

申报 2020 年度湖南省科学技术进步奖项目公示内容

一、项目名称

杂交水稻全程机械化制种关键技术

二、提名专家及提名意见

姓名	袁隆平	工作单位	湖南杂交水稻研究中心
职称	研究员	学科专业	农学

提名意见：

杂交水稻制种是水稻异交栽培，实现全程机械化的难度相当大，现阶段我国杂交水稻制种机械化程度低、生产成本高，是阻碍杂交水稻发展的主要原因之一。

该创新技术将无人机、水稻插秧机等应用到杂交水稻机械化制种，发明了以父母本大行比种植为基础的无人机辅助制种授粉技术、父母本机插秧技术、无人机喷施赤霉素技术、父母本机械分收等机械化制种关键技术，形成了从播种、移栽至收割等主要环节的全程机械化制种技术体系。

该创新技术遵循水稻异交栽培学基本原理，在充分研究把握各种农机特性的基础上，根据制种农艺要求形成了农机与农艺高度融合的技术体系。经多年实践证明，该技术具有较广泛的适用性，既适用于不同类型的杂交水稻亲本制种，又适合在平湖地区、丘陵山区地势较平坦的基地制种；它既能保证杂交水稻制种达到高产高质，又能节省劳力、减轻劳动强度，降低种子生产成本。是解决当前我国因农业劳力缺乏、种子成本高而导致杂交水稻种植面积下滑的关键技术。

该创新技术填补了杂交水稻制种机械化授粉、机械化种植和田间管理的多项空白，是杂交水稻制种技术的重大创新和突破，是目前我国能实现杂交水稻全程机械化制种一项切实可行的技术，对推动杂交水稻的发展具有重要意义，综合技术水平居世界领先。

该项目提名湖南省科学技术进步奖一等奖。

三、项目简介

本项目成果属农业科学技术领域。

我国杂交水稻技术一直处于领先世界水平，但我国杂交水稻制种仍以人工方法为主，因受人工授粉方法的制约，在授粉、父本插秧及收割等关键环节难以机械化，导致用工多、效率低、生产成本高，已不适用新形势下杂交水稻的

发展。

本项目首次成功地将无人机应用于杂交水稻制种辅助授粉和喷施赤霉素，创立了与无人机作业配套的父母本大行比种植模式及其父母本机械化种植技术，形成了杂交水稻全程机械化制种技术体系。项目主要技术创新成果：

1、无人机辅助制种授粉技术：研制了无人机风场无线传感器网络测量系统，测定了无人机授粉飞行的风场风速，再结合飞行技术参数对田间花粉密度和母本异交率效果的考查，明确了父本花粉在无人机风场作用下的传播轨迹，首次明确了制种高异交结实率所需的田间花粉密度为4~6粒/视野（10×10倍显微镜）。确定了父母本大行比种植模式，父本种植6行或8行、厢宽180cm，母本30~50行、厢宽700~900cm，明确了无人机辅助制种授粉作业的技术参数及授粉方法。解决了制种机械化授粉、父母本机械化种植和收割的瓶颈问题。

2、父母本机械化种植技术：确定了机插秧、机械穴直播、父本机插母本同步直播三种父母本机械化种植模式，对机插秧、机直播两种种植模式下父母本特性进行研究，优选了父母本机械种植的机型选择、种植规格、理想花期、播差期调整、秧龄控制等关键技术参数；系统研究了不同育秧方法对盘秧质量、秧苗素质和机插苗数的效果，总结出“机械旱播水育”、“泥浆水播水育”两种省种广适的大田育秧方法，将制种母本机插秧、机直播的用种量控制在1.5~1.75kg/亩。

3、无人机喷施赤霉素技术：系统研究了无人机在母本不同抽穗率、不同剂量喷施赤霉素的效果，结果表明无人机喷施赤霉素的效果优于传统人工喷施，能降低赤霉素用量约20%；针对目前载荷10L的无人机提出了“1亩地1升药液1分钟”的“三一”施药方法，能及时高效完成大面积制种赤霉素和农药的喷施。

4、发明了父母本保纯机械分收的方法。

以上述关键创新技术为基础，结合机械化种植对土壤耕整及水分的要求，规范了从土地耕整到种子收割各制种环节的农机和农艺技术参数，编制出了《杂交水稻全程机械化制种技术规范》。

本项目技术既适合不同类型的杂交水稻组合制种应用，又适宜在山区丘陵的地势平坦的中小盆地和平原区制种基地应用。

本项目成果 2016 年开始分别在湖南武冈、湖南绥宁、海南乐东、江苏大丰、福建建宁五个国家级制种基地大县开展技术示范，经有关专家现场测产评价，制种产量均达到 200kg/亩以上，最高产达到 268.6kg/亩，可节省用工约 50%，节本增收 370~400 元/亩。2017-2019 年省内外累计应用面积 103.845 万亩，技术覆盖率约 26%，节本增收 9471.4 万元。

该项技术填补了我国杂交水稻制种机械化授粉、机械化种植和田间管理等多项空白，对推动杂交水稻的发展具有重要意义，综合技术水平居世界领先。

四、客观评价

1、项目列入国家科技部科技支撑计划和湖南省重大科技计划支持

2012 年 12 月 19 日袁隆平院士在隆平高科向国家科技部申请立项支持杂交水稻制种全程机械化技术研究报告上签名推荐：“这是一项领先世界的研究课题，殷望科技部给予立项支持为盼！”。2014 年该项目正式列入国家科技支撑计划课题支持，2016 年得到湖南省重大科技计划的资助。

2、多年多点技术示范的专家现场验收评议意见

2016-2019 年项目成果分别在海南乐东、湖南绥宁、湖南武冈、江苏盐城市大丰区、福建建宁县等国家级制种基地县的重点制种区进行了七次技术示范，示范的关键技术有：父母本大行比种植技术、父本和母本机插秧技术、无人机全程植保施药和喷施赤霉素技术、无人机辅助授粉技术、母本杂交种子和父本稻谷机械分收技术。

经湖南省科技厅、湖南省农业农村厅、海南省南繁管理局、江苏省种子管理站、福建省建宁县农业农村局等主管部门组织有关专家对各示范点进行现场验收评议，现场验收和测产结果统计如下：

序号	时间与基地	示范组合	面积 (亩)	测产结果		组织验收单位	专家组 组长
				机械化	人工		
1	2016 年 5 月 30 日 海南乐东九所镇	Y58S/R900	210	212.3	/	海南省南繁管理局	孟卫东
2	2016 年 9 月 10 日 湖南绥宁农科所	Y 两优 302	210	268.6	225.8	湖南省科技厅	陈良碧
3	2016 年 9 月 11 日	叁两优 1813	310	207.8	/	湖南省科技厅	陈良碧

	湖南武冈邓元泰镇	深两优 1813		211.7	/		
4	2018年9月16日 江苏大丰区刘庄镇	晶 4155S/R534	110	196.8	183.0	江苏省种子管理站	王邵华
5	2109年9月6日 湖南武冈邓元泰镇	33S/黄莉占	300	204.56	/	湖南省农业农村厅	赵正洪
6	2019年9月16日 江苏大丰区刘庄镇	晶 4155S/R534	110	209.7	227.3	江苏省种子管理站	王才林
7	2019年10月7日 福建建宁溪口镇	华 1007S/R10	102	251.89	260.66	福建建宁县 农业农村局	贺浩华

四年七点专家现场测产结果表明，杂交水稻全程机械化制种技术的制种产量能达到 200Kg/亩以上，一致认为项目组形成的杂交水稻全程机械化制种技术在技术示范区母本结实率和产量达到了传统人工制种的高产水平，可节省制种生产成本 13.75%~20.3%，技术示范效果显著，可推广应用。

3、技术成果第三方评价和登记

2015年12月湖南省农学会对“杂交水稻制种母本机插技术研究与应用”的评价结论：该项目知识产权清晰，数据详实，技术先进，可操作性强，对促进杂交水稻制种机械化、推动新时期杂交水稻发展具有重要意义，综合技术居国内领先水平。

2017年2月湖南省农学会对“杂交水稻全程机械化制种关键技术”的评价结论：该项目创新性强、技术先进，可操作性好，适用性广，经济社会效益显著，对解决当前杂交水稻制种劳动力缺乏、成本急剧提高的问题，推动杂交水稻发展具有重要意义，是杂交水稻制种技术的重大创新。综合技术水平居国际领先。

2017年4月在首届中国（三亚）国际水稻论坛组委会上，“杂交水稻全程机械化制种技术”荣获全球水稻育种创新成果评选“水稻年度创新技术”。

五、推广应用情况

从2017年开始，项目组通过技术示范、技术培训，分别在湖南、海南、福建、江苏盐城等省的15个国家级杂交水稻制种基地大县推广应用，主要推广的机技术包括母本机插秧制种技术、无人机植保施药和喷施赤霉素技术、以父母本大行比种植和无人机辅助授粉为核心的全程机械化制种技术。据不完全统计

计，2017-2019 年三年累计，母本机插秧技术应用面积 41.6 万亩，无人机植保施药和喷施赤霉素应用面积 59.6 万亩，全程机械化制种技术示范面积 2.645 万亩，三项技术合计应用面积 103.845 万亩，技术覆盖率约 26%（按全国年制种面积约 120 万亩计算）。

主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用的技术	应用情况	应用起止时间	地址/电话
1	湖南省绥宁县	① ② ③	6.9 亩 9.3 万亩 4470	2017-2019	绥宁县农业农村局， 李健康 13397392166
2	湖南省武冈市	① ② ③	6.2 万亩 8.5 万亩 5560 亩	2017-2019	武冈市农业农村局 汤文辉 13786965080
3	湖南省溆浦县	① ② ③	5.2 万亩 7.1 万亩 3620 亩	2017-2019	溆浦县农业农村局 张小军 18907457060
4	湖南省芷江县	① ② ③	2.6 万亩 5.1 万亩 2780 亩	2017-2019	芷江县农业农村局 姜铁桥 18907450248
5	湖南省攸县	① ② ③	4.8 万亩 8.6 万亩 1880 亩	2017-2019	攸县农业农村局 吴利辉 13357331258
6	江苏金色农业股份有限公司	① ② ③	4.6 万亩 4.6 万亩 4280 亩	2017-2019	江苏大丰区黄海西路 66 号 王宣山 13901411592
7	福建省建宁县	① ② ③	11.3 万亩 16.4 万亩 3860 亩	2017-2019	建宁县农业农村局 余添发 13313804869

说明：①制种母本机插秧技术，②无人机植保施药和喷施赤霉素，③以父母本大行比种植无人机授粉为核心的全程机械化制种技术

六、主要和知识产权证明目录

序号	授权项目名称	知识产权类别	国别	授权号
1	一种杂交水稻全机械化的制种办法	发明专利	中国	ZL201210438297.0
2	一种杂交水稻的制种方法	发明专利	中国	ZL201210417925.7

3	一种风场无线传感器网络测量系统	发明专利	中国	ZL201310006863.5
4	一种多方向风速测量装置	发明专利	中国	ZL201310007098.9
5	风场无线传感器网络测量系统 (WWSSNSv1.0)	软件著作权	中国	软著登字第 0667898 号
6	杂交水稻制种母本机插技术规程	标准/规程	中国	HNZ106-2015
7	杂交水稻全程机械化制种技术规程	标准/规程	中国	HNZ147-2017
8	杂交水稻全程机械化制种技术研究初步进展	论文	中国	杂交水稻, 2014, 29 (02): 6-8
9	单旋翼农用无人机辅助杂交水稻制种授粉效果研究	论文	中国	杂交水稻, 2016, 31 (06): 19-23
10	杂交水稻全程机械化制种关键技术示范	论文	中国	杂交水稻, 2017, 32 (01): 34-36

七、主要完成人情况

排名	姓名	文化程度	技术职称/行政职务	现从事专业	工作单位/完成单位	对成果创造性贡献
1	刘爱民	本科	研究员/总农艺师	农学	袁隆平农业高科技股份有限公司	1、项目总体设计、技术路线的确定、试验方案制订, 项目组织实施。 2、重点开展无人机授粉技术和喷施赤霉素技术研究。 3、获两项专利 (附件 1.1、1.2)、编制三项标准 (附件 4.1.4.2.4.3), 论文 23 篇。
2	张海清	博士研究生	教授/博导	农学	湖南农业大学	1、参与项目的策划、申报材料的编写, 全程参与项目的实施和管理。 2、重点开展父母本机插秧特性与技术的研究。 3、作为主要人员参与编制 3 项标准 (附件 4.1、4.2、4.3), 发表相关论文 11 篇。

3	周志艳	博士研究生	教授/博导	农业电气化与自动化	华南农业大学	1、主要负责无人机风场风速测试设备的研制。 2、无人机授粉技术参数的优选。 3、获3项发明专利（附件1.3、1.4、1.5），学术论文6篇。
4	廖翠猛	研究生	研究员/总裁	农学	袁隆平农业高科技股份有限公司	1、参与技术路线、试验方案的设计，试验总结分析。 2、试验基地安排、人员落实、试验与示范实施指导 3、是2项技术发明专利（附件1.1、1.2）的主要发明者，参与技术标准（附件4.1）的编制，
5	张青	本科	助理农艺师	农学	湖南隆平种业有限公司	1、连续7年参加本项目的田间试验与示范工作。 2、负责湖南武冈基地技术示范工作实施。 3、协助华南农大团队在湖南武冈基地进行无人机风场风速的测试。 4、参与标准（附件4.2、4.3）编写，论文3篇。
6	汪沛	博士研究生	讲师	农业电气化与自动化	华南农业大学	1、主要负责无人机风场风速测试系统研制和现场测试，为无人机授粉技术参数优选提供支撑。 2、获发明专利2项（附件1.3、1.4），软件著作权1项（附件2.1），学术论文2篇。
7	余雪晴	研究生	助理农艺师	农学	湖南隆平种业有限公司	1、开展杂交水稻制种母本机直播、机插秧特性研究和开展机插秧制种技术研究。 2、以第二作者发表相关论文4篇。

8	肖层林	本科	教授	农学	湖南农业大学	1、参加项目申报、论证、实施方案的编写、设计。 2、参加湖南各基地、海南、江苏基地研究内容实施。参加研究生培养，培训示范技术人员。 3、参与制订标准2项(附件4.1、4.1)，参与发表论文5篇。
9	夏胜平	本科	研究员	农学	湖南省水稻研究所	1、湖南省水稻产业技术体系繁殖制种岗位专家，参与本项目相关研究，组织技术培训。 2、参与了2个标准(附件4.1、4.2)的编写。
10	杨鹏	本科	助理农艺师	农学	绥宁县种子管理站	2015-2017年承担了项目组安排的绥宁制种基地的技术示范的实施(附件6.2)。2017年开始在绥宁适宜机械化制种基地推广应用机械化制种技术。 参与论文1篇(排名5):
11	高文娟	研究生	中级农艺师	农学	湖南隆平种业有限公司	1、负责项目具体科研管理工作，材料整理、报送、总结和科技报告整理与提交等。 2、参与年度试验总结和年度计划的制订。
12	易运运	大专	助理农艺师	农学	武冈市种子管理站	1、协助项目组在武冈建立在水稻全程机械化制种技术与示范基地并参与部分试验示范工作(附件6.3、6.5)。 2、2016年开始在武冈市主要制种基地推广应用全程机械化制种技术。 3、2017、2019年协助项目组在武冈进行的全省和全国的全程机械化制种技术培训和现场观摩。

八、主要完成人合作关系说明

本项目的技术创新由刘爱民、张海清、周志艳、张青、汪沛、余雪晴、肖层林共同合作完成，技术示范与应用工作有刘爱民、夏胜平、张青、杨鹏、易运运共同合作完成。

本项目第一完成单位袁隆平农业高科技股份有限公司刘爱民研究员，是本项

目的主持人，主要体现在以下 5 种方式。

第一种：十二五国家科技支撑计划课题“杂交水稻全程机械化制种关键技术研究示范”（2014BAD06B07）（附件 5.1）课题主持人。

第二种：湖南省科技计划项目“杂交水稻制种机械化关键技术研究示范”（任务合同书编号 2016NK2004）的项目负责人

第三种：两项技术发明专利（附件 1.1、1.2）的第一发明人

第四种：三项标准（附件 4.1、4.2、4.3）的第一起草人

第五种：以第一作者发表相关论文 6 篇（附件 3），参与的论文 17 篇（附件 3）

本项目第二完成单位的湖南农业大学的张海清教授参与本项目的合作关系方式主要体现在上述的第一种、第四种、第五种（与刘爱民合作发表论文 10 篇）。

本项目第三完成单位华南农业大学周志艳教授参与本项目的合作关系方式主要体现在第一种、第五种（与刘爱民合作发表论文 6 篇），另有与本项技术创新密切相关发明 4 项（附件 1.3、1.4、1.5、1.6）

本项目第一完成单位袁隆平农业高科技股份有限公司的廖翠猛研究员参与本项目合作关系方式主要体现在第一种、第二种、第三种（附件 1.1、1.2）、第四种（附件 4.1、4.3）、第五种（与刘爱民合作发表论文 1 篇）

本项第四完成单位湖南隆平种业有限公司的张青参与本项目合作关系方式主要体现在第二种、第四种（附件 4.2、4.3），第五种（与刘爱民合作发表论文 2 篇）。

本项目第三完成单位华南农业大学的汪沛博士参与本项目合作关系方式主要体现在第一种、第五种（与刘爱民合作发表论文 1 篇），另有与本项技术创新密切相关发明 2 项（附件 1.3、1.4），软件著作权 1 项（附件 2.1）。

本项目第二完成单位的湖南农业大学肖层林教授参与本项目合作关系方式主要体现在第一种、第四种（附件 4.1、4.2、4.3）、第五种（与刘爱民合作发表论文 6 篇）。

本项目第五完成单位的湖南省水稻研究所夏胜平研究员参与本项目合作关系方式主要体现在第四种（附件 4.1、4.2、4.3）、第五种（与刘爱民合作发表论文 1 篇）。

本项目第六完成单位的绥宁县种子管理站杨鹏参与本项目合作关系方式主要体现在第五种（与刘爱民合作发表论文 1 篇），其它体现在技术示范现场评议意见（附件 6.2）。

本项目第四完成单位的湖南隆平种业有限公司的高文娟参与本项目合作关系方式主要在项目资料、材料的收集整理以及协助刘爱民进行项目管理工作等。

本项目第七完成单位武冈市种子站的易运运与本项目合作关系方式主要体现在技术示范现场评议意见（附件 6.3、6.5）。

九、主要完成单位情况

单位名称	排名	联系人/电话	地址	主要创新性贡献
袁隆平农业高科技股份有限公司	1	高文娟 13548534411	长沙市合平路 638 号	本项目的牵头组织单位，提出了项目总体设计、技术路线、试验研究方案，组织各参与单位申报有关项目并实施、组织技术培训和示范应用、年度总结和计划制订等方面关键工作。组织开展技术示范和评议评价、技术培训、技术推广等工作 为本项目贡献了发明专利 2 项（附件 1.1、1.2），牵头编制技术标准 3 项（附件 4.1、4.2、4.3），论文 23 篇，其中核心论文 3 篇。
湖南农业大学	2	张海清 13807310290	长沙市人民东路湖南农业大学	积极参与本项目的策划和项目的申报，全力程支持张海清教授团队对该项目的组织实施工作。重点研究了父母本机插秧、机直播特性与技术。以第一单位发表相关论文 9 篇，参与编制 3 项标准（附件 4.1、4.2、4.3）。 本单位将项目负责人刘爱民研究员聘请为研究生导师，提供研究生参与项目研究，2015-2018 年连续 4 年提供配套经费支持该项目在基地县的示范推广工作。
华南农业大学	3	陈志鸿 13570552211	广州市天河区五山路 483 号	作为项目重要参加单位，主要在无人机作业技术参数的测试和水稻直播机械的研制方面为项目实施提供了重要支持。 研制了风场无线传感器网络测量系统，2013-2015 年安排技术专家在多个技术研发基地田间开展实地测试，为开展机械化制种辅助授粉和药剂喷施的田间作业参数优选提供了有效支撑。 在项目实施中获得 4 项技术发明专利（附件 1.3、1.4、1.5、1.6）：一项软件著作权（附件 2.1）；提供了水稻精量穴直播机、水稻制种父本机插母本同比直播机。发表相关论文 6 篇。
湖南隆平种业有限	4	高文娟 13548534411	长沙市合平路 638 号	本项目研究的有关田间试验和技术示范的实施者。

公司				<p>2016-2019年在湖南绥宁、湖南武冈、江苏大丰、福建建宁等国家级制种基地大县组织开展技术示范，并现场指导。</p> <p>参与编制了3项技术标准(附件4.1、4.2、4.3)，发表相关论文8篇。</p>
湖南省水稻研究所	5	夏胜平 13973117719	长沙市芙蓉区远大二路732号	<p>1、参与合作研究；2、参与编写技术标准2项(附件4.2、4.3)；</p> <p>3、参与示范基地建设和技术培训。</p>
绥宁县种子管理站	6	李健康 13397392166	绥宁县长铺镇绿洲大道农业农村水利局院内	<p>2015-2017年承担了绥宁基地示范基地建设(附件6.2)，2017年在绥宁召开了全省全程机械化制种技术示范现场观摩会。</p> <p>2017-2019年全县机械化制种技术累计应用面积16,647万亩，节本增收1468.8万元。</p>
武冈市种子管理站	7	汤文辉 13786965080	武冈市辕门口办事处西直街63号附9号	<p>2014-2019年协助项目组在武冈建立在水稻全程机械化制种技术与示范基地，并进行两次技术示范现场测产验收(附件6.3、6.5)，举办了两次全省杂交水稻机械化制种技术培训和现场观摩。</p> <p>2016年开始在武冈市主要制种基地全面推广应用全程机械化制种技术。</p> <p>2017-2019年合计应用面积15.256万亩，节省增收1463.8万元。</p>