

# 卫生填埋场覆盖和集气工程施工阶段监理体会

崔孝光 高淑琴

(北京致远工程建设监理有限责任公司,北京 100045)

**摘要** 垃圾卫生填埋场是处理垃圾无害化的行之有效的方 式之一,为减少垃圾渗滤液的产出量,防止渗滤液从垃圾堆体渗出和降低填埋气体(LFG)对大气的污染,必须按时实施覆盖工程和集气工程。覆盖和集气工程施工应交叉进行,一并实施。介绍了土工聚合粘土垫(GCL)的特性,以及冷凝排放井的设置。

**关键词** 卫生填埋场 覆盖工程 集气工程 渗滤液 填埋气体 土工聚合粘土垫

## 0 前言

城市垃圾问题愈来愈成为人们关注的焦点。垃圾卫生填埋方法是行之有效的垃圾无害化处理方式之一。随着填埋场的投入运行,垃圾填埋量日益增多,垃圾堆体也逐渐形成。垃圾随着时间的延伸而不断降解,降解过程中所产生的填埋气体(landfill gas,LFG)如甲烷( $\text{CH}_4$ )、硫化氢( $\text{H}_2\text{S}$ )等不断逸散,若不及时收集处理,又构成了大气新的污染源。同时,由于垃圾堆体直接承受降水的浸入,所以也必然增加垃圾渗滤液的产出量。因此,垃圾卫生填埋场在运行4~5年后,为减少渗滤液的产出量,并防止渗滤液从垃圾堆体渗出及降低LFG对大气的污染,杜绝潜在的爆炸危险,必须按时实施垃圾卫生埋

场的覆盖工程和LFG气体收集工程,这是完善垃圾卫生填埋作业不可缺少的两项重要工艺。既减少了温室气体的排放,又为垃圾卫生填埋场的最终恢复生态绿化打下基础。

笔者近几年参加了首都几个垃圾卫生填埋场的最终覆盖工程和LFG气体收集工程施工阶段的监理工作。从工作中认识到对上述工程的监理工作除严格按照工程通常所用的监理程序和方法外,由于垃圾卫生填埋场的最终覆盖工程和LFG气体收集工程在我国还是刚刚起步,没有现成的章法可循,因此有些问题需要格外地关注,也许更有助于工程的质量控制。笔者本着这个目的写一点工作体会供同行们参考。

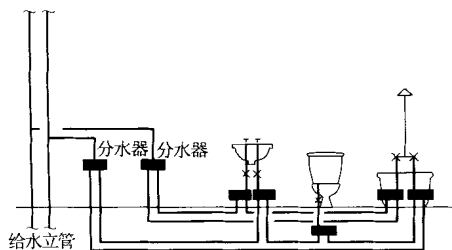


图3 分水的环路形式

## 4 结语

(1) 给水铜管布置方式有常规布置方式和分水布置方式。给水铜管的分水布置是一种技术合理和经济上可行、节约的布置方式。

(2) 给水铜管分水布置具有下列优点:给水铜管的分水方式可节省管配件,有利于改善给水铜管

的水力条件,提高供水安全、卫生程度,增加给水的可靠性。它还利于隔音、保温,便于施工安装,缩短热水的给水时间,防止管道连接的二次污染。

(3) 铜管布置方式的选择,应根据设计、安装的实际情况决定。当设计采用“软态”的且管径不大于DN25时可优先选用分水布置方式。在住宅给水铜管布置方式中,套内给水铜管宜优先采用分水布置方式。

(4) 给水铜管采用分水布置方式,从技术角度出发,建议采用覆塑铜管。但就目前国内的预算价格来看,推荐热水管采用橡塑保温来替代覆塑铜管。

电话:(021)63217420-456

E-mail:qi-yang@ecadi.com

修回日期:2003-10-21

## 1 施工交叉进行,一并实施

垃圾卫生填埋场在运行 4~5 年后,其垃圾堆体的第一平台逐渐形成,为防降水的浸入,减少渗滤液的产出量及防止渗滤液从垃圾堆体渗出,垃圾堆体的覆盖工程首先应从第一平台开始,并向平台以下的边坡进行密封覆盖。然而,从集气工程设计方面考虑:不管采取什么形式的集气方法(竖直集气井和水平集气槽),第一平台和平台以下的边坡,都是集气干管敷设优先选择的地方。从垃圾生化过程也可以看出:此时,堆体中的垃圾历经几年的降解作用后也进入填埋气体 LFG 的丰产时期,LFG 不断逸出堆体外,成为新的大气污染源,甚至有可能构成爆炸的隐患(甲烷在空气中占 5%~15% 时有爆炸的可能),这也要求我们重视这一现象。按照上述情况,LFG 收集也必须进行。通过上述分析可以看出,若将 LFG 集气工程和覆盖工程一并设计,交叉施工,统一监理,LFG 集气和垃圾堆体覆盖都得到落实,获得一举两得的综合效果。值得注意的是:目前有些填埋场却把 LFG 集气工程和覆盖工程从设计到施工截然分开,人为地增加了工程前后衔接的困难和浪费。如目前覆盖工程的防渗层材料多半采用土工聚合粘土垫(GCL),此种材料按其构造施工后不宜再扰动,否则势必影响防渗性能。同样,集气管道的敷设若不与覆盖事先协调,也难以做到整体密封,且反复开挖回填会造成极大的浪费。笔者所监理的北神树垃圾卫生填埋场就是经过北京一清环卫工程集团的专家们论证后发现集气工程与覆盖工程分别实施的弊病,提出两个工程合并进行,要求施工单位统一做施工组织设计,使各工序合理安排,先地下,后地上,避免了重复开挖,且整体覆盖,节约了人力、物力,缩短了工期,充分发挥了综合效益,积累了建设经验。

## 2 土工聚合粘土垫(Geosynthetic Clay Liners, GCL)

垃圾堆体形成之后,为防降水的浸入和垃圾堆体内渗滤液的外渗,传统的覆盖方法是在堆体上覆盖粘土或掺以膨润土的混合土经压实覆盖。然而,这种做法需要大量的粘土,这无疑将毁坏大量的农田,而且施工时为现场露天作业,受到天气的制约,工期可能会更长。特别对于干旱地区或因其他原因可能导致脱水的工程,用粘土或掺有膨润土混合后

作为垃圾堆体的覆盖材料,如果上覆压力小,其干燥脱水后会使防渗能力下降。近年来一种低透水性能,且可以工厂化生产的土工聚合粘土垫(GCL)已经发展起来,并成功地取代了粘土压实衬垫,目前在首都各填埋场已大量采用。压实粘土垫与土工聚合粘土垫特性比较见表 1。

表 1 压实粘土垫和土工聚合粘土垫特性比较

特 性	压 实 粘 土 垫	土 工 聚 合 粘 土 垫
材料	天然土或土与膨润土的混合物	膨润土、粘合剂、土工织物与土工膜
施工方法	现场施工	工厂加工,现场敷设
厚度/cm	60~90	1.2~1.5
渗透系数/cm/s	$1 \times 10^{-7}$	$(1 \sim 5) \times 10^{-9}$
材料方便程度	不可能在任何地点均能找到合适的材料	材料可由工厂运至任何地点
施工速度和难易	慢,施工复杂	快,仅需简单敷设
施工期因干燥而被损伤的可能性	材料近乎饱和,施工期易干裂,会产生固结水	材料基本上是干的,施工期不会干裂;但对某些材料,存在重叠宽度问题,不产生固结水
质量保证的难易	质量保证步骤复杂,需要高度熟练和有相关知识的监理人员	相对较简单,仅需直接的、常规的监理
使用经验	已应用多年	最近才使用

从表 1 中可以看出 GCL 具有明显的优势,所以在填埋场工程中已大量采用。据悉,国产 GCL 也已上市。

GCL 是将膨润土夹在两层针刺无纺聚丙烯土工物之间,然后通过针刺机械缝合起来,使其三部分组成一个整体。其宽度约 4.2 m 左右,长度可根据工程需要向制造厂说明定制。膨润土的性质是水化后,在有限的压力下(相当于 10 cm 高的砂土覆盖)即可取得防渗效果,其透水性是很低的,换句话说其防渗性能是很强的。但当膨润土与水作用时,在其体积膨胀不受限制的情况下,则其透水性是很高的,也就是说抗渗作用大大降低。这个性质构成了 GCL 的一个重要特性——为了保证其防渗性能,在施工现场存放保管 GCL 时,要确保其不能被雨淋及与水有任何接触,且敷设过后立刻覆盖土,使 GCL 始终处于法向压力之下,限制夹层中的膨润土的体积任意膨胀,使其达到防渗效果。及时地覆盖土也

有利于两幅 GCL 搭接处叠合缝的密封(叠合缝处两层之间要均匀敷撒膨润土)。通常现场监理工程师在敷设 GCL 前要先检查边坡基底情况,查验密实度,要确保边坡稳定,巡视边坡基底上不准有可穿刺 GCL 的障碍物。更要核算现场施工方供土能力及覆盖土的方法,既要做到 GCL 覆盖及时,又不能伤害 GCL 本身。同时还应注意,每一幅 GCL 覆盖时,其上端都要妥善锚固,防止滑脱。不管用什么材料(如土工布、速排龙等)在 GCL 上敷设排水层(要认真验算排水层材料与防渗层之间的摩擦力是否能满足防止滑坡的要求),均不允许损坏 GCL,这也是现场监理人员密切关注的地方。

### 3 冷凝液排放井设置

垃圾卫生填埋场中的 LFG 的传输是由集气支管和输气干管组成的网络进行的。由于垃圾堆体中含水量大、温度高,气体在管道内传送过程中,在负压下出现冷凝液是必然的。据资料称:每产生  $10\,000\text{ m}^3$  LFG 中将会生成  $0.07 \sim 0.8\text{ m}^3$  的冷凝液,冷凝液靠重力沿管壁流向最低点。为保证顺利流畅,通常当气体流动方向与冷凝液流动方向一致时,管道的坡度不小于  $3\%$ ,异向时不小于  $5\%$ 。管道最低点设冷凝液排放井。理想的冷凝液排放井设置点应是该处的垃圾堆体,冷凝液从溢流口直接流入垃圾堆体内(见图 1)。然而从我们近几年的工程监理实践中发现由于大量的塑料制品垃圾的填埋,垃圾中挤压渗出的液体多半滞留在垃圾絮体中,垃圾堆体内部在填埋气体的顶托下呈高水(渗滤液)位状态。因此,在此情况下冷凝液直接流入垃圾堆体内部的方案很难实现。为解决这一矛盾,北神树垃圾卫生填埋场技术人员根据实地情况,提出一种将冷凝液引出垃圾堆体外排放处理的方式(见图 2),得到了设计的认可并在运行中得到验证是可行的,妥善地解决了垃圾堆体内部呈高水位状态下输气干管冷凝液排放的出路。

### 4 垃圾渗滤液

垃圾堆体中的渗滤液的含量多少涉及多种因素,如垃圾卫生填埋场所处地域的降水量、蒸发量等气候条件和垃圾成分等。我们从工程实践中注意到,以北京为例,由于城市人民生活质量的提高,如居民居住条件的改善和生活燃料结构的变化(由煤

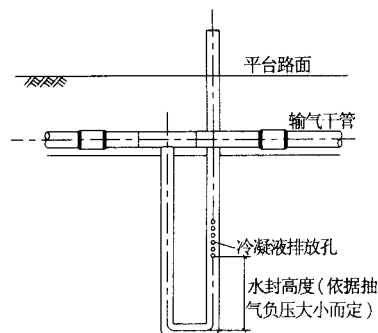


图 1 冷凝液排放井示意(低水位)

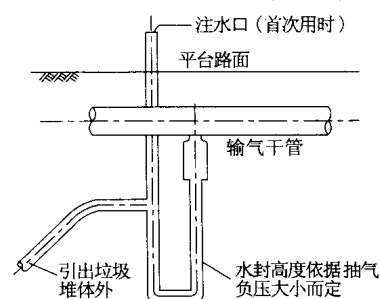


图 2 冷凝液排放井示意(高水位)

炭转换成燃气),目前,垃圾的成分与上个世纪的垃圾成分已有了极大的变化——零星的建筑垃圾、煤渣等少了,易腐含水量大的果品和蔬菜等多了,这些情况自然增加了垃圾渗滤液的产量。从当前北京几个垃圾卫生填埋场运转情况看到,仅仅依靠“回灌”方法是难以妥善解决渗滤液的出路问题。特别是垃圾卫生填埋场运行  $4 \sim 5$  年后,垃圾堆体也已形成,填埋气体进入丰产阶段,垃圾堆体中“积累”的渗滤液已有可观的数量。在填埋气体顶托下对垃圾堆体的密封覆盖是极其不利的,对集气工程中的管道敷设也增加了不少困难,甚至影响到集气工程的成败。所以说,若仅依靠“回灌”方法不能完全解决垃圾渗滤液处理的地方,应先实施垃圾渗滤液处理工艺,再进行集气工程和覆盖工程。这样有利于垃圾卫生填埋场功能的综合发挥。

目前,垃圾卫生填埋场的最终覆盖工程和 LFG 气体收集工程在我国还是刚刚开始,同样,我们的监理实践经验也积累不多,错误难免,请同行指正。

电话:(010)68016700

E-mail:yl@bgmedri.cn.net

收稿日期:2003-9-4