



曝气生物滤池的工艺特性

李 冰, 李玉瑛

(太原理工大学环境工程系, 山西太原, 030024)

摘 要: 阐述了曝气生物滤池的基本结构、工艺流程、工艺特点及对滤料性质的要求。

关键词: 曝气生物滤池; 基本结构; 工艺流程; 工艺特点; 滤料

中图分类号: X703

文献标识码: A

曝气生物滤池 (BAF, Biological Aerated Filter) 也叫淹没式曝气生物滤池 (SBAF, Submerged Biological Aerated Filter)。是 20 世纪 80 年代末和 90 年代初兴起的污水处理工艺, 最初只用作三级处理, 后发展成直接用于二级处理的废水处理工艺。

国外从 20 世纪初开始进行该工艺的研究, 于 80 年代末基本成型, 后不断改进, 并开发出多种形式, 目前世界上已有 100 多座污水处理厂应用了这项技术。不仅用于水体富营养化处理, 而且广泛地用于生活污水、生活杂排水和食品加工、水果蔬菜罐头、鱼肉制品、酿造和造纸等工业废水处理中。随着研究的深入, 曝气生物滤池从单一的工艺逐渐发展成系列综合工艺, 如去除 SS、去除 COD、去除 BOD、硝化、脱氮、除磷、除去 AOX (有害物质) 等。该工艺在开发过程中, 充分借鉴了污水处理接触氧化法和给水快滤池的设计思路, 集曝气、高滤速、截留悬浮物、定期反冲洗等特点于一体。其工艺原理为: 在滤池中装填一定量粒径较小的粒状滤料, 滤料表面生长着生物膜, 在滤池内部进行曝气, 污水流经时, 利用滤料上高浓度生物膜量的强氧化降解能力对污水进行快速净化, 此为生物氧化降解过程; 同时, 因污水流经时, 滤料呈压实状态, 利用滤料粒径较小的特点及生物膜的生物絮凝作用, 截留污水中的大量悬浮物, 并

保证脱落的生物膜等不会被出水带走, 此为截留作用; 运行一定时间后, 因水头损失的增加, 需对滤池进行反冲洗, 以释放截留的悬浮物并更新生物膜, 此为反冲洗过程。

1 基本结构

曝气生物滤池的结构简图如图 1, 污水从滤池上部流入, 从下部流出滤池。在滤池中下部布设曝气管 (一般距底部 25cm ~ 40cm 处) 进行曝气, 曝气管上部起生物降解作用, 下部主要起截留 SS 及脱落的生物膜的作用。运行中,

因截留了 SS 及脱落的生物膜, 水头损失会逐渐增加, 达到设计值后, 开始反冲洗。一般采用气水联合反冲, 底部设反冲洗的气、水装置。气水之间相互对流, 一方面由于上升气泡被细小滤料不断切割, 增大了气水接触面积, 易于氧的转移, 有利于上层滤料表面生物膜的氧化降解作用; 另

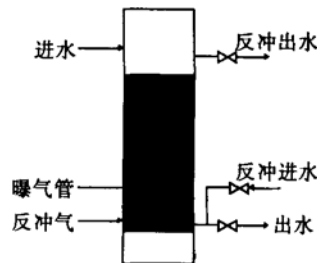


图 1 曝气生物滤池的结构简图

一方面又由于气水之间的相互搅动,使进水中的悬浮物不易于在滤料的最上层积累,从而提高整个生物滤池的储污能力,延长反冲周期。

一般说来,曝气生物滤池具有如下结构特征:其一,用粒状填料作为生物载体,如陶粒、焦炭、石英砂、活性炭等;其二,区别于一般生物滤池及生物滤塔,在去除 BOD、氨氮时需进行曝气;其三,在曝气生物滤池的滤料中存在厌氧或缺氧的微环境,可供厌氧或兼性微生物生存,同时在生物膜的内部,也存在厌氧或兼性微生物,所以,可同时进行硝化和反硝化反应;其四,具有生物氧化降解和截留 SS 的双重功能,生物处理单元之后不需再设二次沉淀池;其五,需定期进行反冲洗,清洗滤池中截留的 SS,同时更新生物膜;其六,具有高水力负荷、高容积负荷及高生物膜活性等特点;其七,水力停留时间短,所需基建投资也少,同时出水水质较高。

2 曝气生物滤池的工艺流程

图 2 是曝气生物滤池工艺流程示意简图,污水经格栅等除去粗大漂浮、悬浮物后,进入初沉池进行 SS、COD、BOD 等的初步沉淀去除。而后进入第一级 BAF,在这一级主要是去除有机物,同时有部分氨氮进行硝化;接着污水进入第二级 BAF,对氨氮进行彻底硝化以及使未完全降解的 COD、BOD 得以进一步降解。如要求脱氮除磷,则再增加第三级反硝化处理,同时

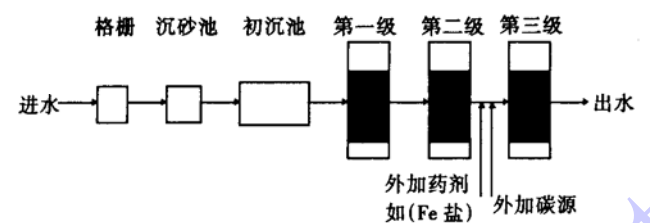


图 2 曝气生物滤池工艺流程的示意简图

投加药剂,进行除磷。运行过程中,在一、二级 BAF 底部曝气。每运行一定时间,进行反冲洗(反冲周期一般为 24h~48h,采用气、水联合反冲洗),反冲洗污水再回流入初沉池进水端,与原污水混合,一并处理。

3 曝气生物滤池的工艺特点

3.1 主要优点

①占地面积小,基建投资省。曝气生物滤池之后不设二次沉淀池,可省去二次沉淀池的占地和投资。此外,由于采用的滤料粒径较小,比表面积大,生物量高,再加上反冲洗可有效更新生物膜,保持生物膜的高活性,这样就可可在短的时间内对污水进行快速净化,水力停留时间短,因此所需生物处理面积和体积都很小,节约了占地和投资。以传统活性污泥法的占地、基建费用、运行费用分别为 100%;则混合法分别为 60%、90%~95%;BAF 为 25%、75%、80%。

②出水水质高,可满足回用要求。在 BAF 中,由于填料本身截留及表面生物膜的生物絮凝作用,使出水 SS 很低,一般不超过 10mg/L;因周期性的反冲洗,生物膜得以有效更新,表现为生物膜较薄(一般为 100 μ m 左右),活性很高。高活性的生物膜可吸附、截留一些难降解的物质。采用一级,出水可达到国家二级处理出水标准;若采用两级,出水可达生活杂用水标准;若采用三级,则可除磷脱氮。表 1 列出了不同工艺下出水水质的比较。③工艺流程短,氧的传输效率高,供氧动力消耗低,处理单位污水的电耗低,运行费用比常规处理低 1/5。在 BAF 中,氧的利用效率可高达 20%~30%,是普通活性污泥法的两倍,曝气量明显低于一般生物处理法。其主要原因:一是因填料粒径很小,气泡在上升过程中,不断被切割成小气泡,加大了气液接触面积,提高了氧气的利用率;二是气泡在上升过程中,受到了填料的阻力,由于填料具有均匀细小,又互不连通的孔

洞,可以容纳向上移动的气泡,从而延长了停留时间,有利于氧气的传质;第三,理论研究表明,在 BAF 中氧气可直接渗透入生物膜,因而加快了氧气的传质速度,减少了曝气量。

④抗冲击负荷能力强,受气候、水量和水质变化影响小。这主要依赖于滤料的高比表面积,当外加有机负荷增加时,滤料表面的生物量可以快速增值。根据国外的报道,生物曝气滤池一旦挂膜成功,可在 6 $^{\circ}$ C~10 $^{\circ}$ C 水温下运行,并具有良好的运行效果。曝气生物滤池在暂时不使用的情况下可关闭运行,此时滤料表面的生物膜并未死亡,一旦通水曝气,可在很短的时间内恢复正常。这一特点使曝气生物滤池非常适合一些水量变化大地区的污水处理。

⑤生物曝气滤池可和其他传统工艺组合使用,可对一些老厂进行技术改造,避免浪费。

⑥过滤速度快,处理负荷大大高于常规处理工艺。

⑦曝气生物滤池采用模块化结构,便于后期改建、扩建。

⑧可建成封闭式厂房,减少臭气、噪声和对周围环境的影响,视觉景观好。

⑨运行管理方便、便于维护。

3.2 运行时应注意的问题

①进水的 SS 要有所控制,一般不超过 100mg/L,最好控制在 60mg/L 以下。因曝气生物滤池采用的填料粒径一般都比较小,如进水的 SS 较高,易使滤池发生堵塞,从而导致频繁的反冲洗,增加了运行费用与管理的不便。

②运行时水头损失较大,水的总提升高度大。

③产泥量相对于活性污泥法稍大,污泥稳定性稍差。

4 曝气生物滤池的滤料

滤料是生物膜的载体,又兼有截留悬浮物质的作用,因此它直接影响着生物曝气滤池的效能;同时,滤料的费用在基建费用中又占较大比重,所以滤料的选择非常重要。

曝气生物滤池对滤料有如下要求:一是表面粗糙。表面粗糙的滤料为微生物提供了理想的生长、繁殖场所。二是密度适中。密度太大不利于反冲洗的进行;密度太小则在反冲洗时容易跑料。三是有一定的强度,耐摩擦。四是无毒、化学性质稳定。五是价格适中。

陶粒是一种球形的生物载体,具有表面粗糙、密度适中、强度高、耐摩擦等一系列优点,是一种非常理想的生物曝气滤池滤料。其采用粘土(主要成分为偏铝硅酸盐)为原材料,加入适当化工原料作为膨胀剂,经高温烧制而成。其主要性能参数如下:粒径 3mm~6mm;堆积密度 0.89g/cm³;1.56g/cm³;比表面积 4.11m²/g;内部孔隙率 0.09;外部孔隙率 0.339。

5 生物曝气滤池的前景

由于生物曝气滤池能够节省利用土地资源,降低污水处理工程造价和运行费用,在我们这样一个人均资源相对匮乏的国家将具有重大意义,也将因此产生重大的社会效益、经济效益和环境效益。

参考文献

[1] R Pujol, M Hamon, X Kandel and Lemmel. Biofilters: flexible, reliable biological reactors[J]. Wat Sci Tech, 1994, 29(10-11): 33-38
[2] Frank Rogalla and Marie Marguerite Bourbigot. New developments in complete nitrogen removal with biological aerated filters[J]. Wat Sci Tech, 1990, 22(1-2): 273-280
[3] 徐丽花, 李亚新. 一种好氧生物处理有机废水的新工艺设备——生物曝气滤池[J]. 给水排水, 1999, 25(11): 1-4
[4] 朱乐辉. 污水处理新工艺——曝气生物滤池[J]. 世界环境, 2000(1): 34-37

第一作者简介:李冰,男,1972 年 12 月生,山西省榆社县人,现为太原理工大学在读硕士研究生,山西省太原市迎泽西大街 79 号,030024。

表 1 不同工艺下出水水质比较 (mg/L)

处理工艺	BOD	COD	NH ₄ -N	N	P	SS
传统活性污泥法	15	75	5	18	1	10
混合法	<10	<60	<2	<10	<1	<10
BAF	<10	<60	<2	<10	<1	<10