

2019 年度山西省科学技术奖拟提名项目公示材料

项目名称：**玉米地下害虫绿色防控新技术研究与应用**

一、提名者及提名意见

提名者：**山西省农业科学院**

提名意见：

地下害虫是国内外公认防治困难的重大害虫，近年来，随着高毒农药禁用，在免耕浅耕、秸秆还田等耕作制度改变及种植结构调整的新形势下，地下害虫优势种群和发生规律发生改变，为害呈现上升态势，对玉米生产造成严重威胁。项目针对其种类繁多、发生规律不明、施药精准性差，防控技术缺乏系统性等突出问题，通过多家单位 9 年的协同攻关，明确了山西地下害虫的优势种群及灾变发生规律，确定了地下害虫生活史薄弱环节和防治策略，自主研发出高效特异性金龟甲诱剂、新型诱集装置、缓释性能优异的微胶囊悬浮种子处理剂和高效环保型农药等新产品，优化集成了玉米地下害虫绿色防控新技术体系。成果不仅在山西省忻州市、临汾市、运城市大面积应用，而且在陕西、河南、河北等省部分玉米主产区推广应用，近三年累计推广 2146 万亩，实现经济效益 159284.2 万元（缩值）。

项目发表论文 57 篇，其中 SCI 收录论文 10 篇，授权专利 12 项，其中发明专利 7 项，已成功转化 5 项，专利转让费达 116 万元，制订农业行业标准 2 项、山西省地方标准 2 项，出版论著 2 部，拍摄科普宣传片 2 部，培训技术人员、种植大户等 3000 余人次。示范区地下害虫为害控制在 5% 以下，化学农药减量 30% 以上，施药次数减少 2-3 次，亩平均增收节支 82.47 元。玉米产量和品质显著提高，经济、生态和社会效益显著。

该项目技术成果的推广应用将对提高我国玉米产量和质量、保障农产品质量安全、增加农民经济收入、保护农业生态环境起到积极的促进作用。

该项目申报材料完整属实，同意推荐山西省科学技术进步二等奖。

二、项目简介

项目属农学领域植物保护应用基础研究。

地下害虫是国内外公认防治困难的重大害虫，近年来，随着高毒农药禁用，在全球气候变暖加剧、免耕浅耕、秸秆还田等耕作制度改变及种植结构调整的新形势下，对玉米生产造成了严重威胁。针对其种类繁多、发生规律改变、施药精准性差，防控技术缺乏系统性等突出问题，通过多家单位 9 年的协同攻关，取得如下创新成果：

1、针对耕作制度及种植结构调整下山西玉米地下害虫发生的新趋势，对多种地下害虫的发生规律进行了系统性深入研究，首次明确了山西玉米地下害虫优势种群，进一步研究了优势种群小地老虎、蛴螬、金针虫及新害虫二点委夜蛾等灾变发生与环境因子的关系，明确了地下害虫生活史的薄弱环节和防治策略。

2、通过研究暗黑鳃金龟、铜绿丽金龟和华北大黑鳃金龟等地下害虫优势种的触角嗅觉相关基因，首次明确了其理化特性、生物学功能以及与化合物结合特性，据此研发出高效特异的诱剂配方，并成功转化为产品，辅以项目研发的诱捕装置应用于生产防治，解决了金龟甲类地下害虫诱捕效果差的关键问题。

3、针对蛴螬和金针虫研发出缓释性能优异的 18% 氟虫腈·毒死蜱微胶囊悬浮种衣剂，三证齐全，并于 2013 年成功商品化为“安地静”，防治效果达 95% 以上；针对小地老虎等地下害虫成功筛选出了 40% 溴酰·噻虫嗪悬浮种衣剂和 50% 氯虫苯甲酰胺悬浮种衣剂 2 种种衣剂，并规范化了高效安全科学使用技术，保苗率达 96% 以上；针对小地老虎暴发后喷雾技术，研发出高效环保农药 2.5% 高效氟氯氰菊酯水乳剂和 4% 高氯·甲维盐微乳剂，解决了生产上地下害虫防治用药欠缺、精准性差、污染严重等问题。

4、以自主创新成果为依托，以精准测报为前提，优化集成了以“一拌”（对达到防治指标的地块进行针对性拌种）、“两诱”（性诱/植物源诱+灯诱监测及防治地下害虫成虫，压低虫口基数）、“三替代”（农业措施替代化学防治，生物农药替代化学农药，高效低毒替代高中毒农药）为核心的玉米地下害虫绿色防控技术体系 3 套，同时形成农业行业标准 2 项，省地方标准 2 项。

项目发表论文 57 篇，其中 SCI 收录论文 10 篇，授权专利 12 项，其中发明专利 6 项，已成功转化 5 项，专利转让费达 116 万元，制订农业行业标准 2 项、

山西省地方标准 2 项，出版论著 2 部，拍摄科普宣传片 2 部，培训技术人员、种植大户等 3000 余人次。成果通过省市电视台、报纸、广播、微信公众号等相关媒体进行宣传报道，不仅在山西省忻州市、临汾市、运城市大面积应用，而且在陕西、河南、河北等省部分主产区推广应用，近三年累计推广 2146 万亩，实现经济效益 159284.2 万元（缩值）。示范区地下害虫为害控制在 5% 以下，化学农药减量 30% 以上，施药次数减少 2-3 次。玉米产量和品质显著提高，经济、生态和社会效益显著。

三、客观评价

1. 验收意见

农业部科技教育司组织有关专家，于 2015 年 7 月 9 日在北京对公益性行业（农业）科研专项“农田地下害虫综合防控技术研究示范”（201003025）进行了会议验收。验收专家组认真听取了项目第一承担单位及各协作单位（或各任务负责人）的汇报，审阅了有关资料，经过质疑和充分讨论，形成如下验收意见：

1. 本项目针对我国地下害虫研究基础薄弱、免耕（浅耕）等新型耕作栽培模式下为害日趋严重的现状，提出了防控技术与发生规律研究并举、幼虫防治与成虫防治相结合、边研究边示范等研究技术路线和组织实施方式，完成了任务书中规定的研究任务。

2. 开展了黄淮海等主要生态区农田地下害虫的种群结构、优势种类和发生趋势的研究；在花生蛴螬为害规律及生物防治、昆虫病原线虫产业化研究及防治应用、微胶囊长效药剂的创制、调查取样技术和小地老虎等害虫遗传学控制方面进行了一系列探索、创新；研究提出了 14 项轻简化防控技术与集成技术，获得 18 项授权专利和 1 项软件著作权；研发出生物新制剂和低毒、环保型新农药 4 个，制定了地下害虫调查取样和预测预报技术规范等 7 项，建立 1 条病原线虫中试生产线；获得 5 项科研成果奖励，发表研究论文 130 余篇。

3. 本项目建立综合防控技术试验示范区 40 万亩，累计示范推广 145 万亩次，在示范区内对研究形成的技术与成果进行了不同程度的组装配套、示范检验及推广应用，其中对绿僵菌制剂防治花生蛴螬的应用技术、灯光大面积诱杀地下害虫防治技术、昆虫病原线虫生物防治技术、微囊种衣剂对地下害虫的长效控制和玉米地下害虫集成防治技术体系等技术成果进行了大面积的示范推广和应用，产生

了理想的防控效果。

4. 技术辐射面积 100 多万亩次，在试验示范区挽回经济损失 30%以上，新增产值 3 亿多元，培养（毕业）研究生 51 名，培训基层技术人员和农户上万人次；印发地下害虫防控技术小册子和挂图等科普材料 10 万多册（份）；取得了显著的经济、社会和生态效益。

该项目已完成任务书中规定的主要考核指标，专家组一致同意通过业务验收。

2. 科技查新

经与所查国内外文献比较分析，该项目的新颖性如下：

1、关于玉米地下害虫发生规律和优势种群的文献，已查到针对贵州、辽宁、安徽等地调查研究的报道，未见针对山西调查研究的他人报道。该项目调查研究山西玉米地下害虫发生规律和优势种群，明确优势种群小地老虎、蛴螬、金针虫及新害虫二点委夜蛾等与环境因子的关系。在所查国内外文献中，除该项目单位及合作单位有相关报道外，未见他人有相同研究内容的报道。

2、暗黑鳃金龟性信息素及性诱剂已有他人报道（公开号：CN101627757A），性信息素主要成分与该项目相同，但已有他人报道中不包含协同剂。该项目研发了暗黑鳃金龟诱剂组合物，包括暗黑鳃金龟性信息素和协同剂，其中信息素的主要成分为异亮氨酸甲酯和 R - (-) - 芳樟醇，协同剂可为 6-甲基-5-庚烯-2-酮、2-乙基-1-己醇、辛醛和壬醛中的一种，性信息素与协同剂的重量比为 1: (0.5-100)。在所查国内外文献中，除该项目合作单位有相关报道外，未见他人有相同诱剂组合物的报道。

查到各种金龟子科成虫引诱剂的报道，但未见铜绿丽金龟性引诱剂的他人报道。该项目研发了铜绿丽金龟性引诱剂，其各组分分为：5-十四烷基二氢-2 (3H) - 咪喃酮 1-90%，2, 2, 7-三甲基癸烷 10-98%，2-丙基庚醇 1-90%；所述三种组分的重量百分比之和为 100%；与溶剂混合均匀制得铜绿丽金龟性引诱剂。在所查国内外文献中，除该项目合作单位有相关报道外，未见他人有相同性引诱剂的报道。

3、查到该项目合作单位中国农业科学院植物保护研究所研发了 18% 氟虫腓·毒死蜱微胶囊悬浮种衣剂（安地静）的报道，在所查国内外文献中，未见他人有

研发该农药的报道。

查到该项目单位研发了高效环保农药 4%高氯•甲维盐微乳剂的报道,有效成分为: 高效氯氰菊酯 3.7%和甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 0.3% (农药登记证号: PD20100930)。

4、查到该项目单位及合作单位编制了农业行标《小地老虎防治技术规程》(NY/T 2917-2016)、农业行标《农田主要地下害虫防治技术规程》(NY/T 2683-2015)、编制了山西省地方标准《小麦田金针虫调查方法与防治技术》DB14/T 916-2014、山西省地方标准《棉田小地老虎综合防控技术规程》DB14/T1601-2018,在所查国内外文献中,未见他人有相同标准的报道。

3. 召开的现场会及媒体评价

近年来召开的示范现场会及媒体报道情况

时间	现场会举办地/媒体	现场会内容/报道题目
2013年5月29-31日	忻州市忻府区	春播玉米地下害虫绿色防控技术示范现场会
2013年5月30日	山西卫视	全国农田地下害虫综合防控技术研究示范现场会在我省召开
2013年5月31日	忻州市电视台	农田地下虫害综合防控技术研究示范山西忻府玉米现场会召开
2013年6月1日	山西日报	做给农民看,教会农民干,帮着农民赚——地下害虫防控技术让农民得实惠
2014年8月15-16日	忻州市忻府区	玉米病虫害综合防控及高产创建生产技术示范
2014年8月16日	山西卫视	省农科院在忻州开展玉米病虫害防控技术培训

四、推广应用情况

本项目在系统调查、深入研究灾变发生规律的同时,针对性开发了高效诱剂产品及配套诱集装置,环保缓释微囊种衣剂等系列产品,并集成了以“一拌、两诱、三替代”为核心的玉米地下害虫绿色防控新技术体系,组建形成了“科研单位(植保所)+技术推广部门+专业合作社(或村委会)+种植大户或农户”的技术示范推广服务体系,通过在核心示范区进行现场示范、田间现场指导、播放科普宣传片、发放技术宣传资料和高新物化产品、开办农民技术培训学校,将项目集

成的技术进行示范和展示。项目组在示范区多次召开现场会，邀请国内相关专家、省市植保相关技术人员，县乡农科员及种植大户和农户进行参观学习，及时将项目研发的新技术、新标准、新产品等成果通过省市电视台、报纸、广播、微信公众号等相关媒体进行宣传报道。截止 2018 年底，项目已在我省忻州市、临汾市和运城市，以及陕西、河南、安徽等省大面积示范应用推广，近三年累计示范推广面积已达 2146 万亩，实现经济效益 176982.4 万元（根据中国农业科学院农业经济与发展研究所《农业科技成果经济效益计算办法》，缩值经济效益 159248.2 万元）。绿色防控示范区地下害虫为害控制在 5% 以下，化学农药减量 30% 以上，施药次数减少 2-3 次，亩平均增收节支 82.47 元。玉米产量和品质显著提高，经济效益、社会效益和生态环境效益显著。本项目技术成果适合在我国春玉米和夏玉米区推广应用，应用范围广泛，应用前景十分广阔。

五、主要知识产权证明目录

1、授权发明专利

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
1	国家发明专利	铜绿丽金龟性诱剂的制备方法及其应用	中国	ZL201110440448.1	2014.04.16	1384942	中国农业科学院植物保护研究所	李克斌，梅向东，曹雅忠，宁君，尹姣	已转让
2	国家发明专利	铜绿丽金龟诱剂组合物及其应用和诱芯	中国	ZL201410098295.0	2015.05.27	1675519	中国农业科学院植物保护研究所	梅向东，张开心，李克斌，宁君、张涛	已转让
3	国家发明专利	一种暗黑鳃金龟诱剂组合物及其应用	中国	ZL201510515237.8	2017.11.17	2701177	中国农业科学院植物保护研究所	李克斌，尹姣，梅向东，张帅，曹雅忠，费仁雷，刘丹丹，张开心，衣建坤，孙庆胜	已转让
4	国家发明	一种微囊化农药制剂	中国	ZL2011101110	2013.10.02	1281893	中国农业科学	杨代斌，袁会珠，闫晓	已转让

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
	专利			358100.8			院植物保护研究所	静	
5	实用新型	一种适用于地下害虫幼虫饲养的养虫盒	中国	ZL201820923685.0	2019.01.08	8329854	山西省农业科学院植物保护研究所	陆俊姣, 董晋明, 任美凤, 李大琪	有效
6	实用新型	一种地下害虫幼虫诱集装置	中国	ZL201621282370.X	2017.06.06	6200156	山西省农业科学院植物保护研究所	陆俊姣, 董晋明, 任美凤, 李大琪	失效
7	实用新型	叩头甲等地下害虫诱集装置	中国	ZL201620844744.6	2017.01.08	5867459	山西省农业科学院植物保护研究所	陆俊姣, 董晋明, 任美凤, 李大琪	失效

2、农业行业标准和山西省地方标准

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	标准号	发布日期	起草单位	起草人
1	行业标准	小地老虎防治技术规程	中国	NY/T 2917-2016	2016.10.26	中国农业科学院植物保护研究所	赵中华, 丁伟, 杜永军, 李克斌, 朱晓明, 李石力, 冯波
2	行业标准	农田主要地下害虫防治技术规程	中国	NY/T 2683-2015	2015.02.9	全国农技中心	赵中华、曹雅忠、仵钧祥、王备新、刘长仲、朱晓明、武予清、许国庆

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	标准号	发布日期	起草单位	起草人
3	地方标准	小麦田金针虫调查方法与防治技术	山西	DB14/T 916-2014	2014.12.30	山西省农业科学院植物保护研究所	董晋明、仵均祥、陆俊姣、赵荣华、任美凤、刘俊莲

3、发表文章

序号	论文名称	卷期页	年	第一作者	通讯作者	出版期刊
1	山西省农田地下害虫优势种群分布及其为害程度的调查研究	34(12):28-31	2014	董晋明	董晋明	中国植保导刊
2	Identification and comparison of candidate odorant receptor genes in the olfactory and non-olfactory organs of <i>Holotrichia oblita</i> Faldermann by transcriptome analysis	24:1-11	2017	Kebin Li,	Chen Luo, Jiao Yin	Comp Biochem Physiol Part D Genomics Proteomics
3	Function and Immunocytochemical Localization of Two Novel Odorant-Binding Proteins in Olfactory Sensilla of the Scarab Beetle <i>Holotrichia oblita</i> Faldermann (Coleoptera: Scarabaeidae)	37 (2)	2012	Deng Sisi	Li Kebin	Chemical Senses
4	Controlled Release Study on Microencapsulated Mixture of Fipronil and	62 (44): 10632-10637	2014	Daibin Yang	Huizhu Yuan	Journal of Agricultural and Food Chemistry

5	Development of melamine-formaldehyde resin microcapsules with Low formaldehyde emission suited for seed treatment.	128:149-154	2015	Huizhu Yuan	Daibin Yang	Colloids and Surfaces B: Biointerfaces
6	山西临汾冬小麦-夏玉米轮作田地下害虫种群在土壤中的迁移规律	60(9):1046-1059	2017	陆俊姣	董晋明 马恩波	昆虫学报
7	山西省二点委夜蛾发生规律	41(2):187-190+ 230	2015	陆俊姣	董晋明	植物保护
8	环境因子对沟金针虫呼吸代谢的影响	54(4):397-403	2011	陈爱端	曹雅忠	昆虫学报
9	2 种种衣剂对小地老虎幼虫的毒力测定及保苗效果	37(4):68-70	2017	任美凤	董晋明	中国植保导刊
10	4 种药剂对小地老虎幼虫的毒力及田间防效	36(2):60-62	2016	陆俊姣	董晋明	中国植保导刊
11	山西省玉米地下害虫优势种群及防治	42(7):729-732+741	2014	赵荣华	赵荣华	山西农业科学
12	铜绿丽金龟雌虫触角全长 cDNA 文库的构建及质量分析	41(1):108-115+140	2015	赵莹	曹雅忠	植物保护

六、主要完成人情况

排名	姓名	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目技术创造性贡献
1	陆俊姣	副研究员	山西省农业科学院植物保护研究所	山西省农业科学院植物保护研究所	项目负责人，制定总体实施方案，组织协调项目试验研究与示范推广工作。对本项目创新点第 1、2、3、4 项均做出了重要贡献；将项目成果集成应用在后续承担主持的国家重点研发计划“北方玉米化肥农药减施技术集成研究与示范”中，对成果的推广做出突出贡献。作为第一作者和共同作者发表论文多篇；参与制定山西省地方标准 2 项，作为第 1 发明人获得实用新型专利授权 4 项；参编《中国农作物病虫害》著作 1 部。

2	董晋明	研究员	山西省农业科学院植物保护研究所	山西省农业科学院植物保护研究所	项目负责人，制定总体实施方案，组织协调项目试验研究与示范推广工作。对本项目创新点均做出了重要贡献；作为第一作者和共同作者发表论文多篇；参编《中国农作物病虫害》著作 1 部。
3	李克斌	研究员	中国农业科学院植物保护研究所	中国农业科学院植物保护研究所	产品研发课题负责人，为本项目创新点 2 做出重要贡献，明确了金龟甲的嗅觉识别机制，研发了相应的诱剂产品，发表了相关的多篇研究论文，并申报了相关专利，参与了农业行业标准编制。
4	杨代斌	副研究员	中国农业科学院植物保护研究所	中国农业科学院植物保护研究所	种衣剂产品研发研究骨干，主要承担 18% 氟虫腈·毒死蜱种子处理微囊悬浮剂的产品设计及技术研发，对本项目第 3 项创新点做出了重要贡献；获国家发明专利 2 项并成功转化进行生产，作为第一作者和通讯作者发表相关研究论文 3 篇。
5	任美凤	助理研究员	山西省农业科学院植物保护研究所	山西省农业科学院植物保护研究所	种衣剂高效使用技术研究骨干，主要承担 40% 溴酰 噻虫嗪悬浮种衣剂和 50% 氯虫苯甲酰胺悬浮种衣剂高效实用技术研究及推广应用，对本项目第 3 项创新点做出了重要贡献；作为第一作者发表相关研究论文 1 篇；参与制定山西省地方标准 1 项；参与制定实用新型专利 4 项。
6	李大琪	助理研究员	山西省农业科学院植物保护研究所	山西省农业科学院植物保护研究所	项目完成人，参与了玉米地下害虫发生规律和优势种群的研究以及玉米地下害虫绿色防控技术体系集成和推广应用。对本项目创新点第 1, 4 项做出了重要贡献。
7	尹姣	副研究员	中国农业科学院植物保护研究所	中国农业科学院植物保护研究所	开展了金龟子嗅觉识别机制研究，明确 OBP9 和 24 识别性信息素，OBP1、2、4、13 识别寄主植物挥发物，OBP5、8、9 和 24 识别产卵信息物；开展了蛴螬的绿色防控技术研究，筛选获得高毒力昆虫病原线虫，与 Bt 联合施用产生增效作用，降低线虫和 Bt 用量和缩短作用时间，降低防治成本。
8	仵均祥	教授	西北农林科技大学	西北农林科技大学	一直从事玉米地下害虫发生规律与综合防治技术的研究、示范与推广工作。作为陕西省项目区的负责人，从项目的论证申请、组织实施，到项目实施情况的检查、数据整理和总结汇报，全面负责，全程参与。先后发表相关论文 10 余篇，参与制定行业标准 1 项。

七、主要完成单位及创新推广贡献

序号	主要完成单位	对本项目科技创新和推广应用情况的贡献
1	山西省农业科学院植物保护研究所	山西省农业科学院植物保护研究所为项目的第一完成单位，为本项目的主持单位，也是完成本项目技术经济指标与调查试验研究任务最主要的单位。负责项目实施方案的制定和项目的具体落实，承担了项目的部分科技创新研究、完成了玉米地下害虫绿色防控新技术体系的构建，并对形成的技术及成果进行示范推广应用等工作。具体包括：(1)、明确了山西地下害虫的优势种群及灾变发生规律，确定了地下害虫生活史薄弱环节和防治策略。(2)、农业措施替代化学防治措施的研究；(3)、自主研发出高效特异的金龟甲类、叩头甲类的新型诱集装置；(4)、对新型种衣剂的高效科学使用技术进行了区域适应性研究；(5)、研发了高效环保型农药 4%高氯·甲维盐微乳剂和 2.5%高效氟氯氰菊酯水乳剂；(6)、以自主创新成果为依托，以精准测报为前提，优化集成了以“一拌”、“两诱”、“三替代”为核心的玉米地下害虫绿色防控技术体系，对形成的成果进行了大面积的示范应用。
2	中国农业科学院植物保护研究所	中国农业科学院植物保护研究所为项目的第二完成单位，参与完成了项目的部分创新工作，具体包括：(1)、负责金龟甲类害虫嗅觉相关机制的研究和诱剂产品的研发；(2)、研发出缓释性能优异的 18%氟虫腈·毒死蜱微胶囊悬浮种衣剂。
3	西北农林科技大学	西北农林科技大学作为第三完成单位，同时作为依托项目的协作单位，在项目中参与了技术的集成及在陕西的示范应用及推广工作。

八、完成人合作关系说明

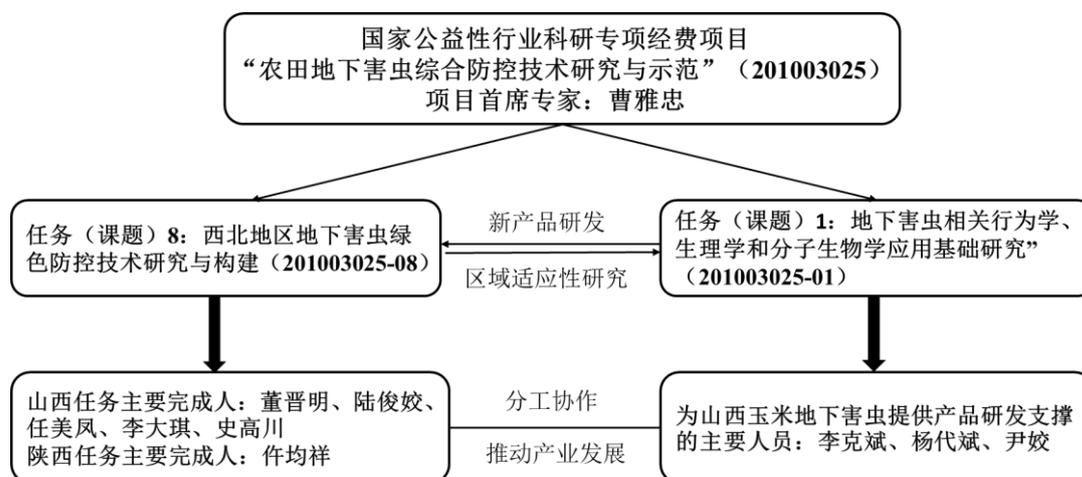
1、申请人陆俊姣、董晋明、任美凤、李大琪来自山西省农业科学院植物保护研究所，仵均祥来自西北农林科技大学，李克斌、杨代斌、尹姣、曹雅忠来自中国农业科学院植物保护研究所，史高川来自山西省农业科学院棉花研究所，共同从事地下害虫研究工作，有长期合作的基础。其中陆俊姣、李克斌、任美凤、杨代斌、尹姣、董晋明、仵均祥、史高川参与完成国家公益性行业科研专项经费项目“农田地下害虫综合防控技术研究示范”（项目编号：201003025）。曹雅忠为该项目首席专家。该公益性行业专项已于 2015 年 7 月通过农业部财务和业务验收，为本项目提供了扎实的研究基础。

2、项目主要完成人董晋明、陆俊姣、任美凤、李大琪、史高川、仵均祥共同完成了项目课题 8“西北地区地下害虫绿色防控技术与构建”（项目编号：201003025-08）的全部任务。前 5 人主要进行山西省地下害虫的种类调查和发生规律研究工作，确定了地下害虫生活史薄弱环节和防治策略，筛选出高效种衣剂

和环保型新药剂，根据研究结果和各项技术在玉米上的适用性，优化集成了以“一拌、“两诱”、“三替代”为核心的玉米地下害虫绿色防控技术体系，并在山西省忻州市、临汾市、运城市 and 晋城市进行了大面积示范和应用。仵均祥负责该技术在陕西的应用评价及示范工作。

3、李克斌、杨代斌、尹姣共同从事课题 1“地下害虫相关行为学、生理学和分子生物学应用基础研究”（项目编号：201003025-01）的相关工作，以玉米为研究对象，针对金龟甲类地下害虫诱捕效果差、种衣剂防治地下害虫持效期短等问题进行了一系列的基础研究，通过金龟甲类嗅觉识别机制的研究，开发了性诱产品及微胶囊缓释种衣剂，将项目集成的玉米地下害虫绿色防控新技术应用在相近生态区，如河南、安徽等地。

4、项目主要完成人分工明确，各司其职，共同完成了“玉米地下害虫绿色防控新技术研究与应用”项目的基础研究、产品研发以及示范推广工作。



主要完成人合作关系图