

“十一五”国家重点图书

当代农业学术专著系列丛书

作物灰色育种 电脑决策系统 及其应用

郭瑞林 王占中 编著



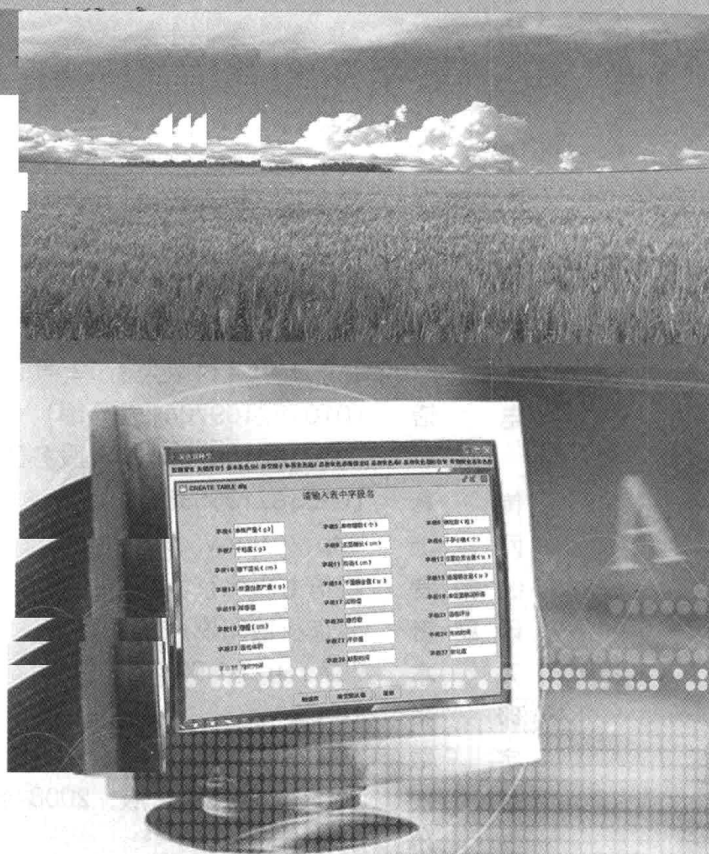
中国农业科学技术出版社

“十一五”国家重点图书

当代农业学术专著系列丛书

作物灰色育种 电脑决策系统 及其应用

郭瑞林 王占中 编著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

作物灰色育种电脑决策系统及其应用/郭瑞林, 王占中编著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2008. 9

ISBN 978 - 7 - 80233 - 687 - 2

I. 作… II. ①郭…②王… III. 计算机应用—作物育种—灰色系统—研究 IV. S33 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 122948 号

责任编辑 黄 卫 杨玉文

责任校对 贾晓红 康苗苗

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82109704 (发行部) (010)82106631 (编辑室)

(010)82109703 (读者服务部)

传 真 (010)82106636

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 新华书店北京发行所

印 刷 者 北京科信印刷厂

开 本 787 mm × 1 092 mm 1/16

印 张 18.75

字 数 450 千字

版 次 2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷

定 价 68.00 元

版权所有·翻印必究

《当代农业学术专著系列丛书》

编辑委员会

主 任：翟虎渠

副主任：薛 亮 雷茂良 刘 旭 屈冬玉

罗炳文 唐华俊 贾连奇

顾 问：邱式邦 庄巧生 卢良恕 刘更另

方智远 沈荣显 张子仪 范云六

董玉琛 郭予元 陈宗懋

委 员（按姓氏笔画为序）：

万建民 才学鹏 孔宪刚 王小虎

王汉中 王思明 王育青 邓光联

史志国 叶志华 付静彬 刘君璞

刘继芳 许世卫 乔晨生 吴 杰

吴孔明 张陆彪 张逐陈 时建忠

李思经 杜永臣 杨亚军 杨志强

杨福合 杨炳壮 沈贵银 陈 萍

陈连江 周常勇 周新民 孟祥云

易中懿 林 敏 林矫矫 段爱旺

郭锡杰 秦 富 高淑君 梅旭荣

喻树迅 程式华 韩惠鹏 熊和平

管 辉 蔡辉益 魏益民

总 序

中国农业科学院决定在“十一五”期间启动《当代农业学术专著系列丛书》的编辑出版工作，就是要借助书籍这一人类进步的阶梯，进一步贯彻落实党中央、国务院关于积极发展现代农业，扎实推进社会主义新农村建设的战略决策，总结当代农业学术研究重大成果，推动我国农业科技自主创新，促进农业和农村经济发展。

出版学术专著不是件容易的事，尤其是农业领域的。难的不仅是内容，而且还有市场。对作者、对出版社，没有“板凳须坐十年冷，文章不写一句空”的精神，是难以长期坚持下来的。

所喜的是，这套丛书经中国农业科学技术出版社申报，已被国家新闻出版总署列入“十一五”国家重点图书出版规划项目，说明国家主管部门对我们的工作是十分支持和认可的，我们在感到欣慰的同时更觉得责任重大，如何将这项国家级重要出版工程组织好落实好，是我们目前面临的第一要务！

值得我们骄傲的是，新中国成立以来，尤其是改革开放以来，我国农业科学技术发展迅速，以中国农业科学院为代表的一大批农业科研单位在科研第一线上取得了累累硕果。中国农业科学院建院 50 年来，科技创新能力明显增强，科技成果和科技产出稳步增长，在品种资源、新品种选育及配套技术、动物重大疫病防控技术、动物营养与健康养殖技术、农产品加工与质量安全、数字农业与智能化装备、农业资源高效利用和环境保护、农业技术产业化研究等方面取得了一批原创性重大科研成果，为我国农业和农村经济发展起到了强有力的科技推动和科技支撑作用，这些都为农业科技专著出版提供了优质的素材和条件，我们只要将这些科研实践经验和成果上升到理论层次加以总结和提炼，就一定能够出版成优秀的科技专著。

当然，每一份成绩的取得都离不开我国广大的农业科技工作者的辛勤劳动。他们或奋战在科研第一线，或活跃在田间地头，或诲人于三尺讲台，他们或摘取国家最高科学技术奖功成名就，或桃李芬芳弟子满天下，但更多的是默默耕耘任劳任怨，他们就是我们最可宝贵的作者资源和国家的财富！时间不允许我们再等待，他们的实践和经验需要我们去挖掘、保存和升华！

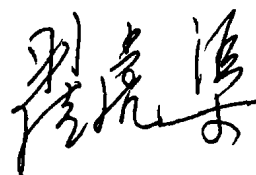
在丛书的编写中，我们将紧密结合国家“十一五”农业战略目标和未来国家农业发展的关键性技术领域，切实推进农科教大联合、产学研相结合，合理布局重大基础理

论类、学术前沿类、重大高新技术类和农业产业类四大类别专著的比例和力量，促进作物科学、畜牧兽医科学、应用农业微生物学、农业资源与环境学、食品科学与工程、农业质量标准与检验、农业经济与科技发展、农业信息、农业工程学九大学科群建设，不断提高自主创新能力，着力解决农业生产中带有全局性、关键性、方向性的重大问题，大幅度提高农业科技进步的贡献率。

为了出版发行好这套丛书，我们将切实发挥农业科研、教学、推广单位的人才、技术、设施等优势，大力倡导把“文章写在大地上，成果留在千万家”，使科技成果尽快应用于生产、转化为现实生产力，使这套丛书既能带来社会效益，还能创造一定的经济效益。我认为，对优秀的专著而言，两个效益是统一的，而要实现它靠的是什么？不仅仅是靠投入，更多的是靠专著的质量来吸引读者，只有为读者带来回报，专著才能实现自身的价值。

书山有路，丹心无改。在建设社会主义新农村的伟大征途中，中国农业科学院将不负历史使命，为中国农村经济的发展和中华民族的伟大复兴奋斗不息！这是我们共同的无愧于时代的选择！

中国农业科学院院长



《作物灰色育种电脑决策系统及其应用》

编委会

主 编：郭瑞林 王占中

副主编：王景顺 王金平 郝治安 姚战军

编 委（按姓氏笔画为序）：

王卫民 王占中 王金平 王素英

王景顺 关 立 刘海平 刘瑞芳

齐光荣 宋志均 姚战军 郝治安

郭瑞林

内容提要

本书是《作物灰色育种学》一书的姊妹篇。全书共分九章。主要内容包括作物灰色育种电脑决策系统概述、育种目标性状灰关系分析计算程序及其应用、亲本灰色分类计算程序及其应用、杂交组合灰色评判计算程序及其应用、单株灰色选择计算程序及其应用、品种灰色多维综合评估计算程序及其应用、品种灰色布局计算程序及其应用、品种灰色相似性栽培计算程序及其应用、作物病虫害灰色预测计算程序及其应用等。全书结合育种实例，模拟作物育种全过程，学用兼备，图文并茂，以淋漓酣畅的笔触和可视性极强的图片，将读者带入作物育种的各个阶段和环节，使读者在接受和吸纳知识的同时也有了作为一个育种家的感悟与体验。除第一章外，其余各章均按数学原理、计算方法与步骤、程序设计与框图、程序类别与功能、应用实例与上机操作说明、程序清单的格式进行叙述，使读者既能从理论上融会贯通，又能在实践中得到训练。随书附有作物灰色育种电脑决策系统光盘，可方便地安装到计算机上，供读者在作物新品种选育过程中应用。全书结构严谨，层次分明，内容丰富，语言简练。既是从事作物育种和相关领域研究人员的有效工具，又是农业高等院校师生、研究生的良好教材。

前 言

自从 1995 年《作物灰色育种学》一书问世以来，至今，作物灰色育种的研究已经走过了十几年的发展历程。十几年，对于人类历史的发展长河而言，不过是转瞬即逝，但对于芸芸众生，尤其是辛勤战斗在作物育种第一线的农业科技工作者来说，却并不平凡。面对学术浮躁和“职称学问”，竟然还有数以千计的有识之士，“酌贪泉而觉爽，处涸辙而犹欢，”不趋时尚，不随流俗，静下心来，认真品读《作物灰色育种学》，并将其应用于自己所从事的研究领域，取得令人欣喜的成果，这是著者本人所始料未及的。尤其让著者感动的是，他们这种可敬可佩的行为完全是根据研究工作的需要，在一种自发状态下进行的，委实显得弥足珍贵。在这种精神的感召下，著者不能不处于一种莫名的激动之中，总觉得应当为他们做点什么才能聊表心愿。加之后面还要说到的一些原因，于是，一个想法和行动便自然而然地产生了：这就是本书的出版问世。

大凡新兴学科的创立，在它们的成长和发展过程中，都曾发生过与众不同的波折和故事。正是这些不同，才体现了它们的存在价值。但也有一点是相同的，那就是：它们都要经过实践的检验。有鉴于此，早在作物灰色育种理论创立之初，著者就有意识地将其应用于新品种选育的实践，借以验证其可行性。孰料新硎初试，便耸壑凌霄，表现出与传统育种迥然不同的格调和别致新颖的风貌。小麦新品种豫麦 35、豫麦 57、安麦 1 号、安麦 7 号，绿豆新品种豫绿 3 号、安阳黑绿豆 1 号、2 号，豇豆新品种早翠豇豆，优质蚕品种 895 × 892 和优质多倍体桑树品种鄂诱 1 号、鄂育 1 号等的培育成功，更从育种实践的角度为这种理论与方法提供了有力的佐证。也正因为此，著者才信乃弥坚，行乃弥笃，以致把创立和发展作物灰色育种学作为自己毕生奋斗的事业。

作物灰色育种的特色之一就是实现作物育种的定量化。这样，在育种过程中，必然会牵涉到诸多灰色系统数学模型。尽管这些模型并不复杂，但对于育种工作者来说，每年成千上万个科研数据的处理或者说上述灰色系统数学模型在育种各个环节的求解无疑烦琐之至。因此，《作物灰色育种学》一书出版之后，有不少热心的读者来函，希望能得到有关灰色育种计算程序方面的软件。在这一方面，著者也感同身受，深有体会。因此，作物灰色育种软件尚付阙如这一事实，自《作物灰色育种学》付诸出版，便时常萦绕在著者心头挥之不去。1998 年，当著者还在安阳市农业科学研究所工作时，就曾主持研制了作物灰色育种电脑决策系统，之后在安阳市农业科学研究所和其他一些育种单位得到应用，反映良好。但由于该系统建立在 PowerBuilder 6.0 的开发环境之下，与目前广泛使用的 Windows XP 和 Windows Vista 操作系统不相兼容，加之其中还存在许多不太完善的地方，因此亟待改进和升级。于是，2007 年我们以《作物灰色育种学》一书为蓝本，以兼容性较强、普适性较广的 Java 技术为支撑，以 JBuilder 2006 为平台，对作物灰色育种程序进行了重新开发。与 98 版本相比，现有系统技术更先进，内容更

全面,平台更开放,界面更友好,应用更方便。本书就是在总结上述研究成果的基础上,进一步理论化、系统化、规范化和实用化撰写而成的。

在理论化上,全书突出作物灰色育种定量化的基本特征,阐明了育种过程各个环节的灰色系统数学原理,并紧密联系育种应用实例,从理论与实践的结合上,讲明各种灰色系统数学模型的功能与效果。

在系统化上,全书以作物灰色育种技术路线为纲,按照作物育种的工作程序依次展开,应用实例前后衔接,结构层次清晰,能较好地体现作物灰色育种电脑决策系统的整体功能和综合效果,并补充了亲本灰色分类、品种灰色多维综合评估、品种灰色布局、品种灰色相似性栽培、病虫害灰色预测等计算程序,使应用软件更加完善。

在规范化上,全书计算程序在数据输入和查询方式上进行了统一,并设置了许多选择、判别、分析功能,便于用户灵活应用,以期尽可能获得令育种工作者满意的结果。如育种目标灰关联分析程序中,可以任意选择母序列和子序列,并设计有各种原始数据变换方法,以供选择;在杂交组合灰色评判、单株灰色选择、品种灰色多维综合评估和品种灰色布局等程序中,设计有5种权重确定方法,如专家确定法、灰度确定法、离差确定法、信息熵确定法、判断矩阵(AHP)确定法等,尽可能让不同层次的读者在其中巧妙地斡旋。

在实用化上,全书每个计算程序,都安排有计算步骤、程序框图、功能说明、应用实例与上机操作等,运算过程均在屏幕上显示并设有打印功能,界面友好。书中大量应用实例及其结果分析,也为用户提供了有益的借鉴。更为令人欣喜的是,读者可在网站<http://swspxy.ayit.edu.cn/>下载“作物灰色育种电脑决策系统软件”,并将其安装在计算机上,指导作物新品种选育,这对作物灰色育种理论的应用无疑将产生巨大的推动作用。

全书共分九章。第一章从总体上介绍作物灰色育种电脑决策系统。希望读者能对电脑决策系统的全貌有一个比较清晰的了解和把握。由于该系统是建立在灰色育种理论基础之上的,所以在本章用了相当的篇幅介绍了作物灰色育种学的五大体系、八大理论、九个原理和一条技术路线,以便帮助读者对作物灰色育种学有一个整体认识。这样,再去理解作物灰色育种电脑决策系统,就水到渠成,游刃有余了。第二章至第九章是全书的主要内容。完全按照作物育种过程顺序展开。每章均按数学原理、计算方法与步骤、程序设计与框图、程序类型与功能、应用实例与上机操作说明、程序清单的格式来叙述。其中援引的案例都是我们在作物育种过程中的实际事例。这样设计的好处是,能使读者身临其境,逐一体验作物育种的各个阶段和环节。尤其对初学者来说,更具有事半功倍之效。只要按照书中内容,从头至尾操练一遍,几个星期或者几个月的学习时间(捷足先登者甚至更短),便等同于进行了八九年的育种工作。这一点,是其他育种理论书籍所无法比拟的。古人云:“操千曲而后晓声,观千剑而后识器”。相信随着读者在育种实践中的不断应用,作物灰色育种电脑决策系统的妙不可言之处一定会越来越深切地体现出来。

值得一提的是,本书脱胎于《作物灰色育种学》。全书结构基本上按照《作物灰色育种学》的框架和蓝图,酝酿立意,选材构思和谋篇布局。所不同的是,在此基础上

有所拓展和创新，突出了作物灰色育种计算程序及其应用这一主题。从这个意义上讲，本书与《作物灰色育种学》可说是一母同胞的姊妹。两者各具特色，桴鼓相应，浑然一体。既有相辅相成之功，更有相得益彰之效。后者侧重于灰色育种原理的阐述，前者则更侧重于育种应用的介绍。由是观之，则两者可谓春兰秋菊，异曲同工，各尽其妙。因此，本书尚能与《作物灰色育种学》一书结合起来阅读，学习效果将更为理想。基于上述考虑，本书的出版企望为《作物灰色育种学》锦上添花——假定《作物灰色育种学》当真值得锦上添花的话。

在决策系统研制及本书的撰写过程中，曾得到安阳工学院生物与食品工程学院、计算机科学与信息工程系、科研处等领导和同志们们的热情支持和帮助。是他们为著者提供了良好的科研和工作条件，才使得本书在较短的时间内能够付梓刊印，公诸同好。其情可鉴，没齿难忘，在这里一并致谢。令人遗憾的是，著者才疏学浅，褚小怀大，虽然苦心孤诣，不遗余力，仍难免有操刀伤锦之嫌，因此诚恳地希望读者或同行不吝赐教，以使本书早日玉琢成器。

行文至此，本应结束，但著者却仍感意犹未尽。鲁迅先生的一段名言蓦然闪现脑海：“希望本无所谓有，但无所谓无的。这正如地上的路；其实地上本没有路，走的人多了，也便成了路。”由此又联想到契诃夫的一段隽语：“路是人的脚走成的，为了多辟几条路，必须多向没有人的地方去走。”是的，作物灰色育种学独辟蹊径，最初走的人自然很少很少，但当人们尝鼎一脔，余香在口，逐渐体悟到那种“悠然心会，妙处难与君说”的意境时，走的人便会越来越多。如果本书的出版，能在这条路上为热心的读者提供些许慨然一试的冲动，也就不胜欣慰，心满意足了。

郭瑞林

2008年6月26日于安阳工学院德馨园

联系方式

0372 - 2569000 (办) 0372 - 2909793 (宅)

13569031829

E-mail: Grl6662002@yahoo.com.cn

目 录

第一章 作物灰色育种电脑决策系统概述	(1)
一、基本概念	(2)
二、学术框架	(3)
三、开发优势	(9)
四、开发流程	(10)
五、主要模型	(10)
六、计算程序	(10)
七、应用前景	(11)
第二章 育种目标性状灰关系分析的计算程序及其应用	(13)
一、育种目标性状灰关系分析的数学原理	(13)
二、育种目标性状灰关系分析的计算方法与步骤	(15)
三、育种目标性状灰关系分析的程序设计与框图	(16)
四、育种目标性状灰关系分析的程序类型与功能	(17)
五、育种目标性状灰关系分析应用实例与上机操作说明	(17)
六、育种目标性状灰关系分析程序清单	(23)
第三章 亲本灰色分类的计算程序及其应用	(38)
一、亲本灰色分类的数学原理	(38)
二、亲本灰色分类的计算方法与步骤	(39)
三、亲本灰色分类程序设计与框图	(40)
四、亲本灰色分类程序类型与功能	(41)
五、亲本灰色分类程序应用实例与上机操作说明	(41)
六、亲本灰色分类程序清单	(47)
第四章 杂交组合灰色评判的计算程序及其应用	(67)
一、杂交组合灰色评判的数学原理	(67)
二、杂交组合灰色评判的计算方法与步骤	(72)
三、杂交组合灰色评判程序设计与框图	(73)
四、杂交组合灰色评判程序类型与功能	(74)
五、杂交组合灰色评判应用实例与上机操作说明	(75)
六、杂交组合灰色评判程序清单	(82)
第五章 单株灰色选择的计算程序及其应用	(112)
一、单株灰色选择的数学原理	(112)
二、单株灰色选择的具体步骤	(116)

三、单株灰色选择程序设计与框图	(116)
四、单株灰色选择程序类型与功能	(116)
五、单株灰色选择应用实例与上机操作说明	(116)
六、单株灰色选择程序清单	(124)
第六章 品种灰色多维综合评估的计算程序及其应用	(160)
一、品种灰色多维综合评估的数学原理	(160)
二、品种灰色多维综合评估的分析步骤	(161)
三、品种灰色多维综合评估程序设计与框图	(162)
四、品种灰色多维综合评估程序类型与功能	(163)
五、品种灰色多维综合评估应用实例与上机操作说明	(163)
六、品种灰色多维综合评估程序清单	(168)
第七章 品种灰色布局的计算程序及其应用	(196)
一、品种灰色布局的数学原理	(196)
二、品种中心灰靶布局的计算方法与步骤	(198)
三、品种灰色布局程序设计与框图	(199)
四、品种灰色布局程序类型与功能	(200)
五、品种灰色布局应用实例与上机操作说明	(200)
六、品种灰色布局程序清单	(207)
第八章 品种灰色相似性栽培的计算程序及其应用	(236)
一、品种灰色相似性栽培的数学原理	(236)
二、品种灰色相似性栽培的计算方法与步骤	(239)
三、品种灰色相似性栽培程序设计与框图	(240)
四、品种灰色相似性栽培程序类型与功能	(241)
五、品种灰色相似性栽培应用实例与上机操作说明	(241)
六、品种灰色相似性栽培程序清单	(247)
第九章 作物病虫害灰色预测的计算程序及其应用	(266)
一、病虫害灰色预测的数学原理	(266)
二、病虫害灰色预测的计算方法与步骤	(267)
三、病虫害灰色预测程序设计与框图	(270)
四、病虫害灰色预测程序类型与功能	(271)
五、病虫害灰色预测应用实例与上机操作说明	(271)
六、病虫害灰色预测程序清单	(273)
主要参考文献	(282)

第一章 作物灰色育种电脑决策系统概述

20 世纪 80 年代末 90 年代初，在传统育种的基础上，作物育种新途径、新技术包括人工诱变育种、倍性育种、远缘杂交育种、细胞工程、染色体工程、基因工程等均在世界范围内得到不断开拓和发展，我国作物育种也进入了前所未有的发展时期。然而在新品种选育方面，经验育种仍然占据主导地位。同诸多专家、学者一样，著者在从事多年育种理论研究和实践的过程中也逐渐认识到，传统经验育种虽然为人类食品安全作出了巨大贡献，但也存在着育种周期长、盲目性大、效率低、预见性差等突出问题。因为作物育种过程本身就是部分信息已知、部分信息未知的灰色过程，所以考虑用灰色系统理论来阐述和解释育种过程中各种各样的问题，用灰色系统理论来补充和完善作物育种理论，甚至将灰色系统理论与作物育种理论相结合来重新建构作物育种理论，便势在必行。正是基于上述思考，著者提出了建构作物灰色育种学的设想并付诸育种实践。1994 年，“Conception on grey crop breeding science”一文在《The Journal of Grey System》上的发表，引起不少学者、专家的关注，奠定了其与众不同的学术地位；1995 年，《作物灰色育种学》一书问世，自此，作物灰色育种理论在我国学术界的殿堂登堂入室，渐入佳境。

作物灰色育种学系灰色系统理论与作物育种理论相结合而产生的一门新兴边缘学科，旨在阐明和解释作物育种过程中存在着的灰色现象（即部分信息已知，部分信息未知的现象），从定性与定量的角度研究作物育种过程中目标性状之间的关系、亲本分类、组合配制、单株选择、品种比较、品种布局乃至品种合理利用等关键环节及其联系。它的诞生，标志着传统作物育种向现代化、信息化、定量化育种迈进的一次革命性飞跃。从而使作物育种水平由定性经验阶段上升到定量或定性与定量相结合阶段，使作物育种学科由比较粗糙的定性描述性学科发展成为一门比较精密的学科。

正如一切发展中的新学科一样，作物灰色育种学的成长也充满了艰辛。期间既有“欲取鸣琴弹，恨无知音赏”的孤独，亦有“词客争新角短长，迭开风气递登场”的喧闹；既有“上穷碧落下黄泉，两处茫茫皆不见”的困惑，亦有“会当凌绝顶，一览众山小”的欢欣。总之，作物灰色育种学跋前疐后，历经沧桑，以其别开生面的独特视角和提出问题、认识问题、解决问题的全新思路，在作物育种领域异军突起，愈来愈引起育种工作者的关注和重视。

据清华同方知网 CNKI (<http://www.cnki.net>) 中国学术期刊全文数据库检索，截至 2007 年 6 月，已有 500 余篇论文引用作物灰色育种理论开展研究工作，涉及 63 种动植物。与此同时，在作物灰色育种学原理与方法的指导下，已经选育出豫麦 35、豫麦 57、安麦 1 号、安麦 2 号、安麦 3 号、安麦 6 号、安麦 7 号等小麦新品种，豫绿 3 号、

安阳珍稀黑绿豆 1 号、2 号等绿豆新品种，早翠豇豆等豇豆新品种，895 × 892 等优质蚕品种以及鄂诱 1 号、鄂育 1 号等优质多倍体桑树品种，产生了巨大的经济和社会效益，从而从育种实践的角度证实了这种理论与方法的可行性、有效性。

然而，由于作物灰色育种过程各环节涉及的数学运算问题较多，手工处理相当繁杂，使其广泛应用受到一定限制。为此，把信息技术引入作物育种中，研究和开发作物灰色育种智能决策系统，为作物育种工作者提供快捷有效的工具和手段便显得十分必要。1998 年，著者曾经开发出一个作物灰色育种电脑决策系统。该系统以 Power Builder 6.0 作为开发平台，在 Windows 98 操作系统下运行效果良好。但其与现有的 Windows XP、Windows Vista 等操作系统不兼容，而且原系统某些关键模块未能实现，比如亲本灰色分类、病虫害灰色预测等部分，加之数年来著者在致力于灰色育种学的研究与实践中，又有一些新的思想和成果充实丰富了原有的内容。于是，著者决定仍然以《作物灰色育种学》一书为蓝本，重起炉灶，以美国 Sun 公司开发的兼容性较好的 Java 2 为技术支撑，以 JBuilder 2006 为集成开发环境，以 MS SQL Server 2000 为后台数据库，对其进行再次开发，使其功能更全面，平台更开放，界面更友好。本书就是这一研究开发成果的结晶。相信它的广泛应用，必将会对作物育种工作产生一定的推动作用。

一、基本概念

作物灰色育种电脑决策系统是将作物灰色育种理论与方法编制成计算机程序，辅助育种工作者在育种过程各个关键阶段进行正确决策的一种工具。主要内容包括育种目标性状灰关系分析、亲本灰色分类、杂交组合灰色评判、单株灰色选择、品系（种）灰色多维综合评估、灰色相似性栽培、品种灰色布局、病虫害灰色预测等决策程序。

由于灰色系统论的引入，作物灰色育种电脑决策系统使传统育种在定量化方面取得重要突破，在相当程度上克服了经验育种的局限。据此，育种家不仅能够对育种过程的各种现象作出定性描述，而且能够作出定量说明，从而使作物育种实现了由传统的定性经验育种向定量化育种的跨越，使作物育种学科由定性描述性学科上升为较为精密的学科。毫无疑问，作物灰色育种电脑决策系统的研制与应用，对于作物育种学的发展具有重要的现实意义和深远的历史意义。

如前所述，作物灰色育种电脑决策系统是基于 Java 技术研制开发而成的。众所周知，Java 技术的出现，是 IT 发展史上的一个里程碑。其独特的 Sun One 编程框架与 NET 技术珠联璧合，并驾齐驱，成为 IT 产业一道亮丽的风景。该技术不仅克服了以往一些开发工具的不足，可以跨平台，做到“一次编程，到处运行”，在各种各样的操作系统上一展风采，而且设计软件结构清晰，层次分明，使其可维护性、可扩展性和可重用性得到加强。更有甚者，该技术还提供了 4 种访问各种数据库管理系统的统一接口，使系统可方便地连接到所有现行的数据库管理系统上。如大型数据库 Oracle、Sybase、Microsoft SQL Server、IBM DB2、Informix 等，个人数据库如 Access、Foxpro、Paradox 等均能通过相应的驱动活动进行访问。尤为难能可贵的是，Java 技术是网络技术发展的产物，因此以其开发的软件

十分容易实现网络化，这就使其应用推广如虎添翼。正是由于 Java 技术的上述优势与特点，才赋予作物灰色育种电脑决策系统以广泛的适应性和强大的生命力。

二、学术框架

作物灰色育种学问世以来，无论在理论上，还是在方法上以及实际应用上，均得到了很大的发展。在作物育种领域，这种理论与方法独树一帜，自成体系。目前已基本形成以五大体系、八大理论、九个原理和一条技术路线为基本内容的学术框架。作物灰色育种电脑决策系统就是在这种学术框架的基础上研制而成的。

（一）作物灰色育种学的五大体系

作物灰色育种学的五大体系包括理论体系、分析体系、方法体系、模型体系和技术体系。

1. 理论体系

作物灰色育种学的理论基础是灰朦胧集（Grey Hazy Set），它是在作物育种命题下，育种元素由不明确到明确的集合，育种信息由少到多的集合，育种信息可以不断补充的集合，亦即育种对象由灰变白的集合，由抽象到具体的集合。比如，“一个表现最好的品种”，这是停留在观念阶段的信息元。“表现最好”必定要有许多信息如产量、抗病性、抗倒性、早熟性、品质等来支持与说明。这些信息集中到一起，就形成了“一个表现最好的品种”的定义信息域 $\pi(v)$ 。若从这个信息域 $\pi(v)$ 中任意抽出一个子集 v_j ，比如“产量最高的品种”，然后根据这个信息集的条件去寻找与子集要求相当的品种，那就可能出现这样的情况：这样的品种暂时找不到；也可能是虽然找到了，又不敢肯定，似乎是这个品种，又似乎是另一个品种。如产量在此地某个品种最高，而在彼地另一个品种最高。这样，就使得符合信息子集“产量最高的品种” v_j 呈现一片朦胧。这样一种朦胧状态的集合就称为灰朦胧集。

作物灰色育种学的理论依据是信息覆盖。比如，用“单株穗数多，千粒重高，株高适中，抗病性强，早熟，品质好……”来描述 A 单株，则集合（单株穗数多，千粒重高，株高适中，抗病性强，早熟，品质好……）是 A 单株的信息覆盖。

以灰朦胧集为奠基，由灰代数、灰矩阵、灰方程共同构成作物灰色育种学的理论体系。

2. 分析体系

以灰关联空间为依托。主要指的是灰关联分析，其实质是整体比较，目的是对信息不完全与“少数据不确定”的育种系统作因子间的量化、序化，内涵是距离空间与点集拓扑（Point-set Topology）空间结合，构成有参考系的、有测度的整体比较，因此可以作统观全局和全貌的分析，从而判别影响育种目标的主要与次要因子。

3. 方法体系

以灰序列生成为基础。所谓灰序列生成即将原始数据通过某种运算变换为新数据。譬如育种目标性状之间量纲不同，相互之间无从比较，因此就需通过灰序列生成作无量

纲变换，使之具有可比性。

4. 模型体系

以 GM 灰色模型为核心。灰色模型既不是一般的函数模型，也不是纯粹的差分方程模型，或者纯粹的微分方程模型，而是具有部分差分、部分微分性质的模型。这种模型无论在关系上、性质上还是内涵上均具有不确定性。因此其建模思路是，从序列的角度剖析一般微分方程，以了解其构成的主要条件，然后，对近似地满足这些条件的序列建立近似的（信息不完全的）微分方程模型。

5. 技术体系

以灰色系统分析、灰决策、灰评估、灰预测为主体。

（二）作物灰色育种学的八大理论

包括育种目标性状的灰关系分析理论、亲本灰色分类理论、杂交组合灰色评判理论、单株灰色选择理论、品种灰色多维综合比较理论、品种灰色相似性栽培理论、品种灰色布局理论和病虫害灰色预测理论等八个部分。

1. 育种目标性状的灰关系分析理论

育种目标是育种工作者根据市场需求，对所要培育的新品种在主要性状上提出的总体要求。明确这些主要性状彼此之间的关系，对于成功地培育作物新品种十分重要。然而，通常状况下，育种工作者对这些性状之间的关系并不十分清楚，总是停留在部分明确、部分未知的水平上。换言之，育种目标各性状之间的关系具有相当程度的灰色性。显然，采用灰关联分析原理与方法，分析各性状对产量或品质的影响，判别主要性状与次要性状，明确各性状之间的数量关系，作性状间的量化、序化，从而确定育种目标，是顺理成章的。这种运用灰关联分析原理分析作物育种目标性状之间的关系，帮助育种工作者确定育种目标的理论就称为育种目标性状的灰关系分析理论。

2. 亲本灰色分类理论

所谓亲本灰色分类，指的是采用灰关联模糊分类或灰关联 Q 型系统分类、灰关联 R 型系统分类、灰关联图论分类、最大树灰色相似关系分类等分类方法，定量地确定亲本之间的亲疏关系（遗传差异），并按这种关系从本质属性上将亲本进行分类。

亲本灰色分类对于指导杂交组合配制具有重要意义。根据亲本选配原则，除双亲性状应符合育种目标的要求外，还应做到双亲之间遗传差异要大，这样，在杂种后代才有可能分离出各种符合育种目标要求的理想单株或株系来。因此，配制杂交组合时，应尽可能选择遗传差异较大的不同类型之间的材料作亲本。

3. 杂交组合灰色评判理论

应用杂交组合灰色评判方法，对杂种 F_1 代组合进行综合评价的过程叫做杂交组合灰色评判。通常在进行杂交组合灰色评判时，以育种目标性状的最优值（理想值）作为评判标准，某组合各性状观察值与最优值（理想值）的吻合程度称为该组合的达标指数，达标指数越大，说明该组合各性状达到育种目标的程度越大，则该组合越优。这种利用灰色达标指数评估杂交组合优劣的理论称为杂交组合灰色评判理论。