

电学渗漏探测法用于垃圾填埋场 防渗土工膜施工的破坏分析

高 康¹, 兰吉武²

(1. 上海朗得环境科技有限公司, 上海 200092; 2. 浙江大学岩土工程研究所, 浙江 杭州 310027)

摘 要: 根据上海朗得环境科技有限公司利用电学渗漏探测方法对我国 3 个新建垃圾填埋场进行渗漏探测的结果, 结合国外相关垃圾填埋场的电学渗漏探测结果统计报告, 对垃圾填埋场防渗土工膜的施工破坏问题进行了分析, 指出了造成土工膜破损的主要原因。

关键词: 垃圾填埋场; 土工膜; 电学渗漏探测; 破损; 施工

中图分类号: TU993 文献标识码: A 文章编号: 1005-8206(2008)01-0016-03

Analysis about Construction Destruction of Impervious Geomembrane Using
Electrical Seepage Measurement Method in Waste Landfill Sites

Gao Kang¹, Lan Jiwu²

(1. Shanghai Land Environmental Sci-technology Co., Ltd, Shanghai 200092;

2. Institute of Geotechnical Engineering, Zhejiang University, Zhejiang Hangzhou 310027)

Abstract: According to probing results of three newly-built waste landfill sites in China using electrical measurement method of geomembrane seepage by Shanghai Land Environmental Sci-technology Company, problems about construction destruction of impervious geomembrane in waste landfill sites were analyzed combining statistical reports of electrical seepage measurement for foreign waste landfill sites. Then main reasons of geomembrane destruction were pointed out.

Key words: waste landfill site; geomembrane; electrical seepage measurement; damage; construction

现代卫生填埋场一般使用土工膜作为防渗结构层。土工膜由高分子材料(国内常用 HDPE)挤压成型,具有良好的耐久性和低渗透性,是垃圾填埋场等防渗工程应用较多的主防渗材料,常用于垃圾填埋场的土工膜厚度为 1.0~2.0 mm。土工膜在生产、运输和施工过程中都有可能产生破损,破损的土工膜会产生渗漏,导致渗沥液渗入地下水系统,造成环境污染。因此,2007 年 6 月 1 日正式实施的 CJJ 113—2007 生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范规定:“防渗系统工程施工完成后,在堆填垃圾之前,应对土工膜防渗系统进行全面的渗漏检测,并确认合格。”

目前,电学渗漏位置探测法是国内外常用的土工膜渗漏探测方法。上海朗得环境科技有限公司于 2006 年将电学渗漏位置探测技术引进中国,开始对一些垃圾填埋场进行渗漏探测服务。

1 垃圾填埋场电学渗漏位置探测实例统计报告

1.1 重庆市某生活垃圾填埋场

重庆市某生活垃圾填埋场 2005 年建成并投入运行。2006 年 4 月,在接收了 1 000 t 垃圾后,发现地下水收集井有渗沥液污染现象,初步怀疑

是防渗土工膜破损造成的。2006 年 6 月,上海朗得环境科技有限公司接受业主委托,对库区场底进行渗漏位置探测,结果见表 1。

表 1 重庆市某生活垃圾填埋场破损孔洞统计

孔洞尺寸/mm	孔洞数量/个	比例/%
<10	15	17.9
10~20	3	3.5
20~50	7	8.3
50~100	10	11.9
100~200	15	17.9
200~500	13	15.5
>500	21	25.0
合计	84	

从表 1 可以看出,破损孔洞主要为 100 mm 以上的大型孔洞,焊接缺陷造成的破损所占比例很小。该场存在的典型孔洞见图 1。



图 1 重庆市某生活垃圾填埋场典型的破损孔洞

2006 年 8 月,该填埋场经过渗漏探测并完成修补后运行至今,在地下水收集井中没有发现异

常现象,基本上消除了破损孔洞的渗漏隐患。

1.2 河北省某生活垃圾填埋场

河北省某生活垃圾填埋库区于 2006 年 10 月建成,在填埋垃圾前,业主委托上海朗得环境科技有限公司进行渗漏探测,结果见表 2¹⁾。

表 2 河北省某生活垃圾填埋场破损孔洞统计

孔洞尺寸/mm	孔洞数量/个	比例/%
<10	3	15.8
10-20	6	31.6
20-50	3	15.8
50-100	0	0
100-200	6	31.6
>500	1	5.2
合计	19	

该填埋场破损相对较少,主要是机械破损孔洞,焊接缺陷只有 2 处。典型的破损孔洞见图 2。

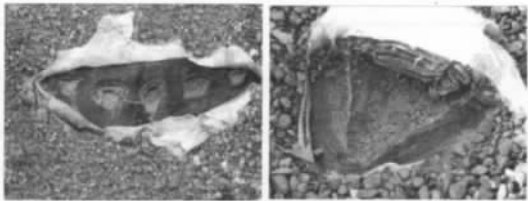


图 2 河北省某生活垃圾填埋场典型的破损孔洞

1.3 江苏省某垃圾填埋场

江苏省某垃圾填埋场一共有 3 个填埋单元,2006 年 10 月,第 1 单元填了部分垃圾,在开始填第 2 单元时,发现地下水有污染。2006 年 12 月,上海朗得环境科技有限公司对该场的第 2 和第 3 单元进行渗漏探测,发现破损孔洞 33 个,最大 1 个孔洞尺寸达到 2 m×8 m,统计结果见表 3。

表 3 江苏省某垃圾填埋场破损孔洞统计

孔洞尺寸/mm	孔洞数量/个	比例/%
<10	2	6.0
10-20	5	15.2
20-50	11	33.3
50-100	3	9.1
100-200	3	9.1
200-500	5	15.2
>500	4	12.1
合计	33	

此填埋场的大型破损孔洞比较多,多数为机械破损。虽然该填埋场采用双层黏土加土工膜防渗,由于地下水位较高以及破损孔洞较大,依然产生较大的渗流量。

经过探测和修补后运营至今,没有发现地下水有变化,基本消除了渗漏隐患。其典型的破损孔洞见图 3。

1.4 渗漏探测结果

将以上 3 个填埋场的渗漏探测结果汇总,见



图 3 江苏省某垃圾填埋场典型的破损孔洞

表 4。可以看出,超过 100 mm 的孔洞占了 50%,均为机械损伤。

表 4 3 个填埋场孔洞尺寸比例

孔洞尺寸/mm	孔洞数量/个	比例/%
<10	20	14.7
10-20	14	10.3
20-50	21	15.4
50-100	13	9.6
100-200	24	17.7
200-500	18	13.2
>500	26	19.1
合计	136	

大型孔洞是渗漏产生的主要因素,根据对孔洞较少的河北省某生活垃圾填埋场进行渗流量估算,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,产生的渗流量约为 1.2 m³/d,在土工膜和下层黏土接触不好的情况下,产生的渗流量约为 6.5 m³/d,每年填埋场将产生渗流量 438~2 370 m³。重庆市某填埋场经过渗漏探测发现的孔洞渗流量估算为 27.6 m³/d,1 a 的渗流量为 9 936 m³。江苏省某垃圾填埋场孔洞渗流量估算为 15.5 m³/d,每年的渗流量超过 5 657 m³。

如此巨大的渗流量,必然污染填埋场区域地下水,造成周边环境的破坏,也使投资巨大的填埋场防渗系统的作用大打折扣。

2 国外相关垃圾填埋场电学渗漏探测结果统计分析

大量的垃圾填埋场防渗土工膜的渗漏位置探测结果说明多数破损是施工造成的。Nosko 等²⁻³⁾总结了全世界 300 多个填埋场,即 11 个国家超过 300 万 m² 土工膜防渗面积的电学渗漏位置探测结果,归纳了土工膜损坏的类型及比例,见表 5。

从表 5³⁾可以看出,土工膜上覆盖层铺设施工阶段产生破损的比例最大,达到 73%。根据施工工序,在填埋场施工过程中,最后阶段是铺设膜

表 5 防渗土工膜各阶段施工破损比例 (%)

土工膜安装 施工阶段	土工膜上覆盖层 铺设施工阶段	后期运营阶段	土工膜焊缝测试
---------------	-------------------	--------	---------

上保护/排水层等上覆盖层，此时土工膜已铺设完成，传统的膜施工的质量控制与保证措施也已完成。传统的质量控制与保证措施只能做到对没有覆盖的土工膜进行直接检测和质量控制，却无法做到对已覆盖土工膜进行破损检测和质量控制，而土工膜电学渗漏位置探测技术恰好可以弥补这个缺陷，在铺设好上覆盖层之后进行电学渗漏位置检测，可对土工膜的完好性进行评估。Nosko 等³⁾对探测数据进一步分析发现，土工膜在上覆盖层铺设施工阶段破坏原因如下：1) 68%的损坏是由于排水层中使用了尖锐或较大的石子，或铺设排水碎石层之前未使用或未按规定使用膜上土工布保护层。2) 16%的损坏是由用于铺设上覆盖层的重型设备造成的。损坏位置通常出现在土工膜热膨胀以及上覆盖层摊铺不当造成的皱纹/波浪形位置。3) 16%的破损是由施工过程中控制土工膜上覆盖层的厚度和坡度的木桩造成的。

Robert 等⁴⁾总结了填埋场各种位置土工膜产生破损的原因和比例，如表 6 所示³⁾。可以看出，土工膜破损比例最大的是填埋场场底，造成破损的最大原因是土工膜的上覆盖层施工。因此，土工膜施工质量保证措施应该重点关注防渗层渗漏位置的勘查，将传统的施工质量控制和电学渗漏位置探测结合起来，保证土工膜在施工完成后的质量，最大限度减少渗漏的产生。

3 结束语

对我国 3 个填埋场渗漏位置探测结果和国外的填埋场土工膜破损情况进行总结分析，发现土工膜破损比例最大的是填埋场场底，造成破损的最大原因是土工膜的上覆盖层施工，而且超过 100 mm 的孔洞占了很大比例，这些孔洞如不进行有效探测及修复，渗沥液将严重渗漏，对环境造成污染，且使投资巨大的防渗系统失去意义。国

表 6 各种位置产生破损的原因和比例/%

位置	比例/%	破坏原因	比例/%
场底	78	石子	81
		重型机械	13
		石子	59
角落、边缘	9	重型机械	19
		焊接	18
		石子	30
		焊接	27
排水管下	4	重型机械	14
		工人	15
		切割	14
		焊接	91
管穿透	2	工人	8
		切割	1
		重型机械	43
道路、存贮结构等	7	石子	21
		工人	19
		焊接	17

内外实践表明电学渗漏探测可有效解决防渗层施工后期铺设土工膜上覆盖层(含膜上保护层和排水层)时造成的施工缺陷和破损，是对传统土工膜质量控制和保证措施的重要补充。

参考文献

[1] 刘会肖, 刘景良, 高康. 电学土工膜渗漏检测在垃圾卫生填埋场的应用[J]. 环境卫生工程, 2007, 15(4): 5-7.

[2] Nosko V, Andrezal T, Gregor T, et al. Sensor Damage Detection System: The Unique Geomembrane Testing Method. Q. Proceed EuroGeo, Netherlands, 1996: 743-748.

[3] Nosko V, Touze Foltz N. Geomembrane Liner Failure: Modeling of its Influence on Containment Transfer. C. Proceedings of the Second European Geosynthetics Conference, Bologna, Italy, 2000: 557-560.

[4] Robert Phaneuf, Ian Peggs. Landfill Construction Quality: Lessons Learned from Electrical Resistivity Testing of Geomembrane Liners. J. GFR Magazine, 2001, 19(3): 1-9.

作者简介: 高康(1969-), 上海朗得环境科技有限公司经理, 从事垃圾填埋场的技术和材料应用技术研究, 创办垃圾填埋技术网(www.landfilltech.net)。

·信息·

南京市首个秸秆发电项目即将开建

由南京盛泰碳业有限公司投资建设, 总投资 900 多万元的南京市溧水县革新村 1 200 kW·h 秸秆发电机组是在革新村原秸秆气化站的基础上, 安装了 1 台气化发电机组, 并利用生物质转化为可燃气体进行气化发电。

南京盛泰碳业有限公司秸秆发电项目建成后, 每年除变现 600 万 kW·h 电外, 还会生产 4 000 t

碳粉、2 400 t 醋酸和 240 t 焦油, 经济效益将在 900 万元左右。而维持这样一个发电项目, 年成本在 500 万元以下。这个项目目前已初步通过市发改委审定, 最快可于 3 月底启动建设, 建成后便可并网发电。