

ICS 27.140

P 59

备案号: J2312—2017

**DL**

中华人民共和国电力行业标准

**P**

**DL / T 5743 — 2016**

---

# 水电水利工程土工合成材料施工规范

Construction specification of the geosynthetics for  
hydropower and water conservancy project

**2016-12-05 发布**

**2017-05-01 实施**

---

国家能源局 发布

中华人民共和国电力行业标准

# 水电水利工程土工合成材料施工规范

Construction specification of the geosynthetics for  
hydropower and water conservancy project

**DL / T 5743 — 2016**

主编机构：中国电力企业联合会

批准部门：国 家 能 源 局

施行日期：2016 年 5 月 1 日

国家能源局

公 告

2016 年 第 9 号

依据《国家能源局关于印发〈能源领域行业标准化管理办法（试行）〉及实施细则的通知》（国能局科技〔2009〕52号）有关规定，经审查，国家能源局批准《煤层气集输设计规范》等 373 项行业标准，其中能源标准（NB）66 项、能源/石化标准（NB/SH）29 项、电力标准（DL）111 项、石油标准（SY）167 项，现予以发布。

上述标准中煤层气、生物液体燃料、电力、电器装备领域标准由中国电力出版社出版发行，煤制燃料领域标准由化学工业出版社出版发行，煤炭领域标准由煤炭工业出版社出版发行，石油天然气领域标准由石油工业出版社出版发行，石化领域标准由中国石化出版社出版发行，锅炉压力容器标准由新华出版社出版发行。

附件：行业标准目录

国家能源局

2016 年 12 月 5 日

## DL / T 5743 — 2016

附件：

行 业 标 准 目 录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	批准日期	实施日期
...						
173	DL/T 5743— 2016	水电水利工程 土工合成材料 施工规范			2016-12-5	2017-5-1
...						

## 前 言

本规范根据《国家能源局关于下达 2011 年第二批能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技〔2011〕252 号）要求制定。

本规范编制过程中进行了深入调查研究，认真总结了工程实践经验，并广泛征求了有关方面的意见。主要内容包括材料、土工合成材料施工、质量检查。

本规范由中国电力企业联合会提出。

本规范由电力行业水电施工标准化技术委员会归口。

本规范主要编写单位：中国葛洲坝集团股份有限公司

中国葛洲坝集团第二工程有限公司

本规范主要起草人员：戈文武 胡必强 朱志坚 吴琴凤  
陈 刚 龚前良 张全彪 向旭辉  
刘姬龙 王 英 陈春雷 龙 胜  
冯建江 谢晓龙 李文清

本规范主要审查人员：吴国如 杨成文 许松林 汪 毅  
周厚贵 宗敦峰 梅锦煜 孙志禹  
郭光文 吴义航 郑 平 楚跃先  
康明华 余 英 陈 宏 孙来成  
郑桂斌 蔡启光 杨溪滨 牛宏力  
吴高见 向 建 陈 茂 和孙文  
朱明星 吕芝林

本规范在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

## 目 次

1 总则 .....	1
2 术语和符号 .....	2
2.1 术语 .....	2
2.2 符号 .....	3
3 材料 .....	4
4 土工合成材料施工 .....	5
4.1 一般规定 .....	5
4.2 反滤、排水 .....	5
4.3 防渗 .....	6
4.4 加筋与固坡 .....	9
4.5 护岸和防冲 .....	11
5 质量检查 .....	14
本规范用词说明 .....	19
附：条文说明 .....	21

## Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms and Symbols .....	2
2.1	Terms .....	2
2.2	Symbols .....	3
3	Material .....	4
4	Construction .....	5
4.1	General Provisions .....	5
4.2	Filtration and Drainage .....	5
4.3	Impervious Treatment with Geosynthetics .....	6
4.4	Reinforcement and Slope Protection with Geosynthetics .....	9
4.5	Bank Protection .....	11
5	Quality Control and Inspection .....	14
	Explanation of Wording in this Code .....	19
	Addition: Explanation of Provisions .....	21





## 1 总 则

- 1.0.1** 为了规范水电水利工程土工合成材料的施工,制定本规范。
- 1.0.2** 本规范适用于水电水利工程土工合成材料的施工。
- 1.0.3** 在土工合成材料施工前,应对施工人员进行培训。
- 1.0.4** 水电水利工程土工合成材料施工,除应符合本规范规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

#### 2.1.1 土工合成材料 geosynthetics; GSY

在土木工程中与土壤和（或）其他材料相接触使用的一种产品的总称，其至少由一种合成或天然的聚合物组成，可以是片状、条状或三维结构。

#### 2.1.2 土工复合材料 geocomposite; GCO

由两种或两种以上材料组合而成的土工材料，其中至少有一种是土工合成材料。如土工膜与土工织物经加热滚压而成为各种复合土工膜。

#### 2.1.3 土工膜 geomembrane; GBR

由聚合物或沥青制成的一种相对不透水薄膜。用于土木工程中，减少或防止液体透过建筑结构体的一种低渗透性的土工合成材料。在工程应用中主要以复合土工膜为主，即以土工膜和土工布采取两布一膜或者三布两膜等形式进行复合而成。

#### 2.1.4 土工布 geotextile; GTX

在土木工程中与土壤和（或）其他材料相接触使用的一种平面状、可渗透的、由聚合物（天然或合成）组成的纺织材料，可以是机织的、针织的或非织造的。

#### 2.1.5 土工格栅 geogrid; GGR

整体由抗拉材料联结构成，呈规则孔状的一种平面聚合物结构体，可以是挤压、黏合或交织而成，其网孔大于实体。

#### 2.1.6 软体排 flexible mattress

利用土工合成材料缝接成一定尺寸的排布，在排布上加铰链

接混凝土预制板块（或沙袋等）作为压重而形成的一种防冲结构，是土工合成材料在江河岸坡、丁坝护底（护脚）中常用的一种结构。

### 2.1.7 透水率 permeability

在层流流动状态下，单位水头压差下垂直通过产品单位面积的水和其他液体的体积流量，单位为  $\text{s}^{-1}$ 。

### 2.1.8 垂直渗透系数 coefficient of vertical permeability

垂直于土工合成材料平面方向上的渗透系数，单位为  $\text{m/s}$ 。

### 2.1.9 等效孔径 equivalent opening size; EOS

土工合成材料的最大表观孔径。

## 2.2 符 号

$A$ 、 $a$ ——面积，单位为  $\text{m}^2$ 。

$d$ ——厚度，单位为  $\text{mm}$ 。

$b$ ——宽度，单位为  $\text{mm}$ 。

$l$ ——长度，单位为  $\text{mm}$ 。

$\rho_A$ ——单位面积质量，单位为  $\text{g/m}^2$ 。

$O_e$ ——等效孔径（当  $e$  为 90% 时，以  $O_{90}$  表示），单位为  $\mu\text{m}$ 。

$T$ ——抗拉强度，单位为  $\text{kN/m}$ 。

$T_a$ ——容许抗拉强度，单位为  $\text{kN/m}$ 。

$T_r$ ——撕裂强度，单位为  $\text{kN/m}$ 。

$k$ ——渗透系数，单位为  $\text{cm/s}$ 。

$f_{s,\text{GSY}}$ ——土工合成材料与土体之间的摩擦系数。

### 3 材 料

**3.1.1** 土工合成材料可选用聚丙烯（PP）、聚乙烯（PE）、聚酯（PET）、聚酰胺（PA）、高密度聚乙烯（HDPE）和聚氯乙烯（PVC）等材料制作的产品。

**3.1.2** 土工合成材料性能的检测内容应根据材料的使用功能和设计要求确定，主要检测以下内容：

1 物理性能：厚度、单位面积质量、等效孔径等。

2 力学性能：抗拉强度、撕裂强度、顶破强度、材料与介质相互作用的摩擦系数等。

3 水力学性能：垂直渗透系数或透水率、平面渗透系数或导水率、淤堵性等。

4 耐久性：抗老化、抗化学腐蚀、温度稳定性等。

**3.1.3** 土工合成材料进场时，应具有厂家出厂检验报告、产品质量合格证。

**3.1.4** 土工合成材料进场时，外观检查应无污渍、破损。材料的数量、质量符合要求。

**3.1.5** 土工合成材料进场应逐批抽样检验，同厂家同一批号的土工合成材料进场时，抽样率不小于 1%。

**3.1.6** 取样时，同一批次全部试验的试样可在同一样品中截取，卷装材料的头两层不应取做样品。

**3.1.7** 土工合成材料应平放运输、远离火源和酸碱等腐蚀性介质，露天堆放时应采取遮盖措施。

## 4 土工合成材料施工

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 施工前应制定铺设规划，土工合成材料应按铺设规划方案裁剪和拼接，不得被污染和损伤。

**4.1.2** 土工合成材料铺设前，应清除尖棱硬物，平整铺设面并验收合格。

**4.1.3** 施工人员应穿软底鞋，施工区域不得使用明火。

**4.1.4** 土工合成材料应随铺随填，或采取保护措施，并避免长期受阳光直接照射。

### 4.2 反滤、排水

**4.2.1** 土工合成材料铺设应符合以下要求：

- 1 铺设应平顺，松紧适度。
- 2 土工合成材料有损坏，应修补或更换。
- 3 相邻块拼接可用缝接或搭接，宜缝接。
- 4 土工合成材料在工作期间可能发生较大位移时，应采用缝接。接缝形式见图 4.2.1。

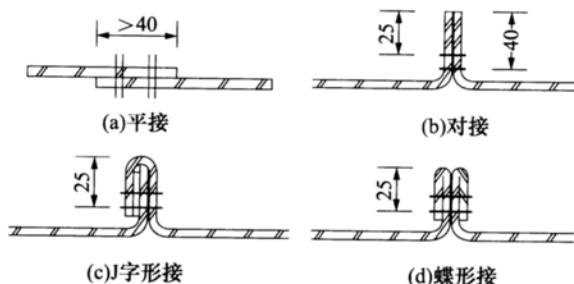


图 4.2.1 接缝形式 (单位: mm)

**5** 搭接宽度应符合设计要求，设计无要求时，平地搭接宽度应不小于 30cm，不平地面或软土地基应不小于 50cm，水下铺设应适当加宽。

**6** 有往复水流或动力荷载作用时，应在土工合成材料下铺 5cm~10cm 厚砂层，接头应缝接。

**7** 流水中铺设时，搭接处上游块应盖在下游块之上。

**8** 坡面铺设宜自下而上进行。

**9** 坡顶、坡趾处可采用锚固沟等方法固定牢靠，并符合设计要求。

**10** 与岸坡、结构物连接应可靠，不得留空隙。

**4.2.2** 回填时，不应破坏土工合成材料，施工机械不应直接接触土工合成材料。土工合成材料上部至少有 30cm 厚的回填料垫层，方允许轻碾压实。不应使用重型机械或振动碾压实。

### **4.3 防 渗**

**4.3.1** （复合）土工膜布设可采用平直坡形、锯齿形、折波形等形式，各种布设形式见图 4.3.1。

**4.3.2** 雨雪天气、气温低于 0℃、风力大于 4 级时，不宜进行土工膜拼接施工，必须施工时应采取防护、保温措施。

**4.3.3** 防渗（复合）土工膜与支持材料或垫层料接触面应力求平整，铺设前应易刺破（复合）土工膜的尖锐物清除，以免土工膜被刺破丧失防渗作用。

**4.3.4** 铺设（复合）土工膜宜力求平顺，预留 1%~1.5%的余度，以免受拉破坏。

**4.3.5** 防渗（复合）土工膜施工时，应尽量减少接头。（复合）土工膜单幅宽度不宜太小，一般应大于 4m。

**4.3.6** （复合）土工膜与地基、岸坡、周边构筑物的连接应符合设计要求。主要的连接方式见图 4.3.6。

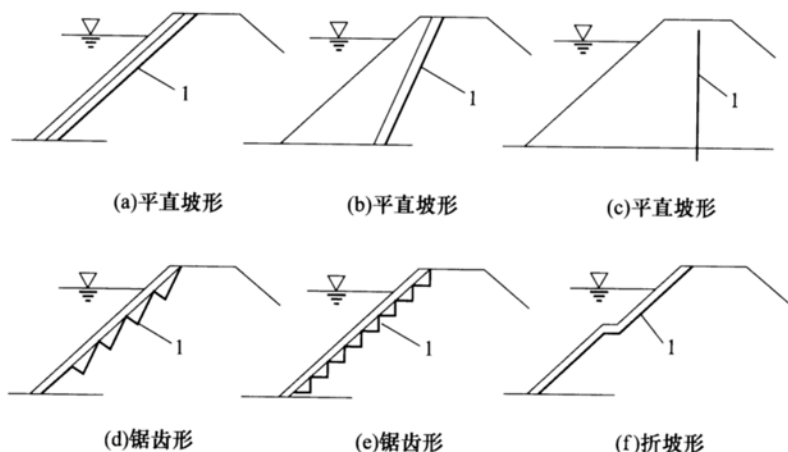


图 4.3.1 （复合）土工膜铺设形式

1—（复合）土工膜

#### 4.3.7 （复合）土工膜拼接应满足以下要求：

1 拼接前根据不同季节、温度，宜在现场进行土工膜拼接试验，以获得满足质量要求的焊接温度、行走速度等施工参数，用于指导现场施工。

2 土工膜表面应保持清洁、干燥，土工膜焊缝搭接面不得有污垢、砂土、积水（包括露水）等影响焊接质量的杂质存在。

3 相邻幅（复合）土工膜接头应错开 150cm 以上。

4 拼接缝应对正、搭齐。

5 复合土工膜应按布、膜分别对应连接，土工膜宜采用热熔焊法连接，土工布宜采用缝接法连接。

1) 土工布应采用直径不小于 1.0mm 的高强涤纶丝线或尼龙线，用手提式缝合机缝合，缝合针脚不大于 8mm。

2) 土工膜的热熔焊接，宜采用专用焊机双道缝焊接，单道焊缝宽度不应小于 1cm。焊接时应根据气温、材料性能随时调整控制焊机的工作温度和速度，搭接宽度

不小于 10cm。无法采用焊机焊接的部位，可用热风塑料焊枪或电烙铁焊接。土工膜焊接施工完毕后，应及时检测焊接质量。

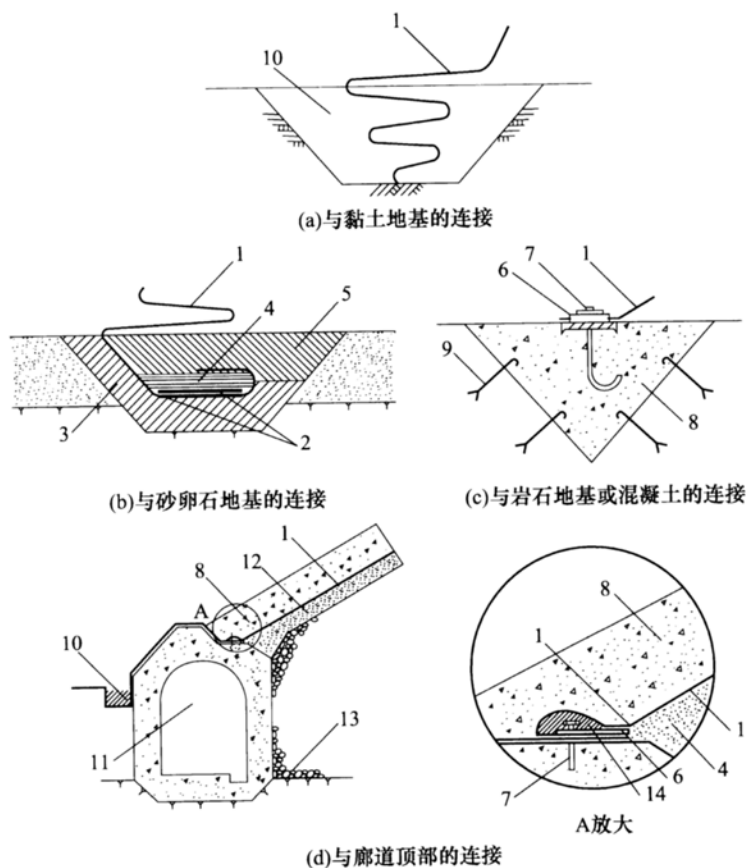


图 4.3.6 (复合)土工膜与地基等的连接

1—(复合)土工膜；2—压板；3—I期混凝土；4—II期混凝土；5—III期混凝土；

6—橡胶垫片；7—锚栓；8—混凝土；9—锚筋；10—回填黏土；11—廊道；

12—过渡层；13—堆石料；14—高密度聚乙烯



**4.3.8** 土工合成材料防渗墙伸缩节应符合设计要求。

**4.3.9** (复合)土工膜施工完毕后,应检查验收,并及时覆盖。覆盖材料符合设计要求,覆盖施工应防止损伤(复合)土工膜。

## 4.4 加筋与固坡

**4.4.1** 软土地基加筋用土工合成材料施工应满足以下要求:

1 软土地基加筋施工方法应根据堤坝或填土的几何尺寸、填土和地基的性质、地质条件、筋材的类型、荷载等确定。

2 筋材铺设前,宜根据现场需要铺一层 10cm~15cm 厚的垫层。

3 筋材铺设要求如下:

1) 宜采用宽幅筋材,并使其强度大的方向垂直于堤坝轴线方向。

2) 铺设时拉紧筋材,不应有褶皱。土工格栅宜采用扣件连接,土工布宜采用缝接。

3) 筋材应固定于地面,不得移位。

4) 填土前应检查筋材有无破损、移位、漏连等。

5) 筋材铺设后,应及时覆盖。

4 应采用进占法填土,卸土高度不应大于 1m,填土顺序宜先中间后两侧。承载力较小时可从两边往中间填。机械车辙深不应大于 7cm。回填覆盖时可用平碾或气胎碾,但勿过压。

**4.4.2** 土坡加筋用土工合成材料施工应满足以下要求:

1 筋材铺设时,筋材强度大的方向应垂直于坡面。顺坡长方向的搭接宽度应大于 30cm。筋材连接牢固,固定可靠。

2 应采用进占法铺土,施工机械不得直接在筋材上行走;近坡面处用轻型压实机械压实。

3 包裹式坡面,可按图 4.4.2 施工。筋材包回长度应符合设计要求,设计无要求时,不宜小于 1.2m。坡面宜采用堆土袋、模板等支撑。

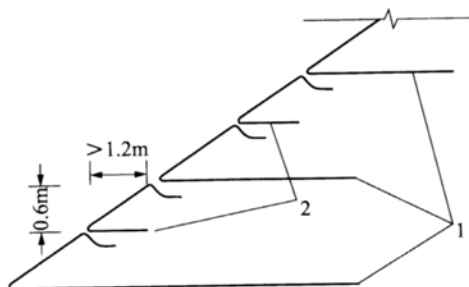


图 4.4.2 筋材包裹形式

1—主筋材；2—辅筋材

4 坡顶应设排水系统，将地表水引流至坡外。

4.4.3 土挡墙加筋用土工合成材料施工应满足以下要求：

1 加筋材料强度高的方向（主强度方向）应垂直于墙面。  
 2 筋材下料应做详细规划，主强度方向不宜设置接头，无法避免时，应采用可靠连接方法。

3 加筋材料应铺放平整，不得与硬质棱角填料直接接触。刚性筋土挡墙铺设方式见图 4.4.3 (a)；柔性筋土挡墙用土工合成材料作为加筋材料，铺设方式见图 4.4.3 (b)。

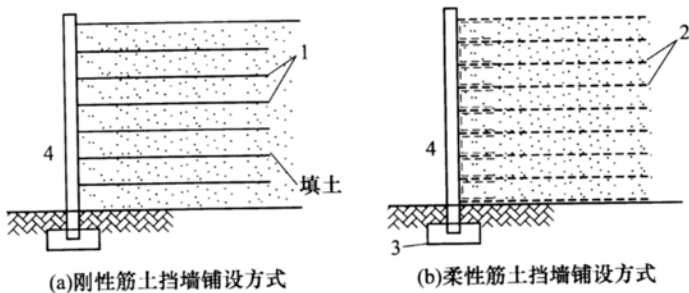


图 4.4.3 加筋土挡墙的基本形式

1—筋材；2—土工合成材料；3—基础；4—面板

4 筋材尾部应采用适当方法固定。

5 筋材与墙面的连接方式应符合设计要求。

#### 4.4.4 加筋土挡墙墙体填土要求如下：

1 回填土铺在筋材上，逐层压实，压实厚度按设计要求或压实试验确定。填土压实度应满足设计要求。铺土与压实时，不应使筋材卷褶或位移。

2 筋材上铺土厚度至少 30cm 以上时，方可使用机械压实。靠近墙面约 60cm 范围内的填土宜采用小型压实机具压实。

### 4.5 护岸和防冲

#### 4.5.1 土工模袋护坡施工应满足以下要求：

1 土工模袋护坡面满足设计要求。

2 模袋布不应有破损、断纱等缺陷，制作应符合设计要求，宜设置多个充灌口。

3 模袋展铺后，应在坡肩处设挂袋桩，将模袋挂在桩上，并按设计要求采取抗滑稳定措施。

4 模袋填混凝土的坍落度应根据现场情况确定，宜大于 16cm。

5 在混凝土初凝前应及时按设计要求设置坡面排水孔。

6 水深超过 1.5m 的水下施工，应由潜水员配合控制水下充灌和铺设质量。

#### 4.5.2 软体排施工应符合下列要求：

1 清理、整平软体排铺设面至设计要求。

2 排体制作时，应将织物按规定尺寸裁剪好，拼成大片。接缝不宜垂直于最大荷载方向，接缝强度不小于母材的 80%，排体在受荷时不应绽开或破裂。

3 排体定位准确，沉放范围符合设计要求。

#### 4.5.3 旱地沉排应符合下列要求：

1 进行现场试验，确定压载石块不致击伤排片的最大自由落高。任何情况下不允许大于 20cm 的石块从坡面下滚。

2 相邻两排片搭接约 50cm，上游片铺在下游片上。

3 排片铺设后应及时压载、覆盖。未经抗老化处理的排片原则上应随铺随压；经抗老化处理的排片，铺排后至压载的时间不应超过 72h。

4 块石压载和平整可用自卸卡车或人工。机械施工应避免机具直接在排体上运行。

5 岸坡上的排体应在坡顶锚固稳定。

#### 4.5.4 水下沉排应符合下列要求：

1 单片排排片可在旱地上或在退潮滩地上制作。双片排一般在专用船上制作。

2 长度方向上应留 1m~2m 余幅，供压载土枕。

3 排体上可先穿系预制压块。

4 用浮筒、运排船等将排片运至预定沉放位置，通过调整船的位置来控制排体位置。

5 软体排砂肋充盈率等指标应满足设计要求。

6 护底排与沉梁、尾梁等应连接牢固。

7 排体沉放时，宜依次抛土袋、石块压载至设计要求。

#### 4.5.5 植被防护网施工应满足以下要求：

1 植被防护网的品种、耐久性、可降解性、单位面积质量等指标应满足设计要求。

2 植被防护网铺设前，应将边坡上杂石碎物清理干净，低洼处宜回填平整，确保坡面平顺。

3 植被防护网铺设要求如下：

1) 将植被防护网沿坡面由上而（或向）下铺于坡面上，网与坡面之间应贴合紧密。

2) 坡顶植被防护网宜延伸 40cm~80cm，埋于土中并压实。

3) 接头宜采用搭接，搭接长度大于 2cm。

4) 植被防护网宜采用竹钉、木钉、塑料钉、钢钉等锚固。锚固钉的长度一般以钉入地面 15cm 为宜。

钉的密度根据土的类型现场试验确定，接头处宜加密一倍。

**4** 后植植被防护网铺设完毕后，及时播种覆盖。播种覆盖方式，根据坡度不同选择播喷、洒播等多种形式。应按设计要求全部覆盖住防护网。

## 5 质量检查

**5.1.1** 铺设场地的质量检验标准和方法应符合表 5.1.1 的规定。

**表 5.1.1 铺设场地的质量检验标准和方法**

项次	检验项目	质量标准	检验方法
1	铺设范围	符合设计要求	测量检查
2	铺设场地平整度	平顺、无起伏	目测
3	铺设场地的尖棱硬物	无尖棱硬物	目测

**5.1.2** 土工合成材料铺设质量检查项目包括：

- 1 铺设范围及铺放方法。
- 2 铺设平整度及松紧度。
- 3 土工合成材料与岸坡、混凝土等结构物的连接。
- 4 土工合成材料之间的接头。

**5.1.3** 土工合成材料铺设后质量检查项目包括：

- 1 土工合成材料与铺设面接触及土工合成材料之间的连接。
- 2 回填材料及回填方法。
- 3 回填厚度及压实度。

**5.1.4** 反滤、排水用土工合成材料铺设施工质量检验项目、标准、频次和方法应符合表 5.1.4 的规定。

**表 5.1.4 反滤、排水用土工合成材料铺设施工的质量检验项目、标准、频次和方法**

项次	检验项目	质量标准	检验频次	检验方法
1	土工合成材料铺设平整度	平顺、无起伏	100%检查	目测

续表 5.1.4

项次	检验项目		质量标准	检验频次	检验方法
2	土工合成材料接头处搭接宽度 (mm)	平接	>40	2%检查	钢尺测量
		对接	>40	2%检查	钢尺测量
		J 字接	>25	2%检查	钢尺测量
		蝶形接	>25	2%检查	钢尺测量
3	接头抗拉强度		不小于母材的 80%	每 1000m <sup>2</sup> 取一个试样	现场随机截取试样, 按照室内试验方式检测
4	搭接宽度 (mm)	一般地基	≥300	2%检查	钢尺测量
		软土地基	≥500	2%检查	钢尺测量
5	连接缝错开距离 (mm)		≥1500	逐层	钢尺测量
6	铺设后的完整性		无破损、无破洞	100%检查	目测
7	坡顶、坡趾土工合成材料锚固长度		符合设计要求	2%检查	钢尺测量

**5.1.5** 防渗用土工合成材料铺设施工的质量检验项目、标准、频次和方法应符合表 5.1.5 的规定。

**表 5.1.5 防渗用土工合成材料铺设施工的质量检验项目、标准、频次和方法**

项次	检验项目		质量标准	检验频次	检验方法
1	土工合成材料铺设平整度		平顺、无起伏	100%检查	目测
2	土工布接缝	搭接宽度 (mm)	>40	抽查 2%	钢尺测量
		缝合强度	拉伸强度不小于 80%母材强度	每 1000m <sup>2</sup> 取一个试样	现场随机截取试样, 按照室内试验方式检测
3	土工膜接缝	强度	拉伸强度不小于 80%母材强度	每 1000m <sup>2</sup> 取一个试样	
		外观	焊缝清晰、透明, 无夹渣、气泡、熔点或焊缝跑边等	每条焊缝	目测

续表 5.1.5

项次	检验项目		质量标准	检验频次	检验方法
3	土工膜接缝	双焊缝可靠性	密实可靠	每条焊缝	充气法、真空法检测
		单焊缝、T形结点可靠性	密实可靠	每条焊缝	真空法检测
		土工膜修补	补丁应大于土工膜受损范围 30cm	每个修补处	钢尺测量
4	连接缝错开距离		$\geq 150\text{cm}$ 或符合设计要求	逐层	钢尺测量
5	土工合成材料与岸坡、结构物连接	连接方式	符合设计要求	100%检查	目测
		连接的可靠性	符合设计要求	100%检查	目测
6	铺设后土工合成材料的完整性		无破损	100%检查	目测

**5.1.6** 加筋固坡用土工合成材料铺设施工的质量检查项目、标准、频次和方法应符合表 5.1.6 的规定。

**表 5.1.6 加筋固坡用土工合成材料铺设施工的质量检验项目、标准、频次和方法**

项次	检查项目		质量标准	检验频次	检验方法
1	土工合成材料铺设方向		主强度方向垂直于堤坝轴线	100%检查	目测
2	土工合成材料铺设平整度		平顺、无起伏	100%检查	目测
3	土工合成材料铺设后的完整性		无破损、移位、连接可靠	100%检查	目测
4	土工布缝接 (mm)	平接	$>40$	抽查 2%	钢尺测量
		对接	$>40$	抽查 2%	钢尺测量
		J 字接	$>25$	抽查 2%	钢尺测量
		蝶形接	$>25$	抽查 2%	钢尺测量



续表 5.1.6

项次	检查项目			质量标准	检验频次	检验方法
5	搭接 (mm)	软土地基	主方向	>1500	抽查 2%	钢尺测量
			相邻幅	>500	抽查 2%	钢尺测量
		土坡加筋	主方向	>1500	抽查 2%	钢尺测量
			相邻幅	>100	抽查 2%	钢尺测量
		土工格栅	主方向	>1500	抽查 2%	钢尺测量
			相邻幅	>100	抽查 2%	钢尺测量
6	土工格栅连接	扣件连接搭接宽度 (mm)	>150	抽查 2%	钢尺测量	
		扣件连接	无漏扣	抽查 2%	目测	
7	相邻层连接缝错开距离 (mm)			1000	抽查 2%	测量
8	软土地基加筋后填土方式			第一层填土方式符合要求	每层不少于 3 处	目测
9	土挡墙的筋材与墙面连接			连接牢固可靠	每层不少于 3 处	目测

**5.1.7** 土工模袋护坡施工的质量检验项目、标准、频次和方法应符合表 5.1.7 的规定。

表 5.1.7 土工模袋护坡施工的质量检验项目、标准、频次和方法

项次	检验项目	质量标准	检验频次	检验方法
1	坡面	平顺, 无带棱杂物, 符合设计要求	每 10m 一个测量断面或按设计要求	目测、测量
2	土工模袋外观	无破损, 尺寸、附件符合设计要求	每批不少于 3 个	目测、钢尺测量
3	土工模袋挂袋桩	间距符合设计要求, 牢固可靠	逐桩检查	目测、钢尺测量

**5.1.8** 软体排施工的质量检验项目、标准、频次和方法应符合表 5.1.8 的规定。

表 5.1.8 软体排施工的质量检验项目、标准、频次和方法

项次	检验项目		质量标准	检验频次	检验方法
1	排体		排体尺寸、附件设置符合设计要求，外观无破损	每片排体一次	目测、钢尺测量
2	排体覆盖	水上	满足设计要求	1000m <sup>2</sup> 一次	测量
3		水下	超出设计范围不小于100cm	1000m <sup>2</sup> 一次	设浮标测量，潜水员探摸
4	相邻两排片搭接	水上	上游片铺在下游片上，排片搭接大于50cm	每条一次	目测、测量
5		水下	无空隙	1000m <sup>2</sup> 一次	潜水员探摸
6	软体排充盈度		≥80%	每片排体一次	目测
7	软体排压载	水上	压载厚度满足设计要求，均匀、无堆积	1000m <sup>2</sup> 一次	目测、测量
		水下	压载厚度满足设计要求，均匀、无堆积	1000m <sup>2</sup> 一次	潜水员探摸

## 本规范用词说明

1 为了便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面用词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行时,写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。



中华人民共和国电力行业标准

水电水利工程土工合成材料施工规范

**DL / T 5743 — 2016**

条 文 说 明

目 次

3 材料 .....23

4 土工合成材料施工 .....24

    4.1 一般规定 .....24

    4.2 反滤、排水 .....24

    4.3 防渗 .....25

    4.4 加筋与固坡 .....26

    4.5 护岸和防冲 .....26

5 质量检查 .....30

### 3 材 料

**3.1.1** 土工合成材料包括土工织物、土工膜、土工复合材料和土工特种材料四大类，见图 3-1。

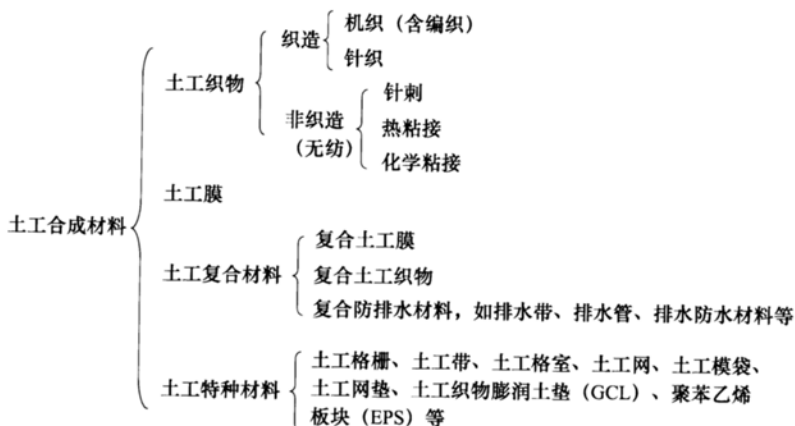


图 3-1 土工合成材料分类图

**3.1.2** 所列土工合成材料的性能指标，应根据设计要求和工程需要（主要考虑使用功能和使用环境）选择测试。选择的测试项目、测试方法应符合有关国家标准。

**3.1.3** 材料进场时应标明产品名称、制造厂名称、产品型号、批号、单元（卷）重量、单元（卷）尺寸、单位面积质量等，并注明产品质量合格。定型产品应附有使用说明书和注意事项等。

**3.1.6** 取样样品应注明下列内容：商标、生产商、供应商；型号；取样日期；卷装长度方向；当样品两面有显著差异时，应在样品上标记卷装材料的正面或反面。

## 4 土工合成材料施工

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 施工时减少土工合成材料接头，有利于保证质量并节省材料，土工合成材料幅面越大越好。但从施工方便角度来考虑，幅面小一些，更方便现场施工。因此，施工前应综合考虑以上两方面因素，结合现场条件，合理规划。

### 4.2 反滤、排水

**4.2.1** 土工织物铺设应符合以下要求：

**6** 有往复水流时，土工合成材料后面的土料不易形成天然滤层，需要铺薄砂层予以改善。

**7** 流水中铺设时，为防止流水冲翻下游块土工合成材料，要求搭接处上游块应盖在下游块之上。

**9** 坡顶和坡趾应将土工合成材料埋入锚固沟，沟深应不小于30cm，如图4-1所示；在河岸坡趾处，为了防冲，应将土工合成材料延长回折，做成压枕，如图4-2所示，压枕应达冲刷线以下。

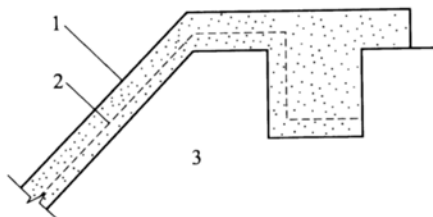


图4-1 坡顶埋固

1—保护层；2—土工合成材料；3—土坡



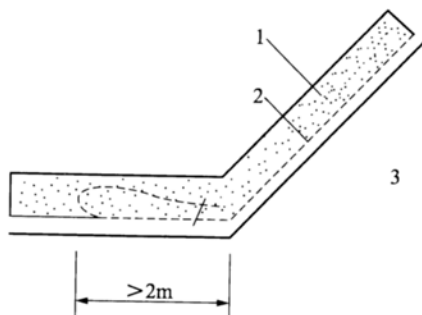


图 4-2 坡趾防冲结构

1—保护层；2—土工合成材料；3—土坡

### 4.3 防 渗

**4.3.1** （复合）土工膜防渗做防渗结构的形式及布设方式由设计确定。

**4.3.2** 在雨雪天气、风力大于 4 级、气温低于 0℃的气候条件下，土工膜热熔焊接质量难以保证。有些工程由于工期需要确需施工，应采取遮挡保温措施。

**4.3.6** 土工膜封闭体系的具体结构可根据地基土质条件和结构物类型分别采用以下形式。

图 4.3.6 (a) 所示为土质地基与土工合成材料的连接形式。土工合成材料直接埋入锚固槽，填土应预夯实，槽深 2m，宽 4m。

图 4.3.6 (b) 所示为砂卵石地基与土工合成材料的连接形式。应清除砂卵石，直达不透水层。浇混凝土底座，埋入土工合成材料。底座宽对新鲜和微风化基岩，应为水头的 1/20~1/10。底座宽对半风化和全风化岩应为水头的 1/10~1/5，所有裂缝要填实。当砂卵石太厚，不能开挖至不透水层，可将土工合成材料向上游延伸一段，形成水平铺盖，要求长度应通过计算确定，见《碾压式土石坝设计规范》DL/T 5395。土工合成材料下应设排水、排气措施。

图 4.3.6 (c) 所示为岩石地基与土工合成材料的连接形式。

图 4.3.6 (d) 所示为结构物与土工合成材料的连接形式。如与输水管、溢洪道、混凝土、廊道连接，应符合的原则：相邻材料的弹性模量不能差别过大；平顺过渡；充分考虑结构物可能产生较大位移。

#### 4.3.7 (复合) 土工膜拼接应满足以下要求：

3 参照仁宗海水库大坝复合土工膜施工技术要求规定，土工膜相邻两幅接头应错开 150cm 以上。

5 土工膜拼接常用专用焊接机具，若无专用机具时可用条文列举的焊接手段。土工膜拼接法中，还有黏结法施工。

### 4.4 加筋与固坡

#### 4.4.1 软土地基加筋用土工合成材料施工应满足以下要求：

2 场地平整、铺设 10cm~15cm 的砂垫层主要是为了保证基底完整和连续性、均化筋材与地面间的应力分布。

3 筋材铺设要求如下：

2) 铺设筋材时，往往要给予预拉，使效果更好。采用扣件连接时宜优选穿扣。

4 研究表明，土工合成材料在有侧限压力下的抗拉强度远超过无侧限压力的抗拉强度。故在软土地基加筋施工时，填土宜按 U 形前进，以充分发挥筋材的作用。

#### 4.4.2 土坡加筋用土工合成材料施工应满足以下要求：

1 织造土工布强度大的方向通常是指径线方向，土工格栅强度大的方向通常是指双筋带（或宽筋）方向，若难以辨别，应由试验确定。

3 对平整度、美观性较高的坡面，推荐采用堆土袋支撑。

### 4.5 护岸和防冲

#### 4.5.1 土工模袋护坡施工应满足以下要求：

### 3 土工模袋抗滑措施常见图例如图 4-3 所示。

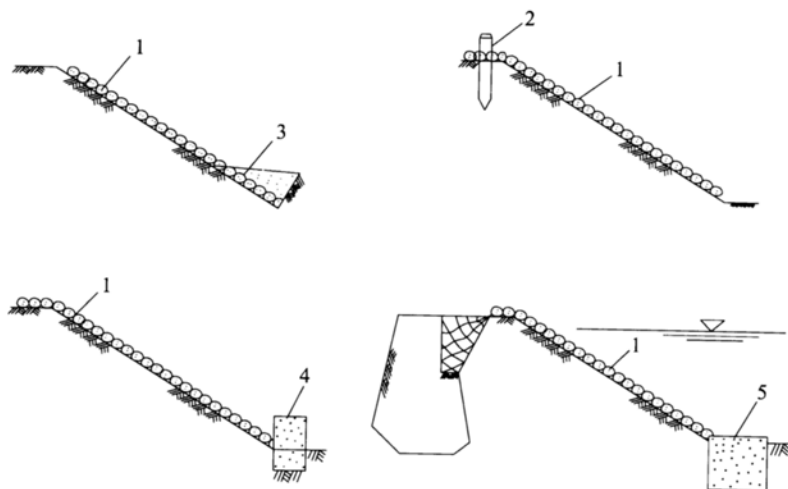


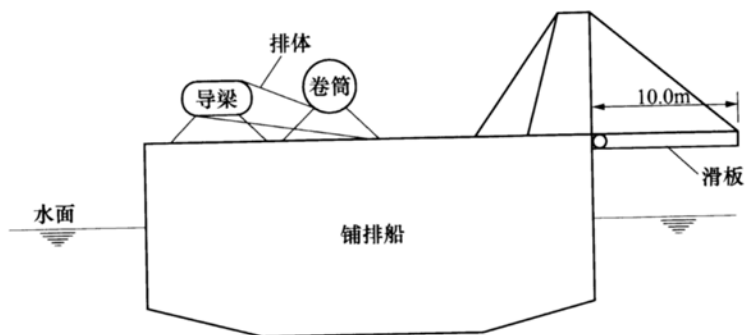
图 4-3 土工模袋抗滑措施常见图例

1—模袋；2—固定桩；3—回填；4—混凝土块；5—底坡趾埋入沟槽回填

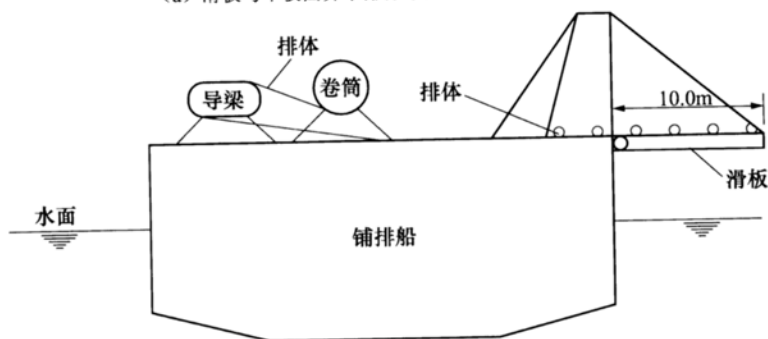
5 使用无过滤点模袋时，如果需要排出袋下渗水，则需在模袋充填 1h 后及时装设排水孔。

4.5.2 目前我国的水电水利工程中，沉排施工还没有规范的方法，应根据具体条件进行。软体排在湖、海围护和堤防等水利设施工程的防冲施工中应用相对较多，水电工程防冲应用较少。下面列举一个工程的软体排利用铺排船铺设施工工艺。

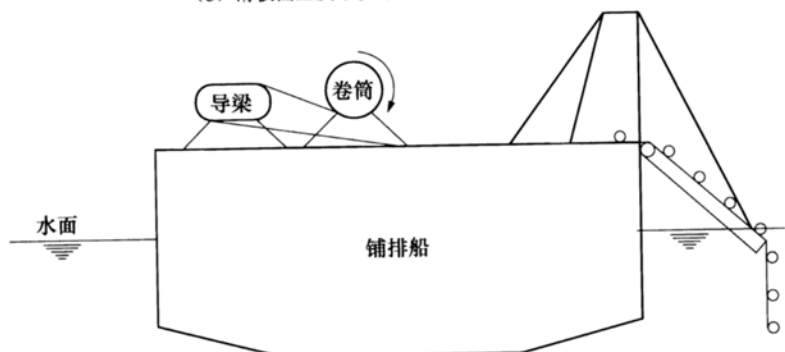
为了使软体排在受控状态下铺设下滑，并防止其扭曲，采用可俯仰变幅的沉排滑板将排体由专用铺排船上引入水中。合理调整滑板倾角和每一移船步距内甲板外缘成型砂肋的条数，始终保证滑板上的排重产生的下滑力能克服排体与甲板间的静摩擦力，使排体成型与移船铺设实现连续流水作业。该软体排铺设工艺如图 4-4 所示。



(a) 滑板与甲板面齐平排体布在甲板和滑板上展开

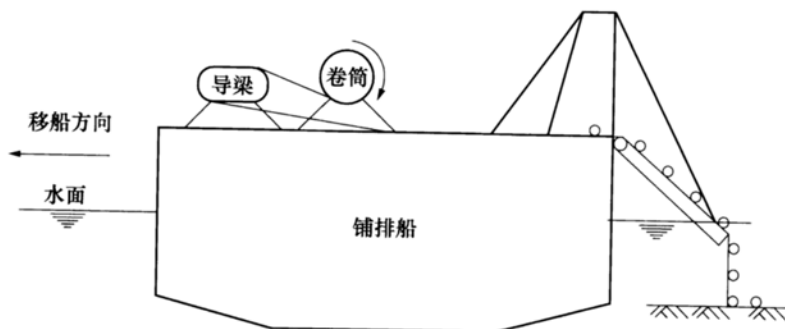


(b) 滑板面上及甲板外缘范围内压载砂助成型



(c) 滑板倾斜，松放卷筒，排体靠重力下滑入水

图 4-4 软体排铺设工艺 (一)



(d) 逐步在甲板外缘成型砂肋，分步退船，使排体铺设在河床面上

图 4-4 软体排铺设工艺 (二)

## 5 质量检查

**5.1.4** 反滤、排水用土工合成材料铺设施工的质量无法或不能用仪器检测的，采用目测法检验。

**5.1.5** 在仁宗海大坝复合土工膜铺设施工中，质量控制要点（或检测方式）如下：

1 防渗复合土工膜随取随用，当天施工中剩余的复合土工膜宜及时送回仓库保管或现场妥善保管。铺设中土工膜表面如有破损，可用热熔挤压焊机进行修补，也可用黏结法修补，修补范围应大于破损部位 30cm，修补后应检查。

2 防渗土工膜接缝宜采用双缝焊接，也可采用其他方式连接，但应经试验检验。无纺土工布缝合面不能保证膜、布联合受力的地方，应重新缝合无纺土工布，确保膜、布联合受力。若下层无纺土工布采用缝合法连接施工困难时，也可采用黏结法连接。黏结顺序为：第一遍涂黏合剂 3m~5m，间隔 6min~8min；第二遍涂黏合剂；对缝黏结；橡胶锤击打数次；人工挤压、抹平、去皱。

3 如要在雨天、4 级以上大风天和严寒天气下焊接防渗土工膜，应采取遮蔽措施。根据气温、材料性能和膜厚，随时调整和控制焊接工作温度、行走速度，焊机工作温度应为 180℃~200℃。出现虚焊、漏焊时，必须切开焊缝进行补焊，焊接造成土工膜烫伤、破损的，应修补并检查合格。

防渗土工膜也可采用黏结法连接，用与土工膜配套供应的黏合剂在连接面上加压即可。接缝时应无尘土、油脂和水分，接缝宽度应大于 10cm。

4 复合土工膜与地基、岸坡、周边构筑物的连接应符合设计

要求,连接的可靠性应检查,可采用目测法或拉拽法。

**5** 现场主要采用气压式检测仪(充气法)及真空式检测仪(抽气法)进行检测。

充气法检测土工膜焊缝:将焊缝之间的空腔两端封死,插入气针,充气至  $0.15\text{MPa}\sim 0.20\text{MPa}$  (视膜厚选择),静观  $1\text{min}$ ,观察压力表,如气压不下降,表明不漏,接缝合格,否则应进行修补。

真空法检测土工膜焊缝:检测时将待测部位刷净,涂肥皂水,放上吸盘,压紧,用真空泵抽真空至负压  $0.005\text{MPa}$ ,关闭气泵。静观约  $30\text{s}$ ,观察吸盘顶部透明罩内真空度有无下降,真空度下降就表示漏气,应补焊。

---