

# 空心村整治不同还田材料对冬小麦 越冬前土壤水分的影响

张露, 韩霁昌, 魏静

(陕西省土地工程建设集团 陕西地建土地工程技术研究院 国土资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 西安 710075)

**摘要:**在进行空心村整治复垦的同时,需添加适当的材料来提高其可耕性,通过研究不同还田材料在冬小麦越冬前的土壤水分含量及剖面储水状况,来选择保水性较好的材料进行空心村整治还田。采用烘干法,分别在无还田材料,有机肥(鸡粪)还田,粉煤灰还田,有机肥+粉煤灰还田四种处理下,在冬小麦的出苗期、三叶期和分蘖期测定土壤剖面105 cm内水分含量,每15 cm测定一次,并计算各个生育期的土壤储水量。结果表明:用不同材料进行空心村整治还田的土壤水分含量不同,在冬小麦越冬前,用有机肥加粉煤灰还田后土壤0—105 cm剖面各土层平均含水量为18.69%,比单独用有机肥还田高出1.72%,比单独用粉煤灰还田高出1.07%,比无还田材料高出2.84%。土壤剖面储水量也以使用有机肥加粉煤灰还田后的为最大,为239.01 mm,高于单独用有机肥的18.17 mm,高于单独用粉煤灰还田处理的18.92 mm,高于无还田材料的26.05 mm。因此,在对空心村进行整治复垦为耕地时,就水分利用及储水保水性而言,用有机肥加粉煤灰进行空心村整治还田处理时土壤水分状况最佳。

**关键词:**空心村;复垦;还田材料;含水量;储水量

**中图分类号:**F323.24;S152.7<sup>+</sup>1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2017)04-0123-04

## Effects of Different Added Materials on Soil Moisture of the Winter Wheat Field in the Reclaimed Vacancy Village Before Winter

ZHANG Lu, HAN Jichang, WEI Jing

(Shaanxi Land Construction Group, Shaanxi LCG Land Project Technology Institute, Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering the ministry of Land and Resources of China, Xi'an 710075, China)

**Abstract:** With vacancy village reclamation, appropriate materials were used to improve the arability of cultivated land. The soil moisture content and water storage in the winter wheat fields with different added materials before winter were examined in order to choose better water-retaining property materials which can be applied to return to farmland in vacancy village reclamation. Under the four kinds of treatments of no returning material, organic fertilizer (fowl manure), fly ash and organic manure with fly ash, moisture contents were measured within 105 cm of soil profile using drying method during seedling, trefoil and tiller of winter wheat, which was measured in interval of 15 cm soil layer, and soil water storage in each growth period of winter wheat was calculated. The results showed that soil moisture content was different with different returning materials which were applied to vacancy village reclamation. Before overwintering of winter wheat, the average soil water content was 18.69% in each soil layer in 0—105 cm soil profile after the use of organic fertilizer with fly ash returning, which was higher than the single use of organic fertilizer (1.72%), fly ash (1.07%) and no returning material (2.84%), and water storage capacity of soil profile was also the largest that was 239.01 mm because organic fertilizer with fly ash was added to arable land of vacancy village reclamation, which was higher than the separate use of organic fertilizer (18.17 mm), fly ash (18.92 mm), no returning material (26.05 mm). Therefore, when vacancy villages are reclaimed as arable land, returning organic fertilizer with fly ash into the land in vacancy village reclamation is the best among the four kinds of treatments with respect to water use and water-retaining property, and the soil moisture condition.

收稿日期:2016-07-27

修回日期:2016-08-07

资助项目:国家科技支撑计划“山地丘陵区空心村整治关键技术集成示范”(2014BAL01B03)

第一作者:张露(1987—),女,四川南部人,博士研究生,主要研究土壤物理及其改良。E-mail:luluqiaofeng@126.com

通信作者:韩霁昌(1968—),男,陕西渭南人,研究员,博士,主要研究土地工程及土地资源利用。E-mail:295120895@qq.com

**Keywords:** vacancy village; reclamation; field material; moisture conetnet; water storage

在近三十年来,随着我国农村社会经济的快速发展,农村人口走向城市<sup>[1-4]</sup>,出现了大量闲置和废弃的宅基地,使有房不去住,有地不能耕,造成土地资源严重的破坏与浪费<sup>[5]</sup>。早在 90 年代,针对我国农村发展的实际,有学者研究了典型废弃村庄的成因并研究探讨了相关解决方案<sup>[6-8]</sup>,2004 年,国家针对日益严重的农村“空心化”问题,先后出台了整治空心村的政策<sup>[9]</sup>,加大力度提高土地利用效率,促进乡村土地重构<sup>[10-15]</sup>。近些年来,我国空心村整治呈现一定的模式,如“土地复垦”、“旧村改造”、“迁村并乡”等<sup>[16-20]</sup>。目前对材料还田的研究多集中在矿区复垦再造<sup>[21-23]</sup>,对不同还田材料应用于宅基地复垦后的土地质量问题,特别是复垦为耕地后的宜耕性研究国内外还暂未涉及。如何快速提高土壤质量也是空心村整治急需破解的关键问题,本文以陕西省山地丘陵区空心村整治为例,研究不同还田材料对宅基地复垦后土壤水分的影响,为提高复垦耕地质量提供依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 空心村整治复垦方式

本研究空心村土地整治项目区在澄城县,包括对全县已无人居住的废弃宅基地进行复垦耕地整治,其主要工程包括房屋开挖、墙体推到、土地平整、还田设计、农田水利等工程,其中,重点为土地平整工程,在这里我们主要研究还田材料的选择及应用上。平整还田后需对每个地块进行翻松灌溉,并采用平衡施肥法对复垦地块进行统一施肥。

### 1.2 试验小区设计

试验小区建在陕西地建土地工程技术研究院室外试验小区内,位于富平县。空心村整治还田材料试验小区平面设计见图 1,自南向北采用“一”字型分布,面积为 2 m×2 m,采用澄城县废弃宅基地的生土(老墙土+碎瓦砾)进行填充,其中老墙土先尽量打碎土坯,在施用前几天泼水湿透,等土坯酥松后,再进行填充。试验采用单因素随机区组试验设计,设 4 个处理(表 1),处理 I 无还田材料,处理 II 采用有机肥鸡粪还田,鸡粪用前需堆腐,处理 III 采用粉煤灰还田,处理 IV 采用有机肥加粉煤灰还田。还田深度均为 30 cm,与生土拌均填充。各材料还田量及测定各试验小区容重见表 1。在种植冬小麦 5 d 前对各个试验小区等量均匀撒施生物菌肥,然后充分旋耕,在种植前一天,各个试验小区等量均匀撒施复合肥,再进行旋耕,然后各处理均需灌溉底墒水,灌水方法采用管灌,

并用水表计量统一均衡对四块试验小区进行灌溉,且要灌均灌透,灌水定额均为 0.1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>。在冬小麦越冬前,需要灌溉冬水,有利于麦苗生长和安全越冬,冬水的灌溉量不宜过大,一般为 0.075 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>。从冬小麦种植到越冬前,期间有多次降水,但并未影响到小麦的生长。各处理的冬小麦种植密度均为 300 穗/m<sup>2</sup>。

在每个试验小区按照 S 形随机采点 5 个,作为重复,每隔 15 cm 土层,用取土钻(长 150 cm,钻头直径 6 cm)采集 0—105 cm 土样测定含水量,每个月监测一次,在冬小麦越冬前共测 3 次(出苗期,三叶期和分蘖期各测一次)。

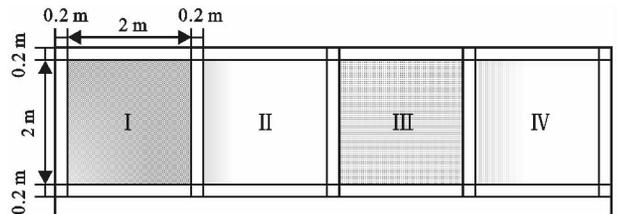


图 1 试验小区平面设计图

表 1 试验设计处理方案及容重值

处理	还田材料	还田量/kg	容重/(g·cm <sup>-3</sup> )
I	无还田材料	—	1.28
II	有机肥(鸡粪)	134.8	1.24
III	粉煤灰	90	1.19
IV	有机肥+粉煤灰	67.4+45	1.22

### 1.3 测定方法

土壤含水量采用烘干法测定,即在田间用土钻直接取样于已经称重过的铝盒中,迅速带回实验室用百分之一天平称重,而后放入烘箱在 105℃ 中烘干 24 h,再称重用公式 1 计算含水量。

$$\theta_m = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m} \times 100\% \quad (1)$$

式中: $\theta_m$  是土壤质量含水量(%); $m_1$  是铝盒加湿土总重(g); $m_2$  是铝盒加烘干土总重(g); $m$  是铝盒重量(g)。

各土层储水量的计算见公式 2。

$$TSW = \theta_m \times \rho_b \times H \times 10 \quad (2)$$

式中:TSW 是土壤储水量(mm); $\theta_m$  是土壤质量含水量(%); $\rho_b$  是每层土壤的容重值(g/cm<sup>3</sup>); $H$  是土壤厚度(cm)。

利用 DPS 7.05 软件,运用 Duncan 新复极差法对数据进行统计分析<sup>[24]</sup>,并采用 Sigma Plot 12.0 绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤剖面含水量动态变化

从表 2 可以看出,从冬小麦播种后到越冬前 3 个月

时间里,均是表层土壤水分大于底层的,各处理下含水量大小基本呈现处理I<II<III<IV,出苗期,各土层土壤含水量在四种处理下差异性不明显;三叶期,土层30—45 cm土壤含水量在处理I与处理IV下 Duncan 新复极差法( $p<0.05$ )水平上到显著性差异,土层45—60 cm土壤含水量在处理I与处理IV下 Duncan 新复极差法( $p<0.05$ )水平上到显著性差异;分蘖期,土层30—45 cm土壤含水量在处理I和II与处理IV在 Duncan 新复极差法( $p<0.05$ )水平上到显著性差异。从整体0—105 cm土壤剖面上看,呈现冬小麦刚播种上的十月底土壤水分含量低于11月底及12月底的。

出苗期,随着土层加深,土壤剖面含水量在四种处理下基本呈现先减小后增大再稳定的变化趋势,处理I的变化幅度为4.69%,处理II为3.73%,处理III为3.77%,处理IV为4.73%。四种处理下的各土层水分含量在 Duncan 新复极差法( $p<0.05$ )水平上差异性均不显著。三叶期,随着土层加深,土壤剖面含水量在四种处理下基本呈现表层0—30 cm较稳定,之后迅速减小的趋势,只有处理IV在下层90—105 cm处含水量出现了稳定状态,处理I的变化幅度为15.53%,处理II为17.64%,处理III为15.54%,处理IV为14.49%。处理I,II和III中,土壤表层0—30

cm水分含量和其余各土层的在 Duncan 新复极差法( $p<0.05$ )水平上到显著性差异;处理II和III中,土层30—45 cm水分含量和土层60—105 cm的,土层90—105 cm水分含量和其余各土层的在 Duncan 新复极差法( $p<0.05$ )水平上到显著性差异;处理IV中,土层0—30 cm的水分含量和土层60—105 cm的,土层30—75 cm水分含量和土层75—105 cm的在 Duncan 新复极差法( $p<0.05$ )水平上到显著性差异。分蘖期,随着土层加深,处理I,II和IV土壤剖面含水量均呈现“减小—增大”波形变化趋势,其中处理I的变化幅度为10.64%,处理II的变化幅度为9.93%,处理IV的变化幅度为5.76%,处理III整体呈现减小的趋势,变化幅度为7.71%。处理I和II中,表层0—15 cm土层含水量与30—105 cm各土层的在 Duncan 新复极差法( $p<0.05$ )水平上到显著性差异,其中处理I中,15—30 cm土层含水量与75—105 cm各土层的在 Duncan 新复极差法( $p<0.05$ )水平上到显著性差异;处理III中,表层0—30 cm土层含水量与60—105 cm各土层的在 Duncan 新复极差法( $p<0.05$ )水平上到显著性差异;处理IV中,表层0—15 cm土层含水量与下层90—105 cm土层的在 Duncan 新复极差法( $p<0.05$ )水平上到显著性差异。

表2 冬小麦越冬前各生育期在不同还田材料下各土层含水量

生育期	处理	0—15 cm	15—30 cm	30—45 cm	45—60 cm	60—75 cm	75—90 cm	90—105 cm
出苗期	I	16.00±2.31Aa	13.18±2.87Aa	11.44±2.09Aa	12.49±3.08Aa	12.01±2.99Aa	11.44±3.04Aa	11.30±2.69Aa
	II	14.96±2.60Aa	12.21±2.81Aa	11.70±2.77Aa	12.52±1.95Aa	12.61±2.10Aa	11.50±2.80Aa	11.23±2.81Aa
	III	14.99±3.62Aa	12.21±2.52Aa	11.77±2.48Aa	12.77±2.73Aa	12.82±2.07Aa	12.44±2.99Aa	11.22±2.86Aa
	IV	17.44±1.75Aa	15.08±2.29Aa	13.75±2.94Aa	13.38±3.11Aa	12.72±2.24Aa	13.35±3.02Aa	12.82±1.34Aa
三叶期	I	27.95±2.62Aa	27.72±3.73Aa	17.26±3.17Bb	15.42±3.35Bb	12.91±2.73Bb	12.86±2.78Ab	12.41±2.70Ab
	II	28.43±2.36Aa	28.74±3.34Aa	21.39±3.60ABb	16.99±3.08Bbc	13.53±3.03Bed	11.10±3.13Ad	11.83±2.40Acd
	III	28.82±1.97Aa	27.99±2.85Aa	22.95±2.34ABb	19.32±2.95ABbc	16.86±2.94ABcd	16.43±3.29Acd	13.28±3.13Ad
	IV	27.60±4.40Aa	26.68±4.55Aa	24.85±3.12Aab	23.06±2.38Aab	19.81±3.63Ab	13.65±2.83Ac	13.11±2.52Ac
分蘖期	I	24.15±3.03Aa	20.12±1.83Aab	13.51±3.03Bc	14.64±3.79Abc	16.24±3.29Abc	15.49±3.01Abc	14.20±2.61Ac
	II	26.42±3.00Aa	21.92±3.94Aab	17.94±3.61ABb	18.87±3.01Ab	17.18±3.16Ab	18.66±0.77Ab	16.48±3.09Ab
	III	22.32±2.92Aa	22.89±2.52Aa	21.61±2.44Aab	20.24±3.61Aabc	17.13±2.10Abcd	16.66±2.49Acd	15.18±1.49Ad
	IV	23.97±2.70Aa	22.32±3.09Aab	20.55±4.03Aab	21.27±3.28Aab	20.57±2.69Aab	18.20±3.08Aab	18.20±2.57Ab

注:数据后不同大写字母代表不同处理差异显著性,不同小写字母代表不同土层差异显著性。

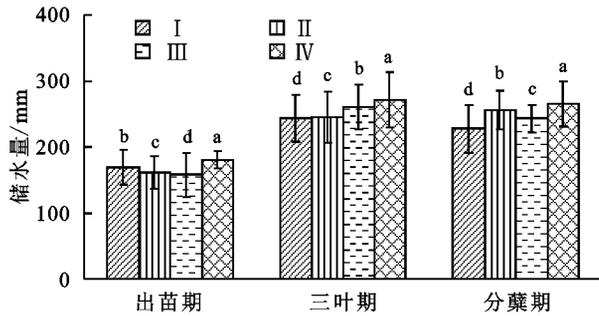
## 2.2 还田材料对土壤储水量的影响

由图2可以看出,在土壤0—105 cm剖面内,处理I下,三叶期的储水量最高,为242.94 mm,高于出苗期74.24 mm,高于分蘖期15.68 mm;处理II下,分蘖期的储水量最高,为255.68 mm,高于出苗期94.37 mm,高于三叶期10.15 mm;处理III下,三叶期的储水量最高,为259.99 mm,高于出苗期102.51 mm,高于分蘖期17.17 mm;处理IV下,三叶期储水量最高,为271.83 mm,高于出苗期91.76 mm,高于分蘖期6.68 mm。

经各种材料还田理后,在冬小麦越冬前各生育期,

均是处理IV的储水量高于其他处理的。在出苗期,土壤剖面0—105 cm经IV处理后的储水量最高,高于处理III 22.59 mm,高于处理II 18.76 mm,高于处理I 11.37 mm,且各处理间在 Duncan 新复极差法( $p<0.05$ )水平上到显著性差异;在三叶期,土壤剖面0—105 cm经IV处理后的储水量最高,高于处理I 28.89 mm,高于处理II 26.30 mm,高于处理III 11.84 mm,且各处理间在 Duncan 新复极差法( $p<0.05$ )水平上到显著性差异;在分蘖期,土壤剖面0—105 cm经IV处理后的储水量最高,高于处理I 37.89 mm,高于处理III 22.33 mm,高于处理II

9.47 mm,且各处理间在 Duncan 新复极差法( $p < 0.05$ )水平上到显著性差异。



注:不同小写字母代表 Duncan( $p < 0.05$ )不同处理差异显著性。

图2 冬小麦越冬前各生育期在不同还田材料下土壤0—105 cm 储水量

### 3 讨论

宅基地复垦是指依据土地利用总体规划、土地整理复垦开发规划,对依法取得的利用效益不高或废(放)弃的宅基地,复垦为耕地的行为<sup>[25]</sup>。农村建设用地(宅基地)复垦是陕西省农村土地制度改革,实现建设用地与农业用地占补平衡的重大创新。然而,在大规模人工造地过程中,如何使生土复垦在当年见效,本研究所采用的生土主要是从废弃宅基地剥离的老墙土及一些碎瓦砾等,老墙土是旧屋墙、围栏墙等墙土,墙土本就含有一些难溶性的磷钾等,经长期日晒雨淋,通过理化作用,便转化为易溶性的速效养分。生土与作物在人工造地上如何互动互作使无机生土变为有生机的耕作土壤,首先就需要研究土壤水分问题,不同的还田材料对土壤水分的影响是不同的。

目前,关于还田方面的研究多为秸秆还田,有研究者指出秸秆还田能较好地地蓄土壤水分,并增加作物产量<sup>[26-31]</sup>。本研究创新性的采用有机肥(鸡粪)、粉煤灰和有机肥加上粉煤灰作为空心村整治复垦的还田材料,粉煤灰在农业上的利用早有研究,如改良土壤质地,降低黏粒含量及容重,保温保墒,增加微量元素等<sup>[32]</sup>,但需要指出一点,粉煤灰在农用投资上虽然成本较低,但粉煤灰中有害物质对土壤和作物生长是不利的,因此,如何将粉煤灰合理应用于农业上,有待进一步研究。本研究结果指出在冬小麦越冬前,就土壤保水持水性而言,添加有机肥加粉煤灰于生土后,效果最佳,三叶期剖面含水量和储水量高于出苗期是因为三叶期的降水较出苗期多,分蘖期剖面含水量和储水量高于出苗期是因为在分蘖期灌溉冬水所致。较高的储水量也为翌年小麦的生长提供水分支持,但本研究只是对冬小麦在越冬前的水分状况进行分析,在后续研究中应该继续观测冬小麦越冬后整个生育期的水分状况,并对空心村复垦还田后的养分情况进一步研究。

### 4 结论

农村废弃宅基地整治复垦后,用不同材料进行还田处理,种植冬小麦,在其越冬前,用有机肥加粉煤灰还田后的土壤0—105 cm剖面各土层平均含水量为18.69%,高于单独用有机肥的1.72%,高于单独用粉煤灰还田处理的1.07%,高于无还田材料的2.84%。土壤剖面储水量也以使用有机肥加粉煤灰还田后的为最大,为239.01 mm,高于单独用有机肥的18.17 mm,高于单独用粉煤灰还田处理的18.92 mm,高于无还田材料的26.05%。在对空心村进行整治复垦为耕地时,就水分利用及储水保水性而言,用有机肥加粉煤灰进行空心村整治还田处理的效果为最佳。

#### 参考文献:

- [1] Xu W, Tan K C. Reform and the process of economic restructuring in rural China: A case study of Yuhang, Zhejiang [J]. *Journal of Rural Studies*, 2001, 11: 165-181.
- [2] Shen X P, Ma Laurence J C. Privatization of rural industry and de facto urbanization from below in southern Jiangsu, China [J]. *Geoforum*, 2005, 36: 761-777.
- [3] 刘彦随. 中国东部沿海地区乡村转型发展与新农村建设 [J]. *地理学报*, 2007, 62(6): 563-570.
- [4] 张富刚, 刘彦随. 中国区域农村发展动力机制及其发展模式 [J]. *地理学报*, 2008, 63(2): 115-122.
- [5] 刘彦随, 刘玉, 翟荣新. 中国农村空心化的地理学研究及整治实践 [J]. *地理学报*, 2009, 64(10): 1193-1202.
- [6] 肖文韬, 宋小敏. 论空心村成因及对策 [J]. *农业经济*, 1999(9): 16-17.
- [7] 程连生, 冯文勇, 蒋立宏. 太原盆地东南部农村聚落空心化机理分析 [J]. *地理学报*, 2001, 56(4): 437-446.
- [8] 王海兰. 农村“空心村”形成原因及解决对策探析 [J]. *农村经济*, 2005(9): 21-22.
- [9] 陈玉福, 孙虎, 刘彦随. 中国典型农区空心村综合整治模式 [J]. *地理学报*, 2010, 65(6): 727-735.
- [10] Liu Y S, Wang L J, Long H L. Spatio-temporal analysis of land-use conversion in the eastern coastal China during 1996—2005 [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2008, 18(3): 274-282.
- [11] Long H L, Liu Y S, Wu X Q, et al. Spatio-temporal dynamic patterns of farmland and rural settlements in Su-Xi-Chang region: Implications for building a new countryside in coastal China [J]. *Land Use Policy*, 2009, 26(2): 322-222.
- [12] 张要杰. 要素重组与整合: 新农村建设的關鍵 [J]. *农村经济*, 2006(10): 37-40.
- [13] 刘彦随. 中国新农村建设创新理念与模式研究进展 [J]. *地理研究*, 2008, 27(2): 479-480.

主要诱因。另外,在影响土壤侵蚀的地形地貌因子中,地形起伏度也只是影响因素之一,地表粗糙度、沟壑密度、地表切割深度等也会严重影响土壤的侵蚀情况。总的来说,区域土壤侵蚀是众多自然因素与人文因素共同作用的结果。本研究中,罗甸县的地形起伏度与土壤侵蚀量的相关系数为 0.469 2,与土壤侵蚀模数的相关系数为 0.519 1。由此可以看出,土壤侵蚀模数更能表征与该研究区地表状况间的关系,拟合方程为  $y=0.0003x^2-0.2143x+207.04$ 。

### 3 结论

本文在 3S 技术的支持下,确定了罗甸县基于 DEM(空间分辨率为 30 m×30 m)提取地形起伏度的最佳分析窗口为 32×32,最佳统计面积为 0.921 6 km<sup>2</sup>,实证了均值变点分析方法提取地形最佳分析窗口的可行性。相关性研究表明,研究区地形起伏度与区域土壤侵蚀大致呈正相关关系,相关系数为 0.519 1,充分说明了作为宏观地形因子之一的地形起伏度是区域土壤侵蚀的主导因素之一。在制定相应的区域

土壤侵蚀恢复及治理措施时,充分考虑地形地貌的影响,因地制宜、有针对性的措施是十分必要的。

#### 参考文献:

- [1] 刘训美. 基于县域尺度重庆市地表起伏度的计算及其与滑坡灾害频次的空间耦合关系研究[D]. 重庆:重庆师范大学,2014.
- [2] 王靖滢. 地表起伏度与区域水土流失的相关性分析[D]. 重庆:重庆师范大学,2014.
- [3] 王让虎,张树文,蒲罗曼,等. 基于 ASTER GDEM 和均值变点分析的中国东北地形起伏度研究[J]. 干旱区资源与环境,2016,30(6):49-54.
- [4] 常直杨,王建,白世彪,等. 均值变点分析法在最佳集水面积阈值确定中的应用[J]. 南京师大学报:自然科学版,2014,37(1):147-150.
- [5] 涂汉明,刘振东. 中国地势起伏度最佳统计单元的求证[J]. 湖北大学学报:自然科学版,1990,12(3):266-271.
- [6] 杨勤科,赵牡丹,刘咏梅,等. DEM 与区域土壤侵蚀地形因子研究[J]. 地理信息世界,2009,7(1):25-31.
- [7] 贾坤,姚云军,魏香琴,等. 植被覆盖度遥感估算研究进展[J]. 地球科学进展,2013,28(7):774-782.

(上接第 126 页)

- [14] 张富刚,刘彦随,张漾文. 东部沿海地区农村发展功能定位与生产要素整合模式探讨[J]. 农业现代化研究,2009,30(1):1-5.
- [15] 龙花楼,李裕瑞,刘彦随. 中国空心化村庄演化特征及其动力机制[J]. 地理学报,2009,64(10):1203-1213.
- [16] 张军英. 空心村改造的规划设计探索:以安徽省巢湖地区空心村改造为例[J]. 建筑学报,1999(6):12-15.
- [17] 刘洪彪,甘辉. 新农村建设中“空心村”的整治[J]. 农业现代化研究,2007,28(5):586-588.
- [18] 袁可林. 中原兴起“空心村”治理热[J]. 河南国土资源,2004,(10):4-6.
- [19] 褚燕. 枣庄市峰城区“空心村”治理的做法[J]. 山东国土资源,2008,24(2):48,50.
- [20] 朱晓华,陈秧分,刘彦随,等. 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.
- [21] 刘景双,王金达,张学林,等. 煤矿塌陷地复垦还田生态重建研究:以抚顺煤矿为例[J]. 地理科学,2000,20(2):189-192.
- [22] 郭道宇,张金屯,宫辉力,等. 安太堡矿区复垦地植被恢复过程多样性变化[J]. 生态学报,2005,25(4):763-770.
- [23] 陈涛. 磷矿渣覆土还田利用可行性研究[D]. 武汉:华中农业大学,2007.
- [24] 唐启义,冯明光. DPS 数据处理系统:试验设计、统计分析及数据[M]. 北京:科学出版社,2007.
- [25] 黄耀华,王侃,苏婷婷,等. 重庆农村土墙型复垦宅基地土壤肥力特征及改造利用研究[J]. 西南大学学报:自然科学版,2015,37(1):33-39.
- [26] 路文涛,贾志宽,高飞,等. 秸秆还田对宁南旱作农田土壤水分及作物生产力的影响[J]. 农业环境科学学报,2011,30(1):93-99.
- [27] 马晓丽,贾志宽,肖恩时,等. 渭北旱塬秸秆还田对土壤水分及作物水分利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究,2010,28(5):59-64.
- [28] 吕美蓉,李增嘉,张涛,等. 少免耕与秸秆还田对极端土壤水分及冬小麦产量的影响[J]. 农业工程学报,2010,26(1):41-46.
- [29] 王燕培,柴守玺,陈玉章,等. 不同秸秆还田处理对旱地冬小麦土壤水分的影响[J]. 水土保持研究,2014,21(6):164-170.
- [30] 周怀平,解文艳,关春林,等. 长期秸秆还田对旱地玉米产量、效益及水分利用的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2013,19(2):321-330.
- [31] 余坤,冯浩,赵英,等. 氮化秸秆还田加快秸秆分解提高冬小麦产量和水分利用效率[J]. 农业工程学报,2015,31(19):103-111.
- [32] 王茂林,李成英. 粉煤灰在农业方面的利用[J]. 粉煤灰综合利用,1997(3):48-50.