

污水厂曝气生物滤池工艺调试分析

吴澄

温州市排水有限公司，中国·浙江 温州 325000

摘要：结合浙江某地污水处理厂曝气生物滤池调试工作，总结了该厂曝气生物滤池挂膜启动的情况，并结合调试阶段的实验数据，对调试中核心工艺段处理效果进行了分析，提出了该工艺达到处理效果的条件及应该注意的问题。

关键词：曝气生物滤池；污水处理；调试；实验

Analysis of Process Debugging for Biological Aerated Filter in Wastewater Treatment Plant

Cheng Wu

Wenzhou Drainage Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

Abstract: Based on the commissioning work of a sewage treatment plant in Zhejiang Province, this paper summarizes the situation of biofilm hanging and start-up of the biological aerated filter. Combined with experimental data during the commissioning stage, the treatment effect of the core process section during the commissioning was analyzed, and the conditions for achieving the treatment effect of the process and the issues that should be paid attention to were proposed.

Keywords: aerated biofilter; sewage treatment; debugging; experiment

1 工程概况

中国浙江某地污水处理厂设计规模 4 万吨 / 日，采用 MULTIFLO 沉淀池 +BIOSTYR 生物滤池 +ACTIFLO 三级加砂沉淀池组合工艺，出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002 中的一级 A 标准，设计进、出水水质见表 1。

2 处理工艺流程

工艺流程说明：污水经预处理后进入核心工艺处理段。

核心工艺段采用威立雅的组合工艺，其中，一级高效沉淀池结合了混凝、絮凝及逆向流斜板沉淀，主要去除水中的悬浮物和部分总磷。曝气生物滤池设置两级生物滤池（同时硝化反硝化生物滤池 NDN+ 后置反硝化生物滤池 PDN），去除水中的 COD、BOD、氨氮。三级加砂沉淀池是在传统高效沉淀池的基础上，通过引入微砂循环系统，在混凝段前部加入海砂，从而提高该工艺段进水中悬浮固体的浓度，使处理效果得到增强，最后，污水经紫外消毒槽消毒后通过排放泵站排出（见图 1）。

表 1 设计进、出水水质

设计指标 (mg/L)	COD	BOD5	SS	TN	NH4-N	TP	pH	粪大肠杆菌 (个/L)
进水	350	180	250	40	32	5	6-9	
出水	50	10	10	15	5(8)	0.5	6-9	1000

注：括号内数字为水温 ≤ 12℃ 时的控制指标。

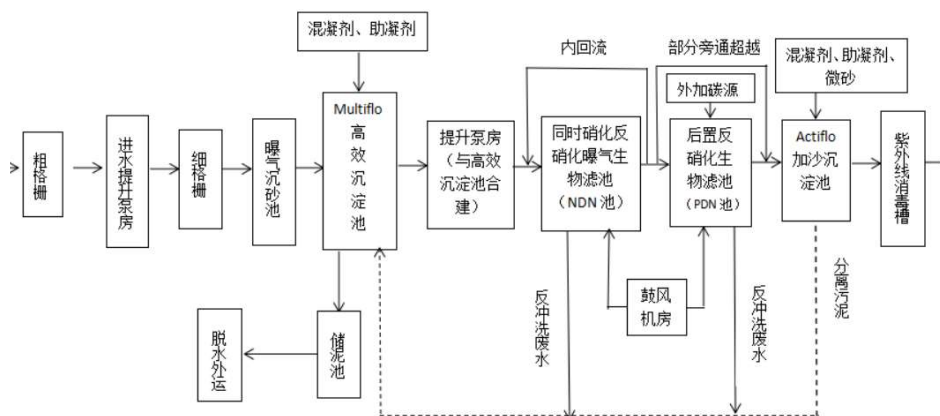


图 1 污水处理工艺流程

3 曝气生物滤池调试

3.1 生物膜的培养与驯化

曝气生物滤池处理污水的本质是利用填料上各种微生物的代谢活动来氧化、分解污染物质，达到净化水质的目的^[1]。要发挥好 BAF 的作用，首先必须在填料表面形成稳定的生物膜。目前，应用最广泛的挂膜方法有自然挂膜法、接种法、循环挂膜法、快速排泥挂膜法等，采用不同的挂膜方式，在滤池挂膜时间、生物膜生长状况方面都会存在一定的差异^[1]。本工程采用的是自然挂膜法，即直接引入原污水进行生物膜培养。

生物滤池系统调试主要分为气泡实验、滤料投加、菌种培养三部分、在该系统启动调试时，就近引入清水进行清水联动调试，当鼓风机正常运转时，反冲洗排水阀等滤池附

属设施运转正常，各气管连接处无漏气，且各组滤池内曝气均匀，视为通过气泡实验。继而在自来水、服务水，空压机系统能够顺利正常运转，滤池滤头等安装完毕后再进行滤料的投加。滤料投加数量规格见表 2。

确保该厂机械、电器设备、自控、仪表联动运行安全稳定后，再启动细菌培养调试。细菌培养分为三个阶段。第一阶段是，硝化曝气滤池挂膜，当氨氮去除率 80% 以上进入下一阶段。第二阶段是反硝化滤池挂膜，待该工艺段按出水硝态氮能够达到小于 2 mg/l 时，视为挂膜完成。第三阶段，进行反冲洗参数的测定，测试过滤、反洗、等待、故障等不同模式下，滤池的自控逻辑是否顺畅。确保滤池调试完成后，运行中，能够及时通过堵塞率、压力等参数，进入反洗程序，对生物膜进行更新，保证滤池系统正常运转。

表 2 滤池滤料投加规格

	表面积 ^{m²}	高度 ^m	滤径 ^{mm}	滤池体积 ^{m³}	袋数	滤池数量	总体积 ^{m³}
NDN 滤池	113	3.5	4.0	395.5	791	6	2373
PDN 滤池	63	3	4.5	189	378	4	756

首先 NDN 滤池以间歇进水，连续过量曝气的方式启动。即启动进水泵将管网来水，直接输送至该污水处理厂。以氨氮负荷约 155kg/d 为起始点，并逐步提升进水量将 NDN 进水量由 400m³/h 逐渐升高至 900m³/h，每日监测进出水 COD 及氨氮等指标，历时一个星期，发现 NDN 出水中 COD 去除率达到 70% 左右，氨氮去除率达到 80% 左右。连续进水稳定运行 NDN 滤池的同时，并逐渐提高进水量至设计值 1670m³/h，在此期间，PDN 滤池进水量前期水量由 NDN 进水量的 100% 逐渐降为 30%，以硝酸盐负荷 100kg/d 为起始点开启 PDN 滤池调试过程，该过程总历时约两星期，即开始投加碳源。经检测可知，投加碳源后 PDN 立即显现脱氮效果，即 PDN 经过两个星期的连续进水，已完成

初步挂膜，为进一步提高 PDN 滤池内反硝化菌的活性，可再结合进水水质与出水总氮指标的要求，合理调整 PDN 进水量。

3.2 调试过程中运行效果

选取某日检测数据为例（见表 3），当日瞬时进水量已经达到设计进水量的 92%，进水水质 COD 为 158mg/L，总氮达到 24.98mg/L，与管网水质调查数据相符，当 NDN 瞬时进水量 1550m³/h，PDN 瞬时进水量 700m³/h。由数据可知，当日 NDN 滤池 COD 出水为 28mg/L，去除率达 80%，氨氮出水为 1.33mg/L，去除率达 90%；通过外加乙酸钠作为碳源，PDN 滤池总氮去除率可达 70% 以上，其中碳源投加量以去除单位总氮消耗 5 单位 COD 计。

表 3 工艺检测数据

取样点	检测项目						
	pH	COD	SS	TN	NH ₃ -N	TP	PO ₄ -P
	无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
进水	7.43	158	132	24.98	14.22	3.10	1.16
NDN 进水	7.00		25	22.00	11.05	1.06	
NDN 出水	5.97	28		21.39	1.33	0.78	0.35
PDN 进水	6.11	104				0.83	
PDN 出水	7.37			5.79	0.30	0.32	0.19
出水	7.13	15	7	14.64	0.86	0.19	未检出

3.3 曝气生物滤池运行控制关键参数

3.3.1 曝气量

该工程两级生物滤池公用一套集中供气系统,包括 NDN 滤池曝气及两级滤池的反冲洗空气。可通过 NDN 滤池进出水氨氮浓度和池内溶解氧来确定其最佳曝气量。调试阶段,NDN 出水氨氮控制在 1mg/L 左右,通过设定 NDN 滤池需要空气量,由鼓风机变频达到所需风量。

在调试阶段需要注意,曝气的均匀性对出水浊度影响较大^[1],需尽量排除曝气管曝气不均的故障,同时需避免由于滤池反洗时短暂的风量变化造成鼓风机反复启停的现象。一般情况下,6 个 NDN 滤池调试前期均为两台鼓风机同时运行供风,待 PDN 投运后且进水水质较好时,会适量降低 NDN 滤池曝气量,以减少 PDN 滤池内碳源无效的消耗。

3.3.2 反冲洗

由于生物膜的生长、老化以及滤床本身节流的悬浮物的增长,滤床内会渐渐堵塞,滤池水头损失增大,因此需要定期清洗。由于传统反冲洗的过程会对滤池的生物量造成一定的影响,尤其对亚硝化细菌和硝化细菌这样时间较长的细菌影响更大^[2]。故调试期间一般在滤池堵塞率大于 80% 时进行人工强制反冲洗,反冲洗周期大于 24 小时。滤池的反冲洗采用气水联合反洗的方式,根据单次反洗情况决定是否增加循环次数,最终达到反洗后滤池初始堵塞率小于 5cm/m 的效果。调试过程中,应注意通过错峰反洗,保证滤池的处理效果。

3.3.3 内循环及反硝化滤池进水量

NDN 滤池生物膜内层处于缺氧与厌氧状态,为了完成部分反硝化的需要,并尽可能的减少曝气量,NDN 滤池在出水端设有内循环泵。循环水量通常控制在 40%~80%,本工程调试期间 NDN 回流量均控制在 40%~50%,但由于 NDN 滤池进水 COD 值较低,未见其有明显反硝化效果。

在后置反硝化滤池 PDN 中,由于没有工艺空气的引入,在滤池内形成一个缺氧、厌氧的环境,因此生物膜主要是进行反硝化作用的异养菌,主要通过外加碳源为微生物提供能量以进行硝酸盐的去除。在正常运行条件下,PDN 滤池无需处理 100% 的水量,只要 PDN 滤池出水与未经过 PDN 滤池的 NDN 滤池出水混合后,总氮达标低于 15mg/L 即可。

本工程在调试阶段 PDN 进水量维持在 30%~60%,一定程度上减少了碳源的使用量。本工程外加碳源首选为甲醇,由于甲醇间待验收等原因,调试阶段使用备用碳源乙酸钠。

3.3.4 其他需要注意的问题

曝气生物滤池对进水 SS 有较高的要求,过高的 SS 会导致滤池较快堵塞,缩短运行周期。该厂在调试与运行过程中,保持曝气生物滤池进水 SS 在 80mg/L 以下,一般在前端沉淀池正常加药情况下,SS 值在 50mg/L 左右。

由于本工程调试期间 PDN 进水硝态氮一般在 15~20mg/L,PDN 出水硝态氮目标值一般在 5mg/L 以下,若使用乙酸钠作为碳源,需每天投加超过 50 包固体乙酸钠药剂(每包 25KG),投加大时甚至每日 100 余包,极为浪费人力,故建议在保证安全的情况下,首选甲醇作为外加碳源。

4 结论

①本工程采用自然挂膜的方式启动曝气生物滤池工艺,在挂膜期间结合在线仪表与实验室对进出水及各工艺段水质的检测,逐渐增加进水量,并根据实际水质情况,及时对工艺参数进行调整,合理调节 PDN 进水量、加药量及 NDN 曝气量。当 NDN 滤池出水 COD 及氨氮浓度去除效果较好,PDN 滤池硝态氮亦有明显去除时,表明该工程两段生物滤池均挂膜成功。

②曝气生物滤池工艺达到预期处理效果,不但需要保证其进水 SS 值不可过高,还需根据滤池堵塞率或水头损失,确定合理的反冲洗周期及反冲洗强度。当采用后置反硝化两段式生物滤池工艺时,结合 NDN 出水氨氮指标与 PDN 出水硝态氮指标,合理进行 NDN 曝气量与 PDN 加药量的调节,可显著提高 BAF 系统的运行效果。

参考文献:

- [1] 傅金祥,陈正清,赵玉华,等.挂膜方式对曝气生物滤池的影响[J].水处理技术,2006,32(10):42-43.
- [2] 张宝杰,闫立龙,甄捷,等.曝气生物滤池最佳反冲洗周期及反冲洗方式研究[J].哈尔滨工业大学学报,2006,38(7):1045-1046.

作者简介:吴澄(1987-),女,中国浙江温州人,本科,工程师,从事污水处理、水质分析研究。