

# 第十三章

## 计算机辅助育种的研究简介



- 目前计算机已广泛用于种质资源的管理、育种计划的制定，田间试验统计分析，亲本选配等各个育种环节。

# 内容



- 第一节 种质资源信息系统的功能与构成
- 第二节 植物育种数据采集与分析系统的构成

## 第一节 种质资源信息系统的功能与构成



- 一、应用概况
- 二、种质资源数据库的目标与功能
- 三、种质信息系统的主要类型
- 四、种质资源数据库的建立



## 一、应用概况

- 从70年代开始，为适应育种及种质资源工作的需要，一些发达国家如美国、日本、法国、德国等相继实现了品种资源档案的计算机管理。
- 有些国家还形成了全国范围或地区性网络。
- 比较完善的有芬兰、瑞典、挪威、冰岛和丹麦共同建立的北欧五国作物种质资源库；
- 美国农业部的植物种质资源信息网络系统(GRIN)；
- 日本农业水产省的作物种质资源信息系统(EXIS)；
- 菲律宾国际水稻研究所(IRRI)水稻种质资源数据库；
- 原苏联的农作物种质资源库等。



- 中国在1980~1985年间，主要是各省、直辖市、自治区的农业科学院分别在微机上建立农作物的品质资源数据库。
- 1986年开始，国家种质资源库开始进行全面系统的研究，至1990年建成了中国国家级植物种质资源数据库系统。



- 中国的国家级植物种质资源数据库包括三个子系统(图13-1)。
- ①国家种质数据库管理子系统拥有22.1627万份作物种质，332.4405万个数据项；
- ②国家作物种质性状评价数据库子系统拥有27.2710万份作物种质，813.9214万个数据项，该系统存入的种质数据是与国家种质库存放的种质一一对应的；
- ③国内外作物种质交换数据库子系统，拥有9.745万份种质，113.3969万个数据项。

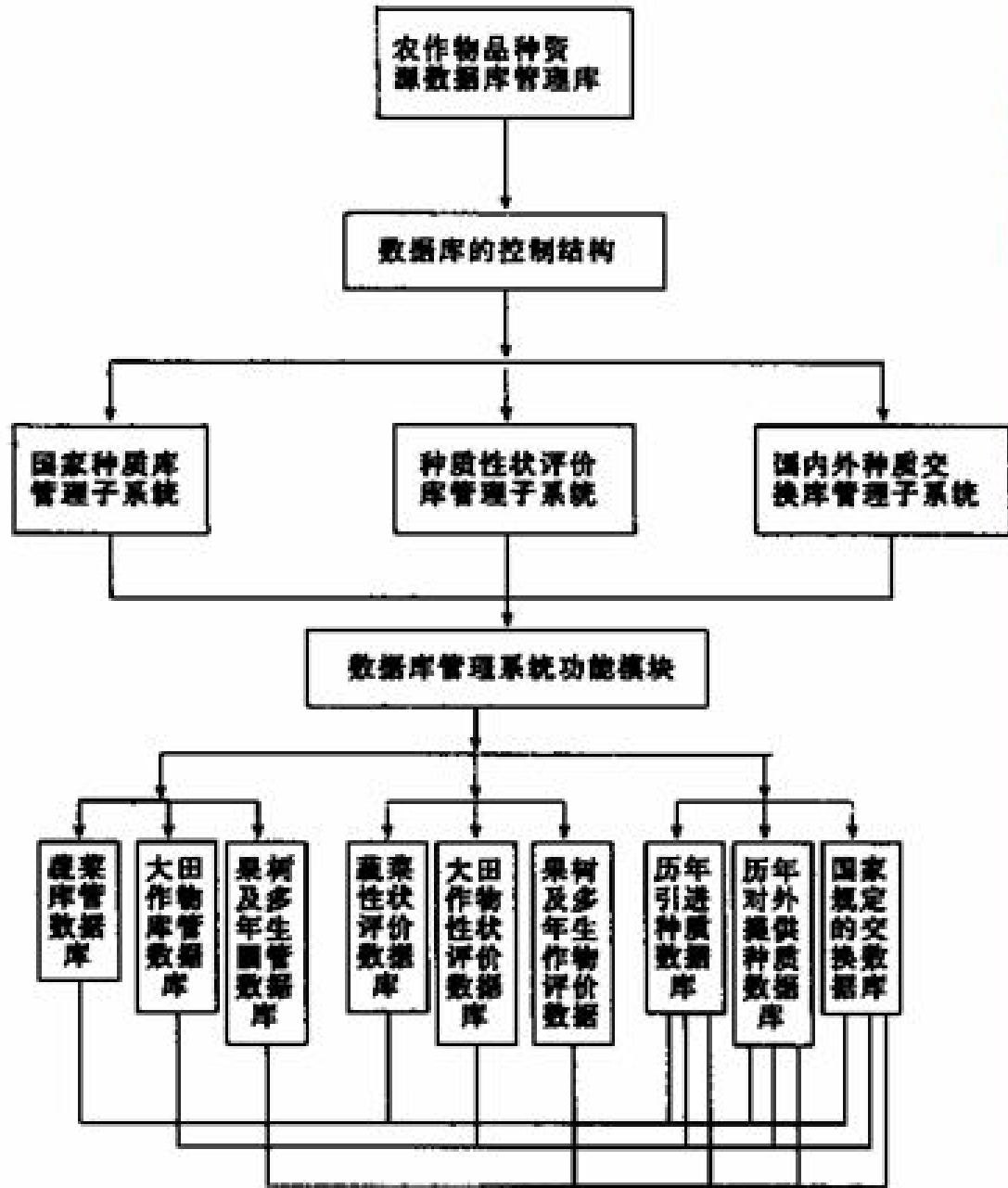
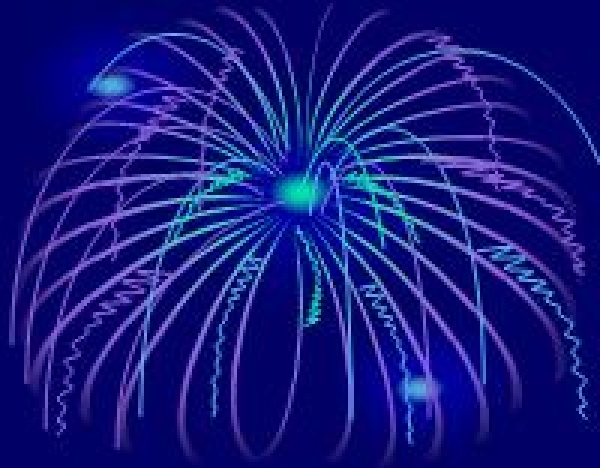


图 13-1 国家种质资源数据库管理系统示意图

(引自潘家驹主编,《作物育种学总论》1994)





## 二、种质资源数据库的目标与功能

- 种质资源数据库的目标和功能如下:

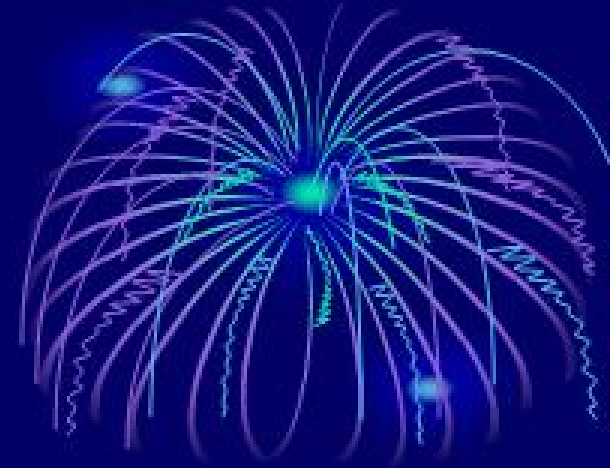
### 1. 建立入库种质资源的各种信息

包括种质资源名称、编号、来源、入库时间和数据及资源本身的生物学特性及贮存的位置以便种质资源库的工作人员管理、繁殖、更新和分配。

### 2. 提供种质资源的各种信息

为种质资源研究者和育种工作者提供入库资源的各种信息，以便更深入地研究和利用它们。

### 3. 与国内外其它种质资源收集保存单位进行信息交流。



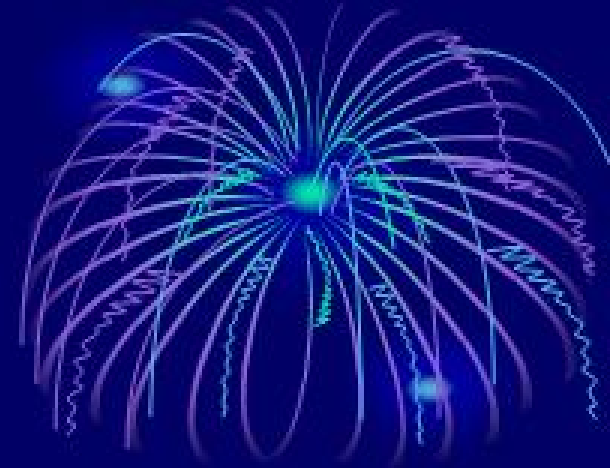
- 中国国家种质资源数据库

有三个子系统：

①种质库管理子系统

②种质性状评价数据库管理子系统

③国内外种质交换库管理子系统



## ①种质库管理子系统

主要功能是使国家种质库管理人员及科研人员及时掌握种子入库的基本情况。

可随时为用户查找任一种质所在的库位、活力情况；制成各种植物每年入库情况中英文报表，任一植物不同繁种地入库种子质量的报告等。

## ②种质性状评价数据库管理子系统

主要功能有三个：

- A.**为育种和生物工程研究人员查询育种所需要的有价值的资源；
- B.**按育种目标从数据库中查找具有综合性状优良和具有目标性状的亲本，供育种者参考选择和利用；
- C.**追踪种质的系谱，查找选育品种的特征，各个世代的亲本及选配率，分析系谱结构、绘制系谱图等。

中国的国家种质资源数据库还在同类数据库中率先建立了图形分析系统。(绘制中国植物种质资源的地理分布图和对某些农艺性状，在不同生态区的差异或种质之间的差异进行形象直观的分析)。

数据库管理系统功能框如图13-2。





种质特性评价数据库管理系统各功能模块

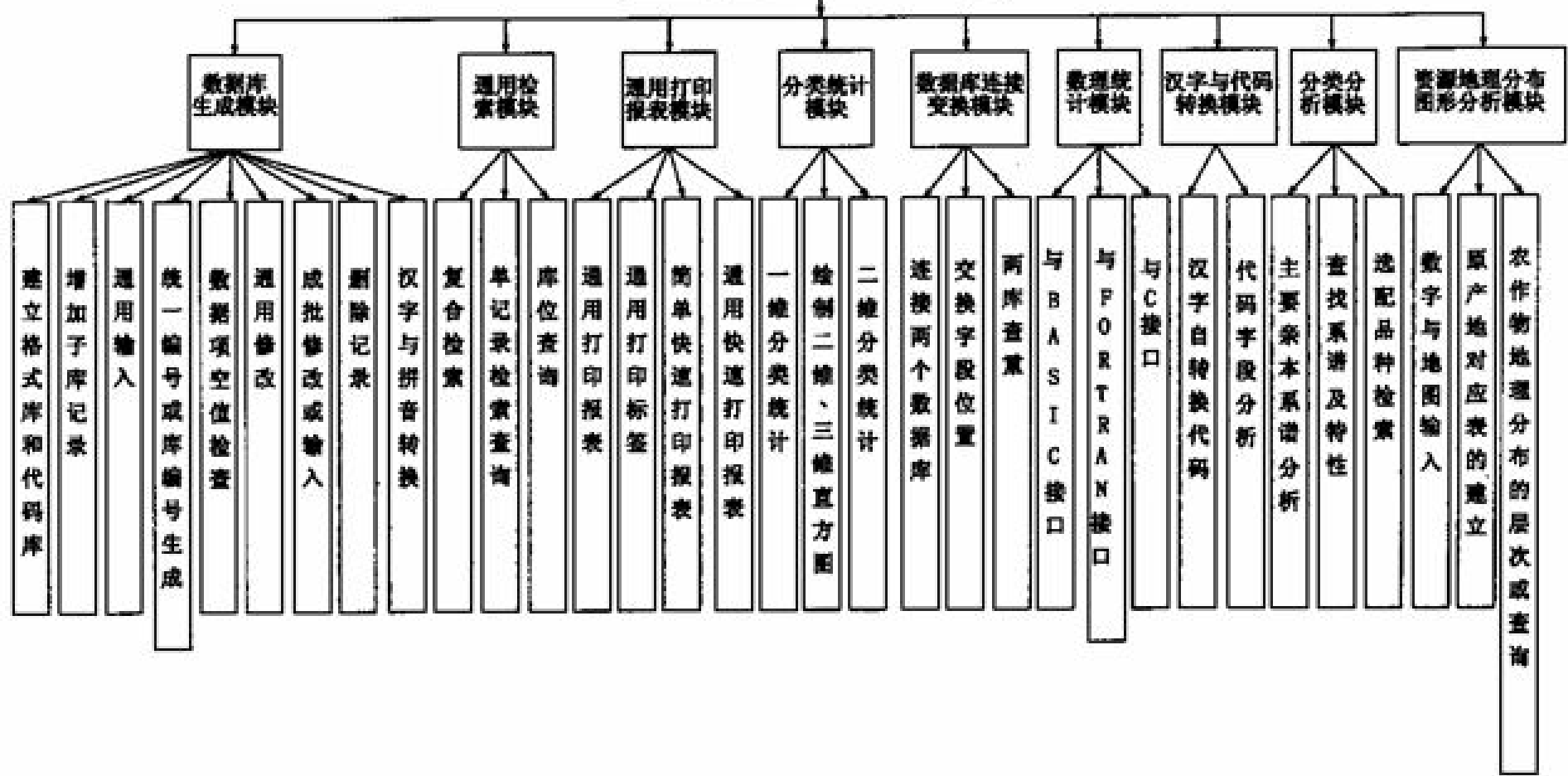
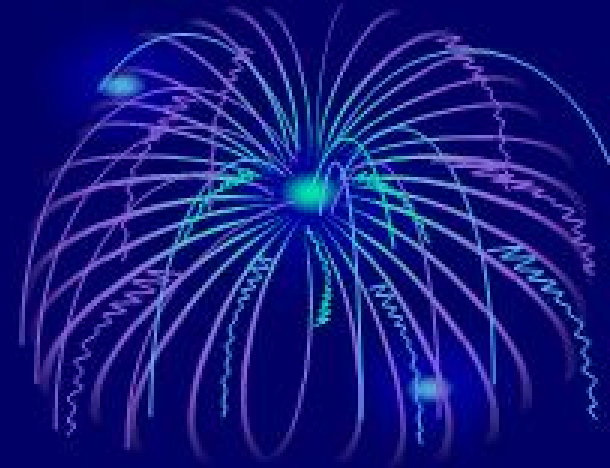


图 13-2 国家种质库数据管理系统功能模块图

(引自张贤珍, 1990)



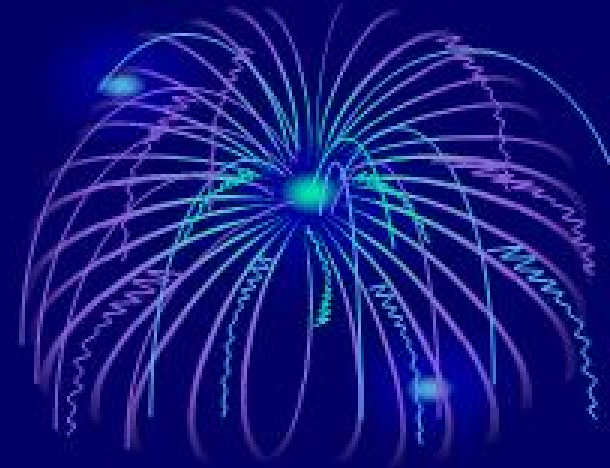
### ③国内外种质交换库管理子系统

主要功能是使管理人员掌握与国内外其它单位可以进行交换和已交换过的种质情况。

### 三、种质信息系统的主要类型



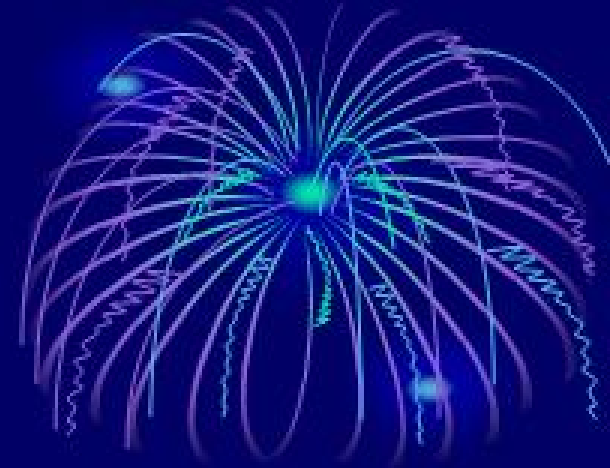
- 各国建立的种质资源信息系统有三大类：
  - (一) 文件系统
  - (二) 数据库系统
  - (三) 网络系统
- 前两个系统只能通过磁性介质(包括磁盘、光盘等)进行信息交换，当然把它做成主页连在网上，也可在国际互联网上交换。



## (一) 文件系统

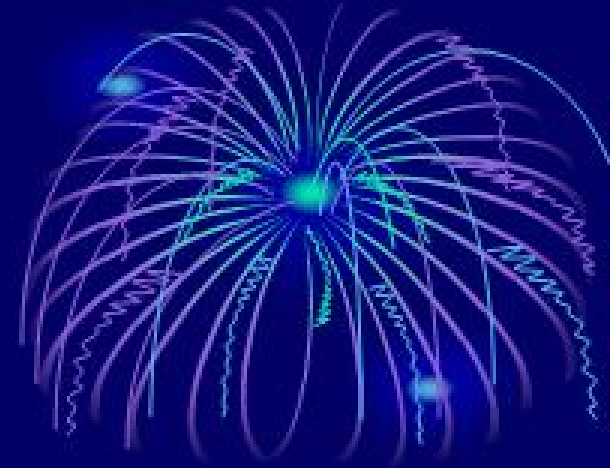
- 数据以文件方式贮存。每份文件设计有一组描述字段、文件可采用不同的组织和记录格式，借助一些描述信息把文件连接起来操作。
- 这种系统目前用得不多。操作处理比较麻烦。





## (二) 数据库系统

- 数据库系统用得最多。它具有文件系统的若干特征，但贮存的数据可以独立于数据管理的程序，以供不同目的的管理程序共同享用。
- 中国国家种质资源信息库就属这种类型。

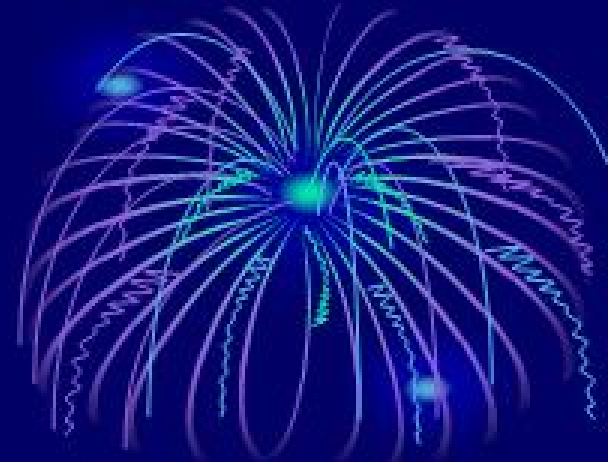


### (三) 网络系统

- 是目前最先进的系统，它可以在网络内随时查阅。
- 美国的**CRIN**就属这种类型，只要连网就可免费查阅。长距离用户可租用美国远程通讯网络公司兴建的公用分组交换数据网，美国国家植物种质系统(**NPGS**)用内部通讯，便可使用系统主机提供的电子邮件实用程序。

## 四、种质资源数据库的建立

- (一) 种质资源数据库的要求
- (二) 建立种质资源数据库的步骤



## (一) 种质资源数据库的要求

- 建立资源数据有以下要求:
  - ①输入新的种质资料(包括新的资源有关数据和原有资源新增加的数据), 建立或扩充数据库;
  - ②修改或删除数据库中的某些记录;
  - ③打印、显示或输出数据库中的各种信息;
  - ④复制数据文件;
  - ⑤进行复合条件检索, 并输出检索结果;
  - ⑥对数据库中的数据进行分类处理和统计分析;
  - ⑦能产生灵活多样的报表或报告;
  - ⑧程序功能模块化、可移植、易维护、使用方便, 界面友好。



## (二) 建立种质资源数据库的步骤



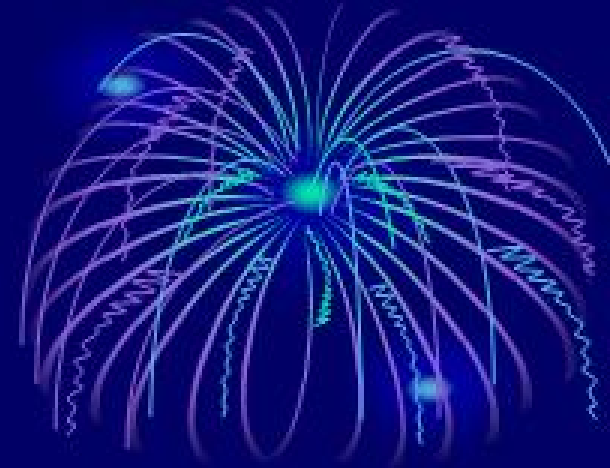
1. 收集原始数据 收集原始数据是建库的基础。

- 育种单位要建立与育种项目有关的种质资源数据库，也应注意原始数据规范性，还要注意数据的完整性、科学性、准确性、通用性、唯一性、延续性、可交换性、统一性。制定一定的规则，所有数据都按统一的规则编制。

## 2.数据分类和整理

- 中国国家种质资源数据库把签定的项目或性状分为五类:
  - ①类包括种质库编号、全国统一编号、保存单位、保存单位编号、种质所属科、属或亚属、种、品种名、来源地、原产地等;
  - ②类含按顺序表示的物候期、植物学性状和生物学特性等;
  - ③类为品质性状数据;
  - ④类为抗性(抗逆性和抗病虫害性等)数据;
  - ⑤类包括细胞学、逻辑学和其它生理生化指标等。
- 科学分类有利于提高计算机检索、分类和打印速度及效率,为不同专业用户提供所而要的资料。





### 3.数据库管理系统设计

- 在设计数据库管理系统之前，首先要确定所用的机型和相应的软件支持系统，确定库级结构；
- 目前使用最普通的计算机为微型计算机，支持软件有两个系统:DOS和windows系统。
- 以后设计数据库应该在Windows下运行以便于操作。然后编制一整套管理软件。它包括数据库生成、数据库连接变换、数据统计分析等。



4.运行程序系统程序设计完成后，是否完善必须用实践来检验，

- 即上机运行操作，输入一些理论数据或已掌握的种质资像的数据逐项运行检查，都能获得理想的运行结果，才算大功告成。



## 第二节 植物育种数据采集与分析系统的构成



- 园艺植物育种管理程序最近才由山东省农业科学院蔬菜研究所编制出来，取名为VBMIS1.0是专门为蔬菜育种的科研管理、良种开发等科研和开发人员编写的软件。
- 它包括了现代蔬菜育种过程中资料搜集、处理、分析的全部过程，充分考虑到现代蔬菜育种中育种、繁种、良种开发一条龙的多元要求。
- 具体包括八个部分:育档案;田间数据、品种选育;遗传分析、生物统计;科研管理;良种经营和其它。
- 本节仅介绍育种有关的内容

# 一、育种档案

- **(一) 育种档案总清** 此程序主要用于系统初始化，为用户输入自己的数据作准备。该程序杀伤力很强，因此设有密码。一般只在系统第一次运行时使用。
- **(二) 删除档案数据** 对育种档案系统所有数据库的记录进行物理删除，删除的记录必须是已在“数据修改”或“数据输入”选项中做过“Ctrl+U”标记的记录。
- **(三) 输入育种档案** 按系统提供的屏幕格式输入各种育种档案数据。包括种质资源库、自交系库、组合比较试验库、区试和生产试验库、育成品种库。
- **(四) 修改育种档案** 按系统提供的屏幕格式对各数据库中的记录进行单个或成批修改。
- **(五) 查询育种数据** 查询育种档案实际上就是育种工作中的筛选过程。查询时支持单笔多屏幕查询和表格多栏查询，并可实现查询结果的即时卡片打印、报表打印、字段简单求和、求平均值和限制查询条件等。
- **(六) 打印育种档案** 打印报表包括两种。一种是系统自身设计的报表格式，不能修改；另一种是由自己选择需要打印的字段，由用户自己控制。打印输出的方式可选择屏幕、打印机或文件。自选报表打印的参数可在辅助功能中修改。打印内容可以通过按F8键加入限制条件，打印所需要的字符资料。
- **(七) 档案文件输出** 把育种的档案数据库中的数据输出到系统格式文件中供使用。运行时应输入输出文件名。

## 二、田间数据



- ### (一) 生物学性状

包括物候期、植物学性状等。该程序包括数据初始化、生物学性状输入、修改、查询、报表、文件输出到其它数据文件中。

- ### (二) 病虫害统计

采集田间试验中病虫害危害情况的田间数据。按国家科技攻关中的分级标准进行分级，每个处理调查20片叶。根部病害用发病率表示。虫害按危害程度分级，程序的内容与生物学性状的相同。

- ### (三) 果实性状

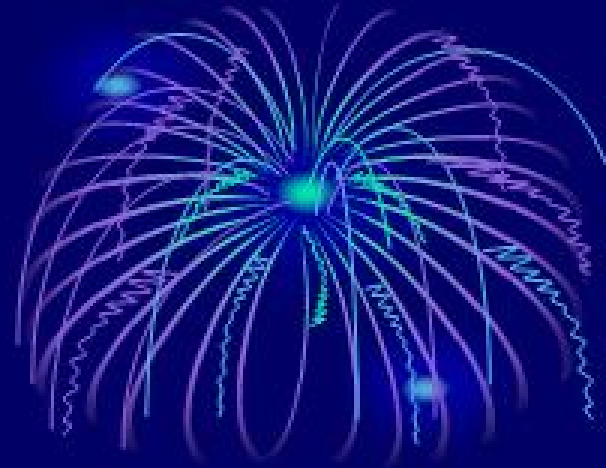
对黄瓜来说，果实性状包括单瓜重、瓜条颜色、刺瘤、棱沟、瓜长、把长、把长/瓜长、横径、腔径、腔径/横径、瓜皮、质地、酸度、苦味、评价。

- ### (四) 产量性状统计

把试验分为含重复(后期试验)和不含重复(前期试验)两类。含重复试验每次最多可采集25份材料的数据，重复3次。

### 三、品种选育

- (一) 亲本选择
- (二) 自交系选育
- (三) 组合比较试验(品种比较试验)
- (四) 区域试验 (五) 生产试验

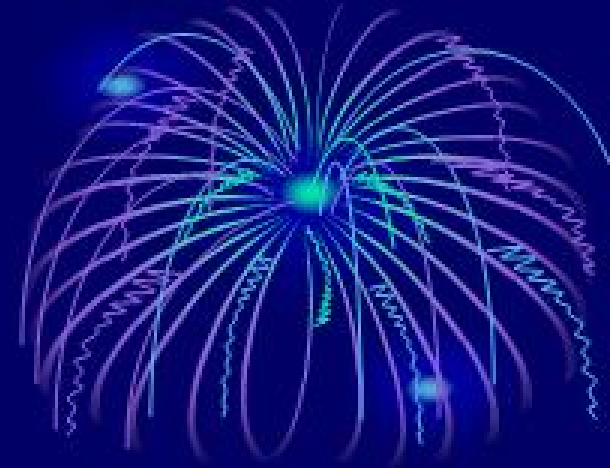




## 四、遗传分析

- (一) 卡方独立性测验
- (二) 数量遗传模型估计
- (三) 遗传交配设计分析
- (四) 估算遗传力
- (五) 性状的配合力测定
- (六) 品种稳定性测验
- (七) 遗传进度和选择指数
- (八) 遗传距离和遗传聚类
- (九) 遗传通径分析
- (十) 遗传主成分分析

## 五、生物统计



- (一) 平均数、标准差分析
- (二) 方差分析
- (三) 协方差分析
- (四) 回归分析
- (五) 聚类分析  
包括系统聚类分析和图论聚类分析。
- (六) 差别分析
- (七) 主成分分析

### 第三节 种子生产与经营管理系统

- 一、种子生产系统
- 二、良种信息系统
- 三、良种销售系统
- 四、购种信函系统
- 五、客户信息管理

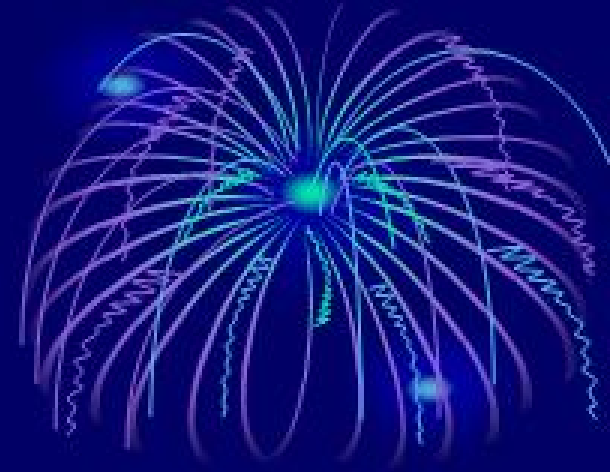


## 第四节 植物育种专家系统原理简介



- 它是模拟某一专门领域中专家求解问题能力的计算机程序系统，以便对复杂的问题作出专家水平的判断、解释、推理、决策、结论和咨询。
- 园艺植物的专家系统很少见到。小麦和水稻育种的专家系统已建立。
- 现以曾启明**(1989)**、庄巧生等**(1991)**、赵双学等**(1992)**分别报道的小麦专家系统作一扼要介绍。这一系统是根据庄巧生等小麦育种专家的育种经验和遗传育种理论建立的。
- 该系统由亲本选配子系统 and 后代处理子系统组成，包括知识库、事实库、推理机和解释模块四部分。





- 一、知识库
- 知识库是专家知识的贮存器，是经验和规则的集合。
- 包括经过系统整理、归纳后的不同来源的有关亲本选配和后代处理的理论、方法、经验、规律、定义等推理性和运算性规则共**500**余条。

## • 二、事实库

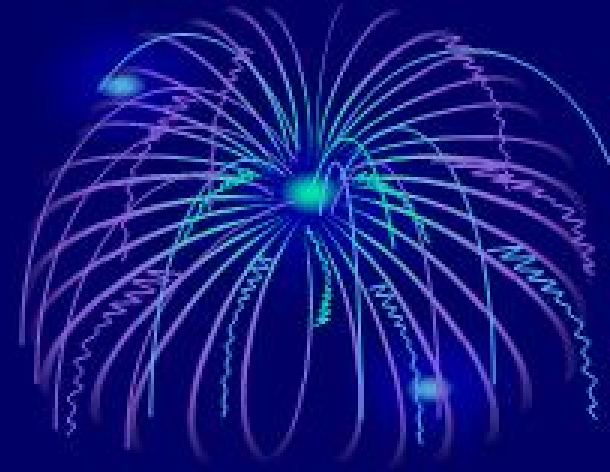
- 事实库也叫数据库，是以所谓词形式表示的亲本(或世代材料)性状、育种目标和权重系数的集合。每一条事实表示一个亲本或育种目标，其元素是数字、符号的有序排列。
- 亲本事实库存放常用亲本性状特征。包括骨干亲本、农艺(丰产)亲本、抗病、早熟、抗倒伏等七个库。收集常用亲本154个。
- 世代材料事实库包括F1、F2、F3三个世代库。收集主要杂交组合，系统、单株材料共322份。
- 育种目标库和权重系数库分别存放了育种专家对不同地区、不同产量水平、主要性状的育种目标推荐值和相应的权重系数值。



### • 三、推理机

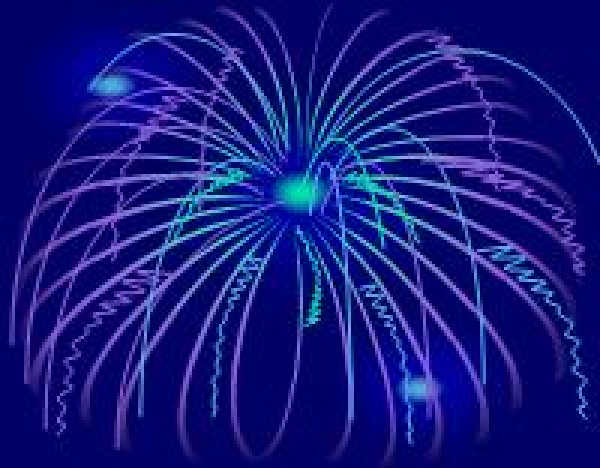
- 推理机是一组控制、协调整个系统的一组程序。根据育种目标或性状观测值，利用知识库中的知识，按一定推理策略，推导出结论。
- 亲本选配子系统采用逆向和正向混合推理策略，即首先根据育种目标，确定符合目标要求的骨干亲本和匹配亲本，并根据规则在骨干亲本和匹配亲本中搜索、匹配符合要求的亲本。然后正向推理，根据事实(性状观测值)进行产量因素、互补性状、其它性状评价，配制杂交组合。
- 后代处理子系统采用正向推理策略，即根据世代材料的性状观测值和知识库中的规则，选出符合育种目标要求的材料。





- **四、解释模块**

- 在亲本选配和后代处理子系统中均有一个解释模块。咨询结束后，系统可对所作的结论作出解释。



谢谢！