



文献 CSTR:

32001.14.11-6035.csd.2024.0002.zh



文献 DOI:

10.11922/11-6035.csd.2024.0002.zh

数据 DOI:

10.57760/sciencedb.ecodb.00199

文献分类: 生物学

收稿日期: 2024-01-02

开放同评: 2024-02-20

录用日期: 2024-03-20

发表日期: 2024-03-29

* 论文通信作者

陈磊: chenlei@ibcas.ac.cn

2018 年浙江古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态 监测样地林冠结构与地形数据集

王宁宁¹, 米湘成¹, 童光蓉², 任海保¹, 王巍伟¹, 马克平¹, 陈磊^{1*}

1. 中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室, 浙江钱江源森林生物多样性国家野外科学观测研究站, 北京 100093

2. 钱江源国家公园管理局, 浙江开化 324300

摘要: 林冠结构与地形因子共同影响着森林重要物种资源及生境的时空变化, 而针对我国地带性森林生态系统高精度林冠结构和地形数据集极为缺乏。基于近地面遥感平台获取的激光雷达数据, 可以获取精确的林冠结构和地形数据。本研究以位于钱江源国家公园核心保护区的 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地为研究对象, 对该区域 2018 年基于近地面遥感技术获取的激光雷达点云数据进行计算分析及质量控制, 获取该样地的林冠结构和地形数据。通过实时动态测量 (RTK) 的地面数据对数字高程模型 (DEM) 进行精度检验和验证, 表明 DEM 的高程中误差为 0.07 米, 数据具有较高精度。古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地为典型的中亚热带低海拔常绿阔叶林, 本数据集可以为亚热带常绿阔叶林生物多样性监测和研究提供数据支撑。

关键词: 近地面遥感; 激光雷达; 林冠结构; 地形; 森林动态监测样地; 钱江源国家公园

数据库 (集) 基本信息简介

数据库 (集) 名称	2018 年浙江古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地林冠结构与地形数据集
数据通信作者	陈磊 (chenlei@ibcas.ac.cn)
数据作者	王宁宁, 米湘成, 童光蓉, 任海保, 王巍伟, 马克平, 陈磊
数据时间范围	2018 年
地理区域	29° 10' - 29° 26' N, 118° 03' - 118° 21' E, 钱江源国家公园
空间分辨率	20 m
数据量	1.75 MB
数据格式	csv
数据服务系统网址	https://doi.org/10.57760/sciencedb.ecodb.00199
基金项目	国家科技基础资源调查专项 (2021FY100702); 国家自然科学基金 (32022053)。
数据库 (集) 组成	数据集包括 3 个文件, 林冠结构数据、地形数据和数据质量报告。其中, 林冠结构数据文件包括 6 个字段: 坐标 X, 坐标 Y, 冠层高度、叶面积指数、盖度和冠层复杂度; 地形数据文件包括 6 个字段: 坐标 X、坐标 Y、海拔、坡度、坡向、凹凸度。

引言

林冠结构反映森林冠层的三维空间结构,与群落的生物多样性和生态系统功能(如生物量、生产力等)密切相关^[1-2]。同时,林冠结构也反映了生境和动物栖息地的空间变化^[3-4],是重要的群落特征属性之一。地形与土壤的温度、养分和水分等环境因子密切相关,是反映种群生境的重要间接变量^[5-6]。然而,光学遥感获取的主要是生态系统水平方向的光谱信息,难以精准获取生态系统三维空间结构信息^[7],而星载平台获取的激光雷达数据生成的数据产品空间分辨率低,难以获取群落尺度的林冠结构数据^[8]。此外,与无人机激光雷达获取的叶面积指数、覆盖度以及冠层高度相比,卫星遥感监测产品(全球叶面积指数(GLASS LAI)、全球冠层覆盖度(GLCF TCC)、全球冠层高度(GFCH))在森林区域受林况和地形因素影响,存在一定的不确定性^[9]。因此,星载遥感平台难以提供高分辨率的林冠三维空间结构。基于近地面遥感平台获取的激光雷达数据,可以提取高精度的林冠结构和地形数据,对生物多样性监测和保护成效评估有重要的应用前景^[10]。

钱江源国家公园是我国首批十个国家公园试点之一,是我国长三角发达地区唯一国家公园,也是生物多样性保护重点区域和水源涵养区^[11]。其境内大面积、集中分布的典型低海拔中亚热带常绿阔叶林地带性植被、国家一级重点保护动物黑麂(*Muntiacus crinifrons*)和白颈长尾雉(*Syrnaticus ellioti*)具有国家代表性和重要的保护价值。古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地建立于 2005 年,位于钱江源国家公园核心保护区内,植被类型为典型的低海拔中亚热带常绿阔叶老龄林。该样地是中国生物多样性监测与研究网络(Sino BON)森林植物多样性监测专项网的核心样地之一,样地的监测数据支撑了亚热带常绿阔叶林森林生物多样性形成与维持机制研究,对钱江源国家公园生物多样性监测和保护成效评估至关重要。

本数据集是基于激光雷达获取的钱江源站古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地的林冠结构(冠层高度、叶面积指数、盖度和冠层复杂度)及地形(海拔、坡度、坡向和凹凸度)数据。利用本数据集和其他地面观测数据,可用于探讨群落尺度的非生物环境因子与森林冠层结构异质性、生物多样性以及生态系统功能的关系,为亚热带森林生态系统保护和经营管理提供科技支撑。

1 数据采集和处理方法

1.1 古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地概况

古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地建于 2005 年,位于钱江源国家公园古田山片区核心保护区内(29°15.102'–29°15.344'N, 118°07.010'–118°17.400'E)^[12](图 1)。该区域属中亚热带湿润气候大区,冬季干冷,夏季温暖湿润、降水充沛;年平均气温 16.54℃,最高月平均气温 27.6℃,最低月平均气温 4.7℃,年均降水量 1821 mm^[13]。样地为长方形,东西长 600 米,南北宽 400 米,样地的植被类型为典型的中亚热带常绿阔叶林。样地参考 CTFS (Centre for Tropical Forest Science) 样地的技术标准^[14],使用全站仪将整个样地划分成 600 个 20 m×20 m 的样方,用石桩做永久标记。对样方内所有胸径大于等于 1 cm 的木本植物进行定位、挂牌、标记以便于持续监测。样地调查内容包括木本植物挂牌个体的物种名、胸径、坐标和生存状态,每 5 年复查一次。

根据 2005 年调查结果,对胸径大于等于 1 cm 的木本植物个体进行统计,样地共有 159 个物种,隶属于 49 科 103 属,其中常绿树种 91 种,占总优势度的 90.6%,重要值为 85.6%,占样地总个体数

的 85.9%。甜槠（*Castanopsis eyrei*）、木荷（*Schima superba*）、马尾松（*Pinus massoniana*）在样地群落中占主要优势^[12]。

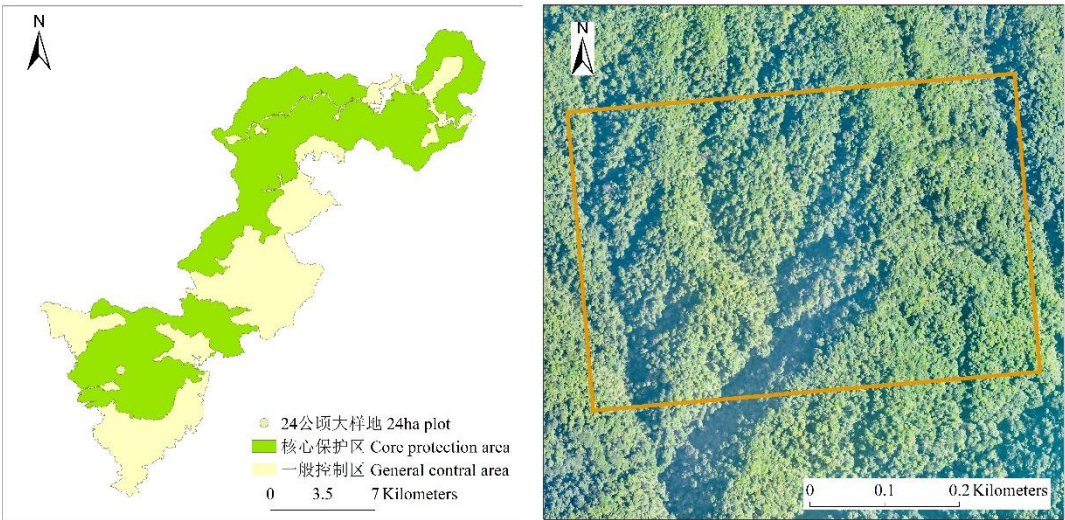


图 1 古田山 24 公顷森林大样地位置

Figure 1 Location of the 24-hectare forest plot in Gutianshan

1.2 数据采集

数据的采集工作包括点云数据采集和 24 公顷样地位置数据采集两部分。点云数据利用塞斯纳 208B 飞机搭载 Riegl LMS_Q680i 激光雷达获取,24 公顷样地定位工作则基于“千寻知寸”利用 Trimble R8 GNSS 接收机完成。

1.2.1 点云数据采集

(1) 仪器设备

本数据集的点云数据采用塞斯纳 208B 飞机搭载 Riegl LMS_Q680i 激光雷达采集获取。飞机和激光雷达参数请见表 1。

表 1 飞机和激光雷达参数表

Table 1 Table of aircraft and Lidar parameters

塞斯纳 208B 飞机	最大起飞重量	3969 kg
	飞机基本重量	964 kg
	最大巡航速度	341 km/h
	爬升率	4.2 m/s
	翼展	11.68 m
	机长	7.92 m
	机高	2.7 m
Riegl LMS_Q680i 激光雷达	最小测量距离	100 m

	精度		20 mm
	重复测量精度		20 mm
	激光脉冲发射频率		最大激光发射频率 2000 KHz
	回波信号强度		每个回波信号都提供
	激光波长		近红外
	激光发散度		≤ 0.25 mrad
	单脉冲可探测目标数	波形数字化处理：无限多个	
		实时监视数据输出：首次回波	
	扫描原理		旋转多面棱镜
	扫描模式		每个通道平行扫描线，两通道间垂直线扫描
	扫描线间夹角		$\pm 14^\circ = 28^\circ$
	前/后扫描在非天底方向		$\pm 8^\circ$ 在边缘
	扫描角范围		每个通道 60° ，有效扫描范围 FOV 58°
	扫描速度		40- 600 线/秒
	角步进宽		$\geq 0.006^\circ$
	测角分辨率		0.001°
	扫描线间夹角		$\pm 14^\circ$
	非正下方前/后扫描角度		$\pm 8^\circ$ at the edges (边缘处)
	集成的 IMU/GNSS 系统		
	IMU 精度	横滚/俯仰	0.005°
		航偏	0.008°
	IMU 采样率		200 Hz
	位置精度 (typ.)		0.05 – 0.3 m
	GPS 采样间隔		2 Hz

(2) 点云数据采集

点云数据采集包括前期准备和数据采集两部分。航飞前准备工作主要包括测区资料收集调研、航飞设计和设计检查三部分。收集和调研测区范围、测区地形地貌及气候、测区空域及机场使用情况，根据调研情况完成航线规划设计、航飞时间确定、机场和空域申请等工作。航飞作业按照点云数据的点密度大于 4 个点每平方米进行设计。规划的测区航线敷设方向为西南-东北方向，旁向重叠度 20%，航向超出范围 ≥ 500 米，旁向覆盖超出测区边界 ≥ 500 米，航线航高均为 1960 米。该部分工作由专业航飞人员完成。

数据采集工作包括航飞作业、数据预处理、地面验证点测量。航飞作业根据飞行计划完成数据采集；数据预处理包括对获取的激光点云数据、POS 数据解算、激光检校、点云数据生成、点云数据坐标转换、滤波分类等处理（图 2），以获得满足点云数据后期处理及产品制作要求的参数和数据。航飞作业和数据预处理完成后，基于“千寻知寸”使用 Trimble R8 GNSS 接收机采集测区内的标识点，测量标识点大地坐标和高程数据，用于对点云数据进行准确度验证。标识点选择的要求是实地可用 GNSS-RTK 流动站测量坐标和海拔数据，而且均匀分散在测区内。

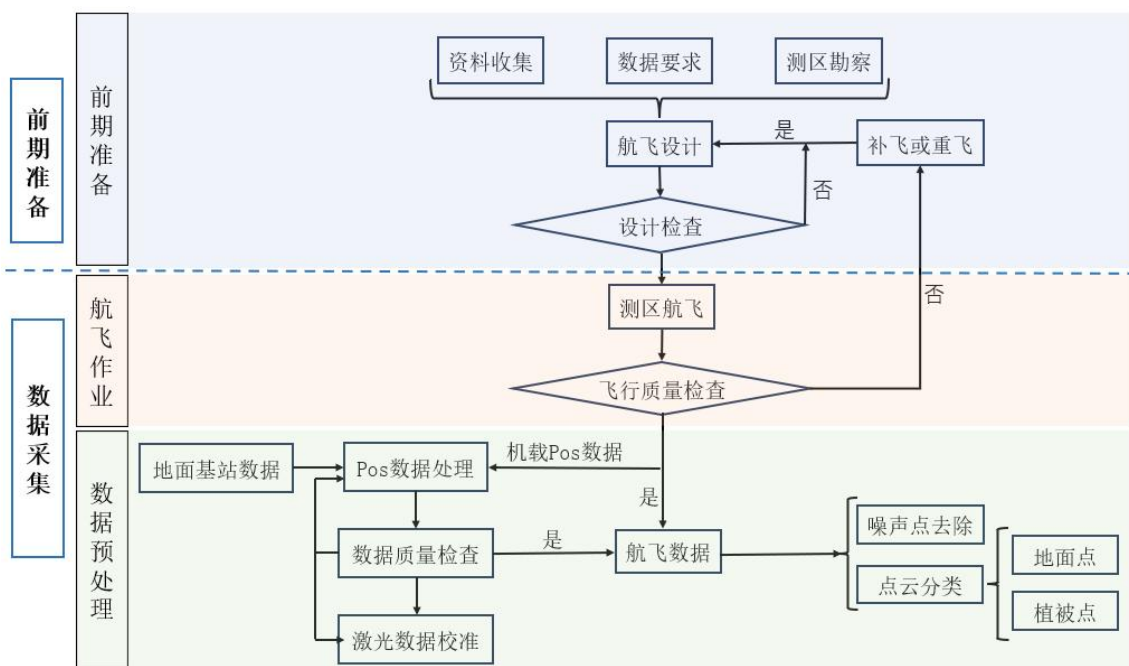


图 2 激光雷达点云数据采集工作流程图

Figure 2 The workflow of Lidar data collection

1.2.2 古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地位置数据采集

古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地建立时，利用全站仪确定每个 20 米样方的四个角点位置，并且用水泥桩做永久固定标记。该样地共有 651 个样方固定标记。为了获得样地中每个样方的大地坐标，研究团队利用连接“千寻知寸”的 Trimble R8 GNSS 接收机测量样地中 20 米样方处石柱的大地坐标及高程数据，测量精度为 10 cm。因为信号原因，24 公顷样地共 5 个石柱和 2 个距离石柱 5 米的 PVC 管标识点测得固定解（图 3）。

1.3 数据处理方法

1.3.1 地形和林冠结构参数计算

利用点云数据滤波分类后的地面点数据，采用克里格插值的方法计算 20 米分辨率的数字高程模型（Digital Elevation Model, DEM），由分类后点云的植被点数据采用克里格插值的方法获取 20 米分辨率冠层高度模型（Canopy Height Model, CHM）。CHM 常用来表示冠层高度。利用计算获得的 DEM 文件，使用 ArcGIS10.4 软件，计算坡度、坡向、凹凸度，分辨率为 20 米。

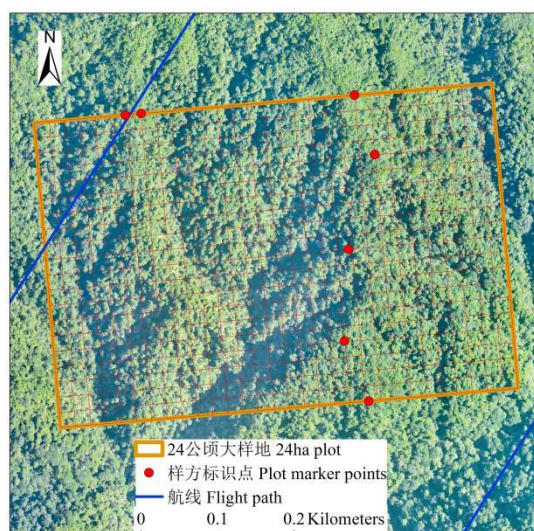


图3 古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地测量的固定标识点及附近航线分布

Figure 3 Fixed marker points for the 24-hectare forest plot and the distribution of nearby flight paths

利用 DEM 对点云数据进行归一化，使用归一化的点云数据计算盖度、叶面积指数和冠层结构复杂度。

基于点云数据的冠层盖度计算方法如下：

$$Canopy\ Cover = \frac{n}{n_{total}} \quad (1)$$

其中， $Canopy\ Cover$ 为冠层盖度， n_{total} 为每个统计单元内（分辨率）从地面到最高点的所有点个数， n 为一定高度阈值以上的点个数，该数据库中盖度计算设置高度阈值为 1.3 米。

基于点云数据的 LAI 计算方法如下^[15]：

$$LAI = -\frac{\cos(ang) \times \ln(GF)}{k} \quad (2)$$

其中， ang 为平均扫描角度， GF 为孔隙率， k 为叶片消光系数，取值为 0.5。

平均扫描角度 ang 计算公式为：

$$ang = \frac{\sum_{i=1}^n angle_i}{n} \quad (3)$$

其中， ang 为平均扫描角度， n 为点数量， $angle_i$ 代表点云中第 i 个点的扫描角度。

孔隙率（Gap Fraction, GF）计算公式为：

$$GF = \frac{n_{ground}}{n} \quad (4)$$

其中， n_{ground} 代表地面点数量， n 为点云总点数量。

冠层结构复杂度为每个统计单元内（分辨率）所有点高度值的标准差^[16]，本数据集中冠层结构复杂度计算设置高度阈值为 1.3 米。

本数据集的 DEM、CHM、盖度、叶面积指数和冠层结构复杂度利用 LiDAR360 软件处理和计算，坡度、坡向、凹凸度为基于 DEM 使用 ArcGIS10.4 软件计算获得。数据分辨率为 20 米。

1.3.2 古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地位置文件

利用 ArcGIS10.4 软件，基于 GNSS-RTK 测量获得的 7 个固定标识点的坐标固定解，计算样地中

其他样方四角坐标，最终获取古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地每个样方的范围文件（图 3）。

使用古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地 20 米样方范围文件，利用 R 语言从已计算获取的航飞范围的地形和林冠结构参数文件中提取样地每个样方的海拔、坡度、坡向、凹凸度、CHM、盖度、叶面积指数和冠层结构复杂度数据。提取值为每个 20 m×20 m 样方中栅格的加权平均值。

2 数据样本描述

2.1 数据子集命名规则与数据量

本数据集包含以下文件：（1）1 份古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地林冠结构数据；（2）1 份古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地地形数据；（3）1 份数据质量报告文件。其中，林冠结构数据和地形数据格式为 xlsx，表头说明请见表 2 和表 3。文件（3）为数据质量报告。数据集总数据量为 1.75 MB。

表 2 林冠结构数据表头说明

Table 2 Header description for canopy structure data

数据项	数据类型	计量单位	数据项说明	示例
X	数字	米	东西向坐标 X，范围：0–600 米	10
Y	数字	米	南北向坐标 Y，范围：0–400 米	10
canopy height	数字	米	经过质控和插补后的林冠高度数据	13.30
LAI	数字		经过质控和插补后的叶面积指数数据	5.64
canopy cover	数字		经过质控和插补后的盖度数据	0.99
canopy complexity	数字		经过质控和插补后的冠层结构复杂度数据	5.54

表 3 地形数据表头说明

Table 3 Header description for topography data

数据项	数据类型	计量单位	数据项说明	示例
X	数字	米	东西向坐标 X，范围：0–600 米	10
Y	数字	米	南北向坐标 Y，范围：0–400 米	10
elevation	数字	米	经过质控和插补后的海拔数据	510.01
slope	数字		经过质控和插补后的坡度数据	44.04
aspect	数字		经过质控和插补后的坡向数据	102.71
convexity	数字		经过质控和插补后的凹凸度数据	46.28

2.2 部分数据展示

选取林冠结构的林冠高度和地形数据的海拔数据进行展示（图 4）。数据显示了古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地范围内的林冠高度和海拔分布结果，说明数据可以很好地展示林冠结构和地形的空间分布结果。

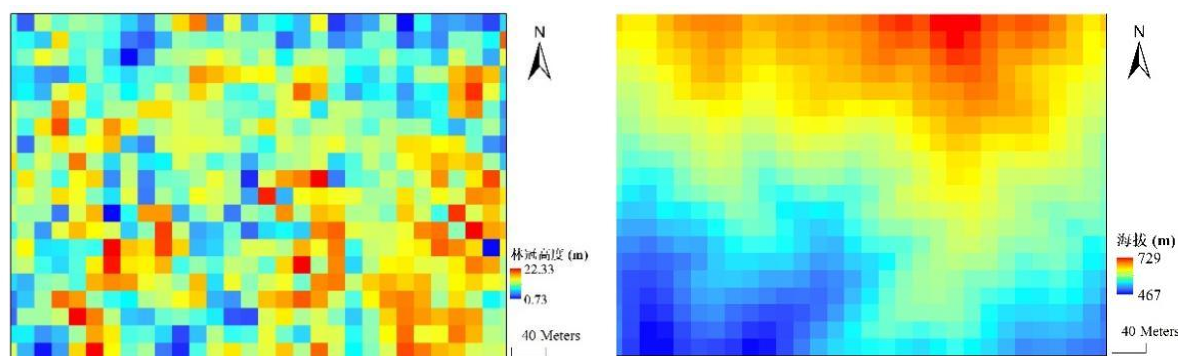


图 4 古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地林冠高度和海拔数据

Figure 4 Canopy height and elevation data for 24-hectare forest plot

3 数据质量控制和评估

本数据集的质量控制和评估内容包括两部分：第一部分是对点云数据采集和数据计算过程的质量控制和评估，第二部分是古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地位置测量精度的质量控制和评估。

数据在采集过程中对全过程设置质量把控，确保数据准确。在数据采集过程中，要求使用的仪器及数据处理软件均在合格有效期内，在作业过程中对仪器进行检校，保证使用仪器的完好率。作业期间自始至终都有技术负责人和质量检查人员参加现场指导，负责检查作业人员是否严格按技术设计书和规范要求作业，对成果成图质量随时随地进行抽查，并负责解决生产中出现的技術問題和質量問題。數據質量控制以檢查數據的規範性、完整性、正確性為檢查原則，對數據的定義和組織、數據精度、圖形空間關係、圖形一致性、圖幅接邊等方面進行全面檢查，點雲數據濾波、詳細分類完成後在 TerraSolid 系列軟件 TerraScan 中經檢查人員詳細檢查後，對丟漏或錯誤進行修改復查後輸出合格點雲成果。

在古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地标识点测量过程中，每个点精度控制在 10 cm 以内，只使用固定解数据进行 24 公顷样地样方文件制作。利用 GNSS-RTK 测量的标识点，提取 DEM 文件数据。数据质量评估的信息详见数据集中质量报告文件。

4 数据使用方法和建议

下列潜在问题可能影响数据使用：（1）数据集采集时间为 2018 年 8 月 11 日，使用时请注意数据采集时间是否与其他数据匹配；（2）数据集参数计算使用的是激光雷达点云数据，与其他设备测量的参数共同使用时请注意数据计算方法；（3）数据集参数计算使用的点云数据点密度为 4.6 个点每平方米。考虑有的参数会受点密度影响，在与其他点云数据计算的参数同时使用时请注意点云密度；（4）本数据集分辨率为 20 米，匹配大样地调查单元，与其他分辨率数据使用时需要进行重采样。

本数据集可用 R 语言、ArcGIS、Python 等软件进行处理。

致 谢

感谢浙江钱江源森林生物多样性国家野外科学观测研究站、钱江源国家公园管理局以及中国林业科学研究院资源信息研究所庞勇研究员及团队成员对论文相关数据的采集工作的支持和贡献，感谢赖正淦、赖祯熙、姜永清、江福春、赖正标师傅在样地坐标点测量、数据采集等方面对本论文的支持和贡献。

数据作者分工职责

王宁宁（1984—），女，山东省潍坊市人，博士，工程师，研究方向为基于近地面遥感技术的生物多样性监测。主要承担工作：浙江钱江源森林生物多样性国家野外科学观测研究站监测工作，负责本数据集数据整理、计算、数据质量初控。

米湘成（1968—），男，湖南人，博士，副研究员，研究方向为森林群落构建机制、生物多样性维持机制。主要承担工作：本数据集点云数据综合处理方法和途径、数据最终质量控制和总体部署。

童光蓉（1970—）男，浙江省衢州市人，大专，工程师，研究方向为生物多样性保护与管理。主要承担工作：本数据集数据采集、现场协调及数据处理。

任海保（1972—）男，河北人，博士，副研究员，研究方向为生物多样性格局和机制，群落构建机制，生物多样性监测。主要承担工作：浙江钱江源森林生物多样性国家野外科学观测研究站植物多样性监测平台管理，负责本数据集地面数据调查和处理。

王巍巍（1988—）女，山东泰安人，博士，工程师，研究方向为森林群落生态学。主要承担工作：浙江钱江源森林生物多样性国家野外科学观测研究站监测工作，负责本数据集数据采集设备管理和维护。

马克平（1958—）男，黑龙江人，博士，研究员，研究方向为森林群落生态学、生物多样性与生态系统功能研究。主要承担工作：浙江钱江源森林生物多样性国家野外科学观测研究站运行管理、发展方向指导，负责本数据集数据采集总体部署。

陈磊（1983—）男，江苏宜兴人，博士，研究员，研究方向为森林群落构建机制。主要承担工作：浙江钱江源森林生物多样性国家野外科学观测研究站运行管理，负责本数据集项目组织和协调、数据综合处理方法和途径、数据最终质量控制和总体部署。

参考文献

- [1] YI X X, WANG N N, REN H B, et al. From canopy complementarity to asymmetric competition: the negative relationship between structural diversity and productivity during succession[J]. Journal of Ecology, 2022, 110(2): 457 – 465. DOI: 10.1111/1365-2745.13813.
- [2] 米湘成, 余建平, 王宁宁, 等. 基于激光雷达技术估算钱江源国家公园森林的地上生物量[J]. 北京林业大学学报, 2022, 44(10): 77 – 84. DOI: 10.12171/j.1000-1522.20220383. [MI X C, YU J P, WANG N N, et al. Utilizing LiDAR technology to estimate forest aboveground biomass in Qianjiangyuan National Park, Jiangxi Province of Eastern China[J]. Journal of Beijing Forestry University, 2022, 44(10): 77 – 84.

DOI: 10.12171/j.1000-1522.20220383.]

[3] SIMONSON W D, ALLEN H D, COOMES D A. Applications of airborne lidar for the assessment of animal species diversity[J]. *Methods in Ecology and Evolution*, 2014, 5(8): 719 – 729. DOI: 10.1111/2041-210X.12219.

[4] 楼晨阳, 任海保, 陈小南, 等. 钱江源国家公园森林群落的物种多样性、结构多样性及其对黑麂出现概率的影响[J]. *生物多样性*, 2023, 31(6): 56 – 67. DOI: 10.17520/biods.2022518. [LOU C Y, REN H B, CHEN X N, et al. Species and structural diversity of forest communities in Qianjiangyuan National Park and their impacts on the occurrence of black muntjac(*Muntiacus crinifrons*)[J]. *Biodiversity Science*, 2023, 31(6): 56 – 67. DOI: 10.17520/biods.2022518.]

[5] 沈泽昊, 张新时, 金义兴. 三峡大老岭森林物种多样性的空间格局分析及其地形解释[J]. *植物学报*, 2000, 42(6): 620 – 627. DOI: 10.3321/j.issn: 1672-9072.2000.06.014. [SHEN Z H, ZHANG X S, JIN Y X. Spatial pattern analysis and topographical interpretation of species diversity in the forests of Dalaoiling in the region o the Three Gorges[J]. *Journal of Integrative Plant Biology*, 2000, 42(6): 620 – 627. DOI: 10.3321/j.issn: 1672-9072.2000.06.014.]

[6] 赖江山, 米湘成, 任海保, 等. 基于多元回归树的常绿阔叶林群丛数量分类: 以古田山 24 公顷森林样地为例[J]. *植物生态学报*, 2010, 34(7): 761 – 769. DOI: 10.3773/j.issn.1005-264x.2010.07.001. [LAI J S, MI X C, REN H B, et al. Numerical classification of associations in subtropical evergreen broad-leaved forest based on multivariate regression trees-a case study of 24 hm² Gutianshan forest plot in China[J]. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 2010, 34(7): 761 – 769. DOI: 10.3773/j.issn.1005-264x.2010.07.001.]

[7] 郭庆华, 胡天宇, 马勤, 等. 新一代遥感技术助力生态系统生态学研究[J]. *植物生态学报*, 2020, 44(4): 418-35. DOI: 10.17521/cjpe.2019.0206. [GUO Q H, HU T Y, MA Q, et al. Advances for the new remote sensing technology in ecosystem ecology research [J]. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 2020, 44(4): 418-35. DOI: 10.17521/cjpe.2019.0206.]

[8] 郭庆华, 刘瑾, 陶胜利, 等. 激光雷达在森林生态系统监测模拟中的应用现状与展望[J]. *科学通报*, 2014, 59: 459-78. DOI:10.1360/972013-592. [GUO Q H, LIU J, TAO S L, et al. Perspectives and prospects of LiDAR in forest ecosystem monitoring and modeling[J]. *Science China Press*, 2014, 59: 459-78. DOI:10.1360/972013-592.]

[9] 刘兵兵, 魏建新, 胡天宇, 等. 卫星遥感监测产品在中国森林生态系统的验证和不确定性分析——基于海量无人机激光雷达数据[J]. *植物生态学报*. 2022;46:1305-16. DOI: 10.17521/cjpe.2022.0158. [LIU B B, WEI J X, HU T Y, et al. Validation and uncertainty analysis of satellite remote sensing products for monitoring China's forest ecosystems — Based on massive UAV LiDAR data.]

[10] REDDY C S, KURIAN A, SRIVASTAVA G, et al. Remote sensing enabled essential biodiversity variables for biodiversity assessment and monitoring: technological advancement and potentials[J]. *Biodiversity and Conservation*, 2021, 30(1): 1 – 14. DOI: 10.1007/s10531-020-02073-8.

[11] 中华人民共和国生态环境部. 关于印发《全国生态功能区划（修编版）》的公告[R/OL]. 2015. https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201511/t20151126_317777.htm. [2024-03-02]. [Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China. Announcement on Issuing the National Ecological Function Zoning (Revised Edition) [R/OL]. 2015. <https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/2>

01511/t20151126_317777.htm.][accessed on 2024-03-02].

[12] 祝燕, 赵谷风, 张俐文, 等. 古田山中亚热带常绿阔叶林动态监测样地: 群落组成与结构[J]. 植物生态学报, 2008, 32(2): 262 – 273. DOI: 10.3773/j.issn.1005-264x.2008.02.004. [ZHU Y, ZHAO G F, ZHANG L W, et al. Community composition and structure of Gutianshan forest dynamic plot in a mid-subtropical evergreen broad-leaved forest, East China[J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 2008, 32(2): 262 – 273. DOI: 10.3773/j.issn.1005-264x.2008.02.004.]

[13] 陈声文, 任海保, 童光蓉, 等. 钱江源国家公园木本植物物种多样性空间分布格局[J]. 生物多样性, 2023, 31(7): 1 – 13. DOI: 10.17520/biods.2022587. [CHEN S W, REN H B, TONG G R, et al. Spatial patterns in woody species diversity in the Qianjiangyuan National Park[J]. Biodiversity Science, 2023, 31(7): 1 – 13. DOI: 10.17520/biods.2022587.]

[14] CONDIT R. Tropical forest census plots: methods and results from barro Colorado Island, *Panama* and a comparison with other plots[M]. Berlin: Springer, 1998.

[15] RICHARDSON J J, MOSKAL L M, KIM S H. Modeling approaches to estimate effective leaf area index from aerial discrete-return LIDAR[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2009, 149(6/7): 1152 – 1160. DOI: 10.1016/j.agrformet.2009.02.007.

[16] COOPS N C, TOMPASKI P, NIJLAND W, et al. A forest structure habitat index based on airborne laser scanning data[J]. Ecological Indicators, 2016, 67: 346-357. DOI: 10.1016/j.ecolind.2016.02.057.

论文引用格式

王宁宁, 米湘成, 童光蓉, 等. 2018 年浙江古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地林冠结构与地形数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2024, 9(1). (2024-03-29). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2024.0002.zh.

数据引用格式

王宁宁, 米湘成, 童光蓉, 等. 2018 年浙江古田山 24 公顷亚热带常绿阔叶林动态监测样地林冠结构与地形数据集[DS/OL]. V2. Science Data Bank, 2024. (2024-03-11). DOI: 10.57760/sciencedb.ecodb.00199.

The canopy structure and topography dataset of Zhejiang Gutianshan 24-hectare subtropical evergreen broad-leaved forest dynamic plot in 2018

WANG Ningning¹, MI Xiangcheng¹, TONG Guangrong², REN Haibao¹, WANG Weiwei¹,
MA Keping¹, CHEN Lei¹

1. Zhejiang Qianjiangyuan Forest Biodiversity National Observation and Research Station, State Key Laboratory of Vegetation and Environmental Change, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, P.R. China

2. Qianjiangyuan National Park Administration, Kaihua, Zhejiang 324300, P.R. China

*Email: chenlei@ibcas.ac.cn

Abstract: The canopy structure and topographic variables jointly influence the spatiotemporal variation of habitats for important species. However, there remains a considerable scarcity of precise forest canopy structure and topographic data obtained from large-scale forest dynamic plots. LiDAR data, acquired via near-surface remote sensing platforms, enables the precise calculation of canopy structure and topographic variables. This study selected the 24-hectare subtropical evergreen broad-leaved forest dynamic plot located in the core conservation area of Qianjiangyuan National Park as the research object. The point cloud data obtained in 2018 based on near-surface remote sensing platform for this area was analyzed and quality-controlled to acquire canopy structure and topography data. Ground data collected through Real-Time Kinematic (RTK) surveying were used to verify and validate the accuracy of the digital elevation model (DEM). The analysis revealed mean square error of elevation was 0.07 meters, suggesting a high level of accuracy of the dataset. The 24-hectare subtropical evergreen broad-leaved forest dynamic plot represents a typical low-altitude evergreen broad-leaved forest in the central subtropical region. This dataset can provide essential data support for the monitoring and research of biodiversity in subtropical broadleaved evergreen forests.

Keywords: near-surface remote sensing; LiDAR data; forest canopy structure; topography; forest dynamics plot; Qianjiangyuan National Park

Dataset Profile

Title	The canopy structure and topography dataset of Zhejiang Gutianshan 24-hectare subtropical evergreen broadleaved forest dynamic plot in 2018
Data corresponding author	CHEN Lei (chenlei@ibcas.ac.cn)
Data authors	WANG Ningning, MI Xiangcheng, TONG Guangrong, REN Haibao, WANG Weiwei, MA Keping, CHEN Lei
Time range	2018
Geographical scope	Qianjiangyuan National Park (29°10′–29°26′N, 118°03′–118°21′E)
Spatial resolution	20 m
Data volume	1.75 MB
Data format	csv
Data service system	< https://doi.org/10.57760/sciencedb.ecodb.00199 >
Sources of funding	Special Project on National Science and Technology Basic Resources Investigation of China (2021FY100702); National Natural Science Foundation (32022053).
Dataset composition	The dataset comprises 3 files: the canopy structure data, topography data and quality report. The canopy structure data file contains six fields: coordinate X, coordinate Y, canopy height, leaf area index, canopy cover and canopy complexity. The topography data file contains six fields: coordinate X, coordinate Y, elevation, slope, aspect, and curvature.