

Study on the Value of Soil Flood Control and Disaster Reduction and Production Function in Shandong Province

Chen Wang, Xin Li, Wenxuan Sun, Yulin Hou, Xiaoguang Zhang*

College of Resources and Environment, Qingdao Agricultural University, Qingdao Shandong
Email: *656232912@qq.com

Received: Apr. 17th, 2020; accepted: May 2nd, 2020; published: May 9th, 2020

Abstract

Soil is an important natural resource, but studies on its value on function had been neglected. In order to study the value of soil, in this paper eight types of soil in Shandong province were selected as the research object. The available field capacity and average organic matter content of every soils were calculated by collecting physical and chemical properties of the soils, and then the value of flood control and disaster reduction and production of all kinds of soil were monetized. The results show that the value of flood control and disaster reduction in Shandong province is generally high, ranging from 874.67 - 1423.34 yuan/ha, and Cinnamon soil is the highest at 1423.34 yuan/ha. The production function value of each type of soil varies greatly, ranging from 3040.42 to 18387.94 yuan/ha. Cinnamon soil has the highest value of production function at 18387.94 yuan/ha, which is higher than 82.6% of the average value, followed by Shajiang black soil and Brown soil. The calculation of soil value could provide reference for the rational utilization of soil resources and maximize the role of soil.

Keywords

Shandong Province, Soil Type, Functional Value, Monetization

山东省主要土壤防洪减灾和生产功能价值研究

王 晨, 李 欣, 孙文轩, 侯玉林, 张晓光*

青岛农业大学资源与环境学院, 山东 青岛
Email: *656232912@qq.com

收稿日期: 2020年4月17日; 录用日期: 2020年5月2日; 发布日期: 2020年5月9日

*通讯作者。

文章引用: 王晨, 李欣, 孙文轩, 侯玉林, 张晓光. 山东省主要土壤防洪减灾和生产功能价值研究[J]. 地球科学前沿, 2020, 10(5): 365-373. DOI: 10.12677/ag.2020.105033

摘要

土壤是重要的自然资源,但对其功能价值方面的研究却一直缺乏重视。为研究土壤的功能价值,本文以山东省8类土壤为研究对象,通过搜集土壤的理化性质等指标,对各类土壤的有效田间持水量和平均有机质含量进行计算,进而对各类土壤的防洪减灾和生产功能价值进行货币化计量。研究表明,山东省土壤的防洪减灾功能价值普遍偏高,处于874.67~1423.34元/公顷之间。其中褐土最高,为1423.34元/公顷。各类型土壤的生产功能价值差异较大,在3040.42~18387.94元/公顷之间。褐土的生产功能价值最高,为18387.94元/公顷,高于平均值的82.6%;其次是砂姜黑土和棕壤。土壤功能价值的计算有利于为土壤资源的合理利用提供参考依据,最大限度地发挥土壤的作用。

关键词

山东省, 土壤类型, 功能价值, 货币化

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

随着经济社会的发展,自然资源的生态效益受到了广泛关注。习近平总书记的“绿水青山,就是金山银山”这句话,也充分体现了当今社会对生态环境的重视。然而人类在对自然资源进行利用和改造的过程中,往往只注重对自然资源的掠夺性索取,而忽略了自然资源中各自然要素的生态作用及其内在价值[1]。张志强等[2]认为,自然资本的价值与人类对生态系统的重视程度有着一定的关系,随着对生态系统研究的增加,人类对自然资源的认识逐渐深入,自然资本的价值可能会增加。Gretchen C. Daily等[3]也提出应当保障自然资本对人类服务的持续供给,以提高人类福祉。因此,人类在开发新能源、大力发展商品经济的同时,也要注重生态环境的保护,充分认识到自然资源的潜在价值,把自然资源资本化,确定相应的核算制度与方法,尽最大可能发掘出自然资源的价值。

土壤作为自然资源的一种,持续不断地为人类提供着各种服务。从十七世纪中叶起,土壤开始得到重视[4]。1938年美国土壤学家 Matson 根据物质循环的观点,提出土壤是岩石圈、水圈、生物圈和大气圈相互作用的产物[5]。随后美国土壤学家 Jenny 对土壤的形成与气候、生物、地形、母质和成土时间等的相互关系进行了探讨,对土壤学的研究产生了重要影响[6] [7]。在随后的几十年里,土壤学的研究进入快速推进阶段。

伴随着人类发展和需求的不断增加,各类土壤被逐渐开发利用,人地关系变得紧张。由于缺乏对土壤价值的正确认知,再加上各种不合理的利用,致使肥力下降、水土流失、土地荒漠化、盐碱化等多种问题应运而生。因此人类急需对土壤的价值有一个正确的认知。由于土壤具有价值,因此可以将其作为资本进行投资,这可以改变人们对于资本的固有认知,增加人们创造财富的方式,促进土壤作为一种自然资源持续为人类社会发展提供服务[8]。土壤功能是土壤价值的基础,土壤价值的实现依托于土壤功能的实现。土壤多元利益和价值的持续和实现,需要对土壤功能进行全面的挖掘和分析,进而将土壤在土地利用、规划等方面的价值以最简单的方式——货币的形式来表示(货币化计量)[4] [9] [10]。

因此, 本文以山东省土壤类型为研究对象, 结合土壤学、经济学、生态学相关知识, 基于山东省内各类型土壤的相关指标, 建立土壤资本价值核算体系, 进而对土壤的防灾减灾功能和生产功能进行货币化计量。土壤货币化的功能价值可以为提高土壤功能认识和土地资源规划、利用提供有效的依据。

2. 研究方法

2.1. 研究区概况

研究区域为山东省整个省域范围。山东省位于中国东部, 北纬 $34^{\circ}22.9' \sim 38^{\circ}24.01'$ 、东经 $114^{\circ}47.5' \sim 122^{\circ}42.3'$ 之间。东西长 721.03 千米, 南北长 437.28 千米, 全省陆域面积 15.58 万平方千米。山东省土地总面积 1571.26 万公顷, 约占全国总面积的 1.63%, 居全国第 19 位。因受生物、气候、地域等因素影响, 山东省土壤呈多样化, 共有 15 个土类、36 个亚类、85 个土属、257 个土种; 适宜于农田和园地的土壤主要有潮土、棕壤、褐土、砂姜黑土、水稻土、粗骨土 6 个土类的 15 个亚类, 其中尤以潮土、棕壤和褐土的面积较大, 分别占耕地的 48%、24% 和 19%。

2.2. 研究对象和土壤自然资本价值类型

虽然山东省内有 15 个土壤类型, 但是考虑到有些土壤类型的面积较小, 本文主要针对面积较大或相对重要的土壤类型研究。主要收集了包括棕壤、褐土、潮土、砂姜黑土、红黏土、盐土、水稻土以及滨海盐土在内的 8 种土壤类型。研究区域的每种土壤类型的自然价值按照功能分别计算防洪减灾功能和生产功能, 依照不同的计量方法, 分别对每种土壤的两种功能价值进行货币化。

2.3. 土壤指标的获取和处理

基于《山东土种志》记载的上述土壤的每个土种资料, 搜集到每种土壤类型对应的土壤层数及理化性质等数据。主要理化性质指标主要包括土壤的根系组成、阳离子交换量、土壤容重、机械组成、pH 及有机质含量等。

考虑到山东省内各种土壤因土层层数与厚度不同, 致使各种土壤的含量存在差异, 无法从同一维度上对每个土种的同一价值进行对比分析, 为此在计量每种土壤的资本价值时, 我们对土壤的资本价值做了平均处理。即, 将土壤的自然资本价值除以对应的土层深度, 得到对应的平均价值。对每个土种的各个土层分别进行货币化计算, 同一土类的各土层加和得到各土亚类的自然资本功能价值, 进而得出 8 种土壤的自然资本功能价值。

3. 土壤功能价值货币化

3.1. 土壤防洪减灾功能价值货币化

土壤的孔隙度和结构决定了土壤具有储水和持水的能力, 在遇到旱涝灾害时, 土壤在一定程度上可以削弱灾害带来的不利影响。据江西省的中国科学院红壤生态试验站连续 3 年的观察资料表明, 枯枝落叶层的年均拦截量只占年降雨量的 3%, 故而拦截雨水的任务由森林环境下的植物和土壤共同承担变成了主要由土壤承担[11]。所以在生态系统中, “土壤水库” 对防治因非正常降水量所引起洪涝、干旱等自然灾害起着关键作用。当土壤参与自然界水循环的功能被弱化, 则无法起到减涝解旱的作用。因此, 在土地利用规划过程中, 了解不同类型土壤的防洪减灾功能, 对于防范自然灾害带来的人身财产损失有重要意义。

3.1.1. 有效田间持水量

有效田间持水量是指地下水较深和排水良好的土地上充分灌水或降水后, 允许水分充分下渗、并防

止蒸发, 经过一段时间后土壤剖面所能维持的较稳定的土壤水含量。有效田间持水量长期以来被认为是土壤所能稳定保持的最高土壤含水量, 因此有效田间持水量的大小可以直接反应出土壤的防洪减灾功能的大小。

为计算土壤的防洪减灾价值, 需要用到的参考因素有土层厚度、粘粒含量(粒径 < 0.02 mm)、有效田间持水量、土壤类型、容重。需要货币化的指标有每层土壤的有效田间持水量、土壤剖面的有效田间持水量和水库蓄水成本。钱胜国[12]对田间持水量和粘粒的关系公式作了深入研究, 本文引用其公式, 通过土壤容重、机械组成计算出各类型土壤每层的田间持水量。已知各土层的有效田间持水量, 结合土层厚度、矿物质含量等信息, 根据席增雷有效田间持水量计算公式[4]进行计算, 求出土壤剖面的有效田间持水量。公式如下:

$$AFC = \sum_{i=1}^n [afc_i * th_i * 0.1] \quad (1)$$

AFC 表示土壤剖面的有效田间持水量, $1/m^2$;

i 表示土层序号;

afc_i 表示第 i 层土壤有效田间持水量, vol.%;

th_i 表示第 i 层土层厚度, cm。

3.1.2. 防洪减灾功能货币化计算

本文采用替代法对防洪减灾功能进行货币化。假设要建立一个水库, 则库容的造价可以用水库的修建费用来替代。用修建水库的投资花费来代表土壤防洪减灾价值。水库蓄水成本数据取自《中国水利年鉴》资料[13]。由于近几年物价的变动, 结合 2011 年的价格指数折算出水库工程单位库容造价为 8.231 元/ m^3 , 具体计算公式如下:

$$V_{\text{防洪}} = \sum_{i=1}^n AFC_i * C \quad (2)$$

$V_{\text{防洪}}$ 表示防洪减灾功能的货币化价值, 元/公顷;

AFC_i 表示第 i 个土壤剖面有效田间持水量, 升/ m^2 ;

C 表示水库蓄水成本(8.231 元/ m^3)。

计算结果如表 1 所示:

Table 1. Functional value of soil in flood control and disaster reduction

表 1. 土壤的防洪减灾功能价值

类型	土层平均 AFC	土层平均防洪减灾价值(元/公顷)
棕壤	156.41	1287.4
褐土	172.92	1423.34
砂姜黑土	106.26	874.67
红粘土	151.08	1243.57
潮土	145.4	1196.77
盐土	131.44	1081.87
水稻土	127.91	1052.82
滨海盐土	151.66	1248.3

3.2. 生产力功能价值货币化

土壤为自然界中植物的生长提供空间和支持, 为植物提供以有机质, 氮磷钾等为代表的必要的营养条件, 这些都可以称为土壤的生产功能。有机质是土壤固相部分的重要组成成分, 是植物营养的主要来源之一, 具有支持植物生长发育, 促进土壤中腐殖质的分解的作用。通常在其他条件相同或相近的情况下, 在一定含量范围内, 有机质的含量与土壤肥力水平呈正相关。本文将以土壤中的有机质含量为例, 计算土壤的生产力功能价值。通过单位面积的有机质含量及单位重量有机质的市场价格, 可以得出土壤有机质的价值。

3.2.1. 土壤剖面有机质含量计算

为计算土壤中有有机质的含量, 需要的参考因素有土壤有机质含量、土层厚度、酸碱度权重, 需要货币化的指标有土壤剖面有机质因素值、土壤中有有机质价值。根据每个土层的有机质含量、酸碱度权重、土层厚度等信息引用公式[4]计算出土壤剖面有机质总量。计算公式为:

$$OM = \sum_{i=1}^n [om_i * ph_i * th_i * 0.01] \quad (3)$$

OM 表示土壤剖面有机质因素值;

i 表示土层序号;

om_i 表示第 i 层土壤有机质含量, g/kg;

ph_i 表示第 i 层土壤酸碱度权重;

th_i 表示第 i 层土层厚度, cm。

3.2.2. 有机质功能价值

为计算出有机质价值量, 首先应计算出各类型土壤的有机质含量, 然后计算出各类型土壤单位面积的平均有机质含量。土壤有机质价值计算公式:

$$V_{\text{有机质}} = Q_{\text{有机质}} * P_{\text{有机质}} \quad (4)$$

$V_{\text{有机质}}$ 表示土壤有机质的价值, 元/公顷;

$Q_{\text{有机质}}$ 表示单位面积中有机质的含量, 吨/公顷;

$P_{\text{有机质}}$ 表示单位重量有机质的市场价格, 元/吨

由于水稻土的平均有机质总量未知, 故无法求得水稻土的平均有机质价值。其余土壤的功能价值如表 2 所示。

Table 2. Functional value of organic matter in different soil types

表 2. 不同土壤类型的有机质功能价值

类型	平均有机质(%)	有机质总量(吨/公顷)	有机质价值(元/公顷)
棕壤	1.003	42.79	13771.35
褐土	1.109	57.46	18387.94
砂姜黑土	1.795	47.53	15208.32
红粘土	0.711	11.51	3681.98
潮土	0.983	37.48	11993.92
盐土	0.596	13.76	4404
水稻土	1.657	未计算	未计算
滨海盐土	1.000	9.501	3040.42

4. 土壤各项功能价值分析

4.1. 防洪减灾功能价值

图 1 为不同类型土壤的土层平均 AFC 及土层平均防洪减灾价值折线图。从图上可以看出, AFC 与防洪减灾功能价值成正比。土层的有效含水量越大, 土壤的防洪减灾功能价值就越大。这说明 AFC 的高低决定了土壤的防洪抗灾能力。不同土壤的防洪减灾功能价值处于 874.67~1423.34 元/公顷之间, 其中褐土的 AFC 及防洪减灾功能价值最高, 棕壤次之, 砂姜黑土最低。除砂姜黑土以外, 其余 6 种土壤类型防洪减灾价值近似相同。由上述结果可得出, 褐土的持水、保水能力较好, 在遇到暴雨和干旱天气时, 褐土相较于山东省其他类型的土壤, 更能减弱降水量对于土地的影响。在农业方面, 能够尽可能满足作物生长所需要的适宜水量, 从而保证作物的产量。人类要了解并合理利用褐土的自然调节价值, 在可持续利用的前提下, 着重保护褐土, 并使其价值最大化。而对于防洪减灾价值较低的砂姜黑土, 应在洪涝灾害频发的季节做好防护工作, 尽量避免因砂姜黑土入渗能力低而引发的瞬时性洪涝灾害。

为使土壤这一重要的自然资源能够“物尽其用”, 应保持土壤结构、组成的合理性, 避免大面积土地硬化等不良现象的发生, 充分发挥土壤的防洪减灾价值。

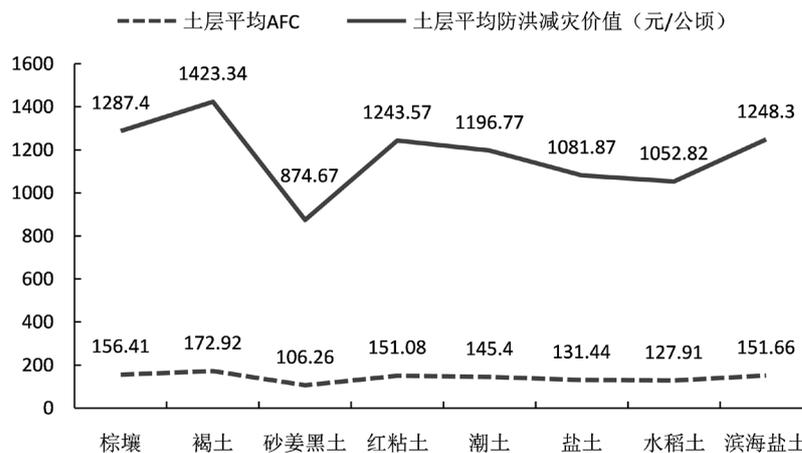


Figure 1. Comparison chart of function value in flood control and disaster reduction
图 1. 防洪减灾功能价值对比图

4.2. 生产力功能价值

平均有机质功能价值反映了土壤的生产力功能价值, 有机质总量越高的土壤, 其有机质生产力功能价值也越高。从图 2 中可以看出各类型土壤间生产力功能差异很大, 区间范围在 3040.42~18387.94 元/公顷之间。褐土的有机质总量相对最高, 褐土的平均有机质生产力功能价值也是最高。砂姜黑土和棕壤次之, 滨海盐土和红粘土的有机质价值最低。因此在选用土壤栽培或者开展其他农业活动时, 可以优先考虑在前三者土壤类型中开展, 从而提高作物的生长效率。应对土壤资源进行合理分配, 合理利用褐土、砂姜黑土及棕壤在生产功能方面的优势。

4.3. 讨论

表 3 为两种功能价值最高的土壤类型和最低的土壤类型与平均值的差值占比。从表 3 可以看出褐土的防洪减灾价值最高, 高于平均值的 21%; 砂姜黑土的最低, 低于平均值的 25.6%。在土地利用规划时要考虑褐土、砂姜黑土的防洪减灾价值, 避免砂姜黑土等类型土壤的短板, 充分发挥褐土等土壤类型的

优势。在生产力价值中褐土的价值也最高，高于平均值的 82.6%；滨海盐土的价值最低，低于平均值的 56.3%，彼此之间相差较大。当选择地块用于农业生产时，应尽量选择褐土等生产价值高的土壤，避免滨海盐土等生产价值低的土壤。

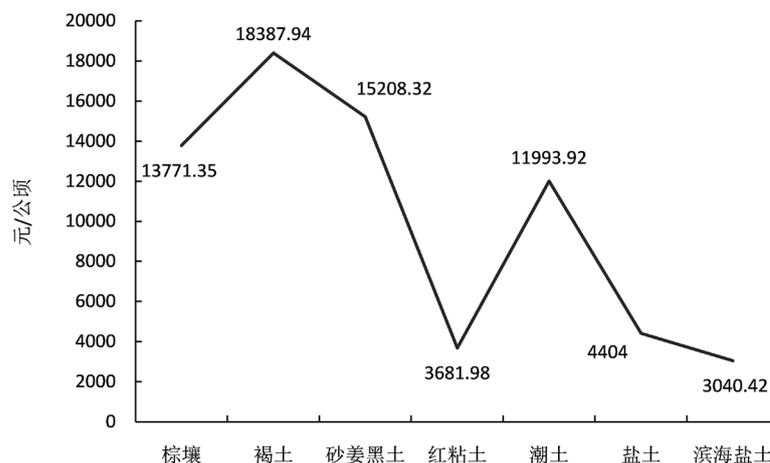


Figure 2. Comparison chart of organic function value in different soil types
图 2. 不同土壤有机质功能价值对比图

Table 3. Comparison of extreme value of soil function value
表 3. 土壤功能价值极值比较

价值类型	价值最高的土壤类型	高于平均值的百分比(%)	价值最低的土壤类型	低于平均值的百分比(%)
防洪减灾价值	褐土	21	砂姜黑土	25.6
生产力价值	褐土	82.6	滨海盐土	56.3

将各类型土壤的两种功能价值及价值之和进行比较，从表 4 和图 3 中可以看出滨海盐土的总价值最低(水稻土除外)，尤其是在生产功能方面的价值与其他土壤的生产功能价值相比偏低，所以对滨海盐土利用时要避免使用其生产功能。但滨海盐土在防洪减灾方面的价值高与其中的五类土壤，因此要着重利用滨海盐土的防洪减灾功能。褐土、棕壤、砂姜黑土、潮土的总价值都比较高，因此在生产生活中要注意保护这几类土壤，并对其进行合理利用[14] [15]。

Table 4. Total functional values of different soil types
表 4. 不同土壤类型的各项功能价值合计

类型	防洪减灾功能价值(元/公顷)	生产功能价值(元/公顷)	合计
棕壤	1287.4	13771.35	15058.75
褐土	1423.34	18387.94	19811.28
砂姜黑土	874.67	15208.32	16082.99
红粘土	1243.57	3681.98	4925.55
潮土	1196.77	11993.92	13190.69
盐土	1081.87	4404	5485.87
水稻土	1052.82	未计算	1052.82
滨海盐土	1248.3	3040.42	4288.72

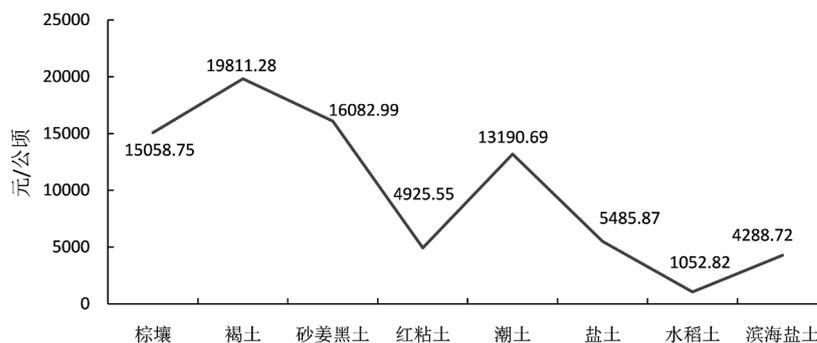


Figure 3. Total functional value of different soil types
图 3. 不同土壤类型的各项功能价值合计图

5. 结论

文章通过参考国内外学者的研究方法,结合区域特点,计量了山东省主要土壤类型的几种自然资本价值。结果表明,土壤在人类物质生活中的作用,除了可以为建筑业、工业等提供可直接利用的原材料和为农业创造作物收益这些直接经济价值之外,还有许多间接的经济与自然价值,例如抗洪减灾、提供有机质等功能,且不同土壤的各种自然资本价值是不尽相同的。

山东省土壤的防洪减灾功能价值普遍偏高,其中褐土的防洪减灾功能价值最高,为 1423.34 元/公顷;各类型土壤的生产功能价值差异较大,其中褐土的生产功能价值最高,为 18387.94 元/公顷,高于平均值的 82.6%。在生产生活中要注意根据不同的土壤功能进行区分,将不同的土壤类型合理利用到相应的领域。

尽管本文未能对土壤的全部自然价值进行计量,但核算的两种主要的自然资本价值亦能有效引起人类对于土壤效益的关注,相信人们对不同土壤的生态功能与自然价值有了更全面的了解,可以最大化发挥不同土壤的自然资本价值,有望对确定更加合理的土地利用方式提供参考标准。本研究仅对土壤的调节和支持功能做了货币化处理,后期仍会针对土壤的其他功能展开研究,以期能得到价值更全面的成果供人们参考。

基金项目

本文受青岛农业大学大学生科技创新项目(2019-232)资助。

参考文献

- [1] 吴新民,潘根兴. 自然价值的形成与评价方法浅议[J]. 经济地理, 2003, 23(3): 323-326.
- [2] 张志强,徐忠民,程国栋. 生态系统服务与自然资本价值评估[J]. 生态学报, 2001, 21(11): 1918-1926.
- [3] Gretchen C. Daily, 欧阳志云,郑华,等. 保障自然资本与人类福祉:中国的创新与影响[J]. 生态学报, 2013, 33(3): 669-676.
- [4] 席增雷. 土壤自然资本价值计量研究[M]. 北京: 人民出版社, 2017: 1-80.
- [5] 尤南山,蒙古军,李枫,等. 1980-2017年中国土地资源学发展研究[J]. 中国土地科学, 2017(11): 4-15.
- [6] 张学雷. 土壤多样性:土壤地理学研究的契机[J]. 土壤, 2014(1): 1-6.
- [7] 朱阿兴,杨琳,樊乃卿,等. 数字土壤制图研究综述与展望[J]. 地理科学进展, 2018, 37(1): 66-78.
- [8] 刘洋,王爱国. 自然资本核算研究的理论与方法综述[J]. 会计之友, 2019(3): 26-31.
- [9] 李世聪,易旭东. 生态资本价值核算理论研究[J]. 统计与决策, 2005(9X): 4-6.
- [10] 罗华伟,姜雅勤. 自然资源资产生态价值计量:理论与案例[J]. 会计之友, 2019(22): 104-110.

-
- [11] 史学正, 梁音, 于东升. “土壤水库”的合理调用与防洪减灾[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999(3): 6-10.
- [12] 钱胜国. 土壤田间持水量理论公式的探讨[J]. 土壤学报, 1985(3): 233-240.
- [13] 中国水利年鉴编纂委员会. 中国水利年鉴(2011)[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2011: 400-552.
- [14] 赵其国. 珍惜和保护土壤资源: 我们义不容辞的责任[J]. 科技导报, 2016, 34(20): 66-73.
- [15] Pacheco, F.A.L. (2020) Sustainable Use of Soils and Water: The Role of Environmental Land Use Conflicts. *Sustainability*, **12**, 1163. <https://doi.org/10.3390/su12031163>