

# 新疆莎车县土地整治项目碳效益研究

盛羊羊, 刘新平\*, 张斯奇

(新疆农业大学, 乌鲁木齐 830052)

**摘要:** 本文将新疆莎车县土地整治项目作为研究对象, 以土地整治过程中工程措施、土地利用结构和农田管护系统三个方面的碳效应为基础测算碳效益。结果表明: (1) 土地整治后, 项目区碳输入 89 444.80 t, 碳输出 72 085.35 t, 净碳汇为 17 359.45 t。(2) 工程措施中灌溉排水工程碳效益最低; 土地利用结构中居民点及工矿用地和耕地面积矢量变化的差异分别形成最小贡献率-581.41%, 最大贡献率 448.59%; 农田管护系统中生态效率、经济效率、生产效率分别是 4.75 t/tC、1.29 t/tC、5.55 t/tC。

**关键词:** 土地整治; 碳效应; 碳效益; 新疆莎车县

中图分类号: F301.2; X24

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2020)01-0119-05

## Studies on Carbon Benefit of Land Improvement Project in Shache County of Xinjiang

SHENG Yangyang, LIU Xinping\*, ZHANG Siqi

(Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

**Abstract:** In this paper, the land improvement project of Shache County of Xinjiang was taken as the research object, and the carbon effect was calculated based on the carbon effects of engineering measures, land use structure and farmland management and protection system in the process of land remediation. The results showed that: (1) After the land was rectified, the carbon input in the project area was 894.444 80 million tons, the carbon output was 72 085.35 t, and the net carbon sink was 17 359.45 t. (2) The carbon benefit of irrigation and drainage engineering was the lowest in engineering measures; the difference of residential area, industrial and mining land and cultivated land vector change in land use structure respectively forms the minimum contribution rate -581.41%, the maximum contribution rate was 448.59%; the ecology of farmland management and protection system efficiency, economic efficiency, and production efficiency were 4.75 t/tC, 1.29 t/tC, and 5.55 t/tC, respectively.

**Key words:** Land consolidation; Carbon effect; Carbon benefit; Shache County of Xinjiang

土地利用变化是仅次于化石能源燃烧的第二大温室气体排放源<sup>[1-2]</sup>。土地整治作为典型的土地利用活动联系着人类系统和自然系统, 大规模工程施工不仅会对项目区生态系统产生直接影响, 而且物料投入和能源消耗会打破地区碳库平衡<sup>[3]</sup>。土地整治项目碳效应研究, 部分学者从土壤碳含量变化<sup>[4]</sup>、工程措施中能源消耗碳排放<sup>[5]</sup>、碳量损失与生态补偿<sup>[6]</sup>等视角进行了初步探索。但是土地整治项目综合了项目区生态系统和社会

系统、土地利用结构变化、工程措施的扰动等多种因素, 对碳库储量的影响极为复杂, 从单一的视角研究无法综合反映对于碳库平衡的影响过程<sup>[7]</sup>。碳效益研究, 只有少数学者从农田生态系统中的生产效率、经济效率和生态效率<sup>[8]</sup>以及工程措施中投资额与碳排放关系<sup>[9]</sup>的角度进行分析, 而从土地利用结构碳效益、项目投资总额与碳排放量之间均衡关系界定的角度分析极少。本文从工程措施、土地利用结构和农田管护系统视角, 以莎车县土地整治项目为实证分析案例, 核算项目区碳效应、测算碳效益。客观合理地估算土地整治项目碳效益, 对于土地整治由数量规模型向质量效益型再向生态环保型转变, 减少成本投入, 提高碳投资效率, 建设生态系统与社会系统相融合的低碳项目具有重要意义。

收稿日期: 2019-01-24

基金项目: 国家自然科学基金项目(71663051); 国家自然科学基金 NSFC-新疆联合基金重点支持项目(U1603235)

作者简介: 盛羊羊(1992-), 男, 在读硕士, 研究方向: 土地利用与管理。

通讯作者: 刘新平, 男, 博士, 教授, E-mail: lxp16@163.com

# 1 研究方法

## 1.1 土地整治碳效应核算

### 1.1.1 工程措施碳效应测算

工程措施碳效应主要测算各工程在施工过程中钢铁、水泥等物料投入以及柴油、汽油、电力等能源消耗所产生的碳排放,采用物料衡算法<sup>[6]</sup>计算。

### 1.1.2 土地利用结构碳效应测算

土地利用结构发生改变通常伴随着大量的碳交换,其碳效应采用生态系统类型法<sup>[10]</sup>进行计算。

### 1.1.3 农田管护碳效应测算

根据现有研究成果农作物碳库主要受经济产量、含水率、根冠比、经济系数、播种面积等因素影响<sup>[11-13]</sup>。可以通过以上因素构建农作物植被碳密度计算模型。

再考虑土地整治前后各类农作物种面积变化,可估算出主要农作物碳库变量值

## 1.2 土地整治碳效益核算

### 1.2.1 工程措施碳效益测算

工程措施碳效益使用单位投资额碳排量和单位投资比例的碳排放比率<sup>[8]</sup>进行计算。

### 1.2.2 土地利用结构碳效益测算

土地利用结构碳效益使用经济学中贡献率计算,具体方法是各类用地碳储量增量与总储量增量的比值。

### 1.2.3 农田管护碳效益测算

农田管护碳效益使用经济效率、生产效率和生态效率进行衡量<sup>[7]</sup>。其中,碳投入量主要是指物料使用以及能源消耗的碳排放量。

# 2 数据来源及处理

土地整治涉及的投资额、物料使用和能源消耗数据以及土地利用类型变更数据来源于新疆莎车县城乡建设用地增减挂钩项目报告;2013、2017年主要农作物平均产量及播种面积数据来源于2015、2018年新疆耕地质量等别监测项目报告;主要农作物价格向当地农业部门调查所得。

(1)工程措施碳效应。物料使用量、能源消耗、项目子工程投资额通过项目报告中的施工明细表、工程投资估算表计算汇总所得。物料和能源的碳排放系数依据 IPCC<sup>[14]</sup>清单指南和蔡博峰<sup>[15]</sup>、耿相国<sup>[16]</sup>研究成果处理所得,见表1。

表1 土地整治项目区物料、能源碳排放系数

类型	煤炭 (kg/kg)	汽油 (kg/kg)	柴油 (kg/kg)	钢铁 (kg/kg)	水泥 (kg/kg)	电力 (kg/kWh)	石灰 (kg/kg)	新疆杨 (kg/株)
碳排放系数( $\delta_i$ )	0.5394	0.8141	0.8617	1.0600	0.1360	0.2622	0.6870	-23.6600

(2)土地利用结构碳效应。梳理汇总各类用地在土地整治前后面积变化情况;参考新疆地区

或与莎车县自然环境相近地区研究成果计算植被碳密度<sup>[18]</sup>、土壤碳密度<sup>[19-21]</sup>,见表2。

表2 项目区土壤碳密度和植被碳密度数值 t/hm<sup>2</sup>

土地利用类型	耕地	园地	林地	牧草地	居民点及工矿用地	交通运输用地	水利设施用地	其它土地
土壤碳密度( $S_i$ )	66.27	54.77	44.23	45.41	71.59	25.36	40.64	68.82
植被碳密度( $P_i$ )	2.59	98.91	65.50	1.55	11.86	10.55	6.64	1.41

(3)农田管护碳效应。项目区主要农作物的含碳率、含水率、根冠比、经济系数不尽相同。参考多位学者的独立研究成果<sup>[22-23]</sup>,为了避免成果

的相互干扰而产生随机误差,对参数使用加权平均的方法确定。主要农作物植被碳密度利用所构建模型算得,见表3、表4。

表3 项目区主要农作物植被碳库相关参数

种类参数	经济系数( $H_i$ )	根冠比( $R_i$ )	含碳率( $C_i$ )	含水率( $V_i$ )
小麦	0.3940	0.4511	0.4744	0.0934
玉米	0.4649	0.4090	0.4666	0.1165
棉花	0.3466	0.1674	0.4500	0.1150

表4 项目区主要农作物植被碳密度 t/hm<sup>2</sup>

农作物	小麦	玉米	棉花
碳密度(D <sub>i</sub> )	9.75	8.45	2.35

### 3 实证分析

#### 3.1 研究区概况

本文以莎车县城乡建设用地增减挂钩项目区为研究对象,经纬度坐标 76.29°E ~ 77.77°E、37.45°N ~ 39.04°N,涉及墩巴格乡、艾里西湖镇、阔什艾热克乡、佰什坎特镇、阿热勒乡、恰热克镇、英吾斯塘乡、阿尔斯兰巴格乡。研究区位于塔里木盆地西部,塔克拉玛干沙漠边缘叶尔羌河中上游,生态环境脆弱,是喀什地区重要的粮棉油生产基

地,主要种植农作物是小麦、玉米和棉花。项目于2013年动工,2017年验收,涉及面积7 570.87 hm<sup>2</sup>,总投资额21 065.23万元。铺设水泥路28.80 km、砂石路82.75 km、硬质化防渗渠353.52 km,填挖土方453.61万 m<sup>3</sup>,栽植新疆杨3.947万株。

#### 3.2 土地整治碳效应分析

##### 3.2.1 工程措施碳效应

项目区工程措施的碳效应为5 885.79 t,碳汇量为933.86 t,碳排放量为4 951.93 t,整体表现为碳源状态。从工程类别分析,土地平整工程碳排放量最少为684.68 t,占比碳排放量的13.83%;灌溉排水工程碳排放量最多为4 022.86 t,占比碳排放量的81.24%,农田防护工程起到唯一碳汇作用,汇集碳933.86 t,抵消碳效应的15.87%,见表5。

表5 项目区物料和能源的使用量与碳排放量 t

工程类型	类别	汽油	柴油	钢铁	水泥	电力	石灰	新疆杨	小计
土地平整	使用量	0	794.57	0	0	0	0	0	—
	碳排放量	0	684.68	0	0	0	0	0	684.68
灌溉排水	使用量	4217.53	22.29	137.18	2912.32	160.35	7.01	0	—
	碳排放量	3433.50	19.21	145.41	382.64	42.04	0.07	0	4022.87
田间道路	使用量	0	68.49	0	8116.09	58.85	0	0	—
	碳排放量	0	59.02	0	1103.79	15.43	0	0	1178.24
农田防护	使用量	0	0	0	0	0	0	39470.00	—
	碳排放量	0	0	0	0	0	0	-933.86	-933.86
合计	使用量	4217.53	885.35	137.18	11028.41	219.20	7.01	39470.00	—
	碳排放量	3433.50	762.91	145.41	1486.43	57.47	0.07	-933.86	4951.93

注:电力单位是kW·h;新疆杨单位是株;其它类型单位是t;数值前存在负号表明该类型为碳汇

##### 3.2.2 土地利用结构碳效应

土地整治后,面积变化幅度最大的前两种用地类型是耕地、居民点及工矿用地,其中耕地约增加156.75 hm<sup>2</sup>,居民点及工矿用地约减少167.64 hm<sup>2</sup>,居民点及工矿用地复垦后基本转换为耕地,是耕地面积增加的最重要原因。

通过计算所得,土地整治后项目区土地利用结构碳储量共减少2 406.13 t,减少幅度为0.44%。从各用地类型的碳储量分析,耕地、林地、交通运

输用地和水利设施用地碳储量不同幅度上升,共增加11 905.44 t,其中耕地碳储量上升最多,增加10 793.62 t,占增加总量的90.66%,主要原因是其它用地类型复垦后基本转化为耕地,面积增加。园地、居民点及工矿用地、其它土地碳储量不同幅度下降,共减少14 311.57 t。居民点及工矿用地下降最多,减少13 989.34 t,占减少总量的97.75%,主要原因是进行居民点及工矿用地整理后,实行集约式发展,土地面积减少,见表6。

表6 土地整治前后各用地类型碳储量变化 t

土地类型	土地整治前			土地整治后			变化值
	总储量	土壤	植被	总储量	土壤	植被	
耕地	200859.39	193304.55	7554.83	211653.01	203692.21	7960.81	10793.62
园地	32641.22	11633.00	21008.22	32522.10	11590.55	20931.56	-119.12
林地	15939.45	6424.88	9514.57	16722.01	6740.31	9981.70	782.56
牧草地	6966.74	6736.79	229.95	6966.74	6736.79	229.94	0.00
居民点及工矿用地	54729.01	46950.87	7778.14	40739.67	34949.71	5789.96	-13989.34

续表 6

土地类型	土地整治前			土地整治后			变化值
	总储量	土壤	植被	总储量	土壤	植被	
交通运输用地	6850.79	4838.10	2012.69	6989.76	4936.24	2053.52	138.97
水利设施用地	8291.27	7126.85	1164.43	8481.56	7290.41	1191.15	190.29
其它土地	219536.50	215128.89	4407.61	219333.39	214929.86	4403.53	-203.11
合计	545814.37	492143.93	53670.44	543408.24	490866.08	52542.17	-2406.13

3.2.3 农田管护碳效应

项目区土地整治后以水浇地为主,主要农作物为小麦、玉米、棉花。小麦和玉米采取复种模式。2013年项目区整治前小麦、玉米、棉花的单产分别是 6.57 t/hm<sup>2</sup>、7.43 t/hm<sup>2</sup>、5.95 t/hm<sup>2</sup>。2017年整治后单产分别增加 1.52 t/hm<sup>2</sup>、1.32 t/hm<sup>2</sup>、0.77 t/hm<sup>2</sup>。

经过计算可知,土地整治前主要农作物的年碳储量为 956 140.66 t,整治后为 980 858.16 t,年净碳汇增量 24 717.50 t,增幅为 2.59%。需要说明的是棉花碳储量整治前较整治后减少 51 888 t,主要原因是政府实施的稳粮调棉政策导致棉花种植面积减少,见表 7。

表 7 项目区土地整治前后主要农作碳效应

类别	小麦			玉米			棉花			合计		
	2013	2017	差值	2013	2017	差值	2013	2017	差值	2013	2017	差值
总产量	297346.85	389128.96	91782.11	280573.22	380956.24	100383.02	83653.33	61573.33	-22080	661573.40	831658.53	170085.13
碳储量	440765	468734.50	27969.50	318790.33	367426.33	48636	196585.33	144697.33	-51888	956140.66	980858.16	24717.50

3.3 土地整治碳效益分析

3.3.1 工程措施碳效益

从土地整治项目投资额和碳排放量分析,莎车县灌溉排水工程的单位投资额碳排放量最大为 5 245.24 kg/万元,单位投资比例的碳排放比率为 3.05,显著高于它项工程。从工程类别分析,投资

额及其比例分配与各类工程的碳排放量具有显著相关性,工程投资额越高碳排放量低,对碳排放的影响程度也越小;莎车县的土地平整工程和田间道路工程单位投资比例的碳排放比率分别为 0.34、0.47,均低于 1,表明两类工程的碳效益优于灌溉排水工程,见表 8。

表 8 工程措施碳效益

指标	土地平整工程	灌溉排水工程	田间道路工程	农田防护工程
单位投资额碳排放量(kg/万元)	582.26	5245.24	804.19	0.00
单位投资比例的碳排放比率	0.34	3.05	0.47	0.00

3.3.2 土地利用结构碳效益

从贡献率的绝对值分析,居民点及工矿用地、耕地是数值排序前两位用地类型,分别为 581.41%和 448.59%,说明这两种用地类型碳储量的变化是影响总碳储量增量变化的主要因素。从用地类型分析,各用地类型(正负)贡献率的大小与该用地类型面积(正负)增量的多少具有显著联系。居民点及工矿用地面积的减量最多,贡献率最小,为-581.41%,耕地面积的增量最多,贡献率最大,为 448.59%,见图 1。

区间说明农业生产的碳投入量大于碳产出量,越接近于 0 表明碳排放强度越大,农业生产的可持续性越差;若在(1,+∞)区间,数值越大表明农田管护系统的碳汇能力越强,农业生产的可持续性越好。根

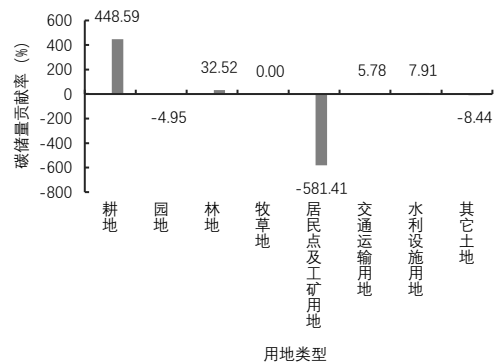


图 1 各用地类型碳储量贡献率

3.3.3 农田管护碳效益

土地整治后农田管护系统的生产效率越高说明单位碳投入量所产出的农作物产量越高,经济效率越高说明单位碳投入量所获得的效益越高,生态效率以[0, 1]和(1,+∞)两个区间进行判断:若在[0, 1]

据计算可知,莎车县的生态效率、经济效率和生产效率分别为 4.75 t/tC、1.29 t/tC、5.55 t/tC,农田管护系统的碳效率较高,具有较强的碳汇集能力,相对于碳投入成本碳收益更高,表明土地整治起到了保护生态与促进生产的作用,见图 2。

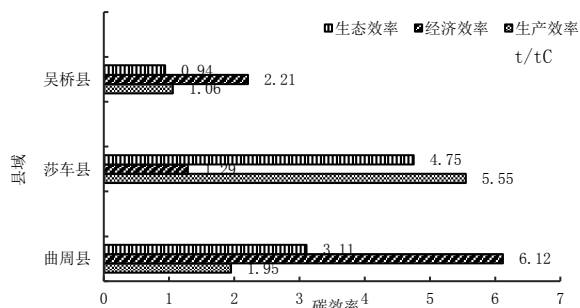


图 2 农田管护系统碳效率

中国河北吴桥县、曲周县<sup>[10]</sup>和新疆莎车县,同是北方地区典型农业大县,作物种植结构相似。对比分析三者的碳效率,可以发现莎车县的生产效率和生态效率最高,表明其农田管护注重精耕细作和清洁生产,可以以较小的碳投入量获得较高的产量和生态收益;经济效率最低,表明莎车县的农田生产集约度低,单位碳投入量未产出较高的经济效益。而对比分析美国俄亥俄州的生态效率为 29~43 tC<sup>[24]</sup>远高于莎车县,主要原因是双方的种植制度、农田生产系统、环保耕种理念存在显著差异,但同时也说明了莎车县农田管护系统的生态效率有较大提升空间。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

本文以土地整治过程中工程措施、土地利用结构和农田管护系统的碳效应为基础测算碳效益。得出以下结论:

(1)碳效应的计算结果表明,莎车县土地整治项目区生态系统的碳汇量明显增加,而工程措施显著增加了碳排放总量。项目区碳输入量 89 444.80 t,输出量 72 085.35 t,净碳汇 17 359.45 t。

(2)在工程措施碳效益中,单位投资额的碳排放量和单位投资比例的碳排放比率与碳排放量具有显著相关性。灌溉排水工程单位投资额的碳排放量最大为 5 245.24 kg/万元,单位投资比率碳排放比率为 3.05,大于 1,碳排放强度大,投资额及投资分配比例相对较低导致其碳效益较差。

(3)在土地利用结构碳效益中,用地类型贡献率的大小是由土地整治后该用地类型面积的正负

增量所决定的。居民点及工矿用地面积负增量最大则贡献率最小为 -581.41%,耕地面积正增量最大则贡献率最大为 448.59%,两类用地类型的贡献率是碳储量增量变化的主要驱动力。

(4)在农田管护碳效益中,莎车县的生态效率、经济效率和生产效率分别为 4.75 t/tC、1.29 t/tC、5.55 t/tC,生态系统的碳效率高,碳汇集能力强,以低投入获得了高收益,起到了改善和保护项目区生态环境的作用。

### 4.2 讨论

(1)工程措施是项目区最大的碳排放来源,而灌溉排水工程是工程措施中最大的碳排放环节。应当根据项目区农田生产需要和地势变化,科学规划沟渠布局,减少施工量,进而减少碳排放量。同时使用生态化沟渠材料使农田水利系统融入生态系统之中,减少对物质流和能量流的阻断,从而减少碳库损失。

(2)居民点及工矿用地面积减少是由于项目区土地整理所致,减少部分基本转化为耕地。在同等面积情况下耕地碳汇集及储藏能力更强,实质是提高了项目区碳库储量及效益。

(3)为实现生态环保型土地整治,避免项目由投资或生态保护不足走向生态保护或投资过度,达到社会系统和生态系统平衡,投资规模和碳排放量的均衡关系至关重要。适度投资规模和每项工程科学合理的资金分配比例在一定程度上可以有效减少项目区碳排放量和碳库损失,增加碳效益<sup>[25]</sup>。要根据项目区实际情况制定合理的土地整治规划,避免生态系统和社会系统的失衡。

### 参考文献:

- [1] 曲福田,卢娜,冯淑怡.土地利用变化对碳排放的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(10): 76-83.
- [2] Carlos D M S J, Lal R, Cerri C C, et al. Low-carbon agriculture in south america to mitigate global climate change and advance food security[J]. Environment International, 2017, 98(JAN.): 102-112.
- [3] 崔越,赵华甫,周璐瑶,等.不同类型的耕地整治工程碳排放比较研究[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(6): 1040-1044.
- [4] 曹婷婷,孙婴婴,花东文,等.土地整治工程对土壤碳固持的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2018, 36(2): 250-256.
- [5] 魏凤娟,李江凤,房超.能源消费视角下农村土地整理碳排放研究[J]. 国土资源科技管理, 2013, 30(2): 24-29.
- [6] 钟学斌,喻光明,何国松,等.土地整理过程中碳量损失与生态补偿优化设计[J]. 生态学杂志, 2006, 25(3): 75-80.
- [7] 张庶,金晓斌,杨绪红,等.农用地整治项目的碳效应分析与核算研究[J]. 资源科学, 2016, 38(1): 93-101.

(下转第 128 页)

场如何设计风险管理制度、降低消费者购买风险将对消费者的参与意愿以及顾客信任产生很大的影响。首先,CSA农场应该从源头降低购买风险。通过提高种植人员耕种水平、建立科学化管理制度等方式降低产品在生产过程中的损坏风险。其次,完善风险合同签署以及农业保险购买流程,使消费者了解产品风险提高产品风险透明度。再次,有效运用互联网信息共享,做到生产者与消费者信息充分交互共享。

### 3.4 实施创新型营销策略,优化客户体验

充分贯彻农业共享经济理念,从生产、销售、运输等阶段对原有CSA营销模式进行优化,丰富CSA农场功能。生产上主要从自参与式营销出发,将消费者置于生产环节。在体验生产的过程中,增加消费者对CSA模式的了解程度,提高农场与消费者之间的互动,进一步强化顾客信任。在销售环节加入消费者自主销售元素,建立CSA虚拟社区,降低消费者之间的信息不对称,实现消费者与农产品之间的互动。

### 参考文献:

- [1] 李良涛,王文惠,王忠义,等.日本和美国社区支持型农业的发展及其启示[J].中国农学通报,2012,28(2):97-102.
- [2] 沈文慧,孙江明.基于CSA平台的美国农产品电子商务模式[J].世界农业,2016(4):52-56.
- [3] 周淑甄,王树进.美国家庭农场CSA经营模式研究[J].天津农业科学,2014,20(7):34-38.
- [4] 何飞,李怀英.我国社区支持农业(CSA)发展模式中的政府责任研究[J].农村经济,2013(10):51-54.
- [5] 刘晓雯.社区互助农业(CSA)的可持续发展:机遇、困境与本土化策略[J].山东农业大学学报(社会科学版),2015,17(4):71-77.
- [6] 冯彦敏,赵海波.社区支持农业(CSA)—推动城乡一体化发展的绿色之路[J].云南农业大学学报(社会科学版),2014,8(5):67-72.
- [7] 陈卫平.社区支持农业(CSA)消费者对生产者信任的建立:消费者社交媒体参与的作用[J].中国农村经济,2015(6):33-46.
- [8] 李彦岩,周一立.社区支持型农业发展模式的价值创新研究—基于“蓝海战略”的视角[J].中国物价,2018(5):72-75.
- [9] 付志文,李建军,林健,等.基于社区支持农业的蔬菜质量安全溯源系统研究[J].江苏农业科学,2018,46(3):196-201.
- [10] 徐春迎,肖双喜,程克群,等.4C营销视角下的安徽省社区支持农业发展建议[J].黑龙江八一农垦大学学报,2017(6):71-78.
- [11] 徐迎军,尹世久,陈雨生,等.有机蔬菜农户生产规模变动意愿及其影响因素—基于寿光市785份调查数据[J].湖南农业大学学报(社会科学版),2014(6):32-38.
- [12] 党杨,杨印生.信息化视角下乡村振兴战略规划与决策的大数据逻辑[J].东北农业科学,2019,44(6):65-68.
- [13] 王昌森,董文静.乡村振兴战略下农业可持续发展政策的完善路径研究—以山东省为例[J].东北农业科学,2018,43(4):48-52.
- [14] 尹钰莹,郝晋珉,牛灵安,等.河北省曲周县农田生态系统碳循环及碳效率研究[J].资源科学,2016,38(5):918-928.
- [15] 郭晓辉,顿耀龙,薄广涛,等.平原区土地整理项目的碳排放效应研究—以河北省巨鹿县土地整理项目为例[J].水土保持研究,2015,22(3):241-246.
- [16] Houghton R A, Hackler J L, Lawrence K T. The U.S. Carbon Budget: Contributions from Land-Use Change[J]. Science, 1999, 285(5427): 574-578.
- [17] 谷家川,查良松.皖江城市带农作物碳储量动态变化研究[J].长江流域资源与环境,2012,21(12):1507-1513.
- [18] 徐素娟,刘景双,王洋,等.1980~2007年三江平原主要农作物碳蓄积量变化特征分析[J].干旱区资源与环境,2011,25(10):179-183.
- [19] 张剑,罗贵生,王小国,等.长江上游地区农作物碳储量估算及固碳潜力分析[J].西南农业学报,2009,22(2):402-408.
- [20] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories[R]. Kanagawa: IGEC, 2006: 5-10.
- [21] 蔡博峰.城市温室气体清单研究[J].气候变化研究进展,2011,31(1):23-28.
- [22] 耿相国.平原区农田防护林杨树单株碳含量、碳储量及其分配[D].北京:北京林业大学,2010.
- [23] 王绍强,周成虎,罗承文.中国陆地自然植被碳量空间分布特征探讨[J].地理科学进展,1999,18(3):238-244.
- [24] 李克让,王绍强,曹明奎.中国植被和土壤碳储量[J].中国科学:地球科学,2003,33(1):72-80.
- [25] 王鑫,杨德刚,熊黑钢,等.新疆不同植被类型土壤有机碳特征[J].干旱区研究,2017,34(4):782-788.
- [26] 李随民,栾文楼,宋泽峰,等.河北省南部平原区土壤有机碳储量估算[J].中国地质,2010,37(2):525-529.
- [27] 颜安.新疆土壤有机碳/无机碳空间分布特征及储量估算[D].北京:中国农业大学,2015.
- [28] 谢光辉,王晓玉,韩东倩,等.中国非禾谷类大田作物收获指数和秸秆系数[J].中国农业大学学报,2011,16(1):9-17.
- [29] 龙攀.有机物料还田对麦玉两熟农田土壤有机碳和系统碳净平衡影响研究[D].北京:中国农业大学,2014.
- [30] Dubey A, Lal R. Carbon footprint and sustainability of agricultural production systems in Punjab, India, and Ohio, USA[J]. Journal of Crop Improvement, 2009, 23(4): 332-350.
- [31] 吴晓博,王秀茹,高广磊,等.河北省望都县土地整理生态效益评价研究[J].东北农业科学,2012,37(4):67-71.

(责任编辑:王昱)

(责任编辑:王昱)

(上接第123页)