

一、项目名称

核桃采后高值化加工关键技术与系列装备

二、提名单位意见及提名等级

项目瞄准农业机械领域的前沿研究和国家重大战略需求，提出了核桃柔性低损伤破壳取仁、多场协同高温瞬时热辐射种皮脆化脱落、同腔集成立式短流程高速多级核桃壳超微粉碎关键技术并发明了系列装置。历经 10 年科技攻关，构建了核桃破壳取仁、核桃仁种皮去除及核桃壳超微粉碎全程自动化机械加工生产线，核桃破壳率高达 94.2%、整仁率 93.7%，种皮去除率高达 94.2%。近三年新增销售额 6.76 亿元，新增利润 0.58 亿元。培养了“山东省泰山学者特聘专家”、“山东省优秀发明家”、“山东省机械行业优秀科技工作者”等领军人才；获授权知识产权 78 件，其中发明专利 17 件、国际 PCT 专利 10 件、实用新型专利 51 件；申请发明专利 30 件（其中美国 5 件）；在美国农业工程学会会刊、农业工程学报、农业机械学报等行业高影响力期刊发表论文 25 篇。研究成果在中央电视台科教频道《我爱发明》和《实验现场》专题报道，扩大了核桃机械加工装备在国际上的影响力，有效解决了核桃高值化产业链技术瓶颈和农民增产不增收的瓶颈问题。

参照山东省科学技术奖申报和推荐基本条件，推荐该项目申报山东省科学技术进步奖二等奖。

三、项目简介

中国是世界核桃产量和种植面积第一大国。特色核桃产业对提升地区经济和改善民生水平具有重大意义。然而我国核桃采后初加工生产线存在机械化程度低、品种适应性差、优质生物质资源浪费严重的重大技术瓶颈，制约了企业经济发展和农民增产增收。尤其是三个关键环节中，核桃破壳取仁的低适应和

高损伤性、核桃仁去种皮的高污染和低回收性、核桃壳超微粉碎的低精度性，这些关键技术难题进一步阻碍了对核桃潜在经济价值的深入挖掘，导致核桃仁种皮和核桃壳超微粉这种优质资源无法充分开发，每年尚需从发达国家大量进口以满足国内需求。因此，针对上述技术难题，高质高效核桃初加工关键技术成为核桃加工产业深入发展的迫切需要和亟需突破的瓶颈技术。

围绕上述迫切需求与技术瓶颈，在国家自然科学基金、国家企业创新基金和省、市、自治区计划等项目支持下，以产、学、研结合的创新科研模式，历经 10 余年攻关，在国内外率先发明了核桃采后初加工生产线关键技术及系列装备，并通过产业化验证，效果显著。取得的主要技术发明创新如下：

1) 建立了典型的核桃壳力学模型，揭示了核桃壳不同位置壳厚差异对压缩刚度、断裂极限、裂纹扩展的影响机制，发明了柔性带剪切挤压、行程精准可控对撞、同向双螺旋柔性挤压三种低损伤核桃破壳取仁的关键技术和装置，有效提高了核桃仁完整度，实现源头创新。

2) 揭示了高温瞬时加热条件核桃仁/种皮内部热传导及种皮脆化裂纹产生与扩展作用机理，国内首次发明了基于温度滞后效应高温瞬时热辐射种皮低损伤去除关键技术及智能装备，解决了传统化学法和物理湿法导致的种皮高损伤失效和无法回收利用的难题，填补了国内外空白。

3) 揭示了多能场耦合作用下核桃壳粉碎机理，率先发明了同腔集成立式短流程高速多级核桃壳超微粉碎关键技术和装置，实现了核桃壳“粗破碎、细破碎、微粉碎、超微粉碎”紧凑短流程粉碎作业，有效解决了核桃壳超微粉粒径不可控和易团聚的技术难题，大幅提升了核桃壳超微粉碎质量。

项目科技成果经中国机械工业联合会鉴定，整体技术达到国际先进水平，其中高温瞬时核桃仁种皮去除技术、同腔集成式多级核桃壳超微粉碎技术达到

国际领先水平。构筑的核桃采后去青皮、烘干、尺寸分级、破壳取仁、壳仁分离、核桃仁去种皮及核桃壳超微粉碎工艺体系全产业链专利池，解决了核桃高值化加工共性关键技术难题。研究成果获得中国商业联合会科学技术一等奖、山东省高等学校科学技术优秀成果一等奖、全国“挑战杯”学术科技作品一等奖。

四、主要知识产权和标准规范等目录

中国发明专利：

1. 核桃剥壳取仁装置，ZL 201210277037.X；
2. 回转笼式核桃分级筛，ZL 201410098688.1；
3. 摆动笼式核桃分级筛，ZL 201410098506.0；
4. 核桃破壳装置及其使用方法，ZL 201610224356.2；
5. 核桃剪切挤压破壳柔性捶击取仁装备，ZL 201310634619.3；
6. 核桃破壳取仁分离装置及其使用方法，ZL 201610225507.6；
7. 核桃壳仁窝眼滚筒振动筛风力分离装置，ZL 201310233529.3；
8. 带定位输送的核桃破壳装置及其使用方法，ZL 201610224334.6；
9. 自动输送定位的核桃破壳装置及其使用方法，ZL 201610225509.5；
10. 成型带自动纠偏核桃剪切挤压柔性破壳装置，ZL 201410379776.9；
11. 气力与柔性螺旋叶片耦合的核桃壳仁滚筒双向分离装备，ZL 201310637397.0；
12. 自定位预破壳同向螺旋自分级柔性挤压核桃破壳取仁装置，ZL 201611045149.7；
13. 一种山核桃破壳取仁自动化生产线，ZL 201720807166.3；
14. 一种仿生敲击臂式山核桃破壳机，ZL 201610547117.0；
15. 一种用于核桃破壳力学特性参数测试的试验台，ZL201310084733.3；

16.一种带有自滚动导向装置的山核桃破壳机，ZL201410058570.6;

17.一种气吹式核桃破壳导向装置，ZL201310218039.6;

国际 PCT 专利:

1. 高效核桃破壳取仁壳仁分离自动化生产系统，PCT/CN2018/119448;

2. 热胀冷缩原理皮带输送热辐射核桃仁与红衣分离智能装置，
PCT/CN2018/119449;

3. 同腔集成立式核桃壳高速多级超微粉碎装置及方法，PCT/CN2020/089391;

4. 超声振动与绞龙旋转推进协同核桃壳清洗装置及其方法，
PCT/CN2020/089404;

5. 一种核桃壳空气能穿流箱式干燥器及其工作方法，PCT/CN2020/089405;

6. 基于多能场驱动的核桃壳微粉多粒径域分级装置及方法，
PCT/CN2020/089406;

7. 一种多工位自适应核桃预破壳系统，PCT/CN2019/114093;

8. 一种凸轮滚子式核桃水平挤压破壳系统，PCT/CN2020/074392;

9. 一种弹性自定位预切块装置及方法，PCT/CN2019/114093;

10.一种锥形自定位限位送料装置及方法，PCT/CN2019/114456;

国外专利:

1. 高效核桃破壳取仁壳仁分离自动化生产系统，美国，US16711722;

2. 热胀冷缩原理皮带输送热辐射核桃仁与红衣分离智能装置，美国，
US16725994;

3. 一种多工位自适应核桃预破壳系统，美国，US16959607

4. 一种锥形自定位限位送料装置及方法，美国，US16960821;

5. 一种弹性自定位预切块装置及方法，美国，US16960355。

五、主要完成人情况

1.姓名：李长河，排序：1/9，职务：科技处处长，职称：二级教授，工作单位：青岛理工大学，完成单位：青岛理工大学，对本项目主要学术贡献：项目的主要负责人，并承担总体方案设计、技术研发与装备设计等工作，投入此项技术研究工作量占本人工作量的 70%。授权发明专利 14 项、实用新型专利 8 项，申请发明专利 7 项。以通讯作者发表学术论文 9 篇。指导研究生、本科生获得与项目相关的科技竞赛奖励 10 项，包括“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品 1 等奖，第三届全国大学生智能农业装备创新大赛特等奖等。

2.姓名：曹成茂，排序：2/9，职务：院长，职称：教授，工作单位：安徽农业大学，完成单位：安徽农业大学，对本项目主要学术贡献：项目的主要完成人之一，承担核桃破壳取仁技术研发、装备设计、实验研究、力学仿真研究等工作，投入此项技术研究工作量占本人工作量的 80%。授权发明专利 6 项、实用新型专利 4 项，申请发明专利 3 项，发表学术论文 16 篇。

3.姓名：刘明政，排序：3/9，职务：无，职称：工程师，工作单位：青岛理工大学，完成单位：青岛理工大学，对本项目主要学术贡献：项目的主要完成人之一，承担核桃破壳取仁和核桃仁去种皮技术研发与装备设计、实验研究、力学仿真研究等工作，投入此项技术研究工作量占本人工作量的 70%。授权发明专利 5 项、实用新型专利 5 项，申请发明专利 7 项，发表学术论文 8 篇。

4. 姓名：陈洪伟，4/9，职务：总经理，职称：高级工程师，工作单位：山东恒基农牧机械有限公司，完成单位：山东恒基农牧机械有限公司，对本项目主要学术贡献：项目的主要完成人之一，承担短流程高速多级超微粉碎关键技术与装置的研发工作，投入此项技术研究工作量占本人工作量的 50%。

5.姓名：李心平，排序：5/9，职务：副院长，职称：教授，工作单位：河南科

技大学，完成单位：河南科技大学，对本项目主要学术贡献：项目的参与人并承担技术路线制定与装备试验等工作，投入此项技术研究工作量占本人工作量的 40%。除以上工作外，主要负责试验结果分析等工作。以第一完成人获得与本项目相关的中国发明专利授权 5 项，以第一作者或通讯作者发表学术论文 4 篇。

6.姓名：何光赞，排序：6/9，职务：总经理，职称：高级工程师，工作单位：四川洁能干燥设备有限责任公司，完成单位：四川洁能干燥设备有限责任公司，对本项目主要学术贡献：本项目产品示范应用负责人，在技术示范应用过程中，对技术装备进行实时的性能监测及数据统计，为装备的进一步改进提高提供了实验数据和应用经验。投入此项技术研究工作量占本人工作量的 40%。参与项目过程中，与第一完成人共同申请发明专利 2 项、授权使用新型专利 3 项。

7.姓名：车稷，排序：7/9，职务：总经理，职称：高级工程师，工作单位：新疆疆宁轻工机械工程技术有限责任公司，完成单位：新疆疆宁轻工机械工程技术有限责任公司，对本项目主要学术贡献：项目的主要完成人之一，承担技术研发与装备设计及制造等工作，投入此项技术研究工作量占本人工作量的 50%。除以上工作外，主要负责设备的产业化应用，技术装备研发测试等工作。参与项目过程中，获得实用新型专利 1 项、申请发明专利 5 项，其中与第一完成人共同申请发明专利 4 项。

8.姓名：李寒松，排序：8/9，职务：中心主任，职称：高级工程师，工作单位：山东省农业机械科学研究院，完成单位：山东省农业机械科学研究院，对本项目主要学术贡献：作为项目协助单位的技术负责人承担方案调研论证和总体方案设计讨论、组织分工范围内的技术研发与装备设计等工作，投入此项技术研究工作量占本人工作量的 40%。除此之外，申请与项目技术相关的发明专利 5

项、授权实用新型专利 4 项，16 年获“山东省机械行业优秀科技工作者”称号，任山东省农业工程学会理事、农产品加工工程专业委员会主任，农产品加工专业委员会主任，《中国农产品加工业年鉴》编委会成员。

9. 姓名：张彦彬，排序：9/9，职务：无，职称：教授，工作单位：青岛理工大学，完成单位：青岛理工大学，对本项目主要学术贡献：项目的主要完成人之一，承担技术研发与装备设计、实验研究、力学仿真研究等工作，投入此项技术研究工作量占本人工作量的 40%。授权发明专利 6 项、实用新型专利 4 项，申请发明专利 3 项。发表学术论文 7 篇。以第一完成人获得了与本项目相关的“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品 1 等奖 1 项。

六、主要完成单位情况

1.

单位名称	青岛理工大学		
第 1 完成单位	单位性质	A 研究院所 ☒ B 学校 C 社会团体 D 事业单位 E 国有企业 F 民营企业 G 其他	
联系人	李长河	联系电话	13583201338
传真	0532-85071136	电子信箱	sy_lichanghe@163.com
通讯地址及 邮政编码	山东省青岛市经济技术开发区嘉陵江路 777 号/266520		

2.

单位名称	安徽农业大学		
第 2 完成单位	单位性质	A 研究院所 ☒ B 学校 C 社会团体 D 事业单位 E 国有企业 F 民营企业 G 其他	
联系人	曹成茂	联系电话	13696515592
传真	0532-85071136	电子信箱	ccm@ahau.edu.cn
通讯地址及 邮政编码	安徽省合肥市长江西路 130 号/230036		

3.

单位名称	山东恒基农牧机械有限公司		
第 3 完成单位	单位性质	A 研究院所 B 学校 C 社会团体 D 事业单位 E 国有企业 ☒ F 民营企业 G 其他	
联系人	陈洪伟	联系电话	15965092122
传真	0536-6358855	电子信箱	sdnmjx2@163.com
通讯地址及 邮政编码	山东省诸城市南二环路中段/ 250100		

4.

单位名称	河南科技大学		
第 4 完成单位	单位性质	A 研究院所 ☒ B 学校 C 社会团体 D 事业单位 E 国有企业 F 民营企业 G 其他	
联系人	李心平	联系电话	13592065522
传真	0379-64877827	电子信箱	aaalxp@126.com
通讯地址及 邮政编码	中国洛阳市开元大道 263 号/ 471000		

5.

单位名称	四川洁能干燥设备有限责任公司		
第 5 完成单位	单位性质	A 研究院所 B 学校 C 社会团体 D 事业单位 E 国有企业 ☒ F 民营企业 G 其他	
联系人	何光赞	联系电话	13990876573
传真	028-27926369	电子信箱	heguangzan@163.com
通讯地址及 邮政编码	中国(四川)自由贸易试验区成都市高新区盛安街 401 号/610015		

6.

单位名称	新疆疆宁轻工机械工程技术有限责任公司		
第 6 完成单位	单位性质	A 研究院所 B 学校 C 社会团体 D 事业单位 E 国有企业 ☒ F 民营企业 G 其他	

联系人	车稷	联系电话	13583201338
传真	0532-85071136	电子信箱	sy_lichanghe@163.com
通讯地址及 邮政编码	新疆乌鲁木齐市头屯河区银星街 303 号/ 830011		

7.

单位名称	山东省农业机械科学研究院		
第 <u>7</u> 完成单位	单位性质	A 研究院所 B 学校 C 社会团体 ☒ D 事业单位 E 国有企业 F 民营企业 G 其他	
联系人	李寒松	联系电话	18615185805
传真	0531-83655207	电子信箱	lhs@sjlaser.com
通讯地址及 邮政编码	山东省济南市桑园路 19 号/ 250100		