

中国种子植物区系定量化研究

II. 多地区种子植物区系研究实用程序工作原理 (DDBJ-系列程序)*

傅德志 刘军**

(中国科学院植物研究所, 北京 100093)

摘要 本文介绍了定量化研究多个种子植物区系的电子计算机程序(DDBJ)工作原理, 简要讨论以共有属构建的区系间相似关系问题。应用本文提出的程序, 可一次性完成所有被研究区系种子植物分布区类型的统计及有关的计算工作, 同时也可根据各分布区类型及总体共有属, 构建各个区系间的相似性系数及其他有关的参数。本文以中国若干种子植物区系原始资料统计计算为例提供的 CAR(Computer Aided Research)方法, 可对全面深入地研究中国种子植物区系, 提供强有力的工具。

关键词 中国种子植物区系; 分布区类型; 区系相似性系数; DDBJ-程序

Quantitative studies on the spermatophyte floras of China I. Computer programs for studies on numerous floras (DDBJ-series) Fu De-Zhi and Liu Jun (Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing 100093), *J. Plant Resour. & Environ.* 1993, 2(4): 7~14

In this paper, the Computer Aided Research (CAR) method is adapted to the field of floristic studies, and a series of computer programs (DDBJ-series) are worked out and introduced here. The process of the computer programs for the quantitative study on different floras is explained in detail. The similarity coefficient obtained from the calculation of common genera among regional floras is mainly discussed. These programs can be used for the statistical analysis of the genera distribution types of any given floras in one time, and they can also make out various kinds of similarity coefficients according to the number of common genera among different floras. Some original flora data gained from different parts of China are treated with DDBJ to illustrate the working process of these programs. It is hoped that DDBJ-series programs could be used as a very useful tool in the comparative floristic study of Chinese seed plants.

Key words spermatophyte floras; China; distribution type; similarity coefficient; DDBJ-series

收稿日期 1993-07-27

* 覃海宁, 李振宇, 李良千, 杨亲二, 张宪春, 李奕, 薛燕红, 李永红等同志提供并参与大量原始资料的输入及核对工作, 特此致谢。

** 本文使用程序的开发和编写者。

一、多区系比较研究的困难和 CAR 研究方法

针对中国不同地区种子植物区系的比较研究问题,我们利用电子计算机辅助研究方法(Computer Aided Research, CAR),研制了中国多个种子植物区系定量化研究程序(DDBJ-程序),主要用于统计计算各个区系种子植物分布区类型^[3],各有关的比例数值和各区系相互间以共有属关系构建的相似性系数及有关的其他参数。在多区系的比较研究中,涉及的地区愈多,有关参数的计算量愈大,而多区系相互间共有属的统计及有关参数计算的劳动强度更是难以想象。一般情况下, n 个区系相互间共有属的统计即需进行 $n * (n-1)/2$ 次。因此研究人员即使进行多区系间相似关系的研究,一般也是仅选择少数几个区系,并仅计算根据各区系间共有属总数构成的总体相似性系数^[2,4,6,8,11]。

区系间以共有属总数构建的总体相似性系数,尽管对区系的研究有一定参考价值,但一般并不能表达区系间性质上的相似程度,因为总体相似性系数受到面积、每个区系丰度等因素的影响较大,同时也不能够很好反映各个区系的组成。如 A、B、C 三个分别具有热带、亚热带和温带性质的不同区系,相互间的总体相似性系数可能有 $S:b-a=S:b-c$ 或其他的可能情况,但仅在上述特例情况中,总体相似性系数可供分析和使用的信息就已经非常有限了。几乎任何研究人员都认识到这一点,并在参考使用总体相似性系数的同时,又大量进行各区系间在属种组成方面的比较分析工作,或根据植物地理学和分布学的一般规律及作者的经验进行判断。

相似性系数的选择和使用也存在许多问题,一般情况下,以两个地区共有属与其中较贫乏区系总属数相比得到的相似性系数^[5],并不能表达区系间的相似关系。本文提出的专用于区系原始资料处理的 DDBJ-1 程序,可一次性完成所有被研究区系属分布区类型的统计及有关的计算工作,同时也分别统计各区系间在每个分布区类型中的共有属及共有属的总数,并选用较常用的 Jaccard 系数,计算出各区系间在各分布区类型上的类型相似性系数及总体相似性系数。这样就为更客观地分析区系间的相似关系提供更多的信息,也避免了可能由于仅使用总体相似性系数而带来的弊病(DDBJ-1 输出的结果形式见附录 2 及表 1)。

区系间的相似关系,有多种研究和表达方式。根据不同的研究需要,可能要选用其他各种相似性系数,为此,我们也研制了专用于计算区系间以共有属构建相似性关系的 DDBJ-2 程序,在这一程序中计算出各区系间的 Jaccard、Simple Matching、Sorensen、Simpson 和 Braun-BI 等几种常用的总体相似性系数^[1,7,9,10,11],并可选用上述任意一种计算各分布区类型相似性系数(见附录 2 及表 2 所示的形式)。实际上,在这一程序中,再加入其他有关相似性的计算公式进行运算亦非常方便。运用 DDBJ-程序对中国若干种子植物区系原始资料的初步试算结果见附录 2,为节省篇幅,附录 2 各表中仅列出运算输出结果的代表形式。

二、DDBJ-程序的原理及使用

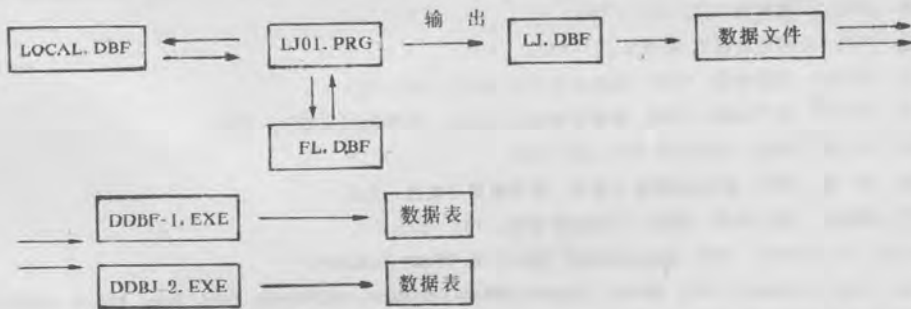
多地区种子植物区系定量化研究程序(DDBJ-程序)可对多个区系的原始资料按分布区类型进行各种复杂的统计和计算,从而使研究人员从繁琐的数学计算中解脱出来,专心于计算

结果的研究。DDBJ-程序包括以下几个文件:

1. 在数据库管理系统 FOXBASE plus 下运行的统计、求和程序 LJ01. PRG. 它处理包含多个地区种、属信息的原始数据库(FL. DBF), 根据分布区类型进行统计、求和运算, 完成中国属数、中国种数、各地区本地属、种数及两地区共有属数的计算。计算结果存入结果数据库(LJ. DBF)文件。

2. 用 Turbo Pascal 语言编写的 DDBJ-程序, 包括 DDBJ-1. EXE 和 DDBJ-2. EXE 两个可执行文件, DDBJ-1程序主要用于原始资料的处理, 它接收来自 LJ01. PRG 程序的数据库文件, 进行大量的数学运算, 并最终生成和附录2、表1那样的数据表, 存入一个数据文件, 以便编辑处理或打印输出, 供科研人员使用。DDBJ-2程序专用于相似性系数的计算, 它也接收来自 LJ01. PRG 的数据文件, 根据用户指定的相似性系数运算公式, 生成如附录2和表2那样的表。

2. 辅助程序、数据库文件及数据文件, 如存放原始资料的 FL. DBF, 存放中间结果的 LJ. DBF, 存放地名信息的 LOCAL. DBF 以及无数由用户生成的数据文件等等, 这些文件和 DDBJ-程序之间的关系如下:



考虑到区系原始数据库 FL. DBF 是在 FOXBASE plus 环境下建立的, 且数据量甚大, 同时 FOXBASE plus 又提供了现成的统计命令 COUNT 和求和命令 SUM, 所以将大量对原始数据库进行的统计、求和的任务交给 FOXBASE plus 处理, 并相应编制了命令文件 LJ01. PRG, 为了提高它的运算速度, 采取了数据库驻留虚盘、优化命令运行等技术措施, 尽管如此, 由于数据库包含的信息量太大, LJ01. PRG 的运算需很长时间, 如处理含40个地区的数据库, 在486微机上耗时2 h 40 min 左右, 这仍是本系统的“瓶颈”所在。

用 Pascal 语言编写的 DDBJ-程序, 接收 LJ01. PRG 的处理结果, 进行大量的数学运算, 而这正是高级语言的优势所在。编制 DDBJ-程序所面临的主要问题是内存空间不够, 解决的方法是充分利用 Turbo Pascal 语言的指针类型, 建立动态大数组, 其具体技术细节不再赘述。LJ01. PRG 与 DDBJ-程序之间的通讯是通过数据文件完成的, 数据文件由用户命令, 本工作采用数据文件传送数据, 利用混合语言编程技术, 将 FOXBASE plus 和 Pascal 语言有机地结合起来, 达到共同完成任务的目的, 取得了较好的效果。

DDBJ-程序的使用十分简单, 具有英文提示, 指示用户的操作。运行时, 要求用户输入所要处理的地区名, 为方便用户, 地名以一编号代替(此编号由作者规定), 键入“0”则表示结束输入, 计算完成之后, 屏幕提示用户“还要做吗?(Y/N)”, 回答“Y”则重复上述过程, 键入“N”则程序运行结束, 在 DDBJ-2程序中, 还要求用户选择相似性系数计算公式, 程序中提供

了5种计算公式可供选择,根据研究需要修改或增加计算公式也并不困难。

DDBJ-程序最初是在AST P286/140型机上运行通过的。DDBJ-程序运行的软、硬件环境为:

硬件环境:IMB PC/XT, AT 及其兼容机286、386及486。

软件环境:MS-DOS 3.30及其以上版本;25行汉字系统如LXPC plus等;汉字FOXBASE puls V. 2.00及其以上版本;Turbo Pascal V4.00及其以上版本。

植物分类学各有关学科正不断向量化研究方向发展,计算机技术作为强有力的研究工具,正不断地引入植物分类学领域,满足学科发展的需要,并使分类学者从繁琐统计计算中解脱出来,而专注本领域的研究。本文介绍的DDBJ-程序就是计算机辅助研究(CAR)方面的一次尝试。

参 考 文 献

- 1 P. 史尼斯, R. 索卡尔(1972著), 赵铁桥译. 1982; 数值分类学, 数值分类的原理和应用, 科学出版社, 北京.
- 2 李光照. 1985; 广西植物 5(3): 211~226.
- 3 吴征镒. 1991; 云南植物研究 增刊 N: 1~139.
- 4 应俊生, 李云峰, 郭勤峰等. 1985; 植物分类学报 28(4): 261~293.
- 5 莎菲尔(1930)著, 傅子楨译, 1958; 普通植物地理学原理, 高等教育出版社, 北京.
- 6 陈谦海, 王雪明. 1985; 贵州科学 3(2): 90~100.
- 7 武华吉, 刘 濂. 1983; 植物地理实习指导, 高等教育出版社, 北京.
- 8 梁畴芬, 梁建英, 刘兰芳等. 1985; 广西植物 5(3): 191~209.
- 9 Brown J H, A C Gibson. 1983; Biogeography. The C. V. Mosby Company.
- 10 Cheetham A H, J E Hazel. 1969; Binary (presence-absence) similarity coefficients. *Journ. Paleo.* 43(5): 1130~1136.
- 11 Ying T S, D E Boufford, Y L Tu. 1991; *Ann. Missou. Bot. Gard.* 78(2): 338~358.
- 12 Xu K X. 1989; *Callaya* 1; 93~108.

附录1 本程序使用数据库(主库)结构

| 字段 | 字段名 | 类型 | 宽度 | 小数位 | 字段 | 字段名 | 类型 | 宽度 | 小数位 |
|----|-------|-----------|----|-----|----|---------|---------|----|-----|
| 1 | E 码 | Numeric | 4 | | 10 | Local01 | Numeric | 3 | |
| 2 | H 码 | Numeric | 4 | | 11 | Local02 | Numeric | 3 | |
| 4 | 拉丁属名 | Character | 45 | | 12 | Local03 | Numeric | 3 | |
| 5 | 中文属名 | Character | 16 | | : | | | | |
| 6 | 中国种数 | Numeric | 4 | | : | | | | |
| 7 | 世界种数 | Numeric | 4 | | : | | | | |
| 8 | 分布区类型 | Numeric | 3 | | 48 | Local39 | Numeric | 3 | |
| 9 | 亚型 | Numeric | 1 | | 49 | Local40 | Numeric | 3 | |

*E 码及 H 码分别为恩格勒系统和哈钦松系统的科号, 参见中国科学院植物研究所植物标本馆科号表。Local 为各区系编号, 本文使用的数据库已存储中国40个地区种子植物原始资料, 根据需要可继续增加地区数目, 该数据库最多允许增至120个区系, 今后改进目标为可对任意多地区进行处理。

附录2 DDBJ-程序对中国17个种子植物区系原始资料的初步试算结果 为节省篇幅, 下面各表删除了相似的重复部分。

(续表1)

| 项目 | 1 | 2 | T(2-7) | 8 | 14 | T(8-14) | 15 | TOL1 | TOL2 | R/T | | |
|-----------|------|------|--------|------|------|---------|------|------|------|------|------|------|
| LG02-17 | 25 | 75 | ... | 165 | 28 | ... | 26 | 84 | 2 | 276 | 251 | 1.96 |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| LG03- | | | ... | | | ... | | | | | | |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| LG15-16 | 14 | 59 | ... | 153 | 21 | ... | 14 | 51 | 0 | 218 | 204 | 3.00 |
| LG15-17 | 23 | 89 | ... | 180 | 32 | ... | 23 | 80 | 2 | 285 | 262 | 2.25 |
| LG16-17 | 27 | 61 | ... | 140 | 45 | ... | 38 | 122 | 7 | 296 | 269 | 1.15 |
| F:LG01-02 | 1.86 | 2.42 | ... | 1.46 | 0.78 | ... | 0.74 | 0.62 | 0.11 | 1.00 | 1.00 | 2.34 |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| F:LG01-17 | 2.68 | 1.89 | ... | 1.02 | 1.65 | ... | 1.51 | 1.11 | 0.39 | 1.00 | 1.00 | 0.92 |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| F:LG02- | | | ... | | | ... | | | | | | |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| F:LG03- | | | ... | | | ... | | | | | | |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| F:LG15-16 | 1.96 | 2.43 | ... | 1.48 | 1.04 | ... | 0.69 | 0.61 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 2.42 |
| F:LG15-17 | 2.46 | 2.85 | ... | 1.36 | 1.24 | ... | 0.88 | 0.75 | 0.09 | 1.00 | 1.00 | 1.82 |
| F:LG16-17 | 2.78 | 1.90 | ... | 1.03 | 1.69 | ... | 1.41 | 1.11 | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.93 |
| S:01-02 | 0.34 | 0.47 | ... | 0.40 | 0.26 | ... | 0.24 | 0.29 | 0.08 | 0.35 | 0.35 | 1.39 |
| S:01-03 | 0.59 | 0.50 | ... | 0.38 | 0.33 | ... | 0.32 | 0.33 | 0.08 | 0.37 | 0.36 | 1.15 |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| S:01-17 | 0.73 | 0.66 | ... | 0.49 | 0.63 | ... | 0.64 | 0.62 | 0.38 | 0.55 | 0.54 | 0.80 |
| S:02-03 | 0.31 | 0.43 | ... | 0.32 | 0.33 | ... | 0.29 | 0.34 | 0.22 | 0.32 | 0.32 | 0.95 |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| S:02-17 | 0.39 | 0.41 | ... | 0.34 | 0.24 | ... | 0.26 | 0.25 | 0.07 | 0.31 | 0.30 | 1.35 |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| S:03- | | | ... | | | ... | | | | | | |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| : | | | ... | | | ... | | | | | | |
| S:15-16 | 0.36 | 0.32 | ... | 0.27 | 0.36 | ... | 0.23 | 0.29 | 0.00 | 0.27 | 0.27 | 0.93 |
| S:15-17 | 0.37 | 0.46 | ... | 0.30 | 0.27 | ... | 0.21 | 0.24 | 0.07 | 0.28 | 0.27 | 1.22 |
| S:16-17 | 0.44 | 0.42 | ... | 0.37 | 0.38 | ... | 0.36 | 0.37 | 0.23 | 0.37 | 0.36 | 1.00 |

1. 本表中有关中国全国属种的统计数据,系在吴征镒(1991)资料基础上,略有变动。

2. R/T: 热带各分布区类型合计 T(2-7)与温带各分布区类型合计 T(8-14)之比。

3. DDBJ-1表中的相似性系数为 Jaccard 系数。

4. FG(S) (Flora coefficient) 为某区系中某分布区类型属或种的区系指数

$$\text{计算公式为 } FG(S)^* = \frac{LG(S)/CG(S)}{LG(X)T/CGT}$$

表2 中国20个种子植物区系相似性系数表(DDBJ-2表)*
Tab 2 The similarity coefficients among 20 spermatophyte floras in China counted by DDBJ-2

| | 1 | 2 | 7 | T2-7 | 8 | 14 | T8-14 | 15 | TOL1 | TOL2 | Sj | Ssm | Ssr | Sm | Sn | R/T | | |
|---------|------|------|-----|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| S:01-02 | 0.51 | 0.64 | ... | 0.45 | 0.57 | 0.41 | ... | 0.39 | 0.45 | 0.15 | 0.52 | 0.52 | 0.35 | 0.80 | 0.52 | 0.41 | 0.71 | 1.28 |
| S:01-03 | 0.74 | 0.66 | ... | 0.46 | 0.55 | 0.50 | ... | 0.48 | 0.50 | 0.15 | 0.54 | 0.53 | 0.37 | 0.71 | 0.54 | 0.64 | 0.47 | 1.11 |
| : | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| S:01-20 | 0.62 | 0.71 | ... | 0.40 | 0.59 | 0.46 | ... | 0.36 | 0.41 | 0.10 | 0.53 | 0.52 | 0.36 | 0.80 | 0.53 | 0.42 | 0.71 | 1.44 |
| S:02-03 | 0.48 | 0.60 | ... | 0.38 | 0.49 | 0.49 | ... | 0.45 | 0.51 | 0.36 | 0.49 | 0.49 | 0.32 | 0.74 | 0.49 | 0.82 | 0.35 | 0.96 |
| : | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| S:02-20 | 0.57 | 0.63 | ... | 0.38 | 0.54 | 0.66 | ... | 0.40 | 0.57 | 0.00 | 0.54 | 0.54 | 0.37 | 0.86 | 0.54 | 0.55 | 0.54 | 0.95 |
| : | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| S:03- | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| : | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| S:04- | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| : | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| S:17- | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| : | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| S:18- | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| : | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| S:18-19 | 0.78 | 0.58 | ... | 0.31 | 0.50 | 0.59 | ... | 0.39 | 0.50 | 0.12 | 0.51 | 0.49 | 0.34 | 0.78 | 0.51 | 0.50 | 0.52 | 1.00 |
| S:18-20 | 0.52 | 0.55 | ... | 0.20 | 0.44 | 0.24 | ... | 0.18 | 0.22 | 0.06 | 0.35 | 0.33 | 0.21 | 0.74 | 0.35 | 0.29 | 0.43 | 2.01 |
| S:19-20 | 0.62 | 0.64 | ... | 0.30 | 0.49 | 0.46 | ... | 0.33 | 0.39 | 0.00 | 0.45 | 0.44 | 0.29 | 0.79 | 0.45 | 0.39 | 0.55 | 1.27 |

*1. 各相似性系数的公式^[7,9,10,12];

• 傅德志、左家哺. 1992: 中国种子植物区系定量研究 I. 中国种子植物区系定量研究的区系指数 F(Flora Index), 待刊.

| | | |
|-----|-------------|-----------------------------------|
| Sj | (Jaccard) | $LG_{m-n}/LG_m + LG_n - LG_{m-n}$ |
| Ssm | (Simple M.) | $CG + 2LG_{m-n} - LG_m - LG_n/CG$ |
| Ssr | (Sorensen) | $2LG_{m-n}/LG_m + LG_n$ |
| Sm | (Simpson) | LG_{m-n}/LG_m |
| Sn | (Broc-BI) | LG_{m-n}/LG_n |

2. 上表中各分布区类型相似性系数选用 Sorensen 系数。

3. 表中使用符号说明: C, (China) 中国; L, (Location) 地方; T, 或 Tol. (Total) 总和; G, (Genus) 属; S, (Species) 种; m, n, 各区系编号; S, m-n, m 与 n 区系的相似性系数。

(责任编辑: 盛国英)

有关资源与环境名词简释

生物多样性 (Biological diversity or biodiversity)

生物在形式、发展水平和组合上的多种多样变化的总称, 包括生态系统多样性、物种多样性和遗传多样性。

生物圈 (Biosphere)

含有生物并维持其生存的地球表面的一个薄层, 或区分为生物圈(生物)、水圈(水)、大气圈(空气)和岩石圈(岩石、地球的外壳)。

承载力 (Carrying capacity)

能够支持健康有机体并维持其生产能力、适应性和更新的生态系统的能力。

物种多样性 (Species diversity)

不同物种的变异和变异频率。

遗传多样性 (Genetic diversity)

不同基因和(或)遗传原种的变异和变异频率。

资源 (Resource)

直接为人类利用的任何物体。再生资源能够在恒定的水平上再生(或被再生), 指能够很快再循环(水)或者因为具有生命力能自身繁殖或被繁殖(有机体和生态系统)。非再生资源指经消耗必定引起枯竭的资源。

保护 (Conservation)

人类对有机体或生态系统的利用, 并确保这种利用得以持续进行的管理。除持续利用以外, 保护还包括种群和生态系统的保护、维持、更新、恢复和增强。

持续发展 (Sustainable development)

在所支持的生态系统的负载能力范围内, 改善人类的生存条件的质量。

持续利用 (Sustainable use)

有机体、生态系统或其他再生资源在它们再生速率

范围内的利用。

生态系统 (Ecosystem)

植物、动物和其他有机体与它们环境中的非生命成分一起构成的系统。

生态系统多样性 (Ecosystem diversity)

不同生态系统的变化和变化频率。

自然生态系统 (Natural ecosystem)

自工业革命(指1750年)以来, 人类的影响没有其他本地种大, 或者人类的影响还没有波及生态系统的结构的生态系统。人类的影响不包括全球范围的变化, 例如由于全球变暖引起的气候变化。

栽培生态系统 (Cultivated ecosystem)

人类的影响大于其他物种, 其组成结构成分多为栽培的生态系统。

保存 (Preservation)

保持某物于现在的状态。

设施生态系统 (Built ecosystem)

建筑物、公路、机场、船厂、水坝(水闸)、矿山及其他构筑物占优势的生态系统。包括城市和郊区公园、庭园和高尔夫球场。

改变生态系统 (Modified ecosystem)

人类的影响大于其他物种, 但其结构成分不是栽培的生态系统。

退化生态系统 (Degraded ecosystem)

生态系统的多样性和生产能力日益减退, 以致不采取更新或恢复措施, 便不能复原。

(盛国英选译自 IUCN, UNEP, WWF. 1991; Caring for the Earth, Gland, Switzerland.)