

生活垃圾卫生填埋设计要点归纳

张 鹏

新疆煤炭设计研究院有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要：生活垃圾卫生填埋场设计包括总平面布置、填埋工艺、防治工程、渗滤液收集导排及处理工程、地下水及地表水导排工程、填埋气体收集系统，涉及面广且系统复杂，通过学习相关标准规程、搜集设计资料等方法，掌握垃圾填埋设计要点，并将其主要计算过程工具化，为今后提高垃圾填埋场设计效率、减轻设计人员工作强度创造条件。

关键词：生活垃圾；卫生填埋设计；环保

引言

随着国家对环境保护要求越来越严格，各个城镇都在陆续推进生活垃圾处理工作，其中生活垃圾无害化填埋是目前的主流技术，其设计过程中，垃圾量的预测、填埋场库容计算等较为复杂，会占用设计人员大量时间。结合前期完成的垃圾填埋项目设计，通过学习相关标准规程、搜集设计资料等方法，掌握垃圾填埋设计要点，并将其主要计算过程工具化，为今后提高垃圾填埋场设计效率、减轻设计人员工作强度创造条件。

设计过程中分析归纳出主要影响因素：1.生活垃圾填埋设计涉猎面广，与项目所在地经济发展水平、人口分布、人口增长率、城乡规划均有关联，计算过程复杂，且涉及跨专业内容，设计人员学习掌握难度较大。2.国家相关标准、规范虽然较多，但相关图集基本没有，只有少量网络视频、图片可供参考，设计人员学习对象匮乏。

1 填埋物入场技术要求

1.1 进入填埋场的填埋物应是居民家庭垃圾、园林绿化废弃物、商业服务网点垃圾、清扫保洁垃圾、交通物流场站垃圾、企事业单位的生活垃圾及其他具有生活垃圾属性的一般固体废弃物^[1]。

1.2 城镇污水处理厂污泥进入生活垃圾填埋场混合填埋处置时，应经预处理改善污泥的高含水率、高黏度、易流变、高持水性和低渗透系数的特性，改性后的泥质应符合现行国家标准《城镇污水处理厂污泥处置混合填埋用泥质》GB/T 23485的规定外，尚应达到以下岩土力学指标的规定：①无侧限抗压强度 $\geq 50\text{kN/m}^2$ ；②十字板抗剪强度 $\geq 25\text{kN/m}^2$ ；③渗透系数为 $10\text{-}6\text{cm/s}\sim 10\text{-}5\text{cm/s}$ 。

1.3 填埋物中严禁混入危险废物和放射性废物。

1.4 生活垃圾焚烧飞灰和医疗废物焚烧残渣经处理

后满足现行国家标准《生活垃圾填埋场污染控制标准》GB16889规定的条件，可进入生活垃圾填埋场填埋处置。处置时应设置与生活垃圾填埋库区有效分隔的独立填埋库区。

1.5 填埋物应按重量进行计量、统计与核定。

1.6 填埋物含水量、可生物降解物、外形尺寸应符合具体填埋工艺设计的要求。有条件的填埋场宜采取机械—生物预处理减量化措施。

2 垃圾量预测

通过聚汇数据网的城市数据查询平台（<https://population.gotohui.com>），可查阅国内各地级市的人口增长率，再结合当地经济发展水平，预测其垃圾人均日产量取值为 $1.45\sim 1.33\text{ (kg/人}\cdot\text{d)}$ ，可快速计算出建设项目的垃圾体积。

3 填埋场库容计算

垃圾坝以下为坑内，其体形多为为下小上大的不规则台体；封场覆盖后会形成三阶下大上小的规则台体。利用垃圾填埋场库容计算软件进行体积计算，并考虑有一定富余量。

4 主要设计依据

4.1 《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB50869-2013；

4.2 《生活垃圾卫生填埋场污染控制标准》GB16889-2008；

4.3 《生活垃圾卫生填埋封场技术规程》CJJ112-2007；

4.4 《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范》CJJ113-2007；

4.5 《生活垃圾填埋场填埋气体收集处理及利用工程技术规范》CJJ133-2009；

4.6 《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》

CJJ176-2012;

4.7 《生活垃圾卫生填埋处理工程项目建设标准》建标124-2009;

4.8 《小城镇生活垃圾处理工程建设标准》建标149-2010;

4.9 《建筑边坡工程技术规范》GB50330-2013;

4.10 《碾压式土石坝设计规范》SL274-2020;

4.11 《水利水电工程边坡设计规范》SL386-2007;

4.12 《土工合成材料应用技术规范》GB/T50290-2014。

5 土工材料

5.1 《垃圾填埋场用线性低密度聚乙烯土工膜》CJ/T276-2008;

5.2 《垃圾填埋场用高密度聚乙烯土工膜》CJ/T234-2006;

5.3 《土工合成材料 短纤针刺非织造土工布》GB/T17638-2017;

5.4 《土工合成材料 长丝纺粘针刺非织造土工布》GB/T17639-2008;

5.5 《土工合成材料 长丝机织土工布》GB/T17640-2008;

5.6 《土工合成材料 裂膜丝机织土工布》GB/T17641-2017;

5.7 《土工合成材料 非织造布复合土工膜》GB/T17642-2008;

5.8 《土工合成材料 聚乙烯土工膜》GB/T17643-2011;

5.9 《土工合成材料 塑料扁丝编织土工布》GB/T17690-1999。

6 覆盖材料

填埋场覆盖材料需粘土、贫瘠土及营养土三种。

填埋过程中的单元覆盖土及终期覆盖用贫瘠土主要来自于清理整个库区的土量或者使用建筑垃圾;平整库底及终期覆盖粘土,主要用土可取自库区弃土场,紧靠进场道路,取土车辆与机械能够方便的取土,少量优质粘土可取自离填埋场附近的粘土场^[2]。

7 防渗工程

7.1 防渗标准及工艺

7.1.1 水平防渗是指在填埋场底部及四周边坡用防渗材料进行全面的防渗处理。水平防渗材料可分为天然材料和合成材料。使用天然材料时要求在填埋场场底及四周用低渗透率($\leq 10^{-7}\text{cm/s}$)的材料覆盖,而且要求底部材料距地下水位大于2m,材料的渗透率也不能因渗沥

液的浸泡而降低。另一类材料则为人工合成材料,材料的性能应符合以下条件:材料的渗透系数必须小于 10^{-7}cm/s ;材料的抗压强度必须大于 0.6kPa ,不因填埋碾压而断裂;材料应有耐候性,能适应冷热骤变;材料应能抵御垃圾中坚硬物件的刺、划而不裂损;材料应为同期产品,厚薄均匀,无薄点、气泡及裂损;材料制作必须结构完整、严密;材料必须具有抗蚀性,与垃圾消化产物相容,不应因接触而影响材料的防渗性能;材料必须便于施工。

人工材料包括钠基膨润土板防渗及高密度聚乙烯土工膜防渗。钠基膨润土板防渗是以钠基膨润土为原料,经进一步深加工而制成的防水板衬,将其铺设于库底,可形成一种防渗性能好、连续的柔性防渗层,起到阻止渗沥液外渗的作用。膨润土稳定性极强,一经铺设,长期有效。膨润土遇水后会立即膨胀,最后形成一层不透水的胶状物。

膨润土还可以自动封闭填补缝隙,防渗效果较为理想。目前国内生产的有两种规格:普通A型和特殊B型。A板厚5mm, B板厚15mm,两者的渗透系数均能达到 10^{-9}cm/s 量级,目前填埋场多采用B型。

高密聚乙烯土工膜是一种高性能防渗材料,能随一定的拉力伸力变形,适应地基不均匀沉降,具有较好的抗微生物侵蚀和抗化学腐蚀性能。对外界环境中的温度,湿度及紫外线的影响适应性强,使用寿命可达50年左右。国内多数垃圾处理场均采用这种土工膜作防渗层,产品规格有两种:一膜型和一毡一膜型,厚度 $1.5\sim 3.0\text{mm}$,渗透系数均小于 10^{-13}cm/s 量级。

7.1.2 垂直防渗是在地下水汇集的出口处建筑防渗帷幕和混凝土防渗墙,利用压力灌浆和修建混凝土堵墙的办法,将地下水出口处的岩石裂隙充填封闭,并在地表以下和基岩之间的软土部分修建混凝土防渗墙,这样可以使上游受污染的地下水聚集于防渗帷幕和防渗墙前的污水调节池中,使渗沥液不向下游及邻区渗透。此法适宜于山谷形填埋场,汇水面积小,单元内的地表水、地下水均可由谷口处排出,只要有一定的水力坡降,就可避免渗沥水向其他地方扩散。库区底部如果有较致密坚硬的基岩或相对隔水的其他基层,则库区不用作特殊处理,就能保证渗沥水不污染下游地区,而工程费用相对节省,仅为一般水平防渗方法的1/10。

7.2 防渗方案

防渗结构的类型分为单层防渗结构和多层防渗结构,应根据填埋场的水文地质情况确定。水平防渗适宜采用多层复合防渗结构,即自然防渗与人工防渗相结合

的做法(粘土加人工防渗材料)^[3]。人工防渗材料中的天然钠基膨润土防水毯的最大特点是不老化,但从实际使用情况看,其对施工的要求较为严格,若板与板之间的接缝处理不当,很容易产生渗漏,特别是在不规则的地形上铺设时,施工难度更大。此外,对板材的保存、运输要求较高,在此期间若受潮或与水接触,可导致产品失效,而高密聚乙烯防渗效果明显高于膨润土4个数量级,施工铺设较易实施,拉伸强度、断裂伸长率、抗戳穿力等材料性能均优于膨润土板,接缝采用热焊机双缝连接,接缝强度高,不产生渗漏,保存及运输无特殊要求。

综上所述,垃圾处理场采用垂直+水平防渗,自然粘土+人工高密聚乙烯土工膜(HDPE膜)+天然钠基膨润土防水毯复合防渗。采用上述防渗措施后垃圾渗沥水与地下水源完全隔绝,可以防止地下水源不受污染。

7.3 防渗做法

进行防渗施工的时候,按照先库底后边坡的顺序,由下而上作业。库底部分采用双层防渗膜结构+自然防渗,边坡部分采用双层防渗膜结构。

铺设土工膜前,填埋库区库底应去除有可能损伤HDPE膜的杂物如树根、碎玻璃、石子等。若铺设于回填土时,要求回填密度不小于95%,HDPE膜的焊缝搭接宽度不小于100mm。

7.4 防渗膜质量要求

防渗膜焊接采用双缝焊,防渗膜的锚固、检测与修补等均应按厂家提供的施工安装说明书进行,其铺设、安装可由厂家直接施工或在其指导下施工。防渗透膜应尽可能采用宽幅产品。国外生产厂家有美国GSE、德国NAUE、韩国大林等,国内厂家有北京雪花、哈高科绥棱二塑及清化永新等。可根据具体工程的条件,建议尽量采用国内产品。

8 设计要点

8.1 平均填埋量小于200t/d为IV类填埋场;

8.2 填埋场使用年限不应低于10a,特殊情况不应低于8.0a;

8.3 场区绿化率宜控制在30%以内;

8.4 填埋库区面积不得小于场区面积的60%,单位库区填埋量不宜低于 $10\text{m}^3/\text{m}^2$;

8.5 堆体压实后的容重不宜小于 $9.0\text{kN}/\text{m}^3$;

8.6 填埋厚度尽量控制在20m以内,既可省去堆体边坡稳定性验算环节,亦可不考虑填埋气体利用;

8.7 堆体整形顶面坡度不宜小于5.0%,大于10%时宜采用多级台阶;

8.8 库底渗沥液导排系统纵向坡度不宜小于2.0%,受地下水位、土方平衡、场地高差制约时,可适当减小,但不得小于1.0%;

8.9 对于高密度聚乙烯(HDPE)渗沥液收集管道,干管外径不应小于315mm,支管外径不应小于200mm;

8.10 防渗采用的高密度聚乙烯(HDPE)土工膜厚度不应小于1.5mm;

8.11 库区边坡宜取1:2,局部陡坡不大于1:1;

8.12 垃圾坝建筑级别尽量确定为III级,高度小于10m,可省去坝体安全稳定性分析计算环节;

8.13 土石与黏土垃圾坝的坝坡不宜小于1:2,坝顶宽度不小于3.0m;

8.14 锚固沟距离边坡边缘不宜小于0.8m,断面不宜小于 $800\text{mm}\times 800\text{mm}$,压实度不得小于93%;

8.15 渗沥液调节池有效容积不应小于3个月处理量,当下游有天然凹地可以利用时,可采用土工结构,地形平坦、地下水位较高时可采用钢砼结构。

9 环保要求

9.1 填埋场周围绿化带宽度不小于10m;

9.2 填埋工艺应能够有效减少甲烷气体的产生,否则应建设火炬燃烧设施;

9.3 填埋区基础层底部与地下水年最高水位之间应保持1.0m以上的距离,否则应建设地下水导排系统,导流层厚度不应小于30cm。

9.4 绿化恢复

封场工程中的绿化工程主要作用是降低因填埋场运行对外界环境带来的影响,最大程度地恢复土地价值。填埋场封场绿化需要考虑对场区各种设施的影响,植物的种植不应对抗渗层、排水层、气体收排设施等造成危害,也不能影响这些设施的正常维护、使用。填埋场封场初期应选用生命力强,生长迅速的草本植物。通过草本植物根系的发展加速堆体的稳定;在植被恢复前期,可种植一些对环境适应较强的乔灌类植物,不仅使填埋场封场后景观在原有单一草本植物基础上得到改观,还可加快土壤改良;在植被恢复中后期,可结合当地生态和开发规划,按照区域的功能性进行不同的绿化设计。

10 技术经济

10.1 IV类填埋场一般配备推土机1~2台、压实机1台、挖掘机1台、装载机1~2台、自卸车1~3辆等工程机械;

10.2 填埋场不设专职管理人员,IV类填埋场劳动定员3~20人;

10.3 IV类填埋场单位库容投资估算指标可按照25~60

元/m³进行控制;

10.4 IV类填埋场施工期不超过12个月。

结束语

综上所述,通过学习相关标准规程、搜集设计资料等方法,掌握垃圾填埋设计要点,并将其主要计算过程工具化,为今后提高垃圾填埋场设计效率、减轻设计人员工作强度创造条件。

参考文献

- [1]《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB50869-2013
- [2]王建文.安定卫生垃圾填埋场封场设计叮矿冶,2013,12(2)
- [3]齐长青.简易垃圾填埋场封场治理方案的研究叮环境卫生工程,200816