

2011 制药工业三废处理技术交流会

# 会议论文

题目：7-ADCA 废水处理的工程实例

单 位：北京华明广远环境科技有限公司

---

电话：010-57792609

联系方式：传真：010-57405006

邮箱：[hmgy88@126.com](mailto:hmgy88@126.com)

---

2011 年 9 月 14 日

---

## 摘 要

针对 7-ADCA 废水达标排放的要求,介绍一处 7-ADCA 废水处理工程实例。该工程基于申请号为 200810180473.9 发明专利中的核心技术和发明专利号 ZL200710121991.9 中的核心工艺,结合企业具体生产情况及水质排放特点,通过现场中试实验论证,确定总体工程采用“调节沉淀+水解酸化+CASS+HBAF+多相催化氧化耦合高效曝气生物滤池”的工艺流程,工程总投资为 1.86 亿元,总占地面积 63250.00 平方米。经过近 260 天的工程施工及约 80 天调试,设计水量为 10000m<sup>3</sup>/d,目前实际平均处理水量为 4500 m<sup>3</sup>/d,经过预处理后实际进水 COD、BOD<sub>5</sub>、氨氮、SS 和色度分别为 4500-7500mg/L、2000-3500mg/L、400-600mg/L、300-400mg/L 和 500-800 倍,总出水 COD、BOD<sub>5</sub>、氨氮、SS 和色度分别为 49-98mg/L、10-16mg/L、0.26-14mg/L、48-66mg/L 和 5-40 倍,出水可连续稳定达到山东省地方标准《南水北调沿线水污染物综合排放标准》中的一般保护区域标准,废水处理直接运行费用为 12.869 元/m<sup>3</sup> 水。出水水质经深度脱盐处理后可直接用于循环冷却水。

**关键词:** 制药废水; 达标排放; 深度处理; 多相催化氧化; 曝气生物滤池

# 目 录

摘 要.....	II
目 录.....	III
绪 论.....	1
一、工程概况.....	4
1、废水水质水量及排放标准.....	4
2、工艺流程.....	4
二、主要构筑物及设计参数.....	7
三、调试及运行情况.....	8
1、调试及运行情况.....	8
2、设施运行监测结果.....	8
3、技术经济指标及环境效益分析.....	9
结 论.....	10
参考文献.....	11

## 绪 论

7-ADCA 中间体项目为山东某药业有限公司四期工程，采用发酵和提炼两大主体工艺。结合公司的实际产能，参考同类生产工艺和厂家的运行实际情况，针对场内现有的管理水平，设计确定整个厂内废水排放总量为  $10000\text{m}^3/\text{d}$ ，其中发酵车间外排废水、生活污水和地面冲洗水约为  $5000\text{m}^3/\text{d}$ ，提炼车间外排废水约  $5000\text{m}^3/\text{d}$ 。

采用发酵工艺的制药废水是工业废水中较难处理的一种<sup>[1]</sup>。其特征为：1) 来自发酵残余营养物的高 COD ( $10\text{-}80\text{g/L}$ ) 和高 SS ( $0.5\text{-}25\text{g/L}$ )；2) 存在生物抑制性物质，如残留抗生素及其中间代谢产物、高浓度硫酸盐、表面活性剂（破乳剂、消沫剂等）和提取分离中残留的高浓度酸、碱、有机溶剂等；3) pH 值波动大，温度较高，色度高，气味重；4) 因间歇生产带来的排放水水质、水量变动大；5) 发酵液中抗生素得率仅有  $0.1\%\text{-}3\%$ ，分离提取率仅  $60\%\text{-}70\%$ ，因而排放高浓度的废母液量大（ $150\text{-}850\text{m}^3/\text{T}$  产品）。

国内外许多学者在发酵工艺的制药废水处理方面进行了大量研究。处理方法主要有物化方法、厌氧方法和好氧方法<sup>[1]</sup>。目前用于此类废水处理的物化方法主要有混凝-沉淀、吸附、气浮、焚烧和反渗透<sup>[1]</sup>。这些方法有的需投加大量化学药剂，使得处理成本提高、操作复杂；有的生成大量副产物，处理不当易造成二次污染。对于厌氧处理，此类废水的残余抗生素、盐类和一些添加剂，会严重抑制厌氧微生物的正常代谢活动，因此，必须在厌氧处理之前进行各种预处理去除抑制性物质，但会使工艺流程复杂且提高了基建和运行费用。对于好氧处理，若采用常规的好氧活性污泥法，直接处理这种 COD 浓度高达  $10\text{g/L}$  以上的废水，难以达标排放，除非用大量的废水稀释才能处理，这又导致基建和运行费用增加。

至于本制药废水，COD、氨氮是该污水中的主要污染物，废水中含盐量较高、一定量的硫酸根且含有少量生物抑制性物质。考虑到实际废水的水质特点，并结合有关研究结果和工程实际运行经验，本工程的关键问题是废水中难降解有机物的降解和氨氮的有效去除。

有关 COD 处理,主要是解决废水中部分不可生化性污染物的可降解性问题,其中经济可行的方法是水解酸化或适当的物理、化学方法,通过以上一种或几种方法的组合,将那些分子结构复杂、化学性质稳定的物质以开链、断键和分子结构形式改变的方式,部分或全部转化成生物可降解性物质,为后生物处理提供好的条件,以确保污水经过生化处理后能达标排放;同时,对于那些通过以上办法也无法处理的有机物质和生物处理过程中产生的中间代谢产物(SMP),也可通过尾置适当的物理或化学方法来确保污水达标排放。

同时,从生产过程中所排放的废水水质特点来看,其氨氮浓度很高,也是将来废水处理中的一大难点。

对于废水中氨氮的降解,目前国内外常用于氨氮处理的方法有加碱吹脱法、氯折点法、离子交换-沸石法和生物法<sup>[1]</sup>。加碱吹脱法由于废水中悬浮物高且处理成本高(20元/m<sup>3</sup>)而无法使用该技术;氯折点法主要用于微量氨氮的深度处理,因本工程氨氮含量偏高、需大量的氯气和NaOH,故处理成本也很高(30元/m<sup>3</sup>),而且氯气在贮存、运输等方面存在不安全因素;离子交换-沸石法仅适用于微量氨氮的处理。传统的生物脱氮法是利用微生物的硝化和反硝化原理去除污水中的氨氮,但当氨氮浓度大于200mg/L时,微生物的活性将受到抑制而降低处理效率,传统生物法从理论上无法解决如溶解氧等很多的工艺问题。生物处理通常采用活性污泥法和生物膜法。活性污泥法(A/O、氧化沟、SBR及推流式曝气池)工艺运行较为稳定、成熟,但占地面积较大、动力消耗高、运行管理复杂且污泥培养时间较长,尤其是在污水厂检修期间污泥易失活,污水处理厂再次运行污泥须重新培养。生物膜法有生物转盘、接触氧化及曝气生物滤池。生物转盘和接触氧化均须设置二沉池,增加土地占用面积和处理成本;曝气生物滤池集吸附、氧化及过滤于一体,处理效果好,污泥量少,动力消耗低,出水水质好,是目前水处理的先进工艺,但普通曝气生物滤池由于选用陶粒、玻璃、陶瓷等材料作为滤料,在运行中遇到的最大难题是反冲洗较为困难。在传统的生物处理中过高的氨氮将对微生物产生抑制作用,故普通生物处理工艺对于高浓度有机污水和高氨氮污水很难达到理想的处理效果;同时,传统的生物处理工艺普遍存在着投资大、运行费用高、占地面积大、操作管理复杂、处理效率低等不足之处。

生物曝气滤池(Biological Aerated Filter, BAF)是80年代末在欧美发展起来的一种新型污水处理技术<sup>[2]</sup>。其独特的填料式设计,借鉴了生物滤池和生物接

触氧化法的优点，综合了过滤、吸附和生物代谢等多种废水处理工艺，使其具有水力负荷高、抗冲击能力强、污泥产量少、无污泥膨胀等优点<sup>[3]</sup>。生物曝气滤池主要应用于废水的深度处理，适应于处理低有机负荷废水，不同的填料尺寸对应不同的废水处理要求，并在结合固定化微生物技术方面有着良好的应用前景。

由北京大学研发的高效曝气生物滤池工艺（HBAF）所采用的微生物固定化载体是一种具有网状大孔结构的高分子合成材料，具有反应性、亲水性、通透性、高比表面积等特点，并具有空间悬臂及网络交联结构，能与微生物、酶形成共价键结合<sup>[4]</sup>。网状大孔材料为固定在其上的微生物提供了不同于活性污泥悬浮游离状态的生长环境，有利于微生物抵御水中较高浓度盐类和毒性物质和一定范围内的水质波动；此外，网状大孔载体中大孔与微孔相结合，气、液、固三相在孔隙中进行高效传质，好氧、兼性、厌氧状态同时存在，载体内部与外部不同的水、气条件为不同种类的微生物生长提供了良好的条件，使得反应器中的生物种类提高，生物链增长，形成具有结构层次的生态系统<sup>[5]</sup>。因此，固定化微生物-曝气生物滤池对废水中污染物降解速度快，耐盐和耐毒性好并有利于耐盐菌的生长繁殖，抗冲击能力强，处理效率高，系统运行稳定并且污泥产生量少（普通活性污泥法的 3-5%）<sup>[6]</sup>。

本工程的目的在于克服现有工艺技术在应用中存在的不足之处，结合固定化微生物技术的特点和曝气生物滤池的优点，提供了一种新型的抗生素废水处理组合工艺。该工艺基于申请号为 200810180473.9 发明专利中的核心技术和发明专利号 ZL200710121991.9 中的核心工艺<sup>[7, 8]</sup>，结合企业具体生产情况及水质排放特点，通过现场中试实验对专利中的工艺流程和具体设计参数进行了论证和核实，最终确定总体工程采用“调节沉淀+水解酸化+CASS+HBAF+多相催化氧化耦合高效曝气生物滤池”的工艺流程。

# 一、工程概况

## 1、废水水质水量及排放标准

设计规模为  $10000\text{m}^3/\text{d}$ ，即为  $416\text{m}^3/\text{h}$ （每天按 24h 运行计算），其中发酵车间压滤水、洗罐水以及厂区车间冲洗水和生活污水约为  $5000\text{m}^3/\text{d}$ ，提炼车间外排废水约为  $5000\text{m}^3/\text{d}$ 。具体设计进水和出水水质指标见表 1<sup>[8]</sup>。

表 1 设计进水和出水水质指标

	单位	发酵车间废水	提炼车间废水	综合废水	排放水质
化学需氧量 (COD <sub>Cr</sub> )	mg/L	≤7000	≤20000	≤13500	≤100
生化需氧量 (BOD <sub>5</sub> )	mg/L	≤5000	≤12000	≤8500	≤20
总悬浮物 (TSS)	mg/L	≤5000	≤8000	≤6500	≤70
氨氮 (NH <sub>3</sub> -N)	mg/L	≤300	≤600	≤450	≤15
总氮 (TN)	mg/L	≤400	≤800	≤600	—
总溶解性固体 (TDS)	mg/L	≤10000	≤20000	≤15000	—
色度	倍	≤200	≤1000	≤600	≤50
总碱度(CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	≤200	—	—	—
总磷 (TP)	mg/L	≤50	≤100	≤75	≤0.5
氯离子 (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	≤500	≤1000	≤750	—
硫酸根 (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	≤500	≤4500	≤2500	—
pH	无单位	6.5	4.5	—	6-9
温度	℃	20-30	40-50	—	—

## 2、工艺流程

### (1) 工艺流程图

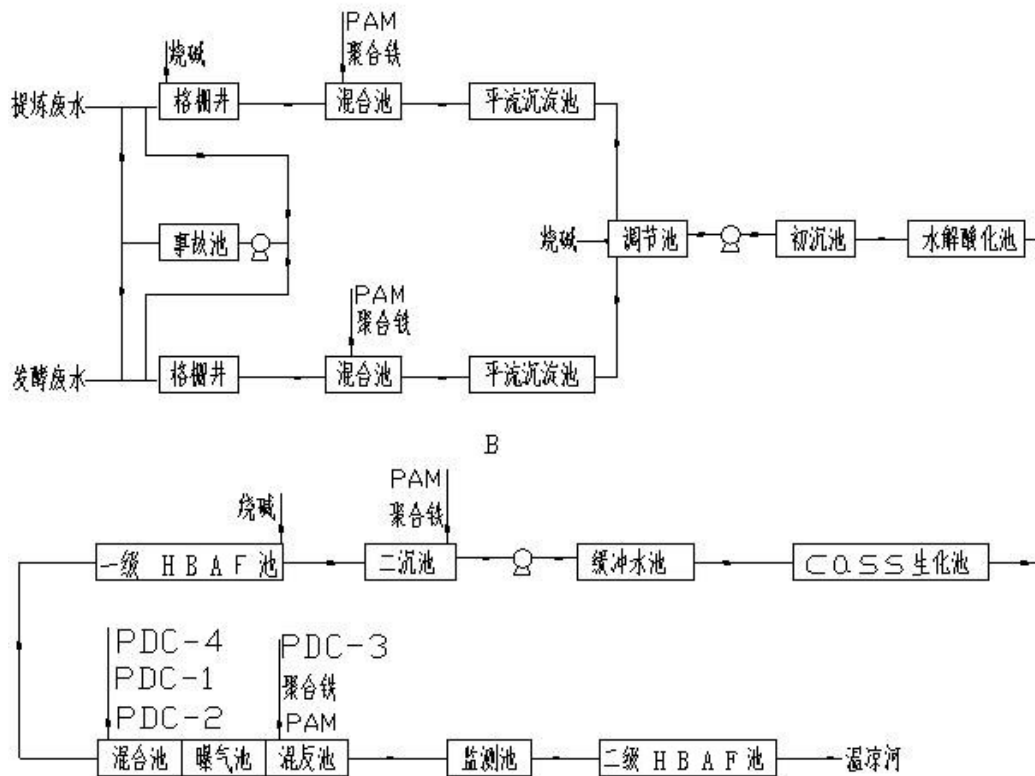


图 1 山东某药业有限公司 7-ADCA 中间体项目废水处理工程工艺流程框图

## (2) 工艺流程简述

提炼废水和发酵废水均为压力来水，进入格栅后去掉大颗粒物质。提炼废水因 pH 值较低，呈酸性，进水处需加碱调节 pH 值。经格栅处理后，投加絮凝剂进入混凝反应池反应絮凝，随后进入平流沉淀池去除大部分固体悬浮物（SS）。沉淀后的废水进入调节池，在调节池内两种废水混合，进行均质和水量调节，同时在调节池内布有供气管，一方面可以加强混合搅拌作用，另外还对有抑制生化处理的物质进行吹脱，以利于后续生化系统的处理。

调节池出水经泵提升进入初沉池，去除混合废水中部分 SS 后进入水解酸化池；在水解酸化池内，利用兼性菌将长链的有机物降解成易于生化处理的短链开环有机物，去除废水中的部分有机物和解除部分有机物的生物毒性，提高 BOD<sub>5</sub>/COD 的比值，强化生物去除有机物的功能；经酸化处理后进入 CASS 生化



池进行生物处理，通过好氧处理去除废水中大部分 COD 和部分氨氮；根据运行经验，为确保在非常运行状态下（如 CASS 池出现污泥膨胀等）进入 HBAF 池的 SS 在 100mg/l 以下，CASS 出水进入缓冲水池，经泵提升后加药混合进入二沉池进行沉淀，沉淀后的废水进入一级 HBAF 池，通过 HBAF 池内的多级生化处理进一步去除废水中的 COD 和氨氮；HBAF 出水 COD 和色度难以达到规定的排放标准，必须进行深度物化处理，考虑到经过前端生化处理，废水中基本没有可生物降解的有机物，深度处理采用“多相催化氧化耦合高效曝气生物滤池”工艺，经多相催化氧化后的废水，困难降解大分子物质被氧化为小分子可降解物质，具有一定的生化性，经沉淀后的废水进入二级 HBAF 池进一步进行生化处理，处理后的废水 COD 及色度均可达标排放。

### (3) HBAF 工艺特点

HBAF 工艺全称为高效曝气生物滤池，与传统的曝气生物滤池相比，HBAF 采用一类高效悬浮大孔载体，该载体比表面积大（平均  $80\text{m}^2/\text{g}$ ），孔隙率高（平均 98%）；同时，通过分子设计，在载体引入大量的活性和强极性基团并通过固定化技术，将大量变异菌和酶制剂牢牢固定在载体上，单位体积生物量可达 18-25 g/L，最高可达 40g/L；载体平均湿密度为  $1.00\text{g}/\text{cm}^3$ ，在水中呈悬浮状<sup>[4,5,7]</sup>。由于采用固定化技术，微生物不易脱落，这样既提高了生物浓度，又避免了堵塞，可省去二沉池，大大简化工艺流程，使操作管理更加简便和科学，易于控制。

HBAF 具有在高进水负荷下出水稳定的优点，污染物去除量及去除率均随进水浓度的提高而增加，即在一定浓度范围内去除率随  $\text{COD}_{\text{cr}}$  容积负荷或  $\text{NH}_3\text{-N}$  容积负荷的增大而升高，因此，采用 HBAF 工艺，可使装置容积大大减小，从而减少土地占用面积，降低工程造价，节约国土资源。在 HBAF 工艺中，依据载体性能可维持生物的多样性，使好氧、厌氧和兼性菌同时存在，这一特点在去除高浓度、大分子、难降解有机物尤其是  $\text{NH}_3\text{-N}$  方面有其独特优势。

总之，HBAF 工艺综合了物理吸附和生化反应过程，它具有容积负荷高、占地面积小、运行稳定、出水水质好、管理方便和运行成本低等许多优点，适宜于大部分有机废水处理，尤其适于难降解有机、石化、焦化等高难度废水处理和低 C/N 比的氨氮废水处理，也可用于城市生活废水的深度治理。

## 二、主要构筑物及设计参数

该废水的水量和水质随着工艺变动有较大的变化，调节工程和预处理系统应充分考虑以上因素，以保证生化处理系统的稳定运行。综合中试实验数据及同类废水处理经验，本工程设计包括废水调节、沉淀和水解酸化预处理系统、综合废水 CASS 好氧初步处理系统、HBAF 高级生物处理系统及多相催化氧化耦合高效曝气生物滤池深度处理系统共四大部分。

### 1、厂区总体设计

#### (1) 污水处理厂总平面布置

污水处理厂总平面由工艺建（构）筑物，辅助建筑物、厂区道路、绿化、围墙、大门等组成。厂区主要道路宽 6.0m，次道路宽 4.0m，转弯半径 9.0m。

整个厂区内构筑物有格栅井、沉淀池及调节池、初沉池、水解酸化池、CASS 生化池及缓冲水池、二沉池、一级 HBAF 池、混合池、曝气反应池、混凝池、监测池、二级 HBAF 池、厂区排水泵站和 HBAF 池排泥泵站<sup>[10,11]</sup>。

建筑物主要有污泥脱水间、鼓风机房、加药间、综合楼。

各构、建筑物的总平面布置按工艺流程的要求，做到短捷顺畅。生产联系密切的建(构)筑物尽可能地靠近或集中，以缩短工艺管道的长度。

因制药厂废水为发酵和提炼高浓度废水，且废水臭味较浓，综合楼办公区放在工艺处理系统的末端净水区，可改善办公区的空气环境。

#### (2) 厂区高程设计

本工程厂区自然地面高程在 98.4~103.7m。西高东底坡向，废水处理后排入厂区东侧的温凉河。温凉河规划欲筑坝，水位高为 96.50m，低于厂区地面，厂区不需考虑防洪标高。考虑与厂外道路联通及厂区本身土方平衡问题，厂区地面标高设计为 103.00m~100.00m。

## 三、调试及运行情况

### 1、调试及运行情况

废水处理系统经单机设备试车和系统设备联动试车运行稳定后进行工艺调试。考虑到厂区生产进度和节约调试费用，沉淀预处理调试、水解酸化预处理调试、CASS 好氧处理调试为第一阶段调试，一级 HBAF 高级生物处理为第二阶段调试，深度处理即“多相催化氧化耦合高效曝气生物滤池”工艺单元调试为第三阶段调试，第一至第三阶段互相衔接，即在前一阶段调试稳定运行后再进行下一阶段的调试。整个调试过程历时约 80 天。

### 2、设施运行监测结果

工程于 2010 年 10 月初开始调试，2010 年 12 月底达到稳定运行，稳定运行后平均处理水量为 4500m<sup>3</sup>/d，实际运行效果见表 2。

表 2 废水处理工程各工艺单元实际水质

项目	氨氮	BOD <sub>5</sub>	COD	SS	色度
发酵废水进水	200-300	800-1500	2000-3500	500-1000	100-200
提炼废水进水	500-800	3500-6500	7500-12000	1500-2000	800-1500
调节、沉淀出水	400-600	2000-3500	4500-7500	300-400	500-800
水解酸化池出水	350-460	1520-2540	3240-5220	180-260	360-620
CASS 反应池和二沉池出水	50-280	20-50	440-650	54-110	240-420
一级 HBAF 池出水	16-32	16-28	352-525	53-78	164-289
多相催化氧化 耦合高效曝气生物滤池出水	0.26-14	10-16	49-98	48-66	5-30

说明：上述数据为稳定运行后 6 个月（2011.01-2011.5）统计数据，发酵废水进水、提炼废水进水、调节、沉淀出水数据精确到百位，水解酸化池出水、CASS 反应池和二沉池出水数据精确到十位，一级 HBAF 池出水、多相催化氧化耦合高效曝气生物滤池出水数据精确到个位。

### 3、技术经济指标及环境效益分析

电费按 0.80 元/度计，费用为 5.506 元/m<sup>3</sup> 水；药剂费平均为 5.539 元/m<sup>3</sup> 水；人工费 1.156 元/m<sup>3</sup> 水（总定员 52 人，人均工资 3000 元/月）；检修维护费每年 0.332 元/m<sup>3</sup> 水（不含大修费）；管理和其它费每年 0.336 元/m<sup>3</sup> 水；综合折旧费（设备折旧按 10 年，土建按 20 年计算）3.958 元/m<sup>3</sup> 水。直接运行费用 12.869 元/m<sup>3</sup> 水，处理成本 16.827 元/m<sup>3</sup> 水。主要经济指标见表 3。

按照实际稳定运行时平均水量和水质指标计算，废水系统每年估计减少 NH<sub>3</sub>-N 和 COD<sub>Cr</sub> 排放量分别为 688.50 吨和 9409.50 吨（水量按实际运行平均 4500m<sup>3</sup>/d 计，系统运行按 340 天/年），有效减少了对环境的污染。

表 3 废水处理工程主要经济指标

项目	指标
处理能力	10000m <sup>3</sup> /d（实际处理量 4500m <sup>3</sup> /d）
占地面积	6.325m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> .d
工程总投资	18622 万元
总装机容量	902.27kW(0.4kV), 2840.0 kW(10.0 kV)
平均单位耗电量	6.883 kW h/m <sup>3</sup>
运行费用	12.869 元/m <sup>3</sup> （不含折旧费）
	16.827 元/m <sup>3</sup> （含折旧费）

说明：上述数据为根据现场所获实际数据按照通常统计方法计算所得结果，本公司保留对上述数据进一步的解释权。

## 结 论

(1) 总体工程采用“调节沉淀+水解酸化+CASS+一级 HBAF+多相催化氧化耦合高效曝气生物滤池”的工艺流程，经过近 260 天的工程施工及约 80 天调试，实际处理水量为 4500 m<sup>3</sup>/d，经过预处理后实际进水 COD、BOD<sub>5</sub>、氨氮、SS 和色度分别为 4500-7500mg/L、2000-3500mg/L、400-600mg/L、300-400mg/L 和 500-800 倍，总出水 COD、BOD<sub>5</sub>、氨氮、SS 和色度分别为 49-98mg/L、10-16mg/L、0.26-14mg/L、48-66mg/L 和 5-40 倍，出水可连续稳定达到山东省地方标准《南水北调沿线水污染物综合排放标准》中的一般保护区域标准，废水处理直接运行费用为 12.869 元/m<sup>3</sup> 水。

(2) 由于废水中不可生物降解物质较多，采用 HBAF 高级生物处理系统，有效地降低了生物出水 COD 浓度，减轻了后续物化处理工艺难度，有效地保证了出水达标排放，并降低了运行费用。但 HBAF 存在初期投资大、对预处理要求高等特点，将来要结合具体水质特点对 HBAF 结构设计进行优化。

(3) 物化深度处理采用“催化氧化耦合高效曝气生物滤池”工艺，是在针对废水达标排放的目标下，综合各类物化处理方法比较论证后确定的可行性方法，具有投资省、操作简单、运行费用较低等特点。但是，在实际调试运行时，由于处理水量较大且采取连续流方式运行，加药量难以精确稳定控制，在实际运行时存在操作难度大，将来要针对此类废水，从反应器结构上进行优化设计，以简化操作，保证运行的稳定性。

(4) 针对发酵类制药废水水质特点，在设计上增加事故池，并加大调节池水力停留时间和强化预处理，工程实际运行表明上述设计举措是比较适当的。

(5) 工程设计前进行了近 1 年的中试实验论证，保证了设计参数的可靠性，但是，由于实际水量和浓度较设计偏低，在一定程度上造成工程投资和占地浪费，下一步在类似工程设计时，设计处理水量和水质论证一定要仔细。

## 参考文献

- [1] 胡晓东编著. 制药废水处理技术及工程实例[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008
- [2] Mendoza L. , and T. Stephenson. A Review of Biological Aerated Filters (BAFs) for Wastewater Treatment [J]. Environmental Engineering Science, 1999, vol.16, P201
- [3] 郑俊, 吴浩汀编著. 曝气生物滤池工艺的理论及工程应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005
- [4] 叶正芳, 倪晋仁, 李彦锋等. 污水高效处理和资源化的固定化微生物技术研究[J]. 应用基础与工程科学学报, 2002, 10(4): 332-337
- [5] 赖鹏, 赵华章, 叶正芳, 倪晋仁, 曾明. 生物滤池 A/O 工艺处理焦化废水研究. 环境科学, 2007, 28 (12) : 2727-2733
- [6] Peng Lai, Hua-zhang Zhao, Ming Zeng, Jin-ren Ni. Study on treatment of coking wastewater by biofilm reactors combined with zero-valent iron process. Journal of Hazardous Materials, 2009, 162 (2-3) : 1423-1429.
- [7] 曾明 (申请人). 污水处理厂扩容升级和深度处理的方法及用途[P]. 申请号: 200810180473.9.
- [8] 曾明(第 1 发明人). 一种抗生素废水的处理工艺及用途[P]. 公开号: CN101157510A
- [9] DB37/599-2006. 山东省南水北调沿线水污染物综合排放标准[S]
- [10] Metcalf & Eddy, Inc. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 4d ed. (废水工程: 处理与回用 (第 4 版) II, 影印版) [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003
- [11] 北京市环境保护科学研究院等主编. 三废处理工程技术手册: 废水卷[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000