

2003–2017 年浙江天童森林生态系统国家野外科学观测研究站气象数据集

ISSN 2096-2223

CN 11-6035/N



文献 CSTR:

32001.14. 11-6035.csd.2022.0078.zh

文献 DOI:

10.11922/11-6035.csd.2022.0078.zh

数据 DOI:

10.57760/sciencedb.j00001.00697

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2022-09-16

开放同评: 2022-10-12

录用日期: 2022-12-01

发表日期: 2022-12-07

江山¹, 刘何铭^{1*}, 郑泽梅¹, 杨海波¹, 姚芳芳¹, 王希华¹, 阎恩荣¹

1. 华东师范大学生态与环境科学学院, 浙江天童森林生态系统国家野外科学观测研究站, 上海 200241

摘要: 常绿阔叶林是中国主要森林类型之一, 其局域的气候观测数据是研究常绿阔叶林森林生态系统服务功能和关键生态过程的基础性数据资料, 也是气象预报和自然灾害预警中的重要数据来源。浙江天童森林生态系统国家野外科学观测研究站位于中国东部亚热带常绿阔叶林核心保护区内, 从2003年4月起, 通过设置气象自动观测系统对站区气象进行长期连续监测。本数据集包含了2003–2017年天童站区的大气温度、大气湿度、降水、大气压、总辐射、净辐射、反射辐射、紫外辐射、光合有效辐射、日照时数和各土层土壤温度(0 cm、5 cm、10 cm、15 cm、20 cm、40 cm、60 cm和100 cm)等18项气象观测指标, 共计177条月尺度数据和15条年尺度数据。该数据集作为天童森林生态系统局域性气象数据, 能够为局域森林生态过程研究、生态系统服务功能评估和天气灾害预警提供精准的数据支撑。

关键词: 常绿阔叶林; 大气; 太阳辐射; 土壤温度; 中国东部

数据库(集)基本信息简介

数据库(集)名称	2003–2017年浙江天童森林生态系统国家野外科学观测研究站气象数据集
数据作者	江山、刘何铭、郑泽梅、杨海波、姚芳芳、王希华、阎恩荣
数据通信作者	刘何铭(hmliu@des.ecnu.edu.cn)
数据时间范围	2003年4月–2017年12月
地理区域	中国浙江省宁波市天童国家森林公园(29°48'6"N–29°48'55"N, 121°46'45"E–121°47'5"E)
数据量	32 KB (192条)
数据格式	*.xlsx
数据服务系统网址	http://dx.doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.00697
基金项目	科技部浙江天童森林生态系统国家野外科学观测研究站运行服务项目
数据库(集)组成	本数据集包括1个数据文件, 内含2个数据表单, 分别为月尺度气象数据(177条)和年尺度气象观测数据(15条)。每个数据表单中均包含大气温度、大气湿度、降水、大气压、总辐射、净辐射、反射辐射、紫外辐射、光合有效辐射、日照时数和各土层土壤温度(0 cm、5 cm、10 cm、15 cm、20 cm、40 cm、60 cm和100 cm)18项气象观测指标。

* 论文通信作者

刘何铭: hmliu@des.ecnu.edu.cn

引言

中国亚热带常绿阔叶林是全球常绿阔叶林的主体，也是中国植被的重要组成部分，对维持生态平衡、保障经济发展具有重要作用^[1]。由于森林内部具有局域地形起伏和植被覆盖不均的特点，能够使得大气候在区域范围内发生一定的变化，形成地方性气候^[2]，因而对植物的生长、死亡以及森林生态系统动态产生影响^[3]。在森林所在地区开展定位气象监测，获取局域尺度下的气象数据，能够精准分析气候变化对森林生态系统的影响，提高森林所在区域气象灾害预警的准确度^[4]。因此，森林观测站内的定位气象观测数据，不仅是科学研究中不可或缺的基础性背景数据，也是国家和地方应对气候变化必须参考的重要数据资料。

天童国家森林公园位于浙江省宁波市鄞州区境内，公园内保存了较大范围的原始亚热带常绿阔叶林，具有生物多样性丰富、人为干扰少、科研价值高的特点^[5]。浙江天童森林生态系统国家野外科学观测研究站（简称“天童站”）位于天童国家森林公园核心保护区域内，在监测天童亚热带森林生态系统气象数据方面具有十分明显的地理优势；加之隶属于华东师范大学，具有深厚的学科研究基础和完备的科研配套设施，自建站以来在常绿阔叶林生态系统物种组成、结构与功能，生态系统对区域环境变化的响应与适应，以及生态系统的保育与恢复方面积累了丰富的研究经验与成果，为基础气象数据的扩展与应用，提供了良好的平台。

天童站森林气象观测数据，能够较好地解释亚热带森林生态系统的变化机理和趋势，为亚热带常绿阔叶相关的生态学、生物学以及地理学等学科的研究提供连续准确的背景数据。在全球气候剧烈变化的大背景下，对于局域温湿度调节、极端气候削弱、水源涵养、以及碳中和等方面也提供了研究和预测的依据^[6]。此外，还能够为气象灾害预警提供基础数据支撑，保障地方农业生产和居民生活。

1 数据采集和处理方法

1.1 采集区域与采集点描述

天童站位于浙东丘陵与滨海平原的交错地带，气候为亚热带季风气候，全年温和多雨，四季分明，毗邻东海，夏秋季受台风影响较为显著。年均温 16.2℃，其中 7 月平均温度为 28.1℃（全年最热），1 月平均温度 4.2℃（全年最冷），平均降雨量 1374.7 mm，大多集中于 6~8 月，雨热同期^[5]。天童站气象观测场始建于 2003 年 4 月，位于天童站附近的开阔地带，地处太白山主峰的山腰处，海拔 160 m，周围地貌特征为低山山地，坡度 20°左右，坡向西北。使用英国 SKEY 公司的自动气象观测系统，对大气温度、大气湿度、总辐射、光合有效辐射和降水量进行连续测定。2009 年 4 月，因台站基础建设需要，移至天童站木荷林辅助观测场附近（29°48′29″N, 121°47′12″E）（图 1），相距原气象观测场 50 m，仅海拔下降 5 m，周围环境与原观测场基本相同，占地面积扩大为 80 m²（8 m × 10 m）。2009 年 4 月后开始使用 MILOS520 自动观测系统（维萨拉，芬兰），对场区大气气象指标、辐照要素值和各土层的土壤温度进行连续观测。两个时期的天童气象观测场均按照中国生态系统研究网络 CERN 所规定的《生态系统大气环境观测规范》进行设置。

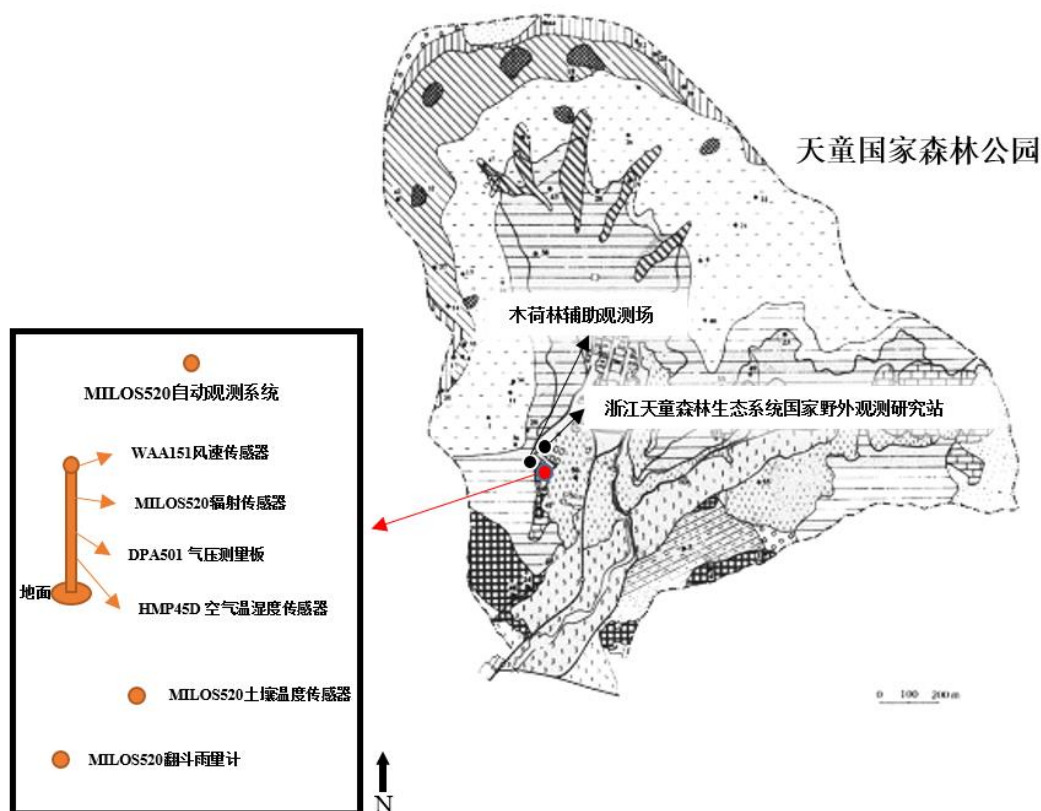


图 1 天童站气象观测场位置及设备分布图

Figure 1 The location and device distribution of Tiantong Station

1.2 数据采集和处理方法

数据采集由观测系统配置的数采器自动完成，采样频率为 1 次/小时。使用人工方式下载 SKEY 系统中的原始观测数据，并使用 EXCEL 软件对原始数据进行处理，得到日尺度观测数据。使用数据采集和分析软件（CERNASC2010）在线下载 MILOS520 系统中的原始观测数据，并使用该软件对原始数据进行处理，得到日尺度的规范数据报表。最后，利用 MATLAB 软件对所有日尺度数据进行质量控制和插值统计，分别得到月尺度和年尺度的气象指标数据，其中，大气温度、大气湿度、大气压、各土层的土壤温度取平均值，辐照要素和降水量取累计值。

2 数据样本描述

本数据储存格式为 xlsx 格式，包含了 2003–2017 年天童站气象观测场大气要素（大气温度、大气湿度、降水、大气压）、辐射要素（总辐射、净辐射、反射辐射、紫外辐射、光合有效辐射和日照时数）和土壤温度（0 cm、5 cm、10 cm、15 cm、20 cm、40 cm、60 cm、100 cm）3 类气象观测月尺度和年尺度数据，其中大气压、净辐射、反射辐射、紫外辐射、日照天数和 8 个深度的土壤温度是 2009 年 4 月观测系统换代后才开始测量，因此 2009 年 4 月前无上述指标。本数据集中的月尺度和年尺度数据表单各 1 个，分别包含了 177 条和 15 条记录。表 1 和表 2 列出了上述两个数据表单所包含的具体字段内容、类型、量纲和实体数据示例。

表 1 天童站月尺度气象指标数据集表单内容

Table 1 Sheet content in the dataset of monthly meteorological observation at Tiantong Station

序号	字段内容	数据类型	量纲	示例
1	年	数字型	无	2011
2	月	数字型	无	8
3	大气温度	数字型	°C	27
4	大气湿度	数字型	%	84.1
5	降水量	数字型	mm	235.6
6	大气压	数字型	hPa	992
7	总辐射	数字型	MJ/m ²	486.7
8	净辐射	数字型	MJ/m ²	213.9
9	反射辐射	数字型	MJ/m ²	62
10	紫外辐射	数字型	MJ/m ²	18.6
11	光合有效辐射	数字型	mol/m ²	678.9
12	日照天数	数字型	小时	118.2
13	0 cm 土壤温度	数字型	°C	28.8
14	5 cm 土壤温度	数字型	°C	30.8
15	10 cm 土壤温度	数字型	°C	28.7
16	15 cm 土壤温度	数字型	°C	28.6
17	20 cm 土壤温度	数字型	°C	28.4
18	40 cm 土壤温度	数字型	°C	27.8
19	60 cm 土壤温度	数字型	°C	27.2
20	100 cm 土壤温度	数字型	°C	26.1

注：该月份或年份还未开始该项监测指标时标注为 NA；该月份或年份统计数据量不足时标注为-9999。

表 2 天童站年尺度气象指标数据集表单内容

Table 2 Sheet content in the dataset of annual meteorological observation at Tiantong Station

序号	字段内容	数据类型	量纲	示例
1	年	数字型	无	2011
2	大气温度	数字型	°C	15.9
3	大气湿度	数字型	%	76.7
4	降水量	数字型	mm	1433
5	大气压	数字型	hPa	1001.6
6	总辐射	数字型	MJ/m ²	4725.7
7	净辐射	数字型	MJ/m ²	1631.7
8	反射辐射	数字型	MJ/m ²	570
9	紫外辐射	数字型	MJ/m ²	170.5

序号	字段内容	数据类型	量纲	示例
10	光合有效辐射	数字型	mol/m ²	5767.1
11	日照天数	数字型	小时	1194.2
12	0 cm 土壤温度	数字型	°C	17.7
13	5 cm 土壤温度	数字型	°C	19.3
14	10 cm 土壤温度	数字型	°C	17.8
15	15 cm 土壤温度	数字型	°C	17.9
16	20 cm 土壤温度	数字型	°C	17.8
17	40 cm 土壤温度	数字型	°C	17.9
18	60 cm 土壤温度	数字型	°C	17.9
19	100 cm 土壤温度	数字型	°C	18

注：该月份或年份还未开始该项监测指标时标注为 NA；该月份或年份统计数据量不足时标注为-9999。

3 数据质量控制和评估

(1) 原始数据质控措施。剔除无效（如数据值为“////”或“//: //”）或数值明显超出范围的数据项/列（主要为：降水量、光合有效辐射、气温和土壤温度）。

(2) 短时间段（<3 h）数据插补。采用线性内插方法对短时间段（<3 h）缺失的气象（降水量除外）数据进行插补。

(3) 对缺失时间较长的日尺度数据进行插补。

大气要素：建立邻近气象站（鄞县气象站）大气温度（ T_0 ）、大气湿度（ H_0 ）和大气压（ P_0 ）分别与天童站大气温度（ T_{air} ）、大气湿度（ H_{air} ）和大气压（ P_{air} ）的拟合方程（公式 1~3），对相应缺失数据进行插补；降水量使用邻近气象站的数据替代。

$$T_{air} = 0.9553 \times T_0 - 0.5691 (R^2 = 0.9919) \quad (1)$$

$$H_{air} = 0.9890 \times H_0 + 7.3064 (\text{拟合后 } H_{air} > 100, \text{ 设定为 } 100; R^2 = 0.9909) \quad (2)$$

$$P_{air} = 0.9213 \times P_0 + 65.4810 (R^2 = 0.9860) \quad (3)$$

辐射要素：首先建立鄞县气象站总辐射（ R_0 ）与天童站总辐射（ R_{total} ）的拟合方程（公式 4），对相应缺失数据进行插补；然后，建立天童站总辐射（ R_{total} ）与紫外辐射（ R_{UV} ）、反射辐射（ R_R ）、净辐射（ R_N ）和光合有效辐射（ R_{PA} ）的拟合方程（公式 5~8），对相应缺失数据进行插补；日照时数使用邻近气象站的数据替代。

$$R_{total} = 0.7347 \times R_0^{1.0664} (R^2 = 0.9582) \quad (4)$$

$$R_{UV} = 0.0382 \times R_{total} (R^2 = 0.9332) \quad (5)$$

$$R_R = 0.0377 \times R_{total}^{1.4484} (R^2 = 0.9141) \quad (6)$$

$$R_N = 0.6205 \times R_{total} - 3.4740 (R^2 = 0.9312) \quad (7)$$

$$R_{PA} = 0.4217 \times R_{total}^{1.3652} (R^2 = 0.9469) \quad (8)$$

土壤温度要素：首先建立天童站大气温度 (T_{air}) 和 0 cm 土壤温度 (T_{S0}) 的拟合方程 (公式 9)，对缺失的 0 cm 土壤温度数据进行插补，然后，用临近较浅土层的土壤温度与目标土层的土壤温度数据 (T_{S5} , T_{S10} , T_{S15} , T_{S20} , T_{S40} , T_{S60} , T_{S100}) 拟合方程 (公式 10~16)，对各土层缺失的土壤温度数据进行插补。

$$T_{S0} = 0.9700 \times T_{air} + 1.9118 (R^2 = 0.9890) \quad (9)$$

$$T_{S5} = 1.0508 \times T_{S0} + 0.1491 (R^2 = 0.9248) \quad (10)$$

$$T_{S10} = 0.9595 \times T_{S5} + 0.8448 (R^2 = 0.9898) \quad (11)$$

$$T_{S15} = 0.9831 \times T_{S10} + 0.3407 (R^2 = 0.9994) \quad (12)$$

$$T_{S20} = 0.9793 \times T_{S15} + 0.3173 (R^2 = 0.9992) \quad (13)$$

$$T_{S40} = 0.8950 \times T_{S20} + 1.8670 (R^2 = 0.9831) \quad (14)$$

$$T_{S60} = 0.9231 \times T_{S40} + 1.3819 (R^2 = 0.9921) \quad (15)$$

$$T_{S100} = 0.8436 \times T_{S60} + 2.8450 (R^2 = 0.9682) \quad (16)$$

(4) 小时-日-月-年尺度数据转换。将同一天的小时数据进行平均/累计得到日平均值/累计值；如果同一天的小时尺度数据量小于 12 个，则不计算日平均值/累计值，该日按缺失处理；将同一月内的日尺度数据进行平均或累计，得到月尺度数据；如果当月日尺度数据量小于 20 个，则不计算月平均值/累计值，该月按缺失处理，数据表单中记录为-9999；将月值进行平均或累计，得到年平均值/累计值；如果当年月尺度数据量小于 10 个，则不计算年平均值/累计值，该年按缺失处理，数据表单中记录为-9999。

4 数据价值

森林作为地球气候调整的主要生态系统，其局域气候变化幅度大、敏感性强，受地形和植被影响显著，与区域气候表现具有较大差异，因此，森林生态系统的气象观测一直是陆地生态系统气候观测中重要的组成部分，对分析和预测区域气候表现起着十分关键的作用^[7]。

本气象数据依托于森林定位观测站的便利条件能够在林缘区域进行长期监测，具有时间尺度长、数据连续性好、采样点特征明显、数据精度高、监测时间点密度高等诸多特点。对于分析气候的长期变化对森林动态的影响，森林生态系统对极端气候的响应，微气候对动植物和微生物群落的影响、以及森林生态系统气候变化特点等相关方面的研究，提供了完备的基础性数据资料。

随着全球气候变化幅度的加强，森林生态系统对区域气候的调节作用愈发重要，因此长期、连续、准确的局域森林生态系统气象数据，对分析森林生态系统的气候服务功能至关重要。加之，本数据中包含多次台风和雨雪冰冻灾害过程，对了解森林灾害中的气象变化过程，提高森林灾害预测水平，减少森林灾害对人民生活的影响，也具有十分重要的现实意义。

数据作者分工职责

江山（1991—），男，湖北人，硕士，助理研究员，研究方向为森林生态学。主要承担工作：数据采集和论文撰写。

刘何铭（1986—），男，辽宁人，博士，博士后，研究方向为更新生态学。主要承担工作：数据采集、分析和论文撰写。

郑泽梅（1982—），女，湖北人，博士，副研究员，研究方向为全球变化生态学。主要承担工作：数据采集、质控和数据分析。

杨海波（1981—），男，江苏人，博士，工程师，研究方向为森林生态学。主要承担工作：数据采集和分析。

姚芳芳（1981—），女，浙江人，博士，工程师，研究方向为污染生态学。主要承担工作：数据管理。

王希华（1964—），男，山东人，博士，教授，研究方向为植被生态学。主要承担工作：项目组织与管理。

阎恩荣（1971—），男，甘肃人，博士，教授，研究方向为功能生态学。主要承担工作：前期数据分析。

参考文献

- [1] 宋永昌. 中国常绿阔叶林分类·生态·保育[M]. 北京: 科学出版社, 2013. [SONG Y C. Evergreen broad-leaved forests in China[M]. Beijing: Science Press, 2013.]
- [2] 宋永昌. 植被生态学[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001. [SONG Y C. Vegetation ecology[M]. Shanghai: East China Normal University Press, 2001.]
- [3] 刘国华, 傅伯杰. 全球气候变化对森林生态系统的影响[J]. 自然资源学报, 2001, 16(1): 71–78. DOI:10.3321/j.issn: 1000-3037.2001.01.013. [LIU G H, FU B J. Effects of global climate change on forest ecosystems[J]. Journal of Natural Resources, 2001, 16(1): 71–78. DOI:10.3321/j.issn: 1000-3037.2001.01.013.]
- [4] 李猛, 胡波, 韩晓增, 等. 2009—2018 年中国科学院海陵农业生态实验站气象数据集[J]. 中国科学数据, 2020, 5(1): 69–76. [LI M, HU B, HAN X Z, et al. A meteorological dataset observed by Hailun Agroecosystem Experimental Station, China Academic of Science(2009 - 2018)[J]. China Scientific Data, 2020, 5(1): 69–76.]
- [5] 宋永昌, 王祥荣. 浙江天童国家森林公园的植被和区系[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1995. [SONG Y C, WANG X R. Vegetation and Flora of Tiantong National Forest Park Zhejiang Province[M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technological Literature Press, 1995.]
- [6] SLEETER B M, MARVIN D C, CAMERON D R, et al. Effects of 21st-century climate, land use, and disturbances on ecosystem carbon balance in California[J]. Global Change Biology, 2019, 25(10): 3334–3353. DOI:10.1111/gcb.14677.
- [7] 朱建华, 侯振宏, 张治军, 等. 气候变化与森林生态系统: 影响、脆弱性与适应性[J]. 林业科学, 2007, 43(11): 138–145. [ZHU J H, HOU Z H, ZHANG Z J, et al. Climate change and forest ecosystem:

impacts, vulnerability and adaptation[J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2007, 43(11): 138–145.]

论文引用格式

江山, 刘何铭, 郑泽梅, 等. 2003–2017 年浙江天童森林生态系统国家野外科学观测研究站气象数据集[J/OL]. *中国科学数据*, 2022, 7(4). (2022-12-07). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2022.0078.zh.

数据引用格式

江山, 刘何铭, 郑泽梅, 等. 2003–2017 年浙江天童森林生态系统国家野外科学观测研究站气象数据集[DS/OL]. *Science Data Bank*, 2022. (2022-09-20). DOI: 10.57760/sciencedb.j00001.00697.

A dataset of meteorological observations at Zhejiang Tiantong National Forest Ecosystem Observation and Research Station (2003 – 2017)

JIANG Shan¹, LIU Heming^{1*}, ZHENG Zemei¹, YANG Haibo¹, YAO Fangfang¹, WANG Xihua¹, YAN Enrong¹

1. Zhejiang Tiantong Forest Ecosystem National Observation and Research Station, School of Ecological and Environmental Sciences, East China Normal University, Shanghai 200241, P. R. China

*Email: hmliu@des.ecnu.edu.cn

Abstract: Evergreen broad-leaved forests are one of the main types of Chinese forests. The meteorological data of them are of great value for the study on the function and ecological process of evergreen broad-leaved forest ecosystem, and can serve as a major data source for weather forecast and disaster warning. Zhejiang Tiantong National Forest Ecosystem Observation and Research Station located in the subtropical broad-leaved evergreen forest in Tiantong Forest Park in eastern China. Since April 2003, we had collected long-term meteorological data by setting up the automatic meteorological observation system. This dataset contains the monthly data (177 entries) and annual data (15 entries) from 2013 to 2017, including 18 meteorological observation indexes, such as atmospheric temperature, atmospheric humidity, precipitation, atmospheric pressure, total radiation, net radiation, reflected radiation, UV radiation, photosynthetically active radiation, sunshine hours and soil temperature in different depths (0 cm, 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 40 cm, 60 cm and 100 cm). It is expected to provide data support for studying the ecological process, evaluating ecosystem service function and increasing disaster warning accuracy of local forests in Tiantong zone.

Keywords: evergreen broad-leaved forest, atmosphere, solar radiation, soil temperature, eastern China

Dataset Profile

Title	A dataset of meteorological observations at Zhejiang Tiantong National Forest Ecosystem Observation and Research Station (2003 – 2017)
Data corresponding author	LIU Heming(hmliu@des.ecnu.edu.cn)
Data authors	JIANG Shan, LIU Heming, ZHENG Zemei, YANG Haibo, YAO Fangfang, WANG Xihua, YAN Enrong
Time range	From April 2003 to December 2017
Geographical scope	Tiantong National Forest Park, Ningbo, Zhejiang (29 ° 48 ' 6 " N – 29 ° 48 ' 55 " N, 121 ° 46 ' 45 " E – 121 ° 47 ' 5 " E)
Data volume	32 KB (192 entries)
Data format	*.xlsx
Data service system	http://dx.doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.00697
Sources of funding	Operation Service Project of Zhejiang Tiantong Forest Ecosystem National Observation and Research Station, Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China
Dataset composition	The dataset is composed of one data file of 2 sheets. These 2 sheets were the monthly (177 entries) and annual meteorological data (15 entries) respectively. Each sheet contains 18 meteorological indexes, such as atmospheric temperature, atmospheric humidity, precipitation, atmospheric pressure, total radiation, net radiation, reflected radiation, UV radiation, photosynthetically active radiation, sunshine hours and soil temperature in different depths (0 cm, 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 40 cm, 60 cm and 100 cm)