

生物活性炭运行失效指标的确定

刘 辉¹, 曹国华², 许建华¹, 沈敬贤³

(1. 同济大学 污染控制与资源化研究国家重点实验室, 上海 200092; 2. 浙江桐乡果园桥自来水厂, 浙江 桐乡 314500; 3. 浙江嘉善海峡净水灵化工有限公司, 浙江 嘉善 314100)

摘 要: 采用生物活性炭(BAC)对微污染原水进行了处理,对试验结果的理论分析表明,采用碘值与亚甲蓝值作为炭柱运行的控制指标是欠妥的,应该根据活性炭在这一工艺中所起的作用来确定失效指标。试验结果证明,可将对 COD_{Mn} 、 UV_{254} 的去除率作为判断活性炭运行是否失效的两个重要指标。

关键词: 生物活性炭; 碘值; 亚甲蓝值; 运行失效

中图分类号: TU991.2 文献标识码: C 文章编号: 1000-4602(2003)01-0055-04

在含有活性炭深度处理工艺的水处理工程的运行费用中,活性炭所占比例较大,因此选择合适的炭种以取得技术与经济整体利益的最优化对工程设计及生产运行有着重要的意义。

当前对炭种的选择多以吸附量的概念为依据,但是对以生物降解功能为主体的变异炭种——生物活性炭而言,以碘值或亚甲蓝值作为选择依据是否合适,则是被许多人所忽视的。为此,采用果壳炭与煤质炭为炭种,以上海某河水为原水进行了系列对比试验。

1 试验水质与流程

1.1 原水水质

中试现场在上海某水厂取水口边, 试验期间(2000年5月1日—7月31日)的原水水质如表1所示。

表 1 试验原水水质

月份	水温 (℃)	溶解氧 (mg/L)	浊度 (NTU)	氨氮 (mg/L)	亚硝酸盐 氮(mg/L)	耗氧量 (mg/L)	铁 (mg/L)
5	23	7.0	141	1.66	0.032	4.4	0.25
6	25.8	5.6	154	1.68	0.098	4.8	0.22
7	30	5.3	140	1.10	0.036	4.3	0.26

1.2 工艺流程

试验工艺流程见图 1。

两个炭柱分别采用上海黑白活性炭厂生产的果壳炭及宁夏活性炭厂生产的煤质炭。果壳炭具有吸附量大之优点,但磨损率高、价格昂贵;煤质炭则具

有耐磨、价格低廉之长处,不足之处是吸附量较小。

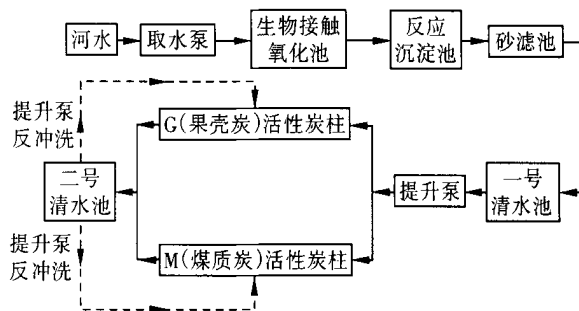


图 1 活性炭净水试验工艺流程

炭柱的直径均为 200 mm, 炭层高为 1 200 mm, 进水量均为 $0.15 \text{ m}^3/\text{h}$, 空床滤速为 4.78 m/h , 空床水力停留时间为 15 min。

2 结果与分析

2.1 碘吸附值比较

图 2 为煤质炭柱和果壳炭柱的碘吸附值比较(1 号采样口距炭层表面为 15 cm, 2 号采样口距炭层底部为 20 cm)。

图3是同期测试的自1999年3月以来已经运行了18个月的生物活性炭柱和臭氧生物活性炭柱的碘吸附值变化情况(两个炭柱均采用果壳炭)。

在图 2 中, 煤质炭初始的碘吸附值为 960 ~ 990 mg/g, 经 80 d 左右的连续通水运行后降到 890 mg/g 左右并趋于稳定; 果壳炭的碘吸附值则从初始的 1 000 ~ 1 045 mg/g 降到 900 ~ 930 mg/g 并趋于稳

定。可见,果壳炭的碘吸附值较大,但两者的变化趋势相似。

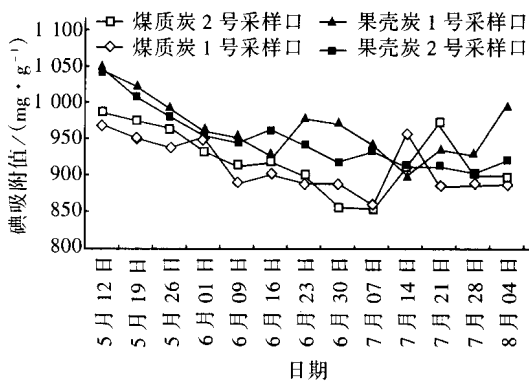


图2 煤质炭与果壳炭碘吸附值比较

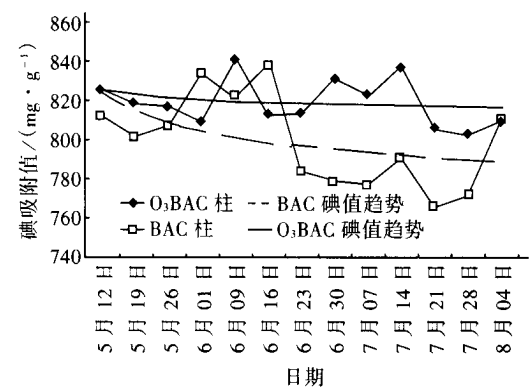


图3 果壳炭的O₃BAC柱及BAC柱的碘吸附值比较

由图3可以看出:两种不同工艺的炭柱在运行18个月之后,其碘值已基本趋于稳定,BAC柱的碘值变化基本在770~820 mg/g之间,而O₃BAC柱的碘值变化则基本在800~830 mg/g之间。

2.2 亚甲蓝吸附值比较

图4为煤质炭与果壳炭的亚甲蓝吸附值比较。

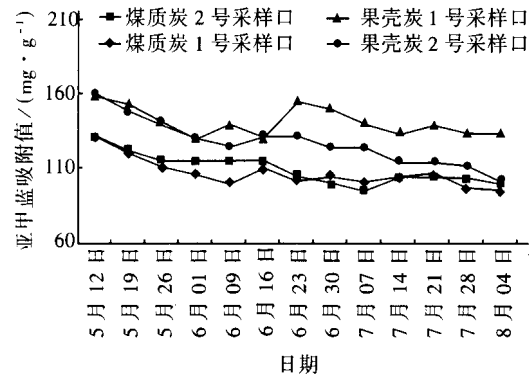


图4 果壳炭柱与煤质炭柱的亚甲蓝吸附值比较

图5是两个已经运行了18个月的果壳炭的BAC柱和O₃BAC柱的亚甲蓝吸附值变化情况。

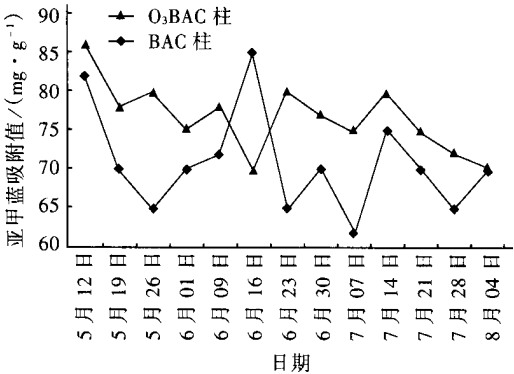


图5 果壳炭的O₃BAC柱与BAC柱的亚甲蓝吸附值比较

由图4可见,煤质炭的初始亚甲蓝吸附值为110~130 mg/g,经80 d左右的连续通水运行后降到95 mg/g左右并趋于稳定;果壳炭的亚甲蓝吸附值则从初始的140~160 mg/g降到110 mg/g左右并趋于稳定。而两种炭柱对氨氮、UV₂₅₄及COD_{Mn}的去除效果也是逐步达到相对稳定,因此可以认为:当亚甲蓝值稳定时就标志着生物活性炭柱生物膜的成熟。

由图4还可以看出,与煤质炭相比,果壳炭的亚甲蓝吸附值较大,但两者的变化趋势相似。两者去除氨氮及COD_{Mn}的效果也表明果壳炭的性能稍好,但差异不大。

由图5可以看出,两种不同种类的炭柱在运行18个月之后,其亚甲蓝值已很稳定,在80 d左右时间内,BAC柱的亚甲蓝值稳定在65~80 mg/g之间,而O₃BAC柱亚甲蓝值的变化则稳定在70~80 mg/g之间,这也在一定程度上说明了BAC上生物膜的稳定性。

3 生物活性炭运行指标的确定

有关资料显示,在通水量达到活性炭体积的2 000~4 000倍时,活性炭的吸附效果就会显著下降,而碘值与亚甲蓝值也会趋于稳定。试验期间果壳炭和煤质炭两个活性炭柱总的通水量已达到活性炭体积的8 100倍,其碘值与亚甲蓝值也基本稳定,但去除污染物的效果仍然处于良好状态。

在果壳炭柱和煤质炭柱运行的初期(5月24日),对UV₂₅₄都具有很高的去除率(约为33%),一周后对UV₂₅₄的去除率开始下降,并在接下的一个

月左右的时间内趋于稳定。在 7 月中旬左右, 两炭柱对 UV_{254} 的去除率开始有所上升, 结合其对氨氮去除率渐增的趋势, 可以认为此时活性炭上开始形成生物膜并有了一定的去除效果。随着时间的推移, 生物膜日渐成熟, 对 UV_{254} 的去除率也逐渐在一稳定的范围内变动, 此时对这一参数影响最大的是进水中的可生化有机质的含量, 而其他影响因素居次。

图 6、7 是两个生物活性炭柱(皆为果壳炭, 其中一个炭柱投加臭氧)在连续运行了 18 个月后的一个周期内对 COD_{Mn} 、 UV_{254} 的去除效果。

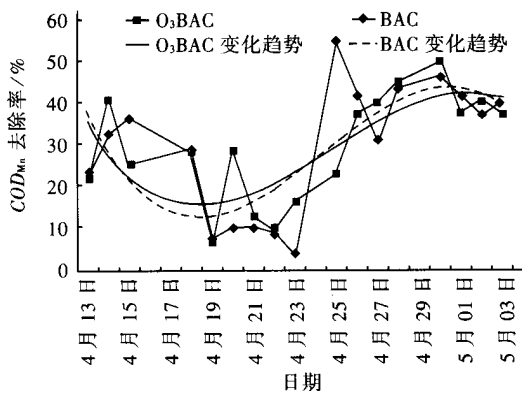


图 6 BAC 柱与 O₃BAC 柱对 COD_{Mn} 的去除效果

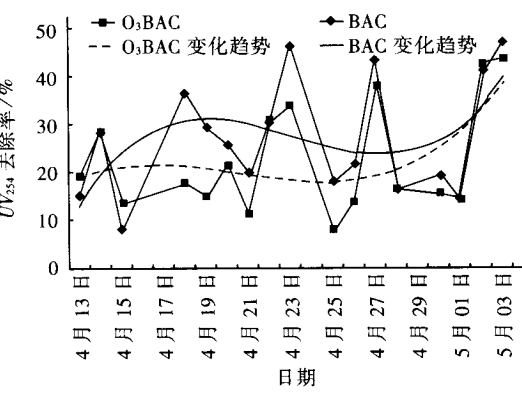


图 7 BAC 柱与 O₃BAC 柱对 UV_{254} 的去除效果

由图 6 可见, 在 4 月 19 日前生物活性炭对 COD_{Mn} 的去除率已经开始逐渐下降, 于 4 月 19 日进行反冲洗后, 其去除率则渐升并在反冲洗后的 15 d 左右达到最高值, 而后又趋于下降。这两种不同的工况在 COD_{Mn} 的去除率方面表现出很大的相似性, 对 COD_{Mn} 的去除率基本在 15% ~ 45% 的范围内波动。而由图 7 可见, UV_{254} 指标的变化趋势与 COD_{Mn} 的正好相反, 笔者认为这是由微生物的作用而引起的。

UV_{254} 反映的是水中大分子物质的紫外吸光值, 而 COD_{Mn} 则反映的是水中污染物质的化学需氧量, 其图形上的差异主要是由于生物的微观作用。生物炭运行的前期对 UV_{254} 有较高的去除率, 此时新炭上新的生物膜尚未形成, 吸附作用处于主导地位, 有机物在炭上得到浓缩富集。待生物膜逐渐形成后即进入了生物炭运转的中期, 由于活性炭的吸附提高了生物膜中的基质浓度以及使有机分子穿过生物膜进入炭的孔隙的诱导力, 再加上炭吸附对氧的富集作用从而使吸附和生化的协同作用得以充分发挥。这里的关键问题是活性炭在连续运行过程中所吸附的有机物能否被微生物酶所氧化分解从而获得再生, 通常认为微生物酶对微孔的再生仅限于可生化部分, 由于不可生化部分在炭孔里的累积而使炭的吸附能力逐渐降低, 故至运行后期协同作用一般不明显, 但是炭床能对微生物产生吸附—诱导驯化作用, 难降解的有机物在变异后的微生物作用下还是可以被氧化分解。

由于炭粒表面被生物膜覆盖后不利于其吸附作用的发挥, 故在运行时就必须加强反冲洗, 使生物膜变薄以减少阻力和保持微生物活性, 发挥两者的协同作用。协同作用的有效时间主要取决于水的可生化性, 一般易生物降解的水运行周期要长些, 但是这种作用总是以一种波动方式向前延伸。

由图 7 可见, 在生物活性炭的运行周期内, 对 UV_{254} 的去除率也是围绕着一一定的数值而波动, 对于生物活性炭而言这一数值为 25%, 而对于臭氧生物活性炭这一数值则为 20% (在 5 月 3 日左右 UV_{254} 去除率的突然增大可能是因为进水中可生化的大分子有机质含量骤增而引起的)。

通过对试验结果的分析, 笔者认为: 对于生物活性炭而言, 采用碘值与亚甲基蓝值作为炭柱运行的控制指标是欠妥的, 应该根据活性炭在这一工艺中所起的作用来确定失效指标。试验结果证明, COD_{Mn} 、 UV_{254} 去除率可以作为确定活性炭运行是否失效的两个重要指标。

4 结论和建议

① 当生物活性炭用于饮用水的深度处理时, 碘值及亚甲基蓝值不适于作为这一工艺单元的控制指标, 因为生物活性炭主要是靠生物的作用对水中有机污染物进行分解, 而吸附作用处于次要地位。

② 对于生物活性炭运行失效指标可以参考 COD_{Mn} 及 UV_{254} , 如某水厂的 COD_{Mn} 变化值域为 15%~45%, 而 UV_{254} 的变化值域为 20%~25%, 当运行监控指标连续数日达到最低值时, 可考虑换炭。

③ 由于活性炭对氯的吸附能力较强, 因此为防止氯对微生物的毒害, 生物活性炭的反冲洗不宜采用出厂加氯水, 尤其是在生物活性炭挂膜的初期, 在设计时可考虑采用专用冲洗水池或水箱。

④ 生物活性炭的运行周期一般都可长达 3~4 年, 如果考虑每年对破损炭、反冲洗流失炭量的 5% 左右进行更换和补充, 则生物活性炭池的运行周期会更长。因此, 对生物活性炭运行失效指标的监控, 在有条件的情况下可定期测试 TOC 值及 BOD_5

值。在 COD_{Mn} 、 UV_{254} 指标连续下降的情况下, 除考虑生物活性炭失效外, 还要考虑是否是 BOD_5 值下降所导致。

⑤ 对于生物活性炭应采用较高的冲洗强度以利于较薄的生物膜的形成, 并可起到减小运行阻力并保持微生物活性的作用。

参考文献:

[1] Patrick Niquette. Shutdown of BAC filters: effects on water quality[J]. JAWWA, 1998, (12): 53-61.

电话: (0573)4035840
E-mail: lh21cn@etang.com
收稿日期: 2002-03-01

。技术交流。

带式浓缩压滤机在造纸废水处理工程中的应用

河南明宇盐化集团公司造纸厂采用传统活性污泥法对麦草碱法蒸煮制浆造纸生产过程的混合废水进行处理, 在处理过程中产生污泥约 1 885~2 800 m³/d, 其含水率为 98.5%~99.0%, 有机质含量为 60%~75%。污泥未经厌氧消化而直接进行浓缩脱水处理。

1 带式浓缩压滤机的选择

按照无锡通用机械设备厂所产带式浓缩压滤机的技术参数, 选用了 3 台 DNY-2000 带式浓缩压滤机, 其设备带宽为 2 000 mm, 允许进料含水率 < 99.7%, 处理能力为 300~800 kg/h 或 30~100 m³/h, 主电机功率为 2.2 kW, 工作时间为 14~16 h。

2 带式浓缩压滤机的运行

带式浓缩压滤机经空载调试之后即可进泥负载运行, 运行时应根据进料流量和污泥含水率差异适当调整滤带运行速度和絮凝剂(为 PAM, 配成质量分数为 1% 的溶液, 通过计量泵投加)投量。

运行结果表明, 当滤带处理能力相近时, 如絮凝剂投量不足则泥饼含固量和处理效果均相差较大。可见絮凝剂投量是决定脱水效果的主要因素。此外, 污泥含水率越大则带式浓缩压滤机进泥流量(以体积计)越大, 如压滤段的滤带运行速度变化不大时, 可适当增大浓缩段滤带运行速度。

在带式浓缩脱水机处理量为 40~60 m³/d、浓缩段和压滤段滤带运行速度分别为 7~9 或 2~2.6 m/min、PAM 投量为 0.3~0.35% (以干重计) 时, 脱水污泥的含固率可达 20.0%~21.5%, 脱水效果好。

(郑州工业大学水环学院 曾科 买文宁 供稿)