

城市生活污水中的污染物分类及处理性评价

王晓昌 金鹏康 赵红梅 孟令八

(西安建筑科技大学, 西安 710055)

摘要 以城市生活污水为对象,通过长期取样和试验分析,研究了水中 SS, COD, BOD, 总磷, 总氮等代表性污染物的存在形态和分布规律。以 $0.45\ \mu\text{m}$ 作为溶解物和悬浮物界限尺寸的分析结果表明,城市生活污水中的 SS, 约 65% 的 COD, 60% 的 BOD, 50% 的磷和 20% 的氮均以悬浮物的形态存在,这部分污染物很容易通过沉淀或混凝沉淀的方法有效去除。在研究基础上提出的评价方法和污染物分类及处理性评价模式图有助于污水处理方法的合理选择。

关键词 生活污水 溶解物 悬浮物 处理性评价

Classification of contaminants and treatability evaluation of domestic wastewater

Wang Xiao-chang, Jin Peng-kang, Zhao Hong-mei, Meng Ling-ba

(Xi'an University of Architecture & Technology, Xi'an 710055, China)

Abstract: Long-term sampling and analysis were conducted in a domestic wastewater treatment plant for investigation on the characteristics of the representative contaminants in the raw sewage such as SS, COD, BOD, TP and TN. All these constituents were classified into soluble and suspended groups by using a $0.45\ \mu\text{m}$ membrane filter, and the concentration of each constituent in each group was analyzed. As a result, almost 100% of the SS was found to be suspended matter, as well as about 65% of COD, 60% of BOD, 50% of P and 20% of N. All these could be easily removed by sedimentation or coagulation/sedimentation. A treatability evaluation diagram was proposed for a rational selection of wastewater treatment process in accordance with raw water quality.

Keywords: Domestic wastewater; Soluble matter; Suspended matter; Treatability evaluation

城市生活污水中的污染物通常包括三大类:悬浮固体(SS)、有机物(COD或BOD)、营养物(磷和氮),这些污染物都是常规处理(以达标排放为主要目的)和深度处理(以再生回用为主要目的)的去除对象。常规污水处理通常又分为以物理去除为主的一级处理和以生物处理为主的二级处理两个阶段,近年来,所谓强化一级处理,即通过物理或物理化学的方法最大限度地去除污水中悬浮性污染物的方法越来越受到人们关注^[1,2]。其原因在于,污水中的悬浮性污染物不仅仅包括SS,而且包括以悬浮状态存在,或者附着在固体颗粒表面,能够随SS一同去

除的部分有机物和营养物。然而,对于一级处理或强化一级处理的功效,人们往往是根据已有的经验来评价,且这些经验数据往往差异较大,影响了设计过程中对污水处理工艺的适当选取和对各种工艺效果的正确评价。为此,本文以西安市城市污水为对象,系统地研究分析了污水中各种污染物的存在形态和分布规律,在此基础上对城市生活污水的处理性和相应的处理工艺进行了评价。

1 试验与分析方法

1.1 试验用原污水的水质

试验用原污水取自西安市北石桥污水净化中心,对该中心进行长期水质监测,污水中主要污染物指标为:SS 162.3 mg/L, pH 7.6, COD 275 mg/L,

国家自然科学基金重点项目(50138020)。

BOD 132 mg/L, TP 8.2 mg/L, TN 38.7 mg/L, NH₃-N 34.5 mg/L, NO₃⁻-N 0.1 mg/L, NO₂⁻-N 未检出。

1.2 溶解性和悬浮性污染物的分离

将原污水通过 0.45 μm 滤膜过滤, 滤液中的污染物可作为溶解性污染物, 被滤膜截留的污染物可作为悬浮性污染物。水质分析时, 先测定原污水中的污染物浓度, 再测定滤液中的污染物浓度, 二者的差值作为悬浮性污染物浓度。

1.3 水质分析方法

各种污染物浓度的分析方法见表 1。

表 1 水质分析方法

项目	分析方法	项目	分析方法
SS	重量法	TN	碱性过硫酸钾消解分光光度法
COD	重铬酸钾法	NH ₃ -N	纳氏比色分光光度法
BOD	碘量法	NO ₃ ⁻ -N	酚二磺酸分光光度法
TP	钼酸胺分光光度法	NO ₂ ⁻ -N	乙二胺二乙酸盐分光光度法

2 污水中污染物的存在形态与分布规律

2.1 总悬浮固体(SS)

经 0.45 μm 滤膜过滤后, 滤液的 SS 接近于零, 说明原污水中 SS 成分绝大部分为粒径在 0.45 μm 以上的悬浮颗粒。

2.2 COD 和 BOD

图 1 为污水总 COD 中溶解性 COD 和悬浮性 COD 所占的比例。33 次采样分析结果表明, 溶解性 COD 占 24.52% ~ 50% (平均 34.12%), 悬浮性 COD 占 50% ~ 75.48% (平均 65.88%)。

图 2 为污水总 BOD 中溶解性 BOD 和悬浮性 BOD 所占的百分比。21 次采样分析结果表明, 溶解性 BOD 占 24.50% ~ 51.02% (平均 39.54%), 悬浮性 BOD 占 48.98% ~ 75.50% (平均 60.46%)。

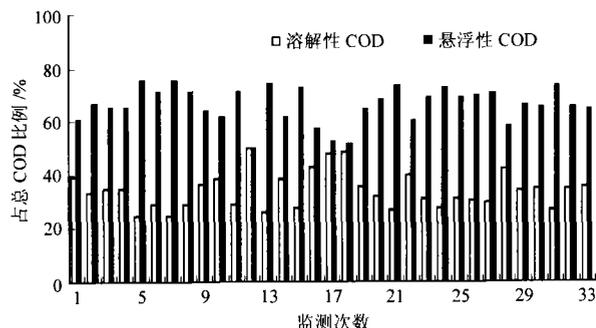


图 1 污水中 COD 的存在形态

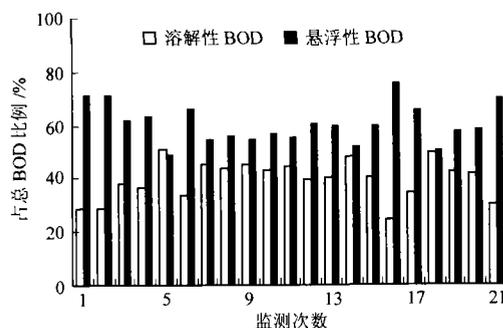


图 2 污水中 BOD 的存在形态

2.3 总磷和总氮

图 3 和图 4 分别为污水总磷 (TP)、总氮 (TN) 中溶解性和悬浮性物质所占百分比情况。如图所示, 污水中溶解性磷浓度多数情况下高于悬浮性磷, 但二者平均百分比差别不大 (51.54% 和 48.46%); 而污水中溶解性氮浓度远远高于悬浮性氮, 二者的平均百分比相差悬殊 (78.04% 和 21.96%)。

2.4 氮的组成

通过碱性过硫酸钾消解测定的总氮包括有机氮和无机氮, 后者则包括氨氮 (NH₃-N)、硝酸盐氮 (NO₃⁻-N) 和亚硝酸盐氮 (NO₂⁻-N)。测定分析结果表明, 原污水中 NO₃⁻-N 和 NO₂⁻-N 浓度几

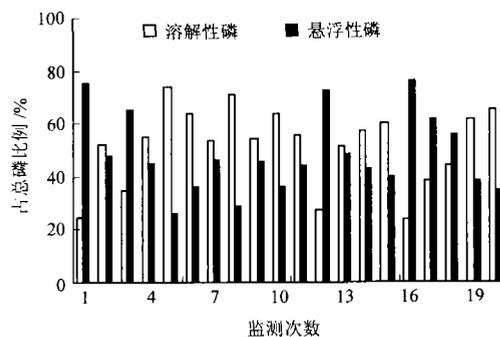


图 3 污水中总磷的存在形态

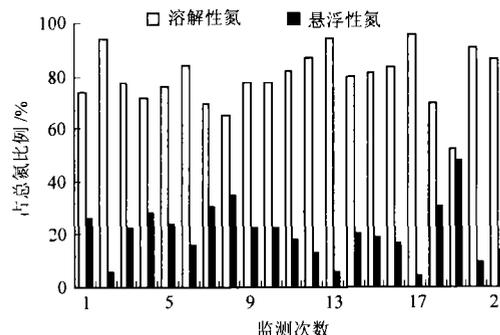


图 4 污水中总氮的存在形态

乎为零,因此无机氮仅以 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的形式存在。图 5 为总氮中无机氮和有机氮浓度所占百分比的对比,多数情况下,无机氮浓度高于有机氮,前者约占总氮的 65%。图 6 为总氮、有机氮、无机氮中溶解性物质和悬浮性物质所占百分比的情况。很明显,溶解性和悬浮性氮在有机和无机氮中几乎占同样的比例。

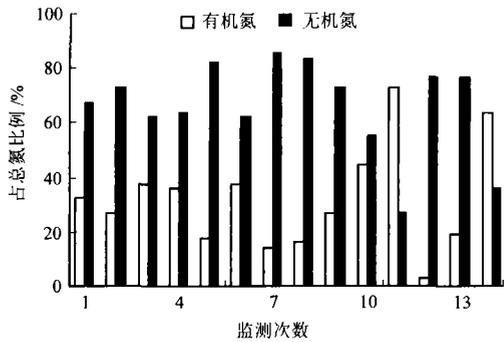


图 5 有机氮和无机氮占总氮的比例

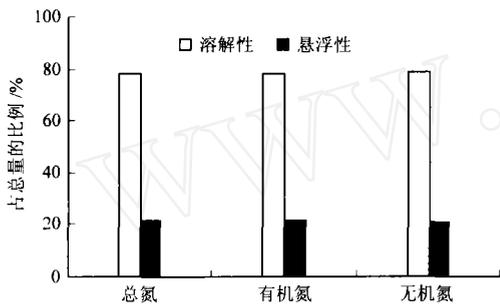


图 6 污水中氮的存在形态

3 污染物的处理性评价

以 $0.45 \mu\text{m}$ 作为污水中溶解性污染物和悬浮性污染物的界限尺度,通过上述试验分析,可得出图 7 所示的城市生活污水污染物分类模式图。

图 7 中,纵向以有机物和无机物,横向以溶解物和悬浮物,将城市生活污水中存在的主要污染物进行分类,分别标出了 SS, BOD, COD, TP, TN 等代表性污染物所属的范围,以及溶解性、悬浮性部分所占的百分比情况。BOD 纯粹代表有机物,而 SS 包括无机物和有机物, COD 中包含部分还原性无机物,而 TP 和 TN 中以无机成分居多,但也包含一定的有机成分。

对原污水进行一级沉淀处理的结果表明,各类污染成分中,SS 的 59.8% 以及 COD 的 39.56%,

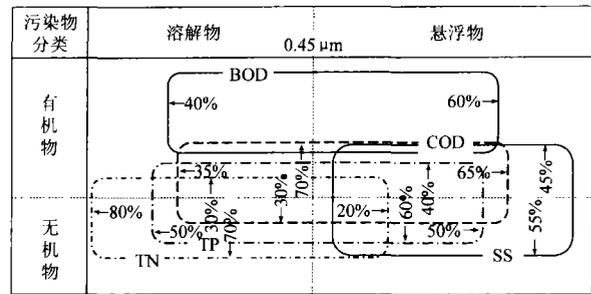


图 7 水中污染物分类模式

BOD 的 38.85%, TP 的 12.56%, TN 的 10.93% 可得到有效去除。而经过加药混凝和沉淀处理后,这些悬浮成分的去除率基本达到 100%,而 TP 的总去除率高达 94%,水中残余磷基本以溶解性成分存在(其绝对值仅为 0.34 mg/L),高于悬浮性 TP 的百分比,说明强化一级处理在全部去除悬浮性污染物的同时,相当一部分溶解性磷也能通过化学作用得到去除。

因此,对于图 7 中属于悬浮物范畴的污染物,适宜的处理方法应当是一级处理或强化一级处理。其它溶解性污染物则应当是二级生物处理或更高级处理的去除对象。

西安市北石桥污水净化中心是以 DE 型氧化沟为主体工艺的典型二级污水处理厂,常年监测结果表明,其出水 COD 为 24 mg/L 左右, BOD 为 9 mg/L 左右,总磷为 0.58 mg/L 左右。出水中总氮的浓度为 7.3 mg/L 左右,其中有机氮、 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 几乎为零, $\text{NH}_3 - \text{N}$ 约为 2 mg/L ,但出水中的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量由最初原污水中的 0.1 mg/L 增加为 4.3 mg/L ,这应该是氧化沟脱氮工艺过程中有机氮以及 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的硝化产物。

需要指出的是,图 7 所示的模式,尤其是各种污染物的百分比是根据西安市北石桥污水净化中心的原污水试验分析得出的,不一定能普遍表征城市污水的水质和处理性特征。但是,运用本文介绍的试验分析方法评价或预测污染物的处理性是可行的,且具有广泛的实用性。

4 结论

以西安市北石桥污水净化中心的城市生活污水为对象,通过长期取样和试验分析,对水中以 COD 和 BOD 为代表的有机物、总磷和总氮为代表的营养

住区低势绿地设计的关键参数及其影响因素分析

李俊奇 车伍 池莲 刘松

(北京建筑工程学院城市建设工程系, 北京 100044)

摘要 通过对低势绿地雨水量平衡及其影响因素的分析, 讨论了低势绿地下凹深度、低势绿地面积负荷率、淹水时间等关键参数, 提出了低势绿地的设计思想和设计方法, 并对北京地区某住区实例进行了分析, 为住区低势绿地设计提供了方法和依据。

关键词 低势绿地 雨水径流 设计 住区

Critical parameters and influencing factors analysis on low elevation greenbelt in residential area

Li Jun-qi, Che Wu, Chi Lian, Liu Song

(Department of Urban Construction and Engineering, Beijing Institute of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China)

Abstract: Based on analysis of rainwater balance and influencing factors of greenbelt with low elevation, the critical parameters such as depth, area proportion and submerged duration etc. were discussed. The principle and method in design of low elevation greenbelt were put forward. Some examples of residential areas in Beijing were presented.

Keywords: Low elevation greenbelt; Runoff; Design; Residential area

绿地作为一种天然的渗透设施, 在住区雨水间接利用方面起着重要的作用。它具有透水性好、节省投资、便于雨水引入等优点; 同时对雨水中的一些污染物具有一定的截留和净化作用。可以在住区中设计部分或全部低势绿地, 以增加雨水渗透量, 减少绿化用水并改善住区环境。但是低势绿地的设计会

受到土壤渗透系数、暴雨重现期、住区绿化率、绿地下凹深度、地下水位和周边建筑物地基与基础等条件的制约。设计时需要针对小区具体情况, 在住区雨水水量平衡分析的基础上, 根据低势绿地的几个主要影响因素的分析综合确定。

1 住区雨水量平衡分析

降雨过程中, 在住区低势绿地及其相关系统中同时发生降雨、汇流、集蓄、入渗和溢流排放等多种

北京市科委专项基金项目(H010610020112)。

物的存在形态和分布规律进行了考察。结果表明, 以 $0.45 \mu\text{m}$ 作为溶解性和悬浮性污染物的界限尺度对污染物进行分类和处理性评价是一种切合实际的有效方法。城市生活污水中的 SS, 约 65% 的 COD, 60% 的 BOD, 50% 的磷和 20% 的氮均以悬浮物的形态存在, 可通过常规一级处理或强化一级处理得到有效去除。本文提出的污染物分类和处理性评价模式图具有实用价值。

参考文献

- 1 Odegaard H. Optimized particle separation in the primary step of wastewater treatment. *Wat Sci Tech*, 1998, 31(10): 43~53
- 2 Coma J, Jabbouri A, Grasmic A, et al. Intensive primary-treatment of urban wastewater. *Wat Sci Tech*, 1991, 24(7): 217~222

※电话:(029)2202729

修回日期:2004-6-2