

太湖周边地区耕地生产力及其变化数据集(1985–2010)

潘佩佩^{1,2*}, 赵倩石^{1,2}, 王晓旭³, 葛京凤^{1,2}, 杨桂山⁴

1. 河北师范大学资源与环境科学学院, 石家庄 050024; 2. 河北省环境演变与生态建设实验室, 石家庄 050024; 3. 河北省城乡规划设计研究院, 石家庄 050021; 4. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008

摘要: 太湖周边地区是中国经济快速发展地区和传统粮食高产区。基于卫星遥感数据、气象数据、土壤普查数据、耕地调查和野外土壤监测数据, 借助 GIS 空间分析工具和联合国粮农组织 (FAO) 农业生态带 (AEZ) 模型, 计算了太湖周边地区耕地生产力及其变化数据集。该数据集包括: (1) 研究区范围地理信息系统数据; (2) 1985、2000 和 2010 年耕地空间分布数据; (3) 1985 至 2010 年耕地增减空间变化及转化类型数据; (4) 1985、2000 和 2010 年耕地生产力空间分布数据; (5) 1985、2000 和 2010 年耕地生产力等级空间分布数据; (6) 1985–2010 年耕地变化区生产力等级空间分布数据。数据集存储为.tif 和.shp 格式, 空间分辨率为 250 m, 数据压缩为 104 MB。该数据集的分析研究成果发表在《地理科学》2015 年 35 卷第 8 期。

关键词: 太湖周边地区; 耕地变化; 耕地生产力; 农业生态带模型

DOI: 10.3974/geodp.2017.04.12

1 前言

作为社会经济可持续发展的重要保障, 耕地是人类社会赖以生存和发展的最基本资源^[1–2]。耕地生产力则是在现有耕作技术水平及与之相适应的各项措施下耕地资源潜在生产能力, 其高低直接关系到粮食安全^[3]。耕地生产力具有自然和社会经济的双重属性, 其自然属性是确保耕地生产力实现的基础, 其与社会属性的协调互动是耕地生产力提高的根本, 受自然和社会经济要素影响, 耕地生产力不断发生变化^[4]。本研究以中国典型经济快速发展区和传统粮食高产区——太湖周边地区为研究对象, 在获取基于遥感解译的耕地利用空间分布数据基础上, 收集了不同时段太湖周边地区气象数据和土壤普查数据以及基于遥感反演的 30 m 分辨率 DEM 数据, 辅以地方土肥站和野外实地土壤理化指标监测数据及中国耕地土壤调查数据, 结合实地访谈与调查, 运用 AEZ 模型评估了太湖周边地区 1985 年、2000 年和 2010 年耕地生产力, 并据此进行了耕地生产力等级评定, 从而系统分析了太湖周边地区耕地生产力时空分布特征, 掌握了耕地生产力时空变化规律。这一研究对社会经济发展过程中科学把握耕地资源利用决策, 保障国家和区域粮食安全和社会经济可持续发展具有重要意义。

收稿日期: 2017-10-27; 修订日期: 2017-12-15; 出版日期: 2017-12-25

基金项目: 国家自然科学基金 (41401646); 河北省 (D2015205154, BJ2017024)

*通讯作者: 潘佩佩 S-5072-2016, 河北师范大学资源与环境科学学院, panpeipei626@163.com

论文引用格式: 潘佩佩, 赵倩石, 王晓旭等. 太湖周边地区耕地生产力及其变化数据集 (1985–2010) [J]. 全球变化数据学报, 2017, 1(4): 452–459. DOI: 10.3974/geodp.2017.04.12.

数据集引用格式: 潘佩佩, 王晓旭, 葛京凤等. 太湖周边地区耕地生产力及其变化数据集 (1985–2010) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2016. DOI: 10.3974/geodb.2016.09.05.V1.

2 数据集元数据简介

太湖周边地区耕地生产力及其变化数据集（1985-2010）^[5]的名称、作者、地理区域、数据年代、时间分辨率、空间分辨率、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

表 1 太湖周边地区耕地生产力及其变化数据集（1985-2010）元数据简表

| 条 目 | 描 述 |
|-----------|---|
| 数据集名称 | 太湖周边地区耕地生产力及其变化数据集（1985-2010） |
| 数据集短名 | FarmlandAEZdataTaiLake1985_2010 |
| 作者信息 | 潘佩佩 S-5072-2016, 河北师范大学, panpeipei626@163.com 王晓旭 S-6861-2017, 河北省城乡规划设计研究院, 18931179072@163.com 葛京凤 S-6967-2017, 河北师范大学, gejingfeng@hebtu.edu.cn 杨桂山 S-6978-2017, 中国科学院南京地理与湖泊研究所, gsyang@niglas.ac.cn |
| 地理区域 | 30°7'19"N-32°14'56"N, 119°3'1"E-121°54'26"E |
| 数据年代 | 1985-2010 |
| 时间分辨率 | 10 年 |
| 空间分辨率 | 250 m |
| 数据格式 | .tif, .shp |
| 数据量 | 104 MB（压缩后） |
| 数据集组成 | 数据集由 6 部分组成：（1）研究区范围地理信息系统数据；（2）1985、2000 和 2010 年耕地空间分布数据；（3）1985 至 2010 年耕地增减空间变化及转化类型数据；（4）1985、2000 和 2010 年耕地生产力空间分布数据；（5）1985、2000 和 2010 年耕地生产力等级空间分布数据；（6）1985-2010 年耕地变化区生产力等级空间分布数据 |
| 基金项目 | 国家自然科学基金（41401646）；河北省（D2015205154, BJ2017024） |
| 出版与共享服务平台 | 全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn |
| 地址 | 北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101, 中国科学院地理科学与资源研究所 |
| 数据共享政策 | 全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据（中英文）、实体数据（中英文）和通过《全球变化数据学报》（中英文）发表的数据论文。其共享政策如下：（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放，用户免费浏览、免费下载；（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源；（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需要与《全球变化数据学报》（中英文）编辑部签署书面协议，获得许可；（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10%引用原则，即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%，同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[6] |

3 数据研发方法

3.1 数据研发路线

数据集获取包括以下工作：（1）基于 1985-2010 年间遥感解译的土地利用数据，提取耕地空间分布数据及耕地增减空间变化数据；（2）运用 AEZ 模型计算耕地生产力，并对计算结果进行分级。结合太湖周边地区实际，选择 250 m 栅格作为研究单元，所有数据均转换为与土地利用遥感影像数据一致的坐标系和投影。

3.2 基础数据汇集

本研究采用的基础数据包括（表 2）：

基于美国 Landsat 卫星数据（表 3）得到 1985 年、2000 年和 2010 年三期土地用现状数据：1985 年和 2000 年数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心，2010 年数据由中国科学院湖泊流域数据集成与模拟中心利用美国 Landsat 卫星数据解译获取，运用上述数据得到 1985–2010 年耕地增减空间变化数据。气象数据来源于太湖周边 16 个国家站，1 个宜兴地方站和 1 个无锡野外定位观测站共 18 个站点日照时数、温度、降水月值数据，进一步得到 1985–2010 年的气象台站年值资料，将上述数据经过空间插值和数据处理生成与空间数据库相匹配的栅格图。由于流域太阳辐射观测站较少，本文运用气候学方法计算流域太阳辐射，经验系数选择参考该区域已有研究^[7]，据此计算流域光合生产潜力。

表 2 太湖周边地区基础数据列表

| 数据来源 | 数据类型 | 时间（日期） | 比例尺或分辨率 | 数据量 |
|--------------------------------|----------|----------------------|---------|---------|
| 中国科学院资源环境科学数据中心 ^[8] | 土地用现状数据 | 1985 年、2000 年 | 1：10 万 | 36.6 MB |
| 湖泊流域数据集成与模拟中心 | 土地用现状数据 | 2010 年 | 1：10 万 | 184 MB |
| 气象台站 | 气象数据 | 1980–2010 年 | 10 年 | 1.8 MB |
| 第二次土壤普查数据 | 土壤数据 | 1979–1985 年 | 1：100 万 | 1.4 MB |
| 美国 NASA ^[9] | DEM | 2000 年前后 | 30 m | 521 MB |
| 统计年鉴 | 经济社会统计数据 | 1985 年、2000 年、2010 年 | 县域单元 | 4 MB |

表 3 Landsat 卫星数据列表

| 时间 | 传感器类型 | 分辨率 | 采集日期 | 条带号 | 行编号 | 波段数 |
|--------|-------|------|-----------------|-----|----------|-----|
| 1985 年 | TM | 30 m | 1985 年 3 月 9 号 | 118 | 38/39 | 7 |
| | | | 1985 年 4 月 17 号 | 119 | 38/39 | 7 |
| | | | 1985 年 3 月 7 号 | 120 | 37/38 | 7 |
| | | | 1985 年 4 月 24 号 | 120 | 39 | 7 |
| 2000 年 | ETM+ | 30 m | 2000 年 3 月 26 日 | 118 | 38/39 | 8 |
| | | | 2000 年 3 月 17 日 | 119 | 38/39 | 8 |
| | | | 2000 年 3 月 24 日 | 120 | 37/38 | 8 |
| | | | 2000 年 3 月 8 日 | 120 | 39 | 8 |
| 2010 年 | TM | 30 m | 2010 年 2 月 10 日 | 118 | 38/39 | 7 |
| | | | 2010 年 2 月 8 日 | 120 | 37/38/39 | 7 |
| | | | 2010 年 4 月 6 日 | 119 | 38/39 | 7 |

土壤数据是在收集第二次土壤普查资料基础上，结合中国耕地土壤调查成果，根据流域土地利用、土壤类型及地形格局分布特点，利用近些年地方土肥站土壤调查和课题组实地野外测量的典型样点土壤监测数据对土壤性状变化较大区域进行修正而得。采用的土壤指标有土壤有机质、土壤全氮、土壤有效磷、土壤容重、土壤酸碱性、土壤质地。

DEM 数据为 ASTGTM GDEM 30 m 分辨率高程数据，时间范围为 2000 年前后（美国

NASA^[9]，在中国科学院计算机网络信息中心网站下载）。

耕地投入管理数据。利用《中国经济社会发展统计数据库》及各省市统计年鉴等，获取不同地区灌溉保证率等相关数据。通过农户调查得到的农户土地利用决策选择、耕地投入、农田基础设施、农田管理与经营状况、施肥、作物结构、生产生活方式等数据，作为上述数据的补充。

3.3 耕地生产力计算流程

耕地生产力计算模型较多，但各模型使用条件不一样，需要根据区域状况和模型适用性选择。本研究选择在土地利用领域应用较为广泛农业生态区划模型（Agro-ecological zone, AEZ）^[10]计算太湖周边地区耕地生产力。该模型思路严谨，同时涉及光、温、水、土、投入强度等十几个影响作物产量形成的因素和指标（图 1）。AEZ 模型计算属于逐级订正法，计算过程为光合生产潜力→光温生产潜力→气候（光温水）生产潜力→耕地生产力。AEZ 模型计算需要的数据包括气象数据、土壤数据、DEM 数据和耕地投入管理数据。

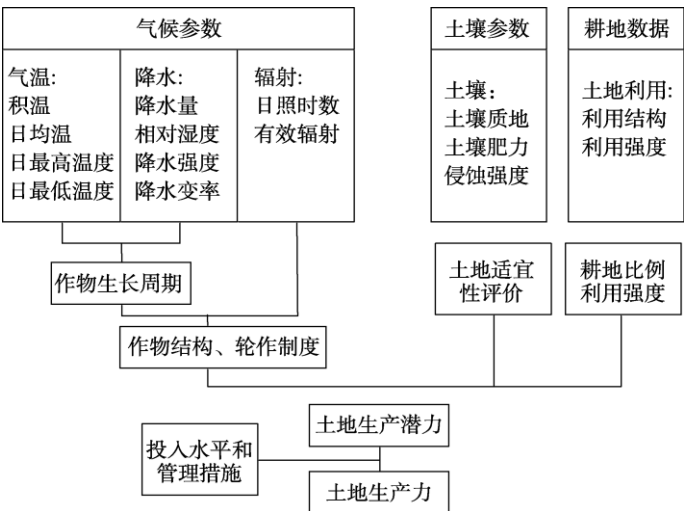


图 1 AEZ 模型结构

3.4 AEZ 模型模拟

在 AEZ 模型运算过程中，利用各气象站点有关日照、温度、降水等数据驱动模型运行，计算该区光合生产潜力、光温生产潜力、气候生产潜力，参数选择充分结合该区实际。耕地生产力是气候生产潜力和土壤有效性系数的乘积。

土壤有效性系数在计算过程中，综合考虑了国内外相关成果（尤其是有关太湖周边地区的研究成果）。在征求专家意见和进行理论分析的基础上，结合太湖流域耕地特点，从立地条件、耕层养分状况和耕层理化性状三个方面构建土壤有效性系数指标评价体系，共包括高程、灌溉保证率、土壤有机质、土壤全 N、土壤有效磷、土壤质地、土壤 pH、土壤容重 8 个指标。之后利用 AHP 层次分析模型，通过比较各要素之间的重要程度，构造判断矩阵并进行线性拟合分析各因素权重值，同时应用专家知识和经验（选取了中国科学院土壤研究所和南京地理与湖泊研究所的相关土壤学和地理学专家）及数学模型拟合的方法，使其结果更具系统性、科学性和实用性，各因素权重值见表 4。

根据上述各指标对土壤有效性系数的作用方式、作用程度，采用不同标准化方法对参评指标进行标准化处理（表 5）。标准化后的值以百分制（0-100）计，值大小与土壤有效性系数成正比，取值范围与评价因素的显著作用区间相对应。

表 4 土壤有效性系数参评指标及权重

| 目标层 | 准则层 | 权重 | 指标层 | 权重 |
|---------|--------|---------|-------|---------|
| 土壤有效性系数 | 立地条件 | 0.320,2 | 高程 | 0.106,7 |
| | | | 灌溉保证率 | 0.213,4 |
| | 耕层养分状况 | 0.400,9 | 土壤有机质 | 0.233,0 |
| | | | 全 N | 0.094,5 |
| | | | 有效磷 | 0.073,5 |
| | 耕层理化性状 | 0.278,9 | 土壤质地 | 0.133,3 |
| | | | 土壤 pH | 0.064,5 |
| | | | 土壤容重 | 0.081,1 |
| | | | | |

表 5 参评因素标准化^[11]

| 参评因素 | | 标准化方法 | | | | | | |
|-------|---------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|--------------------|----------------------|----------------|--|
| pH | $x > 9.5$ 或 $x < 4$ | $8.5 < x \leq 9.5$ | $8 < x \leq 8.5$ | $7.5 < x \leq 8$ | $6.5 < x \leq 7.5$ | $5 < x \leq 6.5$ | $4 < x \leq 5$ | |
| 标准化值 | 0 | $-70x + 665$ | $-40x + 410$ | $-20x + 250$ | 100 | $20x - 30$ | $70x - 280$ | |
| 有机质 | $x > 2.5$ | $1.5 < x \leq 2.5$ | $0.8 < x \leq 1.5$ | $0 < x \leq 0.8$ | | | | |
| 标准化值 | 100 | $20x + 50$ | $(300x + 110) / 7$ | $62.5x$ | | | | |
| 土壤容重 | | | | | | | | |
| 标准化值 | | | $Y = \frac{1}{1 + 8.2(\chi - 1.18)^2} \times 100$ | | | | | |
| 土壤质地 | 重粘土 | 中粘土（砂壤土）（粉）粘壤土 | | 壤土 | 砂土 | | | |
| 标准化值 | 50 | 80 | 90 | 100 | 45 | | | |
| 全 N | $x > 1$ | $0.8 < x \leq 1$ | $0.6 < x \leq 0.8$ | $0.4 < x \leq 0.6$ | $0.2 < x \leq 0.4$ | ≤ 0.2 | | |
| 标准化值 | 100 | 90 | 80 | 60 | 50 | 40 | | |
| 有效磷 | $x > 40$ | $20 < x \leq 40$ | $10 < x \leq 20$ | $5 < x \leq 10$ | $3 < x \leq 5$ | $0 < x \leq 3$ | | |
| 标准化值 | 100 | 90 | 80 | 60 | 50 | 40 | | |
| 高程 | $-10 < x \leq 10$ | $-15 < x \leq -10$ 或 $10 < x \leq 20$ | | $-20 < x \leq -15$ 或 $20 < x \leq 30$ | | $x > 30$ 或 $x < -20$ | | |
| 标准化值 | 100 | 70 | | 50 | | 20 | | |
| 灌溉保证率 | $x > 95$ | $90 < x \leq 95$ | $85 < x \leq 90$ | $80 < x \leq 85$ | $75 < x \leq 80$ | $65 < x \leq 75$ | $x \leq 65$ | |
| 标准化值 | 100 | 90 | 80 | 65 | 55 | 45 | 40 | |

注：由于土壤有效性系数对不同要素变化的响应敏感程度不同，各参评因素取值区间或分段区间也不一致。

4 数据结果与验证

4.1 数据结果

太湖周边地区耕地生产力及其变化数据集（1985-2010）主要由以下几部分组成^[5]：（1）研究区范围地理信息系统数据；（2）1985、2000 和 2010 年耕地空间分布数据；（3）1985

至 2010 年耕地增减空间变化及转化类型数据；（4）1985、2000 和 2010 年耕地生产力空间分布数据（图 2）；（5）1985、2000 和 2010 年耕地生产力等级空间分布数据；（6）1985-2010 年耕地变化区生产力等级空间分布数据（图 3）。

数据集结果表明：太湖周边地区耕地生产力范围为 16,214.3-2,236.5 kg/hm²，由于自然环境条件和耕作水平的差异，高值区和低值区耕地生产力相差较大：高值区主要分布在流域东部，低值区主要分布在西部丘陵地区。

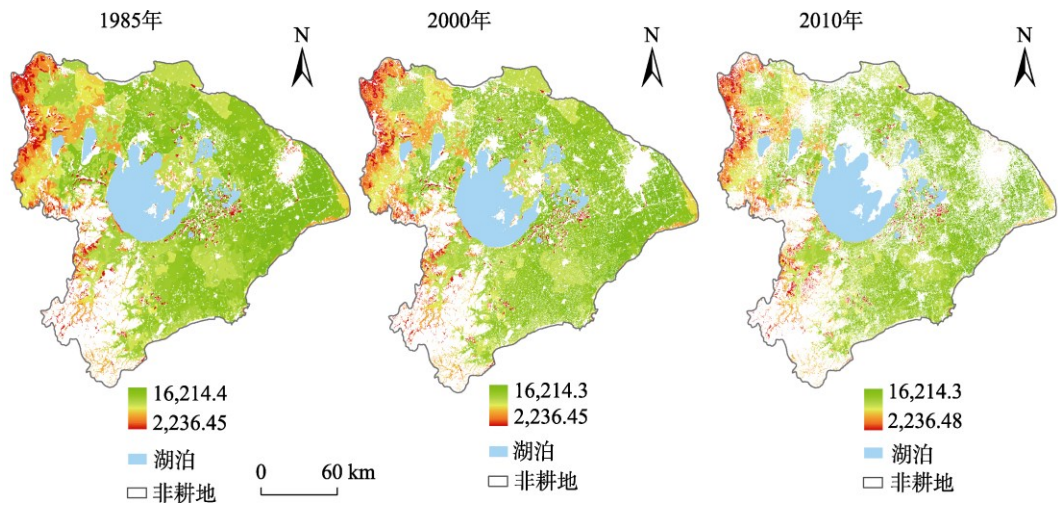


图 2 1985、2000 和 2010 年太湖周边地区耕地生产力空间分布数据图^[11]

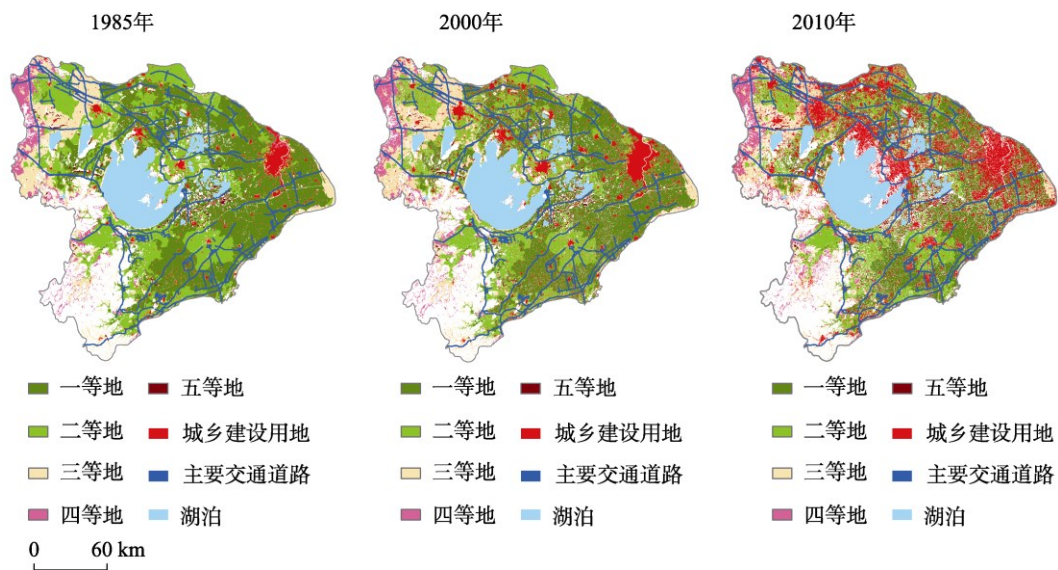


图 3 1985-2010 年太湖周边地区耕地生产力等级变化数据图^[11]

由耕地生产力等级分布数据可知，平原区耕地生产力等级高于丘陵山区，东部高于西部。良好的经济基础及多年农业开发经验使太湖周边地区能较大程度利用其光热和水土优

图 4 县域粮食单产与耕地生产力双轴曲线

5 讨论

太湖周边地区耕地生产力及其变化数据集是掌握该区耕地生产力时空变化规律、摸清耕地资源状况的基础。通过耕地生产力的计算,能够识别出该区耕地产出的限制条件和潜在优势,为该区耕地利用相关研究提供数据支持。研究结果表明,该区水热条件优越,耕地生产力水平较高,但持续的经济增长导致的耕地数量递减背后是高产耕地分布大幅缩减及耕地生产力水平显著下降,耕地资源保护不容忽视。

作者分工:潘佩佩负责数据集设计、方法研究、数据论文撰写;赵倩石负责图件制作、数据论文撰写;王晓旭采集和分析了数据;杨桂山、葛京凤参与数据分析和论文修改。

参考文献

- [1] Yang, H., Li, X. Cultivated land and food supply in China [J]. *Land Use Policy*, 2000, 17(2): 73-88.
- [2] 吴美琼, 陈秀贵. 基于主成分分析法的钦州市耕地面积变化及其驱动力分析[J]. *地理科学*, 2014, 34(1): 54-59.
- [3] 李相玺, 尹忠东, 何长高. 土地生产潜力研究综述[J]. *水土保持学报*, 2001, 15(5): 33-36.
- [4] 张立峰. 试论耕地生产力的开发与可持续发展[J]. *河北农业大学学报*, 1999, 22(1): 6-8.
- [5] 潘佩佩, 王晓旭, 葛京凤等. 太湖周边地区耕地生产力及其变化数据集(1985-2010) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2016. DOI: 10.3974/geodb.2016.09.05.V1.
- [6] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. DOI: 10.3974/dp.policy.2014.05 (2017年更新).
- [7] 张运林, 秦伯强, 陈伟民等. 太湖无锡地区太阳总辐射的气候学计算及特征分析[J]. *应用气象学报*, 2003, 14(3): 339-347.
- [8] 刘纪远, 刘明亮, 庄大方等. 中国近期土地利用变化的空间格局分析[J]. *中国科学: D辑*, 2002, 32(12): 1031-1040.
- [9] ASTER GDEM. <http://reverb.echo.nasa.gov/reverb/>.
- [10] Alberssen, P., Fischer, G., Keyzer, M., et al. Estimation of Agricultural Production Relations in the LUC Model for China [M]. Vienna, Remaprint, 2002: 5-9.
- [11] 潘佩佩, 杨桂山, 苏伟忠等. 太湖流域土地利用变化对耕地生产力的影响研究[J]. *地理科学*, 2015, 35(8): 990-998.