

了华东、华中、广东等地区电力紧张局面，成为我国重要的大型清洁能源生产基地。

### 3.3 航运效益

三峡工程改善了宜昌至重庆段约 660 km 及长江中下游枯水季节的航运条件，万吨级船队可从汉口直达重庆，船舶运输成本显著降低。2011 年，通过三峡船闸的货运量达到  $100.3 \times 10^6$  t，提前 19 年达到了设计规划目标。截至 2014 年底，通航十余年，累计通过货物 7 亿多吨，长江成为名副其实的黄金水道。

### 3.4 水资源综合利用效益

三峡水库集储的充沛淡水是我国重要的战略性淡水资源，可为沿江及我国北方缺水地区提供水源保障。三峡水库每年枯水季节可为长江中下游补水 200 多亿立方米，平均增加干流航道水深约 0.8 m，可有效缓解长江中下游生产、生活和生态用水紧张局面。

三峡工程在发挥重大经济效益的同时，也必然对周

边生态环境产生一定的影响，其中对库岸再造中可能发生地质灾害的影响，对水库水质和水生生物的影响，以及对中下游江湖关系的影响等应予以充分关注。

## 4 未来工作展望

为适应新时期三峡工程及库区新的战略定位，我国政府做出开展三峡后续工作的重大部署。三峡后续工作以百万移民安稳致富作为出发点和落脚点，加快库区全面小康社会建设；把生态环境建设与保护放在突出位置，使国家战略性淡水资源得到有效保护；加强对蓄水影响的观测和处置，进一步兴利抑弊；加强综合管理，优化调度，提升三峡工程科学管理能力和水平。从而确保三峡工程长期安全运行和持续发挥综合效益，推动三峡地区经济社会科学发展，促进库区和谐社会建设，提升三峡工程服务国民经济和社会发展的能力，更多、更好地造福广大人民群众。

# 发展超级杂交水稻，保障国家粮食安全

Engineering 2015, 1(1): 13–15  
DOI 10.15302/J-ENG-2015021

袁隆平

我国现有 13 亿多人口，很快就会达到 14 亿；同时，我国的耕地逐年减少。面对这种人增地减的严峻形势，惟有通过科技进步大幅度提高粮食作物的单位面积产量，才能解决全国人民吃饱饭的难题。为此，我们正在实施三项粮食增产工程。

## 1 选育超高产杂交稻品种(每公顷产 16 吨)

追求作物高产、更高产是永恒的主题。水稻是我国也是世界第一大粮食作物。为了大幅度提高水稻的产量，日本率先于 1981 年开展了水稻的超高产育种，计划在 15

年内把水稻的单产提高到每公顷 12 吨；但是时至今日，34 年过去了，尚未实现。国际水稻研究所于 1989 年正式启动了选育超级稻（super rice）后改为新株型稻的研究，计划到 2000 年育成每公顷产 12~12.5 吨的超级稻，同样至今也未成功。由此可见，要育成每公顷产 12 吨的高产超级稻，难度极大。

为了满足全国人民在 21 世纪对粮食的需求，中华人民共和国农业部和科学技术部分别于 1996 年和 1997 年立项和启动了中国超级稻育种计划，分四个时期的产量指标（以每 6.7 公顷 /100 亩的平均产量计算，1 亩 = 1/15 公顷）为：

China National Hybrid Rice R&D Center

© The Author(s) 2015. Published by Engineering Sciences Press. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

引用本文：Longping Yuan. Development of Super Hybrid Rice for Food Security in China. *Engineering*, DOI 10.15302/J-ENG-2015021

- 第一期：1996—2000年，每公顷10.5吨或每亩700公斤；  
 第二期：2001—2005年，每公顷12吨或每亩800公斤；  
 第三期：2006—2015年，每公顷13.5吨或每亩900公斤；  
 第四期：2016—2020年，每公顷15吨或每亩1000公斤。

通过形态改良和利用亚种间杂种优势的技术路线，加上我们团队不辞劳苦地钻研攻关，上述产量指标均逐一按期或提前实现了。第一期的代表品种是“两优培九”，是与江苏省农业科学院合作选育的。21世纪初的几年间，在大面积上应用，最高年推广面积近千万亩，平均亩产550公斤左右；第二期的代表品种是“Y两优1号”，2014年的种植面积达800万亩，平均亩产600公斤左右；第三期的代表品种是“Y两优2号”，2012年在湖南省隆回县百亩示范片亩产926.6公斤（每公顷13.9吨），2013年开始推广，2014年种植面积达到100万亩以上，产量又上了一个台阶，亩产为650公斤左右；第四期的代表品种是“Y两优900”，2014年湖南省4个百亩示范片亩产超千公斤，其中溆浦县创亩产1026.7公斤（每公顷15.4吨），遥遥领先于全球水稻产量水平。预计大面积推广后单产又可再上一个台阶。生产实践表明，这个台阶的高度为每亩50公斤。

理论上，水稻蕴藏着巨大的产量潜力。当前，我们正在向 $16\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ 攻关，代表品种是“超优千号”，形势很好。2015年4月9日在海南省三亚市召开了现场观摩会，三百多位专家和种业界人士目睹了该品种的特优表现，每个人都感到惊喜万分，印度著名育种家Ish Kumar博士在现场流连忘返，问他的感受，回答是“More than excited（加倍的激动）。”目前该品种处在黄熟期，欢迎对超级稻感兴趣和持怀疑态度的人士到三亚参观、考察和指导，“百闻不如一见”。

## 2 “种三产四”丰产工程

“种三产四”丰产工程，即种3亩超级杂交稻，产原有水平（前5年平均）4亩田的粮。此项目主要在中低产区实施。2007年湖南省率先启动，20个示



图1. 超优千号在海南省三亚市试验田的种植表现

范县参与了项目实施，其中18个县达标，即比2002—2006年5年平均单产增加了33%。2014年扩大到52个县（市、区）共1146万亩。项目8年累计种植面积达4335.3万亩，增产稻谷47.33亿公斤。计划2017年力争发展到1500万亩，届时将产出丰产项目实施前5年（2002—2006年）平均单产水平2000万亩的粮食，等于增加了500万亩耕地，可年增粮食20亿公斤（2002—2006年5年平均单产约每亩400公斤）。四川、贵州、安徽、广东、广西、浙江、河南等省（区）也要求参与该项工程，其中广东、贵州、广西、四川、安徽已启动实施，效果很好。建议此项目纳入国家计划，在5年内全国发展到6000万亩，产出现有水平8000万亩的粮食，即等于增加了2000万亩的稻田。按亩产400公斤计算，能年增粮食80亿公斤，可供北京或上海等特大城市人口全年的口粮。

## 3 三分地养活一个人的粮食高产工程

三分地养活一个人的粮食高产工程，简称“三一工程”，即三分地年产粮360公斤（亩产1200公斤），足够一个人全年的口粮。这项工程从2014年开始在湖南省16个县的高产区实施，有3种模式：①双季超级稻，早稻亩产550公斤，晚稻亩产650公斤；②一季超级中稻+马铃薯，水稻亩产700公斤，马铃薯亩产2000公斤（折合稻谷为500公斤）；③春玉米+一季超级稻，玉米亩产500公斤，水稻亩产700公斤。2014年采用双季超级稻模式的湘潭县和醴陵县产量达到设计指标，如湘潭县雨湖区，310亩示范田的早稻平均亩产584.5公斤，晚稻平均亩产662.5公斤。采用超级杂交稻+马铃薯模式的石门县、龙山县和永顺县，全年亩产原粮

都在 1200 公斤以上。这项工程要在有关部门的支持和配合下,力争到 2020 年发展到 1100 万亩,占湖南省耕地面积的 19%,产出的粮食可供全省一半人口之需。建议生态条件与湖南省相似或更好的省(市、区)可借鉴湖南省的经验,因地制宜地实施这项工程,为保障国家的粮食安全做出更大的贡献。

$$\text{稻谷产量} = \text{收获指数} \times \text{生物学产量}$$

现今的改良品种收获指数已很高 ( $> 0.5$ ),再提高的潜力有限,因此,进一步提高稻谷产量应以增加生物学产量为主。按形态学的观点,增加植株的高度是提高生物学产量最简易、最有效的办法。事物发展的规律一般是呈螺旋式上升的。水稻品种的改良史也符合此规律,即株高呈矮  $\rightarrow$  半矮  $\rightarrow$  半高  $\rightarrow$  新高  $\rightarrow$  超

高的趋势发展。古老的水稻品种,株高达 1.7~1.8 米,属高秆类型,草多谷少,收获指数只有 0.3,产量潜力每亩为 250 公斤左右。我国 20 世纪 60 年代初首创的矮秆品种,株高为 70 厘米左右,收获指数提高到 0.5,从而产量潜力上升到每亩 400 公斤左右;今天生产的主栽品种属于半矮秆类型,株高为 90~100 厘米,生物学产量随株高的增加而增加了,收获指数仍在 0.5 以上,从而稻谷产量亦增加,其产量潜力为每亩 600 公斤。我们新近育成的超级杂交稻,株高在 1.2 米左右,产量潜力为每亩 1000 公斤左右。要使产量再上新台阶,预计株高还须增加。

科学技术发展无止境,预计每公顷产 16 吨的超级杂交稻可望在 2016 年成功实现。

## 致力于血管内光学相干成像术的 NiA 微电机导管

Engineering 2015, 1(1): 15-17  
DOI 10.15302/J-ENG-2015018

By Tianshi Wang<sup>1</sup>, Gijs van Soest<sup>1</sup>, Antonius F. W. van der Steen<sup>1,2,3</sup>

**摘要:** 我们研发了一种新型的血管内光学相干成像术 (IV-OCT),该技术能极其快速地实现冠状动脉成像,并通过消除心脏运动伪影和欠采样以实现图像的更高质量。它所依赖的成像探头包括一个直径为 1.0 mm 且转速为  $5600 \text{ rev}\cdot\text{s}^{-1}$  的同步微电机,使 IV-OCT 的帧频达到 5.6 kHz,并使用每秒产生 280 万图像扫描线的波长扫描激光器。通过使用该设备,我们团队在设置速度为  $100 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$  时实现了体外 5600 fps 和体内 4000 fps 的成像速度。由实验对象的心电图触发整个图像采集过程,当心脏在跳动过程中相对不强烈时扫描冠状动脉,因此该技术还有一个新名字,“心动光学相干成像术”(Heartbeat OCT)。

光学相干断层扫描是一种光学成像技术,提供生物组织高分辨率的深度层析成像。一般来说,一个成像光束在组织表面扫描获得两到三维图像。这种技术常用在

眼科和心血管领域。在心血管领域中,一根成像探头预先被导入病人的冠状动脉,光学相干断层成像光束通过该探头传输。探头发出的成像光束沿着血管壁旋转式扫描,同时脉内探头从动脉中撤出 5~10 cm 长度来评估血管壁的情况。由此产生分辨率约为  $10 \mu\text{m}$  的数据集,如此高分辨率的图像能够显示血管壁的病理性(如动脉粥样硬化等),并能辅助冠状动脉的干预治疗(心血管支架)。

经皮冠状动脉重建术 (PCR),即封闭冠状动脉的基于导管开放化技术,通常在 X 射线造影的指导下实施,提供冠状动脉腔的二维可视化。血管造影法的几个局限性,如:缺乏三维信息,缺乏血管壁解剖信息,有限的空间分辨率,对于附壁血栓的灵敏度不佳,以及无法可视化射线可穿透的设备。这些让血管内成像在 PCR 中扮

<sup>1</sup>Department of Biomedical Engineering, Thoraxcenter, Erasmus MC, Rotterdam 3000 DR, the Netherlands; <sup>2</sup>Shenzhen Institutes of Advanced Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenzhen 518055, China; <sup>3</sup>Department of Imaging Physics and Technology, Delft University of Technology, Delft 2600 AA, the Netherlands