

乳酪厂污水, 废水处理, 混凝剂, MBBR

乳酪厂污水处理

8
26-28

范懋功

X792.03

【内容提要】挪威一乳酪污水生化处理厂由于负荷增大而需要提高有机物和磷的去除率。把现有曝气池改建为预曝气均化池, 用两个流动床生物膜反应器 (MBBR) 代替两个现有生物滤池。生物膜附着在反应器中的悬浮填料上。在现有中间沉淀池和现有絮凝池之后新建最终沉淀池。当负荷大幅度变化并经常超过设计值时, 处理厂改建后总 COD 和磷的去除率都达 98%。当混凝剂投加量为 $2.0\text{molAl}^{3+}/\text{molP}$ 时, 出水中总磷平均浓度为 0.36mg/L 。

挪威奶制品协会乳酪厂由于产量增加和更为严格的排放标准, 1994 年改建现有污水处理。原处理厂有一个曝气池, 两个串连的生物滤池, 一个最终沉淀池和一个化学除磷装置。原设计处理水量为 $200\text{m}^3/\text{d}$, 要求有机物去除率大于 90%, 出水中总磷含

量要求低于 1.0mg/L 。原设计有机负荷为 170kgBOD/d (280kgCOD/d)。

原处理厂流程如下:

污水→格栅→活性污泥曝气池→潜水泵→一级生物滤池→二级生物滤池→潜水泵→加 FeCl_3 →絮凝池→沉淀池→排放

沉淀池污泥→泵——→贮泥池 (曝气) →到城市污水处理厂脱水
污泥回流到曝气池

1991—1994 年运行时主要参数如下:

曝气池

容积 123m^3
供气量 $800\text{Nm}^3/\text{h}$

生物滤池

净容积 $2 \times 94\text{m}^3$
生物膜比表面积 $90\text{m}^2/\text{m}^3$

絮凝池 (3 室)

快速混合室 0.23m^3
第一絮凝室 1.66m^3
第二絮凝室 3.71m^3

沉淀池

总容积 20m^3
总表面积 7.3m^2

贮泥池

容积 42m^3
供气量 $175\text{Nm}^3/\text{h}$

老处理厂受纳乳酪厂全部生产废水和生活污水。排水时间从星期一到星期五晨 6 点

到下午 6 点, 另外, 星期六到星期日牛奶到厂时排出污水。从 1992 年 1 月到 1994 年 7 月排水情况和处理结果综合如表 1:

表 1

				平均		最小		最大	
流量(m ³ /h)				103		67		155	
有机负荷(kgCOD/d)				252		79		638	
项目	进水(mg/L)			出水(mg/L)			去除率(%)		
	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大
COD	2740	710	6320	223	50	520	88.2	70.1	98.6
SS	900	290	1830	93	5	810	88.7	44.1	99.0
总磷	29	10	48	2.5	0.2	16	94.9	83.8	98.8

处理厂水力负荷总是低于设计值。有机负荷变化很大, 有 27% 的水样测定值高于设计值。从上述数据来看, 有机物去除率不能保证大于 90%, 出水中总磷浓度也不能保证小于 1.0mg/L 。

改建后处理厂主要设计参数如下:

进水流量

平均日 $150\text{m}^3/\text{d}$

最高日	200m ³ /d
平均日最大时	15m ³ /h
最高日最大时	30m ³ /h
有机负荷	
平均日	200kgBOD ₇ /d
最高日	250kgBOD ₇ /d
平均日最大时	20kgBOD ₇ /d
最高日最大时	40kgBOD ₇ /d
总磷负荷	
平均日	3.5kgTP/d
最高日	4.5kgTP/d

进水 pH 值为 2~12, 要求出水 pH 值为 6.5~8.0, BOD₇ 去除率 ≥ 95%, COD 去除率 ≥ 95%, 总磷值小于 0.4mgP/L。

改建的污水处理厂决定采用 MBBR。反应器中生物膜载体(填料)是聚乙烯(密度为 0.96g/cm³)中空小圆柱体, 体内有十字支撑。靠反应器中布气系统气流使填料浮动。在反应器出口处装孔径为 5mm 的网避免填料流失。填料最大填充率为 70%, 生长生物膜比表面积约为 500m²/m³, 实际上生物膜主要生长在填料内部, 其比表面积约为 350m²/m³。改建工程于 1994 年 11 月开始到 1995 年 1 月正常运行。改建后的处理流程如下:

污水→磨碎机→曝气均化池→潜水泵→第 1MBBR→第 2MBBR→沉淀池→絮凝池→沉淀池→排放沉淀池污泥→泵→贮泥池→到城市污水处理厂脱水

改建处理厂主要参数:

曝气均化池

最大容积	123m ³
供气量	250Nm ³ /h

流动床生物膜反应器(新增)

总容积	2×50m ³
水深	3.4m
生物膜比表面积	335m ² /m ³
供气量	2×425Nm ³ /h

中间沉淀池(老池)

总表面积	7.3m ²
------	-------------------

容积	20m ³
絮凝池(老池)	
快速混合室(把旧的缩小)	0.08m ³
第一絮凝室	1.66m ³
第二絮凝室(加阳离子型聚合物 0.3~0.4mg/L)	3.71m ³
最终沉淀池(新建)	
总表面积	16.0m ²
容积	44m ³
贮泥池(老池)	
容积	42m ³
供气量	175Nm ³ /h

均化池使一天之内 MBBR 的水力负荷均匀, 并调节进水 pH 极值。化学处理对除磷来说是很重要的步骤, 并对 COD 去除进行精处理。加聚合氯化铝代替以前使用的有腐蚀性的三氯化铁溶液。老的沉淀池表面积不能满足水力负荷的要求, 而且除磷要求提高, 因此增加一个新的沉淀池。如果设计新处理厂时, 只需要一个沉淀池。乳酪厂由于未设隔油池, 因此有些油脂流入处理厂, 有时浮在沉淀池表面, 为了防止这些浮渣带出水中, 1995 年 5 月改造最终沉淀池, 在池内装侧板并将浮渣流回均化池。

1995 年 1 月 3 日到 7 月 21 日运行条件如表 2。

表 2

	水温℃(平均)		pH(平均)		溶解氧 mg/L(平均)	
	A 期	B 期	A 期	B 期	A 期	B 期
均化	-	-	6.4	6.5	0.7	0.2
MBBR1	30.5	34.0	7.5	-	4.5	3.9
MBBR2	31.1	34.5	-	7.7	4.2	3.3
出水	-	-	6.9	7.5	-	-

注: 最终沉淀池改造前为 A 期, 改造后为 B 期。

	A 期平均值	B 期平均值
流量 (m ³ /d)	113	85
有机负荷 (kg(COD)/d)	355	347
磷负荷 (kgP/d)	3.4	3.2
混凝剂投加量 (molAl ³⁺ /molP)	2.10	1.96

由上可见 MBBR 中水温在 30~35℃ 之间, 进水 pH 值在均化池后得到很好的调节。在

MBBR 中 pH 值为 7.0-8.0。均化池中的溶解氧 (DO) 浓度较低, 约在 2.5-5.5mgO₂/L 之间。运行期间日流量从来没有超过设计流量最大值。有机物平均负荷高于平均日设计负荷。进水 T (总) COD/T (总) BOD₅ 之比为 1.37 ± 0.09, 平均有机负荷达到设计最大值 250kgTBOD₅/d, 设计最大负荷出现天数超过 45%。最终沉淀池改建前后 TCOD 负荷有时达 600kgTCOD/d, 磷平均负荷接近设计平均值, 但有几次总磷负荷达 6-7kgTP/d, 超过设计最大值 4.5kgTP/d。混凝剂根据流量比例投加, 由于进水总磷浓度变化大, 使混凝剂单位投加量 (molAl³⁺/molTP) 变化也大。A 期 (B 期) 进水和出水浓度及其去除率综合如表 3。

表 3

参数	进水平均值 (mg/L)	出水平均值 (mg/L)	平均去除率 (%)
TCOD	3070(4420)	92(65)	96.7(97.8)
SS	480(600)	29(6)	91.9(99.0)
TP	30(48)	1.3(0.36)	94.5(98.4)

除了极高的有机负荷外, 处理厂出水 TBOD₅ 的去除率很容易大于 95%。根据出水 TCOD/TBOD₅ 之比为 3.0, 可估计 A 期 TBOD₅ 的去除率为 98%, B 期约为 99%。A 期除磷率不合格, 但最终沉淀池改建后除磷效果很好而且稳定。当混凝剂平均投加量低于 2molAl³⁺/molTP 时, 出水平均磷浓度为 0.36mgTP/L。当流量为 116m³/d, 有机负荷为 550kgTCOD/d 时污水经均化池后 TCOD 的去除率为 30%, FCOD 为 60%。

MBBR-1 后 TCOD 的去除率为 87%, MBBR-2 后为 95%。中间沉淀池后 TCOD 的去除率为 98%, 化学处理后达 99%。当有机负荷为 7-8kgTCOD/m³·d 时, MBBR-1TCOD 的去除率达 80%。当有机负荷为 2-4kgTCOD/m³·d 时, 均化后的污水经两个反应器后 TCOD 的去除率达 85-97%, 化学处理后达 97-98%。最容易生物降解的 COD 已经在均化池预曝气过程中除去。

虽然所有生物处理系统都需要营养物, 此处理厂磷显然过量。但 MBBR-1 的出水中无机氮含量小于 1mgN/L, 表明在 MBBR-1 中缺少营养。但由于 MBBR-1 带出的过量生物质的水解作用, 在 MBBR-2 中的总无机氮含量增加, 因此氮的缺乏并不降低整个处理厂的效能。

MBBR 中采用孔径为 4mm 的布气管系统和流动生物膜载体总的传质速率高。经测定, 在水温为 30-35℃, 溶解氧为零的条件下, 平均传质速率为 7.9gO₂/Nm³ 空气·m 扩散深度, 这与活性污泥法微孔曝气系统相当。

当出水磷浓度为 0.6mgPO₄-P/L (0.66mgTP/L) 时, 混凝剂单位投量为 1.68molAl³⁺/molPO₄-P, 总磷去除率为 98%。用聚合氯化铝作为混凝剂, 平均投加量为 2.0molAl³⁺/molP, 出水中总磷平均浓度为 0.36mgP/L。

综上所述, 最终沉淀池改造后处理厂 TCOD 和 TP 平均去除率可达 98%。

△作者通讯处: 100011 北京德外大街 12 号银燕环保设备工程公司