

通过陕西省提名申报 2018 年度国家科学技术奖励项目公示内容

一、提名奖种：科技进步奖

二、项目名称：黄土高原草地恢复调控关键技术研发与应用

三、项目简介：

本项目属于农业领域，涉及生态恢复工程、畜牧业等学科。

草地是黄土高原地区面积最大的植被类型，草地建设是保障黄土高原生态恢复和畜牧产业升级的核心。本项目在国家科技攻关计划和国家 973 计划及省部多个项目重点资助下，从上世纪 70 年代末，历经近 40 年连续定位试验与阶段性专题研究，回答了国家退耕还林还草与封山禁牧工程实施以来黄土高原所面临的退化草地如何恢复利用、人工草地如何建设与布局、以及草地建设与畜牧业如何协调发展等关键理论与技术难题，取得了重大研究成效与突破。主要创新性成果如下：

（一）揭示了黄土高原退化草地自然修复的演替规律，提出“先封后建、先草后灌”的调控方略：明确了退化草地自然修复的六个演替阶段及其理论依据，指出本氏针茅群落是黄土高原地区草地演替的顶级群落，并从植被（组成、结构和功能）、土壤（水分、养分）、微生物（组成和功能多样性）三方面揭示了 15 年是退化草地自然修复的重要拐点；攻克了干旱阳坡裸露坡面植被恢复难度大的关键技术，对退化植被覆盖度在 30% 以上，采用自然修复技术。覆盖度在 30% 以下，首次提出“先封后建、先草后灌”的配置方略；通过近 40 年试验示范与生态定位监测，支撑了国家退耕还林还草及退牧还草重大工程在黄土高原的实施；支撑了云雾山草原自然保护区 2013 年晋升为黄土高原第一个国家级保护区。

（二）提出了天然草地合理利用的理论依据，明确了区域人工草地建植利用关键技术，促进了天然草地恢复和人工草地建设的有机融合：揭示了长期封禁不利于草地自然更新和物种多级生态位的维持，明确放牧和刈割对草地生态系统结构和功能的影响规律，首次提出草地每 2 年刈割 1 次，覆盖度 70% 以上放牧 3 只羊单位/hm²，可促进草地自然更新与坡面水分积蓄，并从长时间尺度上验证了“中度干扰理论”。研发了坡耕地和盐碱滩地人工草地的建植利用关键技术，推动了区域人工草地的集约化生产；集成了天然草地和人工草地协同利用技术体系，确定了草料供给最佳比例为 5:2:2:1，促进了天然草地的休养生息。

（三）建立了放牧与舍饲相结合的草食畜牧业发展模式，为区域产业升级和可持续发展奠定了坚实基础：提出了夏秋轮封轮牧、冬春休牧舍饲的两段饲养法；实施标准化和规模化养殖，促进畜牧业产业化升级；提出了偏远退耕山地植被以自然恢复为主，缓坡地发展人工草地，台塬地发展饲料作物的配置模式，建立规模化放牧与舍饲养殖技术示范推广 115 个基地和 36 万户，推动了区域土地流转与合理利用，实现了自然-社会-经济的协调可持续发展。

本项成果为黄土高原生态恢复工程提供了重要技术支撑，总体技术水平达国际领先、国际先进，先后获省部科技进步一、二等奖 4 项，专著 23 部，发表论文 470 篇（其中 SCI 收录 131 篇），获授权专利 16 项，制定国家及地方标准 18

项,获著作软件登记证书 28 项,主要论著被引 3607 次。成果建议被政府决策管理部门采纳,为国家退耕还林草工程持续实施提供了科学依据。在宁夏、陕西等省(区)示范推广面积达 420 万 hm^2 ,解决了 300 万人脱贫,累计经济效益 521.82 亿元,充分体现了习近平总书记提出的“绿水青山就是金山银山”的生态保护与经济发展理念。

四、客观评价:

1. 本项目科研成果的鉴定意见(佐证材料见附件 15、16、17、18、19、21、22、23)

(1) 2006年3月17日,中国科学院西安分院组织专家,对中国科学院水利部水土保持研究所等单位完成的“黄土高原西北部丘陵区农牧耦合生态系统模式与技术研究”成果进行了鉴定,认为项目组研究了黄土高原西北部丘陵区农村产业结构调整与农牧耦合生态系统安全运营技术模式与技术,总体达到国际先进水平。

(2) 2005年7月25日,陕西省科技厅组织专家,对西北农林科技大学等单位完成的“牧草和饲料作物品种筛选及高效栽培技术研究与示范”成果进行了鉴定,认为整体达到国内同类研究领先水平。

(3) 2004年2月16日,中国科学院西安分院组织专家,对中国科学院水利部水土保持研究所等单位完成的“芨芨草种群生态特征及在黄土丘陵区综合开发利用技术研究”成果进行了鉴定,认为达到国际先进水平。

(4) 2002年12月8日,中国科学院西安分院组织专家,对中国科学院水利部水土保持研究所等单位完成的“黄土高原植被恢复建造理论与技术研究”成果进行了鉴定,认为项目组提出的林草植被建设规划与分区布局方案及植被建造理论与技术,达到国际先进水平。

2. 该项目曾获科技奖励情况(佐证材料见附件 16、18、21、23)

该项目共获省部级科技奖一等奖1项、二等奖3项。其中,“黄土高原西北部丘陵区农牧耦合生态系统模式与技术研究”2007年获陕西省科学技术奖一等奖,“牧草和饲料作物品种筛选及高效栽培技术研究与示范”2006年获陕西省科学技术奖二等奖,“芨芨草种群生态特征及在黄土丘陵区综合开发利用技术研究”2005年获陕西省科学技术奖二等奖,“黄土高原植被恢复建造理论与技术研究”2003年获宁夏回族自治区科学技术二等奖。

3. 国内外对该项目研究成果的引用(佐证材料见附件 24、25)

(1) 论文收录及引用

该项目在国内外本领域重要学术刊物《Global Change Biology》、《Soil Biology and Biochemistry》、《Plant and Soil》、《Agricultural and Forest Meteorology》、《Geoderma》、《Scientific Reports》、《Soil Science Society of American Journal》、《中国科学》、《植物生态学报》等上发表论文470篇,其中SCI收录131篇,主要研究成果被国内外刊物引用3607次(SCI源刊物上1134次)。

(2) 国家知识产权及技术部门认定

获发明专利 16 项;登记计算机软件著作权 28 项;出版中英文著作 23 部;

国家和地方标准 18 项。

4. 其他评价情况（佐证材料见附件 27、28、29、40、41、42、43、44、45、46、47、48）

（1）编写的专著被同行专家评价

2002 年和 2003 年出版《中国黄土高原植被建设与水土保持》和《黄土高原草地资源与建设》专著，受到我国著名水土保持专家关君蔚院士和同行专家的高度评价，认为是一部集理论与实践结合、具有国际领先水平的科技论著，保护全球生态环境和治理水土流失有重大贡献；2014 年科学出版社出版 100 万字的《黄土高原草原生态系统研究》专著，被列为我国《生态学研究》系列丛书，中国科学院李文华院士认为，该书的出版对我国生态文明建设做出了重要贡献。同时，还受到我国著名草地农业生态学家、中国工程院任继周院士以及我国著名旱地农业生态学家山仑院士的高度评价，认为该书代表了国内外在该领域的研究水平，丰富了同类型生态脆弱区实现可持续发展的理论与技术，为退耕还林草提供了重要科学依据。

（2）成果与建议被政府采纳

2006 年参加国务院政策研究室组织国家退耕还林草阶段调研，参与编写建议报告被国务院采纳，温家宝总理做出了重要批示。黄土高原植被恢复建造理论与技术研究成果，被编制《宁夏回族自治区经济社会发展第十二个五年规划纲要》应用。

（3）被国内外机构和专家评价

全球环境研究所(GEI)，在 2016 年对云雾山草原保护区考察和调研后评价：保护区周边的大片退化天然草地在云雾山的示范带动下，得到了有效的扩大与保护，区域内及其周边的自然环境得到了明显改善，降雨量增加，干旱、水土流失与沙尘显著减少，生态环境好转，农牧民的农业生产连年稳中有升，经济收入大幅提高，真正实现了脱贫致富，达到了生态、经济和社会的和谐发展。2016 年 10 月**国家七部委**组织专家对国家级自然保护区管理评估，评估报告中指出：典型草地生态系统得到了完好的恢复演替和保护，草地生态系统步入了良性循环，植被覆盖度由保护前平均不足 30%提高到现在的 95%以上，特别是国家级保护物种种群数量稳中有增。**以色列农业部教授 Ungar 博士**（放牧与草地生态学家），2009 年在黄土高原考察中对宁夏云雾山草原保护区时的评价认为：黄土高原云雾山自然保护区的植被恢复和管理取得了很好成效，云雾山是一个独一无二的区域，云雾山草原是黄土高原最大的草原区域，代表了中国“退耕还草”工程中一个成功范例。通过封育和禁牧及去除人为活动干扰，在经过三十多年的自然恢复和演替，云雾山自然保护区的草原植被得到了明显改善等。**美国加州大学戴维斯分校教授 Emilio 博士**（放牧与草地生态学家），2010 年考察黄土高原，认为黄土高原显然在中国和世界上是至关重要的。数百年的耕作一直向土壤索取着，通过建立云雾山自然保护区，研究和管理措施对恢复和保护黄土高原土壤和草地贡献是非常显著的，云雾山的经验和数据是世界的一大财富。像这样长期的实验是非

常少的，但我们需要作出保护和管理的决策，确保这些资源的长期功能。

(4) 媒体宣传报道

《中国科学报》2017年9月1日以专题形式进行了整版报道：“40年坚守，黄土地披上绿装”、“关于黄土高原半干旱区农牧业发展途径与建议”和“云雾山草原保护区建成记”。多年来先后被《科技日报》、《科学时报》、《人民日报》、《宁夏日报》和《陕西农林卫视》、《宁夏电视台》等媒体进行多次宣传报道。

五、推广应用情况(见附件 26)

(1) 本研究自 20 世纪 70 年代末,在黄土高原 7 省区 230 余县 64 万 km² 大规模植被资源综合考察的基础上,最先提出黄土高原植被分区建设调控方案,在 7 省区 110 个县的生态环境建设与农牧业规划中得到广泛应用。在黄土高原建立的试验示范与生态定位监测基地,经过近 40 年的研究与生产实践验证,获得了较大生态、经济和社会效益。退化草原生态系统已步入良性循环,为国家大面积实施的退耕还林还草、退牧还草工程的实施提供了有力的技术实证和理论支撑,试验基地 2013 年晋升为国家级自然保护区,这是我国近 15 年来惟一晋升的国家级草原自然保护区。

(2) 本项目研究成果在陕西、宁夏、甘肃等省(区)示范推广“退化草地恢复、灌草立体配置和人工草地建设”面积达 420 万 hm²,建立规模化放牧与舍饲养殖技术示范推广 115 个基地和 36 万户,解决了 300 万人脱贫,累计经济效益 521.82 亿元。

六、主要知识产权证明目录(不超过 10 件)

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
授权发明专利	半干旱区荒山灌草立体配置恢复方法	中国	ZL 2013 1 0600870.8	2015.11.25	1848260	西北农林科技大学	程积民,程杰,井赵斌等	有效专利
授权发明专利	一种黄土高原坡地混播人工草地建植方法	中国	ZL 2014 1 0091326.X	2016.05.11	2065855	西北农林科技大学	程积民,杨培志,李伟等	有效专利
授权发明专利	一种黄土区天然草地土壤含水量的简易测定方法	中国	ZL 2014 1 0077695.3	2016.01.27	1937071	西北农林科技大学	程积民,李伟,井赵斌等	有效专利
授权发明专利	渭北旱塬苹果-红豆草立体配置标准化生产方法	中国	ZL2013 1 0671735.2	2017.01.25	2356200	西北农林科技大学	程积民,井赵斌,邱莉萍等	有效专利

授权发明专利	利用菊苣进行水解生产果糖的工艺	中国	ZL 2004 1 0073352.6	2006.08.09	277702	西北农林科技大学	呼天明 张存莉 吴洪新	有效 专利
计算机软件著作权	紫花苜蓿的生物学特性系统 V1.0	中国	2016SR156584	2016.02.23	1335201	西北农林科技大学	程积民	有效
计算机软件著作权	黄土高原地区苜蓿的精准化栽培管理技术系统 V1.0	中国	2017SR397732	2017.04.11	1983016	西北农林科技大学	程积民	有效
计算机软件著作权	黄土高原地区苜蓿的营养价值评价标准系统 V1.0	中国	2017SR397727	2017.04.18	1983011	西北农林科技大学	程积民	有效
地方标准	饲草包膜青贮加工调制技术规程	中国	DB 64/T 752-2012	2012.03.07		宁夏回族自治区畜牧工作站	陈亮, 张凌青, 张建勇等	有效
地方标准	柠条饲料加工调制技术规程	中国	DB 64/T 1013-2014	2014.10.15		宁夏回族自治区畜牧工作站	陈亮, 张凌青, 张建勇等	有效

七、主要完成人情况

排名	姓名	行政职务和技术职称	工作单位	对本项目技术创造性贡献
1	程积民	研究员	西北农林科技大学/中国科学院水利部水土保持研究所	40年来主持完成了多项研究项目，全面负责制定项目研究总体方案、技术路线，实施计划，撰写课题总结和论文。在林草植被恢复建造、恢复草地刈割放牧利用演替、坡面灌草配置及其土壤水肥定位监测等方面长期立足野外基地进行试验研究与定位监测，每年平均野外工作日达120天，积累了大量数据资料，建立了我国生态脆弱区第一个国家级草原自然保护区，对3项创新点均做出了重要贡献，本项目占本人工作量的90%。
2	呼天明	教授	西北农林科技大学	多年来主持完成了多项研究课题，参与制定项目研究总体方案、实施计划。在林草植被恢复建造与利用演替及饲草添加剂等方面积累了大量数据资料，对创新点2、3做出了重要贡献，占本人工作总量的80%。

3	张信	农业推广研究员	宁夏云雾山国家级自然保护区管理局	多年来一直参与制定本项目的研究总体方案、技术路线，实施计划。尤其是在试验土壤植物样品的野外采集、样品处理和大量数据资料的整理等方面作了大量工作，研究成果在宁夏等地对农牧耦合产业结构调整 and 半舍饲养进行了示范推广，对创新点 2、3 做出了重要贡献，占本人工作总量的 70%。
4	万惠娥	高级实验室	西北农林科技大学/中国科学院水利部水土保持研究所	在林草植被恢复建造、恢复草地刈割放牧利用演替、坡面灌草配置等方面进行试验研究与测定，在研究阶段每年平均野外工作日达 60 天，积累了大量数据资料。对 1、2 项创新点均做出了重要贡献，本项目占本人工作量的 60%。
5	魏孝荣	研究员	西北农林科技大学/中国科学院水利部水土保持研究所	本人主要在宁夏、陕西、内蒙等地对农牧耦合产业结构调整 and 半舍饲养及其灌草配置等技术进行组织与示范推广，并对建立的试验-示范和推广基地的土壤养分等进行定期采样测定，对创新点 2 有重要贡献，占本人工作总量的 60%。
6	李伟	副研究员	西北农林科技大学/中国科学院水利部水土保持研究所	主要在陕西、宁夏、甘肃等地从植物功能性状角度揭示了植被演替过程中群落结构和功能的变化及其物种多样性维持机制，退化草地坡面灌草调控建造与土壤水肥定位监测等方面进行了示范推广及其室内分析，对创新点 1、3 有重要贡献，占本人工作总量的 60%。
7	张凌青	农业推广研究员	宁夏回族自治区畜牧站	在项目中本人主要负责宁夏退化草地恢复后的合理刈割和规范化轮牧利用，柠条、苜蓿及作物秸秆的系列化加工、青贮和利用，示范推广规模化舍饲养殖企业和重点养殖户，对创新点 2、3 有重要贡献，占本人工作总量的 60%。
8	徐炳成	研究员	西北农林科技大学/中国科学院水利部水土保持研究所	研究揭示了主要豆科饲草草地生物量与土壤水分及降雨量内在关系，阐明了人工牧草生产力与水分生态适应性特征，系统研究了优良乡土草种生长与生理与水分条件的关系，为黄土丘陵区人工草地建植与管理提供了依据，对创新点 1、3 有重要贡献，占本人工作总量的 50%。
9	屈雷	教授	榆林学院	为了缓解在封山禁牧与生态环境建设之间的矛盾，本人在适度规模化养羊模式选择、标准化舍饲养羊集成技术、舍饲养殖营养平衡、饲草料加工利用技术、羊舍标准化建设、羊产品加工利用技术和舍饲养羊疫病综合防控技术等方面开展了大量研究，突破了常年舍饲养羊技术瓶颈，经过在陕北地区十多年的实践，取得了显著生态经济效益，对创新点 2、3 有重要贡献，占本人工作总量的 50%。

10	金晶炜	助理研究员	西北农林科技大学/中国科学院水利部水土保持研究所	在该项成果中对已经建立多年的草地、灌草地长期定位试验基地定期进行野外调查与样品采集、室内前处理和分析测定，并对所取得的大量林草植被恢复建造数据资料和土壤、植物样品进行了全面分析整理，对创新点 2、3 做出贡献，占本人工作总量的 70%。
----	-----	-------	--------------------------	--

八、主要完成单位及创新推广贡献

单位名称	主要贡献
西北农林科技大学	西北农林科技大学作为项目第一完成单位，从时间、人力、物力、财力等条件方面为项目科研人员提供了重点保障，在成果推广和应用过程中，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和目标的全面实现。在本项目中，重点开展黄土高原退化生态系统的历史现状、植被变迁规律及其恢复利用调控关键技术等研究工作。同时，鼓励学校（草原、动物、土壤、生态及水土保持等）不同学科充分利用云雾山建立近 40 年的草原试验基地平台，在全国开展大量技术服务和培训，连续多年培养研究生和青年人才 210 名，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	本项目系研究团队近 40 年来主持与参加国家科技攻关（支撑）、国家重点基础研究发展计划及中国科学院重点、农业部专项和陕西、宁夏等省（区）项目的集结，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，在项目的全面实施过程中对野外试验基地的建设、室内实验室设施配备、研究与实验人员的时间保障及经费管理等方面给予重点保障及全方位支持，并进行定期监督协调。尤其是在成果的推广和应用过程中积极与地方政府配合，组织成立了项目示范推广领导小组，定期组织相关专家进行现场调研，发挥了重要的组织协调和落实作用，使科研与生产紧密结合，并在陕西、宁夏、甘肃、内蒙古等地大面积顺利实施和推广，全面实现了生态、经济、社会效益显著的总目标。
宁夏云雾山国家级自然保护区管理局	本项目系课题组主持与参加国家科技攻关、国家重点基础研究发展计划及中国科学院重点和陕西省等项目的集结，宁夏云雾山国家级自然保护区管理局作为项目第三完成单位，在项目的实施过程中对野外试验基地建设、室内实验室设施配备、研究人员的时间保障及经费管理等方面给予重点保障及全方位支持，并进行监督协调。在成果的推广和应用过程中积极协调与地方（县、乡）政府配合，发挥了重要的组织协调和落实作用，使科研与生产紧密结合，并在宁夏等地大面积顺利实施和推广，不仅在经济上取得了显著效益，而且保护了脆弱的生态环境，产生了积极的社会影响。
宁夏回族自治区畜牧站	宁夏回族自治区畜牧站作为项目第四完成单位，多年来在本项目中承担了退化草原恢复与灌草地建设工程的优化配置与建造技术，研究封山禁牧后畜牧业发展的主要途径与模式，探索舍施养殖的关键技术与饲草料配置的高效利用技术，在人工草地建设和秸秆系列化加工利用等方面，建立了示范工程，开展了技术培训、成果推广应用，并给予了人力、物力和财力的大力支持。
榆林学院	榆林学院作为项目第五完成单位，在黄土高原生态脆弱区建立了各具特色的野外试验基地，为了缓解在封山禁牧与生态环境建设之间的矛盾，开展了适度规模化养羊模式选择、标准化舍饲养羊集成技术、舍饲养殖营养平衡、饲草料加工利用技术、羊舍标准化建设、羊产品加工利用技术和舍饲养病综

	合防控技术等方面的大量研究，突破了常年舍饲养羊技术瓶颈，综合开发技术示范和效益评价研究，在陕北地区十多年的实践，取得了显著生态经济效益，利用学校产、学、研的优势，在研究生科研投入、野外和室内仪器支撑以及地方农林牧与生产单位配合等方面，给本项目顺利开展和成果实现提供了重要支撑。
--	--

九、完成人合作关系说明

程积民（西北农林科技大学/中国科学院水利部水土保持研究所），呼天明（西北农林科技大学），张信（宁夏云雾山国家级自然保护区管理局），万惠娥、魏孝荣、李伟（西北农林科技大学/中国科学院水利部水土保持研究所），张凌青（宁夏回族自治区畜牧站），徐炳成（西北农林科技大学/中国科学院水利部水土保持研究所），屈雷（榆林学院），金晶炜（西北农林科技大学/中国科学院水利部水土保持研究所）10人。

程积民研究员负责项目总体设计，组织实施项目计划，与西北农林科技大学呼天明、宁夏云雾山国家级自然保护区管理局张信、西北农林科技大学/中国科学院水利部水土保持研究所万惠娥和宁夏回族自治区畜牧站张凌青等人在国家科技支撑“黄土高原区域治理植被恢复及黄土高原西北部丘陵区农牧耦合生态系统模式与技术研究（2001BA508B19）；牧草和饲料作物品种筛选及高效栽培技术与示范（2002BA518A17）；国家重点基础研究发展计划课题：农、牧（林）系统复合与生产力耦合机（G2000018606）”等方面开展了长期的合作研究。与西北农林科技大学/中国科学院水利部水土保持研究所魏孝荣、李伟、徐炳成、金晶炜和榆林学院屈雷等人在“中国科学院重要方向项目：半干旱黄土区植被自然恢复过程及适度利用研究（KZCX2-YW-441）；中国科学院重点项目：黄土高原植被恢复建造理论与技术研究（KZ952-J1-219）；农业部现代农业产业技术体系建设专项：咸阳牧草试验站-人工牧草培育与家畜养殖（CARS-35-40）；国家自然科学基金：黄土高原农牧交错带典型草地群落碳循环对降水变化的响应（41271315）；陕西省科技攻关：优质高效草食畜牧业综合技术与产业化（2002K01-G05-1）”等方面开展了阶段性的项目合作研究，形成了本项目的成果基础，合作完成了本项目的三项主要研究成果。项目第一完成人与项目组的其他人员关系，均属长期合作和阶段性合作完成项目的合作关系。