

SAMYANG



●●● 活性炭 (Activated Carbon)



三养社离子树脂销售组

首尔市钟路区钟路33街31 电话)02-740-7732~7 传真)02-740-7790 <http://samyangtrilite.com>

Samyang Corporation Ion exchange resin

31, Jongno 33-gil, Jongno-gu, Seoul, Korea TEL) 82-2-740-7732~7 FAX) 82-2-740-7709 <http://samyangtrilite.com>

活性炭 (Activated Carbon)

SY_IER_OPL_05

1. 活性炭的定义

活性炭的制备方法是利用活化剂氯化锌或磷酸等化学药品处理木材、褐煤、泥炭等，干燥或用水蒸气活化木炭后制成。一般来说，活性炭会制成粉状或颗粒状，粉状活性炭有时也会制作成颗粒状后使用。活性炭的主要用途是用来作为吸附剂吸收气体或湿气，此外还会用作溶剂的回收剂和气体的提纯或脱色剂等，用途比较广泛。

作为商品销售的通用活性炭是以椰壳、木材类、褐煤、无烟煤、烟煤等碳质为原料，经活化过程形成分子大小微孔的吸附剂，1g活性炭具有1000m²以上的巨大内表面积。

2. 活性炭的分类

2.1 按物理现象分类：粉末状、粉碎状、球团状、纤维状等

2.2 按原料分类

植物质：椰壳、木材、锯末、木炭等

煤质：烟煤、无烟煤、褐煤、柴煤等

石油质：石油残渣、硫酸渣、油碳等

其他：纸浆废液、合成树脂废料、有机质废物等

2.3 按活化方法分类

气体活化法、药品活化法、药品和气体并用活化法等

3. 吸附现象

3.1 概念

活性炭吸附某种成分时，被吸附的成分叫吸附质 (Adsorbate)、活性炭叫吸附剂 (Adsorbent)。吸附量用活性炭的单位面积或单位质量的吸附质质量、重量表示或者用吸附分子数表示。并且，占据整个面积的量称为饱和吸附量，实际吸附质占据的比例称为吸附率或被覆率 (Coverage)。

3.2 吸附剂的选择

区分	非极性 ↔ 极性 饱和键 ↔ 不饱和键
----	------------------------

大 ↑ 分子大小 ↓ 小	活性炭	二氧化硅、 氧化铝系吸附剂
	分子筛碳	合成沸石

3.3 物理吸附和化学吸附

区分	物理吸附	化学吸附
温度	低温条件下吸附量大	在比较高的温度条件下发生
吸附质	非选择性	选择性
吸附热	少（10Kcal/mol以下） 和冷凝热相同的程度	多（10~30Kcal/mol） 和反应热相同的程度
吸附、解吸	可以（可逆性）	不可以（不可逆）
吸附速率	快	慢（需要活化能）

3.4 吸附过程

第一步）吸附质分子移动到吸附剂（活性炭）外表面

第二步）吸附质通过活性炭的大孔、中孔扩散

第三步）扩散的吸附质和微孔内表面结合或者填充微孔

3.5 气相吸附特性

- 1) 温度越高，吸附量越少。
- 2) 吸附质的浓度和相对蒸气压越高，吸附量越多。
- 3) 沸点或临界温度越高，越容易吸附。
- 4) 双组分混合气体的竞争吸附中，单独吸附时强力吸附的组分会被更强力地吸附。此时，各气体的吸附量比在和混合气体内相同的分压下单独吸附的量少。
- 5) 低压1mmHg以下时，吸附能力会随着同族化合物的分子大小增大而增加。

3.6 液相吸附特性

1) 溶解度:

在水中溶解度小的物质更容易被吸附，溶解度大的物质会和水形成氢键，对水的亲和力强，因此更难被吸附。

2) 分子结构和表面张力:

芳香族化合物比脂肪族化合物更容易吸附，根据Gibbs的吸附理论，溶解时显著降低表面张力的物质更容易被吸附。

3) 电离和极性:

弱电解质的有机物在分子状态时的吸附量通常比电离状态时的吸附量更大。

4) pH:

将废水的pH降低到2~3后再用活性炭吸附处理时，通常可以提高有机物去除率。这是因为废水中的有机酸在pH值较低的区域电离率低，会形成容易被活性炭吸附的条件。

5) 分子大小:

当特劳贝（Traube）规则成立时，吸附量也会随着分子量增大而增加。

6) 浓度:

虽然有些物质，例如ABS，即使改变了液体浓度，吸附量也大多保持不变，但很多有机物的浓度和吸附量之间都存在特定的关系。一般来说，浓度增加后，吸附量也会随之呈指数式增加。特殊情况下，因排水中的共存物质导致吸附极其困难时，稀释原水后再用活性炭吸附处理，即可提高吸附能力。

3.7 平衡吸附

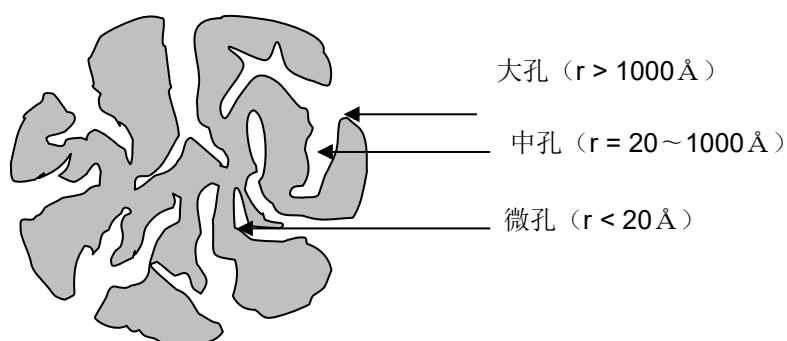
溶质在活性炭中运动一定时间后，吸附工艺会达到液体中溶质浓度和固体吸附剂中溶质浓度的平衡状态。活性炭的最大吸附量取决于活性炭的内表面积、孔隙结构、表面化学等吸附剂特性和分子的化学性质、分子大小、亲水性、极性等吸附质特性。另外还取决于液体中的溶质浓度、温度、pH、溶液的组成等物理化学条件。

4. 孔隙结构

吸附是吸附质分子在吸附剂表面堆积的过程，可吸附的物质质量取决于吸附剂的比表面积（Surface Area）大小。在这样的关系中，内表面积进行吸附时外表面积仅起到次要作用。

活性炭的孔隙表现出复杂的孔隙结构，具有形成较大内表面积的毛细管。图1是活性炭孔隙内部的模式图。

图1. 活性炭的孔隙结构模式图



通用活性炭的内表面积在500~1500m²/g之间。活性炭的孔隙结构方面，孔隙特性可分为微孔、中孔和大孔。直径在20Å以下的孔隙称为微孔，直径在20~1000Å之间的孔隙称为中孔，吸附作用主要发生在这里。而直径在1000Å以上的大孔在实际的吸附工艺中仅起到次要作用。这些大孔的主要作用是提供用来从液体中吸附溶质的通道。

5. 制造工艺

5.1 碳化工艺

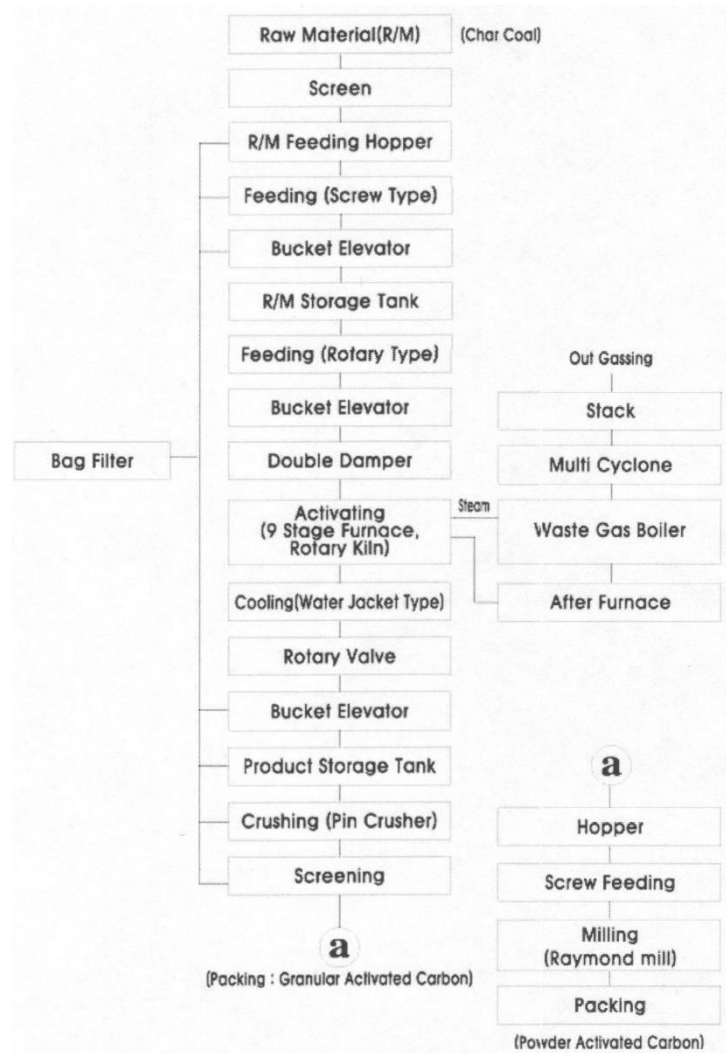
用大约500℃的高温加热碳质原料时，会发生脱水、脱氧等分解，氧键断裂，氧气以水、一氧化碳、二氧化碳等形式释放，挥发物几乎全部被去除，最终留下大量固定碳。

5.2 活化工艺

活化工艺是通过在800~1100℃高温条件下发生碳的氧化反应来侵蚀碳化物的表面，从而形成碳化物微孔结构的工艺。

5.3 制造工艺

图2. 活性炭制造工艺图



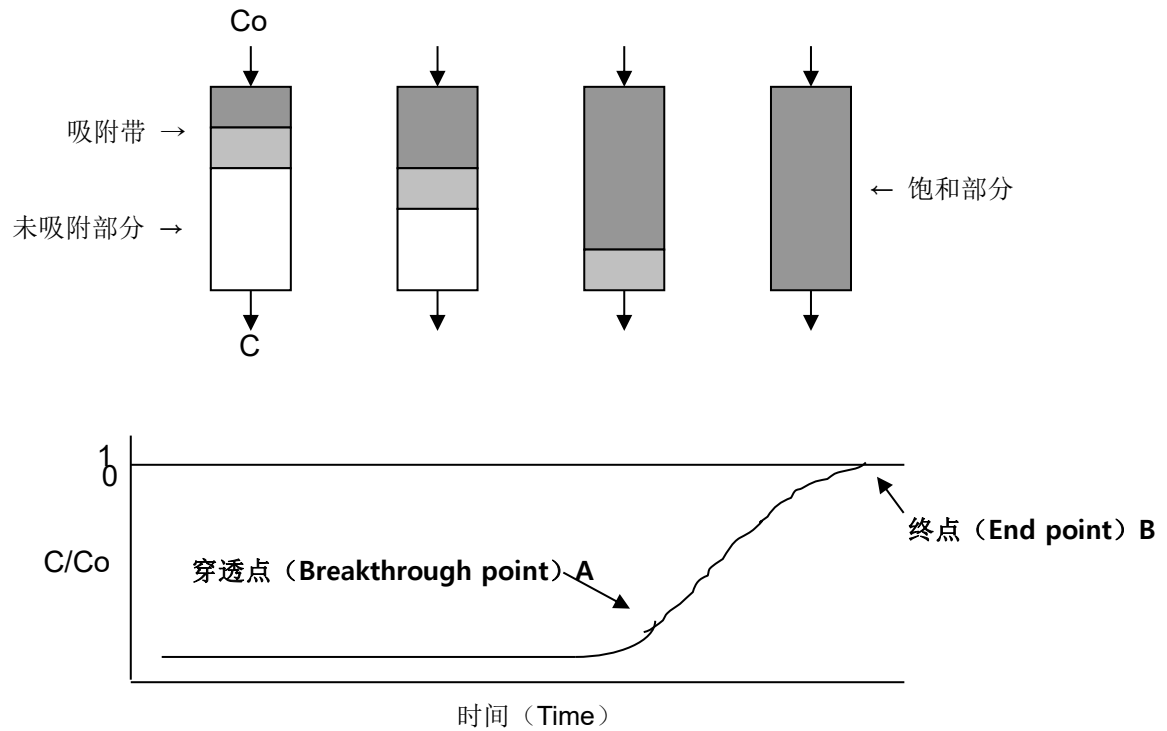
6. 穿透曲线 (Breakthrough Curve)

设计活性炭吸附塔时，需要含有大量可吸附物质的原水通过吸附塔后，出水的污染物浓度在什么时间超出设计标准或容许标准值的相关信息。这些信息通常会通过小规模试验（Pilot Test）获得。

活性炭吸附设施的安装和维护管理成本相当高，因此更需要高效的设计和运行。所以建设全规模成套设备（Full Scale Plant）前，必须实施耗时2~3年的小规模试验，以准确掌握不同季节的原水水质，另外还需要利用数学预测模型用电脑针对多种情形模拟柱试验（Column Test），以便最大限度地减少在小规模试验中投入的时间、精力和成本。穿透曲线会受到各系统的物理化学特性、即平衡关系和物质移动速度的影响。图3中的穿透曲线显示了吸附塔出口处的流出浓度在不同时间的变化。

一般来说，出口浓度达到入口浓度约10%的点A称为穿透点，穿透点之后出口浓度会急剧增加，达到终点B。由下图可以看出，活性炭的寿命会因流量、吸附质的种类和浓度、充填的活性炭量和种类等不同而有所不同，相同的运行条件下最大的决定因素是初始活性炭（新碳）的吸附能力。

图3. 不同时间的活性炭穿透曲线



Co: 进水浓度 (Inlet Concentration)

C: 出水浓度 (Outlet Concentration)

三养社离子树脂销售组
首尔市钟路区钟路33街31
电话) 02-740-7732~7, 传真) 02-740-7790
<http://www.samyangtrilite.com>

Samyang Corporation Ion Exchange Resin
31 Jongno 33-gil, Jongno-gu, Seoul, Korea
TEL) 02-740-7732~7, FAX) 02-740-7790
<http://www.samyangtrilite.com>