

2002–2016 年鼎湖山典型森林生态系统土壤含水量数据集

ISSN 2096-2223

CN 11-6035/N



文献 DOI:

10.11922/csdata.2018.0063.zh

数据 DOI:

10.11922/sciencedb.667

文献分类: 生物科学

收稿日期: 2018-10-09

开放同评: 2018-10-26

录用日期: 2018-12-14

发表日期: 2019-12-25

刘佩伶¹, 张倩媚^{2*}, 刘效东^{1,2*}, 刘世忠², 褚国伟², 张德强², 孟泽²

1. 华南农业大学, 林学与风景园林学院, 广州 510642

2. 中国科学院华南植物园, 广州 510650

摘要: 土壤水分是森林生态系统物质和能量循环的关键载体, 对森林生态系统水文过程与水量平衡、养分循环、森林生产力形成及生态服务功能的发挥等具有重要作用。土壤水分含量是中国生态系统研究网络 (CERN) 陆地生态系统水环境长期定位观测的重要指标。马尾松针叶林 (*Pinus massoniana* coniferous forest)、马尾松针阔叶混交林 (mixed *Pinus massoniana* /broad-leaved forest) 和季风常绿阔叶林 (monsoon evergreen broad-leaved forest) 是鼎湖山国家级保护区内分布的典型森林类型, 长期以来受到严格的保护。依托鼎湖山森林生态系统定位研究站 (鼎湖山站), 依据 CERN 陆地水环境观测规范、质量保证与质量控制规范, 分别于上述林型内设立标准观测样地, 并开展森林土壤水分含量的长期定位观测、数据汇交、质控以及科研与示范工作。本数据集整理了鼎湖山站 2002–2016 年马尾松针叶林、马尾松针阔叶混交林和季风常绿阔叶林 3 种典型森林类型土壤含水量长期观测数据。以期深入探究气候变化与植被覆盖变化影响下的森林生态系统结构与功能等相关议题提供本底资料, 为该地区的森林经营管理及生态系统服务功能评价提供基础支撑。

关键词: 鼎湖山; 土壤含水量; 中子仪; 长期观测

数据库(集)基本信息简介

数据库(集)名称	2002–2016 年鼎湖山典型森林生态系统土壤含水量数据集
数据作者	刘佩伶, 张倩媚, 刘效东, 刘世忠, 褚国伟, 张德强, 孟泽
数据通信作者	张倩媚 (zqm@scib.ac.cn), 刘效东 (liuxd@scib.ac.cn)
数据时间范围	2002 年 1 月至 2016 年 6 月
地理区域	北纬 23°09'21"–23°11'30", 东经 112°30'39"–112°33'41", 鼎湖山国家级自然保护区, 中国
数据格式	*.xlsx
数据量	1.07 MB, 8005 条记录
数据服务系统网址	http://dhf.cern.ac.cn/meta/detail/FC012002 http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/667
基金项目	中国生态系统研究网络 (CERN) 鼎湖山森林生态系统定位研究站国家科技基础条件平台, 国家科技部 (CRERN) 广东鼎湖山森林生态系统国家野外科学观测研究站运行服务项目。

* 论文通信作者

张倩媚: zqm@scib.ac.cn

刘效东: liuxd@scib.ac.cn

数据库（集）组成	数据集由 1 个数据文件组成，数据量 8005 条，包含用中子仪法测定的马尾松针叶林、马尾松针阔叶混交林、季风常绿阔叶林的土壤体积含水量数据。
----------	---

引言

土壤水分是森林生态系统物质循环的载体，活跃地发生在地-气、根-土等界面上，调节着森林空间养分和能量的分配格局，进而深刻影响生态系统结构与功能演变^[1-2]。土壤层作为森林生态系统的主要水分库，其水分含量的监测与研究有助于深入认知森林生态系统关键过程与功能机制^[3]，对流域水循环、水土保持以及流域生态系统管理有着重要意义。

中国生态系统研究网络（China Ecosystem Research Network, CERN）承担着国家生态系统监测、科研和示范任务。长期以来，CERN 通过对不同区域典型生态系统水、土、气、生等关键要素的长期、定位监测，俨然已形成了标准化的系统观测体系，产生了大量的长期生态观测数据。完整、一致、可靠的长期观测数据共享，将迎来科学大数据新模式，促进科研模式的转变，提高大数据时代科学发现的能力。土壤水分含量是 CERN 陆地生态系统水环境长期定位观测的重要指标，土壤水分长期观测数据分析有利于揭示土壤水分动态规律及相关科学与实践问题^[4]。

马尾松针叶林（*Pinus massoniana* coniferous forest，简称马尾松林）、马尾松针阔叶混交林（mixed *Pinus massoniana*/broad-leaved forest，简称针阔林）和季风常绿阔叶林（monsoon evergreen broad-leaved forest，简称季风林）是鼎湖山国家级自然保护区内分布的典型森林植被类型。依托鼎湖山森林生态系统定位研究站（简称鼎湖山站），分别于上述林型内设立标准观测样地，并开展森林土壤水分含量的长期定位观测、数据汇交、质控以及科研与示范工作。本数据整理了鼎湖山站 2002–2016 年马尾松林、针阔林和季风林 3 种典型森林类型土壤含水量同步、长期观测数据，以期为深入探究气候变化与植被覆盖变化影响下的森林生态系统结构与功能等相关议题提供本底资料，为该地区的森林经营管理及生态系统服务功能评价提供基础支撑。

1 数据采集和处理方法

1.1 数据采集样地描述

鼎湖山站长期观测场地依据典型区域-观测场-观测样地的基本原则设立，数据集中涉及土壤含水量观测项目的样地包括辅助观测场马尾松林样地（塘鹅岭）、站区调查点针阔林 I 号样地（旱坑）、辅助观测场针阔林 II 号样地（飞天燕）和综合观测场季风林样地（三宝峰）。其中 1978 年建立于旱坑的针阔混交林 I 号样地因路途偏远，不方便观测；1999 年在上山公路边重新建立代表鼎湖山演替中期阶段的针阔混交林 II 号样地。各样地相关信息介绍在表 1-3 中。

表 1 样地林型参数

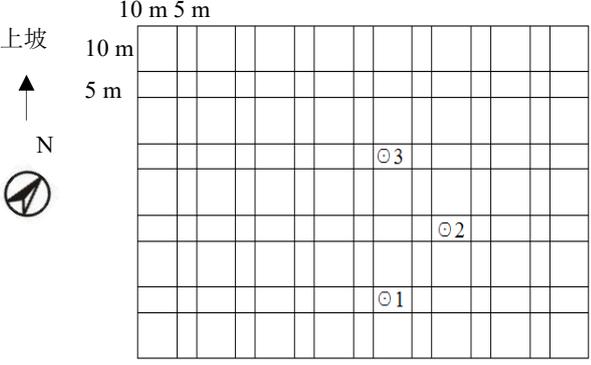
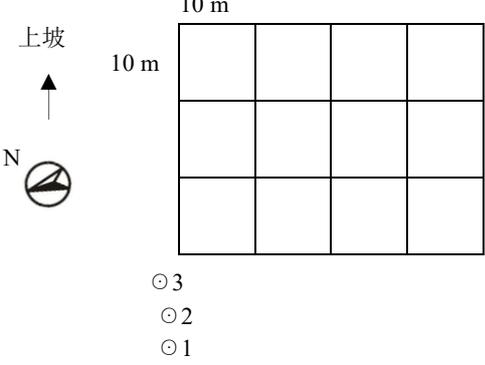
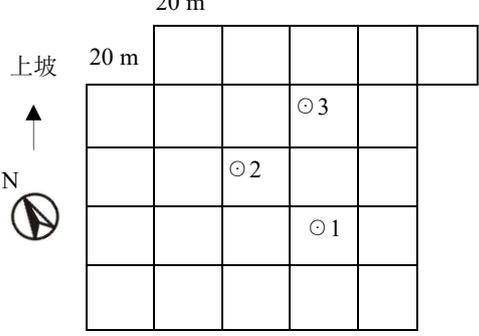
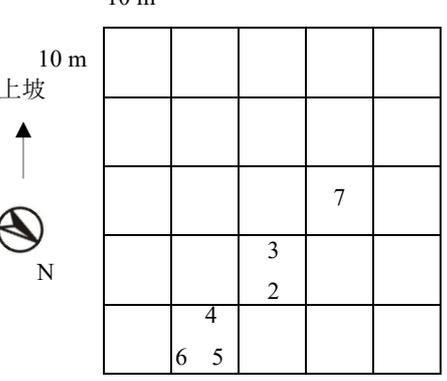
序号	样地名称	辅助观测场 马尾松林样地	站区调查点 针阔林 I 号样地	辅助观测场 针阔林 II 号样地	综合观测场 季风林样地
1	海拔/m	50–150	200–300	100–200	230–350
2	坡向	SE	SE	SE	NE
3	坡度/(°)	15–25	30–45	30–45	25–35

序号	样地名称	辅助观测场 马尾松林样地	站区调查点 针阔林 I 号样地	辅助观测场 针阔林 II 号样地	综合观测场 季风林样地
4	林龄/a	50–60	70–80	70–80	>400
5	郁闭度/%	70	>90	>90	>95
6	土壤类型	薄中赤红壤	厚薄赤红壤	厚薄赤红壤	水化赤红壤

表 2 样地土壤理化性质^[5]

林型	土层深度/cm	土壤质地名称	土壤孔隙度/%	土壤田间持水量/%	土壤完全持水量/%	土壤有机质/(g/kg)	土壤容重/(g·cm ⁻³)	粒级 2–0.05 mm/%	粒级 0.05–0.002 mm/%	粒级 <0.002 mm/%
马尾松林	0–10	壤土	39.6	26.1	45.2	26.3	1.5	43.0	42.5	12.5
	10–20	壤土	38.5	25.8	38.5	11.8	1.7	35.3	48.3	14.3
	20–40	壤土			39.3	8.9	1.6	31.6	50.3	16.0
	40–60	粉(砂)壤土			39.7	7.7	1.6	28.3	52.3	17.3
	60–80	粉(砂)壤土			39.8	6.5	1.3	27.5	53.3	17.2
混交林 II 号	0–10	粉(砂)壤土	42.3	25.3	53.7	45.2	1.2	12.5	65.8	19.7
	10–20	粉(砂)壤土	39.2	26.5	49.6	21.1	1.3	12.0	67.7	18.3
	20–40	粉(砂)壤土			47.7	13.2	1.2	10.0	68.7	19.3
	40–60	粉(砂)壤土			44.5	10.3	1.4	10.5	67.2	20.3
季风林	0–10	粉(砂)壤土	56.3	34.6	59.5	49.3	0.9	18.8	61.3	17.8
	10–20	粉(砂)壤土	53.8	32.8	50.2	21.4	1.3	15.6	63.0	19.3
	20–40	粉(砂)壤土			49.6	14.5	1.3	21.5	58.3	18.2
	40–60	粉(砂)壤土			44.7	9.9	1.6	22.5	57.5	18.0
	60–80	粉(砂)壤土			40.2	8.3	1.3	29.1	53.3	15.5

表 3 土壤含水量观测样方简介

序号	样地林型	水分观测设施布置图及其编码说明
1	马尾松林	<p>样地总面积约 8000 m²，单位样方为 10×10 m，5 m 为缓冲带；中子管分布于松林样地内，从下到上依次是 1、2、3 号管，编号如下：DHFFZ01CTS_01_01、02、03</p> 
2	针阔混交林 (I 号)	<p>样地面积为 1200 m²，II 级样方 10×10 m，中子管分布在样方外的左下方，从下坡到上坡编号如下：DHFZQ01CTS_01_01、02、03</p> 
3	针阔混交林 (II 号)	<p>样地面积 10000 m²，II 级样方 20×20 m，由于地形原因，将样地西北角的 II 级样方移至样地东北角边。中子管分布于针阔混交林 II 号样地内，从下到上依次是 1、2、3 号管，编号如下：DHFFZ02CTS_01_01、02、03</p> 
4	季风林	<p>样地面积为 2500 m²，II 级样方 10×10 m，7 根中子管分别在山坡的上中下部分布，在样地内及边缘，编号如下：DHFZH01CTS_01_01、02、03、04、05、06、07</p> 

1.2 观测仪器设施

采用 CERN 网络统一购置并配备的中子仪和中子管仪器设施(CNC503B, 北京超能科技公司), 人工定期测定各林型各土层土壤体积含水量(%)。

1.3 数据来源

鼎湖山站多年来致力于智慧台站的打造, 积极推进野外监测数据的自动监测、采集和传输, 大大提高了站内监测数字化运行的覆盖范围, 加快数据采集的速度^[6]。

本数据集为从 1999 年开始, 进行上述 3 种不同林型土壤含水量的野外观测。但前期数据(1999–2001 年)由于采样层次不一致, 采样时间不完善, 缺失数据较多, 因此本数据集从 2002 年 2 月开始, 到 2016 年 6 月为止。采用中子仪法定期人工测量森林土壤含水量, 记录中子仪读数并换算成土壤体积含水量(%)。每月一次测量辅助观测场马尾松林土壤水分、站区调查点针阔林 I 号样地土壤水分和辅助观测场针阔林 II 号土壤水分; 每 5 天一次测量综合观测场季风常绿阔叶林土壤水分; 其中每 15 cm 土壤厚度为一层进行测量, 分别测定 15 cm、30 cm、45 cm、60 cm、75 cm 和 90 cm 这 6 个土壤厚度的土壤含水量, 由于实际观测中深土层土壤条件(如石块)所限, 部分测点 90 cm 数据缺失。

1.4 数据加工、处理方法与过程

用中子仪测定土壤含水量是利用中子源放进土壤中时, 在源周围的土壤中所形成慢中子数量和土壤含水量大小有密切的关系这一特点来实施观测的^[2]。具体的方法是把一个快速中子源和慢中子探测器置于套管中, 埋入土内。其中的中子源以很高的速度放射出中子, 当这些快中子与水中的氢原子碰撞时, 就会改变运动的方向, 并失去一部分能量而变成慢中子。土壤水越多, 氢愈多, 产生的慢中子也就越多, 慢中子被探测器量出, 经过校正可求出土壤水的含量^[7]。与烘干法相比, 中子仪是一种间接的土壤水分观测方法。中子仪观测的是土壤体积含水量, 便于直接将含水量换算为毫米度量的单位。

中子仪观测的一般程序主要包括读取标准读数、中子仪读数、数据输出 3 个步骤。

$$VWC=m(R/R_w)+c \quad (1)$$

式中, VWC 为土壤体积含水量(%); R 是土壤中的中子计数率; R_w 是水体中的中子计数率; m 和 c 均为常数, 取值分别为 12.272 和 -1.2683。

2 数据样本描述

鼎湖山典型森林生态系统土壤含水量数据集主要包含的指标见表 4。

表 4 土壤体积含水量指标

生态站代码	年	月	日	样地代码	样地名称	测管代码	15 cm 含水量 /%	30 cm 含水量 /%	45 cm 含水量 /%	60 cm 含水量 /%	75 cm 含水量 /%	90 cm 含水量 /%	备注
字符型	数值型	数值型	数值型	字符型	字符型	字符型	数值型	数值型	数值型	数值型	数值型	数值型	字符型

3 数据质量控制和评估

3.1 质量管理体系

CERN 长期生态监测是一项野外台站之间的联网共同监测计划^[4]，野外台站对各项生态指标进行长期观测，数据的管理和质量控制则由专业分中心和综合中心负责。为了保证数据质量进而实现有效共享，CERN 形成了严谨的质量管理体系，通过计划、执行和评估三个步骤，采取前端控制和后端质控的管理模式，对数据进行审核、检验和评估。具体的质量管理流程和组织职责如图 1 所示。

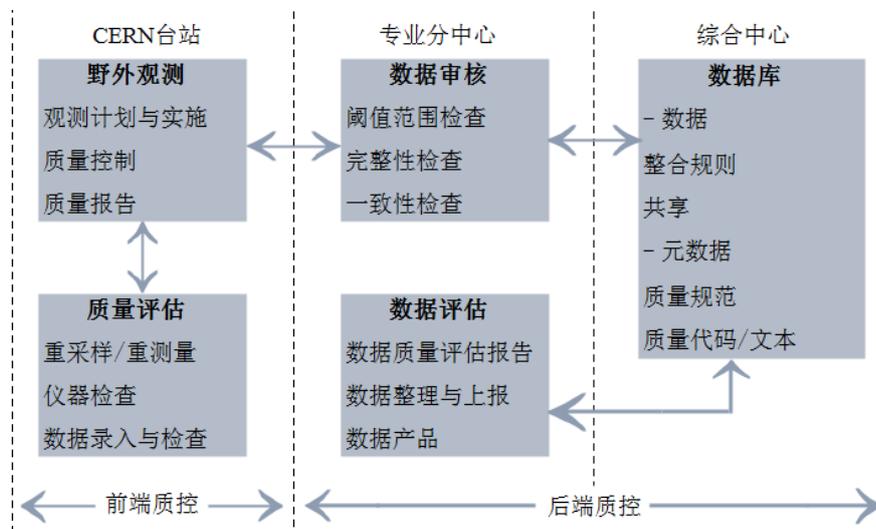


图1 CERN三级质量管理组织的质量管理流程与职责^[4]

3.2 数据产生过程质量保证和质量控制

数据产生过程涉及观测场地管理、场地维护、采样、现场观测、室内分析、自动检测以及数据录入过程，为了实现数据质量管理的目标和任务，CERN 制定严格的控制措施，如长期观测场地要根据生态类型和长期观测目的保证其典型性；制定专门的场地维护管理制度和维护程序；采样过程中，制定周密的采样计划，明确采样程序并进行样品的监管等等。

数据产生过程中，质量管理责任人显得非常重要，他们把控着数据产生过程的各个环节。因此鼎湖山站历来重视科研人员的培养及其业务素质的提高，自 1999 年进入国家试点站以来，鼎湖山站

先后派遣年轻科研人员到国外相关大学或研究机构学习和进修，同时鼓励科研人员积极参加国内外的学术活动；派遣技术支撑人员积极参加 CERN 及 CNERN（国家生态系统观测研究网络）各分中心的业务培训，重点掌握与常规监测相关的设备操作与维护、野外监测技术与方法等，确保野外台站各项监测任务的顺利进行。

3.3 数据检验与评估

CERN 主要从数据的完整性、准确性、一致性等方面检验原始观测数据是否满足监测规范，通过数据评估判断数据质量控制组织结构、管理措施等各个环节是否合理以及数据是否适合共享和使用。鼎湖山站分析数据误差及处理办法主要是将多年数据进行比对，删除异常值或标注说明。数据集中缺少的数据以空格表示，数据缺少的原因是土层较薄导致中子管入土深度不够或仪器维修。将烘干法和中子仪法测出的土壤含水量数据进行对比，发现数据差异大、存在不合理时，及时发现并纠正测量方法中存在的问题，如重新标定中子仪曲线等，确保数据的有效性。

4 数据价值

土壤含水量体现系统的水分状况，反映森林生态系统的土壤理化性状、植被、林内小气候等一系列森林生态因子。一个地区土壤含水量数据是森林生态水文学研究者快速了解该区域森林生态系统的水文特征的重要参考资料。为了响应数据共享的理念，促进科学发展，本研究公开发表了 2002–2016 年鼎湖山森林生态系统土壤含水量的数据，建立了便捷查询的数据集。不仅为研究鼎湖山土壤水分含量特征及变化规律的科研人员提供基础数据，而且为相关的森林生态系统土壤水专著撰写提供素材^[8]。

本数据集可应用于气候、生态、农业生产、水资源管理等相关领域，也可以考虑在不同的典型区域、典型陆地生态系统之间开展多台站数据联网分析，结合数据中心长期定位观测到的生物、土壤等相关数据^[9]，全方位分析不同生态因子的长时间变化规律以及相互之间的耦合机制，为研究不同典型区域的森林生态系统结构与功能的演替变化提供重要资料。使用本数据集时需要注意由于台站仪器故障、土壤采样的深度不够等原因导致的数据缺失问题。

5 数据使用方法和建议

本数据集可通过鼎湖山站数据资源服务网站（<http://dhf.cern.ac.cn/meta/detail/FC012002>）查看元数据信息，登录后可直接下载数据。或通过 Science Data Bank 在线服务网址（<http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/667>）获取数据服务。

数据作者分工职责

刘佩伶（1996—），女，广东人，硕士研究生，研究方向为森林生态水文。主要承担工作：数据分析和论文撰写。

张倩媚（1970—），女，广东人，高级工程师，研究方向为森林生态学。主要承担工作：数据前期处理与质量控制。

刘效东（1988—），男，河南人，讲师，研究方向为森林培育与森林生态。主要承担工作：数据

质量控制。

刘世忠（1970—），男，广东人，高级工程师，研究方向为森林生态学。主要承担工作：数据采集与质量控制。

褚国伟（1976—），男，广东人，高级工程师，研究方向为环境生态学。主要承担工作：数据采集与质量控制。

张德强（1963—），男，广东人，正高级工程师，研究方向为土壤生态学。主要承担工作：项目组织与管理。

孟泽（1970—），男，湖南人，技术员。主要承担工作：数据采集与质量控制。

参考文献

- [1] 刘效东, 乔玉娜, 周国逸. 土壤有机质对土壤水分保持及其有效性的控制作用[J]. 植物生态学报, 2011, 35(12): 1209-1218.
- [2] 袁国富, 唐登银, 孙晓敏, 等. 陆地生态系统水环境观测规范[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2007.
- [3] Zhou G, Wei X, Wu Y, et al. Quantifying the hydrological responses to climate change in an intact forested small watershed in Southern China[J]. Global Change Biology, 2011, 17(12): 3736-3746.
- [4] 袁国富, 张心昱, 唐新斋, 等. 陆地生态系统水环境观测质量保证与质量控制[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2012.
- [5] 张倩媚. 中国生态系统定位观测与研究数据集·森林生态系统卷·广东鼎湖山站: 1998–2008[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [6] 张倩媚, 张德强, 李跃林, 等. 鼎湖山森林生态系统智慧型野外台站建设[J]. 生态科学, 2015, 34(03): 139-145.
- [7] 吕贻忠, 李保国. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [8] 徐文婷, 葛结林, 熊高明, 等. 2001年亚热带典型常绿落叶阔叶混交林物种组成数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2017, 2(1). DOI: 10.11922/csdata.180.2016.0108.
- [9] 唐新斋, 袁国富, 朱治林, 等. 2005~2014 年 CERN 野外台站气象观测场土壤含水量数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2017, 2(1). DOI: 10.11922/csdata.170.2016.0101.

论文引用格式

刘佩伶, 张倩媚, 刘效东, 等. 2002–2016 年鼎湖山典型森林生态系统土壤含水量数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2019, 4(4). (2019-12-24). DOI: 10.11922/csdata.2018.0063.zh.

数据引用格式

刘佩伶, 张倩媚, 刘效东, 等. 2002–2016 年鼎湖山典型森林生态系统土壤含水量数据集[DB/OL]. Science Data Bank, 2018. (2018-10-26). DOI: 10.11922/sciencedb.667.

A dataset of soil moisture content in the typical forest ecosystem of Dinghu Mountain (2002 – 2016)

Liu Peiling¹, Zhang Qianmei^{2*}, Liu Xiaodong^{1,2*}, Liu Shizhong², Chu Guowei²,
Zhang Deqiang², Meng Ze²

1. College of Forestry and Landscape Architecture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, P.R. China

2. South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, P.R. China

* E-mail: zqm@scib.ac.cn (Zhang Qianmei); liuxd@scib.ac.cn (Liu Xiaodong)

Abstract: As a critical carrier of the material cycle and energy exchange of forest ecosystem, soil moisture plays an important role in the hydrological processes, water balance, nutrient circulation, forest productivity, and ecological function maintenance of forest ecosystems. It was thus listed by Chinese Ecosystem Research Network (CERN) as a fundamental indicator for the water environment of the terrestrial ecosystems. According to the CERN observation and quality control protocols, Dinghu Mountain (DHS) Forest Ecosystem Research Station set up standard observation plots, and carried out long-term monitoring of soil moisture at different forest types of this region, so as to support research, education, and outreach. Here we present a dataset of soil moisture from 2002 to 2016 in three typical forest types of DHS, that is, *Pinus massoniana* coniferous forest, mixed *Pinus massoniana*/broad-leaved forest and monsoon evergreen broad-leaved forest. This project aims to aid studies in forest ecosystem structure and function under the scenarios of global warming and regional vegetation change, thereby contributing to local forest management and ecosystem service evaluations.

Keywords: Dinghu Mountain; soil moisture; Neutron Probe; long-term observation

Dataset Profile

Title	A dataset of soil moisture content in the typical forest ecosystem of Dinghu Mountain (2002–2016)
Data authors	Liu Peiling, Zhang Qianmei, Liu Xiaodong, Liu Shizhong, Chu Guowei, Zhang Deqiang, Meng Ze
Data corresponding author	Zhang Qianmei (zqm@scib.ac.cn); Liu Xiaodong (liuxd@scib.ac.cn)
Time range	January 2002 to June 2016
Geographical scope	Dinghu Mountain National Nature Reserve, China: 23°09'21"N–23°11'30"N, 112°30'39"E–112°33'41"E.
Data format	*.xlsx
Data volume	1.07MB (8005 entries)
Data service system	< http://dhf.cern.ac.cn/meta/detail/FC012002 > < http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/667 >
Sources of funding	Chinese Ecosystem Research Network (CERN)–Dinghu Mountain Forest Ecosystem

	<p>Positioning Research Station of the National Science and Technology Infrastructure Platform; Operation Service Project of National Scientific Observation and Research Field Station of Dinghu Mountain Forest Ecosystem in Guangdong, Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China.</p>
<p>Dataset composition</p>	<p>The dataset consists of one data file comprised of 8005 entries. It contains volumetric soil water content data of <i>Pinus massoniana</i> coniferous forest, mixed <i>Pinus massoniana</i>/broad-leaved forest and monsoon evergreen broad-leaved forest measured by Neutron Probe method.</p>