

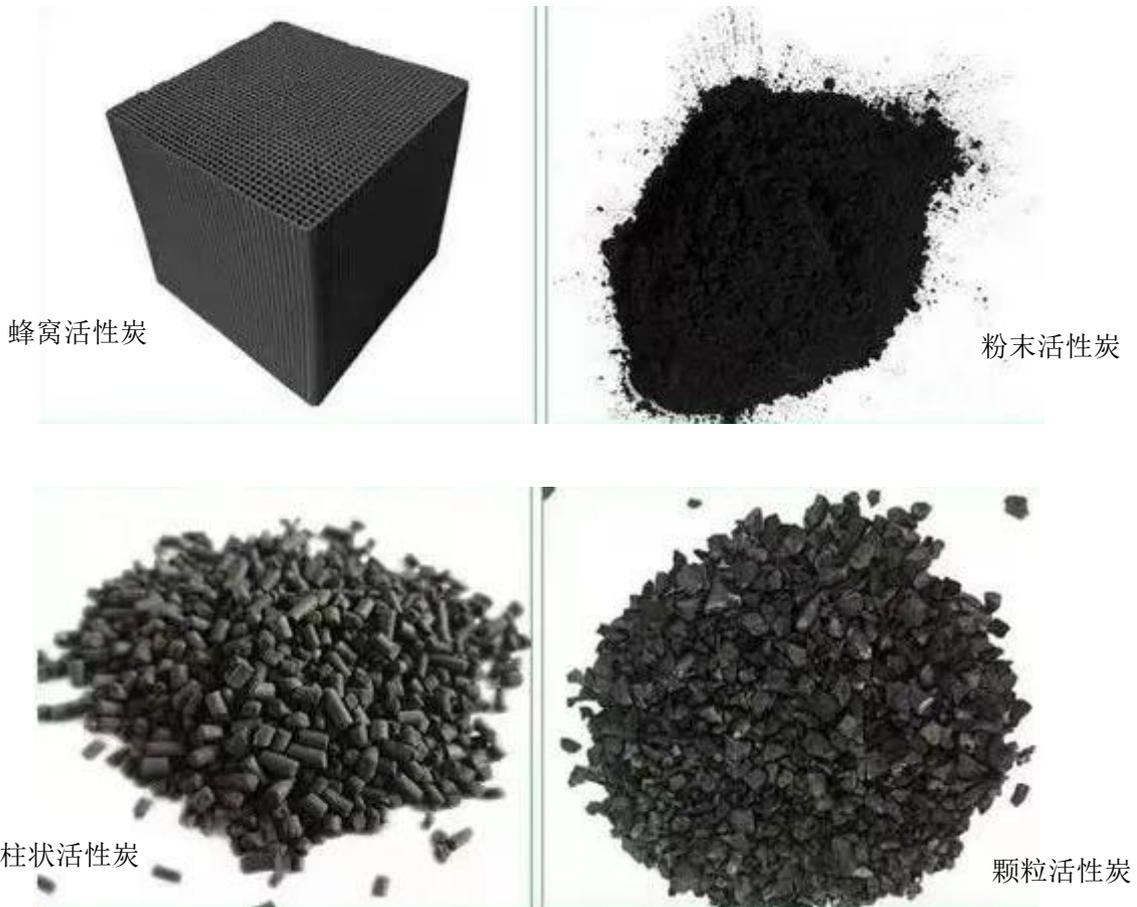


## 浅谈活性炭在自来水厂中应用

活性炭作为自来水厂处理工艺的投加药剂之一，

适用于水质季节性恶化及突发性事件的水源净化处理，下面我根据经验进行活性炭如何投加和吸附效果进行分析。

### 一. 活性炭的类别



活性炭通常分为粉末活性和颗粒活性炭两大类。木屑和褐煤等原料可制造粉末活性炭，无烟煤可制造颗粒活性炭。两者用于降解常规处理所难以去除的某些有机物和无机物。在水处理中，颗粒活性炭应用较多，常放在滤池中作为滤料，处理效果稳定，但

价格较贵，处理构筑物的基建和运行费用较高，且存在颗粒活性炭滤池内易滋生细菌，产生亚硝酸盐和对短期或突发性污染适应性差等缺点。而粉末活性炭价格便宜，基建投资省，不需增加特殊设备和构筑物，适用于水质季节性恶化及突发性事故的水源净化处理粉末活性炭也有其不足之处，即炭末飞扬操作条件较差，一次使用后即成为污泥而丢弃，不仅增加处理费用也带来污泥处置的困难，有时粉末活性炭会从快滤池中泄漏出来而影响配水系统的水质。

## 二. 活性炭的规格用途

粉末活性炭的表观密度为  $0.36 \sim 0.74 \text{g/cm}^3$ ，根据原材料和生产过程而异，常为极细粉因为粉末活性炭的颗粒小，比表面积大，吸附有机物的速度比颗粒活性炭快。水处理时，粉末活性炭的用途主要是去除色度、臭味化合物、农药和其他有机污染物。在欧洲和美国，大多用于投装置投加粉末活性炭，或用湿投法将活性炭粉末拌成炭浆（炭和水的比例为  $0.1 \text{kg PAC/L 水}$ ），用计量泵或高位池重力间歇投加到水中。粉末活性炭投加量的多少与浑浊度和产生臭味物质的浓度有关，应根据试验确定。

粉末活性炭的粒径为  $10 \sim 50 \mu\text{m}$ ，粒径小可以增加吸附速率，从而减小投加量。活性炭具有微孔、中孔和大孔的孔隙状结构，其中各种孔隙大小的分布比例可影响炭种的选用。

通常应该选用比表面积低、中孔占适当比例的炭种。因为大孔主要起过道作用，较少吸附污染物；而微孔又太小，会由于水中污染物的分子直径较大，难以进入，有时较大分子的污染物还会堵塞炭的微小孔隙；只有当活性炭的孔隙和被吸附物分子大小相近时，才会有较好的吸附作用。

粉末活性炭可以吸附由藻类、酚和石油引起的异常臭味，由铁、锰和有机物产生的色度，去除过量加氯时的剩余氯，去除消毒副产物的母体、洗净剂、可溶性染料、氯化烃、农药、杀虫剂，去除汞、铬等重金属，去除放射性物质等。但投加必须略为过量，否则不易去除微量污染物。

### 三. 投加点位及投加量不同吸附效果及应用

#### 1. 活性炭投加吸附效果

粉末活性炭投加到水中后，在混凝沉淀时随污泥排出，不再回收利用。但如结合澄清池使用，因为活性炭可以随池内泥渣循环回流，增加了活性炭和水中污染物的接触机会，不仅提高了活性炭的利用率，还可以减少活性炭的投加量。由于粉末活性炭只能一次性使用，因此大部分情况是在水源水季节性恶化发生臭味时才临时投加，以去除臭味。据美国包括最大 500 家供水企业在内的 683 个水厂调查，其中有 1/4 水厂应用粉末活性炭以去除臭味，也有用以去除有机物，投加量从几毫克/升到 100mg/L 以上，

但一般小于  $10\sim 50\text{mg/L}$  粉末活性炭投加到原水中后，经过水流的充分混合，吸附了产生臭味物质和其他有机物后，就在混凝沉淀池内下沉，随后在排泥时排除。由于水中的有机物和产生臭味物质进行竞争吸附，可能会减小活性炭对土臭素和 2-甲基异冰片的吸附。活性炭投加到水中后，与污染物的接触时间应有  $10\sim 30\text{min}$ ，一般在相同去除率时，延长接触时间可以减少活性炭投加量。通常不应在预氯化之后投加粉末活性炭，为了减少活性炭的投加量，应取消预氯化改为滤后加氯。粉末活性炭应在混凝剂之前投加，并且先后相隔一段时间，否则，混凝时产生的矾花可黏附在活性炭的表面，会降低活性炭的吸附能力，因而需增加投加量才能达到相同的去除率。

对同样的原水用不同型号的活性炭，或者同一种型号的活性炭用于不同的原水，试验所得的吸附等温线都是不一样的。在选购活性炭之前，宜先做些试验以了解活性炭的吸附性能据此可以从性能和价格两方面挑选出最合适的炭种。

## 2. 活性炭投加点

在常规处理工艺流程中的不同位置投加活性炭吸附污染物的效果是不同的，因为各点的水力条件和接触时间不一样。对于不同的原水水质，粉末活性炭的最佳投加点也有所不同由于活性炭

投加的位置不同，和污染物的接触时间不一样，必须将各投加点的除污染物效果加以投加点。

在絮凝池前投加粉末活性炭时，只需吸附混凝剂未能去除的污染物，炭的利用率高，但因絮凝池内已初步形成矾花，如粉末活性炭投加时搅拌程度较差，就会出现未经充分吸附而直接进行絮凝沉淀，以致活性炭的吸附能力未能得到充分发挥。

粉末活性炭投加在沉淀池出口或滤池进口处时，优点是活性炭和水的接触时间较长，如活性炭连续在滤池进口处投加时，平均停留时间约等于过滤周期的一半，这样可以更好地利用它的吸附容量。

应注意的是，由于粉末炭的颗粒细小，必须防止炭粒穿透滤池，漏失到清水池和配水系统中，有可能在用户使用时出现黑水。滤前投加时的最高投加量应有限制，要考虑滤池截留活性炭的能力和头损失增长情况，因活性炭投加量增加时，炭的漏失量和滤池的头损失会相应增加。

有些水厂采用两点或多点投加粉末活性炭，一部分炭加到原水进口处，少量加在过滤之前以去除剩余的污染物。

应该注意粉末活性炭与水处理药剂之间的相互作用。活性炭是化学还原剂，可以还原游离氯和化合氯、二氧化氯、臭氧和高

锰酸钾，这些药剂同时使用时，将会增加各种药剂的使用量，而活性炭的吸附容量也将会减小。在  $\text{CaCO}_3$  过饱和的水中投加粉末活性炭时，炭粒常被沉淀物所包裹，因此也会降低吸附效率。

粉末活性炭投加后需有足够的接触时间，并且这段时间和被吸附污染物分子的性质与浓度有很大关系，另外活性炭的粒径也有明显的影响图 2-5 表示粉末活性炭投加量为  $15\text{mg/L}$  时，各种粒径对地下水中有毒物质三氯酚 (TCP) 吸附速率的影响。由图可见，直径  $5\mu\text{m}$  的活性炭比直径  $20\mu\text{m}$  的炭更快地吸附三氯酚。吸附容量 (达到平衡时的吸附容量) 的大小和被吸附污染物种类、活性炭品种以及与天然有机物之间的竞争吸附有关，如果没有充分的接触时间来达到吸附平衡，就需要增加投炭量加以补偿

### 3. 粉末活性炭的应用

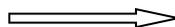
粉末活性炭经常和混凝工艺一起应用，主要用以控制水的臭味，臭阈值的减小经常用来衡量活性炭的效果。粉末活性炭去除三卤甲烷 (THMs) 和挥发性有机物 (VOCs) 的效果不是很好，一般有机物的  $K$  值 (吸附等温式) 小于  $30\sim 50\text{mg}/[\text{g} \cdot (\text{L}/\text{mg})^{-1}]$  时，如氯仿、苯、四氯化碳、三氯乙烷等，要达到 90% 去除率，活性炭投加量须大于  $50\text{mg/L}$ 。粉末活性炭投加到水中后，就立即分散开来，以充分吸附有机物包括消毒副产物的母体，然后在混凝、沉淀和过滤时去除。水厂常用的活性炭投加量在  $5\sim 15\text{mg/L}$  范

围内，根据原水水质可取得不同的效果。增加活性炭投加量，有时会有较好效果，但对各种有机物来说，处理效果依然有待实验验证。

水源中有机物数量繁多，物理化学性质各有不同，但是有机物相对分子质量分布有其特征，且对水质和水处理有很大的影响，综上所述，活性炭的效果是有目共睹的，但是活性炭也不是万能的，比如对锰氨氮高锰酸盐去除效果就比较差，所以在水质安全这条路上需要不断探索深耕才能保证安全放心合格的水。



有兴趣和学习意向的同学，可以扫右边二维码进知识交流群，方便沟通。



群聊：新华活性炭知识交流群

