### 申报2020年度陕西省科学技术奖励项目公示内容

### 一、项目名称:

陕北山地苹果园暴雨侵蚀灾害防控关键技术研究与应用

### 二、提名者:

山仑院士

### 三、项目简介：

项目成果系在国家科技计划课题 “黄土丘陵沟壑区水土保持与高效农业关键技术集成与示范” （2011BAD31B05）及其他相关课题支持下完成，属于农业水土工程与水土保持学科交叉与融合。提出了通过暴雨侵蚀灾害防控解决山地种植苹果面临的水土流失与干旱等灾害的科学观点，揭示了根、茎、草灌及植物过滤带的暴雨侵蚀阻控动力阻控和滤清机理，建立了动力方程；发明了暴雨侵蚀阻控材料、装置及山地果园水土保持高效农业系统制备方法；构建了梯田及小流域室内实体模拟三维情景再现系统，开发了山地梯田水土保持算法模块并嵌入2009SWAT488进行全球测试和应用；构建了“山地果园侵蚀阻控滤清水窖”技术应用模式，建立了山地果园暴雨侵蚀灾害智能管理方法，创新集成了山地果园暴雨侵蚀灾害防控系统。成果在黄土高原苹果产业发展中广泛推广使用，效益显著，为“脱贫解困”、“乡村振兴”和实现区域农业与生态协同发展提供了科学依据和技术支撑。

项目主编并发布实施陕西省地方规范3部，参编并实施国家规范2部，先后获得国家发明专利15项，发表论文80余篇（其中SCI/EI论文30余篇，最高影响因子IF=9.787，ESI 1% 4篇），获得计算机软件3件。该项目在实施期间，在延安市安塞县建立核心示范区1000余亩，辐射带动省内外50万亩以上。核心示范区土壤流失量减少30%以上，农田生产力提高15%以上，降水利用率提高20%以上，截止2015年12月31日，累计经济效益9000余万元。在项目示范带动下，梯田大棚、梯田果园等相关技术迅速在黄土地区甚至全国得到推广。

### 四、客观评价：

**1.任务验收专家意见：**

2016年5月24日，中国科学院科技促进发展局组织专家对“十二五”国家科技支撑计划项目“农田水土保持关键技术研究与示范”课题2011BAD31B05进行了验收。在现场检查的基础上，专家组听取课题汇报和质询，查阅相关技术报告等课题验收材料，经讨论形成如下验收意见：

（1）课题提供资料齐全、规范，符合验收要求；

（2）课题针对黄土丘陵沟壑区水土流失导致农田生产力低下的问题，研发集成了水沙调控及高效农业生产技术，形成了黄土丘陵沟壑区梯田水土保持高效农业技术体系，集成了降雨径流的汇集、植被过滤带、沉砂滤清、蓄水、高效用水及农业管理技术等，具有充分利用当地水土资源，成本低、效益高、操作简单等特点，推广应用前景良好；

（3）课题与国家生态治理建设工程与科技推广项目结合，为相关治理工程提供了关键技术支撑，以产学研相结合方式开展试验示范研究，建立了黄土丘陵沟壑区水土保持与高效农业技术示范工程，显现出良好的示范效果；

（4）在延安市安塞县建立农田水土保持核心技术示范区1000余亩，辐射带动省内外50万亩以上，核心示范区内土壤流失量减少30%以上，农田生产力提高15%以上，降雨利用率提高20%以上。累计社会经济效益9000余万元。主编/参编规范9项，申请/获批发明专利5项，发表论文90篇，其中SCI收录28篇，EI收录6篇，出版专著2部，培养研究生56名，获得陕西省科学技术一等奖1项，向农业部提供政策建议1项。课题成果的应用和推广取得了显著的生态效益、经济效益和社会效益。

专家组一致认为，课题完成了任务书规定的研究内容和考核指标，同意通过验收。

**2.知识产权目录3评价**

（1）Silungwe F. R.等（Water, 2018）人引用此文，认为嵌入梯田模块的2009 SWAT 488版已经成功模拟了作物耕作，并提出了应对半干旱地区作物生产挑战的建议方法；

（2）Strehmel A. 等人（Agricultural Water Management, 2016）引用此文，认为邵辉等人为SWAT模型开发了一个平台模块，该模块将每个HRU中的梯田和非梯田部分分别计算水文以及沉积物和营养过程。这个基于过程的平台模块考虑了梯田上的相关过程变化，如额外的蓄水量和相关的较高渗透量以及沉积物和养分积累，但目前还不是原始模型的一部分（2016年为测试版）。模块在坡面尺度上产生了良好的验证结果，但尚未在大规模集水区进行测试；

（3）Wei W.等人（Earth-Science Reviews, 2016）引用此文，认为邵辉等人在构建新算法基础上在梯田上测试和验证了SWAT模型，并模拟预测径流和沉积物的多重效应，结果在可接受的误差内。

**3.知识产权目录9评价**

据Thomson Reuters文献情报中心引证检索2017年5月/6月最新数据报告显示，核心知识产权第4“The Contribution of Astragalus Adsurgens Roots and Canopy to Water Erosion Control in the Water-Wind Crisscrossed Erosion Region of the Loess Plateau, China”被引次数进入环境科学与土壤科学全球前1%，被ESI高被引论文(Highly Cited Papers)收录。该论文发表在《Land Degradation & Development》2017年第28卷第1期265-273页。

Tianjiao Feng等（Science of the Total Environment, 2019）引用此文，并认为此文研究成果对于提高农业生产效率、促进可持续发展具有重要意义；Rong Lu等（Catena,2019）引用此文，指出研究根系与土壤的相互作用可以提高土壤保持水分和养分的能力；Xingkai Zhao等（Scientific Reports, 2017）在研究黄土高原水蚀风蚀交错带降水特征变化时引用此文，并认为此文对研究黄土高原植被的水土流失防治作用具有重要意义。

### 五、应用情况

在延安市安塞县建立农田水土保持核心技术示范区1000余亩，辐射带动省内外50万亩以上，核心示范区内土壤流失量减少30%以上，农田生产力提高15%以上，降雨利用率提高20%以上。累计社会经济效益9000余万元。课题成果的应用和推广取得了显著的生态效益、经济效益和社会效益。

### 六、主要知识产权和标准规范等目录

| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号（标准编号）** | **授权日期（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）** | **发明专利有效状态** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准 | 黄土丘陵沟壑区水土保持型高效农业技术规范 | 中国 | DB 61/T 1010-2016 | 2016-02-24 | 陕西省质量技术监督局 | 西北农林科技大学，中国科学院水利部水土保持研究所 | 高建恩  樊恒辉  白岗栓  张星辰 | 颁布  实施 |
| 发明专利 | 一种坡地高效农业用水滤清系统的制备方法 | 中国 | ZL  201410036089.7 | 2014-06-11 | 证书号第1811026号 | 西北农林科技大学，中国科学院水利部水土保持研究所，国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心 | 高建恩  张星辰  高 哲 | 失效  专利 |
| 论文 | Development and Application of  Algorithms for  Simulating Terraces within SWAT | 中国 | 10.13031/trans.56.10047 | 2013-09-13 | Transaction of the ASABE | 西北农林科技大学，美国农业部作物与水质研究所，中国科学院水利部水土保持研究所 | 邵 辉  高建恩 | 正式  发表 |
| 发明专利 | 一种新型土壤固化剂 | 中国 | ZL  200410073273.5 | 2006-05-31 | 证书号第266730号 | 西北农林科技大学，中国科学院水利部水土保持研究所，国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心 | 高建恩 | 有效  专利 |
| 发明专利 | 一种利用土壤固化材料修建蓄水设施的施工方法 | 中国 | ZL  200810150254.6 | 2009-12-09 | 证书号第578380号 | 西北农林科技大学，中国科学院水利部水土保持研究所，国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心 | 高建恩  樊恒辉  杨世伟 | 失效  专利 |
| 发明专利 | 一种柔性环保橡塑水窖及其制备方法 | 中国 | ZL  200510096014.9 | 2009-08-05 | 证书号第532634号 | 西北农林科技大学，青岛华海环保工业有限公司，中国科学院水利部水土保持研究所，国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心 | 高建恩  朱德兰 | 失效  专利 |
| 发明专利 | 一种新型文丘里施肥器 | 中国 | ZL 201210149369.X | 2014-04-16 | 证书号第1381652号 | 西北农林  科技大学 | 范兴科 | 失效  专利 |
| 发明专利 | 一种动态测定植物根系呼吸碳素损失的装置 | 中国 | ZL  200810150554.4 | 2011-12-14 | 证书号第879701号 | 西北农林  科技大学 | 上官周平 | 失效  专利 |
| 论文 | The contribution of astragalus adsurgens roots and canopy to water erosion control in the water–wind crisscrossed erosion region of the Loess Plateau | 中国 | 10.1002/ldr.2508 | 2017-01-05 | Land Degradation &Development | 西北农林科技大学 | 赵春红  高建恩 | 正式  发表  ESI 1% |
| 计算机软件著作权 | 苹果管理信息系统 | 中国 | 2006SR03214 | 2006-03-17 | 软著登字第050880号 | 西北农林  科技大学 | 朱德兰 | 登记  注册 |

### 七、主要完成人情况

| **姓 名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 高建恩 | 1 | 无/研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 总体负责项目设计、申报、执行、验收及报奖等工作。在多年研发山地果园侵蚀阻控材料、形式及装置基础上，进一步研究了山地果园暴雨侵蚀灾害阻控机制，发明了坡地高效农业用水滤清系统和梯田水土流失对流域影响的算法及软件，是暴雨侵蚀灾害防控技术体系的主要构建者，核心知识产权第1、2、4、5、6的第一完成人，第9的责任作者。 |
| 樊恒辉 | 2 | 西北农林科技大学水利与建筑工程学院副院长/研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 协助完成项目申请，完成暴雨侵蚀阻控新型液态固化剂及相关水工构件开发与技术集成示范”的研究，知识产权第1、5合作完成人。 |
| 朱德兰 | 3 | 旱区作物高效用水国家工程实验室副主任副主任/教授 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 暴雨侵蚀灾害防控装置及山地果园管理系统主要开发人。知识产权6主要完成人，知识产权第10第一完成人 |
| 邵 辉 | 4 | 无/讲师/副研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 协助完成项目申请，开发出梯田措施对流域水沙及污染物影响的数学模型，并成功嵌入2009第488版的SWAT模型，并在全球验证和推广。知识产权第3的第一作者。 |
| 赵春红 | 5 | 无/高级工程师 | 水利部节约用水促进中心/西北农林科技大学 | 协助完成项目申请，研究了植被对坡地暴雨侵蚀灾害防治的时空贡献，相关成果进入ESI1%，知识产权第9的第一作者。 |
| 上官周平 | 6 | 农业农村部西北耕地保育重点实验室主任/研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 知识产权8完成人，合作完成陕北山地果园及淤地坝灾害风险管控等重大建议第一建议人。 |
| 白岗栓 | 7 | 无/研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 协助完成项目申请，山地果园水肥、植草、园艺等管理研究主要完成人，知识产权第1合作完成人。 |
| 范兴科 | 8 | 陕西省节水中心主任/研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 山地果园灌溉制度、水肥一体化管理示范研究主要完成人，知识产权第7第一完成人。 |
| 杨世伟 | 9 | 水土保持研究所人事和保障办公室主任/助理研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 共同完成该项目支持项目的“十一五”国家项目申请，知识产权第5合作完成人。 |
| 高 哲 | 10 | 无/博士研究生 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 参加暴雨侵蚀阻控滤清系统设计、试验，发明暴雨侵蚀灾害防控设施加固平台，是知识产权第2的合作完成人。 |
| 张星辰 | 11 | 无/博士研究生 | 西北农林科技大学/中国科学院水利部水土保持研究所 | 参加暴雨侵蚀阻控滤清系统试验，是知识产权第1，2的合作完成人。 |

### 八、主要完成单位及创新推广贡献

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **创新推广贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 西北农林科技大学作为项目第一完成单位，在申请立项、研发条件、配套资金、实践基地、成果验收、推广和应用过程中，发挥了重要的组织协调、管理和落实作用，保证了项目任务顺利实施。主要体现在：  （1）主要支持项目组开展了该项目依托的国家科技支撑计划课题“黄土丘陵沟壑区水土保持与高效农业技术集成和示范”（2011BAD31B05）实施；  （2）特别是支持项目组派出人员，与美国农业部水质研究所合作开发世界著名水文模型SWAT的梯田模块，并使其在全世界进行测试应用，相关人员获得美国农业部SWAT开发突出贡献奖；  （3）在创新山地果园暴雨侵蚀灾害防控技术模式及相关技术体系的试验示范和技术推广过程中，以学校在延安安塞水土保持试验站为依托，给予重点支持；组织实施了陕北山地苹果园暴雨侵蚀灾害防控技术体系的示范应用和推广，为陕北“脱贫攻坚”做出重大贡献，受到当地群众和政府的欢迎，为陕北发展“山地苹果”和陕西省苹果发展“西扩北进”政策制定做出贡献。为2008年时任总书记胡锦涛，2009年水利部部长陈雷及2015年荷兰国王威廉·亚历山大对该项目示范基地延安安塞方塔山地苹果园的考察提供支持，产生巨大的世界影响。同时培养了大批研究生和青年人才，直接和间接提升了我国在这一领域的研究水平，推动和促进了行业发展。 |
| 中国科学院水利部水土保持研究所 | 2 | 中国科学院水利部水土保持研究所作为项目第二完成单位，在申请立项、研发条件、配套资金、试验基地、成果验收、推广和应用过程中，发挥了重要的组织协调、管理和落实作用，保证了项目任务顺利实施。  （1）组织实施了第一完成人主持的该项目支撑课题：十一五国家支撑计划项目“坡面降雨径流调控与高效利用技术研究”（2006BAD09 B01），在径流调控新材料、新形式、新装置及优化技术方面取得重要成果，推动了2008年时任总书记胡锦涛，2009年水利部部长陈雷对延安方塔试验基地的考察。  （2）参与了2015年10月27日，荷兰国王•威廉亚历山大对试验示范基地安塞方塔山地苹果园的考察的联系及协调组织任务。同时培养了大批研究生和青年人才，直接和间接提升了我国在这一领域的研究水平，推动和促进了行业发展。 |
| 国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心 | 3 | 国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心作为项目第三完成单位，通过研发条件、试验基地、水沙调控材料、装置及措施优化等方面给予大力支持，保证了项目任务顺利实施。主要支持项目组在杨凌节水博览园开展了“一种坡地高效农业用水滤清系统的制备方法”、“土壤固化剂水沙调控材料和装置”“橡塑水窖”及“流域实体模拟技术”等的研发和集成示范。组织实施了不同技术体系在全国的应用和推广，直接和间接提升了我国在这一领域的研究水平，推动和促进了行业发展。 |

### 九、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始**  **时间** | **合作完成**  **时间** | **合作成果** |
| **1** | 共同立项 | 高建恩/1  樊恒辉/2  朱德兰/3  邵 辉/4  赵春红/5  上官周平/6 | 2005-01-01 | 2016-05-01 | 批准的项目课题任务书等：国家支撑课题2011BAD31B05；项目2006BAD09B00（课题2006BAD09B01，2006BAD09B04）任务书等。 |
| **2** | 共同参与制定标准规范 | 高建恩/1  樊恒辉/2  白岗栓/7  张星辰/11 | 2005-01-01 | 2016-05-01 | 知识产权1：陕西省地方标准（DB61/T 1010-2016） |
| **3** | 共同知识产权 | 高建恩/1  樊恒辉/2  朱德兰/3  杨世伟/9  高 哲/10  张星辰/11 | 2005-01-01 | 2019-12-31 | 知识产权2、5、6，即国家发明专利 ZL201410036089.7、ZL200810150254.6和  ZL200510096014.9等 |
| **4** | 软件合著 | 高建恩/1  朱德兰/3  邵 辉/4 | 2011-01-01 | 2016-05-01 | （1）窖体三维结构优化设计软件[简称：窖体设计软件]1.0，软著登记号：2009SR043097  （2）梯田水力侵蚀过程对流域影响辅助模拟软件[简称：TIA]V1.0，证书号：软著登记第0794592号 |
| **5** | 论文合著 | 高建恩/1  邵 辉/4  赵春红/5 | 2011-01-01 | 2016-05-01 | 知识产权3： Development and application of algorithms for simulating terraces within SWAT  知识产权9：The contribution of astragalus adsurgens roots and canopy to water erosion control in the water–wind crisscrossed eosion region of the Loess Plateau |
| **6** | 共同获奖 | 高建恩/1  范兴科/8 | 2001-01-01 | 2019-12-31 | 共同完成的“西北地区农业高效用水技术与示范”，2005年获国家科技进步二等奖）（证书号：2005-J-201-2-15-R04，2005-J-201-2-15-R05） |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| **(限1000字）**  该项目第一完成人高建恩研究员，总体负责支撑该项目的“十一五”“十二五”课题申报、执行、验收。主持完成了山地果园暴雨侵蚀灾害防控新材料、新形式、新装置研制及规范的制定工作，主持项目示范应用基地延安安塞方塔山地果园先后接待了国家、省及国外领导人参观访问。在此基础上与第6完成人提出山地果园及淤地坝风险管控重大建议，受到李克强总理、胡春华副总理等国家及省部领导人批示和政府采纳。知识产权1、2、3、4、5第一完成人和第9的责任作者。  主要完成人樊恒辉研究员、朱德兰教授，协助第一完成人完成该项目支撑课题的申请和完成。樊恒辉研究员发明了山地果园暴雨侵蚀防控的液态固化剂新材料、暴雨集流场及蓄水装置等施工工艺，与第一完成人合作完成知识产权1、5。朱德兰教授发明了山地果园暴雨侵蚀防控的蓄水装置、开发了设计优化软件和苹果园管理系统，与第一完成人合作完成知识产权6。  主要完成人邵辉博士、赵春红博士协助第一完成人完成该项目支撑课题“十一五”课题验收和“十二五”项目申请。邵辉博士开发了暴雨侵蚀灾害防控的梯田水土保持算法和计算模块并嵌入世界著名水文模型2009SWAT488版，并在全球测试应用，相关工作获美国农业部嘉奖，发表SCI/EI论文多篇，登记软件著作权1件，与第一完成人合作完成知识产权3。赵春红博士系统研究了山地果园暴雨侵蚀植物的根、茎、灌及植被过滤带侵蚀阻控机制，发表包括ESI1% 在内的SCI/EI论文多篇,与第一完成人合作完成知识产权9。  主要完成人上官周平研究员，与第一完成人共同成功申请了该项目的“十一五”国家支撑计划项目（2006BAD09B00），分别主持第四课题（2006BAD09B04）、第一课题（2006BAD09B01）并完成验收。发表多篇ESI1% 高质量论文。作为第一建议人与第1完成人提出山地果园及淤地坝风险管控重大建议，受到国家及省领导人重视和政府采纳。是知识产权8的完成人。  主要完成人白岗栓研究员参与项目立项申请，主要研究了陕北山地果园暴雨侵蚀防控利用的果园水肥管理和农艺措施，与第一完成人合作完成知识产权1。范兴科研究员系统研究了山地果园矮化苹果的节水灌溉制度、与第一完成人合作完成多项节水灌溉设备研发并共同获奖，是知识产权7的第一完成人。杨世伟协助第一完成人申请和完成该项目“十一五”支撑课题，与第一完成人合作完成知识产权5。高哲发明了山地果园暴雨侵蚀灾害防控钢筋混凝土加固平台，与第一完成人合作完成知识产权2。张星辰与第一完成人合作完成知识产权1、2。 | | | | | |