**（九）草原复壮机械化生产技术**

**A.牧草切根复壮机械化技术**

**技术概述：**多年生羊草在自然环境中以无性繁殖（依靠根茎繁殖）为主，有性繁殖（种子）为辅，要求土壤疏松，透气性强。天然羊草草地由于由于长期无养息、过载放牧和粗放式管理，使得土壤容重变大，空隙度下降，土壤紧实呈现板结性退化，板结层厚度达15～20cm；人工建植的羊草草地在种植5～6年后，因根茎生长稠密致使土壤耕作层板结造成透性不良。土壤板结阻碍空气进入土层，不利于好气性土壤微生物的活动，使表层淋溶的氧化物大多还原成亚氧化物，不能为植物所吸收，而大量根系的繁殖使营养向根部聚集，难以从分蘖点生长出新的植物体，因此极大地抑制了羊草的无性繁殖，使得草地植被植物群落逆向演替，部分地区羊草由建群种退化为伴生种，草场质量和产草量严重下降。此时进行破土切根，打破草场土壤亚表层的板结，增加土壤与空气的接触面，使氧气进入土壤，可为好气微生物的活动创造有利条件；土壤板结容易形成地表径流，水分在土壤表层聚集而难以向更深的土层渗透，将板结的土层破开形成一道道沟缝，既能够使地表水分快速向土层深处渗透，沟缝又同时起到蓄水保墒的作用；切断羊草盘根错节的横走根茎，一方面改善因根茎生长稠密造成土壤透水、透气性差的问题，另一方面使老根老化同时增强根茎新根分蘖，进而生长出新的植株。这样，在好气微生物的活动下，有机物和亚氧化物被迅速分解为氧化物，不断提供给新生的植物群落，地表降水能够渗透到土层深处，调节各土层含水量，为植物生长提供合理的土壤、水份条件，实现草地的自我复壮和促生扩繁。

**增产增效情况：**该机械化生产技术突破了传统改良草地方式影响产草量的弊端，实现了在机械化作业中对土壤的扰动，无翻垡、不扬沙，作业后草地平整，对草地原有植被没有破坏。因此，应用该研究成果实施机械化破土切根复壮促生作业当年，或秋季作业后的第二年，保证羊草返青期禁牧就会实现增产，对牧民正常草业生产安排不会造成任何影响。2007年秋季和2008年春季，在国家草地生态系统野外科学观测研究站，利用“9QP-830型草地盘齿式破土切根机”对站内的天然草地和人工草场进行了改良作业和耕作试验。2008年秋季，对比改良草地与非改良草地产草量，使用该机具进行改良的草地增产约100％以上，亩产超过300公斤。

**技术要点：**

（1）应用于以羊草为代表的具有横走根茎或疏丛根茎特征的天然退化草地和人工建植草场的草地改良，从而提高草场综合生产能力，实现环境保护和畜牧业发展良性互动。

（2）切根深度调整控制在10～20cm。对于严重退化的草场可采用较大的切根深度，将切根深度控制在最大水平20cm；对于中度退化的草场，将切根深度控制在15cm；对于轻度退化的草场，将切根深度控制在10cm.

（3）与之配套的动力60kW。

**注意事项：**切根深度控制在10～20cm（限深轮调节耕深）；翻垡率须为0；牧草切根率应在39%-54%。

**适宜区域：**黑龙江，内蒙、新疆、甘肃。宁夏、西藏等干旱少雨的羊草草地。

**技术依托单位：**

**1.中国农业大学**

联系地址：北京市海淀区清华东路17号

邮政编码：100083

联 系 人：赵 建 柱

联系电话：010-62736732

电子邮箱：[zhjzh@cau.edu.cn](mailto:zhjzh@cau.edu.cn)

**2.石家庄鑫农机械有限公司**

联系地址：河北无极北苏镇工业园

邮政编码：052463

联 系 人：陈 振 庄

联系电话：0311-85571783

电子邮箱：[1458768851@qq.com](mailto:1458768851@qq.com)

**B.牧草切根施肥补播复壮机械化技术**

**技术概述：**该成果主要应用于羊草草地的切根施肥补播。通过切根施肥补播实现对羊草草地的改良与增产：对于天然退化的羊草草地通过切根施肥补播防止其生态植被进一步破坏而沙化，促使其生态植被缓慢恢复；对于一般的天然羊草草地或人工种植的羊草草地，根据草场的长势与土壤肥力综合采用切根、切根施肥、切根施肥补播三种方式扩繁促生，提高草产量。该技术也适用于其它通过根茎无性繁殖的植物植被的改良与产量的增加；可以用于在土壤强度较大的环境中实现施肥播种的场合；可以实现混播，即在羊草草地上播种苜蓿、黑麦草等其它种类的草，也可以实现其它小颗粒作物的精微量播种。该技术集成了羊草切根自我复壮促生繁育工艺与免耕施肥补播工艺。充分利用羊草主要依赖带有分蘖点的根茎繁殖实现自我繁育的生物学特性，提出切根手段促进羊草复壮促生；充分利用羊草切根过程中产生的沟缝实现免耕施肥补播，最大程度减小对草场植被的扰动与破坏。该技术能够同时完成切根、施肥、补播工艺，切根工艺能够起到增殖促繁的作用、补播工艺能够实现保护性耕作扩大植株密度、施肥工艺能够为上述两种工艺下新增的植株提供萌发生长所需的足够养分。

**增产增效情况：**该机械能够有效改良不同程度退化的羊草草地，组合式覆土开沟既能达到开沟的目的又能达到减少功耗与对草场植被扰动率的功效，为牧草的增产增收奠定了基础，多信号输入的电驱电控排种控制装置自动化程度高，既保证了小颗粒种子的精量播种又简化了整机的机构。该机是改良草场保护生态的重要手段，其改良的草地增产超过100％，亩产超过300公斤。

**技术要点：**

（1）草地切根施肥补播复式作业工艺

该技术集成了传统的草场改良的破土切根、施肥、播种单一工艺技术，创新性的建立了以切根施肥补播、切根施肥、切根补播的复式改良工艺改良草场的技术工艺，不仅能够提高单一工艺模式的改良增产效果，还能够拓展单一改良模式的改良范围，该技术工艺的复式改良技术能够适用于不同程度退化的草场，可以根据草场的退化程度（轻度、中度、重度）选择不同的复式改良方式（切根施肥、切根补播、切根施肥补播），既最大程度的改良草场，又最大限度的降低了对草场的扰动与破坏。

（2）草地切根施肥补播复式作业机具

9QFB-2.4型切根施肥补播复式改良机不仅能同时实现切根施肥补播三种功能，还能分别实现切根施肥、切根补播两种功能。达到松土深度：10～20cm（可调）；播种深度：0～5cm（可调）；施肥深度：0.5～5.5cm的作业效果。实际工作中，还可以根据草场的退化程度、草场的肥力的因素合理方便快捷的选择上述三种功能的一种。该机集成低扰动、无翻垡、不扬尘的切根耕作技术与扰动浅开沟、覆土深开沟的低扰动低功耗的开沟技术，能够以最低的土壤扰动率、最小的开沟功耗、最稳定的开沟效果与覆土效果完成整机功能。

（3）草地分层交错式土壤开沟覆土技术

该技术成果的原理在于：种沟开沟器位于距离切根沟20cm的一侧，在以主动方式强力划破草皮与切根过程中造成的邻近土壤松动的共同作用下有效实现浅开沟（1cm），并将一部分土壤回填致切根沟缝中；肥沟开沟器位于种沟开沟器之后，且与切根沟缝在一条直线上，肥沟开沟器将由种沟开沟器回填致切根沟缝中的土壤压致指定深度（5cm），实现深开沟（5cm），最终形成上下分层前后交错的开沟截面。该原理中实际上并未开肥沟，而只是通过覆土方式形成了肥沟，节约了功耗、提高了开沟深度的稳定性。

（4）多信号输入的牧草种子电驱电控排种技术

该技术通过单一大功率电机分别驱动种轴和肥轴，带动六个排种器与六个排肥器排种排肥，结构简单；通过转速匹配控制器调节电机转速，从而调节排量，调节精准，简易方便。通过转速传感器器分别采集左右地轮的转速，并将这一信号传输致信号筛选器，信号筛选器筛选出转速最快的信号，并将这一信号传递给转速匹配控制器，转速匹配控制器根据这一信号可以输出不同信号来控制驱种电机和驱肥种电机转动排种排肥。调节控制器的参数，可以改变电机转速与地轮转速的转速比。该技术下，只有当两个地轮同时不转时，才会导致转速匹配控制器没有信号输出，以致于排种排肥槽轮不转。

**注意事项：**不同程度的退化草场宜选用不同的作业方式，且应选择不同的播种深度，施肥深度，播种量，施肥量为，种肥沟间距为，且播种深度不宜过深。

**适宜区域：**黑龙江、内蒙古、新疆、甘肃、宁夏、西藏等干旱少雨的羊草种植地域。

**C.牧草马莲碎根复壮机械化技术**

**技术概述：**9QS-2.2型马莲碎根机，能够实现基本的碎根功能。该成套装备适用于草原上的毒杂草——马莲的深层碎根剔除工艺。

该成套装备主要由主传动轴、减速箱、主动旋转轴、刀盘道具、隔板及机架等主要结构组成。采用纯机械式传动，以万向节轴、齿轮等传统的机械方式实现动力的传输。刀轴带动刀盘刀具旋转实现对土壤-马莲根系复合体的滑切，从而实现对马莲深层碎根的工艺流程。

**增产增效情况**：纯小时生产率0.85～1.16hm2/h；作业幅宽2.0m；切根深度19.18～13.7cm；切根率天然草地39.43%，人工草地54.04%；增产效果：天然草地110.52%，人工草地29.14%。

**技术要点：**该技术通过马莲碎根技术，高效剔除马莲，划破羊草跟，提高来年羊草长势，确保草原合理的草生长旺盛，显著改善草原环境，实现牧草高产稳产。

（1）形成深层碎根剔除马莲的工艺。

（2）对草地低扰动、无翻垡、不扬沙的机械化耕作技术。可以逐渐消除土壤板结，增加土壤透气、透水性，使土壤朝着利于植物生长的条件改善。

（3）使用马莲碎根剔除专用机具，改良退化草场。退化草地土壤坚实度（有的地方达到40～45kg/cm2）较高，土壤板结层深达15～20cm，为满足机械化破土切根复壮促生技术要求，应使用新型破土切根专用改良机械。

（4）对比改良草地与非改良草地产草量，改良后的天然草地增产约110％，人工草场增产近30％，经济效益显著。

**注意事项：**操作要根据土壤坚硬程度选择合适的切沟宽度，通过调节刀具组数来调控切沟宽度。按照切沟宽度安装刀具，确保安装曹部分的螺栓预紧充分，同时对机器其他部分的螺栓进行检查，以减少机器运行过程中的故障。

**适宜区域：**天然草地、人工草场。

**技术依托单位：**

**1.中国农业大学**

联系地址：北京市海淀区清华东路17号

邮政编码：100083

联 系 人：赵建柱

联系电话：010-62736732

电子邮箱：[zhjzh@cau.edu.cn](mailto:zhjzh@cau.edu.cn)

**2.石家庄鑫农机械有限公司**

联系地址：河北无极北苏镇工业园

邮政编码：052463

联 系 人：陈振庄

联系电话：0311-85571783

电子邮箱：[1458768851@qq.com](mailto:1458768851@qq.com)

**D.牧草狼毒剔除复壮机械化技术**

**技术概述：**狼毒剔除技术是通过调查、研究狼毒的生长特性，在进行药效试验的基础上，提出雷达测距识别，定点喷洒除草剂，配合切根机的设计方案。对于狼毒危害严重的区域，能够高效的去除毒草促使草原良性植被缓慢恢复；对于狼毒危害一般的天然或人工种植的草地，基本能够去除全部狼毒，大大提高牧草产量。

**增产增效情况：**经过3年多持续的实地调研和多轮样机的试验与考核，证明本狼毒去除机其结构简单、成本低、安全可靠、易于调节，根据工作需要，设置多路同时工作，在去除狼毒工作的同时有效地降低了对草地土壤的破坏。其工作效率高，具有一定的创新性，可广泛应用于草地优势毒草的去除，填补我国草原在灭除优势杂草方面的空白，具有很好的推广潜质和广阔的市场前景。

**技术要点：**

（1）采用中间齿轮传动方式，使整机结构更加紧凑、实用。

（2）为满足液泵的工作转速要求，需要从中间齿轮箱一侧输出轴上连接一级增速链传动至液压泵的输入轴。

（3）切根入土深度20cm，要满足规定的入土深度要求

（4）成行作物进行带状对靶施药，根据施药目标的有无，间歇对靶施药。采用雷达进行高度识别精量定点喷洒除草剂并配合切根机的方案去除狼毒。药液配比对灭除狼毒效果的影响较明显。实验证明配比为1：90时，对狼毒花、茎、叶畸形程度和根部腐烂程度较好。

**适宜区域：**草原生态环境恶化的退化草场。

**技术依托单位：**

**1.中国农业大学**

联系地址：北京市海淀区清华东路17号

邮政编码：100083

联 系 人：赵建柱

联系电话：010-62736732

电子邮箱：[zhjzh@cau.edu.cn](mailto:zhjzh@cau.edu.cn)

**2.石家庄鑫农机械有限公司**

联系地址：河北无极北苏镇工业园

邮政编码：052463

联 系 人：陈振庄

联系电话：0311-85571783

电子邮箱：[1458768851@qq.com](mailto:1458768851@qq.com)