



文献 CSTR:
32001.14.11-6035.csd.2024.0194.zh



文献 DOI:
10.11922/11-6035.csd.2024.0194.zh
数据 DOI:
10.57760/sciencedb.j00001.01184

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2024-11-21
录用日期: 2025-10-23
发表日期: 2025-12-22

2019–2023 年雷州半岛红树林分布数据集

叶晋良¹, 朱焱¹, 肖鹤¹, 马颢¹, 刘思雨¹, 刘大召^{1,2*}

1. 广东海洋大学电子与信息工程学院, 湛江 524088
2. 广东省海洋遥感与信息技术工程技术研究中心, 湛江 524003

摘要: 本研究针对雷州半岛公开发布的红树林分布数据缺乏的现状, 采用 2019 年、2021 年及 2023 年的 Sentinel-2 星座无云影像为数据源, 通过对影像进行超分辨率重建、沿海缓冲区提取, 结合随机森林算法的面向对象分类以及分类结果优化, 成功构建了 2019 至 2023 年雷州半岛红树林分布数据集。经评估, 本数据集的平均总体精度达到了 95.3%。这一高精度数据集为雷州半岛红树林资源监测、湿地生态环境保护及海岸国土空间规划等相关工作的后续开展提供有力的数据支持。

关键词: 雷州半岛; 红树林; Sentinel-2; 遥感; 矢量数据

数据库(集)基本信息简介

数据库(集)名称	2019–2023 年雷州半岛红树林分布数据集
数据通信作者	刘大召 (liddz@163.com)
数据作者	叶晋良、朱焱、肖鹤、马颢、刘思雨、刘大召
数据时间范围	2019–2023 年
地理区域	雷州半岛沿岸 (地理范围为 20°14′–21°35′N, 109°40′–110°38′E)
空间分辨率	10 m
数据量	61 MB
数据格式	*.shp, *.shx, *.dbf, *.prj, *.shp.xml, *.cpg, *.sbn, *.sbx
数据服务系统网址	https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.01184
基金项目	国家自然科学基金 (42206187); 国家重点研发计划 (2022YFC3103101)。
数据库(集)组成	本数据集根据年份将数据分装至 2019、2021 和 2023 共 3 个文件夹, 内含该年度坡头区、赤坎区、霞山区、麻章区、经开区、廉江市、遂溪县、雷州市和徐闻县共 9 个区县 216 个红树林 Shapefiles 矢量数据文件。数据命名形式为“区县名称+红树林_年份”, 其中 *.shp 是矢量数据主文件, *.shx 是数据索引文件, *.dbf 是数据属性 dBase 表文件, *.prj 是坐标系文件, *.shp.xml 是元数据文件, *.cpg 是文字编码文件, *.sbn 和 *.sbx 是形状索引文件。

引言

* 论文通信作者

刘大召: liddz@163.com

红树林 (Mangrove Forests) 是一种以常绿灌木或乔木为主的红树植物群落, 主要生长在热带、亚热带的海岸潮间滩涂湿地。红树林在防风消浪、促淤护岸、

净化生态环境、维持生物多样性等方面发挥着重要作用^[1]。在中国,红树林的自然分布和人工引种范围广泛,从浙江延伸至海南的东南沿海省份均有分布^[2]。然而,红树林生态系统十分脆弱,极易遭受病虫害、物种入侵、全球气候变化等自然因素的威胁,同时也面临水产养殖、水体污染等人为因素的干扰。这些因素共同导致国内外红树林面积减少、生物多样性下降和生态功能退化等问题^[3]。值得注意的是,自 2000 年起,随着我国各地对红树林资源的监测保护工作不断加强,国内红树林面积在 2000 年开始呈现回升趋势^[4]。

红树林的监测研究方法主要分为两大类:传统的实地调查方法和遥感监测方法。鉴于红树林分布在海陆交界的潮间滩涂带上,生长环境复杂多变,传统的实地调查方法存在着工作量庞大、效率低下的问题,且在时空范围上有较大局限性。近年来,随着遥感技术的不断发展与成熟,遥感监测方法以其时空范围广、时效性较强、获取成本相对较低等优势,逐渐成为国内外红树林定量监测的重要数据来源,并推动了红树林定量监测研究向着大面积和长时序方向发展^[5]。

雷州半岛有着中国面积最大的红树林国家级自然保护区,该区域红树林物种资源丰富,主要集中在分布于雷州半岛东部通明海湾、西北部英罗湾和东南部外罗港湾^[6]。截至目前,已有学者开展了涉及雷州半岛的红树林时空分布及变化研究^[7-9]。然而,现有研究在数据规格、数据量和完整程度上存在一定差异,导致后续研究数据不够统一。为此,已有一些机构和学者提供了全球或部分地区在不同时间段的红树林分布数据集。欧洲航天局(简称欧空局)发布了包含红树林的 2020 年至 2021 年全球 10 米分辨率土地覆盖数据。Hamilton 等学者整合了多个生态数据集,制作了 2000 至 2012 年 30 米分辨率全球红树林数据集^[10]。后来,Bunting 等学者将 1996 至 2020 年间 3 个时期的全球红树林长时序数据集更新到 3.0 版本^[11]。而对于中国红树林,Chen 等学者制作了 2015 年 30 米分辨率中国红树林数据集^[12],Zhao 等学者制作了 2017 年和 2019 年 10 米分辨率中国红树林分布数据^[13],还有学者制作了广东省沿岸红树林矢量数据^[14]。不过,目前涵盖近 5 年雷州半岛红树林分布数据的研究较为鲜见,且多为单年数据。参考 Google Earth 影像,将各研究提供的红树林分布数据进行交叉比对分析后发现,雷州半岛区域内仍有部分红树林矢量数据存在不同程度的缺失。

本研究利用 Sentinel-2 星座遥感影像,针对沿海区域,实施缓冲区提取操作。随后,通过选取适宜的分割尺度分割影像后,结合面向对象法及随机森林法分类提取红树林矢量数据,最后使用最近邻法提取阈值优化数据,整理为雷州半岛 2019 至 2023 年红树林分布数据集。本数据集较为完整和准确地包含了雷州半岛红树林近年来在行政区划上的位置分布及具体面积,可为涉及雷州半岛红树林或海岸带湿地资源的后续研究及保护工作提供统一的数据基础。

1 数据采集和处理方法

1.1 数据采集

本研究数据集的基础数据源自 Sentinel-2 星座 2A 级多光谱影像。这些 2A 级影像产品是在 1C 级产品基础上,进一步进行了大气校正处理而获得的。Sentinel-2 星座影像具有空间分辨率高、光谱分辨率高、重访周期短以及开放获取等优点,多星协同下重访周期为 5 天。其在 700–955 纳米波长有多个植被红边检测波段,可充分提取不同植被和非植被间的近红外光谱差异,具备作为红树林定期定量遥感监测中理想影像数据来源的潜力。Sentinel-2 光谱响应函数见表 1。

本研究从哥白尼数据空间生态系统官方平台(<https://browser.dataspace.copernicus.eu>)中挑选并下载了 2019 年、2021 年及 2023 年 2A 级无云影像,共计 12 景,这些影像全面覆盖雷州半岛区域。数

据集的全部生产流程如图 1 所示，主要包括数据预处理、沿海缓冲区提取和面向对象分类三部分，最后结合外部参考数据进行随机区域的精度验证，以确保数据可靠性。

表 1 Sentinel-2 MSI 光谱响应函数

Table 1 Spectral response functions of Sentinel-2 MSI

波段号	波段说明	中心波长(nm)	半高波宽(nm)	空间分辨率(m)
Band 1	气溶胶厚度	443	20	60
Band 2	蓝	490	65	10
Band 3	绿	560	35	10
Band 4	红	665	30	10
Band 5	植被红边 1	705	15	20
Band 6	植被红边 2	740	15	20
Band 7	植被红边 3	783	20	20
Band 8	宽近红外	842	105	10
Band 8a	窄近红外	865	20	20
Band 9	水蒸气	945	20	60
Band 10	薄卷云	1375	30	60
Band 11	短波红外 1	1610	90	20
Band 12	短波红外 2	2190	180	20

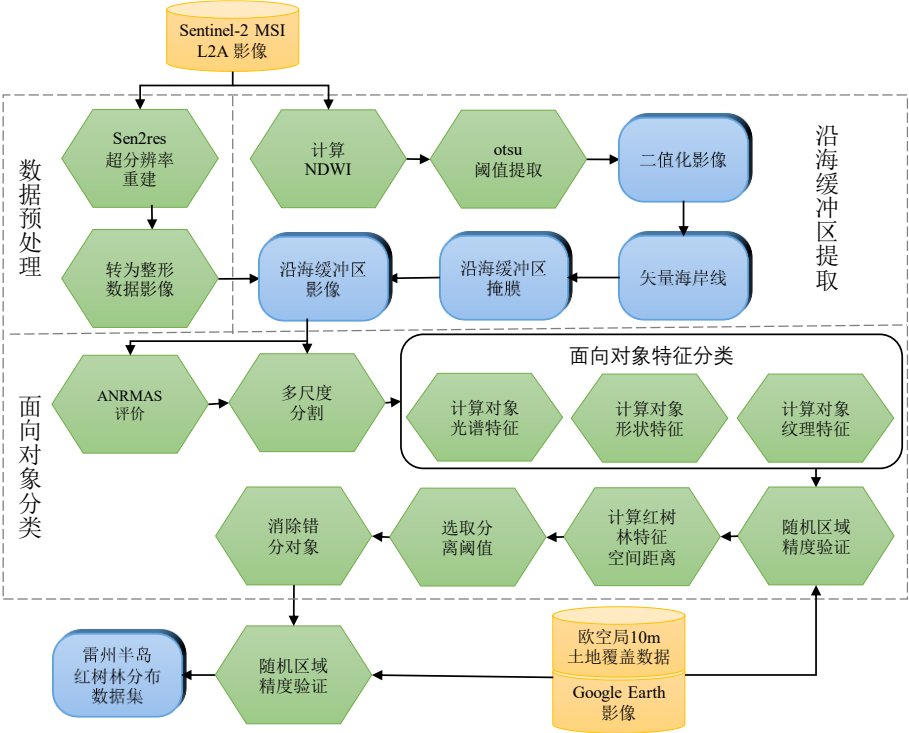


图 1 雷州半岛红树林分布数据集生产流程

Figure 1 Workflow of the mangrove forests distribution dataset in the Leizhou Peninsula

1.2 数据预处理和沿海缓冲区提取

红树林主要生长于沿海潮间带，为精简影像和减少处理量，本研究首先采用归一化水体指数（Normalized Difference Water Index, NDWI）提取海岸缓冲区影像作为红树林生长区，再进行面向对象分类。使用欧空局 SNAP 平台 Sentinel-2 工具箱的波段计算工具，代入波段 3 和波段 8 计算 NDWI 图像，提取各景影像水体，见公式（1），其中 G 对应波段 3， NIR 对应波段 8。

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

将各景 NDWI 栅格图导入 ENVI 5.6 平台，采用大津法（otsu）自动计算各图像的分离阈值，以此实现二值化处理。具体地，将大于阈值的像元作为水体置 1，其余像元作为非水体置 0，从而转换成二值图像。随后，基于这些二值图像生成掩膜用于提取水体边界。将生成的掩膜导入 ArcGIS Pro 平台，将水体边界转换为矢量海岸线，并进一步去除较短的、不连续海岸线段，仅保留连续海岸线。最终，将所得的矢量海岸线朝海、陆方向各延伸 1 千米，生成沿海缓冲区掩膜，如图 2 所示，用于后续对影像的裁切处理。

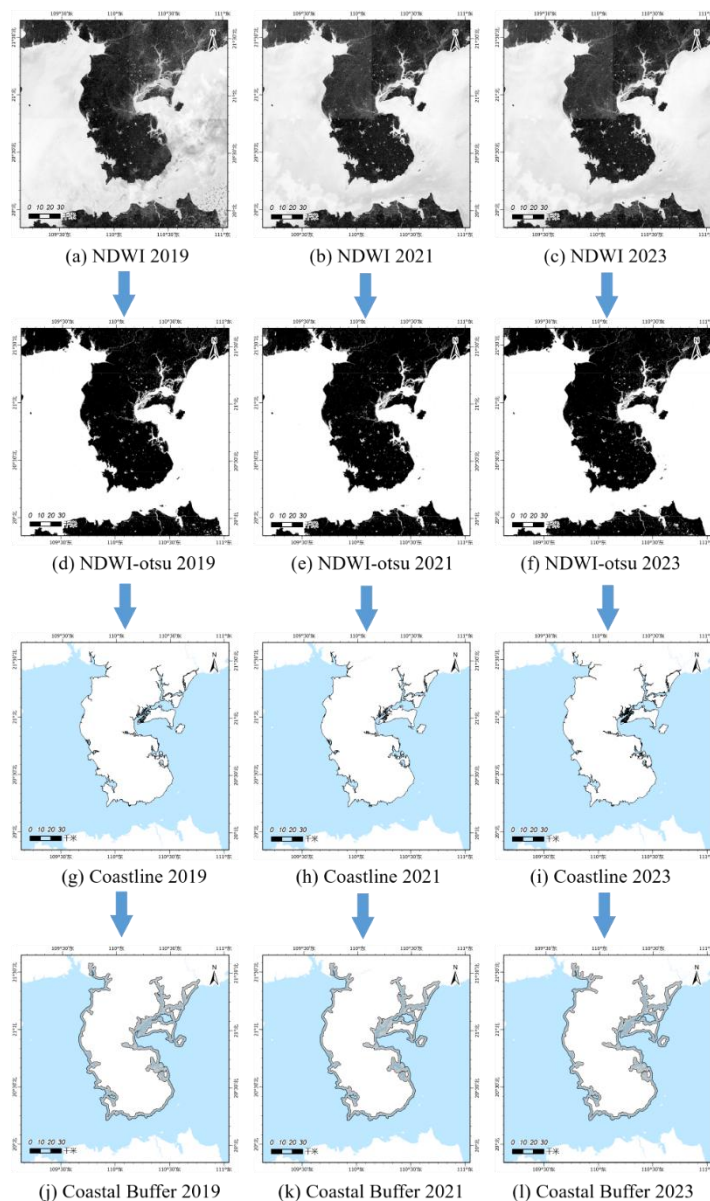


图 2 雷州半岛沿海缓冲区提取流程

Figure 2 Extraction process of coastal buffer zones in the Leizhou Peninsula

在 SNAP 平台中, 运用 Sen2res 超分辨率插件, 将各波段重建至 10 米空间分辨率, 从而实现对各波段的统一处理。利用生成的缓冲区掩膜裁剪影像, 提取出沿海缓冲区影像, 以便在后续的面向对象分类中使用。

1.3 面向对象分类

在 eCognition Developer 10.3 平台上进行面向对象分类。采用多尺度分割方法, 通过选取恰当的分割尺度, 将影像数据分割为多个目标对象。相关研究认为, 理想的分割效果是分割后的对象内像元具有较高同质性, 而对象间像元则具有较高异质性, 且在能够分离相似目标地物时对象面积尽可能大⁰。为确定局部最优分割尺度, 引入了新平均邻域差分绝对值与标准差比 (ANRMAS)⁰ 及其变化率 (ROC) 曲线作为分割效果评价指标, 在此基础上, 对部分变量进行了调整, 具体见公式 (2) 至 (6)。

$$ANRMAS_s = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^A A_i \cdot NRMAS_s \quad (2)$$

公式 (2) 中, s 为当前分割尺度, A 为总对象数, i 为对象, A_i 为第 i 个对象像元数, $NRMAS$ 为新邻域差分绝对值与标准差比。采用对象像元数作为对象相对面积权重, 使得具有更多像元的对象对评价指标产生更大影响。

$$NRMAS_s = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^A \frac{\sum_{L=1}^m \bar{\Delta}C_L}{\sum_{L=1}^m \delta_L} \quad (3)$$

公式 (3) 中, m 为波段和特征层合计总层数, L 为波段或特征层。 $\bar{\Delta}C_L$ 为 L 层当前对象与邻接对象的平均差分绝对值, 用于评价当前层不同对象间异质性; δ_L 为 L 层当前对象内像元标准差, 用于评价当前层对象内像元同质性。

$$\delta_L = \sqrt{(C_{Li} - \bar{C}_L)^2} \quad (4)$$

公式 (4) 中, C_{Li} 为 L 层第 i 个像元灰度值, $\bar{C}_L$ 为 L 层当前对象内像元灰度均值。

$$\bar{\Delta}C_L = \frac{1}{l} \sum_{j=1}^n l_j |\bar{C}_L - \bar{C}_{Lj}| \quad (5)$$

公式 (5) 中, n 为当前对象的邻接对象个数, j 为当前对象的邻接对象, l 为当前对象的边界长度, l_j 为当前对象与第 j 个邻接对象的公共边界长度, $\bar{C}_{Lj}$ 为 L 层当前对象第 j 个邻接对象内像元的灰度均值。

$$ROC(ANRMAS_s) = \frac{(ANRMAS_s - ANRMAS_{s-1})}{ANRMAS_{s-1}} \cdot 100\% \quad (6)$$

公式 (6) 中, 以上一轮分割尺度 $s-1$ 为基准, 计算当前分割尺度 s 下 $ANRMAS$ 值变化率。当 ROC 曲线出现局部峰值时, 表明该分割尺度 s 分割效果理想, 可作为局部最优分割尺度。

经过多次分割实验与比对分析, 发现分割尺度在 30 及以上时, 目标对象不会形成过于破碎的状态; 分割尺度在 100 及以下时, 能够有效区分相似地物。基于这些实验结果, 决定在 [30, 100] 区间, 以步进 1 的方式选取局部最优分割尺度。在此过程中, 形状权重设为 0.1, 紧凑度权重设为 0.5。每景影像的 $ANRMAS$ 值及其变化率曲线见图 3。选取了变化率曲线出现局部峰值时所对应的尺度进行图像分割。

在完成分割后, 首先基于像元计算光谱指数。随后, 基于影像对象计算形状特征以及灰度共生矩阵的纹理特征, 并据此生成特征图层。进一步地, 计算了原始波段和光谱指数的对象均值、标准差和偏度, 并将这些统计量转换为基于对象的光谱特征。最终, 将这些基于对象的光谱特征、形状

特征以及纹理特征共同整合至分类对象的特征集中,见表2。为了构建多层次分类体系,设定了红树林类别层次,该层次位于植被类别层次之下,意味着植被类别会被进一步细化为红树林和非红树林植被。在分类过程中,采用随机树(Random Trees, RT)算法进行分类,其中,最大聚类数 K 设定为 16,停止训练的误差精度设定为 0.01%。

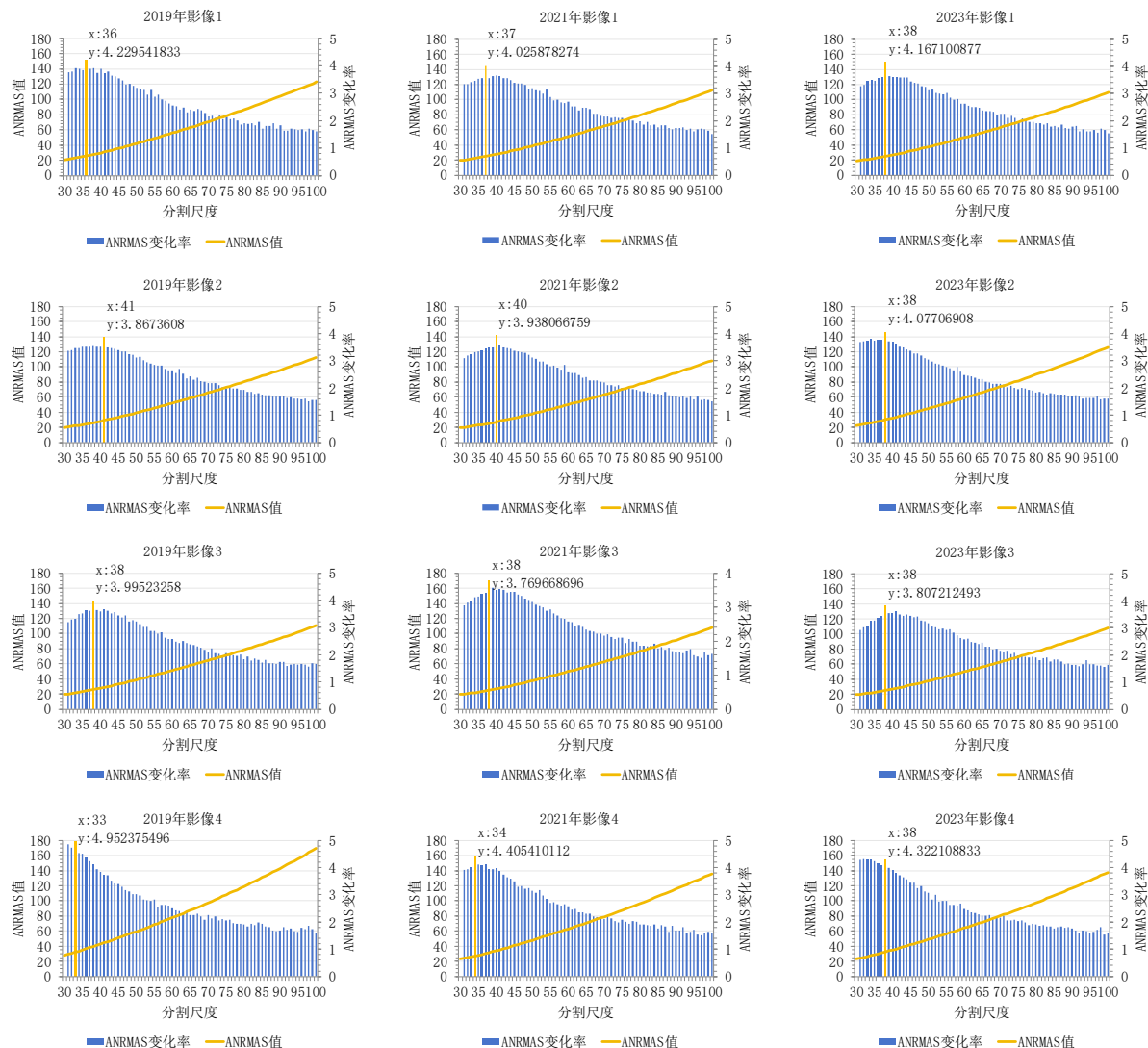


图3 各影像在不同分割尺度下的 ANRMAS 值及变化率

Figure 3 ANRMAS values and their rates of change for each image at different segmentation scales

表2 分类对象特征

Table 2 Features of classification objects

特征组	特征指数	特征表达式	参与分类的对象特征
光谱特征 (基于像元)	NDVI	$\frac{NIR - R}{NIR + R}$	均值、标准差、偏度
	NDWI	$\frac{G - NIR}{G + NIR}$	
	NDSI	$\frac{R - B}{R + B}$	

特征组	特征指数	特征表达式	参与分类的对象特征
	NDBI	$\frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR}$	
	SAVI	$\frac{1.5 * (NIR - R)}{NIR + R + 1.5}$	
	EVI	$\frac{2.5 * (NIR - R)}{NIR + 6 * R - 7.5 * B + 1}$	
	GRVI	$\frac{G - R}{G + R}$	
形状特征 (基于对象)	边界指数	$\frac{b_v}{2(l_v + \omega_v)}$	原特征值
	形状指数	$\frac{b_v}{4\sqrt{A_v}}$	
纹理特征 (基于对象)	GLCM 同质度	$\sum_{i,j=0}^{N-1} \frac{P_{i,j}}{1 + (i - j)^2}$	原特征值
	GLCM 对比度	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}(i - j)^2$	
	GLCM 均值	$\mu_{i,j} = \frac{\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}}{N^2}$	
	GLCM 标准差	$\sigma = \sqrt{\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}(i,j - \mu_{i,j})}$	
	GLCM 相关度	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} \left[\frac{(i, \mu_i)(j - \mu_j)}{\sqrt{(\sigma_i^2)(\sigma_j^2)}} \right]$	

在光谱指数中，波段 2、波段 3、波段 4、波段 8、波段 12 分别对应于 B 、 G 、 R 、 NIR 、 $SWIR$ 。形状特征中，边界指数用于量化对象边长与同等面积矩形边长之比， b_v 代表对象 v 边界长度， l_v 和 ω_v 代表对象 v 同等面积矩形横、纵边长；形状指数用于量化对象边长与同等面积正方形边长之比， A_v 代表对象 v 面积。纹理特征中， i 和 j 代表灰度共生矩阵（GLCM）的行、列号， N 代表 GLCM 的灰度级， $P_{i,j}$ 、 $\mu_{i,j}$ 、 $\sigma_{i,j}$ 分别代表 GLCM 中第 i 行第 j 列的归一化值、均值、标准差。

首先在 2023 年影像上进行面向对象分类，计算分类结果的精度指标。参照欧空局 2020 年、2021 年全球 10m 土地覆盖数据和 Google Earth 影像。在多个红树林生长区域绘制矩形掩膜作为验证点生成区域，并在此区域内随机生成 500 个验证点，确保验证点之间至少相距 200 米，再以各验证点为中心生成 20×20 米矩形区作为验证区。再次参照欧空局土地覆盖数据和 Google Earth 影像，将各验证区属性设定为红树林或非红树林，如图 4 所示。为验证区和红树林分布数据建立空间链接，计算空间交集下的混淆矩阵，得到 2023 年评价指标，如表 3 所示。

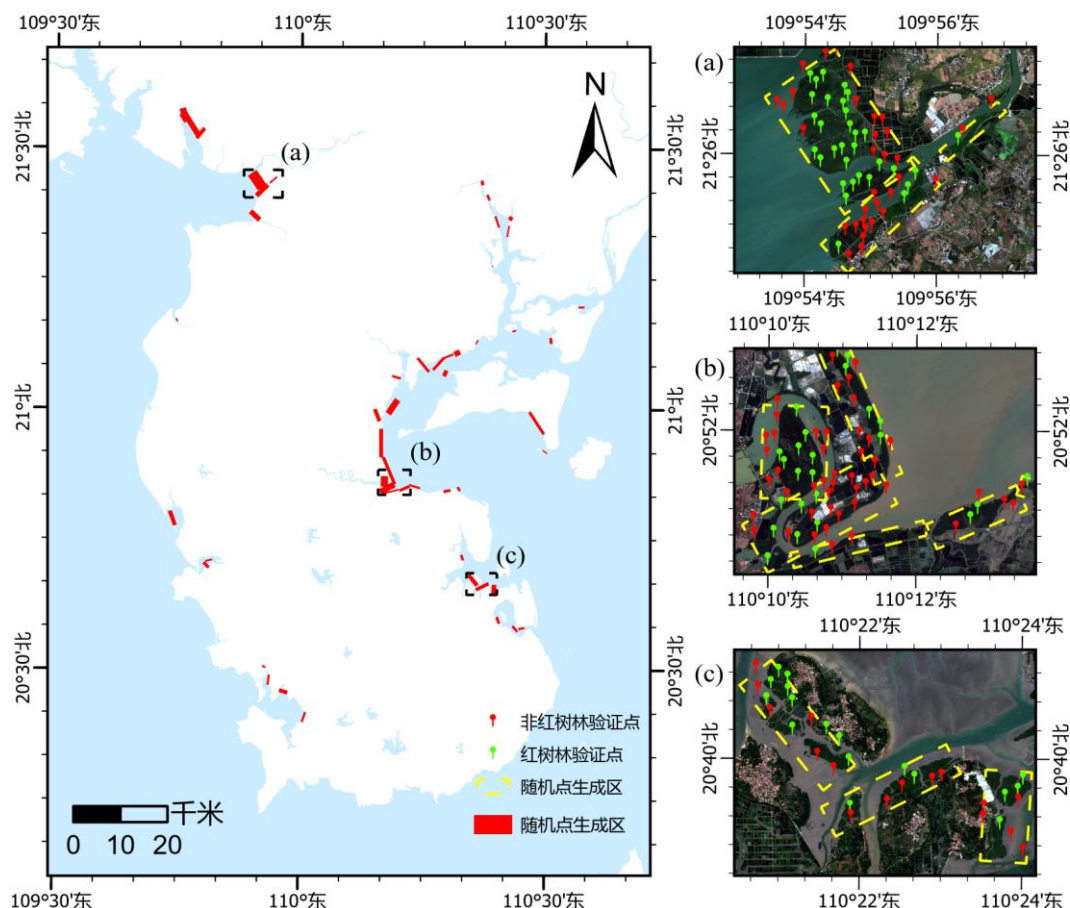


图 4 2023 年红树林随机验证区

Figure 4 Validation areas of mangrove forests in 2023

表 3 面向对象分类结果精度评价

Table 3 Accuracy assessment of object-based classification results

红树林			非红树林			精度	卡帕系数
生产者精度	用户精度	F1	生产者精度	用户精度	F1		
95.12%	89.45%	92.20%	92.20%	96.45%	94.28%	93.40%	86.49%

验证结果显示,面向对象分类结果的精度较好,可以在 2021、2019 年影像中继续进行面向对象分类。但红树林类别的用户精度不高,需要进一步优化各年分类结果,减少错分对象。首先向红树林类别中整合了原始波段与光谱指数的均值、标准差及偏度,以此构建其特征空间。随后,采用标准最近邻法进行计算,生成了红树林类别对象的分类值 (Classification Value) 图层。在此过程中,分类值是通过目标对象对各类别样本的隶属度 (Membership) 来体现的。具体而言,若某一对象的特征空间与某个类别的样本对象特征空间的距离越近,则对象对此类别的隶属度就会越高。特征空间距离 d 的计算见公式 (7)。

$$d = \sqrt{\sum_f \left(\frac{v_f(s) - v_f(o)}{\sigma_f} \right)^2} \quad (7)$$

公式 (7) 中, $v_f(s)$ 为样本对象相对于特征 f 的值, 而 $v_f(o)$ 为影像对象相对于特征 f 的值, σ_f

为特征 f 所有特征值的标准差。隶属度的计算见公式 (8) 和 (9)。

$$z(d) = e^{-kd^2} \quad (8)$$

$$k = \ln\left(\frac{1}{s}\right) \quad (9)$$

公式 (9) 中, s 为隶属度函数 $z(d)$ 的斜率。斜率 s 越小, 同等特征空间距离 d 的隶属度 $z(d)$ 越小, 反之亦然。当 $d=0$ 时, $z(d)=1$; 当 $d=1$ 时, $z(d)=s$ 。设较小的斜率 $s=0.2$, 使得隶属度对特征空间距离更近的对象更敏感。此外, 设隶属度最小值 $m=0.1$, 若 $z(d)<m$, 则 $z(d)=0$, 忽略该对象对该类别的隶属关系。

采用自动阈值算法来确定分类值图层的最佳二分阈值。将低于此阈值的红树林对象重新分类为植被, 以消除错分对象。参照 Google Earth 影像对红树林边缘对象的类别进行调整, 以生成准确的红树林矢量文件。最后, 分年份将各景红树林矢量文件拼接, 并参照湛江市行政区划重新裁切, 共生成雷州半岛九个区县 2019 年、2021 年和 2023 年红树林分布数据集。

2 数据样本描述

通过对 2019 年、2021 年及 2023 年 Sentinel-2 沿海缓冲区影像进行面向对象分类, 本研究提取了雷州半岛过去五年红树林分布数据集。该数据集共包括坡头区、赤坎区、霞山区、麻章区、经开区、廉江市、遂溪县、雷州市和徐闻县共九个区县的红树林矢量数据, 空间分辨率为 10 米, 采用 WGS_1984_UTM 坐标系。数据集根据年份分装至三个文件夹, 数据命名格式为“区县名称+红树林_年份”。数据集内展示的雷州半岛各年份红树林分布情况见图 5。

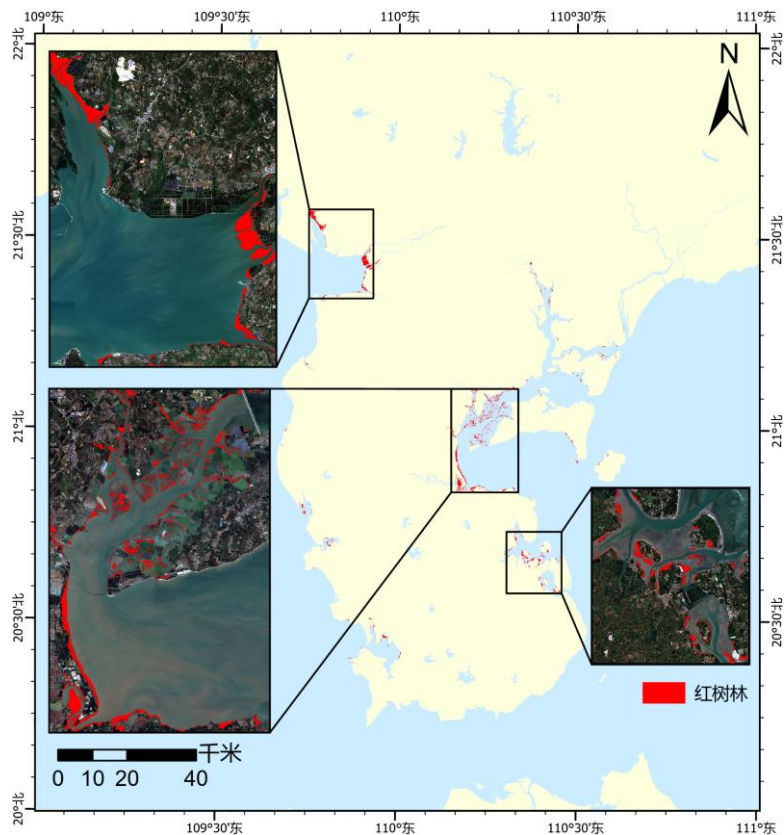


图 5 雷州半岛红树林分布图

Figure 5 Mangrove forests distribution map of the Leiqiu Peninsula

3 数据质量控制和评估

本研究采用混淆矩阵方法作为数据集精度评价的主要手段，具体计算了总体精度和 Kappa 系数等指标。使用与先前面向对象分类中相同的随机验证区及混淆矩阵方法，计算各年份数据集评价指标。其中，将随机验证区复制为三份以对应不同年份，再根据 2019 年、2021 年、2023 年影像重新设置各随机验证区属性，以确保各年验证结果的准确性。验证结果显示，2019 年、2021 年、2023 年红树林分布数据的总体精度分别为 95.8%、95.4%、94.8%、Kappa 系数分别为 91.30%、90.46%、89.32%。详细评价指标见表 4。

表 4 雷州半岛红树林分布数据集精度评价

Table 4 The accuracy assessment of mangrove forests distribution dataset in Leizhou Peninsula

年份	红树林			非红树林			总体精度	Kappa
	生产者精度	用户精度	F1	生产者精度	用户精度	F1		
2019	94.15%	95.54%	94.84%	96.95%	95.97%	96.46%	95.80%	91.30%
2021	93.17%	95.50%	94.32%	96.95%	95.33%	96.13%	95.40%	90.46%
2023	95.61%	92.02%	93.78%	94.24%	96.86%	95.53%	94.80%	89.32%

4 数据价值

本研究以 Sentinel-2 星座提供的 2A 级别、雷州半岛无云影像作为基础数据，通过应用超分辨率重建技术，将各波段空间分辨率统一重建至 10 米，所得影像地物细节清晰，同时保持了光谱信息的完整性。在此基础上，通过提取水陆边界信息，实施了最优尺度下的影像分割，确保分割后的对象内部具有较好同质性，而对象间则呈现出异质性，为后续基于对象的红树林种间分类等深入研究奠定了坚实基础。进一步地，本研究采用面向对象分类方法，并对分类结果进行了优化处理，从而实现了较高的数据精度及完整的空间分布表征。本数据集预期能够为后续开展的雷州半岛红树林资源监测、湿地生态保护、海岸国土空间规划及近海养殖排污管控提供数据支持。

5 数据使用方法和建议

本数据集采用 Shapefile 矢量文件格式进行数据存储，可直接导入 ArcGIS、QGIS 等地理信息系统平台使用或转换为其他文件格式使用。在导入并加载各年全部区县数据后，用户可以直观地获取当年雷州半岛全域红树林的空间分布信息及其统计面积。通过空间叠加不同年份的区县数据，可得到本区县各年间红树林空间分布差异并统计面积变化，结合环境影响数据可进一步分析红树林分布和面积变化趋势。此外，红树林矢量数据保留了经过分割后的对象，这为用户基于对象进行进一步的矢量数据提取、修改或合并提供了便利，从而允许用户根据需要重新定义新的研究对象。

作者分工职责

叶晋良（1997—），男，广东湛江人，硕士研究生，研究方向为湿地生态资源遥感应用。主要承担工作：数据集制作总体方案设计、遥感影像预处理、解译及验证。

朱焱（2000—），男，江苏江阴人，硕士研究生，研究方向为受损红树林的语义分割。主要承担工作：协助遥感影像解译方案设计，协助遥感影像解译。

肖鹤（1998—），男，河南鹤壁人，硕士研究生，研究方向为遥感图像尺度效应。主要承担工作：前期红树林资源调查、协助遥感影像预处理方案设计。

马颢（1999—），男，湖南常德人，硕士研究生，研究方向为深度学习与遥感图像融合。主要承担工作：协助遥感数据验证方案设计，协助遥感数据验证。

刘思雨（1999—），女，四川内江人，硕士研究生，研究方向为物理海洋学。主要承担工作：前期红树林文献分析、遥感影像收集筛选。

刘大召（1972—），男，河南平顶山人，教授，研究方向为红树林定量遥感。主要承担工作：红树林遥感总体方案设计指导、遥感影像定量处理技术指导。

参考文献

- [1] 张颖, 陈光程, 钟才荣. 中国濒危红树植物研究与恢复现状[J]. 应用海洋学学报, 2021, 40(1): 142–153. DOI:10.3969/J.ISSN.2095-4972.2021.01.014. [ZHANG Y, CHEN G C, ZHONG C R. Research on endangered mangrove species and recovery status in China[J]. Journal of Applied Oceanography, 2021, 40(1): 142–153. DOI:10.3969/J.ISSN.2095-4972.2021.01.014.]
- [2] DAS S, VINCENT J R, DAILY G C. Mangroves protected villages and reduced death toll during Indian super cyclone[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2009, 106(18): 7357–7360.
- [3] POLIDORO B A, CARPENTER K E, COLLINS L, et al. The loss of species: mangrove extinction risk and geographic areas of global concern[J]. PLoS One, 2010, 5(4): e10095. DOI:10.1371/journal.pone.0010095.
- [4] 杨盛昌, 陆文勋, 邹祯, 等. 中国红树林湿地: 分布、种类组成及其保护[J]. 亚热带植物科学, 2017, 46(4): 301–310. DOI:10.3969/j.issn.1009-7791.2017.04.001. [YANG S C, LU W X, ZOU Z, et al. Mangrove wetlands: distribution, species composition and protection in China[J]. Subtropical Plant Science, 2017, 46(4): 301–310. DOI:10.3969/j.issn.1009-7791.2017.04.001.]
- [5] CHEN L Z, WANG W Q, ZHANG Y H, et al. Recent progresses in mangrove conservation, restoration and research in China[J]. Journal of Plant Ecology, 2009, 2(2): 45–54. DOI:10.1093/jpe/rtp009.
- [6] 李瑞利, 杨芳, 王辉, 等. 红树林保护与修复标准发展现状及对策[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2022, 58(5): 916–928. DOI:10.13209/j.0479-8023.2022.079. [LI R L, YANG F, WANG H, et al. Current development status and countermeasures of mangrove protection and restoration standards[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2022, 58(5): 916–928. DOI:10.13209/j.0479-8023.2022.079.]
- [7] KUENZER C, BLUEMEL A, GEBHARDT S, et al. Remote sensing of mangrove ecosystems: a review[J]. Remote Sensing, 2011, 3(5): 878–928. DOI:10.3390/rs3050878.
- [8] HEUMANN B W. Satellite remote sensing of mangrove forests: Recent advances and future opportunities[J]. Progress in Physical Geography: Earth and Environment, 2011, 35(1): 87–108. DOI:10.1177/0309133310385371.

- [9] LIU S Y, ZHU Y, XIAO H, et al. A CiteSpace-based analysis of the impact of sea-level rise and tropical cyclones on mangroves in the context of climate change[J]. *Water*, 2024, 16(24): 3662. DOI:10.3390/w16243662.
- [10] WANG W Q, FU H F, LEE S Y, et al. Can strict protection stop the decline of mangrove ecosystems in China? from rapid destruction to rampant degradation[J]. *Forests*, 2020, 11(1): 55. DOI:10.3390/f11010055.
- [11] 朱彬, 廖静娟, 沈国状. 红树林雷达遥感研究进展[J]. *遥感技术与应用*, 2021, 36(5): 959–972. DOI:10.11873/j.issn.1004-0323.2021.5.0959. [ZHU B, LIAO J J, SHEN G Z. Review on radar remote sensing of mangrove[J]. *Remote Sensing Technology and Application*, 2021, 36(5): 959–972. DOI:10.11873/j.issn.1004-0323.2021.5.0959.]
- [12] 沈小雪, 张志, 翟朝阳, 等. 海岸带红树林范围与种类识别精度的荟萃分析[J]. *北京大学学报(自然科学版)*, 2022, 58(1): 135–146. DOI:10.13209/j.0479-8023.2021.096. [SHEN X X, ZHANG Z, ZHAI C Y, et al. A meta-analysis of the overall accuracy of extent and species of the coastal mangroves[J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 2022, 58(1): 135–146. DOI:10.13209/j.0479-8023.2021.096.]
- [13] 王子予, 刘凯, 彭力恒, 等. 基于 Google Earth Engine 的 1986—2018 年广东红树林年际变化遥感分析[J]. *热带地理*, 2020, 40(5): 881–892. DOI:10.13284/j.cnki.rddl.003268. [WANG Z Y, LIU K, PENG L H, et al. Analysis of mangrove annual changes in Guangdong Province during 1986—2018 based on google earth engine[J]. *Tropical Geography*, 2020, 40(5): 881–892. DOI:10.13284/j.cnki.rddl.003268.]
- [14] ZHANG R, JIA M M, WANG Z M, et al. Tracking annual dynamics of mangrove forests in mangrove National Nature Reserves of China based on time series Sentinel-2 imagery during 2016–2020[J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2022, 112: 102918. DOI:10.1016/j.jag.2022.102918.
- [15] 马昇鑫, 周玲玲, 王晋, 等. 基于遥感的湛江红树林保护区生态系统时空变化特征[J]. *资源科学*, 2022, 44(12): 2580–2593. DOI:10.18402/resci.2022.12.15. [MA S X, ZHOU L L, WANG J, et al. Spatiotemporal characteristics of Zhanjiang Mangrove Nature Reserve ecosystem based on remote sensing[J]. *Resources Science*, 2022, 44(12): 2580–2593. DOI:10.18402/resci.2022.12.15.]
- [16] 刘大召, 韩泽文, 沈春燕. 1991—2011 年廉江红树林分布及变化的遥感分析[J]. *海洋科学*, 2019, 43(4): 22–28. DOI:10.11759/hyxx20180625001. [LIU D Z, HAN Z W, SHEN C Y. Remote sensing analysis of the distribution and change of mangrove forest in Lianjiang from 1991 to 2001[J]. *Marine Sciences*, 2019, 43(4): 22–28. DOI:10.11759/hyxx20180625001.]
- [17] DURANGO-CORDERO J, SATYANARAYANA B, CHAN J C, et al. Distinguishing original and non-original stands at the Zhanjiang mangrove national nature reserve (P.R. China): remote sensing and GIS for conservation and ecological research[J]. *Remote Sensing*, 2021, 13(14): 2781. DOI:10.3390/rs13142781.
- [18] 高常军, 蒋侠朋, 甄佳宁, 等. 耦合 WorldView-2 和珠海一号影像的红树林物种分布[J]. *遥感学报*, 2022, 26(6): 1155–1168. [GAO C J, JIANG X P, ZHEN J N, et al. Mangrove species classification with combination of WorldView-2 and Zhuhai-1 satellite images[J]. *National Remote Sensing Bulletin*, 2022, 26(6): 1155–1168.]
- [19] HAMILTON S E, CASEY D. Creation of a high spatio-temporal resolution global database of continuous mangrove forest cover for the 21st century (CGMFC-21)[J]. *Global Ecology and Biogeography*,

2016, 25(6): 729 – 738. DOI:10.1111/geb.12449.

[20] BUNTING P, ROSENQVIST A, HILARIDES L, et al. Global mangrove extent change 1996 – 2020: global mangrove watch version 3.0[J]. Remote Sensing, 2022, 14(15): 3657. DOI:10.3390/rs14153657.

[21] CHEN B Q, XIAO X M, LI X P, et al. A mangrove forest map of China in 2015: Analysis of time series Landsat 7/8 and Sentinel-1A imagery in Google Earth Engine cloud computing platform[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2017, 131: 104–120. DOI:10.1016/j.isprsjprs.2017.07.011.

[22] ZHAO C P, QIN C Z. 10-m-resolution mangrove maps of China derived from multi-source and multi-temporal satellite observations[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2020, 169: 389–405. DOI:10.1016/j.isprsjprs.2020.10.001.

[23] 刘叶取, 张立, 郭康丽, 等. 2015–2020 年广东省沿岸红树林矢量数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2022, 7(1). (2021-10-12). DOI:10.11922/csdata.2020.0108.zh. [LIU Y Q, ZHANG L, GUO K L, et al. A dataset of mangrove vector along the coast of Guangdong Province during 2015–2020[J/OL]. China Scientific Data, 2022, 7(1). (2021-10-12). DOI:10.11922/csdata.2020.0108.zh.]

[24] 陈春雷, 武刚. 面向对象的遥感影像最优分割尺度评价[J]. 遥感技术与应用, 2011, 26(1): 96–102. [CHEN C L, WU G. Evaluation of optimal segmentation scale with object-oriented method in remote sensing[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2011, 26(1): 96–102.]

[25] 施佩荣, 陈永富, 刘华, 等. 基于分割评价函数的多尺度分割参数的选择[J]. 遥感技术与应用, 2018, 33(4): 628–637. DOI:10.11873/j.issn.1004-0323.2018.4.0628. [SHI P R, CHEN Y F, LIU H, et al. Parameters of multi-segmentation based on segmentation evaluation function[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2018, 33(4): 628–637. DOI:10.11873/j.issn.1004-0323.2018.4.0628.]

论文引用格式

叶晋良, 朱焱, 肖鹤, 等. 2019–2023 年雷州半岛红树林分布数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2025, 10(4). (2025-12-22). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2024.0194.zh.

数据引用格式

叶晋良, 朱焱, 肖鹤, 等. 2019–2023 年雷州半岛红树林分布数据集[DS/OL]. V2. Science Data Bank, 2025.(2025-12-19). DOI:10.57760/sciencedb.j00001.01184.

A dataset of mangrove forests distribution in the Leizhou Peninsula (2019–2023)

YE Jinliang¹, ZHU Yan¹, XIAO He¹, MA Jin¹, LIU Siyu¹, LIU Dazhao^{1,2*}

1. College of Electronic and Information Engineering, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, P.R.China

2. Guangdong Engineering Research Center of Marine Remote Sensing and Information Technology, Zhanjiang 524003, P.R.China

*Email: llddz@163.com

Abstract: In this study, to address the lack of publicly available data on mangrove forests distribution in the Leizhou Peninsula, Sentinel-2 satellite cloud-free images acquired in 2019, 2021 and 2023 were used as the data source, through the super-resolution reconstruction, coastal buffer zone extraction, object-based classification using a random forest algorithm, and optimization of classification results, a dataset of mangrove forests distribution in the Leizhou Peninsula from 2019 to 2023 was successfully constructed. The average overall accuracy of this dataset reached 95.3%. The high-accuracy mangrove forests distribution dataset constructed in this study is expected to provide strong data support for the follow-up mangrove resource monitoring, wetland ecological environmental protection, and coastal territorial spatial planning, as well as other related application in the Leizhou Peninsula.

Keywords: Leizhou Peninsula; mangrove forests; Sentinel-2; remote sensing; shapefile

Dataset Profile

Title	A dataset of mangrove distribution in the Leizhou Peninsula during 2019–2023
Data corresponding author	LIU Dazhao (llddz@163.com)
Data author(s)	YE Jinliang, ZHU Yan, XIAO He, MA Jin, LIU Siyu, LIU Dazhao
Time range	2019–2023
Geographical scope	Leizhou Peninsula Coastal (20°14′–21°35′N, 109°40′–110°38′E)
Spatial resolution	10 m
Data volume	61 MB
Data format	*.shp, *.shx, *.dbf, *.prj, *.shp.xml, *.cpg, *.sbn, *.sbx
Data service system	https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.01184
Sources of funding	National Natural Science Foundation of China (42206187); National Key Research and Development Program of China (2022YFC3103101).
Dataset composition	The dataset is organized into 3 folders by year (2019, 2021 and 2023), containing 216 mangrove forests shapefiles across 9 districts and counties, including Potou District, Chikan District, Xiashan District, Mazhang District, Jingkai District, Lianjiang City, Suixi County, Leizhou City and Xuwen County in the same year. The data naming form is “district name + mangrove_year”. Among these files, *.shp is the main shapefile, *.shx is the data index file, *.dbf is the data attribute dBase table file, *.prj is the coordinate system file, *.shp.xml is the metadata file, *.cpg is the text encoding file, *.sbn and *.sbx are shape index files.