快，使用量也较大。60年代初欧洲就开始把非织造布用于道路建设，以后发展到铁路路基、河岸和海岸的防护工程等，到1976年已有49个国家和地区约3500个大中型土木工程项目，大规模采用了土工布。在1968~1981年间，全世界共耗用土工布6.9亿平方米，其中

美国约占 2 亿平方米。表1-1为1968~1981年间世界土工布耗用量。

表1-1 1968~1981年间世界土工布耗用量

(单位: 亿平方米)

	美 国	世界各地
非织造布	1.2	6.9
机 织 布	0.8	1.0
总 用 量	2.0	6.9

西欧是最早大量使用土工布的地域。土工布的产量也在世界上占有领先地位。早在1975年, 西欧的土工布产量已超过 10000t, 而美国在1980年时仅生产8000t土工布, 当年西欧土工布消耗量已达约30000t。近年来, 美国土工布生产的增长速度极快, 1980~1984年中美国土工布产值的年平均增长率达30%以上。1971年美国仅消耗土工布418万平方米,

表1-2 欧洲各国1978年土工布销售量

国 别	销售量 (亿平方米)
法国	1.4
英国	0.8
联邦德国	0.6
比利时、挪威、卢森堡	0.5
斯塔的纳维亚	0.4
奥地利	0.3
瑞士	0.2
意大利	0.1
其他 (包括东欧)	0.2
合计	4.5

1982年的消耗量就增加到近1亿平方米，其中非织造土工布约占2/3。欧洲各国1978年的土工布销售量见表1-2。其中法国的土工布销量约占欧洲的1/3。

世界土工织物中，非织造土工布约占70%，其余大多为聚烯烃薄膜条织物。

法国、英国、奥地利、瑞士、意大利等国使用的土工布中，估计约有2/3用于土工工程中土层稳定与加固或土石分离，1/3用于水利工程，即用于堤岸防护和排水工程等。

荷兰由于地势较低，许多地方低于海平面，所以建造堤坝很重要。早在50年代末，荷兰就把大量的机织布用于堤岸建设，现在则大量应用非织造布。单在斯考德海湾地区就用了700万平方米的纺粘土工布于堤坝建设，以防止海波冲坏堤坝。联邦德国北海岸的护岸工程也大量使用了土工布。

荷兰、联邦德国、比利时、挪威等国约有2/3的土工布用于水利工程，1/3用于土木工程。

西欧及美国在土工布使用中已取得了一些经验和经济效益，这将会刺激这些国家在未来的土木工程中继续大量使用土工布，加上西欧大量向中东出口土工布，所以非织造布的增长率大大高于其它纺织行业，其中土工布的增长速度高于非织造布的平均增长速度。

近年来，我国也积极开展了土工布的应用与试制工作。

(1) 铁道部曾在京广、京包、邯长等线上30多个路段中，试用国产土工布和美国杜邦公司的产品。根据不完全统计，近年来已在铁道中试铺了各种土工布40000m²以上。

上海铁路局1981~1984年在整治铁路路基翻浆冒泥病害的试验工作中，曾在30多个工点上试用了土工布，长度达2000m以上，材料相当于10000m²。在1985年4~5月间进

行了抽样复查，绝大部分有效。使用的土工布大多为上海工业用呢厂生产的非织造有基针刺土工布，代号为912号。此产品在1985年，由纺织工业部委托上海市纺织工业局主持通过了鉴定。此外，912号土工布还在某水坝工程及其他工程中试用，效果较好。

(2) 交通部门在某新港的地基加固工作中，使用了天津工业用呢厂生产的土工布及进口土工布，以增加土质强度。在宁芜公路建设中，曾使用上海工业用呢厂生产的土工布。

(3) 林业部门曾使用国产及进口土工布在森林腐质土和沼泽地带修建公路。

(4) 水利部门在河北邢台马河水库、临城水库、张家口云州水库、云南麦子河水库、广东和杭州湾的围海造地、江苏扬州地区开挖运河等建设工程中使用土工布。河南省水利厅在援外工程中，曾使用国外土工布修筑排水沟。在庙官水库的建设中，也曾使用天津工业用呢厂试制的针刺土工布。

上海金山石化总厂在围堤造地工程中，使用了该厂生产的针刺土工布，效果较好。

中国纺织大学与上海水利局合作，共同开发复合型土工布，用于围海工程。试制的产品具有较小的等效孔径及较佳的渗水性能。

土工布在我国已从试验阶段，逐步转入了实用阶段。全国已先后召开过几次土工布使用的交流会，并在四川、上海等地建成了新的生产线。预计土工布的生产与应用，在我国将得到迅速的发展。

第二节 土工布的功能与制造概述

一、土工布的主要功能

土工布广泛应用于各种土工工程和水利工程。在应用中，一般具有加固、分离、过滤及排水等作用。

1. 土工布的加固作用 它表现在能稳定、限制土工工程在长时间使用过程中发生位移，并能使作用在土壤的局部应力传递或分配到更大的面积上（见图1-1），对土工工程，特别是在弱土壤上的工程起到加固作用。

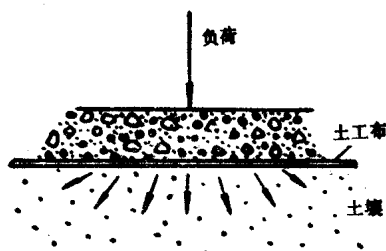


图1-1 土工布的加固作用

加固作用是土工布的主要功能，主要应用在：堤岸、土石坝、公路、铁道、机场等设施；潮湿地带、沼泽或可压缩性土壤上的临时通道、停车场或装卸场地；寒带永久冻土上的设施；修补道路上的裂缝等。

2. 土工布的分离作用 它是用土工布把不同的土工结构、材料分离，形成稳定的分界面，使各层结构分离，按照

要求发挥各自的特性及整体作用（见图1-2）。用土工布分离往往可以减少材料的种类，做到就地取材，大量节省运输费用，降低工程造价。

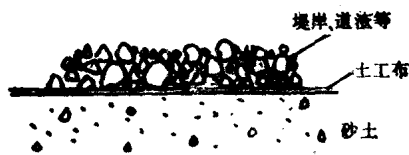


图1-2 土工布的分离作用

用土工布对材料进行分离，比用其它方法效果好，也较经济。主要应用的地方有：机场、高速公路、停车场、运动场等的地基与石块基础的分离；铁路道碴与路基的分离；软土上的堤坝、公路、铁路等和软土基之间的分离；不同冻土层之间的分离，以中断土壤之间的毛细作用等。

3. 土工布的排水与过滤作用 土工布能让水分通过，而阻挡砂土颗粒的流失。在用于排水时，是将土工布放在透水性较差的土壤中，起到缓慢聚水并将水沿土工布迅速排走的目的。

在排水和过滤方面，土工布主要应用的地方有：防止土壤或泥沙流入地下排水沟系统的碎石层或管道中、挡土墙和土坝中的排水、农业排灌、加速地基的沉降等。

在土工布的各种应用中，往往都是几种功能同时发挥作用。但在不同的场合下，往往是其中的一种功能起主导作用，其他功能起次要的或不起作用。表1-3为土工布在各种应用方面的主要功能。

一般来讲，当土工布放在同一土壤之中，是起过滤和加

表1-3 土工布应用的主要功能

应用方面	功 能		
	加固	分离	排水与过滤
海岸和河岸的保护	次	主	主
公路和铁道的路基	次	主	次
排水	一	次	主
堤岸内部的加固	主	一	主
堤岸表面的加固	主	一	次
开垦荒地	次	次	主
泥土、沥青路面的加固	主	次	一
潮湿地基上的工程	次	次	主

固作用，即通过降低土壤中的含水量，或加强土壤承担应力的能力，起到改良土壤性能的作用。土工布放在不同土壤之间时，起分离和排水作用，使不同性能的土壤不致混合，保持良好的工作状态。

二、土工布的性能要求

随着纺织品大量在土木工程中使用，对纺织品在土木工程中的作用和使用方法的研究也不断深入。在各种情况下，对所使用的土工布有不同的性能要求。但总的来讲，要求使用寿命长，一般要求几年，甚至几十年。还要求质地坚韧，单位面积重量较重（ $100 \sim 500\text{g/m}^2$ 以上）。有的要求有良好渗水及保持沙土的性能，有的要求不透水。一些基本的要求如下：

1. 物理性能

- (1) 各向同性：各向的强度、刚度、弹性等基本相同。
- (2) 均质性：厚度及单位面积重量等应均匀。
- (3) 稳定性：耐土壤地基中的有机物、酸、碱的腐蚀；耐温度变化；经得起昆虫、细菌等微生物的作用。在土工布