超级杂交水稻：跨越育种“禁区”，让中国碗盛满中国粮

◎本报记者 俞慧友

中稻亩产900公斤、1000公斤、1100公斤，双季稻亩产1500公斤……在以中国工程院院士袁隆平为首的科研人员不懈努力下，我国超级杂交水稻亩产产量，不断跟自己的成绩“PK”，一次次刷新着自己创下的世界纪录，保障着国家粮食安全和百姓能吃饱饭的“安全感”。

大事记

1996年 原农业部设立“中国超级稻育种”项目。

1997年 袁隆平院士提出了超级杂交稻育种的理论和技术路线，论文《杂交水稻超高产育种》在《杂交水稻》1997年第6期上发表。

1999年 由湖南杂交水稻研究中心与江苏农科院合作选育的两优培九，亩产达700公斤，圆满实现第一期目标。

2004年 由湖南杂交水稻研究中心选育的两系超级杂交中稻，实现亩产800公斤，第二期育种目标提前实现。

2011年 “Y两优2号”平均亩产为926.6公斤，标志着超级杂交稻第三期攻关获得重大突破。

2014年 “Y两优900”平均亩产达1026.7公斤。第四期攻关圆满完成。

2020年 第三代杂交水稻新组合试验示范基地晚稻测产结果出炉，成功实现了双季稻亩产1500公斤的攻关目标。

（国家杂交水稻工程技术研究中心栽培室主任李建武搜集整理）

2000年，2004年，2011年，2014年。

700公斤，800公斤，900公斤，1000公斤。

两组对应数字，一个攻关目标。

1996年，我国启动“中国超级稻育种项目”。最初，计划分两期，到2000年、2005年，分别育成亩产可达700公斤和800公斤的水稻品种。

可“计划”没能赶上“变化”。超级杂交水稻的“故事”开了个头，就没有结束。

中稻亩产900公斤、1000公斤、1100公斤，双季稻亩产1500公斤……在以中国工程院院士袁隆平为首的科研人员不懈努力下，我国超级杂交水稻亩产产量，不断跟自己的成绩“PK”，一次次刷新着自己创下的世界纪录，保障着国家粮食安全和百姓能吃饱饭的“安全感”。

今天的中国，真正意义上叫人刻骨铭心的“饿肚子”感受，已成为了不再可能的“体验”。岁月静好的生活中，人们知否，中国科学家在人类反饥饿史上奋斗的历程？

这篇论文半个多世纪后仍光彩熠熠

“一株小小的水稻，解决了全中国乃至世界人民的吃饭问题。开启我国水稻育种杂种优势利用序幕的，则是袁隆平先生1966年发表的一篇标志性论文。”《科学通报》编审彭斌曾如此评价。

1966年2月28日，袁隆平一篇名为《水稻的雄性不孕性》的论文，发表在了《科学通报》中文版第17卷第4期。4月15日，经《科学通报》编辑部摘译的英文版，发表在其外文版第17卷第7期。

谁也不曾想，这样一篇挑战经典理论、“惊世骇俗”的论文，竟然直到今天，都被科研应用证实着它的正确性。

这是一次对水稻育种“禁区”跨越的“预测”。有了它，才有了后来我国杂交水稻育种与产业的迅猛发展，为我国乃至世界粮食安全作出了巨大贡献。

“水稻具有杂种优势”“要利用水稻杂种优势，首推利用水稻的雄性不孕性”“通过进一步选育，有望找到雄性不育系、保持系和恢复系，实现三系配套，使利用杂交水稻第一代优势成为可能，并将给水稻带来大幅增产”，《水稻的雄性不孕性》一文中如此开宗明义。

结论的背后，是袁隆平及若干水稻科研工作者的“初体验”。

“做系统选育，要选大穗子。每年水稻抽穗到成熟期间，我都去田里选种。”袁隆平曾这么回忆。1961年7月的一天，他发现了一株颗粒饱满、有10多个8寸长稻穗、长势犹如“瀑布”的稻株。因为它的“鹤立鸡群”，袁隆平自认找到了“良种”。小心翼翼地做标记、培育，他期待着自己的“宝贝疙瘩”，来年奉上亩产试验的大增收。

怎知第二年，他满心期盼的“良种”，抽穗却参差不齐。

沮丧的袁隆平，独自坐在田埂上，望着稻株发呆。期间，竟突然来了灵感：自花授粉的水稻，出现了杂种后代才有的“分离”现象，是否说明自花授粉作物可能也有杂种优势？

想到这里，他赶紧记载和反复统计稻穗参差不齐的分离比例。3∶1！完全符合孟德尔分离规律！袁隆平很兴奋：他选到的“鹤立鸡群”植株，确为天然杂交稻！水稻也确实存在杂种优势！

杂种优势，本是生物界普遍存在的现象。但根据遗传学经典理论及当时国际上的普遍观点，水稻作为花器很小的自花授粉作物，并无杂种优势。

可即便自己的结论与当时的权威相悖，他依然坚持着自己的想法。他和其他科研人员一起，每天风吹日晒，在几千、几万株稻穗里“寻他千百度”。据记载，仅1964年、1965年，他们就检查了几十万株稻穗，并反复试验和积累，最终发表了世界杂交水稻历史上，截至目前也熠熠生辉的论文《水稻的雄性不孕性》。

“这篇论文，是杂交水稻研究领域的开创性工作，指明了杂交水稻育种发展的战略方向，对后来全国杂交水稻育种和发展的协作攻关，具有永恒的指导性。”中国水稻研究所所长程式华说。

1971年，我国科学家育成雄性不育系。1973年，我国科学家找到三系配套模式，成立了“全国杂交水稻研究协作组”。1976年，我国成功实现三系配套大规模制种。前后只有6年时间，这是让人惊讶的中国速度。

1981年6月6日，因为这一杰出贡献，新中国第一个特等发明奖授予了全国籼型杂交水稻科研协作组。

2020年11月2日，在第三代杂交水稻“叁优一号”衡南试验示范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。
新华社记者 陈泽国摄

事实上，受论文启发，杂交水稻的研究也逐步在国外兴起。1977年，国际水稻研究所启动杂交水稻研究项目；上世纪90年代初，项目扩展到南亚、东南亚诸国；1991年，国际水稻所在菲律宾育成并释放了首个国外的商业化杂交水稻品种……

他们的科研也曾遭遇“灭顶之灾”

“别看今天中国超级杂交水稻技术引人瞩目，但攻关过程与其他科研一样，也免不了‘挨打’‘走错路’。”湖南杂交水稻研究中心原党委书记谢长江，曾对科技日报记者这样吐槽。

中国杂交水稻技术，在世界科技发展史上都是浓墨重彩的一笔。它也是保障国家粮食安全的“国宝”，解决十几亿人口吃饭问题的“重器”。但杂交水稻技术的攻关之路，也并非“顺风顺水”。比如，三系法育种之后的两系法攻关，就曾让两系杂交水稻技术研究差点被终止。

所谓两系法杂交水稻育种技术，是建立在一种光温敏雄性不育系基础上的育种技术。与之前的三系法杂交水稻育种技术相比，作为“母亲”的光温敏不育系，同时充当了不育系和保持系两种角色。换言之，杂交水稻育种从“一妻两夫”，发展成为了“一妻一夫”。

两系法的科研地位几何？2014年，北京人民大会堂，超级杂交水稻再一次获颁“2013年度国家科技进步特等奖”。获奖理由就是我国独创了“两系法杂交水稻技术”。这也是直到现在，我国超级杂交水稻育种的常用技术之一。

就是这项有如此地位的成果，但却在1989年“偶遇”盛夏低温时，遭遇严重挫折，因而差点被全盘否定。

研究之初，科研人员对这位“母亲”的育性转换习性并未完全了解。直到1989年，我国盛夏一场罕见低温的出现。

这场低温中，“母亲”表现得极为“心绪不宁”，在不育系和保持系角色间异常“切换”，最终导致当年全国两系法制种大面积失败。一时间，科研界普遍“唱衰”两系育种，研究甚至一度被国家和科研人员放弃。

袁隆平和科研人员咬牙顶着巨大压力，寻找原因，调整选育不育系技术策略，最终发现了导致雄性不育的“临界温度点”，解决了不育系繁殖过程中的临界温度“漂移”等问题。才有了后来，世界作物育种史上的这项育种技术的重大突破，也让我国杂交水稻研究水平继续领跑世界。

中国杂交水稻全球梦“步步惊心”

1979年，袁隆平应邀到菲律宾出席国际学术会议作大会报告，这是我国首次将杂交水稻研究成果向国际社会公开。此后，中国杂交水稻开始走向世界。

没有几个人知道，中国杂交水稻走向国际的幕后，是怎样的“步步惊心”。对此，袁隆平曾这样回忆：“在缅甸中央农业研究院的水稻实验室，我和我的学生在田里工作。因为缅甸人信佛不杀生，水田里到处都是眼镜蛇。有次，从抽屉里冷不丁窜出8条小眼镜蛇，至今我都心有余悸。在热带雨林里，我们还要与吸血的旱地蚂蟥作斗争……”

就是在这样的境况下，若干年前，尼日利亚的水稻生长黄金季，一群来自长沙的稻作专家，打“飞的”到当地，实施万亩杂交水稻的规模化种植。最初，在当地选一块能种上百亩稻田的“风水宝地”，都能让专家们前后忙碌一周多。现在的这里，已能种植出产量比当地品种翻倍的超2万公顷的杂交水稻……

今天，从美国大农场，到缅甸、菲律宾热带雨林；从印度高原，到非洲大草原……都有着中国杂交水稻的稻香。亚洲、非洲、“一带一路”沿线，杂交水稻已在40多个国家成功示范，并在10多个国家大面积推广。

如今，在每年的收获时节，水稻育种专家们可以“喜看稻菽千重浪”，而袁隆平“禾下乘凉”的梦想也成为了他们梦寐以求的追寻。

邓启云：我们用7年解锁了杂交稻育种新路线

亲历者说

◎本报记者 俞慧友

“从第一期超级稻攻关成功，到第二期超级稻攻关成功，时间间隔4年。第三期超级稻攻关成功，到第四期超级稻攻关成功，相隔3年。但从第二期超级稻攻关成功，到第三期超级稻攻关成功，花了7年时间。你知道为什么吗？”6月8日，长沙，杂交水稻国家重点实验室主任邓启云在他的办公室里，向科技日报记者问了这样一个听起来有点绕口的问题。

邓启云所说的是1996年我国启动的“中国超级稻育种项目”。根据这一项目计划，要在既定时间内，完成相应的超级杂交水稻品种百亩连片攻关的平均亩产攻关目标。

项目总共实施了4期。在2000年、2004年、2011年和2014年，中国工程院院士袁隆平团队成功实现了百亩连片亩产突破700公斤、800公斤、900公斤和1000公斤的目标，一度成为业界的传奇。

“从亩产700公斤跨越到亩产800公斤，我们过了一个坎儿。从亩产800公斤到亩产900公斤，听起来只是100公斤的差别。但再提升100公斤亩产量，绝不是轻松的事情。”邓启云说。

他告诉记者，第一期和第二期超级稻代表性品种，都源自同一个父本，是“同父异母”的兄弟。“但从800公斤跨越到900公斤，我们有几个新挑战，一是要实现父本种质资源的创新突破。二是亟须寻找摸索出新技术路线。幸运的是，我们最终找到了一种‘动态理想株型+全株理想株型+亚种间杂种优势利用’的新技术路线。路线摸清楚了，后续攻关就提速了。”邓启云说。

在邓启云攻读袁隆平院士博士研究生期间，袁隆平院士交给了他一项任务：理想株型光合优势及形态性状遗传规律研究。即探索通过理想株型育种提高水稻品种产量潜力的理论和技术路径。

受访者供图

在前期研究中，邓启云发现，形态改良的确在提高水稻群体光能利用率方面有巨大的潜力。曾经，袁隆平院士研究出了一种经典的超级稻冠层理想株型模型。但要在800公斤的超高产基础之上进一步提高产量，他发现不仅要充分利用这一优良模型，还要尝试把冠层理想株型改为全株理想株型。换言之，水稻植株全株，从上至下的叶片形态都要优良。同步进行的，还有亟须改变水稻植株在全生育过程中，从早期到中期、晚期的动态理想株型。

带着这样的目标，邓启云和他的学生一道，做了大量实验和研究，其中就包括对水稻全生育期株型特点进行测定、数字化模拟等。

田间地头，他们一株一株、一片叶子一片叶子地测算，从水稻的“幼年”，每天在田里跟踪，直到它们“成年”。所做的工作，辛苦不说，还极为枯燥。翻来覆去，就像大浪淘沙般，以大量筛选，来“淘”出前期和中期理想的水稻株型。

“光‘动态理想株型+全株理想株型’的数据，我们就有整整超过7G的硬盘存储量。欣慰的是，我们成功了。”邓启云回忆。

2008年，通过邓启云等人创制的新父本所选育的Y两优2号新品种育成。3年后的2011年，基于这一高产新品种，中国超级杂交稻育种项目第三期攻关目标成功实现。