

本报记者刘紫凌、周勉、刘芳洲、张格

由于新冠疫情持续、地缘冲突加剧、自然灾害频发等复杂因素，全球粮食供应面临巨大不确定性，一些国家和地区出于粮食安全考虑，开始限制本国粮食出口，更加引发了全球关于粮食危机的担忧。

5月22日，是“杂交水稻之父”袁隆平院士逝世一周年的日子。“发展杂交水稻，造福世界人民”是袁隆平毕生的追求和梦想。自1979年首次走出国门起，被称为“东方魔稻”的中国杂交水稻已在数十个国家和地区进行研究推广，为世界粮食安全作出重大贡献。

粮食安全是国之大者。在当前世界背景下，也更加凸显我国要“把饭碗牢牢端在自己手中”的重要性。作为国家重要粮食主产区、杂交水稻“大本营”，湖南省农业现代化技术和种子科研力量雄厚，如何更好地为国家 and 世界粮食安全献“粮”策？科研工作者们一直在孜孜不倦地探索、追求……

### 第三代杂交：让水稻“婚姻自由”

被袁隆平看作突破单季亩产1200公斤“天花板”关键的第三代杂交水稻，首次公开测产是在2019年10月，尽管这次在湖南省衡阳市衡南县清竹村亮相的“叁优一号”，“只”取得了1046.3公斤的成绩，但在业内人士看来，它潜力巨大，并且，在高产之外，它还有更多适宜普通农民大面积种植的新特点。

“以我们目前掌握的技术来说，第三代杂交水稻的单季亩产达到1200公斤甚至1300公斤，不是难事。”杂交水稻国家重点实验室副主任、湖南杂交水稻研究中心专家赵炳然说。

“第三代技术是以遗传工程雄性不育系为遗传工具的。可以说，它让杂交水稻实现了真正的‘婚姻自由’。”湖南杂交水稻研究中心研究员李新奇用了一个特别形象的比喻来解释：

利用第一代技术培育出一个优秀的杂交水稻新品种，就好像在成千上万个水稻材料中，只有A和B才适合“结婚”，而B还藏在“茫茫稻海”里，若要相遇，不仅需要耗费很大的精力，还需要很多运气。到了第二代技术，A可以和其他所有水稻“结婚”，虽然选择面大大提高，但不能保证稳定产生后代。而第三代技术，不再是只为A服务，它让所有的水稻，在理论上都能找到适合自己的“另一半”，并产生优良后代。

袁隆平曾在多个场合表示，第三代杂交水稻不仅兼有三系不育系育性稳定和两系不育系配组自由的优点，同时还克服了三系不育系配组受限，两系不育系可能因天气原因导致制种失败和繁殖产量低的缺点，在任何地区任何时候都是稳定不育的，且制种和繁殖都非常简便。

如果以老百姓的标准来衡量，前两代杂交水稻更依赖大肥大水，对生态环境和种植技术的要求更高，普通种植户不能轻松驾驭，靠“专家种田”获得的高产，难以完全从试验田走向生产田。

第三代杂交水稻克服了这些缺陷。衡南县农业农村局局长、清竹村基地项目负责人甘宗恒介绍，清竹村当地的种植环境并不特别，海拔不到百米，他们也没有对田里的水稻过分精耕细作，不管是播种移栽、田间管理还是病虫害防治，使用的技术和投入的精力与普通农民正常种植差别并不大。

“和我之前种田可以说一模一样。”当地农民陈太佳是种了十多年水稻的“老把式”，当时全程参与了测产水稻的种植。他说，以施肥为例，施的都是常见的氮磷钾肥，“饭量”也和普通水稻每亩40公斤差不多，分蘖、扬花和灌浆这些水稻生长的不同关键时期都不需要特殊照顾。

不同于2019年以单季晚稻“应考”，2020年11月，在同样的地方，“叁优一号”又以双季晚稻的“身份”创造了第三代杂交水稻双季亩产1530.76公斤的纪录。并且在仅仅一年之后，还是在同样的地方，又把这一纪录提高到了1603.9公斤。

普通老百姓或许会问这样一个问题：袁隆平院士的杂交水稻一季亩产早就突破了1000公斤，把它们种两季不就超过2000公斤了吗？为何还要攻关双季亩产1500公斤？

“首先，目前亩产突破1000公斤的品种，都是一季稻，也叫中稻。从我国水稻产区的普遍实际和栽培模式来说，同一块耕地，种了一季稻就无法再种双季稻。”湖南省杂交水稻研究中心专家李新奇介绍，分开比，中稻产量一般都比早稻和晚稻高，但合在一起比，中稻产量又高不过早稻加晚稻之和。

近年来，国家高度重视扩大双季稻种植面积。“过去我们常说‘吨粮田’，指的是双季亩产达到1吨，这个早就在农民的生产田里实现了，但1.5吨还从未实现过，因此这几次测产结果对于粮食安全具有重要意义。”李新奇说。

除了尽快培育出早稻品种，目前关于第三代杂交水稻的轻简化栽培、减肥减药不减产等研究都在同步进行。湖南杂交水稻研究中心老专家张玉焯说：“只有我们‘跳’得越高，国家粮食安全才会越牢。”

### 低镉新品种：污染地里求增量

因土壤重金属污染严重，我国部分地区长期深受大米镉含量超标的困扰，不仅严重影响了农民的种子积极性，更对国家粮食质量安全产生了深远影响。

2014年发布的首份《全国土壤污染调查公报》指出，我国土壤重金属含量总超标率为16.1%。从分布情况看，南方土壤污染重于北方，长江三角洲、珠江三角洲、东北老工业基地

## 接力『禾下乘凉梦』

农科工作者孜孜求索『东方魔稻』如何更好为粮食安全献『粮』策

等部分区域土壤污染问题较为突出。其中西南、中南地区土壤重金属超标范围较大。

根治镉大米，治土还是治种？

去年8月，湖南省农科院在洞庭湖区选取了土壤镉含量高达每公斤0.91毫克的160亩示范田，进行镉低积累水稻新品种试验。为对比试验效果，示范田还在同样时段、用同样的栽培管理模式种植了普通水稻品种。

经湖南省农学会、湖南师范大学、中国科学院亚热带农业生态研究所等单位专家现场取样并送第三方进行镉含量检测，检测结果为：三个低镉品种稻谷镉含量分别为每公斤0.032毫克、0.032毫克、0.055毫克，均远远低于每公斤0.2毫克的国家标准。而作为试验对比的普通品种，镉含量平均为每公斤0.3毫克和1.018毫克。

多名专家认为，由于修复土壤必须通过一定的生物、物理或者化学手段人工修复干预，不仅成本高时间长，还可能带来二次污染、土壤有机质被破坏等潜在风险，因此目前改良水稻品种并推广种植是解决“镉大米”问题更为安全直接的方法。

目前进行试验的低镉水稻品种，是采用了镉低积累分子标记体系选育的镉低积累水稻新品种，它们由湖南省农科院相关团队从全球范围的水稻资源中筛选而来。湖南省农科院于2019年挖掘到了两种在重度镉污染田表现出显著低吸收重金属的试验材料，并进一步建立了低镉分子标记体系，从而形成了一套快速选育镉低积累水稻的方法。

据湖南杂交水稻研究中心副主任李莉介绍，2019年筛选到的两种材料是这次试验取得重大进展的关键，它们都先天缺失吸镉主效基因，与现有品种杂交后选育出了新的低镉品种。“目前新品种‘西子1号’和‘西子2号’已培育到第五代，可以说它们的低吸镉性是与之俱来的，在整个生长过程中，都不需要特殊的栽培和管理方法。”李莉说。

在示范田，通过理化诱变定向改良技术培育的镉低积累水稻也将迎来现场评议与技术鉴定。“同样是使水稻失去吸镉主效基因，理化诱变是采用技术手段来‘打掉’水稻内的吸镉基因。”赵炳然说，“此前我们利用基因编辑的方法，定向删除了吸镉基因，但因基因编辑技术属于转基因技术，受国家相关政策限制，无法推广种植，于是就采用了‘理化诱变’这一技术方法。”

与李莉团队的科研方式不同，理化诱变可能会引发不同的基因突变，因此赵炳然团队在11万分样本中最终筛选出了两个吸镉基因的突变，并培育出了国内外第一个镉低积累杂交中不育系“莲1S”和“韶香100”。

“这两项技术不仅是湖南本土团队研发，而且也被试验证明具有极高的推广应用价值。现在我们已经完成了前段工作，期待从政府和政策的层面，加速审定过程，简化程序。在条件允许的前提下，能够开辟绿色通道，把成果尽快大面积推广。”赵炳然说。



▲这是第三代杂交水稻新组合试验示范衡南基地测产现场待收割的水稻（2019年10月21日摄）。  
新华社记者陈泽国摄



▲袁隆平在湖南湘潭河口镇的试验田中查看低镉水稻的长势（2017年9月29日摄）。  
新华社记者薛宇桐摄

湖南省科技厅农村处处长尹文辉认为，低镉水稻品种的培育找到了解决了重金属污染的可操作途径，在技术路径上实现了突破。并可以依照同类技术路径在其他农作物上进行复制和推广。

### 耐盐碱水稻：再造一亿亩良田

我国有约15亿亩盐碱地，其中具备改造潜能的面积在3.4亿亩左右。袁隆平曾于2019年提出了“近期实现育种突破、中期提高技术集成度、远期实现产能效益双提升”的30年目标，希望届时能够“再造一亿亩良田”。按照目前业内对其亩产300公斤的设计，这等于是一年年能“凭空”多出300亿公斤的粮食。

耐盐碱水稻研究的步伐，最近几年明显加快。2017年，包括湖南杂交水稻研究中心、青岛海水稻研发中心、广东省农科院和中国水稻所在内的多家科研机构及相关企业组建了国家耐盐碱水稻区域试验联合体。随后，联合体制定了耐盐碱水稻的区域试验标准，接连进行了两次全国性区域试验。在当年进行的试验中，共有10多个品种通过。而在参与2018年试验的三组共40个品种中，有28个通过。最近几年，这一数字也在稳定增加。

“一个品种从科学家的试验田走入农民的生产田，需要经过初试、区域试验和生产试验，审定之后才能种植。整个过程其实就是一次次选优的过程。”李新奇告诉记者，区域试验作为其中最关键的一堂“考试”，直接决定着我国今后用于实际种植的耐盐碱水稻品种基数。

2020年，在位于海南三亚崖州的15亩耐盐碱先锋品种“超优千号”取得平均亩产508.4公斤的成绩；在黑龙江大庆示范基地，种植耐盐碱水稻品种“绥硬18”的测产结果折合亩产达460公斤；在内蒙古兴安盟耐盐碱水稻试验基地，耐盐碱水稻平均亩产达533.95公斤；在新疆喀什地区岳普湖县试种的80亩海水稻实测产量为每亩549.63公斤。

同年，由湖南杂交水稻研究中心和江苏省农业技术推广总站合作，在江苏南通如东县栟茶方凌垦区试验种植的耐盐碱水稻先锋组合“超优千号”，经专家实测，平均亩产量达到802.9公斤，创下耐盐碱水稻高产新纪录。袁隆平院士还在2020年提出了耐盐碱水稻种植十万亩，改造盐碱地百万亩，储备可改造土地千万亩的“十百千”工程，并在全国10个地点启动了总计10万亩片盐碱地稻作改良和种植示范，示范种植面积是上一年的五倍。

在今年3月，耐盐碱水稻研究迈出了更为关键的一步：由来自湖南、广东、山东、新疆、江苏、海南和黑龙江7个省（自治区）的11家单位组成的国家耐盐碱水稻技术创新

中心正式挂牌，湖南杂交水稻研究中心作为牵头单位，专门抽调精干力量，成立“耐盐碱水稻专班”。

湖南杂交水稻研究中心博士、国家耐盐碱水稻技术创新中心副主任艾治勇介绍，中心总部设在三亚，并在全国设立了三个专业中心，其中长沙设立种业研究中心，发挥湖南技术、人才和企业相对集中的优势，开展耐盐碱水稻种业创新；海口设立生理调控研究中心，研发方向侧重耐盐碱水稻的水分养分管理、绿色种养结合等技术及相关产品研发；青岛设立盐碱地改良研究中心，研发方向聚焦盐碱地化学、物理、生物和工程改良技术研究。

同时，还在全国典型盐碱地生态区设立华南、华东、西北、东北4个区域分中心，分别承担不同生态类型耐盐碱水稻生理调控、品种创制、配套技术研究和示范推广等工作，此外，在内蒙古兴安盟、吉林大安、山东东营、江苏盐城、广西北海、海南文昌、黑龙江肇源和辽宁盘锦等地设立首批代表性区域试验站，主要进行耐盐碱水稻新品种、配套新技术的试验示范工作。

“我们的目标是到2030年培育出适合不同盐碱地生态区种植的有重大应用价值的水稻新品种10到15个，在全国推广面积达1亿亩，亩产达到300公斤以上。”艾治勇说。

### “五高”超级稻：后来者接力攻关

1984年，长沙东郊马坡岭，一栋栋办公楼、实验楼、宿舍楼拔地而起，湖南杂交水稻研究中心在此成立。之后，这里成为我国杂交水稻研究的“大本营”：数不清的研究项目在这里生根发芽，一个个奋斗目标于此得以实现，更有一批批科研工作者收获了成长与进步。

我国杂交水稻育种水平，具有保持国际领先的实力。这种自信的背后，离不开从事相关研究的科研人员与团队。而他们的迅速成长，与袁隆平对年轻人的支持和信任息息相关。

“袁隆平院士不仅在我国杂交水稻研究方面贡献巨大，也非常重视人才建设。”杂交水稻国家重点实验室副主任吴俊俊介绍，中心刚成立时，袁隆平就从各处争取奖学金和留学名额，将一大批青年送到国外深造。

“杂交水稻研究是一项远大的事业，需要代代有传人。”“人才是事业成功的保证。”“搞科研不要有门户之见，要充分激发科研人员更好地释放自主创新能力。”……袁隆平特别支持年轻人发展。他曾将自己获得的各种奖金和稿费捐出，还专门设立“农业科技奖励基金”，鼓励和资助农业科研工作者。

“全国中生代科研工作者中，很多都曾是我袁隆平的学生或得到过他的指导。现在都是独当一面的专家，是杂交稻育种攻关和科研的中坚力量。”原中国水稻研究所副所长黄发



▲这是2020年11月13日在湖南杂交水稻研究中心拍摄的袁隆平。  
新华社记者陈思汗摄



▲在第三代杂交水稻新组合试验示范衡南基地一块被抽取测产的示范田里，工作人员进行机械化收割测产（2019年10月21日摄）。  
新华社记者陈泽国摄



▲在湖南益阳市赫山区“三一工程”晚稻栽培试验田，李建武从田里取出水稻样品（2021年11月摄）。  
新华社发（受访者供图）

松说。

如今，在杂交水稻领域基础性、前沿性重大科学问题，以及杂交水稻生产可持续发展的关键技术等方面，湖南杂交水稻研究中心也有兵强马壮的科研人才队伍。

走进位于中心的杂交水稻国家重点实验室，接续传承“禾下乘凉梦”的科研力量让人充满信心：百万人才工程国家级人选、国家杰出青年基金获得者、国家优秀青年基金获得者、科技部中青年科技创新领军人才……

“可以说，目前实验室人员结构合理，梯队好，能够保证我国杂交水稻全领域的持续领先地位。”吴俊俊介绍，在水稻杂种优势机理研究、种质创新与基因发掘、杂交水稻品种培养等不同学科方向，形成了以一批“60后”带头人为主、“70后”“80后”为中坚力量的科研团队。最近两年，甚至已陆续有一批“90后”崭露头角。

贯穿袁隆平一生的“高产、更高产”目标，仍是这些研究人员努力的方向。他们在各自的岗位上，朝着共同的梦想接续奋斗。

1985年出生的湖南杂交水稻研究中心栽培室主任李建武在视频平台上，有另一个身份——收获近800万点赞的博主“李博士教你种水稻”。视频中，肤色黝黑的他站在稻田里，滔滔不绝地和粉丝们分享最新工作进展、为农户答疑。

从冬到夏，从棉服到短袖，一条条视频见证了他与水稻相处的日子。李建武牢牢记得，袁老常说“书本和电脑里种不出水稻”“要熟悉到进了稻田一眼望去就能分辨是哪个品种，一如区分自家和别家的孩子”……现在，他每年有70%以上的时间都在田间度过。

从2018年袁隆平提出并设计“三分地养活一个人”粮食高产绿色优质科技创新工程（简称“三一工程”）开始，李建武就一直是项目的主要负责人。2021年，“三一工程”增产粮食20.9万吨，新增经济效益4.3亿元。同年10月，李建武又和同事们将第三代杂交水稻双季亩产的纪录，从2020年的1530.76公斤，提高到了1603.9公斤。

2021年，超级稻育种家、湖南袁创超级稻技术有限公司首席科学家邓启云的耐热超级稻育种研究取得实质性进展。“我希望把它送到千万农户手上，为国家粮食安全作出贡献。我们接下来会继续在高产、高抗、高质、高效、高适‘五高’超级稻育种上继续努力攻关！”邓启云说。

如今，人工智能、大数据等现代信息技术，也正为现代育种技术快速升级迭代注入动力。“这些能为打通创新链和产业链，保持水稻种业国际竞争力、保障国家粮食安全，提供强有力的科技支撑。”吴俊俊说，希望今后，团队在科技创新、平台建设、人才培养等方面都能不断攀新高，为国家 and 世界粮食安全作出更大贡献。