

建模背景

在汽车制造与动力系统分析中，发动机的扭矩输出是衡量其性能的关键参数之一。该参数通常与节气门开度之间存在复杂的非线性关系。节气门开度作为驾驶员对动力请求的直接输入，其变化会显著影响进气量，从而改变燃烧效率和输出扭矩。为了更准确地模拟实际工况下的发动机行为，需引入能够反映非线性增长趋势及系统扰动的数学模型。该模型不仅可用于控制策略的设计与验证，还可作为动力系统仿真和优化的基础。

建模公式

$$\text{Torque} = 150 \cdot (1 - e^{-0.08 \cdot \text{throttle}}) + 5 \cdot \sin(0.1 \cdot \text{throttle})$$

其中，`throttle` 表示节气门开度，单位为百分比（%），取值范围一般为 0 到 100；输出 `Torque` 表示模拟的发动机扭矩值，单位为牛·米（N·m）。模型的第一项描述了扭矩随节气门开度增加而呈现指数增长的趋势，反映了进气量增加对燃烧效率和输出动力的非线性增强效应；第二项则引入了周期性扰动，用于模拟实际系统中由于进气脉动、点火不均等因素导致的波动特性。该建模方法兼顾了物理过程的主要趋势与动态细节，具有良好的工程适用性。