人口和经济增长对耕地资源影响的计量分析

洪业应, 安和平, 杨 环
(贵州大学 人口研究中心, 贵州 贵阳 550025)

摘 要: 在对贵州省毕节地区耕地面积、城镇化率、区域经济增长趋势变化分析的基础上,运用多元回归分析,探讨耕地面积与固定资产投资额、工业生产总值及城镇化率之间关系。结果表明, 该区耕地面积从 1988 年的 4.02×10^5 hm^2 下降到 2008 年的 3.65×10^5 hm^2, 年平均递减率为 0.48%。人均耕地面积由 1988 年的 0.069 hm^2 下降到了 2008 年的 0.047 hm^2, 年均递减率为 1.90%; 固定资产投资、工业发展、城镇化率对耕地面积的减少都有显著影响, 弹性系数分别为- 0.030, - 0.002 和- 0.046, 其中人口城镇化对耕地面积减少的影响最大。20 a 间毕节地区城镇化的发展导致耕地非农化的产生, 仍然是以牺牲耕地资源为代价, 城市土地的集约节约利用水平有待提高。

关键词: 人口; 经济增长; 耕地资源; 计量分析; 毕节地区
文献标识码: A 文章编号: 1000-288X(2011)04-0218-05 中图分类号: F301.21, C92

Influences of Population and Economic Development on Cultivated Land Resource

HONG Ye-ying, AN He-ping, YANG Huan
(Population Research Center of Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025, China)

Abstract: Based on the analysis of Bijie City's cultivated land, the rate of urbanization and the changes of regional economic growth trends, the article selected multiple-regression model to study the relationship between area of cultivated land and investment of fixed assets, industrial output and urbanization. The results showed that cultivated area had been reduced from 4.02×10^5 hm^2 in 1988 to 3.65×10^5 hm^2 in 2008 with annual average decline rate 0.48%, meanwhile, per capita arable land also reduced from 0.069 hm^2 in 1988 to 0.047 hm^2 in 2008 with the annual average decline rate 1.90%. Fixed asset investment, industrial development and urbanization had significant impacts on the reduction of arable land, and their elasticity coefficients were - 0.030, - 0.002, - 0.046, respectively, among which population urbanization exerted the greatest influence. During the past 20 years, the development of urbanization had led to non-agriculturalization of farmland at the expense of the arable land resource. Therefore, the level of the intensive and economical use of urban land needs to be improved.

Keywords: population; economic development; cultivated land resource; econometric analysis; Bijie City

耕地是土地资源中最宝贵的自然资源,保持一定数量的耕地资源也是人类赖以生存的基本条件[1]。如何正确认识和处理其与经济增长的关系,如何在追求经济利益最大化的同时实现耕地资源的可持续发展利用,已经成为中国实施可持续发展战略。耕地的变化和流向反映出经济社会的基本态势,决定国家和区域的人口承载量与可持续发展能力[2]。

据国土资源部发布《2008 年国土资源公报》报道,2008 年底中国的耕地总面积 1.22×10^9 hm^2, 占世界耕地总面积的 7%,但其承载的人口却占世界总人口的 22%, 人均耕地远低于世界平均水平。伴随着经济的快速发展,中国的耕地资源已成为中国农业生产及国民经济可持续发展的瓶颈因素。因此,研究耕地利用变化的过程和趋势,将对保护耕地政策法规的制定及优化资源配置、提高资源利用效率无疑具有积极的意义。近年来,国内学者从不同角度对耕地变

收稿日期: 2011-01-03 修回日期: 2011-03-06
资助项目: 2011 年贵州省贵州大学研究生创新基金项目"毕节试验区人口、资源环境与经济协调发展研究"[校研文(2011074)]; 贵州大学毕节试验区招标项目"毕节生态屏障建设与生态保护研究"[贵大毕合字(2009)105 号]; 贵州省科技厅"贵州可持续发展试验区建设研究"[黔科合 SZ 字(2008)3078]。
作者简介: 洪业应(1985—),男(汉族),安徽省舒城县人,硕士研究生,主要从事人口与区域自然环境可持续发展研究。E-mail: hyeying123@163.com。
通信作者: 安和平(1958—),男(汉族),贵州省惠水县人,研究员,从事区域生态环境与人口发展研究。E-mail: anheping159@126.com。

化进行了深入研究。杨桂山[3] 研究了长江三角洲近 50 a 来耕地数量变化的过程与驱动机制; 王建林等[4] 研究了近 20 a 来西藏地区耕地与人口变化相关分析; 王雨濛等[5] 研究了湖北省耕地变化与社会经济因素的实证分析; 李旭东[6] 研究了贵州省人口增长及经济发展对耕地资源的影响等都取得了一定成果。然而, 上述研究对于西部地区尤其是岩溶贫困地区, 人口、经济增长与耕地资源之间的关系研究较少, 它们之间关系如何, 又有怎样不同的结论。因此, 本研究以西部典型岩溶区毕节地区为例对上述问题进行分析。毕节地区由于受岩溶地理条件的制约, 土地对贵州毕节地区来说, 显得十分紧缺, 耕地尤其珍贵。同时, 该区域作为我国生态环境最为脆弱的地区之一, 其土地利用变化状况直接影响着该区的生态安全与粮食安全, 影响着区域的协调可持续发展。如何将耕地资源的保护与未来经济运行和人口发展相协调, 已成为毕节地区在实施可持续发展战略过程中亟待解决的突出问题之一。研究毕节地区耕地变化, 探讨耕地资源与经济增长、人口因素之间的运行变化规律, 对中国岩溶贫困山区尤其是西南岩溶贫困山区的区域经济协调发展具有重要的借鉴性, 也可为合理利用和保护耕地提供重要参考。

1　研究区概况和研究方法

1.1　研究区概况

毕节地区位于贵州省西北部, 界于东经 103°36′ —106°43′, 北纬 26°21′ —27°46′, 土地面积 2.69×10^7 hm^2, 地处云贵高原向东部低山丘陵过度的斜坡地带, 分属长江流域和珠江流域两大水系, 长江流域面积占 95.38%, 珠江流域面积占 4.62%, 是贵州省内典型的岩溶山区。岩溶地貌面积占贵州省土地面积的23.3%, 目前仍有 1.58×10^7 hm^2 流失面积需要治理。该区荒漠、石漠化凸显, 石山、半石山面积已达 1.53×10^6 hm^2, 石漠化面积共有 6.54×10^6 hm^2, 且还在以每 13.33~ 20.00 km^2 的速度递增。该区山峦叠嶂, 河流纵横, 地貌类型多样, 致使地面零星破碎, 耕地资源有限, 人均耕地不足 0.15 hm^2, 该区大于25°的耕地占 17.2%。该区以岩溶地貌为主, 碳酸盐类岩石成土速度低, 形成的土壤层浅薄, 加上母岩坚硬透水性差, 形成的土壤松散, 易于发生水土流失[7]。

据统计, 截止 2008 年毕节地区耕地面积 3.65×10^5 hm^2, 占总土地面积 2.69×10^7 hm^2 (其中山地丘陵占 93%, 岩溶发育区占 73.3%) 的 13.58%。现有户籍总人口 780.38 万人[8], 其中农业人口 723.33 万人, 占总人口的 92.7%, 人口密度 290.60 人/km^2。2008 年底, 实现社会生产总值 4.03×10^6 万元, 其中第一产业为 1.06×106 万元, 第二产业 1.67×10^6 万元, 第三产业 1.30×10^6 万元; 分别占全区生产总值的 26.3%, 41.5% 和 32.2%; 该区工业生产总值为 3.11×10^6 万元占 GDP 的 58.89%, 是 1978 年 1.27×10^4 万元的 245 倍, 扣除物价因素, 年平均增长 4.8%; 城乡差距大, 2008 年底城镇居民人均可支配收入 11 094 元, 农民人均纯收入 2 602 元。

1.2　研究方法和数据说明

1.2.1　*研究方法*　选用 $Y=C+x_1b_1+x_2b_2+x_3b_3$ 模型进行多元回归分析, 其中, C 为常数; b_1, b_2, b_3 分别为待估系数。采用 SPSS 11.5 分析软件进行处理。为消除量纲和数量级的不同带来的影响, 在此用 Z-Score法对原始数据矩阵标准化。探讨耕地面积与人口城镇化率、经济增长等指标间的关系, 阐述其变化特点和过程, 揭示耕地变化与人口增长、经济增长间的一般规律。

1.2.2　*数据来源与说明*　选取 1988—2008 年毕节地区 20 a 来的相关数据作为研究的时段, 选取的变量包括: 耕地面积、人口城镇化率、固定资产投资额、工业生产总值。其中人口城镇化率为各年度毕节地区常住城镇人口占毕节地区年末总人口的比例, 其余数据均来自《毕节辉煌六十年(1949—2009) 》及《贵州统计年鉴》。

2　耕地面积、人口城镇化及经济增长的动态变化

2.1　1988 一 2008 年耕地面积的动态变化

1988 年以来, 毕节地区耕地面积和人均耕地面积一直呈持续下降趋势(图 1) 。耕地面积由 1988 年的 4.02×10^5 hm^2 下降到 2008 年的 3.65×10^5 hm^2, 年平均递减率为 0.48%。伴随耕地面积的下降和人口的增长, 人均耕地面积由 1988 年的 0.069 hm^2 下降到了 2008 年的 0.047 hm^2, 低于世界公认的人均耕地警戒线 0.053 hm^2, 年均递减率为 1.90%。

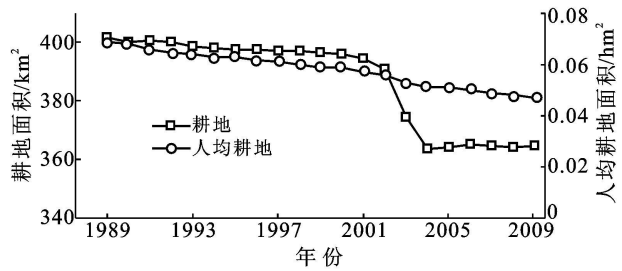


图 1　毕节地区 1988 一 2008 年耕地面积和人均耕地面积变化

从图 1 可以看出, 1988—2001 年耕地面积减少速度较慢, 由 4.02×10^5 hm^2 下降到了 3.91×10^5 hm^2, 耕地面积减少了 1.12×10^4 hm^2, 年均递减率为 0.22%。人均耕地面积由 0.069 hm^2 下降到了0.056 hm^2, 年均递减率为 0.40%。2001—2003 年耕地面积下降速度加快, 由 3.91×10^5 hm^2 下降到了 3.64×10^5 hm^2, 耕地面积减少了 2.63×10^4 hm^2, 年均递减率为 3.42%。人均耕地面积由 0.056 hm^2 下降到了 0.051 hm^2, 年均递减率 4.57%。近年来毕节地区政府通过退耕还林、石漠化治理等项目实施, 加大了耕地的保护力度, 从而使耕地面积持续下滑的趋势得到了有效遏制, 2008 年耕地面积恢复到 3.65×10^5 hm^2, 人均耕地面积为 0.047 hm^2。

2.2 人口城镇化率的动态变化

1988 年以来毕节地区人口总量呈现持续增长趋势(图 2), 人口总数由 1988 年的 582.70 万人增加到 2008 年的 780.38 万人, 年均增加了 6.59 万人, 年均增长率为 1.47%。从 1988—2002 年人口总数增加了 123.18 万人, 年均递增率为 0.96%; 2002—2008 年毕节地区人口增加了 74.50 万人, 年平均递增率为 1.69%。人口城镇化率从 1988 年的 5.56% 呈平稳趋势, 由 1992 年的 5.51% 上升到 1994 年的 11.21%, 1995 年下降到 9.82%, 1996 年之后呈上升趋势, 2008 年达到 15.40%。

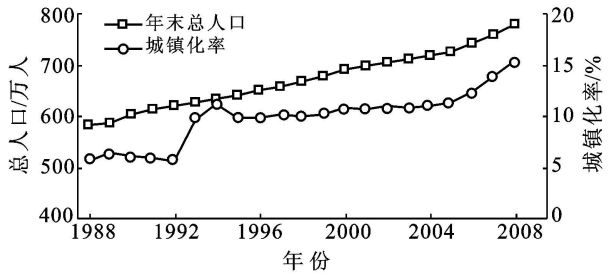


图 2 1988 一 2008 年毕节地区年末总人口和城镇化率变化

2.3 区域经济增长的变化趋势

毕节地区 1988—2008 年间, 全区生产总值(GDP)从 23.40 亿元增加到 402.97 亿元, 20 a 间增长了 379.57 亿元, 年均增长率为 15.29%; 财政收入从 3.02 亿元增加到 69.58 亿元, 20 a 间增长了66.56 亿元, 年均增长率为 16.98%; 城镇居民人均可支配收入从795 元增加到 12 288 元, 20 a 间增长了11 493 元, 年均增长率为 14.67%, 农民人均纯收入由 226 元增加到 2 602 元。

由图 3 可知, 1988—2001 年期毕节地区的 GDP 和固定资产投资额的增长较慢, GDP 在 13 a 间增长了 103.76 亿元, 年均增长率为 13.90%; 固定资产投资额 13 a 增长了 52.61 亿元, 年均增长率为 27.83%。2001—2008 年 GDP 和固定资产投资额的增长速度加快, GDP 在7 a 间增长了348.01 亿元, 年均增长率为 17.91%; 固定资产投资额 7 a 增长了 115.71亿元, 年均增长率为 17.57%。从图 3 可以看出, 尤其在 2002 年后, 毕节地区的 GDP 和固定资产投资额增长速度尤为加快, GDP 和固定资产投资额比上年增长了 13.57 和 15.33 亿元, 增长率分别达到 10.67%和 27.88%; 工业生产总值从 1988 年的 1.13×10^5 万元增长到 1999 年的 7.96×10^5 万元, 11 a 间增长了约 6.80×10^5 万元, 2000 年后快速增长, 2008 年增长到 3.11×10^6 万元, 8 a 间增加 2.40×10^6 万元, 年均增长率为 20.57%; 地方财政收入从 1988 年的 4.61×10^3 万元, 1997 年之前呈缓慢增长趋势, 2000 年之后增长迅速, 增长到 2008 年的 3.51×10^5 万元, 年均增长率 24.19%; 2008 年底全区人均 GDP 达到 5 761 元, 为 1949 年 50 元的 115 倍, 扣除物价因素, 年均增长 5.5%。区域经济增长速速加快的重要原因, 离不开西部大开发政策的实施初显成效, 以及国家对西部地区的投入支持和帮扶政策。

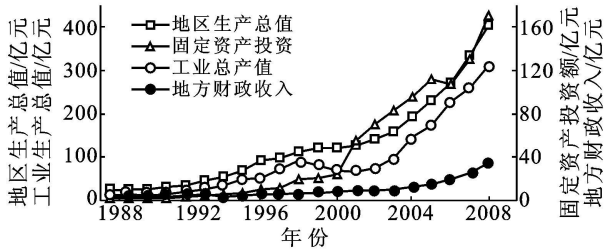


图 3 1988 一 2008 年毕节地区区域经济增长变化

3 耕地资源与人口城镇化及经济增长的关系

3.1 耕地资源、人口增长及经济增长的关系

从表 1 可以看出, 近年来毕节地区单位投资所带来的经济增长额由 1988—1998 年的 5.19 下降到 1998—2008 年的 1.93, 可见, 毕节地区的经济增长率依靠固定资产投资拉动的效率即投资边际报酬处于递减的状态; 但同时单位投资所带来的经济增长额(1.93)仍大于 1。表明投资边际报酬率处于一种递减地增加状态。从表 1 可以看出, 毕节地区经济发展的趋势仍然是传统的资源密集型和粗放型, 耕地的集约化利用程度低[9]。从人口增长所造成的耕地面积的减少来看, 近年来毕节地区单位人口增长所造成的耕地面积明显增加, 表明随着人口的快速增长, 交通、居住、教育等各项非农建设用地需求的压力也在不断

加重。因此, 人口作为一种持续的外界压力, 对耕地数量化起着重要作用[10]。

表 1　毕节地区不同时期耕地面积变化与经济增长、人口增长的关系

项 目	1988—1998 年	1998—2008 年
地区生产总值增长额$\triangle x_1$/亿元	87.95	291.63
固定资产投资增长额$\triangle x_2$/亿元	16.95	151.38
人口增长量$\triangle x_3$/万人	84.66	113.02
耕地面积减少量$\triangle y$/10^3 hm^2	5.37	31.79
$\triangle x_1/\triangle x_2$	5.19	1.93
$\triangle x_1/\triangle y$	16.38	9.17
$\triangle x_2/\triangle y$	3.16	4.76
$\triangle y/\triangle x_1$	0.07	0.11
$\triangle y/\triangle x_2$	0.32	0.21
$\triangle y/\triangle x_3$	0.06	0.28

3.2　耕地资源、人口城镇化及经济增长的回归分析

选取耕地面积为被解释变量(Y)、固定资产投资额(x_1)、工业生产总值(x_2)、人口城镇化率(x_3)为解释变量, 选用 $Y= C+ b_1x_1+ b_2x_2+ b_3x_3$ 模型进行多元回归分析, 采用 SPSS 11.5 分析软件进行处理, 为消除量纲和数量级的不同带来的影响, 在此用 Z-Score法对原始数据矩阵标准化, 即:

$$z_i=\frac{x_i-\bar{x}}{s}$$

式中: z ——某单项指标的评价标准差; x_i ——某单位项指标的原始值, $i= 1, 2, \cdots, n$; $\bar{x}$ ——这一组指标统计值的平均值; s ——这一组指标的均方差。结果如表 2 所示。

表 2　各变量回归系数及检验结果

项 目	标准差	非标准化回归系数	标准化回归系数	T 值
x_1	0.008	−0.030	−1.146	−3.626**
x_2	0.016	−0.002	−0.040	−1.010
x_3	0.032	−0.046	−0.335	−2.435*
常数项	0.210	6.456	—	30.761**
F 值		28.838**		
R^2		0.836		
校正 R^2		0.807		

注: * 表示在 10% 水平上统计显著, * * 表示在 1% 水平上统计显著; 标准误差为 0.0180。

通过表 2 看到, 该模型拟合效果良好, 具有较好的显著性意义。综上所述可建立回归方程[11]:

$$Y= 6.406- 0.030x_1- 0.002x_2- 0.046x_3$$

结果分析表明, 耕地面积与固定资产投资额、工业生产总值、城镇化率都具有显著性影响, 其弹性系数分别为: −0.030, −0.002 和−0.046, 与耕地面积影响大小依次为: 城镇化率> 固定资产投资额> 工业生产总值。由此表明, 近年来毕节地区在大力推进城镇化进程, 是耕地资源减少的最主要影响因素。x_1 项系数为−0.030, 表明短期内固定资产投资额提高了 1%, 相应的耕地面积将减少了 0.030%。x_2 项系数统计不显著, 表明短期内耕地面积的波动对工业生产总值减少影响不大, 说明耕地的经济效益只有通过较长的时期才能对工业生产总值产生影响。这也说明了如果政府在发展工业, 尤其是大力发展重工业过程中具有短视行为, 由于仅从短期内工业发展的绩效很难反映出该区域内耕地保护执行绩效的好坏, 所以就很有可能忽视对耕地资源的保护, 甚至会以牺牲耕地为代价而求得经济社会的发展速度或暂时的发展, 这也从客观上增加了耕地保护的监控难度。x_3 项系数为−0.046, 表明短期内城镇化率提高 1 个百分点, 相应的耕地面积将减少 0.046 个百分点。变量的短期波动分析表明, 固定资产投资额、工业生产总值、城镇化率对耕地面积变化具有负向作用, 但人口城镇化对耕地面积减少的影响最大, 说明了短期内毕节地区城镇化的发展仍然是以牺牲耕地资源为代价的, 城市土地的集约节约利用水平有待提高。

随着经济的发展和人们生活水平的不断提高, 人们对物质文明和精神文明的需求会相应地逐渐加大, 服务性行业的发展, 扩大了第三产业用地, 从而导致了耕地的减少, 这种趋势将会随着人口的增加而日益显现[12]。

4　结 论

(1) 20 a 间随着人口的快速增长和经济的加速发展, 毕节地区耕地面积和人均耕地面积呈持续下降态势, 到 2008 年底全区耕地面积和人均耕地面积分别减少到 3.72×10^4 hm^2 和 0.022 hm^2, 人均耕地 0.047 hm^2, 低于世界公认的人均耕地警戒线 0.053 hm^2。

(2) 分析表明, 在固定资产投资、发展工业、城镇化建设对耕地面积变化都具有负向作用, 但是人口城镇化对耕地面积减少的影响最大。这说明了 20 a 间毕节地区城镇化的发展导致耕地非农化的产生, 仍然是以牺牲耕地资源为代价的, 城市土地的集约节约利用水平有待提高。同时分析表明毕节地区经济增长的趋势仍然是传统的资源密集型和粗放型, 耕地的集约化利用程度低。

(3) 建议在推进毕节地区城镇化进程中, 加快经

济增长的同时, 要严格控制非农建设占用耕地, 控制耕地资源利用的审批制度, 提高土地利用效率才是落实目前“保经济增长、保耕地红线”的关键。要严格执行国家计划生育等相关政策, 控制人口数量、提高人口素质、优化人口结构、促进人口合理分布, 以缓解人口过快增长对耕地的压力[9], 着力提高人力资本和劳动者素质对经济增长的贡献率, 努力将毕节地区人口多的压力转化为人力资源丰富的优势; 同时加强法制教育, 增强人们珍惜土地和保护耕地的意识。

(4) 建议加强耕地保护, 减少耕地流失。做好耕地保护与区域发展的协调工作。在配置土地资源和调整土地结构与布局时, 应坚持耕地优先保证的原则。加大农业基础设施投资, 采取土地整治等综合措施防止耕地退化, 改善耕地生态环境, 从而防止由水土流失、盐碱化和工业等污染带来的耕地减少问题。

(5) 耕地资源的动态变化是社会经济发展、自然条件和政策等因素共同作用的结果, 本研究仅对耕地数量变化与城镇化率、经济增长的关系进行了定量分析, 对于自然条件和政策等以外因素对耕地数量变化的影响还有待于进一步研究。

[参 考 文 献]

[1] 刘海灵, 潘剑君, 刘兆德. 山东省耕地变化与人口增长及经济发展间的关系初探[J]. 中国农学通报, 2007, 23(1): 123-127.

[2] 肖蓉, 王雷, 夏建国. 川西南山区耕地面积变化及社会经济驱动力分析[J]. 中国农业资源与区划, 2008, 29(5): 2-7.

[3] 杨桂山. 长江三角洲近 50 年来耕地数量变化的过程与驱动机制[J]. 自然资源学报, 2001, 16(2): 121-127.

[4] 王建林. 近 20 年来西藏耕地与人口变化相关分析[J]. 资源科学, 2004, 26(1): 45-50.

[5] 王雨濛. 湖北省耕地变化与社会经济因素的实证分析[J]. 中国人口·资源环境, 2010, 20(7): 107-110.

[6] 李旭东. 贵州省人口增长及经济发展对耕地资源的影响实证研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(14): 7712-7716.

[7] 徐显芬. 浅议毕节地区生态环境建设[J]. 贵州林业科技, 2003(2): 61-62.

[8] 贵州统计局. 贵州统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2009.

[9] 洪业应, 陈景信. 区域人口—粮食—耕地的协调可持续发展: 以贵州省毕节地区为例[J]. 中国人口·资源与环境. 2010, 20(专刊): 32-36.

[10] 邵晓梅, 杨勤业, 张洪业. 山东省耕地变化趋势及驱动力研究[J]. 地理研究, 2001, 20(3): 298-305.

[11] 高祥宝, 董寒青. 数据分析与 SPSS 应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007: 220-227.

[12] 胡贤辉, 杨钢桥. 江汉平原耕地数量变化驱动机制分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2005, 15(1): 32-35.

(上接第 217 页)

(2) 不同植物由于对养分需求和重金属等有害物质的耐受力不同, 因此污泥堆肥施用最佳比例因植物而异。通过本研究可以得出, 迎春和紫穗槐分别在污泥堆肥施用比例为 5% 和 10% 时, 幼株成活率、株高、冠幅及干重均达到最大。

(3) 根据重金属不同形态引入毒性响应系数, 初步确定北京市通州区污泥堆肥施用量为 3.62 t/(hm^2·a)。但是目前关于重金属不同形态的毒性系数的研究不多, 所以更加准确的毒性系数还有待于今后更深层的研究。

(4) 重金属是限制污泥土地利用的最主要因素, 一旦施用过量, 将造成土壤重金属污染, 并且将对地下水产生严重威胁。重金属污染基本上是个不可逆的过程, 所以建议对于污泥堆肥的施用一定要严格控制。

[参 考 文 献]

[1] 李鸿江, 顾莹莹, 赵由才. 污泥资源化利用技术[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2010: 1-6.

[2] 朱开金, 马忠亮. 污泥处理技术及资源化利用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 147-153.

[3] 王新, 陈涛, 梁仁禄, 等. 污泥土地利用对农作物及土壤的影响研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(2): 163-166.

[4] Ana F, Mercedes L, Jose S, et al. Phytotoxicity and heavy metals speciation of stabilized sewage sludge[J]. Jounral of Hazardous Meterials, 2004, 108: 161-165.

[5] 孙西宁, 张增强, 张永涛, 等. 污泥堆肥过程中重金属的形态变化研究: Sposito 浸提法[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(6): 2339-2344.

[6] 康军, 张增强, 孙西宁, 等. 污泥堆肥合理施用量确定方法[J]. 农业机械学报, 2010, 41(6): 100-101.

[7] 孙颖, 桂长华. 污泥堆肥化对重金属生物可利用性的影响[J]. 重庆建筑大学学报, 2007, 29(3): 111-112.

[8] 任福民, 周玉松, 牛牧晨, 等. 污泥中的重金属特性分析和生态风险评价[J]. 北京交通大学学报, 2007, 31(1): 103-104.

[9] 国家环境保护局. GB15618—1995 土壤环境质量标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 1995.

[10] 国家环境保护局. GB 4284—1984 农用污泥中污染物控制标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 1984.