

生物制药厂废水处理技术分析

周学文

湖南葆华环保科技有限公司

摘要：随着我国生物技术的创新发展，我国生物制药领域的技术更迭速度也显著加快。但是制药业的发展也伴随着一定的副作用，在各个流程环节中很容易因为各类因素的影响而产生废水。这些废水由于其复杂的成分和较大的毒性，很难进行高效完善的处理。当前我国制药行业内部运作过程中出现的各类废水，要想将其全面高效处理，整体难度非常大，必须要在后续的发展中充分引起重视，并积极探索废水处理的各类新技术。本文先对生物制药厂的常用废水处理技术做简要分析，接下来对某药厂在废水处理过程中所采取的具体工艺进行详细探讨。

关键词：生物制药厂；废水处理；COD

结合当前我国各个生物制药厂的废水排放现状来看，内部成分非常复杂，不仅仅有多种多样的有害物质，同时还有很多无法高效处理的有机物，使得针对废水的处理方法很难取得较好效果。如果制药厂的污水不经任何处理就对外排放，不可避免的会污染水源、环境，甚至会传播疾病，严重危害人们的身体健康。因此我国必须不断加大对污水处理的资金投入和研究力度，通过科技及技术的不断发展促使医药行业废水处理更加快捷有效，以促进我国制药行业的可持续发展。

一、生物制药厂废水常用处理技术

(一) 厌氧生物处理

该技术主要是在废水中含有较高浓度的有机物质时考虑运用，其中上流式厌氧污泥床法操作结构简单，且污泥在泥床上停留时间较短，不需要在设备中另外添加污泥的回流装置，但是这种操作方式对技术的要求较高，如果设备的相关配置无法满足需求，就会对处理的水质造成很大的影响。水解升流式污泥床法在操作中具有非常好的使用价值。这种方法可以有效的将污泥和水质中难以处理的有机物降解为容易处理的小分子，反应的过程中不需要密闭或者搅拌等环节，因此在实际污水处理中被广泛使用。

(二) 好氧生物处理

该技术中较为常用的是普通活性污泥法和曝气法。普通活性污泥法最为常用且用法较为成熟稳定，但是使用这种方法需要使用大量水将所需要降解的水质进行稀释，过程中容易产生大量泡沫，污泥的膨胀率会由此变高，直接影响污水中的病毒等有机物质的祛除效果。而采取曝气法，可以充分的将空气中的氧气与污泥废水进行融合，氧气的利用率较高，尤其是在深井中氧气的溶解效果也比较好，整个系统中运转进行污水处理的费用较低，COD的祛除率也能够达到70%以上。

(三) 电解法

该技术就是通过电流的作用，促使废水中的物质进行电化学反应，电解质溶液法在实际操作过程中溶液处理效率高，且整个操作流程简单方便，具备很好的脱色效果。

二、生物制药厂废水新型处理技术

(一) 微波处理

该技术是较为新颖的废水处理技术，利用特定波长的电磁波对废水进行有效处理。但是在实际的废水处理过程中，微波处理法并没有展现较好的处理效果，因此需要将微波处理与其他常

规的处理方法合并使用，从而达到良好的效果。比如将微波处理法与活性炭吸附法相结合，活性炭吸附有机物，再采用微波对活性炭表面的有机物进行解吸处理，这样可以促进活性炭的循环使用。在后续的技术研发过程中，也可以积极开展有关方面的探索，以实现微波处理的更大化使用。

(二) 超声波处理

使用频率大于20000Hz以上的超声波辐射废水溶液，促使溶液内部产生一系列的化学反应，从而加快废水内部的有机物降解，这就是超声波处理技术。该技术之所以能够实现废水的降解，其核心就在于超声波通过OH自由基氧化、气泡内燃烧分解以及超临界水体氧化。这种方式在进行高浓度的有机物废水净化时非常有效。在当前的废水处理技术中，虽然较常采取的是传统的废水处理技术，但是新型处理技术也越来越多的受到广泛的关注，因此不断深化新型污水处理技术与传统处理技术的结合使用，是未来污水处理的发展方向。

三、某药厂污水特征

某药厂的选址在开发园区内部，由于在开发园区内存在污水处理中心，因此药厂的污水排放达到污水处理中心的接收要求即可。也就是说药厂内部的污水排放水质达到二级排放标准即可。我们先将该药厂的进水水质以及排水水质进行对比，再通过下文的污水处理工艺，对比该药厂采取的污水处理工艺是否符合标准要求，该药厂的污水处理设备的处理能力为200m³·d⁻¹。

表1 药厂水质

水样名称	p (COD _{Cr}) / (mg·L ⁻¹)	p (BOD ₅) / (mg·L ⁻¹)	p (SS) / (mg·L ⁻¹)	pH值
进水	1360	840	77	6-9
排水	300	30	150	6-9

四、某药厂污水处理工艺

(一) 工艺流程

在进行污水处理的时候，首要的是对污水的水质进行分析。某药厂的整体污水量是比较小的，因此在污水处理环节，采取物理灭活与生物处理相结合的工艺就可以满足污水处理的需求。首先对污水进行物理灭活，之后再行水解酸化。酸化完成之后通过曝气的方式进行生物接触氧化，氧化流程完毕之后，开展沉淀回流处理流程，沉淀池上层的水质经过流量监测井开展排水工作，下层污泥经过污泥浓缩池再经消毒处理之后外运处理。具体的工艺流程图如图1所示。

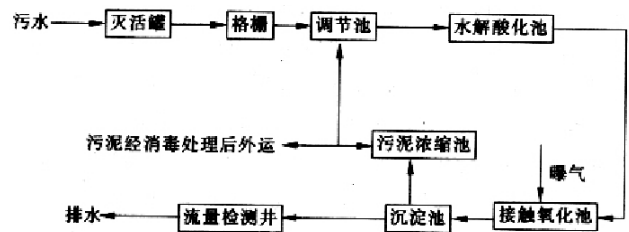


图1 污水处理工艺流程

该生物药厂所生产的疫苗产品包括弱毒苗和强毒苗。其中弱毒苗主要为鸡瘟或者是猪瘟疫苗等，强毒苗主要为口蹄疫和禽流感疫苗等。制药的过程包含药品制造和药品实验，因此药厂所排放的污水主要包含为生产废水和实验动物废水两类。污水在正式开展祛毒等操作处理之前，需要先将污水开展高温灭菌操作，灭菌温度需要高于100℃，霉菌时间一般为半个小时以上，具体时间长短根据污水中所包含的病毒被灭活的时间而定。待污水中的病毒等灭活情况达到标准之后，将污水静置冷却，再送入污水生化处理系统。

污水先行经过格栅去除掉污水中较大的悬浮物和杂质等，之后剩余的小颗粒物质及水质再进入调节池开展处理工作。在调节池中污水经过缓冲作用，将其所夹带的砂砾等小颗粒固体沉淀下来，剩余的水质进入水解酸化池中开展厌氧水解酸化反应。这个过程主要是将大分子有机物降解为小分子的有机物，以便于后续污水的操作处理。小分子的有机物在处理的时候，可以有效提升污水的 $\rho(BOD)/\rho(COD)$ 值，这样污水中的生化性和降解速率也可以得到大幅度的提升。

污水经过酸化处理之后，借助潜水泵将处理后的污水提升至接触氧化池，此时就开始生物接触氧化处理流程。在这个过程中，接触氧化操作是非常重要的，采取曝气机、曝气头和管道组成曝气系统，使用曝气系统将空气、泥和污水进行充分混合。接触氧化池中布设的有立体填料，此时立体填料上附着大量的活性污泥，这些污泥促使微生物群体依附在填料的表面形成生物膜。在充斥大量氧气的氧化池中，废水流经滤芯表面，生物膜中的微生物将废水中的有机物进行吸附。氧化、还原以及合成，最终使得废水中的有机物被氧化成成分较为简单的无机物，无机物主要为二氧化碳和水。这个过程属于污水处理中的最后一道程序，通过微生物的作用，污水中的绝大部分污染物可以得到祛除。

(二) 主要设备与设施

1. 主要设备

使用该污水处理流程，所需要的设备主要为潜污泵、鼓风机曝气机、污泥提升泵和自动控制系统。

其中潜污泵2台，根据每日制药厂的污水生产量来看，潜污泵的额定流量需要为 $10m^3 \cdot h^{-1}$ ，扬程为7m，通过潜污泵将污水从调节池提升到水解酸化池中。为了有效保证污水提升的总量满足处理需求，还需要在水解酸化池的合适部位设置液位控制系统一套，以此来稳定潜污泵的启停时间。

鼓风机曝气机需要2台，其曝气流量为 $1.77m^3 \cdot min^{-1}$ ，曝气头一共54个，电机功率为2.2kW，通过这样的布设已达到空气与污水进行充分搅拌混合的目的。

污泥提升泵需要2台以及自动控制系统1套。自动控制系统主要是为了方便人工对整个污水处理的控制，要求该控制系统可以实现手动和自动两种操作方式的自由切换，从而实现整个污水站机电设备的智能化操作。

2. 主要构筑物

该药厂的污水处理设施主要构筑物分为六项。第一，调节池1座。调节池的有效容积为 $50m^3$ 。在池中可以设置一个高、低液位作为液位控制系统，用以控制潜污泵的自动启停工作。第二，水解酸化池1座，有效容积为 $50m^3$ 。第三，接触氧化池2座，有效容积为 $100m^3$ 。第四，沉淀池1座，有效容积为 $50m^3$ 。在沉淀池的内部需要设置一个聚乙烯斜管填料，斜管的管径为80mm。设置填料的处理能力需要比普通的沉淀池要高，使其表面的负荷可以提升一倍以上，以便于后期的泥水分离操作正常进行。第五，污泥

浓缩池1座，有效容积为 $25m^3$ 。沉淀池中进行泥水分离之后，污泥需要定时采用立式污泥泵抽到污泥浓缩池中，在污泥浓缩池中处理之后，泥水的上清液再次回流到调节池中做祛毒处理。为了有效确保污泥浓缩消化的效果，可以在浓缩池的内部设置弹性填料、补水系统以及出水系统等，以方便污泥浓缩之后上清液和污泥的后续处理操作。第六，设备房1间，设备房中布置的有2台曝气机和整个污水处理系统的电气及集中控制设施。

3. 运行情况

该药厂中的污水处理设备从建设完成到投入运行，至今已经有一年的时间，设备运行一直非常正常，未出现较大的异常情况，通过环境监测站对该药厂的出水水质进行检测，污水处理之后的出水水质优于二级排放标准。具体制药厂出水水质结果见表2。

表2 出水水质检测数据和国家标准对照

指标	pH值	p(SS)	p(COD _{Cr})	p(BOD ₅)	p(氨氮)
实际出水水质	7-8	100	70	18	10
二级标准	6-9	150	150	30	25

4. 费用分析

根据设备正常运行期间的实际情况来看，在污水处理的过程中主要的资金投入在设备耗电费用，详细的耗电情况见表3。

通过表3中的设备正常运行耗电情况进行核算，假如该厂每天需要处理200t的废水，电费价位在 $0.6元 \cdot (kW \cdot h)^{-1}$ ，那么该厂处理每吨废水所需要的价位为0.21元。

表3 用电负荷

名称	使用时间/(h)	功率/kW	数量	总耗电量/(kW·h)
提升泵	24	0.75	2台(1用1备)	15
鼓风机曝风机	24	2.2	2台(1用1备)	52.8
照明系统	24	0.04	1套	0.48
立式污泥泵	定期	0.75	1台	2
总计				71.28

五、结束语

通过本文中的案例分析可以得知，污水处理过程中采取物理灭活和生物处理相结合的方式显著的提升了污水处理效率，且该工序所需投资较低，处理后废水排放完全可以达到国家标准要求，因此可以作为生物制药企业的污水处理参考方式。为了实现对环境的良好治理，我国的工业及制药企业的废水排放标准必须具备严格的要求和深入的贯彻执行，这才可以促使废水处理技术的不断发展进步。制药企业在发展的过程中，也需要在对制药技术投入大量研发力度的同时，着重污水处理技术的研究，以便于企业的可持续发展。

参考文献

[1] 杨鑫, 宁立波. 某制药厂废水排放对地下水污染的数值模拟预测研究[J]. 安全与环境工程, 2019, 26(03): 115-120.
 [2] 骆骥. 制药废水零排放技术工艺研究[J]. 科学技术创新, 2018(23): 170-171.
 [3] 陈立波, 王建刚, 刘艳梅. 某制药厂含酚废水处理工艺的改进[J]. 吉林化工学院学报, 2017, 34(05): 77-80.
 [4] 李卓. 某制药厂废水处理工艺改造案例的COD去除效果研究[D]. 南昌大学, 2015.