

# 珍珠岩生物载体开发研究<sup>\*</sup>

王 怡,彭党聪

(西安建筑科技大学环境与市政工程学院,陕西 西安 710055)

摘要:以珍珠岩为原料开发出了一种生物载体,该载体密度约为  $1\text{ g/cm}^3$ ,表面粗糙多孔,强度远大于其他行业用膨胀珍珠岩。生物实验表明,该载体适合于微生物附着,可应用于污水处理工程。

关键词:珍珠岩;密度;强度;生物载体;污水处理

## 0 引言

珍珠岩是一种酸性火山玻璃质熔岩,在高温下体积可以迅速膨胀数倍至数十倍,形成白色、轻质、多孔状膨胀珍珠岩,这种膨胀珍珠岩目前已成为一种定型产品,作为保温、吸音、吸附等材料广泛应用于建筑、石油、化工等工程方面<sup>[1]</sup>。但由于密度和强度太小,几乎不能用于污水处理。

试验中通过加工过程和加工条件的合理控制,在保持膨胀珍珠岩表面多孔结构的前提下,提高其强度和密度,使其成为优良的生物载体,应用于污水处理领域。本文对该载体的性状进行了较全面的报道。

## 1 原料与测定方法

### 1.1 原料物理性状

试验用珍珠岩原矿取自河南信阳,具有全玻璃质结构。具体指标如下:

硬度:5.2~6.4;折光率:1.492~1.506;真密度:2.316g/mL。

### 1.2 测定方法

密度的测定:载体及原材料的表观密度、浸水后的湿密度测定均采用容重法。

微观性状的测定:采用 HITACHI S-570 扫描电镜观察研究微观结构和孔尺寸。

## 2 试验结果

### 2.1 载体的密度

经测定,载体表观密度为  $0.934\text{ g/cm}^3$ ,浸水后的湿密度为  $1.102\text{ g/cm}^3$ 。

以上数据表明,在一定的试验条件下,以珍珠岩为原料可以获得密度接近于水的膨胀珍珠岩载体。近年来生物膜反应器所采用的载体密度有偏小的趋势。比如对于填充床反应器,大密度载体不但会增加系统承托结构的负担,而且也会加大反冲洗所需动力能耗。对于紊动反应器,载体密度越大,则悬浮越困难,对应的能耗也越高;密度太小的载体,在反应器中也不易维持其一定的流态。因此,刘雨等<sup>[2]</sup>建议对需要紊动的生物膜反应器,载体的密度一般控制在 1.03~1.10 之间,张雪辉等<sup>[3]</sup>认为目前的经验参数为  $0.96\text{ g/cm}^3$ 。总之,本试验开发的生物载体,从密度方面考虑较为理想。

### 2.2 载体的微观结构

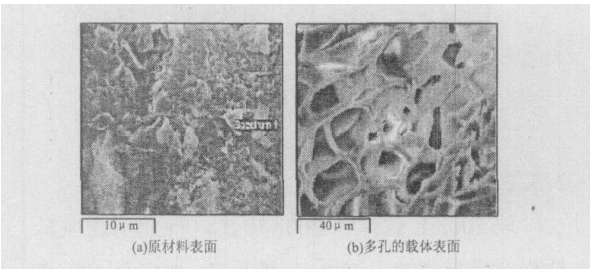


图1 原材料和处理后载体表面性状

图1为原材料表面和处理后载体表面性状。从图1可以看出,珍珠岩原矿的表面成层状结构,

微孔尺寸很小( $<1\mu\text{m}$ )。经处理后的载体表面密布着大量微孔,且分布均匀,平均孔径在 $10\mu\text{m}$ 左右。

通常,水处理中细菌的尺度为:杆菌的宽度一般为 $0.5\sim 2\mu\text{m}$ ,长度一般为 $1\sim 5\mu\text{m}$ ,球菌的直径通常为 $0.5\sim 5\mu\text{m}$ <sup>[4]</sup>。从生物膜附着过程的模型可以发现,微生物初期的附着一般首先发生在剪切和紊动相对较小的表面孔隙或孔洞中。大的孔隙率虽然可以增大载体的有效附着面积,但较小的孔隙才具有毛细保水功能,因而对活动于水中的微生物有较强的持留作用。综合相关文献的研究结果可知,当多孔载体的微孔孔径为微生物尺度的 $1\sim 5$ 倍时,有最佳的生物量积累。因此,一般认为载体表面微孔的尺寸在 $0.5\sim 25\mu\text{m}$ 范围内时比较理想。试验开发的载体为微生物的附着提供了良好的条件。

2.3 载体的强度

2.3.1 外观

图2为本研究开发的载体和其他行业用膨胀珍珠岩产品的外观图。载体与工业用膨胀珍珠岩颜色均为白色,表面粗糙,近似于圆球,两者表面均呈蜂窝状,但工业用膨胀珍珠岩表面疏松,表面孔洞尺寸较大。

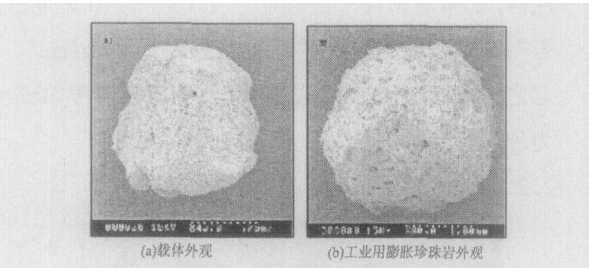


图2 试验开发载体与工业用膨胀珍珠岩外观

2.3.2 强度

取 $200\text{mL}$ 载体和 $200\text{mL}$ 其他行业用膨胀珍珠岩产品分别装入 $500\text{mL}$ 锥形瓶,加水至 $400\text{mL}$ 后,置于调速搅拌机上开始搅拌。在转速 $1000\text{r}/\text{min}$ 时载体表面开始出现磨损, $1200\text{r}/\text{min}$ 时磨损率为 $5\%$ ;而在转速 $50\text{r}/\text{min}$ 时工业膨胀珍珠岩产品开始出现磨损, $150\text{r}/\text{min}$ 时磨损率高达 $60\%$ 。与工业用膨胀珍珠岩产品相比,试验开发

载体的强度明显提高。

2.3.3 微观性状

图3为载体和其他行业用膨胀珍珠岩产品的表面电镜扫描图。从图3可以看出:载体表面孔的尺寸大约为 $10\mu\text{m}$ ,且分布均匀,孔壁厚度约为 $1\sim 2\mu\text{m}$ ,结构坚实。工业用膨胀珍珠岩产品的孔径大约为 $30\mu\text{m}$ ,孔壁厚度不足 $0.5\mu\text{m}$ 。因此,载体和其他行业用膨胀珍珠岩产品孔壁厚度的差异是造成强度差异的主要原因。

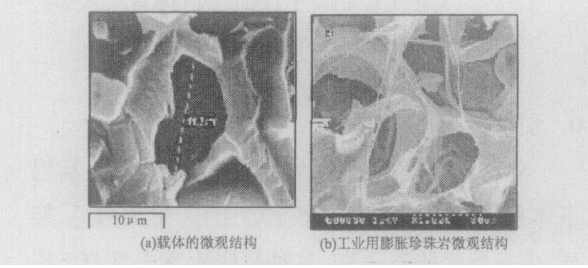


图3 载体和工业用膨胀珍珠岩产品表面

2.4 载体挂膜试验

图4为经过 $14\text{d}$ 挂膜后紊动床生物膜反应器中生物载体的电镜扫描图。从图4可以看出,挂膜前载体表面丰富的微孔挂膜后被大量微生物所覆盖,因此,试验开发的载体适合于微生物的附着。

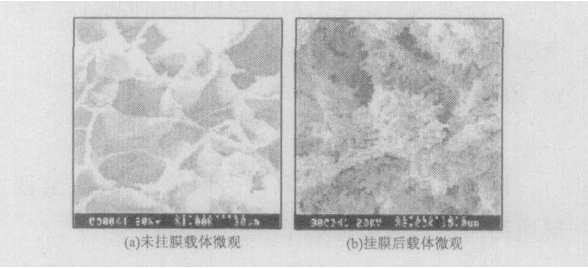


图4 挂膜前后载体电镜扫描照片

3 结论

a. 试验条件下开发出的生物载体表面粗糙,具有多孔结构,孔尺寸在 $10\mu\text{m}$ 左右,适合于微生物的附着。孔壁厚 $1\sim 2\mu\text{m}$ ,明显大于广泛应用于其他行业中的膨胀珍珠岩的孔壁厚度,这从根本上提高了载体的强度,有利于搅拌设备及曝气系统的选择,使该载体应用于污水处理领域成为可能。

b. 试验条件下开发出的生物载体,密度接近

于水的密度,易于紊动,可能成为节省能耗的新型生物载体,在环境工程尤其是污水处理中具有广阔的前景。

#### 4 参考文献

- [1] 倪文,方兴,李建平,等. 矿物材料学导论[M]. 哈尔滨工业大学出版社,2001.
- [2] 刘雨,赵庆良,郑兴灿. 生物膜法污水处理技术[M]. 中国建筑工业出版社,2000.
- [3] 张雪辉,周律. 移动床反应器(MBBR)载体性能参数解析[C]. 2004年中国水污染防治与废水资源化技术交流会论文集,2004.
- [4] Bruce E. Rittmann and Perry L. McCarty. Basics of Microbiology[M]. In: Bruce E. Rittmann and Perry L. McCarty(ed) Environmental Biotechnology: Principles and Applications, McGraw - Hill Companies, Inc., 2001.

## Study on exploitation of perlite carrier in wastewater treatment system

WANG Yi, PENG Dang-cong

(School of Environmental and Municipal Engineering,  
Xi'an University of Architecture & Technology,  
Xi'an 710055, China)

**Abstract :** Lower density carrier approaching to  $1\text{g}/\text{cm}^3$  was developed when perlite was used as raw material. The surface of the carrier was coarse and porous but the intensity of the carrier was high comparing with the expanded perlite applied in other industry. The experiment results showed that this carrier was fit for attachment of the microorganism and could be used in the field of wastewater treatment.

**Key words :** perlite; density; intensity; biocarrier; wastewater treatment