

运动粘度

运动粘度即液体的动力粘度与同温度下该流体密度 ρ 之比。单位为 $(\text{m}^2)/\text{s}$ 。用小写字母 ν 表示。

注：曾经沿用过的单位为 St（斯）

St（斯）和 $(\text{m}^2)/\text{s}$ 的进率关系为： $1(\text{m}^2)/\text{s}=10^4\text{St}=10^6\text{cSt}$ 。（其中“cSt”读作“厘斯”）

将流动着的液体看作许多相互平行移动的液层，各层速度不同，形成速度梯度 (dv/dx) ，这是流动的基本特征。（见图）

由于速度梯度的存在，流动较慢的液层阻滞较快液层的流动，因此，液体产生运动阻力。为使液层维持一定的速度梯度运动，必须对液层施加一个与阻力相反的反向力。

在单位液层面积上施加的这种力，称为切应力 $\tau(\text{N}/\text{m}^2)$ 。

切变速率 $(D) D=dv/dx$ (S⁻¹)

切应力与切变速率是表征体系流变性质的两个基本参数

牛顿以图 4-1 的模式来定义流体的粘度。两不同平面但平行的流体，拥有相同的面积“A”，相隔距离“dx”，且以不同流速“V1”和“V2”往相同方向流动，牛顿假设保持此不同流速的力量正比于流体的相对速度或速度梯度，即：

$\tau = \eta dv/dx = \eta D$ （牛顿公式） 其中 η 与材料性质有关，我们称为“粘度”。

粘度定义：将两块面积为 1m^2 的板浸于液体中，两板距离为 1 米，若加 1N 的切应力，使两板之间的相对速率为 $1\text{m}/\text{s}$ ，则此液体的粘度为 $1\text{Pa}\cdot\text{s}$ 。

牛顿流体：符合牛顿公式的流体。 粘度只与温度有关，与切变速率无关， τ 与 D 为正比关系。

非牛顿流体：不符合牛顿公式 $\tau/D=f(D)$ ，以 η_a 表示一定 (τ/D) 下的粘度，称表观粘度。

粘度测定有：动力粘度、运动粘度和条件粘度三种测定方法。

(1)动力粘度： η_t 是二液体层相距 1 厘米，其面积各为 $1(\text{平方厘米})$ 相对移动速度为 1 厘米/秒时所产生的阻力，单位为克/厘米·秒。 $1\text{克}/\text{厘米}\cdot\text{秒}=1\text{泊}$ 一般：工业上动力粘度单位用泊来表示。

(2)运动粘度：在温度 $t^\circ\text{C}$ 时，运动粘度用符号 ν 表示，在国际单位制中，运动粘度单位为斯，即每秒平方米 (m^2/s) ，实际测定中常用厘斯，(cst)表示厘斯的单位为每秒平方毫米(即 $1\text{cst}=1\text{mm}^2/\text{s}$)。运动粘度广泛用于测定喷气燃料油、柴油、润滑油等液体石油产品深色石油产品、使用后的润滑油、原油等的粘度，运动粘度的测定采用逆流法

(3)条件粘度：指采用不同的特定粘度计所测得的以条件单位表示的粘度，各国常用的条件粘度有以下三种：

①恩氏粘度又叫恩格勒(Engler)粘度。是一定量的试样，在规定温度(如： 50°C 、 80°C 、 100°C)下，从恩氏粘度计流出 200 毫升试样所需的时间与蒸馏水在 20°C 流出

相同体积所需要的时间(秒)之比。温度 $t^{\circ}\text{C}$ 时，恩氏粘度用符号 E_t 表示，恩氏粘度的单位为条件度。

②赛氏粘度，即赛波特(sagbolt)粘度。是一定量的试样，在规定温度(如 100°F 、 210°F 或 122°F 等)下从赛氏粘度计流出 200 毫升所需的秒数，以“秒”单位。赛氏粘度又分为赛氏通用粘度和赛氏重油粘度(或赛氏弗罗(Furol)粘度)两种。

③雷氏粘度即雷德乌德(Redwood)粘度。是一定量的试样，在规定温度下，从雷氏度计流出 50 毫升所需的秒数，以“秒”为单位。雷氏粘度又分为雷氏 1 号(R_t 表示)和雷氏 2 号(用 RA_t 表示)两种。

上述三种条件粘度测定法，在欧美各国常用，我国除采用恩氏粘度计测定深色润滑油及残渣油外，其余两种粘度计很少使用。三种条件粘度表示方法和单位各不相同，但它们之间的关系可通过图表进行换算。同时恩氏粘度与运动粘度也可换算，这样就方便灵活得多了

流体间产生内摩擦力的性质，称为流体的粘滞性。

动力粘度是指流体单位接触面积上的内摩擦力与垂直于运动方向上的流速变化率的比值。

运动粘度是指动力粘度与同温.同压下流体的密度的比值。