

# 土工网格材料在岩土工程中的应用

王 健 戚银生 任宝珍

(冶金部秦皇岛冶金设计研究院 秦皇岛市 066000)

**【摘要】**土工网格是在土工格栅平面结构的基础上发展起来的三维加固系统。自80年代法国研制开发以来至90年代美国军工用于沙漠风暴中的公路、机场路施工,短短十余年时间,在世界各地均有不同程度的应用。我国在塔克拉玛干沙漠腹地进行首次应用,取得了明显的经济及社会效益。

**【Abstract】** Geoweos is a three-dimension reinforcement system which is improved on the basis of Geo-lattice plane structure. It is applied in varying degrees in different areas in the world over ten years from the inventing by France during 1980s to the wide spread application in the construction of road or air-port in the desert-storm by US Military Engineer during 1990s.

## 0 前言

如果说人们的普遍意识认为土工合成材料是平面结构,那么土工网格的出现则开始了三维方向的发展。1980年法国首先开发了蜂窝状土工织物网为基础的土体约束系统。这些蜂窝状网是通过土工织物条全部张拉开时,形成六边形或菱形网孔的蜂窝网,当时这种系统主要用于防雨、防冲工程中。1982年随着 Tensar 土工网格沉排的沉入,奈科隆公司又进行了改进,并称之为土工网格褥垫(geoceelmtress)。它是由土工格栅和专门的锥形接管组装在一起,这种褥垫用于堤坝下的软土地基中,以提高其承载力。直到90年代后美国陆军工程师团和美国沙漠风暴治理部门才将土工网格(Geoweos)用于沙漠固砂系统和沙漠筑路之中。

我国土工网格的应用处于起步阶段,在借鉴国外经验的基础上,结合我国的实际情况首次应用于塔克拉玛干沙漠腹地井架基础加固及修筑沙漠简易路等固砂系统,取得了显著的经济及社会效益。

## 1 土工网格的材质及结构

### 1.1 网格材料

最广泛采用的土工网格原材料有以下四类聚合物:(1)聚脂,(2)聚酰胺,(3)聚丙烯,(4)聚乙烯。其中聚乙烯

(polythylene)具有聚合物中最简单的分子结构,并且造价低,抗化学腐蚀性能好,绝缘性质极佳。这些优越的性能使聚乙烯成为以重量计生产最多的聚合物。这些聚合物大类中还包含着许多子类和不同的品种,每种产品都有其特定的性能,有些性能也会因聚合物原料加工成聚合物纤维的过程不同而受到影响。

### 1.2 结构尺寸

土工网格块是由片材连接成的蜂窝状结构。根据工程需要将片材加工成不同尺寸的网块。我们在塔克拉玛干沙漠采用的网块展开尺寸为482cm×550cm,折叠压缩后尺寸为7.2cm×648cm。高度采用10cm、15cm,片材厚1mm。

从片材间的连接方式分:(1)热粘接,(2)铆接。热粘接是将两个网片热焊接,粘接宽度为2cm,这种结构最为简单,由于国内热焊接技术不过关,质量难以保证。一般采用人工焊接的办法。铆接是采用自制环形夹具,利用U形环和锚钉把两片聚乙烯联接起来,这种联接方式能承受较高的静荷载,但在动荷载作用下网片锚钉容易脱落。

## 2 工程应用

### 2.1 加固地基及路基

土工网格主要用于无粘性土加固。目前常用的是海滨沙滩临时停车场、沙漠中路基或建筑物地基加固。

在荷载作用下,土工网格固砂系统能产生较大的侧限压力及砂土和网格侧面的摩擦力,这些力作用于每个结构单元的界面,使集中荷载均匀地分布到较大范围的网格上,从而改变力的方向,网格侧向将承受拉力。见图1、2、3。

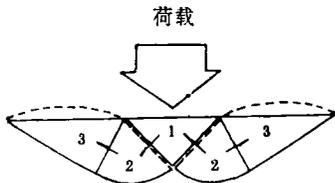


图1 砂土在自然状态下受力分析

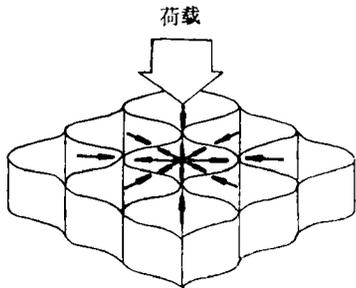


图2 土工网格固砂机理

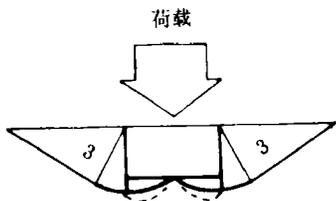


图3 土工网格传力的作用

### 2.1.1 塔克拉玛干沙漠简易公路试验

根据塔里木石油勘探开发的战略计划,近期内将逐步修通横贯沙漠腹地的主干公路,以及从主干线至各采油区的支线公路,还有到各勘探井的临时路。若全部采用柏油公路,不仅费用昂贵,而且建设速度也慢,不能满足石油勘探开发的需要。

受塔里木石油勘探开发指挥部的委托,在河北省岩石力学与工程学会的支持下,采用高密度聚乙烯网格用于沙漠筑路试验,具

有很多优越性:(1)施工工序简单、速度快;(2)造价低,可大大地降低运输费用;(3)可重复使用,随井场的搬迁而搬迁;(4)可做为正式标准主干公路的路基。

路面结构设计与施工:网格固砂简易路的路面结构非常简单,不铺设沥青面层,也不铺石子,仅采用现场风成粉细砂做填充材料,聚乙烯网格固砂。本次试验采用推土机整平沙基人工铺设连接网块,铲装机填砂、震动碾振密,形成简易路(宽9.0m,长500m)。本次试验采用的网格材料规格,每块土工网格展开后尺寸为482cm×550cm,高度采用10cm、15cm两种网片,连接方式为铆接和热焊接两种。

试验及结论:施工完毕后,随即进行了行车试验,对于15cm高热焊接网格段,汽车比较顺利地通过;而在铆接段,由于在车轮旋转震动剪切力作用下铆钉脱落,网格变形,车轮下陷而造成误车。试验得出如下结论:(1)网格材料抗拉强度 $f_t$ 应大于20MPa;(2)直角撕裂强度应大于102N,厚度应大于1.0mm;(3)网格材料的连接方式应采用焊接,焊接点应能承受1.5kN以上的力,不能采用铆接的型式;(4)网格的高度不宜过低,应大于15cm。对于不同路况还应采取不同措施,如上坡段、弯道段网格应适当加高。施工中,基底应振密,或铺土工布以减少网格下沉量。

在总结前一段经验教训的基础上,又进行了第二次试验,全部采用15cm高焊接聚乙烯土工网格,底部铺一层编织布,形成简易路后,通行数千次常规车辆,而无明显变形破坏。

### 2.1.2 沙漠腹地钻井井架基础加固

塔克拉玛干沙漠腹地石油钻井井架主基础一般采用桩基加固地基,井架附属基础一般采用水泥砂浆稳定土加固地基。这种传统的方法,不仅施工复杂且运输成本高。采用聚乙烯土工网格(规格同前)加固地基,可

根据上部荷载大小铺设一层或数层网格,网格内充砂振密,做为良好地基。迄今为止共铺设土工网格 $10000\text{m}^2$ ,效果比较理想。

### 2.1.3 美国印第安纳州某农场路施工

文献1中介绍了工程承包商修建长 $1220\text{m}$ 、宽 $6\text{m}$ 的农场路,大部分路段是在修好的路基上铺设 $20\text{cm}$ 厚碎石做成,只有 $152\text{m}$ 长的试验段是由蜂窝状网格铺设于土基上,网格中充填无粘性土(砂或粉土),网格表面再铺设 $5.08\text{cm}$ 碎石。两种方案比较,网格路优于碎石路:(1)网格路不用清除地表土;(2)可利用当地土回填;(3)施工速度快;(4)综合造价较低。

### 2.1.4 沙漠机场临时路修复

文献2介绍了美国空军工程师采用土工网格填当地风成砂,表面铺玻璃纤维加筋(Fiberglass Reinforced Polyurethane Matting)做为临时机场跑道修复。此方法施工简单、材料少、重量轻,不需水、电、机械,速度快,可做为战争时期机场临时修补方法。

### 2.2 其它应用

(1)做管道或下水道的支撑。可提高管床刚度而且施工方便。

(2)可做挡土墙。施工时可随地形任

意调整坡度,可以是垂直的或阶梯状的,可以保护天然植被,预防水土流失。

(3)溢洪道的防冲蚀保护。对于高速水流的溢洪道,采用土工网格加砘的复合结构增强防冲蚀能力。

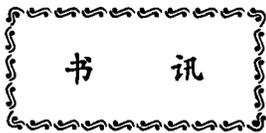
(4)船下水道。由于网格一砘结构具有可弯曲性,允许结构单元弯曲变形,以适应地基变形从而消除管状孔隙及凹陷的产生,因此采用网格一砘结构做船下水道具有很多优越性。

### 3 结束语

目前市场上的聚乙烯片材为每吨1万元左右,随着塑料工业的发展,土工网格材料的成本会降低,质量越来越好,品种越来越多,会以它独特的性能,土工网格将在岩土工程中发挥重要作用,尤其是在沙漠工程、边坡工程、水道溢洪道等水利工程中有广泛的应用。

### 参 考 文 献

- 1 "New Plastic Honey Comb Builds Better Road Base", Highway and Heavy Construction/March 1986, 56—57
- 2 Aark E. Austin, "ATEPRK—A New Method of Rapid Runway Repair", The Military Engineer, No. 534



### 书 讯

《上海80年代高层建筑设计》一书系上海80年代高层建筑系列丛书中的第3本,它主要介绍和总结80年代高层建筑设计所取得的成就。本书选择具有代表性的高层建筑设计实例44项,包括宾馆、旅馆、招待所、办公综合楼,住宅、公寓,科教文卫,工业及其他,共5大类,着重从结构设计技术方面作了阐述,并配有主要结构设计平面图、构造节点、抗震分析等图纸、图表共450余幅和照片近50帧。本书还配有上海80年代建造的部分高层建筑设计主要技术指标一览表,做到图文并茂,有较高的实用价值,可供设计、施工、科研、高等院校等单位专业人员和师生阅读借鉴。

此书订价110元,邮寄费8.00元,共118元,地址:上海市宛平南路75号2号楼808室,邮编100032,联系人朱俊。