

固定化微生物对饮用水净化效能的研究岩土工程师考试 PDF
转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/641/2021_2022__E5_9B_BA_E5_AE_9A_E5_8C_96_E5_c63_641459.htm 把岩土师站点加入收藏夹

固定化技术是从60年代开始迅速发展起来的一项新技术，它是通过采用物理或化学手段将游离的细胞和酶定位于限定空间区域内，使其保持活性并反复利用，由于使用固定化技术细胞密度高，反应迅速，微生物流失少，产物分离容易，反应过程较易控制，在实际应用中成果显著，已被广泛应用于发酵技术、能源开发和化学分析中。

1 微生物的固定化过程
1.1 固定化微生物的筛选 目前，国内大部分水厂所采用的是投药 混凝 过滤 消毒工艺，其出水中需含有一定量的余氯，以保证饮用卫生安全。但是据检测，水中仍有一定量的细菌存在，这些细菌种群对氧化作用具有一定的抗性，若加以驯化会成为所要求的菌种。为此，对自来水中的细菌进行了分离纯化。

用酒精喷灯灼烧自来水龙头3min，用无菌三角瓶(带瓶塞)取自来水一瓶，迅速盖上塞。 在无菌条件下，用无菌带刻度吸管吸取1mL自来水注入预先配制的无菌全营养液体培养基里，摇床培养24h。 在无菌条件下，用接种环挑取自来水在预先制备的平板固体培养基上划线，然后置于37℃温箱中培养24~48h，同时用无菌5mL移液管吸取0.5mL培养液，滴于平板固定培养基中，进行平板涂布。这两种方法的同时使用保证了水中细菌不被遗漏。取0.5mL无菌水进行涂布作为对照。 培养结果：24h后生长细菌涂布板中共有18个菌落，将不同的菌落挑取出来，共得到13个菌落，然后接种于经标号的固体斜面培养基中，以备纯化。

纯化方法用平板划线法。首先将标号菌分别用接种环挑取，在平板固体斜面培养基中划线，然后放入温箱37℃培养。24 h后取出平板，将其中单菌落挑取再接种于固体斜面培养基中以备后用，至此分离纯化结束。分别对上述13株菌进行细菌形态和菌落形态的观察，以及生理生化指标测定到属，得出上述细菌分别为假单胞菌属、动胶菌属、芽胞杆菌属、产碱杆菌属、短杆菌属、微球菌属、葡萄球菌属、不动杆菌属、气单胞菌属、分枝杆菌属、微杆菌属、棒状杆菌属、埃希氏菌属。得到13株菌后，由于其中埃希氏菌属和葡萄球菌属中有某些种是病原菌，所以舍弃不用，最后筛选出11株菌作为微生物固定化的所用菌种。

1.2 固定化微生物的驯化和培养

由于原水属于贫营养状况，所以将11株菌混合，并依次培养于含有全营养到贫营养的培养基中，最后在贫营养培养基中细菌数量稳定在 10^9 MPN/mL(即大肠杆菌最大估计数为 10^9 个/mL)左右后,进行细菌的固定化。

1.3 固定化过程

将菌液桶置于高处，利用虹吸使菌液从上到下流入活性炭柱,柱下放另一水桶接住残余的菌液,然后再将菌液倒回高处桶内，这样反复循环几次直到流出水的菌数不再降低，这时可认为活性炭柱对细菌吸附和截留已达饱和。为检测细菌吸附情况，紧接着对炭柱通自来水，测定出水菌数。结果2h后出水菌数为 10^8 MPN/mL,当连续运行12h后，出水中菌数已达 5×10^5 MPN/mL(见表1)，此时可认为细菌已被活性炭吸附。为了测定生物活性炭上的生物量，取炭柱上、中、下三层的炭各10 g，分别置入装有玻璃珠和100 mL无菌水的三角瓶中充分震荡，使炭上的细菌完全洗脱下来，然后各取1mL洗脱液，用平板稀释法测定细菌总数，结果如下：炭柱上层 2.2×10^8

$\times 10^5$ MPN/mL，炭柱下层 3.4×10^3 MPN/mL，炭柱中层 2.3×10^4 MPN/mL。得到上述生物活性炭后，将其装入有机玻璃柱中进行后续试验。

2 试验装置和方法

2.1 试验装置

为了比较在同样条件下普通活性炭和生物活性炭对原水的净化效能，设计的设备装置、规格及工艺参数如下：高位配水箱：1.10m \times 0.55m \times 0.45m，有效容积0.25m³。活性炭柱：柱内径为0.11m，高2.0m。底部填有0.30m的陶粒垫层，粒径为2.0~3.0cm。上部为0.7m厚的ZJ15型颗粒活性炭，粒径为1mm，长2~3mm，有效孔隙61.6%，大孔37.5%，中孔12.5%，微孔50%。柱中的活性炭由预先驯化的菌种进行活化(见生物活性炭形成过程)。

2.2 试验用原水

以自来水为主体并投加一定量蛋白胨、牛肉膏及生活污水配制而成，其高锰酸盐指数为5.0mg/L左右，浊度为6NTU左右，色度为35度左右，pH值为6~8。

2.3 分析测定方法

CODMn的测定：用高锰酸钾法测定。色度测定：采用铂钴系列比色法。浊度：采用日本HACH 2100A型浊度仪。

3 结果和讨论

3.1 浊度的变化规律

在最初运行的1~24d内两种炭对浊度的去除率都很高，在60%~80%之间，出水浊度为0.5~1.5NTU，平均值为1.0NTU，可以达到世界发达国家的标准。但是当试验运行到26d时，普通炭的去除率开始下降。这主要是因为虽然活性炭具有发达的孔隙结构，但其比表面积95%以上是微孔结构，有效半径为 10^{-9} m，大孔和过渡孔不到5%，而使水中具有浊度的物质主要为悬浮物和胶体，它们的有效半径在 10^{-7} ~ 10^{-5} m之间，所以微孔不能充分发挥其吸附作用。当运行到35d时普通炭的浊度去除率降到最低，只有5%，此时普通炭的吸附作用达到饱和。分析认为，在运行稳定时，普通炭

仍有一定的吸附作用是因为粒子之间的物化吸附和载体的物理截流。而生物活性炭大孔和过渡孔已经吸附有一定量的微生物，按吸附效能来说其作用小于普通活性炭，但被其吸附的微生物可分泌一种叫荚膜类的粘液性物质，粘住水中悬浮颗粒和胶体物质，然后通过分泌胞外酶将部分可生物降解的物质分解成二氧化碳和水，空出吸附位，此时的生物炭对浊度具有一定的去除率。随着运行时间的延长，到运行后期浊度逐渐增大时，生物炭的降解作用也逐渐降低，这说明生物降解速度很慢，主要以吸附作用为主。当吸附的速度大于降解速度时，没有被分解的物质进行积累，微生物没有及时将吸附位空出，生物炭有效孔隙减少，大约在50d时也趋于饱和。即对浊度的去除率不再升高也不再降低，基本稳定在10%左右。

3.2 高锰酸盐指数的变化规律

运行初期自来水的CODMn很低，大约在2.5 ~ 4mg/L之间，经过两种炭柱过滤后，出水都可达到国际卫生组织(WHO)的水质标准(< 2.5 mg/L)。在最初的1 ~ 21d内，两种炭对CODMn的去除率相差不大，都在50% ~ 60%左右。这是因为普通炭具有发达的微孔结构(> 95%)，溶解的有机小分子物质可以进入微孔而被吸附，此时活性炭的微孔就可比浊度去除时更充分地发挥其吸附作用从而获得比浊度去除更好的效果。运行后期采用配水作原水，有机物种类繁多，CODMn较高，运行一段时间后即在35d时普通活性炭就达到了饱和状态，使吸附和脱附达到一种动态平衡。而且随着水流不断流过滤料，部分有机物从滤料上脱附下来，结果造成了有时出水比进水CODMn还高的情况。生物活性炭则不同，由于活性炭上吸附的微生物属于人工接种，微生物只占据了活性炭的部分大孔和过渡孔及活性

炭表面，不会阻挡有机物进入微孔，被微生物产生的胞外酶所降解。酶的来源主要有两方面：微生物新陈代谢所分泌的胞外酶；死亡的微生物通过自溶作用向体外释放的氧化酶。酶的大小按其球形计为 $0.01 \sim 1 \mu\text{m}$ ，在适宜条件下许多酶都能被活性炭大量吸附，一些较小分子量的酶或具有活性基团的酶的碎片可进入活性炭的微孔中，催化分解吸附在微孔内的有机物为小分子化合物。由于活性炭对低分子量的物质吸附能力差，这些小分子物质就可从炭的孔隙表面解吸下来，向外扩散进入大孔和炭表面的微生物体内，在细胞内酶的催化下一部分合成细胞物质，一部分进行氧化分解最终以 CO_2 和 H_2O 及其他简单物质形式释放到菌体外，这样不仅使有机物被分解，而且使被有机物占据的微孔在微生物作用下得以再生。但随时间的延长，没有被降解的有机物逐渐积累，这样就使得在运行60d时，生物炭吸附和降解也达到饱和。为进一步测定微生物对活性炭的再生作用，在运行40d后对三种炭的碘值进行了测定，碘值是指和 0.02mol/L 碘液相平衡时每克活性炭吸附碘的毫克数，碘分子的直径为 0.532nm 。根据碘值测定结果分析可知，生物活性炭的再生率为81%，其中微孔再生率为81%~95%，这说明吸附在微孔内的有机物可以在微生物胞外酶作用下解吸下来，恢复微孔的吸附能力。

3.3 色度的变化规律

两种炭在初期对色度的去除相差不多(色度去除试验时两种炭已运行接近50d，普通活性炭的吸附容量已接近饱和)，当试验进行到第6d时，该柱对色度的去除开始下降，到第14d时已基本没有去除效果。运行之初生物炭对色度的去除率基本保持在40%左右，具有相当的脱色能力，分析认为主要是由于：细菌可以降解吸附于活性炭上的有机物，使

其变成二氧化碳和水，为对色度的后续吸附空出吸附位；细菌对生色基团有一定的降解作用。但是，随着运行时间的延长，到试验的第14d时，生物炭对色度的去除率有所下降，随着色度的升高，出水的色度也升高，这说明生物炭对有机质吸附的优先性。试验初期水中有机负荷不是很高，细菌降解这部分有机物很充分，不可生物降解的物质很少，但是随着时间的延长，不可被降解的有机物越来越多，而且长期占用吸附位，这样使活性炭的有效空间越来越少，到30d时对有机物的降解率开始降低。被降解的有机物空出吸附位后，使炭孔周围有机物浓度降低，这样从里到外形成了一个浓度差，易降解的有机物通过这种浓度差迅速占领该吸附位，色度粒子没有机会被吸附，所以出水色度升高。

4 结论

50d的连续试验证明，采用筛选、驯化、培养的菌种进行人工固定化，形成的固定化微生物对浊度的去除率在40%~70%之间，对高锰酸盐指数的去除率基本在30%~60%之间，对色度的去除率基本稳定在20%~40%之间，具有比普通活性炭更高的活性，而且大大提高了活性炭的使用寿命，具有良好的应用前景。

100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com