专题 中国生态系统研究网络

2009–2018 年中国科学院海伦农业生态实验站气象数据集

李猛[1,2]，胡波[3]，韩晓增[1,2]，李禄军[1,2*]

1. 中国科学院东北地理与农业生态研究所，哈尔滨 150081
2. 中国科学院海伦农业生态实验站，黑龙江海伦 152300
3. 中国科学院大气物理研究所，北京 100029

摘要： 气象观测数据是开展天气预报预警、气候预测预估、科学研究的基础，是推动气象科学发展的原动力。中国科学院海伦农业生态实验站是中国生态系统研究网络（CERN）和国家级长期定位研究站，位于 126°55'12"E，47°27'14"N，其所在区域是世界四大黑土区之一，代表了中国东北黑土区农田生态系统。目前公开报道的该站气象数据只局限于个别气象要素，尚未对多个要素全面报道。鉴于此，本文利用海伦站气象观测场 VAISALA 自动观测系统采集原始数据，经过数据处理、质量控制和评估，以月为尺度，将 2009–2018 年 10 年的气温，露点温度，相对湿度，降水，气压，水汽压，海平面气压，10 min 平均风速月平均，地表温度月平均，5 cm 土壤温度月平均，10 cm 土壤温度月平均，15 cm 土壤温度月平均，20 cm 土壤温度月平均，40 cm 土壤温度月平均，60 cm 土壤温度月平均，100 cm 土壤温度月平均和太阳辐射数据共计 17 个表格 116 KB 公开报道，以期为国民经济的发展，尤其是当地农业生产活动提供基础支撑。

关键词： 黑土；农田生态系统；气象数据；海伦

数据库（集）基本信息简介

数据库（集）名称	2009–2018年中国科学院海伦农业生态实验站气象数据集
数据作者	李猛、胡波、韩晓增、李禄军
数据通信作者	李禄军（(lilujun@iga.ac.cn）
数据时间范围	2009–2018年
地理区域	中国生态系统研究网络（CERN）海伦农业生态实验站、海伦国家野外科学观测研究站（126°55'12"E，47°27'14"N），位于黑龙江省绥化市海伦市。本数据集来自海伦农业生态实验站的气象观测场。
数据量	116 KB
数据格式	*.xlsx
数据服务系统网址	http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/821
基金项目	中国生态系统研究网络（CERN）野外台站运行服务费；科技部国家生态系统观测研究网络（CNERN）研究站运行服务费。

ISSN 2096-2223
CN 11-6035/N

文献 DOI：
10.11922/csdata.2019.0034.zh
数据 DOI：
10.11922/sciencedb.821
文献分类：地球科学

收稿日期：2019-08-03
开放同评：2019-09-16
录用日期：2019-11-18
发表日期：2020-03-19

* 论文通信作者
李禄军：lilujun@iga.ac.cn

数据库（集）组成	本数据集由17部分数据表组成，分别为气温、露点温度、相对湿度、降水、气压、水汽压、海平面气压、10 min平均风速月平均、地表温度月平均、5 cm土壤温度月平均、10 cm土壤温度月平均、15 cm土壤温度月平均、20 cm土壤温度月平均、40 cm土壤温度月平均、60 cm土壤温度月平均、100 cm土壤温度月平均、太阳辐射。

引　言

气象数据是开展天气预报、气候预测和科学研究的基础，是推动气象科学发展的原动力，在防灾减灾，应对气候变化、履行国际义务、提高气象预报准确率和国民经济各行业建设方面具有重要的意义。

中国科学院海伦农业生态实验站是中国科学院在我国东北黑土区设置的长期农业资源、环境、生态多学科的综合研究基地。1988 年被中国科学院纳入中国生态系统研究网络。2005 年进入国家级长期定位研究站行列。海伦站所在的黑土区是世界四大黑土区之一。本地区属于温带大陆性季风气候，冬季寒冷干燥，夏季高温多雨，雨热同季，日照充足，高温多雨，接近 50 %的降水发生在 7–8 月[1]。经过上世纪大面积开垦后，东北黑土区已经成为全国最大的商品粮生产基地，对国家粮食安全具有重要影响，成为全国著名的北大仓。海伦站作为中国东北黑土区农田生态系统的代表[2-3]。

目前关于海伦站气象数据公开发表的报道只局限于光合有效辐射等个别气象要素[4-6]，尚未见海伦站多个气象要素按照时间序列的公开报道。鉴于此，本文利用海伦站气象观测场维萨拉自动观测系统，将 2009–2018 年 10 年气象数据公开发布，以期为国民经济的发展提供基础支撑。

1　数据采集和处理方法

本数据集包括 2009–2018 年数据，采集地为海伦站气象观测场，126°55'12"E，47°27'14"N，使用芬兰 VAISALA 生产的 MILOS520 和 MAWS301 自动监测系统采集数据。

用“生态气象工作站”软件对观测得到的数据进行处理，数据处理程序将对观测数据进行质量审核，按照观测规范最终编制出观测报表文件。软件按照 MILOS520 和 MAWS301 数据采集器的各要素观测的顺序，分别制成气象数据报表和辐射数据报表（简称 M 报表），在这个报表中进行质量审核和日统计处理。M 报表最终审核处理完成，这时即可把 M 报表转换成“规范气象数据报表（A）”，简称为 A 报表。在 A 报表中进行旬、候、月的各要素统计处理，A 报表最后完成达到观测规范的要求，数据处理完成。气象数据具体采集和处理方法见表 1。

表 1　气象数据具体采集和处理方法

观测指标	数据采集和处理方法
气温、露点温度	气温和露点温度采用 HMP45D 温度传感器观测。每 10 s 采测 1 个温度值，每分钟采测 6 个温度值，去除一个最大值和一个最小值后取平均值，作为每分钟的温度值存储。正点时采测 00 min 的温度值作为正点数据存储。观测层次：距地面 1.5 m。
相对湿度	相对湿度采用 HMP45D 温度传感器观测。每 10 s 采测 1 个湿度值，每分钟采测 6 个湿度值，去除 1 个最大值和 1 个最小值后取平均值，作为每分钟的湿度值存储。正点时采测 00 min 的湿度值作为正

观测指标	数据采集和处理方法
	点数据存储。观测层次：距地面 1.5 m。
降水	降水采用 RG13H 型雨量计观测降水，每分钟计算出 1 min 降水量，正点时计算、存储 1 h 的累积降水量，每日 20 时存储每日累积降水。观测层次：距地面 70 cm。
气压	气压采用 DPA501 数字气压表观测，每 10 s 采测 1 个气压值，每分钟采测 6 个气压值，去除一个最大值和一个最小值后取平均值，作为每分钟的气压值，正点时采测 00 min 的气压值作为正点数据存储。观测层次：距地面小于 1 m。
10 min 平均风速月平均	风速风向采用 WAA151 或者 WAC151 风速传感器观测，每秒采测 1 次风速数据，以 1 s 为步长求 3 s 滑动平均值，以 3 s 为步长求 1 min 滑动平均风速，然后以 1 min 为步长求 10 min 滑动平均风速。正点时存储 00 min 的 10 min 平均风速值。观测层次：10 m 风杆。
地面温度月平均	地温采用 QMT110 地温传感器采集。每 10 s 采测 1 次地表温度值，每分钟采测 6 次，去除 1 个最大值和 1 个最小值后取平均值，作为每分钟的地表温度值存储。正点时采测 00 min 的地表温度值作为正点数据存储。观测层次：地表向下 0、5、10、15、20、40、60、100 cm 处。
太阳辐射	太阳辐射采用 MAWS110 系统采集数据。每 10 s 采测 1 次，每分钟采测 6 次辐照度（瞬时值），去除一个最大值和 1 个最小值后取平均值。正点（地方平均太阳时）00 min 采集存储辐照度，同时计存储曝辐量（累积值）。观测层次：距地面 1.5 m 处。

2 数据样本描述

2.1 数据库结构

本数据集由 17 部分数据表组成，分别为：

1. 气温表：本表包括年份、月份、日平均值月平均、日最大值月平均、日最小值月平均、月极大值、极大值日期、月极小值、极小值日期。

2. 露点温度表，本表包括年份、月份、日平均值月平均、日最大值月平均、日最小值月平均、月极大值、极大值日期、月极小值、极小值日期。

3. 相对湿度表：本表包括年份、月份、日平均值月平均、日最小值月平均、月极小值、极小值日期。

4. 降水表：本表包括年份、月份、月合计值、月小时降水极大值、极大值日期。

5. 气压表：本表包括年份、月份、日平均值月平均、日最大值月平均、日最小值月平均、月极大值、极大值日期、月极小值、极小值日期。

6. 水汽压表：本表包括年份、月份、日平均值月平均、月极大值、极大值日期、月极小值、极小值日期。

7. 海平面气压表：本表包括年份、月份、日平均值月平均、日最大值月平均、日最小值月平均、月极大值、极大值日期、月极小值、极小值日期。

8. 10 min 平均风速月平均表：本表包括年份、月份、月平均风速、月最多风向、最大风速、最大风风向、最大风出现日期。

9–16. 地表温度月平均表、5 cm 土壤温度月平均表、10 cm 土壤温度月平均表、15 cm 土壤温度月平均表、20 cm 土壤温度月平均表、40 cm 土壤温度月平均表、60 cm 土壤温度月平均表、100

cm 土壤温度月平均表。该类表包括年份、月份、日平均值月平均、月极大值、极大值日期、月极小值、极小值日期。

17. 太阳辐射表：本表包括年份、月份、总辐射月合计值、反射辐射月合计值、紫外辐射月合计值、净辐射月合计值、光合有效辐射月合计值、Ht 月合计、日照小时数月合计值、日照分钟数月合计值。

2.2 数据缺失情况

由于电压不稳定或其他不明原因导致的出现乱码或提取其他日期数据和气象辐射数据行颠倒会缺失部分数据，有时也会因老鼠咬坏传输线而缺失数据。尽管如此，海伦站气象数据完整率仍在 99%以上。

3 数据质量控制和评估

海伦站气象数据管理由气象监测支撑岗和数据库管理岗两个岗位共同负责，两者在数据管理及备份上交叉协作，共同对海伦站大气监测数据及原始数据进行保存和备份。气象监测岗位负责人每年度进行年报表的整理及计算，并负责该站自动数据原始资料、纸质资料、报表资料的保管归案工作。数据库负责人对原始数据及报表数据进行入库和备份，保证数据真实可靠。

气象监测岗位负责人经常对比自动监测结果和人工监测数据是否吻合，同时结合中央气象台天气预报结果进行对比。定期对传感器以及线路检查，具体包括：检查风传感器是否转动自如，根据经验判断风速数据是否和实际情况吻合。每天将自动站下载的 log 文件进行检验，查看数据是否正常，传感器是否出现故障，检查电缆线是否正常，发现问题即时维修。对温湿传感器进行检查。辐射传感器擦拭透光外罩，尤其是在冬天。夏季经常查看干燥剂，大风过后检查水平是否有变化。感雨器雨量桶定期清洁。同时根据数据来判断一些无法通过外观检查到的传感器的工作状态，如压力传感器、地温传感器，确保提交给 CERN 大气分中心的数据真实、准确、可靠。气象数据具体质量控制和评估方法见表 2。

表 2　气象数据具体质量控制和评估方法

观测指标	数据质量控制和评估方法
气温、露点温度	（1）超出气候学界限值域−80～60℃的数据为错误数据；（2）1 min 内允许的最大变化值为 3℃，1 h 内变化幅度的最小值为 0.1℃；（3）定时气温大于等于日最低地温且小于等于日最高气温；（4）气温大于等于露点温度；（5）24 小时气温变化范围小于 50℃；（6）利用与台站下垫面及周围环境相似的一个或多个邻近站观测数据计算本站气温值，比较台站观测值和计算值，如果超出阈值即认为观测数据可疑；（7）某一定时气温缺测时，用前、后两定时数据内插求得，按正常数据统计，若连续两个或以上定时数据缺测时，不能内插，仍按缺测处理；（8）一日中若 24 次定时观测记录有缺测时，该日按照 02、08、14、20 时 4 次定时记录做日平均；若 4 次定时记录缺测一次或以上，但该日各定时记录缺测 5 次或以下时，按实有记录作日统计；缺测 6 次或以上时，不做日平均。
相对湿度	（1）相对湿度介于 0–100%之间；（2）定时相对湿度大于等于日最小相对湿度；（3）干球温度大于等于湿球温度（结冰期除外）；（4）某一定时相对湿度缺测时，用前、后两定时数据内插

观测指标	数据质量控制和评估方法
	求得，按正常数据统计，若连续两个或以上定时数据缺测时，不能内插，仍按缺测处理；（5）一日中若 24 次定时观测记录有缺测时，该日按照 02、08、14、20 时 4 次定时记录做日平均；若 4 次定时记录缺测一次或以上，但该日各定时记录缺测 5 次或以下时，按实有记录作日统计；缺测 6 次或以上时，不做日平均。
降水	（1）降雨强度超出气候学界限值域 0–400 mm/min 的数据为错误数据；（2）降水量大于 0.0 mm 或者微量时，应有降水或者雪暴天气现象；（3）一日中各时降水量缺测数小时但不是全天缺测时，按实有记录做日合计。全天缺测时，不做日合计，按缺测处理。
气压	（1）超出气候学界限值域 300–1100 hPa 的数据为错误数据；（2）所观测的气压不小于日最低气压且不大于日最高气压。海拔高度大于 0 m 时，台站气压小于海平面气压；海拔高度等于 0 m 时，台站气压等于海平面气压；海拔高度小于 0 m 时，台站气压大于海平面气压；（3）24 小时变压的绝对值小于 50 hPa；（4）1 min 内允许的最大变化值为 1.0 hPa，1 h 内变化幅度的最小值为 0.1 hPa；（5）某一定时气压缺测时，用前、后两定时数据内插求得，按正常数据统计，若连续两个或以上定时数据缺测时，不能内插，仍按缺测处理；（6）一日中若 24 次定时观测记录有缺测时，该日按照 02、08、14、20 时 4 次定时记录做日平均；若 4 次定时记录缺测一次或以上，但该日各定时记录缺测 5 次或以下时，按实有记录作日统计；缺测 6 次或以上时，不做日平均。
10 min 平均风速月平均	（1）超出气候学界限值域 0–75 m/s 的数据为错误数据；（2）10 min 平均风速小于最大风速；（3）一日中若 24 次定时观测记录有缺测时，该日按照 02、08、14、20 时 4 次定时记录做日平均；若 4 次定时记录缺测一次或以上，但该日各定时记录缺测 5 次或以下时，按实有记录作日统计；缺测 6 次或以上时，不做日平均。
地面温度月平均	（1）超出气候学界限值域–90～90℃的数据为错误数据；（2）1 min 内允许的最大变化值为 5℃，1 h 内变化幅度的最小值为 0.1 ℃；（3）定时观测地表温度大于等于日地表最低温度且小于等于日地表最高温度；（4）地表温度 24 小时变化范围小于 60℃；（5）某一定时地表温度缺测时，用前、后两定时数据内插求得，按正常数据统计，若连续两个或以上定时数据缺测时，不能内插，仍按缺测处理；（6）一日中若 24 次定时观测记录有缺测时，该日按照 02、08、14、20 时 4 次定时记录做日平均；若 4 次定时记录缺测一次或以上，但该日各定时记录缺测 5 次或以下时，按实有记录作日统计；缺测 6 次或以上时，不做日平均。
太阳辐射	（1）总辐射最大值不能超过气候学界限值 2000 W/m^2；（2）当前瞬时值与前一次值的差异小于最大变幅 800 W/m^2；（3）小时总辐射量大于等于小时净辐射、反射辐射和紫外辐射；除阴天、雨天和雪天外，总辐射一般在中午前后出现极大值；（4）小时总辐射累积值应小于同一地理位置大气层顶的辐射总量，小时总辐射累积值可以稍微大于同一地理位置在大气具有很大透过率和非常晴朗天空状态下的小时总辐射累积值，所有夜间观测的小时总辐射累积值小于 0 时用 0 代替；（5）辐射曝辐量缺测数小时但不是全天缺测时，按实有记录做日合计；全天缺测时，不做日合计。

4 数据价值

由于海伦站的主要研究对象是农田生态系统，所以利用海伦站长期观测的气象数据可作为农作

物种植区选址、播种期确定、农田水利措施以及防护林建设的参考，也可为全球气候变化提供依据。例如我们分析了 1985–2018 年的气温和 2004-2018 年的冻土数据，发现海伦站在全球气候变化背景下气温逐渐升高和最大冻土深度逐渐减小的趋势（图 1 和图 2）。本数据集只包括月尺度数据，今后我们将会继续报道日尺度数据，以期更好地支撑国民生产。

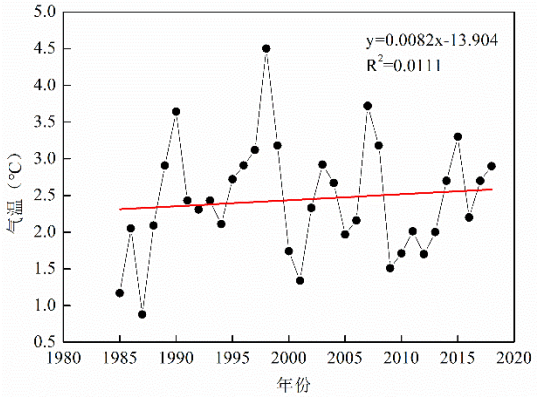


图 1　1985–2018 年海伦站年平均气温变化

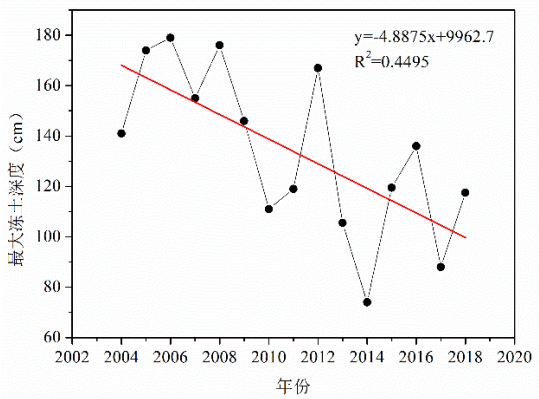


图 2　2004–2018 年海伦站最大冻土深度变化

致　谢

感谢中国生态网络（CERN）大气分中心领导和老师的指导和支持，尤其是刘广仁在数据质控方面的贡献；感谢中国科学院海伦农业生态实验站的宋春雨、王守宇和赵勤在数据采集和质控工作中的付出。

数据作者分工职责

李猛（1984—），男，黑龙江哈尔滨人，博士，工程师，研究方向为土壤碳氮循环和微生物多样性。主要承担工作：数据采集和处理、监测数据整合和质量控制。

胡波（1974—），男，云南人，博士，研究方向为大气辐射。主要承担工作：数据质量控制。

韩晓增（1957—），男，黑龙江哈尔滨人，本科，研究方向为土壤肥力与植物营养和农业生态。主要承担工作：数据质量评估。

李禄军（1982—），男，甘肃定西人，博士，研究员，研究方向为土壤肥力与碳氮循环、农业生态等。主要承担工作：数据质量评估和总体工作部署。

参考文献

[1]　LI M, HAN X Z, DU S L, et al. Profile stock of soil organic carbon and distribution in croplands of Northeast China[J]. Catena, 2019, 174: 285-292.

[2]　韩晓增, 邹文秀. 我国东北黑土地保护与肥力提升的成效建议[J]. 中国科学院刊，2018, 33(2): 206-212.

[3]　魏丹, 匡恩俊, 迟凤琴, 等. 东北黑土资源现状与保护策略[J]. 黑龙江农业科学, 2016. (1): 158-161.

[4]　唐利琴, 刘慧, 胡波, 等. 1961～2014 年中国光合有效辐射重构数据集[J/OL]. 中国科学数据,

2017, 2(3). DOI: 10. 11922/csdata. 170. 2017. 0135.

[5] 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): 35-44. DOI: 10. 11922/csdata. 170. 2016. 0101.

[6] 刘慧, 唐利琴, 胡波, 等. 2005～2015 年 CERN 光合有效辐射数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2017, 2(1): 1-10. DOI: 10. 11922/csdata. 170. 2016. 0100.

论文引用格式

李猛, 胡波, 韩晓增, 李禄军. 2009–2018 年中国科学院海伦农业生态实验站气象数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2020, 5(1). (2020-03-14). DOI: 10.11922/csdata.2019.0034.zh.

数据引用格式

李猛, 胡波, 韩晓增, 李禄军. 2009–2018 年中国科学院海伦农业生态实验站气象数据集[DB/OL]. Science Data Bank, 2019. (2019-08-30). DOI: 10.11922/sciencedb.821.

A meteorological dataset observed by Hailun Agroecosystem Experimental Station, China Academic of Science (2009 – 2018)

Li Meng[1,2], Hu Bo[3], Han Xianzeng[1,2], Li Lujun[1,2*]

1. Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Science, Harbin 150081, P. R. China

2. Hailun Agroecosystem Experimental Station, Chinese Academy of Science, Hailun 152300, P. R. China

3. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Science, Beijing 100029, P. R. China

*Email: lilujun@iga.ac.cn

Abstract: Meteorological observation data serve as the basis of weather forecast and early warning, climate prediction as well as scientific research, which can be rated as the original force to promote the development of meteorological science. As a national long–term positioning research station, Hailun Agricultural Ecology Experimental Station, Chinese Academy of Sciences is part of China Ecosystem Research Network (CERN) and represents the farmland ecosystem in the black soil area of the Northeast China. The black soil area in which Hailun Station located (at longitude 126°55'12", latitude 47°27'14") is one of the four black soil areas in the world. However, public report of the multi-meteorological data of Hailun Station is still limited to individual meteorological elements until now, the whole meteorological elements of Hailun Station according to the time series had not been published. Based on the original data collected by VAISALA automatic observation system of Hailun Station Meteorological Observation Field and after data processing, quality control and evaluation, this dataset takes the month as the scale to collate 10-year meteorological data published from 2009 to 2018 in 17 tables (116 KB), including temperature, dew point temperature, relative

humidity, precipitation, air pressure, water vapor pressure, sea level pressure, 10 min monthly average wind speed, soil surface temperature, 5 cm monthly average soil temperature, 10 cm soil monthly average temperature, 15 cm monthly average soil temperature, 20 cm monthly average soil temperature, 40 cm monthly average soil temperature, 60 cm monthly average soil temperature, 100 cm monthly average soil temperature and solar radiation. It is aimed to provide basic support for the development of national economy, especially local agricultural production activities.

Keywords: black soil; farmland ecosystem; meteorological data; Hailun

Dataset Profile

Title	A meteorological dataset observed by Hailun Agroecosystem Experimental Station, China Academic of Science (2009 – 2018)
Data corresponding author	Li Meng, Hu Bo, Han Xiaozeng, Li Lujun
Data authors	Li Lujun (lilujun@iga.ac.cn)
Time range	2009 – 2018
Geographical scope	Hailun Agroecosystem Experimental Station, Chinese Ecosystem Research Network; National Field Observation and Research Station of Agroecosystem in Hailun, Chinese Academy of Science, located in Hailun City, Suihua City, Heilongjiang Province, China. Geographical location: 126°55'12"E, 47°27'14"N. This dataset is based on the original data collected by Hailun Station Meteorological Observation Field.
Data volume	116 KB
Data format	*.xlsx
Data service system	<http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/821>
Sources of funding	Supported by Chinese Ecosystem Research Network of Chinese Academy of Sciences and National Ecosystem Research Network of China, Ministry of Science and Technology.
Dataset composition	The dataset consists of the following 17 tables: temperature, dew point temperature, relative humidity, precipitation, air pressure, water vapor pressure, sea level pressure, 10 min average monthly wind speed, soil surface temperature, 5 cm monthly average soil temperature, 10 cm soil monthly average temperature, 15 cm monthly average soil temperature, 20 cm monthly average soil temperature, 40 cm monthly average soil temperature, 60 cm monthly average soil temperature, 100 cm monthly average soil temperature and solar radiation.