

河南省耕地资源数量变化及驱动因素分析

栗滢超^{1,2},侯雪娜²,钱壮志^{1*}

(1. 长安大学 地球科学与资源学院,陕西 西安 710064; 2. 河南农业大学 资源与环境学院,河南 郑州 450002)

摘要:了解耕地资源的时空变化过程及趋势有利于促进耕地合理持续利用,对确保区域粮食安全有重要指导意义。采用2000—2012年数据,探讨了河南省耕地数量在时间、空间上的变化特征,运用主成分分析法探讨了耕地数量变化的主要驱动因子,并运用灰色关联法和多元回归法对2013—2025年河南省耕地资源数量进行预测。结果表明,2000—2012年,河南省耕地数量呈现平稳—增加—基本平稳—增加—平稳的特征,人均耕地面积呈现平稳—增加—稍微降低—增加—降低的特征;信阳市、济源市、新乡市、鹤壁市、南阳市的耕地数量相对变化率均大于全省平均水平,分别为3.33、1.73、1.43、1.20、1.12。影响河南省耕地数量的主要因素表现为总人口>客运量>全社会固定资产投资额>GDP>农村人均居住面积>城镇化水平。预测2013—2025年河南省耕地数量呈逐年小幅增加趋势,预计2020年河南省耕地数量为9 782.81 km²,2025年达11 078.95 km²。最后,从农村居民点集约利用、低丘缓坡地开发利用、补充耕地工程建设及耕地资源信息系统建设方面提出加强耕地保护的意见和措施。

关键词:耕地资源;驱动因素;主成分分析;多元回归分析;灰色关联分析

中图分类号:F301.21;F323.211 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-3268(2016)12-0067-05

Research on Change and Driving Factors of Cultivated Land Quantity in Henan Province

LI Yingchao^{1,2}, HOU Xuena², QIAN Zhuangzhi^{1*}

(1. School of Earth Science and Resources, Chang'an University, Xi'an 710064, China;
2. College of Resources and Environment, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Understanding the change process and trend of cultivated land resource is conducive to promoting rational and sustainable use of arable land, and it is of great significance to ensure regional food security. This paper analyzed the spatial and temporal change characteristics of cultivated land quantity in Henan province using data from 2000 to 2012, discussed the main driving factors of cultivated land quantity change using the principal component analysis, and predicted the number of cultivated land resource from 2013 to 2025 using the grey correlation method and the multiple regression method. The results showed that the quantity of cultivated land presented a stable—increasing—basically stable—increasing—stable characteristics, and the per capita cultivated land area was characterized by steady—increasing—slightly decresing—increasing—decreasing in Henan province. In addition, the relative change rates of cultivated land in Xinyang city, Jiyuan city, Xinxiang city, Hebi city and Nanyang city were greater than the average level of the whole province, which were 3.33, 1.73, 1.43, 1.20, 1.12 respectively. The order of main factors affecting the quantity change of cultivated land was population > passenger volume > fixed assets investment volume > GDP > rural per capita living space > urbanization level. It was predicted that

收稿日期:2016-08-10

基金项目:河南省教育厅自然科学重点基金项目(14A630003);河南省科技攻关项目(122102310394);河南省高等学校哲学社会科学研究“三重”重大基金项目(2014-SZZD-28)

作者简介:栗滢超(1979-),女,河南南阳人,副教授,在读博士研究生,主要从事土地利用方面的研究。

E-mail:ycli666@126.com

* 通讯作者:钱壮志(1959-),男,陕西富平人,教授,博士,主要从事地学领域研究。E-mail:xaqzz@126.com

网络出版时间:2016-11-25 14:24:33

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/41.1092.S.20161125.1424.020.html>

the number of cultivated land would be 9 782.81 kha in 2020, 11 078.95 kha in 2025. Finally, this paper put forward some suggestions and measures to strengthen the protection of farmland from the aspects of intensive utilization of rural residential land, exploitation and utilization of low hills and gentle slopes, construction of supplementary cultivated land and arable land resources information system.

Key words: cultivated land resource; driving factors; principal component analysis; multiple regression analysis; grey correlation analysis

耕地资源作为一种重要的自然资源,是人类社会生存与发展的基础。一定数量的耕地是保障国家粮食安全的前提与基础^[1]。我国先后制定了一系列重大方针政策加强耕地资源保护。1999 年始实行耕地占补平衡制度,对确保区域耕地总量动态平衡、实现耕地保护目标起到了重要作用。但随着城镇化、工业化及产业集聚区的快速发展,各类建设项目需占用大量耕地,同时生态退耕的实施也使得耕地保护的压力增大^[2-5]。国内学者针对耕地资源保护进行了大量研究。陈学渊等^[6]对 1998—2009 年浙江省安吉县耕地动态变化过程及区域差异进行了分析,申海建等^[7]定量分析了湖南省耕地资源变化的驱动因子,赵晓丽等^[8]对 1987—2010 年我国耕地资源变化的特征及主要原因进行了研究,但关于河南省耕地资源数量变化及驱动因子分析的研究尚未见报道。河南省作为国家粮食生产大省,同时还承担着中原经济区建设的核心任务,面临耕地保护与经济建设双重压力,对其耕地资源数量变化及驱动因子进行研究具有重要的现实意义。为此,研究河南省耕地资源数量在时间及空间上的变化,剖析耕地资源数量变化的内在及外在驱动因素,并科学预测未来的耕地资源数量,这对政府制定耕地保护政策、优化土地利用结构将起到一定的支撑作用。

1 材料和方法

1.1 数据来源

本研究所用河南省耕地资源数据主要来源于 2001—2014 年《河南省统计年鉴》。

1.2 研究方法

1.2.1 耕地数量区域差异分析 耕地资源数量因区域自然资源禀赋、土地利用方式及经济发展水平的不同而存在区域差异。本研究采用耕地相对变化率分析河南省各地市耕地资源的区域变化水平。耕地相对变化率的计算公式如下。

$$R = \frac{|K_b - K_a| \times C_a}{K_a \times |C_b - C_a|}$$

其中: C_a 、 C_b 分别代表全区域耕地数量研究期初和研究期末的面积; K_a 、 K_b 分别代表某区域耕地数量研究期初及研究期末的面积。若 $R > 1$, 表示该

区域耕地数量变化较全区域平均变化水平高。

1.2.2 耕地数量变化驱动因素分析 自然条件在短时期内对耕地数量变化影响一般不明显,但社会、经济、技术等人文因素对耕地数量变化影响较大。为此,本研究从经济发展、社会生活及农业科技 3 个方面选取 8 项指标(表 1),运用主成分分析法分析河南省 2000—2012 年耕地数量变化的主要驱动因素。

表 1 耕地数量影响因子及指标

| 因素 | 指标 |
|------|-----------------------------|
| 社会生活 | 总人口(X_1)/万人 |
| | 农村人均居住面积(X_6)/ m^2 |
| 经济发展 | GDP(X_2)/亿元 |
| | 全社会固定资产额(X_3)/亿元 |
| 农业科技 | 城镇化水平(X_5)/% |
| | 工业企业数(X_8)/个 |
| 农业科技 | 客运量(X_7)/万人 |
| | 粮食单产(X_4)/(kg/ hm^2) |

1.2.3 耕地资源数量预测 在主成分分析基础上,建立耕地数量与相关影响因素的回归方程,对回归方程中的各影响因素综合运用灰色关联和回归分析法进行预测,将各影响因素的预测值带入回归方程预测得到 2013—2025 年河南省耕地资源数量。

2 结果与分析

2.1 河南省耕地数量变化趋势分析

2.1.1 时间变化 由图 1 可知,2000—2012 年,河南省总耕地面积从 6 875.25 km^2 增加到 8 156.80 km^2 ,呈现出平稳—增加—平稳—增加—平稳的变化趋势。最低值出现在 2000 年,耕地总面积为 6 875.25 km^2 ;最高值出现在 2009 年,耕地总面积为 8 192.0 km^2 。2000—2012 年,河南省总耕地面积的变化过程总体上可分为 5 个阶段。2000—2001 年,该阶段耕地总面积基本保持平稳;2001—2002 年,该阶段耕地总面积迅速增加,这 2 个阶段人均耕地面积与总耕地面积变化趋势基本一致。2002—2008 年,该阶段总耕地面积相对稳定,在 7 200 km^2 上下小幅浮动;但人均耕地面积逐渐减少,该阶段人均耕地面积减少了 0.004 hm^2 。2008—2009 年,由于技术条件、调查口径不同,第二次全国土地

调查公布的 2009 年耕地面积为 $8\ 192.0\text{ km}^2$, 比 2008 年多 989.8 km^2 , 但实际有效耕种面积并未增加。2009—2012 年, 该阶段总耕地面积持续保持较高水平, 变化比较平稳, 但人均耕地面积减少了 0.005 hm^2 , 其中 2009 年到 2010 年人均耕地面积减少了 0.004 hm^2 。

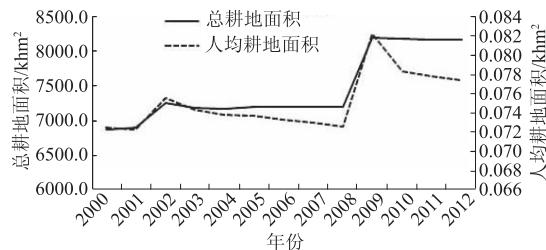


图 1 2000—2012 年河南省耕地及人均耕地数量

2.1.2 空间变化 从表 2 可以看出, 河南省有 5 个地市的耕地相对变化率大于全省耕地相对变化率的平均水平, 耕地相对变化率最大的是信阳市, 为 3.33, 其次为济源市, 相对变化率为 1.73, 新乡市、鹤壁市、南阳市的耕地相对变化率依次为 1.43、1.20、1.12。其余地市的耕地相对变化率均低于全省平均水平。

表 2 2000—2012 年河南省耕地相对变化率空间分布

| 地市名称 | 相对变化率 |
|------|-------|
| 平顶山市 | 0.33 |
| 周口市 | 0.58 |
| 许昌市 | 0.60 |
| 洛阳市 | 0.62 |
| 安阳市 | 0.68 |
| 商丘市 | 0.72 |
| 郑州市 | 0.73 |
| 焦作市 | 0.74 |
| 三门峡市 | 0.75 |
| 开封市 | 0.77 |
| 漯河市 | 0.81 |
| 濮阳市 | 0.82 |
| 驻马店市 | 0.87 |
| 南阳市 | 1.12 |
| 鹤壁市 | 1.20 |
| 新乡市 | 1.43 |
| 济源市 | 1.73 |
| 信阳市 | 3.33 |

2.2 河南省耕地数量变化驱动因素分析

2.2.1 驱动因素 由表 3 可以看出, 第一、第二主成分的累计贡献率达到 95.24%, 表明前 2 个主成分已经提供了原始数据的足够信息, 符合分析要求。由此进一步得出主成分载荷矩阵(表 4)。从第一主成分 Z_1 可知, 变量 $X_1, X_2, X_3, X_5, X_6, X_7$ 与其有很高的正相关性, 相关性大小顺序为: X_1 (总人口) > X_7 (客运量) > X_3 (全社会固定资产投资额) > X_2 (GDP) > X_6 (农村人均居住面积) > X_5 (城镇化水平)。从第二主成分 Z_2 可知, X_4 (粮食单产)与其有较高的正相关性。

(客运量) > X_3 (全社会固定资产投资额) > X_2 (GDP) > X_6 (农村人均居住面积) > X_5 (城镇化水平)。从第二主成分 Z_2 可知, X_4 (粮食单产)与其有较高的正相关性。

表 3 河南省耕地数量变化驱动因子特征值及贡献率

| 主成分 | 特征值 | 贡献率/% | 累计贡献率/% |
|-------|-------|-------|---------|
| Z_1 | 6.750 | 84.38 | 84.38 |
| Z_2 | 0.869 | 10.86 | 95.24 |
| Z_3 | 0.284 | 3.55 | 98.79 |
| Z_4 | 0.045 | 0.57 | 99.35 |
| Z_5 | 0.033 | 0.41 | 99.76 |
| Z_6 | 0.017 | 0.21 | 99.97 |
| Z_7 | 0.001 | 0.02 | 99.99 |
| Z_8 | 0.001 | 0.01 | 100.00 |

表 4 河南省耕地数量变化驱动因子主成分载荷矩阵

| 变量 | Z_1 | Z_2 |
|-------|-------|-------|
| X_1 | 0.954 | 0.218 |
| X_2 | 0.916 | 0.362 |
| X_3 | 0.927 | 0.320 |
| X_4 | 0.556 | 0.790 |
| X_5 | 0.848 | 0.440 |
| X_6 | 0.907 | 0.340 |
| X_7 | 0.936 | 0.304 |
| X_8 | 0.161 | 0.149 |

GDP(X_2)、全社会固定资产投资额(X_3)、城镇化水平(X_5)、客运量(X_7)是社会经济发展的重要衡量指标。城镇化水平的提高将伴随城市规模的扩大, 而城市规模的扩大, 在很大程度上会占用大量耕地, 造成耕地数量的减少。GDP、全社会固定资产投资额的增加繁荣了第二、三产业, 但在发展第二、三产业的同时也会占用一定数量的耕地。同样客运量的增大, 给交通运输带来一定压力, 交通运输用地就会相应增加, 而交通运输用地大多占用的还是优质耕地。

总人口(X_1)、农村人均居住面积(X_6)对耕地数量变化有较大影响。2000—2012 年, 河南省总人口由 9 488 万人增加到 10 543 万人。人口数量的增多会带来居住用地、基础设施用地及公共设施用地的增加, 尤其是居住用地。随着农村人口进城务工, 农民收入增加的同时也带来改善居住条件的需求, 一些富裕起来的农民在城市纷纷买房, 但在老家户口所在地仍有自己的房屋。农业人口双栖现象严重, 增加居住用地的压力, 造成土地资源低效利用及耕地资源的浪费。

粮食单产(X_4)在第二主成分中起主导作用, 而粮食单产的提升主要源于农业科技进步。2000—2012 年, 河南省机械播种面积增加 1 倍, 农用机械总动力平均每年增加 6.96%。但值得注意的是, 粮

食产量在大幅提高的同时,人们对耕地的利用方式有了新的变化,如发展观光农业、开辟果园等可能会使耕地数量隐形减少。

2.2.2 耕地数量与其变化驱动因素回归分析 根据上述主成分分析,得知各个影响因子与耕地数量变化均有一定的相关性。由于指标间存在多重共线性,本研究运用 SPSS 19.0 软件对数据进行岭回归处理,得出河南省耕地数量(Y)与各影响因子间的多元线性回归模型为: $Y = 3\ 511.066\ 595 + 0.213\ 16X_1 + 0.006\ 873X_2 + 0.011\ 773X_3 - 0.033\ 12X_4 + 8.172\ 885X_5 + 14.893\ 401X_6 + 0.001\ 687X_7 + 0.001\ 235X_8$ 。

2.3 河南省耕地数量变化趋势预测

本研究根据各指标变化趋势,综合运用灰色关联法和多元回归法对 2013—2025 年的耕地数量进行预测(表 5),结果显示,2013—2025 年河南省耕地数量呈逐年小幅增加趋势,2013 年耕地数量预测值为 $8\ 357.66\text{ km}^2$,2020 年耕地数量预测值为 $9\ 782.81\text{ km}^2$,到 2025 年达 $11\ 078.95\text{ km}^2$ 。为验证预测结果的准确性,以 2013 年为例,对模型进行检验。2013 年耕地数量实际值为 $8\ 140.71\text{ km}^2$,预测值为 $8\ 357.66\text{ km}^2$,预测误差仅为 2.67%,预测情况良好。

表 5 河南省耕地变化预测结果

| 年份 | $X_1/\text{万人}$ | $X_2/\text{亿元}$ | $X_3/\text{亿元}$ | $X_4/(\text{kg}/\text{hm}^2)$ | $X_5/\%$ | X_6/m^2 | $X_7/\text{万人}$ | $X_8/\text{个}$ | Y/km^2 |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|----------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 2013 | 10 553 | 33 856.18 | 25 519.68 | 6 028.34 | 43.94 | 39.13 | 236 208 | 747 671 | 8 357.66 |
| 2014 | 10 650 | 37 972.90 | 29 444.25 | 6 174.84 | 45.58 | 40.46 | 263 731 | 752 364 | 8 533.43 |
| 2015 | 10 748 | 42 358.14 | 33 663.36 | 6 324.90 | 47.21 | 41.79 | 293 539 | 757 085 | 8 718.47 |
| 2016 | 10 847 | 47 011.90 | 38 177.01 | 6 478.61 | 48.85 | 43.12 | 325 631 | 761 836 | 8 912.79 |
| 2017 | 10 947 | 51 934.18 | 42 985.20 | 6 636.05 | 50.48 | 44.44 | 360 008 | 766 618 | 9 116.39 |
| 2018 | 11 048 | 57 124.98 | 48 087.93 | 6 797.32 | 52.12 | 45.77 | 396 669 | 771 429 | 9 329.25 |
| 2019 | 11 150 | 62 584.30 | 53 485.20 | 6 962.50 | 53.75 | 47.10 | 435 615 | 776 270 | 9 551.40 |
| 2020 | 11 253 | 68 312.14 | 59 177.01 | 7 131.71 | 55.38 | 48.43 | 476 846 | 781 141 | 9 782.81 |
| 2021 | 11 356 | 74 308.50 | 65 163.36 | 7 305.02 | 57.02 | 49.76 | 520 361 | 786 044 | 10 023.43 |
| 2022 | 11 461 | 80 573.38 | 71 444.25 | 7 482.54 | 58.65 | 51.09 | 566 161 | 790 977 | 10 273.45 |
| 2023 | 11 567 | 87 106.78 | 78 019.68 | 7 664.39 | 60.29 | 52.42 | 614 245 | 795 941 | 10 532.75 |
| 2024 | 11 673 | 93 908.70 | 84 889.65 | 7 850.65 | 61.92 | 53.75 | 664 614 | 800 936 | 10 801.11 |
| 2025 | 11 781 | 100 979.14 | 92 054.16 | 8 041.43 | 63.56 | 55.08 | 717 268 | 805 962 | 11 078.95 |

3 建议与对策

以上研究表明,在城镇化快速发展过程中,耕地数量受到经济发展、社会生活及农业科技等多种因素的综合影响。在未来几年新型城镇化背景下,河南省城市规模、交通等基础设施用地将逐步扩大,而政策调控可能会影响耕地数量的变化。为切实做好耕地资源保护,保障区域粮食安全,提出以下建议。

3.1 推进农村居民点节约集约用地

由于目前农村居民点用地总规模及人均规模都较大,且布局分散,加大农村居民点整治是提高农村土地利用效率及补充耕地的主要途径之一^[9-10]。为确保一定数量的耕地,建议未来一段时期以“增减挂钩”为依托,优化农村居民点空间布局,加大对农村闲置土地、废旧村庄的治理,探索适宜地方乡情的农村人均基础设施用地标准及人均农村居民点用地规模,通过村庄整治增加耕地面积,同时提高农村土地利用效率及利用强度。引导农户节约集约利用土地,限制农村居民点用地过度扩张,切实保护耕地。

3.2 加大低丘缓坡土地开发利用

低丘缓坡地是重要的后备土地资源,为缓解经

济建设与保护耕地的双重压力,可开展低丘缓坡土地资源调查与评价^[11]。一方面,将适宜耕种的低丘缓坡地进行开发治理,纳入补充耕地项目库,通过土地平整、农田水利工程建设提高土地产能,逐渐将其改造为质量较好的耕地并逐步纳入到基本农田保护区中。另一方面,引导建设用地优先使用不适宜耕种的低丘缓坡地,避免占用城市周边优质耕地,起到缓解经济建设压力和保护耕地的作用,建设用地的使用同样要体现节约集约用地原则,要符合相关用地标准。此外,低丘缓坡地利用还要注意保护生态环境,避免过度开发利用造成环境破坏。

3.3 继续推进补充耕地工程建设

耕地占补平衡制度对确保河南省耕地总量动态平衡、实现国家下达的耕地保护目标起到了关键性作用。土地开发整理和土地复垦是保持耕地数量基本稳定的重要一环。继续坚持将连片、集中、整理潜力大的耕地优先纳入土地开发整理规划范围,并在土地整理后划入基本农田保护区,重点开展河南省各类矿区塌陷地的复垦、低效零散耕地的整理;确保耕地质量与环境质量的共同提高。同时,建立耕地储备制度,把基本农田保护区以外的现有耕地以及

通过土地整理、土地复垦、土地开发活动新增的耕地,具有开发潜力的耕地后备资源按一定比例储备起来,统一管理,切实做好耕地保护工作。

3.4 建立耕地资源信息管理系统

为使河南省耕地资源数量信息资料能有一个直观分析处理平台,建议建立耕地资源信息数据库,可及时准确地对耕地数量进行预警管理,随时掌握耕地状况和检查耕地保护的效果,对耕地实现快速、准确的动态监测,及时把握耕地数量特征及其变化规律,并能根据预测结果及时确定调控措施,实现对耕地资源的定位、定量、定时管理。同时,还要注意耕地质量与生产力的稳步提高及土壤污染的防治,为实现土地资源的可持续利用提供基础保障。

参考文献:

- [1] 张婷,骆希,蔡海生.江西省耕地的动态变化及驱动因子[J].水土保持通报,2014,34(3):305-310.
- [2] 王文杰,张永福.基于 GIS 的新疆喀什地区耕地变化及驱动力研究[J].湖北农业科学,2016,55(17):4560-4564.
- [3] 封志明,李香莲.耕地与粮食安全战略:藏粮于土,提
- [4] 冯国强,王伟,王伟,等.中国土地资源的综合生产能力[J].地理学与国土研究,2006,16(3):1-5.
- [5] 袁楠.河南省耕地变化及其对粮食产量的影响[D].开封:河南大学,2011:53-59.
- [6] 车明亮,聂宜民,刘登民,等.区域耕地数量变化预测方法的对比研究[J].中国土地科学,2010(5):13-18.
- [7] 陈学渊,唐华俊,吴永常,等.耕地格局时空动态变化过程和差异分析——以浙江安吉为例[J].中国农业科学,2015,48(21):4302-4313.
- [8] 申海建,郭荣中.湖南省耕地资源动态变化及其驱动力[J].水土保持通报,2016,36(4):309-314.
- [9] 赵晓丽,张增祥,汪潇,等.中国近 30 a 耕地变化时空特征及其主要原因分析[J].农业工程学报,2014,30(3):1-11.
- [10] 冯长春,赵若曦,古维迎.中国农村居民点用地变化的社会经济因素分析[J].中国人口·资源与环境,2012,22(3):6-11.
- [11] 黄杉,陈前虎,梁影君,等.浙江省开化县城关工业区低丘缓坡开发的评价方法与利用策略[J].中国土地科学,2009,23(6):31-38.

(上接第 61 页)

- [5] 何文清,严昌荣,赵彩霞,等.我国地膜应用污染现状及其防治途径研究[J].农业环境科学学报,2009,28(3):533-538.
- [6] 李永超,唐永常,耿锐.春花生地膜覆盖高产栽培技术[J].河南农业,2014(11):47.
- [7] 张丹,胡万里,刘宏斌,等.华北地区地膜残留及典型覆膜作物残膜系数[J].农业工程学报,2016,32(3):1-5.
- [8] 新疆维吾尔自治区农牧业机械试验鉴定站,新疆维吾尔自治区农业资源与环境保护站.农田地膜残留量限值及测定:GB/T 25413—2010[S].北京:中国标准出版社,2011.
- [9] 严昌荣,王序俭,何文清,等.新疆石河子地区棉田土壤中地膜残留量研究[J].生态学报,2008,28(7):3470-3473.
- [10] 齐小娟,顾延强,李文重,等.内蒙古农田残留地膜对农作物的危害调查[J].内蒙古农业科技,2001(2):36-37.
- [11] 麻世华,叶东平,麻成军.农用塑料薄膜的残留危害及控制措施[J].现代化农业,1997(10):5-6.
- [12] 杨惠娣.塑料农膜与生态环境保护[M].北京:化学工业出版社,2000:110-113.
- [13] 李平娟.浅论地膜污染与防治对策[J].江苏环境科学,2004,17(增刊):35-36.
- [14] 蔡金洲,张富林,黄敏,等.湖北省典型区域地膜使用与残留现状分析[J].湖北农业科学,2013,52(11):2500-2504.
- [15] 周明冬,侯洪,董合干,等.新疆农用地膜应用与残留污染现状分析[J].浙江农业科学,2015,56(12):2058-2061.
- [16] 曾招兵,姚建武,李盟军,等.广东省典型地区地膜残留现状分析[J].中国农学通报,2014,30(32):189-193.
- [17] 马辉,梅旭荣,严昌荣,等.华北典型农区棉田土壤中地膜残留特点研究[J].农业环境科学学报,2008,27(2):570-573.