

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2011 年工程建设标准规范制订、修订计划的通知〉》（建标〔2011〕17 号）的要求，标准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，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1 总则；2 术语；3 防渗系统工程材料；4 防渗系统设计；5 防渗系统工程施工质量控制及验收；6 防渗系统工程维护。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由中国城市建设研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国城市建设研究院有限公司（地址：北京市西城区德胜门外大街 36 号 A 座，邮政编码：100120）。

本标准主编单位：中国城市建设研究院有限公司

本标准参编单位：中城建胜义（深圳）环境科技有限公司

北京高能时代环境技术股份有限公司

中兰环保科技股份有限公司

天津建昌环保股份有限公司

华中科技大学

深圳市环境卫生管理处

北京吉成环境能源科技有限责任公司

本标准主要起草人员：徐文龙 王敬民 刘晶昊 颜廷山

陈 冰 薛玉伟 童 琳 田 辉

陈海滨 甄胜利 厉江锋 薛剑凡

梁顺文 罗 勇 胡 洋 刘 畅

葛思尚	宋 薇	张 黎	徐长勇
罗 彬	唐 睿	魏新庆	刘 勇
苗发书	肖光婷		
本标准主要审查人员：	陈朱蕾	詹良通	吴文伟
	王克虹	刘建国	何品晶
	郭婧婷	傅志斌	余 毅
		史昕龙	

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	防渗系统工程材料	4
3.1	一般规定	4
3.2	高密度聚乙烯土工膜	4
3.3	膨润土防水毯	5
3.4	土工布和土工滤网	6
3.5	土工排水网	6
3.6	高密度聚乙烯管材	6
4	防渗系统设计	8
4.1	一般规定	8
4.2	防渗系统	8
4.3	基础层	9
4.4	防渗层	10
4.5	渗沥液收集导排系统	11
4.6	地下水收集导排系统	12
4.7	渗沥液调节池防渗	13
5	防渗系统工程施工质量控制及验收	14
5.1	一般规定	14
5.2	基础层施工	14
5.3	压实黏土防渗层施工	15
5.4	高密度聚乙烯土工膜铺设	15
5.5	土工布铺设	17
5.6	膨润土防水毯铺设	17
5.7	土工复合排水网施工	18

5.8 防渗系统工程材料连接	19
5.9 局部工程施工	20
5.10 防渗系统工程验收	21
6 防渗系统工程维护	23
附录 A 高密度聚乙烯土工膜铺设施工记录	24
附录 B 高密度聚乙烯土工膜试样焊接记录	25
附录 C 气压、真空和破坏性检测及电火花测试方法	28
附录 D 高密度聚乙烯土工膜施工工序质量检查评定	30
本标准用词说明	31
引用标准名录	32

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Liner System Material	4
3.1	General Requirements	4
3.2	High-density Polyerthy-lene	4
3.3	Geosynthetic Clay liner	5
3.4	Geotextile and Geomembrane	6
3.5	Geotechnical Drainage Nets	6
3.6	High-density Polyerthy-lene Pipe	6
4	Liner System Design	8
4.1	General Requirements	8
4.2	Liner System	8
4.3	Base Layer	9
4.4	Sealing Liner	10
4.5	Leachate Collection and Removal System	11
4.6	Groundwater Collection and Removal System	12
4.7	Leachate Equalization Basin Seepage Control System	13
5	Liner System Construction Quality Control and Acceptance	14
5.1	General Requirements	14
5.2	Base Layer	14
5.3	Compacted Clay Liner	15
5.4	High-density Polyerthy-lene	15
5.5	Geotextile	17

5.6	Geosynthetic Clay Liner	17
5.7	Geotechnical Composite Drainage Nets	18
5.8	Liner system Material Connection	19
5.9	Local Construction	20
5.10	Liner System Acceptance	21
6	Liner System Maintenance	23
Appendix A	HDPE Geomembrane Construction Records	24
Appendix B	HDPE Geomembrane Sample Welding Records	25
Appendix C	Pressure, Vacuum, Destructive Testing and EDM Test Method	28
Appendix D	HDPE Geomembrane Construction Process and Quality Evaluation	30
	Explanation of Wording in This Standard	31
	List of Quoted Standards	32

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，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建和改建的垃圾填埋场防渗系统工程的设计、施工、验收及维护。

1.0.3 垃圾填埋场防渗系统工程的设计、施工、验收及维护除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 防渗系统 liner system

在填埋库区和调节池底部及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 防渗系统衬里结构 liner structure

防渗系统各种材料组成的空间层次，包括基础层、防渗层及其保护层、渗沥液导排系统以及地下水导排系统。按防渗层类型可分为黏土衬里结构和人工合成衬里结构。

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 sealing liner

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

在填埋库区防渗系统上部，用于将渗沥液汇集和导出的设施。

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

在防渗系统下部，用于收集和导排地下水的设施。

2.0.7 渗沥液检测层 leachate detection layer

用于检测垃圾填埋场双层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材料的总称，包括高密度聚乙烯（HDPE）土工膜、钠基膨润土防水毯（GCL）、土工布、土工复合排水网、土工滤网、卵石、高密度聚乙烯（HDPE）管道、高

密度聚乙烯（HDPE）管件、高密度聚乙烯（HDPE）球阀等。

2.0.9 导排层渗沥液水头 leachate head

以导排层底面为基准面，导排层内渗沥液最大压力对应的水头。

2.0.10 单层防渗结构 single liner structure

由一种防渗系统工程材料与基础层构成的防渗结构。

2.0.11 单层复合防渗结构 single layer composite liner

由 2 种或 2 种以上防渗材料紧密衔接构成的防渗结构。

2.0.12 双层防渗结构 double liner structure

由 2 层防渗层组成，且 2 层之间设置渗漏检测层的防渗结构。

3 防渗系统工程材料

3.1 一般规定

3.1.1 垃圾填埋场防渗系统工程中使用的材料可包括黏土材料和土工合成材料。压实黏土防渗层施工所用的土料应符合下列规定：

- 1 粒径小于 0.075mm 的土粒干重应大于土粒总干重的 25%；
- 2 粒径大于 5mm 的土粒干重不宜超过土粒总干重的 20%；
- 3 塑性指数范围宜为 15~30。

3.1.2 填埋场用土工合成材料可采用高密度聚乙烯（HDPE）土工膜、土工布、膨润土防水毯（GCL）、土工复合排水网土工滤网、高密度聚乙烯（HDPE）管材等。

3.2 高密度聚乙烯土工膜

3.2.1 用于垃圾填埋场防渗系统工程的高密度聚乙烯土工膜除应符合现行行业标准《垃圾填埋场用高密度聚乙烯土工膜》CJ/T 234 的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 膜的厚度不应小于 1.5mm；
- 2 膜的幅宽不宜小于 6.0m。

3.2.2 当防渗要求严格或垃圾堆高度大于 20m 时，宜选用厚度不小于 2.0mm 的高密度聚乙烯土工膜。

3.2.3 高密度聚乙烯土工膜的外观要求应符合表 3.2.3 的规定。

表 3.2.3 高密度聚乙烯土工膜外观要求

项目	要 求
切口	平直，无明显锯齿现象
穿孔修复点	不允许

续表 3.2.3

项目	要 求
机械（加工）划痕	无或不明显
僵块	每 1m ² 限于 10 个以内，直径小于或等于 2.0mm，截面上不允许有贯穿膜厚度的僵块
气泡和杂质	不允许
裂纹、分层、接头和断头	不允许
糙面膜外观	均匀，不应有结块、缺损等现象

3.3 膨润土防水毯

3.3.1 用于垃圾填埋场防渗系统工程的膨润土防水毯应使用钠基膨润土防水毯，可选用天然钠基膨润土防水毯或人工钠基膨润土防水毯。选用的钠基膨润土防水毯除应符合现行行业标准《钠基膨润土防水毯》JG/T 193 的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 膨润土体积膨胀度不应小于 24mL/2g；
- 2 抗拉强度不应小于 800N/100mm；
- 3 抗剥强度不应小于 65N/10cm；
- 4 渗透系数应小于 5×10^{-11} m/s；
- 5 抗静水压力 0.4MPa/1h，无渗漏。

3.3.2 应根据防渗要求选用粉末型膨润土防水毯或颗粒型膨润土防水毯，防渗要求高的工程中应优先选用粉末型膨润土防水毯。

3.3.3 应保证膨润土平整度，并防止缺土。

3.3.4 垃圾填埋场防渗系统工程中的膨润土防水毯应表面平整，厚度均匀，无破洞、破边现象。针刺类产品的针刺应均匀密实，并应无残留断针。

3.4 土工布和土工滤网

3.4.1 用于垃圾填埋场防渗系统工程的各种土工布和土工滤网应符合国家现行有关标准的规定。

3.4.2 高密度聚乙烯土工膜保护层应使用非织造土工布，并应符合现行行业标准《垃圾填埋场用非织造土工布》CJ/T 430 的规定。

3.4.3 用于盲沟和渗沥液收集导排层的反滤材料，可使用土工布或土工滤网，且规格不宜小于 $200\text{g}/\text{m}^2$ 。

3.4.4 用于反滤的材料应使用土工滤网，土工滤网应符合现行行业标准《垃圾填埋场用土工滤网》CJ/T 437 的有关规定，且规格不宜小于 $200\text{g}/\text{m}^2$ 。

3.5 土工排水网

3.5.1 用于垃圾填埋场防渗系统工程的土工排水网应符合现行行业标准《垃圾填埋场用土工排水网》CJ/T 452 的有关规定。

3.5.2 土工排水网的导水率选取应根据蠕变折减因素、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等确定。

3.5.3 土工排水网宜使用高密度聚乙烯材质，纵向抗拉强度应大于 $8\text{kN}/\text{m}$ 。

3.5.4 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 $0.17\text{kN}/\text{m}$ 。

3.6 高密度聚乙烯管材

3.6.1 用于垃圾填埋场防渗系统工程渗沥液收集导排系统、渗沥液检测层及地下水收集导排系统的高密度聚乙烯管材应符合现行行业标准《垃圾填埋场用高密度聚乙烯管材》CJ/T 371 的有关规定。

3.6.2 应根据导排需求选择开孔管或实管。其中，开孔管宜用

于收集，实管宜用于导排。

3.6.3 管材的内外表面应清洁、光滑、无气泡、明显的划伤、凹陷、杂质、颜色不均等缺陷。管端应切割平整，并与管轴线垂直。

4 防渗系统设计

4.1 一般规定

4.1.1 防渗系统工程设计应符合填埋场工程总设计要求。应依据填埋场总体设计进行分期和分区，可分期实施。

4.1.2 防渗系统工程应能够在填埋场的使用期限和封场后的稳定化期限内有效地发挥其功能。

4.1.3 防渗系统工程应防止垃圾渗沥液污染地下水和地表水，并应防止地下水和地表水对防渗系统造成破坏。

4.1.4 垃圾填埋场填埋库区防渗层上的渗沥液水头不应大于 0.3m，防渗层底部应与地下水年最高水位保持 1m 以上的距离。

4.1.5 垃圾填埋场的场底和四周边坡应满足整体及局部稳定性的要求。防渗系统应为垃圾填埋堆体提供稳定支撑。防渗系统各材料层之间的摩擦力应保证垃圾填埋堆体稳定。

4.1.6 当垃圾填埋场使用垂直防渗帷幕时，其类型可选用水泥-膨润土墙、土-膨润土墙、塑性混凝土墙、高密度聚乙烯土工膜-膨润土复合墙等。垂直帷幕防渗应符合国家现行有关标准的规定。

4.2 防渗系统

4.2.1 防渗系统的设计应符合下列规定：

- 1 应选用可靠的防渗材料及相应的保护层；
- 2 应根据垃圾填埋场地形设置渗沥液收集导排系统，防止渗沥液蓄积，渗沥液导排系统应具有长期高效的导排性能；
- 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，地下水收集导排系统应具有长期的导排性能。

4.2.2 防渗系统结构可分为单层防渗系统结构和双层防渗系统

结构。单层防渗系统基本结构应包括渗沥液收集导排系统、防渗层及上下保护层和基础层。双层防渗系统基本结构应包括渗沥液导排系统、主防渗层及上下保护层、渗沥液检测层、次防渗层及上下保护层和基础层。应根据需要设置地下水导排系统和反滤层。

4.2.3 防渗系统衬里结构类型应根据垃圾填埋场工程地质与水文地质条件进行选择，可采用黏土衬里结构和人工合成材料衬里结构。

4.2.4 黏土衬里结构可包括天然黏土衬里结构和人工改性压实黏土衬里结构，并应符合下列规定：

1 当天然基础层饱和渗透系数小于 1.0×10^{-7} cm/s，且场底及四周衬里厚度不小于 2m 时，可采用天然黏土作为防渗层的衬里结构；

2 当天然黏土层不满足要求时，可对天然黏土层进行人工改性压实，并应达到等效防渗性能要求。

4.2.5 人工合成材料衬里结构应采用高密度聚乙烯土工膜和膜下黏土层紧密衔接实现复合防渗，高密度聚乙烯土工膜下可设置膨润土防水毯代替部分黏土层。

4.2.6 位于地下水贫乏地区的防渗系统可采用单层高密度聚乙烯土工膜衬里结构，也可采用高密度聚乙烯土工膜加膨润土防水毯形成的复合防渗衬里结构。防渗层下方应设置黏土保护层。

4.2.7 在特殊地质及环境要求较高的地区，应采用双层防渗结构。上层防渗层应为主防渗层，下层防渗层应为次防渗层，二层中间应设置渗沥液检测层。

4.3 基础层

4.3.1 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应平缓，压实度不得小于 93%；四周边坡基础层压实度不得小于 90%。

4.3.2 基础层应结构稳定。对于软弱土地基，应对基础层进行

处理，达到对地基承载力的要求。应在考虑垃圾堆体荷载对防渗系统的作用下，进行地基承载力计算及最大堆高验算，应防止地基不均匀沉降造成防渗系统破坏。斜坡地基和不均匀沉降地基上的防渗层应进行变形验算，最大应变不应超过主防渗材料的允许拉伸应变。

4.3.3 填埋库区边坡设计应按国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330、《水利水电工程边坡设计规范》SL386 的有关规定执行。对可能失稳的边坡应进行稳定计算。不满足稳定性要求的边坡，应进行边坡加固处理。并应符合下列规定：

1 当采用边坡支护加固方式时，边坡支护形式应根据场地地质和环境条件、边坡高度以及边坡工程安全等级等因素选定；

2 岩质边坡宜采用水泥砂浆抹面、挂网喷射混凝土等方式处理，平整度不应超过 50mm。

4.3.4 当需要在基础层开挖设置地下水导排盲沟时，应在设置好盲沟后回填压实，保证基础层的承载力要求和稳定性要求。

4.4 防 渗 层

4.4.1 防渗层设计应符合下列规定：

1 应能有效地阻止渗沥液透过，保护地下水不受污染；

2 应具有相应的物理力学性能；

3 应具有相应的抗化学腐蚀能力；

4 应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。

4.4.2 天然黏土防渗层和人工改性压实黏土防渗层应符合本标准第 4.2.4 条的规定。

4.4.3 复合防渗层应具有一定的厚度。高密度聚乙烯土工膜和膜下黏土复合防渗层中，高密度聚乙烯土工膜厚度不应小于 1.5mm，压实黏土层厚度不应小于 0.75m。当复合防渗层中采用膨润土防水毯代替压实黏土层时，膨润土防水毯渗透系数不应大于 5×10^{-9} cm/s，规格不应小于 4800g/m²，压实黏土层的厚

度不应小于 0.30m。

4.4.4 高密度聚乙烯土工膜上应采用非织造土工布作为保护层，规格不应小于 $600\text{g}/\text{m}^2$ 。

4.4.5 高密度聚乙烯土工膜单层防渗层和高密度聚乙烯+膨润土防水毯复合防渗层下方应设置压实黏土保护层，渗透系数不应大于 $1.0 \times 10^{-5} \text{cm}/\text{s}$ ，厚度不应小于 0.30m。

4.4.6 双层防渗结构中，主防渗层应采用复合防渗层，次防渗层可采用天然黏土防渗层或复合防渗层。主防渗层下方应设置保护层，宜采用非织造土工布，规格不宜小于 $400\text{g}/\text{m}^2$ 。次防渗层上方应设置保护层，宜采用非织造土工布，规格不宜小于 $600\text{g}/\text{m}^2$ 。

4.5 渗沥液收集导排系统

4.5.1 渗沥液收集导排系统应包括导排层、盲沟和渗沥液排出系统。

4.5.2 渗沥液收集导排系统设计应符合下列规定：

- 1 应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 不应防渗层造成破坏；
- 3 应具有防淤堵能力；
- 4 应保证渗沥液收集导排系统的长期可靠性。

4.5.3 填埋库区库底渗沥液导排系统纵向坡度不宜小于 2%。

4.5.4 渗沥液收集导排系统中的所有材料和构造应具有足够的强度和稳定性，以承受垃圾、覆盖材料等荷载及操作设备的作用。

4.5.5 导排层应优先采用卵石作为排水材料，可采用碎石，石材粒径宜为 20mm~60mm。石材碳酸钙含量不应大于 5%，铺设前应洗净，铺设厚度不应小于 0.30m，渗透系数不应小于 $1 \times 10^{-3} \text{m}/\text{s}$ 。导排层下可铺设土工复合排水网以加强渗沥液导排；边坡宜铺设土工复合排水网等土工合成材料作为排水材料，排水

材料之上应铺设边坡保护层。

4.5.6 盲沟设计应符合下列规定：

1 盲沟内的排水材料宜选用卵石或碎石。

2 盲沟内宜铺设排水管材，宜采用高密度聚乙烯穿孔管，管材应置于卵石或碎石盲沟内，并在其下设置砂垫层。应根据收集导排量和长期导排性能选择管径，并具备承载其上施工机械及垃圾堆体荷载的能力。

3 盲沟应设置反滤层，反滤材料宜采用土工滤网，规格不宜小于 $200\text{g}/\text{m}^2$ 。

4.5.7 渗沥液收集导排系统的上部宜铺设反滤材料，防止淤堵。反滤材料宜采用土工滤网，规格不宜小于 $200\text{g}/\text{m}^2$ 。

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

4.5.9 泵井的设计应符合下列规定：

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。

4.5.10 在双层防渗结构中，主防渗层与次防渗层之间应设置渗沥液检测层，及时检测主防渗层的渗漏情况，并应能及时导排渗沥液。场底检测层厚度不宜小于 0.30m ，设置应符合本标准第 4.5.5 条的规定；边坡检测层可采用土工复合排水网，厚度不应小于 5mm 。

4.6 地下水收集导排系统

4.6.1 当地下水水位较高并对场底基础层的稳定性产生影响，或垃圾填埋场周边地表水下渗对四周边坡基础层产生影响时，应设置地下水收集导排系统。

4.6.2 地下水收集导排系统应符合下列规定：

- 1 应能及时有效的收集导排地下水 and 下渗地表水；
 - 2 应具有防淤堵能力；
 - 3 地下水收集导排系统顶部距防渗系统防渗层底部不应小于 1m；
 - 4 应保证地下水收集导排系统的长期可靠性。
- 4.6.3** 地下水收集导排系统可采用导排层或导排盲沟。
- 4.6.4** 当地下水收集导排系统采用导排盲沟时，可在基础层上开挖。盲沟尺寸、间距和埋深应合理，回填应压实，达到基础层要求。
- 4.6.5** 当地下水收集导排系统采用导排层时，应设置在基础层之上，可使用石材或土工复合排水网，并应符合下列规定：
- 1 当导排层选用卵石或碎石等材料时，铺设厚度不应小于 0.30m，导排层上、下宜铺设反滤层，反滤材料宜采用土工滤网，规格不宜小于 200g/m²；
 - 2 当导排层选用土工复合排水网时，应根据地下水的渗流量，选择相应厚度的土工复合排水网。用于地下水导排的土工复合排水网应具有足够的抗拉强度和抗压强度。

4.7 渗沥液调节池防渗

- 4.7.1** 渗沥液调节池可分为柔性调节池和刚性调节池，均应进行防渗处理。调节池防渗层设计应符合本标准第 4.4.1 条的规定。
- 4.7.2** 柔性渗沥液调节池应采用双层防渗结构。
- 4.7.3** 刚性渗沥液调节池应满足抗渗要求。应选用具有防渗功能的钢筋混凝土结构，调节池内表面应采取防腐措施，抗渗等级应达到 P8。
- 4.7.4** 渗沥液调节池宜分区，以利于调节池清淤。

5 防渗系统工程施工质量控制及验收

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压实黏土层施工和各种防渗系统工程材料的施工。

5.1.2 防渗系统工程材料入场时应检验，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。

5.1.3 防渗系统工程材料应在现场进行抽样检查，并应专业机构进行检测。

5.1.4 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。

5.1.5 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。

5.1.6 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。

5.1.7 防渗系统工程施工完成后，在填埋垃圾之前，应按现行行业标准《生活垃圾填埋场防渗土工膜渗漏破损探测技术规程》CJJ/T 214 的规定进行渗漏破损检测。

5.2 基础层施工

5.2.1 场底、边坡基础层、锚固平台及回填材料应平整、密实、无裂缝、无松土、无积水、无裸露泉眼，并应无明显凹凸不平，以及无石头砖块、树根、杂草、淤泥、腐殖土等杂物，场底、边坡及锚固平台之间应过渡平缓。

5.2.2 基础层平整度应达到 $\pm 20\text{mm}$ ，边坡基础层不应出现凹面。

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

5.3 压实黏土防渗层施工

5.3.1 压实黏土防渗层的应选择细粒土含量高、砂砾土含量低的土料，并应符合本标准第 3.1.1 条的规定。

5.3.2 压实黏土防渗层施工时应严格控制含水率和干密度，以达到防渗和抗剪强度要求。应按照现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的规定进行击实试验，并应绘制含水率和干密度图，确定所有满足饱和和渗透系数要求的范围。

5.3.3 压实黏土层应分层压实。施工时宜采用无振动的羊足碾分层压实，每层压实土层的厚度宜按 150mm 控制，各层之间应紧密结合。

5.3.4 压实黏土防渗层施工及质量控制应符合现行行业标准《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176 的有关规定。

5.3.5 当压实黏土层施工时，各层压实土层应每 500m^2 取 3 个~5 个样品进行压实度测试。

5.4 高密度聚乙烯土工膜铺设

5.4.1 高密度聚乙烯土工膜材料在填埋场应妥善贮存，应在施工前进行尺寸、外观和物理性能检查，检查应符合下列规定：

1 尺寸偏差和外观检查应每 10000m^2 为一批，不足 10000m^2 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；膜的外观应符合本标准第 4.2.3 条的规定。高密度聚乙烯土工膜的检测频率宜保证每一批次高密度聚乙烯土工膜至少取一个样，同一批次高密度聚乙烯土工膜宜按每 50000m^2 增加一个取样。

2 主要物理性能指标检验应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 5m^2 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。

5.4.2 高密度聚乙烯土工膜铺设应合理规划，应标明膜片在总平面图中的铺设位置。

5.4.3 高密度聚乙烯土工膜铺设应符合下列规定：

1 应选择合适的天气施工，高密度聚乙烯土工膜的每日铺设量不应超过一个工作日能完成的焊接量；

2 在安装高密度聚乙烯土工膜之前，应检查膜下保护层的平整度达到铺设的要求；

3 铺设应一次展开到位，不宜展开后再拖动；

4 应为材料热胀冷缩导致的尺寸变化留出伸缩量；

5 应对膜下保护层采取适当的防水、排水措施。

5.4.4 高密度聚乙烯土工膜展开完成后，应及时焊接，搭接应良好，高密度聚乙烯土工膜的搭接宽度应符合本标准表 5.8.2 的规定。高密度聚乙烯土工膜应无明显损伤、无褶皱、无隆起、无悬空现象。边坡上的接缝应与坡面的坡向平行，场底横向接缝应距坡脚应大于 1.5m。

5.4.5 高密度聚乙烯土工膜铺设展开过程应按照本标准附录 A 的要求填写有关记录，焊接施工应按本标准附录 B 表 B.0.1～表 B.0.3 的要求填写有关记录。

5.4.6 高密度聚乙烯土工膜焊接、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。高密度聚乙烯土工膜焊接质量检测应符合下列规定：

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 1000mm×350mm 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本标

准附录 C 的规定。

5.4.7 施工中应保护高密度聚乙烯土工膜不受破坏，车辆不应直接在高密度聚乙烯土工膜上碾压。

5.4.8 高密度聚乙烯土工膜铺设过程中应进行搭接宽度和焊缝质量控制。

5.4.9 高密度聚乙烯土工膜施工工序质量检测评定，应按本标准附录 D 的要求填写有关记录。

5.5 土工布铺设

5.5.1 土工布应铺设平顺，无破损、无褶皱、无跳针、无漏接现象，不得有石块、土块、水和过多的灰尘进入土工布。

5.5.2 土工布搭接宽度应符合本标准第 5.8.2 条的规定。

5.5.3 土工布缝合应采用双线缝合。用于土工布缝合的线应为最小张力大于 60N 的树脂线，并应具有不低于土工布的抗化学腐蚀和抗紫外线能力。当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结。

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

5.5.5 土工布每 200m 接缝取一个样检测搭接效果，合格率应为 95%。

5.5.6 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。

5.6 膨润土防水毯铺设

5.6.1 膨润土防水毯贮存应防水和防潮，并应避免曝晒、直立与弯曲。膨润土防水毯不应在雨雪天气下施工。

5.6.2 膨润土防水毯施工应符合下列规定：

- 1 应自然与基础层贴实，不应折皱、悬空；

- 2 应以品字形分布，不得出现十字搭接；
 - 3 边坡施工应沿坡面铺展，边坡不应存在水平搭接。
- 5.6.3** 施工时，卷材宜绕在刚性轴上，借挖土机、装载机结合专用框架起吊铺设，应铺放平整无折皱，不得在地上拖拉，不得直接在其上行车；当边坡铺设膨润土防水毯时，严禁沿边坡向下自由滚落铺设。坡顶处材料应埋入锚固沟锚固。
- 5.6.4** 膨润土防水毯的连接应符合下列规定：
- 1 现场铺设的连接应采用搭接。搭接膨润土防水毯应在下层膨润土防水毯的边缘 150mm 处撒上膨润土粉状密封剂，其宽度宜为 50mm，重量宜为 $0.5\text{kg}/\text{m}^2$ 。当膨润土防水毯材料的一面为土工膜时，应焊接。
 - 2 膨润土防水毯及其搭接部位应与基础层贴实且无折皱和悬空。
 - 3 搭接宽度应符合本标准表 5.8.2 的规定。
 - 4 局部可用钠基膨润土粉密封。
 - 5 坡面铺设完成后，应在底面留下不少于 2m 的膨润土防水毯余量。
- 5.6.5** 膨润土防水毯铺设应随时检查外观有无缺陷，当发现缺陷时，应及时采取修补措施，修补范围宜大于破损范围 300mm。膨润土防水毯如有撕裂等损伤应全部更换。
- 5.6.6** 膨润土防水毯在管道或构筑立柱等特殊部位施工，应加强处理；遇有贯穿物或与结构物连接处，膨润土防水毯与周边接触处应密闭。
- 5.6.7** 在膨润土防水毯施工验收以后，应做好防水、防潮保护。

5.7 土工复合排水网施工

- 5.7.1** 土工复合排水网的排水方向应与水流方向一致。
- 5.7.2** 土工布和排水网都应和同类材料连接。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，上层土工布应缝合连接，连接部分应重叠。沿材料卷的长度方向，最小连

接间距不宜大于 1.5m。排水网芯复合的土工布应全面覆盖网芯。

5.7.3 管道或构筑立柱等特殊部位施工应进行特殊处理，并保证排水畅通。

5.7.4 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。

5.8 防渗系统工程材料连接

5.8.1 防渗系统工程材料连接应符合下列规定：

1 应合理布局每片材料的位置，力求接缝最少；

2 应合理选择铺设方向，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 范围内不应有水平接缝；

5 材料与周边自然环境连接应设置锚固沟。

5.8.2 各种防渗系统工程材料的搭接方式和最小搭接宽度应符合表 5.8.2 的规定。

表 5.8.2 各种防渗系统工程材料搭接方式和最小搭接宽度

材料	搭接方式	最小搭接宽度
高密度聚乙烯土工膜	热熔焊接	100mm±20mm
	挤出焊接	75mm±20mm
织造土工布	缝合连接	75mm±15mm
非织造土工布	缝合连接	75mm±15mm
	热粘连接	200mm±25mm
膨润土防水毯	自然搭接	250mm±50mm
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	75mm±15mm

5.9 局部工程施工

5.9.1 垃圾填埋场锚固沟应符合实际地形状况设置，垃圾填埋场四周边坡的坡高与坡长不宜超过表 5.9.1 的限制要求。

表 5.9.1 垃圾填埋场边坡坡高与坡长限制值

边坡坡度	$>1:2$	$1:2\sim 1:3$	$1:3\sim 1:4$	$1:4\sim 1:5$	$<1:5$
限制坡高 (m)	10	15	15	15	12
限制坡长 (m)	22.5	40.0	50.0	55.0	60.0

5.9.2 锚固沟的设计应符合下列规定：

- 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应做成弧形结构。
- 3 锚固沟断面应根据锚固形式结合实际情况计算确定（图 5.9.2-1、图 5.9.2-2），并不宜小于 800mm×800mm。

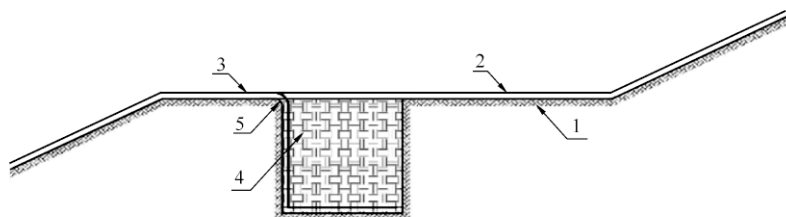


图 5.9.2-1 边坡锚固平台典型结构示意图

1—基础层；2—防渗材料层；3—焊接点；4—锚固沟回填材料；5—弧形

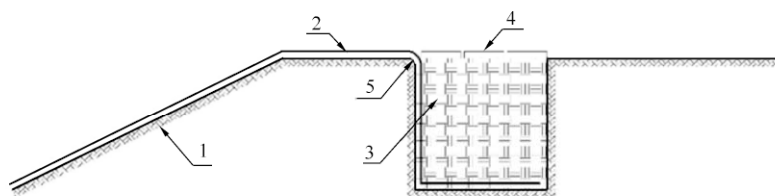


图 5.9.2-2 终场锚固沟典型结构示意图

1—基础层；2—防渗材料层；3—锚固沟回填材料；4—护砌；5—弧形

4 在条件具备的垃圾填埋场，设置雨水导排时宜与锚固沟相结合。

5 在垃圾填埋场临时作业道路上铺设防渗膜时，应在道路中间位置开挖锚固沟（图 5.9.2-3）。道路防渗膜与边坡防渗膜焊接完毕后，应进行充分锚固，道路防渗膜与边坡防渗膜不应采用单轨焊接连接方式。

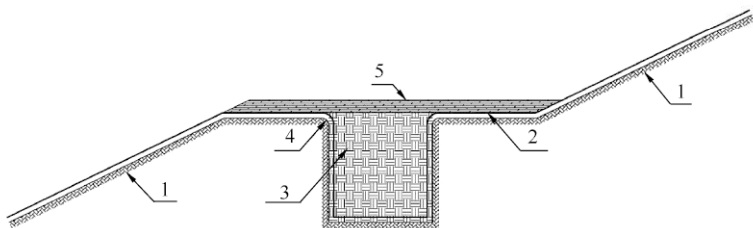


图 5.9.2-3 填埋场作业道路中间位置锚固沟结构示意

1—填埋场边坡；2—防渗材料层；3—锚固沟回填材料；4—弧形；5—作业道路

5.9.3 穿过垃圾坝的管道与防渗层应采用管靴连接。

5.9.4 分区坝应做好防渗处理，并采取雨污分流措施。

5.9.5 导排盲沟宜采用整幅通长的高密度聚乙烯土工膜卷，不宜在导排沟中出现焊缝。

5.10 防渗系统工程验收

5.10.1 防渗系统工程施工完成后应进行验收，应至少包括下列部位：

- 1 场底及边坡基础层；
- 2 地下水收集导排系统；
- 3 场底及边坡膜下保护层；
- 4 锚固沟槽及回填材料；
- 5 场底及边坡防渗层；
- 6 场底及边坡膜上保护层；
- 7 渗沥液收集导排系统。

5.10.2 验收前应准备下列资料：

- 1 设计文件、设计修改及变更文件和竣工图纸；
- 2 材料供应商的材料质量合格证书及专业机构的检验合格报告；
- 3 单项工程验收报告；
- 4 监理单位的相关资料和记录；
- 5 预制构件质量合格证书；
- 6 隐蔽工程验收合格文件；
- 7 施工焊接自检记录；
- 8 渗漏破损检测报告。

5.10.3 防渗系统工程质量验收应进行观感检验和抽样检验。

6 防渗系统工程维护

6.0.1 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。

6.0.2 防渗系统工程的正常维护应符合下列规定：

1 防渗系统工程区域内，非相关人员不得进入。

2 维护人员入场区，应携带和使用专用维护用具。

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；当遇暴雨、台风等特殊情况时，应及时巡查。

6.0.3 防渗系统工程维修应符合下列规定：

1 应及时制定安全可靠的修复措施预案；

2 当高密度聚乙烯土工膜、膨润土防水毯、土工布、土工复合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。

6.0.4 当分步维修边坡保护层时，应制定严格的维修方案。

6.0.5 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，并应定期维护、保养，确保正常使用。

附录 A 高密度聚乙烯土工膜铺设施工记录

表 A 高密度聚乙烯土工膜铺设施工记录表

[illegible]

附录 B 高密度聚乙烯土工膜试样焊接记录

B.0.1 高密度聚乙烯土工膜试样焊接记录可按表 B.0.1 填写。

表 B.0.1 高密度聚乙烯土工膜试样焊接记录表

工程名称：							第 页 共 页					
试样焊接单位：				检测单位：			检测结果					
试件编号	日期	时间	设备编号	技工编号	环境温度 （℃）	焊接温度 （℃）	预热温度 （℃）	时间	撕裂		剪切	
									断裂	是否通过	断裂	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

B.0.3 高密度聚乙烯土工膜挤压焊接检测记录可按表 B.0.3 填写。

表 B.0.3 高密度聚乙烯土工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 高密度聚乙烯土工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 3min~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应视为合格。

C.0.2 高密度聚乙烯土工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 25kPa~35kPa 时焊缝无任何泄漏应视为合格。

C.0.3 高密度聚乙烯土工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 $\Phi 0.3\text{mm} \sim \Phi 0.5\text{mm}$ 的细铜线，利用 35kV 的高压脉冲电源探头在距离焊缝 10mm~30mm 的高度探扫，无火花出现应视为合格，否则说明出现火花的部位有漏洞。

C.0.4 高密度聚乙烯土工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试验分析（取样位置应立即修补），定量的检测焊缝强度质量，热熔与挤出焊缝强度合格的判定标准应符合表 C.0.4 的规定。

表 C.0.4 热熔与挤出焊缝强度判定标准值

厚度 (mm)	剪切 (N/mm)		剥离 (N/mm)	
	热熔焊	挤出焊	热熔焊	挤出焊
1.5	21.2	21.2	15.7	13.7
2.0	28.2	28.2	20.9	18.3

注：测试条件为 25℃，50mm/min。

每个试样应裁取 10 个 25.4mm 宽的标准试件，分别做 5 个剪切试验和 5 个剥离试验。每种试验 5 个试样的测试结果中应有 4 个符合表 C. 0. 4 中的要求，且平均值应达到表 C. 0. 4 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，应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应用挤出焊接方式加以补强。

附录 D 高密度聚乙烯土工膜施工 工序质量检查评定

表 D 高密度聚乙烯土工膜施工工序质量检查评定表

工程名称:		施工单位:		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、树根及其他任何尖锐杂物																			
3	铺设平整，无破损和褶皱现象																			
4	高密度聚乙烯土工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标准规范要求的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有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	合格点数	合格率 (%)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1	热熔焊接宽度	100±20																		
2	挤出焊接宽度	75±20																		
3																				
4																				
5																				
承包单位自评意见	项目负责人 (签章): 年 月 日						监 理 意 见	监理工程师 (签章): 年 月 日										平均合格率 (%)		
																		评定等级		
现场监理 (签章):			技术负责人 (签章):			记录人 (签章):			年 月 日											

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《土工试验方法标准》GB/T 50123
- 2 《建筑边坡工程技术规范》GB 50330
- 3 《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176
- 4 《生活垃圾填埋场防渗土工膜渗漏破损探测技术规程》
CJJ/T 214
- 5 《垃圾填埋场用高密度聚乙烯土工膜》CJ/T 234
- 6 《垃圾填埋场用高密度聚乙烯管材》CJ/T 371
- 7 《垃圾填埋场用非织造土工布》CJ/T 430
- 8 《垃圾填埋场用土工滤网》CJ/T 437
- 9 《垃圾填埋场用土工排水网》CJ/T 452
- 10 《钠基膨润土防水毯》JG/T 193
- 11 《水利水电工程边坡设计规范》SL 386