

基于Landsat影像对太平湖水库面积变化的研究

胡金川

云南师范大学地理学部, 云南 昆明

收稿日期: 2025年8月6日; 录用日期: 2025年9月12日; 发布日期: 2025年9月19日

摘 要

能够快速、准确地从一幅遥感影像中获取想要进行研究所需的水体信息一直以来备受关注, 是运用遥感来解决实际问题的一大热点。本文以Landsat 8卫星遥感影像作为主要的数据源, 收集了2014年1月和2014年6月的Landsat 8 OLI_TIRS遥感影像, 利用NDWI (归一化水体指数)和MNDWI (改进的归一化水体指数)两种指数方法进行运算, 对太平湖水库主体水域面积进行提取, 并分析水库面积的变化情况。太平湖水库地处皖南山区, 由于季节变化的影响, 水库面积也呈现出不一样的变化, 通过对不同时间的Landsat影像应用两种方法对水库面积进行提取, 研究发现水库面积处于动态变化之中, 春夏梅雨季节相较于秋冬季节水库面积较大, 而且研究发现MNDWI模型更加适合该地区水体信息的提取。最后本文将得到的水体面积信息进行合理分析, 并对水库辖区及其下游居民的生产生活给出一些合理性的建议。

关键词

Landsat影像, NDWI, MNDWI, 太平湖水库

Study on the Change of Taiping Lake Reservoir Area Based on Landsat Image

Jinchuan Hu

Faculty of Geography, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

Received: Aug. 6th, 2025; accepted: Sep. 12th, 2025; published: Sep. 19th, 2025

Abstract

The rapid and accurate acquisition of water information needed for research from a remote sensing image has always been a focus of great interest, and it is a major focus of using remote sensing to

solve practical problems. Taking Landsat 8 remote sensing images as the main data source, this paper collected Landsat 8 OLI_TIRS remote sensing images in January 2014 and June 2014, extracted the Taiping Lake Reservoir main body water area by using NDWI and MNDWI water area analysis methods, and analyzed the change of the reservoir area. Taiping Lake Reservoir is located in the mountains in the south of Anhui. Because of the influence of seasonal change, the change in the reservoir area also shows a difference. Based on the Landsat images of different times, two methods were used to extract the reservoir area. The study found that the reservoir area of the dynamic, and spring-summer rainy season, compared with the autumn-winter season reservoir area, is larger. And the study discovered that the MNDWI model is more suitable for the extraction of water information in this area. Finally, this paper will make a reasonable analysis of the information obtained in the water area and give some reasonable suggestions for the production and life of the residents in the reservoir area and downstream.

Keywords

Landsat Image, NDWI, MNDWI, Taiping Lake Reservoir

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

水资源短缺和水环境恶化已经成为全球性问题[1]。通过遥感技术来对水体提取的应用越来越广泛[2]。太平湖水库主要坐落于风景优美的黄山脚下的黄山区，小部分位于宣城泾县，在太平湖水库下游处建有一座大型水电站：陈村水电站，始建于 20 世纪 50 年代，距今已有六十多年历史，水库坝体内安装有大型发电机器设备，通过水库放水进行水力发电，同时兼顾对洪水灾害的调控和下游农作物的灌溉以及鱼类资源的繁殖与保护工作。水库总的控制流域面积 2800 平方公里，总库容 29.6 亿立方米。人工水库作为人类重要的淡水来源之一，在城市供水、工业用水、水产养殖、农业灌溉、水力发电、防汛抗旱、景观旅游以及跨流域调水等方面发挥着巨大作用[3][4]。同时，水库作为陆地地表水资源循环的一个重要组成部分，发挥着一定的生态保护作用，特别是对于大型水库来说，通过与陆地生态系统的物质循环和能量流通，可以形成局部小气候，调节区域气候[5]。太平湖水库的建造是国民经济发展的一大重要举措，通过合理安排蓄水问题，不仅对水库下游的长江支流青弋江两岸的居民生命财产安全和生态环境保护具有保障作用，而且水库坝体内部安装有大型发电机组，通过合理调度水库水量排放，将水位变化产生的巨大势差合理利用来进行水力发电，对资源节约也具有重要意义。准确、快速提取水体的空间分布信息，对于全面了解水体变化规律和演化趋势具有重要意义[6]，因此本文对于水库的研究具有重要作用，特别是选择的研究区(太平湖水库)地处皖南山区，属于丘陵地带，水库内部小山脉绵延，且由于每年皖南地区都会进入梅雨季节，一般都会出现较长时间的持续降雨，降水会通过山谷流向水库，可能在短时间内使得水库水位迅速上升，这对于水库来说是一种考验，同时还可能导致水库控制范围内发生地质灾害的风险性大大增加。

Landsat 8 是美国陆地卫星计划所发射的第八颗卫星，2013 年 2 月 11 日在美国的加利福尼亚州发射成功，它的成功发射对人类航天遥感的事业起着巨大的推动作用，Landsat 8 上携带有陆地成像仪(Operational Land Imager, OLI)和热红外传感器(Thermal Infrared Sensor, TIRS)，人们可以通过获得的 Landsat 遥感影像进行多种不同方面的分析与数据处理，以达到与研究目的所需要的影像数据信息。同时 Landsat 8 增加了海蓝

波段(即第一波段; $0.433\text{ }\mu\text{m}\sim 0.453\text{ }\mu\text{m}$), 主要应用于海岸边界线的观测, 新增的短红外波段(即第九波段; $1.360\text{ }\mu\text{m}\sim 1.390\text{ }\mu\text{m}$)包括水汽强吸收特征, 可用于云检测。利用 Landsat 卫星影像对陆地表面水体面积的提取已经经过了几十年的研究, 有了许多各种各样的研究处理方法。这些方法大多都是根据水体自己所特有的光谱曲线特征, 并利用这种自身特性与植被和土壤等其他地物的光谱特征存在着较大差异的特点, 通过设计水体光谱指数法[7][8](指数法或使用影像分类技术(分类法))来对水体进行提取[9]。指数法相对来说操作简单, 数据处理快捷方便, 即通过利用一幅遥感影像的不同波段进行简便运算, 然后对处理得到的结果再进行相应的运算处理之后便可得到研究区内水体的分布范围情况及其面积的大小。本文就是采用运算相对简便而且计算速度相对较快的指数法进行定量研究并提取太平湖水库在不同时间的水体水域面积, 然后将两种不同指数方法处理得到的水库面积结果进行比较分析, 定量对太平湖水库不同季节水域面积的不同变化进行研究分析, 最后给出一定的合理性建议。

2. 材料与方法

2.1. 研究区概况

太平湖位于黄山市, 地处东经 $117^{\circ}54'43''\sim 118^{\circ}10'54''$ 、北纬 $30^{\circ}19'03''\sim 30^{\circ}25'18''$ 之间, 是长江支流青弋江的起始发源地。其独特的地理位置成就了优美的自然景色, 距离黄山和九华山都很近, 就像一颗璀璨的明珠落于山峦之间, 既可见挺拔雄伟的黄山山脉, 又可闻九华山绵长的钟声。在安徽省境内来说太平湖水库是最大的人工型水库, 东西长约 80 千米, 南北最宽处约 4 千米; 最窄处仅 10 余米, 水深平均约 40 米, 最深处可达 70 米, 可蓄水 28 亿立方米, 属于典型的高山峡谷型湖泊, 区域内以水域和山体为主, 属于典型皖南丘陵地区。由于群山的环绕, 水体形状较为细碎, 边界区域以山体为界, 属于不规则图形。太平湖水库示意图见图 1。

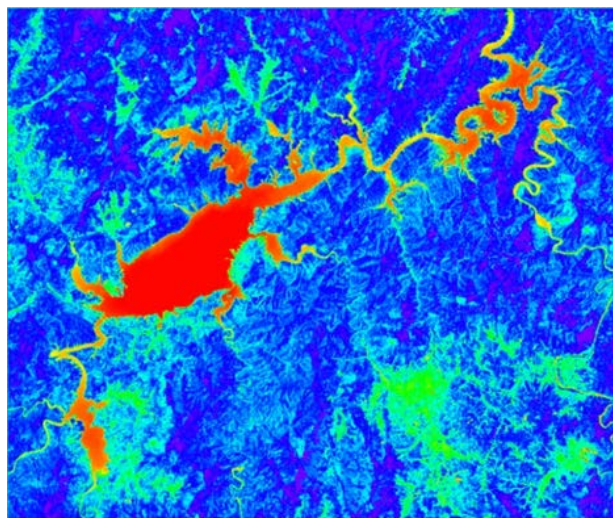


Figure 1. Schematic diagram of Taiping Lake Reservoir
图 1. 太平湖水库示意图

2.2. 数据来源

遥感影像的数据来自于 2014 年 1 月 2 日和 2014 年 6 月 11 日的 Landsat 8 卫星传感器产生的遥感影像, 均下载于地理空间数据云平台, 且 2 幅遥感影像的云量都较小, 成像效果好, 图片清晰, 能够很好地看见地表情况, 轨道参数(重访周期 16 d, 轨道倾角 98.2° , 扫描幅宽 185 km)包含 7 个 30 米分辨率反射

波段(表 1)，用于水体指数计算。

Table 1. Main parameters of the Landsat 8 sensor
表 1. Landsat 8 传感器的主要参数

波段	波长范围(um)	空间分辨率(m)
Band 1 Coastal	0.433~0.453	30
Band 2 Blue	0.450~0.515	30
Band 3 Green	0.525~0.600	30
Band 4 red	0.630~0.680	30
Band 5 NIR	0.845~0.885	30
Band 6 SWIR 1	1.560~1.660	30
Band 7 SWIR 2	2.100~2.300	30

从表中可知，Landsat 8 对于绿光波段(Green)、红光波段(Red)以及红外短波段(SWIR)来说包含的区间值更小。通过对波段的处理运算，更加易于对不同地物进行区分。

2.3. 研究方法

本文通过 Landsat 8 遥感影像传感器形成的不同波段值信息，以及水体其本身所特有的与植被、土壤等其他地物所不同的光谱特征，选择了运算快速且相对简便的指数方法(NDWI [10] (归一化水体指数)和 MNDWI(改进的归一化水体指数))对太平湖水库遥感影像进行波段运算，并对运算结果进行水面积提取。比值运算顾名思义就是利用同一研究区遥感影像的不同波段成像差异先进行加减运算，突出某一特征，然后再进行商运算从而产生一幅比值比原图像增强后的图像。通过比值处理运算，以几何级数的形式将原图像不同地物之间的光谱特性差别进行放大，从而使水体信息在经过比值运算后亮度得到增强，而除水体以外其他一些地物的亮度信息被进行抑制处理，不突出表现亮度信息。再加上波段之间通过比值运算能够将地形坡度、坡向、阴影等环境条件产生的影响进一步降低，从而提高对水体识别的准确性[11]。首先对需要处理的研究区遥感图像进行辐射校正和大气校正等一系列的预处理操作，之后将处理得到的影像分别进行 NDWI 和 MNDWI 两种指数法的水体提取操作，然后对所得的图像通过设定一定的阈值大小进行像元灰度的二值化处理，并将分离出的水体像元个数进行统计，根据传感器分辨率解算出对应的面积大小。最后通过目视解译及计算机处理等方式对其精度进行评价，然后对比不同方法在同一研究区的优点与不足。

2.3.1. 图像预处理

图像预处理一般包括辐射定标、大气校正、几何校正与图像裁剪等步骤，辐射定标主要根据反射率法则将图像像元的亮度灰度值(Digital Number, DN)转换为大气表观反射率(Top of Atmosphere Reflectance, TOA Reflectance)；大气校正采用 FLAASH 模型；几何校正采用二次多项式完成。以上图像预处理的过程均可在遥感图像处理平台软件 ENVI 5.3 中操作完成[12]。

2.3.2. 水体指数法

1) 归一化差异水体指数(NDWI)

NDWI 法主要利用水体自身独特的光谱特性即在近红外波段具有强吸收的现象，同时对植被来说，因为植被叶片的构造原因，使得植被在该波段具有强反射的现象。因此将绿波段和近红外波段作加减运

算,再取其比值后的结果作为新的图像信息,能较大程度把植被相应的亮度信息给抑制,突出表现水体的亮度信息值。对研究区图像作 NDWI 运算,如公式(1)所示:

$$\text{NDWI} = (\text{Green} - \text{NIR}) / (\text{Green} + \text{NIR}) \quad (1)$$

表达式中: Green 代表的是绿光波段的反射率,对应于 Landsat 8 中第 3 波段所对应的反射率, NIR 代表的是近红外波段的反射率,对应于 Landsat 8 中第 5 波段所对应的反射率。

通过选择绿光波段和近红外波段的波段数据来对 NDWI 进行计算,由于水体和植被的光谱特性在该波段差异较大,可以将植被的波谱信息进行较强的抑制。在所得到的计算结果里面,水体的亮度最高,特征明显,一般都是非零的正值,然后通过对具体遥感影像分析,设置相应的阈值就可以将水资源的面积进行相对精确的提取,本文通过统计研究区遥感影像进行 NDWI 运算后影像的像元灰度值,得到不用时间的灰度分布图(图 2),水体像元灰度值的信息和周围背景像元(山体、岛屿、居民建筑物、土地)的灰度信息从表中可以明显看出分布的差异较大,存在着明显的波峰与波谷,且通过像元信息灰度值的大小可以判断出波峰明显而且所占比例较大的为非水体区域,但是走势相对于非水体来说较为缓慢而且所占比例较小的可以判断为水体区域,结合研究区域的地图资料及一些其他参考影像,通过实验对得到的灰度值影像不断调整,然后确定最佳的水体分割阈值,本文中 Landsat 8 不同时期的遥感影像选取的阈值或多或少存在一定的差异。通过实验得到,一月份水体分割阈值选择 0.05,取 ≥ 0.05 为水体;六月份水体分割阈值选择-0.05,取 ≥ -0.05 为水体。

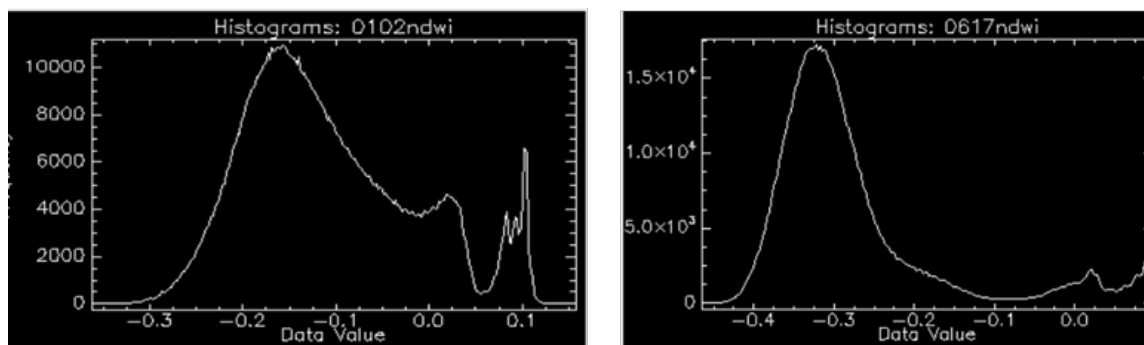


Figure 2. Gray scale distribution map of NDWI in different periods of Landsat 8

图 2. Landsat 8 不同时期 NDWI 灰度分布图

2) 改进的归一化水体指数(MNDWI)

通过绿光波段与近红外波段运算来构建 NDWI 能够在一定程度上对非水体的因素进行抑制,特别是对植被信息进行最大程度的抑制,在 NDWI 数据中水体值最大,但一些研究表明城市、裸地和建筑物等背景地物在 TM/ETM + 遥感数据中的第二波段和 TM/ETM + 遥感数据中第四波段的变化趋势会和水体的变化趋于一致,如果研究区存在较多的城市区域或者裸地时就会形成相对较强的噪音,从而对水体的提取出现相对较大的误差,使得提取的效果不能满足实际的需要。MNDWI 法利用中红外波段代替近红外波段后,水体与建筑物和裸地的指数差异变得更加明显,水体部分的指数会变大,而裸地和建筑物的相应指数会出现下降,虽然水体对应的指数也会随着升高,但还是会小于水体的值,通过选择恰当的阈值进行分割,还是能够较好地将水体信息完整地提取出来,并能对其他背景地物的指数值进行很好地抑制。进行 MNDWI 运算,计算公式如公式(2)所示:

$$\text{MNDWI} = (\text{Green} - \text{NIR}) / (\text{Green} + \text{NIR}) \quad (2)$$

式中: Green 代表的是绿光波段反射率,对应于 Landsat 8 中第 3 波段所对应的反射率, SWIR 代表的是

中红外波段的反射率，对应于 Landsat 8 中第 6 波段所对应的反射率。

研究表明，当采用中红外波段代替近红外波段后，运算得到的水体指数更有利于将水体信息突出并对其他地物有一定的抑制作用。MNDWI 处理后，水体的指数值也是最大的，其他地物的值相对来说还是比较小的，还是能够很好地提取水体信息。同样对 Landsat 8 影像在 MNDWI 运算后的像元灰度值进行统计，灰度分布如图 3 所示，通过图像可以发现，MNDWI 像元的灰度值变化走势与 NDWI 的像元灰度值相似，都存在较为明显的波峰与波谷，且所占比例较小的为水体，经过反复实验，并不断调整来确定最佳的阈值。本文通过实验得到，一月份和六月份的水体分割阈值均为 0.15，二者取 ≥ 0.15 为水体。

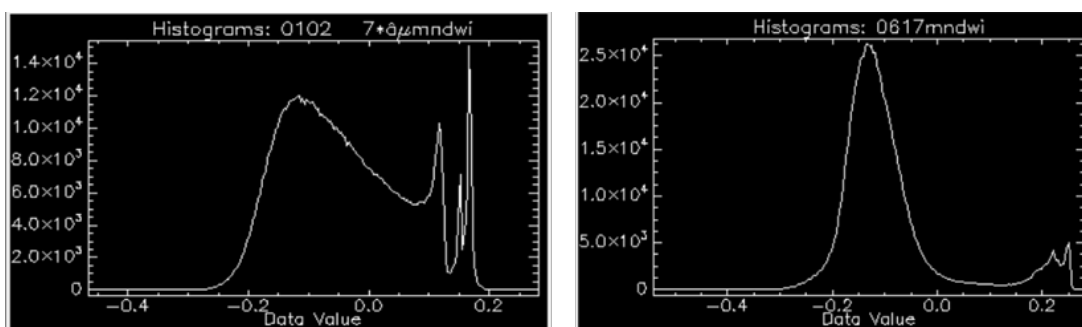


Figure 3. Gray scale distribution map of MNDWI in different periods of Landsat 8

图 3. Landsat 8 不同时期 MNDWI 灰度分布图

2.3.3. 精度检验

通过查阅研究区的相关资料或者以谷歌地球中的高分辨率卫星影像目视解译的水体边界作为水库水体的真值，然后再将指数法得到的水体信息结果与其进行对比分析。并进行精度评价和分析，通过目视解译整体对水体提取的具体边界及其内部的图像进行综合分析来精度评价提取的效果。

3. 结果分析

3.1. 太平湖水库水域面积定量提取

3.1.1. Landsat 8 影像水体提取结果

在专业处理遥感数据的软件 ENVI 5.3 平台上，从地理空间数据云中下载到的 2014 年 1 月份和 2014 年 6 月份的 Landsat 8 遥感影像数据中选择相同的坐标裁剪出太平湖水库及其周边地物的遥感数据图像并进行图像的预处理步骤，然后在 Band Math 工具中利用公式(1)和公式(2)分别对研究区内不同时间裁剪后的影像进行 NDWI 和 MNDWI 指数法进行运算，将得到的运算后数据进行相应的方法分析，然后对提取出来的水域面积通过设定提前选择好的阈值进行二值化处理，通过对得到的二值化图像进行像元灰度值个数统计，并结合图像分辨率将水库水域面积进行相对精确的统计。Landsat 8 影像不同时间水体信息提取结果及不同位置的对比如图 4 所示。

在二值化处理后的太平湖水库影像中，由于研究区内有建筑物、道路、桥梁等建筑设施的存在，遥感波段相对应产生较高的反射，因此使得他们具有较高的反射率，并且从另一方面来看，建筑物在阳光照射下存在较为明显的阴影以及水库中央存在不少大大小小的岛屿，不能排除水中有倒影的影响，这样一来就会使得局部地区可能有较为明显的差异，图像进行二值化后有破碎度较高的问题存在。因此，需要对水体面积的提取进行综合性的考虑。通过图 4 中的几幅影像我们可以看出，NDWI 和 MNDWI 这两种指数方法对水库的主体部分提取效果均良好，都能将水库主体轮廓提取出来，但某些细碎部分来看，仍然能够发现具有一些较为明显的差异，主要体现在水库处于两座山体的中间且宽度较窄处的水面，水

体可能存在漏提, 另一方面山体无植被的裸露表明或者山体阴影部分的光谱特性与水体相近的区域相互混淆的几率较大, 具体体现在提取水体后会出现较多零散的“点块”。因此需要处理好山体阴影对于水体面积提取的影响。通过图中不同时间以及不同指数方法处理得出的影像对比结果来看, NDWI 对于水库的提取过程由于是绿光波段与近红外波段结合对水面进行提取的, 提取能力相对较弱, 水库边缘提取细节不够清晰, 同时 NDWI 相较于 MNDWI 来说, 对研究区范围内水体的提取存在着较多的非水体像元被提取出来, 主要由于在构建 NDWI 指数时, 只考虑到了植被因素的影响, 而忽略了遥感影像中地表的另一种重要地物类型——土壤/建筑物。由于土壤等地物的反射特性在绿光和近红外波段处与水体的反射特性非常相似, 变化的过程也趋于一致, 因而难以对不同类别的地物进行很好的区分, 即在绿光波段 (Band 3) 的反射率高于近红外波段 (Band 5) [13], 因此在计算 NDWI 指数时, 建筑物和土壤也表现为正值, 同时还存在某些数值比较大的情况, 从而容易和水体灰度值混淆, 产生噪音, 使得在进行 NDWI 运算处理后出现与水体相近的灰度值, 然后在进行二值化提取水体时, 非水体像元也被提取出来, 进一步统计为水体像元面积。然而对于 MNDWI 来说, 把中红外波段换成近红外波段进行图像运算, 结果得出的非水体部分的指数值出现了显著降低, 且水体的反射特性在中红外波段下出现下降的情况, 因此将近红外替换中红外后得到的指数值反而会出现变大的情况, 水体与建筑物在运算后的结果上会有明显的区别, 减小了两部分在 NDWI 指数算法下容易混淆的情况, 减小了噪音的影响, 更加有利于水体状态信息的提取。

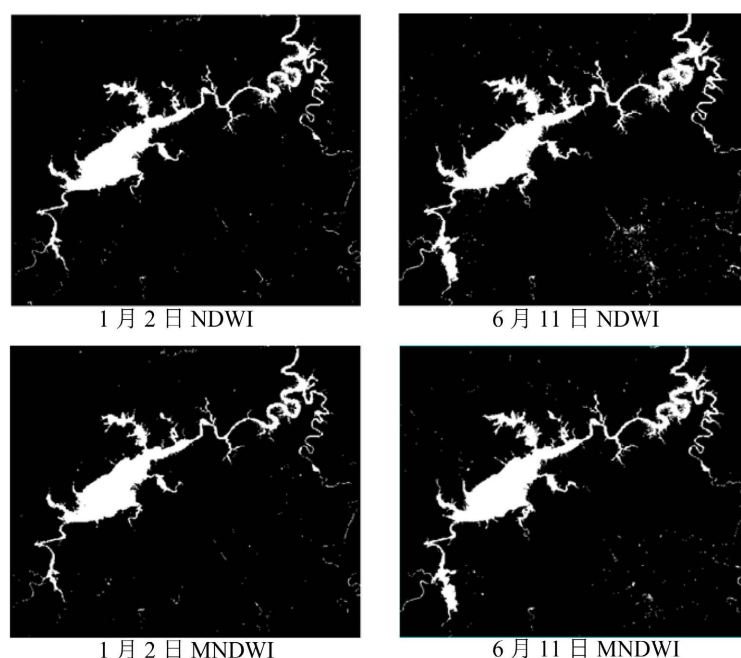


Figure 4. Water extraction results of Taiping Lake Reservoir based on Landsat 8
图 4. Landsat 8 太平湖水库水体提取结果

研究区内部的场景较为简单, 由于地处皖南山区的缘故, 研究区多为植被、山体等主要的自然地物, 只有少部分道路及其建筑物影响, 与水体影像的明暗对比相对来说不大, 通过上述影像的分析我们发现 MNDWI 对于研究区内的水体提取具有较好的效果。

3.1.2. 精度评价

通过上述方法已经获得到的水体信息如图 4 所示, 通过 ENVI 5.3 软件的相应处理程序计算可以提取出水体的像元个数, 然后通过乘以 Landsat 8 遥感传感器的分辨率得出相应不同时间的研究区水体面积,

同时对处理得到的影像结果与谷歌地图显示的图像进行目视解译，对水体提取结果进行精度评价。太平湖水库进行指数法提取出的面积信息 1 月份数据与 6 月份数据如表 2、表 3 所示。

Table 2. Extraction, analysis and statistics of water area in Taiping Lake Reservoir in January

表 2. 太平湖水库 1 月份水域面积提取分析统计

提取选用方法	水库提取面积值/km ²
NDWI	63.405
MNDWI	59.897

Table 3. Extraction, analysis and statistics of water area in Taiping Lake Reservoir in June

表 3. 太平湖水库 6 月份水域面积提取分析统计

提取选用方法	水库提取面积值/km ²
NDWI	81.378
MNDWI	76.536

结果表明：NDWI 相较于 MNDWI 来说提取的面积值在一月份相差 3.508 km²，在六月份相差 4.842 km²。而且 MNDWI 提取的水体面积比 NDWI 小，结合遥感影像的亮度信息及目视解译和谷歌地图的细节分析来看，MNDWI 的提取效果在研究区内具有较好的提取效果，得到的水体面积信息更加符合实际情况。

3.1.3. MNDWI 精度优势的本质

典型地物反射率光谱对比如表 4 所示。

Table 4. Table of reflectance characteristics of four typical ground objects in Landsat 8 images

表 4. Landsat 8 影像中 4 种典型地物反射率特征表

地物类型	Band 3 (Green)反射率	Band 5 (NIR)反射率	Band 6 (SWIR1)反射率
水体	5~15%	1~3%	<2%
植被	8~12%	45~60%	15~25%
裸地	20~30%	35~45%	40~55%
建筑物	25~35%	30~40%	35~50%

1) 水体提取的波段选择依据

Band 3: 水体反射率中等(10%)，但与裸地/建筑物重叠度高，单独使用易混淆。

Band 5: 水体吸收极强(<3%)，与植被(50%)形成鲜明对比，但裸地反射率仍较高。

Band 6: 水体反射率趋近于零，与所有地物差异最大化，是 MNDWI 优于 NDWI 的核心原因。

2) MNDWI 的优势验证

通过反射率计算理论指数值：

$$NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR) \tag{3}$$

水体 ≈ 0.67 ；裸地 ≈ -0.18 ；建筑物 ≈ -0.07 。

$$MNDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR) \tag{4}$$

水体 ≈ 0.82 ；裸地 ≈ -0.33 ；建筑物 ≈ -0.17 。

MNDWI 的水体/非水体区分度提升 2.4 倍($|0.82 - (-0.33)|$ vs $|0.67 - (-0.18)|$)。

因此, MNDWI (B3~B6)能更有效抑制建筑物、裸地的干扰,这是 MNDWI 精度更高的核心光谱机理。

3.2. 结果分析与讨论

3.2.1. Landsat 8 结果细节分析

采用目视解译的方法对得到的计算结果进行评价。初步结果来看两种指数方法对水体主体部分的提取效果几乎都差不多,最后都能够达到比较满意的效果,能够符合一定的精度要求。

虽然 NDWI 法可以较快地实现对水库水域面积较为完整的提取,但是由于受到不同地物光谱的影响,导致部分地区出现了噪音的现象,且存在着部分水体没提取出来的问题,这种方法运用到该研究区提取水体的平滑程度不强,水体边界会产生锯齿状的现象,且一部分的水库水体及部分细小的水库支流也不能很好地提取出来,出现支流断裂的情况。MNDWI 相较于 NDWI 来说提取精度相对较高,而且水库的水体边界提取出来明显看出更为明显,同时边界提取的效果也较高,虽然也会出现锯齿状,但是所提取的水体信息与实际的水体边界情况较为符合。因此相对于本研究区来看,基于 MNDWI 指数法提取水体面积具有更好的效果。另一方面来看,两种指数法对 1 月份和 6 月份的水体提取结果表明水库的水域面积处于一种动态的变化之中,且水库面积在 1 月份(即冬季)时明显小于 6 月份(即夏季)的水域面积。且相差较为明显,两种方法进行水面积的提取结果在不同月份都有十几平方公里的差别。

3.2.2. 讨论

遥感技术能够克服时间、地形的影响,进行实时、长期的水域动态监测,但水体信息的提取精度往往是研究者主要考虑的问题。由于水库水域面积与水库水位之间存在明显的正相关关系。太平湖水库地处皖南山区,又是丘陵山区,属于亚热带季风气候,每年在初夏季节会出现持续阴天有雨的气候现象(又称梅雨季节),通过调查和查阅相关气象与水文资料的统计结果能够分析得出研究区所在范围内的梅雨季节的降雨量普遍大于 700 毫米。

从太平湖水库所处区域降雨量情况分析来看,每年初夏季节的时候正属于南方的梅雨季,短时间内的降雨量虽然变化不大,但是经过长时间的降水,水库内部每天汇入大量的降雨,导致水库水位不断上涨,水库面积就随之发生变化,同时太平湖水库是依靠天然山体为主体建造而成,通过水库下游的一道大坝将水库与下游连接起来,每年梅雨季节的时候水库水位持续上涨,有些年份会出现逼近警戒水位的情况,所以水库就需要安排泄洪来缓解水库的巨大压力,但是水库下游为长江的支流青弋江,青弋江灌溉了两岸几千平方公里的流域,所以在水库丰水期进行泄洪需要考虑下游人们的生命财产安全和自然资源环境的保护问题。不仅如此,水库坝体安装有大型的发电机组,在丰水期放闸期间要全面考虑发电机组的工作效率,合理利用巨大的落差产生的巨大能量来进行水力发电,为国民经济建设做出相应的贡献。同时需要控制泄洪时闸位的大小以及泄洪的时间长短。丰水期随着水库水位的不断上升,水库中许多小岛面临着水土流失甚至于被淹没的风险,但是水库内有许多居民生活在里面,他们的生命财产安全是最需要考虑的问题,同时水库岛中生长有许多茂密的植被和一些野生保护动物,所以需要水库中大小岛屿及其附属物进行详细的调查统计并登记造册,从而更好地面对丰水期需要面临的严峻问题。随着季节的变化,等到了冬季的时候天气多为晴天,降水量减少,水库总容量下降导致水位也在下降,但同时需要考虑到下游居民生活的正常运行需要,对水库的储水进行合理的安排,满足人民生活的需要。

4. 结论

本文以太平湖水库为研究对象,以 Landsat 8 遥感影像为主要数据源,基于遥感影像的水体指数法来获取研究区的水体面积信息。研究结果表明改进后归一化差异水体指数(MNDWI)更适合山区水库水体面

积的提取,同时通过对水库2014年1月和2014年6月太平湖水域面积的调查可以发现,随着季节的变化,水库的水域面积呈现一种动态且规律性的变化。尤其是在冬夏这两个季节,水库的水域面积呈现出一种较大的变化,水库水域面积夏季较冬季存在十几平方公里的差异,这对于一座水库的正常运行与生产来说,需要相关部门采取合理的措施去处理与应对。同时这种季节性的水域面积变化给予我们一些思考,太平湖水库是一座防洪、防旱并兼顾水力发电的大型水库,水库的建造就是为了造福于人民,为人民的生产生活提供保障,让洪水和干旱不再对人民构成巨大的威胁。因此若有效利用起水库的巨大功能,就需要当地各级政府和水利部门依照不同时节水库的水域面积去对水库进行调控,特别是要保障水库下游的正常生活。本文的结果与研究区所属的地区降水量结果较为符合,建议库区要针对于夏季合理泄洪,减少水库的巨大压力,同时在冬季时需注意水库水量的存储,以确保下游和库区内部人民的正常生产和生活,分析该现象是为了正常保障水库发电和鱼类资源保护。水库每年下半年开始准备蓄水,应对冬季水库面积减少的情况,同时到上半年开始就需要考虑对水库水量进行排放,以应对梅雨季节水库水量的上涨,还要合理安排水库的水力发电工作,发挥水力发电站的能力。最后本文得出的相应结果可以为水库的水资源管理、应急监测、库区内居民生活安全及野生动植物的保护和防洪减灾提供一定的科学依据。

参考文献

- [1] Vörösmarty, C.J., Green, P., Salisbury, J. and Lammers, R.B. (2000) Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth. *Science*, **289**, 284-288. <https://doi.org/10.1126/science.289.5477.284>
- [2] Wang, L., Xie, H., Wen, G., et al. (2020) Research on Extraction Method of Cyanobacteria from Lake Water Based on Landsat 8. *Remote Sensing of Land and Resources*, **32**, 130-136.
- [3] Zhang, S., Gao, H. and Naz, B.S. (2014) Monitoring Reservoir Storage in South Asia from Multisatellite Remote Sensing. *Water Resources Research*, **50**, 8927-8943. <https://doi.org/10.1002/2014wr015829>
- [4] 卢碧林, 严平川, 田小海, 等. 湖北省主要大中型水库富营养化状况及特征分析[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(5): 634-640.
- [5] 王海波, 马明国. 基于遥感的湖泊水域动态变化监测研究进展[J]. 遥感技术与应用, 2009, 24(5): 674-684.
- [6] 乔丹玉, 郑进辉, 鲁晗, 等. 面向不同环境背景的 Landsat 影像水体提取方法适用性研究[J]. 地球信息科学学报, 2021, 23(4): 710-722.
- [7] Wang, X., Xie, S. and Du, J. (2018) Construction of Water Body Index and Its Effectiveness in Complex Environment. *Journal of Remote Sensing*, **22**, 360-372.
- [8] Puttinaovararat, S., Khaimook, K., Polnigongit, W. and Horkaew, P. (2015) Robust Water Body Extraction from Landsat Imagery by Using Gradual Assignment of Water Index and DSM. 2015 *IEEE International Conference on Signal and Image Processing Applications (ICSIPA)*, Kuala Lumpur, 19-21 October 2015, 122-126. <https://doi.org/10.1109/icsipa.2015.7412175>
- [9] 牛婷, 陈丽, 白泽龙, 阴俊齐. 基于 Landsat-8 数据的博斯腾湖透明度反演[J]. 新疆环境保护, 2021, 43(3): 1-9.
- [10] Mcfeeters, S.K. (1996) The Use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the Delineation of Open Water Features. *International Journal of Remote Sensing*, **17**, 1425-1432. <https://doi.org/10.1080/01431169608948714>
- [11] 董亚东, 杨勤. 丹江口水库水域面积动态变化研究[J]. 南水北调与水利科技, 2009, 7(6): 255-257.
- [12] 贾伟. 面向对象的复杂地形区土地利用信息提取研究——以湟水流域为例[D]: [硕士学位论文]. 西宁: 青海师范大学, 2015.
- [13] 龚文峰, 周莹, 李恒, 等. 基于 RS 和 GIS 的磨盘山水库面积提取方法研究[J]. 水利科学与寒区工程, 2018, 1(12): 37-41.