

高铁酸钾滤液处理垃圾渗滤液

弓晓峰,雷 婷,武和胜,崔秀丽

(南昌大学环境科学与工程学院,江西 南昌 330031)

摘 要:研究了高铁酸钾滤液的稳定性,并以垃圾渗滤液为处理水样,考察了高铁酸钾滤液对水样中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 COD 、 BOD_5 的处理效果。研究表明,100mL 垃圾渗滤液中投加 5mL 浓度为 21.45mmol/L 的高铁酸钾滤液,对氨氮的去除率达到 72%, COD 去除率达到 48%, BOD_5 去除率达到 78%。

关键词:高铁酸钾;滤液;稳定性;垃圾渗滤液

中图分类号:X703.1

文献标识码:A

文章编号:1000-3770(2008)06-037-03

高铁酸钾(K_2FeO_4)是 70 年代以来开发的新型水处理剂,具有良好的氧化除污功效、优异的混凝助凝作用、优良的杀菌消毒作用及高效的脱味除臭功能等多种特性^[1]。它作为一种非氯型消毒剂,其氧化能力比臭氧还强。它的氧化产物是氢氧化铁,絮凝沉淀后会以污泥的形式从废水中脱除,几乎不会对处理后的水样带来任何二次污染。相对于其它各种水处理氧化剂,它是一种“环境友好氧化剂”^[2],具有高效、无毒、无害等优点^[3]。但现实情况是它至今仍未取代氯而被广泛应用,其原因在于高铁酸盐水溶液稳定性差。高铁酸钾一经投入到垃圾渗滤液中,还未等其发挥其强氧化性能就已完全分解。

高铁酸钾的不稳定性对垃圾渗滤液的处理效果有一定影响,并使其应用推广得到限制。目前国内学者针对高铁酸钾处理废水的应用进行了一些探索性的研究,但是有关高铁酸钾处理垃圾渗滤液的文献却鲜有报道。本文针对高铁酸钾在垃圾渗滤液处理中存在的问题,采用高铁酸钾滤液来处理垃圾渗滤液。高铁酸钾滤液是一种集氧化、絮凝作用为一体的优良水处理化学药剂^[4],有试验证明高铁酸钾滤液的稳定性非常好,且表现出良好的处理效果。

1 试验部分

1.1 主要仪器与试剂

TU-1901 双色光束紫外可见分光光度计(北京普析通用),BS210S 电子天平(北京赛多利斯),

ET99724 微电脑 BOD 测定仪(北京艾诺威商贸有限公司)。KI, HgCl_2 , KOH , HCl , NaOH , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, H_2SO_4 , Ag_2SO_4 , Hg_2SO_4 , 硫酸亚铁铵,邻菲罗啉,以上试剂均为分析纯。

1.2 试验方法

取一系列自制的不同浓度的高铁酸钾滤液,每放置一定的时间,采用分光光度法测定溶液中高铁的浓度,并分析浓度随时间放置长短的变化。

取一定量的垃圾渗滤液于烧杯中,分别投入不同体积的高铁酸钾滤液,测定反应液中氨氮、 COD 、 BOD_5 的浓度,并分别计算高铁酸钾滤液对垃圾渗滤液中氨氮、 COD 、 BOD_5 的去除率,分析其去除效果。

2 结果与讨论

2.1 高铁酸钾滤液的稳定性

高铁酸钾在放置过程中会逐渐分解,并产生 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,而研究发现 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 对高铁酸钾的催化分解作用极强。图 1 为高铁酸钾滤液随时间的分解曲线。

由图 1 可以看出,高铁酸钾滤液的分解随浓度变化很大。初始浓度为 40.17mmol/L 的高铁酸钾滤液,在 15d 内较少发生分解,随后由于分解产生的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的催化作用,滤液开始大量分解,60d 后滤液中的高铁酸钾几乎完全分解。初始浓度为 28.89mmol/L 的高铁酸钾滤液的分解率较 40.17mmol/L 的高铁酸钾滤液要小,而初始浓度为 12.15mmol/L 的高铁酸钾滤液在 3 种浓度中最为稳定,60d 后仅少量分解,分解率约为 10%。

收稿日期:2007-10-09

作者简介:弓晓峰(1962-),女,博士,教授,研究方向为环境检测与评价

联系作者:雷 婷,硕士研究生,联系电话:13870053704;E-mail:leiting02113011@163.com。

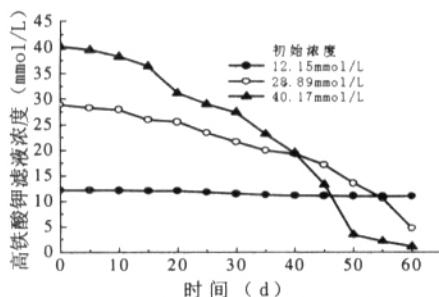


图 1 高铁酸钾滤液分解与时间的关系

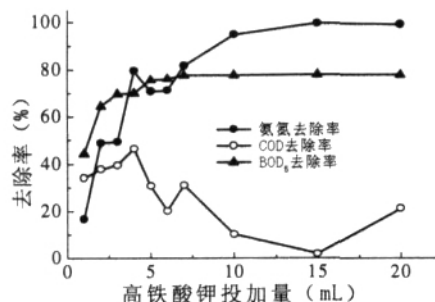
Fig.1 Decomposition curve of K_2FeO_4 filtrate

图 2 高铁酸钾滤液对垃圾渗滤液处理效果

Fig.2 Treating effect of K_2FeO_4 filtrate in landfill leachate treatment

高铁酸钾滤液的初始浓度越高,溶液的稳定性就越差。而高铁酸钾滤液制备工艺中滤液的 pH 值一般在 12 以上。所以可以用高铁酸钾的强碱性稀溶液来防止其分解。另外,高铁酸钾滤液的稳定性要优于高铁酸钾晶体,这可能是因为在高铁酸钾滤液中存在着大量的 ClO^- 、 Cl^- 。贾汉东等人的研究表明^[9], ClO^- 、 Cl^- 等离子存在,有助于提高高铁酸钾溶液的稳定性。文献[6]中也提到卤素钠盐有助于提高高铁酸盐的稳定性。

2.2 高铁酸钾滤液处理垃圾渗滤液

2.2.1 垃圾渗滤液水质

试验用垃圾渗滤液取自南昌市麦园垃圾填埋场,取样后置冰箱冷藏,水质分析结果见表 1。

表 1 垃圾渗滤液水质及测定方法

Table 1 Water quality and measuring methods of the landfill leachate

项目	数值	测定方法
氨氮 (mg/L)	1015	纳氏试剂比色法 ^[7]
COD (mg/L)	8975	重铬酸盐法 ^[8]
BOD ₅ (mg/L)	4700	稀释接种法 ^[9]
pH	8.6	pHB-2 型酸度计

2.2.2 高铁酸钾滤液处理垃圾渗滤液的效果

取 100mL 垃圾渗滤液置于编号的烧杯中,分别往其中滴加 0、1、2、3、4、5、6、7、10、15、20mL 的浓度为 21.45mmol/L 的高铁酸钾滤液,缓慢搅拌,待高铁酸钾滤液的紫色完全褪去,经过相应的预处理后测定反应液中氨氮、COD、BOD₅ 的浓度,并分别计算高铁酸钾滤液对垃圾渗滤液中氨氮、COD、BOD₅ 的去除率。高铁酸钾滤液对垃圾渗滤液中氨氮、COD、BOD₅ 的去除效果见图 2。

从图 2 可以看出,高铁酸钾滤液的投加量对氨氮去除效果有着较大影响,随着高铁酸钾滤液的投加比例的增加,对氨氮的去除率也随之增加。在高铁酸钾滤液投加的初始阶段,滤液对垃圾渗滤液中的氨氮有非常好的去除效果,且对氨氮的去除率随高铁酸钾滤液的投加量的增加而迅速增加,当投加

4mL 高铁酸钾滤液(其中高铁的含量约为 17mg)时,氨氮的去除率达到 80%左右,此时投加的高铁酸钾滤液中的高铁对氨氮的质量比约为 1:45,此后继续增加高铁酸钾滤液的投加量,去除率先是呈现出下降的趋势,而后缓慢上升至 99%。这可能是因为渗滤液中一部分氨氮被高铁酸钾氧化的同时,又有含氮有机物降解产生了大量氨氮,从而增大了溶液中氨氮的含量,导致氨氮去除率有一个下降的过程。随着高铁酸钾滤液投加量的增加,氨氮继续被氧化,因此去除率继续呈上升趋势。经分析,水中硝酸盐氮浓度随着氨氮去除率的升高而升高,且氨氮的减少量与硝酸盐氮的增加量呈等摩尔变化,表明高铁氧化氨氮的最终产物为硝酸盐氮^[10]。

高铁酸钾滤液对垃圾渗滤液中 COD 的去除率先是随高铁酸钾滤液投加量的增加而迅速增加,在高铁酸钾滤液的投加量为 5mL(高铁酸钾的含量约为 21mg)时,对垃圾渗滤液中的 COD 去除率达到最大值 48%。此后,随着高铁酸钾滤液投加量的增加,去除率先是经历一个下降的过程,然后又开始回升。在高铁酸钾滤液加入的初始阶段,由于垃圾渗滤液中存在着大量的还原性物质,如各种有机物、亚硝酸盐、硫化物、亚铁盐(主要的是有机物),滤液中的高铁酸钾能通过极强的氧化作用,将垃圾渗滤液中大分子的有机物迅速降解为小分子有机物,并进一步使一些有机物矿化成无机物;而亚硝酸、硫化物、亚铁盐则分别被氧化成硝酸盐、 H_2S (水样处理过程中产生大量难闻的臭鸡蛋气味气体)、铁盐,从而大大降低渗滤液中 COD 的浓度;而继续增加高铁酸钾滤液的投加量, COD 去除率先是经历一个下降的过程再逐渐上升,这可能因为垃圾渗滤液的成分极其复杂并且性质差别较大,各组分被高铁酸钾降解的难易程度不同,由于高铁酸剂的强氧化作用,使得其中某些难降解的有机物降解生成了可进一步降解的

中间产物,使得 COD 去除率下降,文献[11-12]中处理垃圾渗滤液也出现了同样的趋势。继续增大高铁酸钾投加量,中间产物被降解,COD 去除率又上升了。

初始阶段,高铁酸钾滤液对垃圾渗滤液中 BOD_5 的去除率随着高铁酸钾滤液投加量的增加而迅速增加,在高铁酸钾滤液的投加量为 3mL (高铁酸钾的含量约为 13mg) 时,对垃圾渗滤液中的 BOD_5 去除率达到 71%。此后,随着高铁酸钾滤液投加量的进一步增加,对 BOD_5 的去除率先略为下降而后又缓慢上升。表明高铁酸钾对垃圾渗滤液中的有机物先是氧化分解为某些中间产物,而后随着高铁酸钾滤液投加量的增加,中间产物被进一步降解。由于高铁酸钾对垃圾渗滤液中的 BOD_5 的去除率存在着一定的选择性,因此,进一步增加高铁酸钾滤液的投加量, BOD_5 的去除率不再明显增加,维持在 75%左右。

3 结 论

浓度越低的高铁酸钾滤液,稳定性越好,而从高铁酸钾滤液制备的工艺得知滤液的 pH 值一般在 12 以上,故可知高铁酸钾滤液稳定保存的方式,即强碱性的稀溶液。高铁酸钾滤液的稳定性要优于高铁酸钾晶体,故采用高铁酸钾滤液对垃圾渗滤液的处理效果要好于使用高铁酸钾晶体。高铁酸钾滤液具有制备工艺简单,生产成本低的特点,而且对垃圾渗滤液中氨氮具有非常好的去除效果,对废水中 COD、 BOD_5 的去除也体现出良好效果。100mL 垃圾渗滤液中投加 5mL 浓度为 21.45mmol/L 的高铁酸钾滤

液,即可对氨氮的去除率达到 72%,COD 去除率达到 48%, BOD_5 去除率达到 78%。

参考文献:

- [1] Jia Qian Jianga, Alex Panagouloupoulos, Mike Bauer. The application of potassium ferrate for sewage treatment[J]. Journal of Environmental Management, 2006,(79) :215-220.
- [2] Virender K Sharma. Potassium ferrate(VI): an environmentally friendly oxidant [J]. Advances in Environmental Research,2002,(6):143-156.
- [3] Sergio JD, Allen S C, Charles J.S. Ames test ferrate treated water [J].Environmental Engineering,1983,109(5):1159.
- [4] 陈颖,李金莲,王宝辉,等.高铁酸钾滤液氧化降解 HPAM 的研究[J].化工进展,2005,24(1):68-70.
- [5] 卢朝霞,贾汉东. ClO^- 对 FeO_4^{2-} 溶液的稳定作用[J]. 洛阳大学学报, 2002,7(2):29-31.
- [6] Bouzek K,Schmidt M,JWragg A. Influence of anode material composition on the stability of electrochemically-prepared ferrate(VI) solutions[J]. J Chem Technol Biotechnol., 1999,74(12):1188-1194.
- [7] 水和废水监测分析方法编委会.水和废水监测分析方法(第四版)[M].北京:中国环境科学出版社,2002:58-62.
- [8] 中国标准出版社第二编辑室.水质分析方法国家标准汇编[M].北京:中国标准出版社,1996:68-72.
- [9] 奚旦立,孙裕生,刘秀英.环境监测(第三版)[M].北京:高等教育出版社,2004,567-572.
- [10] 曲久辉,王立立,田宝珍,等.高铁酸盐氧化絮凝去除饮用水中氨氮的研究[J].环境科学学报,2000,20(3):281-283.
- [11] 罗建中,齐水冰,操洲杏,等.光催化氧化法处理垃圾填埋场渗滤液的研究[J].环境污染与防治,2001,23(4):63-65.
- [12] 周爱姣,陶涛,李胜利,等.等离子体技术用于垃圾渗滤液预处理[J].中国给水排水,2003,19(11):59-61.

STUDY ON THE TREATMENT OF LANDFILL LEACHATE WITH THE POTASSIUM FERRATE FILTRATE

GONG Xiao-feng, LEI Ting, WU He-sheng, CUI Xiu-li

(School of Environmental Science and Engineering of Nanchang University, Nanchang 330031, China)

Abstract: As a new high efficient multi-functional water treating reagent, the potassium ferrate has many advantages, such as high efficient, non-toxic and non-hazardous. But its application is restricted by its instability. This stability of the potassium ferrate filtrate and the treatment efficiency of NH_4^+-N , COD, BOD_5 of landfill leachate using the potassium ferrate filtrate were discussed. The experimental results showed that: When 5mL potassium ferrate whose concentration is 21.45mmol/L was added to 100 mL landfill leachate, the removal rate of ammonia nitrogen, COD, BOD_5 could reach 80%, 46.5%, 70% respectively.

Keywords: potassium ferrate;filtrate;stability;landfill leachate

保护地震灾区饮用水水源,
防止被有毒化学物质和各种病原体污染