

A20工艺流程简介及常规监测指标介绍

一、污水中的主要污染物及其危害

- 城镇污水厂进水污水一般有腐臭气味，呈灰色或黑褐色，浑浊，有漂浮和可沉降悬浮物质，水温在10-25度之间。但当有工业污水混入时，水温、气味、颜色、浑浊等随之产生不同程度的变化。
- 城镇污水中的污染物，按存在形态可分为悬浮状态与溶解状态，按化学性质可分为无机物和有机物。

1、主要无机污染物

- 无机污染是各种有害的金属、盐类、酸、碱性物质及无机悬浮物等，所有造成的水质污染。建筑材料、化工等工业生产排出的污染物中大量为无机污染物，各种酸、碱和无机盐类的排放，会引起水体污染，首先破坏其自然缓冲作用，抑制微生物生长，阻碍水体自净作用。

- 污水中含氮化合物有有机氮、氨氮、硝酸盐氮与亚硝酸盐氮，成为总氮。有机氮很不稳定，容易在微生物作用下分解成其他三种：在无氧的条件下分解为氨氮，在有氧的条件下分解为氨氮、再转化为亚硝酸盐氮与硝酸盐氮。氨氮在水中的形式为游离氨与离子状态铵盐两种。总氮过高，危害水环境。

- 污水中含磷化合物可分为有机磷和无机磷，有机磷主要形式有葡萄糖，磷酸等。无机磷都以磷酸盐的形式存在。含磷化合物是重要的化工原料，广泛应用于洗涤剂、农药、医药及水处理等行业。洗涤剂中的主要含磷化合物磷酸盐是高效助洗剂，同时也是藻类的助长剂。当含磷的洗涤污水排入到江河时，会导致水体中磷元素含量的增加，引起藻类大量繁殖，造成水体富营养化。

④ 2、主要的有机污染物

- ④ 主要指生活污水或工业废水中的蛋白质、碳水化合物、脂肪、尿素、氨氮等等物质，这些有机质极不稳定，易腐化产生恶臭。
- ④ 碳水化合物主要包括糖类、淀粉、纤维素等，主要成分为碳、氢、氧、其中糖类、淀粉和纤维素可生物降解，对微生物无毒害、无抑制。蛋白质主要成分为碳、氢、氧、氮，其中氮约占16%，可生物降解，对微生物无毒害、无抑制。
- ④ 脂肪和油类是乙醇或甘油与脂肪酸形成的化合物，主要成分为碳、氢、氧，可生物降解，过量时对微生物有毒害、有抑制。

- ◎ **二、城镇污水处理厂的常见水质指标**
- ◎ 城镇污水处理厂出水水质标准依据《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）
- ◎ 当污水处理厂出水引入稀释能力较小的河湖作为城镇景观用水和一般回用水等用途时，执行一级标准的A标准。

序号	基本控制项目		一级标准		二级标准
			A 标准	B 标准	
1	化学需氧量 (COD)		50	60	100
2	生化需氧量 (BOD ₅)		10	20	30
3	悬浮物 (SS)		10	20	30
4	动植物油		1	3	5
5	石油类		1	3	5
6	阴离子表面活性剂		0.5	1	2
7	总氮 (以 N 计)		15	20	—
8	氨氮 (以 N 计) ^a		5 (8)	8 (15)	25 (30)
9	总磷 (以 P 计)	2005年12月31日前建设的	1	1.5	3
		2006年1月1日起建设的	0.5	1	3
10	色度 (稀释倍数)		30	30	40
11	PH		6~9		

① 1、生物化学需氧量（BOD）

- ② 生化需氧量又称生化耗氧量，英文缩写BOD，是用微生物代谢作用所消耗的溶解氧量来间接表示城镇污水被有机物污染程度的一个重要指标。其值越高，说明水中有机污染物质越多，污染也就越严重。悬浮或溶解状态存在于生活污水和制糖、食品、造纸、纤维等工业废水中的碳氢化合物、蛋白质、油脂、木质素等均为有机污染物，可经好氧菌的生物化学作用而分解，由于在分解过程中消耗氧气，故亦称需氧污染物质。若这类污染物质排入水体过多，将造成水中溶解氧缺乏，同时，有机物又通过水中厌氧菌的分解引起腐败现象，产生甲烷、硫化氢、和氨等恶臭气体，使水体变质发臭。

② 2、化学需氧量（**COD**）

- ③ 它是一个重要的而且能较快测定的有机物污染参数，常以符号COD表示。也是一项常用的间接表示城镇污水被有机物污染程度的重要指标。化学需氧量越大，说明水体受有机物的污染越严重。
- ③ 化学需氧量与生化需氧量（BOD）比较，BOD/COD的比率反映出了污水的生物降解能力。

3、总氮 (TN)

- 总氮的定义是水中各种形态无机和有机氮的总量。包括 NO_3^- 、 NO_2^- 和 NH_4^+ 等无机氮和蛋白质、氨基酸和有机胺等有机氮，常被用来表示水体受营养物质污染的程度。水中的总氮含量是衡量水质的重要指标之一。其测定有助于评价水体被污染和自净状况。地表水中氮、磷物质超标时，微生物大量繁殖，浮游生物生长旺盛，出现富营养化状态。城镇污水中的总氮主要是生活污水中人畜排泄物等含氮有机物，或直接来自含氮的工业污水。

④ 4、氨氮

- ④ 氨氮是指水中以游离氨 (NH_3) 和铵离子 (NH_4^+) 形式存在的氮。城镇污水中的氨氮主要是生活污水中含氮有机物受微生物作用的分解产物，或直接来自含氨氮的工业废水。氨氮是营养物质，促进藻类等浮游生物的繁殖，形成水华、赤潮，消耗水体中的溶解氧；氨氮也是耗氧物质，在亚硝化菌和硝化菌作用下，氨氮被氧化成硝酸盐和亚硝酸盐，也会消耗水体中的溶解氧；水中缺氧就会引起鱼类死亡。

◎ 5、总磷

- ◎ 水中磷多以磷酸盐形式存在。主要来源为生活污水、化肥、有机磷农药及近代洗涤剂所用的磷酸盐增洁剂等。水中的磷是藻类生长需要的一种关键元素，过量磷是造成水体污秽异臭，使湖泊发生富营养化和海湾出现赤潮的主要原因。总磷是水样经消解后将各种形态的磷转变成正磷酸盐后测定的结果。

⑥ 6、温度

- ⑥ 许多工业排出的废水都有较高的温度，这些废水排入水体使其水温升高，引起水体的热污染。水温升高影响水生生物的生存。好氧活性污泥微生物能正常生理活动的最适宜温度范围是15-30度。一般水温低于10度或高于35度时，都会对好氧活性污泥的功能产生不利影响。当温度高于40度或低于5度时，甚至会完全停止。

⑦ 7、活性污泥镜检生物相

- ⑦ 正常状态下，污水厂活性污泥情况：肉眼观察污泥颜色为黄褐色，絮体密实，出水透明清亮，上清液为淡黄色。镜检观察微生物活性好，菌胶团密实度较好，楯纤虫、钟虫、桶壳虫、累枝虫等微生物若干，原生动物、后生动物降解有机物活性明显。

- 三、生物处理系统的运行

- ◉ 1、生物处理的原理

- ◉ 所有的微生物处理过程都是一种生物转化过程，在这一过程中易于生物降解的有机污染物可在数分钟至数小时内进行两种转化：**一是变成从液体中滋出的气体，二是使微生物增殖成为剩余污泥。**按照微生物对氧需求程度的不同，生物处理法可分为好氧、厌氧、缺氧等三类。好氧是指污水处理构筑物内的溶解氧含量在 1mg/l 以上，最好大于 2mg/l 。厌氧是指污水处理构筑物内基本没有溶解氧，硝态氮含量也很低。一般硝态氮含量小于 0.3mg/l ，最好小于 0.2mg/l 。缺氧是指污水处理构筑物内 BOD_5 的代谢有硝态氮维持，硝态氮的初始浓度不低于 0.4mg/l ，溶解氧浓度小于 0.7mg/l ，最好小于 0.4mg/l 。

② 2、传统活性污泥法

- ③ 以活性污泥为主体的废水生物处理的主要方法。活性污泥法是向废水中连续通入空气，经一定时间后因好氧性微生物繁殖而形成的污泥状絮凝物。其上栖息着以菌胶团为主的微生物群，具有很强的吸附与氧化有机物的能力。利用活性污泥的生物凝聚、吸附和氧化作用，以分解去除污水中的有机污染物。然后使污泥与水分离，大部分污泥再回流到生物池，多余部分则排出活性污泥系统。

- ④ 生物反应池：反映主体
- ④ 二沉池：进行泥水分离，保证出水水质；保证回流污泥，维持生物池内的污泥浓度。
- ④ 回流系统：维持生物反应池的污泥浓度；改变回流比，改变生物池的运行工况。
- ④ 剩余污泥排放系统：去除有机物的途径之一；维持系统的稳定运行。
- ④ 供氧系统：主要有曝气风机向生物池内提供足够的溶解氧。

3、活性污泥法常用控制方法

(1)、污泥负荷法

- 污泥负荷是指单位质量的活性污泥在单位时间内所去除的污染物的量。污泥负荷在微生物代谢方面的含义就是F/M比值，F指的是有机物，M指的是微生物，城镇污水处理厂污泥负荷控制范围大概为0.1-0.3之间。
- $$F/M = QS / (VX) = Q * BOD5(\text{每天进入系统中的食料量}) / (MLSS * Va)(\text{曝气过程中的微生物量})$$

- 污泥负荷控制的过高时，微生物生长繁殖速率加快，尽管代谢分解有机物的能力很强，但由于细菌能量高，趋于游离生长状态，会导致污泥絮体的解絮，引起污泥膨胀。改善措施：降低负荷，增加曝气；负污泥负荷过低时，细菌、微生物营养不够、细菌活性、浓度低，污泥负荷太低，保证不了微生物正常生长所需的营养物质时，一部分微生物只有通过消耗自身营养存活，即进行内源呼吸。这个时候污水处理效果是好的，但过低的污泥负荷则导致污泥死亡（饿死）。改善措施：增加营养，提高污泥浓度，降低曝气。污泥负荷过高或过低，温度过高或过低都会造成污泥膨胀，要视具体的情况而定。

- ④ (2) 污泥浓度 (MLSS) 法

- ④ MLSS法是经常测定曝气池内MLSS的变化情况，通过调整排放剩余污泥量来保证曝气池内总是维持最佳MLSS值的控制方法，适用于水质水量比较稳定的生物处理系统。一般空气曝气活性污泥法的最佳MLSS为2-3g/l。

- ④ (3) SV法

- ④ 对于水质水量稳定的生物处理系统，SV值能代表活性污泥的絮凝和代谢活性，反映系统的处理效果。SV值可以通过增减剩余污泥的排放量来加以调节，SV值的变动性较大，而且与进水量有关。

- ◎ (3) 泥龄 (SRT) 法

- ◎ 泥龄法是通过控制系统的污泥停留时间最佳来使处理系统维持最佳运行效果的方法。泥龄 t_s 是活性污泥在曝气池中的平均停留时间，即

- ◎ $t_s = \text{曝气池中的活性污泥量} / \text{每天从曝气池系统排出的剩余污泥量}$

- ◎ $TS = (X * VT) / (QS * XR + Q * XE)$

- ④ 泥龄长，脱氮效果好，除磷效果不好。因为泥龄长意味着排泥少，生物除磷就是靠排泥来去除磷的。硝化细菌的世代周期较长，约5天，如果排泥少，则硝化细菌可以在生化系统中保留，那么脱氮作用就明显，泥龄短的话，排泥多，硝化细菌就随着排出去的污泥走掉了，硝化细菌在生化系统的浓度就减少，脱氮作用就减弱了。
- ④ SRT一般要兼顾除磷脱氮，而除磷脱氮的泥龄要求有冲突，因为除磷主要是通过排泥，所以要求泥龄短一些为好；脱氮的话要考虑到硝化菌世代时间的影响，泥龄有要求较长，权衡2方面泥龄控制在10-20天左右。

④ 4、曝气池主要监测项目

④ 氮和磷：

- ④ 理论上，微生物对氮、磷的需要量要按 $BOD_5 : N : P = 100 : 5 : 1$ 来计算，但实际活性污泥法处理系统曝气池进水中的 BOD_5 与氮、磷的比例往往低于此值，系统也能正常运转。氮、磷的含量因处理的工业废水种类不同差别很大，有的污水氮、磷的含量很高，不经过脱磷除氮，二沉池出水氮、磷的含量就会超标。而对于氮、磷的含量很低的污水，如果不能及时补充一定量的氮、磷，微生物的功能会受到限制，二沉池出水的COD 和 BOD_5 就难以保证达标。当处理氮、磷的含量很低的工业废水时，对于正在运行的曝气池，曝气池进水中氨氮和磷酸盐的含量分别为 10mg/L 和 5mg/L 左右，即可满足混合液微生物对氮、磷的需要。如果曝气池进水中氨氮和磷酸盐的含量长时间低于上述值，就应当及时增加氮、磷的投加量。

◎ 溶解氧 (DO)

- ◎ 混合液溶解氧是影响活性污泥微生物最关键的因素，曝气池混合液中必须有足够的溶解氧。如果溶解氧浓度过低，好氧微生物正常的代谢活动就会下降，活性污泥会因此发黑发臭，进而使其处理污染能力受到影响，而且溶解氧浓度过低，易于滋生丝状菌，产生污泥膨胀，影响出水水质。如果溶解氧浓度过高，氧的转移速率降低，活性污泥中的微生物会进入自身氧化阶段，还会增加动力消耗。
- ◎ 为了使溶解氧扩散到活性污泥絮体的内部，保持活性污泥系统整体具有良好的净化功能，混合液必须维持较高的水平。根据经验，曝气池出口混合液中溶解氧浓度保持在 2mg/L 。

四、A²O污水处理工艺

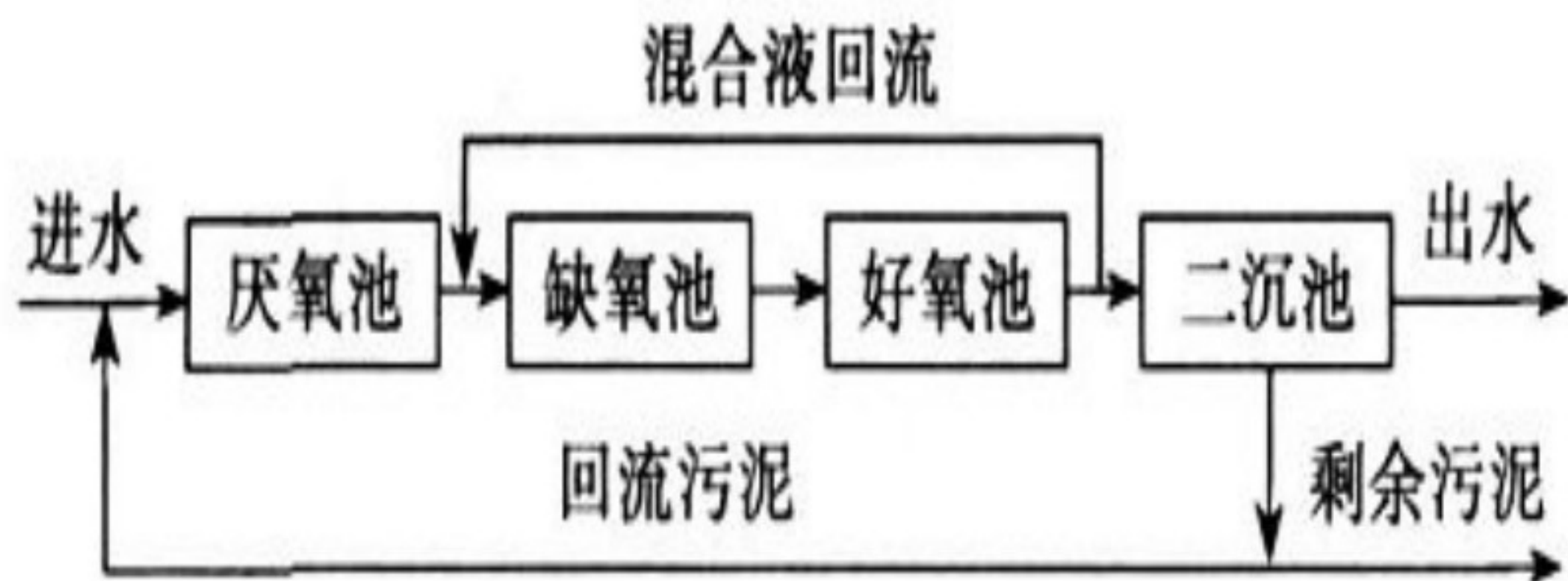


图1 A²O工艺流程图

1、A2O工艺污水处理过程简介

- A2O生物脱氮除磷工艺是传统活性污泥工艺、生物消化及反消化工艺和生物除磷工艺的综合，其工艺流程图如图一，生物池通过曝气装置、推进器（厌氧段和缺氧段）及回流渠道的布置分成厌氧段、缺氧段、好氧段。在该工艺流程内，BOD5、SS和以各种形式存在的氮和磷将一一被去除。**A2O生物脱氮除磷系统的活性污泥中，菌群主要由硝化菌和反硝化菌、聚磷菌组成。**在好氧段，硝化细菌将入流中的氨氮及有机氮氨化成的氨氮，通过生物硝化作用，转化成硝酸盐；在缺氧段，反硝化细菌将内回流带入的硝酸盐通过生物反硝化作用，转化成氮气逸入到大气中，从而达到脱氮的目的；在厌氧段，聚磷菌释放磷，并吸收低级脂肪酸等易降解的有机物；而在好氧段，聚磷菌超量吸收磷，并通过剩余污泥的排放，将磷除去。以上三类细菌均具有去除BOD5的作用，但BOD5的去除实际上是以反硝化细菌为主。

④ 2、A2O池的检测与控制参数的确定

- ④ A2O生物除磷脱氮工艺处理污水效果与DO、内回流比 r 、外回流比 R 、泥龄SRT、污水温度及PH值等有关。一般厌氧池DO在0.2mg/l以下，缺氧池DO在0.5mg/l以下，而好氧池DO在2.0mg/l以上；污泥混合液的PH值大于7；然而A2O生物除磷脱氮过程，本质上是一系列生物氧化还原反应的综合，A2O生物池各段混合液中的ORP(氧化还原值)能够综合地反应生物池中各参数的变化。

- ④ **(1) ORP:** 混合液中的DO越高，ORP值也越高；而当存在磷酸根离子时，ORP则随磷酸根离子浓度的升高而降低。当混合液存在硝酸盐时，其值越高，ORP越高。一般A—A—O生物除磷脱氮工艺处理过程中，厌氧段的ORP应小于-250mV，缺氧段控制在-100mV左右，好氧段控制在40mV以上。

如厌氧段ORP升高，表明DO值过大，可能与回流比过大带入更多的氧及回流污泥中带入太多的硝酸盐有关，还与搅拌强度太大产生空气复氧有关。如缺氧段ORP升高，表明DO值过大，可能与回流比过大带入更多的氧有关，另外还与搅拌强度太大产生空气复氧有关。如发现好氧段ORP降低，则说明曝气不足，好氧段DO下降。

- ◎ (2) 水利停留时间

- ◎ 水利停留时间与进水浓度、温度等因素有关。厌氧段水利停留时间一般在1-2h范围内，缺氧段水利停留时间1.5-2.0h，好氧段水利停留时间一般应在6h。

④ (3) 内回流与外回流及控制

- ④ 内回流比 r 一般在200%-500%之间，具体取决于进水总氮浓度，及所要求的脱氮效率。一般认为，300%-500%时脱氮效果最佳。外回流比 R 一般在50%-100%的范围内。在保证二沉池不发生反硝化及二次放磷的前提下，应使 R 降至最低，以免将太多硝酸盐带回厌氧段，干扰磷的释放，降低除磷效率。控制回流比时，应保证不使污泥在二沉池内停留时间过长，导致反硝化或磷的二次释放，因此需保证足够的回流比。当以除磷为主时，如果厌氧段的硝酸盐浓度大于4mg/l，必须降低外回流比 R 。单纯从硝酸盐对除磷的影响来看，脱氮越完全，硝酸盐对除磷的影响越小。运行人员需结合本厂具体特点，确定最佳回流比。

⑤ 五、问题剖析

⑤ 1、二沉池出水悬浮物含量大的原因是什么?如何解决?

⑤ (1) 活性污泥膨胀使污泥沉降性能变差, 泥水界面接近水面. 部分污泥碎片经出水堰溢出. 对策是通过分析污泥膨胀的原因, 逐一排除.

(2) 刮泥工作状况不好 (刮泥机停止), 造成二沉池污泥或水流出现短流现象, 局部污泥不能及时回流, 部分污泥在二沉池停留时间过长, 污泥缺氧腐化解体后随水溢出. 对策是及时修理刮吸泥机, 调节刮吸泥机各吸泥管吸泥的均衡. 使其恢复正常工作状态.

⑤ (3) 活性污泥在二沉池停留时间过长, 污泥因缺氧腐化解体后随水流溢出. 对策是加大回流污泥量, 在二沉池中的缩短停留时间.

2、出水水质指标升高

- **氨氮升高：**进水中有机物少，导致细菌营养跟不上，需要调整内部工艺控制方法；加大曝气风量，提高好氧段溶解氧；肉制品、食品等含油类废水、高浓度氨氮废水进入生物池隔绝氧气，超负荷运转，应投加溢油吸附剂或利用隔油池；工业废水中含有氨氮，氨氮过高，微生物的营养失去平衡，抑制微生物生长。
- **总磷升高：**低负荷运行，加之泥龄过长，导致出水TP升高，在进行水处理过程中，添加了含磷的药品或处理剂，容易导致出水总磷高于进水的情况。加强排泥（少量多次有规律操作）缩短污泥龄；生物除磷效果差，进水CNP比例失衡，应投加化学辅助除磷药剂，投加碳源补充微生物能量；
- **总氮升高：**生物池溶解氧浓度很高，没有反硝化的阶段，所有的氨氮全被氧全成硝态氮，虽然反应池有反硝化段，但是来水的碳：氮比小于5：1，氮的量较高，反硝化时没有足够的碳，所以也会造成总氮非常高；COD进水浓度低，可以造成反硝化碳源缺乏，好氧段COD负荷低，大粪虽为营养液，但此时投加会造成氮含量更高，碳氮比进一步失衡，因此应投加碳源；污泥龄过短，大量硝化细菌随剩余污泥排出，脱氮效率降低。