

Advances in Research on Effects of Improvers on Soil Properties of Reclaimed Cultivated Land in Hollow Village

Ruiqing Zhan^{1,2,3,4}

¹Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, the Ministry of Natural Resources, Xi'an Shaanxi

²Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

³Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi

⁴Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

Email: 78666975@qq.com

Received: June 6th, 2019; accepted: June 21st, 2019; published: June 28th, 2019

Abstract

China is a big agricultural country. The basic national conditions are that there is less land and more people, and the contradiction between people and land is outstanding. How to solve the waste of land resources caused by hollow villages and abandoned residential sites that have appeared in large numbers along with urbanization and industrialization? Rehabilitation of hollow villages and the reclamation of abandoned residential land are of great significance for improving the productivity of reclaimed land, protecting the red line of cultivated land, ensuring regional food security and promoting the sustainable development of regional social economy. Because the reclaimed soil is mainly derived from the sturdy house wall and the hard ground of the courtyard, it lacks the ploughing and utilization for a long time, and loses the proper water, gas, heat and other dynamic functions, resulting in the destruction of the physical structure of the soil, the inherent function and characteristics of the soil. Problems such as loss and low soil nutrient content are directly used for agricultural cultivation after reclamation, and it is difficult to meet the needs of crop growth. This paper hopes to provide research ideas and theoretical support for the improvement of soil properties of reclaimed farmland in homestead by studying the improvement agent, and provide scientific reference for the implementation of similar projects.

Keywords

Amendment, Reclaim, Soil Properties

改良剂对空心村复垦耕地土壤性状影响研究进展

张瑞庆^{1,2,3,4}

¹自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

²陕西省土地工程建设集团, 陕西 西安

³陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

⁴陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

Email: 78666975@qq.com

收稿日期: 2019年6月6日; 录用日期: 2019年6月21日; 发布日期: 2019年6月28日

摘要

中国是一个农业大国, 基本国情是人多地少、人地矛盾突出, 如何解决随着城镇化和工业化发展大量出现的空心村及废弃宅基地所造成的土地资源浪费情况, 开展空心村整治, 复垦废弃宅基地, 提高复垦土地生产力, 保护耕地红线, 保证区域粮食安全, 促进区域社会经济持续发展。由于复垦土壤主要来源于夯实的房屋墙体及院落硬地面, 长期缺乏翻耕利用, 失去了应有的水、气、热等动力功能, 从而导致土壤物理结构遭受破坏、土壤固有功能及特性损失、土壤养分含量较低等问题, 复垦后直接用于农业耕作, 很难满足农作物生长的需要。本文期望通过研究改良剂对宅基地复垦耕地土壤性状的研究进展, 为宅基地复垦耕地的改良研究提供思路 and 理论支撑, 也为类似工程项目的实施提供科学的参考依据。

关键词

改良剂, 复垦, 土壤性状

Copyright © 2019 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

农村作为构成中国社会的基本组成单元, 面积广阔。其中, 宅基地是农民的主要生活用地, 基数极大; 随着经济的不断发展, 工业化、城镇化进程加速, 农村人口逐步向城市转移、就业不断增加, 农民的收入及住房质量的需求也随之快速增长, 从而导致农村宅基地闲置、废弃等现象较为常见[1] [2]。在农村建设规划缺失、严格的土地管理缺位的情况下, 如今有众多农村已成为或正逐渐成为空心村, 空心村主要是指农村废弃宅基地及房屋的众多村子, 其中心处衰落而无序的向村子外围拓展, 从而导致的一种农村空心化的现象, 这种现象在中国农村变得愈发普遍[3]。空心村的大量出现造成了土地资源的极大浪费[4], 尤其是在人地矛盾更加尖锐的山地丘陵区, 空心村占用了大量的土地资源, 严重阻碍了农村经济的发展。

国内一些学者针对空心村宅基地的开发复垦开展了大量的研究。秉承“保障耕地质量、增加耕地面积、高效利用耕地”原则, 郑红丽[5]针对农村复垦后的耕地, 研究其土壤理化指标, 以期了解、掌握其实际土壤质量现状, 最终达到使全国范围内农村宅基地复垦后的耕地资源都能得以高效、集约利用的目的。迄今为止, 关于土地复垦方面的大多数研究都集中于矿区土壤复垦上[6] [7] [8], 也有一些学者就空心村的空间形态、演进特征、形成机制、潜在效应[9] [10]以及调控管理对策等方向展开研究[11], 明确指出空心村复垦及整治对于增加农村耕地面积和建筑用地面积、提高农村生态环境起到的重要作用。

目前全国特别是陕西存在大量的空心村，其废弃宅基地可复垦为耕地。因此本文重点研究改良剂对宅基地复垦耕地土壤性状的研究进展，为宅基地复垦耕地的改良研究提供思路和理论支撑，也为类似工程项目的实施提供科学的参考依据。

2. 土壤改良剂对土壤性状的影响研究

2.1. 土壤改良剂概念及分类

土壤改良剂是根据土壤团粒结构形成的原理，利用动植物残体、泥炭以及废弃物等原料，从中获取腐殖酸、纤维素、多糖类物质以及木质素等作为团聚土壤颗粒的胶结剂，或者模拟天然团粒胶结剂的分子性质与结构而合成的高分子聚合物[12]。按照原料来源可将土壤改良剂分为四类[13]：天然改良剂、合成改良剂、生物改良剂和天然-合成共聚物改良剂。

2.1.1. 天然改良剂

天然材料主要分为无机和有机物料。

1) 无机物料

其中无机物料主要有蛭石、膨润土、石膏、石灰石、粉煤灰和珍珠岩等天然矿物材料，可以有效改善土壤结构、提高土壤的保水保肥能力、改良盐碱地。如膨润土，由于其具备一定的黏着性、分散性以及膨胀性等特点，其作为改良剂添加到土壤中能显著提高土壤团聚体数量及土壤孔隙度，土壤容重降低[14]。李吉进等人[15]的研究表明，使用膨润土作为砂土的土壤改良剂，能提升土壤含水量。易杰祥等的研究表明膨润土还能降低土壤酸碱度。

2) 有机物料

有机物料主要有动物粪便、腐殖酸、木质素、作物秸秆、纤维素、单宁酸、树脂胶、多糖、泥炭、生活垃圾等，具有原料充足、经济有效的改良土壤结构和理化性质的功能，但是需求用量大，易于分解，且其所带的阳离子对土壤和作物具有一定的毒害作用。

2.1.2. 人工合成改良剂

人工合成改良剂是人工合成的模拟天然改良剂结构的高分子有机聚合物。这类改良剂包括聚丙烯酰胺(Polyacrylamide, PAM)、聚丙烯盐酸、聚乙二醇、聚乙烯醇等，其中 PAM 是研究者较为关注的人工合成改良剂。效果好，但施用量少，同时这类改良剂的成本较高。合成改良剂可以改善土壤物理性状、增强土壤的保水保肥能力[16]。人工合成的改良剂有助于优化土壤结构，显著增加土壤总孔隙度和毛管孔隙度、土壤表面粗糙度、土壤入渗率、土壤保水能力和土壤大团聚体数目，显著降低土壤容重，维护土壤孔隙结构稳定程度。由于人工合成改良剂具有分解后会产生一些中间产物，例如聚丙烯酰胺降解的中间产物使丙烯酰胺，具有一定的毒性，作为土壤改良剂进行施用是否会产生土壤污染等问题，需要进行进一步研究；另外人工合成改良剂还存在着成本较高的问题，在实际使用中仍需进行进一步的改进和研究。

2.1.3. 天然-合成共聚物改良剂

天然-合成共聚物改良剂是指单体接枝聚合到天然高聚物上，主要类型有磺化木质素-醋酸乙烯、淀粉-丙烯酰胺/丙烯腈、纤维素-丙烯酰胺、腐殖酸-聚丙烯酸、沸石凹凸棒-丙烯酰胺等，这类改良剂弥补了天然改良剂和人工合成改良剂之间的缺点，摒弃了天然改良剂难以长久存在的缺点，达到了改良土壤并促进作物生长效果[17]。聚合物改良剂可以通过其自身所具有的功能基团的分子和分散于土壤颗粒中的包裹、缠绕、贯穿、吸附以及形成化学键等方式创建和稳定水稳性团粒结构，对于提高土壤理化性质、增加土壤肥力、改善土壤的保水保肥性能、改良盐碱地尤其是在控制水土流失等多方面具有非常重要的作用。

2.1.4. 生物改良剂

生物改良剂主要包含一些商用的生物控制剂、微生物接种菌、菌根以及蚯蚓等，尤其菌根-丛枝菌根，其能显著改变土壤理化性状，同时增加产量。丛枝菌根(AMF)的根外菌丝与菌丝网均能够促进土壤团粒结构的形成，增强土壤的稳定性，提高土壤孔隙度和透气性；此外，菌根真菌还可以有效活化土壤中的矿质养分元素，使得作物根系可以充分吸收土壤中的一些营养元素以及移动性能较差的磷、铜、锌等微量元素，促进作物生长；由于菌根真菌可以提高土壤对作物的养分供应，增强作物对病原菌的抗性。

2.2. 土壤改良剂对土壤水分的影响

土壤改良剂对土壤水分的影响主要通过两大途径来实现，第一是高聚物树脂可以快速吸水，然后缓慢释放水分，在此过程中起到了一个微型水源的作用[18]；第二通过改良剂的作用来形成土壤水稳性团聚体，从而减少土壤表层的水分的蒸发和土壤底层水分的渗漏，最终达到提升土壤持水保水能力的作用。有学者研究发现，施用四种不同浓度的聚丙烯酰胺处理中土壤含水率均比对照处理中的土壤含水率要高出 0.35%~4.56% [19]。张燕等人[20]的研究还发现，施用秸秆、煤矸石、建筑垃圾、煤渣等类型土壤改良剂均可使耕作层土壤水分保持在相对较高的水平，平均含量比对照高 1.5%左右。Choudhary 等人[21]的盆栽实验发现，施用改良剂后土壤表层水分减少，但是中底层水分较多，对照实验土壤表层和底层均没有水分，表明改良剂可以有效抑制水分向土壤底层渗漏、向土壤表层蒸发。研究表明，在土壤中混合聚丙烯酸钠可以提高砂土、壤土以及粘土的持水能力[22]，马军勇等人[23]的研究表明土壤改良剂还可以促进降水向有效利用水分的转化，减少土壤水分无效蒸发，降低耗水量，最终增加土壤水分利用效率。王久志研究了阴离子沥青乳剂对土壤水分的影响，发现沥青乳剂可以抑制水分蒸发，增加土壤含水量，且改良剂用量越多，其抑制效果越佳[24]。

2.3. 土壤改良剂对土壤容重的影响

土壤改良剂可以有效地改善土体结构，增加土壤中大团聚体和土壤表层粗糙度，增大土壤孔隙度，降低土壤容重[25]。员学锋等人[16]的研究发现，施用改良剂后，土壤内部孔隙增多，土壤的总孔隙度增大，土壤容重显著降低。周继等人[19]研究了不同坡位上改良剂对土壤性状的影响，结果发现在上坡、中坡以及下坡三种位置施用聚丙烯酰胺均可以使土壤容重降低，降低量分别为 $0.07 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ ~ $0.33 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ ， $0.05 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ ~ $0.31 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ ， $0.09 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ ~ $0.32 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ ，与此同时土壤紧实度也相应变小。张宏伟等人[26]的研究表明施用腐殖酸接枝共聚物后，与对照相比较各土样容重均明显降低，且土壤变疏松。施用浓度为 2%、1% 和 0.5% 的 PAM 改良剂均能使土壤容重降低[27]。韩凤朋等人[28]发现，当 PAM 改良剂施用量小于 $2.0 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 时，土壤容重随着施用量的增加而降低，和对照相比较，土壤容重降低了 $0.13 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ ，当施用量为 $3.0 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 时，土壤容重随着改良剂施用量的增加而增加，和对照相比较，土壤容重增加了 $0.02 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ ，表明 PAM 改良剂在一定范围内可以对土壤起到改善结构、降低容重的作用。

2.4. 土壤改良剂对土壤结构的影响

土壤结构是土壤肥力的重要基础特征。直径 10 mm~0.25 mm 的水稳性土壤结构对土壤肥力具有非常重要意义[29]。土壤改良剂可以显著提高土壤水稳性团聚体含量。员学锋等人[30]研究发现，施用量为 0.005% 和 0.1% 的 PAM 改良剂无论是在撒施还是拌施方式下均可以提高 >0.1 mm、>0.5 mm、>0.25 mm 的土壤团聚体的含量。一些学者还发现凹凸棒石黏土也可以显著增加土壤中 >0.5 mm 团聚体的总数[31]。在土壤中施加改良剂可以使分散的土壤颗粒聚合形成团粒结构，对土壤中水稳性团粒的含量和稳定性增加较为显著，并且可以更好地改善土壤的通气性和透水性。Oades 等人[32]发现了使用 PAM 土壤改良剂可以

增加土壤中水力传导性、增加土壤的孔隙度并提高土壤水容量。曾觉延等人[33]研究发现土壤改良剂能使土粒形成微团聚体、团聚体,显著提升土壤水稳性团聚体含量和质量、土壤总孔隙度、土壤中传导孔隙度和有效水贮存孔隙度。Miller 则研究发现 PAM 土壤改良剂主要作用在距地表 0 cm~5 cm 深处的土壤,改良剂可以有效控制土壤的吸胀性,降低土壤结皮的生成[34]。冯瑞云等人[35]研究了秸秆型土壤改良剂对土壤结构、水分等的影响,研究发现秸秆还田能够有效改良土壤,降低土壤体积质量。随着秸秆型土壤改良剂施入土壤时间的延长,土壤大粒级(5 mm、3 mm~5 mm、1 mm~3 mm)颗粒粒级分数均随施入量增加而逐步增加。田间持水率随着秸秆型土壤改良剂施入量而增加,土壤保水性能明显增强。土壤水分蒸发量随着秸秆型土壤改良剂的增加而减少。秸秆型土壤改良剂施用量为 750 kg·hm⁻²时,综合经济效益最好。

2.5. 土壤改良剂对土壤肥力的影响

研究表明,土壤改良剂能够明显增加土壤中有机质、全氮、速效钾等养分。张宾宾等人[36]研究了 Arkadolith 改良剂对沙土肥力的影响,发现沙土土壤有机质较对照试验增加了 32.1%~92.9%,全氮含量增加了 50%~135.7%,速效氮则增加了 1.04~3.57 倍,速效磷增加了 0.65~2.08 倍,改良剂对土壤肥力的影响效果十分显著。腐殖酸对土壤肥力的影响也十分显著,可以有效增加土壤中有机质、速效氮和速效磷以及饱和持水量等指标[37]。傅秋华等人[34]研究发现施用了竹炭土壤改良剂后,可以增加土壤中速效钾、交换性钙、水解氮和有效磷的含量,并且随着竹炭施用量的增加,土壤速效钾含量随之增加。有研究表明,在施用康乐改良剂后,土壤中有机质、全氮、速效磷、速效氮等含量分别增加了 0.26%~0.52%,0.06%~0.21%,1.6~6.0 倍,1.5~2.6 倍,效果显著[38]。针对甘肃河西内陆灌区因长期施用化肥引起的土壤板结、有机质含量降低、土壤贮水能力弱以及作物产量低等问题,张春梅等人[39]采用正交试验方法,研究了有机营养土改良剂对灌漠土理化性质的影响,发现有机营养土改良剂施用量与灌漠土孔隙度、持水量、有机质、速效养分、饲用高粱农艺性状、经济性状和产量呈显著的正相关关系。

3. 研究展望

目前全国特别是陕西存在大量的空心村,其废弃宅基地可复垦为耕地。针对农村废弃宅基地复垦为耕地所表现的土壤质量不高、可耕性差等一系列问题,对复垦宅基地土壤进行快速培育改良,提高土壤质量,以期能解决我国人多地少的国情现状,这对保障我国粮食安全和耕地质量显得尤为重要。现有的研究侧重于改良剂对一般性土壤理化性状的研究,对于复垦宅基地的土壤化学、物理结构以及作物生长状况和产量的研究较少。将来应该在研究改良剂对宅基地复垦耕地土壤性状影响的基础上,重点研究改良后的土壤对土壤结构和作物生长状况的研究,对维护国家耕地保障和粮食安全具有更重要的意义。

参考文献

- [1] 陈子超. 浅析农村宅基地闲置现象及对策[J]. 科技创新导报, 2015, 12(12): 196-196.
- [2] 徐玲, 肖双喜. 远郊农村宅基地闲置原因与对策研究[J]. 沈阳农业大学学报(社会科学版), 2016, 18(5): 521-525.
- [3] 李君, 李小建. 河南中收入丘陵区村庄空心化微观分析[J]. 中国人口, 环境资源, 2008, 18(1): 170-175.
- [4] 宋香. “空心村”形成的原因及治理对策[J]. 现代农业科技, 2009(17): 397-398.
- [5] 郑红丽. 农村宅基地复垦土壤理化性质及耕作适宜性评价: 以九龙坡与大足区为例[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆师范大学, 2014.
- [6] 樊文华, 白中科, 李慧峰, 乔俊耀, 许建伟. 不同复垦模式及复垦年限对土壤微生物的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(2): 330-336.
- [7] 钱奎梅, 王丽萍, 李江. 矿区复垦土壤的微生物活性变化[J]. 生态与农村环境学报, 2011, 27(6): 59-63.

- [8] 陈倩, 刘善江, 白杨, 李亚星, 郇春花, 张强. 山西矿区复垦土壤中解磷细菌的筛选及鉴定[J]. 植物营养与肥料学报, 2014(6): 1505-1516.
- [9] 雷振东. 乡村聚落空废化概念及量化分析模型[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2002, 32(4): 421-424.
- [10] 冯文勇, 陈新莓. 晋中平原地区农村聚落扩展分析[J]. 人文地理, 2003, 18(6): 93-96.
- [11] 朱晓华, 陈秋分, 刘彦随, 张济, 李亚云, 王晶晶. 空心村土地整治潜力调查与评价技术方法——以山东省禹城市为例[J]. 地理学报, 2010, 65(6): 736-744.
- [12] 姜海燕. 土壤改良剂在农业生产中的应用[J]. 现代化农业, 2011(6): 17-19.
- [13] 陈义群, 董元华. 土壤改良剂的研究与应用进展[J]. 生态环境学报, 2008, 17(3): 1282-1289.
- [14] 王文婷, 王云海. 膨润土改良土壤技术的研究进展[J]. 环境科技, 2011, 24(1): 66-68.
- [15] 李吉进, 徐秋明, 张宜霞, 倪小会, 侯满平. 膨润土对土壤水分和玉米植株生育性状的影响[J]. 农业新技术, 2001, 19(6): 18-20.
- [16] 员学锋, 汪有科, 吴普特, 冯浩. PAM 对土壤物理性状影响的试验研究及机理分析[J]. 水土保持学报, 2005, 19(2): 37-40.
- [17] 龙明杰, 曾繁森. 高聚物土壤改良剂的研究进展[J]. 土壤通报, 2000, 31(5): 199-202, 223.
- [18] 龙明杰, 张宏伟, 曾繁森. 高聚物土壤结构改良剂的研究 I. 淀粉接枝共聚物改良赤红壤的研究[J]. 土壤学报, 2001, 38(4): 584-589.
- [19] 周继, 陈晓燕, 谢德体, 何丙辉, 魏世强. 土壤改良剂聚丙烯酰胺对紫色土物理性质及其空间变异的影响[J]. 水土保持学报, 2009, 23(6): 171-177.
- [20] 张燕, 冯浩, 吴普特, 汪有科, 杜健, 赵西宁. 新型土壤改良剂对夏玉米生理生长特性的影响[J]. 灌溉排水学报, 2008(5): 110-112.
- [21] Choudhary, M.I., Shalaby, A.A. and Al-Omran, A.M. (1995) Water Holding Capacity and Evaporation of Calcareous Soils as Affected by Four Synthetic Polymers. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **26**, 2205-2215. <https://doi.org/10.1080/00103629509369440>
- [22] 庄文化, 吴普特, 冯浩, 徐福利, 李卓, 宁荣昌. 聚丙烯酸钠对 3 种土壤持水能力及作物产量的影响[J]. 水土保持学报, 2008, 22(4): 153-157.
- [23] 马军勇, 吴普特, 冯浩, 王百群, 杜红霞. 土壤改良剂节水增产效应的田间试验研究[J]. 水土保持通报, 2009, 29(4): 72-75.
- [24] 王久志, 巫东堂. 土壤结构改良剂覆盖改土作用的研究[J]. 干旱地区农业研究, 1991(2): 48-55.
- [25] Busscher, W.J., Novak, J.M. and Caesar-Tonthat, T.C. (2007) Organic Matter and Polyacrylamide Amendment of Norfolk Loamy Sand. *Soil and Tillage Research*, **93**, 171-178. <https://doi.org/10.1016/j.still.2006.03.023>
- [26] 张宏伟, 龙明杰. 腐植酸接枝共聚物对土壤物理性能的影响研究初报[J]. 广东农业科学, 2001(1): 33-35.
- [27] Seybold, C.A. (1994) Polyacrylamide Review: Soil Conditioning and Environmental Fate. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **25**, 2171-2185. <https://doi.org/10.1080/00103629409369180>
- [28] 韩凤朋, 郑纪勇, 李占斌, 张兴昌. PAM 对土壤物理性状以及水分分布的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(4): 70-74.
- [29] 刘文祥, 李勇, 于寒青. 草灌植被恢复提高坡地土壤水稳性团聚体和碳、氮含量的有效性: 退耕年限的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2016, 22(1): 164-170.
- [30] 刘左军, 陈正宏, 袁惠君, 刘晓风, 郝远. 凹凸棒石粘土对土壤团粒结构及小麦生长的影响[J]. 土壤通报, 2010, 41(1): 142-144.
- [31] Oades, J.M. (1984) Soil Organic Matter and Structural Stability: Mechanisms and Implications for Management. *Plant and Soil*, **76**, 319-337. https://doi.org/10.1007/978-94-009-6101-2_28
- [32] 曾觉廷, 陈萌. 三种土壤改良剂对紫色土结构孔隙状况影响的研究[J]. 土壤通报, 1993(6): 250-252.
- [33] Zhang, X.C. and Miller, W.P. (1996) Polyacrylamide Effect on Infiltration and Erosion in Furrows. *Soil Science Society of America Journal*, **60**, 866-872. <https://doi.org/10.2136/sssaj1996.03615995006000030027x>
- [34] 冯瑞云, 王慧杰, 郭峰, 闫贵云, 车丽, 古晓红. 秸秆型土壤改良剂对土壤结构和水分特征的影响[J]. 灌溉排水学报, 2015, 34(9): 44-48.
- [35] 张宾宾, 郭建斌, 蒋坤云, 贾子利, 吴玉晴. Arkadolith 土壤改良剂对杨柴生长状况及沙土改良效果研究[J]. 水土保持通报, 2011, 31(4): 190-194.

-
- [36] 邢尚军, 刘方春, 杜振宇, 马海林, 马丙尧, 段春华. 腐殖酸肥料对杨树生长及土壤性质的影响[J]. 腐植酸, 2012(2): 43-43.
- [37] 张文标, 傅秋华, 钟泰林, 张宏, 蒋文伟. 竹炭对土壤性质和高羊茅生长的影响[J]. 浙江林学院学报, 2004, 21(2): 159-163.
- [38] 高永恒, 孙吉雄, 王有国, 魏龙. 土壤改良剂对草坪床理化性质的影响[J]. 草原与草坪, 2004(2): 34-36.
- [39] 张春梅, 闫治斌, 王学, 闫富海, 秦嘉海, 程红玉, 肖占文. 有机营养土壤改良剂对河西灌漠土壤理化性质和饲用高粱种植效益的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2017, 35(3): 260-265.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: hjas@hanspub.org