

# 长兴站人工与自动日照观测的对比分析

陆文涛<sup>1</sup>, 陶威<sup>2\*</sup>, 卢娟<sup>1</sup>, 魏丽华<sup>1</sup>, 童师<sup>1</sup>

<sup>1</sup>长兴县气象局, 浙江 长兴

<sup>2</sup>湖州市气象局, 浙江 湖州

收稿日期: 2023年3月14日; 录用日期: 2023年4月28日; 发布日期: 2023年5月8日

## 摘要

本文通过长兴国家站日照平行观测数据, 对人工观测与自动观测的数据一致性进行统计、分析资料序列差异及出现原因。通过对比分析发现, 暗筒式日照计记录的日照时数明显比FS-RZ1型光电式数字日照计多, 光电式日照传感器观测灵敏度高, 对早、晚日照的临界值和低日照天气的处理更准确; 暗筒式日照计受人为影响明显, 真实性差。日照自动观测对日出、日落的日照临界值记录准确, 但是人工观测往往忽略了日照有无频繁转换时的变化细节, 导致数据失真偏大。

## 关键词

日照观测, FS-RZ1日照传感器, 平行观测, 数据对比

# A Comparative Analysis of Manual and Automatic Sunshine Observation at Changxing Station

Wentao Lu<sup>1</sup>, Wei Tao<sup>2\*</sup>, Juan Lu<sup>1</sup>, Lihua Wei<sup>1</sup>, Shi Tong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Changxing Meteorological Bureau, Changxing Zhejiang

<sup>2</sup>Huzhou Meteorological Bureau, Huzhou Zhejiang

Received: Mar. 14<sup>th</sup>, 2023; accepted: Apr. 28<sup>th</sup>, 2023; published: May 8<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

This paper uses the parallel observation data of sunshine at Changxing National Station to make statistics on the data consistency between manual observation and automatic observation, and analyze the differences in data sequences and the reasons for their occurrence. Through comparative analysis,

\*通讯作者。

sis, the results show the number of sunshine hours recorded by the cylindrical sunshine meter is significantly higher than that of the FS-RZ1 photoelectric digital sunshine meter; the FS-RZ1 photoelectric digital sunshine has high observation sensitivity; thresholds of sunshine hours recorded by it at sunrise and sunset and low-sun weather are processed more accurately; the observation data from the cylindrical sunshine meter is obviously affected by human influence and its authenticity is poor. The automatic sunshine observation records the sunshine critical value of sunrise and sunset accurately, but the manual observation often ignores the details of changes in the sunshine with or without frequent transitions, resulting in large data distortion.

## Keywords

Sunshine Observation, FS-RZ1 Sunshine Sensor, Parallel Observation, Data Comparison

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

日照是指太阳在一地实际照射的时数,日照时数时太阳直接辐照度达到或超过  $120 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  的时间总和[1]。一个地区的日照受天气系统和空气质量影响,对地区的天气气候有非常敏感的作用,尤其是对当地的工农业生产有直接的影响。特别是在当前气候异常、灾害性天气频发的环境下,日照时数作为农业气候的研究非常有价值。在农业气象中,直接决定了农业生产的效益和农事活动的开展。长兴县是浙江北门户,北部和西部与江苏和安徽接壤,且位于太湖西南岸。长兴的东部为水乡平原,农业以果蔬种植和养殖业为主,西部为丘陵地形,以茶叶种植为主,太阳辐射对农业生产有很大的影响,如 2018~2019 年冬季至次年春季的连续多阴雨寡照天气、2020 年超长梅雨,给当地的农业生产带来了严重的影响,因此对日照时数观测的准确性将影响农业气象服务的质量和效益。

随着气象观测业务自动化的大力推行,中国地面气象观测已实现了压、温、湿、风、降水、地温等基本要素的自动观测。自动化的观测手段大大提高了观测资料的精度和密度。日照作为地面气象观测基本要素之一,目前,国内气象部门大部分地区都使用暗筒式日照计,仍需要人工涂药、换纸和画线记录,决定日照误差大小的主要因素就是日照纸感光的灵敏度。日照纸感光的灵敏度除与涂药配比直接相关外,还与药品保管、涂药方法、纸张质量有着一定的关系[2]。日照人工观测方式与现代化观测的发展要求不相匹配,目前日照观测已转为光电式日照传感器进行观测,吕文华等[3]通过对 3 种光电式自动日照计进行对比实验,分析得出,光电式自动日照计能够满足目前日照观测自动化和准确性的要求。但是,暗筒式日照计与自动日照仪数据的差异,两者之间的差异是不可避免的,近年来,气象行业各业务、科研、服务工作者对差异情况开展了各类研究,例如邱杰等[4],对湖州地区的 FS-RZ1 日照传感器跟人工观测数据的差异进行分析;谢智沛等[5]分析了黔南州的自动站与人工日照观测数据之间的差异;张少晨等[6]对西宁市日人工与自动日照时数资料进行统计分析。长兴国家观测站 2019 年 1 月~6 月开展日照人工与自动平行观测,对比分析两种观测方式获取的日照数据,对后续开展农业气象服务有着重要意义,有必要对两种日照数据进行对比分析。

## 2. 资料来源

长兴站位于浙江省长兴县城郊,海拔 25 米,于 2018 年 4 月安装了 FS-RZ1 日照传感器,用于测试

设备运行和数据对比分析,于2018年12月安装现用FS-RZ1日照传感器,日照自动观测的主设备,两者水平距离4 m,安装环境和传感器型号完全相同,观测数据可以相互替代。按照中国气象局观测司要求,于2019年1月~6月开展日照平行观测,但2018年4月已有自动观测日照数据,且2019年7月1日日照平行观测结束后,长兴站已停止暗筒式日照计的人工日照观测,故选取2018年5月1日~2019年6月30日14个月的平行观测资料,期间有人工日照观测数据和自动日照观测数据,分析数据的完整性、数据一致性。

人工观测使用暗筒式日照计,是利用太阳光通过仪器上的小孔射入筒内,用赤血盐、枸橼酸铁铵涂刷日照纸,使日照纸上留下感光迹线,每日在日落后换纸,依照感光迹线的长短,计算各时日照时数以及全天的日照时数。日照纸每6分钟为0.1小时日照。日照自动观测使用FS-RZ1型光电式数字日照计,是通过测量总辐射和散射辐射得到的太阳直接辐射辐照度,太阳直接辐射辐照度大于 $120\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ 为有日照,输出模拟式的日照电平信号,精确到分钟,最终计算小时、日累计日照时数。小时内,每累计6分钟有日照记录0.1小时,剩余分钟数超过3分钟也记录0.1小时日照。日照日累计时数最初3分钟有日照即记录为0.1小时日照,每累计6分钟有日照记录增加0.1小时日照。

在观测业务中人工观测日照采用的是真太阳时,自动观测采用的是北京时间。北京时间作为我国的标准时间,是东经 $120^\circ$ 的地方平均太阳时,长兴站的经度是 $119^\circ53'$ ,实际换算得到的地方平均太阳时比北京时间快1分53秒。真太阳时是地区实际观测太阳视圆面中心得到的,太阳视圆面中心连续两次上中天的时间间隔为一个真太阳日。真太阳时和地方平均太阳时的时差并非固定的,因为地球自转和公转轨迹是椭圆形的,这种时差也是有规律的。根据真太阳时和地方平均太阳时差表可以查每天的时差,再加长兴地方平均太阳时和北京时间的时差可得长兴地区真太阳时和北京时间的误差(北京时间上加减得到真太阳时),如1月1日减5分2秒,2月1日减15分37秒,3月1日减13分39秒……最大时差出现在2月10日减16分8秒。当时差在3分钟至9分钟时,日照小时数据会出现0.1小时的偏差,在9分钟至15分钟时,日照小时数据会出现0.2小时的偏差,以此类推,人工观测和自动观测的误差在0.3小时以内。文中视这个值为允许值,对两种数据的小时差异分析排除时差原因,仅对大于此值的差异进行分析。当需要具体分析分钟数据时,可以根据公式计算对应时间,进行对比分析。

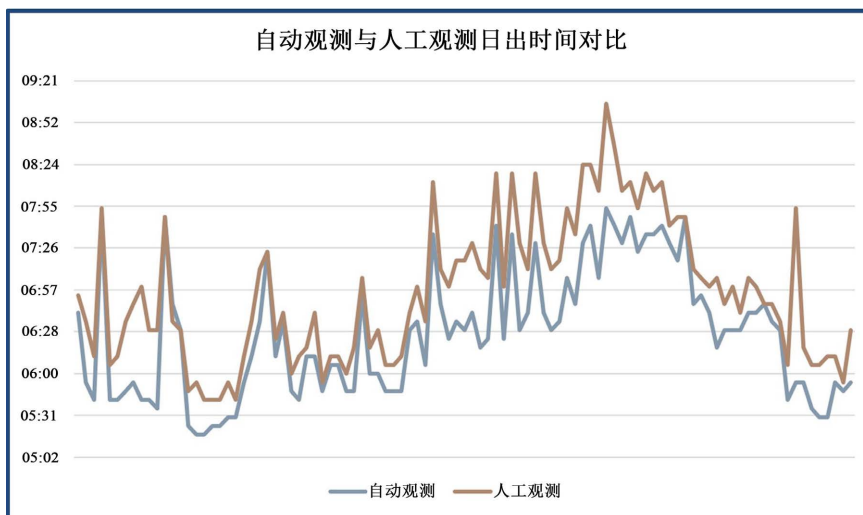
### 3. 统计与分析

文中选取2018年5月1日~2019年6月30日全部观测数据进行分析,共426天。由于长兴站时国家级观测站,长期进行探测环境保护,自动观测数据质量较高,数据完整率为100%。本文将FS-RZ1日照传感器的数据和人工观测数据按小时数据和日数据分别分析,均以分钟为单位。以下将光电式数字日照计观测称为自动观测,暗筒式日照计观测称为人工观测。数据统计分析如下:

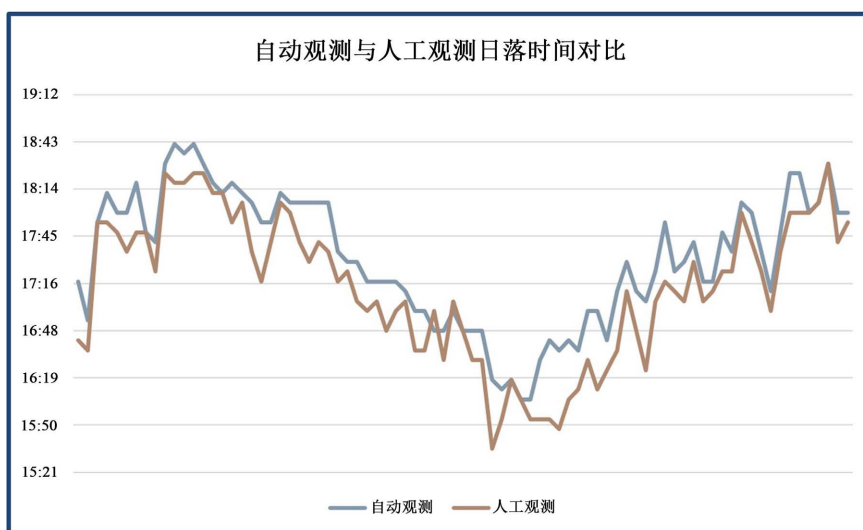
#### 3.1. 日照时数对比分析

2018年5月1日~2019年6月30日人工观测日照总时数为1814.4小时,自动观测日照总时数为1771.9小时。观测426天,日合计日照时数相同147天,其中135天无日照时数;自动观测大于人工观测148天,自动观测小于人工观测142天。

排除云及天气现象影响,剔除日出和日落受云和视程障碍天气现象影响天数,对比99天日出时间和81天日落时间,有93天自动观测比人工观测更早记录日出,平均每天多记录日照0.5小时,有70天自动观测比人工观测更晚记录日落,平均每天多记录日落三分之一小时。因为FS-RZ1型光电式数字日照计观测灵敏度高,对早、晚日照的临界值处理更准确。但按照上述结论,人工观测理应较自动观测的日照总时数偏少,见图1。



(a)



(b)

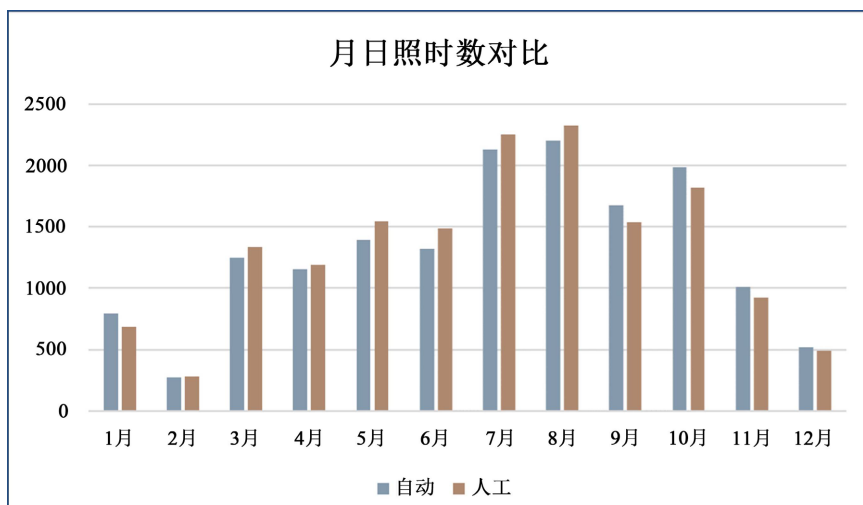
**Figure 1.** Comparison of sunrise and sunset time observed by automatic and manual observations at Changxing National Observatory from May 1, 2018 to June 30, 2019

**图 1.** 长兴国家观测站 2018 年 5 月 1 日~2019 年 6 月 30 日自动与人工观测日出日落时间对比

### 3.2. 月日照时数对比分析

将 2018 年 5 月 1 日~2019 年 6 月 30 日的数据按月再次统计, 如图所示。从图 2 中可以看出, 1 月份、9~12 月份自动观测数据均大于人工观测数据, 2 月份自动观测与人工观测基本持平, 3~8 月份人工观测数据均大于自动观测数据, 这是由于秋冬季阳光较弱, 由于暗筒式日照计日照纸感光敏感度低, 太阳直接辐射达到阈值, 人工日照纸上无明显迹线。2019 年 2 月由于连续阴雨寡照天气, 月日照数据偏少, 故没有反应出差距。具体分析两者每个月的差距变化情况, 发现 1 月、5 月、6 月、10 月差距均在 10% 以上, 4 月和 8 月差距最小, 在 5% 以下。

另外因为暗筒式日照计日照纸所用药品质量好坏, 以及涂药方法是否得当, 是造成该仪器测量误差的主要原因。光电式数字日照计能排除人为影响, 更好地保证观测记录质量。



**Figure 2.** Comparison of monthly sunshine hours observed by automatic and manual observation at Changxing National Observatory from May 1, 2018 to June 30, 2019

**图 2.** 长兴国家观测站 2018 年 5 月 1 日~2019 年 6 月 30 日自动与人工观测月日照时数对比

### 3.3. 低日照天气总日照时数

一般情况下, 由于大雾、轻雾或者霾视程障碍天气现象影响日照时数较少, 或由于云层遮挡造成日照时数较少, 称之为低日照天气。这种天气的光照强度对于自动与人工日照计均难以产生日照记录, 但在这样的天气中并不是一整天都没有日照, 当雾气消散或云层较薄时, 辐照度仍能达到或超过日照阈值。

根据统计, 以一天中正点 10 分钟能见度有 5 个时段小于 7500 米为低能见度日, 2018 年 5 月 1 日~2019 年 6 月 30 日, 共有 238 天为低能见度天。低能见度天中自动观测日照时数为 625.0 小时, 人工观测日照时数为 653.0 小时, 视程障碍天气现象发生时, 自动观测日照时数比人工观测少。

理论上, 由于日照传感器比暗筒式日照计灵敏度高, 所以更容易产生记录, 即在这种情况下自动站测得的日照时数要大于人工观测日照时数。通过非持续出现日照的小时(即小时日照小于 1.0)统计对比, 即分析日照临界值时日照时数的观测情况, 在统计时段内, 自动观测 668.9 小时, 人工观测 408.4 小时, 分别占总日照时数的 37.8%和 22.5%。然而低能见都天自动观测日照时数反而比人工观测少, 出现这种情况的原因, 可能是在日照有无频繁转换时, 自动观测会如实记录下来, 而人工观测到日照纸上出现迹线断点频繁的情况下, 不可避免地会将断点连上, 人为地增加了日照时数, 这也是自动观测记录日出日落时间多, 反而人工观测记录的总日照时数比自动观测多的重要原因。

另外, 暗筒式日照计日照纸所用药品质量好坏, 配药比例是否正确, 以及涂药方法是否得当, 是造成人工测量误差的主要原因。光电式数字日照计能排除上述人为影响, 在日照观测的真实性方面要明显优于人工观测。

## 4. 结语

地面观测自动化不断推进, 日照自动观测代替人工观测是趋势。通过对比分析发现:

1) 日照人工与自动观测的数值有着较强的相关性, 月际变化一致, 长兴观测站的日照观测人工记录的总日照时数比自动记录多。

2) 在低日照天气(云或视程障碍天气现象影响), 人工观测数据较自动观测往往偏大, 人工忽略了日照有无在频繁转换时的变化, 导致数据失真偏大, 是长兴站总日照时人工记录的比自动记录多的主要原因。

3) 通过对比日出日落时间, 可以看出 FS-RZ1 型光电式数字日照传感器观测灵敏度高, 对早、晚日照的临界值和低日照天气的处理更准确; 暗筒式日照计受人为影响明显, 真实性差。

## 基金项目

浙江省气象局预报员专项项目“FY-4A 和双偏振雷达在湖州冰雹过程中的应用”(2021YBY08)。

## 参考文献

- [1] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社, 2003: 81-84.
- [2] 高青芳, 范宜构, 陈雪芹. 暗筒式日照计常见误差分析[J]. 气象科技, 2009, 37(4): 511-512.
- [3] 吕文华, 崇伟, 丁蕾. 光电式自动日照计性能比对试验与分析[J]. 电子测量与仪器学报, 2015, 29(6): 928-933.
- [4] 邱杰, 胡景波, 俞旭枫, 陆文涛. 湖州地区 FS-RZ1 日照传感器试运行分析[J]. 仪器仪表用户, 2019, 26(3): 28-30.
- [5] 谢智沛, 吴曲琳, 田维薇. 黔南州 2019 年人工与自动站日照数据对比分析[J]. 中低纬山地气象, 2020, 44(6): 80-83.
- [6] 张少晨, 周文娟. 西宁市 DFC1 型光电式数字日照计和暗筒式日照计日照数据对比分析[J]. 青海科技, 2022(2): 97-100.