

世界生态的灰色预测

付金水

(江西省宜春市人民政府)

提要 世界生态是一个多目标、多因素的灰色控制系统。本文利用灰色原理，建立了世界十大生态系统的灰色模型群，并对 2000 年进行了预测。

一、引言

生态问题是人类普遍关注的问题，近几十年来，世界经济得到了很大发展，但生态破坏也很严重。为了正确反映世界变化规律，并对未来进行有效的控制，本文将运用灰色计量模型进行定量分析，为研究世界生态，改善环境开辟新途径。

二、灰色模型的建模程序

1、建立灰色模型。

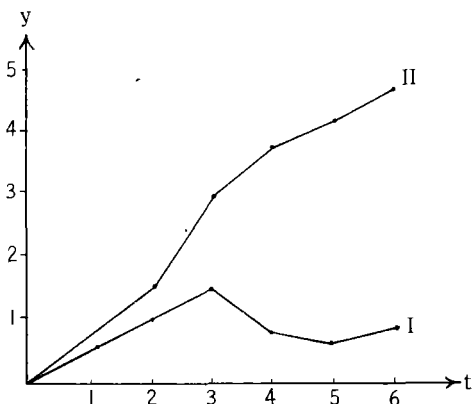
(1) 数据处理

要模拟生态系统利用原始数据作出的曲线比较困难，采用数据累加生成办法弱化随机性和波动性。其公式：

$$x^{(1)}(i) = \sum_{m=1}^i x^{(0)}(m).$$

得集合： $X^{(0)} = (X^{(0)}_1, X^{(0)}_2, \dots, X^{(0)}_n)$

(2) 模拟曲线，构造灰色模型。



利用原始数据 $X^{(0)}$ 和累加生成数据 $X^{(1)}$ 分别作出曲线 I 和 II。曲线 I 难模拟，但曲线 II 可用如下微分方程

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = u \text{ 模拟}$$

解微分方程得灰色模型：

$$\hat{x}^{(1)}_{(i)} = (x^{(0)}_{(1)} - \frac{u}{a})e^{-ai} + \frac{u}{a}$$

(3) 利用最小二乘法求解参数 a 、 u 。

$$\hat{a} \begin{bmatrix} a \\ u \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T y_N$$

其中：

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[x^{(1)}_{(1)} + x^{(1)}_{(2)}] & 1 \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}_{(2)} + x^{(1)}_{(3)}] & 1 \\ \dots\dots\dots \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}_{(n-1)} + x^{(1)}_{(n)}] & 1 \end{bmatrix} \quad y_N = \begin{bmatrix} x^{(0)}_{(2)} \\ x^{(0)}_{(3)} \\ \dots \\ x^{(0)}_{(n)} \end{bmatrix}$$

(4) 考虑时间响应函数的离散化，用 a 、 u 代入得灰色模型：

$$\hat{x}^{(1)}_{(i+1)} = (x^{(0)}_{(1)} - \frac{u}{a})e^{-ai} + \frac{u}{a}$$

($i = 0, 1, 2, \dots, n$)

2、模型检验

可采用三种方法进行。

$$(1) \text{ 计算离差率: } E(i) = \frac{x^{(1)}_{(i)} - \hat{x}^{(1)}_{(i)}}{x^{(0)}_{(i)}}$$

式中： $\hat{x}^{(0)}_{(i)} = \hat{x}^{(1)}_{(i)} - \hat{x}^{(1)}_{(i-1)}$

(2) 后残差检验

$$\text{令 } \bar{x}^{(0)} = \sum_{i=1}^n x^{(0)}_{(i)} / n$$

$$\text{残差方程 } S_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x^{(0)}_{(i)} - \bar{x}^{(0)})^2$$

$$\text{令 } \bar{\varepsilon}^{(0)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{(i)}^{(0)} - \hat{x}_{(i)}^{(0)}),$$

$$\text{观测方差 } S_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\varepsilon_{(i)}^{(0)} - \bar{\varepsilon}^{(0)})^2,$$

则后验差比值: $C = S_2 / S_1$

$$\text{计算小误差概率 } P = P\{|\varepsilon_{(i)}^{(0)} - \bar{\varepsilon}^{(0)}| < 0.6745S_1\},$$

根据下表进行模型精度等级判断:

精度等级 \ 指标		P	C
好	一级	> 0.95	< 0.35
合格	二级	> 0.80	< 0.50
勉强	三级	> 0.70	< 0.45
不合格		≤ 0.70	≥ 0.65

(3) 图象比较。作出实际线和观测线进行比较。

3、建立预测模型群

由于生态系统实测指标一般时间短, 若预测时间较长误差会过大, 为了提高预测精度, 故此建立灰色预测模型群, 即用上述预测模型计算第一个新预测年值 R+1 后, 去掉第一个原始数据, 补上第 i+1 年的预测值, 组成新的序列数, 又建立新的模型。若预测计 2 年, 则去掉原始数据前两个, 补上后两个预测数。由此类推, 若预测年为 m 个, 则需要建立 m 个预测模型。

三、十大生态系统的灰色模型群

利用联合国《统计年鉴》等有关资料, 运用灰色模型原理建成十大生态系统的 31 个主模型, 555 个子模型。

主模型如下:

1、人口模型

$$\text{1) 人口模型}$$

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 254\ 420.9e^{0.01787064i} - 249\ 912.9$$

2.农业生态系统

2) 耕地模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = -129\ 324.3e^{-0.01095969i} + 130\ 794.3$$

3) 灌溉模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 1\ 510.875e^{0.1316372i} - 1\ 344.375$$

4) 肥料模料

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 199.9996e^{0.2608701i} - 154.7996$$

5) 谷物模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 91\ 069.41e^{0.0185082i} - 89\ 383.41$$

3.森林生态系统

6) 森林模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = -13\ 581.660e^{-0.000301i} + 13\ 585.760$$

7) 原木砍伐模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 38\ 507.29e^{0.0698967i} - 35\ 906.29$$

8) 薪炭模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 9\ 408.866e^{0.1423515i} - 8\ 134.866$$

4、畜牧生态系统

9) 草原模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 968\ 662.1e^{0.003251806i} - 965\ 545.1$$

10) 猪牛羊模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 4\ 159.229e^{0.02633092i} - 4\ 049.229$$

5、能源生态系统

11) 能源生产模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 750\ 775.7e^{0.01185142i} - 741\ 483.7$$

12) 能源消费模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 441\ 839.1e^{0.01882838i} - 433\ 273.1$$

6、渔业生态系统

13) 海鱼总捕量模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 757\ 700.5e^{0.07939333i} - 699\ 847.5$$

14) 太平洋海鱼捕量模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 279\ 860e^{0.115239i} - 249\ 975$$

15) 大西洋海鱼捕量模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = -303\ 701.7e^{-0.07793766i}$$

+ 327 771.7

16) 印度洋海鱼捕量模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 18\ 291.64e^{0.1679633i} - 15\ 553.64$$

7. 海岸生态系统

17) 红树林模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = -1.524\ 264e^{-0.1487066i} + 1.769\ 093$$

18) 海草层模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = -2.462\ 141e^{-0.0995211i} + 2.719\ 957$$

19) 珊瑚礁模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = -1.141\ 151e^{-0.09954488i} + 1.260\ 667$$

20) 海岸油污染模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = -9\ 791.511e^{-0.479625i} + 14\ 330.51$$

8. 自然生态保护系统

21) 自然保护区模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 97.22864e^{0.6088091i} - 16.22864$$

22) 受威胁的野生哺乳动物模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 1\ 956.237e^{0.2444869i} - 1\ 634.237$$

9. 水资源系统

23) 总用淡水模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 50\ 890.59e^{0.3187076i} - 38\ 790.59$$

24) 民用淡水模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 3\ 053.433e^{0.3187077i} - 2\ 307.433$$

25) 工业用淡水模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 10\ 687e^{0.3187071i} - 8\ 646.004$$

26) 农业用淡水模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 37\ 150.08e^{0.3187078i} - 27\ 317.08$$

10. 大气生态系统

27) CO₂ 模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 499\ 451.5e^{0.014173i} - 494\ 196.5$$

28) CFC_s 模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 24\ 715.47e^{0.02312139i}$$

- 24 122.17

29) SO₂ 模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = -628.8559e^{-0.08860516i} + 674.8559$$

30) SPm 模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = 6\ 824.053e^{0.02903921i} - 6\ 542.053$$

31) PH 模型

$$\hat{x}^{(1)}(i+1) = -293.7531e^{-0.0230166i} + 300.5531$$

四、2000 年世界生态的预测

运用上述模型群(子模型未列出), 预测世界生态 2000 年的情景, 其增长速度或减少速度均是以 1985 年为基础计算而得到的。有些参数经过修改而定的。

1. 人口系统

世界人口将继续增长, 到 2000 年将达到 63.28 亿, 平均递增 1.81%, 这与美国《2000 年全球报告》预测数字非常接近。

2. 农业生态系统

世界耕地面积到 2000 年将减少到 1183Mha, 每年递减 1%; 灌溉面积将增到 276.59Mha, 每年递增 1.5%; 施肥量将由 1985 年的每公顷 80.2kg 增加为 117.6kg, 所以谷物产量仍然会增加, 2000 年将达到 2330.3Mt, 每年平均递增 1.51%。

3. 森林生态系统

2000 年森林面积减少到 4064Mha, 而原木砍伐量和薪炭生产分别由 1989 年的 3075.4Mm³, 1716.1Mm³ 增加到 3821Mm³ 和 2692.746Mm³, 林木的生长量赶不上砍伐量。

4. 畜牧生态系统

草原面积 2000 年达到 3345.2Mha, 略有增加, 每年递增 0.36%; 猪、牛、羊饲养量也会有所增长, 每年平均递增 2.61%, 到 2000 年猪、牛、羊肉将达到 173.6Mt。

5. 能源生态系统

到 2000 年能源会继续短缺, 生产量每年递增 1.12%, 2000 年将达到 11211Mt, 而消费量每年递增 1.84%, 2000 年将达到

12 010Mt, 生产满足不了消费。

6、渔业生态系统

世界海鱼捕量将会缓慢增长, 每年递增 1.6%, 2000 年将达到 88 786kt。印度洋每年递增 3.40%, 太平洋递增 2.32%, 而大西洋每年按 1.55% 的速度下降。

7、海岸生态系统

和大海相联系的海岸生态系统, 将会继续恶化。尽管海岸油污染会有所减少, 但红树林、海草层、珊瑚礁分别按 1.48%、1.0%、1.0% 的速度下降。

8、自然生态保护系统

自然生态保护区发展较快, 到 2000 年将达到 930Mha, 平均每年递增 5.10%。但由于森林面积继续减少, 野生哺乳动物仍然有遭受灭绝的危险。受威胁的哺乳动物将由 1989 年的 885 种上升到 1448 种, 每年平均递增 3.3%。

9、淡水资源系统

水是一种宝贵的资源, 2000 年总用水量达到 68 348 亿 m^3 , 平均每年递增 3.12%。其中: 民用水达到 4101 亿 m^3 , 占总用水量的 6%; 工业用水达到 14 353 亿 m^3 , 占总用水量的 21.0%; 农业用水达 49 894 亿 m^3 , 占总用水量的 73%, 而且增长幅度最大, 为 3.49%。

10、大气生态系统

大气质量没有明显好转, 到 2000 年 CO_2 的排放继续维持 1985 年的高水平。达到 5302Mt。CFC_s 将达到 894kt。平均每年增长 2.25%, SPM 为 $225.8\mu\text{g}/\text{m}^3$, 平均每年增长 0.52%, PH 值为 6.1, 只是 SO_2 , 由 1985 年的 $48.4\mu\text{g}/\text{m}^3$, 下降为 $37.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。地球有可能继续变暖。使生态失去平衡。

五、结论

1、生态系统具有鲜明的灰色性, 迫切需

要新的数学手段进行分析。灰色计量模型具有需要样本少, 收集资料容易、程序简单、运算方便、允许灰色数据存在等优点, 因而能够较好地描述分析生态系统。

2、文中建立的灰色计量模型群, 克服了单一依赖一个模型进行长期预测, 产生不准确的弊病, 运用一组模型预测一个结果, 提高了精度。

3、灰色计量模型是时间序列的拟合模型, 只能反映时序的特点, 难反映预测对象在各个发展阶段的特征或趋势, 存在一定的局限性。

4、2000 年预测结果表明: 世界生态不容乐观, 面对的问题很严峻, 资源承受能力减退, 种物继续减少, 森林滥砍乱伐, 土壤退化厉害, 环境污染严重, 需要实行国际新合作, 共同保护生态环境。

参考文献

1. 邓聚龙《灰色系统-社会、经济》国防工业出版社, 1985 年。
2. 《中国统计年鉴》(1981~1987 年), 中国统计出版社。
3. 美国环境质量委员会:《给总统的 2000 年全球报告》, V·S·A。
4. 联合国粮农组织 (FAO), 1985 年, (V·S·A)。
5. 国际自然与自然资源保护联盟 (IUCN) 1985 年参考文献。
6. 1983 年世界银行年报 (世界银行, 华盛顿, 1983)。
7. 联合国水会议 (1978) 参考文献[5]。
8. 伯尔纳《热带近海生物资源的总估计》. 华盛顿专论报告, 1985 年。
9. 联合国环境规划署文献, 日内瓦, 1984 年。
10. 联合国国际经济、社会事务部《世界人口前景, 1982 年评价的估算的预测》, 纽约, 1985 年。

Grey Prediction of the World Ecosystem

Fu Jinshui

(Government of Yichun City, Jiangxi Province)

Abstract

The world ecosystem is a grey control system being multi-targets and multi-factors. In this paper, the grey model groups of 10 ecosystems of the world is established by the grey theory and the world ecosystem of 2000 is also predicted.

~~~~~  
(上接 17 页)

各方面支持和鼓励农业生态工程的建设。

### 4、建立组织机构,切实加强领导

一是把生态农业示范工程列入县“八五”计划,并作为县政府的工作重点。二是县成立生态县示范工程建设领导小组,由县政府领导任正副组长,有关部门主要负责人为成员,邀请

有关领导和专家为顾问,对生态县包括生态农业建设中的重大问题,进行协调,作出决策。三是成立生态县示范工程建设办公室,配备各种专业人员,具体负责生态示范工程建设的规划、协调和管理工作,配合县政府有关职能部门共同组织实施。

## 《干旱环境监测》1992 年征订启事

~~~~~  
由新疆环境监测网、新疆环境监测中心站主办的《干旱环境监测》,是环境监测专业学术期刊,它紧紧围绕环境监测技术业务,结合高、中、低各类技术层次,为广大环境监测科技工作者,为关心环境监测业务的各类专业技术人员服务的一份具有地区特色的刊物。刊物偏重技术建设,提供切实可行的技术情报,培养技术队伍。适合有关专业技术人员阅读。本刊为季刊,公开发行人,国内统一刊号为:CN65-1117/X,邮发代号:58-120,定价:1.50 元/册,全国各地邮局均办理订阅手续。

欢迎订阅《辽宁林业科技》

《辽宁林业科技》是由辽宁省林科院和辽宁省林学会联合主办的综合性林业科技期刊,主要刊出林木引种育种、种苗造林、森林经营、森林保护、林业机械等林学专业的优秀论文,林业生产试验、专业调查报告,科技兴林典型及科技致富经验等,为双月刊,公开发行人,刊号 ISSN1001-1714/CN21-1107/S。本刊自办发行,每期定价 2.00 元,全年定价 12.00 元,欲订者请向本刊编辑部索取订单。邮局汇款请寄沈阳市崇山东路鸭绿江街 12 号本刊编辑部;银行汇款至沈阳市农业银行于洪区柳条湖分理处,帐号:538159210;邮政编码:110032;电话:661312、661401。