

## 建模背景

本模型旨在描述人口增长与资源消耗之间的动态关系。在现实世界中，人口的增长不仅受到其自身繁殖能力的限制，还受到环境资源承载能力的制约。随着人口的增长，资源被不断消耗，而资源的再生能力也对系统的长期演化起着关键调节作用。该模型可广泛应用于生态学、经济学以及可持续发展研究中，用于分析人口与资源之间的相互作用机制。

模型中考虑了两个核心变量：人口数量  $P$  和资源总量  $R$ 。  
人口的增长受到资源供给的限制，而资源则受到人口消费和自然再生的双重影响。

## 建模公式

系统由两个耦合的常微分方程组成，分别描述人口数量和资源总量随时间的变化率：

$$\frac{dP}{dt} = r \cdot P \cdot \left(1 - \frac{P}{K}\right), \quad \text{其中 } K = R$$
$$\frac{dR}{dt} = d \cdot R - c \cdot P \cdot R$$

其中：

- $r$  表示人口的自然增长率；
- $K$  为环境承载力，设为与资源总量成正比；
- $d$  为资源的自然再生率；

- $c$  为人均资源消耗率。

该模型揭示了人口增长受资源限制的非线性机制，以及资源动态在人口压力与再生能力之间的平衡过程。