

018196

中国市政工程 设计通志

(下 卷)

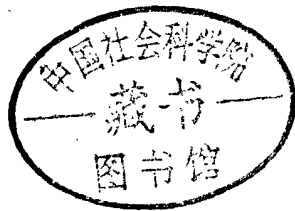


中国水利水电出版社

中国市政工程设计通志

《中国市政工程设计通志》编委会

(下 卷)



中国建筑工业出版社

第八章 城市环境卫生工程设计成就

第一节 概 述

自 1979 年城市环境卫生工作由卫生部门移交到城市建设部门以来,随着改革开放和社会经济的发展,国家综合国力的增强,城市环境卫生工程设施作为城市基础设施的一部分,越来越受到重视。为了适应城市的现代化建设的需要,推动城市环境卫生工程和设施建设的深入发展,建设部及时提出了“全面规划部署,多方配套引导,分期实施”城市环境卫生发展战略。经过十几年,特别是“八五”期间的实施,城市环境卫生工程设施建设发生了巨大的变化。

一、加强法制建设和管理

为了把城市环境卫生工程和设施建设纳入法制化管理轨道,从中央到地方都加强了法制建设。1992 年,国务院颁布了《城市市容和环境卫生管理条例》,这是我国第一部关于城市市容环境卫生管理方面的行政法规。1995 年全国人大审议通过的《固体废物污染环境防治法》,则是我国第一部有关城市环境卫生管理的国家法律。建设部主管城市环境卫生工作后,先后制定和颁布了《城市公厕管理办法》、《城市生活垃圾管理办法》、《城市车辆清洗管理办法》等部门规章,以及《城市公共厕所规划和设计标准》、《城市生活垃圾卫生填埋技术标准》、《城市环境卫生设施设置标准》、《城市垃圾转运站设计规范》、《城市生活垃圾好氧静态堆肥处理技术规程》等二十几项技术标准和规范。此外,北京、天津、上海、吉林、山东、湖北、湖南、江苏、浙江等 13 个省、自治区、直辖市都颁布了《城市市容和环境卫生管理条例》的实施细则和一批地方法规。

二、全面规划,多方引导

为了进一步贯彻落实国务院 1986 年发布的“十二个领域技术政策要点”,建设部于 1991 年发布了《城市环境卫生当前产业政策实施办法》。1992 年国务院批转的建设部等部门《关于解决我国城市生活垃圾问题几点意见》,规定“进行城市生活垃圾综合利用的(在国家规定的《资源综合利用目录》和《再生资源加工利用目录》之内)独立核算单位,可享受国家有关再生资源和综合利用的优惠政策。城市垃圾处理厂按国家有关规定免交土地使用税”,以及“农业部门应将生活垃圾加工后的有机肥纳入当地农业用肥计划”。在此之前,国务院办公厅还先后转发了原城乡建设环境保护部《关于加强城市环境综合整治报告》,以及原城乡建设环境保护部等部门《关于处理城市垃圾,改善环境卫生面貌的报告》。在《关于处理城市垃圾,改善环境卫生面貌的报告》中明确提出,要“制订城市环境卫生发展计划。凡城市总体规划中缺少这项内容的,要抓紧补订”,以及“应采用卫生填埋、高温堆肥等科学方法处理垃圾”。1987 年原城乡建设环境保护部发出了《关于把城市环境卫生设施的建设纳入城市总体规划的通知》,要求“要按照城市总体规划安排环境卫生设施的建设,并纳入城市建设计划”。这些法律、法规、政策和技术标准,从多方面、多

层次规划了我国的城市环境卫生发展,提出主要的发展方向、任务和目标,对保障城市环境卫生工程设施的合理布局和用地,指导和推动各地的城市环境卫生工程设施建设起到了重要的作用。

三、分阶段重点突破,城市环境卫生工程设施得到明显改善

早在八十年代初,为了探索城市生活垃圾堆肥处理工艺,上海市环境卫生设计科研所经过三年的研究,设计建造容积为 1m^3 、 3m^3 和 10m^3 的混凝土结构密封堆肥发酵仓,用来自煤气燃料和煤制品燃料区的生活垃圾,进行了堆高分别为1m、2m、4m的垃圾好氧和厌氧堆肥实验;同时建立容量为50kg的实验发酵仓装置,进行堆肥工艺和参数的条件试验。1982年在上海市西郊嘉定县安亭乡境内,设计建造了上海市环境卫生无害化处理一场,在该场进行了仓容为 150m^3 的生活垃圾堆肥工艺的验证试验。在中试规模的验证试验时,对以高组分的厨余类有机物、大量煤灰渣和高含量水分为特征的城市生活垃圾,采用厌氧、自然通风和机械通风三种形式进行对比试验。经比较最后确定了机械通风的高温堆肥处理工艺。1984年6月,上海市科学技术委员会批准由上海市环境卫生设计科研所、上海农业科学院土壤肥料研究所、上海市卫生防疫站、同济大学环境工程系等四个单位共同承担“生活垃圾堆肥处理技术研究”科研项目,并列入上海市的1984~1985年十大重点科技攻关项目。经过一年半的实验,完成了城市生活垃圾不预分筛和破碎、不翻堆的机械通风仓式好氧堆肥发酵、熟化一步法的堆肥工艺中试。1985年12月通过了上海市科委组织的堆肥工艺的中试鉴定。

1983年,无锡市环卫科研站设计建造了两个 78m^3 的筒仓式发酵池,把城市生活垃圾与粪便按一定比例混合,强制通风,开始了机械化高温堆肥的小试。以后,与同济大学环境工程系合作,先后完成了30吨/日中试装置,100吨/日的无锡市环境卫生工程实验厂。该实验厂采用高温快速堆肥二次发酵工艺,具有发酵周期短、无害化程度高、占地少、工程投资少等优点。于1988年4月试运行,1990年1月正式运行。上述试验的成功,为我国堆肥工艺的发展奠定了基础。

八十年代末期,垃圾填埋技术也得到了较大的发展,比较典型的有广州大田山垃圾填埋处理技术、杭州天子岭垃圾填埋处理技术等。广州大田山垃圾填埋处理技术从工程规划、工程设计、工程设施到填埋场的使用管理,都按照“垃圾卫生填埋”的标准,根据当地的气候条件、地形情况、水文地质特征做好各项环境保护设施,如做到清、污水分流,做好场内库底的防渗设施,把场内垃圾在填埋过程中产生的高浓度渗沥水引流到场外,通过专门的污水处理设施进行处理,在垃圾填埋的过程中做好压实、覆盖、并喷药杀虫等,从而使工程周围的环境卫生、地表水、地下水可能受到的污染减小到最低限度,并防止了臭气散逸和蚊蝇滋生。同时该技术还对垃圾填埋过程中产生的沼气进行回收利用,起到了回收能源的作用。杭州天子岭垃圾填埋处理技术工程设计更加突出了环境效益,用于环境保护方面的工程费用占整个工程费用的 $2/3$ 以上;为了达到卫生填埋要求,设置了相应的工程设施,如截污坝及坝基下帷幕灌浆防渗、坝基上玻璃钢防渗层、污水池、渗沥液处理厂、截洪沟、排洪井、排洪管、排渗导气盲沟和石笼、环境监测站(配有原子吸收分光光度计等)、地下水监测孔、垃圾压实机等。

全国范围的城市环境卫生工程大规模建设始于九十年代,即“八五”期间。

“八五”初期,城市环境卫生工程建设以加强城市公共厕所建设,推广密闭式垃圾转运

站为主。在这个阶段，通过制定城市环境卫生设施总体规划，强化规划的分期实施和建设，重点解决了城市公共厕所和垃圾收集设施数量不足、布局不合理和质量差，“垃圾包围城市”，以及垃圾、粪便的收集和密闭运输等问题。经过各级政府、建设行政主管部门、广大科技人员和环卫职工的共同努力，现在大多数城市已建成和开发出了多种类型的密闭式垃圾转运站、垃圾和粪便运输车，基本实现了垃圾日产日清。八十年代出现的垃圾包围城市，严重污染水源的局面得到有效控制。据统计，到1996年，全国共有各类城市公共厕所10万多座，比1990年增加了11.2%。其中水冲式公共厕所4万多座，第三类以上公共厕所所占比例也有很大提高。垃圾转运站从无到有，目前全国有7892座。

“八五”中期，城市环境卫生工程以建设城市生活垃圾、粪便无害化处理设施为中心，积极开展资源的回收和再利用，提高环卫清运作业的机械化和半机械化水平。在这一阶段，通过先试点、示范，成熟后再推广的方式，一批城市生活垃圾、粪便无害化处理设施先后建成，如集垃圾堆肥、焚烧、填埋一体化的常州环境卫生综合厂，上海、杭州、北京、苏州等城市的垃圾卫生填埋场，深圳市的垃圾焚烧发电厂等。不论是城市生活垃圾、粪便无害化处理能力，还是处理质量和处理率都得到稳步提高。全国的城市生活垃圾和粪便无害化处理设施已由1990年的66座，增加到1996年874座，无害化年处理量 and 处理率也分别由1990年的212.2万t和2.3%，提高到1996年的6748万t和49.1%。（表1、表2和表3分别为部分城市的生活垃圾无害化处理设施概况。）此外，一些城市，如沈阳、鞍山、成都等，针对部分医院垃圾处理设施落后、运转效率低，有时甚至将医院垃圾混入生活垃圾中，倒入生活垃圾收集点等问题，采取了专门收集，集中焚烧的方式处理全市的医院垃圾，有效地防止了病源体的扩散。

“八五”后期，城市环境卫生工程建设的重点是，提高环卫清扫作业的机械化水平和城市生活垃圾、粪便无害化处理的质量，消化、吸收国外的先进技术，开发国产环卫专用设备，特别是国产垃圾焚烧设备，在有条件的城市逐步发展垃圾焚烧技术。垃圾焚烧设备国产化研究取得了较大突破，1996年7月，深圳市市政环卫综合处理厂第3号焚烧炉国产化部分已验收、鉴定。

部分城市生活垃圾填埋场概况

表 1

项 目 名 称	设 计 单 位	投产时间	总 容 量 (万 m ³)	总投资 (万元)	使用年限 (年)
上海市废弃物老港处置场	上海市政工程设计院	1991. 4	1346	10494	14
杭州市天子岭生活垃圾填埋场	南昌有色冶金设计研究院	1991. 4	600	3679	13
广州市李坑垃圾卫生填埋场	广州市环境卫生研究所	1992.2.10	286	1900	7
南京市轿子山有机废弃物处理场	南京市民用设计院	1992. 7	150	1670	10
苏州市七子山生活垃圾卫生填埋场	上海市政工程设计院， 苏州市市政工程设计院	1993. 7	470	3400	15
西安市江村沟垃圾填埋场	陕西省水利建筑勘测设计院	1994. 3	4900	3718	50
成都市固体废弃物卫生处置场	成都市市政设计院	1994. 9	2000t/d	7000	13~15
北京市阿苏卫垃圾卫生填埋场	北京市市政工程设计院	1994.12	950	7955	12
深圳市下坪固体废弃物填埋场	南昌有色冶金设计研究院	1997.10	4693	29000	30~35

部分城市生活垃圾堆肥厂概况

表 2

项 目 名 称	设 计 单 位	投产时间	处理规模 (t/d)	堆肥生产量	总投资 (万元)
重庆市六角岚垭垃圾处理厂	重庆大学	1992	100	30(t/d)	480
南宁市马路岭生活垃圾无害化处理厂	南宁市环境卫生管理处科研所, 南宁市规划设计院	1993. 5	100	11000 (t/a)	580
常州市环卫综合厂	上海市政设计院, 常州环卫处, 同济大学	1993. 9	200	150(t/d)	1560
德阳市马鞍山生活垃圾处理厂	天津市环境卫生工程设计研究所	1994.10	100	8000 (t/a)	565
武汉市塔子湖垃圾处理厂	武汉市环境卫生科学研究所	1988. 8	100	60~80 (t/d)	177

部分城市垃圾焚烧处理厂概况

表 3

项 目 名 称	设 计 单 位	投 产 时间	处理规模	发电机容量 (kW)	年发电量 (万 kWh)	总投资 (元)
深圳市市政环卫综合处理厂	核工业部第二设计研究院深圳分院	1988	450t/d	3000	1000	1.2 亿
成都市特种垃圾焚烧厂	成都市容环卫科研所, 成都市特种 垃圾焚烧厂	1992	3t/h	205		600 万

第二节 垃圾处理工程

一、上海市废弃物老港处置场

(一) 工程设计概况

上海市废弃物老港处置场是市府为解决上海市区面临的生活垃圾产量逐年增多, 出路日益困难而兴建的, 始建于 1985 年底。1991 年 4 月第一期工程竣工并通过市级验收, 转入正式投产, 总投资 10494 万元, 设计日处置生活垃圾 3000t。1992 年底起又实施第二期工程, 于 1996 年 9 月竣工并通过市级验收, 总投资 5676 万元, 日处置生活垃圾 6000t。1998 年起又实施了第三期改扩建工程, 初步设计总投资 16000 万元, 于 2000 年建设完成。设计日处置生活垃圾 9000t。1989 年和 1990 年老港场工程连续被列为市府重大工程项目。

老港处置场位于上海市中心东南约 60 公里的东海之滨, 地处市郊南汇县境内, 北与长江口相连, 南距杭州湾 20 公里。现全场占地约 4 平方公里。

本工程南北长 4000m, 东西宽约 700~1000m, 共占地 5868 亩, 其中垃圾填埋区占地 5054 亩, 分为南北两个填埋区。当填埋高度至海拔 8m 时, 总填埋容积为 1346 万立方米。若以垃圾日消纳 6000t 计, 则填埋场使用寿命约为 14 年。若进一步增大垃圾填筑高度, 则填埋场寿命随之延长, 估计垃圾填筑高度如增加 5m, 填埋场寿命约可延长 15 年, 老港垃圾填埋场有充分条件成为上海市城市垃圾的经济安全、永久的消纳基地。

(二) 工程内容

老港垃圾填埋场主要由围堤工程、河道工程、码头工程、生产、生活设施工程、桥梁

工程、道路工程、输配电工程等内容所组成。

2.1 围堤工程

围堤工程供滨海滩涂围成填埋场之用, 堤顶高程 8m, 堤顶宽 5m, 堤身高 4~6m, 堤全长 10708m, 堤顶为行车路面, 堤顶可抵御百年以上的洪水(海潮)。

2.2 河道工程

为使垃圾运输船队能直抵垃圾填埋场, 新开河道 4500m。河道按 6 级航道设计, 河面宽 45m, 河底宽 20m, 河底高程 0.5m, 河道水位常年维持在 2.5m 左右, 通航水深 3m 左右。新开河道南接大治河, 北头为盲端, 平时河道河水无自流动。

2.3 隔堤工程

为便于垃圾填埋作业, 1992 年在填埋场内兴建隔堤, 隔堤顶高 8m, 每 125m 兴建隔堤一座, 把填埋场分隔成许多作业单元, 400m×125m, 兼作行车道路之用。作业单元之兴建可便于垃圾分区填埋, 便于垃圾填埋作业和非作业单元的雨污水分流以及便于场内垃圾作业的车辆行驶。

2.4 码头工程

在一号二号填埋场西侧各建垃圾卸船码头一座。一号港池码头岸线长 420m, 设 10 个泊位, 吊车 10 台。二号港池码头岸线长 360m, 设 10 个泊位, 吊车 10 台。

2.5 桥梁工程

场内共架设车行桥七座, 人行桥一座。

2.6 道路工程

场内道路(不包括堤顶道路)长 1622m, 路面宽 7m, 为白色混凝土路面, 形成垃圾场内运输的主干道。

2.7 生产和生活设施

生产基地位于填埋场西侧约 200m, 共 45 亩, 建筑面积 5725m², 家属宿舍位于填埋场 2.5km 的中港镇, 建筑面积 4642m²。1994 年老港垃圾填埋场在南汇县城购买了居住用房, 以更好地解决职工生活和子女入学和就业问题。

2.8 绿化工程

生产基地四周和填埋场外侧绿化隔离带共有新建绿地 115 亩。

2.9 污水治理工程

为了治理垃圾渗沥水, 1994 年兴建污水治理工程, 在 1 号、2 号填埋场各建污水治理设施一座。每座占地面积约 5 万 m², 日处理水量 1500m³, 垃圾污水经调节池、厌氧处理池、兼氧处理池和曝气池处理, 对高浓度垃圾渗沥水经处理净化, 自流入芦苇湿地后基本达到排放标准, 排入长江口自然水体。

2.10 输配电工程

新建 630kVA、100kVA 变电所各一所。

老港处置场在选址、设计、施工到投产的整个过程中, 始终把控制环境污染、改善环境质量放在首位。在选址时, 对于环境保护作了充分的考虑。处置场不仅有着良好的水运航道、广阔的发展余地等优越条件, 而且具有有利于控制环境污染的外部环境, 其一, 它远离市区和城镇, 东面临海, 滩涂生长着大片茂盛的芦苇, 西侧内陆面与最近居民点相距 1km, 附近人口密度相对稀少, 期间 3 道海堤上林木密布, 加之在填埋区域西侧沿河道两

岸营造长 5000m、宽 50m (合 25 万 m^2) 的绿化隔离林带, 从而形成的绿色屏障, 起到了防治隔离和净化空气的作用, 能有效地控制臭气、苍蝇等对周围群众生产生活环境的影响。其二, 在填埋场底下潜水层与第一承压含水层之间有近 20m 厚的渗透系数为 $10^{-7}cm/s$ 的灰粘土隔水层, 可以有效地防止对地下水的污染, 而且潜水层和第一承压含水层系苦咸水, 没有开采利用价值。其三, 地下水运动方向是陆地流向海洋。

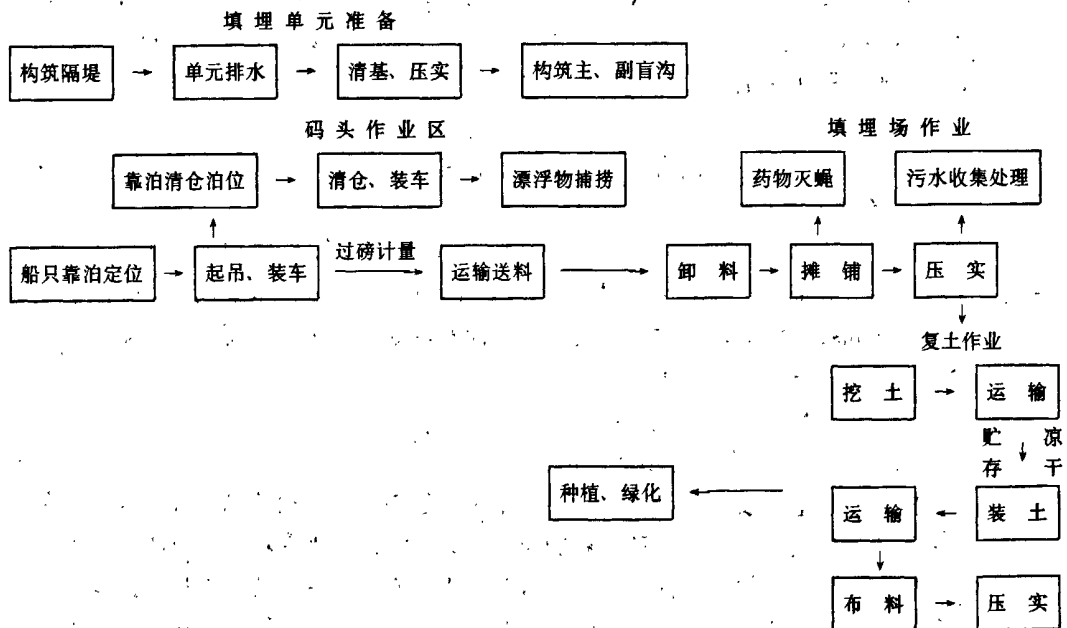
该场址的选址远离城市居民点, 无居民征地搬迁要求, 充分利用滨海洼地的有利地形, 具有充足的填埋容积可供长期消纳城市垃圾之用, 场址远离水源区, 水运交通便处, 上海市城市垃圾可以通过黄浦江和大治河水运大动脉, 直接运抵填埋场, 交通便利而运费低廉。以上有利的选址条件, 完全符合我国城市垃圾卫生填埋场设计规范的填埋场选址要求。有利的填埋场选址, 在大降低工程造价, 加快工程进度, 最大限度可能地减少了填埋场造成的不利的环境影响。上海市废弃物老港处置场是上海市得天独厚的城市垃圾消纳选址。

(三) 卫生填埋技术工艺要求

老港处置场卫生填埋工艺原则上按照《城市生活垃圾卫生填埋技术标准》(CJJ17-8) 执行。同时结合我场滨海滩涂地理特点和实际情况, 对照 (CJJ17-8) 标准, 制订了《老港处置场卫生填埋技术要求 (试行)》和《单元卫生填埋工艺操作规程 (试行)》, 作为具体实施细则。

垃圾从市区达到老港处置场, 采用水上运输方式, 其主要流程是: 将分散在市区的垃圾收集装车, 运至黄浦江或苏州河沿岸的垃圾码头装船; 船队经黄浦江, 通过大治河西水闸, 自西向东直抵东海边, 由胜利塘处往北转入清运河, 最后抵达处置场港池, 停靠码头。水运全程约 60km。

本处置场的垃圾填埋工艺采取下列主要工序: 卸船装车→运至填埋场倒卸→推平→压实→覆盖→复垦。卫生填埋的工艺规范和操作规程如下:



1.卸船装车:使用 16t 吊车将垃圾自运输驳船卸入经改装的黄河 10t 高栏板加盖自卸卡车。用荷花抓斗抓取船舱中垃圾,卸到自卸卡车上,卸过垃圾的驳船移到清舱泊位,利用平口抓斗清除舱中残剩垃圾。

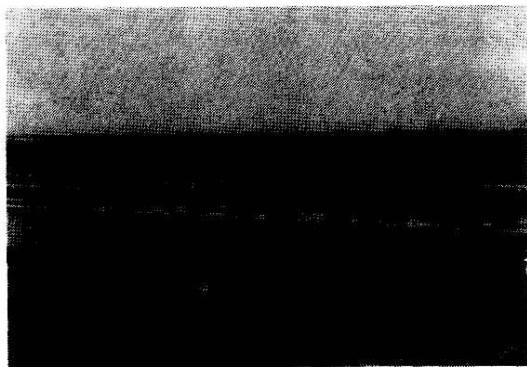
2.汽车驳运:用黄河 10t 高栏板加盖自卸卡车,将垃圾由码头运到填埋场内指定的作业点倒卸。

3.场底处理:场底基础经过碾压、夯实;单元地基形成 2‰ 的纵横坡度,中间设有自西向东的主盲沟(宽 1m、高 0.5m),距集水井 2m 沟宽为 2m,每隔 50m 设副盲沟(宽 0.5m、高 0.3m),主副盲沟坡度为 3‰,填料为碎石,粒径从上到下由细到粗。单元东端设内径为 1.5m 的集水井,埋深 2.5m,露出覆盖层表面 0.5m,形成单元雨污水收集系统,做到作业单元内不积水。

4.单元分层作业:2 个填埋场分成 48 个单元,每单元大小为 125m×400m(125m 系根据推土机有效作业半径约 60m 确定)。单元间用土堤隔开。单元填埋作业按“一隔堤两单元多点作业法”进行(见图)。

(1) 作业点设置:

2 个填埋场同时使用同一隔堤相邻的两个单元,一个单元设置多个作业点,每一作业点填埋量为 1000t/d,作业点间距大于 30m。每个作业点配备 2 台 220 推土机或 4 台 140 推土机、1 台 BC670RB 压实机和相应的 8 名操作人员(包括 1 名现场指挥人员)。



上海市废弃物老港处置场

(2) 平台铺设:

每一作业点用垃圾构筑平台基础,长 25m、宽 20m,高度与堤平。平台基础面层(沿隔堤内侧)安置钢板路基箱,衔接隔堤和钢结构活动卸料平台。安置钢结构活动卸料平台,向平台的两侧推出斜坡,不断形成新的卸料平台基础。

(3) 摊铺、压实:

垃圾每层摊铺厚度 0.4m 左右,垃圾压实密度大于 $0.65\text{t}/\text{m}^3$;推出的垃圾斜坡坡度为 11° 左右;反复摊铺作业,堆至 0.9~1.2m,由压实机压实,如此反复直至终场要求高度(目前为 4m)。

(4) 无土源时暂用致密度相近于土的材料,覆盖层厚 0.3m。最终覆盖土层厚度为 0.6m,并在适当沉降后再覆盖 0.2~0.3m 的细堆肥(细堆肥中含土量占 50%),以复垦种植。

5.顶面作业及覆盖:

顶面形成 2‰ 的平整坡度,中间比四周堤边高出 1.2m。覆盖分为日覆盖、中间覆盖和最终覆盖。

6.覆盖顶面雨水导排:

单元四周开挖明沟,沟深 0.3~0.5m,宽 0.8m,坡度为 2‰,沟沟相通,排水流畅。

一号填埋场中隔堤以东每4个单元设置一条排水沟,引走中隔堤两侧8个单元的雨水,经由排水沟汇集流入芦苇湿地。二号填埋场每4个单元设置一个排水孔,使雨水流入芦苇湿地。雨水经导排后,大大减少渗滤水水量。

7. 生态复垦:

老港处置场根据目前填埋4m的标高情况下,在工程建设过程中,作了填埋场的生态规划。其一,在填埋场界址处建造10m宽的绿化防护林带,主要以吸污力强的植物为主。其二,与居民区较接近的一侧,营造三道宽30m、长5000m的绿化带。其三,在已填埋覆盖区域分短、中、长三种复垦规划,短期规划:种植易生产成活的花卉、观赏植物;中期规划:种植经济型的农作物,如棉花;远期规划:生态型兼经济型苗木基地,为上海提供绿化苗木。

(四) 工程评价

老港场系滨海滩涂填埋垃圾的技术,是上海市重要市政基础设施之一,对改善上海市环境卫生面貌和投资环境有重要作用。填埋场的选址是比较理想的,可作为一永久性的垃圾消纳处置场。上海市建委下达的“八五”科技攻关项目《垃圾卫生填埋研究》,以老港处置场为依托工程,经研究实施后的“一隔堤、两单元、多点作业法”单元卫生填埋工艺操作规范,使垃圾填埋容量较之原来简易堆放增加15.7%以上,垃圾密实度达到 $1.0656\text{t}/\text{m}^2$,折合干容重为 $0.5371\text{t}/\text{m}^3$ 。成功在解决了作业单元与非作业单元雨污水分流、夏季高含水量垃圾的填埋技术问题。

根据我国城市垃圾卫生填埋场设计规范要求,填埋场底部需有一厚2m以上的粘土防渗层或设置人工防渗层以防止地下水污染。老港填埋场属于滨海低地浅层填埋类型,工程特点是占地面积大,地下水位高,而填埋厚度薄。这种工程特征为铺设人工合成材料防渗层带来相当困难,而且代价十分昂贵。根据上海市环境保护科学研究院1985年《环境影响评价》、1995年《上海市老港垃圾填埋场环境影响回顾评价研究》,研究认为控制填埋场内水位的方法来控制地下水污染是合理的、有效的,符合老港实际,也符合我国当前国情。老港场在每一作业单元底设置排水系统,用泵外排单元内积水,控制水位这一措施可靠有效。

采用水运方式将市区垃圾运至填埋场码头,经济且减轻公路干线的交通负荷。

目前老港实行的码头卸料装置——封闭化运输系统,防止运输道路上的垃圾散落、白色污染,为提高场容场貌创造了有利条件。

垃圾填埋工艺采取分层压实、斜面推铺,临时道路采用铺设钢板路基箱,定点倾卸采用钢结构卸料平台,创造性解决车辆进入高含水量垃圾上行驶的难题,同时为滩涂及雨季填埋解决了技术难点。泥浆覆盖、熟化垃圾覆盖又为老港填埋场经济有效地给予解决紧缺土源的问题,终场土地的综合利用,特别是垃圾覆土后大面积种植棉花是环卫效益、经济效益、社会效益的最佳结合,使老港成为生态型的卫生填埋场。

垃圾渗沥水经单元集水井收集,泵入稳定塘——芦苇湿地污水处理系统,充分利用了地理自然条件,经济有效地解决了垃圾渗沥水的处理。在老港三期改扩建后,渗沥水处理系统增加曝氧量同时增加一级物化处理设施后,其水质更加稳定、达标排放。

BC670RB德国进口压实机的使用(重32t),老港垃圾填埋场的垃圾压实密度可望进一步提高,作为垃圾填埋场的专用压实机械,其投资效益将得到充分发挥,同时更进一步

促进工艺改革,使卫生填埋技术得到更进一步发展。

老港场的垃圾运输车,是采用 JN162-8T 黄河底盘改装的,经过技术攻关和一年运行,采用加装液压后栏板、上盖的封闭式运输,有效地控制了沿途垃圾散落、白色污染的环境面貌,同时降低了车辆轮胎损坏,从原来 120~150 只/天到现在 60~80 只/天,降低 40~50%。

码头卸料斗设置,杜绝了吊机二次装卸,防垃圾散落板有效控制了抓斗抓取垃圾时散落下河,同时有效地保护了车辆的上盖及后栏板。封闭化运输系统的投入对老港场的环境面貌,车辆的有效利用创造了条件。

老港场的大面积高密度灭蝇方法,在国内有推广应用的价值。

老港场的环保投入,特别是三级环境监测网络,对老港填埋场的环保始终能有一个全面客观的评价,每年提出对策,为领导作决策提供依据。

综上所述,老港场垃圾卫生填埋技术,从我国国情实际出发,经历了简易堆放、准卫生填埋、卫生填埋三个阶段,从十年来成功处理上海市 1350 万人口人均 1t 的生活垃圾看,其技术发展是经济有效且符合实际的。可以相信,经过三期改扩建工程(初步预算 1.6 亿元),进一步解决填埋作业前、中、后的雨污水问题,以及日处理能力增加到 9000t 时,其卫生填埋技术将更进一步提高。

老港填埋场近十年多的运行,在环境保护、卫生填埋方面的投入,科研投入和运行管理等方面有许多经验值得总结。

1.保证了上海市垃圾无害化处理率,有效解决了上海近 2/3 的城市生活垃圾的卫生填埋。从原始的分散堆放管理,到集中卫生填埋,不仅节约了大量的人力、财力,并且为上海市每天产生的大量城市生活垃圾创造了一个永久性的消纳处置基地。

2.老港填埋场不但不占用农地,而且以年堆放 270 万吨计算,可造田 380 亩,以每亩创造土地初步利用价值 1000 元计算,效益就是 38 万元/年。

3.老港场的垃圾卫生填埋技术,特别是依托二期改扩建进行研究完成的《垃圾卫生填埋研究》,在老港场的有效实施,其社会效益和经济效益都是显而易见的,增容 15.7%即意味着延长了填埋场的寿命,节约了近 1/6 的基本建设投资。

4.主要技术经济指标:

运行吨单价成本: 15 元/t

填埋密实度: $1.0656\text{t}/\text{m}^3$ (含水率为 49.6%)

折合干容量: $0.5371\text{t}/\text{m}^3$

老港处置场于 1990 年 12 月被国家科委社会发展科技司和建设部科技发展司主持召开的全国垃圾处理技术评估会评为试点推广项目,1991 年 8 月被国家环保局和建设部评为全国城市环境综合整治优秀项目。

设计单位:上海市市政工程设计院

设计项目负责人:汪天翔

院主管副总工程师:田需、王大龄

设计和审核人:郑健吾、方健民、宋德楠等

二、无锡机械化堆肥处理厂

(一)工程概况

工程规模: 100t/d。1987年3月动工, 年底基本建成, 1988年4月试运转。1990年1月正式运行。

(二) 工艺特点

该工艺采取二次发酵工艺, 第一次发酵周期为10d, 堆温在55℃以上保持5~6d, 使堆肥达到无害化标准并初步稳定化。第二次发酵周期也是10d, 经筛分和破碎后, 成为适于农用的堆肥。整个工艺由预处理、一次发酵、后处理、二次发酵四部分组成。

1. 垃圾的预处理

垃圾进厂后, 先由磁选机分出黑色金属, 然后经人工手选, 除去较大的砖石等非堆肥物, 再经往复式摆动除去直径大于60mm的粗大物和细长的带状物。

2. 一次发酵

根据堆肥物的原始含水量添加粪水或调整料层高度, 按微生物耗氧速率特点调节通风量, 保证堆肥反应以最高速率进行。

3. 后处理

为节省建设投资, 并减少一次物料的提升, 将二次发酵仓与成品库合二为一, 将后处理工序放在一次发酵与二次发酵之间。由复合筛分双层滚筒筛筛分物料, 粒径大于50mm的非堆肥物, 作填埋或焚烧处理; 粒径小于50mm、大于12mm的堆肥物, 经立锤式破碎机粉碎后, 与粒径小于12mm的细堆肥物混合, 进入二次发酵仓。

4. 二次发酵

二次发酵仓采用砖混结构单层厂房, 底部设通风道, 上方设有高气窗。堆肥物堆高2~2.5m, 每日通风2~3次, 每次30min。

(三) 工程效益

该厂1990年处理生活垃圾2万6千余吨, 生产的垃圾肥具有增加农作物产量、改善品质、提早成熟的作用。

设计单位: 无锡市环境卫生工程实验厂、同济大学环境工程学院

三、深圳市市政环卫综合处理厂

(一) 工程概况

1. 规模: 1985年, 深圳市与日本三菱重工业公司签订合同, 成套引进两台日处理能力为150t/台的垃圾焚烧炉。

2. 工程投产情况

开工时间: 1985年11月破土动工。

投入运行时间: 1988年6月试产成功, 11月1日正式投产。

(二) 垃圾焚烧工艺流程

城市垃圾由垃圾车辆运来, 经地衡称量后卸入垃圾池内。垃圾池顶部安装有两台抓斗式起重机, 将垃圾投入料斗内。

料斗中的垃圾从滑槽落到焚烧炉的送料器上, 送料器根据燃烧控制室的指令作往复运动, 将垃圾送上炉排。炉排上的垃圾在活动炉排片往复动作的推动下翻动下移, 依次经过炉排的干燥区、燃烧区和燃烬区, 经过充分燃烧后的垃圾成为不含有机质的灰渣, 由炉排端部的炉渣滚筒送出, 落入满水的推灰器内, 在推灰器内熄火降温后被推送到振动运输带上, 振动运输带在振动传送的过程中使灰渣中的金属物分离外露, 装在振动运输带上方的

磁选机将铁件吸起送出。收集起来的废铁用金属打包机压缩成方块以回收利用。振动运输带端部设有灰撒播器，将灰渣抛撒入灰池内。

垃圾燃烧过程中产生的飞灰和微尘随烟气流动，颗粒较大的飞灰因烟气流动方向急折改变而自行分离析出，落入锅炉灰斗和烟气式空气预热器灰斗中。粘附在锅炉管壁和预热器管壁上的飞灰，用吹灰器定期吹扫，也由灰斗收集。灰斗内的飞灰分别由其下部的回转阀取出，通过飞灰传送带送回推灰器，混入灰渣中一起排入灰池。而较细的微尘以及喷入烟道用来中和氯化氢的石灰粉，随烟气进入静电除尘器，在高压电场作用下，被吸附、沉积在极板、极线上，通过振打落入静电除尘器下面的灰斗，由螺旋输送机送入增湿装置，加水搅拌防止飞扬，最后送入灰池。灰池中积聚的灰渣由抓斗起重机抓取、装车运往垃圾填埋场，用作垃圾的覆盖土。

燃烧用的空气由鼓风机从垃圾池上部吸取，可使垃圾池内保持负压，避免垃圾恶臭向外扩散。

垃圾燃烧过程产生的高温烟气流经废热锅炉，通过热交换放热降温，再经过烟气式空气预热器的热交换，降到所要求的工作温度，经脱酸和静电除尘器后，由引风机引进烟囱排入大气。

(三) 工程效益

垃圾经焚烧处理后，可减容 80~90%；垃圾焚烧产生热能，可用来发电或供热，实现垃圾处理的资源化；垃圾经焚烧后，垃圾中的病源体被彻底消灭，产生的气体也达到排放要求，因此无害化程度较高；垃圾焚烧厂占地面积小，污染较小，可以靠近市区，故可节约用地，缩短垃圾的运输距离。

四、杭州市天子岭生活垃圾填埋场

(一) 工程概况

杭州市天子岭垃圾填埋场位于市区北部的半山区表垄坞，距市区 18km，现用于接纳全市的生活垃圾。该工程按照卫生填埋要求，实行垃圾分层压实覆土，垃圾渗出液收集、处理排放，填埋气体的引排和收集。

总容量：600 万 m^3 ，有效容量：540 万 m^3 。设计使用年限：13 年。

1989 年 9 月 30 日正式开工，1990 年 12 月 30 日基本完成一期工程建设，1991 年 3 月 14 日交工初验，同年 4 月 20 日投入使用。

(二) 填埋工艺

1. 填埋区：填埋区为山谷形，三面环山，西北西方向开口，沟谷长约 500m，南北宽约 300m。填埋从 51m 标高开始到 165 标高止。

2. 场区防洪与排水

(1) 设计能力：按 10 年一遇最大降水设计，30 年一遇最大降水校核。

(2) 截洪沟：共 4 条，分别为 165m 标高处的环场截洪沟和 140m、115m、90m 标高处的 3 条场内分区截洪沟。

截洪沟结构：浆砌块石矩形断面，部分沟段加盖钢筋混凝土盖板。

(3) 排水井管：设竖直排水井管 3 个。

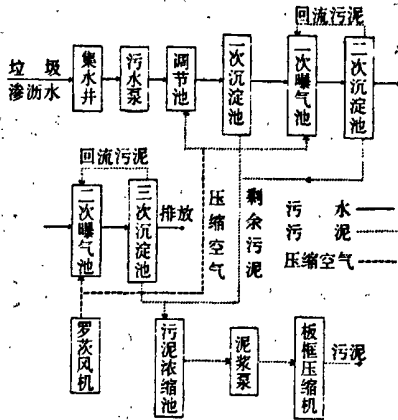
结构： $\phi 2m$ ，钢筋混凝土预制弧形板块嵌封，井底与埋设在地下的 $\phi 1.5m$ 的钢筋混凝土预制管相连。

3.排渗导气

由场底3条纵向盲沟、4条横向盲沟与垂直石笼组成。

(1) 盲沟结构: 宽2.5m, 深0.6m, 原土层挖出0.6m深的槽, 铺土工布, 填粒径40~80mm碎石, 厚0.5m, 上面再铺土工布, 以及0.1m厚粗砂。

(2) 石笼结构: 用30×70mm菱形网眼钢板网做成 $\phi 1.5\text{m}$ 圆柱形围网, 插入盲沟底部, 内壁贴土工布, 围网内充填 $\phi 60\sim 100\text{mm}$ 碎石。



4.防渗

由于场区三面环山, 汇水面积 0.5m^2 , 为很小的独立水文地质单元; 单元内地表水、地下水均由谷口排出, 且谷口宽度小; 库区内基底岩石致密坚硬, 耐溶蚀性强, 设置防渗帷幕长度不大, 深度也较浅, 工程量相对较小, 因而采用地下帷幕防渗、地上截污坝防渗。

5.渗出液处理 (工艺流程图见左)

设计单位: 南昌有色冶金设计研究院

五、苏州市七子山生活垃圾卫生填埋场

(一) 工程概况

苏州市七子山生活垃圾卫生填埋场位于苏州市西南郊七子山北坡3号和4号山坳, 东距苏州市约13km, 场区距七子村1.5km, 苏福公路及胥江从场区北侧1.5~2km处通过, 交通方便。场区三面环山, 中间沟谷, 为一典型的山谷型垃圾填埋场。场址地形优越, 地质条件单一, 构成一独立的水文地质、地貌单元。填埋场日处理垃圾约500t (远期为1000t/d), 总库容约470万 m^3 , 使用年限15年, 工程总投资约3200万元, 于1993年建成投产。

(二) 工程内容

填埋场由主体工程与辅助工程两部分组成。

主体工程由下列部分组成:

1. 垃圾坝, 坝顶标高3.0m (黄海标高), 最大坝高15m, 坝顶宽4m, 为土石混合透水坝。

2. 截污坝, 为有效地防止垃圾渗沥水漫溢和收集, 在垃圾坝下游60m, 设置一截污坝, 坝顶标高19m, 最大坝高9m, 坝顶宽度1m, 为钢筋混凝土半重力式坝。

3. 污水池, 位于截污坝与垃圾坝之间, 容纳和调蓄垃圾渗沥水, 池底标高11m, 污水池容积约25000 m^3 。

4. 地基防渗工程, 为使填埋场符合垃圾卫生填埋要求, 有效地防止垃圾渗沥水对地下水的污染和向下游扩散, 库区防渗工程为一重要的环保措施, 根据其特有的水文地质条件, 未采用一般常用水水平防渗, 而采用较为经济实用的垂直防渗, 由混凝土截水墙及水泥灌浆联合组成防渗帷幕, 拦截垃圾渗沥水渗入地下, 以防止地下水被污染, 最大灌浆深度约30m, 孔距1.5~3m。

5.截洪沟,为确保库区防洪安全,实现雨污分流,减少污水水量。场区设置环库截洪沟,采用浆砌块石梯形明渠结构。

6.垃圾渗沥水处理,经方案比较,采用埋设污水管纳入城市污水厂一并处理,污水管道长9.5km。垃圾渗沥水具有浓度高,水量小的特点,采用纳入城市生活污水处理厂不会影响污水厂处理效果,是简单而经济可行的方法。

7.进场道路,北接苏福公路,跨胥江河经七子村,拐向西南,全长3.42km,采用双车道,设计车速20km/h,沥青混凝土路面,为垃圾填埋场专用道路。

辅助工程,包括生产、生活管理区的供水、供电、通讯系统等。管理区占地面积约60m×70m,包括办公楼、机修车间、车库、食堂等,建筑面积约1400m²。

(三) 工程特点

1.该工程采用垃圾卫生填埋法。当日填埋垃圾,当日加土覆盖。场内铺设纵横排水、排气盲沟,导出垃圾渗沥水和有害气体,确保场内环境卫生。

2.填埋作业实行单元分层,按先后次序,循环进行,每层垃圾厚2.5m,分为3~4个碾压层。运载垃圾的车辆,通过场外及场内临时道路,运送垃圾到库区作业面,经推土机推平,碾压,压密实度 $\geq 0.7t/m^3$,压实后日覆土0.2m,终场覆土70cm,覆土上层植树绿化,以美化环境。

(四) 工程评价

填埋场工程于1992年完成施工图设计,1993年4月竣工,7月投入试运转,接纳苏州市城区的全部生活垃圾。到1997年,已运行四年,全天候作业,防渗效果显著,未见对下游地下水污染。填埋作业工艺在运行中结合实际情况不断完善,有效地抑制蚊蝇孳生和臭气溢出。

填埋场的良好运行,解决了苏州市城区生活垃圾的出路,为苏州市城市发展,改善投资环境取得了良好的效益。

该项目获1994年上海市优秀设计三等奖,建设部全国城市环境治理优秀工程。

设计单位:上海市政工程设计研究院

副总工程师:任鹤云

项目负责人:席德鋈、郑健吾

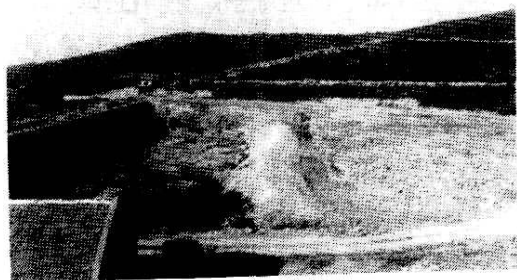
六、常州市环卫综合厂

(一) 工程概况

常州市环卫综合厂地处武进市剑湖乡,距市区12.5km,占地117.73亩,是容堆肥、堆肥精处理、堆肥筛余物焚烧及残渣填埋于一体的综合性工厂,每天堆肥处理生活垃圾150t,采用间歇式动态厌氧堆肥工艺。该厂于1992年4月筹建,1993年9月1日建成,并投入试运转。

(二) 工艺特点

1.堆肥工艺



苏州市七子山生活垃圾卫生填埋场

该场堆肥工艺共分七道工序：进料、前处理、一次发酵、中间处理、二次发酵、精处理、产品出厂。

(1) 进料

生活垃圾由汽车运输进厂，经地磅计量后，卸入集料坑。

(2) 前处理

集料坑中垃圾由抓吊送入板式给料机，将物料输送到手选皮带机上，再进入破袋机和摆动格栅筛，筛上物再经粗选后焚烧，筛下物经第一道磁选后经提升机送上一次发酵仓顶。

(3) 一次发酵

一次发酵为堆肥工艺的核心部分，目的是使垃圾达到无害化、减量化和资源化。该厂采用间歇式好氧堆肥处理技术，每天均匀进料一层，发酵仓内物料依次自上而下腐熟，已腐熟的底层每天排出。在底部强制通风作用下，垃圾发酵 5 天即满足无害化、减量化的要求。

(4) 中间处理

一次发酵后的物料由出料皮带机送入提升皮带机，进入滚筒筛进行二次筛选去除部分黑色金属后，筛下细料经磁选皮带机送往二次发酵间熟化稳定。筛上物去除部分建筑垃圾后送往焚烧炉焚烧。

(5) 二次发酵

为使经过一次发酵、中间处理、二道磁选的物料进一步充分熟化，使其化学性质稳定，将其进行二次发酵。发酵后的物料即为粗堆肥。

(6) 精处理

二次发酵后的粗堆肥，在精处理车间，经滚筒筛筛分后，小于 18mm 的筛下物进入烘干机脱水后输送到硬物料分选机去除石子、玻璃等，精选后的有机肥再送到粉碎机破碎，可直接用来制造颗粒有机肥，或加入不同的单元素化肥和微量元素搅拌后造粒，制成适合不同植物需要的有机复合肥。

2. 焚烧和填埋辅助工序

焚烧主要用于处理前处理和中间处理的筛上物，由于采用低温焚烧，在实际生产过程中还存在一些问题有待改进。填埋工艺主要用于处理焚烧后的残渣和精处理工序分选出来的硬物料，该场有容量 2.7 万 m^3 的土坑和低洼地作为残渣的填埋场，填埋时间可达 20 年。

设计单位：上海市政设计院、常州市环卫处、同济大学

七、北京市阿苏卫垃圾卫生填埋场

(一) 工程概况

阿苏卫垃圾卫生填埋场位于北京市远郊昌平区境内，距市内约 40km。该场主要消纳北京市东城区、西城区和朝阳区的生活垃圾，服务人口约 200 万，规模为日处理垃圾量 2000t。

从市区收集的垃圾通过转运站运送至填埋场，经挤压、覆盖等填埋工艺形成一个完整的卫生处理系统，包括渗沥液收集、处理和垃圾沼气导排系统。整个填埋场占地 60ha，其中有效填埋面积 40ha。为提高垃圾填埋量，采取下挖上填方式，地下挖深 5m，地上堆

填 40m 高, 垃圾填埋总量为 1000 万 m^3 , 相应垃圾填埋有效容量 880 万 m^3 , 填埋场的使用年限可达 10 年以上。垃圾填埋场最终封场后, 将形成一座 40m 高山, 全部用绿色植物或经济林覆盖, 可供游览或辟为果园。

此项工程于 1993 年 4 月开始施工, 1994 年 6 月竣工并通过验收, 1994 年 7 月正式启用进行垃圾卫生填埋。工程总投资约 7600 万元, 其中世界银行投资 287 万美元, 核算单位运行成本为 3.40 元 / $\text{t} \cdot \text{d}$ 。

(二) 工程内容

北京 1988 年垃圾量已达 320 万 t, 并将以每年 8% 的速率递增。以往对垃圾的处理无分拣、分类, 仅简单地由市区收集后运到转运站, 再转运至郊区裸露堆放, 造成环境日趋恶化, 污染水源, 蚊、蝇、鼠害孳生, 威胁人民健康。因此, 北京市利用世界银行贷款兴建当时国内最大的标准卫生填埋厂。

工程设计采用卫生填埋法。填埋法工艺简单, 投资低, 技术易行, 还可回收利用能源, 适合于现阶段我国国情; 同时卫生填埋对垃圾的处理量和成分变化适应性强, 留有余地。

1. 将场地挖深 5m, 以挖坑弃土作为垃圾覆盖土, 实现了就地取材原地挖填, 节省了土方及运输, 降低了投资。

2. 考虑了避免二次污染措施:

(1) 设置渗沥液收集和处理系统, 使垃圾渗沥液经处理后达到排放标准, 确保不污染水源;

(2) 设置垃圾沼气导排系统, 防止污染大气、引发火灾或爆炸;

(3) 设置了对地下水的监测装置和危险气体的监测警报仪, 观测地下水的水质动态; 监控有害气体对大气的污染。

3. 有一套完整的防渗系统和排水系统, 防止污染地下水; 充分截流雨水, 尽量减少垃圾渗沥液的数量。对填埋场地下部分考虑了防渗层; 地基土为粘土层处, 即以粘土作为防渗, 但厚度不小于 2m; 如遇非粘土层或粘土层厚度不足 2m 处, 采用铺设膨润土防水板防渗 (国产膨润土板, 原材料土的渗透系数小于 10^{-9}cm/s , 技术指标均能达到美国粘土公司同类产品的指标), 造价低, 可节约投资约 300 万元。

4. 针对填埋场附近已建有农田水利灌渠, 地基内上层滞水水位较高的现况, 考虑了在填埋场开挖坑的四周敷设人工降低地下水位盲沟, 沟外壁设置了土工布, 提高了防渗系统的功能和对地下水的污染。

5. 作了分期合理使用资金的安排, 整个工程分二期完成。一期工程只作渗沥液收集、调节和垃圾沼气导排系统; 待渗沥液增加后再建二期工程, 包括渗沥液和沼气处理设施。这样安排可降低一期工程投资, 提前实施垃圾的卫生填埋。

6. 引进德国宝马公司垃圾压实机, 可使垃圾容重由原来的 0.6t/m^3 压实到 1.0t/m^3 。该压实机的技术性能良好, 使用寿命长, 维修简易, 操作方便, 对填埋的垃圾可当日覆盖土层进行压实, 有利于防鼠、防蝇和减少臭气溢散。

(三) 工程效益

阿苏卫垃圾卫生填埋场的建成, 约使北京市垃圾总量的 $1/6$ 获得处理, 消灭了原来在市郊三环周围的 2000 多个散置的垃圾堆, 防止了垃圾公害。