

# 洞庭湖区堤垸 1949–2013 空间分布数据集

王卷乐\*, 高孟绪, 郭海会, 陈二洋

中国科学院地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101

**摘要:** 洞庭湖区长期的泥沙淤积、围垸垦殖, 形成了特有的堤垸分布形态。本数据集以洞庭湖区 20 个县(市、区)为研究区域, 利用卫星遥感数据、水利工程图等资料, 基于面向对象和自动矢量化的方法, 提取得到湖区堤垸 2013 年的空间分布, 并生成湖区堤垸在三个不同时期(1949–1998 年, 1998–2008 年, 2008–2013 年)的空间变化数据。该数据集可用于分析洞庭湖区堤垸的时空格局、演变过程、土地利用变化模式及相应的驱动政策研究。

**关键词:** 洞庭湖; 堤垸; 空间变化; 景观格局

**DOI:** 10.3974/geodp.2017.01.14

## 1 前言

洞庭湖作为长江中游唯一的调蓄湖泊, 具有灌溉、航运、纳水、调节气候等多种功能<sup>[1–2]</sup>。湖区地势低平, 周围的低山丘陵向湖中心倾伏, 是地下水和地表水汇集的中心, 但当湖区湘、资、沅、澧四水与长江洪峰相遇时, 极易造成洪涝灾害。自东汉(25–220 年)时期以来, 湖区人民为抵御水患、围垦生产, 开始修建堤坝, 将耕地、居民地等圈起来, 形成了我国独特的农业生产、乡村聚落建设的地理空间单元——堤垸<sup>[3–5]</sup>。长期的人类活动不断改变着洞庭湖区的堤垸格局, 对区域地理环境和生态系统的影响日益突出, 因此堤垸的形成、发展和空间变化广受关注。洞庭湖区堤垸 1949–2013 空间分布数据集<sup>[6]</sup>以洞庭湖区 20 个县(市、区)为研究区域, 利用卫星遥感数据、水利工程图等资料, 基于面向对象和自动矢量化的方法, 提取得到湖区堤垸 2013 年的空间分布, 并生成湖区堤垸在三个不同时期(1949–1998 年, 1998–2008 年, 2008–2013 年)的空间变化数据。

## 2 数据集元数据简介

洞庭湖区堤垸 1949–2013 空间分布数据集名称、短名名称、通讯作者、作者、地理区域、数据年代、数据空间分辨率、数据出版单位、共享服务平台等信息一并列于表 1。

## 3 数据集研发方法

洞庭湖区堤垸 1949–2013 空间分布数据集的研发方法采取以下三种方法, 一是面向对

---

收稿日期: 2014-08-02; 修订日期: 2014-12-10; 出版日期: 2017-03-25

基金项目: 科技基础性工作专项重点项目(2011FY110400, 2013FY114600); 中国工程科技知识中心建设项目(CKCEST-2016-3-7)

\*通讯作者: 王卷乐 R-8881-2016, 中国科学院地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室, wangjl@reis.ac.cn

论文引用格式: 王卷乐, 高孟绪, 郭海会等. 洞庭湖区堤垸 1949–2013 空间分布数据集[J]. 全球变化数据学报, 2017, 1(1): 93–99. DOI: 10.3974/geodp.2017.01.14.

数据集引用格式: 王卷乐, 高孟绪, 郭海会等. 洞庭湖区堤垸 1949–2013 空间分布数据集[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2014. DOI:10.3974/geodb.2014.02.07.V1.

表 1 洞庭湖区堤垸 1949–2013 空间分布数据集元数据简表

条目	描述
数据集名称	洞庭湖区堤垸 1949–2013 空间分布数据集
数据集短名	PolderChangeOfDongtingLake_China
作者信息	王卷乐 R-8881-2016, 中国科学院地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室, wangjl@lreis.ac.cn 高孟绪 S-1061-2016, 中国科学院地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室, gaomx@igsnrr.ac.cn 郭海会 S-2633-2016, 中国科学院地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室, guohaihui0421@163.com 陈二洋 S-1107-2016, 中国科学院地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室, cheney@lreis.ac.cn
地理区域	28°30'N–30°20'N, 110°40'E–113°10'E, 中国洞庭湖地区
数据年代	1949–1998 年, 1998–2008 年, 2008–2013 年, 2013 年
空间分辨率	100 m
数据文件个数	4
数据格式	.shp
数据量	21.1 MB
数据集组成	数据集由 4 期数据组成, 分别为 2013 年堤垸空间分布数据集, 1949–1998 年间变化数据集, 1998–2008 年间变化数据集, 2008–2013 年间变化数据集。其中: 2013 年堤垸.zip 是 2013 年堤垸的空间分布数据集 (DongtingLakePolder2013.zip), 数据量为 4,066 KB 堤垸变化 1949_1998.zip 是 1949–1998 年间变化数据集 (DongtingLakePolder1949_1998.zip), 数据量为 6,645 KB 堤垸变化 1998_2008.zip 是 1998–2008 年间变化数据集 (DongtingLakePolder1998_2008.zip), 数据量为 3,038 KB 堤垸变化 2008_2013.zip 是 2008–2013 年间变化数据集 (DongtingLakePolder2008_2013.zip), 数据量为 7,784 KB
基金项目	科技基础性工作专项重点项目 (2011FY110400, 2013FY114600); 中国工程科技知识中心建设项目 (CKCEST-2016-3-7)
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 <a href="http://www.geodoi.ac.cn">http://www.geodoi.ac.cn</a>
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 <sup>[7]</sup>

象的堤垸信息遥感解译, 二是历史堤垸资料的数字化预处理, 三是不同时期的堤垸空间变化分析。具体的数据研发流程如图 1 所示。

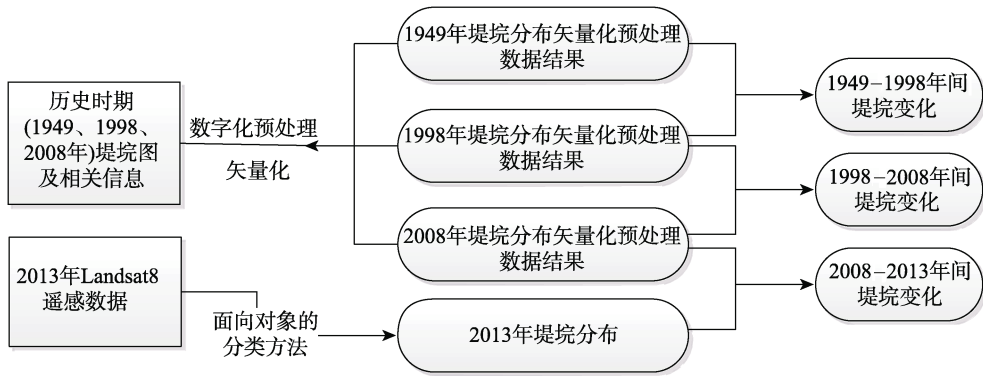


图 1 洞庭湖区堤垸 1949–2013 空间分布数据集的研发流程图

### 3.1 面向对象方法的 2013 年堤垸信息提取

基于 2013 年洞庭湖区的 4 景 Landsat8 卫星影像<sup>[8]</sup>（获取时间和轨道号分别为：2013 年 7 月 31 日 2 景，Path/Row 分别为 123/40，123/41；2013 年 8 月 7 日 2 景，Path/Row 分别为 124/39，124/40），利用面向对象的分类方法进行湖区堤垸的提取，包括对影像多尺度分割、水体信息提取和堤垸提取三个主要步骤。

#### 3.1.1 影像多尺度分割

多尺度分割技术使分割后的影像对象内部具有较好的同质性，而与邻接对象间具有较大的异质性，不同地物类型具有各自适宜的分割尺度。分割尺度越小，生成的多边形越多，而单个对象的面积就越小，对象内同质性越大<sup>[9–10]</sup>。利用 eCognition 软件，经多次实验，确定提取湖区水体的最佳分割尺度为 50，提取堤垸的最佳分割尺度为 70，此尺度取值下，一个多边形对象包含一个类型，且边界清晰。

#### 3.1.2 水体信息提取

在 Landsat8 遥感数据的基础上提取水体信息，采用归一化水体指数（NDWI）<sup>[11]</sup>，其计算公式为：

$$NDWI = \frac{\rho_{Green} - \rho_{NIR}}{\rho_{Green} + \rho_{NIR}} \quad (1)$$

式中， $\rho_{Green}$  和  $\rho_{NIR}$  分别表示地物在绿波段和近红外波段的反射率。NDWI 值介于（-1, 1）之间，值越大表明地物为水体的可能性越大。在 NDWI 的特征图像上，将值大于 0.38 的区域提取为水体。

#### 3.1.3 堤垸提取

提取水体后，从非水体中进行堤垸信息的提取，主要利用地物的 DEM、增强型植被指数（EVI）、距离水体的距离、长宽比等特征构建分类规则，并提取堤垸。

##### （1）DEM

利用研究区 30 m 分辨率的 Aster GDEM 数据，分析发现研究区的堤垸主要位于平原地区，高程一般小于 30 m，且在 30 m 附近，因此将分类规则中的 DEM 参数设置为  $\leq 30$  m。

## (2) 增强型植被指数

利用 Landsat8 遥感数据, 根据增强型植被指数<sup>[12]</sup> (Enhanced Vegetation Index, EVI) 的值剔除湖泊附近植被指数较低的滩洲, 以及河流附近的一些未利用地。其计算公式为:

$$EVI = 2.5 \times \left( \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + 6\rho_{Red} - 7.5\rho_{Blue} + 1} \right) \quad (2)$$

式中,  $\rho_{NIR}$ 、 $\rho_{Red}$  和  $\rho_{Blue}$  分别表示地物在近红外波段、红波段和蓝波段的反射率。

## (3) 距河流的距离

在提取水体的基础上, 利用与水体的距离, 对河流做 200 m 的缓冲区, 在此范围内的湿地、泥滩或未利用地不属于堤垸的地物。

## (4) 长宽比

长宽比是指对象的最小外接矩形的长与宽的比值, 其计算公式:

$$r = \frac{l}{w} = \frac{a^2 + (1-f)b^2}{A} \quad (3)$$

式中,  $a$ 、 $b$  表示近似边界的长和宽,  $A$  为对象的面积,  $f$  表示权重。

耕地一般较规则, 长宽比较小; 而泥滩地则多数呈不规则的多边形状, 长宽比较大。利用地物的长宽比来剔除一些非堤垸内的地物。

## 3.2 历史时期 (1949、1998 和 2008 年) 堤垸信息获取的数字化预处理

利用湖南省水利局编制的《1949 年洞庭湖区地势图》(1:30 万), 湖南省洞庭湖水利工程管理局编制的《1998 年湖南省水利工程图》(1:25 万) 和《2008 年洞庭湖区水利工程图》(1:30 万) 进行研究区堤垸分布的数字化预处理。基于 ArcGIS 软件, 首先根据水体和堤垸在不同波段灰度图像的显著性, 利用 Rectify 工具对扫描校正后的洞庭湖 1949 年区域形势图、1998 年和 2009 年的水利工程图进行图像二值化处理, 然后利用 ArcScan 工具进行自动矢量化, 并提取水体和堤垸, 分别得到 1949 年、1998 年和 2008 年的堤垸分布信息。这些数字化的地图信息作为本研究重要参考和基础。

## 3.3 三期 (1949–1998, 1998–2008, 2008–2013) 堤垸变化分析数据

基于面向对象方法解译得到的 2013 年堤垸分布数据和历史数据 (1949、1998、2008) 进行对比分析, 得到不同历史时期堤垸空间变化信息。

以 1949–1998 年堤垸变化处理为例, 利用 Intersect 工具得到不变垸的空间分布, 利用 Erase 工具分别将 1949 和 1998 年的堤垸分布数据进行处理, 增加垸为 1998 年 Erase1949 年, 减少垸为 1949 年 Erase1998 年, 最后汇总得到 1949–1998 年间的堤垸变化。利用同样的方法进行其他两期堤垸变化的处理, 分别得到 1998–2008 和 2008–2013 年间的堤垸变化。

# 4 数据结果与验证

## 4.1 数据结果

在 2013 年洞庭湖区 4 景 Landsat8 卫星影像的基础上, 利用面向对象的方法提取得到

的研究区 2013 年堤垸分布如图 2 (a) 所示，经统计堤垸总面积为 12,060.2 km<sup>2</sup> (表 2)。从图中可以看出，2013 年湖区堤垸多集中在南洞庭湖以北，延伸至湖北地区，濒临研究区的边界，部分堤垸分布在南洞庭湖以南的资阳、湘阴、赫山地区，西洞庭湖西侧的汉寿、武陵和鼎城地区。

1949–1998 年间堤垸变化如图 2 (b) 所示，可以发现堤垸呈显著增加趋势，堤垸面积由 1949 年的 8,254.96 km<sup>2</sup> 增加到 12,270.5 km<sup>2</sup>，增加区主要位于大通湖、汨罗市、资阳区、澧县、君山区的钱粮湖镇等地区。

1998–2008 年间堤垸变化如图 2 (c) 所示，这一期间，堤垸面积从总量上相比 1998 年时减少到 12,194.6 km<sup>2</sup>，在区域上既有增加垸，也有减少垸。增加的堤垸主要呈现在洞庭湖区外围，湖区内部呈现大范围的退垸现象，减少垸主要是周围被水体包围的独立垸、沿河湖边缘的垸等。

2008–2013 年洞庭湖区仍然呈现堤垸减少的趋势，相比 2008 年堤垸面积减少了 134.4 km<sup>2</sup>，减少的区域由内部核心区向外围转移，并且东洞庭湖水面积有所扩大，如图 2 (d) 所示。

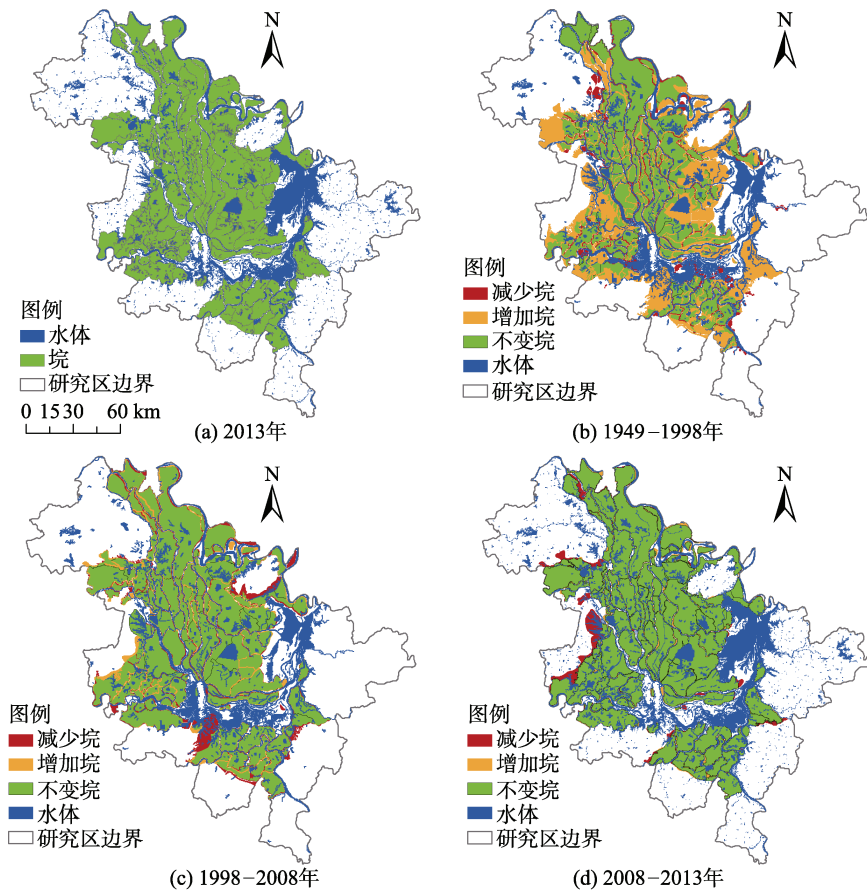


图 2 2013 年堤垸分布和三个时期 (1949–1998 年、1998–2008 年、2008–2013 年) 堤垸变化图

表 2 洞庭湖区堤垸面积与变化统计

年	面积 ( km <sup>2</sup> )	面积变化 ( km <sup>2</sup> )
1949	8,254.96	/
1998	12,270.50	4,015.54
2008	12,194.60	-75.9
2013	12,060.20	-134.4

4.2 数据验证

本数据地图矢量化的过程得到严格质量控制，矢量化结果误差控制在一个像元内。遥感影像解译结果经 2013 年 10 月 29 日-11 月 3 日在研究区进行的实地调查验证，共获取独立验证点 26 个（其中水体点 4 个，堤垸点 22 个），堤垸点分布与 2013 年堤垸提取结果完全一致。验证点数据分布见表 3 和图 3 所示。

表 3 洞庭湖区堤垸分布验证点数据

编号	经度	纬度	高程 ( m )	类型
1	112°24'06.662" E	28°39'44.365" N	30	堤垸
2	112°26'35.542" E	28°39'24.022" N	26	堤垸
3	112°10'47.944" E	28°50'00.741" N	24	水体
4	112°15'36.634" E	28°59'31.752" N	29	堤垸
5	112°16'33.702" E	28°58'35.367" N	24	堤垸
6	112°15'39.337" E	29°00'13.329" N	37	堤垸
7	112°19'26.382" E	29°03'28.908" N	26	堤垸
8	112°19'29.893" E	29°22'25.966" N	26	堤垸
9	112°20'06.368" E	29°21'04.277" N	28	堤垸
10	112°11'34.548" E	28°49'42.510" N	17	水体
11	112°22'37.218" E	29°21'30.636" N	44	堤垸
12	112°22'33.714" E	29°20'42.818" N	46	堤垸
13	112°33'36.124" E	29°18'05.586" N	20	堤垸
14	112°32'17.599" E	29°18'06.509" N	44	堤垸
15	112°50'17.142" E	29°30'46.015" N	35	堤垸
16	112°50'41.453" E	29°30'01.440" N	33	堤垸
17	112°50'16.955" E	29°30'45.875" N	15	堤垸
18	112°54'19.458" E	29°28'27.444" N	22	堤垸
19	112°54'52.069" E	29°27'20.287" N	24	堤垸
20	112°56'40.625" E	29°27'02.801" N	34	堤垸
21	112°58'15.012" E	29°25'06.172" N	26	堤垸
22	113°05'13.819" E	29°20'22.675" N	40	水体
23	113°04'39.839" E	29°15'40.661" N	22	堤垸
24	113°04'52.706" E	29°14'36.746" N	22	堤垸
25	113°03'59.516" E	29°14'45.012" N	19	水体
26	113°05'27.246" E	29°19'53.095" N	31	堤垸

## 5 结论

洞庭湖区堤垸 1949–2013 空间分布数据集能够为洞庭湖区堤垸的时空格局分析、演变过程、土地利用变化模式分析, 以及相应的驱动政策等研究提供支撑。从历史时期至今, 洞庭湖区域经历了围垸垦殖、并垸合流、平垸行洪、退田还湖等一系列的变化, 通过对不同时期堤垸的变化过程进一步分析, 结合各时期堤垸的形态, 能够揭示堤垸形态随时间的动态变化, 并寻求堤垸演变模式与其形状之间的关系, 并可以进一步研究诸如退田还湖后对洞庭湖区湿地、生态环境等的影响。

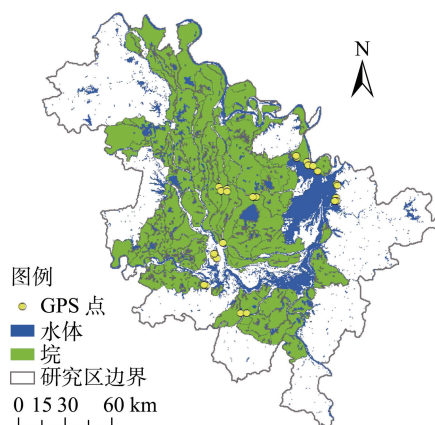


图3 洞庭湖区堤垸分布验证点空间分布数据图

**作者分工:** 王卷乐负责数据集的设计和方法研发。王卷乐、高孟绪完成了数据分析和数据论文撰写。郭海会、陈二洋完成了数据采集、数据分析与数据验证工作。

**致谢:** 感谢西洞庭湖省级自然保护区管理局、西洞庭湖省级自然保护区管理局蒋家嘴分局为本研究提供的相关历史资料。

## 参考文献

- [1] 钟兴永. 洞庭湖堤垸的兴废及其历史作用[J]. 云梦学刊, 2005, 26(6): 50–52.
- [2] 李景保, 邓铭金. 洞庭湖滩地围垦及其对生态环境的影响[J]. 长江流域资源与环境, 1993, 2(4): 340–346.
- [3] 湖南国土资源厅. 洞庭湖历史变迁地图集[M]. 长沙: 湖南地图出版社, 2011.
- [4] 彭平波, 彭波涌, 曹锋. 青山垸湿地恢复与鸟类资源保护研究[J]. 岳阳职业技术学院学报, 2010, 25(2): 39–44.
- [5] 蔡凯平, 侯循亚, 李以义等. 洞庭湖区 41 个平垸行洪退田还湖堤垸钉螺扩散调查[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2005, 17(2): 86–88.
- [6] 王卷乐, 高孟绪, 郭海会等. 洞庭湖区堤垸 1949–2013 空间分布数据集[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2014. DOI: 10.3974/geodb.2012.02.07.V1.
- [7] 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).
- [8] 张玉君. Landsat 8 简介[J]. 国土资源遥感, 2013, 25(1): 176–177.
- [9] 刘妙龙, 吴原华. 基于尺度的 GIS 空间资料表达模型[J]. 测绘学报, 2002, 31(z1): 82–86.
- [10] Baatz, M., Schäpe, A. Multi-resolution segmentation: An optimization approach for high quality multi-scale image segmentation [J]. *Angewandte Geographische Information Aeverarbeitung*, 2000, XII: 12–23.
- [11] McFeeters, S. K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1996, 17(7): 1425–1432.
- [12] Liu, H. Q., Huete, A. R. A feedback based modification of the NDVI to minimize canopy background and atmospheric noise [J]. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 1995, 33(2): 457–465.