

A / DAT-IAT 工艺设计中的若干问题

作者：张芳¹ 李光明¹ 徐伟锋¹ 张大群²

简介：从设计的角度出发，详细论述了 DAT-IAT 工艺及前置厌氧反应器的 DAT-IAT 工艺(简称 A / DAT-IAT)中沉淀 / 滗水时间、厌氧反应器体积、回流比、pH 值、温度、滗水器选择及反应池数量等方面的问题。为使该工艺成功运行，建议沉淀和滗水时间分别为 1h 左右；厌氧反应器体积比为 15%左右；内、外回流宜为 200%和 20%~30%；pH 值为 7~8；滗水设施采用旋转式滗水器。

关键字：DAT-IAT A / DAT-IAT 工艺设计 厌氧反应器

中图分类号：X703.1

文献标识码：A

文章编号：1009-2455(2004)03-0035-03

Some Questions in A / DAT-IAT Process Design

ZHANG Fang¹, LI Guang-ming¹, XU Wei-feng¹, ZHANG Da-qun²

(1.State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse, Tongji University, Shanghai 200092, China;

2.Tianjin Municipal Works Design and Research Institute, Tianjin 300051, China)

Abstract: Detailed discussions are made from the design point of view on the questions with DAT-IAT process and A / DAT-IAT process (a DAT-IAT process with pre-anaerobic reactor), such as settling / decanting time, volume of anaerobic reactor, reflux ratio, pH value, temperature, selection of decanters and number of reactor, etc..For the successful operation of the said processes, it is recommended that the settling time and decanting time should be 1 hour respectively, the volumetric ratio of the anaerobic reactor should be around 15%, the internal reflux and external reflux should be 200%and 20%~ 30%respectively, and the pH value should be 7~8, while rotary decanter should be used for the decanting facility.

Key words: DAT-IAT; A / DAT-IAT; process design; anaerobic reactor

DAT-IAT(Demand Aeration Tank-Intermittent AerationTank)工艺，即连续进水、连续-间歇曝气工艺，是一种适用于处理水量水质变化较大的污水处理新工艺，既有传统活性污泥法的连续性和高效性，又具有 SBR 法的灵活性。1999 年建成的天津经济技术开发区污水处理厂($10\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$)在国内首次采用了该工艺；采用该工艺的抚顺三宝屯污水处理厂($25\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$)于 2001 年底建成投产；本溪污水处理厂($22.5\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$)采用前置厌氧反应器的 DAT-IAT 工艺，即 A / DAT-IAT(Anaerobic / Demand Aeration Tank-Intermittent Aeration Tank)工艺，以加强生物除磷作用，目前已进入生产试运行阶段。

由于 A / DAT-IAT 工艺系统是较新的处理工艺，我国现行的手册、规范都没有系统的设计参数。为了更合理地设计和运行 A / DAT-IAT 工艺，笔者根据试验研究及对 3 座大型污水处理厂的实际运行结果提出了一些见解以供设计参考。

1 沉淀及滗水时间对系统的影响

沉淀和排水阶段时间不宜超过曝气时间。试验发现，周期为 3h(0.5h 曝气，1.5h 沉淀，1 h 滗水)工况时系统出水不稳定、磷去除效果下降，并出现大块污泥上浮现象。原因是 IAT 只经过很短的曝气时段即进入长时间的沉淀和滗水时段，在此期间 IAT 池中发生反硝化反应，硝酸盐被迫还原为氮气。它和混合液接触降低了污泥密度，造成片状污泥上浮，影响出水水质；而在滗水末期系统又处于厌氧状态，磷又重新释放到水中，使出水含磷量大大增加。另一方面，IAT 池处于曝气状态时污泥回流泵回流的污泥量最大，此后在短时间内就在泵周围形成空洞，只回流污水而没有污泥，因此沉淀排水阶段时间过长会使污泥沉积在 IAT 池中，进一步促进缺氧条件的形成，加速了污泥的上浮。

但沉淀和排水时间也不可太短。试验同时发现,沉淀时间为 0.5h 时出水 SS 增加,出水水质难似达标;而排水时间为 0.5h 时造成单位时间内排水量太大,过急的出水流速会使①DAT 池中的活性污泥快速涌向 IAT 池,造成 DAT 池中 MLSS 浓度急剧下降,同时扰动 IAT 中已沉降的污泥致使出水带有大量絮状体;②该工艺是连续进水工艺,流速过急会使在反应区内的扩散前沿迅速进入排水区,最终导致原污水“短路”,影响出水水质。因此,沉淀和滗水时间各为 1h 左右为宜。笔者认为处理典型城市污水采用 4h(2h, 1h, 1h)周期比较合适,当进水 COD 负荷较高时可采用 6h(4h, 1h, 1h)。

2 厌氧反应器体积的确定

试验时发现当厌氧反应器体积从占反应器总体积的 6%增加到 18%时,TP 的去除率从 83.3%提高到了 90.2%,因为增加体积就相当于延长了水力停留时间,无疑会使 TP 的去除率提高;但当体积比大于 14%后,TP 去除率的增长幅度较缓慢,原因是聚磷菌在反应器中停留时间过长,为了维持自身的生命活动,聚磷菌被迫进行内源呼吸进而释放出相应的贮磷聚合物,这种释放是不会提高 TP 的去除效果[1]。另外,厌氧反应器体积过大也会使基建投资相应增加。因此,A / DAT-IAT 工艺中的厌氧反应器大小只要确保磷能充分释放出来和达到出水水质指标要求即可。

3 回流比的确定

A / DAT-IAT 工艺回流由二部分组成:回流至厌氧反应器和回流至 DAT 池,分别为外回流、内回流。天津开发区污水处理厂在国内首次采用 DAT-IAT 形式,设计平均 $\rho(\text{MLSS})$ 为 5 000mg / L(DAT 池 4 500mg / L, IAT 池 5 500mg / L),并确定回流比为 450%。但在实际运行过程中发现回流污泥泵动力消耗过大,污水处理厂难以承受,因此该厂目前运行时仅采用 180%左右,但出水完全能达到国家污水排放标准。在设计抚顺和本溪污水处理厂时吸取了上述经验和教训, $\rho(\text{MLSS})$ 均采用 4300mg / L,最大内回流比采用 200%。

采用 A / DAT-IAT 工艺的本溪污水处理厂还存在外回流问题。从图 1 可见[2],外回流比在 20%~30%时处理效果最佳。回流量较小无法保证厌氧反应器中的污泥浓度,也没有足够数量的聚磷菌,从而影响磷的释放及除磷效果;当回流比较大时,虽然可提高厌氧反应器中的污泥浓度,但回流是与 IAT 池的曝气阶段同时进行的,回流液中的溶解氧和 $\text{NO}_x\text{-N}$ 浓度也相对提高,制约了磷的释放。因此最终确定该处理厂的外回流为 25%。

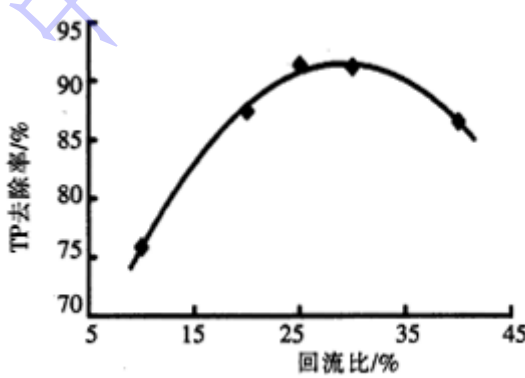


图 1 调节回流比对除磷的影响

4 pH 值的影响

A / DAT-IATI 艺有巨大的调节功能，尤其适合处理工业废水比例较大的城市污水，但须调整 pH 值。从图 2 可见，当 pH 值为 2 时，释磷速率很快，在 30min 以内就基本上可达到最大值，此后水中的磷浓度基本保持该水平不再增加；当 pH 值为 6 时磷的释放速率开始降低，释放量也开始减少。在以上二种 pH 值时，虽然在厌氧段释放了大量的磷，但在随后的 DAT 池和 IAT 池中却没有出现磷的过量吸收，这可能是 pH 值降低时，导致细胞结构和功能损坏，细胞内聚磷酸盐在酸性条件下被水解，从而导致快速释放，即所谓的“自溶”现象。当 pH 值为 7 和 8 时磷的释放速率进一步降低，随着水力停留时间的延长缓慢释放，同时释放量较酸性情况下减少。并且在随后的 DAT 池和 IAT 池中出现磷的过量吸收，出水中磷的含量完全达标，这完全符合传统生物除磷的理论。当 pH 值为 10 时先出现磷的吸收然后才开始释放，并且释放速率和释放量更少。但这不是生物过量除磷的结果，而是生成了磷酸钙、磷酸镁等沉淀物质。可以看出，只有当 pH 值为中性或弱碱性时，磷的厌氧释磷量才和好氧摄磷量成正比。因此对于 pH 值不适合的工业废水，处理前须预先调节，以便维持聚磷菌正常的能量平衡，提高除磷效率。在实际工艺运行过程中还需设置监测和旁流装置，以避免污泥中毒。

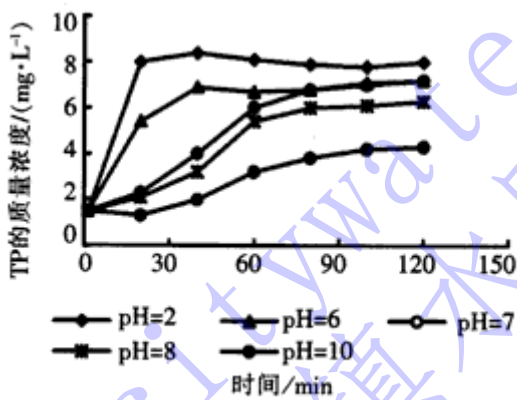


图 2 不同 pH 值对厌氧释磷的影响

5 温度的影响

目前采用该工艺形式的 3 座大型污水处理厂都地处北方，南方尚无使用该工艺的处理厂。就温度而言，这并没使该工艺的优点充分发挥，温度对系统的影响很大，具体可以从对除磷、硝化及滗水器三方面来考虑。首先，温度本身对生物除磷的影响并不大。无论是高温还是低温，生物除磷都能正常进行，但在低温条件下聚磷菌的释磷速率会大大减缓。故为保证除磷效果需延长厌氧区的停留时间，在北方使用该工艺时所需的反应池较大。其次，低温对硝化作用的影响很大，不仅影响硝化菌的比增长速率，而且影响硝化菌的活性。当温度低于 4℃ 时，硝化菌的生命活动几乎停止，使硝化作用无法进行，出水难以达标排放。最后，滗水器的主体部分暴露在外，冬天北方气温低，滗水时难于启动，需要采取保温措施。

6 滗水器的选择

天津开发区污水处理厂采用的是虹吸式滗水器，在运行过程中发现这种滗水器的滗水深度调节幅度较小，不能在滗水浓度变化大的情况下使用。因而后来在设计其它处理厂时改用旋转式滗水器，它具有运行可靠、负荷大、滗水浓度行程大，滗水程序贴近 IAT 池运转实际情况，滗水开始是从池内最上层清液开始等特点。

7 反应池数量的确定

对于 A / DAT-IAT 反应池数量的确定须考虑以下因素：

- ①水量要求，主要考虑进入污水处理系统水量的变化因素，如大部分处理厂刚建成时水量达不到设计值，或因季节变化带来的水量变化。污水处理系统要充分考虑在不同来水量情况下运行不同数 量的反应池，因而可将系统设计为几个系列(组)。
- ②A / DAT-IAT 单池排水为间歇式，设计应尽量使整个系统排水连续均衡，减小冲击负荷。如假定单池每周期为 3h(1，1，1)，则每组为 3 个池，就可使得每组排水保持连续。

8 A / DAT-IAT 主要参数

总结实际运行经验及设计要求，A / DAT-IAT 系统主要设计与运行参数见表 1。

表 1 A / DAT-IAT 主要设计参数

项目	污泥负荷 / (kg[BOD5]) ·kg-1[MLVSS]·d-1)	混合液县浮固体的质量浓底 / (·L ⁻¹)		回收比 / %		泥龄 / d
		DAT	IAT			
				内回流	外回流	
去除含碳有 机物	0.1					>6~8
硝化	0.07~0.09					>10
硝化、反硝 化	0.07	2500~4500	3500~5500	100~400	20~30	>12
污泥同步好 氧稳定	0.05					>20

9 结语

污水处理厂的设计是一个相当复杂的系统工程，设计中除要求工艺稳定性高、投资省外，还要充分考虑整个生产管理和环境因素等诸多方面。因此难免出现一些问题或考虑不周的地方，只要我们不断总结经验教训，就可使设计更趋于完善。

参考文献：

[1]张大群，王秀朵.DAT-IAT 污水处理技术[M].北京：化学工业出版社，2003.

[2]张芳，刘国田，张大群，前置厌氧池 DAT-IAT 的工艺特性试验[J].城市环境与城市生态，2003，16(增刊)： 76-79.

作者简介：张芳(1976-)，女，江苏盐城人，同济大学在读博士研究生，zf120@eyou.com。