

# 博思育种

## Brains Breeding

主办单位：北京中农博思科技发展有限公司 主编：李奉令 2011年2月8日 星期二

《博思育种》，是博思公司推出的一份电子版育种技术资料，主要内容专注于数量遗传学、群体遗传学、统计遗传学、分子遗传学、生物信息学、生物统计等实用性育种技术的应用，欢迎浏览，欢迎指教。

### 本期目录

---

- 一 博思十年
- 二 BLUP 介绍
- 三 BLUP 植物育种数据分析和预测
- 四 博思公司与摩托罗拉联合推广农博士育种信息化解决方案
- 五 农博士育种信息化解决方案得到全国大豆育种家年会专家认可
- 六 先锋公司的育种研发管理经验和对我们的启示

# 博思十年

博思公司 10 岁了。

2001 年 2 月 15 日，博思公司诞生于当年的北京农业大学。几个朝气蓬勃的年轻人创立了博思公司。

在农业领域做软件，现在想想都觉得不是一件容易的事。

博思公司坚持下来了，

今天，博思公司成为了农业领域一家有影响力的企业。

扎根农业领域做软件，是博思公司 10 年来的探索和收获，未来仍是我们的追求和方向。

我们将孜孜以求，扎实求真，致力于专业农业软件的创造和服务，以更好的软件产品解决方案回报一直以来支持我们的朋友。

**将先进的育种数据管理模式和方法推荐给  
中国育种家，利用现代信息技术服务育种工作，  
为民族种业发展贡献我们的力量！**



## BLUP 介绍

20 世纪 50 年代初，美国康奈尔大学学者 Henderson 提出了 BLUP 法，即最佳线性无偏预测 (Best Linear Unbiased Prediction) 法，该方法能显著提高遗传进展，特别是对于低遗传力性状和限性性状，其效果更加明显。70 年代以来这一方法在牛的遗传改良中得到了广泛应用，成为多数国家牛育种值估计的常规方法。80 年代后期，一些国家开始把这一方法应用于猪。

BLUP 法具有估计值无偏、估计值方差最小、可消除因选择和淘汰等原因造成的偏差等特性，获得的个体育种值具有最佳线性无偏性，是当今世界范围内主要的种畜遗传评定方法。

---

## BLUP 植物育种数据分析和预测

李奉令

BLUP 在植物育种中的应用始于 Bernardo (1992, 1994, 1996, 2002) 的一系列工作。

玉米杂交种选育中的一些研究表明，BLUP 预测值和观测值之间的相关，产量在 0.43 至 0.76 间，籽粒含水量在 0.75 至 0.93 间，茎倒伏性在 0.30 至 0.74 间，根倒伏性在 0.16 至 0.53 间 (Bernardo 1996, 2002) -----摘自翟虎渠、王健康《应用数量遗传》

BLUP 在植物育种中有广阔的应用前景。张世煌首席曾两次跟我提起，要将 BLUP 做到农博士育种家软件中。近两年的时间里，我们一直在努力解决这个问题。终于，我们在育种家软件中成功实现 BLUPS 算法。

下面说说 BLUP 能给植物育种带来什么。分析和预测两大功能。

BLUP 可以基于数据直接进行育种分析，计算育种值，给出配合力效应，这对已有育种数据可以直接拿来就用，准确把握材料的真实遗传效应。这是 BLUP 常见的功能应用。

BLUP 预测功能，是实用和牢靠的。

举个例子，10 个父本，10 个母本，完全杂交，有 100 个组合，如果我们只做 30 个杂交，剩余的 70 个组合，可以用 BLUP 方法估计出产量表现。做过的 30 个组合，用 BLUP 可以分析出产量数据里面真实遗传的育种值。

这就是 BLUP，植物育种，以玉米为例，杂交规模经常上万，甚至更多，手里积累到 300 个自交系的话， $300 \times 300 = 9$  万，做的过来吗，当然，更重要的是，做这么多的杂交有必要吗？如何减少育种工作的盲目性，非常重要。

先锋公司庞大的育种杂交规模让我们赞叹，但如果先锋把所有自交系都做测配，其现有杂交规模也许还要放大几十万倍，也不见得全做了。

美国玉米大规模商业育种项目的测试组合比例一般只有 10-15%，剩下的 85-90% 的杂交组合也就没有机会成为品种 (Bernardo 1996)。

BLUP 预测的原理是什么？

张世煌老师跟我谈起 BLUP 的时候，形象的说，“BLUP 可以算出公牛的产奶量”，给我的印象颇深，只有母牛才能产奶，公牛的产奶量如何理解呢？

BLUP 方程组在构建中采用了加性遗传相关矩阵，这个矩阵来自于参算材料系谱，反应的是材料间的亲缘关系。因此通过群体的亲缘关系，就可以推测未测配组合的预期产量表现。

BLUP 应用于植物育种，要解决好几个重要的问题，亲缘系数矩阵就是一个，我们采用了玉米是一个大群体大系谱的角度，6 大来源（血缘），（PA BSSS 旅大红骨 PB 兰卡斯特 塘四平头），采用分子遗传学研究成果，直接计算得出不同玉米自交系间的共祖先系数。数量遗传学中通常假定两个自交系没有直接亲缘关系的情况下，共祖先系统=0，这与实际育种应用是不符的，可以说，任何两个玉米自交系材料，其共祖先系数一定是大于 0 的。这样的处理方式更符合育种实际情况。

福建农林大学从事甘蔗育种的徐良年老师，跟我介绍，澳大利亚甘蔗育种中就采用了 BLUP 分析预测方法，甘蔗是经济作物，育种考察要求多性状，我们目前 BLUP 算法应用开发先做到单性状，我想这是我们下一步的研究方向。

---

## 博思公司与摩托罗拉联合推广农博士育种信息化解决方案

2011 年初，博思公司与摩托罗拉公司达成进一步合作意向，在新的一年里，双方将共同面向我国农业领域加深合作关系，合作推广农博士育种信息化解决方案。

将装备农博士移动育种数据采集系统的设备样机，放置于摩托罗拉公司北京总部展示大厅。

2010 年，博思公司正式成为摩托罗拉公司 ISV(独立软件开发商)。

摩托罗拉公司表示，2011 年将推出更先进的采集设备，以替代 MC70 系列，更好的服务育种用户。





博思技术人员冬小麦田间实测 MOTOROLA 扫描采集设备



博思技术人员温室实测 MOTOROLA 扫描采集设备

## 农博士育种信息化解决方案得到全国大豆育种家年会专家认可

2011.1.17 日，全国大豆育种家年会，在首都北京成功召开。

来自全国各地 50 多家大豆育种相关单位，150 多名大豆育种工作者，齐聚在北京兰溪宾馆，召开了 2011 年度的大豆产业技术体系年会。

出席会议的有农业部领导，大豆产业协会领导，韩天富首席专家主持了开幕式。

盖钧镒院士做了大豆育种方法概要的报告。

博思公司总经理李奉令先生应邀参加年会，并做了农博士育种信息化解决方案的报告。在会上同时给年会代表展示了摩托罗拉公司提供的育种配套扫描手持采集设备样机。

此次年会，农博士育种信息化解决方案的推广取得了良好反馈和成果，韩天富首席表示“对农博士育种信息化解决方案印象深刻”，希望与博思公司合作开发一款专业服务大豆的育种管理软件，并有望在大豆育种界全面介绍推广。

年会讨论总结阶段，盖钧镒院士对参加年会的山东圣丰种业科技有限公司提出了要采用农博士育种信息化解决方案的建议。

通过参加此次大豆育种家年会，我们认识了很多大豆育种专家，收获了很多很多，更加坚定了我们为育种工作者开发提供好用的育种信息化解决方案的信心。





配图说明：李奉令总经理在年会上做报告，照片中只有背影的是大会发言专家之一，刘秉华老师（矮败小麦的权威专家），刘老师右边是盖钧镒院士，可惜没有拍上。

# 先锋公司的育种研发管理经验和对我们的启示

国家玉米产业技术体系工作简报（2010年第13期总字第35期）

## 一、先锋简介

先锋良种国际有限公司是杜邦旗下的全资子公司。1926年成立，总部设在美国衣阿华州约翰斯顿市，1973年上市，1976年在中欧和亚洲建立新市场，1999年与杜邦合并。目前在全球近70个国家设立了分支机构，2008年在全球的种子贸易额为20.165亿美元，市场份额占25.2%。是世界上最大的玉米种业公司。

1983年，先锋公司在北京农业大学设立联络站，进行玉米品种试验。直到1996年才找到适合中国生产条件的种质，然后开始在中国的育种研发和投资。1997年设立了杜邦先锋北京办事处，1998年建立铁岭先锋公司，并在辽宁铁岭和河南新乡设研发中心，分别研发春、夏播玉米品种，开始针对中国市场进行育种和测试。2002年末，与登海种业成立合资公司；2006年，成立敦煌种业先锋海外有限公司。先锋在中国的研发是自主完成的，两家合资公司只是在生产和商业销售上合作，不涉及育种研发和技术转让。至2008年底，已有17个先锋育成的品种通过国家或省级审定。按播种面积计算，约占国内玉米种子市场的6%。

## 二、先锋公司玉米育种的基本模式及特点

### 1、育种基本模式

先锋公司在全球的育种模式简图

先锋总部 世界70个国家设办事处、126个育种试验站、全部为企业管理科研育种铁岭 试验站 河南 试验站 中国共4个育种试验站，近600人。拟建吉、黑、鲁3个站山东试验站（在建）黑龙江站（拟建）初始种质来源于总部，育成新系及数据与总部联网世界共享 分两群，F2/F3测交（地点×年份>70增产）并同时选系测试机械化、电子化、联网 雇员10几人，年投入1000万左右经费试验田50-60亩/点×30个点成都 试验站 吉林试验站（拟建）北京 试验站

### 2、育种基本模式的特点

（1）资源共享，不断更新



在受雇用期间所有育种家均可凭本人专有密码进入内部网络，在世界 126 个试验站之间规范地交流和共享种质资源。先锋公司的育种者利用此平台围绕其技术核心来充实和使用来自世界各地的种质资源。目前拥有全世界 60% 以上的具有极大遗传潜力的玉米种质资源，使其能够在 80 多年研究积累的基础上创造出越来越好的新产品。先锋公司历史上有 33 个优良自交系的系谱直接影响美国 40% 以上的杂交种应用面积，并间接地影响其他杂交种的遗传组成。

## （2）类群简化，效率极高

先锋公司把种质资源的杂种优势类群简单地划分成母本（SS）一群，父本（NSS）一群，不管来自世界哪里的种质资源，凡与 SS 有配合力的种质统统划入 NSS。这就保证了两群间的遗传多样性逐渐增加，在保持 SCA（特殊配合力）的同时，侧重提高群内的 GCA（一般配合力）；产量也随之稳步提高。选育自交系主要是以 GCA 为标准，根据自交系在杂交种的表现来评价和筛选，不为农艺表现和育种经验所左右。品种与选系基本同步，不因育种人员的变动而受重大影响，保证选育工作的连续性。

## （3）指标准确，执行严格

育种试验系统分为自交系培育、杂交种配制和选拔、优秀品种鉴定、最优组合的定位和推广四个步骤。杂交种评价指标不搞繁琐无用的数据海洋，只针对市场需求，制订的育种目标简单而容易操作，并严格执行：①广泛区域的优良表现；②产量及综合性状的稳定性；③具有市场竞争力；④具有对主要病害和干旱的抗性；⑤杂交种遗传多样性；⑥制种的难易度。

## （4）试验规范，手段先进

先锋公司从事的是大规模、程序化、数据化的流水线（Pipeline）式商业育种管理。育种手段先进（试验的机械化和电子化）是其成功的关键因素之一，也是育种规模化的前提。目前先锋公司试验设计、试验用种分包和排列、播种、试验标牌和田间记载簿管理、数据采集、收获、数据分析、决策和保存、冬繁和育种材料决选都贯通着机械化和电子化。应用成熟的育种资料分析软件系统，确保程序化和标准化。

## （5）技术领先，结合紧密

杜邦先锋已经成功开发的转基因产品有抗虫和耐除草剂转基因玉米（TC1507 和 59122）。分子标记辅助育种、大规模双单倍体育种技术的应用都已成为常规育种方法之外的重要补充手段。通过将基因比对、基因转移等新技术与传统的育种方法相结合发掘更新、更优良的种质资源，并获得一大批突破性的优良自交系用于育种。

## （6）人员素质与工资标准

拥有高素质的综合性研究团队，全球正式员工约 16000 人。育种人员约占员工的 1/5 左右，博士占育种人员的 1/3，均有极高的工作热情和很强的危机感，能综合利用来自世界各地的种质资源和最新的科学技术。员工佣金、待遇较高，先锋公司招聘中国育种家年薪人民币一般为 30-50 万元，从中国招聘的年轻硕士研究生的年薪金也在 10 万元左右。

### (7) 育种方向与资金投入

先锋公司内部主要科研方向：以改良种质资源和提高产量为中心课题。通过生物工程手段培育抗病、虫和耐除草剂品种，减少粮食损失，降低农民的生产成本和投资风险；通过提高粮食和饲料品质来创造更多的附加价值和用途。先锋公司始终将研发领域的投入作为企业的核心优势，每年投入销售额 8-12% 的资金用于玉米育种研发，经费达 2 亿多美元。

## 三、中国与先锋公司育种差别的比较分析

### 1、种质资源共享性的分析

种质资源是育种的基础。先锋公司拥有大规模、数字化、程序化、永久性的种质资源管理和利用平台。育种家可以在全世界 126 个试验站之间规范地交流和共享种质资源。虽占有全球玉米种质资源的 60%，但先锋仍很重视种质的继续收集与创新。

我国从事玉米育种的单位较多，技术力量雄厚，但规模小且分散，力量不能整合，同一单位各课题组间都难以进行资源交流共享，在整体上降低了育种效率，形成不了核心竞争力。目前，我国的种质资源还存在流失现象。国外公司进驻后，更会加大种质资源的收集力度，甚至不惜重金购买。一些经过多年培育、具有很好适应性的优良种质一旦流失，将会使育种单位失去竞争优势，造成重大损失。

### 2、育种方法与技术上的比较

#### (1) 育种资源与类群划分不同

先锋公司的试验站遍及全球，为应对大量复杂的种质资源和杂种优势反应，把玉米种质划分成母本 (SS) 一群，父本 (NSS) 一群而形成自己的技术核心：不管来自世界哪个地方的种质资源，均根据与测验种的杂种优势反应而分入两个群。这简化了种质资源管理，大大提高了育种效率。

我国的玉米杂种优势模式长期受育种经验摆布，是一个较为被动和无意识的过程。杂种优势类群因不同的历史时期、地域和育种目标形成了不同的分类方法，国内外种质资源被分割成许多个随心所欲和经常

混乱的利用模式，随着种质扩增和改良，杂种优势模式会越来越捉摸不定，在这样杂种优势类群划分得过于复杂的状况下很难提高育种效率。

## （2）选育自交系的方法不同

目前育种过程主要有两种类型的选择方法，我国育种家多采用经验育种方法。

它是以经验为核心的定向选择技术，表现为首先对目标性状做出预期，再根据预期在田间进行人工选择。第二种方法是数据化选择育种。先锋和国外公司多采用此方法，它是以配合力或产量为主要标准，只依据测试数据进行选择，或仅对少数目标性状进行测试，如普通品种选育，只对产量、收获时含水量和抗倒性进行测试，而不考察与目标性状相关的其他性状。具体有以下几方面差异：

- ①性状考察的准确性 经验育种者凭经验判断决定家系的取舍，育种家不同，对预期目标便有不同的选择结果。用数据反映目标性状，考察简单，描述准确，易于操作；
- ②育种家的作用 育种家是经验选择和田间操作的主体。而数据选择的主体是工人，田间操作者将准确的数据汇报给育种家或统计专家，后者根据数据进行选择。育种家只安排测试方案，其他工作均由工人和计算机完成；
- ③工作量 经验选择时育种家的工作量很大。而数据选择时工人的工作量大，育种家的工作量主要体现在测试程序的完善和数据分析；
- ④对育种家的依赖 经验选择完全依赖育种家，育种家离开意味着工作的停顿和材料的丢失。数据选择的育种过程更像是流水线，育种家的离开对工作进展没有太大的影响；
- ⑤选择量和成本 经验育种的选择量由育种家的观察能力、调查能力和时间而定，对一个育种家而言是相当有限的，扩大选择量的方法只有增加育种家的数量。数据选择的量主要由工人的工作量确定，扩大选择量可以通过增加工人数量来实现，成本远低于增加育种家；
- ⑥工作的重复性 育种家根据经验进行选择时，对已经被目测淘汰的组合需要重新了解时，必须重做组合，而数据选择可利用清晰的数据记载，对组合进行不同角度的分析；
- ⑦共享性 育种家经验的差异会降低材料的共享性，同时为满足不同育种家的观察，同样的组合及测试往往要重复进行多次。而数据选择育种的数据可以最大限度地共享，因而减少了不同育种家和试验站之间的重复工作。

## （3）新育种技术应用程度不同

育种的新技术、新方法如分子标记辅助育种、品种与环境互作及气候环境分类、杂种优势预测、双单倍体育种、转基因育种等都已经先在先锋公司得到了广泛应用。我国在研究和应用这些新技术选育玉米自交系和杂交种方面还存在很大的差距。而经验育种阻碍了对新技术的采用，不利于新技术与常规育种方法的结合。

### 3、测试规模、水平、精准度比较

杂交组合田间测试试验的精准度决定现代商业育种的成败。先锋在全世界各地设立一千多个产量测试基地，每年测试上百万个杂交组合，在不同气候和土壤类型条件下的产量、株高、农艺性状等数据经统计分析、多轮淘汰，只有十万分之一被选中商业化。每个杂交种商业化之前至少在 150 多个试验点和 200 多个农民的地块种植测试。所有试验站的数据采集、分析通过机械作业一次完成。如此大规模的研发体系如果没有标准化的操作技术和育种程序作为支撑，则会降低总体效率，因此程序化和标准化是大规模商业育种的重要管理基础。

在我国，由于育种单位的规模、资金等原因，多数单位只能在育种本部设点测试，好一点的可以有 3-5 个测试点，一般也只目测筛选出少数主观认为是好的组合才测试产量。我国从事玉米育种研究能力比较强的科研单位在省内外一般设有测试网点 10-20 个或者更少，每个试验点 1-2 亩或多一点，仅投入极少的经费维持试验运行，规模小，各地水平参差不齐，管理粗放。试验材料多为一年数据，可靠性较差。

### 4、软、硬件等基础支撑条件比较

(1) 硬件系统先锋公司几十年前就已经实现了机械化、电子化，从 Almaco 的 cone 式播种机、到 SRES 的 mounted 式真空精量播种机，从 2 行、4 行到 8 行，效率越来越高。玉米生育期间全程机械化操作，Almaco 的脱粒机测产系统大大提高了育种效率。在种子生产上修建全自动专业化的种子加工生产线和现代化的种子质量控制部门等。

我国育种家还处在较原始的管理状态。从手工播种到手工点播器（国外上世纪三十年代的产品）。近年，国内也有些单位购买了 Almaco 小区播种机和脱粒机，但应用范围不大。无论从播种，到各种目标性状的鉴定，还有测产，逐渐走向机械化，达到高效快速准确，这是玉米育种手段的发展方向。

(2) 软件系统先锋公司有专业软件工程师研制开发出成熟的各种先进、实用的育种资料分析与试验数据统计分析软件系统，确保育种研究的程序化和标准化。

我国育种家是以经验为核心的定向选择，基本上没有专业分析软件用于育种。

### 5、体制机制、人员素质的分析

先锋中国区从最初的 5 名职员，到目前已有近 600 员工。其中育种人员占比例较大。近年随着国外种业强势进入中国市场并建立研发机构，国外公司以年薪数十万元的优厚待遇，招聘高学历的育种专业人员。面对国内育种等科技人员待遇的低下与外企高薪优厚待遇的诱惑，加速了我国育种技术人才的流失。

我国拥有世界最庞大的玉米育种研发队伍，但高学历、高水平的较少。目前从事玉米研发的副研以上专家只有 600 多人，只相当于小麦的三分之一和水稻的四分之一。大多数育种家具有本科以上学历，具有

非常丰富的田间育种经验，从事的只是传统经验育种。综合素质高的不多。育种家代表了育种的核心理念，但我国的科研单位和公司能在薪资水平上体现出重视人才的较少。

## 6、研发资金投入的分析

杜邦投入研发的经费由 2007 年的 7 亿美元提高到 2009 年的 12 亿美元。先锋公司年销售收入 28 亿美元左右，科研投入一般为 8-12%，每年投入玉米育种的科研经费大约 2 亿多美元，研究和开发合计 6 亿多美元。大量的资金投入形成了研发-育种-生产和推广-销售-服务-下游产业一个强大和完整的产业技术链条。

由于体制原因，我国大部分玉米遗传育种研发与种子生产、销售完全割裂开来。大学、科研单位主要从事遗传育种，种业公司则生产、销售种子。国家育种研发经费有限而又僧多粥少。目前，我国玉米种业公司过分依赖购买品种，忽视研发投入，造成产品研发能力不强，多数种业在公司年报里，找不到历年研发投入的总额。大多数种业的经营模式就是购买品种-委托生产-广告轰炸-大批发四部曲。因此国内的企业尚没有形成最基本的创新能力和核心竞争力。

## 四、我们可以借鉴的经验

1. 学习先锋公司先进的育种管理经验，建立本土化的简化的杂种优势模式。围绕此模式构建本国企业的育种技术核心，从而简化种质资源和育种技术的组织与管理，为建立育种技术的流水线奠定理论基础。

2. 推广数据化的育种管理方式。在简化杂种优势模式和建立育种流水线的基础上，进一步对育种的田间操作等采用计算机数字化管理。学习先锋的公司的试验流程管理，推广先进的试验设计和统计学技术，引进先进的试验机械、设备和软件，简化和规范田间操作，提高育种效率。

3. 学习先锋公司的管理经验，在企业的目标产区建立多点试验体系，广泛地大量测试杂交组合，加速试验进度，推进杂交种组合的选拔。

4. 利用国家产业技术体系的优势条件，整合和共享资源，逐步建立从上游基础性和共性技术研发为源头，通过区域辐射，到各地试验站分工合作，形成与企业对接或者嫁接的育繁推和加工销售一体化的现代育种流水线，在提高全国玉米育种的创新能力、投入产出效率和产业竞争力的同时，带动全国各地的企业和基层科研单位提高育种能力和水平，最终实现真正意义上的以企业为主导的现代商业化育种模式。（撰稿人：刘文国、王绍平、张世煌）

## 中外玉米种业技术比较（调研报告一）

### 一、我国与国外玉米种业比较

我国玉米种业与国外相比有较大差距，而且这种差距呈继续扩大的趋势。主要表现在以下几个方面：

#### 1、种业技术与基础层面

##### （1）新品种选育技术滞后，条件设施不配套

我国玉米杂种优势利用技术比较先进，但与西方发达国家相比，支撑种子产业发展的能力还有较大差距。在发达国家，数量遗传学原理和现代统计学技术、分子标记辅助育种、品种基因型与环境互作及气候环境分类、杂种优势预测、双单倍体育种、转基因育种等方面都已经在跨国种子企业得到了广泛应用。

我国在这些技术领域相对较封闭，缺乏国际合作与交流，育种的量遗传学基础薄弱，统计学技术应用不普遍不深入，与国外差距呈扩大趋势，缺少具有自主知识产权的目标基因，尚未建立规模化转基因操作技术平台，分子标记辅助育种研究进展缓慢。现有设施和科技项目投入分散，低水平重复较多、未能形成引领产业发展的现代育种技术平台；布局有待优化，装备水平急需提升。

##### （2）种质资源研究滞后、共享率低

种质资源是育种的基础。发达国家拥有庞大的公益性研究机构从事大规模、程序化、数据化、永久性的种质改良、创新和利用平台，支撑种子企业的技术和产品创新研发。企业在重视种质资源收集、改良与创新的同时能够实现企业内部全球各试验站之间即时交流和共享。

我国从事玉米种质资源基础研究的单位很少，育种家在种质资源改良、创新和利用方面比较重视玉米的抗病性和丰产性，忽视抗逆性的深入研究。育种科研单位很多，包括企业在内，我国玉米育种者的数量远远多于美国，但规模小，互相重复且高度分散，研究水平低，同一单位各课题组之间都难以实现资源交流和共享，在整体上降低了育种效率，形成不了核心竞争力。目前我国保存的种质资源利用率不足5%，并缺乏有效、深入和规范的评价数据。缺乏前育种研究，对育种研究的支撑作用很微弱。

##### （3）育种体系及方法差异、限制规模发展

在育种目标方面，国外的优良品种除具有常规的优质、高产、抗病、抗逆特性外，还具备种子耐加工损伤，栽培管理简约、适宜高速精量机械播种、机械去雄和产品适宜机械收获的优点。跨国企业的育

种家以配合力和产量测试数据为主要依据选育自交系和杂交种。该方法是建立在长期多点、大规模测试和计算机数据管理的基础上，具有高效率和持续稳定等优点。先锋公司在全世界设立 1000 多个测试基地，每年测试上百万组合。不同气候和土壤类型条件下所有数据采集、分析均通过机械和电子设备程序化作业完成。经统计分析和多轮淘汰，筛选出优秀的杂交组合进入商业推广。每个杂交种在商业化之前至少在 150 多个试验点和 200 多个农民地块进行测试。程序化和标准化是规模化商业育种的管理基础。我国育种家多采用以表型鉴定为主的经验育种法培育自交系。首先根据经验对目标性状做出预期，在田间根据预期进行人工选择，具有一定的偶然性和较多的不确定性。过分依赖育种家的经验限制了育种规模的扩大。由于科研单位育种规模小、设施条件不足和缺少经费等限制，多数只在育种本部设点测试，少数较大的单位也仅设 3~5 个测试点，每个试验点土地规模小且管理粗放。

#### (4) 种子生产、加工、储藏技术和设备落后，产品质量差

国外的种子生产已实现专业化、区域化、机械化和信息化，支撑条件完善。大多依托现代化农场实现大规模繁种。亲本的扩繁和防杂保纯严格采用四级重复繁殖体系，而我国仍在使用落后的亲本提纯复壮技术。国外杂交种生产不育化制种的比例高、去雄也全部为机械作业、隔离区划合理，播种、收获、烘干、加工全程机械化。

我国主要是以村屯为基层单位，千家万户分散制种的模式，不育化制种罕见，为降低成本多以山地、村庄等自然隔离为主，生产过程基本上靠人工作业，质量经常不能保证。种子收获技术落后，自然日晒降水，使用粮食设备加工种子，种子收获、加工和分级设备与工艺急需改造和升级。

## 2. 体制机制层面

从现代种子产业的发展历程看，早期都是公益性机构进行新品种选育，逐步过渡到企业的商业育种为主，在这个过程中公益性机构逐步转型到基础研究、种质改良创新研究和公益性技术研发为主，同时负责种子市场的监管。如种子认证、质量监管、新品种登记、知识产权保护以及相关的新理论新方法研究。我国还不能马上就转到企业育种为主，因此有必要创新机制，理顺科研与企业的关系，否则像种子工程、新品种产业化项目等投入到企业的经费就会转化为企业利润，使国有资产流失，达不到改革的目的。今后，提高我国种子产业的创新能力，要创造一种能够促进我国企业健康发展的市场环境和制度环境，这比增加投入更重要。

#### (1) 组织管理方式的障碍影响产业发展

发达国家主要在企业进行玉米育种研发，以市场和产品为导向配以大量投入支撑，使他们能够更快速、更充分地运用市场经济规律和现代生物学的研究成果，建立和推行机械化、标准化、规范化的大规

模育种程序，形成流水线式（pipeline）的管理机制，岗位和人员分工细致，育种环节高度专业化，育种效率和水平得到显著提高。

农业科研院所和大专院校一直是我国玉米育种的主体，企业育种刚刚起步。两种体制之间的“壁垒”造成“产学研、育繁推”脱节，严重阻碍了现代种业的发展。目前，我国绝大多数育种单位没有建立起以产品开发为导向的大规模系统化的研发链条。中国科技人员对育种和种业的各个环节越来越全能化而不是专业化，每个环节的水平都不高，严重分散精力，限制了育种规模、效率和水平。在这种条件下产生的科技成果带有一定的盲目性和偶然性，显然不适应商业育种的技术需要。

### （2）投入少、基础支撑条件差

大型跨国种业有专业的软件开发和系统管理人员，研制各种实用先进的育种试验设计、统计分析软件和数据管理系统，确保程序化和标准化，育种效率高。先锋公司每年投入大约4亿美元经费用于玉米育种研发，而孟山都每年的研发投入近8亿美元。这些公司都形成了育种研发生产和推广-销售-服务-下游产业的完整的产业技术链条（pipeline）。

过去二十多年，在科技体制改革中没有解决好科研与产业两张皮的矛盾，反而强化了玉米育种研发与种子产业互相割裂的状态，科研单位与企业形成市场上的竞争性关系。国家育种研发经费有限而又僧多粥少。种业尚未形成强大的研发实力，现行科研双轨制抑制了企业对育种研发的投入，只能过分依赖从科研单位购买品种使用权，造成产品研发能力不强。我国育种家多数以经验育种为主，基本上没有也不善于使用育种专业分析软件，研发效率低。科研单位的育种成效随着人员的变动、新老更替而波动，持续性、稳定性和创新能力都比较差。

### （3）育种人员待遇低、人才流失严重

我国科研单位和企业的育种人员薪资水平低，对高学历的青年科技人员缺少竞争力和吸引力。近年，随着国外种业强势进入中国市场并建立研发机构，外企以优厚待遇，招聘我国高学历的玉米育种专业人员，加速了我国育种技术人才的流失，威胁巨大、后果严重。

## 二、玉米育种产业发展建议

我国与国外种业的差距除在技术层面以外，体制和机制亦起了较大的束缚作用，因此提出以下建议：

### 1. 加大国家公益性研发投入，建立开放的种质资源研发共享体系



重点支持玉米种质改良、创新、育种新技术、新方法如分子标记辅助育种、杂种优势预测、双单倍体育种、转基因育种方面的深入研究与应；建立高通量的分子标记技术平台，转基因技术平台，双单倍体育种技术平台，生物信息技术平台；发挥国家玉米产业技术体系在种业发展中的技术引领和支撑作用，重点收集、改良与创新玉米种质资源并在全中国范围内分区域发放，建立国家种质资源共享体系，以新机制带动全国骨干研发力量和重点企业形成上中下游各产业环节紧密合作，形成育种技术产业化的流水线（pipeline）。

## 2. 创新机制、鼓励科研单位与企业嫁接，逐步完成商业育种与公益单位的剥离

制定优惠政策和投入资金，优先支持重点企业与农业科研院所、高校“嫁接”。依靠重点企业营销管理及资金优势所创造的利润支持科研单位利用丰富的育种资源、先进技术、高级人才和优良品种促进商业化过程；引导育种家探索 pipeline 式育种管理模式与机制；逐步完成商业育种与公益单位的剥离，在政策调整理顺后，使事业单位的商业育种人、财、物顺利进入种子企业。国家机构要加强种子生产加工技术研究，支持种业技术的升级换代。深入研究和普及种子质量控制技术。

## 3、立足种业、重点打造具有国际竞争力的大型种业

以重点企业为主体探索程序化、标准化、数据化的商业育种模式。国家的产业政策和规章制度要有利于大型企业发展，有利于建立长期多点、大规模数据测定、全程机械化和计算机数据管理的商业育种技术的发展；支持种子生产专业化、标准化、机械化和信息化建设以及制种技术的提高。构建从种质创新、品种研发、良种繁殖加工、推广营销、售后服务一体化的种业科技创新体系，打造中国大型种业，参与国际竞争。

## 4. 制定长期稳定的玉米产业发展优惠政策

积极协调有关部门，对玉米育种产业实行减免税收和低税政策。新创办的育种企业自获利年度起，享受企业所得税“两免三减”的优惠政策；种业所得税优惠，并对所征收的增值税给予一定比例返还，用于企业研发和扩大再生产；除国家规定外，建议种业进口所需自用设备免征关税和进口环节增值税；对产业发展特需人才、土地等，实施优惠政策。

## 5. 加强玉米育种产业发展的政策法规建设

强化植物新品种保护，加大对企业自主创新品种的保护、审定和推介力度；强化知识产权审查测试和行政执法的技术研发，完善种业知识产权交易，建立种业知识产权信息平台 and 共享机制；改进玉米品种区域试验技术，加强种子检测体系和执法能力建设；改革现有的品种审定制度和标准，加强对品种审

定后的市场监管；提高企业和种子的市场准入标准、引导种业按照市场规律加快兼并和重组，提升企业实力。

## 6. 改革和完善品种审定制度

种审定制度的改革要达到品种多样化的目的，要尊重品种基因型与环境互作的事实；一统天下的大品种和超级品种不宜提倡。品种的多样化区域化即可使品种布局合理，又可降低生产风险。品种数目的增多，还可以淡化公益性科研机构对竞争性育种的追求，同时增加企业的选择余地和发展空间。

（撰稿人：李建生、张世煌、陈化榜、李新海、郭庆法、王建华、陈绍江、刘文国、潘光堂、王绍萍、徐志刚等）

☆☆

### 感谢以下单位的合作和大力支持

DELL 公司 （农技通电脑下乡合作伙伴）

海尔公司 （农技通电脑下乡合作伙伴）

摩托罗拉（中国）公司（育种信息化解决方案合作伙伴）

☆☆

### 征稿启事

《博思育种》不定期出刊，如果您对育种信息技术有研究兴趣，欢迎给我们投稿！



配图说明：农博士育种家软件新界面

北京中农博思科技发展有限公司

地址：北京海淀区彰化路银利娜办公中心 6-227 室(北京农林科学院)

邮编：100097

电话：010-88435130

传真：010-88432569

电邮：[nbs777@nbs.net.cn](mailto:nbs777@nbs.net.cn)

<http://www.nbs.net.cn>