

# 新版 DELTA 系统在植物分类学中的应用 ——以羊茅属研究为例

陈翔<sup>1,2</sup>, 陈训<sup>3\*</sup>

(1. 中国科学院华南植物园, 广州 510650; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 3. 贵州科学院, 贵阳 550001)

**摘要:** DELTA 系统是针对分类学研究开发的综合性多功能软件包。新版 DELTA 系统在运行环境、程序、指令、界面、操作方式及中文字符处理等重要功能上比旧版本均有较大改进。作为国际分类学数据库数据交换标准, 应用该系统可以规范分类学描述, 对研究中所有常用性状进行识别和处理, 自动生成各个研究对象分类学特征描述并对其进行详尽的相似性和差异性比较, 对性状特征和分类单元进行注释和图像示例, 将数据转换为数量分类学或分支分类学所需格式以生成树状图, 自动生成检索表, 建成基于本地和网络的交互式专家辅助鉴定系统等。DELTA 系统作为植物分类学研究的常用手段和工具是非常适合及大有帮助的。

**关键词:** 新版 DELTA 系统; 植物分类学; 描述; 交互式鉴定

中图分类号: Q949 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2008)06-0759-05

## Application of new DELTA system in plant taxonomy——Study on *Festuca L.* as an example

CHEN Xiang<sup>1,2</sup>, CHEN Xun<sup>3\*</sup>

(1. South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Guizhou Academy of Sciences, Guiyang 550001, China)

**Abstract:** DELTA system is a flexible data-coding format for taxonomic description and identification. The new edition of the system is much more powerful and convenient to use than the old one, especially in processing Chinese characters. As the data exchange standard designated by the International Taxonomic Databases Working Group, the system is capable of encoding all types of the characters commonly used for identification and classification, and an associated set of programs can be used for producing and typesetting natural-language descriptions and keys, for interactive identification and information retrieval, and for conversion of the data to formats required for phylogenetic and phenetic analysis. DELTA system can serve as a powerful and helpful assistant for taxonomic study.

**Key words:** New DELTA system; Plant Taxonomy; description; interactive identification

DELTA (DEscription Language for TAXonomy) 系统是由澳大利亚联邦科学与工业研究院 (CSIRO) 的 Michael J. Dallwitz 等人自 20 世纪 70 年代开发的分类学描述与鉴定专业软件包 (Dallwitz 等, 1980, 1993, 1995, 2000a)。DELTA 系统具有专

业性强、模块分明、功能众多及使用便捷等优点, 在设计上充分考虑到了分类学研究的特点和需要, 应用系统提供的程序和指令可以完成绝大多数研究工作。DELTA 系统在国际上享有盛誉, 早在 1988 年就被国际分类学数据库工作组 (the International

收稿日期: 2007-08-25 修回日期: 2008-04-10

基金项目: 贵州省科学技术基金(20062091); 国家留学基金(20952006)[Supported by the Science and Technology Foundation of Guizhou (20062091); China Scholarship Council(20952006)]

作者简介: 陈翔(1972-), 男, 四川南充人, 博士研究生, 副研究员, 从事植物分类学与资源信息化研究。

\* 通讯作者 (Author for correspondence, E-mail: chenxunke1956@163.com)

Taxonomic Databases Working Group)选定为数据交换标准。国内研究人员曾对1993年以前的DELTA系统基本组成和功能作过报道(李健钧, 1996),也曾应用旧版DELTA系统进行中国禾本科属志的研究(徐柱等, 1992, 1997)。自1980年首次发布到2000年12月止, DELTA系统历经4版共16次修订, 其运行环境、程序模块、指令、界面、操作方式及对中文字符的处理等同旧版本相比已是大为改进。整个系统现已日臻完善, 可顺利运行于目前广泛使用的各类Windows操作系统上。

在Flora of China(中国植物志 英文版)禾本科Poaceae”的编写过程中, 通过应用DELTA系统对羊茅属*Festuca* L. 植物进行分类学研究(Chen等, 2003a, b; Lu等, 2006), 笔者深刻体会该系统的多功能性、实用性及其对科研工作的巨大帮助。期望通过本文, 能加深国内研究人员对DELTA系统的认识和了解, 扩大该系统在国内的应用范围, 以促进我国分类学研究工作的发展与对外交流。以下是最新版(2000年版)DELTA系统的主要文件组成、功能模块及其在植物分类学研究中的应用介绍(以羊茅属研究为例):

## 1 系统所必需的三个基本文件

### 1.1 性状列表文件 (the Character list-chars)

分类学中各分类单元是依据一系列的性状来记录和描述的。性状列表文件chars用于对分类学常用的所有性状进行记录和处理, 包括多态性状、量度、计数、数值范围和普通文字批注等。系统还能记录和识别“兼有”、“未知”及“不适用”的性状。分类学最基本的研究方法是不同类群之间性状或性状状态的相似(相关)性比较。传统分类学研究中, 对近缘物种(如同属种类)的性状描述往往有不一致的现象, 这给物种间的比较造成不少困难。而在DELTA系统中, 则是严格依据拟定的性状列表来进行观测和记载, 每个物种都按照同一性状规范进行描述, 因而使物种间的比较变得更加明晰和科学。系统还可通过对性状注释文件“cnotes”的引入来对性状及性状状态进行解释, 以促进同行间的交流和理解。chars文件示例(部分, 下同):

#1. <发表出处>/; #2. <中文名>/; #3. <异名>/; #4. 植株<性别>/1. 雌雄同株<<默认特征>>/2. 雌花两性花同株/3. 雌花两性花异株/4. 雌雄异株;/ #5. 植

株<颜色>/1. 黄绿色/2. 灰白绿色/3. 深绿色;/ #6. 植株叶<生长位置>/1. 集中于基部/2. 散布于茎上<基部叶很少>/; #7. 植株分蘖叶<相对长度>/1. 茎秆的1/4到1/3/2. 茎秆的一半以上;/ #8. 植株基部<颜色>/1. 紫色/2. 非紫色<<默认特征>>/; #9. 根状茎<是否存在>/1. 存在<明显>/2. 不存在<或非常短>/; #10. 茎干<高度>/厘米高;/ #11. 茎干<宽度>/毫米宽;/ #12. 茎干节间<花序下茎干表面毛被状况>/1. 无毛/2. 被糙毛/3. 被短柔毛/4. 被长柔毛/……

### 1.2 数据规范文件 (the Specifications file-specs)

specs文件用于指定所研究分类单元的数目、性状类型及数目、性状多态性的数目、关联性状、必输性状、默认性状和不同语言文字转化等。具体示例可参考DELTA安装目录下sample文件夹中的specs文件。其中OM表示排序的多态性状(Ordered Multiple States); RN表示实数性状(Real Number), 可输入小数; IN表示整数性状(Integral Number), 只可输入整数; TE表示文本性状(Text), 可输入文字描述和注释等。

### 1.3 分类单元记录文件 (the Taxon Descriptions file-items)

items文件以DELTA数据格式记载了各分类单元的名称、研究历史、各种性状特征、生境、资源状况和研究进展等所有可能用于分类学研究的性状和信息。items文件示例:

```
#\i{Festuca gigantea}\i{} <(Linnaeus)Villars>/1<
Hist. Pl. Dauph. 2:110. 1787. >2<大羊茅>3<\i{Bromus
giganteus}\i{} L. Sp. Pl. :77. 1753. \i{Lolium giganteum}\i
{}(L.)Darbysh. , Novon 3:241. 1993. >6, 7 8, 3 9, 1 10, 2
11, 1 12, 3 13, 2 17, 2 21, 45-150 22, 2-3 23, 4/2<@E slightly
@C略微>24, 1 26, (1)-2-3 27, 1/2 31, 1<@E rarely @C
稀>/2 32, 1/2 33, 1/3 34, 2 35, 2<@E usually brownish @
C通常带褐色>36, 1/2 39, 1 42, (0.5)-1-1.5(-2.5)43, 1 44,
2 45, 3 46, 1/2 47, 2 48, 3 49, 1 53, 6-18 54, 1/2 ……
```

## 2 数据文件编辑、维护及调用综合程序 DELTA EDITOR

DELTA EDITOR为新版DELTA系统中新增的一个全窗口式综合应用程序模块, 非常适合于在Windows操作系统中使用。软件作者充分考虑到了分类学研究的复杂性和多样性, 并做了合理设计。DELTA EDITOR的功能众多, 利用它可以完成几乎所有的研究所需数据准备和处理工作, 包括上述三个基本文件的建立和编辑, 分类单元及性状

特征的输入、修改、增减和类型设置,任意分类单元、性状及多态特征的排列顺序调整,对性状或分类单元进行多个图像例证及声音的链接和标注,编辑任意性状及其状态的说明和解释文件 cnotes,设置各性状间的相互关联,查看和修改各种格式转化文件(如自然段落文字描述转化文件 tonatsr,INTKEY 格式转化文件 toint、检索表格式转化文件 tokey、距离系数格式转换文件 todis 和文字格式描述文件 markrtf 和 subheadr 等),直接调用 CONFOR 程序并通过格式转化文件将原始数据转化为研究所需文件等。在编辑完成后,系统会自动对数据集所有关联文件中的相关数据进行添加、删除或顺序变换等调整。DELTA EDITOR 的功能已基本涵盖了旧版本中的 DELFOR 程序,且操作更为直观和便捷。相信在使用过程中,广大研究人员定能体会到其便捷性和实用性。

### 3 格式转化程序 CONFOR

CONFOR 是 DELTA 系统的核心处理程序,功能是调用各种格式转化文件,并将 DELTA 格式的数据文件如 specs、chars 和 items 等转换成研究所需的格式或中间格式。其输出结果为各分类单元的自然段落文字描述 rtf 和 html 格式文件或 INTKEY、KEY、DIST、PCLASS、PAUP 等程序所需的数据文件。CONFOR 可分别在 Windows 和 DOS 状态下运行,通常在 DOS 中对文件的调用要方便些。运行 CONFOR tonatsr 生成的自然段落文字描述示例(加粗斜体部分为系统自动生成的物种主要鉴别性状(diagnostic characters)):

***Festuca gigantea*** (Linnaeus) Villars in Hist. Pl. Dauph. 2:110. 1787. 大羊茅

*Bromus giganteus* L. Sp. Pl. :77. 1753. *Lolium giganteum* (L.) Darbysh. , Novon 3:241. 1993.

Subg. *Schedonorus* (Beauv.) Peterm, Sect. *Plantynia* (Dum) Tzvel.

**营养学性状.** 植株深绿色,非密集丛生,茎干丛不密集;营养枝很少或几无,叶散布于茎上,枝为穿叶鞘的。茎干 45~150 cm 高;2~3 mm 宽;节间无毛;节(1-)2~3。叶鞘比节间长(少见)或比节间短(通常),无毛或被毛,几无毛或被糙毛(微糙毛)。叶耳爪状。叶舌(0.5-)1~1.5(-2.5)mm 长,无毛,膜质,无缘毛……

**生殖学性状.** 花序为圆锥花序,窄披针形或宽披针形或金字塔形,松散,(8-)15~25(-50)厘米长,分枝 5~10(-15)厘米长,最下部节间 4~6 cm 长。小花 3~10。颖片不相等,草质,无毛或被毛,颖片毛被在顶部,边缘无缘毛,宽膜质,顶部渐尖。第一颖披针形,(3.5-)4~7 毫米长,1~2 脉。第二颖片宽披针形,5~8 mm 长,3 脉,比第一外稃短。外稃 6~7.5(-9)mm 长,披针形或宽披针形(通常),亚革质,背后部略圆。外稃顶端全缘或二裂,长渐尖;芒(6-)10~15(-18)毫米长,明显比外稃长。

**花果期和生境.** 花果期 7~9 月。林缘草地,灌丛或林下;海拔 1 000~3 800 m。

**分布.** 中国西北:新疆。西南:四川,云南。Canada: Que., Ont.。Northeastern USA: Mich., N. Y. ……

### 4 检索表生成程序 KEY

在调用 CONFOR tokey 将原始数据文件转化为检索表所需格式之后,运行系统的 KEY 程序可得到常规二歧式或群系状表格式的检索表。研究人员可选取任意性状和分类单元及设置性状可信度来得到特定需求的检索表(数量性状需先进行分段划分),如只选用分布性状来生成地理分布检索表等。检索表示例:

- 1(0). 子房顶部无毛 ..... 2
  - 子房顶部被毛 ..... 6
- 2(1). 叶鞘从脉之间分开 ..... 3
  - 叶鞘保持完整,不从脉之间明显分开 ..... 5
- 3(2). 植株枝为叶鞘内生的 ..... *Festuca durata*
  - 植株枝为穿叶鞘的 ..... 4
- 4(3). 小穗松散生长在细长枝条上并排列在散开的圆锥花序上 ..... *Festuca vierhapperi*
  - 小穗集中生长在枝条的顶端 ..... *Festuca pratensis*
  - 小穗均匀地分布在枝条上 ..... *Festuca longiglumis*
- 5(2). 叶片向轴面无毛 ..... *Festuca liangshanica*
  - 叶片向轴面有毛 ..... *Festuca fascinata*

### 5 距离矩阵生成程序 DIST

DIST 程序可将运行 CONFOR todis 后得到的数据生成各分类单元间的距离系数矩阵。据此矩阵,再运行由系统自带的 PCLASS 程序,并按提示输入相应数据,即可得到表征分类树系图(Phenetic

tree),以进行数量分类学研究。研究人员可自主选定所需性状和分类单元数目,设定不同的性状重要值、簇强度和选择不同的距离系数计算方法来完成特定的比较和研究目的。此外,DELTA系统还能通过运行 CONFOR topau/tohen 等将数据转换为分支分类学研究所需格式,再通过调用相关程序如 PAUP 处理后生成分支图(Cladogram)。

## 6 图像链接及注释程序 INTIMATE

INTIMATE 程序也是新版 DELTA 系统中新增的一个全窗口式应用程序,并与交互式标本鉴定和信息检索程序 INTKEY 关联使用。其功能是为任意性状、性状特征态及任意分类单元链接相关图片资料并进行文字说明。应用 INTIMATE 程序输入数据后,在使用 INTKEY 程序进行标本鉴定或信息查询时,可直接通过点击图像来选择性状特征态,或是浏览各个性状、分类单元的图像及研究人员所注解。这些图像可以是某一性状特征在分类单元上的具体表现,也可是花、果、标本、生境、分布图等研究者认为有价值的任意图片。INTIMATE 程序的应用对于提高鉴定的准确性、增强植物科学研究的严谨性、趣味性以及促进同行交流和提高分类学研究的实用性等都是非常有帮助的。

## 7 交互式标本鉴定和信息检索程序 INTKEY

INTKEY 是 DELTA 系统中功能最强大的程序模块,也是应用该系统所获研究成果的最重要载体和信息平台。INTKEY 程序为全窗口式操作界面,通过运行 CONFOR toint 指令得到所需文件后,即可实现以下主要功能:1. 进行交互式辅助鉴定,可选择任意性状或分类单元开始鉴定,并可随时调整已输入数据;2. 查看分类单元的描述、分类单元与所鉴定物种(标本)或是多个分类单元之间的性状差异性 or 相似性;3. 查看性状的解释、图例及与分类单元相关联的图像,如形态、生境和分布图等;4. 通过查找定位性状或分类单元,定义关键词以选定特定的分类单元或性状组合;5. 设定是否接受和处理“未知”、“不适用”或“包含”等性状;6. 自动计算并推荐“最适性状”,也可由研究人员指定“性状可信度”来提高鉴定的准确性;7. 生成各个分类单元在不同差

异水平上的主要鉴别性状;8. 针对不同熟练程度的研究人员,有普通和高级两种操作界面,后者具有更多的功能菜单及灵活性;9. 具有完善的容错、帮助、打印和输出功能,对大型数据库有较快的处理速度。

整个 INTKEY 模块、研究数据(图像)和结果均可装入不需安装 DELTA 系统即能独立运行的光盘中进行保存、学术交流或出版。

## 8 中文字符的处理和兼容性

尽管最初是针对西方研究人员开发的,但经过改进,1993 年后的 DELTA 系统在加入 CHINESE FORMAT 指令后,已能在相当程度上处理中文,包括对中文性状和标点的识别、带格式的中文描述 rtf/html 文件及检索表的自动生成、用中文性状进行交互式辅助鉴定和信息检索、对图像的中文注释等。研究人员只需准备中、英文两套对应的性状列表,即可同时得到两种语言的多项研究成果。该功能十分有利于促进我国植物分类学研究的成果交流和推广应用。通过近期邀访并与 DELTA 系统第一作者 Michael. J. Dallwitz 研究员合作,笔者对新版 DELTA 系统的主要功能模块 INTKEY 的界面主要信息进行了汉化处理,已取得良好的效果。然而,在 DELTA EDITOR 和 INTKEY 模块中,系统对中文性状的显示、编辑和物种性状对比结果显示等方面的处理还不完善。期望能早日解决 DELTA 系统的完全汉化,以使其在国内更多领域中得到充分的运用。

## 9 互联网功能

通过运行 CONFOR tonath(超文本 html 格式转换文件)命令并调用系统提供的 markhtml 排版文件,研究人员可将研究成果,如各分类单元的特征描述及图片、研究介绍、参考文献等以 html 文件格式放在互联网站上供浏览、交流。INTKEY 程序及相关数据也可置于网上,使用者可直接通过互联网进行计算机交互式物种(标本)鉴定和分类学信息检索。DELTA 系统的互联网功能极大地提高了分类学研究成果的应用和影响范围。有关实例可参考 DELTA 安装文件夹下的 sample 文件夹及 DELTA 系统专业网站 <http://delta-intkey.com/>。除 DELTA 系统外,美国密苏里植物园(MBG)的研究人员

和中国科学院华南植物园标本馆 (IBSC) 的研究人员也开发了基于网络的交互式标本鉴定系统 Act-Key, 并与笔者进行了数据交流。示例见 <http://www.efloras.org/index.aspx>。

目前, 国外许多科研单位和大学都在广泛应用 DELTA 系统, 如英国邱园皇家植物园 (KEW)、美国农业部 (USDA)、加拿大国家自然博物馆 (CMN) 及西澳大利亚标本馆 (WAH) 等。据不完全统计, 应用 DELTA 系统成功研究范例多达二百余项, 内容涉及植物学、昆虫学、微生物学、古生物学和林业等 (Watson 等, 1992; Aiken 等, 1997; Clayton, 1999)。当前, 国际上与 DELTA 系统类似的还有 LucID 和 Nexus 等系统。经专业测试和综合比较 (Dallwitz, 2000b), 在分类学中至关重要的描述化数据记录和处理结果上, DELTA 系统的满意度为 46, 而后两者则分别只有 16 和 18, 从中反映出 DELTA 系统在技术水平上的优势。此外, LucID 和 Nexus 系统均为商业软件, 需付费使用, 而 DELTA 系统则为全免费提供, 可在 <http://delta-intkey.com/> 上下载。遗憾的是, 在国内分类学研究工作中, 能够应用该系统, 特别是能熟练使用的研究人员还很少。通过作者亲身实践, 深感 DELTA 系统对于植物分类学研究, 特别是经典的形态分类学研究实为不可多得的好帮手、好工具, 且尤其适合于专科专属研究和真正意义上电子植物志的编写。

**致谢** 本文承澳大利亚联邦科学与工业研究院 Michael. J. Dallwitz 研究员和加拿大国家自然博物馆 Susan. G. Aiken 研究员指导, 并得到中国科学院华南植物园夏念和研究员及中国科学院动物研究所朱朝东博士的帮助, 谨此致谢。

## 参考文献:

Aiken SG, Dallwitz MJ, Mcjannet CL, *et al.* 1997. Biodiversity among *Festuca* (Poaceae) in North America: diagnostic evidence from DELTA and clustering programs, and an INTKEY package for interactive, illustrated identification and information retrieval

- [J]. *Canadian J Bot*, **75**:1 527—1 555
- Chen X, Aiken SG, Dallwitz MJ, *et al.* 2003a. Systematic studies of *Festuca* (Poaceae) occurring in China compared with taxa in North America[J]. *Canadian J Bot*, **81**:1 008—1 028
- Chen X, Aiken SG, Dallwitz MJ. 2003b. *Festuca* Biodiversity in China and North America [CD-ROM Publication]. Ottawa; Canadian Museum of Nature
- Clayton WD. 1999. World Grass Species V5. 1. <http://www.rb-gkew.org.uk/herbarium/gramineae/web.htm>
- Dallwitz MJ. 1980. A general system for coding taxonomic descriptions[J]. *Taxon*, **29**:41—46
- Dallwitz MJ, Paine TA, Zurcher EJ. 1993. User's guide to the DELTA system; a general system for processing taxonomic descriptions. 4th edition. <http://biodiversity.uno.edu/delta/>
- Dallwitz MJ, Paine TA, Zurcher EJ. 1995. User's guide to Intkey; a program for interactive identification and information retrieval. 1st edition. <http://biodiversity.uno.edu/delta/>
- Dallwitz MJ, Paine TA, Zurcher EJ. 2000a. Principles of interactive keys. <http://biodiversity.uno.edu/delta/>
- Dallwitz MJ. 2000b. A comparison of Formats for Descriptive Data. <http://delta-intkey.com/>
- Li JJ (李健均). 1996. DELTA system—the international standard for plant taxonomy description language(处理植物分类学描述语言的国际标准——DELTA 系统)[J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), **34**(4):447—452
- Lu SL, Chen X, Aiken SG. 2006. *Festuca*[A]. In: Wu ZY, Peter RH. *Flora of China*[M]. Beijing; Science Press, St. Louis; Missouri Botanical Garden Press, **22**:225—242
- Watson L, Dallwitz MJ. 1992. Grass genera of the world; descriptions, illustrations, identification and information retrieval; including synonyms, morphology, anatomy, physiology, cytology, classification, pathogens, world and local distribution, and references. <http://biodiversity.uno.edu/delta/>
- Xu Z(徐柱), Dallwitz MJ, Watson L. 1992. Chinese and English botanical keys generated by computer (计算机产生中英文植物分类检索表)[J]. *Grassland of China* (中国草地), **1**:53—57
- Xu Z(徐柱), Watson L, Dallwitz MJ, *et al.* 1997. Study on the genera of Chinese Poaceae: Automatic generation for taxonomic description and key(中国禾本科属志研究: 分类学描述和检索表自动生成)[M]. Huhehaote; Publishing house of Inner Mongolia, 1—16