

# 危险废物填埋场的设计与施工技术

孙晓东<sup>1</sup>, 王丹<sup>1</sup>, 曲世才<sup>2</sup>, 曹有权<sup>1</sup>

(1. 沈阳建材地质工程勘察院, 辽宁 沈阳 110004; 2. 辽宁地质海上工程勘察院, 辽宁 普兰店 116200)

**摘要:** 由于危险废物对环境的危害性大, 因此对危险废物填埋场设计和施工要求较高。设计的核心内容是防渗层, 对施工的要求是要确保高质量地满足设计要求。通过总结国内已建成的危险废物填埋场设计与施工经验, 给出了危险废物填埋场设计与施工要点, 使危险废物填埋场成为一个真正与生物圈隔绝的场所, 不致对环境造成危害和二次污染。

**关键词:** 危险废物; 填埋场; 防渗层; 设计; 施工

中图分类号: X78 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2008)08-0064-03

**Design on Hazardous Waste Landfill Site and Construction Technology/SUN Xiao-dong<sup>1</sup>, WANG Dan<sup>1</sup>, Qu Shi-cai<sup>2</sup>, CAO You-quan<sup>1</sup>** (1. Shenyang Building Material Geological Engineering Investigation Institute, Shenyang Liaoning 110004, China; 2. Liaoning Geological Offshore Engineering Investigation Institute, Pulandian Liaoning 116200, China)

**Abstract:** Hazardous wastes can cause great harm to the environment, so the design and the construction of hazardous waste landfill site demand higher standards. Design of impermeable layer is the central issue; construction should guarantee the design requirements with the highest quality. This paper summarized design and construction experience of hazardous wastes landfill sites in China, and the main points of design and construction were given to make hazardous wastes landfill location become really isolated from the biosphere in order to avoid secondary pollution.

**Key words:** hazardous wastes; landfill site; impermeable layer; design; construction

随着我国经济社会的快速发展, 在工业生产和日常生活中产生的固体废物, 尤其是危险废物的处理与处置问题引起人们的极大关注。我国危险废物产生量逐年增加, 产生量非常巨大, 如果不及时有效地进行处理与处置, 将会对人类的生存环境和人体健康造成无可估量的损害<sup>[1]</sup>。

目前, 国内外处理危险废物的方法主要有资源化利用、焚烧和填埋 3 种, 资源化利用和焚烧都不可避免产生不能利用的废物和残渣, 最终还是要进行填埋环节的处理, 所以有人将填埋处置说成是固体废物或危险废物的最终处置方法<sup>[2]</sup>。填埋法的关键是防渗, 即防止危险废物的渗滤液渗入地下, 污染

地下水。一旦地下水遭受污染, 后果非常严重, 属于严重的环境污染事件, 治理难度很大, 需要很大的财力, 也很难达到预期效果。本文在总结国内已建成的危险废物填埋场设计和施工经验基础上, 提出危险废物填埋处置的设计和施工要点。

## 1 危险废物填埋场的设计

危险废物填埋场的核心是填埋坑, 填埋坑的剖面结构如图 1 所示。从图 1 中可以看出, 危险废物填埋坑是双衬层结构, 即底部是压实的低渗透土层, 其上部是高密度聚氯乙烯膜(HDPE)。

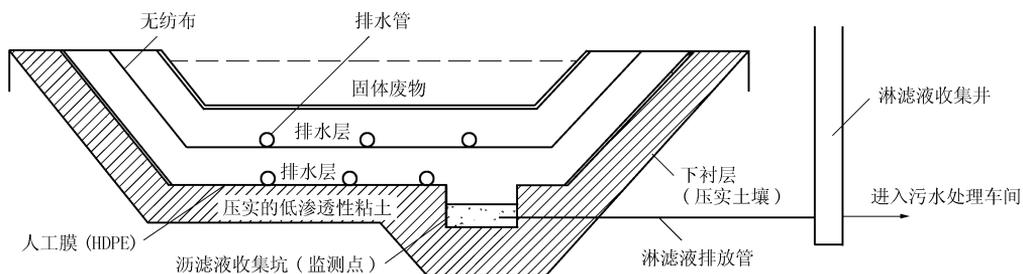


图 1 危险废物填埋场填埋坑剖面示意图

收稿日期: 2008-05-07

作者简介: 孙晓东(1968-), 男(汉族), 辽宁瓦房店人, 沈阳建材地质工程勘察院高级工程师, 水文与工程地质专业, 从事水文、工程、环境地质工作, 辽宁省沈阳市和平区青年大街 322 号 F 座 601 室, S384223@163.com。

### 1.1 天然防渗土壤材料设计

要求天然土壤衬层的渗透系数  $> 10^{-7}$  cm/s, 所需土壤必须满足以下特性:

(1) 土壤应以粘性土为主, 塑性指数  $I_p > 10$ , 含水率一般控制在 18% ~ 22% 之间为佳。含水率太高的土壤不易碾压密实, 会形成“橡皮土”; 含水率太低, 碾压时土颗粒松散, 难以达到密实状态。控制最优含水量, 使土体达到最大干密度。

(2) 土壤中粗糙物应该筛去, 砂砾含量控制在 3% 以内, 而且粒径  $\geq 5$  mm。因为砂砾含量高, 容易形成高水力传导系数的砂砾区, 而且裸露在土壤层上面的砂砾, 容易刺破其上面覆盖的人工防渗膜<sup>[3]</sup>。

(3) 如果没有以上特性的粘性土, 或者现有的粘性土在压实后渗透系数  $> 1 \times 10^{-7}$  cm/s, 应该加入一定比例的天然钠基膨润土, 或采用膨润土防水毡(GCL)。

### 1.2 人工防渗材料的设计

人工防渗膜在填埋场中使用比较普遍的是高密度聚乙烯膜, 厚度在 0.5 ~ 2.0 mm 之间, 其渗透系数比天然粘土小的多, 一般均小于  $1 \times 10^{-13}$  cm/s。

### 1.3 复合防渗层设计

复合防渗层比单一天然防渗层和人工衬层都优越。因为粘性土层上的渗滤液在渗透过程中受渗透速率、渗滤液压力和渗透面积大小控制。如果粘性土层上面有一层人工防渗层, 该膜即使出现漏洞, 渗滤液也不会在整个膜与粘土层之间扩散, 与单一衬层相比, 渗透面积小的多, 当然渗透量也会小的多。

由于粘性土中不可避免会含有一些砾石, 为防止人工膜被刺穿, 在粘性土与人工膜之间放一层无纺布, 起到保护膜和抗剪切力的作用。

### 1.4 填埋坑渗滤液收集设计

根据场地的不同, 填埋坑四周应设一定的坡度, 使渗滤液向填埋坑一角汇集, 通过管道排到坑外侧渗滤液收集井中, 再通过泵提升到污水处理车间中, 处理达标排放。

### 1.5 监测井的设计

一般应在填埋坑的四个方位设置 4 个渗滤液渗漏监测井, 定期取样, 进行衬层系统的渗漏监测。

### 1.6 填埋坑内分区设计

为避免化学性质不相容的废物一起填埋产生安全隐患, 在填埋坑一般设置几个填埋区, 区与区之间用混凝土墙隔离。对于特殊的危险废物还要单独隔离, 并进行特殊的防护设计。

### 1.7 选址要重点考虑理想的水文地质条件

填埋场选址一般要考虑十几种因素, 最重要的因素是水文地质条件, 一般应满足:

(1) 填埋场基底应高于地下水的季节性最高水位 1.5 m 以上;

(2) 填埋场不能处于汇水区和地下水补给区;

(3) 在填埋场基底下方的合适深度处应具有厚度稳定的低渗透粘土层, 一般厚度  $> 1.0$  m。

### 1.8 封顶及其他附属设计

填埋坑封顶设计与底部防渗层设计相同, 只是在最上部要铺设 0.3 ~ 0.6 m 厚的耕土层, 以便进行植被绿化。另外填埋场内应设有水处理车间, 处理渗滤液和地表径流混合液。场地内应设有截洪沟, 防止场区外的地表径流进入填埋坑和场地内, 增加污水处理负荷。填埋场还应设有破碎车间、固化车间和固化池、废物储库等相关设施。

## 2 填埋场建设施工要点

填埋场施工的关键在于保证填埋坑内的防渗层满足设计要求, 即复合结构或双层复合结构的天然粘性土防渗层和高密度聚乙烯膜保持设计的低渗透性, 粘性土防渗层的渗透系数  $< 1 \times 10^{-7}$  cm/s。人工膜焊接完好。因此, 必须按以上要求制定施工组织设计。

### 2.1 天然粘性土的堆放保管

填埋坑所用的粘性土层大部分应该来源于填埋坑内, 在填埋坑开挖的过程中, 一定要保存好质量满足设计要求的粘性土, 将其存储于场地某一位置。一般刚挖出的粘性土的含水率略高于最佳含水率, 存储堆放的粘性土既不能被曝晒, 也不能被雨淋, 应妥善保管。每次取土铺设天然粘性土衬层时, 都要测试粘性土的含水率, 若指标低于标准值, 则要适量洒水; 若高于标准值, 则要适当晾晒, 满足要求后才可以进行碾压。

### 2.2 大型碾压试验

在填埋坑开挖成型, 进行天然粘性土层铺设之前, 需要进行大型碾压试验, 根据渗透系数要求, 确定粘土的最大干密度和压实系数, 并根据以上指标确定碾压参数, 即铺土厚度、碾压设备、碾压遍数等。以沈阳工业危险废物填埋场为例<sup>[4]</sup>, 在 1999 年施工第一层天然粘土防渗层时, 确定的碾压参数为: 土质为粉质粘土, 碾压设备为 12 t 振动碾压机, 碾压遍数为 15 遍, 含水量 18% ~ 22%, 干密度  $1.65$  g/cm<sup>3</sup>, 渗透系数  $1 \times 10^{-7}$  cm/s。

### 2.3 人工防渗膜的焊接及焊缝检查

人工防渗膜的焊接必须由具有相应资质的单位承担,由专用焊枪进行焊接。焊缝应平行于地表水径流方向,而不应该垂直地表水径流方向。另外焊缝的质量关系到填埋坑防渗安全。防渗膜的搭接主要采用双轨热合缝,这种焊缝焊接形式非常科学,采用专用的加热机械在搭接 10 cm 的防渗膜上行走一遍,同时形成两条热合焊缝,再用焊机在接合处焊接,检验时用气压检测法,把焊缝两端密封并达到一定强度后,用特制针头刺入双焊缝空腔,用空气压缩机充气,达到 0.25 MPa 时停泵,维持 5 min,气压不下降为合格。正常焊缝处的抗拉强度高于完好防渗膜的 2~3 倍。

### 2.4 施工方法试验

如果填埋坑内采取的是双层复合防渗结构,在最下部天然和人工防渗结构铺设完成后,在其上面铺设过滤层,过滤层的主要材质是渗透系数大的砾砂层,里面还要铺设高密度聚乙烯导水管。如果在这一层的上部还要铺设防渗层,必须进行施工方法试验,以确定进入到填埋坑内作业的施工机械。首先在填埋坑外选择一块场地,压实基底,然后铺上一块 HDPE 膜,上覆无纺布,无纺布上覆盖 0.3 m 厚砾砂,砂层内埋  $\varnothing 150$  mm HDPE 管,膜和布外侧放入锚固沟压实。最后由载重运土车、碾压机、推土机和挖掘机在上面往复碾压 50 遍,检查膜和无纺布的损害情况,以此作为重型机械能否进坑施工的依据。一般大型机械可以进入坑底施工,但尽可能采用机械少接触到膜的施工方法。即在填埋坑边坡留有一

条进坑通道,在坡底先留一块空场地,运料车倒退进入填埋坑,将料卸在空地上,由推土机铺料整平,碾压机碾压试验后,铺膜和无纺布。在坑底其他地方都铺设完成后,最后铺设坑底空地和坡道位置。

在边坡铺设天然粘性土层时,应该将粘性土卸在坑边,由轻型机具和人工将粘性土摊开,不可以用推土机摊开。碾压机应该由坡下向上碾压,不可以由上向下碾压,因为这样容易损伤第一层人工膜。

## 3 结语

危险固体废物安全填埋处置在发展中国家是一项新兴的环保事业,从 20 世纪 90 年代中期开始,我国的多个省市建设了危险废物填埋场。随着我国经济的发展,填埋场设计水平和施工技术的不断提高,越来越多的标准化危险废物填埋场将在我国建设,由危险废物不妥善处置而造成的环境污染事故将越来越少。希望以上的设计和施工技术,能为危险废物安全填埋提供些参考和借鉴。

## 参考文献:

- [1] 吕宏洋. 膨润土防水毯(GCL)和土工膜(GM)作为危险废物填埋场复合衬垫系统的研究[J]. 有色冶金与设计研究, 2007, 28(2).
- [2] 毕振明, 高忠爱. 固体废物处理与处置[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998.
- [3] 沈众, 查建宁. 填埋场设计中不良地质条件的克服[J]. 污染防治技术, 2002, 15(3).
- [4] 张显龙, 等. 沈阳工业危险废物安全土地填埋技术研究[J]. 江苏环境科技, 2002, 15(2).

## 泛亚铁路大理至瑞丽沿线区域调查设计通过评审

为配合国家重大工程“泛亚铁路西线大理至瑞丽段”建设,由中国地质调查局实施的大理至瑞丽铁路沿线 6 个 1: 5 万区调项目,日前在云南通过了由中国地质调查局组织的总体设计评审。

大理—瑞丽铁路属泛亚铁路的重要组成部分,是连接中国大陆与东南亚各国的重要铁路通道。铁路穿越仓山、笔架山、大光山、高黎贡山及漾濞江、澜沧江、怒江、龙川江,沿线地质构造十分复杂,表现为“高地热、高地应力、高地震烈度”和“活跃的新构造运动、活跃的水热活动、活跃的外动力地质条件、活跃的岸坡浅表改造过程”等特征。为了攻克相关技术难关,应铁道部请求,中国地质调查局在大理—瑞丽铁路沿线部署了 22 个图幅的 1: 5 万区域地质调查。其主要目标任务是查明该区地层、岩石、构造等基本地质特征,系统调查铁路沿线工程地质、灾害地质,评价区域地壳稳定性,调查铁路沿线资源情况,为大理—瑞丽铁路工程规划建设 and 区域

经济社会发展提供基础地质资料和科学依据。

各项目 2008 年 1 月起,陆续开展了野外踏勘和试填图工作,初步划分了填图单元,目前年度工作量已完成一半以上。本次设计审查采用集体野外调研结合室内评审的方式进行,并组织了研讨,进一步统一了技术要求和成果目标。

经过由区域地质、工程地质、物探和经济专家组成的联合专家组认真评审,6 个项目设计全部通过,其中 1 个项目获得优秀。专家组一致认为,参加评审的 6 个项目设计紧密围绕大理—瑞丽铁路选线和工程设计的需要开展工作,设计书总体质量较好,可操作性较强,能够保障最终成果目标的实现。根据铁路建设部门需求率先开展的铁路沿线 1: 2.5 万带状工程地质图预计能在 2008 年底按时提交,为大理—瑞丽铁路的选线提供基础地质资料和科学依据。

(据 中国地质调查局网站 2008-07-23)