

CJJ

中 华 人 民 共 和 国 行 业 标 准

CJJ113-2007

**生活垃圾卫生填埋场防渗系统
工程技术规范**

**Technical Code for Liner System of
Municipal Solid Waste Landfill**

2007-01-17 发布

2007-06-01 实施

中华人民共和国建设部 发 布

中华人民共和国行业标准

生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范

Technical Code for Liner System of Municipal Solid Waste Landfill

CJJ113-2007

J 658-2007

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：2007 年 6 月 1 日

中国建筑工业出版社

2007 北京

中华人民共和国建设部 公 告

第 549 号

建设部关于发布行业标准《生活垃圾卫生填埋场 防渗系统工程技术规范》的公告

现批准《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范》为行业标准,编号为 CJJ113-2007,自 2007 年 6 月 1 日起实施。其中第 3.1.4、3.1.5、3.1.9、3.4.1(1、3、4、5)、3.5.2(1、2、3)、3.6.1、5.3.8 条(款)为强制性条文,必须严格执行。

本规范由建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国建设部
2007 年 1 月 17 日

前 言

根据建设部建标[2003]104 号文的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规范。

本规范的主要技术内容是：1 总 则；2 术 语；3 防渗系统工程设计；4 防渗系统工程材料；5 防渗系统工程施工；6 防渗系统工程验收及维护。

本规范由建设部负责管理和对强制性条文的解释，主编单位负责具体技术内容的解释。

本规范主编单位：城市建设研究院（地址：北京市朝阳区惠新南里 2 号院；邮政编码：100029）

本规范参加单位：

深圳市胜义环保有限公司

北京高能垫衬工程有限公司

北京博克建筑化学材料有限公司

广州市胜义防渗工程有限公司

深圳市环境卫生管理处

本规范主要起草人员：

徐文龙 王敬民 周晓晖 刘晶昊 刘仲元 甄胜利

颜廷山 刘继武 刘泽军 杨 辉 翟力新 樋口壯太郎

刘 涛 王 凯 吴学龙 童 琳

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	防渗系统工程设计	3
3.1	一般规定	3
3.2	防渗系统	3
3.3	基础层	6
3.4	防渗层	6
3.5	渗沥液收集导排系统	8
3.6	地下水收集导排系统	9
3.7	防渗系统工程材料联接	10
4	防渗系统工程材料	13
4.1	一般规定	13
4.2	高密度聚乙烯（HDPE）膜	13
4.3	土工布	13
4.4	膨润土防水毯（GCL）	14
4.5	土工复合排水网	14
5	防渗系统工程施工	16
5.1	一般规定	16
5.2	土壤层	16
5.3	高密度聚乙烯（HDPE）膜	16
5.4	土工布	17
5.5	膨润土防水毯（GCL）	17
5.6	土工复合排水网	18

6 防渗系统工程验收及维护 19

 6.1 防渗系统工程验收 19

 6.2 防渗系统工程维护 21

附录 A HDPE 膜铺设施工记录 23

附录 B HDPE 膜试样焊接记录 24

附录 C 气压、真空和破坏性检测及电火花测试方法 27

附录 D HDPE 膜施工工序质量检查评定 29

本规范用词说明..... 30

条文说明 31

1 总 则

- 1.0.1** 为保证生活垃圾卫生填埋场（以下简称“垃圾填埋场”）防渗系统工程的建设水平、可靠性和安全性，防止垃圾渗沥液渗漏对周围环境造成污染和损害，制定本规范。
- 1.0.2** 本规范适用于垃圾填埋场防渗系统工程的设计、施工、验收、及维护。
- 1.0.3** 防渗系统工程的设计、施工、验收及维护除应符合本规范外，尚应符合国家现行的有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 防渗系统 liner system

在垃圾填埋场场底和四周边坡上为构筑渗沥液防渗屏障所选用的各种材料组成的体系。

2.0.2 防渗结构 liner structure

在垃圾填埋场场底和四周边坡上为构筑渗沥液防渗屏障所选用的各种材料的空间层次结构。

2.0.3 基础层 liner foundation

防渗材料的基础，分为场底基础层和四周边坡基础层。

2.0.4 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。

2.0.5 渗沥液收集导排系统 leachate collection and removal system

在防渗系统上部，用于收集和导排渗沥液的设施。

2.0.6 地下水收集导排系统 groundwater collection and removal system

在防渗系统基础层下方，用于收集和导排地下水的设施。

2.0.7 渗漏检测层 leakage detection liner

用于检测垃圾填埋场防渗系统可靠性的材料层。

2.0.8 防渗系统工程材料 liner system engineering material

用于防渗系统工程的各种土工合成材料的总称，包括高密度聚乙烯（HDPE）膜、膨润土防水毯（GCL）、土工布、土工复合排水网等。

3 防渗系统工程设计

3.1 一般规定

3.1.1 防渗系统工程应在垃圾填埋场的使用期限和封场后的稳定期限内有效地发挥其功能。

3.1.2 防渗系统工程设计应符合垃圾填埋场工程设计要求。

3.1.3 垃圾填埋场基础必须具有足够的承载能力，应采取有效措施防止基础层失稳。

3.1.4 垃圾填埋场的场底和四周边坡必须满足整体及局部稳定性的要求。

3.1.5 垃圾填埋场场底必须设置纵、横向坡度，保证渗沥液顺利导排，降低防渗层上的渗沥液水头。

3.1.6 防渗系统工程设计中场底的纵、横坡度不宜小于 2 %。

3.1.7 防渗系统工程应依据垃圾填埋场分区进行设计。

3.1.8 防渗系统工程应整体设计，可分期实施。

3.1.9 垃圾填埋场渗沥液处理设施必须进行防渗处理。

3.2 防渗系统

3.2.1 防渗系统的设计应符合下列要求：

- 1 选用可靠的防渗材料及相应的保护层；
- 2 设置渗沥液收集导排系统；
- 3 垃圾填埋场工程应根据水文地质条件的情况，设置地下水收集导排系统，以防止地下水对防渗系统造成危害和破坏；地下水收集导排系统应具有长期的导排性能。

3.2.2 防渗结构的类型应分为单层防渗结构和双层防渗结构。

- 1 单层防渗结构的层次从上至下为：渗沥液收集导排系统、防渗层（含防渗材料及保护材料）、基础层、地下水收集导排系统。

单层防渗结构的设计应从图 3.2.2-1、图 3.2.2-2、图 3.2.2-3 和图 3.2.2-4 型式中选择。

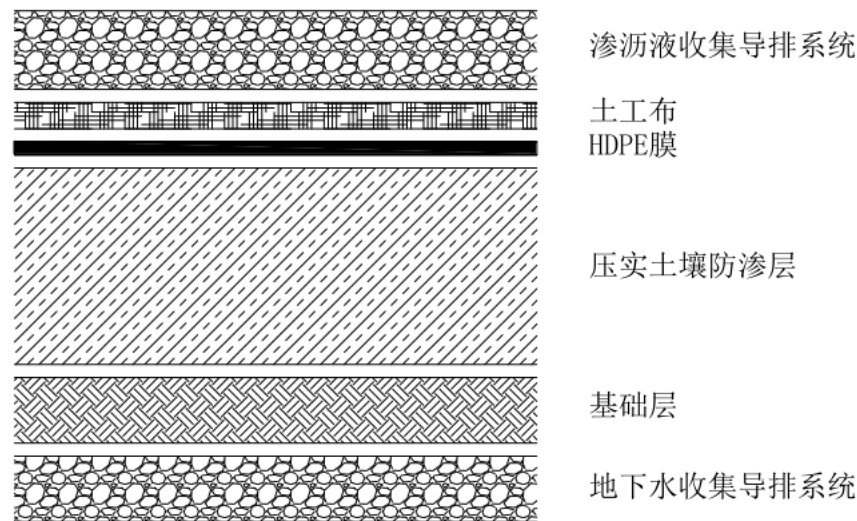


图 3.2.2-1 HDPE 膜+压实土壤复合防渗结构示意图

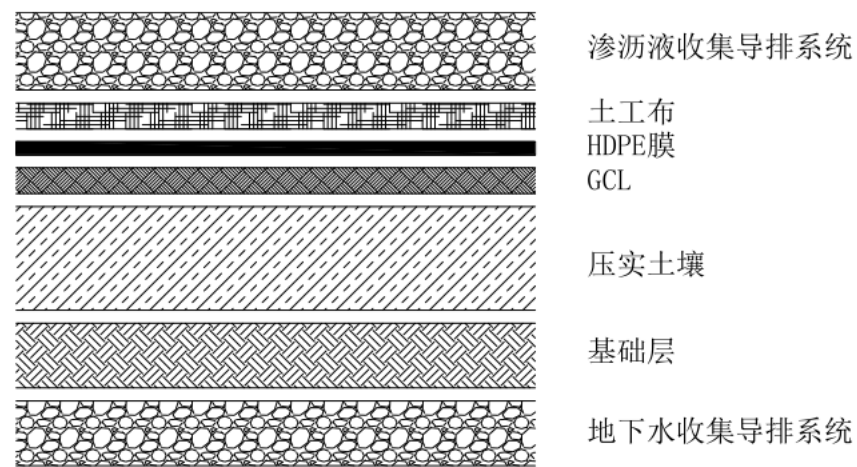


图 3.2.2-2 HDPE 膜+GCL 复合防渗结构示意图

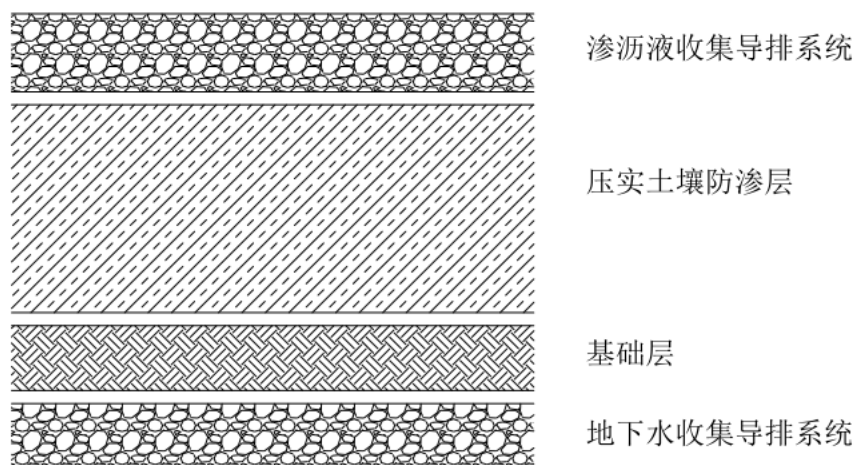


图 3.2.2-3 压实土壤单层防渗结构示意图

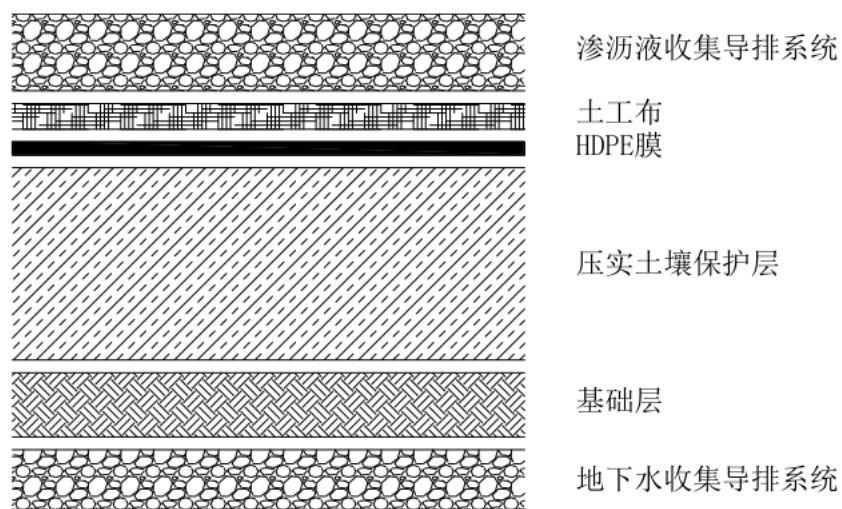


图 3.2.2-4 HDPE 膜单层防渗结构示意图

2 双层防渗结构的层次从上至下为渗沥液收集导排系统、主防渗层（含防渗材料及保护材料）、渗漏检测层、次防渗层（含防渗材料及保护材料）、基础层、地下水收集导排系统。双层防渗结构应按图 3.2.2-2 型式设计。

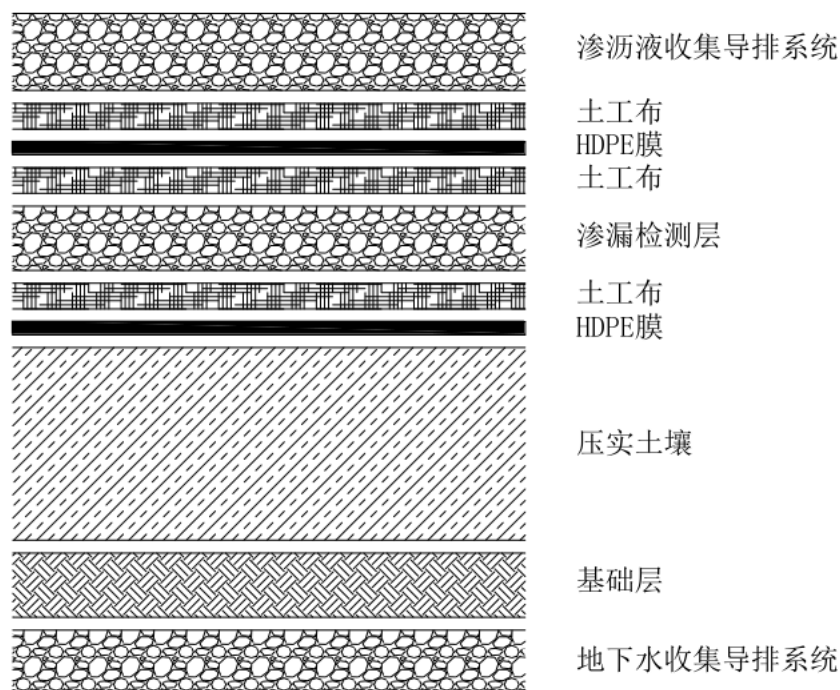


图 3.2.2-2 双层防渗结构示意图

3.3 基础层

3.3.1 基础层应平整、压实、无裂缝、无松土，表面应无积水、石块、树根及尖锐杂物。

3.3.2 防渗系统的场底基础层应根据渗沥液收集导排要求设计纵、横坡度，且向边坡基础层过渡平缓，压实度不得小于 93%。

3.3.3 防渗系统的四周边坡基础层应结构稳定，压实度不得小于 90%。边坡坡度陡于 1:2 时，应做出边坡稳定性分析。

3.4 防渗层

3.4.1 防渗层设计应符合下列要求：

- 1 能有效地阻止渗沥液透过，以保护地下水不受污染；
- 2 具有相应的物理力学性能；
- 3 具有相应的抗化学腐蚀能力；
- 4 具有相应的抗老化能力；

5 应覆盖垃圾填埋场场底和四周边坡，形成完整的、有效的防水屏障。

3.4.2 单层防渗结构的防渗层设计应符合下列规定：

1 HDPE 膜和压实土壤的复合防渗结构：

1) HDPE 膜上应采用非织造土工布作为保护层，规格不得小于 600g/m^2 ；

2) HDPE 膜的厚度不应小于 1.5mm ；

3) 压实土壤渗透系数不得大于 $1 \times 10^{-9}\text{m/s}$ ，厚度不得小于 750mm 。

2 HDPE 膜和 GCL 的复合防渗结构：

1) HDPE 膜上应采用非织造土工布作为保护层，规格不得小于 600g/m^2 ；

2) HDPE 膜的厚度不应小于 1.5mm ；

3) GCL 渗透系数不得大于 $5 \times 10^{-11}\text{m/s}$ ，规格不得低于 4800g/m^2 ；

4) GCL 下应采用一定厚度的压实土壤作为保护层，压实土壤渗透系数不得大于 $1 \times 10^{-7}\text{m/s}$ 。

3 压实土壤单层的防渗结构：

1) 压实土壤渗透系数不得大于 $1 \times 10^{-9}\text{m/s}$ ；

2) 压实土壤厚度不得小于 2m 。

4 HDPE 膜单层防渗结构：

1) HDPE 膜上应采用非织造土工布作为保护层，规格不得小于 600g/m^2 ；

2) HDPE 膜的厚度不应小于 1.5mm ；

3) HDPE 膜下应采用压实土壤作为保护层，压实土壤渗透系数不得大于 $1 \times 10^{-7}\text{m/s}$ ，厚度不得小于 750mm 。

3.4.3 双层防渗结构的防渗层设计应符合下列规定：

- 1 主防渗层和次防渗层均应采用 HDPE 膜作为防渗材料，HDPE 膜厚度不应小于 1.5mm。
- 2 主防渗层 HDPE 膜上应采用非织造土工布作为保护层，规格不得小于 600g/m^2 ；HDPE 膜下宜采用非织造土工布作为保护层。
- 3 次防渗层 HDPE 膜上宜采用非织造土工布作为保护层，HDPE 膜下应采用压实土壤作为保护层，压实土壤渗透系数不得大于 $1 \times 10^{-7}\text{m/s}$ ，厚度不宜小于 750mm。
- 4 主防渗层和次防渗层之间的排水层宜采用复合土工排水网。

3.5 渗沥液收集导排系统

3.5.1 渗沥液收集导排系统应包括导流层、盲沟和渗沥液排出系统。

3.5.2 渗沥液收集导排系统设计应符合下列要求：

- 1 能及时有效地收集和导排汇集于垃圾填埋场场底和边坡防渗层以上的垃圾渗沥液；
- 2 具有防淤堵能力；
- 3 不对防渗层造成破坏；
- 4 保证收集导排系统的可靠性。

3.5.3 渗沥液收集导排系统中的所有材料应具有足够的强度，以承受垃圾、覆盖材料等荷载及操作设备的压力。

3.5.4 导流层应选用卵石或碎石等材料，材料的碳酸钙含量不应大于 10%，铺设厚度不应小于 300mm，渗透系数不应小于 $1 \times 10^{-3}\text{m/s}$ ；在四周边坡上宜采用土工复合排水网等土工合成材料作为排水材料。

3.5.5 盲沟的设计应符合下列要求：

- 1 盲沟内的排水材料宜选用卵石或碎石等材料；
- 2 盲沟内宜铺设排水管材，宜采用 HDPE 穿孔管；
- 3 盲沟应由土工布包裹，其规格不得小于 150g/m^2 。

3.5.6 渗沥液收集导排系统的上部宜铺设反滤材料，防止淤堵。

3.5.7 渗沥液排出系统宜采用重力流排出；不能利用重力流排出时，应设置泵井。渗沥液排出管需要穿过土工膜时，应保证衔接处密封。

3.5.8 泵井的设计应符合下列要求：

- 1 泵井应具有防渗能力和防腐能力；
- 2 应保证合理的井容积；
- 3 应合理配置排水泵；
- 4 应采取必要的安全措施。

3.5.9 在双层防渗结构中，应能够通过渗漏检测层及时检测到主防渗层的渗漏。渗沥液收集导排系统设计应符合本规范 3.5.1-3.5.8 的要求。

3.6 地下水收集导排系统

3.6.1 当地下水水位较高并对场底基础层的稳定性产生危害时，或者垃圾填埋场周边地表水下渗对四周边坡基础层产生危害时，必须设置地下水收集导排系统。

3.6.2 地下水收集导排系统的设计应符合下列要求：

- 1 能及时有效的收集导排地下水 and 下渗地表水；
- 2 具有防淤堵能力；
- 3 地下水收集导排系统顶部距防渗系统基础层底部不得小于 1000mm；
- 4 保证地下水收集导排系统的长期可靠性。

3.6.3 地下水收集导排系统宜选用以下几种形式：

- 1 地下盲沟：应确定合理的盲沟尺寸、间距和埋深。
- 2 碎石导流层：碎石层上、下宜铺设反滤层，以防止淤堵；碎石层厚度不应小于 300mm。

3 土工复合排水网导流层：应根据地下水的渗流量，选择相应的土工复合排水网。用于地下水导排的土工复合排水网应具有相当的抗拉强度和抗压强度。

3.7 防渗系统工程材料联接

3.7.1 防渗系统工程材料联接设计应符合下列要求：

- 1 合理布局每片材料的位置，力求接缝最少；
- 2 合理选择铺设方向，减少接缝受力；
- 3 接缝应避开弯角；
- 4 在坡度大于 10%的坡面上和坡脚向场底方向 1.5m 范围内不得有水平接缝；
- 5 材料与周边自然环境联接应设置锚固沟。

3.7.2 各种防渗系统工程材料的搭接方式和搭接宽度应符合表 3.7.2 的要求：

表 3.7.2 土工合成材料搭接方式和搭接要求

材 料	搭接方式	搭接宽度（mm）
织造土工布	缝合连接	75±15
非织造土工布	缝合连接	75±15
	热粘连接	200±25
HDPE 土工膜	热熔焊接	100±20
	挤出焊接	75±20
GCL	自然搭接	250±50
土工复合排水网	土工网要求捆扎； 下层土工布要求搭接； 上层土工布要求缝合。	75±15

3.7.3 垃圾填埋场锚固沟的设置应符合下列要求：

- 1 符合实际地形状况；

2 垃圾填埋场四周边坡的坡高与坡长不宜超过表 3.7.3 的限制要求。

表 3.7.3 垃圾填埋场边坡坡高与坡长限制值

边坡坡度	> 1:2	1:2~1:3	1:3~1:4	1:4~1:5	< 1:5
限制坡高（m）	10	15	15	15	12
限制坡长（m）	22.5	40	50	55	60

3.7.4 锚固沟的设计应符合下列要求：

- 1 锚固沟距离边坡边缘不宜小于 800mm；
- 2 防渗系统工程材料转折处不得存在直角的刚性结构，均应做成弧形结构；

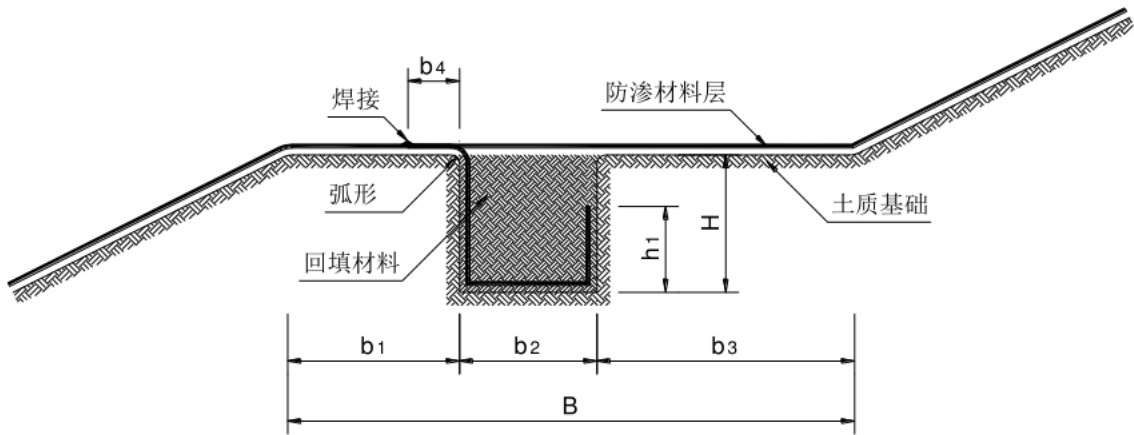


图 3.7.4-1：边坡锚固平台典型结构图

$b_1 \geq 800\text{mm}$ $b_2 \geq 800\text{mm}$ $b_3 \geq 1000\text{mm}$ $b_4 \geq 250\text{mm}$

$B \geq 3000\text{mm}$ $H \geq 800\text{mm}$ $h_1 \geq H/3$

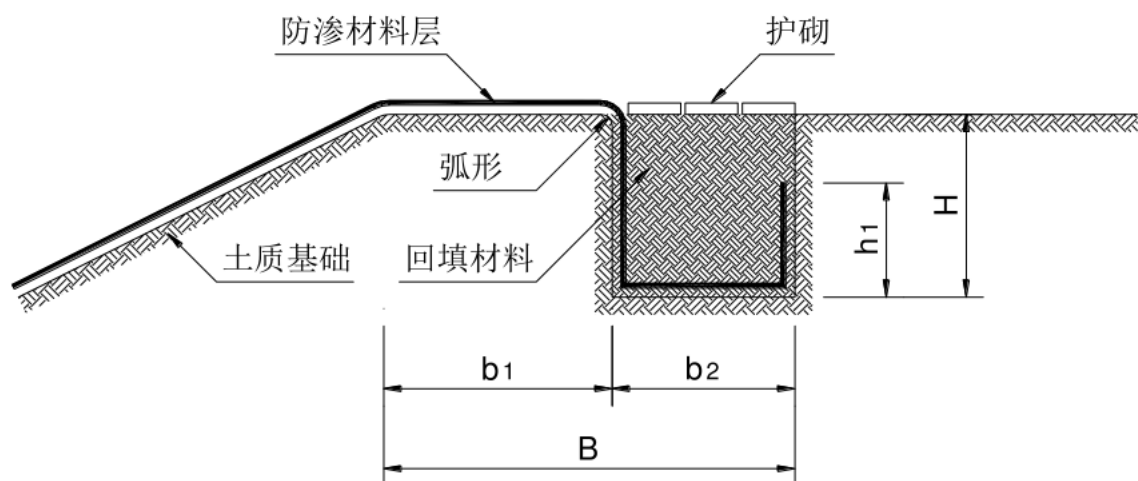


图 3.7.4-2：终场锚固沟典型结构图

$$b_1 \geq 800\text{mm} \quad b_2 \geq 800\text{mm}$$

$$B \geq 2000\text{mm} \quad H \geq 800\text{mm} \quad h_1 \geq H/3$$

3 锚固沟断面应根据锚固形式，结合实际情况加以计算，并不宜小于 $800\text{mm} \times 800\text{mm}$ 。典型锚固沟结构型式见图 3.7.4-1 和图 3.7.4-2。

4 防渗系统工程材料

4.1 一般规定

4.1.1 垃圾填埋场防渗系统工程中应使用的土工合成材料：高密度聚乙烯（HDPE）膜、土工布、GCL、土工复合排水网等。

4.2 高密度聚乙烯（HDPE）膜

4.2.1 用于垃圾填埋场防渗系统工程的土工膜应符合国家现行标准《填埋场用高密度聚乙烯土工膜》CJ/T 234 的有关规定外，还应符合下列要求：

- 1 厚度不应小于 1.5mm；
- 2 膜的幅宽不宜小于 6.5m。

4.2.2 HDPE 膜的外观要求应符合表 4.2.2 的规定：

表 4.2.2 HDPE 膜外观要求

项 目	要 求
切口	平直，无明显锯齿现象
穿孔修复点	不允许
机械（加工）划痕	无或不明显
僵块	每平方米限于 10 个以内。
气泡和杂质	不允许
裂纹、分层、接头和断	不允许
糙面膜外观	均匀，不应有结块、缺损等现象

4.3 土工布

4.3.1 垃圾填埋场防渗系统工程中使用的土工布应符合下列要求：

- 1 应结合防渗系统工程的特点，并应适应垃圾填埋场的使用环境；

2 土工布用作 HDPE 膜保护材料时，应采用非织造土工布，规格不应小于 600g/m^2 ；

3 土工布用于盲沟和渗沥液收集导排层的反滤材料时，规格不宜小于 150g/m^2 ；

4 土工布应具有良好耐久性能。

4.3.2 土工布各项性能指标应符合国家现行相关标准的要求。

4.4 钠基膨润土防水毯（GCL）

4.4.1 垃圾填埋防渗系统工程中钠基膨润土防水毯（GCL）的性能指标应符合国家现行相关标准的要求。并应符合下列规定：

1 垃圾填埋场防渗系统工程中的 GCL 应表面平整，厚度均匀，无破洞、破边现象。针刺类产品针刺均匀密实，应无残留断针；

2 单位面积总质量不应小于 4800g/m^2 ，其中单位面积膨润土质量不应小于 4500g/m^2 ；

3 膨润土体积膨胀度不应小于 $24\text{mL}/2\text{g}$ ；

4 抗拉强度不应小于 $800\text{N}/10\text{cm}$ ；

5 抗剥强度不应小于 $65\text{N}/10\text{cm}$ ；

6 渗透系数应小于 $5\times 10^{-11}\text{m/s}$ ；

7 抗静水压力 $0.6\text{MPa}/1\text{h}$ ，无渗漏。

4.5 土工复合排水网

4.5.1 用于防渗系统工程的土工复合排水网应符合下列要求：

1 土工复合排水网中土工网和土工布应预先粘合，且粘合强度应大于 0.17kN/m ；

2 土工复合排水网的土工网宜使用 HDPE 材质，纵向抗拉强度应大于 8kN/m ，横向抗拉强度应大于 3kN/m ；

3 土工复合排水网的土工布应符合本规范第 4.3 节的要求；

4 土工复合排水网的导水率选取应考虑蠕变折减因素、土工布嵌入折减因素、生物淤堵折减因素、化学淤堵折减因素和化学沉淀折减因素。

4.5.2 土工复合排水网性能指标应符合国家现行相关标准的要求。

5 防渗系统工程施工

5.1 一般规定

5.1.1 垃圾填埋场的防渗系统工程施工应包括土壤层施工和各种防渗系统工程材料的施工。

5.1.2 防渗系统工程施工完成后应采取有效的保护措施。

5.2 土壤层

5.2.1 土壤层应采用粘土。当粘土资源缺乏时，可使用其它类型的土，并应保证渗透系数不大于 $1 \times 10^{-9} \text{m/s}$ 的要求。

5.2.2 在土壤层施工之前，应对每种不同的土壤在实验室测定其最优含水率、压实度和渗透系数之间的关系。

5.2.3 土壤层施工应分层压实，每层压实土层的厚度宜为 150～250mm，各层之间应紧密结合。

5.2.4 土壤层施工时，各层压实土壤应每 500m^2 取 3～5 个样品进行压实度测试。

5.3 高密度聚乙烯（HDPE）膜

5.3.1 HDPE 膜材料在进填埋场交接前，应进行相关的性能检查。

5.3.2 在安装前，HDPE 膜材料应正确地贮存，并应标明其在总平面图中的安装位置。

5.3.3 HDPE 膜的铺设量不应超过一个工作日能完成的焊接量。

5.3.4 在安装 HDPE 膜之前，应检查其膜下保护层，每平方米的平整度误差不宜超过 20mm。

5.3.5 HDPE 膜铺设时应符合下列要求：

- 1 铺设应一次展开到位，不宜展开后再拖动；
- 2 应为材料热胀冷缩导致的尺寸变化留出伸缩量；

- 3 应对膜下保护层采取适当的防水、排水措施；
- 4 应采取措施防止 HDPE 膜受风力影响而破坏。

5.3.6 HDPE 膜展开完成后，应及时焊接，HDPE 膜的搭接宽度应符合本规范表 3.7.2 的规定。

5.3.7 HDPE 膜铺设展开过程应按照附录 A 表 A 的要求填写有关记录，焊接施工应按附录 B 表 B.0.1、表 B.0.2 和表 B.0.3 的要求填写有关记录。

5.3.8 HDPE 膜铺设过程中必须进行搭接宽度和焊缝质量控制。监理必须全程监督膜的焊接和检验。

5.3.9 施工中应注意保护 HDPE 膜不受破坏，车辆不得直接在 HDPE 膜上碾压。

5.4 土工布

5.4.1 土工布应铺设平整，不得有石块、土块、水和过多的灰尘进入土工布。

5.4.2 土工布搭接宽度应符合本规范表 3.7.2 的规定。

5.4.3 土工布的缝合应使用抗紫外和化学腐蚀的聚合物线，并应采用双线缝合。非织造土工布采用热粘连接时，应使搭接宽度范围内的重叠部分全部粘接。

5.4.4 边坡上的土工布施工时，应预先将土工布锚固在锚固沟内，再沿斜坡向下铺放，土工布不得折叠。

5.4.5 土工布在边坡上的铺设方向应与坡面一致，在坡面上宜整卷铺设，不宜有水平接缝。

5.4.6 土工布上如果有裂缝和孔洞，应使用相同规格材料进行修补，修补范围应大于破损处周边 300mm。

5.5 钠基膨润土防水毯（GCL）

5.5.1 GCL 贮存应防水、防潮、防曝晒。

5.5.2 GCL 不应在雨雪天气下施工。

5.5.3 GCL 的施工过程中应符合下列要求：

- 1 应以品字形分布，不得出现十字搭接；
- 2 边坡不应存在水平搭接；
- 3 搭接宽度应符合本规范表 3.7.2 的要求，局部可用膨润土粉密封；
- 4 应自然松弛与基础层贴实，不应折褶、悬空；
- 5 应随时检查外观有无破损、孔洞等缺陷，发现缺陷时，应及时采取修补措施，修补范围宜大于破损范围 200mm；
- 6 在管道或构筑立柱等特殊部位施工时，应加强处理。

5.5.4 GCL 施工完成后，应采取有效的保护措施，任何人员不得穿钉鞋等在 GCL 上踩踏，车辆不得直接在 GCL 上碾压。

5.6 土工复合排水网

5.6.1 土工复合排水网的排水方向应与水流方向一致。

5.6.2 边坡上的土工复合排水网不宜存在水平接缝。

5.6.3 在管道或构筑立柱等特殊部位施工时，应进行特殊处理，并保证排水畅通。

5.6.4 土工复合排水网的施工中，土工布和排水网都应和同类材料联接。相邻的部位应使用塑料扣件或聚合物编织带连接，底层土工布应搭接，上层土工布应缝合联接，连接部分应重叠。沿材料卷的长度方向，最小联接间距不宜大于 1.5m。

5.6.5 排水网芯复合的土工布应全面覆盖网芯。

5.6.6 土工复合排水网中的破损均应使用相同材料修补，修补范围应大于破损范围周边 300mm。

5.6.7 在施工过程中，不得损坏已铺设好的 HDPE 膜。施工机械不得直接在复合土工排水材料上碾压。

6 防渗系统工程验收及维护

6.1 防渗系统工程验收

6.1.1 防渗系统工程验收前应提交下列资料：

- 1 设计文件、设计修改及变更文件和竣工图纸；
- 2 制造商的材料质量合格证书、施工单位的第三方材料检验合格报告；
- 3 监理单位的相关资料和记录；
- 4 预制构件质量合格证书；
- 5 隐蔽工程验收合格文件；
- 6 施工焊接自检记录。

6.1.2 防渗系统工程的验收应包括下列内容：

- 1 场底及边坡基础层；
- 2 地下水收集导排设施；
- 3 场底及边坡膜下保护层（土壤层或 GCL）；
- 4 锚固沟槽及回填材料；
- 5 场底及边坡 HDPE 膜层；
- 6 场底及边坡膜上土工布保护层；
- 7 渗沥液收集导排设施（导流层或复合土工排水网）；
- 8 其他。

6.1.3 防渗系统工程质量验收应进行观感检验和抽样检验。

6.1.4 防渗系统工程材料质量验收观感检验应符合下列要求：

- 1 HDPE 膜、GCL 每卷卷材标识清楚，表面无折痕、损伤，厂家、产地、卷材性能检测报告、产品质量合格证、海运提单等资料齐全；
- 2 土工布、土工复合排水网包装完好，表面无破损，产地、厂家、合格证、运输单等资料齐全。

6.1.5 防渗系统工程材料质量抽样检验应符合下列要求：

- 1 应由供货单位和建设单位双方在现场抽样检查。
- 2 应由建设单位送到国家认证的专业机构检测。
- 3 防渗系统工程材料每 10000m² 为一批，不足 10000m² 按一批计。在每批产品中随机抽取 3 卷进行尺寸偏差和外观检查。
- 4 在尺寸偏差和外观检查合格的样品中任取一卷，在距外层端部 500mm 处裁取 5m² 进行主要物理性能指标检验。当有一项指标不符合要求，应加倍取样检测，仍有一项指标不合格，应认定整批材料不合格。

6.1.6 防渗系统工程施工质量观感检验应符合下列要求：

- 1 场底、边坡基础层、锚固平台及回填材料要平整、密实，无裂缝、无松土、无积水、无裸露泉眼，无明显凹凸不平、无石头砖块，无树根、杂草、淤泥、腐植土，场底、边坡及锚固平台之间过渡平缓。
- 2 土工布无破损、无折皱、无跳针、无漏接现象，应铺设平顺，联接良好，搭接宽度应符合本规范表 3.7.2 的规定。
- 3 HDPE 膜铺设规划合理，边坡上的接缝须与坡面的坡向平行，场底横向接缝须距坡脚应大于 1.5m。焊接、检测和修补记录标识应明显、清楚，焊缝表面应整齐、美观，不得有裂纹、气孔、漏焊和虚焊现象。HDPE 膜无明显损伤、无褶皱、无隆起、无悬空现象。搭接良好，搭接宽度应符合本规范表 3.7.2 的规定。
- 5 土工布、GCL、土工复合排水网等材料的搭接应符合本规范表 3.7.2 的规定。坡面上的接缝应与坡面的坡向平行。场底水平接缝距坡脚应大于 1.5m。
- 6 防渗系统工程整体无渗漏。

6.1.7 防渗系统工程施工质量抽样检测应符合下列要求：

1 场底和边坡基础层按 500m^2 取一个点检测密实度，合格率应为 100%；锚固沟回填土按 50m 取一个点检测密实度，合格率应为 100%；

2 土工布按 200m 接缝取一个样检测搭接效果，合格率应为 90%。

3 HDPE 膜焊接质量检测应符合下列要求：

1) 对热熔焊接每条焊缝应进行气压检测，合格率应为 100%；

2) 对挤压焊接每条焊缝应进行真空检测，合格率应为 100%；

3) 焊缝破坏性检测，按每 1000m 焊缝取一个 $1000\text{mm}\times 350\text{mm}$ 样品做强度测试，合格率应为 100%；

4) 气压、真空和破坏性检测及电火花测试方法应符合附录 C 的规定。

4 HDPE 膜施工工序质量检测评定，应按附录 D 表 D 的要求填写有关记录。

5 GCL 铺设质量检测应符合下列要求：

1) GCL 铺设完成后，应及时对施工质量进行检验；

2) 基础层应符合本规范第 3.3 节的要求；

3) 搭接宽度应符合本规范表 3.7.2 的要求；

4) GCL 及其搭接部位应与基础层贴实且无褶皱和悬空；

5) GCL 不得遇水而发生前期水化；

6) 修补的破损部位应符合本规范 5.5.3 条第 5 款的要求。

6.1.8 防渗工程施工质量检验应与施工同步进行，质检合格并报监理验收合格后，方可进行下道工序。

6.1.9 防渗工程施工完成后，在填埋垃圾之前，应对防渗系统进行全面的渗漏检测，并确认合格。

6.2 防渗系统工程维护

6.2.1 使用单位应及时制订防渗系统工程安全保障措施及管理办法。

6.2.2 防渗系统工程的正常维护应符合下列要求：

- 1 防渗系统工程区域内不允许未经使用单位同意的人员进入；
- 2 维护人员入场区，应妥善携带和使用维护用具；
- 3 正常情况下应每月不少于一次巡查尚未使用的防渗系统工程区域；如遇暴雨、台风等特殊情况，应及时巡查。

6.2.3 防渗系统工程维修应符合下列要求：

- 1 防渗系统损坏时，应及时制订安全可靠的修复措施，并组织修复；
- 2 HDPE 膜、GCL、土工布、复合土工排水网等主要防渗系统工程材料损坏时，应及时修补；
- 3 土壤层损坏时，应及时修复；
- 4 渗沥液收集系统堵塞时，应及时疏通。

6.2.4 分步施工边坡保护层时，应制订严格的施工组织计划。

6.2.5 防渗系统工程维修所采用的焊机、检验设备等机具设备应妥善保管，并定期维护、保养，确保正常使用。

附录 A HDPE 膜铺设施工记录

表 A HDPE 膜铺设施工记录表

工程名称：						第 页 共 页	
铺设位置 编号	日期 年月日	时间	卷材编号	长度 (m)	宽度 (m)	面积 (m ²)	备注
本页小计							
累 计							
施工单位：				现场监理（签章）：			
检测单位：				技术负责人（签章）：			
填表日期： 年 月 日				记 录（签章）：			

附录 B HDPE 膜试样焊接记录

表 B.0.1 HDPE 膜试样焊接记录表

工程名称：										第 页 共 页			
试焊接单位：				检测单位：						检测结果			
试件编号	日期 年月日	时间	设备编号	技工编号	环境温度 (°C)	焊接温度 (°C)	预热温度 (°C)	时间	断裂	撕裂	是否通过	断裂	剪切
													是否通过
现场监理（签章）：				技术负责人（签章）：				记录（签章）：		填报日期： 年 月 日			

附录 B 表 B.0.2 HDPE 膜热熔焊接检测记录表

工程名称：										第	页	共	页				
焊缝编号	日期 年月日	时间	设备编号	技工编号	长度 (m)	环境温度 (℃)	焊接温度 (℃)	焊接速度 (m/min)	气压检测				是否 通过				
									日期	时间	开始压强 (KPa)	结束压强 (KPa)					
施工单位：										检测单位：							
现场监理（签章）：										技术负责人（签章）：				记录（签章）：		填报日期： 年 月 日	

附录 B 表 B.0.3 HDPE 膜挤压焊接检测记录表

项目名称:										第 页 共 页				
焊缝编号	日期	时间	设备编号	技工编号	长度 (m)	环境温度 (℃)	预热温度 (℃)	焊接温度 (℃)	焊接速度 (m/min)	真空检测				
										日期	时间	压强 Kpa	是否 通过	
施工单位:										检测单位:				
现场监理 (签章):			技术负责人 (签章):			记录 (签章):			填报日期: 年 月 日					

附录 C 气压、真空和破坏性检测及电火花测试方法

C.0.1 HDPE 膜热熔焊接的气压检测：针对热熔焊接形成双轨焊缝，焊缝中间预留气腔的特点，应采用气压检测设备检测焊缝的强度和气密性。一条焊缝施工完毕后，将焊缝气腔两端封堵，用气压检测设备对焊缝气腔加压至 250kPa，维持 3-5min，气压不应低于 240kPa，然后在焊缝的另一端开孔放气，气压表指针能够迅速归零方视为合格。

C.0.2 HDPE 膜挤压焊接的真空检测：挤压焊接所形成的单轨焊缝，应采用真空检测方法检测。用真空检测设备直接对焊缝待检部位施加负压，当真空罩内气压达到 25~35kPa 时焊缝无任何泄漏方视为合格。

C.0.3 HDPE 膜挤压焊缝的电火花测试：等效于真空检测，适应地形复杂的地段，应预先在挤压焊缝中埋设一条 $\Phi 0.3 \sim 0.5\text{mm}$ 的细铜线，利用 35kv 的高压脉冲电源探头在距离焊缝 10~30mm 的高度探扫，无火花出现视为合格，否则说明出现火花的部位有漏洞。

C.0.4 HDPE 膜焊缝强度的破坏性取样检测：针对每台焊接设备焊接一定长度取一个破坏性试样进行室内实验分析（取样位置应立即修补），定量的检测焊缝强度质量，热熔及挤出焊缝强度合格的判定标准应符合表 C.0.4 的规定。

每个试样截取 10 个 25.4mm 宽的标准试件，分别做 5 个剪切实验和 5 个剥离实验。每种实验 5 个试样的测试结果中应有 4 个符合上表中的要求，且平均值应达到上表标准、最低值不得低于标准值的 80% 方视为通过强度测试。

如不能通过强度测试，须在测试失败的位置沿焊缝两端各 6m 范围内重新取样测试，重复以上过程直至合格为止。对排查出有怀疑的部位用挤出焊接方式加以补强。

表 C.0.4 热熔及挤出焊缝强度判定标准值

厚度	剪 切		剥 离	
	热熔焊	挤出焊	热熔焊	挤出焊
mm	N/mm	N/mm	N/mm	N/mm
1.5	21.2	21.2	15.7	13.7
2.0	28.2	28.2	20.9	18.3

注：测试条件：25℃，50mm/min

附录 D HDPE 膜施工工序质量检查评定

表 D.0.1 HDPE 膜施工工序质量检查评定表

工程名称:			承包单位:										检测单位:										共 页 第 页	
部位名称		工序名称				主要工程数量				桩号、位置														
序号		质量要求										质量情况												
1		土工膜和焊条的材料规格和质量符合设计要求和有关标准的规定。																						
2		基础层应平整、压实、无裂缝、无松土，表面无积水、石块、树根及其它任何尖锐杂物。																						
3		铺设平整，无破损和褶皱现象。																						
4		HDPE 膜在坡面上的焊缝应尽可能地减少，焊缝与坡度纵线的夹角不大于 45°，力求平行。																						
5		在坡度大于 10% 的坡面上和坡脚 1.5m 范围内不得有横向焊缝。																						
6		焊缝表面应整齐、美观，不得有裂纹、气孔、漏焊或跳焊现象。																						
7		焊缝的焊接质量符合规范要求，检漏测试和拉力测试。																						
		质量保证资料										质量保证资料必须满足相关管理法规和质量标准的要求。												
序号		实测项目		规定值或允许偏差 (mm)		实测值或实测偏差值										应检点数		合格率 (%)						
1		热熔焊接宽度		100±20		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
2		挤出焊接宽度		75±20																				
3																								
4																								
5																								
承包单位自评意见				监理意见																	平均合格率 (%)			
																					评定等级			
项目负责人(签章):		年 月 日		监理工程师(签章):		年 月 日		记录人(签章):		年 月 日														
现场监理(签章):		技术负责人(签章):		记录人(签章):		年 月 日																		

本规范用词说明

1. 为便于在执行本规范条文时区别对待，对于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”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词采用“可”。

2. 规范中指定应按其他有关标准执行时，写法为“应符合……的规定或要求”或“应按……执行”。

中华人民共和国行业标准

生活垃圾卫生填埋场防渗系统 工程技术规范

CJJ113-2007

条 文 说 明

前 言

《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范》CJJ113-2007 经建设部 2007 年 1 月 17 日以建设部 549 号公告批准发布。

本规范的主编单位是城市建设研究院，参加单位是深圳市胜义环保有限公司、北京高能垫衬工程有限公司、北京博克建筑化学材料有限公司、深圳市环境卫生管理处。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位的有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，供使用者参考。在使用中如发现本条文说明有不妥之处，请将意见函寄城市建设研究院（地址：北京市朝阳区惠新南里 2 号院，邮政编码：100029）。

目 次

1	总 则	35
2	术 语	36
3	防渗系统工程设计	37
3.1	一般规定	37
3.2	防渗系统	39
3.3	基础层	40
3.4	防渗层	40
3.5	渗沥液收集导排系统	41
3.6	地下水收集导排系统	42
3.7	防渗系统工程材料联接	42
4	防渗系统工程材料	43
4.1	一般规定	43
4.2	高密度聚乙烯（HDPE）膜	43
4.3	土工布	43
4.4	膨润土防水毯（GCL）	43
4.5	土工复合排水网	43
5	防渗系统工程施工	45
5.1	一般规定	45
5.2	土壤层	45
5.3	高密度聚乙烯（HDPE）膜	45
5.4	土工布	47
5.5	膨润土防水毯（GCL）	47
5.6	土工复合排水网	48

6	防渗系统工程验收及维护	49
6.1	防渗系统工程验收.....	49

1 总 则

1.0.1 本条明确了制定本规范的目的。

1.0.2 本条规定了本规范的适用范围。

1.0.3 垃圾填埋场防渗系统工程是垃圾填埋场工程中的一个重要组成部分，其设计、施工、验收、维护除执行本规范的规定外，还应当符合国家现行的相关标准和规范的有关规定。

2 术 语

2.0.1～2.0.7 对垃圾填埋场防渗系统中的名词加以规范。

2.0.8 本规范中的土工合成材料方面的材料术语和材料性能术语定义参照了《土工合成应用技术规范》GB50290 的定义。

3 防渗系统工程设计

3.1 一般规定

3.1.1 垃圾填埋场在使用期间和垃圾填满封场后，由于降雨、垃圾自身含水及其它因素，会产生垃圾渗沥液和填埋气体，填埋垃圾达到稳定化需要一个较长的时期，在稳定期限内仍有垃圾渗沥液和填埋气体产生，防渗系统都应有效的发挥其功能。

由于我国的卫生填埋场建设起步较晚，目前还没有封场后稳定化的卫生填埋场。参考国外卫生填埋场运营经验，卫生填埋场的稳定期限通常为封场后的 20~30 年。

3.1.2 防渗系统是垃圾填埋场的一个重要组成部分，防渗系统工程设计应符合垃圾填埋场总体设计的要求。

3.1.3 为充分利用填埋库容，垃圾填埋场堆填垃圾的高度通常尽可能高，从而对场底形成较大强度的荷载，应保证垃圾填埋场基础具有足够的承载能力，在垃圾堆填后不会产生不均匀沉降。在进行防渗系统工程设计之前，应进行防渗系统工程的稳定性计算。

3.1.4 防渗系统工程涉及大面积的土石方工程，不仅要保证垃圾填埋场基础整体结构稳定，还应保证垃圾填埋场不会出现滑坡、垮塌、倾覆等影响局部稳定性的情况。

3.1.5 垃圾填埋场场底的坡度对及时导排渗沥液有重要意义。经验证明，垃圾填埋场场底纵、横坡度大于 2% 时，能够较好的实现渗沥液导排；但是另一方面，实践工程经验也表明，在一些利用天然沟壑或平原地区建设垃圾填埋场时，纵向坡度和横向坡度同时大于 2% 的条件难以满足，会造成大量不必要的挖方和填方。因此，防渗系统工程设计中场底的纵、横坡度不宜小于 2%，各地可因地制宜，但必须保证渗沥液能够顺利导排。

在美国等国家将防渗层上的渗沥液水头作为垃圾填埋场设计的基本要求。考虑到由于产品质量和施工质量等因素，绝对不渗漏的垃圾填埋场是很难实现的，而控制膜上渗沥液水头有助于显著减少渗沥液的渗漏，对于防渗工程有重要意义。如美国要求防渗层的最大渗沥液水头不得超过 1 英尺（0.3m），最大渗沥液水头 $h_{\max}$ 可参考下式计算：

$$h_{\max} = \frac{L\sqrt{c}}{2} \left[\frac{\tan^2 \alpha}{c} + 1 - \frac{\tan \alpha}{c} \sqrt{\tan^2 \alpha + c} \right]$$

式中：

c —— q/k

q ——渗沥液流入通量，

k ——渗透系数

α ——坡度

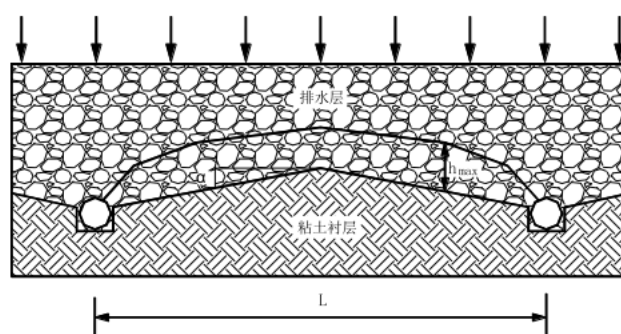


图 3.1.5 最大渗沥液水头示意图

3.1.6 垃圾填埋场的占地面积通常较大，有较大的汇水面积，为了有效的减少渗沥液产生，以及便于操作管理，应对垃圾填埋场进行合理分区。防渗系统工程设计应根据垃圾填埋场总体分区要求进行。

3.1.7 垃圾填埋场的使用期限通常较长，如果一次性建成全部垃圾填埋场防渗系统，防渗系统工程材料受到日光照射、冷热冻融等自然条件影响，材料的性能会逐渐降低甚至丧失。因此，防渗系统工程应整体设计，宜分期实施。

3.1.8 垃圾渗沥液处理设施是渗沥液集中贮存和处理的构筑物，一旦发生渗漏，对环境的污染会十分严重，应进行防渗处理。

3.2 防渗系统

3.2.1 本条规定了防渗系统工程设计的基本要求。

1 人工合成的防渗材料渗透系数小，防渗性能好，垃圾渗沥液渗透量很小；但是一旦破损，会造成渗漏量的显著增加，因此防渗材料上、下保护层的设置都非常重要。

2 渗沥液收集导排系统是防渗系统的重要组成部分。渗沥液积累在土工膜上，会加快渗沥液的渗漏，因此应及时导排。渗沥液收集导排系统设计中应考虑物理作用、化学作用、生物作用等因素，使系统具有长期的导排性能。

3 在垃圾填埋场场区地下水水位较高的情况下，应设计地下水收集导排系统，防止地下水对防渗系统造成不利影响和破坏。在垃圾填埋场场区地下水水位较低，但是地表水下渗较快，会从侧面影响边坡防渗材料层时，也应该设计地下水收集导排系统。当没有地下水对防渗系统产生危害时，可不设置地下水收集导排系统。

3.2.2 本规范将各种防渗结构概括为两大类，即单层防渗结构和双层防渗结构。就起防渗作用的材料层而言，防渗材料可以是一层防渗材料形成单层防渗层，或者几层紧密接触的防渗材料形成复合防渗层。无论采用单层防渗层还是复合防渗层，其防渗结构并无显著差异，只是防渗的性能有所差异。单层防渗结构中的防渗层可以是单层防渗层，也可以是复合防渗层。设计单层防渗结构时，可从本规范图 3.2.2-1a~d 四种防渗型式中选择。而双层防渗结构是在单层防渗结构基础上又增加了一个防渗层和一个渗漏检测层。双层防渗结构中的主防渗层和次防渗层分别可以是单层防渗层或复合防渗层。双层防渗结构可按本规范图 3.2.2-2 的防渗型式设计。

3.3 基础层

3.3.2 本条要求场底基础层应设置纵、横坡度以利于导排垃圾渗沥液。根据工程经验，场底基础层纵、横坡度宜大于 2%，但在特殊地形条件下，可在满足渗沥液收集导排要求的情况下适当调整。

3.3.3 根据实践经验，当边坡缓于 1:2 时其稳定性通常较好，但在地质情况不佳时，应做出稳定性分析；当边坡坡度陡于 1:2，其稳定可靠性通常较差，也宜根据实际需求做出稳定性分析。

3.4 防渗层

3.4.1 防渗层设计应对防渗系统工程材料的物理性质、化学性质以及抗老化性质加以要求，并且保证防渗层在防渗区域覆盖完整。

3.4.2 垃圾填埋场场底和边坡可采用不同的防渗结构和防渗型式。HDPE 膜是世界通用的垃圾填埋场防渗材料，具有施工方便，节省库容，防渗性能好等优点，但是容易破损，应在上下设置保护层，通常膜上采用非织造土工布作为保护材料，膜下采用压实土壤等材料加以保护。

1 HDPE 膜和压实土壤复合防渗能充分发挥 HDPE 膜和压实土壤的优点，在 HDPE 膜破损时，仍能有效地阻止渗漏，国内外已广泛采用。

2 GCL 作为一种土工合成材料，施工较压实土壤容易，且节省填埋库容，由于具有遇水膨胀的特性和一定的防水性能，在 HDPE 膜破损后，也能起到辅助的防渗作用。由 GCL 属于片状材料，其下应有压实土壤作为保护层，该种防渗结构很有应用前景。参考欧盟的标准，当地质屏障的自然条件不能满足防渗要求时，可以采用

人工改造和增强地质屏障来形成同等保护，人工建设的地质屏障厚度不得低于 0.5m。

3 采用压实土壤防渗是传统的防渗型式，防渗性能好，但施工难度较大，对天然地质条件和土源的要求较高。

4 HDPE 膜单层防渗相对于前三种防渗型式，防渗可靠性相对较差，主要依靠 HDPE 防止渗沥液渗漏，膜下的压实土壤防渗性能较弱，但是施工较容易，在我国有一定的实际应用。

本规范不限制新的防渗技术和防渗材料的应用，新技术的应用应慎重，在得到有效证明后，方可应用到实际工程中。本规范提出的垃圾填埋场防渗层设计的典型防渗型式，并不涵盖所有防渗型式，实际工程设计中可参照本规范防渗型式予以改进。

3.4.3 双层防渗结构防渗等级高，造价也相对较高，在我国实际工程的使用很少，在对环境保护要求很高的地区可选择使用。

3.5 渗沥液收集导排系统

3.5.3 渗沥液收集导排系统上部需要承载多种压力和荷载，为使系统能够长久有效地发挥作用，故本条强调了系统内设施的强度要求。

3.5.4 若采用卵石或碎石等材料时，其粒径宜分布在 15~40mm 范围内。由于垃圾渗沥液含有腐植酸，通常呈酸性，故不得选用易被渗沥液腐蚀的石料。土工复合排水网可以应用于垃圾填埋场底部和边坡的渗沥液收集系统，使用在垃圾填埋场的边坡上优势更为明显。

3.5.5 由于垃圾渗沥液含有腐植酸，通常呈酸性，故盲沟内的排水材料不得选用易被渗沥液腐蚀的石料。设计中宜对排水管材的抗压能力和变形程度进行计算。

3.5.6 本条明确了防渗系统设计应考虑防淤堵的因素。反滤材料要求具有相当的孔隙和垂直渗透系数，宜采用土工布作为反滤

材料，具体要求可参照现行国家标准《土工合成材料应用技术规范》GB50290 执行。

3.5.7 渗沥液排出管需要穿过土工膜时，应采取有效的强化密封措施，确保管道和土工膜紧密结合，防止穿膜处破损，产生渗沥液渗漏。穿膜管道应使用 HDPE 管材。设计和施工中应为穿膜处的非破坏性质量控制测试留出空间。

3.5.8 渗沥液泵井的设计应注意以下要求：

- 1 渗沥液具有腐蚀性，应采取措施保护泵井。
- 2 泵井容积过小，会导致泵井经常被抽干，泵频繁启动和停止，增加泵出现故障的机率。
- 3 泵用于将渗沥液从泵井排出，其规格应该能保证在渗沥液最大产生率时能够及时将渗沥液排出。泵应该具有足够的扬程，保证能将渗沥液提升到足够的高度，从出口排出。泵井宜设计为具有液位控制功能，且应配备备用泵。泵井应安装故障警示装置。
- 4 泵井内易聚集沼气，产生安全隐患，应采取必要的安全措施。

3.6 地下水收集导排系统

3.6.1 本条明确了地下水收集导排系统的设置条件。在地下水水位较低、降雨少的地区，地下水对防渗系统不造成危害时，可不设地下水收集导排系统。

3.7 防渗系统工程材料连接

3.7.3 表 3.7.3 中的限制坡高和限制坡长均是推荐的最大坡高和最大坡长。

4 防渗系统工程材料

4.1 一般规定

4.1.1 本条规定了防渗系统工程中常用的土工合成材料名称。

4.2 高密度聚乙烯（HDPE）膜

4.2.1～**错误！未找到引用源。**本条规定了 HDPE 膜应符合国家现行标准《填埋场用高密度聚乙烯土工膜》CJ/T234 中关于 HDPE 膜的外观要求、光面 HDPE 膜和糙面 HDPE 膜的性能指标要求。

4.3 土工布

4.3.1 土工布不能尽快被填充物遮盖而需要长久暴露时，应充分考虑其抗老化性能。土工布作为反滤材料时，应充分考虑其防淤堵性能。

4.3.2 应参照的有关土工布的国家相关标准主要包括：

- 1 《短纤针刺非织造土工布》（GB/T17638）；
- 2 《长丝纺粘针刺非织造土工布》（GB/T17639）；
- 3 《长丝机织土工布》（GB/T17640）；
- 4 《裂膜丝机织土工布》（GB/T17641）；
- 5 《塑料扁丝编织土工布》（GB/T17690）等。

4.4 钠基钠基膨润土防水毯（GCL）

4.4.1 本条对 GCL 的性能指标提出了要求，垃圾填埋场防渗系统工程中的 GCL 主要应用于 HDPE 膜下作为防渗层或保护层。

4.5 土工复合排水网

4.5.1 本条对土工复合排水网的性能提出了要求，土工复合排水网主要用于渗滤液收集导排系统，渗滤液检测系统，地下水收集导排系统。

5 防渗系统工程施工

5.1 一般规定

5.1.2 边坡保护层主要是维护边坡材料层不被填埋机具作业时损坏，可用袋装土、废旧轮胎等加以保护。

5.2 土壤层

5.2.1 经验证明，粘土是最合适的土壤层防渗材料，应作为优先使用的土源，当粘土资源缺乏时，也可使用其它类型的土，但是应保证能达到渗透系数不大于 $1.0 \times 10^{-9} \text{m/s}$ 的要求。

5.2.2 应使压实度达到最小渗透系数。能否达到最小渗透系数取决于衬层施工中的土壤类型、土壤含水率、土壤密度压实度、压实方法等。一般地，当压实土壤的含水率略高于最优含水率时（通常高出 1~7%），可达到最小渗透系数。

5.2.3 本条规定了土壤层应该由一系列压实的土层组成，即分层压实，各土层之间应该紧密衔接。每层压实土层的厚度宜为 150~250mm。

5.2.4 本条规定了各层压实土壤层测试应每 500m^2 取一组样品进行压实度测试，每组样品宜为 3~5 个样。

5.3 高密度聚乙烯 (HDPE) 膜

5.3.1 HDPE 膜的产品质量是防渗系统工程质量的基本保证，故在材料进场时就应该检查外观和有关的性能指标，从而保证产品质量。HDPE 膜的检测频率宜保证每一批次 HDPE 膜至少取一个样，同一批次 HDPE 膜宜按每 50000m^2 增加一个取样。

5.3.2 防渗系统工程施工期间，HDPE 膜应该按照产品说明书的要求进行贮存。HDPE 膜对紫外光比较敏感，在铺设前应避免

阳光直射，防止因为自然条件或人为条件影响产品的质量和性能。用于联接 HDPE 膜的粘合剂或焊接材料也应该以适当的方式加以贮存。

5.3.3 每日 HDPE 膜铺设完成应当日焊接，以免被风吹起或被其它外力破坏。

5.3.5 HDPE 膜铺设的要求如下：

1 HDPE 膜铺设时应一次展开到位，不宜展开后再拖动 HDPE 膜。

2 HDPE 膜的热胀冷缩会影响其安装和服务性能，故在施工中应为材料的热胀冷缩留出一定余地。HDPE 膜不宜拉得过紧，否则会因局部应力过大而造成 HDPE 膜破坏。

3 HDPE 膜下保护层被雨淋、水冲刷后，会破坏表层的平坦度，可将 HDPE 膜下保护层的施工期安排在比 HDPE 膜铺设稍前一点的时间。

5.3.6 焊接方法包括热熔焊接和挤压焊接。焊接之前应先检查铺设是否完好，搭接宽度是否符合要求，并且每台焊机均须试焊合格后方可焊接。应对焊接过程进行质量控制和进行相关的质量保证检测，以便及时发现不合格焊接。

5.3.7 本条要求 HDPE 膜铺设和焊接施工中应按附录 A 表 A 和附录 B 表 B.0.1~B.0.3 规定的内容进行记录，以保证施工质量。

5.3.8 HDPE 膜的搭接和焊接对防渗系统工程质量非常重要。施工过程中，监理必须全程监督 HDPE 膜的焊接和检验工作。

焊接质量测试应该在现场环境下模拟进行，并且对所有焊缝均需要进行气密性检测。

现场焊接质量的稳定性对于防渗系统的性能非常关键。在施工中，应该监测和控制可能影响焊接质量的各种条件。为了符合施工质量保证计划，应对施工过程进行检查，并完整的记录现场焊接情况。影响焊接过程的主要因素包括以下内容：

- 1 焊接面的清洁程度；
- 2 焊接处周围的温度；
- 3 焊接处周围的湿度；
- 4 焊缝处的基础层条件，如含水率；
- 5 天气情况，如风力影响。

5.3.9 HDPE 膜铺设后工作人员穿钉鞋、高跟鞋在 HDPE 膜上踩踏和车辆在 HDPE 膜上行驶易造成膜破坏；当车辆需要作业时，应在 HDPE 膜上铺设保护材料。

5.4 土工布

5.4.1 有石头、土块、水和过多的灰尘和进入土工布时，容易破坏土工膜或堵塞土工布。

5.4.5 土工布在边坡上的铺设方向应与坡面一致，以减少接缝的受力。坡面上的水平接缝易造成土工布的脱落。

5.5 钠基膨润土防水毯(GCL)

5.5.1 GCL 贮存时地面应采取架空方法垫起，以免受潮或被地表水浸泡，影响其性能。

5.5.2 由于 GCL 具有遇水膨胀的特性，故 GCL 施工时应考虑的天气因素。

5.5.3 GCL 宜按照以下要求铺设：

1 应按规定顺序和方向，分区分块铺设 GCL。GCL 应以品字形分布，尽量避免十字搭接。宽幅、大捆 GCL 的铺设宜采用机械施工；条件不具备及窄幅、小捆 GCL，也可采用人工铺设。

2 GCL 不应在坡面水平搭接，而在坡顶开挖锚固沟进行锚固。

3 搭接 GCL 时，应在搭接底层 GCL 的边缘 150mm 处撒上膨润土粉状密封剂，其宽度宜为 50mm、重量宜为 0.5kg/m^2 。在大风

天气施工时，可将粉状密封剂用等量清水调成膏状，再按上述要求涂抹于 GCL 上。

4 坡面铺设完成后，应在底面留下不少于 2m 的 GCL，并在边缘用塑料薄膜进行临时保护。遇有大风天气时，可将膨润土粉用适量清水调成膏状联接。

5 可施用膨润土粉或用 GCL 进行局部覆盖修补。

6 在圆形管道等特殊部位施工时，可首先裁切以管道直径加 500mm 为边长的方块 GCL；再在其中心裁剪直径与管道直径等等的孔洞，修理边缘后使之紧密套在管道上；然后在管道周围与 GCL 的接合处均匀撒布或涂抹膨润土粉。方形构筑物处的施工可参照上述方法执行。

5.5.4 对已施工的 GCL 应妥善保管，不得有任何人为损坏。

5.6 土工复合排水网

5.6.3 在铺设土工复合排水网的过程中遇到障碍物，如排尿管或测视井时，应裁开土工复合排水网，在障碍物周围铺设，保证障碍物和材料之间没有缝隙，且下层土工布和土工网芯应接触到障碍物。上层土工布要有足够的长度，折回到土工复合排水网下面，保护露出的土工网芯，防止小土粒进入土工网芯。

5.6.4 覆盖连接排水网芯的土工布应密封，可以防止回填料或其它可能造成堵塞得物质进入土工网芯。

6 防渗系统工程验收及维护

6.1 防渗系统工程验收

6.1.1 本条规定了防渗系统工程验收的相关资料清单。

6.1.2 HDPE 膜施工工序是防渗系统工程中最重要的工程之一。验收资料中须包括 HDPE 膜的铺设、焊接和检测方面的施工记录。真实地记载每片 HDPE 膜材料的卷材信息，每条焊缝的施工人员、设备和焊接参数信息，每条焊缝的检测人员、设备信息及检测结果和不合格处理意见。

6.1.6 本条规定了防渗系统工程施工质量观感检验的要求。

6.1.7 本条规定了防渗系统工程施工质量抽样检测及焊接质量检测方法的要求。