# 2019年度国家科学技术奖提名公示内容

## 项目名称

茶园生产全程机械化关键技术与装备

## 二、提名者及提名意见

**提名者：**农业农村部

**提名意见：**

该成果根据我国平地型、缓坡型、陡坡型茶园的基本特征，创新提出了茶园机械作业技术模式及与之相适应的“动力平台+”机具配置模式，创制跨行高地隙（地隙轨距可调）、行间窄幅超低地隙、手扶式三类动力平台及配套作业部件，形成三类茶园全程机械化作业技术模式与装备体系；创建“针式”仿生耕作理论，发明立式螺旋深施肥技术，耕深由5-8 cm增加至23.3 cm，有效解决了茶园板结土壤的深耕施肥难题；创制了负压物理捕虫装备，绿色防控，茶叶提质增效明显；创新了仿生采茶技术，茶叶完整率由60.4%增至77%，使夏秋茶资源获充分利用；创制智能采茶部件，为高效智能化采茶提供了关键技术支撑。获得授权专利53项（其中发明专利14项）、软件著作权4项，发表学术论文44篇，出版学术专著2部，制订企业标准3项，总体技术达国际先进水平。近两年成果转化企业累计销售额达1.0225亿元，成果在全国22个茶叶主产省应用达169.96万亩次，近两年累计为茶场、茶农节本增效9.11亿元，经济、社会和生态效益显著。总体达到同类研究国际先进水平，其中仿生耕作与采茶、负压物理捕虫等技术达到国际领先水平，为我国茶园生产全程机械化提供了重要的技术支撑。

提名该项目为国家技术发明奖二等奖。

## 三、项目简介

茶，国饮，中华文化之载体。我国茶园面积达4588万亩，年产值2400亿，茶叶是23个主产区的支柱产业；而茶园生产机械化率不足10%，劳动力成本逾总成本的60%，产业发展受到严重制约。项目针对我国茶园地貌多样（坡地超过 65%）、农艺差异性大、常年免耕导致土壤板结难耕作、名优茶外形要求高机采难等现状与问题，提出“分形而治”“动力平台＋”的发展模式，重点攻克了仿生耕作与深施肥、仿生采摘、绿色植保等关键理论与技术，解决了板结茶园“机不能耕，肥不入土”和名优茶机械化采摘的难题，发明了负压绿色防控技术与装备，创制了适宜三类坡度茶园的通用动力平台及覆盖作业全程的模块化机具，形成了茶园生产全程机械化技术与装备体系。核心创新技术如下：

**（一）创新点1:针对板结土壤耕作难题与基肥深施的需求，创建“针式”仿生耕作理论，发明立式螺旋深施肥技术，创制了创制了“针式”仿生耕作机具与螺旋式施肥装备。针式仿生耕作：**模拟人工挖掘，利用挖掘反力，易破土；创新设计仿生耕作机构和微弧变曲率半径“针”式耕齿，阻力小，易碎土；集成创制仿生耕作机具，耕深由人耕的5-8 cm提高到23.3 cm。解决了免耕板结茶园的机械化耕作问题。**立式螺旋深施肥技术：**发明了空心螺旋刀轴与变位变深变量控制机构，创制了双立轴式螺旋施肥装备，施肥、搅拌、覆土同步，土垡细碎，施肥均匀，深度、位置、肥量可控，耕深可达32 cm。攻克了茶园变位变深变量施肥技术难题。

**（二）创新点2：针对名优茶机茶难题，发明仿生采茶技术，创制了仿生采茶装备和机器人智能采茶部件。**创新设计新梢姿态调控机构和采筛复式作业机构，创制了跨行自走式采茶机。采茶完整率由60.4%增至77%，夏秋茶资源获充分利用，综合效益提高约40%。创新嫩梢高效精确识别、精准定位技术，创制了智能采茶部件，识别率达90%，采摘速度达2400 个/h，为高效智能采茶提供关键技术支撑。

**（三）创新点3：针对绿色防控的重大需求，发明负压害虫绿色防治技术，创制了负压捕虫装备。**基于害虫空气动力学，优化风场参数；优化风机叶片角度与尺寸，轻质、低噪；创新设计“扁型”“弧形”捕虫头，风压分布均匀；创制了负压捕虫装备，首次捕虫率达70%。大幅降低了农药施用量，为绿色茶产业提供了技术装备支撑。

成果获授权专利53项（发明14项）。较于代表国际先进水平的日本茶园机械，本成果技术先进适用，经济技术优势明显。1）仿生耕作、负压捕虫和仿生采茶等属原创技术。2）仿生耕深23.3cm（日本＜8cm），满足茶园深耕要求。3）仿生采茶完整率达77%（日本＜60%），达名优茶标准。4）价格为日本同类产品的1/3。5）日本茶园机械功能单一，仅用于标准化茶园；本成果机械功能多，能适应非标准化茶园。

成果产品近两年销售额1.02亿，节本增效9.11亿，经济、社会和生态效益显著，为我国茶园生产全程机械化提供了重要的装备技术支撑。

## 四、客观评价

**（1）2016年8月31日，中国农学会于北京，对成果“茶园全程机械化作业关键技术装备创制与应用”组织了会议评价，结论如下：**

该成果针对我国茶叶生产过程劳动力严重短缺、迫切需要实现机械化的问题，在研究确定茶园机械化作业模式基础上，开展茶园管理、采茶技术与装备研究，取得多项创新性成果，**成果总体达到同类研究国际先进水平，其中仿生耕作技术、仿生采茶技术、负压物理捕虫技术，达到国际领先水平。**

1）首次按坡度分类茶园，创新提出“动力平台+”的茶园机械化发展模式，创制跨行变地隙变轨距高地隙、行间窄幅超低地隙、手扶式三类动力平台，及配套作业装备，形成平、缓、陡三类茶园全程机械化作业模式，明确我国茶园机械化发展方式。

2）创建“针式”仿生耕作理论，合理利用挖掘反作用力，有效解决茶园板结土壤的深耕施肥难题，耕作深度增加150%，功耗降低40%。

3）创制负压物理捕虫装备，首次捕虫率达70%，绿色防控保障茶叶质量安全，茶叶提质增效明显。

4）创建“有限选择性”最优采摘理论及扶叶仿生采摘技术、“即采即筛”复式作业技术，将漏采率由10%降至1%以内，茶叶完整率由60%增至80%，生产率增加40%，使夏秋茶资源获充分利用；智能仿生采茶机器人的芽头识别率≥90%，采摘速度≥2个/3s，可替代人工。

成果获得授权专利48项，其中发明专利8项，软件著作权4项，企业标准3项，发表相关论文44篇，专著2部。在全国主要茶区应用推广，经济、社会和生态效益显著，为我国茶园生产全程机械化提供技术支撑。

**（2）2016年1月30日，中国茶叶学会于南京，对成果“跨行自走式采茶技术与装备”组织了会议评价，结论如下：**

委托单位所推荐的跨行自走式采茶技术与装备，符合大宗茶机采技术要求，方案合理，技术先进，实用性强，能很好地满足当前采茶旺季的采茶作业需求。该技术集成了诸多创新研究，包括采茶高度实时调节技术、“即采即筛”收集分级技术、弧型双坡面型采摘技术等，都具有原始创新性，并达到世界领先水平。绿色的设计理念，使跨行自走式采茶机成为真正的环境友好型装备，作业对茶园环境影响极小。紧密切合实际需求，使其具有广阔的市场显著的经济效益和社会效益。

综合看来，该机技术成熟，市场前景广阔，符合国家的政策导向，是我国采茶机械从手抬背负到自走乘驾的一次成功飞跃，对我国乃至世界茶园机械的发展都具有巨大的促进作用。

**（3）中国工程院院士罗锡文教授评价意见**

**中国工程院院士罗锡文教授**参与了2014年12月在张家港市举行的低地隙多功能茶园管理技术与装备**现场演示与评价会，作出如下评价：**“针式”耕作方式达到**国际领先水平；**外悬挂双螺旋搅龙式深施肥技术、深圆盘开沟技术、双排链式复合开沟技术、负压捕虫技术、双侧修剪技术以及低地隙履带式专用动力平台集成技术达到**国际先进水平。**

**（4）有关政府机构的科技成果鉴定意见**

2011年6月3日，**农业部科教司**组织组织专家对成果**“茶园作业机械化关键技术与装备的研究”**（任务来源**“国家茶叶产业技术体系机械设备研究室茶园机械岗位研究成果（CARS-23）”**和江苏省科技支撑计划BE2007402）进行鉴定，意见如下：

创新研究开发了高地隙自走式多功能茶园管理机及配套机具。该机行走和配套作业机具的动力传递采用全液压柔性传递技术，填补了国内农业机械动力传递的空白，实现了跨行作业，可配套采茶、修剪、植保、中耕除草、深松施肥等机具；采用全液压技术实现行走机作业无极变速，可满足不同作业条件下调速需要；可采用变量调节技术，对地隙高度和跨行宽度进行调整，可满足不同茶树高度与行宽的茶园作业要求，适应性好；采用动力与机具直联结构，可实现中耕除草、深松施肥、植保喷药、修剪采茶复式作业，实现了一机多能，省工节本的目标。经用户使用，反映良好。

成果符合鉴定要求。全液压柔性动力传递技术在农业机械领域的应用为**国内首创，高地隙自走式茶园管理机填补了国内空白，总体达到国际先进水平。**

## 五、应用情况

通过产学研合作，三类茶园作业动力平台及作业部件已经形成批量生产，近两年累计销售额达1.0225亿元，在云、贵、皖、苏、浙等全国22个茶叶主产省应用达169.96万亩次，取得了良好的效果，累计为茶场、茶农节本增效9.11亿元。

## 六、主要知识产权和标准规范等目录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **知识产权（标准）类别** | **知识产权（标准）具体名称** | **国家**  **（地区）** | **授权号（标准编号）** | **授权（标准发布）日期** | **证书编号 （标准批准发布部门）** | **权利人（标准起草单位）** | **发明人（标准起草人）** | **发明专利（标准）有效状态** |
| 发明专利 | 茶园深耕机 | 中国 | ZL201310157555.2 | 2015-04-01 | 1619809 | 农业部南京农业机械化研究所 | 肖宏儒\*，丁文芹\*，宋志禹\* | 有效 |
| 发明专利 | 跨行自走乘坐式采茶机及其工作方法 | 中国 | ZL201310057808.9 | 2015-01-07 | 1560160 | 农业部南京农业机械化研究所 | 肖宏儒\*，秦广明\*，宋志禹\*，丁文芹\*，韩余\* | 有效 |
| 发明专利 | 自走式吸虫机 | 中国 | ZL201110214207.5 | 2013-04-17 | 1178842 | 农业部南京农业机械化研究所 | 肖宏儒\*，宋志禹\*，秦广明\* | 有效 |
| 发明专利 | 一种茶叶智能采摘机 | 中国 | Zl201310406555.1 | 2015-07-22 | 1734980 | 农业部南京农业机械化研究所 | 秦广明\*，肖宏儒\*，宋志禹\*，赵映，金月，任彩红 | 有效 |
| 发明专利 | 一种双螺旋立式开沟施肥机 | 中国 | ZL201410742056.4 | 2017-10-27 | 2670307 | 农业部南京农业机械化研究所 | 肖宏儒\*，韩余\*，宋志禹\*，丁文芹\*，梅松\* | 有效 |
| 发明专利 | 一种茶园深耕机 | 中国 | ZL201510031752.9 | 2017-11-28 | 2716877 | 农业部南京农业机械化研究所 | 肖宏儒\*，梅松\*丁文芹\*，宋志禹\*，韩余\*，李坤 | 有效 |
| 发明专利 | 一种小型挂接式多功能施肥机 | 中国 | ZL201610050326.4 | 2018-01-19 | 2783746 | 农业部南京农业机械化研究所 | 肖宏儒\*，梅松\*，赵映，宋志禹\*，金月，代红朝 | 有效 |
| 发明专利 | 一种单螺旋施肥机 | 中国 | ZL201610638205.1 | 2018-06-21 | 2957418 | 农业部南京农业机械化研究所 | 肖宏儒,夏建林,梅松,丁文芹,赵映,宋志禹,韩余,金月,夏先飞,杨光,孙洪友 | 有效 |
| 发明专利 | 一种茶园修边机 | 中国 | ZL201110131337.2 | 2012-09-19 | 1046003 | 农业部南京农业机械化研究所 | 肖宏儒\*，秦广明\*，宋志禹\* | 有效 |
| 发明专利 | 一种智能采茶机 | 中国 | ZL201410526690.4 | 2016-09-14 | 2236412 | 农业部南京农业机械化研究所 | 肖宏儒\*，韩余\*，宋志禹\*，丁文芹\*，梅松\* | 有效 |
| 发明专利 | 一种螺旋式多级分选机 | 中国 | Zl201510498701.7 | 2017-06-16 | 2518278 | 农业部南京农业机械化研究所 | 宏儒\*，韩余\*，肖苏伟，宋志禹\*，丁文芹\*，赵映，梅松，金月 | 有效 |
| 发明专利 | 茶园采茶机构试验台 | 中国 | ZL201410525507.9 | 2017-01-25 | 2358644 | 农业部南京农业机械化研究所 | 肖宏儒，韩余，宋志禹，丁文芹，梅松 | 有效 |
| 发明专利 | 一种茶园航空采茶装备 | 中国 | ZL 201510904425.X | 2017-10-13 | 2654263 | 农业部南京农业机械化研究所 | 肖宏儒，韩余，宋志禹，丁文芹，梅松 | 有效 |
| 发明专利 | 一种机械化增产采茶设备 | 中国 | ZL 201510406898.7 | 2017-04-12 | 2442133 | 农业部南京农业机械化研究所 | 肖宏儒，韩余，宋志禹，丁文芹，梅松 | 有效 |

## 七、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓 名** | **排名** | **行政**  **职务** | **技术**  **职称** | **工作**  **单位** | **完成**  **单位** | **对本项目贡献** |
| 肖宏儒 | 1 | 无 | 研究员 | 农业部南京农业机械化研究所 | 农业部南京农业机械化研究所 | 作为成果第一完成人，对发明点一、二、三有创造性贡献。全面主持研究工作，创新提出三类茶园机械化作业技术模式，发明“针式”仿生耕作、立式螺旋深施肥技术、负压捕虫、仿生采茶技术，创制跨行高地隙、行间窄幅超低地隙和手扶式等三类动力平台及配套作业机具。共获授权专利47项，其中发明专利15项（附件01-07），发表论文32篇（附件08，11-15），出版专著1部（附件08）。在本成果中工作量占本人工作总量的70%。 |
| 宋志禹 | 2 | 无 | 中级 | 农业部南京农业机械化研究所 | 农业部南京农业机械化研究所 | 作为成果的完成人之一，对创新点一、三有创造性贡献。参加高地隙和扶叶仿生采茶机设计试验工作，主要完成高地隙多功能底盘行走机构设计与动力优化等，共获授权专利12项，其中发明8项（附件01-04），发表论文4篇（附件11-14）。在本成果中工作量占本人工作总量的70%。 |
| 丁文芹 | 3 | 无 | 中级 | 农业部南京农业机械化研究所 | 农业部南京农业机械化研究所 | 作为成果的完成人之一，对创新点一、三有创造性贡献。参加低地隙动力平台及植保等配套机具的设计试验工作，重点完成动力直联变速箱的整体设计与优化工作，共获授权专利14项，其中发明8项（附件01-02），发表论文4篇（附件11-14）。在本成果中工作量占本人工作总量的70%。 |
| 韩 余 | 4 | 无 | 中级 | 农业部南京农业机械化研究所 | 农业部南京农业机械化研究所 | 作为成果的完成人之一，对创新点一、二有创造性贡献。完成跨行自走式采茶机的设计、研究和试验等工作，共获授权专利15项，其中发明10项（附件02，05，06-07），发表论文4篇发表论文4篇（附件11-14）。在本成果中工作量占本人工作总量的70%。 |
| 梅 松 | 5 | 无 | 中级 | 农业部南京农业机械化研究所 | 农业部南京农业机械化研究所 | 作为成果主要完成人，对发明点一有创造性贡献。参加完成小型仿生耕作机的设计、试制和试验。共获授权发明专利3项（附件05-07），发表论文4篇（附件11-14）。在本成果中工作量占本人工作总量的30%。 |
| 秦广明 | 6 | 无 | 高级 | 农业部南京农业机械化研究所 | 农业部南京农业机械化研究所 | 作为成果的完成人之二、三，对创新点一、三有创造性贡献。参加高地隙和扶叶仿生采茶机设计试验工作，主要完成高地隙多功能底盘行走机构设计与动力优化等，共获授权专利12项，其中发明6项（附件01-04），发表论文1篇（附件14）。在本成果中工作量占本人工作总量的70%。 |

## 完成人合作关系说明

本人与成果第2-6完成人宋志禹、丁文芹、韩余、梅松、秦广明均属同单位同事，为同课题组成员，共同完成项目申报、参与项目研究，共同获得发明专利授权，发表论文著作等。

**宋志禹**主要参与了针式仿生耕作和负压虫害绿色防控技术与理论的发明创造工作，是发明专利《一种自走式吸虫机》的第2完成人。**丁文芹**主要参与针式仿生耕作理论与技术的发明创造工作，是发明专利《一种深耕机》的第2完成人。**韩余**主要参与了仿生采茶及螺旋式深施肥技术与理论的发明创造工作，是《一种智能采茶机》等6项发明专利的第2完成人。**梅松**主要参与了螺旋式深施肥技术与理论的发明创造工作，是《一种单螺旋施肥机》等2项发明专利的第二完成人。**秦广明**主要参与了仿生采茶及负压虫害绿色防控技术与理论的发明创造工作，是《一种茶叶智能采摘机》发明专利的第1完成人。其他具体见“主要完成人情况”。