

废弃泡沫塑料的疏浚泥固化处理技术的研究

姬凤玲, 朱伟, 李明东

(河海大学岩土工程研究所,南京 210098)

摘要: 提出采用疏浚泥固化技术治理由废弃泡沫塑料引起的白色污染,既可解决疏浚泥及废弃泡沫塑料对环境的污染,又可废物利用产生新型土工材料。研究这一方法的技术可行性,对其综合性技术经济效益进行了评价。

关键词: 疏浚泥; 固化处理; 废弃泡沫塑料

中图分类号: X705 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-6504(2004)05-0069-03

为保证电器及其它贵重易碎商品在运输过程中的安全,往往采用泡沫塑料这种既不会增加很大重量又能缓冲其受力的材料来衬垫。而当这些商品到达消费者手中时,泡沫塑料成了占用空间大而作用甚微的废品,于是产生了大量废弃泡沫塑料。另外,大量塑料一次性餐具的使用,也使得废弃泡沫塑料大为增加。然而,废弃泡沫塑料极低的价值也使得我国对废弃泡沫塑料的回收率极低,这就使大量的废弃泡沫塑料进入垃圾。进入生活垃圾中的废弃泡沫塑料很难处理,按最简单原始的填埋法处理,既占用大量土地又造成对空气、地下水资源及江河湖海的二次污染。塑料制品体积大、比重轻、埋在地下数百年不能降解,而且塑料中增塑剂和添加剂的渗出严重影响土壤的传热、传质过程,使土壤板结,并导致地下水污染。用焚烧法处理时,焚烧的稳定性差,产生成分复杂的废气和大量含毒性极强的污染物,造成对大气的二次污染。而且,焚烧处置的各种费用高。可见生活垃圾中的废弃泡沫塑料不但影响了自然景观,产生了视觉污染,更深层次危害我们日渐脆弱的环境,给人们生活和健康带来不利影响^[1-2]。

在我国随着湖泊治理、港口、航道、海洋和海岸工程建设的迅速增长,产生了大量的疏浚泥,如浙江省的6万 km 河道淤积总量已达 20 亿 m³,每年平均淤积量 1 亿 m³。目前在我国主要通过两种方法处理疏浚泥:吹填方法、抛泥方法^[3-4]。吹填方法就是在需要填方的地区修建围堰,然后将疏浚泥吹填在内的方法。使用吹填处理的最大问题就是吹填用地问题,吹填地基也由于非常软弱,在后期的开发利用时需要花费昂贵的地基处理费用,而且吹填施工往往出现泥水向围堰外部扩散,引起二次污染的问题。抛泥方法一般是在特定的海域内设置倾倒区,将疏浚泥运输至此倾倒在海洋。这种行为严重危害了海洋生物生存环境,影响了海洋资源的有效利用开发。据有关专家预测,疏浚

淤泥的处置问题将会成为制约我国治理大江大河和海洋工程发展的关键性问题。

在许多大型土方工程中,如在高速公路的建设、河道堤岸的加固、建筑填方工程、海洋工程中都需要大量的填方用土。目前,这些土一般来自耕地的开挖、河床采砂、开山采石等方法,但这些方法取得的土方资源是有限的。而且这些方法还会带来许多负面影响,如造成水土流失和农田减少等,直接危害环境。由于我国特别是沿海地区建设需土方量大,随着天然资源的减少和民众环保意识的增强,土方的开采越来越难,又因为价格的上涨和运输距离的延长,长距离土方运输就很不经济。所以,工程用土已经成为一些特别是大型工程项目的开发建设的重要成本因素。

如何解决以上三方矛盾,科学地利用这些废弃资源是一个亟待解决的环境课题。本文提出通过固化技术,将已成为垃圾的疏浚泥、废弃泡沫塑料处理变为新的土工材料——泡沫塑料轻质填土,既解决了土石方资源匮乏问题,又减少垃圾,解决了环境污染问题。国内在这方面目前还处于起步和探索阶段,本文对这一技术的基本原理及工程特性进行了试验研究。

1 基本原理

固化处理技术是将有害废弃物与固化剂及其它化学添加剂混合均匀,使其转化成类似土壤或胶结强度很大的固体,就地填埋或用作建筑材料。

疏浚泥固化处理技术是将疏浚泥倒入搅拌器内,再按设计配比称量并加入水泥类固化剂和废弃泡沫塑料颗粒,以机械方式强制搅拌混合,形成具有一定强度的固化体。由于水泥水化产物在土颗粒表面及土颗粒之间的生成,逐渐填充了土颗粒之间的大孔隙,并随着水泥水化物的继续增多、凝聚和结晶,在继续填充大孔隙的同时,开始对土中粒团内的微孔隙发生影响,使水泥土的渗透系数降低,从而达到用惰性材料来束缚有害废弃物中的危险成分浸出的目的。更主要的是其最终产生了具有高附加值的新型土工材料——废弃泡沫

作者简介:姬凤玲(1971-),女,河海大学在读博士。

塑料轻质填土,达到了废物资源化利用的目的。

2 室内试验

室内试验采用广东省大亚湾滨海相疏浚泥作为原料土(基本参数见表 1),南京江南水泥有限公司生产的钟山牌 325[#]普通硅酸盐水泥作为固化材料,粒径 1~3mm 的泡沫塑料颗粒作为轻质材料。试验时先按一定体积取淤泥,倒入搅拌器内,再按设计配方称量并加入水泥和泡沫塑料颗粒,以机械方式强制搅拌,转速为 100r/min,搅拌 5min,然后分三层装入内直径 5cm,高 10cm 的圆柱体模具,每层轻轻压实,再装下一层,直到装满。置于恒温恒湿箱中养护,养护条件为湿度 90%~100%,温度 20±2。养护 24h 脱模,脱模后试样继续在养护箱内养护,直到设计龄期。对于不同龄期、不同配方的试样先量测试样的体积和质量,再进行无侧限抗压强度试验。

表 1 试验所用疏浚淤泥基本参数

名称	含水率 w (%)	液限 L (%)	塑限 p (%)	比重 G _s	容重 (kN/m ³)	初始 孔隙比 e
淤泥质 粘土	120	73.4(17mm) 60(10mm)	29.3	2.74	13.9	3.28

室内试验采用配方为:一方疏浚泥中水泥添加量为 68~137kg,废弃泡沫塑料颗粒添加量为 25.71~69.98kg。不同配方试样养护 7d、28d 的试验结果如图 1、图 2 所示。

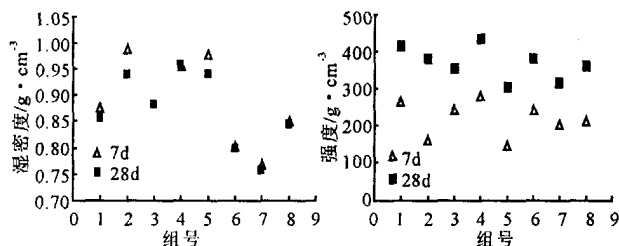


图 1 湿密度与养护时间的关系 图 2 强度与养护时间的关系

试验结果表明,采用本试验配比,废弃泡沫塑料轻质填土具有以下工程特性:湿密度在 0.7~1.0g/cm³ 之间,而且可根据工程的不同要求,通过调整材料配方来控制,在满足强度要求的前提下,尽量降低密度和成本;无侧限抗压强度较普通填土高的多,而且可根据工程的不同要求,通过调整材料的配方可将其无侧限抗压强度在 145~500kPa 范围内自由控制;试样的强度来源于固化材料的水化反应,所以其长期强度不仅不会减小,而且会稍有增加。需要注意的是,所有本试验所用配方的试样,破坏应变都小于 5%,为脆性破坏^[5]。如图 3 所示:一方淤泥中水泥添加量为 102.86kg 时,不同泡沫塑料颗粒含量的试样,28d 应力-应变曲线中试样的破坏应变小于 3%。因此对这种土工材料,需

要控制荷载,使荷载不超过结构强度,从而使其有良好的工程性质^[6]。

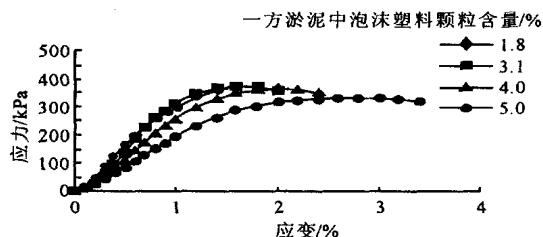


图 3 试样 28d 应力-应变曲线

3 工程造价

根据固化处理设备输送、添加固化材料、混合搅拌的原理,而正在研制改造的成套淤泥固化设备,其造价在 50 万元以下,处理能力预计为 50m³/h,这有助于实现一次大量处理废弃淤泥及废弃泡沫塑料。而且处理工厂可根据需要设置为固定式或船载、车载等移动式,在施工上比较灵活。

由于单纯添加水泥会使工程造价过高,可添加工业废料如粉煤灰、石膏等作为辅助固化材料,既促进了水泥的固化效果,降低了造价,又可废物利用,产生新的土工材料。

采用此技术制成的土工材料具有轻质高强、固化前具有流动性、固化后可以自立等优点,可以被广泛地用于路基的扩幅填土、软基上的填土、桥台等结构物背后填土以及直接用做挡土墙。尤其是低密度的特点,可以减轻对基底或下卧层的压力,减少甚至无需地基处理,可大幅度地缩短施工工期、节省用地等,特别是可大幅度地降低由于软基的工后沉降而引起的维护管理费,进一步降低了整个工程的综合造价。以广珠东线为例,建筑施工时对软基路段进行排水固结处理的同时,大部分路段还进行过两次超载预压,许多桥涵背在回填砂前还进行过一些特殊处理(如:粉喷桩),但在建成通车的仅两年的时间内,已对区内的近 50 个桥涵背进行过三次大的修补,付出的直接维修费用就达到了 1500 万元,并且还需进行不断的修补。上述工程如采用经轻量化处理后的轻质填土,应能创造十分显著的社会经济效益。

4 结论

采用固化处理的方法,一次大量处理疏浚泥及废弃泡沫塑料,使其达到工程所要求的密度、强度等要求在技术上是可行的。既具有保护环境和废物利用的优点,又有广阔的工程应用前景,是一种值得推广的方法。

(下转第 77 页)

物的去除率较高;而对含量较低(DOC为1~3mg/L)的分子量为3K~10K的有机物去除率<10%;对分子量为1万~3万的有机物几乎没有去除,这主要是原水中这部分有机物的含量太低(<1mg/L),使得去除效果不显著,对30~60K及>60K的有机物的去除率又有提高,一方面是这部分有机物的浓度高,使得去除效果明显,另一方面,除了生物作用外,由于生物滤层较厚(3.5m),对分子量较大的有机物也不排除机械筛分过滤作用的存在。生物预处理对DOC的总去除率是24.3%。另有研究表明:生物滤池对TOC的去除率为5%~75%,对DOC的去除率为13%~41%^[5-7]。因为不同水源水中的有机物成分不一样,各分子量区间有机物的浓度不同,有机物的可生化性也不一样,生物滤池对不同原水中有机物的去除效果就不同。另外,生物滤料的种类、生物滤池内水力停留时间、水温、反冲洗方式等条件都是影响有机物去除率的重要因素。常规处理对各个分子量区间有机物的去除率均高于生物滤池,尤其对大分子量(30~60K及>60K)有机物的去除效果比生物处理的更显著,但对10~30K区间有机物的去除率较低,主要原因也是由于这部分有机物的含量很低(<1mg/L),使去除效果不明显,总去除率为38.1%,因此,对不同的水源水质有必要进行科学的试验论证,从而选择合理的水处理工艺。

2.3 生物预处理和常规处理对高锰酸盐指数、NH₃-N 的去除

水样高锰酸盐指数、NH₃-N 的测定结果如表2。

表2 水样测定结果

水样(mg/L)	原水	生物滤池出水	常规处理出水
高锰酸盐指数	40.52	31.57(22.1%)	18.73(40.7%)
NH ₃ -N	6.5	1.55(76.1%)	0.72(53.5%)

注:括号内数据为去除率。

由表2可见,原水中高锰酸盐指数和NH₃-N的含量均较高。生物滤池对高锰酸盐指数去除率为22.1%,对NH₃-N的去除率为76.1%,另有研究表明:对于NH₃-N浓度较高的原水,最好有生物预处

理工艺,其对NH₃-N的有很好的去除效果,一般去除率可达60%~90%^[8-9]。这与本研究的结论一致。常规处理对高锰酸盐指数的去除率为40.7%,国外曾报道:采用FeCl₃混凝剂对分子量>10000的有机物很有效,本试验采用的混凝剂是硫酸铝,混凝原理与FeCl₃相同,所以对大分子量有机物的去除较有效,但对NH₃-N的去除率为53.5%,不如生物滤池的高。

3 结论

原水中TOC为114mg/L,生物滤池对DOC的总去除率为24.3%,对分子量小于3K的各分子量区间DOC的去除效果较显著,去除率为17.6%~27%,而对含量较低的3K~30K区间的有机物的去除率不理想。常规处理对以上分子量区间有机物的去除率均高于生物滤池,但生物滤池作为常规工艺或深度处理的预处理工艺是很有必要的,它可以有效地减小后续单元的处理负荷。

[参考文献]

- [1] 岳舜琳. 生物氧化在给水处理中的应用[J]. 中国给水排水, 1996, 12(4): 17.
- [2] 董秉直, 曹达闻, 范谨初, 等. 天然原水有机物分子量分布的测定[J]. 给水排水, 2000, 26(1): 30-33.
- [3] 董秉直, 曹达闻, 范谨初, 等. 黄浦江水中的溶解性有机物分子量分布变化特点[J]. 环境科学学报, 2001, 21(5): 553-556.
- [4] 吴红伟, 刘文君, 王占生. 臭氧组合工艺去除饮用水源水中有机物的效果[J]. 环境科学, 2000, 21(4): 29-33.
- [5] Guy P Bablon. Developing a sand GAC filter to achieve high biological filtration [J]. J AWWA, 1988, 80(12): 47-58.
- [6] Lechevallier M W. Evaluating the performance of biologically active rapid filters[J]. J AWWA, 1992, 84(4): 137-146.
- [7] Hozalski R M, Sudha Gjel, Bouwer E J. TOC removal in biological filters[J]. J AWWA, 1995, 87(12): 40-51.
- [8] 王占生, 刘文君. 微污染水源饮用水处理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999, 10.
- [9] 许建华, 万英, 汤利华, 等. 微污染原水的生物接触氧化预处理技术研究[J]. 同济大学学报, 1991, 23(4): 376-379.

(收稿 2003-03-31; 修回 2003-07-04)

(上接第70页) [参考文献]

- [1] 李新国, 余仁焕. “白色污染”治理现状及对策[J]. 轻金属, 2002, 10: 61-63.
- [2] 郭廷杰. 废塑料合理再生利用的探讨[J]. 能源工程, 2002, 5: 36-39.
- [3] 朱伟, 张春雷, 高玉峰, 等. 疏浚泥处理再生资源技术的现状[J]. 环境科学与技术, 2002, 4: 39-41.

- [4] 朱伟, 刘汉龙, 高玉峰. 工程废弃土的再生资源利用技术[J]. 再生资源研究, 2001, 6: 32-35.
- [5] 汤怡新, 刘汉龙, 朱伟. 水泥固化土工程特性试验研究[D]. 堤防加固技术研讨会论文集, 1999, 930-936.
- [6] 马时冬. 聚苯乙烯泡沫塑料轻质填土(SLS)的特性[J]. 岩土力学, 2001, 2: 245-248.

(收稿 2003-06-16; 修回 2003-09-26)

SUN Pei-shi¹, XU Xiao-yi¹, LIU Zhu-xian²,
LI Xiao-mei³, BI Xiao-yi¹

1. Kunming University of Technology, Kunming 650093;
2. Ceramisite Light Building Materials Co. of Yunnan
Kebao Coal Mine, Kunming 652105;
3. Yunnan Normal University, Kunming 650092)

Abstract: The experimental studies conducted at both bench scale and in situ scale-up levels. The bench scale study was with the lake water of 20 litre in the lab while the scale-up was conducted in an in situ enclosure with an area of 300 m² in Dianchi water body. The new light building algacide materials tested have showed efficacies both for contaminants removal (i. e. , COD, TN and TP) and algae removal. The enclosure experiment showed an evident decrease of algae concentration in the water after 10 days when the test materials were added.

Key words: new-typed light building materials; algacide; Dianchi water body

Reducing Dye Wastewater Treatment by Inner Electrolysis/ Coagulation Plus Biological Method

ZHANG Li

(College of Chemical Engineering, Nanjing University
of Science and Technology, Nanjing 210094)

Abstract: Reducing dye wastewater featuring strong acidic, high strength of COD, containing mostly PAHs, is treated using a train of units: inner-electrolysis, coagulation and biological treatment (with specific bacterial agents). Based on the experiment continued for half a year, this paper concludes that the combined process is suitable for treating this kind of wastewater.

Key words: inner electrolysis; wastewater treatment; reducing dye

Solidification Technique for Disposal of Scrap Foam Plastics and Dredged Silt

JI Feng-ling, ZHU Wei, LI Ming-dong

(Research Institute of Soil and Rock Engineering,
Hohai University, Nanjing 210098)

Abstract: To cope with the problems of waste foam plastics, the notorious white pollutant, this paper presents a new way to reuse them with the dredged silt that is generated from harbor and other shoreline constructions usually in large quantities. Experiments conducted involve mixing of silt, cement and plastics in different portions, solidification and maintenance, as well as compression test. It is suggested that the solidified materials are suitable for various construction work.

Key words: dredged silt; solidification; scrap foam plastics

Energy-Saving in Municipal Wastewater Treatment: Biogas-Driven Blower

CHEN Ke-ling¹, ZHAN Jian¹, LIU Bin²

1. Central South China Design Institute
of Municipal Engineering, Wuhan 430010
2. Jingzhou Municipal Environment Protection Bureau,
Jingzhou 434000)

Abstract: Biogas generated from the sludge digestion in wastewater treatment plants is a potential clean energy source, which can be recycled

in several ways. This paper introduces the biogas utilization of a wastewater treatment plant in driving blowers coupled with a biogas driven engine, analyzing electricity saving and cost/ effectiveness for the municipal wastewater treatment plant.

Key words: wastewater treatment; biogas utilization; biogas driven blower; energy saving

Modified Starch Flocculant and Its Application to Sewage Treatment

GUO Ling^{1,2}, JIN Zhi-hao¹

1. School of Materials Science and Engineering,
Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049;
2. Department of Chemistry, Shanxi Normal
University, Linfen 041004)

Abstract: Graft co-polymer of starch-acrylamide, tested by IR, was prepared by microwave radiation and chemical graft. The experiment showed that its flocculating property was affected by the graft copolymer's concentration, flocculation time and pH of the solution. When applied as a flocculant to treat sewage, better effect was showed than the ordinary poly-acrylamide.

Key words: graft co-polymer of starch-acrylamide; microwave radiation; chemical graft; sewage treatment

Removal of Organic Matter in Micro-polluted Surface Water by Biologic Pretreatment

LI Jian-qu¹, LI Ling-zhi¹, WANG Zhan-sheng²

1. Department of Chemistry, Shaoguan College,
Shaoguan 512005;
2. Department of Environment Science and Engineering,
Tsinghua University, Beijing 100084)

Abstract: Two units were investigated to assess removal efficiency of organic matter in various molecular amounts by membrane filtration analysis of river water, outlet water of biologic filter and regular tail water. Results showed that organic matters with molecular amount less than 1 K in raw water account for 80% of DOC, removal efficiency was 27.2%, 26.9% and 16.3% respectively for organic matters with molecular amount less than 0.5 K, 0.5~1 K and more than 60 K by biological filter, while removal efficiency was up to 39.22%, 30.3% and 29.6% respectively by traditional treatment.

Key words: drinking water; micro-pollution; traditional water treatment; biological filter

Study on Bacillus Denitrification in SBR

HAO Gui-yu, HUANG Min-sheng, XU Ya-tong

(Department of Environment Science and Technology,
East China Normal University, Shanghai 200062)

Abstract: Bacillus denitrification was evaluated by the experiment for chemical wastewater treatment in sequencing batch reactor (SBR), results showed that bacillus can accelerate nitrification on the process of aeration; the relative low percentage of biodegradation substance influences the assimilation of bacillus, and bacillus denitrification through assimilation ensues from bacillus-accelerated nitrification. Meanwhile, the sludge concentration will reach a relative level after a successive