

土工格室的制备及工程应用

张卫兵 唐 莲

(宁夏大学土木与水利工程学院,银川 750021)

摘要 介绍土工格室的制备、作用机理及其在工程中的应用。指出具有三维立体蜂窝状的土工格室因其较强的网兜效应和侧向限制作用可形成更加稳定的“加筋土”结构,目前已被广泛应用于道路与铁道、市政、水利及场地基层和面层等工程领域,特别是在处理地基不均匀沉降、改善路基与路面的使用性能、边坡防护等方面有着独特的优越性。

关键词 土工格室 作用机理 工程应用

土工格室是20世纪80年代在国际上出现的一种新型土工合成材料,一般由土工织物、土工格栅、土工膜、聚合物条带等构成。它是一种由聚合物宽条带经强力焊接而成的三维网状物,在其格室中充填砂、碎石或泥土等材料构成具有强大侧向限制和大刚度的结构,如图1所示。国外自上世纪70年代起首先由法国的路桥实验室研制成功。与此同时美国陆军工程兵师团和普利斯德公司也合作研制了一种土工格室,主要用于沙漠和滩涂的军事演习之用,并率先对三维结构土工格室进行了性能研究和野外现场试验。此后,英国、加拿大、瑞士、巴西、日本等国家的铁道部门相继完成了进一步的现场试验。英国在其东部海岸铁路沿线率先应用土工格室对许多软弱路基区段进行了加固处理。

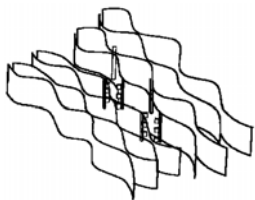


图1 土工格室示意图

经过不断的研究,土工格室的表面特性和颜色也有了发展变化。格室材料表面从光滑发展到布纹式和开孔式,可以适用于更细的填料;材料的颜色也由单一的黑色发展到绿色、黄褐色等多种颜色,一般能更好地与周围环境相融合。我国对土工格室的应用和研究始于20世纪90年代初,主要集中于聚合物条带土工格室。对于土工格栅装配起来的土工格室,铁道部门曾做过少量的应用研究,主要用于边坡防护。1993年开始生产的土工格室产品均为网格结构,由高密度聚乙烯(HDPE)或改性聚丙烯(PP)条带经超声波强力焊接而成。此后我国对土工格室也进行了一系列的性能及大量的铁路、公路工程试

验研究,取得了满意的工程效果^[1,2]。

1 土工格室的制备及性能

土工格室的生产过程是,首先在HDPE或PP中添加一定量的抗氧化剂、防老剂等助剂,混合均匀后用单螺杆挤出机挤出成型为宽1.2 m、厚1.0~2.0 mm的片材,然后用冲孔机对片材冲孔后分切成宽100~300 mm的单片,再把单片经超声波焊接组合成重叠结构,展开即成具有一定数量独立网格的土工格室。其生产流程如图2所示。

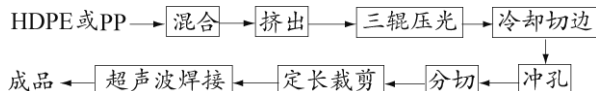


图2 土工格室生产工艺流程图

由于聚合物条带及焊接均具有较高的强度,因而此类土工格室具有很强的侧向限制作用。另外,此类土工格室不仅对紫外线辐射、温度和湿度变化、化学腐蚀、生物侵蚀、冻融变化和机械损伤等外界因素都具有较高的抵抗能力;蠕变也不强烈,而且能伸缩自如,运输时可缩叠起来,使用时再张开,非常方便。

土工格室产品的基本性能如下^[1,2]:

- (1) 采用特殊的联结方式可将立体格室组成任意的尺寸规格;
- (2) 具有优良的耐老化性能;
- (3) 采用不同的基材配方,使其使用温度范围为-40~80℃;
- (4) 具有稳定的化学性能,可耐酸碱,适用于不同土质;
- (5) 土工格室系统整体性一致,其几何尺寸、焊距、高度可选性大,可以满足各种工程的需要;
- (6) 用于挡土墙等临空面时,在强化其耐光老

化性能的同时,有多种颜色备选,以满足实用和美化环境的需要;

(7) 单位质量轻(密度小于 1 g/cm^3),可随意伸缩和拉伸,便于运输和施工;

(8) 其力学性能见表 1。

表 1 土工格室力学性能指标

项 目	测试方法	1 [#]	2 [#]
拉伸强度 /MPa	ASTM D 638 - 91	22	23
弯曲弹性模量 /MPa	ASTM D 639 - 85	600	800
冲击强度 /MPa	ASTM D 256 - 92	90	80
低温脆化温度 /℃	ASTM D 746 - 87	- 50	- 23
负荷下的热变形温度 /℃	ASTM D 648 - 82	70	100
耐环境应力开裂时间 /h	ASTM D 1693 - 70	≥ 1 000	≥ 1000
常温剥离强度 / kN · m ⁻¹	GB 8808 - 1988	9. 9	9. 9
低温剥离强度 / kN · m ⁻¹	GB 8808 - 1988	≥ 9. 9	
悬臂梁缺口冲击强度 /J · m ⁻¹	ASTM D 256 - 92	250 (铰链断裂)	128

2 土工格室的作用机理

土工格室可将传统的受力方式变为一定程度的立体受力。如图 3 所示,在荷载作用下土工格室侧向相对变形极小,对室内填料的横向变形起到约束作用,相当于增强了横向主应力,同时室内的土体与其上下填土形成很好的连结,从而提高了稳定性和刚度,在较大范围内分散了荷载,减小了变形。土工格室的作用机理主要包括侧向约束作用、网兜效应

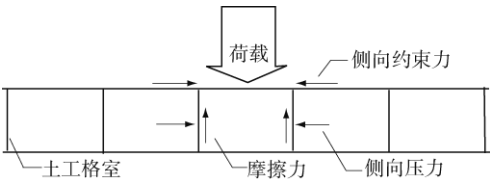


图 3 土工格室作用机理示意图

和摩擦作用^[3]。其侧向约束作用主要是通过两种方式来实 现的:一是对格室外土体产生摩擦阻效应;二是对格网单元内土体产生紧箍作用。同时由于土工格室对填料较大的侧向约束作用,对填料产生向上的摩擦力,从而形成一个具有较大弯拉刚度与剪切强度的复合体。该复合体一方面够隔离应力和位移的传递,协调半填半挖路基顶面的沉降,另一方面对局部荷载具有网兜效应,使荷载的分布更为均匀。土工格室的摩擦作用主要体现在填料与格室壁的接触面上,摩擦力使竖向荷载部分地传递给土工格室,再由土工格室向外传递,通过这种传递达到减小地基压力、提高垫层承载力、减小地基沉降及不均匀沉

降的目的。

3 工程应用^[5 - 10]

3.1 道路工程

(1) 提高路基使用性能 路基是路面结构的基础,目前路基常见的破坏形式有沉陷和边坡滑塌。使用土工格室在保证填充良好的情况下一方面利用其网兜效应限制结构层的屈曲变形,从而有效地避免结构层本身产生过大的压缩沉降;另一方面利用三维立体蜂窝状结构与土体结合,形成加筋土层能更好地提高承载力,从而减小在路基自重的作用下因承载力不足而引起的沉陷或向两侧挤出。另外当边坡滑塌倾向较大时,采用土工格室处理能达到分散坡面土体自重、减小冲刷作用,提高边坡与土基主体的结合性能,从而提高边坡的稳定性。而路基承载能力和稳定性的改善必将提高道路的耐久性。

(2) 改善路面的使用性能 对于低填浅挖路段,路基土层薄弱,道路的承载能力和稳定性应进一步加固处理,以分担路面负荷,特别是地质水文条件不利的情况下,这种处理是完全必要的。封顶层若采用土工格室处理,可提高道路的使用性,减少裂缝。另外,土基模量的增加,能有效地减小路面的厚度,无疑是经济的。

(3) 用于处理地基不均匀沉降 由土工格室加固机理的分析可知,使用土工格室可以有效地防止土方因载重而发生过大变形,并可迅速提高路基承载力,大大减小传递至软土路基的附加应力,减小路基工后沉降及不均匀沉降,同时大大改善填料性质,提高坡体的稳定性,对于新老路堤也能大为减小自身的变形差异。谢永利等^[4]通过数值仿真、承载试验及现场沉降观测,对该处置方法进行了深入的研究,认为土工格室与填料组成的复合体由于具有较大的弯曲刚度和剪切强度,此复合体能够部分隔离应力和位移的传递,从而柔性过渡和协调了半填半挖路基顶面的沉降。同时这种复合体的网兜支撑效应分散了车辆的集中荷载,从而使路基顶面的横向沉降趋于均匀和协调,达到消除路基不均匀沉降的目的。

(4) 用于台背填筑形成柔性搭板,解决“桥头跳车” 该方法是利用土工格室加固层新颖的立体结构和独特的加固机理而形成整体性好、刚度较大的柔性结构层。在桥台和路堤的过渡段设置楔型加固区,柔性结构层一端固定于桥台,而另一端与路堤相连接,如图 4 所示。这种结构不仅能大幅度减小路

堤自重的压缩变形,而且通过模量渐变机理,实现刚性桥台与柔性路基模量的平稳过渡,从而有效地消化地基工后沉降变形的影响,消除过大的差异沉降,形成平缓的沉降过渡段,以防止“桥头跳车”。



图4 台背填筑现场实景

(5)用于挡土墙结构及边坡防护 采用土工格室修建挡土墙及进行边坡防护时,一般是将土工格室作为一种加筋材料呈层状地水平埋置在土中,其结构形式如图5所示。采用这种结构修建的挡土墙不仅稳定性较好,而且还可防止陡坡表面被雨水冲刷,与混凝土相比,在经济上可以降低造价50%以上,表面可以种植花草,起到美化环境的作用。图6为采用土工格室修建的挡土墙照片。

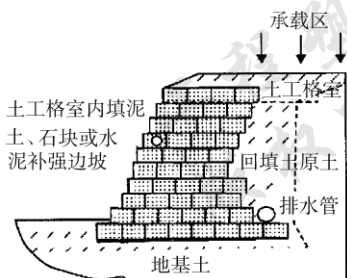


图5 挡土墙结构示意图



图6 某土工格室挡土墙实景

(6)用于沙漠地区筑路 由于探矿、采油等工作需要,经常需要在沙漠地区筑路,沙漠中往往地基松软,且荒无人烟,常用筑路材料匮乏,因此筑路困难,成本很高。使用土工格室可解决这一难题。先将土工格室拉开,直接固定在沙基上,然后就地取材填入砂石,操作简单、效率极高。施工后的路面可满足各种重型卡车长期使用。

3.2 用于市政工程中天然气管道或下水管的支撑结构^[9]

利用土工格室可就地取材替代石料作为管道或下水管的支撑结构,形成一坚固耐久的整体板块结

构,土工格室具有一定的刚度,可减小管道的长期微量下沉,对长距离大型运输管道,特别是在缺乏石料的地区使用,更经济、实用。在西气东输工程中土工格室主要应用于黄土地区扰动坡面的保护。

3.3 用于水利工程的渠道护坡^[10]

土工格室的强度和韧性都很高,护坡是利用土工格室将粘聚力小的填料组成连续的单元体,使填料的滚动摩擦转换成各连续单元体之间的整体滑动摩擦,增加分散性填料的稳定性。并且可以在根石处设置枕梁,使护坡与根石基础形成一个连续、统一的整体。这样不仅可以增加护坡的整体稳定性,而且可以控制坡比,缩短坡长。另外利用土工格室可提高分散性填料的稳定性,在一些砂石料丰富的地区,采取土工格室与分散性填料相结合的形式,其优势明显。

4 结语

土工格室作为一种新型土工合成材料,应用领域非常广泛。鉴于其发展时间较短,加固的原材料千差万别,加之其结构复杂,所以迄今为止国内外科研人员对土工格室的研究主要是针对具体工程应用而进行了一些试验研究和一般性的理论研究,并且非常有限,至今也没有形成一个完整的体系,也没有制定出相应的测试、设计、施工的标准和规范,更没有相应的国家标准。因此深入研究其在各类工程的应用性能,以及在工程中应用范围的拓展是十分必要的。特别是在北方寒冷地区开展对道路工程常见病害防治及维护处理方面的应用研究有着广阔的前景。

参考文献

- 1 曾锡庭,于志强.土工格室及其应用.中国港湾建设,2001,4(2):33
- 2 张宏光,谢永利,杨晓华.土工格室加固机理探讨及在路桥过渡段中的应用.公路交通科技(应用技术版),2005(10):9
- 3 李力,傅舰锋.土工格室作用机理与应用研究现状.山西建筑,2003(增1):63
- 4 谢永利,俞永华,杨晓华.土工格室在处治路基不均匀沉降中的应用研究.中国公路学报,2004,17(4):7
- 5 房万山,纪伦.土工格室在道路工程中的应用.纤维复合材料,2004(1):56
- 6 张胜,赵华宏.土工格室在软土地基处理中的应用与研究.公路交通科技,2004,21(4):37
- 7 杨晓华,王陆平,俞永华.土工格室生态挡墙工程性状分析.公路交通科技,2004,21(11):23
- 8 刘建奇.土工格室加固多年冻土湿地路基施工技术.西部探矿工程,2005(5):173

9 陈静,刘永茜,秦兴述.土工格室在西气东输工程上的应用.天然气与石油,2005,23(4):12

10 张忠平.土工格室在渠道护坡中的应用.黑龙江水专学报,2004,31(3):15

PRODUCTION AND ENGINEERING APPLICATION OF GEOCELL

Zhang Weibing, Tang Lian

(College of Civil and Water Conservancy Engineering, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

ABSTRACT The production, working mechanism of geocell and its application in engineering are presented. The geocell of 3-D solid alveolate structure are widely used in many fields such as road and railway engineering, municipal administration, water conservancy engineering and grass roots and layer of the ground, at present being of its strong tuck net effect and lateral restriction that can form much more steady structure. Especially it has great advantage in disposing the asymmetry settlement of groundsill, improving the service performance of roadbed and road surface and slope defending.

KEYWORDS geocell, working mechanism, engineering application

国产塑机大而不强需高端突破

我国塑料机械制造业近 10 年来呈高速、持续增长的发展态势。反映在进出口方面,不仅在产量上有很大增长,而且在质量和技术上有了明显的提高。

(1) 我国是塑机生产大国 目前我国具有一定规模的塑料机械生产企业约 400 家,大部分分布在经济比较发达的东南沿海、珠江三角洲、长江三角洲一带。我国是塑料机械制造大国,同时又是塑料机械的消费大国,但不是塑料机械强国。

(2) 年产量世界第一 从发展速度和主要经济指标看,在机械工业的 190 多个行业中,塑料机械均名列前茅。现今,塑料机械的年生产能力约 20 万台(套),排名世界第一。2003 年的产量约 10 万台(套)。据统计,2005 年 1~4 月全国塑机产量 7.5 万台(套),同比增长 19.05%,仍处高速增长期。预计 2005~2010 年我国塑料机械产量将分别达到 15 万~50 万台。

(3) 高精设备仍需进口 随着我国塑机市场容量的不断扩大,进口的塑机总量依然没有减少,始终占市场总容量的 50% 左右。到目前为止,我国大型乙烯工程中的塑料造粒机组一直依靠进口;电子、通信工程中所需的精密注塑机,汽车工业领域中所需的大型注塑机、大型多层中空成型机,包装工业中大量采用的双向拉伸膜生产设备、多层中空成型机,医疗卫生领域中所需的精密挤出机等一直依靠进口。

(4) 机遇与挑战并存

总体来说,一般塑机的生产能力过剩。目前在进行技术改造的企业,要增添一些高效、高精密的设备及检测设备,努力提高产品开发、创新的能力。此外,近年来塑料机械行业的一个突出特点就是世界上许多知名企业纷纷来我国建厂。国外企业纷纷抢滩我国市场,虽然对我国塑料机械的发展和基地建设将起到积极的作用,但同时也给国产塑料机械生产企业带来严峻的挑战。

(塑机网)

环保型 XPS 挤出发泡保温板生产线面世

由青岛精盛达橡塑机械有限公司自主研制开发的环保型交联聚苯乙烯(XPS)挤出发泡保温板生产线前不久获得成功并投入生产,从而一举改变了我国生产 XPS 挤出发泡

保温板依赖进口设备的历史。专家称,该生产线填补了国内空白,各项经济技术指标均达到国际先进水平,完全可替代进口设备,必将赢得新一轮市场商机。

据鉴定专家介绍,新研制的环保型 XPS 挤出发泡保温板生产线符合国家建筑节能产业政策,具有自动化程度高、生产速度快、操作灵敏等诸多优点,而价格仅为国外同类生产设备的 1/5。用该设备生产出的挤出发泡保温板属绿色环保建材,其不仅具备恒久的低导热系数,99% 的连续闭孔结构、良好的尺寸稳定性及耐候性,而且发泡均匀、泡孔细腻,压缩强度高,防潮,不吸水,便于施工、运输,可广泛应用于屋面及墙体保温隔热、公路土木建筑工程、冷库地面、墙体及复合夹心保温板材等领域,具有广阔的市场发展前景。

(周茂林)

苏威公司在江苏建设 PTFE 厂

苏威(Solvay)公司宣布将在中国建立世界一流的聚四氟乙烯(PTFE)粉末生产基地,以满足中国及亚太地区对高性能材料的需求。相关事宜还得等政府部门的批准,据估计,苏威公司在中国投建的 PTFE 工厂将在 2007 年下半年投产。所生产的 PTFE 粉末将以商品名 Polymist 进行销售,其应用领域相当广泛,可以应用于高性能润滑剂和高耐热材料等领域。

新的 Polymist 厂房将坐落在江苏常熟高科技氟化工工业园区,距上海有 100 km。新建公司名为苏威(常熟)特种聚合物有限公司。

(SpecialChem)

新型环保阻燃尼龙

德国 Frisetta 聚合物公司开发出新的无卤无红磷阻燃玻纤增强尼龙系列材料 Frinanyl。该材料能满足欧盟的 WEEE 和 RoHS 两个指令要求,为环境友好材料。厚度 0.75mm 试样的阻燃性达 UL 94 V-0 级,厚度 0.75 mm 耐灼热丝的最高试验温度达 950℃。

Frinanyl 系列产品包括尼龙 6 和尼龙 66 配混料。尼龙 6 配混料中玻纤含量为 25%~35%;尼龙 66 配混料中玻纤含量为 20%~35%。比如,FrinanylA63 VOGV35 为 35% 玻纤增强尼龙 66,符合 IEC 60 335-1 标准中灼热丝起燃温度大于 775℃的要求。

(工塑网)