

# 膨胀土地质条件下的土工布、土工膜施工技术

李超, 张长万, 侯云强

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川成都 610072)

**摘要:**根据施工现场特殊的地理环境、气候和地质条件,结合欧洲标准的严格要求及实际工作经验,简述了尼日尔伊姆轴矿项目高温、高热、沙尘天气及膨胀土地质条件下现场土工膜、土工布的施工技术。

**关键词:**特殊环境;膨胀土;土工布;土工膜;施工技术

**中图分类号:**TV52;TV49;TV443+3

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2014)增1-0124-04

## 1 工程概述

伊姆轴矿工程位于西非地区尼日尔共和国阿加德兹市与阿尔利特市之间,距离阿尔利特市约80 km,距离阿加德兹市约160 km,工地现场距离阿加德兹市与阿尔利特市国家干线公路约10 km,相接处为一村落,整个工程区域较为平坦,植被稀少。

施工区域位于撒哈拉沙漠南缘,属热带沙漠气候,常年平均气温在30℃以上,每天11点至16点间平均气温在40℃以上,昼夜温差达20℃。矿区干旱、炎热、干燥,几乎每日都有短时沙尘暴或扬尘天气。一年主要分雨季和旱季两季,雨季为每年的7~9月,雨季时间短,瞬时雷雨多,雨量少。恶劣的气候环境给现场施工造成了很大影响。

该地区地基多为膨胀土,主要成分由亲水矿物组成,吸水膨胀、失水收缩,性质极不稳定。当含水量发生变化时,立即会产生垂直和水平两个方向的体积膨胀,易使建筑物产生不均匀的竖向或水平的胀缩变形,从而造成建筑物位移、开裂、倾斜甚至破坏。为保证建筑物的稳定性和耐久性,项目部采取对大型基础周围原土进行换填,基层铺土工膜进行防渗处理,以保证地基的稳定性。

## 2 土工布铺设施工

### 2.1 土工布铺设流程

土工布铺设流程见图1。

### 2.2 土工布施工方法

#### (1) 基层检查。

检查基层是否平整、坚实,如有异物,事先需

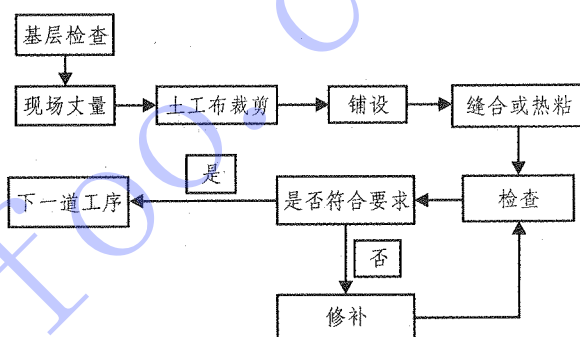


图1 土工布铺设流程图

妥善处理。

#### (2) 现场丈量与土工布裁剪。

根据现场情况,确定土工布尺寸,裁剪后予以试铺,裁剪尺寸严格按照设计尺寸进行。

### 2.3 土工布铺设的基本要求

(1) 坡面上不能出现水平接缝,对于坡面延伸到平面上的土工布,其水平接缝距坡脚的距离须大于1.5 m;

(2) 在坡顶上,对土工布的一端进行临时固定,然后将卷材沿坡面放下以保证土工布保持拉紧的状态;

(3) 所有的土工布可暂用 $\phi 12$ 钢筋制作的“U”型锚固钉进行临时固定,以防被风吹翻。

### 2.4 土工布的热风焊接及缝合

热风焊接即用热风枪对两片布的连接处瞬间高温加热,使其部分达到熔融状态,并立即使用一定的外力将其牢牢地粘合在一起。

在潮湿天气不能进行热粘连接的情况下,土工布应采取缝合连接法进行连接,即用专用的缝纫机进行双线缝合连接,且采用防化学、紫外线的

收稿日期:2014-03-07

缝合线。

热风焊接时的最小宽度为 20 cm,缝合的最小宽度为 10 cm,自然搭接时的最小宽度为 20 cm。

### 2.5 土工布的质量检查

土工布检查的一般要求为:

(1)必须检查全部的土工布片和连接缝。对于有缺陷的土工布片和连接,必须在土工布上清楚标出并进行修补;

(2)必须通过铺设和热连接土工布小片来修补磨损的土工布,土工布小片要比缺陷的周边最少长 200 mm。必须严格控制热连接,以保证土工布补片和土工布紧密结合,并对土工布无损害;

(3)每天铺设结束前,对当天所有铺设的土工布表面进行检查以确定所有损坏的地方都已作标记并立即进行修补,确定铺设表面没有可能造成损坏的外来物质,如针状物、石块等。

## 3 土工膜施工

### 3.1 施工流程

施工流程见图 2。

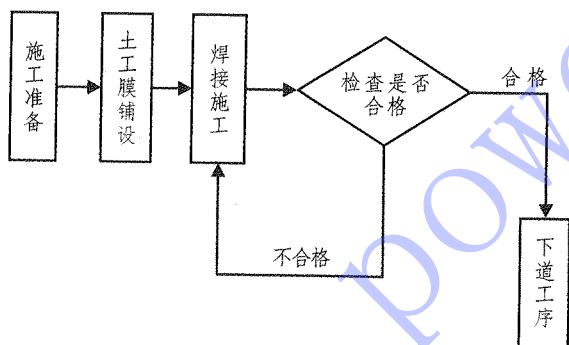


图2 施工流程图

### 3.2 土工膜施工方法及防护措施

#### 3.2.1 施工准备

##### (1) 基层准备。

基层光滑均匀、无凸起、堆积和其它表面不规则现象,无隆起、散沙和等级突变。底基层表层 5 cm 内不含石头及其他可能破坏土工膜的物质。一般情况下,基层上都会铺一层土工布,起到对土工膜的保护作用。

##### (2) 基层检查要求。

①凡因不符合要求的施工作业而造成的不平整问题均须纠正:表面不能有各种不规则的高低起伏以及过大的坡度变化,同时不能存在明显的

石块以及其他可能损伤土工膜的物体;

②任何土质松软的局部土壤均须挖除并填入土质较硬的土壤;

③任何因天气或车辆来往过多而受到扰动的土壤均须挖除并填入新土。

#### (3) 材料准备。

由于当地高温高热的特殊气候条件,加上土工膜施工时对环境条件的特殊要求,在每次施工前都要制定严格的施工计划,说明计划的铺设区域与铺设面积,并提前对铺设断面进行尺寸丈量,根据实际尺寸裁剪土工膜,将裁剪好的土工膜用钢管卷起并用挖机吊到指定的铺设位置。

### 3.2.2 土工膜铺设

(1)土工膜采用的铺设方法要确保土工膜不会受到损坏或破坏,确保土工膜远离接缝用的工具和设备。

(2)土工膜的铺设要无褶皱和折痕,确保铺设好的土工膜呈中性状态并且不被拉伸。覆盖在路基上时,土工膜由路基充分支撑。

(3)施加适当的临时载荷对土工膜进行固定(要保证载荷不会对土工膜造成损坏),防止土工膜被风吹起。

(4)土工膜焊接施工时要留有足够的材料余量,以补充土工膜因热胀冷缩效应所产生的收缩量,并确保土工膜在使用过程中不会因为温度变化而过度拉伸。

(5)坡面铺设宜自上而下进行,铺设时用绳索绕住卷轴钢管的两端缓慢下放,在边坡上安放绳梯,在土工膜下放过程中采用人工调整土工膜的位置以使土工膜的搭接宽度符合焊接要求。铺设完成后在顶部和底部应予以固定,并随铺随压重,铺设人员不准穿硬底鞋,避免损坏土工膜,不准在雨天、积水区或风力过大的条件下铺设。

### 3.2.3 焊接施工

焊接采用双缝热合焊接,对于双缝热合焊机无法施工的部位采用单缝挤压焊接。

焊接前取 300 mm 宽、1 500 mm 长的样条进行焊接试验,待工程师认可后开始大面积焊接。

#### (1) 接缝施工的质量要求。

①减少拐角处、奇形几何位置和外拐角的接缝数量;

②坡面延伸到平面上的水平接缝距坡脚的距

离应大于2 m;

③调整缝的重叠部分,使之符合所使用的焊接设备要求;

④根据制造商的建议对土工膜接缝进行焊接。

#### (2) 接缝的制备。

在焊接接缝前,对于接缝区的湿气、灰尘、泥土、碎片等外界物质都要清除且无机械损伤。接缝应无“鱼嘴”状的排列,如有“鱼嘴”状排列处需切除,对于任何有严重的划痕、小孔或其他原因造成的损伤都要进行修补。焊接区必须干燥且应设置防风沙的保护措施。

野外焊接采用土工膜焊接机进行焊接,焊接工作在一天最凉爽的时间进行,最高温度不超过25℃。土工膜焊接机操作人员每天在工作开始之前要进行一次焊接试验,焊接试验材料的尺寸为1.5 m×0.3 m,焊缝中心方向为纵向,从试验焊缝的中心部分切下4块150 mm×25 mm的试验条带,对其中两个进行剥离粘连定量试验,另外两个进行剪切强度试验。在焊接设备和焊工顺利

完成试验焊缝焊接之前,不允许有任何焊接设备或焊工进行焊缝焊接。

#### 3.2.4 土工膜的锚固

将土工膜锚固在边坡顶部,具体的方法是将土工膜埋入锚固沟中。

经过焊接的土工膜至少要经过一夜时间的施工周期才能对锚固沟进行回填。必须在温度处于一天中的最低温度时进行回填工作。

锚固沟应干燥并应对底部进行夯实,以提供密实的工作面,确保表面无松散物质。

#### 3.2.5 现场检测与检查

质量控制技工对土工膜的所有焊缝和无缝区域进行目视检查,检查其有无缺陷、孔洞、气泡、未分散的原材料以及任何异物污染迹象。完成检测后,应对出现缺陷的所有区域进行标记、编号、修补,进行无损试验并重新进行标记,表明完成的修补合格。使用真空盒法、气压法或业主批准的其它同等方法对所有焊缝进行全长无损试验。在试验结果表明修补合格前,不能对已经修补位置的土工膜加以覆盖。土工膜施工现场见图3。

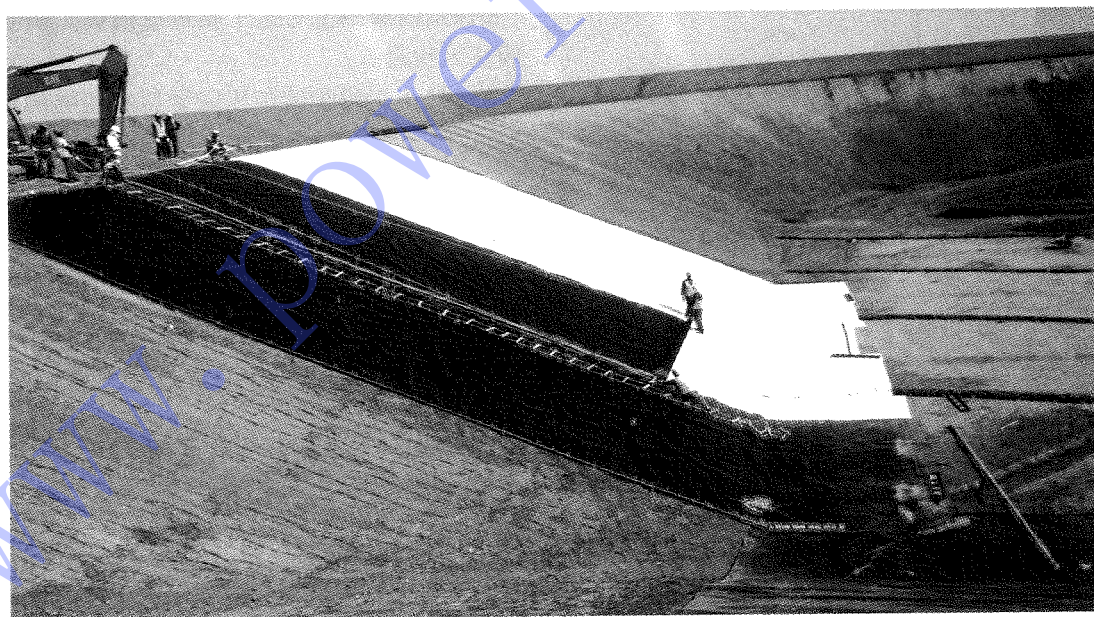


图3 土工膜施工现场图

## 4 土工布和土工膜修补采用的施工方法

### 4.1 土工布的修补方法

土工布铺设完成后进行质量检查,对不合格的土工布部位及接缝处进行修补。如修补后仍达不到满意的效果时,应将其整体移除并使用新材料进行更换。

土工布的损坏修补应满足以下技术要求:

(1)必须检查全部的土工布片和缝,对于有缺陷的土工布片和接缝必须在土工布上清楚标出并作修补;

(2)必须通过铺设和热连接土工布小片来修补磨损的土工布,土工布小片要比缺陷的周边最

少长 200 mm。必须严格控制热连接,以保证土工布补片和土工布紧密结合并对土工布没有损害;

(3)每天铺设结束前,对当天所有铺设的土工布表面进行目测以确定所有损坏的地方都已作上标记并完成修补,确定铺设表面无可能造成损坏的外来物质,如针状物、石块等;

(4)对于用来补洞或补裂缝的补丁材料应和原土工布一致;

(5)补丁应延伸到受损土工布范围外至少 20 cm;

(6)施工人员所穿工作鞋及所用施工机具不能损伤土工布,施工人员不得在已铺设完成的土工布上做可能伤害土工布的行为,如抽烟或用尖锐工具戳土工布等。

#### 4.2 土工膜的修补方法

##### 4.2.1 修补规程

应对未通过损伤试验或无损试验的任何不合格土工膜或焊缝进行修补。如果损伤处不能取得满意的修补效果,应将损伤的土工膜移除,或使用可接受的土工膜材料进行更换。对于不合格的焊缝应将其移除并使用新材料进行更换。

修补方法应符合制造商的修补规程并应在开始修补前将修补方法提交工程师批准。

##### 4.2.2 土工膜的修补方法

(1)打补丁:用来修补大型孔洞、撕裂、针孔、未分散原材料以及异物污染。每个补丁应至少比缺陷的各边长出 150 mm。

(2)点焊:用来修补小型表面刮痕或其它较小的局部瑕疵或土工膜厚度减少的地方。

(3)加盖:使用长条土工膜修补较长的不合格焊缝。

##### 4.2.3 土工膜修补的具体要求

(1)所有土工膜表面均应干净、无颗粒物,并应在进行修补时保持干燥。

(2)对使用挤出焊缝焊接的聚乙烯土工膜表面进行轻轻擦拭,确保其表面清洁。

(3)如采用挤压焊接,补丁或盖材应至少比缺陷的各边长出 150 mm;如采用热楔式焊接,补丁或盖材应至少比缺陷的各边长出 100 mm。

(4)补丁的各角均应为圆角,圆的半径应大于 75 mm。

(5)破坏性检查孔修复后,再进行非破坏性检验,对检查结果、检查位置、检查方法作好记录,直到再次检查合格为止。

#### 5 结 语

土工布具有重量轻、特性稳定、施工中受环境因素影响小等优点,施工中可大面积连续铺设。

由于当地气温高、风沙大,而土工膜的铺设对环境因素的要求比较高,焊接时空气温度不能超过 25℃。为保证土工膜的焊接质量,施工前要制定出严格的施工计划,将土工膜的铺设与焊接安排在夜晚或早晨 9:00 以前施工,以避开高温炎热天气。每次铺设前,都要按计划做好土工膜的裁剪备料及相关的准备工作,合理安排施工工序,以确保土工膜的铺设与焊接能够有序、连续地开展。

##### 作者简介:

李超(1986-),男,河南鹤壁人,工程师,学士,从事水电工程建设施工技术与管理工

张长万(1965-),男,四川大竹人,副总经理,高级工程师,从事国际工程施工技术与管理工作;

侯云强(1985-),男,辽宁大连人,工程师,学士,从事水电工程建设施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)

(上接第 79 页)

形观测,预防围岩应力调整后的二次掉块。

#### 6 结 语

白鹤滩水电站左岸导流隧洞工程洞室规模大,地质条件复杂,施工工期极为紧张。通过对不同不良地质危害特性进行充分研究,有针对性地制定开挖支护相互跟进和穿插程序,从而有效地加快了工程进度,创造了洞室开挖单月强度记录,取得了一定的经济效益和社会效益,可为同类工程施工提供借鉴。

##### 参考文献:

[1] 水力发电工程地质勘察规范,GB50827-2006[S].

##### 作者简介:

吴越建(1966-),男,四川射洪人,副总经理兼白鹤滩施工局局长,高级工程师,学士,从事水利水电工程项目管理工作;

韩进奇(1978-),男,湖北应城人,白鹤滩施工局总工程师,高级工程师,一级建造师,从事水电工程施工技术与管理工作;

杨帆(1985-),男,四川彭州人,白鹤滩施工局技术部副主任,工程师,学士,从事水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)