

文章编号: 1009-6094(2004)06-0043-03

金属离子对好氧活性 污泥活性的影响*

孟雪征, 赖震宏, 龙腾锐

(重庆大学城市建设与环境工程学院, 重庆 400045)

摘要: 通过小试装置研究 Mg^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Co^{2+} 和 Mo^{6+} 单独存在时对活性污泥活性的影响。结果发现, Co^{2+} 浓度在 2 mg/L 以下时,对活性污泥活性稍有抑制,其他离子则均有促进作用。 Mn^{2+} 、 Mo^{6+} 、 Zn^{2+} 、 Mg^{2+} 和 Ni^{2+} 的促进浓度范围分别是: $0.5\sim 3\text{ mg/L}$ 、 $0.5\sim 5\text{ mg/L}$ 、 $0.5\sim 1\text{ mg/L}$ 、 $5\sim 20\text{ mg/L}$ 、 $0.25\sim 1\text{ mg/L}$ 。在各自最佳浓度条件下对活性污泥活性促进的主次顺序为: $Mg^{2+} > Mn^{2+} > Zn^{2+} > Ni^{2+} > Mo^{6+}$ 。

关键词: 环境工程; 比耗氧率; 脱氢酶活性; 金属离子; 促进作用; 活性污泥

中图分类号: X703.1

文献标识码: A

0 引言

在好氧活性污泥法污水处理系统中,微生物活性是决定污水处理效率的关键因素。影响微生物活性的因素很多,主要有进水底物浓度和种类、温度、pH值、溶解氧等。除此之外,在微生物生长和代谢过程中还需要一些矿物营养,当这些矿物元素缺乏、过多或比例失调时,会影响微生物正常的新陈代谢,使微生物活性下降。通常认为,污水成份复杂,含有足够的矿物营养供微生物生长需要,但事实并非如此,一些工业污水或工业污水比例较高的城市污水中往往缺乏一种或多种矿物营养^[1]。因此,研究哪些矿物元素在什么范围对活性污泥活性具有促进作用,对保证和提高污水生物处理效率有重要意义。

1 试验装置和方法

1.1 试验装置与测试仪器

试验装置为间歇式反应器,有效容积 60 L 。所用好氧活性污泥取自处理生活污水的普通活性污泥处理系统。反应器内混合液悬浮固体(MLSS)控制在 $2\ 500\sim 3\ 000\text{ mg/L}$, $\text{pH}=6.5\sim 7.5$ 。采用人工配水作为试验用水,其配方见表1。进水COD约为 500 mg/L 。

主要测试仪器: HACH-OUR仪, 721分光光度计, 恒温水浴锅, 离心机。

1.2 分析方法

由于 Cl^- 、 NO_3^- 、 Na^+ 在污水中广泛存在,不会对试验结果造成影响,因此金属离子分别以 $Mg(NO_3)_2\cdot 6H_2O$ 、 $MnCl_2\cdot 4H_2O$ 、 $Na_2MoO_4\cdot 2H_2O$ 、 $NiCl_2\cdot 6H_2O$ 、 $ZnCl_2$ 和 $CoCl_2\cdot 6H_2O$ 的形式加入,分别换算成各自的离子浓度。

1) 活性污泥脱氢酶活性的测定。在2,3,5-氯化三苯基四氮唑(TTC)-脱氢酶测定中常采用单一-基质,一般为葡萄糖或乳酸盐等。有资料^[2]表明,这样测出的脱氢酶活性实际上使测定过程特殊化,所测得的只是活性污泥降解该种底物时的活

性,而不是活性污泥在实际运行中降解混合底物的活性。因此,本试验以反应器进水作为基质测定脱氢酶活性。操作方法为:将活性污泥预处理后放入试管内,加入Tris-HCl缓冲液,基质(反应器进水)和0.5%的TTC各 2 mL ,恒温培养后离心,取上清液比色,根据标准曲线确定活性污泥脱氢酶活性。具体操作过程见文献[3]。

表1 实验用水配方

Table 1 Recipe for synthetic wastewater	
成份	质量浓度/($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)
奶粉	0.168
葡萄糖	0.168
氯化铵	0.042
磷酸二氢钠	0.021

2) 活性污泥比耗氧率的测定。从反应器中取出污泥混合液放入离心管离心,弃去上清液,将沉淀加入清水,曝气 24 h 使污泥处于内源呼吸状态,然后加入基质用HACH-OUR仪测比耗氧率。基质为稀释的反应器进水。

2 结果与讨论

2.1 金属离子对活性污泥活性的影响

Mn^{2+} 、 Mo^{6+} 、 Zn^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Co^{2+} 都是细胞生长代谢所需的金属离子,混合投加时,相互之间有可能产生拮抗或协同作用,难以确定各金属离子对好氧活性污泥活性的单独影响。为此,将它们以不同的浓度单独投加,然后分别测定活性污泥的比耗氧率和脱氢酶活性。实验结果见图1~6。

从图1~5可分别看出, Mn^{2+} 、 Mo^{6+} 、 Zn^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ni^{2+} 在合适的浓度范围内均对污泥活性有促进作用。综合考虑对活性污泥的脱氢酶活性和比耗氧率的影响,可以确定 Mn^{2+} 、 Mo^{6+} 、 Zn^{2+} 、 Mg^{2+} 和 Ni^{2+} 的促进浓度范围分别为 $0.5\sim 3\text{ mg/L}$ 、 $0.5\sim 5\text{ mg/L}$ 、 $0.5\sim 1\text{ mg/L}$ 、 $5\sim 20\text{ mg/L}$ 、 $0.25\sim 1\text{ mg/L}$ 。

图6是不同浓度 Co^{2+} 对活性污泥活性的影响。从图6可以看出, Co^{2+} 对活性污泥活性具有明显的抑制作用。这可能因为Co本身是一种脱氧剂,对需氧细菌有耗氧的竞争反应。

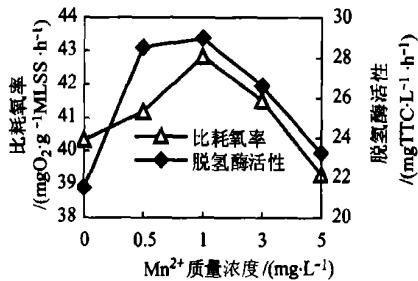
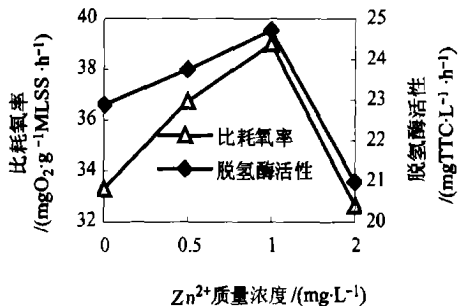
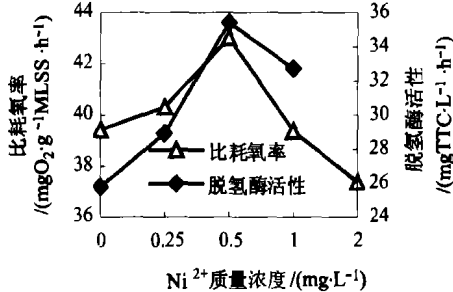
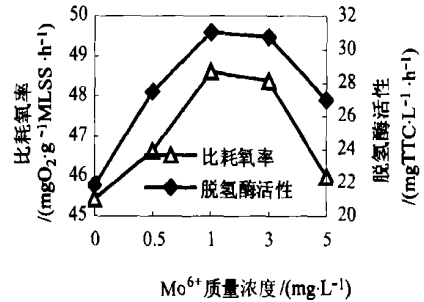
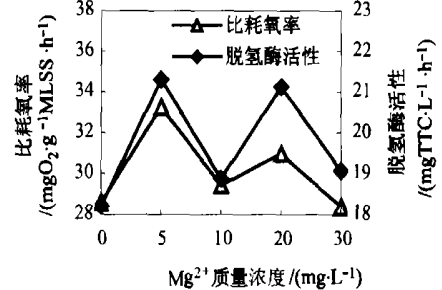
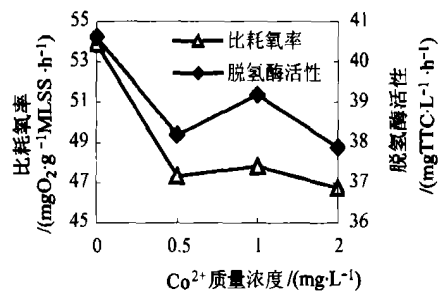
金属离子促进活性污泥活性的机理是复杂的。每种金属在生物体内分解代谢和合成代谢的哪一环节起关键性作用,还不能完全确定。目前的研究表明,锰是 Mn -超氧化物歧化酶、丙酮酸羧化酶、精氨酸酶等的辅助因子,是腺嘌呤核苷酸酶和一些水解酶的激活剂,有时可替代镁^[4]。锌是各种金属蛋白酶、 $Cu(Zn)$ -超氧化物歧化酶、碳酸酐酶、醇脱氢酶等的辅助因子^[5]。镁在糖酵解、呼吸、氧化磷酸化等过程中起重要作用,是各种激酶、柠檬酸裂合酶、异柠檬酸脱氢酶、碱(酸)性磷酸酶等的辅助因子,是多种激酶的激活剂^[6]。镍存在于辅酶F₄₃₀之中,是某些水解酶的激活剂^[7]。在黄嘌呤氧化酶、亚硫酸盐氧化酶、硝酸盐还原酶、甲酸脱氢酶和CO脱氢酶中,钼是不可缺少的^[8]。

从图1~6还可看出,投加不同浓度的 Mn^{2+} 、 Mo^{6+} 、 Zn^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ni^{2+} 和 Co^{2+} 所测得的污泥比耗氧率与脱氢酶活性有明显相关性。这是由于在有机物生物氧化分解过程中,脱氢是关键步骤。脱氢酶催化有机物脱氢,在有氧条件下,氢离子由辅酶I或II等递氢体经呼吸链最终传递给激活的氧分子,即氧是生物氧化的最终受体。比耗氧率测定的实质即是直接测定系统内最终受体——氧的消耗速度,而TTC—脱氢酶活性测定分析的实质则是以有机染料TTC作为人造受体,以取代氧化呼吸链的天然最终受体(O_2),测得的是最终和氧结合的氢离子量。因此,它们在本质上有很强的相关性。

* 收稿日期: 2004-01-16

作者简介: 孟雪征(1969-),女,副教授,博士后,从事环境微生物研究。

基金项目: 国家“十五”攻关课题“水环境安全关键技术与示范”(2001BA604A01)

图1 Mn²⁺对活性污泥活性的影响^[3]Fig 1 Effect of Mn²⁺ on AS activity图3 Zn²⁺对活性污泥活性的影响^[3]Fig 3 Effect of Zn²⁺ on AS activity图5 Ni²⁺对活性污泥活性的影响^[3]Fig 5 Effect of Ni²⁺ on AS activity图2 Mo⁶⁺对活性污泥活性的影响^[3]Fig 2 Effect of Mo⁶⁺ on AS activity图4 Mg²⁺对活性污泥活性的影响^[3]Fig 4 Effect of Mg²⁺ on AS activity图6 Co²⁺对活性污泥活性的影响^[3]Fig 6 Effect of Co²⁺ on AS activity

2.2 各金属离子对活性污泥活性影响的程度

为了考查何种金属离子对活性污泥活性的促进作用最强,在相同实验条件下,将Mn²⁺、Mo⁶⁺、Zn²⁺、Mg²⁺和Ni²⁺分别以1 mg/L、1 mg/L、1 mg/L、5 mg/L、0.5 mg/L浓度投加,然后测定各自的活性污泥比耗氧率,实验结果见图7。

由图7可以看出,投加Mg²⁺导致的溶解氧下降最快,即活性污泥比耗氧率最大。这说明Mg²⁺对活性污泥活性的促进作用最大。确定各离子促进作用的主次顺序为:Mg²⁺ > Mn²⁺ > Zn²⁺ > Ni²⁺ > Mo⁶⁺。

3 结论

1)在活性污泥系统中,一定浓度范围内的Mn²⁺、Mo⁶⁺、Zn²⁺、Mg²⁺和Ni²⁺的存在会对活性污泥的活性起到促进作用。而Co²⁺则表现出抑制作用。

2)Mn²⁺、Mo⁶⁺、Zn²⁺、Mg²⁺和Ni²⁺对活性污泥活性的促进浓度范围各不相同。

3)在同样浓度下,Mn²⁺、Mo⁶⁺、Zn²⁺、Mg²⁺和Ni²⁺对活性污泥活性的促进程度不同。

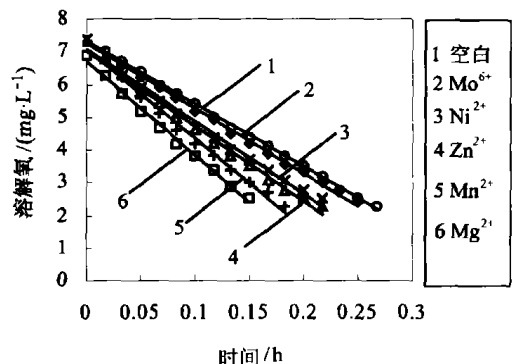


图7 各金属离子在其最佳浓度下对活性污泥耗氧率的影响比较

Fig 7 OUR of AS comparison for each metal ion within its best stimulation concentration

References(参考文献):

- [1] Metcalf & Eddy Inc Wastewater Engineering: Treatment and Reuse [M] Fourth Edition Beijing: Tsinghua University

Press, 2002

- [2] Yin Jun (尹军). Some problems in determination dehydrogenation activity of digested sludge[J]. *China Water and Wastewater* (中国给水排水), 2000, 16(10): 1~3
- [3] Zhu Nanwen (朱南文), M in Hang (闵航) and Chen Meici (陈美慈). The study of determination on TTC-dehydrogenase activity[J]. *China Methane* (中国沼气), 1996, 14(2): 3~5
- [4] Gao Junfa (高俊发) and Qiao Hua (乔华). Research and development of activation agent for wastewater treatment[J]. *Shaanxi Environment* (陕西环境), 2000, 7(3): 41~43
- [5] Yang Pin (杨频) and Gao Fei (高飞). *Principles of Biological Biochemistry* (1) (生物无机化学原理(上)) [M]. Beijing: Higher Education Press, 2000. 9~12
- [6] Srinath G and Pillai C. Observations on some minerals and B vitamins in sewage and sludge[J]. *Curr Sci*, 1966, (35): 247~250
- [7] Speece R E and Sherrand J H. Nickel stimulation of anaerobic digestion[J]. *Wat Res*, 1983, 17(6): 677~683
- [8] Grau P. Criteria for nutrient-balanced operation of activated sludge process[J]. *Wat Sci Tech*, 1991, 24(3-4): 251~258

Effects of metal ions on aerobic activated sludge activity

MENG Xue-zheng, LAI Zhen-hong, LONG Teng-rui

(Faculty of Urban Construction and Environmental Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, China)

Abstract This paper is aimed to introduce the author's study on the effects of Mg^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} and Mo^{6+} on the activity of the activated sludge (AS). The aerobic activated sludge can be used for wastewater treatment, with some metals needed to participate in the bacterial metabolism process. However, what metal and how many quantities are needed remains a controversial problem for a long time. In our study, we introduced six metal ions into a bench-scale reactor respectively. The reactor was then simulated for a SBR aerobic activated sludge process for domestic wastewater purification. At the beginning of every SBR processing period, different metal ions with different concentration were added into the reactor. After the mixed liquor was settled at the end of SBR processing period, the activated sludge was drawn from the reactor and the specific oxygen uptake rate (SOUR) and dehydrogenase activity (DHA) of AS were determined to reflect their activities. The experimental results show that, SOUR and DHA of activated sludge are dramatically declined when Co^{2+} is added with a concentration no more than 2 mg/L into the reactor. Thus, it can be seen that Co^{2+} shows a certain inhibition effect on the activity of AS. When other five metals were added into the reactor respectively, the stimulating effect could be observed, for SOUR and DHA of activated sludge were ascended. When the concentration turned to be within the range of $0.5\sim 3\text{ mg/L}$, $0.5\sim 5\text{ mg/L}$, $0.5\sim 1\text{ mg/L}$, $5\sim 20\text{ mg/L}$, $0.25\sim 1\text{ mg/L}$ respectively, Mg^{2+} , Mo^{6+} , Zn^{2+} , Mg^{2+} , and Ni^{2+} would show their stimulating effect on the activated sludge activity. Comparing each best effect on the activity of AS, the stimulating sequence will be: $Mg^{2+} > Mn^{2+} > Zn^{2+} > Ni^{2+} > Mo^{6+}$.

Key words: environmental engineering; oxygen uptake rate; dehydrogenase activity; metal ions; stimulation; activated sludge

CLC number: X703.1 **Document code:** A

Article ID: 1009-6094(2004)06-0043-03

文章编号: 1009-6094(2004)06-0045-03

电石渣处理洗煤废水的效果及作用机理研究*

李亚峰^{1,2}, 胡筱敏¹, 陈健², 王春敏²

(1 东北大学资源与土木工程学院, 沈阳 110004;

2 沈阳建筑大学市政与环境工程学院, 沈阳 110168)

摘要: 为了防止洗煤废水的污染并使之处理后能够回用, 开展了电石渣—PAM (聚丙烯酰胺) 处理洗煤废水小试实验研究以及实际工程应用的研究, 并通过实验与理论分析, 对电石渣处理洗煤废水的作用机理进行研究。实验研究结果以及实际工程应用效果表明, 采用电石渣—PAM 混凝沉淀法处理洗煤废水具有较好的处理效果, 处理后煤泥水的各项指标均能达到国家排放标准, 且能满足洗煤工艺的用水要求。实验研究与理论分析结果表明, 电石渣对洗煤废水的混凝作用不是补给了 OH^- , 而是提供了大量的 Ca^{2+} , Ca^{2+} 通过压缩双电层, 破坏了煤泥颗粒的稳定性, 从而使煤泥颗粒发生凝聚, OH^- 和 $Ca(OH)_2$ 对洗煤废水的混凝不直接起作用。

关键词: 环境工程; 洗煤废水; 混凝沉淀; 电石渣; 作用机理

中图分类号: X703.5

文献标识码: A

0 引言

煤矿洗煤废水是煤矿主要污染源之一, 对环境有较大的污染。煤矿洗煤废水可以分为两类, 一类是煤质较好的原煤洗选时所产生的洗煤废水, 另一类是地质年代较短、灰分和杂质含量较高的原煤洗选时所产生的洗煤废水。前一种洗煤废水采用浓缩沉淀的物理法就可得到有效处理, 分离的清水可以回用洗煤。后一种洗煤废水中含有大量煤泥颗粒, 不仅粒度小, 浓度高, 而且颗粒表面带有较强的负电荷, 是一种稳定的胶体体系。因此, 该种洗煤废水久置不沉, 难于处理。这种洗煤废水的处理目前一般采用混凝沉淀的方法。本文研究投加电石渣和聚丙烯酰胺处理洗煤废水, 并对其作用机理进行研究。

1 实验研究方法

1.1 实验操作

将水样装入烧杯, 投加聚丙烯酰胺, 搅拌均匀后再加入电石渣乳浊液, 以一定的速度搅拌一定的时间, 然后倒入量筒中静置沉淀 30 min, 最后取上清液测清水分离率 (从原水中分离出的清水所占体积百分比)、清水中 SS、 COD_{Cr} 等指标, 并测定絮凝体的污泥比阻值。

1.2 分析测定方法

pH、SS 和 COD_{Cr} 的测定均采用常规的测定方法, 污泥比阻值采用真空抽滤法测定, ζ 电位采用电泳仪测定。

* 收稿日期: 2004-01-30

作者简介: 李亚峰 (1960—), 男, 教授, 在读博士, 从事水污染控制技术教学和科研; 胡筱敏 (1959—), 男, 教授, 博士生导师, 从事水污染控制技术教学和科研。

基金项目: 建设部科技攻关项目 (02-2-2 12); 辽宁省教委科技攻关项目 (20201450)