



LG Water Solutions



Version 2.0.1

March 2024



Technical Applications Bulletin

Contents

TAB 101	进水格网厚度对 RO 膜性能的影响
TAB 102	LG 化学 NanoH2OTM 膜的表面特性
TAB 103	LG 化学 NanoH2OTM 抗污染 RO 膜的特性及优势
TAB 104	LG 化学 NanoH2OTM RO 膜的污染研究
TAB 105	LG 化学 NanoH2OTM 膜的技术亮点和发展
TAB 106	进水水质导则
TAB 107	工艺和材料有限质保
TAB 108	各类溶质的预计脱除率（仅作参考）

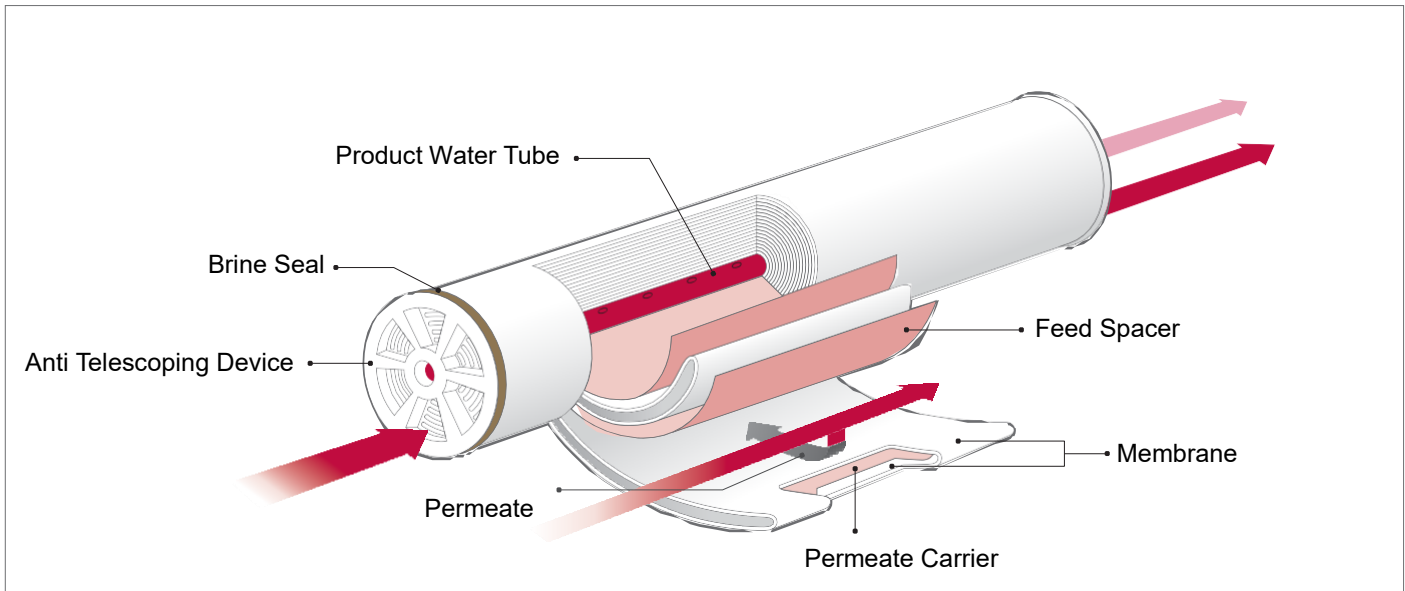
技术应用公告 101

进水格网厚度对 RO 膜性能的影响

在 RO 反渗透过程中，为了生产低浓度溶液，在半透膜的浓溶液侧施加压力。在进水压力下，水分子通过半透膜，而大部分溶解性物质被截留在浓水侧，然后浓水流过由进水格网所形成的通道。进水格网夹于两平板膜片（膜页）之间。

进水格网基本作用是分隔两个膜页使进水在膜页间自由流动，并产生湍流使膜表面浓差极化最小。生产的低浓度溶液称之为“产水”，产水通过产水通道进入产水中心管。

图 1. 典型卷式膜元件结构示意图



膜元件有不同的进水格网厚度。在早期的膜元件生产中，很多生产商都使用标准的格网厚度 26mil 或 28mil。随着 RO 膜元件生产技术的推进，在 8 英寸膜直径、40 英尺膜长的膜结构中，保证标准 400 平方英尺有效膜面积条件下，已能够使用 34mil 进水格网。

进水格网厚度会影响 RO 膜性能。当进水流量恒定时，线性流速变成格网厚度的函数。使用厚度薄的格网（26mil 或 28mil）时将获得更高流速。格网厚度越薄，初始压差越高；而格网越厚（34mil），初始进水压差越低。更重要的是，使用厚格网时，由于形成生物膜而引起的压差增加小于薄格网。因此，使用 34mil 的进水格网能节约能耗。当进水水质较差并有高生物污染倾向时，具有 34mil 进水格网的膜元件不会快速形成生物污染而堵塞流道，而且更易清洗。

注意:产品的使用无法保证能够完全去除水中的囊孢和病原体。囊孢和病原体的有效去除要依靠系统的整体设计、操作和维护，客户有责任确定该文件所述的产品和信息是否适用于客户使用,不能从 LG 化学的任一专利或其他推测中得出结论,并且确保客户的工作车间和处置方法符合法规及政府其他法令。LG 化学对该文件内信息不承担义务或责任。无保证条款,任何销售性或为了特定目的的隐含保证均不在该范围内。在此陈述的所有商标归属其各自公司所有。

Contact LG Water Solutions www.lgwatersolutions.com | waterinfo@lgchem.com

Version 2.0.1

技术应用公告 102

LG 化学 NanoH2OTM 膜的表面特性

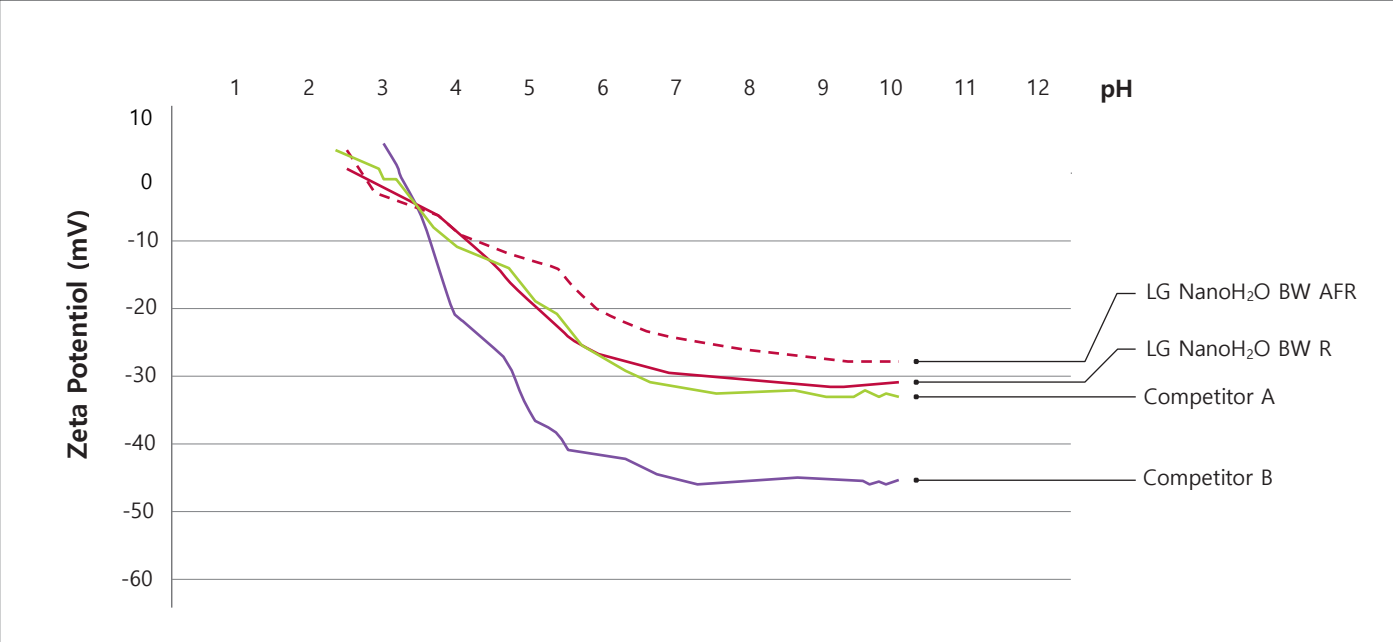
为了分析 LG 化学 NanoH2O 膜的表面特性，测试了膜表面粗糙度和 Zeta 电位。RO 膜表面的粗糙度与膜的胶体污染有关联，这点容易理解。胶体颗粒会堵塞相对开放和粗糙的膜表面，增大了水传输的阻力。实质上，较小的表面粗糙度有助于降低胶体污染倾向。表面粗糙度用均方根粗糙度（RMS）表示。LG 化学 NanoH2O RO 膜的粗糙度见下表 1。

表 1 AFM 测试的膜片均方根粗糙度

膜片种类	LG SW ES	LG SW R	LG SW SR	LG BW R	LG BW AF
平均均方根 (nm)	112	105	107	94	94

典型的聚酰胺膜片表面带负电荷。改变膜表面的电荷能降低膜表面和带电污染物间的相互作用力。在聚酰胺膜表面涂电中性化合物而覆盖膜的负电性能降低膜表面和带电污染物之间的作用力。在 pH6-10 范围内，由于交联保护层的作用，LG 化学 NanoH2O BWRO 膜表面电荷接近中性。而且，在 CIP 清洗条件 pH2-13 范围内，抗污染涂层可以保护并减少聚酰胺膜表面的损伤。

图 1 LG 化学 NanoH2O BWRO 膜表面 zeta 电位和其他竞争产品比较



注意:产品的使用无法保证能够完全去除水中的囊孢和病原体。囊孢和病原体的有效去除要依靠系统的整体设计、操作和维护，客户有责任确定该文件中所述的产品和信息是否适用于客户使用,不能从 LG 化学的任一专利或其他推测中得出结论，并且确保客户的工作车间和处置方法符合法规及政府其他法令。LG 化学对该文件内信息不承担义务或责任。无保证条款,任何销售性或为了特定目的的隐含保证均不在该范围内。 在此陈述的所有商标归属其各自公司所有。

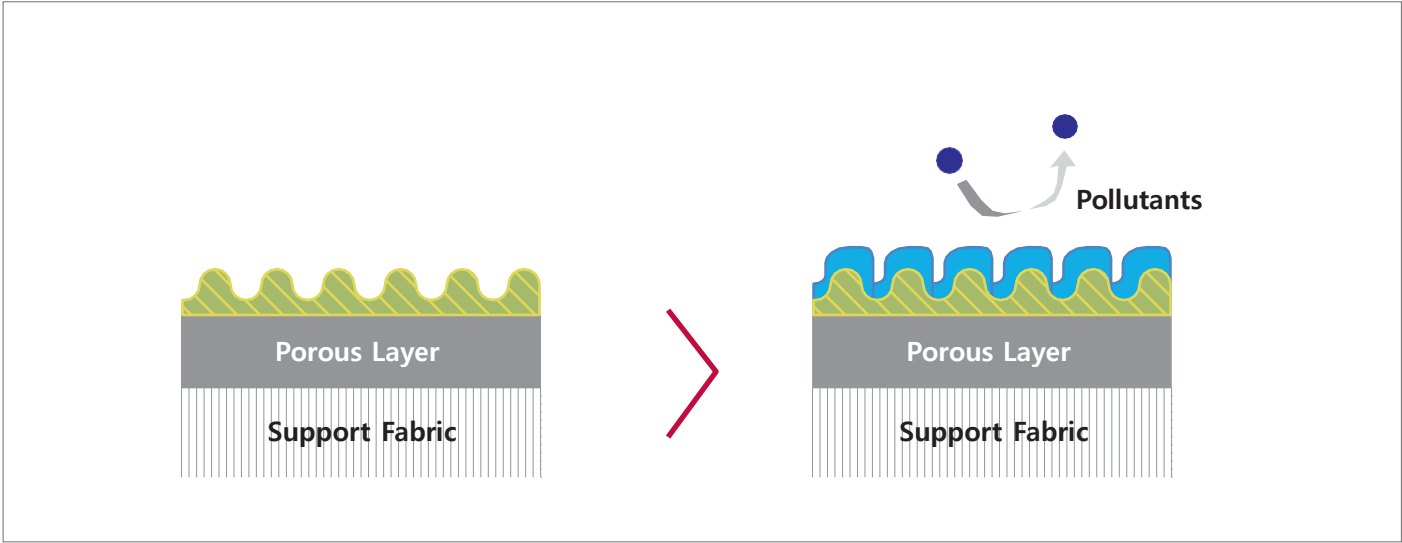
Contact LG Water Solutions www.lgwatersolutions.com | waterinfo@lgchem.com

技术应用公告 103

LG 化学 NanoH2O™ 抗污染 RO 膜的特性及优势

对聚酰胺反渗透膜来说，生物污染长期以来一直是最不确定的污染种类之一。为了避免生物污染所引起流量衰减，LG 化学 NanoH2O 抗污染膜片使用了具有保护性的化学物质。

图 1 有无抗污染涂层的膜表面



聚酰胺表面层的官能团中加入了具有交联特性的保护材料，然后进行化学反应。保护材料间本身相互交联，同时与聚酰胺膜片表面的活性基团相交联。保护层附于膜表面，并成为脱盐层的一部分。

在 CIP 过程中，交联的保护层能耐受化学药剂清洗，这个保护层也可保护膜片免受一些特殊物质的污染（例如胶体污染物）。而且，这种交联的保护层有助于改变膜表面粗糙度而形成更光滑的膜表面，通过防止污染物吸附和粘附在膜表面来降低膜污染趋势。

注意:产品的使用无法保证能够完全去除水中的囊孢和病原体。囊孢和病原体的有效去除要依靠系统的整体设计、操作和维护，客户有责任确定该文件所述的产品和信息是否适用于客户使用,不能从 LG 化学的任一专利或其他推测中得出结论，并且确保客户的工作车间和处置方法符合法规及政府其他法令。LG 化学对该文件内信息不承担义务或责任。无保证条款,任何销售性或为了特定目的的隐含保证均不在该范围内。 在此陈述的所有商标归属其各自公司所有。

Contact LG Water Solutions www.lgwatersolutions.com | waterinfo@lgchem.com

技术应用公告 104

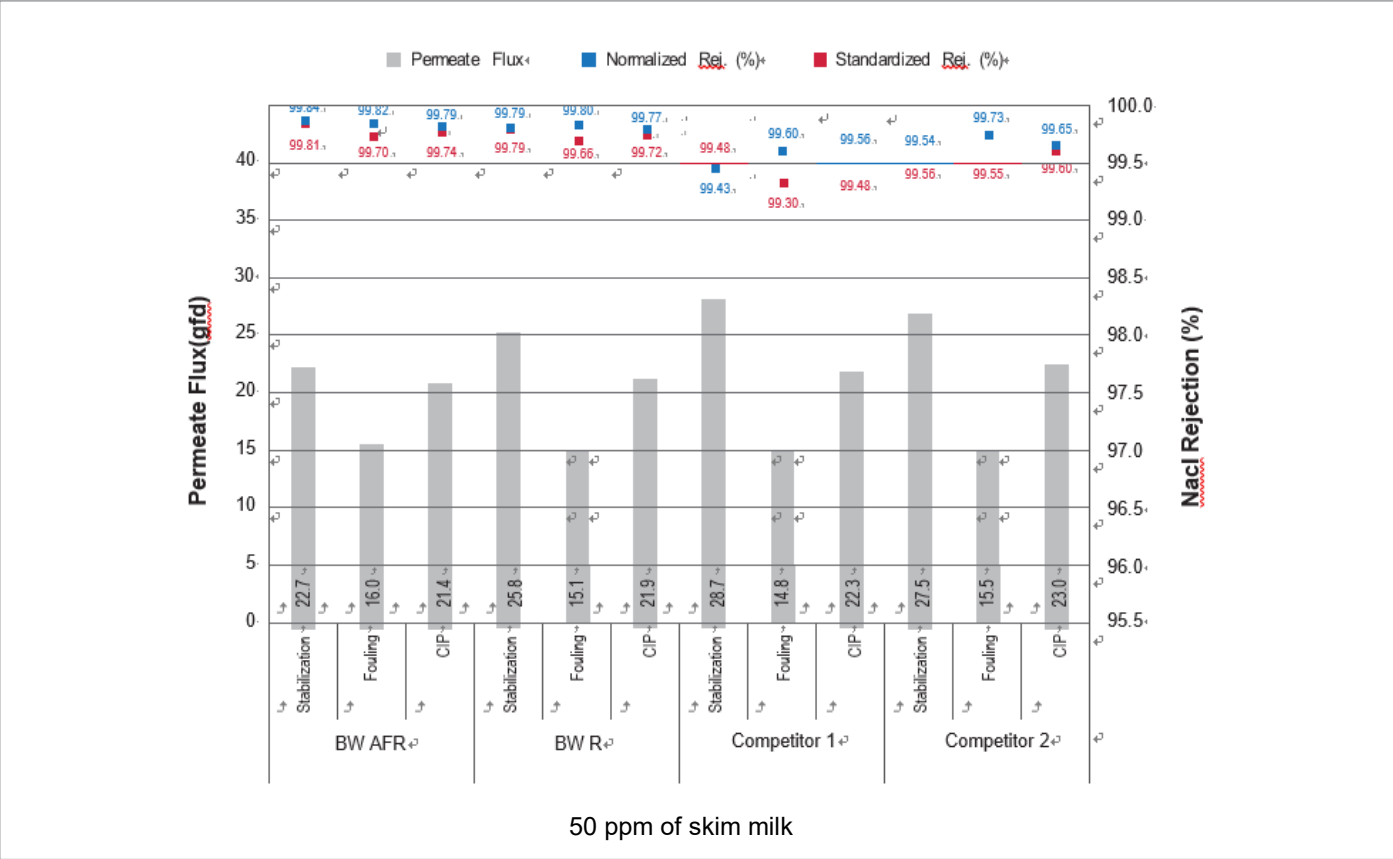
LG 化学 NanoH2OTM RO 膜的污染研究

LG 化学开发了抗污染膜，该膜是 NanoH2OTM 系列苦咸水膜之一，并通过实验研究，验证其对有机和无机污染物的抗污染特性。

在标准运行条件下，LG 化学的 BW R 和 BW AFR 膜元件与两个竞争产品进行了测试。进水溶液中包含 2000ppm NaCl 和 100ppm NaHCO3，实验条件是 225psi 测试压力，25℃水温。

初始膜性能稳定后，50ppm 脱脂牛奶（代表有机污染物）和 100ppm 胶体硅（代表无机污染物）加入进水中。在具有上述污染物条件下运行 24-30 小时后，所有膜元件进行 CIP。CIP 后，膜元件在标准条件下进行复测。测试结果如下。

图 1 脱脂牛奶有机污染实验的产水通量和 NaCl 脱盐率



注意:产品的使用无法保证能够完全去除水中的囊孢和病原体。囊孢和病原体的有效去除要依靠系统的整体设计、操作和维护，客户有责任确定该文件中所述的产品和信息是否适用于客户使用,不能从 LG 化学的任一专利或其他推测中得出结论，并且确保客户的工作车间和处置方法符合法规及政府其他法令。LG 化学对该文件内信息不承担义务或责任。无保证条款,任何销售性或为了特定目的的隐含保证均不在该范围内。在此陈述的所有商标归属其各自公司所有。

Contact LG Water Solutions www.lgwatersolutions.com | waterinfo@lgchem.com

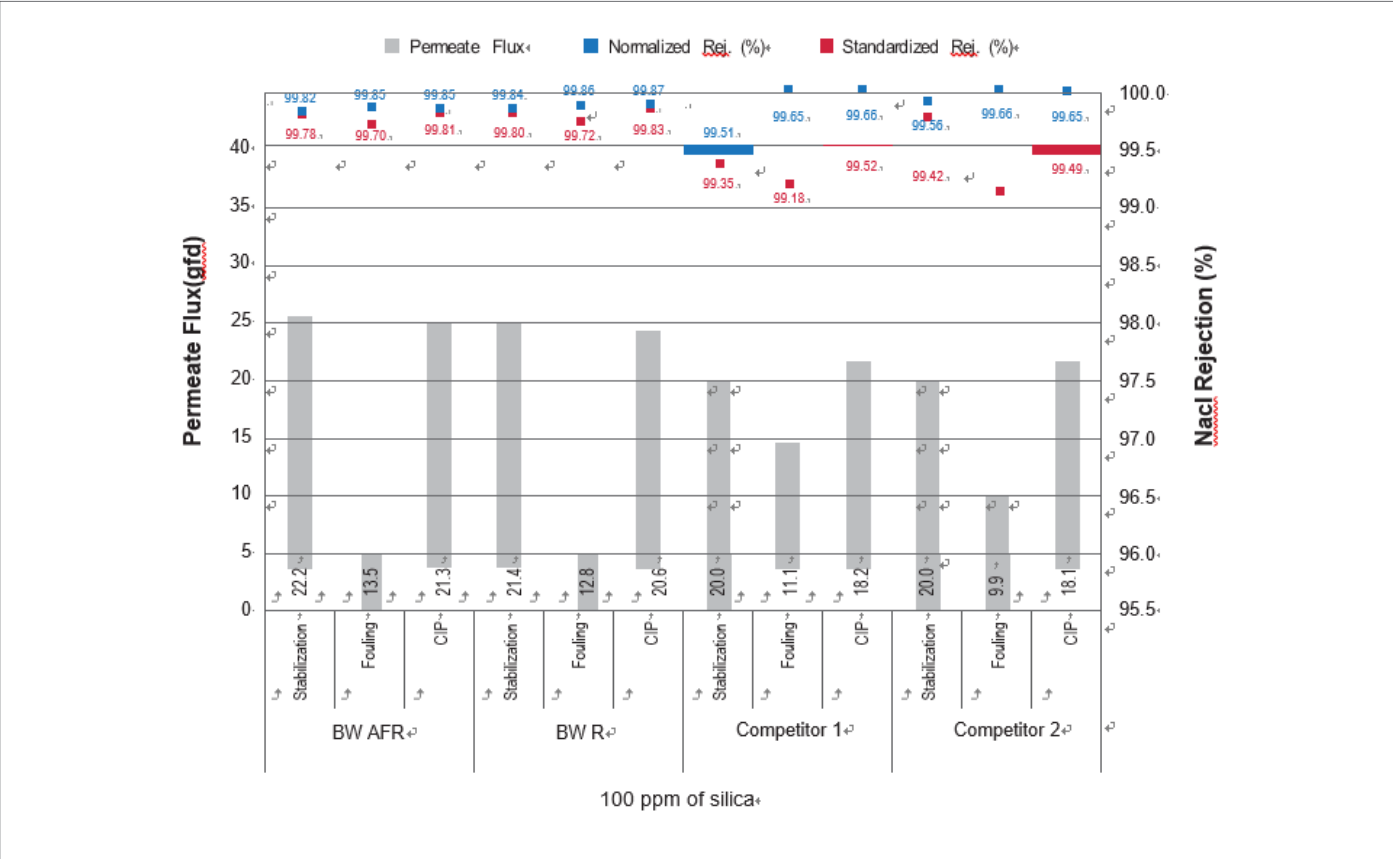
LG Water Solutions

技术应用公告 104

LG 化学 NanoH2O™ RO 膜的污染研究

结果显示，在膜污染和 CIP 实验中，LG 化学 BW AFR 和 BW R 膜元件比竞争产品表现出更稳定的脱盐率。而且，CIP 之后，LG 化学膜元件通量可恢复至接近污染实验前的初始通量。

比较图 1 和图 2，可以看出：有机污染对膜性能的影响大于无机污染。有机污染后的 CIP 对膜通量的恢复效果较无机污染差。



注意:产品的使用无法保证能够完全去除水中的囊孢和病原体。囊孢和病原体的有效去除要依靠系统的整体设计、操作和维护，客户有责任确定该文件中所述的产品和信
息是否适用于客户使用,不能从 LG 化学的任一专利或其他推测中得出结论，并且确保客户的工作车间和处置方法符 合法规及政府其他法令。LG 化学对该文件内信息不承担
义务或责任。无保证条款,任何销售性或为了特定目的的隐含保证均不在该范围内。 在此陈述的所有商标归属其各自公司所有。

Contact LG Water Solutions www.lgwatersolutions.com | waterinfo@lgchem.com

技术应用公告 105

LG 化学 NanoH2OTM 膜的技术亮点和发展

2011 年，初次展示了 NanoH2O 高通量纳米复合膜，该膜在保证工业标准脱盐率的同时，还具有更大膜通量。纳米结构膜片的特点是具有更高表面积和膜表面粗糙度从而有更高通量，并且可抵抗一些嵌入性污染。节能型 LG SW ES 膜系列使用了该膜片。

LG SW SR/GR/R 膜产品是第二代纳米复合膜系列，具有更高脱盐率、脱硼率，与竞争产品可比的膜通量。更高脱盐率使膜在低压条件下运行，仍能满足水质要求并节能。

2015 年底，LG 化学发布了苦咸水纳米复合 RO 膜，其膜片技术衍生自第一代 NanoH2O 高通量膜。在苦咸水测试条件范围内，LG 化学 BWRO 膜产品有极高膜通量。

LG 化学 NanoH2O 的高通量高脱盐膜除了节能和优异的整体性能外，相对于竞争产品来说，它还能更快速获得稳定性能及具有更精准的有效膜面积。

想了解 LG 化学 NanoH2O RO 膜全系列产品的更多信息，请访问 www.lgwatersolutions.com

注意:产品的使用无法保证能够完全去除水中的囊孢和病原体。囊孢和病原体的有效去除要依靠系统的整体设计、操作和维护，客户有责任确定该文件中所述的产品和信息是否适用于客户使用,不能从 LG 化学的任一专利或其他推测中得出结论，并且确保客户的工作车间和处置方法符合法规及政府其他法令。LG 化学对该文件内信息不承担义务或责任。无保证条款,任何销售性或为了特定目的的隐含保证均不在该范围内。在此陈述的所有商标归属其各自公司所有。

Contact LG Water Solutions www.lgwatersolutions.com | waterinfo@lgchem.com

技术应用公告 106

进水水质导则

为了膜系统的成功稳定运行，强烈建议按照制造商提供的进水水质导则的限制内运行膜系统，并按照业内良好的工程规范来维护膜元件。一些关键的进水水质参数及其影响如下。

进水水质导则表

参数	单位	最大含量	说明
SDI		5	
油和油脂	mg/L	0	
TOC	mg/L	2	
Al	mg/L	0.05	
Mn	mg/L	0.05	总含量
Fe	mg/L	3	亚铁 (pH < 6, 溶解氧 < 0.5ppm)
		0.05	三价铁
游离氯	mg/L	0.1	接触游离氯会损坏反渗透膜，应避免。LG 化学建议持续监测余氯浓度和氧化还原电位 (ORP)。
ORP	mV	250	
浊度	NTU	1	
H ₂ S	mg/L	0.1	系统处在厌氧条件下，可避免硫析出。
Ba	mg/L	0.002	如果投加 H ₂ SO ₄
		0.005	不含 H ₂ SO ₄ 的苦咸水
		0.015	海水
Sr	mg/L	0.05	
SiO ₂	mg/L		如果预计浓缩的 SiO ₂ 含量超过 140 mg/L，请咨询阻垢剂供应商
LSI		0	如果 LSI>0，客户应向化学品制造商咨询选择阻垢剂。 所选的阻垢剂必须与反渗透膜兼容。

1. 污泥密度指数

污泥密度指数是反映进水中胶体物污染趋势的一个参数。污泥密度指数应按照 ASTM 4189 标准进行 15 分钟的测量。一般来说，进水 SDI 应低于 5。

2. 油和油脂

原则上，进水中不允许含有油和油脂。油和油脂对反渗透 RO 膜的危害取决于有机物的性质种类，如饱和的、不饱和的、芳香族的或脂肪族的，也很大程度上取决于官能团的存在。已知的含有超过七（7）个碳的烃类物质对反渗透 RO 膜有较大的危害。

LG Water Solutions

3. 总有机碳、化学需氧量和生化需氧量

进水中的高有机物含量可能增加反渗透 RO 膜受到生物和有机物污染的风险。反渗透 RO 膜对有机物的可耐受水平取决于有机物的性质种类，如天然有机物/人工合成有机物、芳香族/脂肪族、电荷和分子量。

LG 化学公司的 Qplus 膜设计软件中提供了总有机碳、化学需氧量和生化需氧量的一般设计导则。

4. 铝、锰和铁

铝和锰会造成严重的膜污染，应避免接触。进水中铝、锰的最大允许浓度为 0.05 mg/L。当 pH 值低于 6，溶解氧低于 0.5 mg/L 时，铁通常以亚铁离子的形式存在。亚铁离子对膜的影响较小，最大允许浓度为 3 mg/L。

铁离子会造成严重的膜污染，应避免接触。进水中铁离子的最大允许浓度为 0.05 mg/L。

5. 余氯

反渗透 RO 膜应避免接触余氯，否则会造成膜损坏。LG 化学建议连续监测余氯浓度和氧化还原电位。

6. 氯胺

聚酰胺反渗透膜对氯胺的耐受性优于对余氯的耐受性。在典型的市政污水回用系统中，3-5 mg/L 的氯胺是可以接受的。

然而，当进水中含有卤素离子(如溴离子、碘离子)和过渡金属时，氯胺在高温和低 pH 条件下可能引起催化氧化而损坏膜，所以很难确定氯胺的可接受浓度。因此，在确定氯胺的投加量前，应先进行详细的水质分析。

7. 二氧化氯

LG 化学不支持使用二氧化氯。在过渡金属或溴化物的存在下，二氧化氯可能对反渗透膜的性能产生不利影响。

因具体影响还不清楚，如果使用，建议在接触反渗透膜前，先完全去除进水中的二氧化氯。

8. 亚硫酸氢钠

作为行业规范，在脱除余氯时，通常建议使用 3.0 毫克的亚硫酸氢钠去除 1.0 毫克的余氯。使用亚硫酸氢钠时应谨慎，以免过量。过量使用产生的高浓度残留亚硫酸氢钠会导致两大风险：膜氧化和生物污染。当进水中含有过渡金属（如 Co、Cu、Mn 等）和/或膜被过渡金属污染时，过量的亚硫酸氢钠会发生催化氧化而导致膜的快速氧化。此外，过量的亚硫酸氢钠会导致硫酸盐还原菌生长，而产生生物污染，严重影响膜的性能。LG 化学公司建议将进水中残留的亚硫酸氢钠含量控制在 1 mg/L 以下。

9. 氧化还原电位

ORP 是测定氧化性化学物质含量的参数，氧化化学物质对反渗透 RO 膜有潜在危害。为了避免异常的膜氧化，如亚硫酸氢钠（SBS）导致的催化氧化，LG 化学建议在浓水侧和进水侧对氧化还原电位（ORP）进行监测。无论是在脱机状态还是在联机状态，都需要监测氧化还原电位（ORP）。根据经验，建议当进水/浓水侧 ORP 值达到 250mV 时立即采取 ORP 高限报警，并采取纠正措施；当 ORP 值达到 300mV 时设置高高限报警并紧急关闭系统，以保护反渗透 RO 膜。

但适当的 ORP 值设置/调整应通过定期测量余氯值并将余氯值与 ORP 值进行关联来确定。

注意:产品的使用无法保证能够完全去除水中的囊孢和病原体。囊孢和病原体的有效去除要依靠系统的整体设计、操作和维护，客户有责任确定该文件中所述的产品和信息是否适用于客户使用,不能从 LG 化学的任一专利或其他推测中得出结论,并且确保客户的工作车间和处置方法符合法规及政府其他法令。LG 化学对该文件内信息不承担任何义务或责任。无保证条款,任何销售性或为了特定目的的隐含保证均不在该范围内。在此陈述的所有商标归属其各自公司所有。

Contact LG Water Solutions www.lgwatersolutions.com | waterinfo@lgchem.com

Version 2.0.1

技术应用公告 107

工艺和材料有限质保

LG 化学有限公司（以下简称“卖方”）就其反渗透膜元件（以下简称“产品”）的制造工艺和材料向原买方提供有限质量保证，并须遵守以下条款。

1. 工艺和材料有限质保

卖方保证新产品在工艺和材料上没有缺陷。适用这份质保有明确的限定条件，即买方需按照行业认可的良好工程操作规范和卖方技术手册上提供的书面指导说明，对产品进行存储，安装，运行和维护。卖方技术手册可以在 www.lgwatersolutions.com /下载。本质保不包括产品的美学属性以及由买方未遵照良好工程操作规范和卖方指导而导致的产品损坏。

2. 质保有效期限

本有限质保自交付给买方之日起生效，有效期不超过十二(12)个月。

3. 有限责任

卖方的全部责任不超出产品的替换价值，因材料和制造工艺问题而替换的产品，卖方保证替换产品为全新产品。除了产品替换，卖方对后续损失或间接性损失概不负责，包括但不限于用人成本，运营成本，生产损失或第三方对买方提起的诉讼。未经卖方同意，买方不得转让本质保。本质保将按照韩国律法管理和解释，不涉及法律条例冲突。

4. 补救措施

经卖方检验，产品确有缺陷并符合有限质保条款的，本质保规定的卖方义务仅限于产品维修，或由卖方自行选择更换已预付运费的任何退回给卖方的产品或其部件。

5. 免责声明

除本协议规定的保证外，不存在任何明示或暗示的保证。卖方对所有其他保证免责，包括任何适销性，带有特定目的的适用性和非侵权性保证。卖方或其代理、独立承包商、顾问、经销商、转售商或分销商所提供的任何口头或书面信息或建议均不构成保证或扩大本保证的范围。买方承担因使用本合同项下交付的货物而产生的一切风险和责任。卖方不保证在买方系统中运行的膜元件产生的水质符合任何适用的国家、州或当地政府的法令、规则或规章，而由遵循这些条例的买方承担唯一责任。

注意:产品的使用无法保证能够完全去除水中的囊孢和病原体。囊孢和病原体的有效去除要依靠系统的整体设计、操作和维护，客户有责任确定该文件中所述的产品和信息是否适用于客户使用,不能从 LG 化学的任一专利或其他推测中得出结论, 并且确保客户的工作车间和处置方法符合法规及政府其他法令。LG 化学对该文件内信息不承担义务或责任。无保证条款,任何销售性或为了特定目的的隐含保证均不在该范围内。在此陈述的所有商标归属其各自公司所有。

Contact LG Water Solutions www.lgwatersolutions.com | waterinfo@lgchem.com

Version 2.0.1

技术应用公告 108

各类溶质的预计脱除率 (仅供参考)

为了帮助客户评估 LG 化学 TFN 反渗透膜的脱除率性能, 我们编制了一张表格, 包含各类溶质化合物的脱除率。

需要注意的是, 这些脱除率仅供参考, 因为实际系统性能可能受进水浓度, 离子成分, pH 值, 温度和系统设计条件等因素影响而有所不同。LG 化学强烈建议进行中试试验, 来准确确定在特定系统和应用中的实际脱除率。

表 108.1 各类溶质的预计脱除率

溶质	脱除率 (%)
1,2-二氯乙烷+苯 1,2-Dichlorethane + Benzene	90
1,4-二恶烷 (1,4-Dioxane)	> 90
对乙酰氨基酚 (Acetaminophen)	> 99
丙酮 (Acetone)	66 ~ 67
铝 (Aluminum)	83
砷 III (Arsenic III)	> 55
砷 V (Arsenic V)	> 99
溴二氯甲烷 (Bromodichloromethane)	45
镉 (Cadmium)	> 90
咖啡因 (Caffeine)	> 99.9
二硫化碳 (Carbon disulfide)	88
三氯甲烷 (Chloroform)	40
铬酸盐 (Chromate)	> 80
铜 (Copper)	> 96
氰化物 (Cyanide)	86 ~ 92
N,N-二乙基-3-甲基苯甲酰胺 (DEET)	99.7
二溴氯甲烷 (Dibromochloromethane)	70
乙醇 (Ethanol)	50 ~ 65
甲醛 (Formaldehyde)	66
二甲苯氧庚酸 (Gemifibrozil)	> 99
碘海醇 (Iohexol)	99.9
碘普罗胺 (Iopromide)	> 99
铁 (Iron)	> 99
异丙醇 (Isopropyl alcohol)	80 ~ 98
铅 (Lead)	> 95
锂 (Lithium)	95

溶质	脱除率 (%)
锰 (Manganese)	> 95
汞 (Mercury)	> 95
甲醇 (Methanol)	10 ~ 15
二氯甲烷 (Methylene chloride)	50
N-亚硝基二甲胺 (NDMA)	80
镍 (Nickel)	> 95
正磷酸盐 (Orthophosphate)	> 99
全氟-2-甲氧基乙酸 (Perfluoro-2-methoxyacetic acid)	> 88
全氟-1-丁磺酸 (Perfluorobutanesulfonic acid)	> 23
七氟丁酸 (Perfluorobutanoic acid)	> 71
全氟庚酸 (Perfluoroheptanoic acid)	> 77
全氟己基磺酸 (Perfluorohexanesulfonic acid)	> 35
全氟己酸 (Perfluorohexanoic acid)	> 82
全氟辛烷磺酸 (Perfluorooctanesulfonic acid)	> 83
全氟辛酸 (Perfluorooctanoic acid)	> 74
全氟戊酸 (Perfluoropentanoic acid)	> 79
磷酸盐 (Phosphate)	95 ~ 98
聚磷酸盐 (Polyphosphate)	96 ~ 98
硒 (Selenium)	94 ~ 96
银 (Silver)	> 95
三氯蔗糖 (Sucralose)	> 99
磷酸三氯乙酯 (TCEP)	> 99
硫代硫酸盐 (Thiosulfate)	97 ~ 98
三氯生 (Triclosan)	> 99
锌 (Zinc)	97 ~ 99

注意:

1. 以上表格中的脱除率为预计值, 仅供参考。
2. LG 化学对膜的预计脱除率性能不作担保。
3. 实际脱除率须由中试试验确定。

注意: 产品的使用无法保证能够完全去除水中的囊孢和病原体。囊孢和病原体的有效去除要依靠系统的整体设计、操作和维护, 客户有责任确定该文件中所述的产品和信息是否适用于客户使用, 不能从 LG 化学的任一专利或其他推测中得出结论, 并且确保客户的工作车间和处置方法符合法规及政府其他法令。LG 化学对该文件内信息不承担义务或责任。无保证条款, 任何销售性或为了特定目的的隐含保证均不在该范围内。 在此陈述的所有商标归属其各自公司所有。

Contact LG Water Solutions www.lgwatersolutions.com | waterinfo@lgchem.com

Version 2.0.1