

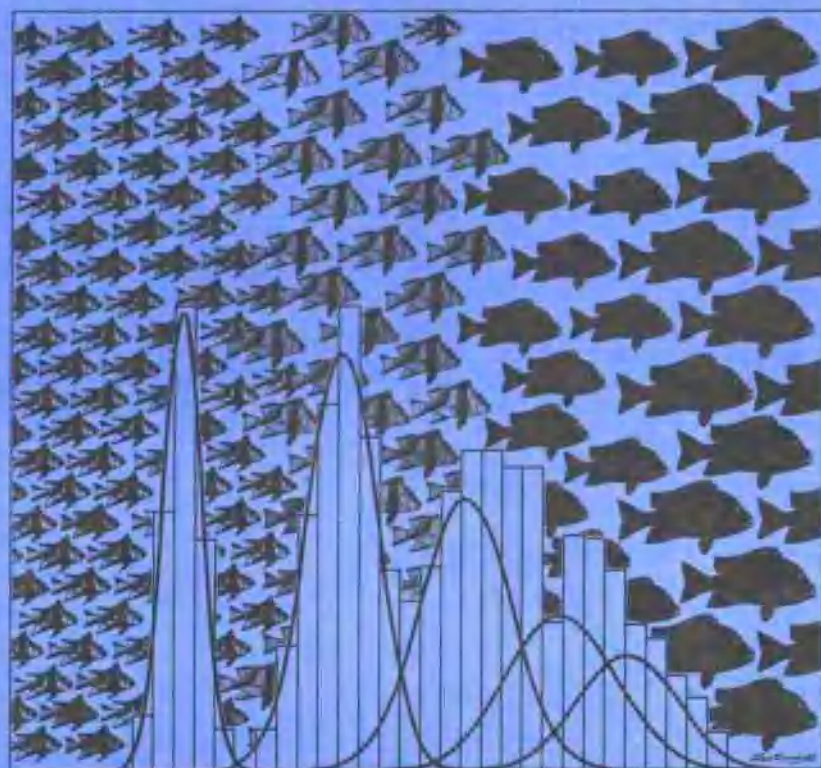
热带鱼类资源评估导论

第二部分——练习

粮农组织
渔业技术论文

306/2

第一次修订



$$N_2 = N_1 \frac{1/X - F/Z}{X - F/Z}$$

中国农业科技
出版社
北京

DANIDA



联合国
粮食及农业组织

热带鱼类资源评估导论

第二部分一练习

著 者：

粮农组织渔业司渔业资源
和环境处海洋资源科

Per Sparre

粮农组织渔业司

GCP/INT/392/DEN

项目经理

Siebre C. Venema

译校： 陈焕生

粮农组织
渔业技术论文
306/2
第一次修订

中国农业科技出版社
北京 1996

DANIDA



联 合 国
粮食及农业组织
1992 罗马

(京)新登字 061 号

图书在版编目 (CIP) 数据

热带鱼类资源评估导论 第二部分: 练习/联合国粮农组织著; 陈焕生译.
—北京: 中国农业科技出版社, 1996. 7
ISBN 7-80119-187-0

I. 热… II. ①联…②陈… III. 热带鱼类—鱼类资源—评估—习题
IV. S932

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 06480 号

责任编辑	赵贞怡
出版发行	中国农业科技出版社 (北京海淀区白石桥路 30 号)
经 销	新华书店北京发行所
印 刷	中国农业科学院情报所印刷厂
开 本	787×1092 毫米 1/16 印张: 6.25
印 数	1—3000 册 字数: 145 千字
版 次	1996 年 7 月第一版 1996 年 7 月第一次印刷
定 价	15.00 元

内容提要

在手册第一部分中,详尽地描述了一些被选用的鱼类资源评估的方法,并附以计算实例。着重描述了适用于热带渔业,即以体长频率分析为依据的渔业的评估方法。除简要地介绍统计学外,还涉及到各种生长参数和死亡率的估算,有效种群方法(包括体长和以鱼龄为依据的方法),渔具选择,每个 Beverton 和 Holt 补充模式的产量,以剩余产量模式估算最高持续产量,多种类和多种作业渔船队的问题,洄游鱼类群体的评估,关于群体/补充关系的讨论以及进行底层拖网调查等方面的问题。手册中附有参考文献(包括供进一步阅读的材料)目录,所使用符号的一览表,标题索引以及许多图表。

在第二部分,即练习中列有多项练习及其解法。这些练习与手册中的各章节直接相关。

本练习原版由联合国粮农组织出版,原版书名为:Introduction to tropical fish stock assessment Part 2—Exercises。

CPP/95/14

本书中所用名称及材料的编写方式并不意味着联合国粮农组织对于任何国家、领地、城市或地区或其当局的法律地位或对于其边界的划分表示任何意见。

版权所有。未经版权所有者事前许可,不得以电子、机械、照相复制等任何方法或其它程序全部或部分翻印本书,或将其存入检索体系,或发送他人。申请这种许可应写信给联合国粮农组织出版司司长(意大利罗马 Viale delle Terme di Caracalla, 00100)并说明希望翻印的目的和份数。

中国农业科学院科技文献信息中心
根据其同联合国粮农组织协议出版

本手册的编写

本“热带鱼类资源评估导论”第一版是由粮农组织/丹麦国际开发协会(FAO/DNAIDA)“鱼类资源评估培训及渔业研究计划”项目(GCP/INT/392/DEN)为供一系列地区性和国家鱼类资源评估培训班之用而编写的。

1984年,本手册的作者 Per Sparre,当时受雇于丹麦夏洛滕隆德的丹麦渔业及海洋研究所(DIF-MAR)被邀请根据培训班授课人员小组所准备的授课笔记及情况研究编写本手册。

1985年7月,本手册第一版在菲律宾马尼拉问世,并由“鱼类资源评估培训及渔业研究计划”项目通过马尼拉国际水产生物资源管理中心(ICLARM)的热带渔业科学家联络网以及各培训班进行发行。

1989年,P. Sparre先生、前丹麦国际开发协会首席科学家兼会长 Erik Ursin 博士和 GCP/INT/392/DEN 项目经理 S. C. Venema 先生对本手册进行了全面的修订。为了实用,将练习及其解答另行装订一册。本手册于1989年作为FAO第306.1和306.2号渔业技术报告发表,被广为散布并在培训班上得到了广泛使用。遗憾的是很快发现正文部分及图表中有许多错误及不足之处。这在本手册用于培训目的时尤为使人烦恼。在此期间,将本手册译成西班牙文、葡萄牙文和印度尼西亚文的工作已经开始。译者、授课者、培训班学员和许多本手册的使用者都反映过本手册中的谬误和不足之处。1991年初,英文版出版后,遂决定对本手册再作一次全面修订,并决定以修订过的版本作为翻译蓝本。这次修订主要是为教学目的而进行的。

原手册本来与 Sparre 先生编制的 LFSA(体长频率资源评估)程序紧密相关,也与马尼拉国际水产生物资源管理中心编制的 COMPLEAT ELEFAN 程序密切相关。这两种程序将由一种被称为 FISAT(粮农组织/马尼拉国际水产生物资源管理中心资源评估方法)的程序代替。在计算机程序正文中的参考资料,业已编进上述新程序。

许多科学家对本手册作过订正和提出过意见,在此不一一列出姓名。我们衷心感谢他们对本手册所作出的贡献。

本手册中的部分图表是由 P. Arana 博士和 Alvara Nuneg 先生在智利修订的。丹麦的 J. Ugilt 先生承担了本手册的打字及文字加工工作。

本手册的西班牙文、葡萄牙文和印度尼西亚文文本将在1992年问世,同时,将本手册译成法文的工作也将着手进行。

使用符号一览表

A:数学符号(总)

*	乘号
/	除号
ln	自然对数(底 $e=2.7182818$)
log	以 10 为底的对数
exp	指数函数, $\exp(x)=e^x$
$i=n$	
$\sum_{i=1}^n X(i)$	$X(i)$ 所有值的和, i 从 1 至 n ; $X(1)+X(2)+\cdots X(n)$ 之和
$\sqrt{\quad}$ 或 $\sqrt[n]{\quad}$	平方根
∞	无穷大
Δx	三角 x , 变量 x 小增量
$\text{MAX}\{X(j)\}$	集合元素中最大值
j	$\{X(j)\} = \{X(1), X(2), \cdots X(j), \cdots\}$
$\bar{X}$	X 平均值
$X(i, j)$	X 指数 i, j (通常印刷为 $X_{i,j}$)
π	圆周率 $= 3.14159$
$a < b$	a 小于 b
$a > b$	a 大于 b
$a = > b$	a 等于或大于 b

B:统计符号

首次采用符号章节

linear regression $Y = a + b * X$	线性回归 $Y = a + b * X$	2.4
n	观测数	2.1
$\bar{x}$	X 平均值	2.1
s	标准差	2.1
sa	截距(a)标准差	2.0
sb	斜率(b)标准差	2.0
sx	自变量 X 的标准差	2.0
sy	应变变量 Y 的标准差	2.0
$s/\bar{x}$	相对标准差或变差系数	2.1
s^2	方差	2.1
$s/\sqrt{n}$	标准误差	2.1
a	截距	2.4
b	斜率	2.4
x	自变量	2.4

y	应变变量	2.4
r	相关系数	2.4
a'	函数回归截距	2.5
b'	函数回归斜率	2.5
t(f)	斯氏分布分位点	2.3
f	自由度	2.3
ϵ	(ϵ)最大相对误差	7.1

C: 鱼类资源评估公式中使用的符号

章节

a	扫描面积(拖网扫描有效面积)	13.5
ASP	高峰值有效总和(ELEFAN)	3.5
b	体长-体重关系 $W = gL^b$ 中的常数	2.6
B	生物量	8.6
Bv	原始(未开发)生物量	8.3, 9.1
B/R	单位补充生物量	8.2
C	以尾(条、只)计算的渔获量	5.0
$C(t, \infty)$	(从鱼龄 t 到最大鱼龄)累积渔获量	4.4
C	幅度(0-1)(ELEFAN)	3.5
CPUE	单位捕捞努力量渔获量	4.3
D	自然死亡率(VPA)	5.0
D50%	该体长水平 50% 的鱼未被捕捞	6.2
dL	体长区间大小	2.1
E	捕捞努力量	7.4
E	开发率(F/Z)	8.4
ESP	高峰值解释和(ELEFAN)	3.5
f	捕捞努力量	4.3
F	(单位时间)捕捞死亡系数或瞬时率	4.2
Fm	最大捕捞死亡率	6.6
F-array	年龄上的 F 数组, 捕捞模式	5.1
G	Pope 股分析中的自然死亡率系数	5.2
H	基于体长的 Jones 股分析中的自然死亡系数	5.3
I	分离指数	3.5
K	曲率参数	3.1
L	体长	通用
$L_1 \sim L_2$	体长组	通用
L_1, L_2	从体长 L_1 到体长 L_2	通用

L_{∞} 或 L_{∞}	假设体长 L 无穷大(极老龄鱼的平均体长)	3.1
L'	该体长或大于该体长的所有鱼都得到充分开发的某一体长(相应体长区间下限)	4.5
LC 或 $L_{50\%}$	相当于该体长 50% 的被留于渔具内, 50% 的鱼逃逸的体长	4.5
$L_{75\%}$ 或 L_{75}	相当于该体长 75% 的鱼被留于渔具内的体长	6.1
L_m	最适捕捞体长	6.2
m	$= K/Z$	8.4
M	(单位时间的)自然死亡率系数或自然死亡瞬时率或自然死亡率	4.2
MSE	最高持续经济产量	8.7
MSY	最高持续产量	8.7
N	存活数(VPA)	5.0
$N(t)$	到达年龄 t 的繁殖群体存活数	4.1
$N(Tr)$	对渔业的补充量	4.1
ϕ'	(Phi Prime), $\ln K + 2 * \ln L_{\infty}$	3.4
q	条件因子, 体长-体重关系中的常数	2.6
q	可捕系数	4.3
R	补充量 $N(Tr)$	4.1
S	选择曲线	6.1
$S(L)$	(基于体长的)逻辑斯谛曲线	6.1
$S(t)$	(基于年龄的)逻辑斯谛曲线	6.1
S.F.	选择因子	6.1
S/R	群体补充关系	12.0
t	时间(通常用年表示)	通用
T	环境温度 $^{\circ}\text{C}$	4.7
T_c	开捕(开发初期)年龄	4.1
T_m	寿命(最大年龄)	4.7
T_{m50}	大量成熟年龄(种群成熟的 50%)	4.7
t_0	t -零, 初始条件参数(年)	3.1
Tr	补充年龄	4.1
ts	夏季点	3.5
tw	冬季点	3.5

t50 %	在该年龄上的 50% 的鱼被留于渔具内的年龄(Thompson 和 Bell)	6.4
U	$1 - L_c/L_{\infty}$	8.4
v	价值(Thompson 和 Bell)	8.6
VPA	实际种群分析	5.0
w	(通常为一条样本鱼的)体重	通用
w_{∞}	体重无限大,假设体重(体重无限大即意味着非常老龄鱼的体重)	3.1
X factor	F 的乘法因子(Thompson 和 Bell)	8.6
Y	年(通常作为指数)	8.6
Y	以重量计的产量	8.6
Y/R	单位补充产量	8.2
(Y/ R)'	相对单位补充产量	8.4
Z	总死亡系数,总死亡瞬时率,总死亡率(单位时间)	4.2

目 录

第二部分 练习

17.	练习.....	(1)
18.	练习解答.....	(50)

17. 练习

练习题的编号与本手册中有关章节的号数相符。

练习 2.1 平均值和方差

在本练习中,我们使用图 3.4.0.2 中的鳃棘鲈(*Plectropomus leopardus*)部分长度频率数据,即那些 23-29 厘米长度区间的数据。假设这些鱼都属于一个繁殖群体。长度频率详见图 17.2.1。

作业:

从图 17.2.1 中找出长度频率 $F(j)$ 并填好工作单。计算平均值、方差和标准差。

工作单 2.1

j	$L(j) - L(j) + dL$	$F(j)$	$\bar{L}(j)$	$F(j) * \bar{L}(j)$	$\bar{L}(j) - \bar{x}$	$F(j) * (\bar{L}(j) - \bar{x})^2$
1	—				-2.968	
2	—				-2.468	
3	—				-1.968	
4	—				-1.468	
5	—				-0.968	
6	—				-0.468	
7	—				0.032	
8	26.5-27.0	6	26.75	160.50	0.532	1.698
9	27.0-27.5	2		54.50	1.032	2.130
10	27.5-28.0	2		55.50	1.532	4.694
11	28.0-28.5	2		56.50	2.032	8.258
12	28.5-29.0	1		28.75	2.532	6.411
总计		$\Sigma F(j)$ 31		$\Sigma F(j) * \bar{L}(j)$		$\Sigma F(j) * (\bar{L}(j) - \bar{x})^2$
$\bar{X} =$		$S^2 =$				$S =$

练习 2.2 正态分布

本练习的内容是使用下式使正态分布适合于练习 2.1 中的长度频率样本:

$$Fc(x) = \frac{n * dL}{s * \sqrt{2\pi}} * \exp\left[-(x - \bar{x})^2 / (2s^2)\right] \quad (\text{方程 2.2.1})$$

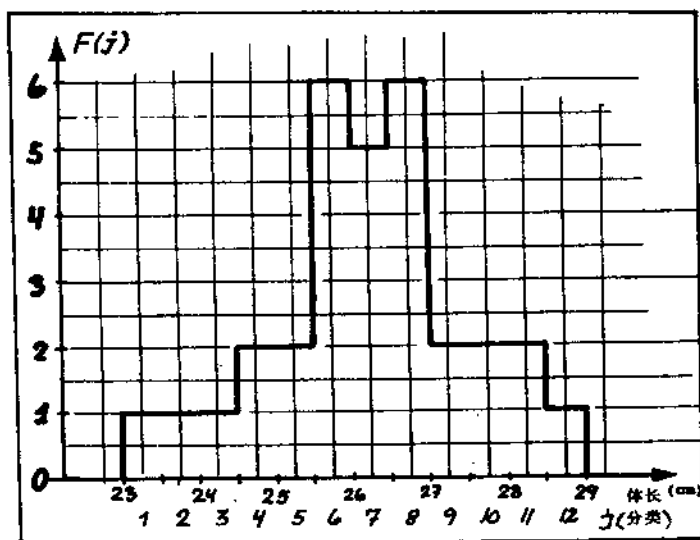


图 17.2.1 长度频率样本

由于有足够数量的 X 值,因此,你可以画出钟形曲线
为方便起见,代入辅助符号:

$$A = \frac{n * dL}{s * \sqrt{2\pi}} \text{ 和 } B = -1/(2s^2)$$

故上式可写成

$$Fc(x) = A * \exp(B * (x - \bar{x})^2)$$

由于 A 和 B 并非依 L 而定,还由于 A 和 B 将被使用多次,因此,最好事先分别计算出 A 和 B。

作业:

1) 计算 A, B 和 $\bar{x}$

$$A = \frac{n * dL}{s * \sqrt{2\pi}} = \frac{\quad}{\quad} =$$

$$B = -1/(2s^2) =$$

$$\bar{x} =$$

2) 为下列的 X 值计算 $F_c(x)$;

工作单 2.2

x	$F_c(x)$	x	$F_c(x)$
22.0		26.0	
22.5		26.5	
23.0		27.0	
23.5		27.5	
24.0		28.0	
24.5		28.5	
25.0		29.0	
25.5		29.5	

3) 在图 17.2.1 中绘钟形曲线。

练习 2.3 置信度

作业:

计算出练习 2.1 中所估算的平均值的 95% 的置信区间。

练习 2.4 寻常线性回归分析

可以经常看到这种情况;在一种渔业中,参与捕捞的船越多,每船平均产量越低。如果考虑到鱼类资源是所有渔船共享的有限资源,那么,这种现象毫不奇怪。我们将在第九章中探讨这一模型的渔业理论。

下面工作单中所列的数据来自巴基斯坦对虾渔业(Van Zalinge 和 Sparre,1986 年)。

作业:

- 1) 绘出散布图。
- 2) (用工作单)计算截距和斜率。
- 3) 在散布图中绘出回归线
- 4) 计算 a 和 b 的 95% 置信度。

工作单 2.4

年份	i	船的数目 x(i)	x(i) ²	渔获量/船/年 y(i)	y(i) ²	x(i) * y(i)
1971	1	456		43.5		19 836.0
1972	2	536		44.6		23 905.6
1973	3	554		38.4		21 273.6
1974	4	675		23.8		16 065.0
1975	5	702		25.2		17 690.4
1976	6	730	532 900	30.5	930.25	
1977	7	750	562 500	27.4	750.76	
1978	8	918	842 724	21.1	445.21	
1979	9	928	861 184	26.1	681.21	
1980	10	897	804 609	28.9	835.21	
总计		7 146		309.5		211 099.5
$\bar{x} =$				$\bar{y} =$		
$\frac{1}{n} * (\Sigma x)^2 =$				$\Sigma x^2 - \frac{1}{n} * (\Sigma x)^2 =$		
$\frac{1}{n} * (\Sigma y)^2 =$				$\Sigma y^2 - \frac{1}{n} * (\Sigma y)^2 =$		
$\frac{1}{n} * \Sigma x * \Sigma y =$						
$sx^2 = \frac{1}{n-1} * [\Sigma x^2 - \frac{1}{n} * (\Sigma x)^2] =$				$sx =$		
$sy^2 = \frac{1}{n-1} * [\Sigma y^2 - \frac{1}{n} * (\Sigma y)^2] =$				$sy =$		
$sxy = \frac{1}{n-1} * [\Sigma xy - \frac{1}{n} * \Sigma x * \Sigma y] =$						
斜率: $b = \frac{sxy}{sx^2} =$				截距: $a = \bar{y} - b * \bar{x} =$		
b 的方差:						
$sb^2 = \frac{1}{n-2} * [(sy/sx)^2 - b^2] =$				$sb =$		
a 的方差:						
$sa^2 = sb^2 * (\frac{n-1}{n} * sx^2 + \bar{x}^2) =$				$sa =$		
斯氏分布: $t(n-2) =$						
置信度:						
$b - sb * t(n-2), b + sb * t(n-2) = [$				$,$		$]$
$a - sa * t(n-2), a + sa * t(n-2) = [$				$,$		$]$

练习 2.5 相关系数

参照练习 2.4。相关系数在根据渔船数量回归统计单船产量的例子中有意义吗？请考虑哪一个可变量是作为自变量的自然候补量。我们可以(基本上)事先确定这些变量中的一个的值吗？

作业：

撇开你在本项练习第一部分得出的结果，计算 r 的 95% 的置信度。

练习 2.6 用作分离两个交叠正态分布的方法进行正态分布线性变换(Bhattacharya 方法)

图 17.2.6A 表示 ‘a’ 和 ‘b’ 两个交迭正态分布产生的频率分布。假设图 17.2.6B 中的体长频率也是两个正态分布的组合，本练习的目的是将这两个成分分离开来。总样本的大小为 398 条鱼。假设每一个成分有 50% 总标本的鱼，即 199 条鱼。进一步设左侧略低于顶点的频率完全代表成分 ‘a’，而右侧底部的频率完全代表成分 ‘b’。

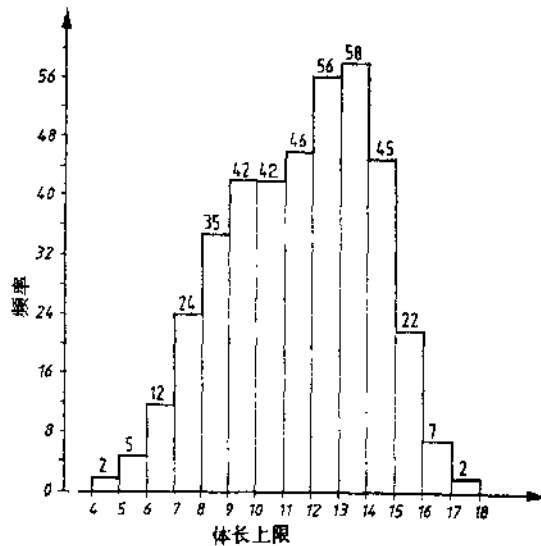
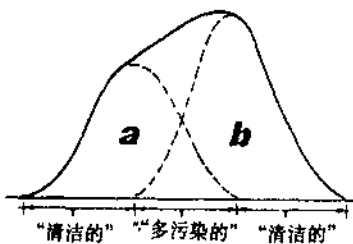


图 17.2.6A 两个交迭正态分布的组合分布

图 17.2.6B (假设由两个正态分布组成的)长度频率样本

作业：

- 1) 完成工作单 2.6a
- 2) 根据 $X + dL/2 = Z$ 标绘 $\triangle \ln F(z) = Y'$ ，并确定哪些点是在斜率为负的直线上(见图 2.6.5)。
- 3) 在标绘图基础上选择将用于线性回归的点(避开交迭区和以极少观测值为依据的点)。作两次线性回归并确定 a 和 b 。
- 4) 计算出每一成分的 $\bar{x} = -a/b$, $s^2 = -1/b$ 和 $s = \sqrt{s^2}$ 。

5) 作两个分别以线性形式代表每个分布的标绘图。

6) 现在我们要将直线转换成相应的理论(计算)正态分布。用 2.2.1 方程式计算两个正态分布的 $F(X)$, 由于有足够的 X 值, 你可以在图 17.2.6B 中画两条重迭的钟形曲线。设两个成分中的每一个成分的 $n=199$ 条鱼(使用练习 2.2 中的方法)。完成工作单 2.6b。

工作单 2.6a

区间	x	$F(x)$	$\ln F(x)$	$\Delta \ln F(x)$	$z = x + dL/2$
4 - 5	4.5	2	0.693		
5 - 6	5.5	5	1.609	0.916	5
6 - 7	6.5	12		0.875	6
7 - 8	7.5	24			7
8 - 9	8.5	35			
9 - 10	9.5	42			
10 - 11	10.5	42			
11 - 12	11.5	46			
12 - 13	12.5	56			
13 - 14	13.5	58			
14 - 15	14.5	45			
15 - 16	15.5	22	3.091		
16 - 17	16.5	7	1.946	-1.145	16
17 - 18	17.5	2	0.693	-1.253	17

工作单 2.6b

第一成分	第二成分
A = _____	A = _____
B = _____	B = _____
$\bar{x}$ = _____	$\bar{x}$ = _____

$$F_c(x) = A * \exp[B * (x - \bar{x})^2]$$

x	$F_c(x)$ 第一	$F_c(x)$ 第二	x	$F_c(x)$ 第一	$F_c(x)$ 第二
1.5			11.5		
2.5			12.5		
3.5			13.5		
4.5			14.5		
5.5			15.5		
6.5			16.5		
7.5			17.5		
8.5			18.5		
9.5			19.5		
10.5			20.5		

练习 3.1 von Bertalanffy 生长方程

Edwards(1985 年)报道了阿拉富拉海的一种笛鲷 *Lutjanus malabaricus* 的生长参数:

$K=0.168/\text{年}$

$L_{\infty}=70.7\text{cm}$ (标准体长)

$t_0=0.418\text{ 年}$

Edwards 还估算了笛鲷的标准体长/体重关系:

$W=0.041 * L^{2.842}$ (体重用克表示,标准体长用 cm 表示)

还估算了标准体长(S.L.)和全长(T.L.)之间的关系:

$T.L.=0.21+1.18 * S.L.$

作业:

完成工作单并画出下述三条曲线:

- 1) 作为鱼龄函数的标准体长。
- 2) 作为鱼龄函数的全长。
- 3) 作为鱼龄函数的体重。

工作单 3.1

鱼龄 年	标准体长 cm	全长 cm	体重 kg	鱼龄 年	标准体长 cm	全长 cm	体重 kg
0.5				8			
1.0				9			
1.5				10			
2				12			
3				14			
4				16			
5				请不要在图中使用 16 以上的鱼龄			
6							
7				20			
				50			

练习 3.1.2 以体重为依据的 von Bertalanffy 生长方程

Pauly(1980 年)确定了印度尼西亚西部黑边鲷(*Leiognathus splendens*)的如下参数:

$L_{\infty}=14\text{cm}$

$K=1.0/\text{年}$

$q=0.02332$

$t_0=-0.2\text{ 年}$

作业: 完成工作单并画出体长和体重转换的 von Bertalanffy 生长曲线。