

鱼类资源评估^{FORTRAN}程序选集

上 海 水 产 大 学

鱼类资源评估FORTRAN程序选集

S. Eugene Sims 编

周应祺 王维权 译

上海水产大学

译 者 说 明

世界上已广泛应用电子计算机来处理渔业资源的数据资料，对资源进行分析评估。农牧渔业部水产局和联合国粮农组织在上海水产大学等单位先后举办了多次训练班和讨论会，来推动这项技术在我国的应用。上海水产大学高教研究室汪天生同志多次与译者交谈，认为要提高渔业学科的水平，一个重要的方面是将现代计算技术吸收到渔业学科中加以应用。在他的促进和支持下，我们翻译了这本书，目的是推动计算技术在我国渔业资源评估中的应用。

本书是根据联合国粮农组织在1985年发表的第259号渔业技术文件“鱼类资源评估FORTRAN程序选集”编译的。原书编者是美国路易斯安那技术大学数学和统计学系的顾问S. Eugene Sims教授。他在选集中所收集的18个程序都是来自英美等国的渔业研究所，经过修改，并以FORTRAN IV语言使之规范化。其实用性和通用性都较强。每个程序都包括理论说明和使用说明、程序清单和实例，以便于读者采用和调试。由于微机的型号多样、工作性能和所具功能不一，故在采用这些程序时，可能还要做少量移植工作，此点务请读者注意。

由于我们的翻译水平所限，在文字和专业技术规范化上，难免有不少不当之处，敬请读者批评指正。

本书由黄晨同志编辑、校对，译者谨表谢忱。

上 海 水 产 大 学

周 应 祺 王 维 权

1987年2月

目 录

I 前 言	(1)
程序语言	(1)
程序说明文件	(1)
用户指南	(1)
通用的数学和统计学程序包	(2)
II 操作说明	(4)
1. 程序 CHTL	使用体长资料进行群体分析 (4)
2. 程序 VPA	有效的群体分析 (6)
3. 程序 CATCH-CURVE	渔获物曲线和死亡率分析 (9)
4. 程序 FMBPRED	由年龄组和年份来预测蕴藏量和渔获量 (13)
5. 程序 SURVIVOR	在不同的补充量和死亡率的情况下残存量的关系 曲线和表格 (22)
6. 程序 ITER	产卵补充量与各种不同补充量的关系 (26)
7. 程序 JOLLY-SEBER	由标志放流来估计死亡率和种群群体大小 (28)
8. 程序 LCANAL	从体长组成数据来评估努力量和网目尺寸的长期 变化 (32)
9. 程序 FPOW	用方差分析法来求相对捕捞能力(Robson 法) (34)
10. 程序 ECMD	单位补充量的 Beverton 和 Holt 产量表 (36)
11. 程序 MGEAR	用 Ricker 法分析几种渔具的单位补充量的平衡 产量 (39)
12. 程序 YPER	单位补充量的平衡产量, 相对等值线 (44)
13. 程序 WTLN	体重——体长曲线拟合 (46)
14. 程序 VONBER	将各年龄的体长数据与 Von Bertalanffy 生长 曲线拟合 (48)
15. 程序 FABENS	将标志放流重捕的数据与 Von Bertalanffy 生 长曲线拟合 (50)
16. 程序 ETAL	将 Von Bertalanffy 生长曲线, 包括一般的和 季节性的, 与任何体重——年龄或体长——年龄 数据拟合 (52)
17. 程序 ELEFAN	为给出的体长频率数据组成找出最佳拟合的生长 曲线 (56)
18. 程序 PROFIT	用一般的群体生产模式与渔获量、努力量数据相 拟合 (59)
III 程序清单	(63)

I. 前言

自从 Norman J. Abramson 在 1971 发表计算机程序手册^[1]以来,事态发展正如他所设想的那样,以计算机来解决鱼类资源评估中一些问题的做法得到广泛的应用。由于世界上使用计算机来评估可开发的海洋资源的趋势迅速增长,从而促使重新修订此书。

1982 年出版了一份由 J. F. Caddy 编辑的计算机程序目录^[2]。目录中所列出的程序都可以向不同的渔业研究所索取得到。本书是从这些程序中选出了一部份编成,其中有些是 Abramson 在 1971 年发表过的程序。如同过去的文章一样,本书仅列出程序的一般性质。它们可以与其他程序配合使用,构成一个针对某一特定渔业的程序库。总共有 18 个程序清单,每个之前都有程序说明文件。

程序语言

本书中的程序全都用 FORTRAN 写成,并已标准化,以符合 VS FORTRAN 66 的语言规定(3.1 版本),使之可用于 IBM 370/158。尽管 FORTRAN 语言已发展到 FORTRAN 77 水平,但我们考虑到,若按 FORTRAN IV 的版本来标准化,则这些程序更能适应人们的需要。为了达到这个目的,对其中几个程序做了较大的修改。特别是字符串的使用受到了限制。同时,所用的格式也转换成可用于 IBM 370 的整型数代码规格(A 4)。其他的编辑工作,例如把所有的变量名称都限制在 6 个字符以内,对达到上面所提到的标准都是很有必要的。

程序说明文件

每个程序前面的说明文件主要是从操作说明中直接摘取的,它们是由有关单位连同程序一起提供的。编入这些资料的目的是为了反映必要的程序修改过程,并保证文字描述更为统一。有些语言经过修改,使用了更为现代的术语,例如:随着“穿孔”发展成“输入”,我们将“卡片”改成为“记录”。

在有些情况下,说明文件是摘自程序编制者提供的参考资料。

所有的程序说明文件均包括四个部分。首先是目的部分,对程序的目的任务进行了概述,以便读者清楚地了解这个程序可完成什么任务。接着是一个鉴定部分,列出了原程序名称,编者姓名及工作单位。接着的是说明部分,介绍讨论了使用方法。最后是输入部分,说明如何输入给定的数据资料。

用户指南

如前所说,本选集中的子程序中的大多数已经过修改,以便适用于各种不同的计算机系

[1] Abramson, N. J. 1971 鱼类资源评估计算机程序。联合国粮农组织渔业技术文件(101): 148页。

[2] Caddy, J. F. 1982 世界鱼类资源评估程序目录以及供稿的国家和渔业研究所。联合国粮农组织渔业通告(746): 51页。

统。从整体上看,为了使用方便还做了一些别的修改。例如:输入和输出设备的编号,在主程序的开始处被分别定义为变量 LUR 和 LUW。同时在公共内存 (COMMON Storage) 里对这些变量加以说明,以便在需要时,供各子程序使用。现在,这些变量分别被定为 5 和 6。这是 IBM 370 操作系统里所使用的设备号,因此,这些号码有可能需要改动。此外,有好几个程序通过在 READ 语句里使用 END = nnn (这里 nnn 是语句编号) 参数来终止运行。而其他程序通过使用尾部记录 (通常是一个空白记录) 的方法来终止运行。

因为 FORTRAN IV 不允许用单词的直接词意自行构成程序,因此在编制程序时,没有打算采用单词的直接词意来自行构成程序。还有,为了程序清单排列清晰起见,将循环语句 DO 缩进排印,並以 CONTINUE 语句作为结束。此外,还在使语句标号保持适当的连续系列化上作了努力,将读 (READ) 和 (WRITE) 语句,格式 (FORMAT) 语句分别安排在语句标号为 5nn 和 6nn 范围里。由于这种做法对于长的程序並不实用,故没有在所有的程序里都采用。但不管怎样,本书中所介绍的程序都是用相对比较容易阅读的形式来表达的。

这些程序没有在微机上试用过。尽管如此,由于进行了标准化,故经少量修改后,大多数的 FORTRAN 编译程序是能与之兼容的。

通用的数学和统计学程序包

自较早的那本手册出版以来,已出现了好几个新的、可用于标准科学计算的软件包。这些综合性数学和统计学程序库使得用户可以具备数字分析和统计的专门技能。一般地说,这些程序库采用多种语言编写,便于各种不同的计算机采用。在这些标准的程序库里,有些子程序可以用来与完成专门任务的程序连用,就如本书中所包含的那些,则可生成一个十分通用的总软件包。

这里有二个综合的程序库: 1. 用多种语言写成的子程序; 2. 就像候补队员一样,它将与主要的特定的 FORTRAN 程序配合。下面将介绍:

International mathematics and Statistics Library

国际数学和统计学程序库 (IMSL)

它汇集了精确,可靠,经调试过的程序,可以从 FORTRAN 程序中调用,来帮助解决数学和统计上的问题。

有兴趣的用户可与下者联系:

IMSL

NBC Building

7500 Bellaire V_oulevard

Houston, Texas 77036

U.S.A.

Numerical Algorithms Group (NAG) Library

数字算法集团程序库。

这是一个尾部记录型的计算机子程序组,为解决在各种不同领域里所遇到的,广泛的数学和统计学问题而设计的。该程序库中有 FORTRAN 语言的程序。

详细情况请问:

Numerical Algorithms Group Limited

NAG Central Office

7 Banbury Road

Oxford OX2 6NN

U. K.

有一个不完全的为应用统计技术而设计的程序库目录如下:

Biomedical Computer Programs (BMDP)

Health Sciences Computing Facility

University of California at Los Angeles

Los Angeles, California 90024

U. S. A.

MINITAB

Minitab, Inc.

215 Pond Laboratory

University Park, Pennsylvania 16802

U. S. A.

Statistical Analysis System (SAS)

SAS Institute, Inc.

Box 8000

Cary, North Carolina 27511

U. S. A.

后二个软件包, 如同 IMSL 软件包一样, 是可以用于微机的。

II. 操作说明

1. 程序 CHTL

目的

渔获物体长组成的群体分析。

鉴定

程序 CHTL

P. Jones 博士

英国, 苏格兰, 阿伯丁海洋实验室 (Marine Laboratory, Aberdeen, Scotland.)

说明

本程序应用 Von Bertalanffy 所假定的生长曲线, 把按体长分类的渔获物数据中的体长转换成年龄, 并在此基础上进行群体分析。在输入已知的自然死亡率 M , 和鱼类最大体长组的 F/Z 估计值后 (F = 捕捞死亡率, $Z = F + M$), 就可计算出各种体长组在海洋中的数量和 F/Z 值。该程序还可以计算一定范围的 L_{∞} 和 M/K 值, 这里 L_{∞} 和 K 是 Von Bertalanffy 生长曲线中的参数。

输入

输入数据的构成如下:

1) 输入参数:

<u>纵列</u>	<u>内容</u>
1—10	L_{∞} 的初始值 (F10.0)
11—20	L_{∞} 的增量 (F10.0)
21—25	L_{∞} 值的数量 (I5)
26—35	最小体长 (F10.0)
36—45	M/K 的初始值 (F10.0)
46—55	M/K 的增量 (F10.0)
56—60	M/K 值的数量 (I5)

2) 进一步输入的参数:

<u>纵列</u>	<u>内容</u>
1—10	F/Z 的终值 (F10.0)
11—15	体长组的数量 (I5)
16—25	自然死亡率 (F10.0)
26—35	体长组的间隔步长 (F10.0)
36—40	数据组的数量 (I5)

3) 渔获量数据: 格式 Format (F10.0)

从最大的体长组开始输入各个体长组的渔获量, 每个记录只有一个数值。

输出

这个程序的输出是一系列的表格, 每个表格对应于一套 L_{∞} 和 M/K 值的组合。对于各个体长组, 下述各项以表格输出:

(i) 上岸量 (渔获量)

(ii) 在海洋中的数量。这个数量是指达到一个特定的体长的鱼, 而不管达到这个体长所需的时间是多久。

(iii) 平均数量。这是在海洋中, 任何时刻, 未被捕获所剩下的个体数量。

(iv) F/Z

(v) DT ——在各个体长组中从最小体长生长到最大体长所需的时间。

(vi) ZDT

(vii) FDT

(viii) Z

程序清单: 见65页。

参 考 文 献

POPE, J. G., 1972. "An Investigation of the Accuracy of Virtual Population Analysis using Cohort Analysis". I. C. N. A. F. Res. Bull. No. 9.

2. 程序 VPA

目的

应用 Murphy 的方法来解决渔获物方程,从而进行有效的鱼类群体分析(VPA)。

鉴定

程序 VPA (以 W. W. Fox, Jr. 编制的 CROCO 程序为基础)。

J. Y. LeGall 和 M. Ragueneas。

法国,布雷斯斯特,国家海洋开发中心,布列塔尼海洋学中心(Centre Oceanologique de Bretagne, CNEXO, Brest, France)

说明

VPA 广泛地应用于已开发的海洋渔业资源评估,它对于渔获量方程和残存量方程通过分段,逐步地在时间上由后向前推移,一组连一组地求出各个不同时期中的群体尺寸和捕捞死亡率。这二个方程的形式如下:

$$1) \quad C_i/N_{i+1} = F_i(\exp(Z_i) - 1)/Z_i$$

$$2) \quad N_i = N_{i+1} \exp(Z_i)$$

式中:

C_i = i 时期的渔获量;

M_i = i 时期的自然死亡率;

F_i = i 时期的捕捞死亡率;

N_i = i 时期初始的群体尺寸;

$Z_i = F_i + M_i$ = i 时期总的死亡率。

各个时期的渔获量和自然死亡率应是已知数。此外,为了一组一组地求出方程的解,取样中最后一个时期的捕捞死亡率和最大年龄组也必须为已知数。

Murphy 的方法就是在上面二个方程式中将群体尺寸 N_i 和 N_{i+1} 删除,归并为一个方程。然后用 Bisection 的方法解出 F_i 。这个方法如果迭代 10 次还不收敛就会自动终止。

输入

输入记录按下述形式设置:

1) 题目卡: 格式 FORMAT (20A4)

2) 第一个数据记录: 格式 FORMAT (3I2, I4, I1)

纵列	内容
1— 2	IAGER: 最小年龄组的年龄。
3— 4	IAGET: 年龄组的数量。
5— 6	IT: 需要研究的年代的数量。
7—10	IYEAR: 研究的第一个年代。
11	IMOR: 0 ——自然死亡率为常数;

1 ——自然死亡率随年龄而变化。

3)接着的二个记录: 格式 FORMAT (10F8.0)

选择 0 为:

纵列	内容
----	----

1—10 M: 为常数的自然死亡率。

选择为 1:

纵列	内容
----	----

1—80 M: 随年龄而变化的自然死亡率。

如果 IAGET ≤ 10 或 IMOR = 0, 则只使用一个记录。

4)接着的二个记录: 格式 FORMAT (10F8.0)。

纵列	内容
----	----

1—80 W: 各个年龄组的重量。

如果 IAGET ≤ 10 , 则只使用一个记录。

5)下一个记录: 格式 FORMAT (2I2)。

纵列	内容
----	----

1— 2 IAGMA: 最初成熟的年龄。

3— 4 IREC: 补充群体补充的年龄。

6)下一个记录: 这里 $R \leq 60$, 格式 FORMAT (10F8.0)。

纵列	内容
----	----

1—80 CPN: 用各年份的年龄组表示的渔获量矩阵。
IAGET * IT 值。

7)接着的三个记录: 格式 FORMAT (10F8.0)。

纵列	内容
----	----

1—80 CPP: 每年捕捞重量的捕捞矢量。IT 值。

如果 IT ≤ 10 , 则只使用一个记录, 如果, $10 < IT \leq 20$, 则使用 2 个记录。

8)接着的二个记录: 格式 FORMAT (10F8.0)。

纵列	内容
----	----

1—80 FN: 最后一年的年龄组捕捞死亡率矢量。
IAGET 数值。

如果 IAGET ≤ 10 , 则只使用一个记录。

9)接着的三个记录: 格式 FORMAT (10F8.0)。

纵列	内容
----	----

1—80 FNA: 所研究的每一个年份中最大年龄组的捕捞死亡率矢量。IT 数值。
如果 $IT \leq 10$, 则只使用一个记录。如果, $10 < IT \leq 20$, 则使用2个记录。

10)下一个记录: 格式 FORMAT (I2)。

纵列	内容
----	----

1— 2	IFAG: 关于选择计算某一个年龄组在某一年份系列中的平均值F。 0 表示不计算, 或者紧接着这个记录进入 IFAG 个记录组。
------	---

11)接着的 IFAG 个记录: 格式 FORMAT (I2, 2I4)。

纵列	内容
----	----

1— 2	IAG: 对应于所需要的平均值 F 的年龄。
3— 6	IAN1: 年份系列的开始年份。
7—10	IAN2: 年份系列的最终年份。

如果 IFAG = 0, 则不需要这个记录。

12)下一个记录: 格式 FORMAT (I2)

纵列	内容
----	----

1— 2	IFAN: 关于选择计算某一年龄系列中的平均值 F (采用加权或不加权)。如果 IFAN = 0, 则不计算, 否则进入 IFAN 个记录组。
------	---

13)接着的 IFAN 个记录: 格式 FORMAT (2I4, 3I2)

纵列	内容
----	----

1— 4	IAN1: 年份系列的开始年份。
5— 8	IAN2: 年份系列的最终年份。
9—10	IAG1: 年龄系列的开始年龄。
11—12	IAG2: 年龄系列的最终年龄。
13—14	IPON: 输入为 0: 则不加权平均计算; 输入为 1: 则加权平均计算。

14)下一个记录: 格式 FORMAT (I2)

纵列	内容
----	----

1— 2	IPO: 关于选择计算每个年龄组, 在一系列年份中的平均群体尺寸。如果为 0, 则不计算, 否则进入 IPO 个记录组。
------	--

15)接着的 IPO 个记录: FORMAT (2I4)

纵列	内容
----	----

1— 4	IAN1: 年份系列的开始年份。
5— 8	IAN2: 年份系列的最终年份。

该程序可以在按需要多少组数据资料就用多少组数据的情况下执行。

程序单清: 见67页。

3. 程序 CATCH-CURVE

目的

渔获物曲线和死亡率分析。

鉴定

程序 FRG705

Lawrence E. Gales —— 1964年1月。

美国, 华盛顿大学, 渔业研究所 (Fisheries Research Institute, University of Washington)。

说明

Chapman 和 Robson (1960年) 以及 Robson 和 Chapman (1961年) 对渔获物曲线分析的一般性问题进行了讨论。本程序是根据这两篇文章的结论而编制的。所以在使用之前应先参阅这两篇文章。

本程序是从观察到的渔获量 $N_0, N_1, \dots, N_t$ 矢量的统计资料进行计算, 这里 N_i 是年龄为 “j” (编码) 的鱼类渔获量。这个程序有四种选择。

“选择1”假定: 1) 对所有记入渔获量矢量的年龄组来讲, 补充量和每年的残存量为常数; 2) 采样的渔具可以捕捞到渔获量矢量中包含的所有年龄组; 3) 在渔获量矢量中各条鱼的年龄是已知数。

选择1: 计算下列各项

估算残存率

残存率的方差

残存率的标准误差

残存率的95%置信区间

瞬时死亡率

估算瞬时死亡率

瞬时死亡率的方差

死亡率的95%置信区间

“选择2”是检验下述假定条件, 即0年龄组与较高年龄组相比较时的相对频率, 它不可以比在选择1的假定条件下所期望的频率有很大偏离。

选择2: 计算最佳评估与 Heinke 评估之间误差的 χ^2 统计量。如果统计量大于 CHI (预期置信水平的 χ^2 值) 则渔获量被记作:

$$N_1 - - - > N'_0$$

$$N_2 - - - > N'_1$$

$$N_3 - - - > N'_2$$

$\vdots$

$$N_t - - - > N'_{t-1}$$

由上述计算得出新的矢量 $N'_0, \dots, N'_{t-1}$ 。

多次反复这个检验直到统计量小于 CHI, 即理论的 χ^2 值。它具有一维自由度, 该自由度规定了检验的显著性水平。CHI 还用作一控制记录, 如果统计量小于 CHI, 则输出的结果与选择 1 相同。

“选择 3”是用于当选择 1 的假定 1) 和 2) 应该满足时, 而高龄鱼的年龄编码年龄大于“K”而不能适用的情况。选择 3 假定在渔获量矢量中, 对于鱼类年龄 $K+1, K+2, \dots, I$ 所记录的相对频数是不可信的。

选择 3: 为了求出年龄为 $K+1$ 到 I 的渔获物总和, 同时应用渔获物矢量 $N_0, N_1, \dots, N_K, m$ 计算像选择 1 一样的输出结果, 这里 $m = N_{K+1} + \dots + N_I$ 。

“选择 4”允许使用者将捕捞曲线细分成一定数量的线段。在选择 1 中所列出的假定条件在一定线段内也许可以满足具有连续的年龄组的条件, 但是对于一条渔获物曲线的不同的线段内的各个年龄组是不成立的。因为渔获物曲线上各分段可能是探索性的, 所以该程序允许使用相互有所复盖的线段, 即一个年龄组可以在不止一个线段内出现。

选择 4: 计算与选择 1 具有相同的输出结果, 各个线段内的渔获物矢量 $(i_1, i_2), (i_3, i_4), \dots, (i_P, i_{P+1})$, 此处如果 $i_j = A$ 和 $i_l = B$, 则 (i_j, i_{j+1}) 是指线段 $N_A, \dots, N_B$ 。

然后可反复解 Chapman 和 Robson (1960) 的方程 (19), 来计算出渔获物曲线第 j 段的残存率 S_i 的估计值。

输入

所有选择都应共同输入, 其输入组成如下:

第 1 组: 按格式 FORMAT (9F8.0) 输入渔获物矢量的一组记录。在纵列 1—8, 9—16, $\dots$, 65—72 记入渔获量 N_i (带有小数点)。

第 2 组: 一个空白的记录。

第 3 组: 一个参数记录, 用以详细说明所取的选择, 鱼类充分补充的年龄 (AFR), CHI (仅适用选择 2), $K+1$ (仅适用选择 3) 和标识符, 均按格式 FORMAT (I1, F2.0, F6.3, I4, 6X, 12A4) 方式记入。

在所有的选择中第 1 组, 第 2 组都是相同, 不变的, 而参数记录 (第 3 组) 按以下列方式记入:

所取的选择是用一位阿拉伯数字 1, 2, 3, 或 4 来标识的, 记入纵列 1。

AFR 是一个 2 位取整的数字, 记入纵列 2 和 3。

CHI 是一个 5 位数字 (带小数点), 记入纵列 4—9。

$K+1$ 是一个 4 位取整的数字 (没有小数点), 记入纵列 10—13。

标识符是任何字母和数字组成的信息, 记入纵列 20—70。

选择 4 需要一个第四组的数据记录, 按格式 FORMAT (20I2) 读入各段内的 $(i_1, i_2), (i_3, i_4) \dots$ 等等。 i_1 是一个 3 位取整数 (不带小数点), 记入纵列 1—3, i_2 记入纵列 4—6, $\dots$ 。 $i_P \leq P$ 是一个奇数, 因此初始段为 (i_P, i_{P+1}) , 它总是一个 3 位取整数 (不带小数点), 记入纵列 $3P-2$ 到 $3P$ 。

输入:

数据举例:

$$N_0 = 118$$

$$I = 9$$

$N_1 = 73$
 $N_2 = 36$
 $N_3 = 30$
 $N_4 = 25$
 $N_5 = 21$
 $N_6 = 16$
 $N_7 = 14$
 $N_8 = 10$
 $N_9 = 1$

$AFR = 6$
 $CHI = 3.84$
 $K + 1 = 4$
 $(i_1, i_2) = (0, 3)$
 $(i_3, i_4) = (2, 4)$

选择 1

第 1 组	记录 1 纵列	N_0 $\frac{1 \ 1 \ 8}{1-8}$	N_1 $\frac{7 \ 3}{9-16}$
		N_2 $\frac{3 \ 6}{17-24}$	N_3 $\frac{3 \ 0}{25-32}$
		N_4 $\frac{2 \ 5}{33-40}$	N_5 $\frac{2 \ 1}{41-48}$
		N_6 $\frac{1 \ 6}{49-56}$	N_7 $\frac{1 \ 4}{57-64}$
	=	N_8 $\frac{1 \ 0}{65-72}$	
	记录 2 纵列	N_9 $\frac{1}{1-8}$	

第 2 组 { 记录 3
纵列 空白记录

第 3 组 { 记录 4
纵列

选择	AFR	识别符
$\frac{1}{1}$	$\frac{6}{2 \ 3}$	$\frac{H \ A \ U \ L \ 1}{20-70} \dots$

选择 2 记录 1, 2 (第 1 组) 和 3 (第 2 组) 相同。

	选择	AFR	CHI	识别符
第 3 组 {	记录 4	$\frac{2}{1}$	$\frac{6}{2 \ 3}$	$\frac{3 \ . \ 8 \ 4}{4-9}$
	纵列			$\frac{H \ A \ U \ L \ 1}{20-70} \dots$

选择 3 记录 1, 2 (第 1 组) 和 3 (第 2 组) 相同

	选择	AFR	CHI	K+1	识别符
第 3 组 {	记录 4	$\frac{3}{1}$	$\frac{6}{2 \ 3}$	$\frac{4}{10-13}$	$\frac{H \ A \ U \ L \ 1}{20-70} \dots$
	纵列				

选择 4 记录 1, 2 (第 1 组) 和 3 (第 2 组) 相同。

	选择	AFR	识别符
第 3 组 {	录记 4	$\frac{4}{1}$	$\frac{6}{2 \ 3}$
	纵列		
			$\frac{H \ A \ U \ L \ 1}{20-70} \dots$

		i_1	i_2	i_3	i_4
第 4 组 {	记录 5	$\frac{0 \ 0}{1 \ 2 \ 3}$	$\frac{0 \ 3}{4 \ 5 \ 6}$	$\frac{0 \ 2}{7 \ 8 \ 9}$	$\frac{0 \ 4}{10 \ 11 \ 12}$
	纵列				

限止范围

$$I \leq 99$$

$$0 \leq N_i \leq 99999.9$$

$$0 \leq AFR \leq 99$$

$$\text{分段数} \leq 10$$

程序清单: 见 76 页。

参 考 文 献

- Chapman, D.C. and D.S. Robson, 1960. The analysis of a catch curve. *Biometrics*, 16: 354-68.
- Robson, D.S. and D.G. Chapman, 1961. Catch curves and mortality rates. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 90: 181-9.

4. 程序 FMBPRED

目的

FMBPRED 是一个各参数之间相互影响, 重复计算的程序。当给出初始条件后, 可预测鱼类群体大小和捕捞量的数量和重量, 预测的范围高达 20 年中的 15 个年龄组。这个程序能反复运行, 在各次运行之间可改变一个或多个项目的数据。

鉴定

程序 FMBPRED

R.K. Mayo

美国, 麻省, 伍兹霍尔, 东北渔业中心, 国家海洋渔业服务中心 (National Marine Fisheries Service, Northeast Fisheries Center, Woods Hole, Massachusetts)。

说明

i 年份的捕捞量 (年龄为 j 的数量) 可按下列方程计算:

$$NC_{ij} = NS_{ij} \cdot \frac{F_{ij}}{F_{ij} + M_{ij}} \cdot 1 - \exp[-(F_{ij} + M_{ij})]^*$$

式中:

NC = 渔获物的尾数;

NS = 资源群体的尾数;

F = 捕捞死亡系数 (捕捞死亡率 × 选择系数);

M = 自然死亡系数 (自然死亡率 × 选择系数。)

渔获物的重量按下式计算:

$$WC_{ij} = NC_{ij} \cdot AW_{ij}$$

式中:

WC = 渔获物的重量;

AWC = 渔获物中年龄为 j 的鱼类的平均体重。

前一年的资源群体的尾数可按下列式计算:

$$NS_{i+1, i+1} = NS_{ij} \cdot \exp(-(F_{ij} + M_{ij}))$$

和

$$NS_{i+1, 1} = R_{i+1}^{**}$$

* 此处疑为有误, 应为 $NC_{ij} = NS_{ij} \cdot \frac{F_{ij}}{F_{ij} + M_{ij}} \cdot (1 - \exp(-(F_{ij} + M_{ij})))$ ——译者。

** 此处疑为有误, R_{i+1} 应为 $R_{i+1, 1}$ ——译者。