

团 体 标 准

T/STACAES 037—2024

危险废物刚性填埋场防渗系统工程技术规范

Technical specification for anti-seepage system engineering of hazardous waste
concrete landfill

(发布稿)

2024 - 03-08 发布

2024 - 03-15 实施

上海市市容环境卫生行业协会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 防渗系统工程设计要求	2
5 设备要求	2
5.1 施工设备	2
5.2 检测设备	2
5.3 运行与维护保养	2
6 防渗系统工程材料	3
6.1 高密度聚乙烯 (HDPE) 土工膜	3
6.2 无纺土工织物 (土工布)	4
6.3 土工滤网	5
6.4 高密度聚乙烯管材 (PE 管)	6
7 施工规范	7
7.1 施工前道工序要求	7
7.2 高密度聚乙烯 (HDPE) 土工膜施工	7
7.3 土工布施工	9
7.4 HDPE 管道施工	9
7.5 脚手架施工	10
7.6 锚固施工	11
8 工程质量验收	11
8.1 基本要求	11
8.2 HDPE 膜铺设	12
8.3 土工布和土工滤网铺设	12
8.4 HDPE 管	12
8.5 闭水试验	12
9 安全要求	12
9.1 基本要求	12
9.2 高空作业安全	12
9.3 有限空间作业安全	13
9.4 机械设备安全	13
9.5 材料安全	13
9.6 脚手架安全	13

9.7 用电安全.....	14
9.8 消防安全.....	14
9.9 环境安全.....	14
参考文献.....	15

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由上海环境工程技术有限公司提出。

本文件由上海市市容环境卫生行业协会归口。

本文件起草单位：上海环境工程技术有限公司、上海固体废弃物处置有限公司、上海老港废弃物处置有限公司。

本文件主要起草人：孙志霄、薛浩、陈跃卫、施瑾瑾、陈浩泉、卢青、张美兰、朱雪华、黄健、诸毅、成梦凡、杨晨、丁国富、唐坤坤。

首批承诺执行单位：上海环境工程技术有限公司、上海固体废弃物处置有限公司、上海老港废弃物处置有限公司、上海东北蔡市政建筑有限公司、赢一市政工程有限公司、上海泓澄建设工程有限公司、上海成晟集团有限公司、上海景铭建设发展有限公司、上海弘韬建设发展有限公司。

危险废物刚性填埋场防渗系统工程技术规范

1 范围

本文件规定了危险废物刚性填埋场防渗系统工程的常用设备、设计要求、工程材料、施工规范、质量验收、安全管理和环境保护的要求。

本文件适用于危险废物刚性填埋场防渗系统工程施工和管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 3091 低压流体输送用焊接钢管
- GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条
- GB/T 5118 热强钢焊条
- GB/T 5780 六角头螺栓 C级
- GB/T 5782 六角头螺栓
- GB/T 11352 一般工程用铸造碳铸件
- GB/T 13663.2 给水用聚乙烯（PE）管道系统 第2部分：管材
- GB/T 13793 直缝电焊钢管
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB 50108 地下工程防水技术规范
- GB/T 50209 建筑地面工程施工质量验收规范
- GB 50214 组合钢模板技术规范
- CJJ 113 生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范
- JGJ 33 建筑机械使用安全技术规程
- JGJ 130 建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

危险废物 hazardous waste

列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的固体废物。

[来源：GB 18598-2019, 3.1]

3.2

危险废物填埋场 hazardous waste landfill

处置危险废物的一种陆地处置设施，它由若干个处置单元和构筑物组成，主要包括接收与贮存设施、分析与鉴别系统、预处理设施、填埋处置设施（其中包括：防渗系统、渗滤液收集和导排系统）、封场覆盖系统、渗滤液和废水处理系统、环境监测系统、应急设施及其他公用工程和配套设施。

[来源：GB 18598-2019, 3.2]

3.3

刚性填埋场 concrete landfill

采用钢筋混凝土作为防渗阻隔结构的填埋处置设施。

[来源: GB 18598-2019, 3.5]

3.4

防渗系统 liner system

在填埋场场底和四周池壁上为构筑渗沥液防渗屏障所选用各种材料组成的体系。

3.5

防渗层 infiltration proof layer

在防渗系统中, 为构筑渗沥液防渗屏障所选用的各种材料的组合。

3.6

渗沥液收集导排层 leachate collection and removed layer

在防渗层上部, 用于收集和导排渗沥液的设施。

3.7

土工膜 geomembrane

以高分子聚合物为基础原料生产的防水阻隔型材料。

[来源: GB/T 17643-2011, 3.1]

3.8

高密度聚乙烯土工膜 high density polyethylene geomembrane

以中密度聚乙烯树脂 (PE-MD) 或高密度聚乙烯树脂 (PE-HD) 为原料生产的土工膜, 土工膜密度为 0.940g/cm³或以上。

[来源: GB/T 17643-2011, 3.4]

3.9

闭水试验 water obturation test

以水为介质的对已完成施工工程做的严密性试验。

4 防渗系统工程设计要求

4.1 刚性填埋场钢筋混凝土的设计应符合 GB 50010 的相关规定, 防水等级应符合 GB 50108 一级防水标准。

4.2 钢筋混凝土与废物接触的面上应覆有防渗、防腐材料。

4.3 钢筋混凝土抗压强度不应低于 25 N/mm², 厚度不应小于 35 cm。

4.4 应设计成若干独立对称的填埋单元, 每个填埋单元面积不应超过 50 m²且容积不应超过 250 m³。

4.5 填埋结构应设置雨棚, 隔绝雨水进入。

5 设备要求

5.1 施工设备

施工设备包括热楔式自动爬行塑料焊接机、手持式单轨挤出焊机、手持式热风焊枪和滚轮、塑料管道热熔对接焊机、承插式热熔焊机等。

5.2 检测设备

检测设备包括拉力试验机、高压电火花测漏仪、针孔测试仪、真空罩检测仪等。

5.3 运行与维护保养

5.3.1 设备运行应按照设计的工艺要求使用, 并应满足下列要求:

a) 建立设备台帐, 主要内容包括: 设备名称、规格、型号、主要部件、备件、易损件、开始使用时间、购置费用、维修时间及费用、更换时间、报废时间及费用等;

b) 实行运行记录制度;

- c) 实行设备使用率和完好率考核制度。
- 5.3.2 维护保养应满足下列要求：
- a) 制定设备维修保养制度；
- b) 作业设备每班作业后应及时按要求进行清洁保养。

6 防渗系统工程材料

6.1 高密度聚乙烯（HDPE）土工膜

6.1.1 基本要求

- 6.1.1.1 选用的高密度聚乙烯（HDPE）土工膜应符合 CJJ 113 的要求。
- 6.1.1.2 应对高密度聚乙烯（HDPE）土工膜膜下介质进行目视检测，确保平整性，没有遗留尖锐物质与材料。
- 6.1.1.3 应对高密度聚乙烯（HDPE）土工膜进行目视检测，确保没有质量瑕疵。
- 6.1.1.4 高密度聚乙烯（HDPE）土工膜焊接过程中，应满足 CJJ 113 相关技术要求。
- 6.1.1.5 在填埋区施工完毕后，应对高密度聚乙烯（HDPE）土工膜进行完整性检测。

6.1.2 规格尺寸与偏差

- 6.1.2.1 产品单卷长度应控制在 $40^{+0.4}_{-0.4}$ m 以内。
- 6.1.2.2 产品宽度尺寸应控制在 2000^{+30}_{-20} mm 以内。
- 6.1.2.3 填埋场底部防渗应选用 5000 mm 以上产品。
- 6.1.2.4 环保用高密度聚乙烯土工膜（GH-2 型）厚度及偏差应符合表 1 要求。

表1 环保用高密度聚乙烯土工膜（GH-2 型）厚度及偏差

项 目		指 标						
光面	公称厚度mm	0.75	1.0	1.25	1.5	2.0	2.5	3.0
	平均厚度mm	≥0.75	≥1.00	≥1.25	≥1.50	≥2.00	≥2.50	≥3.00
	厚度极限偏差%	-10						

注：表中没有列出的厚度规格及偏差按照内插法执行。

- 6.1.2.5 底部与侧壁防渗应选用厚度不小于 1.5 mm 的土工膜。

6.1.3 外观质量

高密度聚乙烯（HDPE）土工膜外观质量应符合表2的要求。

表2 高密度聚乙烯土工膜外观质量

序号	项目	要求
1	切口	平直，无明显锯齿现象
2	断头、裂纹、分层、穿孔修复点	不允许
3	水纹和机械划痕	不明显
4	晶点、僵块和杂质	0.6 mm~2.0 mm，每平方米限于10个以内。大于2.0 mm的不允许
5	气泡	不允许
6	糙面膜外观	均匀，不应有结块、缺损等现象

6.1.4 技术性能指标

光面HDPE土工膜技术性能指标应符合表3的要求。

表3 光面 HDPE 土工膜技术性能指标

序号	项目 厚度/mm	指 标						
		0.75	1.00	1.25	1.50	2.00	2.50	3.00
1	密度 (g/cm ³)	≥0.940						
2	拉伸屈服强度(纵、横向) (N/mm)	≥11	≥15	≥18	≥22	≥29	≥37	≥44
3	拉伸断裂强度(纵、横向) (N/mm)	≥20	≥27	≥33	≥40	≥53	≥67	≥80
4	屈服伸长率(纵、横向)%	≥12						
5	断裂伸长率(纵、横向)%	≥700						
6	直角撕裂负荷(纵、横向)/N	≥93	≥125	≥160	≥190	≥250	≥315	≥375
7	抗穿刺强度	≥240	≥320	≥400	≥480	≥640	≥800	≥960
8	拉伸负荷应力开裂(切口恒载拉伸法)h	-	≥300					
9	碳黑含量%	2.0~3.0						
10	碳黑分散性	10个数据中3级不多于1个,4级、5级不允许						
11 ^a	氧化诱导时间(OIT)/min	常压氧化诱导时间≥100						
		高压氧化诱导时间≥400						
12	85℃热老化(90 d后常压OIT保留率)%	≥55						
13 ^a	抗紫外线(紫外线照射1 600 h后OIT保留率)%	≥50						
注:表中没有列出厚度规格的技术性能指标要求按照内插法执行。								
^a 11, 13两项指标的常压OIT(保留率)和高压OIT(保留率)可任选其一测试。								

6.2 无纺土工织物(土工布)

6.2.1 基本要求

6.2.1.1 土工布用作 HDPE 土工膜保护材料时,规格不应小于 400 g/m²。

6.2.1.2 土工布用于渗沥液收集导排层的反滤材料时,规格不宜小于 200g/m²。

6.2.1.3 土工布应具有良好的抗老化和抗紫外线功能。

6.2.2 规格尺寸与偏差

土工布规格尺寸与偏差应符合表4的要求。

表4 土工布规格尺寸与偏差

项目	指 标						
规格/(g/m ²)	200	300	400	500	600	800	1000
短丝单位面积质量偏差/%	±6						
长丝单位面积质量偏差/%	±5						
厚度/mm	2.0	2.4	3.1	3.8	4.1	5.0	6.5
厚度偏差/mm	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.4	±0.5	±0.6
幅宽/m	≥4.0						
宽度偏差/%	±0.5						

6.2.3 外观质量

土工布外观质量应按表5的要求衡量。

表5 土工布外观质量

序号	合格	轻缺陷	重缺陷
1	布面均匀、无折痕	布面轻微不匀、轻微折痕	布面不匀、折痕严重
2	无杂物	有软质杂物,粗≤3 mm	有杂物,粗>3 mm

表5 土工布外观质量 (续)

序号	合格	轻缺陷	重缺陷
3	边缘无缺陷	≥300 cm时, 每50 cm有一处缺陷	300 cm内存在缺陷
4	无破损	≤0.5 cm的破损	>0.5 cm的破损和破洞

注: 破损以疵点最大长度计。

6.2.4 技术性能指标

土工布技术性能指标应符合表6和表7的要求。

表6 防渗、排水系统土工布主要技术性能指标要求

项目	断裂强度 kN/m	断裂伸长率 %	顶破强力 kN	等效孔径 O_{90}/mm	垂直渗透系数 cm/s	撕破强力 kN	人工气候老化 断裂强度 保留率 %	人工气候老化 断裂伸长 率保留率 %
规格 g/m ²	200	≥11.0	≥2.1	0.05~0.20	$K \times (10^{-1} \sim 10^{-3})$ $K=1.0 \sim 9.9$	≥0.28	≥70	≥70
	300	≥16.5	≥3.2			≥0.42		
	400	≥22.0	≥4.3			≥0.56		
	500	≥27.5	≥5.8			≥0.70		
	600	≥33.0	≥7.0			≥0.82		
	800	≥44.0	≥8.7			≥1.10		
	1000	≥55.0	≥9.4			≥1.25		

表7 覆盖土工布主要技术性能指标要求

项目	断裂强度 kN/m	断裂伸长率 %	顶破强力 kN	等效孔径 O_{90}/mm	垂直渗透系数 cm/s	撕破强力 kN	人工气候老化 断裂强度 保留率 %	人工气候老化 断裂伸长 率保留率 %
规格 g/m ²	200	≥6.5	≥0.9	0.05~0.20	$K \times (10^{-1} \sim 10^{-3})$ $K=1.0 \sim 9.9$	≥0.16	≥70	≥70
	300	≥9.5	≥1.5			≥0.24		
	400	≥12.5	≥2.1			≥0.33		
	500	≥16.0	≥2.7			≥0.42		
	600	≥19.0	≥3.2			≥0.46		
	800	≥25.0	≥4.0			≥0.60		

6.3 土工滤网

6.3.1 规格尺寸与偏差

土工滤网幅宽不宜小于3000 mm, 幅宽及偏差应符合表8的要求。

表8 土工滤网幅宽及偏差

项目	指标			
	幅宽/mm	3000	4000	5000
偏差/%	≥-0.5			

6.3.2 外观质量

6.3.2.1 土工滤网外观疵点分为轻缺陷和重缺陷。

6.3.2.2 土工滤网外观不应存在重缺陷,轻缺陷每 200 mm 不应超过 5 个。

6.3.2.3 外观疵点的评定应符合表 9 的规定。

表9 外观疵点评定指标

序号	疵点名称	轻缺陷	重缺陷	备注
1	断纱、缺纱	分散的, ≤2根	并列的, >2根	
2	杂物	软质, 粗 ≤5 mm	硬质; 软质, 粗 >5 mm	
3	边不良	≤3000 mm时, 每500 mm计一处	>3000 mm	
4	破损	≤0.5 cm	>0.5 cm; 破损	以疵点最大长度计
5	稀路	100 mm内少2根	100 mm内少3根	
6	其他	参照相似疵点评定		

6.3.3 技术性能指标

土工滤网技术性能指标应符合表10规定。

表10 土工滤网技术性能指标

序号	项目	指标	
		地下水、封场表面入渗水收集用土工滤网	渗沥液收集用土工滤网
1	断裂强度/(kN/m)	纵向	≥45
		横向	≥30
2	断裂伸长率/%	纵向	≥25
		横向	≥15
3	撕破强力/kN	纵向	≥0.6
		横向	≥0.4
4	刺破强力/kN	≥0.4	
5	顶破强力/kN	≥3.0	
6	等效孔径 O_{90} /mm	0.10~0.30	0.30~0.80
7	垂直渗透系数/(cm/s)	$K \times (10^{-1} \sim 10^{-3})$, 其中: $K=1.0 \sim 9.9$	
8	开孔率/%	4~8	8~12
9	单位面积质量/(g/m ²)	≥200	
10	抗紫外线性能	断裂强度保持率/%	≥70
		断裂伸长率保持率/%	≥70
11	抗酸碱性能	断裂强度保持率/%	≥70
		断裂伸长率保持率/%	≥70

6.4 高密度聚乙烯管材 (PE 管)

6.4.1 外观

- 6.4.1.1 PE管颜色应为黑色。
- 6.4.1.2 管材的内外表面应清洁、光滑、不应有气泡、明显的划伤、陷、杂质、颜色不均等缺陷。管端头应切制平整,并与管轴线垂直。
- 6.4.1.3 开孔管的孔数孔径及形状应由设计图纸确定。

6.4.2 规格尺寸

- 6.4.2.1 管材长度可为6 m、9 m和12 m,其他长度规格可由供需双方商定。
- 6.4.2.2 管材平均外径、公称壁厚和壁厚公差应符合GB/T 13663.2的要求。

6.4.3 力学性能

PE管力学性能应符合表11的要求。

表11 PE管力学性能

项目		技术要求
氧化诱导时间(200℃)/min		≥20
环刚度/(kN/m ²)	SN4	≥4
	SN8	≥8
	SN12.5	≥12.5
	SN16	≥16
密度/(kg/m ³)		940~980
炭黑含量/%		2.0~2.5
炭黑分散/等级		≤3
断裂伸长率/%		≥350
静液压试验	PE80	20℃,环向应力9.0 Mpa,100 h管材无破坏,无渗漏
		80℃,环向应力4.6 Mpa,165 h管材无破坏,无渗漏
	PE100	20℃,环向应力12.4 Mpa,100 h管材无破坏,无渗漏
		80℃,环向应力5.5 Mpa,165 h管材无破坏,无渗漏

7 施工规范

7.1 施工前道工序要求

- 7.1.1 刚性库区防渗系统施工前,应对土建施工的结果进行检查,并在池体闭水试验完成后施工。
- 7.1.2 混凝土池壁及池底不应有硬、尖物,不应戳穿、磨破防渗层材料。
- 7.1.3 钢砼池体的弯膜位置宜预留倒角。
- 7.1.4 池体表面平整度偏差应满足GB/T 50209的要求。
- 7.1.5 混凝土池体应接受闭水试验及防腐涂层验收。
- 7.1.6 应确认除防渗系统工序外,池体内部及上方无未完成的其它工序。

7.2 高密度聚乙烯(HDPE)土工膜施工

7.2.1 基本要求

- 7.2.1.1 应对施工人员进行技术交底和安全交底,并做好培训。
- 7.2.1.2 应打磨清除混凝土池壁与底面上的毛刺,并将混凝土池壁阳角打磨成圆角。
- 7.2.1.3 应按照侧壁上不出现横缝及填埋单元内侧最少焊缝的原则确定铺膜方案。
- 7.2.1.4 应先丈量实际地形,再依平面规划图进行裁膜。
- 7.2.1.5 所用膜在池壁的底部应至少延长0.5 m,确保双轨焊接的位置。
- 7.2.1.6 应根据焊接能力合理安排每天铺设的土工膜量。
- 7.2.1.7 应使用专用的拉膜钳调整铺设位置,调整位置时不应损坏安装好的防渗膜。

- 7.2.1.8 应根据当地气温变化幅度、HDPE 土工膜的性能要求和土工膜铺设的情况，预留土工膜伸缩量。
- 7.2.1.9 褶皱问题可通过重新铺设或切割修理解决。
- 7.2.1.10 不应在铺设土工膜的区域内使用火柴、打火机和化学溶剂等物品。

7.2.2 铺膜

7.2.2.1 铺膜应满足以下工艺要求：

- a) 根据侧壁高度裁剪，直片铺设到池底的底部；
- b) 填埋单元四面池壁应按顺序进行铺设；
- c) 无相邻填埋单元的外侧池壁，应将膜一端临时锚固在池壁顶端，其余部分放入升降机或吊篮，以升降机为支点，随升降机缓慢下降，将膜自上而下自然铺设，并确保贴铺平整；
- d) 相邻填埋单元之间的池壁，应将膜中间临时锚固于池壁顶端，膜两端分别跨于池壁两侧，并放入两侧升降机或吊篮，以两侧升降机作为支点，随升降机缓慢下降，将膜自上而下自然铺设，并确保贴铺平整；
- e) 侧壁 HDPE 膜可采用与混凝土预埋的锚固件进行焊接锚固，或采用置入膨胀螺栓并用压条锚固，将土工膜固定在侧壁上，并保持平整性；
- f) 侧壁铺膜、锚固、双轨及单轨焊接均应站在吊篮或升降机上完成；
- g) 池壁顶端需要使用 HDPE 膜全覆盖和锚固；
- h) 池壁顶端安装有轨道梁立柱的位置，应在池顶向下 10 cm 处锚固；
- i) 池壁顶端有剪力墙或构造柱时，HDPE 膜从库区池顶向上延伸 50 cm 进行锚固，锚固位置距离土工材料顶端 10 cm；
- j) 池壁顶端没有剪力墙处，HDPE 膜从一个单元库区池壁翻过池顶到另一个单元库区池壁，在池壁顶部用压条锚固；
- k) 在铺设焊接 HDPE 膜时，施工操作人员要注意保护已铺设的成品膜。施工操作人员不应穿带有铁钉和类似尖锐物体的鞋，操作机具应避免带有利器；如需要使用带有利器的工具时，也应经过处理后确认不会损伤 HDPE 成品膜方可使用；
- l) 发现 HDPE 成品膜有隐患或损伤时应立即修补，并作检测直至合格。

7.2.2.2 铺膜过程中应随时检查膜的外观有无破损、水纹、麻点、孔眼和折痕等缺陷，发现不合格产品应及时进行更换。

7.2.3 试焊

- 7.2.3.1 正式焊接操作之前，应预先设定设备参数，取 300 mm×600 mm 的小块膜进行试焊。
- 7.2.3.2 应在拉伸机上进行焊缝的剪切和剥离试验，测试数据应达到规定数值。
- 7.2.3.3 低于规定数值时，应重新确定设备参数，直到试验合格为止。
- 7.2.3.4 温度、风速有较大变化时，应及时调整设备参数，重新试验。
- 7.2.3.5 试焊的评定标准是：对粘接的焊缝进行剪切和剥离时，在原材料被撕坏的情况下，焊缝口不应出现任何被破坏的情况。
- 7.2.3.6 HDPE 膜焊缝的剪切、剥离强度的数值应达到表 12 的规定。

表12 热熔及挤出焊缝强度判定标准值

厚度 mm	剪切		剥离	
	热熔焊 N/mm	挤出焊 N/mm	热熔焊 N/mm	挤出焊 N/mm
2.0	28.2	28.2	20.9	18.3
注：测试条件：25 ℃，50 mm/min。				

7.2.4 焊接

- 7.2.4.1 应采用双轨焊机进行焊接，焊接方向从下往上焊接，由库底焊膜工开始，到 1.8 m 高度由升降机上焊接人员接手焊机。
- 7.2.4.2 应通过实验性焊接后才可进行生产焊接。
- 7.2.4.3 开机后，应观察指示仪表显示的升温情况，在焊机充分预热后插入膜。

- 7.2.4.4 在焊接中应保持焊缝的平直整齐。遇到特殊故障时，应及时停机，避免将膜烫坏。
- 7.2.4.5 每一片 HDPE 膜应在铺设的当天完成焊接。因故无法当天完成的，次日施焊时应检查膜搭接缝是否满足，如果搭接缝无法满足，应重新换膜。
- 7.2.4.6 在焊接过程中，搭接部位宽度未达到要求或出现漏焊现象，应用记号笔标出，事后作出修补。
- 7.2.4.7 应在焊缝旁用记号笔标出焊缝的编码、焊接设备号码、机器参数、室外温度、焊接人员名字、接缝长度、日期、时间和焊接方向。
- 7.2.4.8 不应在环境温度高于 40 °C 或低于 0 °C 的环境下，进行 HDPE 膜的焊接。
- 7.2.4.9 池壁顶部 HDPE 膜“十”字或“丁”字交叉位置，应采用相同型号的膜片进行单轨挤压焊。

7.2.5 修补焊接

- 7.2.5.1 修补焊接应采用单轨焊接的方法。
- 7.2.5.2 检查接缝处基层应平整、坚实，发现异物应及时处理。
- 7.2.5.3 检查焊缝处的搭接宽度不应小于 60 mm，接缝处的膜面应平整，不应出现“鱼嘴”现象。
- 7.2.5.4 应使用热风枪将两幅膜的搭接部位粘接。粘接点的间距不宜大于 80 mm。
- 7.2.5.5 应控制热风的温度，不应烫坏 HDPE 膜，不能被轻易撕开。
- 7.2.5.6 用打毛机将焊缝处 30 mm~40 mm 宽度范围内的膜面打毛，形成糙面，深度不应超过膜厚的 10%。
- 7.2.5.7 打毛时应轻轻操作，不应损伤焊缝外的膜面。
- 7.2.5.8 将单轨机头对正黏结打毛部位，不应焊偏、滑焊、跳焊。
- 7.2.5.9 焊缝中心的厚度应为垫衬厚度的 2.5 倍，且不低于 3 mm。
- 7.2.5.10 一条接缝不能连续焊完时，应将焊缝打毛 50 mm 后再搭接。
- 7.2.5.11 使用的焊条，入机前应保持清洁、干燥，不得用有油污、脏物的手套、脏布、棉纱等擦拭焊条。
- 7.2.5.12 应根据气温情况，对焊缝即时进行冷却处理。
- 7.2.5.13 挤压熔焊作业因故中断时，应慢慢减少焊条挤出量，不可突然中断焊接。

7.3 土工布施工

- 7.3.1 铺设土工布前，应根据每个库区尺寸，参照高密度聚乙烯（HDPE）土工膜的铺膜要求，将土工布裁剪。
- 7.3.2 采用吊带将小片土工布捆绑好，利用运输机具运送至每个库区。
- 7.3.3 土工布铺设应参考本文件 7.2.2 要求。
- 7.3.4 土工布铺设时搭接方式主要采用热粘连接的方式。搭接宽度不宜小于 20 cm。
- 7.3.5 在搭接施工前应先将热风枪预热至正常工作温度 600 °C~800 °C，再以 8 m/min~12 m/min 的推进速度把热风嘴对准重叠双层土工布之间的中心位置，再配合滚轮进行粘合。
- 7.3.6 粘合过程中应保持热风嘴匀速前进，不应在同一个位置有较长的停留时间。
- 7.3.7 应充分搭接土工布，不得跳搭、漏搭或者少搭。

7.4 HDPE 管道施工

7.4.1 基本要求

- 7.4.1.1 应对施工人员进行技术交底和安全交底，并做好培训。
- 7.4.1.2 应测量现场预埋的刚性套管与混凝土构造柱之间距离，确定渗沥液管道的安装长度。
- 7.4.1.3 应根据设计图纸预先准备相应数量管材。
- 7.4.1.4 应现场测量预埋的刚性套管与混凝土构造柱之间距离，现场裁切管材。
- 7.4.1.5 应通过热熔承插式和热熔对焊的方式焊接管道。

7.4.2 管道焊接

- 7.4.2.1 焊接管道前，应清洁管道两端。

7.4.2.2 De63 以上的管材采用热熔对接。应根据不同的管径选用相应的卡具及托架，铣削管端应为垂直 90° ，对接错位不超过 1 mm，闭合管端最大间隙不超过 0.3 mm，管端面与电热板之间应保持紧密接触，卷边高度应达到壁厚 1/2，不应用冷却水或其他冷却方法来缩短冷却处理时间。

7.4.2.3 De63 及以下的管材应采用承插式焊接。

7.4.2.4 管件集中的地方应整体预制。

7.4.3 管道安装和固定

7.4.3.1 一层管道离地高度不大于 2 m 时，施工人员应站在地坪上直接安装。

7.4.3.2 应在铺设一层库区防渗膜时同步安装二层管道。

7.4.3.3 渗滤液收集管应在升降机平台上预制完毕后直接安装，管道上口按照图集要求直接穿插到预埋套管内，采用石棉水泥及油麻进行封堵固定，管道的中部及底部每隔 1 m 采用不锈钢管扣固定在构造柱或剪力墙上。

7.4.3.4 填埋气管道应在池壁防渗膜施工完毕后进行安装，应每隔 1 m 布置一道 HDPE 膜带。

7.5 脚手架施工

7.5.1 基本要求

7.5.1.1 钢材应符合 GB/T 700 和 GB/T 1591 的规定。

7.5.1.2 钢管应符合 GB/T 13793 或 GB/T 3091 中 Q235 普通钢管的规定，并应符合 GB/T 700 中 Q235A 级钢的规定。

7.5.1.3 不应使用有严重锈蚀、弯曲、压扁及裂纹的钢管。

7.5.1.4 盘扣节点应由焊接于立杆上的连接盘、水平杆杆端扣接头和斜杆杆端扣接头组成。

7.5.1.5 采用碳素铸钢制造的连接盘、扣接头、插销以及可调螺母的调节手柄，其材料机械性能不应低于 GB/T 11352 中对 ZG230-450 的屈服强度、抗拉强度、延伸率的要求。

7.5.1.6 应采用 $\Phi 48 \times 3.2$ 的钢管，每根钢管的最大质量不应大于 25 kg。

7.5.1.7 钢管的尺寸和表面质量应符合下列规定：

- a) 有产品质量合格证；
- b) 有质量检验报告，钢管材质检验方法应符合 GB/T 228.1 的有关规定；
- c) 钢管表面平直光滑，无裂缝、结疤、分层、错位、硬弯、毛刺、压痕和深的划道；
- d) 钢管外径、壁厚、断面等偏差，符合现行规范的规定；
- e) 钢管涂有防锈漆。

7.5.1.8 旧钢管的检查除应符合本文件 7.5.1.7 的规定外，还应符合以下要求：

- a) 表面锈蚀深度应符合 JGJ 130 的规定；
- b) 应每年开展一次锈蚀检查。检查时，应在锈蚀严重的钢管中抽取三根，在每根锈蚀严重的部位横向截断取样检查，当锈蚀深度超过规定值时不得使用；
- c) 钢管弯曲变形应符合 JGJ 130 的规定；
- d) 钢管上无打孔。

7.5.1.9 钢铸件应符合 GB/T 11352 中规定的 ZG 200-420、ZG 230-450、ZG 270-500 和 ZG 310-570 号钢的要求。

7.5.1.10 连接用的焊条应符合 GB/T 5117 或 GB/T 5118 中的规定。

7.5.1.11 连接用的普通螺栓应符合 GB/T 5780 和 GB/T 5782 的规定。

7.5.1.12 组合钢模板及配件制作质量应符合 GB 50214 的规定。

7.5.2 施工要求

7.5.2.1 外架立杆搭设位置应按布置图放线确定，并应配合施工进度搭设。一次搭设高度不应超过相邻连墙件以上两步距。

7.5.2.2 外架搭设应根据立杆放置可调底座，应按先立杆后水平杆再斜杆的顺序搭设，形成基本的架体单元，并以此扩展搭设成整体支架体系。

7.5.2.3 可调底座和土层基础上垫板应准确放置在定位线上，保持水平。垫板应平整、无翘曲，不应采用已开裂垫板。

- 7.5.2.4 在同一水平高度内相邻立杆连接套管接头的位置宜错开，且错开高度不宜小于 500 mm。
- 7.5.2.5 水平杆扣接头与连接盘的插销应采用铁锤击紧至规定插入深度的刻度线。
- 7.5.2.6 每搭完一步支模架，应及时校正水平杆步距、立杆的纵、横距、立杆的垂直偏差和水平杆的水平偏差。立杆的垂直偏差不应大于外架总高度的 1/500，且不应大于 50 mm。
- 7.5.2.7 连续设置外架时，应保证上下层支撑立杆在同一轴线上。
- 7.5.2.8 当脚手架搭设至顶层时，外侧防护栏杆高出顶层作业层的高度不应小于 1500 mm。
- 7.5.2.9 脚手架可分段搭设、分段使用，应由施工管理人员组织验收，并应确认符合方案要求后使用。
- 7.5.2.10 当搭设悬挑外脚手架时，立杆的套管连接接长部位应采用螺栓作为立杆连接件固定。
- 7.5.2.11 加固件、斜杆应与脚手架同步搭设。采用扣件钢管做加固件、斜撑时应符合 JGJ 130 的有关规定。
- 7.5.2.12 连墙件应随脚手架高度上升在规定位置处设置，不得任意拆除。
- 7.5.2.13 分段、分立面拆除时，应确定分界处的技术处理方案，并应保证分段后架体稳定。
- 7.5.2.14 脚手架应经单位工程负责人确认并签署拆除许可令后拆除。
- 7.5.2.15 脚手架拆除时应划出安全区，设置警戒标志，派专人看管。
- 7.5.2.16 拆除前应清理脚手架上的器具、多余的材料和杂物。
- 7.5.2.17 脚手架拆除应按后装先拆、先装后拆的原则进行，不得上下同时作业。连墙件应随脚手架逐层拆除，分段拆除的高度差不应大于两步。若高度差大于两步，应增设连墙件加固。
- 7.5.2.18 拆除的脚手架构件应安全传递至地面，不得抛掷。

7.6 锚固施工

7.6.1 基本要求

- 7.6.1.1 刚性填埋库区墙顶部的锚固宜通过不锈钢压条压住防渗材料，置入膨胀螺栓进行压固。
- 7.6.1.2 有剪力墙处的顶部不锈钢压条应设置在剪力墙上。
- 7.6.1.3 顶部锚固的土工材料应超出压条 100 mm。
- 7.6.1.4 侧壁采用压条锚固时，横向不应出现横向焊接修补情况。
- 7.6.1.5 侧壁采用“E 型”锚固与“圆盘型”锚固方式时，HDPE 膜与预埋锚固件应焊接牢固。
- 7.6.1.6 应根据当地气温变化幅度、HDPE 土工膜的性能要求和土工膜铺设的情况，预留土工膜伸缩量。

7.6.2 压条锚固

- 7.6.2.1 池顶锚固应先采用临时锚固，等四面土工防渗材料尺寸与位置调整完成后，再进行最终完全锚固。
- 7.6.2.2 土工防渗材料铺设后，应根据图纸要求位置置入膨胀螺栓，用压条锚固，将土工膜固定池壁，并保持平整性。
- 7.6.2.3 螺栓拧紧后应去除多余部分并打磨光滑，应采用同规格膜补片完全包覆压条，用单轨焊机将补片与原池子 HDPE 膜焊接密封。

7.6.3 “E 型”锚固

- 7.6.3.1 应在防渗膜沿墙体铺设后，在“E 型”预埋锚固件垂直中心位置的防渗膜开一条高度 2 cm 宽度不超过“E 型”锚固件的长方形裂口；
- 7.6.3.2 用单轨挤压焊接的方法将“E 型”锚固件与防渗膜进行焊接。

7.6.4 “圆盘型”锚固

- 7.6.4.1 应在防渗膜沿墙体铺设后，在“圆盘型”预埋锚固件中心位置的防渗膜开一个直径为“圆盘型”锚固件直径 1/4 的圆孔。
- 7.6.4.2 用单轨挤压焊接的方法将“圆盘型”锚固件与防渗膜进行焊接。

8 工程质量验收

8.1 基本要求

- 8.1.1 防渗系统工程材料应包装完好、标识清楚，厂家、场地、批次等信息清晰，性能检测报告、产品质量合格证等资料应齐全。
- 8.1.2 防渗系统工程材料应在现场进行抽样检查，并具备专业机构检测合格认证。
- 8.1.3 防渗系统工程材料和施工作业设备应在施工现场摆放整齐，并做好防护。
- 8.1.4 施工人员不应穿钉鞋等在土工合成材料上踩踏，车辆不应直接在土工合成材料上碾压。
- 8.1.5 防渗系统工程各单项施工完成后应及时进行验收，并在下一阶段施工时对以前的工程予以保护。

8.2 HDPE 膜铺设

- 8.2.1 HDPE 铺膜和焊接完成后，应按 CJJ 113 相关要求对焊缝进行强度检测。
- 8.2.2 双规热熔焊缝的检漏应采用充气法，充气压力应达到 250 kPa。
- 8.2.3 单轨挤压焊缝的检漏应采用真空法或电火花检测，真空法检测时真空罩内气压应保持在 25 kPa~35 kPa 范围内，电火花检测时应采用 35 kV 高压脉冲电源在距离焊缝 10 mm~30 mm 高度探扫。

8.3 土工布和土工滤网铺设

- 8.3.1 土工布铺设平顺，无破损、无褶皱、无跳针、无漏接现象，土工布内无石块、土块、水和过多的灰尘。
- 8.3.2 土工布缝合采用双线缝合。
- 8.3.3 用于土工布缝合的线最小张力不应小于 60 N，且为树脂线，并具有不低于土工布的抗化学腐蚀和抗紫外线能力。
- 8.3.4 当非织造土工布采用热粘连接时，搭接宽度范围内的重叠部分全部粘结。
- 8.3.5 土工布在池壁上的铺设方向应沿池壁向下铺放，并整卷铺设，无水平接缝。
- 8.3.6 每个填埋单元土工布应取一个接缝样检测搭接效果，合格率达 100%。

8.4 HDPE 管

- 8.4.1 管与管、管与管件的结合部的熔接圈均匀、光滑，高度 2 mm~6 mm，宽度 4 mm~8 mm。
- 8.4.2 管材和管件表面应无损伤，厚度均匀，无压扁状态。
- 8.4.3 管材的开孔位置应分布在设计要求范围内。
- 8.4.4 管与管熔接轴线偏移值应小于或等于壁厚的 10%。
- 8.4.5 PE 管与管之间需修补时，应将其接口切除重新进行焊接直到接口合格为止。

8.5 闭水试验

- 8.5.1 防渗施工前应对混凝土池体进行闭水试验，应按满池的蓄水深度，蓄水时间不应少于 24 h，观察有无漏水现象，无漏水现象视为合格。
- 8.5.2 闭水试验的前期每 1 h 应检查 1 次，后期每 2 h~3 h 到外部检查一次。若发现漏水情况，则应立即停止闭水试验，重新进行防水层完善处理，处理合格后再进行蓄水试验。

9 安全要求

9.1 基本要求

- 9.1.1 各工序开工前，应对操作人员进行安全技术交底。
- 9.1.2 操作人员应经培训合格，持证上岗。

9.2 高空作业安全

- 9.2.1 高空作业人员，应佩戴安全带进行作业，安全带应“高挂低用”。
- 9.2.2 不应穿硬底鞋从事高空作业。
- 9.2.3 焊膜工所用焊丝，应装在桶内，随用随取。用剩的焊丝，应找适当的地方放好，待工作完毕后一同带下。
- 9.2.4 高空作业所用小型机具（如葫芦、千斤顶等）应找适当位置放好，并用绳索、铁丝捆绑牢。
- 9.2.5 不应站在跳板的端头作业，同一跳板上站立作业人员不能超过 2 人。

9.3 有限空间作业安全

- 9.3.1 作业前，监护人应对作业人员进行安全交底，并会同作业人员检查安全措施，统一联系信号。
- 9.3.2 检测指标应不仅限于氧浓度，还应根据实际工况对其他指标进行检测。
- 9.3.3 作业前应检查填埋单元内换气通风设备正常运行。

9.4 机械设备安全

- 9.4.1 机械设备的设置和使用应符合 JGJ 33 的要求，不应超负荷运转，不应带故障运转。
- 9.4.2 机械设备应有防雨防潮措施，防漏电及接地装置应安全有效。
- 9.4.3 大型机械设备应有围护设施，并应有醒目的警示标志。

9.5 材料安全

- 9.5.1 应按照施工平面图的要求堆放原材料，半成品及工具。
- 9.5.2 露天堆放的材料应在地势较高和地基牢固处堆放，防止暴雨冲毁或掩埋。
- 9.5.3 油料棉纱等易燃易爆物资应单独存放并派专人管理。

9.6 脚手架安全

9.6.1 搭设安全

- 9.6.1.1 脚手架搭设前，施工管理人员应按施工方案的要求对操作人员进行技术交底。
- 9.6.1.2 脚手架施工人员应持证上岗。
- 9.6.1.3 脚手架构配件，使用前应进行质量复检。
- 9.6.1.4 脚手架搭设场地应平整、坚实、有排水措施。
- 9.6.1.5 脚手架立杆应定位准确，并配合施工进度搭设，一次搭设高度不应超过相邻连墙件以上两步距。
- 9.6.1.6 连墙件应随脚手架高度上升在规定位置处设置，不得任意拆除。
- 9.6.1.7 作业层设置应符合下列要求：
 - a) 脚手板架体外侧应设置高度不小于 180 mm 的挡脚板及防护栏杆；
 - b) 可在每层作业面立杆的 0.5 m 和 1.0 m 的盘扣节点处布置上、中两道水平防护栏杆；
 - c) 作业层与主体结构间的空隙应设置内侧防护网。
- 9.6.1.8 加固件、斜杆应与脚手架同步搭设，并符合 JGJ 130 的有关规定。
- 9.6.1.9 当架体搭设至顶层时，外侧栏杆高出顶层作业层的高度不应小于 1500 mm。
- 9.6.1.10 当搭设悬挑外脚手架时，立杆的套管连接接长部位应采用螺栓作为立杆连接件固定。
- 9.6.1.11 外脚手架应做好可靠的安全接地处理，不应搭设在距离外架空线路的安全距离内。
- 9.6.1.12 定期检查脚手架，发现问题和隐患，在施工作业前及时维修加固，以达到坚固稳定，确保施工安全。
- 9.6.1.13 脚手架可分段搭设分段使用，应由工程项目技术负责人组织相关人员进行验收，符合专项施工方案后方可使用。

9.6.2 拆除安全

- 9.6.2.1 脚手架拆除时，应全面检查脚手架的连接、支撑体系等是否符合构造要求，经批准后方可实施拆除作业。
- 9.6.2.2 脚手架拆除应按专项施工方案，在专人统一指挥下进行。
- 9.6.2.3 拆除作业前，施工管理人员应对操作人员进行安全技术交底。
- 9.6.2.4 脚手架拆除时应划出安全区，并设置警戒标志，派专人看守。
- 9.6.2.5 拆除前应清理脚手架上的器具及多余的材料和杂物。
- 9.6.2.6 拆除作业应从顶层开始，逐层向下进行，不得上下层同时拆除。
- 9.6.2.7 连墙件应在脚手架拆到该层时方可拆除，不得提前拆除。
- 9.6.2.8 拆除的构配件应采用起重设备吊运或人工传递到地面，不得抛掷。
- 9.6.2.9 当脚手架采取分段、分立面拆除时，应确定分界处的技术处理方案。

9.6.2.10 翻掀垫铺脚手板应注意站立位置，并应自外向里翻起竖立，防止外翻将脚手板内未清除的残留物从高处坠落伤人。

9.7 用电安全

- 9.7.1 施工用电应从总配电箱内采用分配电箱接电。
- 9.7.2 工地临时用电应采用“三相五线制”配线。
- 9.7.3 施工现场应采用 380 V/220 V 电压，照明用电为 220 V，均应采用绝缘电缆连接。
- 9.7.4 配电系统设置室内总配电屏和室外分配电箱，实行分级配电。
- 9.7.5 应按规定架设用电线路，每个临时配电板(箱)应安装灵敏的漏电保护器。
- 9.7.6 通往工地的配电线路应架空敷设，不应架设在树木或脚手架上。
- 9.7.7 配电箱均应标明其名称、用途、编号，并做出分路标记，门上上锁，专人负责，定期检查维修。
- 9.7.8 动力配电箱和照明配电箱应分开设置在干燥、通风及常温场所，周围不得堆放任何障碍物。
- 9.7.9 用电设备开关的设置为“一机一闸一保险和漏电保护器”，实行单独用电隔离，漏电保护器必须安装在设备负荷线的首端处。

9.8 消防安全

- 9.8.1 应配备消防器材，并应经常保养。
- 9.8.2 应建立义务消防抢险队，进行消防设备性能和操作方法的培训。
- 9.8.3 氧气瓶、乙炔瓶要定点分开放置，操作现场与明火的安全距离不应小于 10 m，并避开高压线。
- 9.8.4 建立消防安全责任制，落实消防安全责任人，健全消防安全资料和档案。

9.9 环境安全

- 9.9.1 施工现场应设置封闭围挡，并采取措施防止或者减少粉尘、废气、废水、固体废物、噪声、振动和施工照明对人和环境的危害和污染。
- 9.9.2 切割、钻孔工作应采取的防尘措施，切割产生的锯末粉尘应采取沉积措施后回收，钻孔应设置疏水槽，将浆水沉淀后处理。
- 9.9.3 施工现场应设立多个垃圾站，垃圾分类存放。现场的垃圾应及时分拣、回收、清运。
- 9.9.4 机械设备由专业公司负责提供，专人负责保养、维护，定期检查，尾气排放量达到标准。
- 9.9.5 应加强对现场的烟尘监测，进行定期检查和不定期抽查，确保烟尘排放达到规定级别以下。
- 9.9.6 作业时控制噪音影响，在施工中采取防护等措施，把噪音降到最低限度。
- 9.9.7 在施工现场应文明施工，不应大声喧哗，不应使用高音喇叭。
- 9.9.8 现场污水应严格按相关要求排放。
- 9.9.9 雨水管网与污水管网应分开使用。
- 9.9.10 现场交通道路和材料堆放场地应统一规划排水沟，控制污水流向，并设置沉淀池，将污水经沉淀后再排入市政污水管线。
- 9.9.11 应采取防止施工污水排入市政污水管线或流出施工区域污染环境。
- 9.9.12 不应将有毒有害废弃物用作土方回填，防止污染地下水和环境。

参 考 文 献

- [1] GB/T 17643 土工合成材料 聚乙烯土工膜
 - [2] GB/T 18598 危险废物填埋污染控制标准
-

全国团体标准信息平台