

镉低积累水稻靶向创制技术与应用

➤ 提名单位：

湖南省农业科学院

➤ 提名奖励类别及提名等级：

湖南省技术发明奖，一等奖

➤ 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	一种高通量靶向鉴定理化诱变植株 M ₁ 代突变及获取突变体的方法	中国	ZL201911223356.0	2021年8月17日	第4620741号	湖南杂交水稻研究中心	韶也、赵炳然、毛毕刚、彭彦、唐丽、李曜魁、胡远艺、张丹、柏连阳、袁隆平	有效
发明专利	一种培育镉低积累籼稻品种的方法	中国	ZL201610725564.0	2018年8月21日	第3040070号	湖南杂交水稻研究中心	唐丽、赵炳然、吕启明、韶也、李曜魁、毛毕刚	有效
发明专利	水稻镉吸收相关基因 <i>OsNRAMP5</i> 的 SNP 分子标记及其应用	中国	ZL201911296360.X	2021年5月18日	第4432693号	湖南杂交水稻研究中心	唐丽、赵炳然、何含杰、李曜魁、董家瑜、吕启明、毛毕刚、韶也、胡远艺	有效
发明专利	水稻 <i>OsRR22⁻⁷</i> 突变型基因及其鉴定方法、鉴定用 KASP 分型引物及应用	中国	ZL201911223360.7	2021年8月17日	第4616431号	湖南杂交水稻研究中心	赵炳然、余丽霞、韶也、李文建、毛毕刚、杜艳、胡远艺、唐丽、彭彦、李曜魁、张丹、袁隆平	有效

发明专利	水稻 <i>OsRR22⁻¹</i> 突变型基因及其鉴定方法、鉴定用 KASP 分型引物及应用	中国	ZL 20191122 3359.4	2021 年 8 月 17 日	第 4620 742 号	湖南杂交水稻研究中心	韶也、余丽霞、赵炳然、李文建、毛毕刚、杜艳、胡远艺、彭彦、唐丽、李曜魁、张丹、袁隆平	有效
植物新品种权	臻两优 8612	中国	CNA2020 1002146	2021 年 12 月 30 日	第 2021 0181 15	湖南隆平高科种业科学研究院有限公司、袁隆平农业高科技股份有限公司、湖南亚华种业科学研究院	杨远柱、符星学、王凯、秦鹏、张选文、宋永帮、白珍安	有效
发明专利	一种降低水稻籽粒镉含量的育种方法	中国	ZL201610 269268.4	2017 年 12 月 12 日	第 2737 429 号	湖南杂交水稻研究中心	唐丽、赵炳然、李曜魁、吕启明、韶也、毛毕刚、胡远艺、彭彦	有效
发明专利	一种农作物重金属积累特性鉴定系统	中国	ZL 20181087 0426.0	2021 年 3 月 23 日	第 4316 322 号	湖南隆平高科种业科学研究院有限公司、袁隆平农业高科技股份有限公司	杨远柱、赵龙益、周群丰、王凯、符辰建、秦鹏	有效

➤ **主要完成人：**

赵炳然，排名第 1，杂交水稻全国重点实验室副主任，研究员，工作单位：湖南杂交水稻研究中心，完成单位：湖南杂交水稻研究中心。对项目发明点 1、2、3 作出了突出贡献：负责本项目的总体设计、组织实施，在技术创新、材料

创制等关键过程和环节方面全面把关，率领项目组先后完成了“基因编辑低镉水稻”和“重离子诱变定向改良镉低积累水稻”的研创，提出了利用重离子诱变并在 M₁ 代进行分子筛选的技术思路，并在镉低积累水稻品种选育方面取得了重大突破。获得国家发明专利 6 项，科技成果登记 1 项，发表学术论文 2 篇（见附件）。本项技术研究工作中投入工作量占本人工作总量的 90%。

符星学，排名第 2，袁隆平农业高科技股份有限公司隆平科学院育种部副经理，助理研究员，工作单位：袁隆平农业高科技股份有限公司，完成单位：袁隆平农业高科技股份有限公司。对本项目发明点 1 作出了重要贡献：主要培育了抗病超高产籼型杂交稻新品种“臻两优 8612”，为镉低积累水稻新品种创制与推广应用提供了优异的底盘品种；主要完成镉低积累水稻不育系“莲 1S”的繁育技术研究，为“莲两优 1 号（低镉型臻两优 8612）”种子生产提供高质量不育系种子。获植物新品种权 1 项，科技成果登记 1 项（见附件）。本项技术研究工作中投入工作量占本人工作总量的 50%。

韶也，排名第 3，助理研究员，工作单位：湖南杂交水稻研究中心，完成单位：湖南杂交水稻研究中心。对本项目发明点 1 作出了重大贡献：作为第一完成人发明“一种高通量靶向鉴定理化诱变植株 M₁ 代突变及获取突变体的方法（M₁TDS 技术）”；作为主要完成人参与创制镉低积累不育系“莲 1S”、恢复系“R001”及优质常规稻“韶香 100”。获国家发明专利 6 项，科技成果登记 1 项，发表学术论文 2 篇（见附件）。本项技术研究工作中投入工作量占本人工作总量的 80%。

唐丽，排名第 4，副研究员，工作单位：湖南杂交水稻研究中心，完成单位：湖南杂交水稻研究中心。对本项目发明点 2、3 作出了突出贡献：率先研创出适于中、重度镉污染稻田种植的“基因编辑低镉水稻”，为解决“镉大米”问题提供了科学依据与技术路径；发掘出低镉适锰的水稻种质及基因型组合，为极端低锰镉污染稻区的稻米安全生产提供了解决方案。获国家发明专利 6 项，科技成果登记 1 项，发表学术论文 2 篇（见附件）。本项技术研究工作中投入工作量占本

人工作总量的 80%。

余丽霞，排名第 5，副研究员，工作单位：中国科学院近代物理研究所，完成单位：中国科学院近代物理研究所。对项目发明点 1 作出了重要贡献：为镉低积累及其他突变水稻种质的创制提供了重离子诱变技术支撑，主要负责重离子束诱变方案的设计、诱变剂量的计算、技术方案和操作规程的制定及诱变过程的具体实施，确保了利用最佳诱变剂量尽可能多的获得目标突变材料。获国家发明专利 2 项、科技成果登记 1 项（见附件）。本项技术研究工作中投入工作量占本人工作总量的 40%。

王凯，排名第 6，袁隆平农业高科技股份有限公司隆平科学院副院长，副研究员，工作单位：袁隆平农业高科技股份有限公司，完成单位：袁隆平农业高科技股份有限公司。对本项目发明点 1、3 作出了重要贡献：主要参与水稻镉积累特性表型精准鉴定方法的创建，为镉低积累水稻的精准鉴定评价奠定了基础；参与培育“臻两优 8612”，为镉低积累水稻新品种创制提供了优良的底盘品种。获植物新品种权 1 项，国家发明专利 1 项（见附件）。本项技术研究工作中投入工作量占本人工作总量的 30%。

➤ 主要完成单位及创新推广贡献：

湖南杂交水稻研究中心，排名第 1，作为项目的牵头单位，组织合作单位开展联合攻关，制定项目的总体研究方案，完成了前 3 项核心发明专利，创建了重离子诱变 M_1 靶向筛选育种技术，快速实现了水稻“底盘品种”的低镉化遗传改良，育成“低镉型臻两优 8612”和“韶香 100”等品种；率先研创了水稻 *OsNRAMP5* 基因靶向敲除技术，研制出基因编辑杂交水稻亲本及其镉低积累杂交稻组合“两优低镉 1 号”；构建了低镉适锰水稻分子育种技术，培育出低镉适锰水稻新品系，为项目技术发明创新和应用作出首要贡献。

袁隆平农业高科技股份有限公司，排名第 2，创建了水稻镉积累特性表型精准鉴定方法；为核心成果“低镉型臻两优 8612”提供了优良“底盘品种”，完

成“低镉型臻两优 8612”繁制种技术研究，参与了“低镉型臻两优 8612”试验示范，并主导“低镉型臻两优 8612”高质量种子生产和推广应用。

中国科学院近代物理研究所，排名第 3，主要负责重离子束诱变方案的设计、诱变剂量的计算、技术方案和操作规程的制定及诱变过程的具体实施，为创制“低镉型臻两优 8612”、“韶香 100”及其他优异水稻种质，提供了重离子诱变重要技术支撑。

➤ 主要完成人合作关系说明：

第一完成人赵炳然，与其他完成人符星学、韶也、唐丽、余丽霞、王凯等构成了镉低积累靶向创制技术与应用核心研发团队。6 位完成人中，赵炳然、韶也、唐丽的工作单位为湖南杂交水稻研究中心，符星学、王凯的工作单位为袁隆平农业高科技股份有限公司，余丽霞的工作单位为中国科学院近代物理研究所。2014 年，在农业农村部和财政部“长株潭重金属污染耕地治理试点专项”的支持下，本团队全面开展了镉低积累水稻品种创制技术研发与应用，其中项目第 1 完成人赵炳然负责项目总体设计、技术路线制定、指导团队成员分工合作，共同授权国家发明专利 6 项，完成成果登记 1 项，发表学术论文 2 篇（见下表）；项目第 2 完成人符星学负责具体培育“臻两优 8612”，为镉低积累水稻新品种创制提供了“底盘品种”，与团队其他成员合作，共同授权植物新品种权 1 项，获成果登记 1 项（见下表）。项目第 3 完成人韶也主要完成 MiTDS 技术创新及相关镉低积累水稻品种研发，共同授权国家发明专利 6 项，获成果登记 1 项、发表学术论文 2 篇（见下表）；项目第 4 完成人唐丽主要完成“基因编辑低镉水稻”、低镉适锰水稻靶向改良技术及相关优异种质创制，共同授权国家发明专利 6 项，获成果登记 1 项，发表学术论文 2 篇（见下表）；项目第 5 完成人余丽霞负责水稻重离子诱变技术创新及诱变过程的具体实施，共同授权国家发明专利 2 项，获成果登记 1 项（见下表）；项目第 6 完成人王凯主要完成水稻镉积累特性表型精准鉴

定方法的创建，参与镉低积累水稻底盘品种“臻两优 8612”的培育，共同授权植物新品种 1 项（见下表）。

主要完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/排名	合作时间	合作成果	证明材料	备注
1	共同知识产权	韶也/1、赵炳然/2、唐丽/5	2021年	一种高通量靶向鉴定理化诱变植株M ₁ 代突变及获取突变体的方法		
2	共同知识产权	唐丽/1、赵炳然/2、韶也/4	2018年	一种培育镉低积累籼稻品种的方法		
3	共同知识产权	唐丽/1、赵炳然/2、韶也/8	2021年	水稻镉吸收相关基因 <i>OsNRAMP5</i> 的SNP分子标记及其应用		
4	共同知识产权	符星学/2、王凯/3	2021年	臻两优 8612 植物新品种权		
5	共同知识产权	唐丽/1、赵炳然/2、韶也/5	2017年	一种降低水稻籽粒镉含量的育种方法		
6	共同知识产权	赵炳然/1、余丽霞/2、韶也/3、唐丽/8	2021年	水稻 <i>OsRR22</i> ⁻⁷ 突变型基因及其鉴定方法、鉴定用 KASP 分型引物及应用		
7	共同知识产权	韶也/1、余丽霞/2、赵炳然/3、唐丽/9	2021年	水稻 <i>OsRR22</i> ⁻¹ 突变型基因及其鉴定方法、鉴定用 KASP 分型引物及应用		
8	科技成果登记	赵炳然/1、韶也/2、唐丽/3、余丽霞/8、符星学/17	2020年	理化诱变定向改良技术及镉低积累水稻研创		
9	论文合著	唐丽/1、韶也/10、赵炳然/通讯	2017年	Knockout of <i>OsNramp5</i> using the CRISPR/Cas9 system produces low Cd-accumulating <i>indica</i> rice without compromising yield.		
10	论文合著	唐丽/1、韶也/7、赵炳然/通讯	2016年	基于基因组编辑技术的水稻靶向突变特征及遗传分析		