

常见污水处理工艺原理、优缺点及处理效率对比

应网友要求，整理了常见污水处理工艺的相关原理、处理效率、工艺对比特点等内容；尽管每一种工艺有各自的特点，但不同处理工艺、不同的构筑物由于停留时间、污泥浓度等不尽相同；所以处理效率要结合实际生产过程之中的污泥状态来最终确定。不足之处，请大家批评指正。

一、A/O工艺

1、基本原理

A/O是Anoxic/Oxic的缩写，它的优越性是除了使有机污染物得到降解之外，还具有一定的脱氮除磷功能，是将厌氧水解技术用为活性污泥的前处理，所以A/O法是改进的活性污泥法。

A/O工艺将前段缺氧段和后段好氧段串联在一起，A段DO不大于0.2mg/L，O段DO=2~4mg/L。在缺氧段异养菌将污水中的淀粉、纤维、碳水化合物等悬浮污染物和可溶性有机物水解为有机酸，使大分子有机物分解为小分子有机物，不溶性的有机物转化成可溶性有机物，当这些经缺氧水解的产物进入好氧池进行好氧处理时，可提高污水的可生化性及氧的效率；在缺氧段，异养菌将蛋白质、脂肪等污染物进行氨化（有机链上的N或的氨基）游离出氨（ NH_3 、 NH_4^+ ），在充足供氧条件下，自养菌的硝化作用将 $\text{NH}_3\text{-N}$ （ NH_4^+ ）氧化为 NO_3^- ，通过回流控制返回至A池，在缺氧条件下，异氧菌的反硝化作用将 NO_3^- 还原为分子态氮（ N_2 ）完成C、N、O在生态中的循环，实现污水无害化处理。

2、A/O内循环生物脱氮工艺特点

根据以上对生物脱氮基本流程的叙述，结合多年的焦化废水脱氮的经验，我们总结出(A/O)生物脱氮流程具有以下优点：

(1)效率高。该工艺对废水中的有机物，氨氮等均有较高的去除效果。当总停留时间大于54h，经生物脱氮后的出水再经过混凝沉淀，可将COD值降至100mg/L以下，其他指标也达到排放标准，总氮去除率在70%。

(2)流程简单，投资省，操作费用低。该工艺是以废水中的有机物作为反硝化的碳源，故不需要再另加甲醇等昂贵的碳源。尤其，在蒸氨塔设置有脱固定氮的装置后，碳氮比有所提高，在反硝化过程中产生的碱度相应地降低了硝化过程需要的碱耗。

(3)缺氧反硝化过程对污染物具有较高的降解效率。如COD、BOD5和SCN-在缺氧段中去除率在67%、38%、59%，酚和有机物的去除率分别为62%和36%，故反硝化反应是经济的节能型降解过程。

(4)容积负荷高。由于硝化阶段采用了强化生化，反硝化阶段又采用了高浓度污泥的膜技术，有效地提高了硝化及反硝化的污泥浓度，与国外同类工艺相比，具有较高的容积负荷。

(5)缺氧/好氧工艺的耐负荷冲击能力强。当进水水质波动较大或污染物浓度较高时，本工艺均能维持正常运行，故操作管理也很简单。通过流程的比较，不难看出，生物脱氮工艺本身就是脱氮的同时，也降解酚、氰、COD等有机物。

结合水量、水质特点，我们推荐采用缺氧/好氧(A/O)的生物脱氮(内循环)工艺流程，使污水处理装置不但能达到脱氮的要求，而且其它指标也达到排放标准。

3、A/O工艺的缺点

(1) 由于没有独立的污泥回流系统，从而不能培养出具有独特功能的

污泥，难降解物质的降解率较低；

(2) 若要提高脱氮效率，必须加大内循环比，因而加大了运行费用。另外，内循环液来自曝气池，含有一定的DO，使A段难以保持理想的缺氧状态，影响反硝化效果，脱氮率很难达到90%。

（3）影响因素

水力停留时间（硝化 $>6h$ ，反硝化 $<2h$ ）污泥浓度MLSS（ $>3000mg/L$ ）污泥龄（ $>30d$ ）N/MLSS负荷率（ <0.03 ）进水总氮浓度（ $<30mg/L$ ）

二、A2/O工艺

1、基本原理

A2/O工艺是Anaerobic-Anoxic-Oxic的英文缩写，它是厌氧-缺氧-好氧生物脱氮除磷工艺的简称。该工艺处理效率一般能达到：BOD5和SS为90%~95%，总氮为70%以上，磷为90%左右，一般适用于要求脱氮除磷的大中型城市污水厂。但A2/O工艺的基建费和运行费均高于普通活性污泥法，运行管理要求高，所以对目前我国国情来说，当处理后的污水排入封闭性水体或缓流水体引起富营养化，从而影响给水水源时，才采用该工艺。

2、A2/O工艺特点：

（1）污染物去除效率高，运行稳定，有较好的耐冲击负荷。

（2）污泥沉降性能好。

（3）厌氧、缺氧、好氧三种不同的环境条件和不同种类微生物菌群的有机配合，能同时具有去除有机物、脱氮除磷的功能。

（4）脱氮效果受混合液回流比大小的影响，除磷效果则受回流污泥中夹带DO和硝酸态氧的影响，因而脱氮除磷效率不可能很高。

（5）在同时脱氧除磷去除有机物的工艺中，该工艺流程简单，总的水力停留时间也少于同类其他工艺。

（6）在厌氧—缺氧—好氧交替运行下，丝状菌不会大量繁殖，SVI一般小于100，不会发生污泥膨胀。

（7）污泥中磷含量高，一般为2.5%以上。

3、A2/O工艺的缺点

（1）反应池容积比A/O脱氮工艺还要大；

（2）污泥内回流量大，能耗较高；

（3）用于中小型污水厂费用偏高；

（4）沼气回收利用经济效益差；

（5）污泥渗出液需化学除磷。

三、氧化沟

1、基本原理

氧化沟又名氧化渠，因其构筑物呈封闭的环形沟渠而得名。它是活性污泥法的一种变型。因为污水和活性污泥在曝气渠道中不断循环流动，因此有人称其为“循环曝气池”、“无终端曝气池”。氧化沟的水力停留时间长，有机负荷低，其本质上属于延时曝气系统。氧化沟一般由沟体、曝气设备、进出水装置、导流和混合设备组成，沟体的平面形状一般呈环形，也可以是长方形、L形、圆形或其他形状，沟端面形状多为矩形和梯形。

2.氧化沟工艺特点

（1）构造形式多样性

基本形式氧化沟的曝气池呈封闭的沟渠形，而沟渠的形状和构造则多种多样，沟渠可以呈圆形和椭圆形等形状。可以是单沟系统或多沟系统；多沟系统可以是一组同心的互相连通的沟渠，也可以是相互平行，尺寸相同的一组沟渠。有与二次沉淀池分建的氧化沟也有合建的氧化沟，合建的氧化沟又有体内式和体外式之分，等等。多种多样的构造形式，赋予了氧化沟灵活机动的运行性能，使他可以按照任意一种活性污泥的运行方式运行，并结合其他工艺单元，以满足不同的出水水质要求。

（2）曝气设备的多样性

常用的曝气设备有转刷、转盘、表面曝气器和射流曝气等。不同的曝气装置导致了不同的氧化沟型式，如采用表曝气机的卡鲁塞尔氧化沟，采用转刷的帕斯维尔氧化沟等等，与其他活性污泥法不同的是，曝气装置只在沟渠的某一处或者几处安设，数目应按处理场规模、原污水水质及氧化沟构造决定，曝气装置的作用除供应足够的氧气外，还要提供沟渠内不小于0.3m/s的水流速度，以维持循环及活性污泥的悬浮状态。

（3）曝气强度可调节

氧化沟的曝气强度可以通过两种方式调节。一是通过出水溢流堰调节：通过调节溢流堰的高度改变沟渠内水深，进而改变曝气装置的淹没深度，使其充氧量适应运行的需要。淹没深度的变化对曝气设备的推动力也会产生影响，从而可以对进水流速起到一定的调节作用；其二是通过直接调节曝气器的转速：由于机电设备和自控技术的发展，目前氧化沟内的曝气器的转速是可以调节的，从而可以调节曝气强度的推动力。

（4）简化了预处理和污泥处理

氧化沟的水力停留时间和污泥龄都比一般生物处理法长，悬浮有机物与溶解性有机物同时得到较彻底的稳定，故氧化沟可以不设初沉池。由于氧化沟工艺污泥龄长，负荷低，排出的剩余污泥已得到高度稳定，剩余污泥量也较少。因此不再需要厌氧消化，而只需进行浓缩和脱水。

3、氧化沟工艺的缺点：

（1）污泥膨胀问题 当废水中的碳水化合物较多，N、P含量不平衡，pH值偏低，氧化沟中污泥负荷过高，溶解氧浓度不足，排泥不畅等易引发丝状菌性污泥膨胀；非丝状菌性污泥膨胀主要发生在废水水温较低而污泥负荷较高时。微生物的负荷高，细菌吸取了大量营养物质，由于温度低，代谢速度较慢，积贮起大量高粘性的多糖类物质，使活性污泥的表面附着水大大增加，SVI值很高，形成污泥膨胀。

（2）泡沫问题 由于进水中带有大量油脂，处理系统不能完全有效地将

其除去，部分油脂富集于污泥中，经转刷充氧搅拌，产生大量泡沫；泥龄偏长，污泥老化，也易产生泡沫。

（3）污泥上浮问题 当废水中含油量过大，整个系统泥质变轻，在操作过程中不能很好控制其在二沉池的停留时间，易造成缺氧，产生腐化污泥上浮；当曝气时间过长，在池中发生高度硝化作用，使硝酸盐浓度高，在二沉池易发生反硝化作用，产生氮气，使污泥上浮；另外，废水中含油量过大，污泥可能挟油上浮。

（4）流速不均及污泥沉积问题 在氧化沟中，为了获得其独特的混合和处理效果，混合液必须以一定的流速在沟内循环流动。一般认为，低流速应为0.15m/s，不发生沉积的平均流速应达到0.3~0.5m/s。氧化沟的曝气设备一般为曝气转刷和曝气转盘，转刷的浸没深度为250~300mm，转盘的浸没深度为480~530mm。与氧化沟水深（3.0~3.6m）相比，转刷只占了水深的1/10~1/12，转盘也只占了1/6~1/7，因此造成氧化沟上部流速较大（约为0.8~1.2m，甚至更大），而底部流速很小（特别是在水深的2/3或3/4以下，混合液几乎没有流速），致使沟底大量积泥（有时积泥厚度达1.0m），大大减少了氧化沟的有效容积，降低了处理效果，影响了出水水质。

四、SBR工艺

1、工艺原理

在反应器内预先培养驯化一定量的活性污泥，当废水进入反应器与活性污泥混合接触并有氧存在时，微生物利用废

水中的有机物进行新陈代谢，将有机物降解并同时使微生物细胞增殖。将微生物细胞物质与水沉淀分离，废水即得到处理。其处理过程主要由初期的去除与吸附作用、微生物的代谢作用、絮凝体的形成与絮凝沉淀性能几个净化过程完成。

2、SBR工艺特点

- (1) 理想的推流过程使生化反应推动力增大，效率提高，池内厌氧、好氧处于交替状态，净化效果好。
- (2) 运行效果稳定，污水在理想的静止状态下沉淀，需要时间短、效率高，出水水质好。
- (3) 耐冲击负荷，池内有滞留的处理水，对污水有稀释、缓冲作用，有效抵抗水量和有机污物的冲击。
- (4) 工艺过程中的各工序可根据水质、水量进行调整，运行灵活。
- (5) 处理设备少，构造简单，便于操作和维护管理。
- (6) 反应池内存在DO、BOD5浓度梯度，有效控制活性污泥膨胀。
- (7) SBR法系统本身也适合于组合式构造方法，利于废水处理厂的扩建和改造。
- (8) 脱氮除磷，适当控制运行方式，实现好氧、缺氧、厌氧状态交替，具有良好的脱氮除磷效果。
- (9) 工艺流程简单、造价低。主体设备只有一个序批式间歇反应器，无二沉池、污泥回流系统，调节池、初沉池也可省略，布置紧凑、占地面积省。

3、SBR工艺的缺点

- (1) 间歇周期运行，对自控要求高；
- (2) 变水位运行，电耗增大；
- (3) 脱氮除磷效率不太高；
- (4) 污泥稳定性不如厌氧硝化好。

五、CAST工艺

1、CAST工艺原理

CASS生物处理法是周期循环活性污泥法的简称，CASS池分预反应区和主反应区。在预反应区内，微生物能通过酶的快速转移机理迅速吸附污水中大部分可溶性有机物，经历一个高负荷的基质快速积累过程，这对进水水质、水量、PH和有毒有害物质起到较好的缓冲作用，同时对丝状菌的生长起到抑制作用，可有效防止污泥膨胀；随后在主反应区经历一个较低负荷的基质降解过程。CASS工艺集反应、沉淀、排水、功能于一体，污染物的降解在时间上是一个推流过程，而微生物则处于好氧、缺氧、厌氧周期性变化之中，从而达到对污染物去除作用，同时还具有较好的脱氮、除磷功能。

2、CAST工艺特点

- (1) 运行灵活可靠

- 生物选择器可以根据污水水质情况，以好氧、缺氧和厌氧三种方式运行。选择器可以恒定容积也可以可变容积运行
- 可任意调节状态，发挥不同微生物的生理特性

- 选择器容积可变，避免产生污泥膨胀，提高了系统的可靠性
- 抗冲击负荷能力强，工业废水、城市污水处理都适用

(2) 处理构筑物少，流程简单

- 池子总容积减少，土建工程费用低
- 不需设二次沉淀池及其刮泥设备，也不用设回流污泥泵站

(3) 可实现除磷脱氮

- 调节生物选择器可变容积的曝气和非曝气顺序，提高了生物除磷脱氮效果

(4) 节省投资

- 构筑物少，占地面积省
- 设备及控制系统简单
- 曝气强度小，不须大气量的供气设备
- 运行费用低

3、工艺缺点

- (1) 间歇周期运行，对自控要求较高；
- (2) 变水位运行，电耗增大；
- (3) 容积利用率较低；
- (4) 污泥稳定性不如厌氧硝化好。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/155474.html>