

混凝气浮—过滤工艺处理机械加工废水的生产性试验研究

毕东苏* 顾国维 (同济大学环境科学与工程学院 上海 200092)

姜安玺 (哈尔滨工业大学市政环境学院 黑龙江 150090)

摘要 采用混凝气浮—过滤为主体工艺,对哈轴集团一厂区的生产废水进行了生产性试验研究。试验结果表明:在进水 COD 和油类分别为 400 mg/L 和 200 mg/L 的情况下,出水水质分别达到了 60 mg/L 和 10 mg/L,去除率高达 85% 和 95%。经济分析表明:废水的运行成本为 1.4 元/t,具有显著的经济效益。

关键词 机械加工 废水 混凝气浮 过滤 乳化液

Productive Experimental Study of Machining Wastewater by Coagulation Air Floatation and Filtration Technology Treatment

Bi Dongsu Jiang Anxi Guguowei

Abstract A productive experimental study was carried out in the 1st factory of Harbin Bearing Group Company to treat wastewater by coagulation air floatation and filtration as main treatment process. Experimental results indicated that the inlet water contains 400 mg/L of COD and 200 mg/L of oil and the water quality of outlet water could reach 60 mg/L of COD and 10 mg/L of oil, while the removal rates were as high as 85% and 95% respectively. The running cost of wastewater was 1.4 yuan/t with prominent economical benefit.

Keywords Machining wastewater Coagulation air floatation Filtration Emulsion

哈尔滨轴承集团是全国著名的三大轴承生产厂家之一,以生产成品轴承为主。一厂区位于红旗大街,是哈市的一家污染大户。我们采用混凝气浮—过滤工艺处理,处理后的水质达到了《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)。

1 工艺流程的确定

1.1 水质、水量特点

哈轴集团一厂区的废水来源主要有生产用乳化液、生产车间清扫水和冲洗水及厂区的生活污水。乳化液是最具污染性的物质,乳化液原液由乳化油膏(3%~5%)、 NaNO_2 (0.5%~0.6%)、 Na_2CO_3 (0.5%~0.6%)和水配制而成。乳化油膏中机油约占70%、太古油约占30%。废品乳化液的COD高达12000 mg/L,油类9000 mg/L^[1]。又因乳化液循环使用,定期排放,造成水质变动较大。该厂实行两班制生产,从而造成水量变化较大。因此该厂废水具有水质、水量变动大;含油量大,尤其含大量难处理的乳化液;废水的可生化性差等特点。平均的水量水质见表1。

表1 原水的平均水质水量 mg/L

废水来源	水量 (m^3)	pH (无量纲)	BOD	COD	SS	油
总排放口	2850	8.45	90.5	524	166	200

1.2 工艺流程的确定

根据上述的水质水量特点,我们排除了生化处理的可能性。由于乳化液含量较多,乳化液在水中表现为胶体的性质,因此,拟采用混凝为预处理技术。从废水的混凝试验看出,废水的混凝性能较好,但絮凝体下沉性能差,从而确定了混凝—气浮的主体处理工艺,为确保出水水质达到国家污染排放标准,又在后续接砂滤工艺。具体的工艺流程见图1。

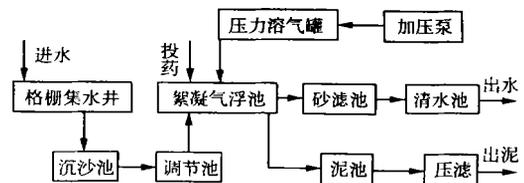


图1 废水处理工艺流程

2 主体处理单元工艺设计

废水的设计水量为 $4000 \text{ m}^3/\text{d}$, 24 h 连续运行。

2.1 调节池

由原有的一座地下油池改造而成,水力停留时间为 8 h,采用钢砼结构,平面尺寸为 $11 \text{ m} \times 35 \text{ m}$,有效水深为 3 m。此构筑物主要作用是均化水量水质。下面采用静水压力排泥,共 6 个排泥斗。

* 毕东苏,男,1977 年出生,博士生,主要研究方向:水污染控制。

2.2 絮凝池

采用穿孔旋流网格絮凝池,水力停留时间为 12 min,共 10 格反应室,每格平面尺寸为 1.2 m × 1.2 m,有效水深为 3 m。反应室内水平设置 3 层网格,由细钢丝制成,网眼尺寸为 50 mm × 50 mm。

2.3 气浮池

气浮池主要完成水中大部分油类和 COD_{Cr} 的去除。它由接触区和分离区及出水区组成,总停留时间为 17 min,有效水深为 2.5 m。接触区有 TV 释放器共 10 个,工作压力为 3 kg/cm²。溶气水回流比为 30%。分离区上部设往复刮渣机,出水区采用可调节堰板出水,以调节气浮池内的水位,利于刮渣机运行。气浮池和絮凝池采用合建式,采用钢砼结构,总平面尺寸为 15.9 m × 7.6 m。

2.4 滤池

考虑到设计水量不大,且对水质无特别的要求,所以采用普通快滤池。其共分 2 格,单格平面尺寸为 4.5 m × 3.5 m,总深 4 m。滤料为石英砂,厚 700 mm。

3 试验结果及分析

该工程竣工后,在调试运转过程中,着重考察了原水的水量、水质及絮凝池中网格对去除效果的影响。在此之前,我们在实验室中对 Al₂(SO₄)₃ 的混凝性能做了大量的小试,并认为当原水的油类为 200~300 mg/L 时,最佳投药量为 50 mg/L,但在实际中用的是粗制矾,因而我们下列试验中的投药量取为 70 mg/L 进行试验。

3.1 水量负荷对气浮池处理效果的影响

从图 2、图 3 可知,去除率随水量负荷增大有降低的趋势,但变化不太明显。当水力容积负荷为 5 m³/s·m³ 时,COD 和油类的去除率分别为 84.2% 和 92.7%,当水力容积负荷为 15 m³/s·m³ 时,COD 和油类的去除率分别为 77% 和 87.5%。虽然水力负荷的增大,导致絮凝池中流速过大,絮凝反应的速度梯度 G 值增大,水流的剪切力使絮凝体无法进一步

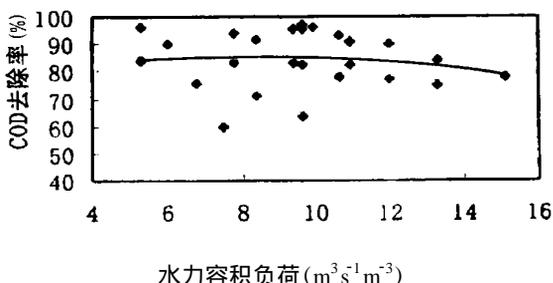


图 2 水量负荷与 COD 去除率的关系

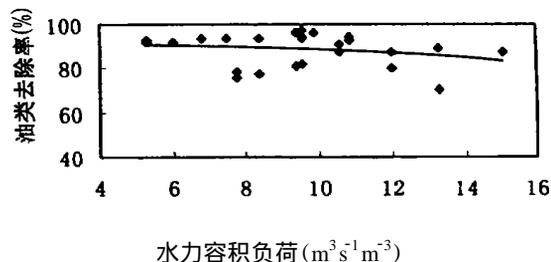


图 3 水量负荷与油类去除率的关系

增大。但应注意此时的水力停留时间 T 变小,反应的 GT 值变化不大。由于气浮对絮凝体的尺寸要求不高,故在试验的水力负荷范围内并没造成去除效果的太大变化。这也说明絮凝沉淀中的絮凝控制指标为 G 和 GT 值,两者缺一不可^[2],但对于絮凝气浮中的絮凝 G 值的变化影响是不明显的。

3.2 水质负荷对气浮池处理效果的影响

图 4、图 5 是投加粗制矾土 70 mg/L 时,水质负荷与去除率的关系曲线。从图示可知,随着水质负荷的增加,平均去除率维持在较高的水平,这充分说明气浮具有极强的耐水质冲击的能力。而且,随着油类浓度的增加,油的去除率却略呈上升的趋势。这可能是因为增加油类浓度均为胶体状乳化油,而这种油类具有极好的混凝性能。虽然当水质负荷较大时,70 mg/L 的投药量已经不足,这时絮体尺寸已不能进一步结大,但已满足“共聚气浮”的要求,形成了“絮体—气泡—絮体”,从而对水质的冲击起到了缓冲作用。

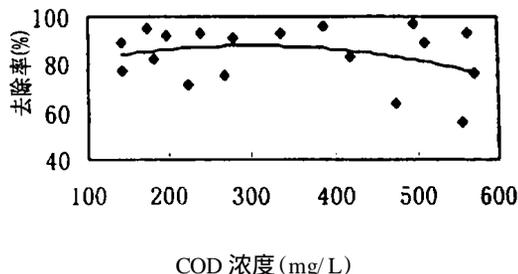


图 4 水质负荷与 COD 去除率的关系

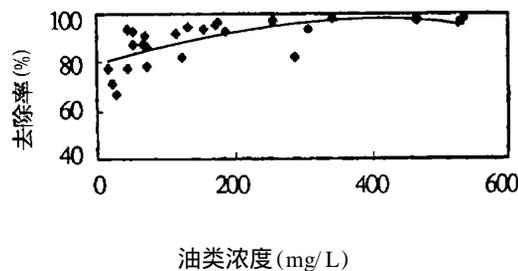


图 5 水质负荷与油类去除率的关系

3.3 絮凝池中网格对处理效果的影响

从图 6、图 7 可以看出,随着絮凝池中的网格数增加,COD 和油类的去除率呈上升的趋势,当不设网格时,COD 和油类的去除率分别为 82 %和 81 %,当网格数为 30 时,COD 和油类的去除率分别为 87 %和 92 %。当水流经过交错穿孔的絮凝池反应室时,形成旋转的水流,旋流经过水平放置的网格后,形成涡旋,这种涡旋不断衰减,逐步形成微涡旋,当其尺寸和絮体相仿时,促进了胶体物质的絮凝^[3]。

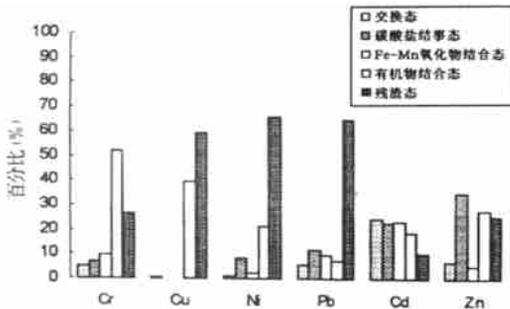


图 6 网格数与 COD 去除率的关系

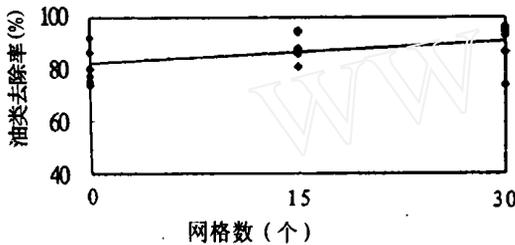


图 7 网格数与油类去除率的关系

3.4 气浮池的运行情况

表 2 是按设计水量运行的记录,此时的投药量为 70 mg/L。从表 2 可以看出气浮池的处理效果良好,只有当进水的水质冲击过大时,出水才会超过排放标准。这种情况是由哈轴一厂区的乳化液废水定期集中排放造成的。

表 2 气浮池及滤池的日常运行记录 mg/L

编号	进 水			出 水			
	COD	SS	油类	COD	SS	油类	
气 浮 池	1	475	587	465	102.7	21	12.4
	2	388.1	131	174	64	44	10.6
	3	200	132	68.5	48	66	7.2
	4	493	212	380	123	64	14.7
滤 池	1	102.7	21	12.4	76	20	7.6
	2	64	44	10.6	53	32	5.5
	3	48	66	7.2	44	27	4.7
	4	123	64	14.7	72	35	6.4

3.5 滤池的去除效果

从表 2 可以看出,滤池对出水水质的达标具有一定的保证作用,但应指出,由于气浮池出水水质较低,导致滤池对 COD、SS 和油类的去除率不高,没有充分发挥滤池的去除率。而且据长期的运行观察看,气浮池出水一般不会超标,偶而的超标一般有两个原因:第一,可能是气浮池操作失误;第二,可能是生产车间集中排放乳化液。因此,如果能通过车间生产的管理,改乳化液集中排放为均匀排放,再加强对气浮池的操作管理,可以不用砂滤池,仅气浮池出水就可以达到排放标准。

3.6 经济分析

该工程的基建费用为 600 余万元,目前处理水量为 2 400 t/d。以设计水量运行,每天运转约 14 h/d,运行费用约为 10 万元/月,水运行成本为 1.4 元/t,这在废水的处理成本中是较低的,具有显著的经济效益。

4 结语

综上所述,可得出以下结论:

混凝气浮为主体工艺处理机械加工废水,对 COD 和油类的去除率高达 85 %和 95 %,是技术可行的工艺。经济分析表明:工程的运行成本仅为 1.4 元/t,因而该工艺在经济上也是可行的。

随水量负荷或水质负荷增加,混凝气浮对 COD 和油类的去除率变化不大,说明混凝气浮工艺具有极强的耐水量冲击负荷和水质冲击负荷的能力。

随着絮凝池中网络数的增多,COD 和油类的去除率明显上升,这说明网格对原水的絮凝有较大的帮助。

参 考 文 献

[1] 杨硕芳. 中国机械工业废水的治理现状及进展. 给水排水, 1998, 24(7): 39~41
 [2] 王绍文, 姜安玺, 等. 涡旋混凝、低脉动沉淀技术. 水和废水技术研究. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992
 [3] 王绍文, 姜安玺, 等. 混凝动力学的涡旋理论探讨. 中国给水排水, 1991, 7(1): 4~7

(收稿日期: 2003-08-18)