目录

[B1 流体及其物理性质 1](#_Toc98248224)

[B1.1 连续介质假设 1](#_Toc98248225)

[B1.1.1流体的宏观特性 1](#_Toc98248226)

[B1.1.2 流体质点概念 1](#_Toc98248227)

[B1.1.3 连续介质假设 1](#_Toc98248228)

[B1.2 流体的易变形性 2](#_Toc98248229)

[B1.3 流体的黏性 2](#_Toc98248230)

[B1.3.1 流体黏性的表现 2](#_Toc98248231)

[B1.3.2 牛顿黏性定律 2](#_Toc98248232)

[B1.3.3 黏度 2](#_Toc98248233)

[B1.4 流体的其他物理性质 3](#_Toc98248234)

[B1.4.1 流体的可压缩性 3](#_Toc98248235)

# B1 流体及其物理性质

## B1.1 连续介质假设

### B1.1.1流体的宏观特性

流体的微观特性：由分子运动决定的物理量的随机性和不连续性

流体团的宏观特性：分子数足够大的条件下，统计平均值在时间上是确定的，在空间上是连续的

### B1.1.2 流体质点概念

微团：具有流体宏观特性的最小体积（即临界体积Δτ）的流体团

微团缺点：1 仍具有线尺度，不能与数学上点的概念统一

2 在流体运动的过程中微团将变形

流体质点：1无线尺度，只作平移运动

2 只在外力作用下作宏观运动

3 将以流体质点为中心的周围临界体积范围内流体分子相关特性的统计平均值作为流体质点的物理量值

### B1.1.3 连续介质假设

流体连续介质模型：假设流体是由连续分布的流体质点组成的介质

## B1.2 流体的易变形性

流体：不能抵抗任何剪力作用下的剪切变形趋势(体积保持不变)，

流体的宏观力学特征：易变形性

固体内的切应力由剪切变形量(相对位移)决定，

流体内的切应力由变形速度(切变率)决定

流体平衡时压强可等值地向各个方向传递，垂直作用与任何方位的平面上

## B1.3 流体的黏性

流体的黏性：带动或阻止邻近流体运动的特性

### B1.3.1 流体黏性的表现

流体黏性表现在相邻两层流体作相对运动时有内摩擦作用，产生的阻力称为粘性切向力

流体内摩擦是两层流体间分子内聚力和分子动量交换的宏观表现

气体内摩擦通过流层间的分子交换和分子动量交换实现，称为表观切应力

流体黏性还表现在流体对固体表面具有黏附作用

壁面不滑移条件：分子间的内聚力将液体黏附在固体表面上，随固体一起运动或静止

### B1.3.2 牛顿黏性定律

其中： 为偏转角，为时间，为速度，为间距

为角变形速率或切变形速率，简称切变率

为速度梯度，表示单位间距的两层流体之间的相对速度

其中： 为切向力，为接触面积

为黏性切应力

为比例系数，称为动力黏度，简称黏度，由液体性质决定，为常数时，流体称为牛顿流体

### B1.3.3 黏度

动力粘度(绝对黏度)：度量流体黏性的物理量，单位泊P，10P=1Pa·s

温度升高，液体黏度降低(由分子内聚力决定)，气体黏度升高(由动量交换决定)

**苏士兰经验公式(Sutherland)**

气体黏度和温度的关系：

其中： 为热力学温度，单位为K，，为苏士兰常数，由气体种类决定，对空气，

液体黏度和温度的关系：

其中： 对于水

压强对黏度影响不大，高压下黏度增大

在常温(15℃~20℃)和常压下 水的黏度，约为空气的55.6倍

空气的黏度

运动粘度(动量扩散系数)ν：与流动稳定性有关，单位m2/s

在常温(15℃~20℃)和常压下 水的运动黏度

空气的运动黏度，约为水的15倍

## B1.4 流体的其他物理性质

### B1.4.1 流体的可压缩性

4℃时，水的密度最大，为

在常温下(15℃~20℃)，空气的密度为

重量密度(重度)ρg：单位为kg/(m2·s2)或N/m3

水的重度取

相对密度SG：液体的重度与4℃时水的重度之比值

水银的相对密度13.6 密度为13.6×103kg/m3

酒精的相对密度0.8 密度为800kg/m3

体积弹性模量(体积模量)K：度量压强引起流体体积和密度的变化，单位为帕Pa，越大表示越不容易被压缩

其中： 为压强增量，为体积相对变化，为声速

水的体积模量为2×109Pa

空气的体积模量为1.4×105Pa

20℃时，水的声速为1480m/s

20℃时，空气的声速为340m/s

海水的密度与压强的关系

其中：

### B1.4.2 表面张力