

# 土工格室在西气东输工程上的应用

陈 静, 刘永茜, 秦兴述

(中国石油工程设计有限公司西南分公司, 四川 成都 610017)

**摘 要:** 土工格室是一种新型土工合成材料, 适用于地基加筋、垫层处理和表面防护, 广泛应用于铁路、公路、沙漠、沼泽、滩涂、机场的软基处理及边坡防护。针对土工格室的特性, 通过分析其在管道工程上应用的背景和机理, 阐述并探讨土工格室在西气东输管道工程中执行标准、技术要求和工程实践应用成果。

**关键词:** 土工格室; 应用 机理; 工程实践

**文章编号:** 1006-5539(2005)04-0012-03

**文献标识码:** A

## 0 应用背景

西气东输管道工程在陕晋段陕北地区通过约 180 km 典型湿陷性黄土崩梁沟壑区, 冲沟、峁峁、高陡边坡发育。这一地区生态脆弱, 工程扰动对环境存在较大破坏, 因此采取适宜的水土保持和水工保护措施恢复环境是将本工程建设成“绿色工程”的关键。

以往护坡通用设计中一般采用灰土结构, 但通过工程实践反映, 石灰对环境造成较大的破坏, 对沿线的耕地及农作物造成不利影响, 同时水源缺乏、大量石灰购买困难、管道护坡处理的造价较高等都是黄土地区护坡使用灰土结构的弊端。因此, 寻求一种更好的管道护坡处理技术是工程水工保护设计的关键。通过对国内外护坡处理和水土保持的新技术和工程措施进行研究, 在本段采用了土工格室取代(或部分代替)石灰土进行管道沿线斜坡处理的技术方案。

## 1 应用机理

黄土地区水力侵蚀主要分为面蚀、沟蚀、泥流和潜蚀四种, 护坡主要在防止面蚀、沟蚀和潜蚀上, 土

工格室垂直于坡面, 将大坡面转化为每个小方格内较平缓的小坡面, 可以起到以下作用:

a) 面蚀包括雨滴溅侵蚀、降雨初期的鳞片状侵蚀和细沟状侵蚀, 由于土工格室的存在, 溅起的泥粒被格室盛住, 同时土工格室内可植树种草, 更可防止泥粒的溅起; 土工格室减小了坡降, 可加强雨水的渗透, 防止细沟状侵蚀的发生。

b) 在土工格室分格阻断的作用下, 水量不能汇集形成地表径流产生浅沟、切沟, 也就不能产生冲沟, 有效地防止了沟蚀的发生。

c) 潜蚀的发生需要雨水的汇集和潜蚀通道, 土工格室促进雨水下渗, 使雨水难以汇集, 可有效防止潜蚀的发生。

d) 土工格室与植保措施一道实施, 林草灌结合, 初期用树桩固定土工格室, 在敷设土工格室时种植草灌, 树桩腐烂后由灌木固定土工格室, 灌木发达的根系又起着保护斜坡稳定的作用, 共建一个生态平衡系统, 相互依存, 共同作用, 互为补充。

## 2 土工格室介绍

土工格室是用高强度塑料材料经特殊加工制成的一种新型土工合成材料, 它是由强化的 HDPE 宽带片, 经高强力焊接而形成的一种三维网状立体结

收稿日期: 2005-01-30; 修回日期: 2005-07-29

作者简介: 陈静(1973-), 男, 重庆人, 工程师, 学士, 毕业于石油大学(北京)储运专业, 主要从事天然气储运设计与研究工作。电话: (028) 86014303。

构。它伸缩自如,运输时可缩叠起来,使用时在充分扩张的格室内充填土石或混凝土料,利用三维侧限原理,通过改变格室深度和孔型组合,构成具有强大侧向限制的刚性结构板块,大幅提高软质、松散填充材料的承载能力。它适用于地基加筋、垫层和表面防护,可用来作为垫层,处理软弱地基增大地基的承载能力,也可铺设在坡面上构成坡面防护结构,还可以用来建造支挡结构等。在西气东输工程中土工格室主要应用在黄土地区扰动坡面保护上。

土工格室的以下性能特点在西气东输工程中得到了应用:

- 质轻、耐磨损、化学性能稳定,耐光氧老化、耐酸碱,适用于不同土壤地质条件;
- 较高的侧向限制和防滑、防变形,有效地形成坡面板结刚体;
- 具有较高的承载能力和良好的动力学性能,抗冲蚀能力强;
- 改变土工格室高度可满足不同坡度护坡要求;
- 伸缩自如,运输体积小;连接方便、施工速度快;
- 施工时格室填充物就地采用素土,降低了施工费用。

3 材料选用及执行标准

土工格室是用高强度塑料材料经特殊加工制成的一种土工合成材料,经过强力焊接(超声波焊接)而形成整片网状格室结构。要求其伸缩自如,运输时可折叠、使用时张开(通过连接和固定)并填土,构成具有强大侧向限制和刚度的整体结构体,应用于管道通过的湿陷性黄土地区的斜坡地段,提高管道顶部的回填土稳定性、抗水流冲蚀性能,有利于植被生长,达到保护管道安全和水土保持的要求。

- 土工格室材料选用要求为:
- 对于坡度小于 20°的斜坡,采用土工格室进行护坡处理时,材料选择的要求为:格室高度 80 mm;焊接间距 400 mm;展开尺寸 4.4×5 m;
  - 对于坡度大于 20°的斜坡,采用土工格室进行护坡处理时,材料选择的要求为:格室高度 100 mm;焊接间距 400 mm;展开尺寸 4.4×5 m。

材料主要物理性能指标要求见表 1。

表 1 材料主要物理性能指标要求表

| 项目名称                                 | 指标     | 试验方法         |
|--------------------------------------|--------|--------------|
| 材料抗拉强度/MPa                           | ≥23    | GB 1040—1992 |
| 焊缝抗拉强度/ $N\cdot(100\text{ mm})^{-1}$ | ≥1 000 | GB 1040—1992 |
| 断裂伸长率/(%)                            | ≥600   | GB 1040—1992 |

4 技术要求及工程实践

土工格室护坡设置在管道回填土的地表顶部附近,凡采用土工格室护坡处理的斜坡,不再进行管沟的灰土面层处理。护坡面的下部管沟回填土的素土夯实压密系数 $\lambda\geq 0.92$ 。

土工格室的设置以管道中线为参照,两侧等同宽度分布,管道顶部的护坡总宽度为 5 m,且应大于开挖管沟的顶部两侧各 1 m。

土工格室在斜坡顶部应延长 2 m;在斜坡底部延长大于 1 m。

土工格室在现场展开后,用厂家配套提供的连接材料进行连接,使其在斜坡面上形成整体;用当地树桩(如柳树桩)进行固定,树桩的固定位置和数量应防止土工格室展开后变形、下滑,同时有利于树桩成活。在回填土工格室时应在散抛土中加入草籽,形成土工格室草皮的最佳护坡效果。同时间隔 1 m 种植如柠条、酸枣等灌木,即使树桩未能成活,在树桩腐烂后由灌木对土格室进行固定,而替代以前采用钢筋固定,使得其安全性、经济性及环保性有较大提高。

土工格室护坡典型图见图 1。

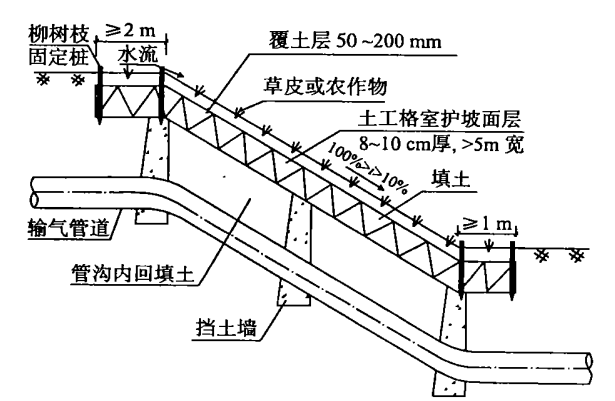


图 1 土工格室护坡典型图

陕晋段在 129 个斜坡地段设置了 50 000 m<sup>2</sup> 土工格室。图 2 为施工现场。



图 2 土工格室施工现场

图 3 为陕晋段靖边县黄土高陡边坡综合治理效果。

由于该段坡度较陡,且施工时扰动面较宽,因此在该段斜坡上采用了以土工格室为主的综合水工保护措施,分别为:

- 坡面设置土工格室,阻止径流及坡面土流失;
- 坡顶和中上部设置截水沟,将集中降水引向

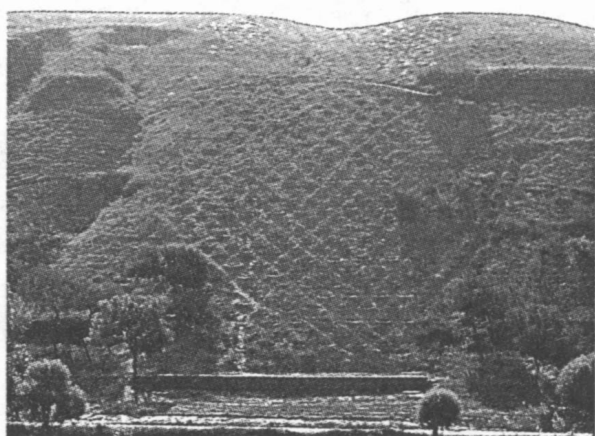


图 3 黄土高陡边坡护坡现状

坡底;

- 土工格室上回填素土后抛撒草籽及灌木种子,并设置鱼鳞坑进一步消耗水能;
- 坡底设置浆砌石挡土墙稳定护坡基础。

经过 2 年多的实践检验,该段高陡边坡在多次集中降水后安然无恙,表层生出植被,与周边环境结合良好衔接自然,达到了保护管道安全、恢复自然植被的要求。