

SAMYANG

TRILITE

삼양 트리라이트

Ion Exchange Resin



活性炭设备（水处理）



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>

活性炭设备（水处理）

SY_IER_OPL_04

1. 概要

水处理工艺中利用活性炭去除有机物通常使用TOC、COD等总有机物浓度指标来表示，但这只是对处理对象物质浓度的估计。过去，活性炭吸附主要用于去除自来水中的味道、气味或颜色，但近年来，去除源于城市和工业废水、农药流入等的合成有机物、THM等氯消毒副产品以及致使这些副产品产生的腐殖质等有机物正在转变成主要处理目标。

要求高纯度超纯水水质的半导体工厂等进行纯水处理时，活性炭的作用在诸多方面都格外重要。进行纯水处理时，余氯和有机物会严重降低离子交换树脂的性能，因此去除余氯和有机物是非常关键的工艺。原水中存在余氯时，离子交换树脂会因氧化（交联断裂）而破裂，进而发生效率降低、压力损失增加的情况，因此必须让余氯浓度保持在0.1ppm以下。另外，原水中存在有机物时，吸附或离子交换反应会导致离子交换树脂被污染，进而造成水洗水使用量增加、处理水水质变差、处理水酸性变化、SiO₂早期泄漏等诸多问题，因此必须让处理水质的COD浓度保持在2ppm以下（2.0ppm as O₂以下，COD分析方法：KMnO₄ – 30min 100℃）。从这些方面来说，活性炭处理工艺必不可少。

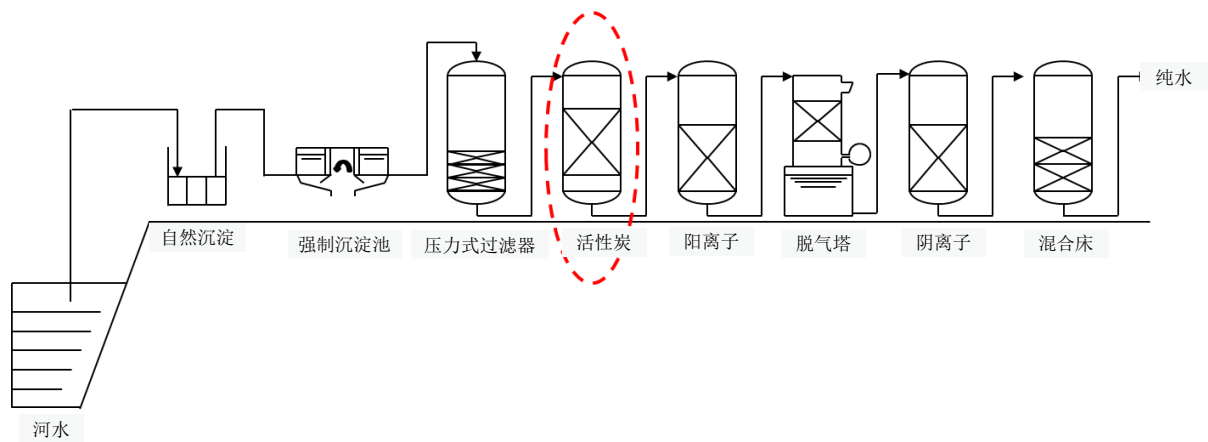
表1. 不同水温的游离氯容许限值

水温 (°C)	容许Cl ₂ ppm
5~10	0.6
10~15	0.4
15~20	0.2
20~25	0.1

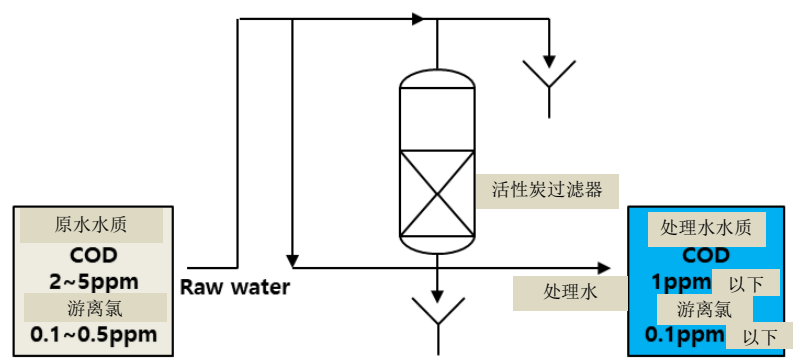
2. 水处理和活性炭

- 1) 自来水：净水厂内去除有机物、COD、苯酚、洗涤剂类、农药类等及脱色、除臭
- 2) 软 水：用于家用、工业用软水器前端，去除有机物、COD和余氯
- 3) 净化水：去除饮用水和食品工业、工业用水中的有机物、余氯和其他异物
- 4) 超纯水：半导体工业等制造超纯水时保护离子交换树脂、膜（Membrane）
- 5) 废 水：处理下水、污水、工业废水时去除COD、BOD、ABS和苯酚等有害物质
- 6) 催化剂和载体：在氧化、还原、脱氢、异构化、聚合反应等中用作催化剂和载体

3. 水处理用活性炭处理装置



如上图所示，用于制造纯水的活性炭吸附塔一般安装在压力式过滤器或砂滤器后端和离子交换树脂塔前端。处理效率如下：



4. 活性炭装置的设计

设计活性炭装置时，应充分了解被处理水（液）的性状，研讨活性炭的吸附特点及孔隙分布和被吸附物质分子量分布之间的关联性等。被吸附物质的浓度较高时，原则上应通过其他方式充分降低浓度后再用活性炭吸附处理，并且，应根据使用目的选择最适合的活性炭和使用方法。因此，需要区分被吸附物质是单一成分还是多种成分组合，从平衡吸附量和溶液测试结果中得出活性炭的寿命和接触时间等基本设计数据。

活性炭的容许负荷会受到原水变化、污浊物质去除量、生物作用和水量负载的严重影响。使用粒状活性炭时，粒径的影响比较大，虽因运行方式不同而有所不同，但一般固定床使用8×30 Mesh、流动床使用12×40 mesh、其他方式使用12×30 Mesh。

设计活性炭装置时，应根据平衡吸附、吸附速率、塔测试等的结果确定实际处理溶液的最佳条件。通用水处理用活性炭装置——升流式流化床（Expanded Bed）的设计标准如下：

线速度（Linear Velocity）	5~20 m/hr
----------------------	-----------

空间速度（Space Velocity）	3~15 1/hr
反洗流速（Backwashing Velocity）	25~50 m/hr
反洗时间（Backwashing Time）	5~20分钟
活性炭吸附塔整体高度和直径比	2 : 1
活性炭床高度（Bed Height）	通常和吸附塔的直径相同
接触时间（Contact Time）	10~40分钟

5. 活性炭吸附装置的材质

在选择装置的材质时，耐用性、价格、工艺难易程度等都是需要考虑的因素。对于水处理装置、尤其是包含酸、碱或高盐类的废水处理装置，腐蚀问题是选择材质时最重要的因素。一般来说，不锈钢具有卓越的耐用性且价格便宜，因而被广泛用作工业用材料。然而，不锈钢也有弱点，奥氏体不锈钢（SUS 304、SUS 316）对含有卤离子的水（最多的是含有氯离子的水）耐性差，因此选择材质时需要特别注意。比起易于点蚀的缝隙腐蚀，含有氯离子的水更容易发生应力腐蚀危害。该现象是由焊接部分在液体压力和加工残余应力等的影响下会产生大量发纹（hair crack）引起的。另外，虽然是吸附塔内的螺栓、螺母、垫圈等附属部件，但如果温度和含有高盐类的水或原水有关，则会发生应力腐蚀危害，导致螺栓头被割断，因此需要多加注意。

如前所述，活性炭浆料的磨损相当大，因此粒状活性炭装置塔槽类的内表面处理在选择材料和施工方法时也需要谨慎研讨。即，哪怕是施工不充分造成的针孔（Pin Hole）和磨损产生的划痕也会引起腐蚀，进而造成重大事故，因此选择材质时需要予以足够的重视。

6. 粒状活性炭装置的管理

让原水通过粒状活性炭后，初始处理水的pH会升高到10左右。其原因可以认为是由于粒状活性炭的活化通常会在800℃以上的高温中进行，因此活性炭中会产生碱性氧化物，这些碱性氧化物会导致pH升高。此时可以通过反复清洗或者用稀酸清洗来解决这个问题。

粒状活性炭的处理装置通常会在吸附塔及过滤池中用作活性炭固定床。因此，床内经常会成为微生物的绝佳居住地。即，因原水过滤不充分导致悬浮物在床内堆积，使得床内条件变得有利于细菌增殖。此时，应充分实施反洗或充气搅拌，彻底清洗床内，同时还应尽量在注入活性炭床之前加氯消毒。另外，如微生物繁殖明显、通过上述处置方法无法解决，最好的办法是取出粒状活性炭并进行高温加热再生。

粒状活性炭装置运行过程中经常发生活性炭泄漏问题。粒状活性炭床吸附杂质的同时还会作为过滤层活动，因此悬浮物结团沉积是不可避免的。

因此，通常需要实施表面反洗和反洗或充气搅拌来去除悬浮物。此时，实施表面反洗后不立即进行反洗，沉降1~2分钟，留出可调节的时间再实施反洗，或者略微改动充气搅拌和反洗的时间，都可以有效防止泄漏。

另一个问题是管道和阀门的磨损。即，和粉末活性炭不同，粒状活性炭不是用完一次就丢掉，而是大部分都会再生使用。因此，活性炭吸附塔中的进出、吸附装置再生装置间的输送，很多地方都会采用浆

料输送的方式。此时，哪怕粒状活性炭是浆料，也必须注意其磨损性相当大的问题。

阀门通常会使用球阀，但浆料管线中不能在阀门中进行流量控制。另外，浆料通过的管道应对线性流速留有余量，同时周围的部分应尽可能有平缓的曲线。即，粒状活性炭中含有的粉煤经常会在运行过程中引发各种问题，因此必须将其去除。

7. 活性炭吸附装置的优点

在密闭的塔内放入湿活性炭后，活性炭表面不仅会缺少氧气，还会因为细菌繁殖产生二氧化碳或一氧化碳。因此，建设和维护活性炭装置以及其他进入吸附塔内的时候，需要注意以下几点：

- 1) 进入吸附塔时确认塔内是否缺氧。
- 2) 打开密闭的塔时，使其与空气充分接触，确认塔内是否缺氧后再实施作业。
- 3) 在塔内作业期间应一边从外部导入空气一边作业。

设计吸附塔、尤其是较大的塔时，需要考虑安装比较大的人孔或者作业用侧入式人孔，以保证可以安装和放入气柜。

8. 活性炭的性能评估

用于水处理的新产品和用过的活性炭性能评估通常会以干燥失重、硬度、堆积密度、碘吸附值、粒度进行评估，具体测定方法如下：

■ 含水率测定方法（Moisture Contents）

称取约10g试样放入用来称重的平秤瓶内，盖上盖子后精确称重至10mg，打开盖子，将秤瓶和盖子放入115±5℃的恒温干燥箱内干燥3小时。在干燥箱中冷却后盖上盖子称重并计算失重，用失重与试样的百分比表示含水率。

■ 硬度（Hardness）

取约100g试样，用相当于粒度范围上下限的2个标准筛筛分10分钟后轻轻拍打，让滤出的试样落入200mL的量筒中，直至装到100mL标线，然后称重至0.1g。将直径12.7mm（1/2"）、9.5mm（3/8"）的钢球各15个和试样一起放入硬度试验容器内振荡30分钟。使用比粒度范围下限对应的标准筛低两级的标准筛和接收容器，将去除了钢球的试样从硬度试验容器中全部倒入并筛分3分钟，将标准筛上端和接收容器中剩下的试样分别称量至0.1g，用残余量和初始试样的百分比表示硬度。

■ 堆积密度（Bulk Density）

将在115±5℃环境中干燥3小时的试样放入堆积密度测定容器中（约1/5左右），在橡胶板上拍打，直至试样的上面达到一定高度，再次放入相同量的试样，继续重复前述操作，直至试样填装至容器上端，取出容器上部的桶，让试样的上面保持水平。将试样从测定容器中取出，称重至0.1g。

用下面的公式计算堆积密度：

$$\text{堆积密度 (g/cc)} = \frac{\text{试样重量 (g)}}{\text{堆积密度测定容器的容量 (ml)}}$$

■ 碘吸附值（Iodine Number）测定方法

取大约0.5g的325mesh干燥试样，精准称重至1mg，放入带盖的100mℓ锥形烧瓶内，精准加入50mℓ的N/10碘溶液，常温条件下用振荡器振荡15分钟后放入50mℓ沉淀板内，用离心机沉淀试样。从中分取10mℓ上清液，用N/10硫代硫酸钠滴定，碘的黄色变淡时，加入1mℓ1w/v%淀粉溶液作为指示剂继续滴定，以碘淀粉的蓝色消失时为终点，计算每1g试样吸附的碘重量（mg）。

$$A = \frac{(10 - B \times f) \times 12.69 \times 5}{S}$$

12.69是N/10硫代硫酸钠溶液1mℓ对应的碘量（mg）。

■ 粒度和粒度分布（Particle Size & Particle Size Distribution）

使用振荡数为130~165次/分钟、rpm为240~295的标准筛振荡器和内径为200mm的标准筛筛分后，用各标准筛上残余的试样重量计算粒度。具体操作方法是：先称取100g试样，根据试样的粒度范围选择7个标准筛，精准筛分10分钟后，将各级别的残余试样分别称量至0.1。在试验表中填写相应结果，在对数概率纸上绘制粒度累计曲线，此时有效粒径是通过标准筛的累计百分比为10%时的标准筛粒径，均一系数是标准筛通过累计百分比为60%时的标准筛粒径除以有效粒径的值。

$$\text{均一系数(Uniformity Coefficient)} = \frac{\text{60\%粒径 (mm)}}{\text{10\%粒径 (有效粒径, mm)}}$$

■ 粒状活性炭（Granule Activated Carbon）规格（KSM1421，韩国工业标准）

项目	1级	2级	3级
含水率（%）	5以下	5以下	5以下
硬度（%）	90以上	90以上	90以上
堆积密度（g/ml）	0.48以下	0.52以下	0.56以下
碘吸附值（mg/g）（液相用）	1,100以上	1,000以上	900以上
苯平衡吸附性能（%）（气相用）	35以上	33以上	30以上
粒度（%）	95以上	90以上	90以上

■ 使用活性炭的性能评估

一般来说，采集使用活性炭的样品，物理强度和特性劣化或者碘吸附值分析结果在600~700 mg/g以下

时应考虑置换。

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>