

HY

中华人民共和国海洋行业标准

HY/T 039—1995

微孔滤膜孔性能测定方法

1995-02-20 发布

1996-01-01 实施

国家海洋局 发布

微孔滤膜孔性能测定方法

1 主题内容与适用范围

本标准适用于测定平均孔径 0.1~20 μm 的多孔膜的最大孔径(也可用泡点压力表示)、平均孔径、孔径分布及孔隙率。

2 术语

2.1 孔性能 performance of membrane pores
膜的平均孔径,孔径分布和孔隙率的统称。

2.2 微孔过滤 microfiltration
以压力为驱动力使用孔径范围为 0.1~10 μm 高分子多孔膜所进行的过程。

2.3 泡点压力 bubble-point pressure
第一个气泡出现并连续出泡时的临界压力。

2.4 浸润剂 wet reagent
与测试的膜试样相互完全浸润的液体。

2.5 孔隙率 porosity
多孔膜中未被聚合物材料占据的那部分容积。

3 测试原理

3.1 最大孔径的测定原理

最大孔径的测定是应用 H·Bechhold 的泡点压力法。其原理是气体要通过已充满液体的毛细管,必须具备一定压力以克服毛细管内的液体和界面之间的表面张力。如果所用的液体与膜是完全浸润的,假设膜孔形为圆筒状,则孔半径按下式计算:

$$r = \frac{2\sigma}{p} \dots\dots\dots(1)$$

式中: r——孔半径,μm;
σ——液体的表面张力,N/m;
p——操作压力,Pa。

3.2 孔隙率(P_r)测定原理

3.2.1 通过称量膜在干、湿状态下的重量求孔隙率,以 P_{r±} 表示。

$$P_{r\pm} = \frac{(W_1 - W_2)/d_{H_2O}}{V} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

式中: P_{r±}——干膜孔隙率;
W₁——湿膜重,g;
W₂——干膜重,g;
d_{H₂O}——水的密度,g/cm³;

V ——膜的表观体积, cm^3 。

3.2.2 根据膜的表观密度和膜材料的密度求孔隙率, 计算公式如下:

$$P_r = \left(1 - \frac{\rho_t}{\rho_p}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: P_r ——膜的孔隙率;

ρ_t ——膜的表观密度, g/cm^3 ;

ρ_p ——膜材料的密度, g/cm^3 。

其中 ρ_t 用重量法测定, 其式为

$$\rho_t = m_t/V$$

式中: m_t ——有孔干膜重, g ;

V ——膜体积。

ρ_p 可由手册查出或通过实验测定, 公式为:

$$\rho_p = m_p/V$$

式中: m_p ——无孔干膜重, g ;

V ——膜体积。

ρ_p 通过实验测定。将膜的材料溶解于纯溶剂中, 浇铸成膜(使 $P_r=0\%$), 即可看作“无孔膜”。算作为材料密度。

3.3 平均孔径测定

微孔滤膜的平均孔径是通过在给定的时间和恒定的压力下测定渗透过膜的流体体积来计算, 根据 Hagen-poiseuille 公式, 孔半径为

$$r = \sqrt{\frac{8\eta LQ}{A \cdot \Delta p \cdot P r t}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中: r ——膜孔半径, μm ;

L ——膜厚度, μm ;

A ——膜有效面积, cm^2 ;

Q ——流出物通量, mL/s ;

η ——流体的粘度, $\text{Pa} \cdot \text{s}$;

p ——操作压力, Pa ;

3.4 孔径分布测定, 孔径分布采用泡点压力法-液体渗透法相结合进行测定(bubble-point pressure and solvent permeability method)。其原理是: 一定压力只能打开一定大小的孔, 即, 在最小压力下, 膜上最大的孔开始渗透而较小的孔是不可渗透的, 此时最先通过膜的液体体积应是那些最大孔的, 随着压力增加, 较小的孔开始渗透并且渗透过膜的流体是大孔和小孔通量的叠加, 最后当膜上所有的孔全部打开后, 再升高压力, 则使渗透量成比例增加, 此时压力与渗透量的关系曲线则由 S 型变为直线¹⁾。

4 测定装置(CTL-D 膜孔径测定仪)

5 用本方法及该仪器测定的高分子多孔膜孔分布图(见图 1~图 4)

1) 注: 该方法原理见 R. E. Kesting, Synthetic Polymeric Membrane。