

电学土工膜渗漏检测在垃圾卫生填埋场的应用

刘会肖¹, 刘景良¹, 高 康²

(1. 唐山市市政工程环境卫生管理处, 河北 唐山 063001;
2. 上海朗得环境科技有限公司, 上海 200092

摘 要: 介绍了土工膜电学破损渗漏检测在唐山中心垃圾填埋场的实践应用, 通过电学渗漏检测, 找到土工膜的破损孔洞, 必须在填埋垃圾前进行修补处理。

关键词: 垃圾填埋场; 土工膜; 渗漏; 渗漏检测

中图分类号: TU993; X830.2 文献标识码: B 文章编号: 1005-8206(2007)04-0005-03

Application of Electrical Measurement of Geomembrane Seepage to Sanitary Landfill Site

Liu Huixiao¹, Liu Jingliang¹, Gao Kang²

(1. Tangshan City Municipal Engineering Environmental Sanitation Management Department, Hebei Tangshan 063001;
2. Shanghai Land Environmental Sci-Technology Co., Ltd, Shanghai 200092

Abstract: The practice application of electrical measurement of geomembrane seepage to Tangshan center waste landfill site was introduced. Through the electric measurement of seepage, the damaged holes of geomembrane were found out and repaired before the waste was landfilled.

Key words: waste landfill site; geomembrane; seepage; seepage measurement

1 唐山中心垃圾填埋场基本概况

唐山中心垃圾填埋场位于唐山市丰南区尖字沽村西侧, 占地 35 hm², 使用年限为 18 a; 采用卫生填埋工艺, 项目总投资 15 377.46 万元, 平均填埋规模 900 t/d; 垃圾填埋区分 4 期使用, 每期填埋至设计高度后覆盖封场。

填埋场场底采用单层复合防渗结构, 见图 1。防渗结构由 2.0 mm HDPE 土工膜+膜下 30 cm 压实黏土组成复合防渗结构。土工膜上为 1 000 g/m² 的无纺土工布保护层, 渗沥液导排层为 500 mm 的卵石。

2 土工膜电学破损在唐山中心垃圾填埋场的应用

用于防渗工程的土工膜在运输和施工过程中容易产生破损, 破损的孔洞必然影响工程的防渗效果。传统的质量保证 (CQA) 程序更多地关注焊缝质量, 无法对整个面积的防渗土工膜进行必要的检测。即使执行严格的施工质量保证规程 (CQC/CQA), 在实际工程中土工膜的破损渗漏依然发生, 而且常规的施工质量保证程序无法在项目施工完成后发现存在的破损孔洞。根据工程实际特点, 考虑到施工过程中土工膜有可能产生破损, 在渗沥液导排层施工完成后, 委托专业的土工膜渗漏检测公司进行渗漏检测, 找到破损的孔洞, 修补后再堆放垃圾, 可最大限度减少可能的渗漏, 唐山中心垃圾填埋场采用双电极法进行渗漏检测。

2.1 双电极电学渗漏检测原理^[1-3]

土工膜电学渗漏检测开始于 20 世纪 80 年代的欧洲和美国, 至今已经在众多填埋场进行了实践和应用。对于土工膜上覆盖有砾石导排层的情况, 一般采用双电极法进行渗漏检测。

一般情况下, 垃圾卫生填埋场多采用卵石或砂砾石作为土工膜上的渗沥液导排层。在砂砾石渗沥液导排层的施工过程中有可能产生很大的破损孔洞。双电极法渗漏探测能够很准确地定位破损孔洞, 是防渗结构系统最后的质量控制保证手段, 能够确保整个项目工程的最佳防渗性能。

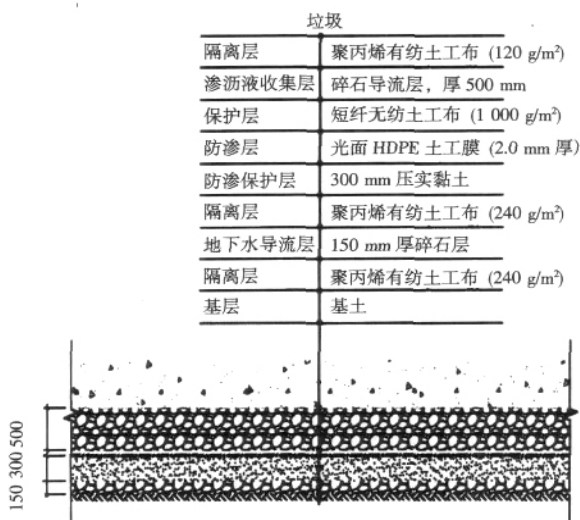


图 1 唐山中心垃圾填埋场底部防渗结构

收稿日期: 2007-06-30

检测时，在 HDPE 膜上、下介质中各放一个供电电极，供电电极两端接高压直流电源的两极。一般情况下，当 HDPE 膜完好无损时，供电回路中没有电流流过；当 HDPE 膜上有漏洞时，回路中将有电流产生，并在膜上、下介质中形成稳定的电流场，根据介质中电势的分布规律进行渗漏孔洞定位。电势差值的读取可以采用网络状或沿相互平行的测线按特定间距进行点测量，其原理见图 2。

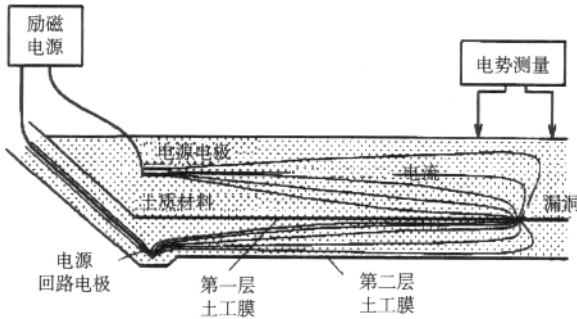


图 2 土工膜电学渗漏检测原理

双电极法土工膜渗漏检测，需要注意特殊的工况条件。如果探测区域外部的泥土存在电接触，则需要进行必要的绝缘处理；砂砾石层覆盖的土工膜，需要将砂砾石打湿，保证其导电性；如果下雨天，不建议进行渗漏勘察。

2.2 检测过程

1) 场地绝缘准备：为确保探测设备的正常运行和检测工作的顺利进行，在检测过程中须制定可靠的方案、程序并采取可行的措施以保证探测在有效范围内无直接接通电场。

2) 检测区域覆土湿润：由于土工膜上的碎石导排层相对比较干燥，检测前应对膜上 500 mm 厚的碎石层进行现场洒水，达到湿润状态，以满足电学探测的要求。

3) 埋放电极：根据地形及检测区域情况，确定设备安放地点，埋设电源的正、负极。

4) 试验校准：采用“模拟孔洞”和“实际孔洞”，针对现场的场地、土质、地形、湿度、覆盖层厚度等情况对设备和场地的灵敏度进行校准；在校准的基础上，确定检测设备、测量单元和其他检测参数。

5) 实际探测：在保证土工膜上的碎石覆盖层处于充分潮湿的状态下，根据获得的相同场地校准参数，对有效探测范围内的单元进行探测、读数、记录、储存及初步现场判断。

6) 可能渗漏点的分析和定位：根据已记录储

存的数据，使用专用的 EL-WIN 软件对数据进行分析，绘制出各区域的等势线图，再确定渗漏点的位置。

7) 复检：所有探测到的渗漏点经开挖、修补以及碎石层回填恢复后，在渗漏点附近进行复检，以免某渗漏点对邻近可能渗漏点的电势产生影响和遗漏。

2.3 渗漏检测结果

1) 孔洞位置数量

对比国内外的统计资料，虽然唐山中心垃圾填埋场的施工质量比较好，但通过对其 84 000 m² 的场底的渗漏检测，总共发现 19 个破损孔洞^[4]。图 3 为典型的破损孔洞。



图 3 唐山中心垃圾填埋场典型的施工破损孔洞

2) 破损孔洞渗透量的估算

衬垫间的接触质量是渗沥液通过土工膜复合衬垫渗透率的关键因素。根据检测结果，如果这些孔洞不进行修补处理，假设 30 cm 渗沥液水头，在土工膜和下层黏土接触良好的情况下，渗漏量大约是 1.2 m³/d，在土工膜和下层黏土接触情况很差的条件下，渗漏量大约是 6.5 m³/d。

3 结论

在工程施工中，考虑到劳动效率和工程进度，膜上卵石层的铺设大多采用机械摊铺、人工配合的施工方法，在机械行进、转弯或抓取物料的过程中，难免会形成许多破损孔洞。虽然土工膜在施工中的破损是难免的，但是大量的施工损坏很难保证垃圾场防渗结构的有效运行。防渗土工膜大面积的破损，渗沥液将畅通无阻地进入地下水系统，污染破坏周围的生态环境。

1) 土工膜在施工过程中有可能产生严重的破损，必须科学规划施工，严格施工程序，在施工完成后，需要有相应的质量保证程序 (CQA)，保证土工膜防渗系统的完整性。

2) 实践证明，大量土工膜破损是铺设排水保护层施工造成的，占总破损的 80% 以上^[5]，焊接缺陷所占破损比例不大。根据实际检测的统计，施工机械造成的大型破损孔洞占了 (下转第 10 页)

工布和卵石导流层, 渗沥液由中间流向四周的渗沥液收集花管导出填埋库区。

本工程采用 30 cm 的卵石层作为渗沥液导排系统, 即便发生沉降, 由于库底中间高、四周低, 渗沥液导排系统向四周也会始终保持一定的排水坡度。导流层不会象常规单坡、横纵向集中管网渗沥液收集导排系统一样, 在库区中间最大沉降变形处发生破坏。

在平原软土地基场址建设填埋场, 传统的库底单坡向设计, 随着沉降发生, 防渗层将在库区中间最大变形处受到较大的变形压力, 变形较大。而“四坡向、倒锅底”状的库底结构, 在加载变形后, 防渗层变形较小, 得到了很好地保护。有效地克服了填埋场软土地基承载力较低、加荷后变形较大等不利因素的影响。

3.5 简洁实用的地下水导排方案

地下水导排系统采用盲沟砾石排水, 鉴于场地黏性土保水性能较好的特点, 在填埋库区四周设定主盲沟, 库区底部布置间距为 15 m 的支盲沟, 支盲沟坡向主盲沟, 与主盲沟连接, 主盲沟坡向地下水提升井, 地下水经过泵提升排到场外的排咸河内。

4 结论

1) 本工程设计在大量详实、可靠基础资料的前提下, 根据场址地质条件, 确定了与常规设计不同的“四坡向、倒锅底状”填埋库区库底结构, 克服了填埋库区软土地基承载力较低, 加荷后变形较大等不利因素影响, 在允许地基有较大变形的情况下, 使防渗系统在填埋作业加荷变形后受力合理, 不易对防渗系统造成变形破坏。

2) 该渗沥液收集导排方案, 解决了常规设计库底单坡、横纵向集中管网渗沥液收集导排方案加荷后会造成渗沥液收集导排管网断裂破坏, 导致渗沥液收集导排不畅等难题。

3) 合理确定的库底标高, 虽然使库底标高位于地下水位以下并增加了地下水导排系统, 与库底标高位于地下水位以上相比, 有效地增加库容 171 万 m^3 , 节省了大量回填土方, 综合计算可节省建设投资约 3 000 万元。

参考文献

- [1] 天津市环境卫生工程设计院. 天津市大韩庄垃圾填埋场初步设计 [R]. 天津: 天津市环境卫生工程设计院, 2003.
- [2] 天津市地质工程勘察院. 大韩庄垃圾处理场详细岩土勘察报告 [R]. 天津: 天津市地质工程勘察院, 2004.

作者简介: 齐长青 (1964-), 高级工程师, 主要从事垃圾处理工程项目的设计。

(上接第 6 页)

很大的比例, 这与国外的统计有一定的差异。国外渗漏检测的统计结果是碎石破损的比例大一些。

3) 电学渗漏位置探测是垃圾填埋场渗漏孔洞准确定位的有效方法, 是防渗土工膜施工质量保证的重要手段。通过渗漏位置探测, 能够发现土工膜的潜在破损孔洞, 以便在填埋垃圾前进行修补处理, 确保土工膜的防渗性能, 以及防渗结构的安全性和工程质量。

4) 通过对破损孔洞的修补, 最大限度减少渗漏的产生, 减少可能对环境的污染破坏, 实现保护环境的目的。

参考文献

- [1] Rollin A L, Marcotte M, Jacquelin T, et al. Leak Location in Exposed Geomembrane Liners Using an Electrical Leak Detection Technique. Proceedings of Geosynthetics'99[C]. Boston, 1999: 615-626.
- [2] Darilek G T, Laine D & Parra J O. The Electrical Leak Location Method for Geomembrane Liners. Proceeding of Geosynthetics' 89[C]. IFAI, San Diego, 1989: 456-462.
- [3] ASTM International. ASTM D6747, Standard Guide for Selection of Techniques for Electrical Detection of Potential Leak Paths in Geomembranes[S]. 2002.
- [4] 上海朗得环境科技有限公司. 唐山市中心垃圾填埋场 1A&1B 区土工膜渗漏检测技术报告 [R]. 2006.
- [5] Laine D L & Darilek G T. Locating Leaks in Geomembrane Liners of Landfills Covered with a Protective Soil. Proceed Geosynthetics'93[C]. 1993, 3: 1403-1412.

作者简介: 刘会肖 (1970-), 高级工程师, 主要从事环境卫生管理、环卫法规编制和环卫设施建设等。