

# 基于遥感数据的洪泽湖库容曲线推求

戚晓明, 杨 兰, 白 夏, 汪迎春

(蚌埠学院应用化学与环境工程系, 安徽 蚌埠 233030)

**摘要:** 基于洪泽湖区域 21 景 ETM+ 遥感影像, 解译得到洪泽湖的水面变化时间序列数据; 结合三河闸(闸上)实测水位数据, 推导了洪泽湖水位-水面面积函数关系, 运用积分方法得到洪泽湖库容曲线, 并与现有库容曲线进行了对比分析。结果表明: 洪泽湖周边水域圈圩养殖区是早期形成的, 2000—2015 年间圈圩总体上得到一定的控制, 但在洪泽湖西岸有进一步加剧的趋势; 水位-水面面积函数的选取对低水位水面面积推算有影响, 进而对湖泊死库容计算产生累计误差影响; 遥感影像数据越丰富、影像之间的湖泊水位差越小, 则库容曲线越准确。

**关键词:** 库容曲线; 遥感影像; 水面面积; 土地利用变化; 洪泽湖

**中图分类号:** TP79

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1006-7647(2017)03-0077-07

**Water level-capacity curve of Hongze Lake based on remote sensing data//** QI Xiaoming, YANG Lan, BAI Xia, WANG Yingchun (Department of Chemistry and Environmental Engineering, Bengbu College, Bengbu 233030, China)

**Abstract:** Based on a 21 King ETM+ remote sensing image, time series data of water level variation were interpreted. The water level-area function was derived using the measured water level data of the Sanhe Sluice, a new water level-capacity curve of Hongze Lake was obtained with the integral method, and the water level-capacity curve was compared with the existing curve. The results show that the culture area of the captive polder around Hongze Lake was formed early, and the captive polder condition was improved from 2000 to 2015, but shows an aggravation trend in the western part of Hongze Lake. The selection of the water level-area function has an influence on the calculation of the water surface area with a lower water level, resulting in an error in the calculation of the dead storage of the lake. When the remote sensing image data are more abundant, the difference between lake water levels in different images is smaller, and the water level-capacity curve is more accurate.

**Key words:** water level-capacity curve; remote sensing; water surface area; land use change; Hongze Lake

淮河流域是我国重要的农业区和人口密集区, 流域内湿地类型多样, 包括众多大型湖泊、纵横交错的河网和大量人工湿地。近年来, 随着淮河流域中下游地区人口的增长和经济社会快速发展, 湖泊周边的库岸修建、联圩并圩以及围湖垦殖等人类活动使湖泊调蓄洪水的功能受到了影响, 在一定程度上改变了湖泊原有的水位库容关系<sup>[1]</sup>。水库库容曲线是水库调度运行管理、大坝安全认定的重要依据, 也是大坝高度、泄洪设施正常运行、正常蓄水位、防洪限制水位的重要依据<sup>[2]</sup>。目前, 我国库容曲线的建立多依靠在水库蓄水前进行库区地形图测量, 蓄水运行后则采用 GPS 定位与水深测量相结合的方式对量测<sup>[3]</sup>, 这种实地地形量测方法需要耗费大量时间和精力, 特别是针对历史形成的湖泊, 这种方法更受限制。自 20 世纪 70 年代以来, 遥感技术被

广泛用于洪水淹没范围制图, 水深遥感测量也得到广泛的关注<sup>[4]</sup>。近年来遥感技术在水利方面的应用越来越成熟广泛<sup>[5]</sup>。洪泽湖作为淮河流域的重要湿地之一, 对区域防洪、生态平衡和稳定环境等具有重要作用<sup>[6]</sup>, 而洪泽湖的库容曲线在评价其蓄洪效益和水文过程模拟中不可或缺。1906 年和 1954 年曾对洪泽湖作了大规模的水文调查<sup>[7]</sup>, 随着洪泽湖地区的经济社会发展, 土地利用变化显著, 有必要复核洪泽湖的库容曲线。本文利用洪泽湖区域多期遥感数据和三河闸(闸上)水位资料推求了洪泽湖的库容曲线。

## 1 研究区及数据

### 1.1 研究区概况

洪泽湖是我国五大淡水湖之一, 地处淮河流域

表 1 历史文献中的洪泽湖水位面积关系

时间	水位/ m	面积/ km <sup>2</sup>	平均水深/ m	容积/ 亿 m <sup>3</sup>	高程标准	参考文献
1954 年	11.11	1 037.00		70.0	1985	文献[10]
	12.37	1 576.90	1.77	27.90		文献[11]
	12.50	1 597.00	1.50	31.30		文献[12]
	12.50	2 060.00				文献[13]
	12.50	2 069.00	1.50	31.3		文献[14]
1931 年	13.00	2 069.00				文献[15]
	13.31	1 770.00		38.35	1985	文献[16]
	16.25	3 880.00		147.5		文献[17]

中下游结合处的苏北平原中部偏西,位于江苏省淮安、宿迁两市境内,地理位置在北纬 33°06′ ~ 33°40′ 和东经 118°10′ ~ 118°52′ 之间<sup>[1]</sup>,如图 1 所示。洪泽湖处于黄淮平原,是淮河流域最大平原水库,属于过水性湖泊,水域面积随水位波动较大,平均水深 1.5 m,最大水深 4.5 m,水位在 12.5 m 时水域面积约为 1 597 km<sup>2</sup>,库容约 30.4 亿 m<sup>3</sup>;洪泽湖死水位 11.11 m(1985 国家高程基准),汛限水位 12.31 m,正常蓄水位 12.81 m,规划蓄水位 13.31 m,设计洪水位 15.81 m。洪泽湖不仅是周边重要的水源地,也是南水北调东线工程的重要调蓄水库,具有防洪抗旱、调水、水产、水运等综合利用功能。

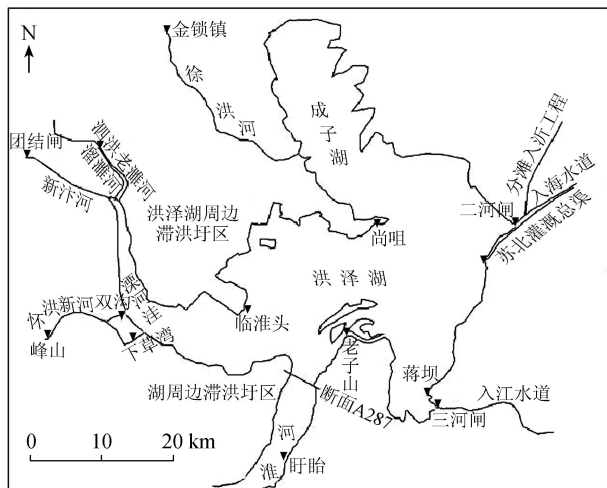


图 1 洪泽湖概况

## 1.2 湖泊水域面积商榷

洪泽湖属于过水性湖泊,其河床高度比周边陆地高出近 2 m,在不同的水位高度时其湖泊水面面积不同。土地利用方式的变化对洪泽湖湿地产生较大的影响,湖边的农田和滩地被开挖成鱼塘,浅水区由于围网养殖,天然湿地转化为人工湿地或其他非湿地类型。另外水工建筑物的修建也对湖区湿地格局产生影响,如 1954 年三河建闸使得洪泽湖水位大幅提升,1979—1988 年间洪泽湖西岸临淮镇大门口附近养殖池塘或者围网养殖区大量兴建<sup>[8-9]</sup>,这些因素使得洪泽湖不同水位条件下的水域面积发生了一定的变化。查阅相关文献<sup>[10-17]</sup>可知不同水位条件下洪泽湖的水面面积值有一定的差异,这说明复核不同水位条件下对应的湖泊水面面积是十分必要的。表 1 是有关文献中列出的不同水位对应的湖泊水面面积。

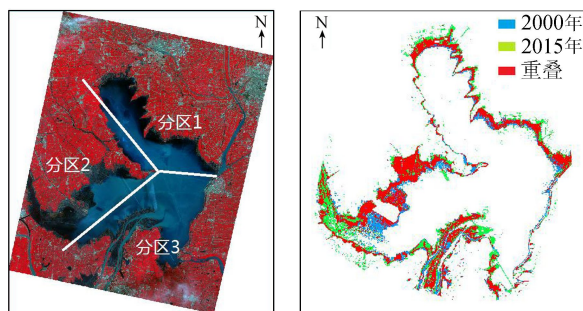
## 1.3 洪泽湖周边水域圈圩变化

洪泽湖属于冲积平原浅水型湖泊,面临的最严峻问题就是水域圈圩致使湖面萎缩,因此分析洪泽湖区域的土地利用变化,有助于理解洪泽湖库容曲线的变化机理。根据洪泽湖湖岸特点,即湖北、西、

南三面属于天然湖岸,东部为人工大堤,将湖区分成 3 个子区域,采用人工交互解译方法计算洪泽湖水域圈圩面积的变化情况;采用水位 12.5 m 时洪泽湖面积 1 597.0 km<sup>2</sup> 来计算水域圈圩所占百分比,结果如表 2 所示。图 2 为近年来的水域圈圩变化情况,分析可知洪泽湖周边水域圈圩养殖区是早期形成的,2000—2015 年间圈圩总体上得到一定的控制,但在洪泽湖西岸有进一步加剧的趋势。

表 2 洪泽湖周边水域圈圩变化

时间	分区 1/ km <sup>2</sup>	分区 2/ km <sup>2</sup>	分区 3/ km <sup>2</sup>	圈圩合计/ km <sup>2</sup>	圈圩 占比/%
2000-03-24	89.06	201.17	152.10	442.33	27.70
2005-10-16	109.57	217.83	152.82	480.22	30.07
2010-09-12	128.73	231.14	153.06	512.93	32.12
2015-04-11	132.34	236.34	156.79	525.47	32.90



(a) 圈圩分区

(b) 圈圩变化

图 2 洪泽湖水域圈圩分区及变化

## 1.4 数据来源与预处理

根据洪泽湖的地理位置、特点和遥感数据的实用性、可获取性和季节性水位变化来确定库容曲线。选取覆盖研究区的 21 景不同时相的 Landsat ETM+ 卫星影像数据(轨道号 120/37),分辨率为 30 m,成像质量和成像时的天气状况都比较理想。遥感影像的获取时间尽量在汛期前,避开汛期(6—8 月),以保证相邻两幅遥感影像之间的水位差较小,具有良好的可比性。采用 ENVI 5.1 遥感图像处理软件,将各时相的遥感数据进行融合,即采用该时相的 ETM+ 全色波段数据,采用双线性内插法重采样使其空间分辨率提高到 15 m。选取成像质量较好的 2000-09-16 ETM+ 影像作为基准影像,利用特征显著的同名控制

点和多项式纠正模型进行图像的几何校正,使得几何校正和配准精度控制在 0.5 个像元以内,并将其其他遥感影像与该影像进行配准。参考百度地图上的高分辨率遥感影像和野外实地调查数据,对遥感数据进行配准和分类,从而满足洪泽湖水面面积解译及变化分析的要求。

## 2 库容曲线推求

### 2.1 技术路线

**a. 水面计算规则。**洪泽湖周边湿地可分为人工湿地和天然湿地两大类,其中人工湿地包括水库、坑塘地、水田、沟渠、人工运河、稻田湿地;天然湿地包括河流、湖泊和滨湖河漫滩等类型。在不同水位条件下洪泽湖周边区域的湿地面积是否计算在湖泊水面面积内,这对湖泊库容的计算是有影响的。根据遥感影像的颜色、形状、结构及其与周边环境要素的相关关系(图 3)可判断堤外水体和堤内水体是否紧密相连,这和水位、成像季节有一定的关系。图 3(a)表明水域和非水体间有明显的坝体分隔,坝外地域不受湖泊高水位影响;图 3(b)表明水域内有水产养殖区域,受湖泊水位影响;图 3(c)表明湖堤外围地势低洼(蓄滞洪区),不同程度受湖泊水位影响;因此,需要分析堤内与堤外水体是否紧密相连,在实地调查的基础上检验分析不同时相差异导致的湿地变

化,从而建立洪泽湖周边湿地遥感解译标志如表 3 所示。

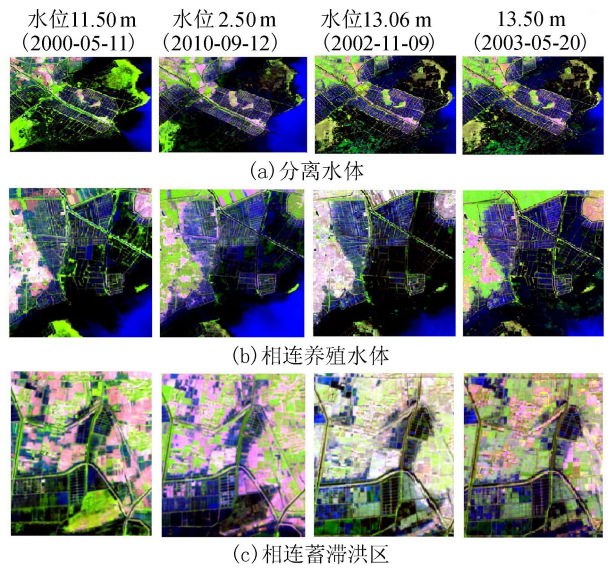


图 3 洪泽湖堤外与堤内水体关系

**b. 数据选取。**将研究区范围内所有时相 ETM+ 遥感影像收集并按时间排序,查找与该影像成像时间对应的三河闸(闸上)水位数据,筛选影像使得所选取遥感数据间水位差比较合理。

**c. 水体解译。**对遥感影像进行几何校正和配准;目前,包括监督分类、非监督分类、单波段阈值、植被指数、归一化水体指数等模型都被成功应用到

表 3 洪泽湖周边湿地及水面计算规则

水 体	解译图像	几何形状	色调纹理	间接标志	是否算湖泊水面面积
湖泊水库		大片斑块分布,自然弯曲	深蓝或黑色边界清楚	附近山或堤防,伴有漫滩	计算在湖泊水面面积内
河 流		条带分布自然弯曲	蓝色,较均一,边界清楚	平原,伴有漫滩,农田	不计算在湖泊水面面积内
堤防内水塘、水田		规则网格分布	深蓝色,边界比较清楚	平原,伴有农田	与湖紧密相连时计算在内;与湖隔离时不计算在湖泊水面面积内
堤防外水塘、水田		规则网格分布	深蓝色,边界比较清楚	平原,伴有农田、城镇建筑	不计算在湖泊水面面积内
堤防外水域		不规则	深蓝色,边界模糊	平原,伴有农田,水生植物	与湖紧密相连时计算在内;与湖隔离时不计算在湖泊水面面积内

地表水体识别与提取。由于洪泽湖周围区域土地利用变化较突出,城市和水体信息容易混淆,采用徐涵秋<sup>[17]</sup>改进的归一化水体指数(MNDWI)能够很好地区分城市和水域。考虑水体的波谱特征是在TM2(Band2:0.52~0.60 μm)具有较强的透射性,而在TM5(Band5:1.55~1.75 μm)处于水的吸收带内,对含水量敏感,因此采用绿光波TM2与短波近红外波段TM5数值之差和这两个波段数值之和的比值作为徐涵秋改进的归一化水体指数。

d. 水面面积计算。在ENVI5.1环境下,对洪泽湖外区域,按照表3洪泽湖周边湿地及水面计算规则,采用监督分类方法制作掩模,处理掉非洪泽湖水域,然后采用MNDWI提取研究区水域面积,技术路线如图4所示。

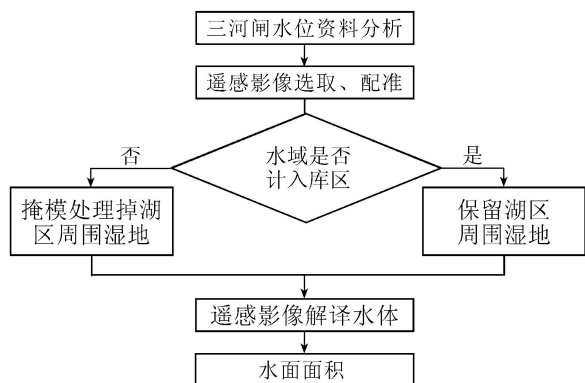


图4 水面面积计算技术路线图

## 2.2 水域面积提取

采用三河闸(闸上游,站码为51002650)2000—2011年实测日水位数据,提取洪泽湖典型水域影像

如图5所示,其中图5(a)(d)是2010年9月12日水位为12.50m的遥感影像和解译后的水位面积,该水位是洪泽湖的正常蓄水水位;图5(b)(e)是2003年7月23日水位为13.72m的遥感影像和解译后的水位面积,该水位是研究时段内较高的水位(研究数据序列中最高水位是2003年7月14日的13.96m,但是该日遥感影像有大量云覆盖);图5(c)(f)是2001年7月17日水位为10.85m的遥感影像和解译后的水位面积,这是研究时段中较低的水位(研究数据序列中最低水位是2001年7月25日的10.54m,但是该日遥感影像有大量云覆盖)。洪泽湖不同时间水面面积和实测水位的关系如表4所示。

## 2.3 湖泊水面面积与水位函数关系计算

推求库容曲线的前提是要先建立水面面积与水位的函数关系,水面面积-水位函数与根据多时相遥感影像解译得到的水面面积-水位函数的逼近程度直接决定了洪泽湖库容计算的准确性。从表4的水面面积和水位数据关系分析可知:在水位低于12.2m时,水面面积-水位之间呈线性关系;在水位高于12.2m时水面面积-水位之间呈现复杂的多项式函数关系。拟合的水面面积-水位关系如图6所示,具体关系为

$$z = \begin{cases} 3 \times 10^{-9} F + 7.381 & z \leq 12.2 \text{ m} \\ 4 \times 10^{-25} F^3 - 2 \times 10^{-15} F^2 + 3 \times 10^{-6} F - 1438.4 & z > 12.2 \text{ m} \end{cases} \quad (1)$$

式中: $F$ 为水面面积, $\text{m}^2$ ;  $z$ 为水位, $\text{m}$ 。

由图6可知,拟合的相关系数较大,说明所得到的关系式能很好反映水面面积与水位之间的关系。

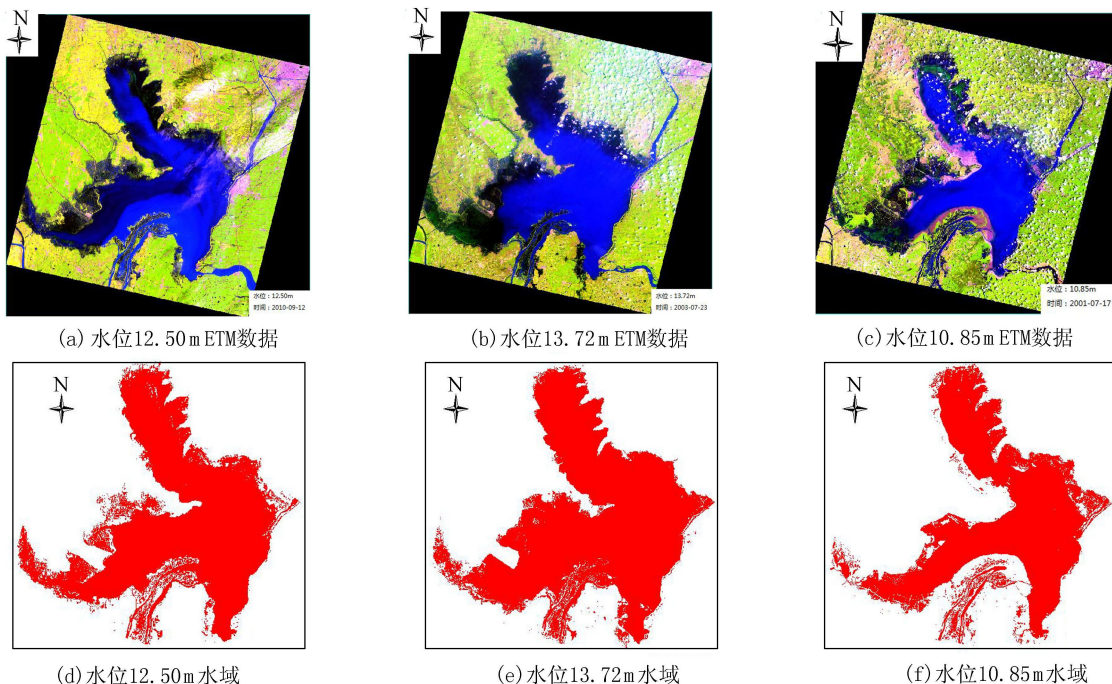


图5 洪泽湖典型水域面积变化情况

表4 洪泽湖水面面积和水位的关系

时间	遥感数据文件	面积/km <sup>2</sup>	实测水位/m
2003-07-23	LE71200372003204ASN02	1588.31	13.72
2010-04-05	LE71200372010095EDC00	1582.49	13.53
2003-05-20	LE71200372003140EDC00	1581.55	13.50
2000-09-16	LE71200372000260EDC00	1482.39	13.36
2003-01-28	LE71200372003028EDC00	1480.31	13.27
2006-12-22	LE71200372006356EDC00	1434.81	13.20
2002-11-09	LE71200372002313EDC00	1420.09	13.06
2002-10-08	LE71200372002281EDC00	1415.02	12.95
2000-07-30	LE71200372000212EDC00	1407.16	12.83
2001-05-14	LE71200372001134EDC01	1394.68	12.73
2006-07-31	LE71200372006212EDC00	1386.17	12.69
2010-09-12	LE71200372010255EDC00	1384.54	12.50
2002-08-21	LE71200372002233EDC04	1370.25	12.27
2000-03-24	LE71200372000084SGS00	1377.33	12.20
2000-02-21	LE71200372000052EDC00	1359.54	12.11
2000-06-12	LE71200372000164SGS00	1354.72	12.02
2000-05-11	LE71200372000132EDC00	1187.34	11.50
2001-12-24	LE71200372001358EDC00	1166.67	11.39
2002-01-09	LE71200372002009AGS00	1054.36	11.10
2001-11-06	LE71200372001310EDC00	1031.30	11.00
2001-07-17	LE71200372001198EDC01	1023.60	10.85

注:水位是1985国家高程基准。

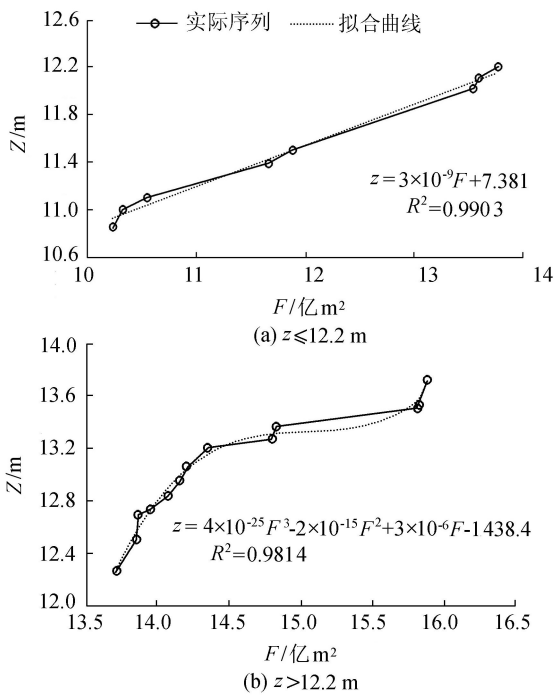


图6 洪泽湖水面面积-水位关系

## 2.4 湖泊库容与水位关系计算

根据洪泽湖水面面积-水位关系推求库容的方法通常采用等高距梯形公式法或等高距棱台公式法,其中梯形公式法适合库区形态狭长的水库,棱台公式法适合库区形态宽阔的水库<sup>[18-19]</sup>。洪泽湖水面宽阔且平坦,因此采用棱台计算公式法推求水位-库容关系。根据拟合方程(1),即可获取洪泽湖任意水位下的水面面积,再采用相邻水位的面积推求洪泽湖库容:

$$V = \sum_{i=1}^n V_i \quad (2)$$

其中  $V_i = \frac{1}{3}H_i(F_{i-1} + \sqrt{F_{i-1}F_i} + F_i)$

式中: $V_i$ 为水库某一水位的库容; $H_i$ 为两相邻水位的水位差(取 $H_i = 1$  cm); $F_i$ 为库区水面面积; $n$ 为总的水位分段数。经计算,得到洪泽湖库容曲线如图7所示。

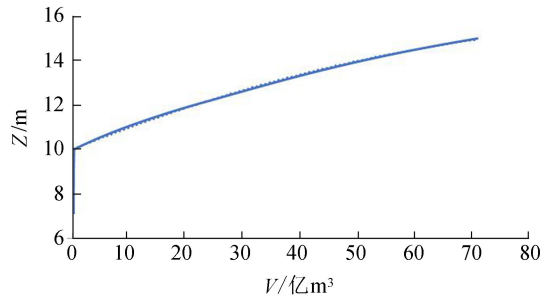


图7 洪泽湖库容曲线

## 3 推求的库容曲线分析

### 3.1 库容曲线对比

对比韩爱民等<sup>[7]</sup>采用数字地形高程计算的洪泽湖库容曲线与本文成果如表5和图8所示。由图8可以看出,基于ETM+遥感影像数据推求的库容曲线与文献[7]的库容曲线在线形趋势方面非常接近,在低水位库容拟合方面存在一定的差别,总体上验证了推求的库容曲线比较科学合理。

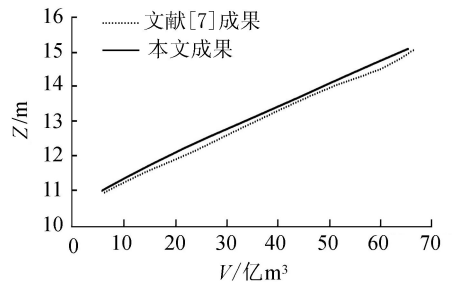


图8 洪泽湖库容曲线对比

### 3.2 误差分析

a. 分类面积误差分析。洪泽湖遥感数据中可利用图幅有限,由于常年水位变化不大,特别是高水位和低水位面积遥感数据较少,难于抓住最大与最小水位,水面面积的量算和曲线的配准误差等因素都会对库容曲线的推求精度产生影响。为了减少洪泽湖遥感影像监督分类处理、提取水域面积时的误差,采用ETM+卫星图像资料全色波段数据重采样为15 m × 15 m的分辨率数据,并与实际野外控制点采集的数据进行地理位置精校正后,可以使得误差控制在一个像元内,这样统计的面积是可靠的,可以满足湖泊库容推算要求。

表 5 洪泽湖水文特征参数对比

水位/m	文献[7]数据			本文数据			库容绝对差/ 亿 m <sup>3</sup>	库容 相对差/%
	库容/亿 m <sup>3</sup>	面积/km <sup>2</sup>	平均水深/m	库容/亿 m <sup>3</sup>	面积/km <sup>2</sup>	平均水深/m		
11.0	5.54	896	0.62	6.11	1054.44	0.86	0.57	10.29
11.5	11.50	1220	0.94	12.70	1188.29	1.24	1.20	10.43
12.0	18.25	1364	1.34	21.00	1331.13	1.58	2.75	15.06
12.5	25.75	1508	1.71	27.90	1375.32	2.03	2.15	8.35
13.0	33.35	1520	2.19	34.86	1423.48	2.45	1.51	4.53
13.5	41.29	1588	2.60	42.25	1542.04	2.74	0.96	2.33
14.0	49.23	1588	3.10	50.40	1730.99	2.91	1.17	2.38
14.5	57.39	1632	3.35	59.68	1990.36	3.00	2.29	3.99
15.0	65.55	1632	4.02	66.42	2320.11	3.04	0.87	1.33

**b. 水面面积-水位函数误差分析。**洪泽湖水位总高差为 2.87 m,共使用了 21 景 ETM+遥感影像,相邻两景遥感影像之间的平均水位差为 0.14 m。根据洪泽湖的水位资料用拟合的多项式反推其相应的水面面积,并与遥感影像解译得到面积对比进行误差分析,检验所拟合曲线的精度。水位为 11 m 以上时,计算的水面面积绝对误差较小;水位较低时水面面积计算的误差较大,比如 11 m 水位时对应的水面面积就多了 158 km<sup>2</sup>。

**c. 死库容误差分析。**由于遥感影像没有捕捉到水位为 11 m 以下的水面面积,通过水位-水面面积函数关系推求的 11 m 以下的水面面积误差偏大(表 5),11 m 以下的库容推求是误差的主要来源。通过和洪泽湖地形数据推求的库容曲线对比分析,在 12.5 m 以上的库容普遍比文献[7]的库容大(平均偏大 5.4%)。洪泽湖水位 11 m 向下延伸推求的水面面积比 DEM 算出的水面面积大 16%,而这部分库容对整体库容曲线的正确与否很重要。

**d. 库容曲线趋势分析。**从图 8 可知,当水位在 12.5 m 以上时,本文遥感技术方案推求的库容曲线与文献[7]采用 DEM 推求的库容曲线趋势基本一致,这说明库容曲线趋势的准确程度取决于遥感数据的丰富程度及不同遥感图像间的水位差。

**e. 水深误差分析。**由于南水北调东线工程调水线路经过洪泽湖,非汛期水位抬高到 13.31 m,输水期平均水位比输水前提高 0.50 m,并维持较高水位<sup>[20]</sup>。通过表 5 分析可知,本文方法推求的库容偏大 2.3%,水深也偏大 11.8%。文献[7]的 DEM 水平分辨率精度不是很高,其推求的水面面积存在一定的误差,因此其研究结论只能做参考性对比分析,更深入的分析需要更高精度的 DEM 数据。

## 4 结 论

**a. 遥感影像越丰富,相邻两景遥感影像之间的平均水位差较小,有利于保证库容曲线的形态走势的正确性。**此次共采用美国陆地卫星遥感 ETM+图

像 21 幅,对应洪泽湖水位 10.85 ~ 13.72 m,平均影像间水位差为 0.14 m,而洪泽湖正常运行水位主要在 12.5 m,其间图像有 13 幅,完全满足库容曲线推求的精度要求。

**b. 根据水位-水面面积关系推求没有遥感影像的低水位水面面积的准确与否对推求死库容非常重要,这直接决定了库容曲线的准确性。**

**c. 应用 ETM+遥感影像数据,通过监督分类解译洪泽湖水面面积,所推求的库容曲线精度在 12.5 m 以上时是可靠的。**在高水位时洪泽湖库容比以往的研究偏大,这与其是南水北调工程的调蓄水库,蓄水位上调至 13.31 m,大堤已经建成,堤外湿地面积有限有关。

**d. 研究所使用的遥感反演方法主要改进是引入洪泽湖周边湿地及水面计算规则,这使得湖区水面面积计算更为准确。**

**e. 用遥感技术推求湖泊库容曲线避免了繁重的库区水下地形测量工作,可经济快捷地推求出库容曲线。**

## 参考文献:

- [1] 阮仁宗,夏双,陈远等. 1979—2006 年洪泽湖西岸临淮镇附近湖泊变化研究[J]. 湿地科学,2012,10(3):344-349. (RUAN Renzong, XIA Shuang, CHEN Yuan. Change of lake nearby Linhuai Town in West Bank of Hongze Lake during 1979—2006[J]. Wetland Science, 2012, 10(3): 344-349. (in Chinese))
- [2] 马文祥. 基于 GIS 的中小水库地形和库容测量实践[J]. 测绘通报,2006(8):66-68. (MA Wenxiang. Practice in topography and volume measurement of small reservoir using GIS [J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2006(8):66-68. (in Chinese))
- [3] 王成,曹庆磊. 水库运行管理中优化调度的计算机算法研究[J]. 长江科学院学报,2011,28(1):66-70. (WANG Cheng, CAO Qinglei. Study on computer algorithm of optional dispatch in operation and management of reservoir [J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2011, 28(1):66-70. (in Chinese))

- [ 4 ] MARCUS W A, FONSTAD M A. Optical remote mapping of riversat sub-meter resolutions and watershed extents [J]. Earth Surface Process and Landforms. 2008, 33(1): 4-24.
- [ 5 ] PHILIP A T, STEPHEN J W. Modeling flood plain inundation using an integrated GIS with radar and optical remote sensing[J]. Geomorphology, 1998, 21(3): 295-312.
- [ 6 ] 黄家柱, 尤玉明. 长江南通河段卫星遥感水深探测试验[J]. 水科学进展, 2002, 13(2): 235-238. (HUANG Jiazhu, YOU Yuming. Experiment of water depth surveying in the Nantong section of the Yangtze River[J]. Advances in Water Science, 2002, 13(2): 235-238. (in Chinese))
- [ 7 ] 韩爱民, 武淑华, 高军. 用数字地图计算洪泽湖库容等特征参数的方法初探[J]. 水文, 2001, 21(5): 35-37. (HAN Aimin, WU Suhua, Gao Jun. With digital map calculation capacity of the Hongze Lake characteristic parameters such as the method[J]. Hydrological, 2001, 21(5): 35-37. (in Chinese))
- [ 8 ] 王治良, 王国祥, 常青. 江苏泗洪洪泽湖湿地自然保护区生态评价[J]. 南京师大学报(自然科学版), 2006, 29(2): 115-119. (WANG Zhiliang, WANG Guoxiang, Chang Qing. Evaluation of the wetland ecosystem of the Hongze Lake Nature Reserve in Sihong, Jiangsu Province [J]. Journal of Nanjing Normal University (Natural Science), 2006, 29(2): 115-119. (in Chinese))
- [ 9 ] 杨士建. 洪泽湖西部湖滨可持续利用研究[J]. 中国农业资源与区划, 2004, 25(2): 15-18. (YANG Shijian. Studies on the sustainable utilization of the west lakeside of Hongze Lake [J]. Journal of China Agricultural Resources and Regional Planning, 2004, 25(2): 15-18. (in Chinese))
- [ 10 ] 阮国余, 殷卫国, 段蕾. 洪泽湖抬高蓄水位对湖区的影响分析及处理建议[J]. 治淮, 2015(12): 25-27. (RUAN Guoyu, YIN Weiguo, DUAN Lei. Analysis of the influence of Hongze Lake raising water level on lake area and suggestions for treatment [J]. Zhi Huai, 2015(12): 25-27. (in Chinese))
- [ 11 ] 崔彩霞, 花卫华, 袁广旺, 等. 洪泽湖水质现状评价与趋势分析[J]. 中国资源综合利用, 2013, 31(10): 44-47. (CUI Caixia, HUA Weihua, YUAN Guangwang, et al. Assessment and trend analysis on water quality in Hongze Lake [J]. China Resources Comprehensive, 2013, 31(10): 25-27. (in Chinese))
- [ 12 ] 范亚民, 何华春, 崔云霞. 淮河中下游洪泽湖水域动态变化研究[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(12): 1397-1403. (FAN Yamin, HE Huachun, CUI Yunxia. Dynamic analysis of water area in the Lake of Hongze basin [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2010, 19(12): 1397-1403. (in Chinese))
- [ 13 ] 叶正伟. 近 60 年洪泽湖流域汛期降水特征及其与 EASM 关系[J]. 地理科学, 2012, 32(11): 1358-1363. (YE Zhengwei. Precipitation change in flood season and its relationship with EASM in the Hongze Lake Catchments in recent 60 year [J]. Scientia Geographica Sinica, 2012, 32(11): 1358-1363. (in Chinese))
- [ 14 ] 鞠传方. 洪泽湖船舶抗风浪问题及对策[J]. 交通企业管理, 2015(1): 33-35. (JU Chuanfang. Problems and Countermeasures of ship antiwave in Hongze Lake [J]. Transportation Enterprise Management, 2015(1): 33-35. (in Chinese))
- [ 15 ] 阮国余, 殷卫国, 段蕾. 洪泽湖抬高蓄水位对湖区的影响分析及处理建议[J]. 治淮, 2015(2): 25-27. (YUAN Guoyu, YIN Weiguo, DUAN Lei. Hongze Lake high level analysis of the influence of the lake district and advice [J]. Zhi Huai, 2015(2): 25-27. (in Chinese))
- [ 16 ] 王庆, 陈吉余. 洪泽湖和淮河水洪泽湖河口的形成与演化[J]. 湖泊科学, 1999, 11(3): 237-244. (WANG Qin, CHEN Jiyu. Formation and evolution of Hongze Lake and the Huaihe River Mouth along the lake [J]. Journal of Lake Sciences, 1999, 11(3): 237-244. (in Chinese))
- [ 17 ] 徐涵秋. 利用改进的归一化差异水体指数(MNDWI)提取水体信息的研究[J]. 遥感学报, 2005, 9(5): 589-595. (XU Hanqiu. A study on information extraction of water body with the modified normalized difference water index (MNDWI) [J]. Journal of Remote Sensing, 2005, 9(5): 589-595. (in Chinese))
- [ 18 ] 卢彤. 水库库容测量与计算精度研究[J]. 山西水利, 2007(2): 98-99. (LU Tong. The measurement and calculation accuracy studies reservoir [J]. Shanxi Water Resources, 2007(2): 98-99. (in Chinese))
- [ 19 ] LI W, DU Z, LING F, et al. A comparison of land surface water mapping using the normalized difference water index from TM, ETM+ and ALI [J]. Remote Sensing, 2013, 5(11): 5530-5549.
- [ 20 ] 周君亮. 淮河下游水安全及其对策[J]. 水利水电科技进展, 2011, 31(4): 13-37. (ZHOU Junliang. Water safety and countermeasures for lower reaches of Huaihe River [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2011, 31(4): 13-37. (in Chinese))

(收稿日期: 2016-05-15 编辑: 郑孝宇)

• 简讯 •

《水利水电科技进展》再次入选  
《中国科学引文数据库》核心期刊

继 2015—2016 年度之后,《水利水电科技进展》第 4 次入选《中国科学引文数据库》(Chinese Science Citation Database, CSCD)(2017—2018 年度)来源期刊核心库。

《中国科学引文数据库》来源期刊采用定量分析与专家评估相结合的方法每两年遴选一次。2017—2018 年度《中国科学引文数据库》共收录来源期刊 1 229 种。来源期刊分为核心库和扩展库两部分,核心库收录期刊 885 种,其中中国出版的英文期刊 201 种、中文期刊 684 种,另有扩展库收录中文期刊 344 种。

(本刊编辑部供稿)