

基于遥感数据的圩区乡村水系形态与水质研究

程 咎¹, 邱娅柳², 霍 璐¹

(1.南京市水利规划设计院股份有限公司, 江苏 南京 210022; 2.高淳区水资源管理中心, 江苏 南京 211300)

摘 要: 基于 landsat8 卫星遥感数据与高分卫星遥感数据,以高淳区北固村为例,借助形态学、拓扑学等理论对研究区的水系形态进行提取分析,包含水系边界、中心线地提取。并基于遥感数据对于水质数据进行反演建模。结果表明:运用遥感数据能够准确、便捷地提取出圩区乡村水系的边界与中心线,并且水质进行定量反演得出的植被指数(NVDI)与水体浑浊指数(WSI)能够准确地反映圩区乡村水系的水质情况,为圩区乡村水系的相关研究提供了重要的技术支持。

关键词: 遥感数据;水系形态;水质

中图分类号: TP79

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)10-0203-03

0 引 言

当前,随着生态文明建设的深入发展,水系治理更加注重上下游统筹、水岸同治、连片治理、区域山水林田湖草的综合治理,对于单元片区、流域范围内开展水系形态与水质研究显得尤为重要^[1]。

本文以高淳北固村平原水网圩区作为单元片区,基于 landsat8 卫星遥感数据与高分卫星遥感数据,借助形态学、拓扑学等理论对研究区的水系形态进行提取分析,包含水系边界、中心线地提取,相关形态指标的计算^[2]。并基于遥感数据对于水质数据进行反演建模,探讨研究区水系形态与水质的关系。丰富了遥感数据在水系研究中的应用^[3]。

1 研究范围

北固村隶属于江苏省南京市高淳区阳江镇,是典型的水网圩区,地处南荡圩。西侧为水阳江,南侧为撑龙港,北侧为运粮河,东侧为官溪河,如图 1,本文研究对象为北固村中的水系河网。



图 1 北固村位置

收稿日期: 2021-07-15

作者简介: 程咎(1993—), 男, 硕士, 助理工程师, 从事风景园林规划与设计工作。

2 遥感数据的获取与预处理

2.1 遥感数据的获取

Landsat 8 卫星是美国陆地卫星计划(Landsat)的第八颗卫星,包括 9 个波段,空间分辨率为 30 m,其中包括一个 15 m 的全色波段^[4]。Landsat8 数据由地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>)网站下载获取。而高分卫星数据则是由南京水利规划设计院股份有限公司提供。

2.2 遥感数据的预处理

因为 Landsat8 文件已经经过了带 DEM 的地形校正,所以坐标精度基本能满足中小比例尺的要求,但还未做辐射定标和大气校正。采用 ENVI 的 Radiometric Calibration 及 Apply Flaash Setting 工具自动读取元数据中的正射参数将本研究选取的数据进行辐射定标^[5]。

大气校正是遥感数据进行定量分析的基本前提,其根本目的是尽可能地排除地物反射率的各种不良影响。本研究采取较为通用的大气辐射传输模型 MODTRA,使用 ENVI 对 Landsat-8 数据进行大气校正^[6]。

由于遥感波段分辨率较低,难以满足小尺度的空间研究要求,因此需要将高分卫星的高精度可见光遥感数据与 landsat 的低精度遥感卫星遥感数据进行融合重采样,从而满足后续研究的需求^[7]。

3 基于遥感数据的圩区乡村水系形态与水质研究

3.1 形态提取

(1) 水系边界提取

水系的边界是水系研究的基础之一,而水系对于不同波段的吸收率差异较大,因此可以采用归一化水体指数(NDWI)进行水系边界范围的提取^[8],归一化水体指数(NDWI)能够准确的识别出水系范围,清晰的分辨水系边界^[9]。归一化水体指数(NDWI)公式如下:

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR}$$

式中:Green 为绿光波段、NIR 为近红外波段。

从图 2 可以看出,采用改进水体指数提取的水系边界与高清卫星影像图的水系边界基本重合,甚至能够识别出部分因水体植物遮挡而无法肉眼识别的水系区域,因此通过改进水体指数提取的水系边界能够准确清晰的反应实际的水体范围^[10]。



图 2 水系边界提取

(2)水系中心线提取

水系河网的中心线能够反应水系的基本形态、是后期水系概化以及其它深入研究的基础。在上一节边界提取的水系边界基础上,运用骨架算法提取中心线,作为后续研究的基础。骨架算法有欧式距离法、细化迭代法、三角网划分法等多种算法,近几年神经网络在骨架算法上也取得了较大的进展^[11]。

由于研究区水系形态线性趋势明显,因此可采用原理相对简单的欧式距离法提取水系中心线。欧式距离法的原理是通过边界范围对内进行距离变换,变换后形成局部极值点(如图 3),再将局部极值点连线形成骨架。但骨架不止包含中心线,还包含一些小枝杈,因此需要调节参数,多次迭代,只保留中心骨架,即中心线^[12]。研究区水系中心线提取结果如图 4 所示。

3.2 水质反演

(1)波段筛选

遥感数据能够反演水质的原因是因为不同水质

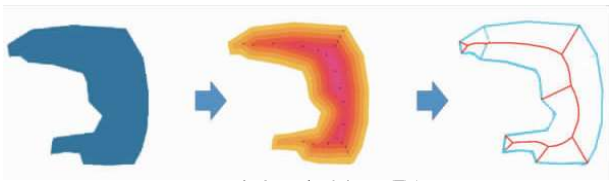


图 3 欧式距离法提取骨架



图 4 水系中心线提取结果

的水系对各类波段的吸收率不同,例如富营养化的水体通常对于绿色波段吸收率较高。因此首先将现场采集的水质数据与同一天的遥感卫星数据的多个波段进行相关性分析,选出其中关联性较高的波段进行建模,来达到反演水质的目的^[13]。

通过对于现场采集的水质数据与同一天的 Landsat8 遥感卫星数据的多个波段进行相关性分析(表 1),结果表明,红光波段、绿光波段与水体悬浮物的相关性较高,红光波段与近红外波段与叶绿素 A 相关性较高,其它波段与各水质采集数据相关性都较小,但红光波段、绿光波段与近红外波段的皮尔逊系数(Pearson)依然小于 0.8,单波段不足以反应研究区水质情况,因此需要将多个波段进行综合建模^[14]。因此可以采用水体浑浊度指数(WSI)及植被指数(NVDI)来反映北固村圩区水系的水质状况。

表 1 水质采集数据与 Landsat8 各波段皮尔逊(Pearson)相关系数分析

Landsat8 各波段	总磷	总氮	叶绿素 A	水体悬浮物
Band 1 Coastal(海岸波段)	0.121	0.238	0.142	0.275
Band 2 Blue(蓝波段)	0.432	0.256	0.297	0.231
Band 3 Green(绿波段)	0.187	0.355	0.428	0.619
Band 4 Red(红波段)	0.154	0.267	0.572	0.732
Band 5 NIR(近红外波段)	0.177	0.285	0.796	0.032
Band 6 SWIR 1(短波红外 1)	0.192	0.232	0.121	0.025
Band 7 SWIR 2(短波红外 2)	0.184	0.019	0.173	0.285
Band 8 Pan(全色波段)	0.162	0.093	0.191	0.297
Band 9 Cirrus(卷云波段)	0.178	0.034	0.458	0.398
Band 10 TIRS 1(热红外 1)	0.264	0.392	0.083	0.243
Band 11 TIRS 2(热红外 2)	0.021	0.182	0.023	0.286

(2)多波段融合

水体浑浊度指数(WSI)仅涉及红光波段与绿光

波段,并且水体浑浊度指数(WSI)也是常用的反演水体悬浮物情况的遥感指标之一,因此选用水体浑浊度指数(WSI)来反演出研究区水系水体悬浮物情况^[15]。

$$WSI = \frac{R-G}{R+G}$$

式中:水体浑浊度指数(WSI)计算方式为红光波段的反射值(R)与绿光波段的反射值(G)之差比上两者之和。

植被指数(NVDI)仅涉及红光波段与近红外波段,是反映植被生长的重要参数之一,可以用于分析水中富营养化情况或叶绿素A的含量,计算公式如下:

$$NVDI = \frac{NIR-R}{NIR+R}$$

式中:计算方式为近红外波段(NIR)与红光波段的反射值(R)之差比上两者之和,

(3)计算结果

为了将水质指标数据提取出来,在ARCGIS中沿着河道的中心线设置采样点,并保证点的位置是位于遥感数据像素的中心点,且间距不大于50m。最后得到采样点291个,并依据河道ID将点分类,计算不同河道采样点数据的平均值,作为该河道的水质指标数据,提取结果如图5、图6。

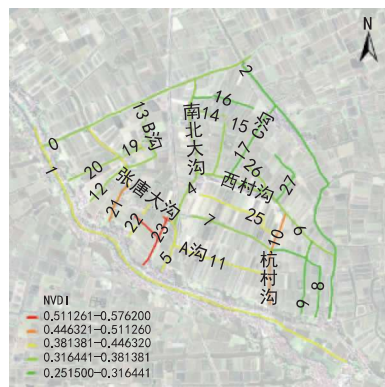


图5 植被指数

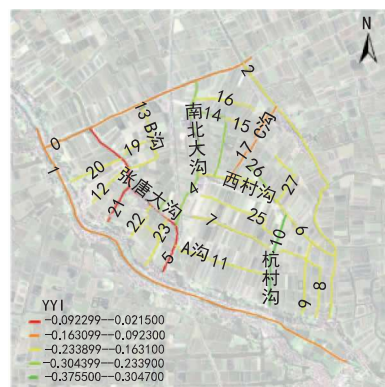


图6 水体浑浊指数

将多波段融合后的植被指数(NVDI)、水体浑浊度指数(WSI)分别与叶绿素A及水体悬浮物浓度进行相关性分析后,皮尔逊系数(Pearson)均大于0.8,呈强相关。

由图5、图6可以看出,植被指数得分较高的基本为直接与蟹塘相连的支沟,干沟植被指数得分较低。水体悬浮物得分较高的以部分干沟为主,部分干沟得分较低,支沟得分处于中等水平。

4 结 语

本文研究表明,遥感数据能够准确清晰地提取圩区乡村水系边界与中心线,并反演建模圩区乡村水系的各类水质数据,其中水体浑浊度指数(WSI)与植被指数(NVDI)能够准确地反映圩区乡村水系中的水体悬浮物与叶绿素A含量。本文仅对水系的范围与边界进行了提取分析,并未对水系形态的其它指标进行进一步探索。

参考文献:

- [1] 刘英.朝阳市水系连通功能评价[J].水利规划与设计,2017(4):34-36,44.
- [2] 陆志华,李敏,石亚东.基于文献计量可视化图谱分析的河湖水系连通研究现状[J].水利经济,2021,39(01):65-70,82.
- [3] 周瑜佳,史燕南,吴辉,陈一帆,杨琼,方中帅.基于图论和网络流的河网连通性评价与模拟优化[J].水电能源科学,2021,39(01):38-41.
- [4] 张显龙.河道-滩区系统连通性评价研究[J].水利规划与设计,2017(6):73-75,149.
- [5] 彭江喜.南昌高新湖西片区积水问题分析及初步解决方案[J].城市道桥与防洪,2021,4(5):153-155,19.
- [6] 王柳艳.太湖流域腹部地区水系结构、河湖连通及功能分析[D].南京:南京大学,2013.
- [7] 马爽爽.基于河流健康的水系格局与连通性研究[D].南京:南京大学,2013.
- [8] 徐光米.太湖平原水系结构与连通变化及其对水文过程影响研究[D].南京:南京大学,2012.
- [9] 李亚林,王成善,王谋等.藏北长江源地区河流地貌特征及其对新构造运动的响应[J].中国地质,2006(2):374-382.
- [10] 王淳.辽宁省典型大型河流综合萎缩度定量及演变趋势分析[J].水利规划与设计,2021(2):22-27.
- [11] 曲洋样,吕儒云,杨剑锋等.基于PSR和G(1,1)模型的株洲市水生态安全评价研究[J].水利规划与设计,2020(12):69-72,113.
- [12] 汤之飞,邱勇,焦莹等.不同来流条件对溢洪道过流能力的影响[J].水利规划与设计,2020(1):158-162.
- [13] 麦丽开·艾麦提,满苏尔·沙比提,马国飞等.叶尔羌河平原绿洲生态安全评价及影响因子分析[J].水利规划与设计,2019(09):68-72.
- [14] 陈月娟.银北灌区水资源安全评价与预测[J].水利规划与设计,2019(9):16-19.
- [15] 李庆昕.基于浑河流域降雨径流模拟研究[J].水利规划与设计,2019(1):56-58,106.