



We create chemistry

Ultrason[®]

膜用高性能热塑性塑料



目录

用途多样的膜产品组合，适用于多种行业	04
ULTRASON® E用于UF膜的高纯度PESU聚合物	05
ULTRASON® E 6020 P在可持续供水系统中的成功应用	13
ULTRASON® 产品组合	14



用途多样的膜产品组合，适用于多种行业

Ultrason®是巴斯夫芳香族聚砜的品牌。共有三种不同的产品线：Ultrason® S（聚砜：PSU），Ultrason® E（聚醚砜：PESU）及Ultrason® P（聚苯砜：PPSU）。Ultrason®可用于生产用途多样的膜产品，涵盖超滤（UF），纳滤/反渗透（NF/RO）以及气体分离和渗透蒸发膜。

Ultrason®在膜应用中的优势：

- 高通量和卓越的孔径控制
- 低胶体/低聚物含量的高纯度材料
- 卓越的化学抗性（如耐水，酸，次氯酸钠和苛性钠）
- 适用于广泛的pH值范围（0-13）
- 可通过热蒸汽（134 °C），环氧乙烷， γ -射线重复杀菌
- 符合FDA及欧洲对食物接触材料的标准（重复使用）
- 可溶于膜生产中使用的常用溶剂
- 易于使用相转化工艺加工

Ultrason®性能出色，非常适用于以下应用：

- 饮用水净化
- 海水淡化
- 污水处理
- 奶制品及食品过滤
- 葡萄酒及啤酒过滤
- 医疗保健行业
- 油/气行业中采出水的处理
- 半导体制造中高纯度水的生产
- 汽车燃料电池和蓄电池加湿
- 可再生能源氢的电解



Ultrason® E

用于UF膜的高纯度PESU聚合物

UF水膜市场由两大聚合物材料主导：PESU和聚偏氟乙烯(PVDF)，约占市场份额的90 %。

Ultrason® E提供卓越的孔径控制，所制UF中空纤维膜孔隙率高达80 %

提供高机械强度 和改进的耐氯性能。表1展示了不同分子量的聚合物对UF中空纤维膜性能的影响。

巴斯夫的PESU产品具有不同的分子量。高分子量 Ultrason® E 6020 P是用于标准UF应用的最常用的等级. Ultrason® E 7020 P是超高分子量聚合物，针对特殊应用

巴斯夫的PESU Ultrason® E产品与PVDF相比有许多优势：

- 更高通量和更严格的孔径控制，尤其适用于超滤
- 更强的除病毒能力，尤其适用于饮用水
- 超滤预处理获得更高水质以用于反渗透过程
- 比PVDF更好的亲水性：污垢较少，降低清洁频率
- 由内而外的膜结构，清洗时仅需较少量化学品
- 强碱性下也可保持良好的纤维膜稳定性，废水处理应用中改善清洁状况

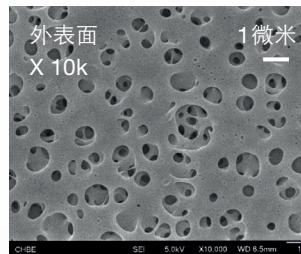
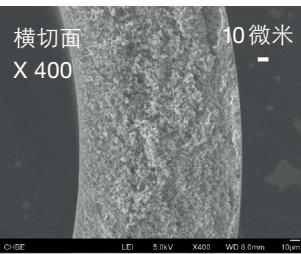
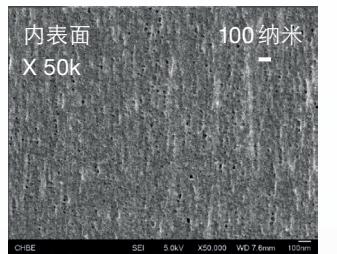
PESU 等级	Ultrason® E 3010	Ultrason® E 6020 P	Ultrason® E 7020 P
聚合物分子量 [g/mol]	52,000	72,000	90,000
致膜液粘度, r.t.p. [m.Pa.s]	19,100	37,300	56,400
外径/内径 [mm/mm]	1.22/0.87	1.26/0.93	1.26/0.95
水通量 [LMH.bar ⁻¹]	930	1,630	1,200
截留分子量 [kDa]	71	56	47
抗拉强度 [MPa]	6.1	6.1	6.5

表1：不同等级Ultrason® E UF中空纤维膜的对比（纺丝成分：PESU和PVP (Luvitec® K90) ， 对所有等级采取同样的致膜液浓度，纺丝条件）

不同等级Ultrason® E制作的UF中空纤维形态学

由Ultrason® E 6020 P和Ultrason® E 7020 P制作的中空纤维膜均展示出稠密的内表面，横切面充满了海绵样结构（无大孔隙构造）。PESU分子量更高时，即Ultrason® E 7020 P制得的膜外表面的孔隙率更大。

Ultrason® E 6020 P



Ultrason® E 7020 P

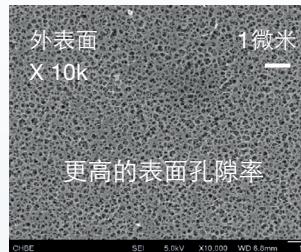
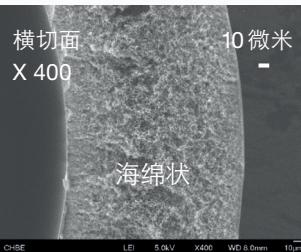
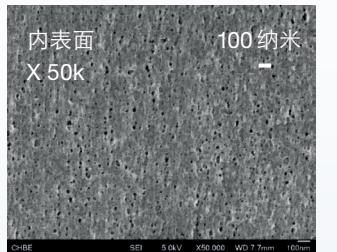


图1：由Ultrason® E 6020 P和Ultrason® E 7020 P制作的中空纤维膜形态的比较

不同等级Ultrason® E制作的UF中空纤维膜的耐氯性

暴露于氧化剂（即pH值为8的2000ppm的次氯酸钠溶液）7天，高分子量聚合物Ultrason® E 7020 P和Ultrason® E 6020 P与低分子量聚合物Ultrason® E 3010相比，聚合物的降解低50%。

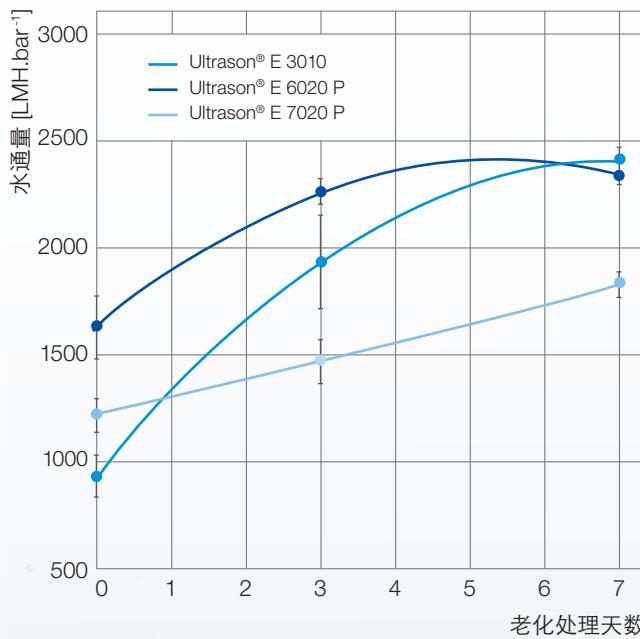
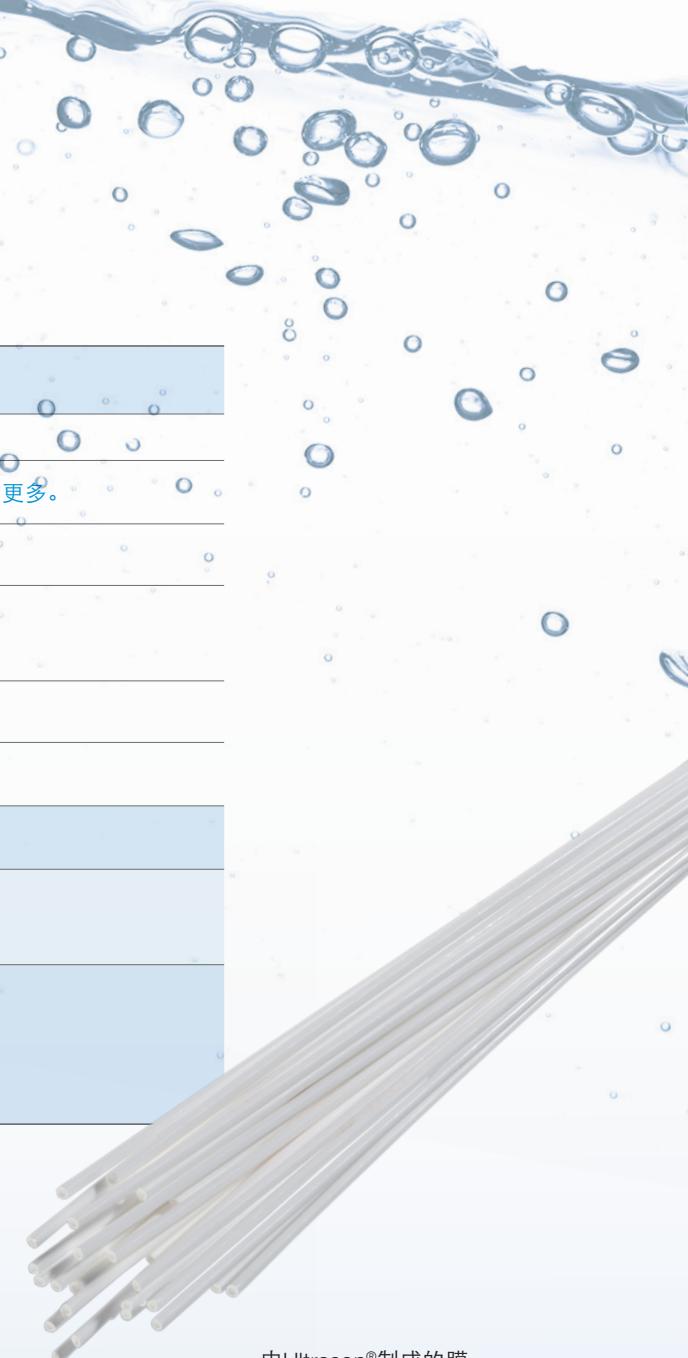


图2：次氯酸钠处理对由不同等级Ultrason® E所制中空纤维膜水通量的影响（测试条件: 2000 ppm次氯酸钠溶液, pH值=8, 7天）

PESU的物理性能优秀，膜性能优于PVDF

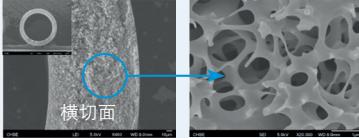
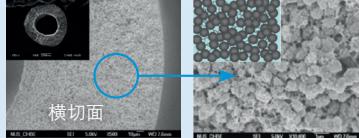
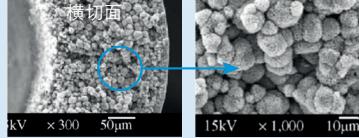
聚合物	PESU	PVDF
类型	无定型	半结晶
密度 [g/cm³]	1.37	1.79
	成本效益：几何形状相同时，由于PVDF膜壁厚更大，PESU膜所需材料可节约30%，通常可节约更多。	
吸水性 [%]	2.2	<0.1
	对比PVDF，PESU能达到2倍的水通量，更少污垢。 →减少化学清洁和更低跨膜压力 (TMP)	
作业pH值	1-13	1-10
	PESU在较大的pH值范围内都具有卓越的耐碱性表现	
过滤模式	从内而外	由外而内
	PESU的结构从内而外，无“死角”区域，需要化学清洁的体积更小。 →需要更少的化学品	
机械性能		
▪ 伸长模量 [MPa]	2,700	2,200
▪ 屈服强度 [MPa]	90	55
▪ 断裂伸长率 [%]	> 30	> 60

表2: PESU和PVDF的物理性能比较



由Ultrason®制成的膜

与PVDF相比, PESU具有更易于控制的膜性能

聚合物	PESU	PVDF	
加工	非溶剂致相分离 (NIPS)	非溶剂致相分离 (NIPS)	热致相分离 (TIPS)
结构	中空纤维		
膜形态学	 强韧纤维—有互通孔, 多孔性高	 薄弱纤维—结晶导致的球状体	 强韧纤维—多孔性低, 互通的球体
孔隙率性	75-80 %	60-70 %	60-70 %
透水性 [LMH/bar]	UF: >1,000	UF: 500-600	
孔径 [μm]	不超过0.02 (窄)	0.015 – 0.2 (分布更广, 非严格UF)	
除病毒能力 (LRV_{10})	≥ 4	0.5 - 3.5 (低于饮用水LRV要求 = 4)	

图片: PVDF-NIPS: J. Membr. Sci. 340 (2009) 192 - 205; TIPS: Sep. Pur. Tech 63 (2008) 415

表3: PESU和PVDF聚合物加工条件对关键膜性能的影响

PVDF纤维膜断裂是事实

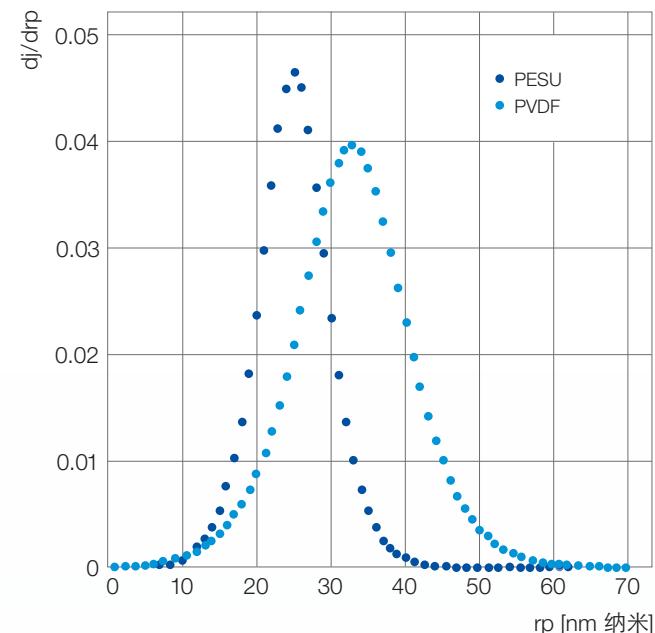
经常观察到的PVDF纤维膜断裂是由以下原因造成：

- 气体冲刷造成的小颗粒摩擦
- 施加通量过高，导致液压湍流压力
- 机械疲劳（PVDF比PP更易碎）

为改善这种状况，各主要膜生产商增加PVDF膜厚度来解决纤维断裂的问题。

与PVDF相比，PESU膜展示出更窄的孔径分布和更强的除病毒效果

膜的除病毒效率很大程度上由孔径和孔径分布决定。因此在处理饮用水时，标准配方PESU自然能比PVDF更容易生产出较窄孔径分布，且除病毒对数值（LRV） ≥ 4 ，高于PVDF。



从饮用水中除去的病原体：

- 细菌：200-30,000 nm
 - 鞭毛虫包裹：10,000 nm
 - 水晶孢子：4,000 nm
 - 噬菌体(病毒)：27-34 nm
- MS2的除去效率可用于推算对数除去值（LRV）。

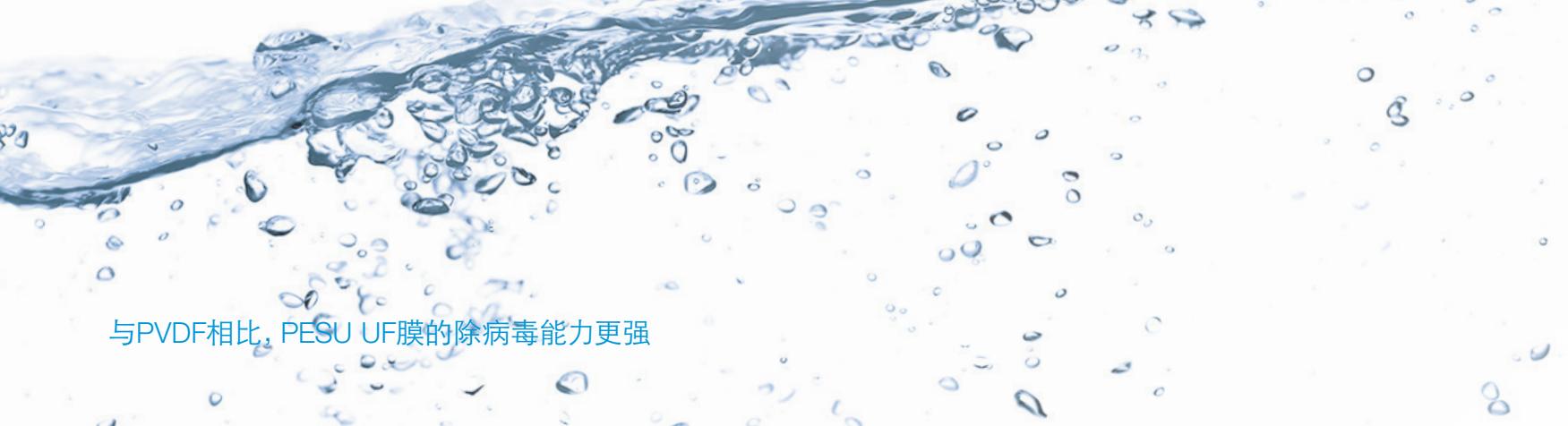
图3：与使用PVDF相比，在膜中使用Ultrason®可实现较窄的孔径分布和较高的除病毒能力。

生产商	纤维外径 [mm]	纤维内径 [mm]	纤维厚度 [mm]
P	2.0-4.1	1.1-2.6	0.45-0.75
S1	1.9	0.80	0.56
S2	0.95	0.47	0.24
S3	1.1	0.66	0.22
E1	0.8	0.50	0.15
E2	1.3	0.65	0.325

数据来源：Stratton等人，“纤维膜断裂。案例历史，可能的原因和可能的解决方案”，2011年。

美国水厂协会膜技术会议论文集。

表4：顶级PVDF膜厂商生产的MF/UF中空纤维膜的厚度



与PVDF相比, PESU UF膜的除病毒能力更强

大型PESU膜生产商一般供应 $\text{LRV} \geq 4$ 的UF。而PVDF生产商的 LRV 较低, 不符合饮用水标准, 需使用过量氯消毒杀灭残留病毒(见表5)。此外, PESU膜的透水性大约为PVDF膜的2倍, 所需压强更低, 节能性能显著。



膜生产商	型号	聚合物	标称类型	最大流量 [l/mh]	病毒 LRV	最大 TMP [bar]
Hydranautics	HYDRACap 60	PESU	UF	119	>4	1.2
Inge	Dizzer	PESU	UF	156	3.5	2.0
Norit	SXL 225	PESU	UF	127	>4	2.1
GE-Zenon	ZW 500	有支撑的 PVDF	-	85	2.5	-
GE-Zenon	ZW 1000	PVDF	UF	93	3.5	0.8
DOW	SFX 2860	PVDF	UF	102	2.5	2.1
Pall	Microza	PVDF	MF	204	0.5	3.0
Siemens Memcor	S10 V, L10 V, L20 V	PVDF	UF	88	1.5	1.5
Toray	HF S-2020	PVDF	UF	202	1.5	2.0

数据来源: 如何选择过滤技术综述, 加州卫生服务部(CDPH), DDWEM技术方案分部。
www.cdph.ca.gov/certlic/饮用水, 2008年9月

表5: PESU和PVDF*超滤膜的LRV (*注: LRV4指10000个病毒中仅有1个可通过膜。)

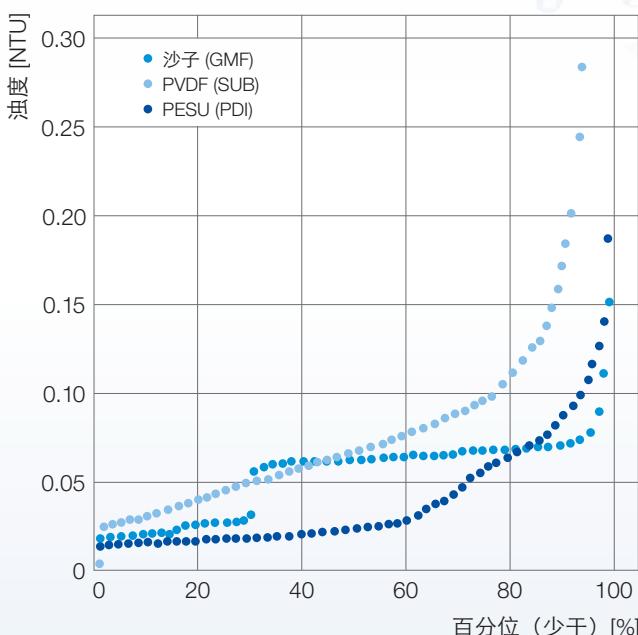


在用于反渗透工艺超滤预处时,与PVDF膜相比, PESU膜处理的水浊度更低

由于孔径分布比PVDF窄, PESU UF膜可提高RO进水水质,减少RO膜上的污垢,提高RO工艺的生产率。因此, PESU在RO工艺UF预处理中占据了70%市场份额。

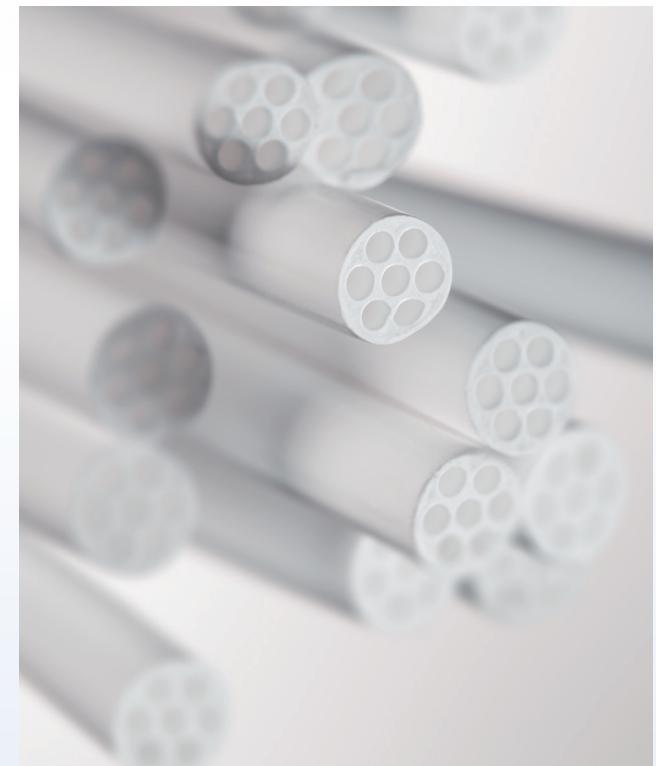


在Rötgen的市政水处理设施（德国）



数据来源: R Huehmer等人, 美国膜技术协会会议, 拉斯维加斯, 2007年7月

图4: 使用PESU, PVDF和沙子预处理的RO进水水质 (GMF = 颗粒介质过滤; SUB = 浸没式; PDI = 内部施压向外过滤)



超滤膜

与PVDF相比, PESU制成的膜具有更佳的耐碱性能

砜聚合物对于清洁膜常用的碱性化学品具有出众的耐受性。在40 °C条件下暴露于10 %的苛性钠溶液中1000小时, 未见PSU, PESU或PPSU膜的分子量降解。在同样碱性条件下, PVDF分子量显著降解35 %。

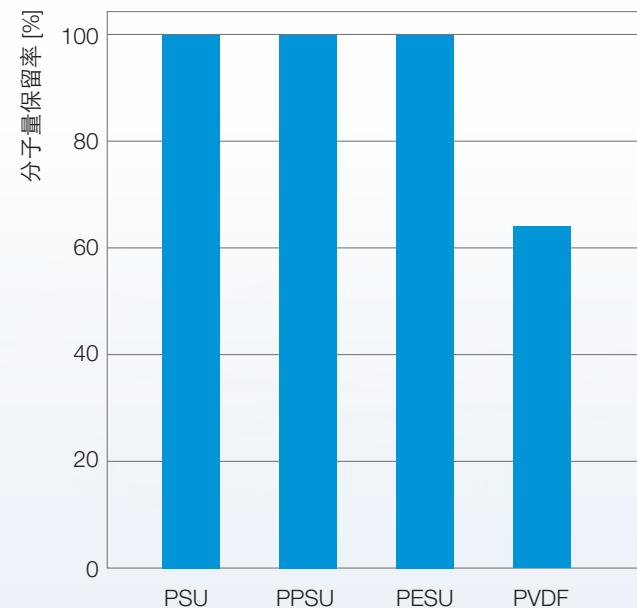


图5: 苛性钠溶液 (氢氧化钠, 10 %, 40 °C) 浸泡1000小时后
PSU, PPSU, PESU和PVDF的残余分子量



Inge T-Rack 30 超滤膜组件

Ultrason® E 6020 P

在可持续供水系统中的成功应用

Vestergaard Frandsen公司在LifeStraw®系列净水系统中使用了Ultrason® E 6020 P制成的UF中空纤维膜。纤维膜被组装到长约30厘米的塑料外壳中。此膜组装设计便于使用，简化了在农村户外将大量污水转换成饮用水的过程。

LifeStraw®系列的优势：

- 食品接触批准 (FDA, 欧盟)
- 安全地去除寄生虫, 细菌和病毒 (LRV 4)
- 处理简易, 无需化学品 (如氯), 电, 泵等
- 产出的水符合EPA的饮用水标准。

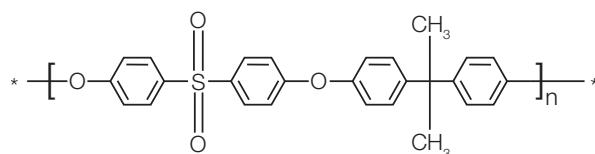


(Vestergaard Frandsen供图)

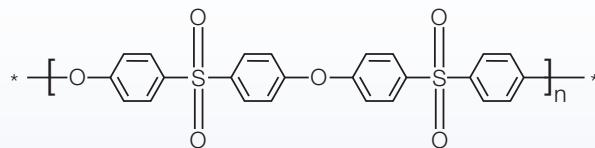
Ultrason® 产品组合

膜应用产品具有多等级分子量和形状, 如颗粒状
(PSU, PPSU) 或能溶解得更快的多孔片状 (PESU)。

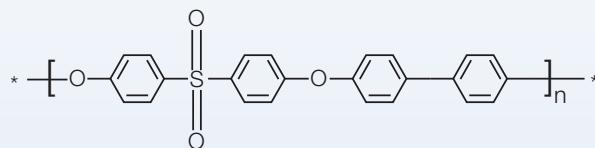
Ultrason® S (PSU: 聚砜)



Ultrason® E (PESU: 聚醚砜)



Ultrason® P (PPSU: 聚苯砜)



等级	单位	Ultrason® S (PSU)		Ultrason® E (PESU)			Ultrason® P (PPSU)	
		3010	6010	2020 P	3010	6020 P	7020 P	3010
外观		粒子		片状	粒子		片状	粒子
比重	g/cm ³		1.23			1.37		1.29
吸湿性 (23°C, 50% 相对湿度)	%		0.3			1		0.6
表面能量**	mN/m		40.2			44.8		42.7
平均分子量								
粘数 (VN)	ml/g	72	81	56	66	81	105	71
分子量 (GPC)*	g/mol	53,000	60,000	48,000	52,000	72,000	90,000	48,000
分散度 (Mw/Mn)		3.7	3.9	2.7	3.0	3.4	3.7	2.7
热性能								
玻璃化温度	°C	187			225			220

表6: Ultrason® 膜应用产品范围

* PSU聚砜: THF/PS标准;
PESU聚醚砜/PPSU聚苯砜: DMAc/PMMA标准

**Owens, Wendt

Ultrason®产品总结：

- Ultrason® E, S, P—产品手册
- Ultrason® E, S, P—产品线
- Ultrason® – 耐化学品
- Ultrason® – 汽车应用
- Ultrason® – 注塑加工指导书
- Ultrason® – 特殊产品
- Ultrason® – 膜应用手册
- 从概念到产品—Aqua®材料序列用于卫浴和水工行业
- 时尚, 耐用且安全: Ultrason®用于家庭和餐饮
- 用于高性能耐用反渗透膜的巴斯夫Ultrason® S聚砜(PSU) – 工艺指南

备注:

本出版物所含资料基于我们目前的知识和经验。鉴于有很多因素会影响我们产品的加工和应用，加工方须自行对本产品进行检验和测试。本资料不对产品在某种应用中的性能和稳定性做出任何保证。其中所有描述、图示、照片、数据、比例、重量等都可能在不事先通知的情况下更改，它们也不构成对本产品质量的合约性保证。收货方须负责保证一切所有权和现行法律法规部都得到遵守。

(2022年8月)



探索Ultrason®的全部潜力并找到适合您应用的牌号!
Ultrason®产品选型器请访问
www.ultrason.bASF.com

有关Ultrason®的更多信息请访问:

www.ultrason.bASF.com

请访问我们的网站:

www.plastics.bASF.com

索要手册:

plas.com@basf.com

如果您有任何的关于产品的技术问题,
请联系Ultra-Infopoint。

