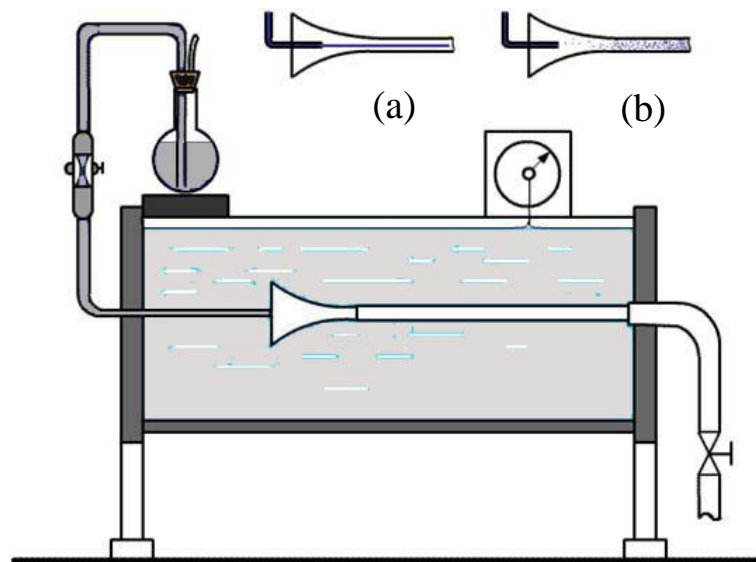


雷诺实验

流体流动的两类型

层流或滞流：流体质点始终沿着与管轴平行的方向作直线运动，质点之间互不混合。

湍流或紊流：流体质点除了沿着管道向前流动外，各质点的运动速度在大小和方向上都会发生变化，质点间彼此碰撞并互相混合。



判断流体流动类型的准则

雷诺准数(Reynolds number): $Re = \frac{du\rho}{\mu}$

Re是一个无因次数群。不管采用何种单位制，只要各物理量用同一单位制，所得Re的数值相同。

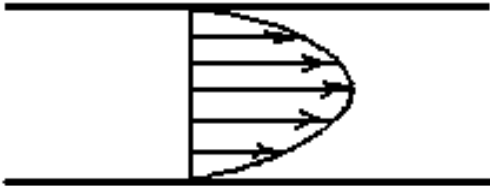
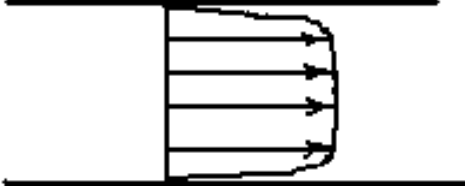
流体流动类型的判断准则

Re < 2000 层流

2000 < Re < 4000 或为层流，或为湍流

Re > 4000 湍流

层流与湍流的本质区别：状态参数的脉动性

	层流	湍流
①		
②	$\frac{\bar{u}}{u_{\max}} = 0.5$	$\frac{\bar{u}}{u_{\max}} \approx 0.8$
③	无微团作径向运动	有微团作径向运动
④	层流层从中心到管壁	层流内层附壁
⑤	$\tau = \mu \frac{du}{dy}$	$\tau = (\mu + \mu') \frac{du}{dy}$
⑥	h_f 与 $\frac{\varepsilon}{d}$ 无关	h_f 与 $\frac{\varepsilon}{d}$ 有关
⑦	$h_f \propto u^1$	$h_f \propto u^{1.75 \sim 2}$
⑧	传热、传质慢	传热、传质快

稳定性概念

稳定性概念

是对瞬时扰动而言的。平衡状态可按其对瞬时扰动的响应分为稳定的平衡状态和不稳定的平衡状态。

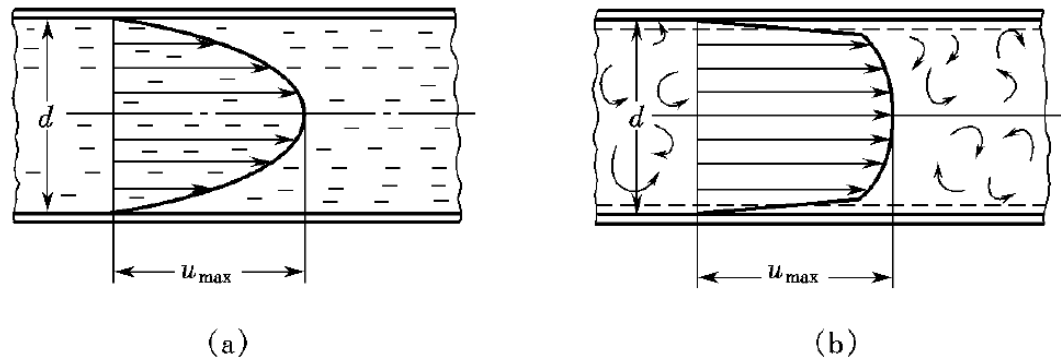
层流是一种平衡状态。当 $Re < 2000$ 时，层流是稳定的。当 Re 超过2000时，层流不再是稳定的，这决定于外界扰动的程度。当 $Re > 4000$ 时，则微小的扰动就可以触发流型的转变，一般总出现湍流。

严格地说 $Re = 2000$ 不是判别流型的判据，而是层流稳定性的判据。在一般工程计算中 $Re > 2000$ 可作湍流处理。

※稳定性与定态性是两个完全不同的概念。定态性指的是有关运动参数随时间的变化情况，而稳定性则指的是系统对外界扰动的反应。

流体在圆管内的速度分布：流体流动时，管截面上质点的轴向速度沿半径的变化。

层流：流体质点只沿管轴作有规则的直线运动，其速度分布呈抛物线形，管壁处速度为零，管中心处速度最大。



湍流：流体质点强烈碰撞、分离与混合，使截面上靠中心部分各点速度接近，速度分布较均匀，只有在靠近管壁处流体质点的速度骤然下降。当 Re 越大，湍流程度越高时，中心部分的速度分布越均匀。

层流时，管截面上的平均流速为管中心最大流速的一半

$$u = 0.5u_{\max}$$

湍流时，管截面上的平均流速为管中心最大流速的0.82倍，一般取0.8倍。

$$u = 0.8u_{\max}$$