

啤酒生产废水的综合治理

简介： 生产工艺流程分六个工段，即粉碎、糖化、麦汁、冷却、发酵、过滤灌装。每个工段都有以废水为主的废弃物产生，污染源头主要有废麦糟、废酵母、热冷蛋白凝固物、废硅藻土等固液混和物及排渣水、洗槽水、废酒花、洗酵母水、洗瓶水、酒头排放杀菌废水和各种洗涤水。啤酒废水浓度高、流量大、污染区域广，直接污染地表水和地下水。

关键字：啤酒生产废水

1 概 述

安徽某啤酒有限现任公司（以下简称公司），年产啤酒 10 万吨。生产工艺流程分六个工段，即粉碎、糖化、麦汁、冷却、发酵、过滤灌装。每个工段都有以废水为主的废弃物产生，污染源头主要有废麦糟、废酵母、热冷蛋白凝固物、废硅藻土等固液混和物及排渣水、洗槽水、废酒花、洗酵母水、洗瓶水、酒头排放杀菌废水和各种洗涤水。啤酒废水浓度高、流量大、污染区域广，直接污染地表水和地下水。公司在防治污染中采取源头废弃物分段治理和利用、强化生产管理和末端治理相结合的综合治理措施，实现吨啤酒废水和污染物浓度均达标排放。

2 源头废弃物的治理及利用

2.1 啤酒废水源头污染状况

公司废弃物的治理前每吨啤酒废水排放量 16m³ 以上,不同的工段排出废水深度相差很大,据阜阳市环境监测站 1997 年 4 月对公司治理前啤酒废水进行监测,糖化发酵工段废水 COD_{Cr} 平均深度为 9750mg/L, 最高达值达到 11216 mg/L, PH 通常为 3.92-10.80,灌装工段 COD_{Cr} 平均浓度 367 mg/L,最高值达 850 mg/L,总排废水 COD_{Cr} 平均浓度为 2596 mg/L,最高值达到 4280mg/L,PH 值波动很大。

2.2 废弃物的源头削减和利用



2.2.1 干排糟

废麦糟排出时改水流输送为气流输运、湿排糟为干排糟，此项减少废水排放量 5 万吨/年。年加工 2240 吨麦糟干饲料向市场出售。

2.2.2 酵母回收

1992 年公司投资 16 万元建立酵母回收系统，回收能力 10Kg/h，1997 年又投资 25 万元改造酵母烘干设备，回收酵母能力提高到 60Kg/h，每年回收干酵母 150 吨，回收啤酒 1400 吨，减少有机高浓度水排放量 2-3 万吨。

2.2.3 废硅藻土和冷热凝固物的利用

硅藻土用作啤酒助滤剂，废硅藻土含有大量酵母和其他有机物，冷热凝固物含有大量蛋白质，将其混合加工作饲料可大大减少废水中的污染物质。

2.2.4 回收酒瓶标签纸的筛滤

灌装工段每天加收一定量废酒瓶，洗涤酒瓶的废水中含有一些纸浆，纸浆水增加了废水的排污负荷。在洗涤车间排污口设置筛网，经筛将大部分的纸浆滤出晒干用于造纸，废液汇入总排集中治理。

2.2.5 清洁水的回用

① 麦汁冷却由传统二段冷却改为一段冷却，每吨啤酒可加收 75 度热水 1.2 吨。

② 糖化采用低用低值煮沸二次蒸汽回收先进生产工艺，每吨酒可回收 7.2 万吨。

③ 冷冻站冷却水年回收 7.2 万吨。

④ 糖化蒸汽冷凝水年可回收 2 万吨。

⑤ 技术改造后的灌装年节约水 30 多万吨，总计年节约水近 60 万吨。



2.2.6 CO₂ 回收与利用

啤酒生产发酵工段产生的 CO₂ 气体排入大气污染空气，经回收后部分满足生产工艺的需要，多余的部分压缩装瓶后出售，现回收能力达 500kg/h。年回收 CO₂ 气 1500 吨。

2.3 啤酒废水的末端治理

2.3.1 啤酒末端废水污染状况

啤酒污染物源头分段治理后,公司每天排放废 水量 3000-3500 吨,每吨啤酒废水排放量为 10.2 吨,小于 GB8978-1966 续表中最高允许排放量 16m³/t 啤酒(排水量不包括麦芽水部分)。废水主要来源为各类设备、窗口管道的洗涤水。主要污染物有淀粉、蛋白质、酵母菌残体、废酒花、残留啤酒、少量酒糟、麦糟及洗涤发酵罐的废碱液。废水中主要的污染指标浓度 COD_{Cr}600-1200 mg/L, SS150-500mg/L,BOD₅170-400 mg/L,PH 5-12。按 BG8978-1996 综合污水排放二级标准和 GB5084-92 农田灌溉水质标准,各污染物浓度均不能达标排放,必须进行深化处理。

2.3.2 啤酒废水末端治理原理与流程

啤酒废水末端治理措施是联合使用塔式生物滤池、生物接角氧化法和活性污泥法,采用“兼气-好氧”生物序批操作。工艺流程见图 1。

污水处理站有两组反应设施,每组有一个塔式生物滤池,四个串联的兼气池和两个串联的 SBR(序批式曝气)池。各车间排放的污水经固液分离机去降大颗粒杂质后,进集水池,然后用潜污泵送至调解池。在池内均质 6-8 小时,经表面浮桶均匀出水,自流入兼气反应池,池内组合填料上生长着最大兼气菌,废水中有机物经兼气初步吸附氧化,再经循环泵送到塔式过滤池顶端的放置布水器。向下喷淋的废水通过塔内的立波填料时与填料表面的好氧生物膜及空气接触,吸附氧化得到第一次净化。废水由滤塔自流兼气池后,有氧废水和无氧废水混合,兼性菌在兼气池内把高分子有机物分解成低分子有机物,把活性污泥难以氧化的有机物预先分解,废水第二次行得到净化。废水经兼气池处理后自流入 SBR 池,SBR 池为活性



污泥法。COD_{Cr} 一般在 500 mg/L 以下，兼气池废水中维持有足够溶解氧，为微生物生长创造良好的条件，活性污泥有很强的有附和氧化分解有机物的能力，使废水得到第三次净化。

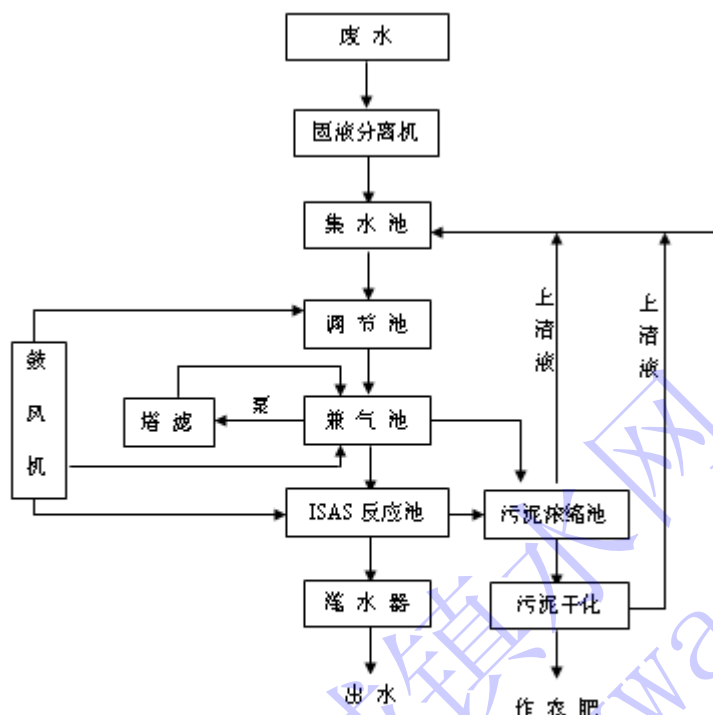


图 1 兼气-好氧废水处理工程流程

SBR 池处理废水工序包括进水、反应、沉淀、排水、空载、等待机等五道工序，室内设有曝气和搅拌装置，集曝气、沉淀、排水、排泥、各种功能于一身，不必另设沉淀和污泥回流工序，能较大幅度地节省占地、节约能耗及进出水时间。

2.3.3 运行调试及效果分析

废水处理站 1997 年底开始试运行，半年来，处理废水水质达到 GB8978-1996《污水综合排放》二级标准，完全满足农田灌溉标准的需要。

2.3.3.1 运行调试优化条件

废水处理正常运行初步探索满足一定的条件。要求 PH 值 6-9，PH 值 <6 真菌开始与细菌竞争，PH > 9 代谢速度将受到阻碍，溶解氧为 1.5-2.7mg/L，污泥沉降比为 11%-15%，污

泥浓度为 MLSS1.8-3mg/L 泥龄 25-30 天，一个运转周期内（8 小时）兼气池曝气 2 小时，SBR 池曝气 6 小时，两池曝气时间间隔开。根据进水量大小分别加开鼓风机，或减少曝气时间。此条件下污泥颗粒大，沉淀快，出水效果好。

2.3.3.2 运行调试优化条件

在满负荷运行条件下，监督监测每次连续 72 小时，每班八小时测两次水样，分析项目有流量、PH、BOD5、SS、CODcr，化验室每班八小时自测一次水样，分析项目有 PH、SS、CODcr、污泥浓度（MLSS）、污泥沉降比（SV%）。表 1 是半年中监督监测和自测的综合结果，通过数据分析，可以看出经过各工段污染源头降解和污水处理站前期物理方法上理，兼气-好氧生物处理的进水水质 PH6-9，CODcr 为 600-1200mg/L，废水中有机物浓度明显下降。这种浓度的机物废水适宜兼气-好氧物物法处理。初中证明当 PH 小于 5，大于 10 或由于麦糟液、酵母进入废水超过一定限度限 CODcr 大于 1500mg/L，兼气池和曝气失控，废水处理效果差。

2.3.3.3 污泥膨胀的抑制

有机物负荷的突变、DO 过高或过低、PH 突变都可能使丝状菌大量繁殖，产生污泥膨胀。采用该兼气池 CODcr 较稳定，通过每班进水水质适当调整操作，如加曝或减曝、加酸或加碱，使曝气池始终达到良好的运行状态，保证曝气池微生物的正常生长，抑制污泥膨胀。

表 1

项 目		平均值	范围值	最大值超标倍数
进水	PH	7.24	6.0-9.0	
	SS	284.9	145-507	1.5
	CODcr	591.5	315-823	2.9
	BOD5	269.2	170-303	3.5
出水	PH	8.06	7.97-8.10	
	SS	51.5	41-69	
	CODcr	55.0	20-99	
	BOD5	21.6	14.6-50.8	



出水流量 m³/d 3500 3000-3800 m³/T 啤酒 10.2 9.8-11.9

3 结 论

(1).公司啤酒生产过程中污染源头分段治理、综合利用可将高浓度有机废水降为较低浓度有机废水,废水量减少 40%,外排 COD_{Cr} 减少 38 吨/年,COD_{Cr} 浓度平均值由 2000-400mg/L 降至 6000-1200mg/L。较低浓度有机废水有利于进一步深化治理。在源头污染负荷大大降低的同时,经济上取得显著效益,现每年回收副产品净收益 154 万元。

(2)末端废水采用“兼气-好氧”生物序批式处理技术,此技术安全可靠,出水稳定,布局紧凑。COD_{Cr} 除去率可达到 95%以上。

(3)末端治理进水要求 COD_{Cr} 不高于 1500mg/L,PH 值 6-9,当源头治理失控,如酵母、麦糟流入废水以及酸碱度过大都会使末端处理效果差。