

馏化法处理垃圾新工艺探讨

颜俊, 卢薇艳

(深圳市地质局, 广东 深圳 518023)

摘要: 为了适应环保部门提出的更高的环保要求, 减少因焚烧垃圾产生的 CO₂ 含量, 从而达到节能减排的目标, 在大量实验和计算研究的基础上, 提出了采用馏化法处理垃圾的新工艺。馏化法主要是垃圾中的炭质不参加燃烧, 不产生 CO₂ 和 CO, 不破坏空气中的主要成分, 做到无害生产。馏化法处理垃圾的设备由喷淋系统及滚动筛、不锈钢输送带、隧道式烘干炉及馏化炉、烘干焦化炉、粉碎机、液压成型机等组成。主要的配套工艺有垃圾干馏炭化制砖工艺和垃圾三角条幅填海工程工艺。该馏化法处理垃圾解决了减少 CO₂ 排放问题, 而炭渣填海方法做到零污染、全利用效果, 具有客观的经济效益。

关键词: 垃圾处理; 馏化法; 低碳减排; CO₂ 排放

中图分类号: X705; TU993 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2017)12-0083-05

Discussion of New Process for Wastes Treatment by Distillation Method/YAN Jun, LU Wei-yan (Geological Bureau of Shenzhen, Shenzhen Guangdong 518023, China)

Abstract: In order to adapt to the higher requirements of environmental protection, reduce CO₂ content generated by wastes incineration and achieve the goal of energy-saving and emission reduction, a new process for wastes treatment by distillation is put forward based on a large number of experimental and computational studies. With the distillation method, carbon in the wastes does not participate in combustion with no CO₂ and CO production, no destruction on the main components in the air and harmless production can be realized. The equipment for treating wastes by distillation consists of spraying system, rolling screen, stainless steel conveyor belt, tunnel type drying furnace and distillation furnace, drying coking furnace, crushing machine, hydraulic molding machine and some others. The main supporting processes include wastes dry distillation carbonization brick making and wastes triangle strip making technologies for reclamation. By this distillation method, CO₂ emissions can be reduced in wastes treatment, zero pollution and total utilization in carbon slag reclamation have objective economic benefits.

Key words: wastes treatment; distillation process; low carbon and emission reduction; CO₂ emission

0 引言

常用的垃圾焚烧炉为垃圾完全焚烧式, 经过多年运行后, 环保部门提出了更高的环保要求, 对 CO₂ 排放有了更严格的限制。根据我单位试验计算得到, 完全燃烧 1 t 垃圾要消耗 2.4 万 m³ 空气, 产出 0.6 万 m³ CO₂ 排入大气。目前较大型的垃圾焚烧炉日烧 1000 多吨, 产生大量的 CO₂ 扩散在城市上空的大气中, 并向周围扩展, 有的已达到万余平方千米, 遇到雾霾天气, 风速小, 烟气得不到快速疏散, CO₂ 使空气氧含量降低, 造成人体轻微缺氧状态。

对此, 笔者开展了“馏化法处理垃圾新工艺”研究工作, 主要目的是达到低碳减排的要求, 减少 CO₂ 排放, 避免温室气体产生, 保证该区域空气氧含量稳

定, 控制空气中的有害物质。经过大量的试验工作, 总结出了行之有效的“处理垃圾馏化新工艺”。现已申报国家专利。

1 国内外垃圾处理现状

据国内有关文献表明, 全球每年各类垃圾排放量约 1×10^{10} t, 其中美国 2.5×10^8 t, 德国 5000 万 t, 日本 5020 万 t。

关于生活垃圾处理全世界都在关注和研究, 发达国家在这方面投入较多, 方法也较多, 比较成熟的方法有 3 种: 一是填埋法, 二是焚烧及焚烧发电法, 三是堆肥法。20 世纪 90 年代以前, 主要发达国家采用填埋法处理生活垃圾。随着经济的迅速发展,

收稿日期: 2017-06-19; 修回日期: 2017-10-24

基金项目: 深圳市地质局地质工程院士工作站工作项目

作者简介: 颜俊, 男, 汉族, 1960 年生, 教授级高级工程师, 地质矿产勘查专业, 从事岩土工程、探矿工程、地质灾害防治等工作, 广东省深圳市罗湖区宝岗路 7 号, yanjuns@qq.com。

越来越多国家采用焚烧法处理生活垃圾。堆肥法在国外已经很少使用。此外,发达国家对生活垃圾的可利用回收率较高,平均在20%~30%之间,余下的垃圾大部分做焚烧处理,少量做填埋处理。

近年来,生活垃圾焚烧处理越来越普及,主要采用机械化焚烧炉及馏化床焚烧炉,可消除二次污染,其各项技术均已成熟。根据资料记载,全世界共有生活垃圾焚烧厂近2200座,其中生活垃圾焚烧发电厂约900座,总处理能力为57.6万t/d,年处理量约为1.5亿t,且主要分布在欧美、日本等发达国家。该方法具有占地少、处理时间短、减量化显著、无害化以及可回收垃圾焚烧余热等优点。

而在我国城市生活垃圾处理方式中,填埋占85%~90.6%,堆肥约占5.5%~8.4%,焚烧仅占1%~8%,东部沿海和京津地区焚烧应用较广。各大城市建造大型垃圾焚烧炉进行焚烧处理,但是馏化法处理垃圾在全世界仍处于探索与研究阶段。

近几年,笔者及有关研究人员将盐水喷淋法、垃圾燃烧余热馏化法及将馏化渣填海造陆等相关工序相融合,使垃圾处理更加现代化、适用化、低污染化。目前该方法已基本完成实验。

2 馏化法垃圾处理新工艺的工作原理和存在问题

2.1 工作原理

目前馏化法处理垃圾没有被普及应用的原因是馏化设备及方法尚不成熟,但是它的环保效果在理论上得到业内人员所共识。馏化法处理垃圾的主要原理是通过控制馏化炉的温度,使垃圾在炉内不参加燃烧,不产生CO₂,达到低碳减排的目标。

2.2 关键难题

馏化法处理垃圾需要攻克的主要难题有如下几个方面。

(1)馏化温度范围需控制在350~550℃。低于350℃垃圾达到干燥极限,只是产生微馏化现象,高于550℃超过垃圾燃烧点的温度,会使垃圾燃烧失去馏化效果。

(2)对馏化设备的研制要求较高。垃圾是一种导热性极差的物质,根据我单位的实验研究,生活垃圾在0.25m³的网状炉内,炉温保持在450℃,3.5h后,只有1/2的垃圾被馏化,容器心部垃圾没有得到馏化,这个现象说明研制馏化设备仍有一定难度。

(3)切碎机的研制。填入馏化炉内的垃圾需要

切碎,由不锈钢制成的输送带送入炉内,为了快速完全馏化垃圾,切碎后的垃圾料层要求薄而均匀,才能达到完全碳化的效果。垃圾成分复杂,有少量硬金属、混凝土块、石块等物料,还有废旧轮胎橡胶、麻棉物品,以上这些物料使目前切碎机无法正常工作,要解决这个问题就要研制新型的万能切碎机。

(4)馏化垃圾过程需要大量的能源,为了降低燃料成本,选用垃圾中的可利用能源,我们通过试验,利用不经过分选的垃圾在焚烧过程中产生的余热馏化垃圾取得了成功。对于制造新的垃圾馏化设备提供了实验基础。

(5)馏化垃圾要产生比焚烧法多几倍的垃圾残渣,对于残渣再利用方面参考国内外先例进行深入研究,取得了一定的成绩,但仍需进一步试验,使之成熟后方可推广应用。

2.3 解决方案

利用海水喷淋法解决了垃圾除臭、长期保存的问题,在喷淋过程中进行分选解决了部分物料回收问题,余下的垃圾要进行馏化处理,主要是达到消毒减排目的。尾料与填加剂可做为填海、防洪建材,填海可制作成混料三角锥砌块,每个2~5t,具有便于运输、砌筑牢固等特点。

3 热空气馏化法处理垃圾的主要流程

馏化法主要是垃圾中的炭质不参加燃烧,不产生CO₂,不破坏空气的主要成分,做到无害生产。

采用馏化法处理垃圾,流程如下:(1)运输垃圾到处理场;(2)通过输送带传至滚动筛;(3)滚动筛上置喷淋器,向下喷洒加过厌氧酸的食盐水;(4)垃圾在滚动筛中搅拌冲洗;(5)滚动筛下方设置过滤网及储水池;(6)过滤网上的细碎有机物经输送带传至烘干炉烘干,出炉粉碎筛分;(7)经筛分装袋做农田肥料;(8)滚动筛中粗料经传送带传至烘干炉;(9)由烘干炉出口投入到馏化炉,馏化到350℃;(10)馏化后粉碎筛分加水泥制成建材。

4 馏化法处理垃圾设备及工艺

馏化法处理垃圾的设备由喷淋系统及滚动筛、不锈钢输送带、隧道式烘干炉及馏化炉、烘干焦化炉及其他设备组成。

4.1 喷淋系统及滚动筛(图1)

垃圾车由长廊进入滚动筛料斗侧,将垃圾翻入

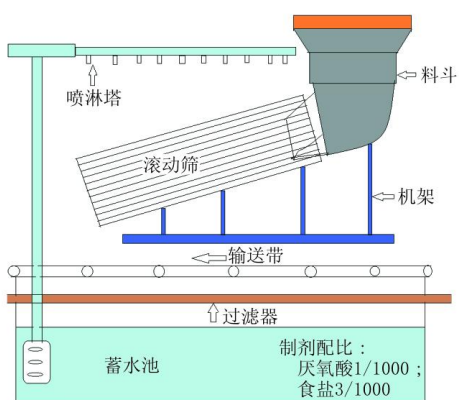


图 1 新建垃圾场喷淋系统滚动筛分系统图

料斗,料斗上口位置设置在地平面上,垃圾进入滚动筛内在转动条件下翻转摩擦冲击,破坏垃圾原包装,使包装袋与之分离,上部喷头向筛内喷洒加厌氧酸的盐水、下部筛分出细颗粒食品残渣、流入筛下过滤托盘,托盘置于传送带上、由传送带传至操作间将残渣装入车中推入烘干炉烘干微焦化后送入包装车间包装成袋、待运销售,这是一种优良的有机肥。

滚动筛排出的粗料主要是塑胶制品、木柴、纸板,破布,与其它硬质废料经清洗后达到无味无污染,由传送带送至干馏车进入干馏炉干馏。

4.2 不锈钢输送带(图 2)

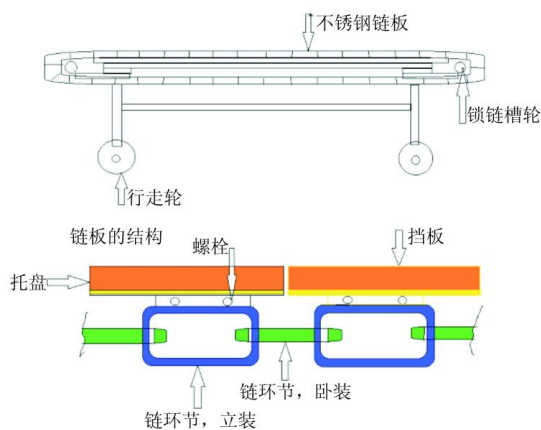


图 2 链式不锈钢带输送机示意图

垃圾腐蚀严重,用不锈钢材料防腐功能好。传动系统系锁环传动,强度高,耐磨损。

4.3 隧道式烘干炉及馏化炉(图 3)

湿垃圾装在料车上在烘干室烘干后进入干馏室干馏,烘干及干馏时间加起来要达到 3 h 以上方可炭化完成。干馏炉下方为热空气发生炉,热空气经由保温管道向烘干炉及干馏炉输送热空气,烘干温度 120 ~ 150 ℃,馏化温度 320 ~ 350 ℃。温度可以

无级调节,通过自动调节阀自动调节,由温控表控制。

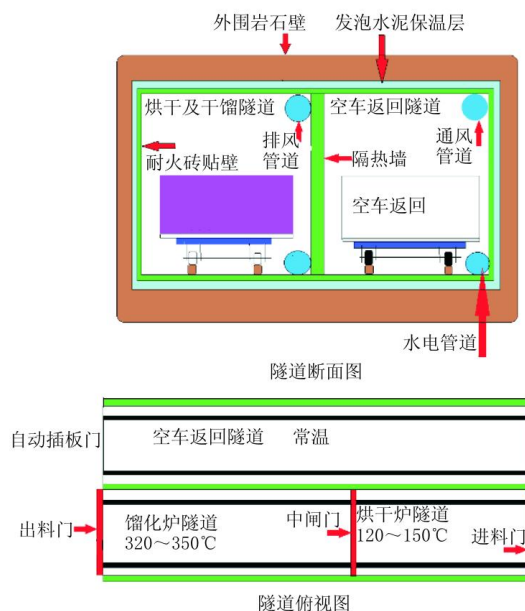


图 3 隧道式烘干炉及馏化炉构造示意图

4.4 食品垃圾烘干焦化炉(图 4)

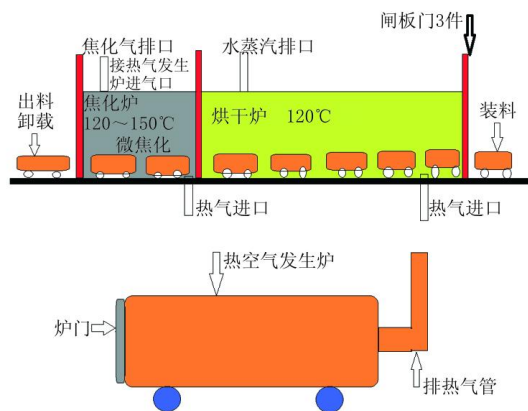


图 4 食品垃圾烘干焦化炉结构示意图

经过滚动筛分下来的食品残渣经酸化处理,送烘干炉烘干焦化。

4.5 粉碎机(图 5)

垃圾馏化后需粉碎成一定粒度的物料,烘干及馏化后的粗细料都要经过粉碎机粉碎过筛分类,做为各种材料待用。塑胶、木材、橡胶、棉布、纸质、馏化后质地酥脆,便于粉碎,石料、砖料也便于锤式粉碎机粉碎。

4.6 液压成型机(图 6)

筛分好的物料加入粘接剂(如粘土粉等)由液压成型机挤压成棒料待用。压料之前在粉碎好的料中加入粘合剂,如黄土,红土,白岭土等物料搅拌后

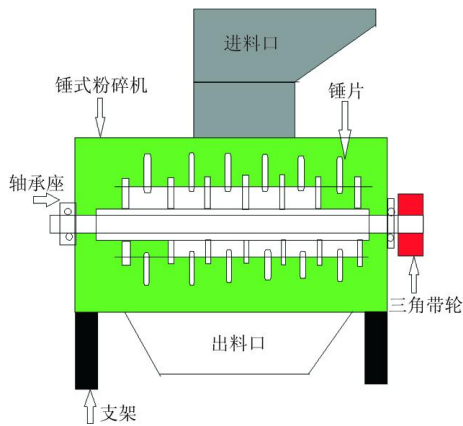


图5 粉碎机示意图

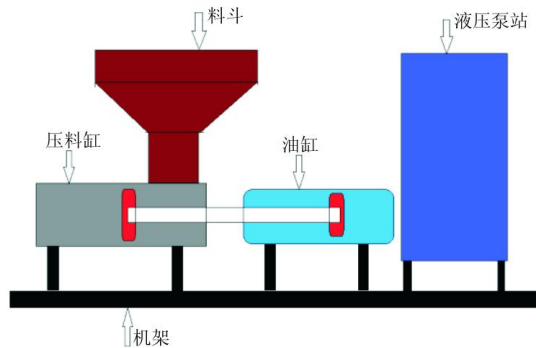


图6 液压成型机示意图

进入挤压工序。棒料的直径及长度要分成几种规格。根据棒料规格,设立多组挤压设备,也有同种多台情况。

4.7 棒材充填水泥成型模块(图7)

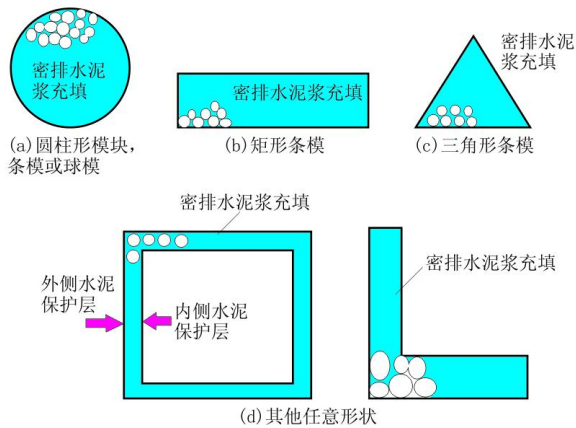


图7 棒材充填水泥成型模块

把各种不同规格棒料分别摆放在模块内封闭后注入水泥浆、养生脱模待用。图7中有圆柱模,三角条型模,矩型模,方框模,直角模,其中三角模用于填海造陆用。根据甲方提供抗压强度选择水泥标号及棒料抗挤压强度。

4.8 垃圾干馏炭化制砖工艺(图8)

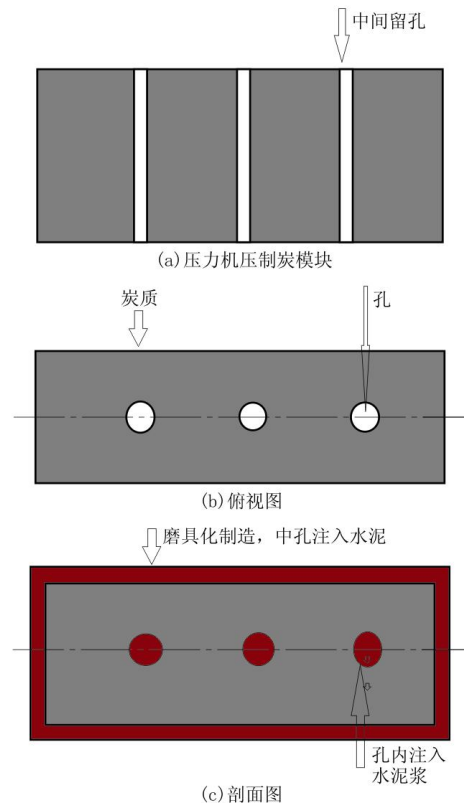


图8 垃圾干馏炭化制砖工艺图

炭化砖具有强度高,质量轻,保温,墙体可模块化,消音效果好等优点。

国内多家企业研究垃圾残渣再利用问题,已取得了显著成果,如制成高压空心砖,并经过质检部门压力测试与鉴定,也有制成空心管材,板材,整体式建筑型材,而且更有整栋楼房墙体与门窗都是垃圾馏化渣经过工厂加工制造的,外表光滑色泽鲜艳毫无异味,牢固耐用。由于垃圾再生产品有机质含量较多,导热性差,保温性能、防水性能均良好,该原料适合生产建筑材料。

我单位首次提出垃圾残渣再生造型用于开展填海工程的研究工作,在浅海地区围堰,预置基础桩基,垃圾馏化渣拌入填加剂再生造型充填填海,比较典型的是垃圾再生“三角锥”填海砌块,它的主要特点是落入海底稳定性高,抗水流冲击强度大,制造简单,每个三角锥质量可达3~5 t,便于运输,是防洪堤坝的理想材料,填海工程每平方千米土地面积售价150亿元人民币起。目前市场垃圾馏化渣供不应求,有待新式垃圾馏化炉的大量投入使用,加大投入力度,加快研究步伐。

4.9 垃圾三角条幅填海工程工艺(图9)

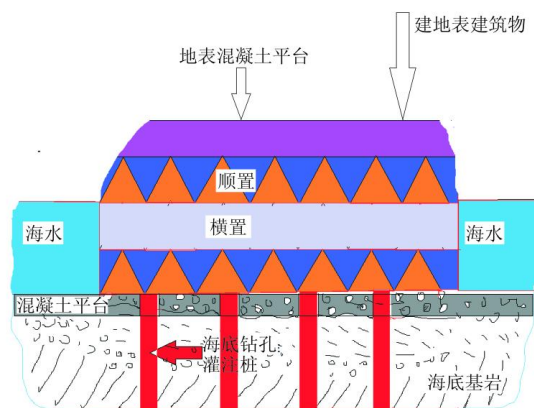


图9 垃圾三角条幅填海工程工艺图

勘查海底地层情况,根据承载力要求设计钻孔灌注桩,在灌注桩桩头浇筑混凝土平台,在平台上砌筑垃圾三角锥建材,横竖交叉摆放,水泥勾缝,超出水面以后以混凝土筑平台。需要注意的是垃圾制品在海水中处于混凝土全封闭状态,三角锥要进行压力承载试验,垃圾原料拌入粘合剂,粘土,水泥等物料。具体步骤如下:

- (1) 勘查海底地层,钻凿钻孔灌注桩;
- (2) 做好桩头平台,系水下作业;
- (3) 把三角条幅水平按层次摆放;
- (4) 海平面以上浇筑平台,水泥浆注入三角幅孔隙固结成为一体;
- (5) 可根据不同用途采用不同设计;
- (6) 以上工艺适合飞机场,码头,港口建造。

4.10 热空气发生炉烟气处理(图10)

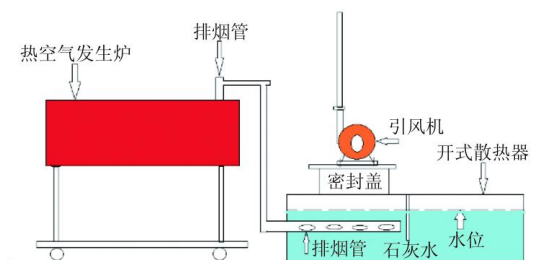


图10 热空气发生炉烟气处理示意图

烟气经石灰水过滤,降温处理,有引风机排入烟囱。达到全封闭过滤。其技术要求为水箱面积 $\leq 4\text{ m}^2$,水深0.5 m,中间隔开,底部连通。引风机功率 $\leq 500\text{ W}$,无级变频调速。水下花管埋在水中深度为0.1 m(上表面至水面距离)。

以上设计参考数据:黄铜熔点 $950\text{ }^\circ\text{C}$,导热系数80,比热0.094。每小时处理1 t铜,由常温升至200

$^\circ\text{C}$,铜吸收的热量为18800千卡,即18800千卡。18800千卡可使1 t水温度上升 $20\text{ }^\circ\text{C}$ 。

水箱中加入生石灰,作用是吸收烟气中的炭黑,起到净化烟气的作用。当石灰变黑时要及时更换石灰水。利用该装置使木材烟气排放达到环保要求。

5 馏化法处理垃圾综合评价

5.1 经济性评述

馏化法处理垃圾使可燃性物质馏化为炭质保留下来,形成可利用的再生能源,经分选可成为多种农业原料,如长效颗粒农家肥和改良土壤的人造土,适合果园、花木、大棚蔬菜种植,室内盆栽栽培,无化肥水稻种植,无化肥瓜果种植,所获得的农产品具有较高的商业价值。垃圾馏化渣在市场上具有广阔的前景。

垃圾馏化渣经粉碎筛选与水泥搅拌制成各种砌块用于填海工程,以解决土地供应不足等问题。以广东某沿海城市为例,日产垃圾1.4万t,馏化后可得到4500 t馏化渣,填加水泥制成砌块,折合体积 1800 m^3 ,海边平均水深3 m,每日可完成 600 m^2 填海工作量,其经济价值 ≤ 600 万元。此外,馏化垃圾每吨价格250元,14000 t垃圾馏化费日收入为350万元,而填海每日可获利600万元,350万元为主业收入,600万元为副业收入,而投入的设备,人力,材料费只占主业的45%左右。

5.2 垃圾馏化法新工艺环保性评述

垃圾在馏化炉内的馏化温度为 $350\sim 450\text{ }^\circ\text{C}$,物质内部结构水挥发已尽,有机物质氢化合物大量挥发,到了 $450\text{ }^\circ\text{C}$ 时只剩下炭质,是高温消毒后的产品,它的可靠性相当于原生矿物。

烟气当中的 CO_2 气体排放,馏化法处理垃圾 CO_2 排放效果较好,产生的 CO_2 含量相当于焚烧法排放的 $1/3$,对碳排放有较好的促进作用。

馏化法消灭了垃圾中的有机物质,使馏化渣无机化,即使再浸入水中,又有良好的温度环境也不会发生细菌繁殖现象,与水泥制成砌块使其达到建筑行业要求的强度条件,成为建筑业的新型材料。

6 结语

本文总结了国内外垃圾处理的经验和方法,研究馏化法处理垃圾工艺,设计了馏化法处理垃圾的

(下转第94页)

表3 移动式调频(FM)发射机的允许安全距离

发射机功率/ W	允许安全距离/ m	发射机功率/ W	允许安全距离/ m
1~10	1.4	60~250	8.5
10~30	3.0	250~600	12.0
30~60	4.0		

手机、对讲机等通讯设备,以防产生感应电流,引起早爆事故。

4 结语

电爆网路中外来电流的预防技术一直是爆破施工中的一个难题,尤其是地表的探槽爆破施工,因其露天作业气候多变、施工环境复杂等原因,外来电流来源广泛,控制电爆网路中外来电流的入侵有一定的难度。通过在大兴安岭、三江源、文县、日喀则及昆仑山等地区的大量现场爆破试验和技术攻关,结果表明,只要根据爆区周边环境 and 天气变化情况,合理运用各种手段对外来电流进行综合预防,是可以达到理想效果的。近5年来,爆破施工早爆事故率下降100%,创下了爆破施工无一人伤亡的历史性

(上接第87页)

设备,完善了垃圾处理始末,逐步将馏化法推广至生产实践中。其主要处理原则和目标是:消除异味,消除液气污染,消除渣液永久性污染,CO₂排放做到最小,残渣与其它填料制成建材,在制建材方面拓宽应用范围,确保新品建材的质量和技术要求。

我单位研究部门继“垃圾盐水喷淋法处理垃圾”之后又申报了“馏化法处理垃圾”、“馏化法炭渣填海处理法”等系列专利项目。使垃圾处理飞跃到更加环保更加彻底状态,馏化法处理垃圾解决了减少CO₂排放问题,而炭渣填海方法做到零污染,全利用。

参考文献:

- [1] 别如山,宋兴飞,纪晓瑜,等.国内外生活垃圾处理现状及政策[J].中国资源综合利用,2013,(9):31-35.
- [2] 张英民,尚晓博,李开明,等.城市生活垃圾处理技术现状与管理对策[J].生态环境,2011,20(2):389-396.
- [3] 张倩,徐海云.生活垃圾焚烧处理技术现状及发展建议[J].环境工程,2012,30(2):79-81.
- [4] 颜俊,卢薇艳.采用地质工程手段处治垃圾填埋场渗滤液方法

记录。为部队和承包单位节约了施工经费数十万元,确保了人员施工安全,深受部队官兵和地方施工单位的欢迎。

参考文献:

- [1] 孙延宗,孙继业.岩巷工程施工掘进工程[M].北京:冶金工业出版社,2011.
- [2] 姚天波.电爆网路设计施工中爆破安全技术浅谈[J].水电勘测设计,2009,42(2):18-20.
- [3] 翁春林,叶加冕.工程爆破[M].北京:冶金工业出版社,2010.
- [4] 陈星东,徐冲,高卫东,等.河北某铁矿掘进爆破参数的优化与实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(4):79-83.
- [5] 郭学彬,张继春.爆破工程[M].北京:人民交通出版社,2011.
- [6] 肖汉甫,吴立,陈刚,等.实用爆破技术[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,2009.
- [7] 孙宗席.冻土层条件下探槽爆破施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(11):70-72,76.
- [8] 陈作彬.岩土爆破工程危险源辨识、风险评价和控制[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(3):78-81.
- [9] 赵亮.武警黄金部队工程爆破器材安全管理工作浅探[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(6):73-75.

- [5] 张益.我国城市生活垃圾处理现状及对策[J].建设科技(建设部),2010,(15):38-41.
- [6] 陈佑钢,王宪周.城市生活垃圾处理技术综述[J].一重技术,2010,(1):1-4.
- [7] 赵树青,宋薇,刘晶昊.我国生活垃圾焚烧二恶英污染现状及减排建议[J].环境工程,2011,29(1):86-88.
- [8] 吕志刚.城市生活垃圾焚烧发电的现状与发展对策[J].中国环保产业,2010,(12):37-40.
- [9] 何晶晶,陈森,杨娜,等.我国生活垃圾焚烧发电过程中温室气体排放及影响因素——以上海某城市生活垃圾焚烧发电厂为例[J].中国环境科学,2011,31(3):402-407.
- [10] 王健,万元坤.悬浮分离压块馏化减少垃圾焚烧污染——一项生活垃圾焚烧制能预处理工艺[J].资源与人居环境,2011,(5):58-60.
- [11] 程叶青,王哲野,张守志,等.中国能源消费碳排放强度及其影响因素的空间计量[J].地理学报,2013,68(10):1418-1431.
- [12] 赵鹏,王木平.城市生活垃圾处理技术和资源化应用探讨[J].再生资源与循环经济,2010,3(4):36-39.
- [13] 李家坤,何保定.垃圾焚烧发电存在的问题及应对措施[J].水电与新能源,2010,(3):75-78.
- [14] 刘燕华,葛全胜,何凡能.应对国际CO₂减排压力的途径及我国减排潜力分析[J].地理学报,2008,63(7):675-682.