

陶瓷膜处理油田采出水初探*

王 旭¹ 金 江² 梅胜道²

(1. 盐城工学院 材料工程系, 江苏 盐城 224003 2. 南京工业大学 材料科学与工程学院, 江苏 南京 210009)

摘 要 油田采出水如直接排放, 不仅污染环境, 而且会造成大量水资源的浪费, 直接回注则会引起一系列问题。陶瓷膜具有耐高温、机械强度高、耐酸碱性、使用寿命长等特点。采用陶瓷膜精细过滤处理油田采出水, 可将其完全用于回注。着重讨论几种恢复陶瓷膜通量的方法, 将其应用到油田采出水中, 取得了较好的效果。

关键词 陶瓷膜; 油田采出水; 通量恢复

中图分类号: TQ028.8

文献标识码: A

文章编号: 1671-532X(2003)01-0032-03

陶瓷膜具有耐高温、机械强度高、耐酸碱性、使用寿命长等特点^[1], 使得陶瓷膜在油田采出水处理回注方面有着有机膜无法比拟的性能。经过陶瓷膜处理后的回注水, 各项指标均能达到推荐水质指标^[2]要求。而陶瓷膜在处理采出水过程中, 也存在过滤通量不稳定, 过滤时间不能持久以及膜的清洗再生问题^[3]。

本文通过实验, 探索了陶瓷膜在处理油田采出水回注过程当中, 能够保持较好的通量并且使通量维持更久的方法。另外当膜的过滤通量小时, 能够通过有效的清洗方法, 使陶瓷膜的过滤通量迅速恢复。

1 实验方法

1.1 实验装置

1.1.1 实验室装置

为进一步了解陶瓷膜处理油田采出水的性能, 实验室对比实验采用单根陶瓷膜管, 管长 32 cm, 直径 13 mm, 膜孔径为 0.2 μm , 试验用的污水自行配制, 该污水主要是模拟油田采出水的情况, 在自来水中加入粘土和油, 使得粘土占总质量的 1%, 油含量为 1000 mg/L。其主要仪器和设备有一台真空泵, 塑料桶、真空表各一只, 5 L 的磨口玻璃瓶一只, 其中磨口玻璃瓶瓶颈上有一个排气孔, 实验时用胶带粘住。实验装置如图 1 所示:

1.1.2 实验方法

实验时, 真空泵对玻璃瓶进行真空处理, 使玻璃瓶以及与玻璃瓶相通的膜管内真空度下降, 在静压差作用下, 污水中所溶的小于膜孔径的固体颗粒随溶剂一起进入玻璃瓶, 大于膜孔径的固体颗粒和油分子则被阻挡在膜管外。每工作一段时间, 停止工作, 撕开胶带, 放光瓶内的水。每次记下过滤 400 mL 水所需时间, 计算出相应的通量, 得出通量与工作时间之间的关系。

1.2 油田实验装置

1.2.1 工艺装置

膜组件由南京工业大学材料系提供, 采油废水取自江苏油田, 采用的膜组件是由 40 根陶瓷管组成的, 每根陶瓷管长 32 cm, 实际工作长度为 30 cm, 膜管直径为 13 mm, 膜孔径为 0.2 μm 。处理池和清水池自行设计建造, 其它各配件购于相应厂家。工艺装置如图 2 所示:

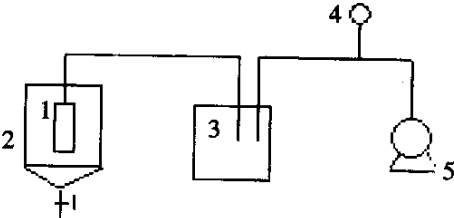
说明 (1) 油田采出水由进水阀进入处理池; (2) 经陶瓷膜组件处理过的水经过真空泵 6 排出, 可用于回注; (3) 水泵 5 用于反洗膜组件, 与其相连的清水池中水源可从真空泵 6 处理过的水中分出一部分, 或以其它方法获取; (4) 排污阀每隔一段时间排放一次浓缩的污水。

1.2.2 实验方法

整个系统采用全自动控制。实际工艺设定

* 收稿日期: 2002-11-07

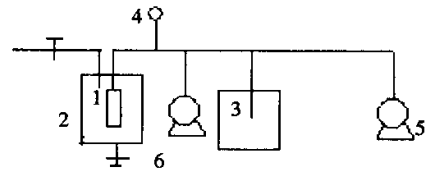
作者简介: 王 旭(1974-)男, 江苏建湖县人, 盐城工学院助教, 南京工业大学在读硕士研究生。



1.膜管 2.塑料桶 3.玻璃瓶 4.真空表 5.真空泵

图 1 实验室实验装置图

Fig.1 The equipment of the lab testing



1.膜管组件 2.塑料桶 3.清水池；
4.真空表 5.水泵 6.真空泵

图 2 油田采出水处理装置图

Fig.2 The course of the treatment to
the oil field produced water

为 过滤周期为 30 min,每运行一个过滤周期反洗 20 s,每隔 2 h,进行一次脉冲反洗 5 s 开关一次阀门,每次历时 150 s。每隔一段时间(反洗前后各取一点)测其通量,确定通量与工作时间之间的关系。

1.3 膜组件的清洗再生装置及流程

随着工作时间的增加,陶瓷膜组件的处理通量逐渐减小,当其通量小到一定程度,废水处理不再有实际意义时,需要对膜组件进行清洗。本实验采用 1% 的氢氧化钠溶液以及 1% 的硝酸溶液进行清洗。流程如图 3 所示:

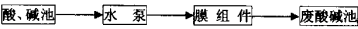


图 3 膜组件清洗图

Fig.3 The course of the clearing by using acid and base

2 结果与讨论

2.1 实验室模拟结果

实验室所作的对比实验流程和装置如前所述,实验时先在玻璃瓶上标上体积刻度,启动真空泵,由秒表记下过滤一定体积的水所需要的时间,根据所得数据,可计算出相应的通量。根据以上相关数据,可以得到图 4。

通过图 4,不难看出:在同一工作时段内,陶瓷膜的过滤通量逐渐下降,对于不同的工作时段,数据

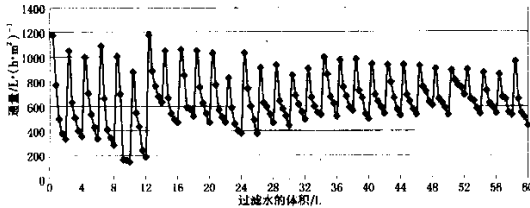


图 4 过滤水的体积与相应通量的关系

Fig.4 The relation between the volume and the flux
间段,过滤通量有高有低。在图 4 中过滤出的水的体积与过滤通量之间的关系在同一工作时段内是平滑的曲线,随着过滤时间的增加,过滤通量呈下降趋势,且下降幅度很大。而且这些点恰好对应着操作上的反洗或者脉冲反洗时间。在实验室所作实验过程中,每个工作时段完成后,撕开封在玻璃瓶口的胶带倒出过滤水时,外面的空气进入到陶瓷膜管内。由于过滤时,膜管及膜管相通的部分处于负压状态,撕开胶带时,外面的空气进入相当于有一气体对膜管进行反冲,其反冲压力相当于大气压与负压两者数值上的差值。这也证实了在瓷膜过滤过程中,反洗或脉冲反洗有利于陶瓷膜过滤通量的恢复这一观点。

2.2 油田采出水结果

数据是注满某一容器所需的时间,将其换算成通量,再确定工作时间对通量的影响,即工作时间对陶瓷膜过滤性能的影响。同时由于整个过程是连续进行的,反洗和脉冲反洗过程一直贯穿于其中,因而也能从另一方面反映出反洗和脉冲反洗对陶瓷膜过滤性能的影响。主要数据经过处理后得图 5 和图 6。

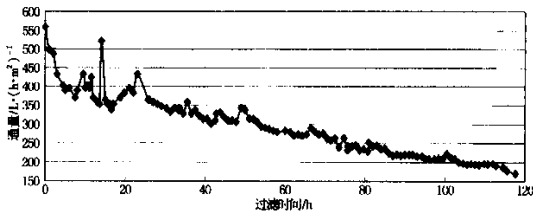


图 5 工作时间与过滤通量关系

Fig.5 The relation between the flux and the time

由图 5 可以看出:陶瓷膜组件在处理油田采出水过程当中,其通量在整体上呈下降趋势,在局部起伏不定。这主要是因为:在实验过程当中,随着工作时间的增长,陶瓷膜管逐渐被沉积在膜表面的截留粒子所包围,部分细小颗粒甚至进入了膜孔内,使得组件的过滤通量呈现下降趋势。同时,由于整个系统采取 24 h 不间断工作方式,每

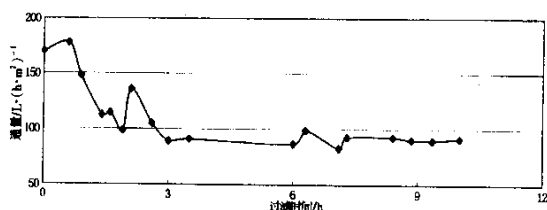


图 6 酸碱清洗后膜的过滤通量与工作时间的关系

Fig.6 The relation between the flux and

the time after the cleaning by using acid and base

隔 0.5 h 自动反洗一次,每 2 h 进行一次脉冲反洗,因而出现在局部有过滤通量突然增大的现象。只不过限于反洗自身含量为 1% 的氢氧化钠溶液 20 kg 进行清洗,清洗完成后,按照原来流程装好组件,启动水泵过滤自来水,此时过滤的通量为 $103.3 L/(h \cdot m^2)$ 。同刚开始时的通量 $559.27 L/(h \cdot m^2)$ 相比,两次相差较大。因而又进行了第二次清洗。此次清洗首先采用质量含量为 1% 的氢氧化钠溶液 30 kg 循环反洗 30 min,然后用体积百分含量为 1% 的硝酸溶液 40L 循环反洗 30 min。清洗完后用自来水进行试验,测得其对应通量为 $169.85 L/(h \cdot m^2)$ 。随后通量逐渐降低。主要数据经过处理后可以得到图 5。

通过上面的数据和图 6 不难发现:同实验结束时的过滤通量相比,两次清洗后的通量均有大幅度的提高,但是与刚开始实验时的新管的通量还有不小的差距,而且清洗后的通量下降很快。这说明膜管清洗不够彻底,第一次用 1% 的氢氧化钠溶液清洗时,堵塞在膜孔内的一些油分子以及少量的有机污染物破乳剂在碱的作用下被溶解,而膜孔内的部分无机污染物,例如 $(Fe(HCO_3)_2)$ 被氧化而生成的氢氧化铁沉淀、碳酸钙沉淀以及氢氧化铁沉淀等,因为与碱不发生任何反应,因此仍然留在膜孔内,影响着陶瓷膜的过滤通量。再次清洗时,在硝酸的作用下,这些分别被溶化,形成各自的硝酸盐,因此,第二次清洗使得通量较低一次有明显的改变。经过两次清洗

参考文献:

- [1] 马卫文,丁子上.无机分离膜的发展与应用[J].材料科学与工程,1996,14(1):1-4.
- [2] 中国石油和天然气总公司.碎屑岩油藏注水水质推荐指标[S].
- [3] 刘凤元,曾洪查.陶瓷膜横向流微滤处理油田采出水的前景[J].油气田地面工程,1996,15(3):21-23.

后,陶瓷膜的通量有了一定的改观,但同刚开始新管相比,其过滤通量还有一定的差距,这主要是因为清洗前陶瓷膜严重被污染,清洗的时间不足以使其恢复原来的通量。

2.3 反洗对膜的过滤通量的影响

从图 5、图 6 我们可以看出,无论是在处理油田采出水实验中,还是在膜清洗实验中,反洗和脉冲反洗对陶瓷膜的过滤通量都有较大的影响,使得上面 3 张图的关系曲线,在某一时间段内出现过滤通量突然增大的现象。如在图 5 中,在点 (14, 521) 处过滤通量由 $352 L/(h \cdot m^2)$ 增大至 $521 L/(h \cdot m^2)$,再降至 $369 L/(h \cdot m^2)$,而在工作时间为 14 h 时所测数据恰好在反洗之后,图 6 中的情况亦是如此。由此可见,反洗和脉冲反洗确实有利于陶瓷膜过滤通量的恢复,因此增加反洗或脉冲反洗次数,能够延缓过滤通量的下降趋势。但是,由于反冲洗的逆流渗透作用,正向渗透就不免会有部分损失,增加反洗或脉冲反洗的次数,会使正向渗透的损失加大,过滤过程连贯性下降,而且由于过滤出来的部分水的反洗回用,过滤效率就会下降。从总体上看,连续的反冲洗带来的增益(增加 50% 或更多)远远超过它所造成的损失(通常小于 10%)。因此,应当选择合适的过滤周期,使得总体过滤效果最佳。

3 结论

(1) 反洗和脉冲反洗的逆流渗透作用使陶瓷膜的正向渗透有所损失,但从总的衡量角度来看,反洗和脉冲反洗带来渗透通量的增益远远大于它所造成的损失。因此,在实际操作过程当中,应该合理选用一个反洗周期,使得整个过滤过程的效果最佳。

(2) 酸碱清洗能使陶瓷膜的过滤通量由很大的恢复,但与新管的过滤通量相比,仍有一定的差距,这就要求新的清洗方法或手段的出现,解决陶瓷膜的再生问题。

参考文献：

- [1] 赵梓森. 世界光纤通信技术的发展现状、趋势和湖北的对策[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2001, 4(11): 5-8.
- [2] Franz J H, Jain V K. 徐宏杰译. 光通信器件和系统[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [3] 神保孝哉[日]. 光电子学[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [4] 顾婉仪, 李国瑞. 光电子学[M]. 北京: 邮电出版社, 1999.
- [5] 江月松. 光电技术与实验[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2000.
- [6] 王德, 李学千. 半导体激光器的最新进展及其应用现状[J]. 光学精密工程, 2001, 9(9): 279-283.
- [7] 陈良惠. 光电子器件大聚焦[J]. 电子产品世界, 1999, 9: 43-36.
- [8] 王君容. 光电子器件[M]. 北京: 国防工业出版社, 1982.
- [9] 孟传良. 当代光纤与光器件技术[J]. 贵州工业大学学报, 2001, 28(30): 46-49.
- [10] 王红. 光无源器件技术发展综述[J]. 光通信技术, 25(25): 193-195.
- [11] 梅遂生. 光电子技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 1999.
- [12] 吴亦川. 全光通信网综述[J]. 电信快报, 2001, 2: 22-23.
- [13] 林钧挺. 光电子技术及其应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 1983.

The Technology of Optical Active Devices and Its Development

BI Hao-yu

(BME of Changzhi Medical College, Changzhi Shanxi 046000, China)

Abstract :The development of optical fiber communication is all-optical communication, while basic ingredient of all-optical communication is optoelectronic active devices. In this paper, several optoelectronic active devices which are usually used at present are introduced. And a summarization for the future development of optoelectronic active devices and its technology are given.

Keywords :optical fiber communication; optoelectronic active devices; technology; development

(上接第 34 页)

The Treatment of the Produced Water of Oilfield with Ceramic Membrane

WANG Xu¹, JIN Jiang², MEI Sheng-dao²

(1. Department of Material Engineering of Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, China; 2. Department of Material and Engineering of Nanjing University of Technology, Jiangsu Nanjing 210009, China)

Abstract :To drain off the produced water of oilfield can not only pollute the environment but also make a lot of waste of water resource. If it is directly recycled, many problems will appear. Ceramic membrane has the characteristics of high-temperature-resisting, acid-resisting, high mechanical intensity and long service life, etc. Produced water of oilfield can be recycled through the careful filter treatment of ceramic membrane. This paper mainly discusses several methods of flux recovery of ceramic membrane, which have produced good result in produced water of oilfield.

Keywords :ceramic membrane; produced water of oilfield; flux recovery