化学工业园废水处理技术探讨

封琦君[1]，吴浩汀[1]，白永刚[2]

(1.东南大学环境科学与工程系，江苏 南京 210096;2.江苏省环境科学研究院工程设计所，江苏 南京 210036)

摘 要：分析了某化学工业园废水集中处理中存在的问题并对废水处理技术改造进行了探讨，化工废水集中处理技术改造中应采用Fenton氧化对高浓度废水进行预处理、粉末活性炭-生物法强化生物处理及曝气生物滤池保障出水水质。此外，必须强化对园区企业点源污染预处理设施的监管，确保企业废水达到接管标准后进入园区污水处理厂。论文最后对园区废水处理设施的长效稳定运行提出了建议。

关键词：化工废水；集中处理；技术改造

中图分类号：X5 **文献标识码**：B **文章编号**：1004-8642(2008)S1-0032-03

Discussion on Wastewater Treatment Technology for Chemical Industrial Park

FENG Qi-jun, WU Hao-ting, BAI Yong-gang

Abstract: Based on the problems existing in the wastewater concentrative treatment of a chemical industrial park, the improvement of wastewater treatment technology was discussed. Fenton oxidation process was adopted to pretreat the high concentration wastewater. The process of powered activated carbon treatment (PACT) was used to enhance biological treatment. And a biological aerated filter (BAF) was used to ensure effluent quality. The supervision on the pretreatment facilities of the enterprises in the chemical industrial park should be strengthened, in order to ensure that the effluent quality of the enterprises could meet the nozzle connection standard of the wastewater treatment plant. Finally, several suggestions on the long-acting and stable operation of wastewater treatment facilities in the chemical industrial park were put forward.

Key words: Chemical wastewater; Concentrative treatment; Technology improvement

0 引言

苏北某化学工业园内主要为染料中间体、农药中间体、医药、生物化工制品等精细化工企业，园区同步建设了污水处理厂，处理园区企业排放的废水。随着进园企业日益增多，废水情况更加复杂，处理难度大大增加，少数企业环保设施不完善，存在偷排漏排等环境违法问题，园区污水处理厂运行不正常，多项特征污染物指标超标，被列为挂牌督办项目。该化工园存在的这些环保问题也是全国化工园区存在的共性问题，因此，必须寻求一套适合化工园污染控制的关键技术。我们参加了该园区企业环保设施的调研整改以及污水处理厂运行情况的分析改造工作，现就整改中废水处理的关键技术进行探讨，并提出一些建议供参考。

收稿日期：2008-01-28

作者简介：封琦君(1984-)，女，江苏张家港人，硕士研究生，研究方向为水污染控制工程。

1 园区废水处理工艺技术分析

苏北某化工园污水处理厂原工艺流程见图1。

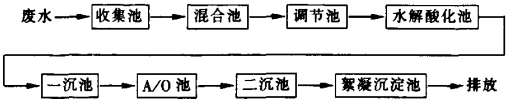


图1 原污水处理工艺流程

经实地调研分析，该园区污水厂主要存在以下几个方面的问题。

(1)工艺存在缺陷。污水处理厂现采用的是以水解酸化-A/O为主体的生化处理工艺，设计工艺流程中缺少预处理措施，废水仅经中和、调节pH值后直接进入生化系统，生化系统易受到冲击；系统缺乏生化强化措施，不能有效处理特征有机毒物。

(2)特征污染物缺乏监管。企业排放的废水水质成分复杂，一些企业生产与使用的甲烷氯化物、氯苯、高浓度硝基苯等对生物有较强的抑制与毒害作用，而污水处理厂接管标准缺乏对有机毒物等特征污染物的监管，多项有机毒物指标浓度超过生化菌

种耐受能力，生化系统极易因进水有毒有机物而导致运行异常。

(3)操作管理随意。污水处理厂工艺运行缺乏严格的规范和制度，随意性较大。

(4)技术保障不到位。污水处理厂只能开展COD，pH 值等的简单分析，而硫化物、溶解氧、盐分等应进行分析的重要日常指标未能开展，有毒有害特征污染物检测所需的分析化验仪器也没有配置。

此外，园区部分企业环保设施不完善，运行管理不规范，存在偷排漏排等环境违规问题，也给园区的污染治理带来了难度。

2 园区废水处理技术改造

2.1 园区污水厂技术改造

2.1.1 废水水质

该污水处理厂进水水质复杂，含有多种特征污染物，废水水量、水质波动幅度较大，废水色度、特征污染物浓度高，对生化菌种的抑制作用大，可生化性差。因此，确保污水厂正常运行的首要措施是严格控制进水水质达到污水厂接管标准(见表 1)，其它各项指标均执行 GB 8978-1996《污水综合排放标准》中的第一类污染物排放标准和第二类污染物的三级标准。为了加强对企业排水水质的监控，应建设高标准的监测平台。

表 1 污水厂接管进水质量浓度标准　mg·L⁻¹

控制指标	COD	BOD_5	SS	pH 值	盐度	氨氮	磷酸盐	总氰化物
质量浓度	≤1 000	≤300	≤400	5~8	≤8 000	≤25	≤1.0	≤1.0

控制指标	硫化物	苯胺类	硝基苯类	挥发酚	氯苯类	卤代烃类	苯类	甲苯类
质量浓度	≤1.0	≤5.0	≤5.0	≤2.0	≤1.0	≤1.0	≤0.5	≤1.0

2.1.2 改造工艺选择

化工废水的集中处理工艺一般包括预处理、生物处理、深度处理 3 个组成部分，因此，该污水处理厂的工艺改造将从这 3 个方面进行全面考虑。

2.1.2.1 强化预处理

强化预处理的目的是降低废水中的有机毒物浓度，提高废水的可生化性。强化预处理工艺主要有催化氧化、微电解、混凝沉淀等。

Fenton 氧化法是一种有效的高级氧化法，在处理难降解有机污染物时具有独特的优势。经典 Fenton 试剂由亚铁离子(Fe^{2+})和过氧化氢(H_2O_2)组成，在酸性环境下(pH 值 2.0 ~ 5.0)主要发生以下反应：

$$Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + OH^- + HO\cdot \quad (1)$$

$$Fe^{3+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{2+} + H^+ + HOO\cdot \quad (2)$$

$$Fe^{2+} + HO\cdot \rightarrow Fe^{3+} + OH^- \quad (3)$$

$$H_2O_2 + HO\cdot \rightarrow H_2O + HOO\cdot \quad (4)$$

$$Fe^{2+} + HOO\cdot \rightarrow Fe^{3+} + OOH^- \quad (5)$$

$$Fe^{3+} + HOO\cdot \rightarrow Fe^{2+} + H^+ + O_2 \quad (6)$$

反应生成的 HO·具有较高的电负性，它能够通过夺取有机污染物分子中的 H 原子，填充未饱和的 C- C 键等反应途径使各种污染物迅速降解。降解机理见式(7) ~ (9)：

$$RH + HO\cdot \rightarrow R\cdot + H_2O \quad (7)$$

$$R\cdot + O_2 \rightarrow ROO\cdot \quad (8)$$

$$ROO\cdot + HO\cdot + O_2 \rightarrow \cdots\cdots \rightarrow CO_2 + H_2O \quad (9)$$

Fenton 氧化法有以下优点：产生的·OH 可迅速降解多种有机物，提高废水的可生化性；反应不会造成二次污染，且氧化后可通过中和沉淀除去大部分硫酸盐；H_2O_2 的加入可以提供一部分溶解氧[1]。而微电解工艺主要针对染料化工和硝基苯废水等，这类企业已在预处理中建有微电解设施。因此，改造中选择 Fenton 氧化对排入污水厂的高浓度废水进行预处理。

2.1.2.2 强化生物处理系统

生物处理系统是整个处理工艺的核心，采用厌氧(水解酸化)-A/O 组合工艺基本合理，因此在现有生化系统正常运行的基础上可以通过以下几个措施来强化其处理效果和抗毒物能力。

(1)水解酸化池。增加污泥量，并通过加大回流、动力搅拌等方式提高废水与污泥的接触，以提高该废水的可生化性能。

(2)好氧生化池。投加粉末活性炭以强化污水处理效果，该方法为粉末活性炭-生物法(Powered Activated Carbon Treatment，PACT)，是将活性炭吸附和生物氧化结合起来的一种活性污泥工艺。粉末活性炭的巨大表面积和吸附作用将有机物和溶解氧浓缩在粉末活性炭的表面和周围，为微生物的代谢活动营造了良好的微环境，加快了有机物的降解过程。难降解或不能降解的有机物被活性炭吸附后，增长了与微生物接触时间，因而微生物对其的去除能力也相应增强。粉末活性炭投加曝气池后除了能强化活性污泥法的净化功能，提高有机物的去除效果，改善出水水质，减少有毒有害物质对生物氧化的抑制作用外，还可以提高废水脱色率，改善污泥沉降性能[2]。

(3)化工废水中含盐量较高，会对生物处理产生抑制作用，因此生物处理系统中除控制进水 Cl^-质量浓度≤7 g/L 外，还需投加耐盐活性污泥接种，并对污泥加以驯化。

2.1.2.3 最终把关措施保障

为了使最终出水达到 GB 8978—1996《污水综合排放标准》一级排放标准，需要在现有二沉池后面增加深度处理设施，进一步去除废水中的有机

物、氨氮等。

考虑到化工废水中 NH_3-N 浓度较高的特点，改造中选择曝气生物滤池作为最终把关措施。曝气生物滤池(Biological aerated filter:BAF)具有容积负荷高，占地面积小，基建投资少，出水水质好等优点，集有机物去除和脱氮于一体，在污水三级脱氮处理中得到了广泛应用。曝气生物滤池陶粒上的微生物层类似于接触氧化的生物膜，硝化菌主要固着在生物膜上，因泥龄长而无需污泥回流，受到外界冲击影响也容易恢复，因而具有良好的氨氮去除效果[3]。

综合以上分析，园区污水处理厂改造后的工艺流程见图 2。

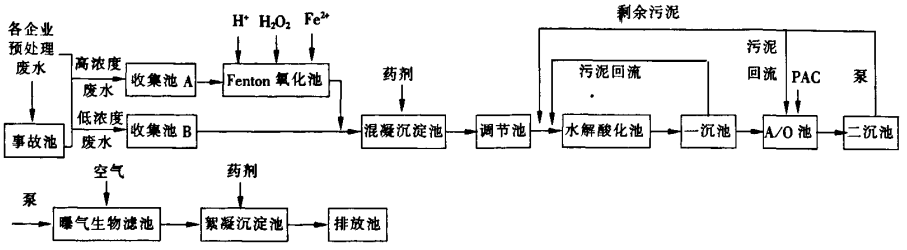


图 2 改造后的污水处理工艺流程

2.2 企业点源污染控制

污水处理厂正常运行的关键还在于接管企业进水水质的末端控制。在各级环保部门和园区管委会的共同监管下，企业都建设了预处理设施。但由于接管标准是三级排放标准，企业采用各种技术手段追求废水的三级指标特别是 COD 的达标排放，而忽视了清洁生产和针对有机毒物的预处理，致使废水中含有大量生物抑制性有机污染物（如卤代烷烃、芳烃、卤代芳烃、硝基苯等），严重影响了污水厂处理工艺的效果。因此，必须确保企业废水达到接管标准后排入园区污水处理厂。企业污染控制的整改主要从以下几个方面展开。

(1)完善清污系统。园区企业严格实行“清污分流，雨污分流”，同步建设好清下水管网，雨水管网，兴建雨水收集池并安装雨水电子阀门，杜绝偷排、漏排。

(2)强化点源控制，确保达标排放。对照环评，对接管企业排放废水和环保设施逐一调研，包括生产产品、产量、生产工艺等。采样检测污染物种类及浓度，确定废水中的常规因子和特征因子，并对现有环保设施技术进行评估，分析存在问题，提出整改措施和改造方案，在确保常规因子达标的基础上，特别强调特征因子的去除效果。尽可能采用科学合理的物化方法如微电解铁炭还原、大孔树脂吸附、电凝聚技术、催化氧化技术等，含盐高的母液采用盐析或减压蒸馏等除盐工艺，必要时也可以增加生物处理技术，实施时采用“大马拉小车”战术来确保点源预处理装置运行可靠。

(3)增强监管力度。园区企业均建有排放水池并安装在线流量计，排放量超过 100 t/d 的企业安装 COD 在线自动监测仪，有效保障了企业污染治理设施的连续运行，企业废水的排放情况也得到了密切监控。

3 结论和建议

通过整改，苏北某化工园废水处理设施存在的问题已基本得到解决。污水厂进水水质得到严格控制，生化菌种得到驯化，各单元处理效率得到提高，调试运行阶段处理效果良好，证明园区企业点源污染控制措施和园区污水处理厂技术改造方案是合理可行的。

为进一步规范企业环境行为，确保园区污水处理厂长效稳定运行，提出如下建议：①从源头上进行控制，实行清洁生产和循环经济政策，实现节能减排。②园区各企业应在污水处理站单独设置电表和水表，对运行中消耗的电、水、原料建立台帐，并将进货单、提货单等凭证提供给环保部门及园区监管。③针对园区废水可生化性差的特点，可通过接入临近镇区污水或通过招商引资引进部分互补性的企业，适当引进生活污水等营养源，以保证废水中碳、氮、磷及特殊营养元素的平衡。④合理制定收费标准，保障污水处理厂正常运行。

[参考文献]

[1] 刘英艳，刘勇弟. Fenton 氧化法的类型及特点[J]. 净水技术，2005, 24(3): 51 - 54.

[2] 吴浩汀，孔 宇. 粉末活性炭-生物处理技术及工程应用[J]. 环境污染治理技术与设备，2004, 5(9): 61 - 63.

[3] 李文捷，卢少勇，程 丽. BAF 系统中有机物对氨氮去除的影响研究[J]. 工业水处理，2006, 26(10): 46 - 48.

(责任编辑 曹恩伟)

化学工业园废水处理技术探讨

万方数据 WANFANG DATA 文献链接

作者： 封琦君， 吴浩汀， 白永刚， FENG Qi-jun， WU Hao-ting， BAI Yong-gang

作者单位： 封琦君,吴浩汀,FENG Qi-jun,WU Hao-ting(东南大学环境科学与工程系,江苏,南京,210096)，白永刚,BAI Yong-gang(江苏省环境科学研究院工程设计所,江苏,南京,210036)

刊名： 江苏环境科技

英文刊名： JIANGSU ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY

年，卷(期)： 2008，21(z1)

引用次数： 1次

参考文献(3条)

1. 刘英艳. 刘勇弟 Fenton氧化法的类型及特点[期刊论文]-净水技术 2005(3)

2. 吴浩汀. 孔宇 粉末活性炭-生物处理技术及工程应用[期刊论文]-环境污染治理技术与设备 2004(9)

3. 李文捷. 卢少勇. 程丽 BAF系统中有机物对氨氮去除的影响研究[期刊论文]-工业水处理 2006(10)

相似文献(6条)

1. 学位论文 宋乐平 有机有毒难降解混合化工废水集中处理的工艺及机理研究 1997

该论文选取江苏省泰兴经济开发区作为研究对象,首次对按区集中处理中小型化工废水的模式和工艺进行了系统的研究,为中国开发区工业废水的处理和研究提供一个模式,起到一定的示范作用.

2. 会议论文 杜建村. 龚云锋 高效复合菌剂(EM)+PACT法在化工废水集中处理工程中的应用 2007

针对化工废水浓度高、降解性差、毒性大的特点，采用物化预处理和高效复合菌剂+PACT生化处理相结合的工艺，从而有效降解化工污水，并确保生化系统的稳定运行。

3. 学位论文 蓝梅 难降解混合化工废水处理工艺试验研究 1999

目前影响中国水环境质量的主要是有机物污染,尤其是化工污水,水质波动大,成分复杂,色度深,有机有毒物含量高,是处理难度很大的污水.随着中国工业的发展,化工开发区的建设和工业污水集中处理已成为一个发展方向,这就使得混合化工废水的治理成为一个亟需解决的课题.鉴于国内对这方面的研究较少,该课题选取江苏省泰兴市经济开发区作为研究对象,按区集中处理中小型企业混合化工废水.开发和利用技术合理、经济可行的处理工艺和工艺组合,为化工开发区工业废水的处理起到一定的示范和借鉴作用.通过水质调查,该区混合工业污水除具有上述化工污水的特点外还具有酸度大、可生化性差的特点.据此试验采用两套工艺,方案一为:铁曝气还原-混凝中和沉淀-厌氧酸化-好氧活性污泥法-三级处理工艺;方案二是在方案一的基础上在曝气池内投加粉末活性炭,而去掉三级处理.

4. 学位论文 叶文飞 动态膜生物反应器处理综合化工废水中试研究 2009

动态膜生物反应器(DynamicMembraneBio-Reactor，DMBR)是动态膜技术和生物处理法相结合的污水处理新工艺。它采用微网基材代替传统的微滤膜，实际上是基材表面形成的污泥层起到截留污泥的作用。DMBR除了具备传统的膜生物反应器流程简单、占地面积小等优点，同时还具有膜组件成本低、动力消耗小、膜污染小等优势，具有较高的发展前景和研究价值。　　本中试研究试验场所位于江苏常州某化工污水处理厂，该厂集中处理附近化工污水(包括电子、医药、电力等行业)，水质种类多且复杂。本试验用水采用该厂厌氧池出水。本课题通过中试试验对动态膜生物反应器运行参数进行优化研究，以达到DMBR恒通量长期稳定运行及良好的有机物去除能力的目的，主要包括生物处理系统控制和膜参数控制试验研究。　　DMBR生物处理系统控制研究表明：　　1)DMBR系统对COD的去除主要是靠系统中混合液污泥的生物处理作用。要得到良好的有机物处理效果的关键是对生物处理进行控制。　　2)在污泥浓度在18-20g/L的情况下，该厂化工污水生物处理的运行参数宜控制为：DO为2-3mg/L，进水COD浓度宜控制在3000mg/L左右，HRT为36h。　　3)DMBR对进水有机负荷表现良好的抗冲击能力，进水COD浓度在1260-4775mg/L之间波动，平均有机负荷在0.05-0.09kgCOD/kgMLSS·d之间，COD去除率在78%以上，大部分达到81%。　　4)DMBR对NH3-N的去除率重要影响因素是温度和进水有机负荷。在进水COD浓度低于2000mg/L，温度高于25-30℃时，系统对NH3-N表现了良好的去除能力：进水NH3-N在74.66-114mg/L之间时，出水NH3-N为5.88-23.44mg/L，平均去除率为83%。　　5)DMBR系统对SS有很好的截留作用。　　6)在进水COD浓度为1500-2500mg/L的条件下，DMBR与活性污泥法比较得出DMBR系统对COD的去除效果相当，但两者的污泥性质有很大的不同。　　DMBR膜参数控制研究表明：　　1)动态膜的新基材更易于形成；动态膜的形成时间(预涂时间)随预涂通量的增大、膜污染加剧而缩短，而MLSS的影响不大。预涂通量为100L/m2·h时，能较快形成动态膜且有利于后续运行。　　2)动态膜的清洗可先内冲洗1min，内冲洗为气量30m3/h；再同时内外反冲洗6min，外冲洗气量为60m3/h。此清洗方式优于直接同时内外反冲洗。处理化工废水时，由于生物污染和无机污染的存在，必须进行化学清洗。　　3)运行通量越大，通量衰减速度越快，运行周期越短，但不影响出水SS，适宜的运行通量为30L/m2·h；同一通量条件下，MLSS越高，动态膜越容易堵塞，而在30L/m2·h的通量条件下，MLSS对其的影响要大于40、50L/m2·h的通量条件下。　　由于动态膜形成的过程中，活性污泥会进入膜腔，其中有些污泥难以冲出在压差作用下容易在膜面压实不易清洗，从而造成膜面或膜孔堵塞。甚至引起局部厌氧，影响到动态膜生物反应器的长期稳定运行。因而如何快速形成动态膜的同时将膜腔内积泥冲出是后期研究必须解决的重要问题。

5. 期刊论文 方焘育. 梅凯. 文井. 姚昆. FANG Tao-yu. MEI Kai. WEN Jing. YAO Kun 平板膜生物反应器处理化工园区综合废水的研究 -中国给水排水2008,24(11)

采用平板膜生物反应器处理某化工园区的综合废水,取得了较好的效果:对COD的去除率达到了95%以上,对氨氮的去除率达到了99%以上,反应器内MLSS稳定在8 200 mg/L左右,出水SS几乎为零,出水水质达到了<城市污水再生利用城市杂用水水质>(GB/T 18920-2002)的要求.平板膜生物反应器具有工艺简单、占地少、效率高、出水水质好等优点,是解决中小型化工园区废水集中处理问题的较好途径.

6. 学位论文 姚建军 微电解-UASB-接触氧化法处理萘普生医药废水工艺研究 2005

江苏A药业有限公司主要从事化学合成药DL-萘普生的生产。DL-萘普生是一种镇热解痛新药。其生产原料主要有萘酚、甲苯、丙酰氯、二氯乙烷、硝基甲烷、三氯化铝、三甲基氯硅烷、N,N-二甲基苯胺、水、硫酸二甲酯等。物料衡算和污染源分析结果表明生产过程中每天产生各类生产废水80吨，COD浓度达到7800mg/L，色度2500倍；废水中主要污染物为萘酚、盐、二氯乙烷、甲醇、氨氮等，废水的性质为有酸性有毒难降解高浓度有机废水。为寻求技术可靠、经济合理的治理工艺，针对DL-萘普生产品的工艺和废水水质特点，结合国内外医药及原料药废水的处理现状，参照相近其它化工废水处理方法，我们在对DL-萘普生醚化废水先蒸发析盐处理(设计CODcr去处率90%)的基础上，确定了微电解-UASB-接触氧化法处理萘普生医药废水的工艺思路。为确定微电解的处理效果和最佳工艺参数，对DL-萘普生高浓度化学合成废水进行了小试，在对单因素条件影响进行试验的基础上，对进水pH值、停留时间、膨胀率、铁炭比等4个方面进行了4因素3水平的正交试验，以获得合适的操作参数、分析影响脱色率和CODcr去除率的主要因素。实验结果表明，微电解处理DL-萘普生医药废水最适宜的运行条件为：进水pH值为4，膨胀率为20%，铁炭混合比为2：1，水力停留时间为10min。在此条件下，废水COD和色度的的去处效率分别达60%和70%以上。对DL-萘普生醚化工序废水先经蒸发析盐处理(设计CODcr去处率90%)，其它高浓度化学合成废水经微电

解法预处理(设计CODcr去处率30%，色度去处率40%)，再与其它生产废水一起经中和混凝沉淀(设计CODcr去处率20%，色度去处率30%)-UASB厌氧(设计CODcr去处率40%，色度去处率30%)-接触氧化沉淀(设计CODcr去处率60%，色度去处率20%)组合技术处理，最终经处理后的废水中COD低于1000mg/L，总的COD去处效率达到90%，废水符合经济开发区污水处理厂接管标准后进入园区污水截流管网再进行进一步的集中处理，可最大限度地降低该类废水对环境的影响和破坏。根据这一思路，针对该类废水特性，著者为企业提供了科学而合理、经济的废水处理设计方案，从设计依据、设计原则、设计范围、设计参数、工艺说明、处理成本等方面进行了详细说明，绘制了废水处理工艺流程图和平面布置图，便于企业组织施工、生产和管理。根据本设计方案实施后，该类废水能够做到长期稳定达标排放，符合环境保护的要求，确保企业在取得最大经济效益的同时，也取得良好的社会效益和环境效益。

引证文献(1条)

1.杨跃辉 新疆石化企业废水贮用现状及存在的问题[期刊论文]-干旱环境监测 2009(1)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_jshjkj2008z1011.aspx

下载时间：2010年3月9日