

建模背景

在现代农业科技中，精准预测作物的生长速率对于优化种植策略、提升产量和资源利用效率具有重要意义。作物的生长过程受到多种环境因素的综合影响，其中光照强度和土壤含水量是两个关键驱动因子。光照不仅直接影响光合作用效率，还调控作物的生理节律；而水分则影响养分运输、气孔开闭以及整体代谢活动。为了更准确地反映作物在不同环境条件下的生长响应，本模型引入了非线性响应函数与时间累积效应相结合的方式，构建一个基于光照和水分的积分形式生长速率预测模型。

该模型的核心思想在于：作物生长速率随着光照强度和水分供应的变化呈现非线性响应，且其累积效应需在时间维度上进行整合。通过引入S型响应函数和饱和响应函数分别刻画光照与水分对生长速率的影响，模型能够更贴近作物的真实生理特性。

建模公式

$$\text{GrowthRate}(L, W) = \int_0^T \frac{1}{1 + e^{-a(L-L_{\text{opt}})}} \cdot \frac{W}{W + b} dt$$

其中，\$ \text{GrowthRate}(L, W) \$

表示单位时间内的作物生长速率；\$ L \$ 为平均每日光照强度；\$ W \$

为土壤含水量；积分上限 \$ T \$ 表示考察的时间长度；模型参数 \$ a \$ 和

\$ b \$ 分别用于调节光照与水分响应曲线的形状；

L_{opt} 表示作物最适光照强度。该公式通过非线性函数组合刻画了光照与水分对作物生长的协同作用，适用于模拟在不同环境条件下作物的潜在生长表现。