

# 浙大团队研发全球首个“一站式”棉花智能育种平台—— 田间地头，来了“AI科学家”

■ 本报记者 王雨红 通讯员 吴昊

“我想培育产量高、纤维长，还能抗病的棉花，请设计一个最佳的杂交方案。”

近日，记者在浙江大学农业与生物技术学院一间实验室，打开张天真教授团队研发的全球首个“一站式”棉花智能育种平台——AI育种家，点点鼠标输入需求，很快就完成了方案设计。

若想查询含有高产、优质或抗病基因的棉花品种，平台也能给出结果。“育种‘小白’仿佛也能变成行业专家。”记者不禁感慨。

千百年来，为了让棉花产量更高、品质更好，要么靠老农的经验，要么靠育种专家钻在田间地头年复一年地杂交、筛选。这个过程像买彩票一样充满不确定性，运气好了，可能8到10年能培育出一个好品种，运气不好，一辈子都白忙活。

如今，AI育种家依托算法模型和强大算力，采用对话式交互设计，支持基因信息检索、精准育种方案生成及后代性状智能预测，可将棉花育种周期大大缩短，棉花杂交育种组合效率提升20倍。

“一站式”AI育种模式的成功，标志着我国在智慧农业与生物育种技术领域跻身国际前列。过去“看天吃饭”的育种模式，正逐渐变成一种精准、高效的全新事业。



张天真(左)带领团队成员在海南工作。

受访者供图

🔗 链接

## 中国棉花的 昨天、今天和明天

棉花，世界上主要的经济作物之一，在80多个国家种植，不仅是世界上主要的天然纤维来源，也是仅次于大豆的重要油料和蛋白作物。1900年以来，我国棉花育种经历了从引种到自育的发展历程，完成了主要品种的6次更新换代，实现了种子供给从短缺到基本平衡的转变，棉花育种取得了举世瞩目的成就。

国外引种，第一次更新。从1904年开始，以引进美国岱字棉15、珂字棉等以及苏联108夫、克克1543等陆地棉品种，逐步替代了我国长期种植的亚洲棉和草棉。

系统育种，第二次更新。1959年至1969年，我国利用系统育种技术改进国外陆地棉品种，自己选育的棉花新品种得到了推广，比如在岱字棉15群体中选育出中棉所2号、中棉所3号等。此次更新，中国棉花产量增加了20%，自育品种表现丰产、稳产且生育期短、适应性广，纤维长度有所增加，但综合品质仍然较低。

杂交育种，第三、四次更新。20世纪70年代，我国采用杂交育种技术培育出一系列新品种。鲁棉1号是我国推广面积超“亿亩”的大品种之一，结束了美国岱字棉品种在黄河流域棉区的主导地位。20世纪70年代末到90年代初，中棉所10号因早熟成为我国短季棉育种的开创性品种，缓解了黄河流域棉区粮棉争地矛盾，实现了麦棉两熟双高产。

抗性育种，第五次更新。针对棉花枯萎病和黄萎病危害日益严重，我国在20世纪80年代中期至90年代中期，以控制病害为主要育种目标之一，通过打破高产与抗病性和纤维品质的遗传负相关，育成高抗枯萎病耐黄萎病品种中棉所12和86-1等，极大促进了棉花丰产、抗病性和纤维品质的提升，自育品种完全取代了国外品种。

转基因品种引进与自育，第六次更新。20世纪90年代至今，我国以抗虫棉推广为主，不仅解决了我国抗虫棉品种的短缺问题，还推动了基因检测方法、良种繁殖、精加工和包装技术的进步。

眼下，随着AI技术的更新迭代，我国棉花产业又迎来新的“研发伙伴”。同时，人才构成也更加多元化，不仅有农学出身的“育种家”，还有来自统计学、计算机、遥感等各种不同领域的年轻人，他们的专业将对现代棉花育种产生重要影响。可以预期，未来棉花产业将进一步依赖算法、算力、数据和智能装备。

(本报记者 王雨红 整理)

## 基因“天书”成功破译

让育种“小白”秒变行业专家，张天真和团队花了近20年时间。这件事情，得先从棉花的基因说起。

作为异源四倍体作物，棉花的基因组十分复杂，决定遗传特性的基因位点有25亿个，就像一本厚厚的、写满未知符号的天书，多年来育种专家只能零星破译几个字符。

“棉花遗传密码到底是什么？”致力棉花育种40余年，张天真自大学毕业就开始思考怎么种出好棉花。

2007年起，张天真带领团队和棉花基因这本“天书”较上了劲。此后10年间，他们把上千份材料带回实验室，综合运用基因组学、生物信息学和群体遗传学等方面的理论和技术，在7万多个基因里找到了决定棉花高产、高品质的关键“密码”。也就是说，不同品种的棉花拥有哪些优良基因、不同位置的基因对应何种功能等都渐渐明朗。

随后，他们把研究成果梳理分类，建成一个庞大的基因数据库，把“天书”翻译成了“说明书”。

不过，光有这份“说明书”还不够，育种专家平日里要面对成千上万颗长得差不多的棉花种子，怎么才能快速找到携带优良基因的“天选之子”？

“基因好也不一定长得好，棉花生长还受表现影响。”团队成员方磊给记者打了个比方，基因就像“说明书”里的字，是固定不变的，但书里还有很多便利贴和高光标记，这就是表现。

表现是灵活可变、受环境影响的，且能决定哪个基因在什么时候、以多强的程度被“阅读”，即表现能控制基因功能的表达。因此只有精准协调基因、表现和环境，才能培育出优质高产的棉花。

若以传统方式，需要一颗一颗地取样测序分析，然后把基因、表现等数据结合起来进行计算，预测产量、品质和抗病性等性状在后代中出现的概率。“杂交组合数就超上百万种，只靠人工可能好几年时间都未必算得精准。”方磊说。

为了解决这个难题，团队又开启了一场近10年的马拉松式研发。

首先是构建核心种质库。此前排摸出的5000余个品种中部分存在相同基因和相似性状，可“去重”节省研究时间。

2017年，他们带着找回的上千份材料继续奋战“天涯海角”，花费5年左右时间，蹲点浙江、海南、新疆等全国9个适合棉花生长的地区，在不同环境下进行杂交实验，以此提高数据准确性。

汗水换来收获。最终，大家筛选出500多个核心品种，覆盖800多个核心优异性状关联位点。

其次是提升计算效率。2022年，张天真团队打造世界首个棉花精准育种设计平台。平台上线至今，访问量已超10万人次，服务新疆农垦科学院、新疆金丰源种业、九圣禾种业等30多家科研单位。

在此基础上，团队还先后研发出“浙大棉芯1号”“浙大棉芯2号”等浙大系列液相育种芯片，可以快速、准确、高效地鉴定出优异亲本材料和基因资源。



张天真团队研发的液相育种芯片。

受访者供图



AI育种家效果图。

受访者供图

“种业是农业的芯片，这好比是制造芯片的芯片。”张天真说。

## 育种方案“一键生成”

智能平台和育种工具，让科研人员拥有了“透视眼”，在实验室就能提前设计亲本组合方案，将优良基因高效聚合到目标改良品种中，田间工作量大大减少。

为了方便普通农户操作，团队又对平台进行升级优化。“我们尝试把平台和工具两者相结合，实现智能化的定向设计。”团队成员方磊介绍。

简言之，就是让AI像育种专家那样会思考，使其逐步具备自主设计实验、验证结论，甚至自我纠错的“科研能力”，农户只需输入问题，平台就能“一键生成”精准育种方案及后代性状预测结果。

中国科学院院士钱前曾在接受媒体采访时说，如今AI育种家的诞生，让我们更有信心能在短周期内培育出高产、优质、多抗的新品种。“眼下，刘军忙着进行新一轮的棉花播种、耕耘，并在“新同事”的协助下设计杂交方案。

每年此时，张天真也会愈发忙碌，到新疆、海南等地的大片棉花田里，为当地农户开展技术指导。

在他看来，育种没有双休日和“8小时工

的育种人，都成了计算能力超强的科研专家。”4000公里外，望着眼前18万亩棉田，新疆金丰源种业有限公司负责人刘军感慨万分。

刘军坦言，常规棉花就像在“拆盲盒”，先让两个看起来不错的棉花品种“联姻”，然后看看它们的后代里有没有青出于蓝的。这种方式如同大海捞针，不仅周期长，成功率也很低。

尤其近年来极端气候事件频发，农田环境和作物生产模式与过去大不相同，依靠人工经验的棉花育种效率难以提升。

3年前，棉花精准育种设计平台和液相育种芯片成功研发后，张天真团队就与新疆金丰源种业合作，培育出新品种“浙金研-2”，在新疆大面积播撒。这是我国棉花产业重心西移后，浙大第一个在棉花主产区通过国家审定的品种，其产量比常规品种高20%左右，农民收入每亩能增加500元至800元。

“如今AI育种家的诞生，让我们更有信心能在短周期内培育出高产、优质、多抗的新品种。”眼下，刘军忙着进行新一轮的棉花播种、耕耘，并在“新同事”的协助下设计杂交方案。

每年此时，张天真也会愈发忙碌，到新疆、海南等地的大片棉花田里，为当地农户开展技术指导。

在他看来，育种没有双休日和“8小时工

作制”，只有日复一日、年复一年的坚守：“到棉花田里，看到棉花好好长，就很幸福。”

## 让AI“读懂”更多需求

精准育种技术，提升的不止产量，还有品质。

据中国棉花协会数据显示，我国是世界最大的棉花生产与消费国，全球占比分别为1/4和1/3。但行业所需的中高端棉花，仍有60%以上依赖进口，自主培育产量高、品质好的棉花品种迫在眉睫。

一方面，棉花本身易受害，棉农只能听天由命，因此强的抗病虫能力对于棉花种植十分重要；另一方面，随着经济社会的发展，现在大家对棉制品的追求不只是暖和，还要好看、舒服，这就需要纤维长度更长、强度更强、纺织性更好的高品质棉花。

这些年，张天真就带领团队通过育种平台和工具，解决了不少实际生产中的问题。

例如，低酚棉花。“棉花浑身都是宝，棉花中的棉酚能抗虫，但限制了棉籽的利用效率。”团队成员胡艳介绍，全国近5000万亩棉花地每年能生产棉籽近千万吨，可加工成棉籽油、棉籽蛋白等，蕴藏着大产业。棉籽上散布的腺体包裹着棉酚，虽然可以帮助棉花防御病虫害，但对人类却有有害作用，影响了棉籽的高效利用。

为此，团队培育出了一种新的棉花品系，巧妙地保留棉花植株上的腺体、去掉棉籽上的腺体，从而解决了这个两难问题。这项成果目前正在大规模推广，有望推动“粮—棉—油—饲”一体化经济作物的发展。

AI的加持，为棉花育种带来无限可能。放眼全国，它也学着“读懂”更多科学家的需求。数据采集智能转型、生物数据整合创新、智能算法效能跃升，构建出育种新场景——崖州湾国家实验室联合上海人工智能实验室等单位，发布首个种业大语言模型“丰登”；

中国农科院科研团队开发的算法能够精准预测作物表型，计算时间比传统统计模型缩短290倍；

中种集团发布“玉米品种晋级与精准定位决策系统”，快速、准确完成品种优劣分析和适宜种植区域的精准定位……

AI育种、智慧育种已从理论走向现实。钱前曾在媒体采访时表示：“作物的农艺性状成千上万，需要算力、算法挖掘基因与性状的关联，以此为基础整合优异性状。同时，与传统的‘小作坊式’育种不同，智慧育种需要以工业化思路汇聚大量资源。”

育种，一年只是一个顿号，5年是一个逗号，10年是一个分号，永远没有句号。

这段时间，张天真和团队成员在棉花播种之余，也忙着走访科研院所、企业对接需求，不断完善AI育种家的功能，将其推广至水稻、大豆、油菜、蔬菜等多种作物上应用。

或许不久的将来，我们餐桌上的很多食物，都得益于这位聪明的“育种家”，并在数字技术的驱动下，不断为中国农业“芯片”升级迭代，确保“中国碗”装满“中国粮”。

## AI技术，按下育种 “快进键”

AI育种不是空中楼阁，它的实现依赖“数据+算法+硬件”三大技术协同。

### 一、高通量基因检测技术

AI模型的训练和应用，首先需要海量、高质量的基因数据。固相基因芯片是目前业内公认的数据采集“金标准”。

它的工作原理，是在微小的硅片上固定数万到数十万个DNA探针，这些探针能精准识别作物样本DNA上的特定位点。一次检测，就能读取几万个基因位点的信息，快速构建完整的“基因指纹”。

更关键的是成本突破。早期进口芯片单样本检测价格超过500元，很多中小育种团队难以承受。随着国产技术成熟，检测成本已降到百元左右，降幅超过80%。这个价格突破，让高通量基因检测从“奢侈品”变成了“标配工具”。

一旦育种团队建立起系统化的基因数据库，整个育种决策流程都会发生质的改变——从“凭经验选”到“看数据选”，从“种了再说”到“算好再种”。

### 二、多模态AI算法体系

有了数据，就需要算法来“读懂”这些数据，AI育种涉及的算法体系，可以简单分为三类——

图像识别算法：用于作物表型分析，能够从叶片照片中识别早期病害症状、从田间影像中评估长势均匀度，精度远超人眼。

时序预测算法：用于生长动态建模，根据作物各生长阶段的状态数据和环境数据，预测未来生长趋势，辅助管理决策。

决策优化算法：用于杂交策略优化，在海量可能的杂交组合中不断评估、优化，找到最优解。

这些算法不是各自为战，而是在不同环节协同工作，共同支撑起AI育种的决策体系。

### 三、智能化育种硬件

数据采集和算法决策的落地，最终需要硬件执行，智能育种机器人正在成为育种流程中的重要一环。

典型案例是我国自主创新的“吉儿”智能育种机器人，它搭载高分辨率多光谱摄像头和AI模型，能毫秒级完成花朵检测、识别柱头朝向，然后用柔性机械臂精准授粉。在实际应用中，一台“吉儿”机器人的日均工作量相当于数名工人同时作业，而且可以24小时不间断工作。

从数据采集(固相芯片)、到算法分析(AI模型)、再到落地(育种机器人)，完整的技术链条正在形成。这套体系的成熟度，直接决定了AI育种能否从实验室走向大规模应用。

(本报记者 王雨红 整理)