

建模背景

在风荷载作用下，建筑结构会发生动态响应，表现为水平方向的位移。为了评估结构在风荷载下的稳定性与变形特性，通常需要建立合理的力学模型来描述其动力行为。该模型通常基于质量-弹簧-阻尼系统，将建筑结构简化为一个具有等效质量、刚度和阻尼的单自由度系统，以便于分析其在外部激励下的响应特性。

在实际工程分析中，尤其是在初步设计阶段或对结构响应进行快速估算时，采用稳态近似方法可以有效简化计算过程，忽略瞬态响应的影响，从而快速获得结构在风荷载作用下的最大预期位移。该方法适用于风荷载变化较缓慢、结构响应趋于稳定状态的情形。

建模公式

结构在风荷载作用下的动力学行为可由如下二阶常微分方程描述：

$$m \cdot \ddot{x} + c \cdot \dot{x} + k \cdot x = F(t)$$

其中，\$ m \$ 表示结构的等效质量，\$ c \$ 为结构的阻尼系数，\$ k \$ 表示结构的等效刚度，\$ F(t) \$ 是随时间变化的风荷载激励，\$ x(t) \$ 表示结构在水平方向的位移响应。

为了简化模型并提高计算效率，在稳态近似下忽略加速度与速度项的影响，可得到如下表达式：

$$x = \frac{F}{k} \cdot \left(1 - e^{-\frac{c \cdot t}{m}}\right)$$

该公式描述了结构在风荷载作用下随时间演化的位移响应，其中指数项反映了结构阻尼对响应速度的影响。通过该模型可以快速估算建筑结构在风荷载作用下的水平位移，为结构设计与安全性评估提供参考依据。