

聚偏氟乙烯/聚亚苯基砒共混膜的制备及在酯化废水处理中的应用

研究生：郭晨 导师： 负延滨 教授



研究背景

酯化废水作为一种难处理的高浓度工业有机废水，需要经过一定的处理才能被排放。在目前的处理方式中，膜生物反应器以其易于实现自动化管理、处理效率高、占地面积小等优点备受青睐。但在膜生物反应器的运行过程中，容易出现膜污染，从而引起运行效率下降、成本升高等问题，故而需要开发一种具有通量大、效率高、耐污染的MBR膜。

研究内容

- 制备不同共混比例、聚合物浓度、添加剂的聚偏氟乙烯（PVDF）/聚亚苯基砒（PPSU）共混膜；
- 探究所制备不同共混膜的膜性能，得到优化的膜配方；
- 将优化膜应用到膜生物反应器（MBR）中处理酯化废水，探究最佳工艺参数。

研究方法

◆共混膜制备

正交试验表

水平	因素				
	A (PVDF/PPSU共混比)	C (添加剂浓度) wt. %			
		B (聚合物浓度) wt. %	LiCl	MgCl ₂	PEG-2000
1	9:1	11	1	1	1
2	8:2	13	1.3	1.3	4
3	7:3	15	1.6	1.6	7
4	6:4	17	1.9	1.9	10
5	5:5	19	2.2	2.2	13

◆共混膜应用

将优化的共混膜与膜生物反应器结合，通过改变运行条件，对COD_{Cr}、膜通量进行观测，获得最合适的MBR运行参数。

因素	变化水平			
水力停留时间	8	16	24	32
曝气强度	0.004	0.008	0.012	-

分析讨论

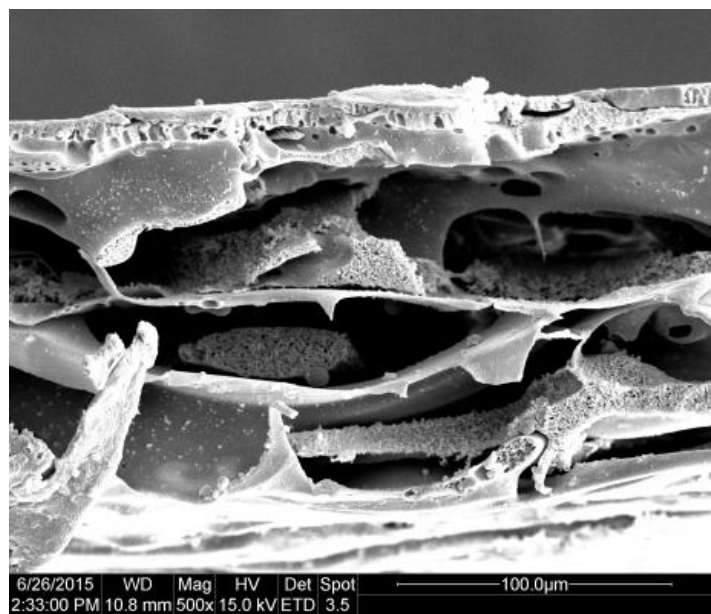
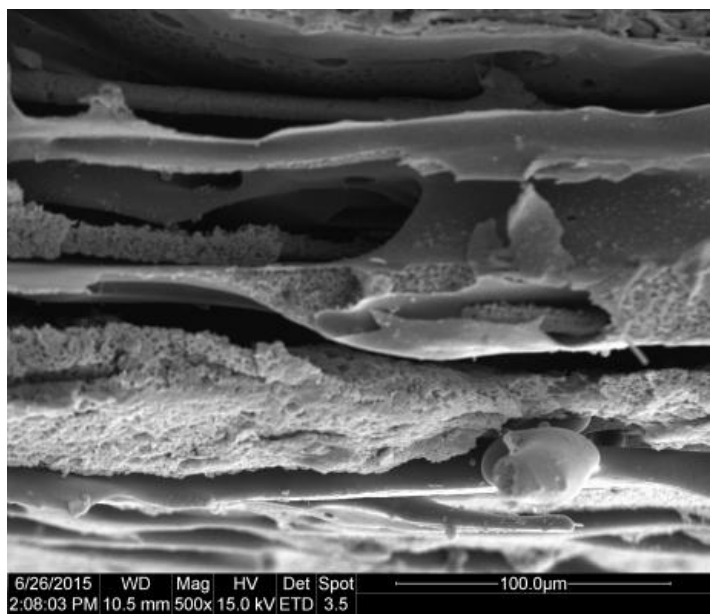
◆正交极差分析

指标		LiCl			MgCl ₂			PEG-2000		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
水通量 (L/m ² h)	R ₁	702	1865	514	1999	2557	617	1391	2555	887
截留率 (%)	R ₂	12.7	21.5	15.6	14	34	6	4.40	32.2	5.70
接触角 (°)	R ₃	4.33	15.4	6.23	6.24	13.9	2.86	7.68	8.7	10.5

A:PVDF/PPSU共混比; B:聚合物浓度; C:添加剂浓度

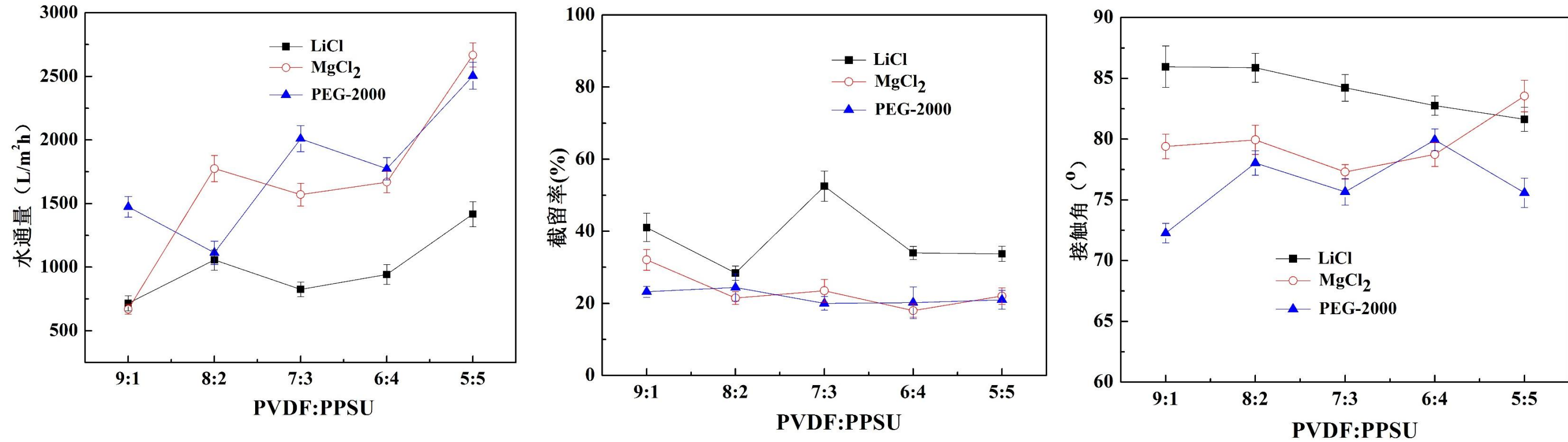
- 聚合物浓度是影响水通量、截留率、接触角的最主要因素。

◆优化膜结构表征



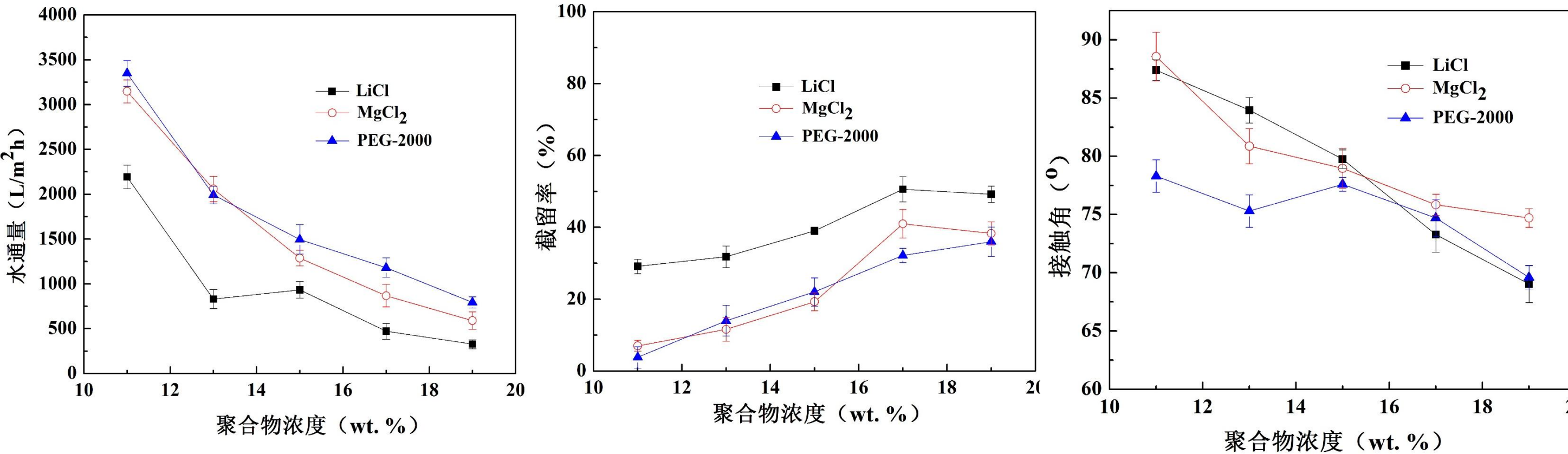
- 通过进行电镜扫描，可以观察到优化膜的结构更加疏松，出现了带状及网状结构。

◆PVDF/PPSU共混比对膜性能的影响



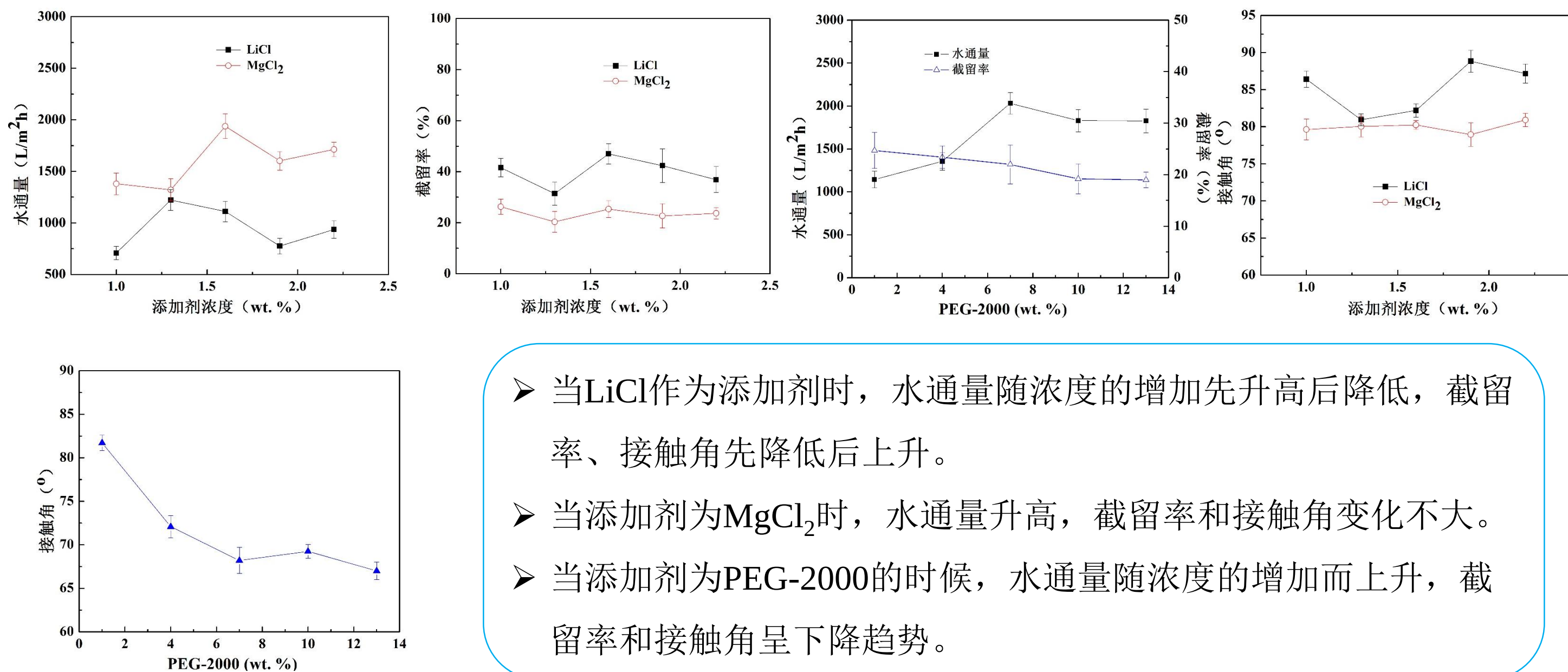
- 随着PVDF/PPSU共混比从9:1变到5:5，水通量总体呈现上升趋势，截留率变化幅度不大。
- 当PEG-2000作为添加剂时，共混膜的接触角最小，膜的亲水性最强。

◆聚合物浓度对膜性能的影响



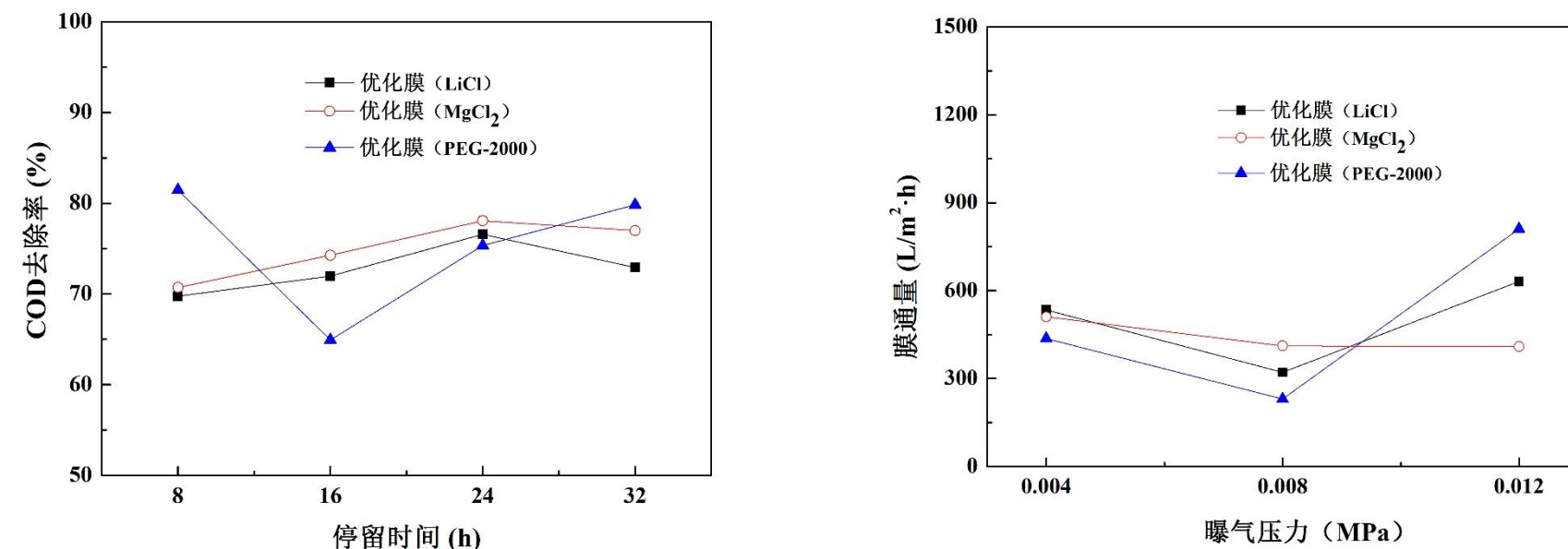
- 随着聚合物浓度从11.0%增加到19.0%，水通量和接触角呈现明显的下降趋势，在浓度为19%的时候出现最小的接触角（69°），截留率则呈相反的上升趋势。

◆添加剂对膜性能的影响



- 当LiCl作为添加剂时，水通量随浓度的增加先升高后降低，截留率、接触角先降低后上升。
- 当添加剂为MgCl₂时，水通量升高，截留率和接触角变化不大。
- 当添加剂为PEG-2000的时候，水通量随浓度的增加而上升，截留率和接触角呈下降趋势。

◆优化的PVDF/PPSU共混膜应用性能评价



- 当水力停留时间为24 h的时候，曝气强度为0.012 MPa的时候，膜生物反应器对COD_{Cr}的去除率较高，同时具有较大的膜通量。

结论

①优化的共混膜配方：

序号	PVDF/PPSU	聚合物浓度	添加剂
1	5:5	17 wt. %	1.6 wt. % LiCl
2	7:3	19 wt. %	1.0 wt. % MgCl ₂
3	5:5	19 wt. %	13.0 wt. % PEG-2000

①优化的共混膜孔径更大，结构疏松，通量更大，亲水性被明显改善。

②PVDF/PPSU从9:1变至5:5，铸膜液粘度及表面张力下降，水通量上升，截留率变化不大。聚合物浓度上升，膜液粘度、表面张力及截留率明显上升，水通量和接触角显著下降。添加剂种类不同，膜的渗透性能和亲水性能有不同程度的改善。

③膜生物反应器运行的最佳参数为：HRT为24 h，曝气压力为0.012 MPa，气源为空气

研究成果：

- Chen Guo, Yanbin Yun, Zhenbang Li, Chunli Li. Preparation and application of PVDF/PPSU blending membrane. The 6th IWA-ASPIRE Conference& Exhibition.
- Zhenbang Li, Chen Guo, Yanbin Yun1, Juanhong Wei, Jingjing Li, Zhongqiang Cao. Study of esterification wastewater treatment by different flocculants. The 6th IWA-ASPIRE Conference& Exhibition.
- 负延滨, 郭晨, 刘超, 王毅力, 梁文艳, 张盼月. 一种酯化废水的集成处理与回用技术. 中国发明专利, 申请号: 2014100383333.