

法在生物学、反应动力学的理论方面以及在工艺变形方面都获得了长足的发展,出现了多种能够适应各种条件的工艺流程,使得它的适用性、有效性更加完善。它在城市污水和一些工业废水的处理中,特别是在规模较大的场合,已占有极大的优势,成为主体处理工艺。

A 有机废水的处理

活性污泥在曝气过程中,对有机物的降解过程可分为两个阶段,即吸附阶段和稳定阶段。在曝气初期,活性污泥表面富集着的许多活性很强的微生物,和污水充分混合、接触后,微生物细胞壁外围的黏液层将污水中的有机物迅速吸附到活性污泥上来。这个吸附过程进行得相当快,大约在不到 30min 之内就可将污水中的有机物(以 BOD 计)去除大部分,BOD 去除率可达 70% 以上。有机物的吸附去除是微生物摄取营养物质的第一步。这一吸附去除过程的本身是一个物理过程,为下一步的物质转化过程做准备。

随着曝气过程的延续,被活性污泥吸附的大量有机物将接着为微生物所利用。先是有机物在好氧微生物的作用下,被氧化分解为中间产物,接着有些中间产物合成为细胞物质,另一些中间产物氧化为无机的终点产物,这个过程就是物质的转化过程,是一个生化反应过程,也称为稳定过程。这个过程是物质由不稳定到稳定的过程,即高分子有机物降解为简单的、稳定的、低分子的无机物。这个稳定有机物的过程,较之前面的吸附有机物过程要长得多。

B 重金属废水的处理

传统上处理重金属废水的方法主要是物理化学方法,如吸附法、离子交换法、化学沉淀法、膜分离法、氧化还原法等,但这些方法都具有二次污染严重、处理成本高等问题。近年来人们开始为重金属废水的处理寻找新的方法。过去人们普遍认为活性污泥法不宜用来处理重金属废水,因为重金属废水中有机物质较少,而且重金属对污泥中的微生物有很强的毒害作用。但近年的研究表明,通过改造现行的活性污泥法可以处理重金属废水。活性污泥法处理重金属废水主要是利用活性污泥中的细菌、原生动物等微生物与悬浮物质、胶体物质混杂形成的具有很强吸附分解能力的污泥颗粒来完成的。

活性污泥处理重金属废水的机理很复杂,通常认为活性污泥对重金属的作用包括沉淀、吸附和胞内积累等。

C 印染废水的处理

纺织行业是我国用水量较大、排放废水量较多的工业部门之一。据不完全统计,国内印染企业每天排放废水量 300 万~400 万吨。排放的废水中含有纤维原料本身的夹带物,以及加工过程中所用的浆料、油剂、染料和化学助剂等,具有生化需氧量高、色度高、pH 值高的特点。运用活性污泥法处理印染废水,既能分解其中大量的有机物质,又能去除部分色素,还可以小量调节 pH 值,运转效率高而费用低,出水水质好。活性污泥法 BOD₅ 的去除率一般可达 80%~95%,对于 COD 的去除率一般可达 40%~60%,脱色能力为 30%~50%。

3.1.2.8 生物脱氮除磷工艺

城市污水中的氮、磷主要来自生活污水和部分工业废水。氮、磷的主要危害:一是使

受纳水体富营养化；二是影响水源水质，增加给水处理成本；三是对人和生物产生毒害。上述危害严重制约了城市水环境正常功能的发挥，并使城市缺水状况加剧。随着人民生活水平的提高和环境的恶化，对水质的要求也越来越高。为了达到较好的脱氮除磷效果，对一些传统工艺进行了改进或设计出新工艺。

A 生物脱氮原理及主要工艺

a 生物脱氮原理

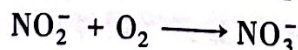
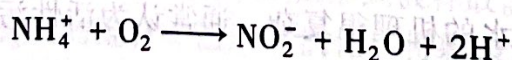
生物脱氮是利用自然界氮的循环原理，采用人工方法予以控制。首先，将污水中的含氮有机物转化成氨氮，而后在好氧条件下，由硝化菌作用变成硝酸盐氮，这阶段称为好氧硝化。随后在缺氧条件下，由反硝化菌作用，并由外加碳源提供能量，使硝酸盐氮变成氮气逸出，这一阶段称为缺氧反硝化。整个生物脱氮过程就是氮的分解还原反应，反应能量从有机物中获取。在硝化和反硝化过程中，影响其脱氮效率的因素是温度、溶解氧、pH 值以及碳源，生物脱氮系统中，硝化菌增长速度较缓慢，所以，要有足够的污泥泥龄。反硝化菌的生长主要是在缺氧条件下进行，并且要用充裕的碳源提供能量，才可促使反硝化作用顺利进行。

一般来说，生物脱氮过程可分为三步：第一步是氨化作用，即水中的有机氮在氨化细菌的作用下转化成氨氮。在普通活性污泥法中，氨化作用进行得很快，无须采取特殊的措施。第二步是硝化作用，即在供氧充足的条件下，水中的氨氮首先在亚硝酸菌的作用下被氧化成亚硝酸盐，然后再在硝酸菌的作用下进一步氧化成硝酸盐。为防止生长缓慢的亚硝酸细菌和硝酸细菌从活性污泥系统中流失，要求很长的污泥龄。第三步是反硝化作用，即硝化产生的亚硝酸盐和硝酸盐在反硝化细菌的作用下被还原成氮气。这一步速率也比较快，但由于反硝化细菌是兼性厌氧菌，只有在缺氧或厌氧条件下才能进行反硝化，因此需要为其创造一个缺氧或厌氧的环境（好氧池的混合液回流到缺氧池）。

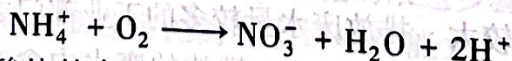
由此可见，生物脱氮系统中硝化与反硝化反应需要具备如下条件：

(1) 硝化阶段：足够的溶解氧，DO 值在 2mg/L 以上，合适的温度，最好在 20℃，不能低于 10℃，足够长的污泥泥龄，合适的 pH 值条件。反应方程式如下：

1) 硝化反应：

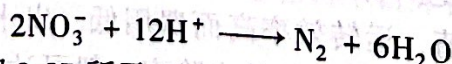


2) 硝化反应总反应式为：



(2) 反硝化阶段：硝酸盐的存在，缺氧条件 DO 值在 0.2mg/L 左右，充足碳源（能源），合适的 pH 值条件。反应方程式如下：

反硝化反应：



生物脱氮过程如图 3-27 所示。

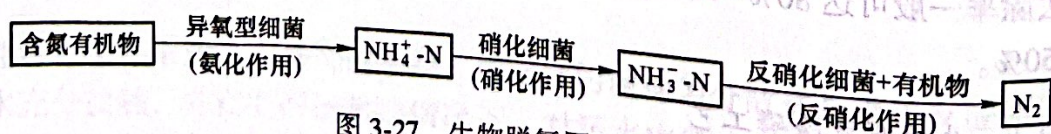


图 3-27 生物脱氮原理示意图

b 生物脱氮主要工艺

(1) 传统活性污泥法脱氮工艺——三级生物脱氮工艺。

传统的生物脱氮技术是以氨化、硝化、反硝化三项反应过程为基础建立的，始于 20 世纪 30 年代，真正应用于 20 世纪 70 年代。以 Barth 开创的三级生物脱氮工艺为起始。工艺流程如图 3-28 所示。

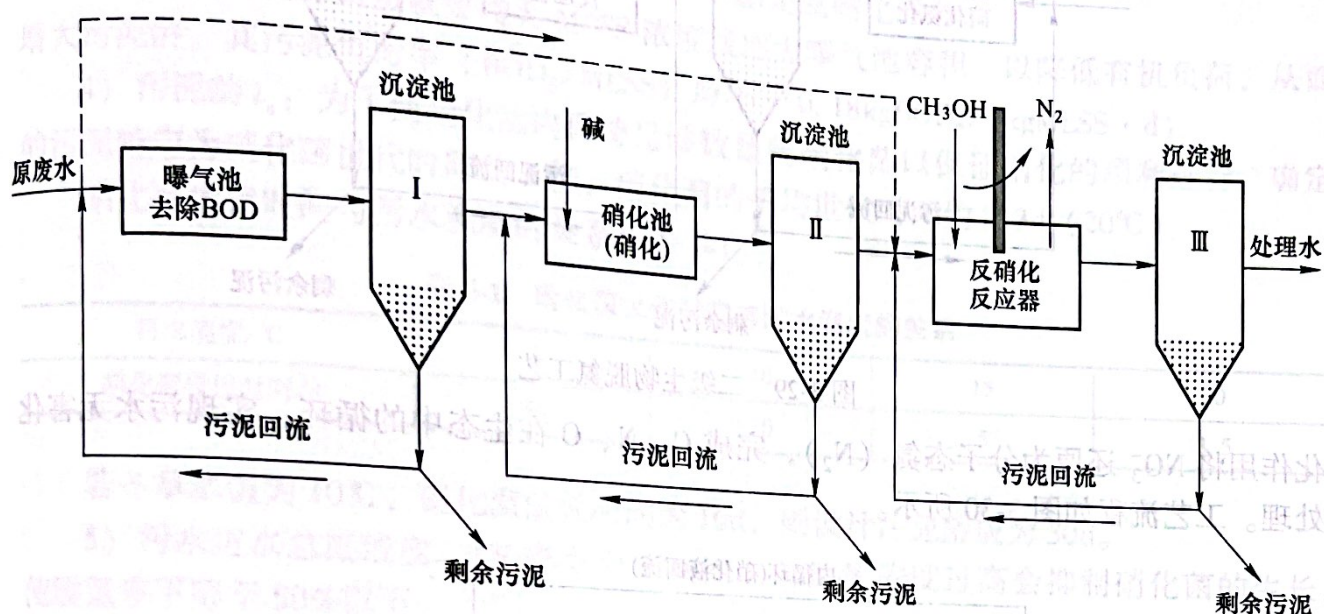


图 3-28 传统活性污泥法脱氮工艺（三级活性污泥法流程）

第一级曝气池为一般的二级处理曝气池，主要功能是去除 BOD、COD，使有机氮转化为无机氮（ NH_3 、 NH_4^+ ），即氨化过程。经一级沉淀池沉淀后污水进入硝化曝气池，此时污水的 BOD_5 值已降至 $15 \sim 20 \text{ mg/L}$ 。

第二级为硝化曝气池，主要进行硝化反应， NH_3 、 NH_4^+ 氧化为 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 。硝化反应需要一定碱度，因此在硝化池需要投碱，防止 pH 值下降。

第三级为反硝化反应器，缺氧条件下将 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 还原为 N_2 ，逸往大气。采取厌氧-缺氧交替运行的方式。需投加甲醇或引入原污水作为碳源。

该系统的优点是有机物降解细菌、硝化菌、反硝化菌分别在各自反应器中增殖，保证各自的适宜生长条件，各自回流沉淀池中的污泥，保证菌种的类型。反应速度快且处理彻底；缺点是处理设备较多、造价高、运行管理复杂。

(2) 传统活性污泥法脱氮工艺——二级生物脱氮工艺。

二级生物脱氮工艺是在三级生物脱氮工艺基础上将 BOD 去除和硝化两个反应过程合并到一个反应器中进行，工艺流程如图 3-29 所示。

(3) 缺氧-好氧活性污泥法脱氮系统（A/O 法脱氮工艺）。

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 0.2 mg/L ，O 段 $\text{DO} = 2 \sim 4 \text{ mg/L}$ 。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，提高污水的可生化性，提高氧的效率；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 性，提高氧的效率；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 性，提高氧的效率；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 性，提高氧的效率））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

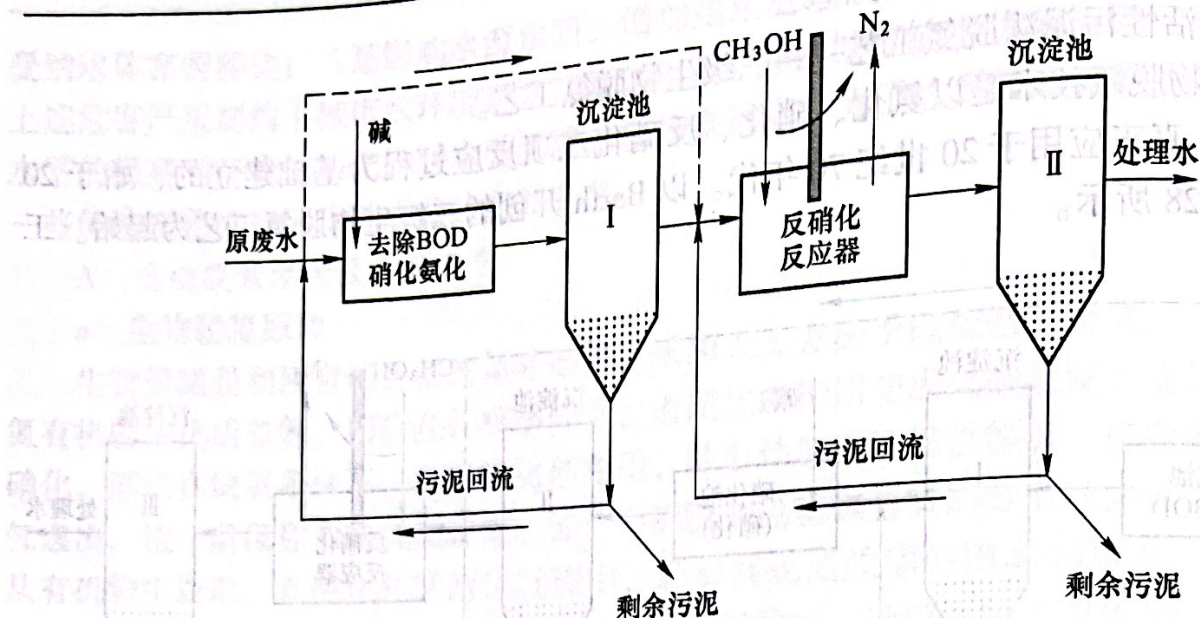


图 3-29 二级生物脱氮工艺

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。工艺流程如图 3-30 所示。

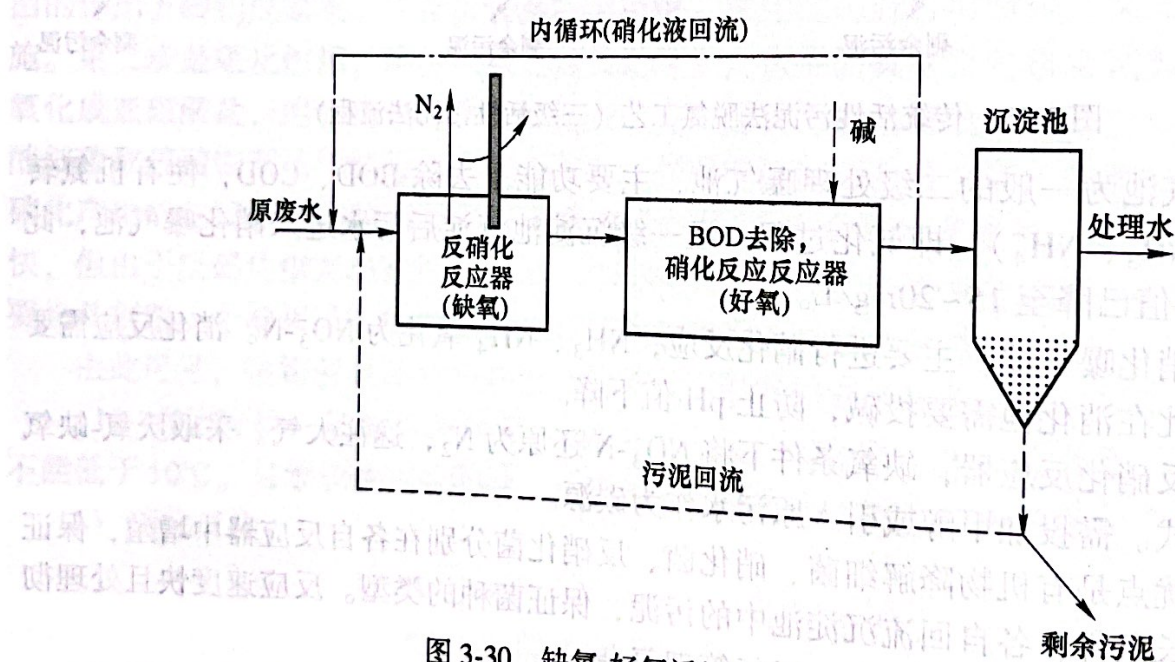


图 3-30 缺氧-好氧活性污泥法脱氮系统

主要工艺特点：缺氧池在前，污水中的有机碳被反硝化菌所利用，可减轻其后好氧池的有机负荷，反硝化反应产生的碱度可以补偿好氧池中进行硝化反应对碱度的需求。好氧池在缺氧池之后，可以使反硝化残留的有机污染物得到进一步去除，提高出水水质。 BOD_5 的去除率较高，可达 90%~95% 以上，但脱氮效率仅为 70%~80%。该工艺还可以将缺氧池与好氧池合建，中间隔以挡板，降低工程造价，所以这种形式有利于对现有推流式曝气池的改造。

为了提高脱氮效果，A/O 工艺主要控制几个因素：

- 1) MLSS 一般应在 3000mg/L 以上，低于此值 A/O 系统脱氮效果明显降低。
- 2) TKN/MLSS 负荷率 (TKN—凯式氮，指水中氨氮与有机氮之和)：在硝化反应中该负荷率应在 $0.05 \text{gTKN}/(\text{gMLSS} \cdot \text{d})$ 之下。

3) $BOD_5/MLSS$ 负荷率。在硝化反应中,影响硝化的主要因素是硝化菌的存在和活性,因为自养型硝化菌最小比增殖速度为 $0.21/d$;而异养型好氧菌的最小比增殖速度为 $1.2/d$ 。前者比后者的比增殖速度小得多。要使硝化菌存活并占优势,要求污泥龄大于 $4.76d$;但对于异养型好氧菌,则污泥龄只需 $0.8d$ 。在传统活性污泥法中,由于污泥龄只有 $2\sim 4d$,所以硝化菌不能存活并占有优势,不能完成硝化任务。

要使硝化菌良好繁殖就要增大 $MLSS$ 浓度或增大曝气池容积,以降低有机负荷,从而增大污泥龄。其污泥负荷率 ($BOD_5/MLSS$) 应小于 $0.18kgBOD_5/(kgMLSS \cdot d)$ 。

4) 污泥龄 t_s : 为了使硝化池内保持足够数量的硝化菌以保证硝化的顺利进行,确定的污泥龄应为硝化菌世代时间的 3 倍,硝化菌的平均世代时间约 $3.3d$ ($20^\circ C$)。

硝化菌世代时间与污水温度的关系见表 3-1。

表 3-1 硝化菌世代时间与污水温度的关系

污水温度/ $^\circ C$	5	10	15	20
硝化菌世代时间/d	18	10	5	3.5

若冬季水温为 $10^\circ C$,硝化菌世代时间为 $10d$,则设计污泥龄应为 $30d$ 。

5) 污水进水总氮浓度。TN 应小于 $30mg/L$, NH_3-N 浓度过高会抑制硝化菌的生长,使脱氮率下降至 50% 以下。

6) 混合液回流比: R 的大小直接影响反硝化脱氮效果, R 增大,脱氮率提高,但 R 增大会增加电能消耗增加运行费。

A/O 工艺脱氮率与混合液回流比关系见表 3-2。

表 3-2 A/O 工艺脱氮率与混合液回流比关系

$R/\%$	50	100	200	300	400	500	600
脱氮率/ $\%$	33.3	50	66.7	75	80	83.3	85

7) 缺氧池 BOD_5/NO_x-N 比值。 $H>4$ 以保证足够的碳/氮比,否则反硝化速率迅速下降;但当进入硝化池 BOD_5 值又应控制在 $80mg/L$ 以下,当 BOD_5 浓度过高时,异养菌迅速繁殖,会抑制自养菌生长,使硝化反应停滞。

8) 硝化池溶解氧。 $DO>2mg/L$,一般充足供氧 DO 应保持 $2\sim 4mg/L$,满足硝化需氧量要求,按计算氧化 $1g NH_4^+$ 需 $4.57g$ 氧。

9) 水力停留时间。硝化反应水力停留时间应大于 $6h$;而反硝化水力停留时间为 $2h$,两者之比为 $3:1$,否则脱氮效率迅速下降。

10) pH 值。硝化反应过程生成 HNO_3 使混合液 pH 值下降,而硝化菌对 pH 值很敏感,硝化最佳 pH 值 $=8.0\sim 8.4$,为了保持适宜的 pH 值就应采取相应措施,计算可知,使 $1g$ 氨氮 (NH_3-N) 完全硝化,约需碱度 $7.1g$ (以 $CaCO_3$ 计);反硝化过程产生的碱度 ($3.75g$ 碱度/ gNO_x-N) 可补偿硝化反应消耗碱度的一半左右。反硝化反应的最适宜 pH 值为 $6.5\sim 7.5$,大于 8 、小于 7 均不利。

11) 温度。硝化反应为 $20\sim 30^\circ C$,低于 $5^\circ C$ 硝化反应几乎停止;反硝化反应为 $20\sim 40^\circ C$,低于 $15^\circ C$ 反硝化速率迅速下降。

因此,在冬季应采取提高反硝化的污泥龄 t_s ,降低负荷率,提高水力停留时间等措施

保持反硝化速率。

B 生物除磷原理及主要工艺

a 生物除磷工艺原理

所谓生物除磷,是指利用聚磷菌一类的微生物,在厌氧条件下释放磷,且在好氧条件下,能够过量地从外部环境摄取磷,在数量上超过其生理需要,并将磷以聚合的形态储藏在菌体内,形成高磷污泥排出系统,达到从污水中除磷的效果。

磷常以磷酸盐(H_2PO_4^- 、 HPO_4^{2-} 和 PO_4^{3-})、聚磷酸盐和有机磷的形式存在于废水中,生物除磷就是利用聚磷菌,在厌氧状态释放磷,在好氧状态从外部摄取磷,并将其以聚合形态储藏在体内,形成高磷污泥,排出系统,达到从废水中除磷的效果。

生物除磷主要是通过排出剩余污泥而去除磷的,因此,剩余污泥多少将对除磷效果产生影响。一般污泥龄短的系统产生的剩余污泥量较多,可以取得较高的除磷效果。有报道称,当泥龄为30d时,除磷率为40%;泥龄为17d时,除磷率为50%;而当泥龄降至5d时,除磷率达到87%。

大量的试验观测资料已经完全证实,除磷工艺中,经过厌氧释放磷酸盐的活性污泥,在好氧状态下有很强的吸磷能力,也就是说,磷的厌氧释放是好氧吸磷和除磷的前提。但并非所有磷的厌氧释放都能增强污泥的好氧吸磷,磷的厌氧释放可以分为两部分:有效释放和无效释放,有效释放是指磷被释放的同时,有机物被吸收到细胞内,并在细胞内储存,即磷的释放是有机物吸收转化这一耗能过程的偶联过程;无效释放则不伴随有机物的吸收和储存,内源损耗、pH值变化、毒物作用引起的磷的释放均属无效释放。

在除磷系统的厌氧区中,含聚磷菌的会留污泥与污水混合后,在初始阶段出现磷的有效释放,随着时间的延长,污水中的易降解有机物被耗完以后,虽然吸收和储存有机物的过程基本已经停止,但微生物为了维持基础生命活动,仍将不断分解聚磷,并把分解产物(磷)释放出来,虽然此时释磷总量不断提高,但单位释磷量产生的吸磷能力随无效释磷量的加大而降低。一般来说,污水污泥混合液经过2h厌氧后,磷的释放已经甚微。在有效释放过程中,磷的释放量与有机物的转化量之间存在着良好的相关性,磷的厌氧释放可使污泥的好氧吸磷能力大大提高,每厌氧释放1mg P,在好氧条件下可吸收2.0~2.24mg P,厌氧时间加长,无效释放逐渐增加,平均厌氧释放1mg P,所产生的好氧吸磷能力降至1mg以下,甚至达到0.5mg。因此,生物除磷并非厌氧时间越长越好,同时在运行管理中要尽量避免pH值的冲击,否则除磷能力将大幅度下降,甚至完全丧失。这主要是由于pH值降低时,会导致细胞结构和功能损坏,细胞内聚磷在酸性条件下被水解,从而到压抑而释放出体内的磷酸盐,产生能量,以吸收快速降解有机物,并转化为PHB(聚β羟丁酸)储存起来。当这些聚磷菌进入好氧条件下时就降解体内储存的PHB产生能量,用于细胞的合成和过量吸磷,形成高磷浓度污泥,随剩余污泥一起排出系统,从而达到除磷的目的。生物除磷的优点在于不增加剩余污泥量,处理成本较低;缺点是为了避免剩余污泥中的磷再次释放,对污泥处理工艺的选择有一定的限制。在厌氧阶段释放1mg的磷,因此磷的吸收取决于磷的释放,而磷的释放取决于污水中存在的可快速降解的有机物的含量,有机物与磷的比值越大,除磷效果就越好。一般的活性污泥法,其剩余污泥中的含磷量为1.5%~2%,采用生物除磷工艺的剩余活性污泥中磷的含量可以达到传统活性

污泥法 2~3 倍, 在设计中往往采用 2%~4%。

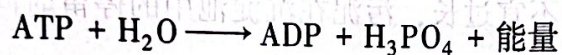
生物除磷工艺的前提是聚磷菌必须在厌氧条件下优势增长, 而后进入好氧阶段才能增大磷的吸收量。因此, 污水除磷的处理工艺必须在曝气池前段设置厌氧段, 并对污泥中糖的含量进行控制。生物除磷工艺对磷的去除可以达到出水含磷 1.0mg/L 以下; 辅以化学除磷的话, 可以保证出水水中磷浓度不高于 0.5mg/L。

生物除磷过程可分为三个阶段, 即细菌的压抑放磷、过渡积累和奢量吸收。首先将活性污泥处于短时间的厌氧状态时, 储磷菌把储存的聚磷酸盐进行分解, 提供能量, 并大量吸收污水中的 BOD, 释放磷 (聚磷酸盐水解为正磷酸盐), 使污水中 BOD 下降, 磷含量升高。然后在好氧阶段, 微生物利用被氧化分解所获得的能量, 大量吸收在厌氧阶段释放的磷和原污水中的磷, 完成磷的过渡积累和最后的奢量吸收, 在细胞体内合成聚磷酸盐而储存起来, 从而达到去除 BOD 和磷的目的。反应方程式如下:

(1) 聚磷菌摄取磷:



(2) 聚磷菌的放磷:



b 生物除磷主要工艺

厌氧-好氧活性污泥法除磷系统, 又称 A/O 除磷工艺。是在好氧活性污泥处理系统之前增加一段厌氧生物处理环节, 工艺流程如图 3-31 所示。经预处理的污水与回流污泥一起进入厌氧段, 再进入好氧段。回流污泥在厌氧段吸收一部分有机物, 释放出大量磷, 进入好氧段后, 污水中有机物得到降解, 污泥摄取污水中的磷, 部分富磷污泥以剩余污泥的形式排出, 实现除磷。

厌氧-好氧生物除磷工艺是一种流程简单, 既不投药, 也无须考虑混合液回流的除磷工艺。它的建设费及运行费都较低, 而且由于无混合回流的影响, 厌氧反应器能够保持良好的厌氧 (或缺氧) 状态; 但是该工艺在沉淀池内容易产生磷的释放现象, 特别是当污泥在沉淀池内停留时间较长时更是如此。

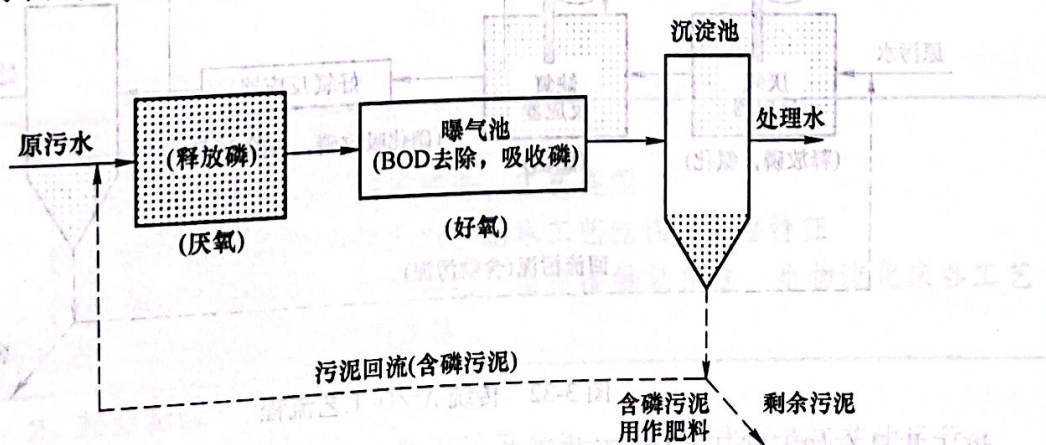


图 3-31 厌氧-好氧活性污泥法除磷系统

根据实际应用情况, 该工艺具有如下特征: (1) 污水在反应池内的停留时间较短, 一般为 3~6h; (2) 曝气生物反应池内污泥浓度一般在 2700~3000mg/L 之间; (3) BOD 的去除率大致与一般传统活性污泥法系统相同, 磷的去除率较好, 处理水中磷含量一般都低。

于 1.0mg/L , 去除率大致在 76% 左右; (4) 沉淀污泥含磷约 4%, 污泥的肥效较好;

(5) 混合液的 SVI 值不高于 100, 污泥易沉淀, 不膨胀。

同时, 在长期的实践过程中, 也发现了一些问题, 如: (1) 除磷率难以进一步提高, 因为微生物对磷的过量吸收是有一定限度的, 特别是当进水 BOD 值不高或废水中含磷量过高时, 即 BOD/P 值低时, 由于污泥产量低, 将更是如此; (2) 在沉淀池内容易产生磷的释放现象, 特别是当污泥在沉淀池内停留时间较长时更是如此。

大量研究表明, 该工艺在运行过程中会受到以下因素的影响, 需注意运行条件的控制:

(1) 好氧反应池中的溶解氧应维持在 2mg/L 以上。聚磷菌的吸收和释放是可逆的, 其控制因素是溶解氧浓度。溶解氧浓度高易于吸收, 低则易于释放。

(2) pH 值应控制在 7~8 之间。有研究表明: 当 pH 值为 6 以下时, 混合液中的磷在 1h 内急剧增加; 当 pH 值为 7~8 时, 含磷量减少, 且比较稳定。

(3) 原水中的 BOD_5 浓度应在 50mg/L 以上。据研究, 向废水中投加有机物可提高磷的吸收率。因此废水中的有机物必须保证有一定的浓度。

(4) 好氧池曝气时间不宜过长, 污泥在沉淀池中的停留时间宜尽可能短, 因为聚磷菌吸收磷是可逆的。

c 同步脱氮除磷工艺

(1) 传统 A^2/O 法。 A^2/O 是 20 世纪 70 年代在厌氧-缺氧工艺上开发出来的同步除磷脱氮工艺, 传统 A^2/O 法即厌氧-缺氧-好氧活性污泥法。污水在流经三个不同功能分区的过程中, 在不同微生物菌群作用下, 使污水中的有机物、氮和磷得到去除。其流程如图 3-32 所示。原污水的碳源物质 (BOD) 首先进入厌氧池, 聚磷菌优先利用污水中易生物降解有机物, 成为优势菌种, 为除磷创造条件; 然后污水进入缺氧池, 反硝化菌利用其他可利用的碳源将回流到缺氧池的硝态氮还原成氮气排入大气中, 达到脱氮的目的。

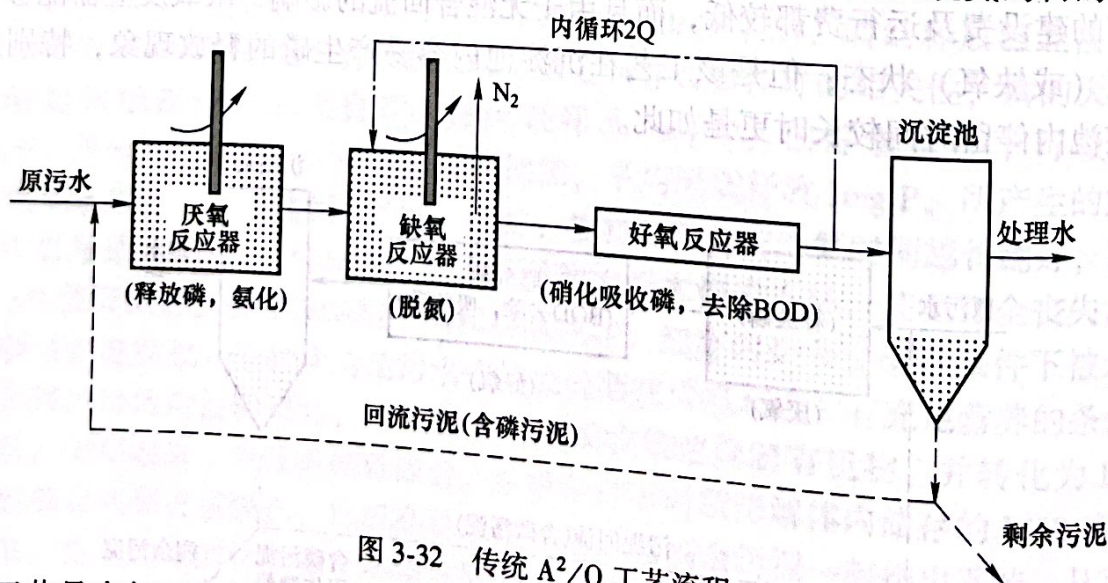


图 3-32 传统 A^2/O 工艺流程

该工艺具有如下特征: 1) 工艺简单, 总水力停留时间短; 2) 在厌氧-缺氧-好氧交替运行条件下, 丝状菌不能大量繁殖, 不会形成污泥膨胀的问题, SVI 值一般低于 100; 3) 污泥含磷高, 有良好肥效; 4) 运行中无须投药, 两个 A 段只需轻缓搅拌, 以不增加溶解氧为度, 运行费用低。

(2) 改良型 A^2/O 法。为了克服传统 A^2/O 工艺的一个缺点, 即由于厌氧区居前, 回

流污泥中的硝酸盐对厌氧区产生不利影响,改良 A^2/O 工艺在厌氧池之前增设厌氧/缺氧调节池,来自二沉池的回流污泥 10%左右的进水进入调节池,停留时间 20~30min,微生物利用约 10%进水中有机物去除回流污泥中的硝态氮,消除硝态氮对厌氧池的不利影响,从而保证厌氧池的稳定性。改良 A^2/O 工艺虽然解决了传统 A^2/O 工艺中厌氧段回流硝酸盐对放磷的影响,但增加了调节池,占地面积及土建费用需相应增加。

3.1.2.9 活性污泥法的发展前景

A 膜生物反应器

膜生物反应器可在紧凑的空间内同时实现微生物对污染物质的降解和膜对污染物质的分离,而降解与分离之间又存在着协同作用,是一种高效、实用的污水处理技术。

B 膜分离技术的应用

用膜分离代替沉淀进行泥水分离,可带来活性污泥工艺的以下变化:

(1) 不再存在污泥膨胀问题。在调控活性污泥系统时,不必再考虑污泥的沉降性能问题,从而使工艺控制大大简化;

(2) 曝气池的污泥浓度将大大提高 (MLSS 可以大于 20000mg/L),从而使系统可在超大泥龄、超低负荷状态下运行,充分满足去除各种污染物质的需要;

(3) 在同样的处理要求下,可使曝气池容积大大减小,节省处理厂的占地面积;

(4) 污泥浓度的提高,将要求较高的曝气速率,因而纯氧曝气将随着膜分离而被大量采用。

虽然膜分离目前还存在易堵塞等方面的问题,但这些问题正逐步得到解决。实际上,目前已有一批膜分离活性污泥系统在运行,如日本 Hiroshiwa 市的 Higashi 污水处理厂的膜分离系统已连续运行 3 年。

任务 3.2 生物膜法

任务描述

任务目标	1. 知识目标
	(1) 了解生物膜法的基本概念、工艺类型
	(2) 掌握生物膜法净化原理、基本工艺流程、主要特征
	(3) 掌握生物滤池、生物转盘、生物接触氧化法、生物流化床各工艺的组成、工作原理、运行特点等
任务内容	2. 能力目标
	生物滤池、生物转盘、生物接触氧化法、生物流化床各工艺的运行的组成、工作原理、运行特点等
	3. 素质目标
	具备自学、语言表达、计算机应用技术、沟通技巧、团队合作等基本素质
	生物滤池、生物转盘、生物接触氧化法、生物流化床设备运行操作