

一种新型滤料的研制及其在曝气生物滤池的应用

王昌良¹, 陈炳炎¹, 魏志文²

(1. 中国地质科学院矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041;

2 安徽国祯环保深圳龙祯分公司, 广东 深圳 518034)

摘要:为促进滤料的开发和曝气生物滤池的发展,研究了 SVA 滤料的制作方法以及该滤料应用于曝气生物滤池试验的处理效果。结果表明:以一种轻质多孔矿物颗粒为芯材,两种轻质矿物粉料经混合作为基材,加入粘结剂造球,制成 3~6mm 球形颗粒滤料用于曝气生物滤池处理城市污水,在气水比 3:1,水力负荷 $2.12\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 条件下, COD_{Cr} 、 BOD_5 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除率分别达到 83.3%、82.4%、77.3%,说明该滤料具有良好的污水处理效果。

关键词:滤料; 曝气生物滤池; 污水处理

中图分类号: TB332 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6532(2007)02-0006-05

随着工业化、城市化进程的加快,我国城市的环境污染特别是水污染日趋严重,已成为制约我国经济发展的一个重要因素。我国是一个水资源短缺的国家,据报道,我国 680 个城市中,有 400 个城市缺水,40 个城市严重缺水。而且一些江河、湖泊、海洋受到严重的污染,每年向长江排放的污水达 130 亿 t,沿海工厂和城市直接排入海洋的污水达 86 亿 t,全国 1.7 亿人的饮用水受到不同程度的污染。

我国政府对环境的治理非常重视,将出巨资对水污染进行治理,如北京将在最近几年投资 120 亿元进行污水治理,并将建设 9 座污水处理厂;山东将在五年内投资 150 亿元治理污水,将建设 40 座污水处理厂。

由于世界各国对污水处理的重视,污水处理技术不断向前发展。基于物理、化学和生物学原理的各种污水处理新工艺不断出现,其中生物处理技术的应用最广泛,已成为城市污水和有机工业废水处理的主流工艺,而活性污泥法和生物膜法一直占据主导地位。曝气生物滤池是生物膜法中的一种先进工艺,具有处理工艺简单、处理效率高、占地面积小、便于运行管理、有机容积负荷高、水力负荷大、水停

留时间短、集生物氧化和截留悬浮固体于一体,节省了二级沉淀池,所需基建投资少,能耗及运行成本低,出水水质高等诸多优点。

曝气生物滤池工艺需要大量的滤料,国内外通常采用的滤料有烧结陶粒、沸石、火山灰、焦炭和用玻璃钢或塑料制成的各种形状的填料。玻璃钢和塑料填料表面光滑,生物膜附着力差,容易老化,且价格较贵;沸石、火山灰滤料属天然矿物,虽然生物膜附着性能好,但是强度较弱,经人工破碎后形状不规则,水力特性不好,且资源有限;而焦炭易破裂;陶粒需高温烧制,投资大、成本高。这些因素限制了曝气生物滤池的发展和应用,因此,研制一种高效低价的滤料对曝气生物滤池的发展和应用具有极为重要的作用。

1 新型滤料的研制

1.1 原料的选择

根据曝气生物滤池对滤料的要求和基于对各种矿物性能的研究,选择了一种轻质多孔粒状矿物作为芯材,两种轻质多孔矿物粉料经混合后作为基料加入造孔剂,用一种无机粘结剂造球。由于选择的

reached The experimental results proved that the bacterial pre-oxidation and cyanide leaching technology is suitable for processing of Hejiayan gold ores

Key words: Microfine-grained primary gold ore; Flotation; Bacterial pre-oxidation; Cyanide leaching

收稿日期: 2006-10-27

作者简介:王昌良(1963-),男,副研究员,主要从事矿物材料研究。

矿物原料和所制球粒滤料具有火山灰特性,故取名人造火山灰滤料——SVA 滤料。

1.2 SVA 滤料制作工艺

SVA 滤料制作工艺见图 1。

将所选用的两种基本原料加入造孔剂混匀,少

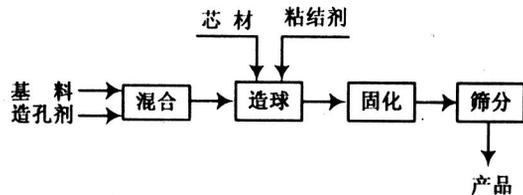


图 1 SVA 滤料制作工艺

量芯材给入造球机内,并喷洒粘结剂。操作时,一边喷洒粘结剂,一边给入基料,然后连续给入芯材,并控制各种材料的加入速度和加入地点,使整个过程连续进行。

主要设备：1200圆盘造球机,自制 500 混料机,电振给料机。

1.3 SVA 滤料物理化学性能

1.3.1 SVA 滤料化学成分

SVA 滤料主要化学成分为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 K_2O 等,不含对人体有害的金属元素及其他物质,其化学成分见表 1。

表 1 SVA 滤料化学成分 / %

SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Fe_2O_3	Pb	Zn	Cu	灼减
32.4	14.6	34.7	2.3	1.5	0.2	5.0	0.014	0.018	0.008	5.3

1.3.2 SVA 滤料物理化学性能参数

SVA 滤料物理化学性能参数见表 2。从表 2 可知,SVA 滤料筒压强度高、堆密度小、比表面积巨大,孔隙率高,适合于曝气生物滤池对滤料的要求。

1.3.3 放射性核素活度检测

对所制成的球粒滤料送至四川省卫生监督检验中心进行了放射性核素活度浓度检测,结果见表 3。

从表 3 可知,该滤料不含放射性物质。

1.3.4 SVA 滤料在水溶液中有害物质析出考查

为了考查 SVA 滤料在污水处理过程中有害物质析出情况,将该滤料送至四川省疾病预防控制中心

参照《生活饮用水输配水设备及防护材料卫生安全评价规范》进行了检测,结果见表 4。

从表 4 可以看出,该滤料有害物质水析出物远远低于饮用水对析出物的要求标准。

2 曝气生物滤池试验

2.1 试验装置

试验装置见图 2。反应器采用直径 300mm、高 3300mm 的有机玻璃柱,每隔 500mm 设一个取样口。底部设置穿孔配水板和曝气管。用 SVA 滤料作填料,滤料填装高度为 2m。

表 2 SVA 滤料物理化学性能参数

项 目	特性参数
粒 径 /mm	3 ~ 5
堆积密度 / $kg \cdot m^{-3}$	810
表观密度 / $kg \cdot m^{-3}$	1430
破碎率 / %	0.35
磨损率 / %	1.43
碱溶率 / %	0.5
比表面积 / $cm^2 \cdot g^{-1}$	25×10^4
筒压强度 /MPa	7.6
内部孔隙率 / %	18.06
空隙率 / %	38.32
形 状	球形

表 3 放射性核素活度浓度 / $Bq \cdot kg^{-1}$

核 素	^{137}Cs	^{232}Th	^{236}Ra	^{40}K
测量值	未检出	59 ± 1.6	81 ± 1.1	222 ± 5.1
标准豁免值	10000	1000	1000	100000

表 4 SVA 滤料有害元素析出物检测结果

项目	单位	SVA 滤料检测结果	卫生规范要求
砷	mg/L	<0.005	增加量 0.005
镉	mg/L	<0.0002	增加量 0.005
铅	mg/L	<0.01	增加量 0.02
铝	mg/L	<0.001	增加量 0.001
汞	mg/L	<0.0002	增加量 0.0002
银	mg/L	<0.001	增加量 0.005

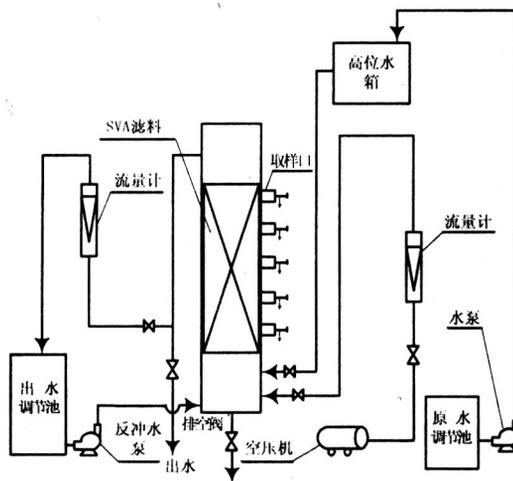


图 2 曝气生物滤池装置

2.2 试验方法和水质

试验用水取自成都市污水处理厂初沉池出水,综合水质指标为: COD_{Cr} 183mg/L, BOD_5 59.7mg/L, $\text{NH}_3 - \text{N}$ 27.7mg/L, SS 111.3mg/L, pH 7.0 ~ 8.1。

原水取来后装入原水调节池集水箱,再用泵打入高位水箱,从曝气生物柱底部给入,上部出水经转子流量计计量后流入出水调节池,调节进水阀控制出水量的大小。曝气空气、反冲洗空气、反冲洗水均从底部进入曝气生物柱,反冲洗水用出水调节池内的水,反冲洗排水进入地沟。

曝气试验时,气水比 = 3,滤池过滤周期为 24 ~ 48h,反冲洗采用气冲 10min,气水联冲 15min,水冲 10min,反冲洗历时 35min。气冲强度 $36\text{m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$,水冲强度 $12\text{m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

2.3 挂膜

在挂膜前用清水冲洗滤料约 8h,再用原水冲洗滤料 1 ~ 2d后再进行挂膜。曝气生物滤池试验挂膜采用循环接种挂膜方式,将原水放入出水调节池利用冲洗水泵,以 $1.2\text{m}^3 / \text{h}$ 的流量在柱内循环,并分三次加入接种活性污泥 200kg (活性污泥浓度约 5% ~ 7%),强化滤料与污水、空气、活性污泥的接触,约一周后进行低负荷连续进水动态培养生物膜,运行一段时间后,滤料表面可见一层浅黄色生物膜,随着滤料生物膜的逐渐成熟,分阶段加大负荷,约一月时间完成了生物膜挂膜。

3 试验结果及讨论

3.1 曝气生物滤池试验结果

试验在 3 ~ 4月份进行,每间隔 12h进行一次取样及测试,稳定运行约一个月,最终取得统计平均值见表 5。

表 5 曝气生物滤池稳定运行阶段的综合结果

项 目	COD_{Cr}	BOD_5	$\text{NH}_3 - \text{N}$	SS
进水浓度 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	183.0	59.7	27.7	111.3
出水浓度 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	30.5	10.5	6.3	13.9
去除率 / %	83.3	82.4	77.3	87.5

3.2 SVA 滤料过滤吸附性能考察

将滤料装入曝气生物柱后,按 $3.5\text{m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 的速度给入生活污水,同时给入空气 (速度 $5.66\text{m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$), 1h后取样测定污染物浓度的变化,其污染物去除率分别为 COD_{Cr} 20%、 BOD_5 29.4%、 SS 8.4%。此结果表明该滤料在附挂生物膜之前,滤料本身对污水中污染物具有截留和吸附能力。由于 SVA 滤料具有多微孔和较大的比表面积,因此,过滤吸附性能较好。

3.3 SVA 滤料不同挂膜期的除污能力

在初生期,挂膜速度较快,滤料具有一定的除污能力。在发育时段内,有机污染物的去除能力有了明显提高, $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的硝化作用也变得比较明显。到了成长期时段,有机污染物 (COD_{Cr} 、 BOD_5) 去除率趋向最大值的平稳阶段,而 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的硝化作用变得更加明显。等到成熟期时段,有机污染物的去除率和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的硝化作用与脱 N 能力都达到了所处负荷条件的最大值。以上各阶段均是在较低负荷条件下 (水力负荷 $1.41 \sim 1.56\text{m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$,有机负荷 $0.8 \sim 1.46\text{kgBOD}_5 / (\text{m}^3 \cdot \text{d})$,硝化负荷 $0.45 \sim 0.481\text{kgNH}_3 - \text{N} / (\text{m}^3 \cdot \text{d})$) 进行的。

3.4 水力负荷对曝气生物滤池除污效果的影响

在挂膜成熟期后,增大水力负荷, COD_{Cr} 、 BOD_5 、 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 去除率的变化见图 3。由图 3 可知,随着水力负荷的增加, COD_{Cr} 去除率呈平缓微增加趋势, BOD_5 去除率呈先增加后微弱降低的趋势, $\text{NH}_3 - \text{N}$ 去除率亦呈先增加后降低的趋势,说明在低负荷运行时, $\text{NH}_3 - \text{N}$ 去除效果较好,在高负荷运行时, $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的去除受到明显抑制。

3.5 反冲洗对除污能力的影响

经反冲洗后,载膜 SVA 滤料可很快恢复其生物性能,在反冲洗过后 1.5h, SVA 滤料的除污能力已

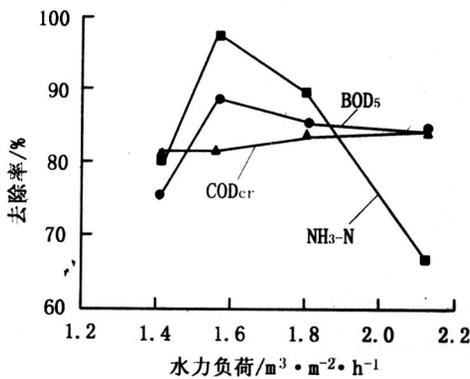


图 3 水力负荷对除污效果的影响

能达到反冲洗前的 75% 以上, 5h 基本恢复到冲洗前水平。

4 生产应用

为了考查 SVA 滤料在工业应用上的适应性, 在四川省峨嵋客车制造厂污水处理车间对该滤料进行了工业污水处理考查。

4.1 工艺流程

四川省峨嵋客车制造厂污水处理车间生产运行已近三年, 采用 1800 × 5880 碳钢曝气生物柱 1 台, SSR - 50s 三叶罗茨鼓风机 2 台, 50 - ZW - 20 - 15 自吸式无堵塞排污泵 2 台, 清水泵 2 台。原装入 3 × 3 塑料填料。本次试验用 SVA 滤料更换塑料填料, 其工艺流程见图 4。

4.2 原水处理过程及水质

原水主要是客车厂喷漆车间排放的废水和生活

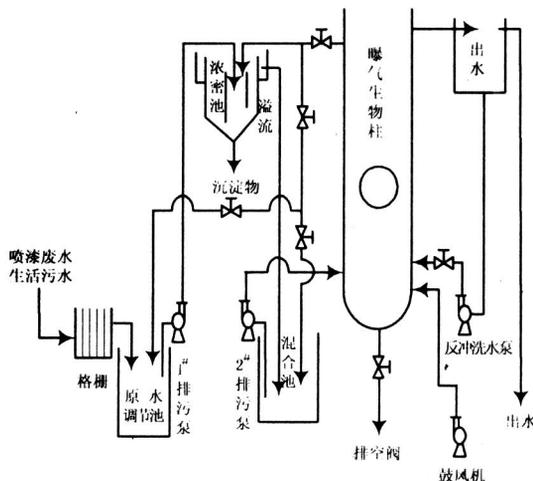


图 4 污水处理装置

用水排放的污水。原水经格栅除去粗大固体物质后进入原水调节池, 经物理处理后用 1[#] 泵打入浓密机, 其溢流排入混合池, 再用 2[#] 排污泵注入曝气生物柱进行处理。混合池综合水质指标为: COD_{Cr} 370mg/L, BOD₅ 28mg/L, SS 218mg/L, pH 8.9。

4.3 调试及运行结果

挂膜采用循环接种挂膜法, 菌种采用该污水处理车间原使用的活性污泥, 考虑到该污水 BOD₅ 浓度较低, 为了加快挂膜速度, 另外加入营养液, 营养液按淀粉 尿素 过磷酸钙 = 100 5 1 配制。挂膜约 10d 后进行低负荷连续进水动态培养生物膜, 并逐渐提高运行负荷, 每个负荷段均稳定运行一段时间。经一个多月的调试完成了生物膜挂膜。经两个多月的稳定运行后, 进行了为期 7d 的取样检测。进水在混合池内取样, 出水取 SVA 柱排放水, 其平均结果列于表 6。

表 6 稳定运行阶段进、出水检测结果

项目	COD _{Cr}	BOD ₅	SS
进水浓度 / $mg \cdot L^{-1}$	370	28	218
出水浓度 / $mg \cdot L^{-1}$	65	7.8	22.8
去除率 / %	82.4	72.1	89.5

5 结 论

1. SVA 滤料具有孔隙率高, 比表面积大, 密度适中, 形状规则, 吸附性能强等诸多优点。

2. SVA 滤料制作工艺简单, 投资小, 而且原材料价格低廉, 来源广泛, 不需要焙烧。

3. SVA 滤料用于曝气生物滤池试验表明: 该滤料过滤吸附性能好, 挂膜速度快, 对 COD_{Cr}、BOD₅、NH₃-N 处理效果好, 是适合于曝气生物滤池较好的填料。

参考文献:

- [1] 郑俊, 呈浩汀, 程塞飞. 曝气生物滤池污水处理新技术及工程实例 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2002
- [2] 汪立立, 刘焕彬, 胡勇有, 周勤. 曝气生物滤池处理低浓度生活污水的研究 [J]. 工业水处理, 2003, (23) 3: 29 ~ 32
- [3] 敞胜, 徐文国, 齐兵强. 上流式曝气生物滤池处理城市污水 [J]. 中国给水排水, 2003, (19) 2: 49 ~ 50
- [4] 于洋, 周金娣, 王显军. 污水处理与资源化利用 [J]. 辽宁工程技术大学学报, 2002, (21) 3: 388 ~ 391.

青海某钾长石资源综合利用试验研究

熊文良, 杨永涛

(中国地质科学院矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041)

摘要:采用浮选的方法对青海某钾长石资源进行了综合利用研究。试验结果表明,采用粗磨-浮云母-再磨-浮选脱泥-长石浮选的选矿流程,可综合回收云母产品,产率 8.22%;长石产品,产率 34.28%;石英产品,产率 46.51%,从而为该资源的合理开发做出了较好的选矿评价。

关键词:钾长石;浮选;综合利用

中图分类号:TD995 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2007)02-0010-03

钾长石是一种含钾的架状结构铝硅酸盐,为 $KAlSi_3O_8$ 的三个同质多象变体透长石、正长石和微斜长石的总称^[1]。其主要成分有 K_2O 、 Al_2O_3 、 SiO_2 等。

我国钾长石资源极其丰富,主要分布在安徽、内蒙古、黑龙江、新疆、四川等 23 个省区,分布十分广泛,富含钾、钠的长石广泛应用于陶瓷、玻璃及搪瓷等工业部门。然而钾长石的合理开发利用并未引起足够的重视,有的长期停留在粗加工阶段,技术停滞不前,有的甚至一直未开发,没有形成产业化^[2]。本文以青海某钾长石资源为研究对象,以资源综合利用为目的,对其进行选矿试验研究,从而为我国钾

长石资源的可持续开发和利用提供参考依据。

1 矿石性质

1.1 矿物组成

矿石中的主要矿物有微斜长石、条纹长石、钠长石、石英及白云母,其中钾长石(微斜长石和条纹长石常互为交生)约为 50%~60%,钠长石为 11%,石英 20%~30%,白云母为 5%。杂质矿物主要有电气石,约占 3%,石榴子石约为 1%~2%,锆石少量。

1.2 主要矿物特征

微斜长石:肉眼呈肉红色,晶体粒度粗大,但粒径相差悬殊,一般为 2~10 cm,最大可达 50 cm。表

Development of a Novel Filtering Material and Its Application in Biological Aerated Filter

WANG Chang-liang¹, CHEN Bing-yan¹, WEI Zhi-wen²

(1. Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Chengdu, Sichuan, China;

2. Shenzhen Longzhen Branch of Anhui Guozhen Environmental Protection Science & Technology Company, Shenzhen, Guangdong, China)

Abstract: In order to promoting the exploitation of filtering materials and the development of biological aerated filter, the preparation method of the spherical volcanic ash (SVA) filtering material and its application in biological aerated filter were researched. The test results indicated that under the conditions of the ratio of gas and water is 3:1 and hydraulic load is $2.12 m^3 / (m^2 \cdot h)$, the removal rates of COD_{Cr} , BOD_5 and $NH_3 - N$ reached 83.3%, 82.4% and 77.3%, respectively. It was demonstrated that the novel filtering material have excellent treatment efficiency for municipal sewage.

Key words: Filtering material; Biological aerated filter; Treatment of municipal sewage

收稿日期: 2006-09-09; 改回日期: 2006-10-30

作者简介: 熊文良 (1979 -), 男, 硕士, 主要从事选矿工艺技术的研究。