

# 生物资源评估

Liii00

2022 年 12 月 26 日

1 公式

1. *Russell* 原理

$$B_2 = B_1 + R + G - M - Y$$

$B_t$ :  $t$  时的生物量     $R$ : 补充量     $G$ : 生长量     $M$ : 自然死亡量     $Y$ : 捕捞死亡量

2. 生长方程

1. *VBGF*

$$L_t = L_\infty \left( 1 - e^{-K(t-t_0)} \right)$$
$$W_t = W_\infty \left( 1 - e^{-K(t-t_0)} \right)^b$$

2. *Logistic*

$$L_t = \frac{L_\infty}{1 + e^{\alpha - rt}}$$
$$W_t = \frac{W_\infty}{\left( 1 + e^{\alpha - rt} \right)^b}$$

3. *Gompertz*

$$L_t = L_\infty e^{-g \cdot (e^{-rt})}$$
$$W_t = W_\infty e^{-bg \cdot (e^{-rt})}$$

3. *CPUE*

$$CPUE = U = \frac{C}{f}$$
$$F = qf$$
$$S(L) = \frac{1}{1 + e^{(S_1 - S_2 L)}} \Rightarrow \ln\left(\frac{1}{S(L)} - 1\right) = S_1 - S_2 L$$

4. 死亡

$$Z = F + M$$
$$A + S = 1$$
$$N_{t2} = N_{t1} \cdot e^{-Z(t_2 - t_1)}$$
$$D_{t_1 \rightarrow t_2} = N_t \cdot (1 - e^{-Z\Delta t})$$

$$C_{t_1 \rightarrow t_2} = \frac{F}{Z} \cdot N_{t1} \cdot (1 - e^{-Z\Delta t})$$

$$E = \frac{C}{D} = \frac{F}{Z}$$

$$D = Z(t_2 - t_1)\bar{N}$$

总死亡系数估计:

BH 方法:

$$Z = K \frac{L_{\infty} - \bar{L}}{\bar{L} - L_c}$$

渔获量曲线法:

$$C_{i+m} = UR \cdot e^{-Zm}$$

$$\ln(C_{i+m}) = \ln(UR) - Zm$$

取对数后变为线性关系  $Y = A + BX$ , 使用 *Excel* 中的 *INTERCEPT* 与 *SLOPE* 获取  $A, B$  的值即可

## 5. 实际种群分析 ( $F$ 会变)

$$C_8 = \frac{F_8}{Z_8} N_8 (1 - e^{-Z_8})$$

推出

$$N_8 = \frac{N_8 Z_8}{F_8 (1 - e^{-Z_8})}$$

联立

$$N_8 = N_7 * e^{-Z_7}$$

$$C_7 = \frac{F_7}{Z_7} N_7 (1 - e^{-Z_7})$$

得出预测的  $C_i$

$$C_{pre7} = \frac{F_7}{Z_7} N_8 (e^{Z_7} - 1)$$

对  $C_7 - C_{pre7}$  进行规划求解 (目标为 0, 变量为  $F_7$ ) 即可求出  $N_7$

## 6. 离散型 YPR

通过生长方程算  $L_t$ , 通过  $W = aL^b$  算体重, 通过渔获量方程算渔获量  $C$  与剩余量  $N$ , 再有:

$$Y_{wi} = C_i \cdot W_i$$

或

$$Y_{wi} = C_i \cdot (W_i + W_{i+1})$$

$$Y_w/R = \sum \frac{Y_{wi}}{R}$$

通过规划求解调整  $F$  使  $Y_w/R$  最大即可

## 7. 剩余产量模型

$$B_{t+1} = B_t + rB_t \left(1 - \frac{B_t}{K}\right) - C_t$$

平衡状态下:

$$U_{tpre} = qB_t = q(B_{t-1} + rB_{t-1}(1 - \frac{B_{t-1}}{K}) - C_{tobs})$$

$$U_{obs} = \frac{C_{obs}}{f_{obs}}$$

$$RSS = \sum (U_{tobs} - U_{tpre})^2$$

使用规划求解求出使  $RSS$  的最小的  $k, q, r$  即可

$$B_{MSY} = \frac{K}{2}$$

$$MSY = \frac{rK}{4}$$

$$F_{MSY} = \frac{r}{2}$$

$$f_{MSY} = \frac{F_{MSY}}{q}$$

YPR 摆了, 不看了.....