

电芬顿预处理后叶酸废水生物降解工艺研究

尚伯忠

中国电建集团港航建设有限公司

摘要: 四氢叶酸 (THF) 及其衍生物通常都称为叶酸, 叶酸分子由喋呤、对氨基苯甲酸 (PABA) 和谷氨酸三部分组成。叶酸是人体内细胞生长和繁殖必需的物质, 对人体的新陈代谢起着重要的作用, 是人体不可缺少的营养素之一。^[1-2]。叶酸废水的处理难点是污染物化学结构稳定, 不易分解, 废水中的某些成分有可能抑制微生物的生长, 进一步降低废水的可生化性。因此, 提高可生化性是我们所面临的首要问题^[3, 4]。目前, 处理制药废水主要有物理化学方法, 包括混凝沉淀法、萃取法、吸附法、膜分离技术以及高级氧化法^[5]。生物处理方法包括厌氧生物处理、好氧生物处理以及其组合工艺^[6]。本论文采用电芬顿氧化法处理叶酸废水, 提高其可生化性, 为相关问题提供理论依据和技术支持。

关键词: 四氢叶酸; 废水; 降解; 工艺

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2021.21.171

一、实验材料及实验方法

(一) 实验材料

1. 实验原水

本实验的原水是叶酸制药厂生产过程中的粗品叶酸废水, 经测定, 其各项水质指标见下表:

表1-1 实验原水各项水质指标

指标	pH	COD	总氮	总磷	氨氮
数值 (mg/L)	0.06	1041.15	360.95	3.92	37.63

2. 实验用污泥

本实验使用的活性污泥取自天津市津沽污水处理厂二沉池, 经测定, 其各项指标见下表:

表1-2 实验用污泥各项指标

指标	数值
污泥沉降比SV%	30.1%
混合液悬浮固体MLSS	5543 mg/L
污泥指数SVI	54.30 ml/g
混合液挥发性悬浮固体MLVSS	3437 mg/L

3. 实验用电解槽和极板

本次电芬顿实验使用特质电解槽, 其规格为长22.38cm, 宽3.43cm, 高10.81cm。

本次电芬顿实验采用的极板为铂板 (阴极产 H_2O_2 法阳极极板) 和包裹着活性炭纤维的钛网 (阴极产 H_2O_2 法阴极极板)。其中, 铂板的规格为长11.39cm, 宽7.40cm; 包裹着活性炭纤维的钛网的规格为长11.55cm, 宽7.98cm。

(二) 实验方案

本实验可以分为两个部分, 先用电芬顿技术对叶酸废水进行预处理, 以提高其可生化性; 之后用A/O工艺对经预处理的叶酸废水进行生物处理。

1. 电芬顿实验阶段

(1) 阴极产 H_2O_2 法

实验前清洗装置及铂板 (阳极极板) 和包裹着活性炭纤维的钛网 (阴极极板), 放入电解槽, 插入曝气管调制好位置曝气。取100ml叶酸废水, 加亚硫酸铁0.0287g, 使得 Fe^{2+} 的浓度为1.0 mM。调pH值为3, 控制通气量 $Q=0.5$ L/min, 电流为0.32A, 反应时间为120min, 在不同的反应时间段取样, 测定COD。

表1-3 阴极产 H_2O_2 法COD

反应时间t (min)	5	10	15	20	30	45	60	90	120
阴极产 H_2O_2 法COD (mg/L)	531.1	511.2	464.8	362.4	363.2	348.8	341.6	329.8	303.2

(2) 阴极产 H_2O_2 法添加活性炭粉末

取150ml叶酸废水, 投加不同的活性炭粉末的量, 其余条件与阴极产 H_2O_2 法相同。显然投加0.225g 活性炭粉末 (0.15g/100g水样) 时, 去除COD效果最好。在后续实验中, 可以确定活性炭粉末的最佳投加量为0.15g/100g水样。

表1-4 投加活性炭粉末的量对COD的影响

反应时间t (min)	0g/100mL	0.05g/100mL	0.10g/100mL	0.15g/100mL
COD (mg/L)	334.32	396.03	341.95	289.36

(3) 正交试验优化三维电极

取150ml叶酸废水, 投加0.225g 活性炭粉末 (0.15g/100g水样), 加亚硫酸铁0.0430g, 使得 Fe^{2+} 的浓度为0.1mM, 以4个pH值: pH=2, pH=3, pH=4, pH=5; 4个电流密度: 2.46, 4.92, 7.38, 10.26 mA/cm²; 4个通气量: 0.1, 0.25, 0.5, 0.75 L/min; 4个反应时间: 30, 60, 90, 120 min为反应条件, 设计16组正交实验, 以确定最佳反应条件。

在不同的反应时间段取样, 对水样进行离心过滤 (6000r/min, 5min), 取一部分离心后水样测定氨氮、总氮、总磷以及留样进行后续生物处理; 另一部分取上清液测定COD。

2. 生物处理实验阶段

经过电芬顿实验阶段, 叶酸废水中COD可以降到400 mg/L以下, 和污水厂进水接近。经过电芬顿实验阶段的叶酸废水, 其可生化性已经大大提高, 可以采用生物处理。

考虑到叶酸原水中总磷含量不高, 总氮含量很高, 同时每组电芬顿实验留下的水样只有120ml左右, 因此, 采用A/O工艺, 污泥不回流, 进行序批式反应。

二、实验结果分析

(一) 对COD的影响

16组电芬顿正交实验以及后续生物处理阶段处理后的叶酸废水COD值及各阶段COD去除率见表2-1。

表2-1 各阶段叶酸废水COD

编号	原水 COD mg/L	电芬顿实验 COD mg/L	生物处理 COD mg/L	总去除量 mg/L	去除率 %
实验1	1041.15	367.29	323.67	717.48	68.91
实验2	1041.15	348.30	160.26	880.89	84.61
实验3	1041.15	273.76	176.76	864.39	83.02
实验4	1041.15	278.70	226.25	814.90	78.27
实验5	1041.15	306.38	297.96	743.19	71.38
实验6	1041.15	293.01	240.39	800.76	76.91
实验7	1041.15	265.04	257.53	783.62	75.26
实验8	1041.15	406.02	326.02	715.13	68.69
实验9	1041.15	289.10	279.67	761.48	73.14
实验10	1041.15	213.59	285.45	755.70	72.58
实验11	1041.15	255.45	290.52	750.63	72.10
实验12	1041.15	156.59	258.46	782.69	75.18
实验13	1041.15	310.71	304.81	736.34	70.72
实验14	1041.15	360.59	315.81	725.34	69.67
实验15	1041.15	245.76	233.32	807.83	77.59
实验16	1041.15	153.40	147.69	893.46	85.81

(二) 对总氮的影响

16组电芬顿正交实验以及后续生物处理阶段处理后的叶酸废水总氮及各阶段总氮去除率见表2-2。

表2-2 各阶段叶酸废水总氮

编号	原水总氮 mg/L	缺氧阶段 总氮mg/L	好氧阶段 总氮mg/L	总去除量 mg/L	去除率 %
实验1	360.95	109.88	106.58	254.37	70.47
实验2	360.95	55.80	87.04	273.91	75.89
实验3	360.95	56.28	60.05	300.90	83.36
实验4	360.95	49.01	69.11	291.84	80.85
实验5	360.95	42.40	80.91	280.04	77.58
实验6	360.95	65.15	80.15	280.80	77.79
实验7	360.95	101.20	88.74	272.21	75.41
实验8	360.95	69.87	70.90	290.05	80.36
实验9	360.95	53.07	57.88	303.07	83.96
实验10	360.95	55.52	58.92	302.03	83.68
实验11	360.95	72.79	68.64	292.31	80.98
实验12	360.95	107.14	58.73	302.22	83.73
实验13	360.95	87.23	93.46	267.49	74.11
实验14	360.95	78.08	85.63	275.32	76.28
实验15	360.95	53.54	69.68	291.27	80.70
实验16	360.95	41.74	50.05	310.90	86.13

(三) 对总磷的影响

叶酸原水中总磷的含量比较低,只有3.92 mg/L,在实验过程中没有引入额外的磷,总磷含量不会增多,不需要进行测定和分析。同时因为总磷含量比较低,在测定过程中产生的误差对结果影响很大,测得数据并不可靠,因此本次实验中没有测定总磷的量,也没有对其进行分析。

(四) 实验总结

由以上分析可以得知,电芬顿—A/O组合工艺是一种优秀的污水处理工艺,在处理以叶酸废水为代表的制药废水领域,有良好的应用前景。

在本次实验中,COD最低可以降到147.69 mg/L,去除率可以达到85.81%;总氮含量最低可以降到50.05 mg/L,去除率可以达到86.13%。电芬顿阶段反应最佳条件为0.15g/100g活性炭粉末,Fe²⁺的浓度为0.1mM,pH值为4,电流密度为10.26 mA/cm²,通气量为0.5 L/min,反应时间为90 min。

参考文献

- [1]梁敏慧.食品中叶酸、烟酸、生物素及泛酸的UPLC-MS/MS检测方法研究[D].北京:北京工业大学生命科学与生物工程学院,2015.
- [2]李海霞,马朝华,王二虎,等.无污水排放的叶酸生产方法[J].企业文化(下旬刊),2013,21(5):211—212.
- [3]李亚峰,高颖.制药废水处理技术研究进展[J].水处理技术,2014,40(5):1—9.
- [4]闫照彬,刘丽.采用高效物化生化组合工艺处理高浓度化学制药废水[J].环境保护与循环经济,2010,6(11):59—61.