

本构关系的构建原则

Thursday, December 10, 2020

4:47 AM

- △ 守恒律：
 - 物体的质量守恒
 - 物体的线动量守恒 (空间平移对称性)
 - 物体角动量守恒 (空间旋转对称性)
 - 能量守恒 (热力学第一定律) (时间平移对称性)
 - 克劳修斯不等式 (热力学第二定律) (时间的方向)

由诺特定理 (Noether's theorem), 每种对称性都导致一种物理量的守恒律。其中质量与能量仅在低能极限中是不同的物理量。质量守恒是一种对称性。

热力学第二定律事实上规定了事物变化的单方向 (时间的单向性)。在经典力学中这规定了一个因果律, 即当前状态只取决于过去, 不能取决于未来。

对于等温形变过程, 后两个守恒律是平凡的。我们得到柯西运动方程。

- △ 本构方程 (constitutive law) 是具体给出物体的形变与应力张量的关系的方程。

$$\underline{T} = \underline{T}(\underline{E}, \underline{\dot{E}}, \underline{\ddot{E}}, \dots)$$

对于无极流体, 角动量守恒等价于 $\underline{T} = \underline{T}^T$ 。

- △ 客观性原则: 本构方程的形式要有标架变换不变性。

- △ 物质客观性: 本构方程的形式对参考构型选取的依赖性。若只考虑各向同性物体, 则要求本构方程的形式不依赖参考构型的选择。

- △ 邻域公理与记忆公理: 物质点 $X \in B$ 受其他 $Y \in B, Y \neq X$ 的影响, 但影响程度随 $\|K(Y) - K(X)\|$ 的增加而衰减。时刻的当前度 $t < t'$ 的状态的影响, 但影响程度随 $t - t'$ 的增加而衰减。

在流体力学基础中, 我们常考虑 $X \in B$ 不受其他 $Y \neq X, Y \in B$ 影响的情况。