

TUMU GONGCHENG XIN CAILIAO JI XIN JISHU YINGYONG

土木工程新材料 及新技术应用

主 编 钱 巍

副主编 陈金良 吕连盛



黄河水利出版社

土木工程新材料 及新技术应用

主编 李 强
副主编 张 强 王 强

土木工程新材料及新技术应用

主 编 钱 巍

副主编 陈金良 吕连盛

黄 河 水 利 出 版 社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书是为了适应土木建筑行业新材料、新技术应用发展较快的特点而编写的,以当前土建行业广泛应用的新材料、新技术作为研究对象。全书包括新材料与新技术两篇,分为土工合成材料及应用、建筑新型防水材料及应用、振冲法基础加固加密技术、深基坑支护技术、高效钢筋和预应力混凝土技术、盾构工程施工技术、碾压混凝土技术、土坝坝体黏土浆灌注加固技术,共计八章。

本书适合高等职业技术院校、普通高等专科院校等的土木建筑类专业的学生以及工程施工和管理人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程新材料及新技术应用/钱巍主编. —郑州:黄河水利出版社,2009.7

ISBN 978 - 7 - 80734 - 677 - 7

I. 土… II. 钱… III. ①土木工程 - 建筑材料②土木工程 - 工程施工 - 施工技术 IV. TU5 TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 108548 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:12

字数:292 千字

版次:2009 年 7 月第 1 版

印数:1—3 000

印次:2009 年 7 月第 1 次印刷

定价:25.00 元

前 言

20 世纪中后期之后,科学进入飞速发展的新时期。土木建筑行业的新材料、新技术也进入了日新月异的发展阶段。作为应用型技术人才,对高职院校的专业毕业生以及一线施工、管理技术人员来说,与时俱进是基本要求。本教材以当前土木工程最流行、应用最广泛的新材料及新技术为主要内容,不追求每部分内容的完整性及各部分内容之间的逻辑性,但求内容的实用性及高效性,使学生能学以致用、学有所用;突出高职教育的特点,强调理论联系实际,强调以能力培养为核心。

本书是根据我国土木工程最新设计标准与施工规范、规程、标准等编写而成的,体现了当前我国与国际上的土工工程技术水平。

土木工程新材料篇包括土工合成材料及应用和建筑新型防水材料及应用两章。土工合成材料是以高分子聚合物为原料制成的新型建筑材料,其发生、发展及应用首先是从国外开始的,我国的土工合成材料事业起步较晚,但却在较短时间内得到了快速发展。目前,作为一项新材料,经过大量的生产实践和科学试验,已经积累了丰富的实践经验和大量的科研成果,在土木工程特别是水利工程中得到了广泛使用。该部分主要介绍土工合成材料在工程应用中的基础理论知识,使学生能把握住其在当前工程实践中的应用水平,比较系统地掌握工程设计、施工和管理中的具体技术问题,为学生今后的实践性工作打下良好的基础。建筑新型防水材料部分,主要介绍新规范推荐的当前普遍流行使用的新材料的品种、性能和选用方面的基本知识以及屋面防水工程设计、施工及质量检验的基本应用性知识。

土木工程新技术篇的编写原则是:跟踪土木工程新技术的迅速发展,适应建筑、交通、地下、水工等工程技术的相互交叉,使学生在掌握传统设计、施工技术的同时,也能掌握各种施工新技术。

本书由沈阳农业大学高等职业技术学院钱巍任主编,沈阳农业大学高等职业技术学院陈金良、黄河建工集团有限公司吕连盛任副主编,山东水利职业技术学院陈克森主审。本书第一章第三节、第三章及第八章由钱巍编写;第四章、第五章、第六章由陈金良编写;第二章、第七章由吕连盛编写;第一章第一节、第二节、第四节、第五节、第六节由河南黄河工程有限公司胡春环编写。

本书在编写过程中,引用了大量的规范、专业书刊及文献,未在书中一一注明出处,在此向有关作者表示感谢;校内外不少同志曾提出许多宝贵意见并给予很多帮助,在此表示衷心的感谢。对书中存在的缺点与疏漏,恳请读者批评指正。

编 者

2009 年 3 月

目 录

前 言

第一篇 土木工程新材料

第一章 土工合成材料及应用	(3)
第一节 土工合成材料综述	(3)
第二节 土工合成材料的性能指标及防护保养	(11)
第三节 土工织物的反滤、排水与隔离功能	(15)
第四节 土工膜的防渗功能	(23)
第五节 土工合成材料的加筋功能	(37)
第六节 土工合成材料的防护功能	(41)
第二章 建筑新型防水材料及应用	(52)
第一节 改性沥青防水卷材	(52)
第二节 合成高分子防水卷材	(58)
第三节 新型防水涂料	(63)
第四节 建筑密封胶	(67)
第五节 新型防水材料应用的工程设计	(72)
第六节 新型防水材料应用的工程施工	(77)

第二篇 土木工程新技术

第三章 振冲法基础加固加密技术	(87)
第一节 概 述	(87)
第二节 振冲法加固坝体及坝基的作用机理	(91)
第三节 振冲加固法的适用范围	(95)
第四节 施工技术管理	(97)
第五节 施工质量的检验与验收	(103)
第四章 深基坑支护技术	(106)
第一节 概 述	(106)
第二节 基坑支护体系的类型及特点	(106)
第三节 基坑支护体系施工	(115)
第五章 高效钢筋和预应力混凝土技术	(123)
第一节 高效钢筋	(123)
第二节 高效预应力混凝土技术	(127)
第三节 预应力框架结构施工	(135)

第六章 盾构工程施工技术	(140)
第一节 概 述	(140)
第二节 盾构的构造及分类	(142)
第三节 盾构工程施工	(146)
第七章 碾压混凝土技术	(152)
第一节 概 述	(152)
第二节 原材料选择及配合比	(154)
第三节 施工准备	(156)
第四节 浇 筑	(160)
第五节 工程实例	(165)
第八章 土坝坝体黏土浆灌注加固技术	(167)
第一节 概 述	(167)
第二节 土石坝坝体的灌浆	(167)
第三节 灌浆的使用范围	(170)
第四节 灌浆工艺	(173)
第五节 灌浆期的观测	(177)
第六节 灌浆效果检查与验收	(181)
第七节 工程实例	(182)
参考文献	(186)

第一篇 土木工程新材料

第一章 土工合成材料及应用

第一节 土工合成材料综述

一、概述

土工合成材料是指以人工合成的聚合物为原料制成的各种类型产品,是岩土工程中应用的合成材料的总称。目前主要包括土工织物、土工膜、土工复合材料和土工特种材料等。

千百年来,在土木工程中,人们广泛采用的材料主要是木、竹、土、石等天然材料以及一些金属材料,但它们都有一些固有的缺陷,例如性能单一,质量重,寿命不长,价格昂贵等,故不能全面满足工程的特定需要。同时天然材料毕竟数量有限,而且不少天然植物材料如过分利用还会影响自然界的生态平衡,破坏人们赖以生存的环境。随着近代化学工业的迅速发展,品种繁多的人工合成材料陆续问世。它们具有多种能满足工程需要的性能,可制成各种符合实用目的的产品,而且由于其质量轻、施工简易、运输方便、价格低廉、料源丰富等优点,为土木工程提供了一种崭新的较为理想的材料,并由此带来一种实施简便而经济有效的技术途径。

鉴于这种人工合成材料的强大生命力,因此近三四十年来在全世界范围内得到迅速发展和广泛使用。据不完全统计,它们已在数十万项工程中得到成功的应用,取得了良好的经济效益、社会效益和环境效益;在一些抗御自然灾害的斗争中,更显出其快捷、有效、简便的特点。因此,这项新材料和新技术被人们誉为 20 世纪土木工程中的一项技术革命。当前,国际上已习惯将木材、水泥、钢材和土工合成材料并列称为“四种工程材料”。

土工合成材料因其主要用于岩土工程,故冠以“土工”两字,称为“土工合成材料”,以区别于天然材料。

土工合成材料的原材料是高分子聚合物,它们是从煤、石油、天然气或石灰石中提炼出来的化学物质制成的,再进一步加工成纤维或合成材料,最后制成各种产品。制造土工合成材料的聚合物主要有聚乙烯(PE)、聚酯(PER)、聚酰胺(PA)、聚丙烯(PP)和聚氯乙烯(PVC)等。

聚乙烯是在 1931 年前后,首先由英国 ICI 公司研制成功的,1939 年被当做商品在市场上出售,它是聚合物中分子结构最简单的一种,可分为低分子量和高分子量两类。聚乙烯的相比密度为 0.92,耐酸碱,抗化学腐蚀能力强,吸湿性低,低湿时仍具柔性,电绝缘性极好。在 1950 年前后,又开发出了高密度聚乙烯(HDPE)材料,其相比密度、机械强度、熔点和硬度等都比低密度的聚乙烯为优。

聚酯于 1941 年前后问世,它包括聚酯树脂、聚酯纤维和聚酯橡胶等。

聚酰胺约在 1935 年研制成功,俗名为尼龙,其吸湿性较高,干燥时有一定绝缘性,机械性能好。

聚丙烯于1954年研制出来,1957年被当做商品出售。它的相比密度为0.90~0.91,耐温范围在30~140℃,耐化学腐蚀性能较好,惰性强,价格低廉,是目前应用最多的原材料之一。

此外,常用的原材料还有聚氯乙烯,它的相比密度为1.4,具有极好的化学稳定性,不燃烧,可用于制造透明薄膜、管道、板材等。

二、土工合成材料发展史

土工合成材料的最早应用可追溯到20世纪20~30年代。1926年美国公路部门曾采用过在棉布上撒沥青而制成的材料,其形式类似于土工膜。其后,人们曾采用聚氯乙烯土工膜作为游泳池的防渗材料。50年代初,美国垦务局采用PVC土工膜作防渗衬砌。苏联以聚乙烯膜进行渠道防渗也有较长历史。

以近代人工聚合物为原料的土工织物最早应用实例是20世纪50年代初的荷兰三角洲工程。据估计,其用量超过了1000万 m^2 ,大大促进了土工合成材料的工程应用。

20世纪60年代,美国逐渐扩展到采用土工织物修建护坡下的垫层和反滤层以及护岸等,并将土工织物铺在沥青路面中,以防止路面出现反射裂缝。土工网于1968年在日本开始应用,主要用于填土坡,帮助坡缘填土压实,以增大其强度和稳定性。与此同时,土工网也被用于软基上筑堤,以后又发展为在堤底全面铺设。

非织造土工合成材料技术于1967年在美国、法国、英国开始应用,它是一种较厚的聚酯非织造型土工织物,作为大坝上游抛石护坡下的反滤层,或作为基土与其上覆盖的粗粒料之间的隔离层。非织造织物的出现为土工织物的应用开辟了较为广阔的天地。

20世纪80年代后出现了排水带,路堤下用非织造织物作加筋,以及土工织物加筋挡墙等应用实例。我国应用土工合成材料开始较晚,但发展速度快。目前几乎在各种类型的岩土工程和大量的水利及堤防工程中都得到应用。1974年江苏省江都嘶马用织造型土工织物制成的软体排,结合混凝土块压重,进行长江护岸。稍后江都西闸和湖北省长江堤防也都采用了软体排。非织造型土工织物用做反滤料的工程实例更多,云南麦子河水库用得最早。20世纪80年代中期,非织造型土工织物在尾矿坝和灰堤等工程中得到应用。塑料排水带早在20世纪80年代初即在天津新港用于加固软基,目前排水带在高速公路和机场工程中已应用得十分广泛。加筋土挡墙已修建不少,辽宁省石佛寺水库工程就采用了这一技术。近年来我国已能生产土工格栅,其工程需求量很大,预计会大大促进该项技术的快速发展。聚苯乙烯板块在我国寒冷地区早已用于工程防冻。近年来土工格室、植被土工网垫等新技术也已开始应用。

20世纪90年代以来,在我国各领域大量使用了土工合成材料。据粗略统计,应用土工织物滤层技术的工程超过近10000个;应用加筋垫层技术的超过1000个,使用加筋技术修建的高大挡土墙和码头岸壁超过100个,仅重庆市的加筋岸壁的长度已超过20km;土工织物软体排已应用于众多的航道整治工程;模袋混凝土技术仅在苏南运河已有30年的应用历程,近几年也在海湾工程中得到大规模的使用;长江堤防工程和许多堆石坝已大量使用土工膜防渗墙;高速公路广泛采用土工织物综合治理路基和路面病害,均取得了显著的技术经济效益。

三、土工合成材料种类

我国的《土工合成材料应用技术规范》(GB 50290—98)将土工合成材料分为以下四大类:土工织物、土工膜、土工复合材料和土工特种材料,它们又各分为数种。

(一) 土工织物 (geotextile)

土工织物是一种透水性材料,按制造方法不同,可进一步划分为两类。

1. 织造 (机织) 型土工织物 (woven geotextile)

这类产品又称有纺土工织物,是最早的土工织物产品。机织是一种传统的制造工艺,它是利用梭织机或无梭织机将两组平行的纱线交叉而制成的土工织物。它的制造分两道工序:先将聚合物原料加工成丝或纱或带,再借织机制成平面结构的布状产品。织造时常包括相互垂直的两组平行丝,如图 1-1 所示。这种织物看来简单,却有着不同的丝种和不同的织法。

丝种包括单丝、多丝及二者的混合。单丝是单根丝,典型直径约为 0.5 mm,它是将聚合物热熔后从模具中挤压出来的连续长丝。在挤出同时或刚挤出后将丝拉伸,使其中的分子定向,以提高丝的强度。多丝是由若干根单丝组成的,在制造高强土工织物时常采用多丝。多丝也有用切割成的短丝(一般长 100 mm)搓拧而成的。

早期的土工织物由单丝织成,后来发展为采用扁丝。扁丝是由聚合物薄片经利刀切成的薄条,其厚度比单丝薄得多,且在切片前后都要牵引拉伸以提高其强度。扁丝宽度约为 3 mm,是其厚度的 1~20 倍。目前的大多数纺织土工织物是由扁丝织成,而圆丝和扁丝结合织成的织物有较高的渗透性,如图 1-2 所示。

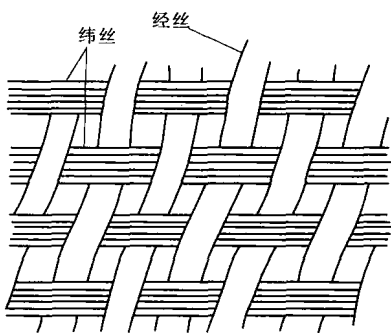


图 1-1 土工织物的经纬丝

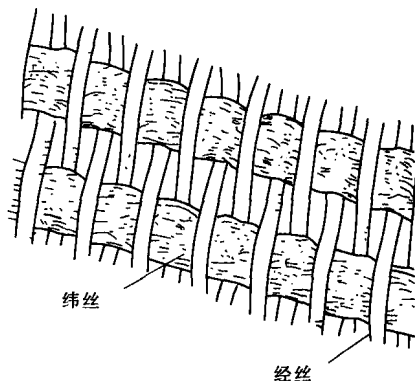


图 1-2 圆丝和扁丝织成的织物

另一种特殊的扁丝叫裂膜丝,它是将一根扁丝剖成许多根细丝,但仍连在一起。由裂膜丝织成的织物较为密实,柔软而渗透性小。多丝和裂膜丝结合织成的编织物厚度可达 1~2 mm,比扁丝织成的要厚。

织造型土工织物有三种基本织造形式:平纹、斜纹和缎纹。平纹是一种最简单、应用最多的织法。其形式是经丝、纬丝一上一下。斜纹则是经丝跳越几根纬丝,最简单的形式是经丝二上一下。缎纹织法是经丝和纬丝长距离跳越,例如经丝五上一下,这种织法适用于衣料类产品。

2. 非织造型土工织物 (non-woven geotextile)

这类产品又称无纺土工织物。根据黏合方式的不同,非织造型土工织物分为热黏合、化学黏合、机械黏合等三种。

热黏合非织造型土工织物的制造,是将纤维在传送带上成网,让其通过两个反向转动的热辊之间热压,纤维网达到一定温度后,部分纤维软化熔融,互相粘连,冷却后得到固化。该法主要用于生产薄型土工织物,厚度一般为 0.5 ~ 1.0 mm,由于纤维是随机分布的,织物中形成无数大小不一的开孔,再因为无经纬丝之分,故其强度的各向异性不明显。

化学黏合非织造型土工织物,是通过不同工艺,将黏合剂均匀地施加到纤维网中,待黏合剂固化,纤维之间便互相粘连,使网得以加固,厚度可达 3 mm。常用的黏合剂有聚烯酯、聚酯乙烯等。也可以在施加黏合剂前加以滚压,得到较薄的和孔径较小的产品。这类产品在工程中的应用较少。

机械黏合非织造型土工织物是以不同的机械工具将纤维网加固,应用最广的是针刺法,还有用水刺法的。针刺法利用装在针刺机底板上的许多截面为三角形或菱形且侧面有钩刺的针,由机器带动,作上下往复运动,让网内的纤维互相缠结,从而织网得以加固。产品厚度一般在 1 mm 以上,孔隙率高,渗透性大,反滤、排水性能均佳,在水利工程中应用很广。水刺法是利用高压水喷射入纤维网,使纤维互相缠结加固。其产品较为柔软,主要用做卫生用品,工程中尚未应用。

(二) 土工膜 (geomembrane)

土工膜是一种基本不透水的材料。根据原材料不同,可分为聚合物膜和沥青膜两大类。为满足不同强度和变形需要,又有不加筋和加筋的区分。聚合物膜在工厂制造,沥青膜则大多在现场制造。制造土工膜的聚合物有热塑塑料(如聚氯乙烯)、结晶热塑塑料(如高密度聚乙烯)、热塑弹性体(如氯化聚乙烯)和橡胶(如氯丁橡胶)等。

工厂制造土工膜的方法主要有挤出、压延或加涂料等。挤出是将熔化的聚合物通过模具制成土工膜,厚 0.25 ~ 4 mm。压延则是将热塑性聚合物通过热辊压成土工膜,厚 0.25 ~ 2 mm。加涂料是将聚合物均匀涂在纸片上,待冷却后将土工膜揭下来而成。

现场制造土工膜是在地面喷涂或敷一层冷、热的黏滞聚合物而成。沥青土工膜用的是沥青聚合物或合成橡胶。

制造土工膜时还需要掺入一定量的添加剂,使在不改变材料基本特性的情况下,改善其某些性能和降低成本。例如掺入碳黑可以提高抗日光紫外线能力,延缓老化;掺入铅盐、钡、钙等衍生物以提高材料的抗热、抗光照稳定性;掺入滑石等润滑剂以改善材料可操作性;掺入杀菌剂可防止细菌破坏等。对于沥青类土工膜,其主要的掺入材料是一些填料或纤维。填料多为细矿粉,它能增加膜的强度且降低其成本;加入纤维,也是为提高膜的强度。

(三) 土工复合材料 (geocomposite)

土工复合材料是两种或两种以上的土工合成材料组合在一起的制品。这类制品将各种材料的特性相结合,以满足工程的特定需要,不同的工程有不同的综合功能要求,故土工复合材料的品种繁多,可以说土工复合材料是当前和今后一段时期发展的大方向。

1. 复合土工膜 (composite geomembrane)

复合土工膜是将土工膜和土工织物(包括织造型和非织造型)复合在一起的产品。应用较多的是非织造型针刺土工织物,其单位面积质量一般为 200 ~ 600 g/m²。复合土工膜在

工厂制造时可以有两种方法：一是将织物和膜共同压成；二是在织物上涂抹聚合物以形成二层（一布一膜）、三层（二布一膜）、五层（三布二膜）的复合土工膜。

复合土工膜有许多优点，例如：以织造型土工织物复合，可以对土工膜加筋，保护膜不受运输或施工期间的外力损坏；以非织造型织物复合，不仅对膜提供加筋和保护，还可起到排水排气的作用，同时提高膜面的摩擦系数，在水利工程和交通隧洞工程中有广泛的应用。

2. 塑料排水带（prefabricated strip drain）

塑料排水带是由不同截面形状的连接塑料芯板外面包裹非织造型土工织物（滤膜）而成。芯板截面有多种型式，常见的有城垛式、口琴式和乳头式等，如图 1-3 所示。芯板起骨架作用，截面形成的纵向沟槽供通水之用，而滤膜多为涤纶无纺织物，作用是滤土、透水。塑料排水带的宽度一般为 100 mm，厚度 3.5 ~ 4 mm，每米重约 0.125 kg。我国目前排水带的宽度最大达 230 mm，国外已有 2 m 以上的宽带产品。

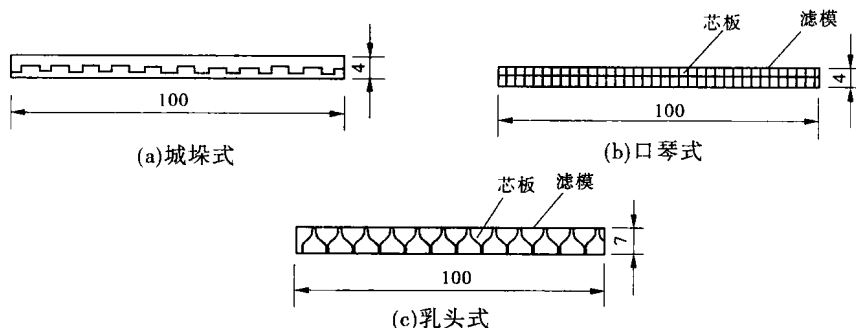


图 1-3 塑料排水带断面图（单位：mm）

塑料排水带的施工是利用插带机将其埋设在土层中的预定位置。塑料带前端与锚靴相连，用插带机导杆顶住锚靴，插入土层中，达到预定深度后拔出导杆，但排水带仍留在预定位置，在高出地面一定高度（0.5 mm 左右）处剪断排水带。施工时可用静荷或动荷送杆，静荷送杆对土层扰动小，较为常用。我国插带机的插入深度可达 25 m，入土速率可达 6 m/min。排水带的平面分布间距可借理论计算确定，一般为 1 ~ 2 m。排水带插入软基后，为排除土中的多余水量提供了捷径，多余水可水平向通过带的滤膜进入芯板沟槽，再向上由地表的透水料垫层排走。排水带在公路、码头、水闸等软基加固工程中应用广泛，以加速软土固结。

3. 软式排水管

软式排水管又称渗水软管，是由高强钢丝圈作为支撑体和具有反滤、透水及保护作用的管壁包裹材料两部分构成的，见图 1-4。高强钢丝由钢线经磷酸防锈处理，外包一层 PVC 材料，使其与空气及水隔绝，避免氧化生锈。包裹材料有三层，内层为透水层，由高强尼龙纱或尼龙纱作为经纱，特殊材料为纬纱制成；中层为非织造型土工织物过滤层；外层为与内层材料相同的覆盖层。为确保软式排水管的复合整体性，支撑体和管壁外裹材料间，以及外裹各层之间都采用了强力黏结剂黏合牢固。目前市场出售的管径分别为 50.1 mm、80.4 mm 和 98.3 mm，相应的通水量（坡降 $i = 1/250$ ）为 45.7 cm³/s、162.7 cm³/s、311.4 cm³/s。

软式排水管兼有硬水管的耐压与耐久性能，又有软水管的柔性和轻便特点，过滤性强，排水性好，可用于各种排水工程中。

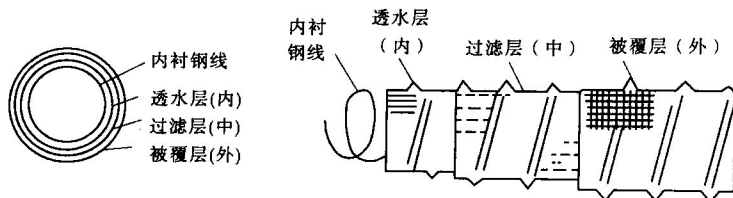


图 1-4 软式排水管构造示意图

4. 其他复合排水材料

现在已生产出各种型式芯材和外包滤膜的复合排水材料。芯材有平板上设立管柱的,有做成各种奶头形的,有土工网的,还有用塑料丝缠成的网状体的等(如图 1-5 所示),它们均具有较大的排水能力,可按工程需要选用。

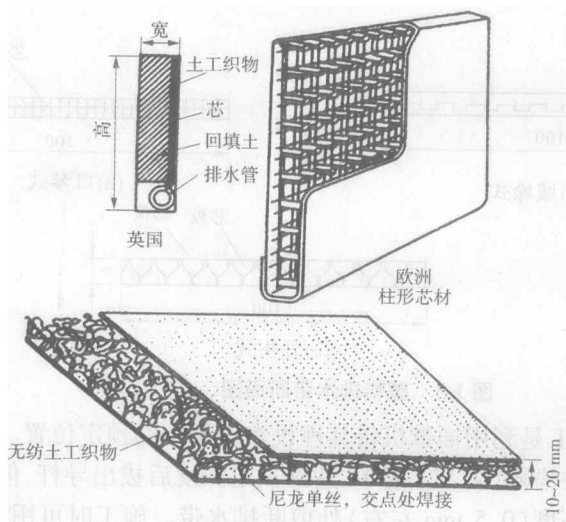


图 1-5 复合排水材料

(四) 土工特种材料

土工特种材料是为工程特定需要而生产的产品,品种多,现选择几种主要产品说明如下。

1. 土工格栅 (geogrid)

土工格栅是在聚丙烯或高密度聚乙烯板材上先冲孔,然后进行拉伸而成的带长方形或正方形孔的板材,如图 1-6 所示。加热拉伸是让材料中的高分子定向排列,以获得较高的抗拉强度和较低的延伸率。按拉伸方向不同,格栅分为单向拉伸(孔近矩形)和双向拉伸(孔近方形)两种。前者在拉伸方向上有较高强度。

土工格栅因其高强度和低延伸率而成为加筋的好材料,例如英国奈特龙公司生产的产品纵、横向抗拉强度分别为 80 kN/m 和 13 kN/m ,延伸率分别为 9% 和 15% (常温下)。土工格栅埋在土内,与周围土之间不仅有摩擦作用,而且由于土石料嵌入其开孔中,还有较高的咬合力,它与土的摩擦系数可以高达 $0.8 \sim 1.0$ 。

土工格栅的品种和规格很多,目前开发的新品种有用加筋带纵横相连而成的(见图 1-7)也有用高强合成材料丝纵横连接而成的,等等。

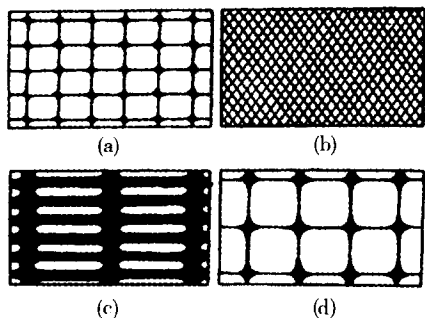


图 1-6 土工格栅

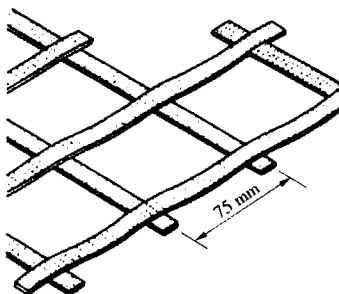


图 1-7 加筋带焊成的土工格栅

2. 土工网 (geonet)

土工网是以聚丙烯或聚乙烯为原料,应用热塑挤出法生产的具有较大孔径和较大刚度的平面结构材料(见图 1-8)。可因网孔尺寸、形状、厚度和制造方法的不同而使性能有很大差异。一般而言,土工网的抗拉强度仅为 $2 \sim 8 \text{ kN/m}$,延伸率一般达到 2% 以上。

这类产品常用于坡面防护、植草、软基加固,或用于制造复合排水材料。一般来说,它只有在受力水平不高的场合,才能用于加筋。

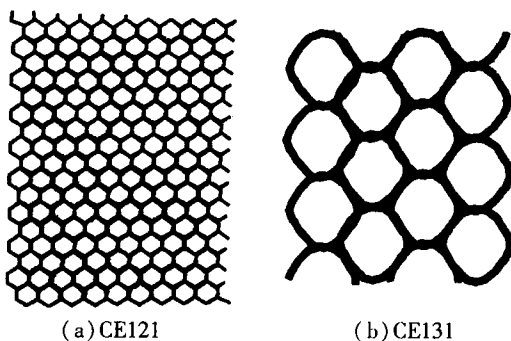


图 1-8 土工网

3. 土工模袋 (fabreform)

土工模袋是由上下两层土工织物制成的大面积连续袋状材料,袋内充填混凝土或水泥砂浆,凝固后形成整体混凝土板,可用做护坡。这种袋体代替了混凝土的浇筑模板过程而得名。模袋上下两层之间用一定长度的尼龙绳来保持其间隔,可以控制填充时的厚度。浇筑在现场用高压泵进行。混凝土或砂浆注入模袋后,多余水量可从织物孔隙中排走,故而降低了水分含量,加快了凝固速度,使强度增高。

按加工工艺的不同,可将模袋分为两类,即机织模袋和简易模袋。前者是由工厂生产的定型产品,而后者是用手缝制而成。机织模袋按其有无排水点和充填后成型的形状分成许多种,我国现行的机织模袋有下列 5 种(见图 1-9)。

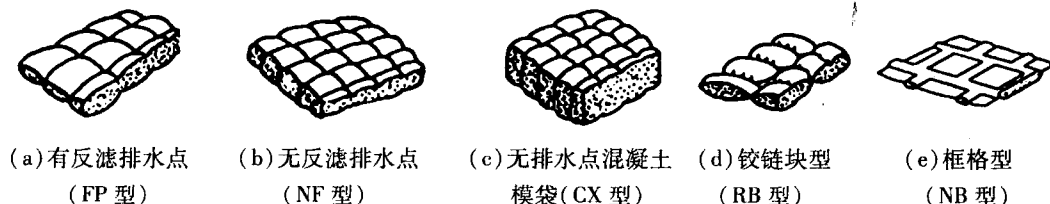


图 1-9 土工模袋

1) 有过滤点模袋 (FP)

过滤点将上下两片织物连在一起,滤点处不让浆液进入,它所形成的透水通道用以排除土坡渗水,消除孔隙水压力。

2) 薄型无过滤点模袋(NF)

这类模袋只有接缝排水,充填料用砂浆,适用于无水位骤降和无防渗要求的护坡。

3) 厚型无过滤点模袋(CX)

充填细砂混凝土,厚度大,用于重型防护工种,如海湾、码头护岸。

4) 铰链块型模袋(RB)

这类模袋充填砂浆凝固后,形成许多独立而又以尼龙绳相联的块体,块与块间能自由转动,排水通畅,适用于有较大不均匀沉降和地形变化大的坡面或地基的防冲处理。

5) 框格型模袋(NB)

这类模袋充填砂浆后形成方形或长方形格子,格中可种植花草,既可护坡,又美化环境。

此外,近年来美国 HYDROTES 公司还生产一种称为 AB 型的模袋,其中插有钢筋,为铰链式,强度高,适用于岸坡防护。

4. 土工格室(geocell)

土工格室是由强化的高密度聚乙烯宽带,每隔一定间距以强力焊接而形成的网状格室结构。典型的条带厚 1.2 mm、宽 100 mm,每隔 300 mm 进行焊接。闭合和张开时的形状,如图 1-10 所示。格室张开后,可填以土料,由于格室对土的侧向位移的限制,可大大提高土体的刚度和强度。它可用于处理软弱地基,增大其承载力,沙漠地带可用于固沙,还可用于护坡等。

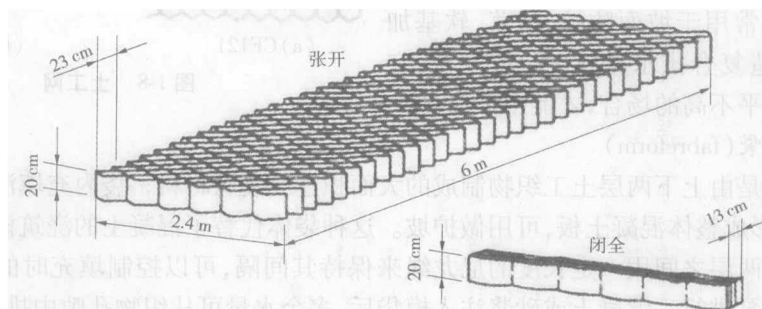


图 1-10 土工格室

5. 土工管(geotext tube)、土工包(geocontainer)

土工管、土工包是用经防老化处理的高强土工织物制成的大型管袋及包裹体,可有效地护岸和用于崩岸抢险,或利用其堆筑堤防,解决疏浚弃土的放置难题。

土工包是将大面积高强度的土工织物摊铺在可开底的空驳船内,充填 200 ~ 800 m³ 料物,将织物包裹闭合,运到一定部位,沉至预定位置。在国外,该技术大量用于环保工程。

6. 聚苯乙烯板块(EPS)

聚苯乙烯板块称泡沫塑料,是以聚苯乙烯聚合物为原料,加入发泡剂制成的。它的主要特点是质量极轻、导热系数低、吸水率小,且有一定抗压强度。其单位体积质量仅 20.4 ~ 40.8 kg/m³,为砂和混凝土的 1/50 ~ 1/100,属超轻型材料,吸水率仅为 0.15 ~ 0.2 g/100 cm³。由于其质轻,可用它代替土料,填筑桥端的引堤,解决桥头跳车问题。其导热系数低,故在寒冷地带,可用该材料板块防止结构物冻害,例如在挡墙背面或闸底板下,放置泡沫塑料以防止冻胀等。