



文献 DOI:

10.11922/csdata.2019.0058.zh

数据 DOI:

10.11922/sciencedb.881

文献分类: 生物科学

收稿日期: 2019-08-31

开放同评: 2019-10-10

录用日期: 2019-10-30

发表日期: 2020-02-18

2010–2011 年鼎湖山针阔叶混交林优势树种树干液流数据集

黄健强^{1,2}, 黄德卫^{1,3}, 李跃林^{1*}, 张德强¹, Dennis Otieno^{1,4},王立景^{1,2}, 刘世忠¹, 褚国伟¹, 张倩媚¹, 孟泽¹

1. 中国科学院华南植物园, 广州 510650

2. 中国科学院大学, 北京 100049

3. 中国林业科学研究院热带林业实验中心, 广西凭祥 532600

4. Jaramogi Oginga Odinga University of Sc.& Tech., Bondo, Kenya 210-40601

摘要: 蒸散是陆地生态系统水资源的主要消耗途径, 是一个生理过程和物理环境作用下复杂的、连续发生的过程, 具有很大的不确定性, 其中如何准确定量蒸散组份中植物蒸腾量是一个重要的科学手段问题。随着电子技术的进步, 树干液流测定技术的发展为科学准确定量植物蒸腾提供了可能。作为中国生态系统研究网络(CERN)和国家生态系统观测研究网络(CRERN)成员, 鼎湖山森林生态系统定位研究站在2010–2011年对我国南亚热带主要森林类型之一的针阔叶混交林进行了树干液流监测与研究, 以优势树种马尾松(*Pinus massoniana*)、锥栗(*Castanopsis chinensis*)、木荷(*Schima superba*)和华润楠(*Machilus chinensis*)为对象, 监测了其树干液流动态。本数据集通过整理和统计, 列出了树干液流的实测数据, 并包含了相关的数据集构建过程信息。建立和共享本数据集可以为深入探究全球气候环境变化森林水分利用动态与格局等相关科学问题提供观测数据, 为该地区的森林经营管理及生态系统功能评价提供基础资料。

关键词: 鼎湖山国家级自然保护区; 针阔叶混交林; 优势树种; 树干液流

数据库(集)基本信息简介

数据库(集)名称	2010–2011 年鼎湖山针阔叶混交林优势树种树干液流数据集
数据作者	黄健强, 黄德卫, 李跃林, 张德强, Dennis Otieno, 王立景, 刘世忠, 褚国伟, 张倩媚, 孟泽
数据通信作者	李跃林 (yuelin@scib.ac.cn)
数据时间范围	2010 年 6 月至 2011 年 12 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	141 KB, 551 条记录
数据服务系统网址	http://dhf.cern.ac.cn/meta/detail/FYSGYL/ http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/881

* 论文通信作者

李跃林: yuelin@scib.ac.cn

基金项目	国家自然科学基金项目（31170375、31670453、41430529）；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；科技部国家生态系统观测研究网络（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。
数据库（集）组成	数据集由 1 个数据文件组成，数据量 551 条，包含 2010 年 6 月至 2011 年 12 月鼎湖山国家级自然保护区针阔叶林样地（1000 m ² ）马尾松（ <i>Pinus massoniana</i> ）、锥栗（ <i>Castanopsis chinensis</i> ）、木荷（ <i>Schima superba</i> ）、华润楠（ <i>Machilus chinensis</i> ）4 种优势树种树干液流 24 小时动态监测数据。

引言

蒸散（包括蒸发和植被蒸腾）消耗约 55%–75% 的年降水，是陆地生态系统水资源的主要消耗途径，是一个受生理过程（如光合作用、蒸腾作用）和物理环境作用的复杂的连续发生过程，具有很大的不确定性。据预计，气温上升和区域性干旱的强度和频率在本世纪都将加强^[1]，在华南湿润区呈现出季节性干旱和土壤变干的趋势^[2]，这已成为公认的未来水热环境变化格局。在区域尺度上，森林覆盖率对蒸散的影响没有定论，相关同行研究显示^[3]，伴随着气温和森林面积的增加，我国在区域尺度上的蒸散量却没有呈现出一致的增加趋势，因此如何科学评估或准确测定蒸散组分中植物蒸腾量，尤其是获取我国不同气候植被区（例如我国南亚热带华南湿润区）典型植被的蒸腾有着重要的科学价值。

从“十年绿化广东”到“新一轮绿化广东大行动”^[4]，广东森林结构和类型也发生了相应的变化，其中上世纪 80 年代营造的马尾松纯林经自然演替已逐步为针阔叶混交林（mixed coniferous and broad-leaved forest，简称针阔叶林）所替代。针阔叶林是中国南亚热带地区的主要植被类型之一，除针叶林和阔叶林之外，针阔叶林是该地区重要森林类型，其群落结构复杂、系统功能完备，在维持物种多样性、保持生态系统稳定性及调节森林碳汇等方面起着重要作用^[5]。同时，该地区受气候变化和氮沉降影响严重，针阔叶林作为地带性顶极群落季风常绿阔叶林的中间过渡阶段，群落物种组成、结构和多样性正在发生趋势性变化，根据 2016 年森林资源连续清查数据，广东省针阔叶林面积为 93.92 万公顷，占全省乔木林地面积的 9.8%^[6]。目前，关于针阔叶林的群落结构与演替、土壤与凋落物、冠层与林隙、森林更新、竞争等方面已有大量研究^[7–10]。但结合全球气候变化中的物理非生物因子的改变的研究较少。周国逸等研究表明，过去几十年该地区年平均温度的升高和更为极端的降雨格局已经引起土壤含水量的持续下降^[2]；该地区同时为全球三大高氮沉降区域之一和受酸雨严重影响的区域^[11]。这些因素都可能引起该区域森林植被群落水分利用的变化。相比以往任何时期，如何准确定量蒸腾将变得更重要，而回溯相关蒸散研究，方法多种多样，起源可追溯到 17 世纪后期，但均缺乏科学的测定技术。随着电子技术的进步，其中应用于植物蒸腾精确测定的树干液流技术应运而生，其中热消散探针树干液流测定技术为准确定量蒸腾提供了可能^[12]。鼎湖山森林生态系统定位研究站（简称鼎湖山站）是 CERN 和 UNESCO/MAB（联合国教科文组织/人与生物圈计划）的站点之一，依照热消散探针树干液流测定技术，开展了针阔叶林群落的水分利用监测与研究^[13–14]。本数据整理了鼎湖山站 2010–2011 年针阔叶林群落优势树种树干液流数据，以期为深入探讨全球水热格局变化情形下的森林水分利用变化提供本底资料，为该地区的森林经营管理及生态系统功能评价提供数据支撑。

1 数据采集和处理方法

1.1 样地描述

鼎湖山国家级自然保护区（23°09'21"–23°11'30"N，112°30'39"–112°33'41"E）位于广东省肇庆市鼎湖区，占地总面积为 1155 ha，主要地形为丘陵和低山，海拔 100–700 m。该地区属于南亚热带季风气候，年降水量为 1714 mm，年平均湿度为 76%，4–9 月为湿季，10 月到翌年 3 月为旱季，湿季降水量占全年降水量 80%左右。年均气温 22.5℃，最冷月（1 月）和最热月（7 月）平均气温分别为 13.8℃和 28.8℃；地质基础主要为泥盆纪砂岩、砂页岩、页岩和石英砂岩，地带性土壤为南亚热带赤红壤^[9]。鼎湖山植物群落呈现终年常绿，郁闭度约 95%。根据森林生态系统演替系列，鼎湖山的植物群落可分为演替初期的马尾松针叶林、演替中期的针阔叶混交林和演替后期的季风常绿阔叶林。季风常绿阔叶林乔木层主要物种为锥栗（*Castanopsis chinensis*）、木荷（*Schima superba*）、黄果厚壳桂（*Cryptocarya concinna*）、厚壳桂（*Cryptocarya chinensis*）、白颜树（*Gironniera subaequalis*）、鼎湖血桐（*Macaranga sampsonii*）、香楠（*Aidia canthioides*）等^[9]。

本研究数据采集对象为森林群落为演替中期的针阔叶混交林，也是南亚热带马尾松群落向针阔叶林群落演替的森林类型，在本地具有典型代表性。该群落在垂直结构上大致分为三层，乔、灌、草，此外还有少量藤本和附生等层间植物。组成种类以常绿树种占绝对优势，其中优势树种有马尾松（*Pinus massoniana*）、锥栗、木荷、华润楠（*Machilus chinensis*）等^[13,15]。为研究针阔叶林阶段的水分利用特征，于 2010 年选取代表性的林段 1000 m² 建立样地，样地位于鼎湖山森林生态系统定位研究站客座公寓后，表 1 为样地概况，其中树种组成、平均胸径、树高等林分特征详见文献^[13,15]。

表 1 样地基本信息

序号	样地名称	针阔叶林观测样地
1	演替阶段	中期
2	海拔/m	30–40
3	坡向	S
4	坡度/(°)	6–8
5	面积/m ²	1000
6	林龄/a	60–80
7	郁闭度/%	>85
8	叶面积指数	4.0
9	林分密度/株/hm ⁻²	2400
10	生物量/t·hm ⁻²	100–120
11	土壤类型	赤红壤

1.2 数据来源

数据来自于鼎湖山针阔叶林样地的野外实测数据，采用 Granier 热消散探针法于 2010 年 6 月至 2011 年 12 月对所选择样树液流密度进行连续测定。选取针阔叶林优势树种：马尾松、木荷、锥栗和华润楠，每个树种按径级分布特征选择 3–5 棵样树，对所选择样树液流密度进行每天连续 24 小时测

定^[13-14]。关于探针的安装原则,考虑到鼎湖山样地郁闭度较大(大于85%),参考国内外已有研究方法,将一对20 mm 长的热消散探针安装于树干北面1.3 m 胸径高度处,以北向的液流代表树干平均液流密度^[16],每组探针上下相距10–15 cm。对于径级较大的个体,考虑到其边材厚度大,同时设置20–40 mm 边材深度的探针。为防止雨水接触探针,在探针外覆盖泡沫盒,并包裹防辐射薄膜^[17]。上探针供以12 V 直流电压持续加热(0.2 W),下探针作为参照不加热。两探针之间的温差电势应用数据采集器 DL2e (Delta-T Devices, 英国) 自动记录和存储(每10 s 测读1 次,存储每60 min 的平均值),测定树干液流原理如图1 所示^[17]。根据 Granier 建立的经验公式依据温差电势的计算出液流密度:

$$J_s = 119 \times [(\Delta T_m - \Delta T) / \Delta T]^{1.231} \quad (1)$$

式中, ΔT_m 为上、下探针之间的最大昼夜温差, ΔT 为瞬时温差, J_s 为瞬时液流密度 ($\text{g H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) 转换为液流密度值。该公式是 Granier 经过多年在多种树木进行研究总结出的经验公式^[18]。

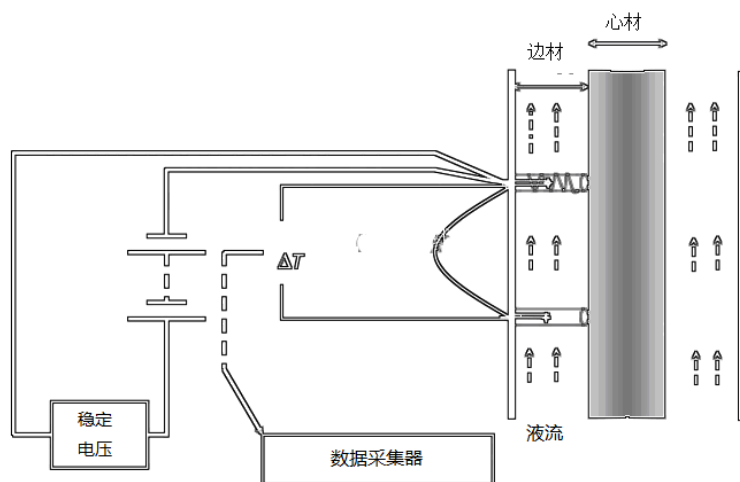


图1 热消散探针法测定树干液流原理图

1.3 数据加工、处理方法与过程

本数据集的构建过程主要包括:野外样地调查、设备安装、数据收集与整理、数据质量控制与评估、数据分析以及数据集的形成与入库。具体的构建过程见图2。

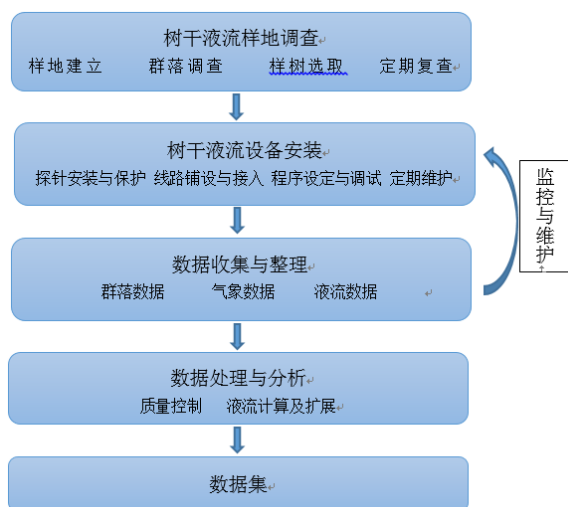


图2 数据构建流程

2 数据样本描述

本数据集的数据存储格式为 Excel 文件。文件包含 1 个数据表单，“鼎湖山针阔叶林树干液流数据集”表单存放鼎湖山国家级自然保护区 2010–2011 年的鼎湖山针阔叶林 4 个优势树种的树干液流数据，共有 551 条记录。表 2 列出数据表单所包含的具体字段名称、类型及示例。

表 2 鼎湖山针阔叶林树干液流数据集表单内容

序号	字段内容	数据类型	量纲	示例
1	监测时间	字符型		2010-7-13
2	优势树种样树代号	字符型		Pm2
3	胸径	数字型	cm	28.7
3	树干液流密度值	数字型	kg d ⁻¹	9.479

3 数据质量保证和质量控制

本数据集来源于野外样地的实测数据。从样地设置的前期准备、设备的安装、数据的获取、及数据的校正，均经树干液流研究方面的权威专家认可，确保数据准确性。具体数据质量的控制方法是采用无线传输，监测仪器的运行动态、维护仪器正常数据采集。采集的数据同样经无线远程传输给相关树干液流监测项目专家，经专家分析数据的可靠性，在保证数据可靠性的前提下，采用 CERN 数据质量保证和控制方法进行数据入库。

4 数据价值

全球变化水热格局可能发生变化情形下，对不同森林类型、特别是我国常绿阔叶林区主要森林类型的水分利用特征进行相关分析和研究，将有利于森林经营管理和利用，并对全球变暖提出林业上的科学对策有着较为重要的意义。对针阔叶林优势树种的整树水平的实测，不同单叶水平的实测，可为该地区的森林水分利用提供准确的基础信息^[19-20]。针阔叶林是我国亚热带地区的主要植被类型，具体来说，针阔叶混交林是鼎湖山主要森林类型之一，林分树龄约 80 年，其群落垂直结构分明，有明显的乔灌木层，乔木树种优势树种包括针叶树种马尾松及阔叶树种锥栗、木荷、华润楠。这 4 种优势树种的生物量占到针阔叶混交林群落生物量的 85%以上，可作为评估该森林类型的蒸腾及水分利用能力的代表树种。关于该森林类型树干液流的公开数据少之又少。

本数据集可应用于全球气候变化情形下的水分利用分析、不同森林类型的水分利用比较、林业经营管理等相关领域，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、气候等相关数据，将为模型分析提供价值，特别在当今模型研究缺乏实测的情形下。

5 数据使用方法和建议

本数据集可通过链接 Science Data Bank 在线服务网址 (<http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/>

881) 下载数据; 也可通过广东鼎湖山森林生态系统国家野外科学观测研究站数据资源服务网 (<http://dhf.cern.ac.cn/meta/detail/FYSGYL>), 登录首页后点“资源服务”下的“数据服务”, 进入相应页面下载数据。

数据作者分工职责

黄健强 (1994—), 男, 广东人, 硕士研究生, 研究方向为森林水分生理。主要承担工作: 数据分析和论文撰写。

黄德卫 (1989—), 男, 广西人, 硕士研究生, 研究方向为森林生态学。主要承担工作: 设备安装、数据采集。

李跃林 (1970—), 男, 湖南人, 研究员, 研究方向为森林生态学。主要承担工作: 项目组织与数据分析管理。

张德强 (1963—), 男, 广东人, 研究员, 研究方向为森林生态学。主要承担工作: 项目组织与协调。

Dennis Otieno (1968—), 男, 中科院外籍青年科学家, 研究方向为森林生态学。主要承担工作: 设备安装与数据分析管理。

王立景 (1992—), 山西人, 硕士研究生, 研究方向为森林生态学。主要承担工作: 数据整理。

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: 样地布置树种选择。

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。

孟泽 (1970—), 男, 湖南人, 技术员。主要承担工作: 数据采集与设备维护。

参考文献

- [1] SOLOMON S, QIN D, MANNING M, et al. Climate change 2007: the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers[J]. Intergovernmental Panel on Climate Change Climate Change, 2007, 18(2): 95-123.
- [2] 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.
- [3] ZHOU G, WEI X, LUO Y, et al. Forest recovery and river discharge at the regional scale of Guangdong province[J]. Water Resources Research, 2010, 46(9):5109-5115.
- [4] 广东省人民政府. 省政府召开深入推进新一轮绿化广东大行动工作会议[EB/OL]. (2017-04-12) [2019-01-14]. http://www.gd.gov.cn/ywdt/szfdt/201704/t20170412_250102.htm.
- [5] 汪求来. 广东省针阔混交林直径分布规律研究[J]. 林业调查规划, 2014(3):28-34.
- [6] 广东省林业厅. 《广东省林业厅关于 2016 年度全省森林资源情况的通报》(粤林【2017】47 号)

- [Z]. 2017.
- [7] 王伯荪, 彭少麟. 鼎湖山森林群落分析 V. 群落演替的线性系统与预测[J]. 中山大学学报(自然科学版), 1985 (4): 75-80.
- [8] 彭少麟, 方炜. 鼎湖山植被演替过程中椎栗和荷木种群的动态[J]. 植物生态学报, 1995(4): 311-318.
- [9] 邹顺, 周国逸, 张倩媚, 等. 1992–2015 年鼎湖山季风常绿阔叶林群落结构动态[J]. 植物生态学报, 2018, 42(04): 442-452.
- [10] 叶万辉, 曹洪麟, 黄忠良, 等. 鼎湖山亚热带常绿阔叶林 20 公顷样地群落特征研究[J]. 植物生态学报, 2008, 32(2): 274-286.
- [11] FANG Y, YOH M, KOBAYASHI K, et al. Nitrogen deposition and forest nitrogen cycling along an urban–rural transect in southern China[J]. *Global Change Biology*, 2011, 17(2): 872-885.
- [12] 马玲, 赵平, 饶兴权, 等. 基于树干液流测定值进行尺度扩展的马占相思林段蒸腾和冠层气孔导度[J]. 植物生态学报, 2006, 30(4): 655-665.
- [13] 程静, 欧阳旭, 黄德卫, 等. 鼎湖山针阔叶混交林 4 种优势树种树干液流特征[J]. 生态学报, 2015, 35(12): 4097-4104.
- [14] 王立景, 邓永红, 曾小平, 等. 我国亚热带森林群落先锋树种马尾松的水分利用特征[J]. 中南林业科技大学学报, 2019, 39(3): 82-90.
- [15] 王立景, 胡彦婷, 张德强, 等. 鼎湖山亚热带天然针阔叶混交林臭氧吸收特征[J]. 生态学报, 38(17): 6092-6100.
- [16] 梅婷婷, 王传宽, 赵平, 等. 木荷树干液流的密度特征[J]. 林业科学, 2010, 46: 40-47.
- [17] 黄德卫, 张德强, 周国逸, 等. 鼎湖山针阔叶混交林优势树种树干液流特征及其与环境因子的关系[J]. 应用生态学报, 2012, 23: 1159-1166.
- [18] GRANIER A. A new method of sap flow measurement in tree stems[J]. *Annales Des Sciences Forestieres*, 1985, 42: 193-200.
- [19] OTIENO D, LI Y, LIU X, et al. Spatial heterogeneity in stand characteristics alters water use patterns of mountain forests[J]. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2017, 236: 78-86.
- [20] OTIENO D, LI Y, OU Y, et al. Stand characteristics and water use at two elevations in a sub-tropical evergreen forest in southern China[J]. *Agricultural & Forest Meteorology*, 2014, 194(3): 155-166.

论文引用格式

黄健强, 黄德卫, 李跃林, 等. 2010–2011 年鼎湖山针阔叶混交林树干液流数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2020, 5(1). (2020-02-12). DOI: 10.11922/csdata.2019.0058.zh.

数据引用格式

黄健强, 黄德卫, 李跃林, 等. 2010–2011 年鼎湖山针阔叶混交林优势树种树干液流数据集[DB/OL]. Science Data Bank, 2019. (2019-08-31). DOI: 10.11922/sciencedb.881.

A dataset of dominant tree species sap-flow measurements in a mixed coniferous and broad-leaved forest at Dinghushan (2010 – 2011)

Huang Jianqiang^{1,2}, Huang De wei^{1,3}, Li Yuelin^{1*}, Zhang De-qiang¹, Dennis Otieno^{1,4}, Wang Lijing^{1,2}, Liu Shizhong¹, Chu Guowei¹, Zhang Qianmei¹, Meng Ze¹

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

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, P. R. China

3. The Experimental Center of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Pingxiang 532600, P. R. China

4. Jaramogi Oginga Odinga University of Sc.& Tech, Bondo, Kenya 210-40601

* Email: yuelin@scib.ac.cn

Abstract: Evapotranspiration is one of the main pathways of water resource consumption in terrestrial ecosystem. It is a complex and continuous process that is influenced by the physiological process and physical environment under great uncertainties. How to quantify plant transpiration and its contribution to evapotranspiration accurately is an important issue of scientific methodology. Due to electronic technology advancement, the development of tree sap flow measurement technology makes it possible to quantify plant transpiration scientifically and accurately. As a core member of Chinese Ecosystem Research Network (CERN) and National Ecosystem Research Network of China (CNERN), we have monitored and measured tree sap flow in a coniferous and broad-leaved mixed forest, one of the main forest types in lower subtropical China, over the period from June 2010 to December 2011, at Dinghushan Forest Ecosystem Research Station. The sap flow rate of the dominant tree species of *Pinus massoniana*, *Castanopsis chinensis*, *Schima superba* and *Machilus chinensis* were monitored. Based on collation and statistics, the data makes a list of the measured data of tree sap flow and incorporates the information on the process of dataset construction. The setup and sharing of the sap-flow database can provide critical data for deep studies on the dynamic and patterns of forest water use under global climate and environment change, supporting forest management and ecosystem service evaluation in this region.

Keywords: Dinghushan National Nature Reserve; mixed coniferous and broad-leaved forest; dominant tree species; sap-flow

Dataset Profile

Title	A dataset of sap-flow measurements in a mixed coniferous and broad-leaved forest at Dinghushan (2010 – 2011)
Data authors	Huang Jianqiang, Huang De-wei, Li Yuelin, Zhang De-qiang, Dennis Otieno , Wang Lijing, Liu Shizhong, Zhang Qianmei, Chu Guowei, Meng Ze
Data corresponding author	Li Yuelin (yuelin@scib.ac.cn)

Time range	From June 2010 to December 2011
Geographical scope	Dinghushan National Nature Reserve of China, 23°09'21"N–23°11'30"N, 112°30'39"E–112°33'41"E.
Data format	*.xls
Data volume	141 KB (551 entries)
Data service system	http://dhf.cern.ac.cn/meta/detail/FYSGYL http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/881
Sources of funding	The National Science Foundation of China (31170375, 31670453, 41430529); Dinghushan Forest Ecosystem Positioning Research Station of the National Science and Technology Infrastructure Platform, Chinese Ecosystem Research Network (CERN); Operation Service Project of National Scientific Observation and Research Field Station of Dinghushan Forest Ecosystem in Guangdong, Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China.
Dataset composition	The dataset consists of one data file with 551 entries. It contains a continuously 24-hour dynamically measured sap-flow dataset of a 1,000 m ² mixed coniferous and broad-leaved forest monitoring plot. The detailed measured data were collected from June 2010 to December 2011; the sampling tree species included four dominant tree species (<i>Pinus massoniana</i> , <i>Castanopsis chinensis</i> , <i>Schima superba</i> , and <i>Machilus kwangtungensis</i>) in the mixed coniferous and broad-leaved forest in Dinghushan National Nature Reserve of South China.