

日照计测量误差探讨

张纬敏 谭月香

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

提 要

通过对聚焦式日照计、暗筒式日照计与直射表测日照,进行对比观测与测试。得出聚焦式日照计阈值为 $120\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 左右, WMO 定为 IRSR (暂定标准日照计) 是正确的。暗筒式日照计记录比它偏少 5% 左右, 主要差在日出、日落时段, 基本满足业务使用。直射表做为检定日照阈值的标准器, 如用做日照的传感器, 必须克服其跟踪太阳的偏差, 否则准确度很难达到要求。

关键词: 日照 聚焦日照计 暗筒日照计 直射表

引 言

日照是地面观测的基本项目。地面气象观测规范(简称规范)把日照定义为“太阳在一地实际照射的时数”,以小时为单位,取一位小数。这种定义是不确定的,因为没有量的概念。世界气象组织(WMO)为了使全球日照时数测量网络均一化,1962 年建议以康培司托克式(campbell-stokes)日照计即聚焦式日照计做为“暂定标准日照计”(IRSR)。该仪器是利用太阳光经玻璃球聚焦后烧灼日照纸测定日照时数。但不同台站试验结果表明:烧灼日照纸的阈值辐照度在 $70 \sim 280\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 范围变化。进一步研究以法国使用的 IRSR 其平均值为 $120\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 并允许 $\pm 20\%$ 误差做为阈值标准。1991 年 WMO 的仪器与观测方法委员会第八次会议上(CIMO-VIII)通过建议:在一给定时间内日照时数被定义为“太阳直射辐照度超过 $120\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 的那段时间总和”。

我国绝大多数台站使用的乔唐(Jordan)日照计也称暗筒式日照计。该仪器是利用太阳光通过仪器上的小孔射入筒内,使涂有感光药剂的日照纸上留下感光迹线。只有少数高纬度台站使用聚焦式日照计。WMO 1983 年出版的“气象仪器和观测方法指南”(第五版)没有把暗筒式日照计列入日照测量仪器,也就是不承认它做为日照仪器。因此我国长期使用的暗筒式日照计观测的资料,其准确

度如何?是否还可以继续使用?今后遥测日照计使用太阳直接辐射表(简称直射表)做为传感器,其性能如何?是本文探讨的内容。

1 三种日照计的对比试验与资料分析

1.1 聚焦式与暗筒式日照计阈值的测定

试验以美国 EPPLEY 生产的 NIP 自动跟踪的直射表为标准。检查聚焦式与暗筒式日照计开始出现日照记录时的太阳直接辐照度。试验地点在中国气象科学院大气探测所平台。多次测试结果均相近,选出晴天、地平线混浊各二组见图 1a、b。

从图中看出:晴天聚焦式日照计阈值(开始烧灼)从 $120 \sim 160\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 范围变化。暗筒式日照计阈值为 $270 \sim 300\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 范围才有感光迹线。日照记录比聚焦式偏少 0.2~0.3 时。地平线混浊时聚焦式阈值(开始就明显烧灼)为 $120\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 左右。暗筒日照纸要到 $130 \sim 145\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 左右才出现感光迹线,即日照也比聚焦式少 0.2 时。试验证明聚焦式日照计阈值 $120\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 左右定为 IRSR 是恰当的。

1.2 三种日照计对比观测试验

为了解三种日照计的性能及其准确度,在中国气象科学院大气探测所平台安有美国 NIP 直射表(测日照)、聚焦式与暗筒式日照计。同时在北京市观象台平台上安有国产直射表与暗筒式日照计。二地直线距离约 2km。三种类型 5 个日照计从 1995 年 5~12

月,经过夏、秋、冬3个季节的对比试验(见表1)。试验严格按“规范”执行,暗筒式日照计药

品与涂药都很标准。为保证直射表跟踪准确,每天上下午对光点至少1次。

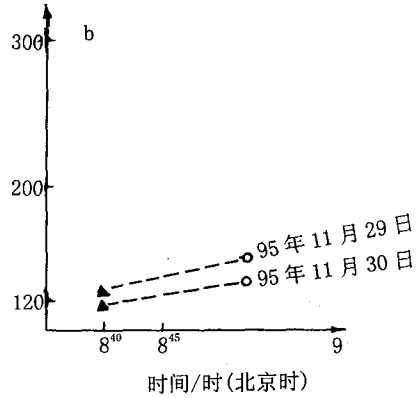
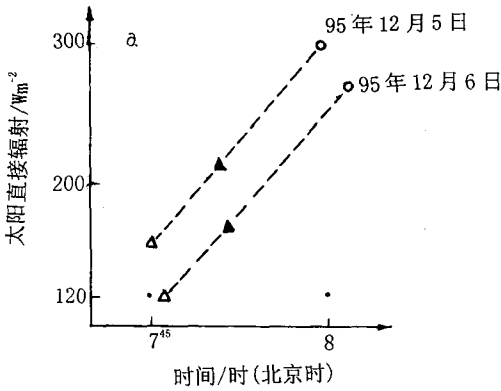


图1 晴天(a)和地平线混浊天气(b)时聚焦式、暗筒式日照计阈值试验

△:聚焦式日照纸开始烧灼;▲:聚焦式日照纸烧灼明显;○:暗筒式日照纸开始感光

表1 5个日照计月平均资料/小时

月份/月	聚焦式	暗筒式	暗筒式	美国直射表	直射表	时间/天
5	12.0	11.7	11.8	11.5	11.2	7
6	6.3	5.6	6.1	5.1	5.5	30
7	7.5	6.1	6.2	5.8	5.6	31
8	5.4	5.2	5.7	5.6	4.5	30
9	6.0	5.8	5.8	5.7	5.4	30
10	8.5	8.3	8.2	7.9	8.0	17
11	7.9	7.6	7.6	7.8	-	29
12	6.9	6.3	6.4	6.9	6.6	31
合计	60.6	56.6	57.8	56.3	(46.8)	205
平均	7.6	7.1	7.2	7.0	(6.7)	-
相对误差/%	0.0	-4.6	-4.6	-7.1	(-11.2)	-
观测地点	大气所	大气所	北京台	大气所	北京台	-

表1中,两地暗筒式日照计资料很接近,说明试验是可靠的。以聚焦式作为 IRSR,暗筒式资料比它偏少0.4~0.5时(相对误差为-4.6%~6.6%)。直射表资料则比聚焦式偏少多达0.6~1.0小时(相对误差为-7.1%~-11.2%)。

此外,从代表夏(6月)、秋(9月)、冬(12月)季日照资料中,按日出后、日落前与其他3个时段,分别算出各时差值 Δ (Δ =聚焦-暗筒)的月平均,同时整理出 $\Delta > 0.1$ 时的次数及其占全月的百分比(%)列入表2。

表2 3个时段 Δ (聚焦式-暗筒式)的月平均(小时)与 $\Delta > 0.1$ 的次数

季节	6月(夏)	9月(秋)	12月(冬)
日出后	0.1	0.0	0.2
日落前	0.3	0.2	0.3
其他时段	0.05	0.0	0.0
$\Delta > 0.1$ /次	38	15	31
百分数/%	7.7	3.6	10.3

2 三种日照计误差的探讨

2.1 聚焦式与暗筒式日照计的误差

上述阈值测试聚焦日照计为 $120W \cdot m^{-2}$ 左右与WMO规定 IRSR基本相符。暗筒式日照计阈值均比聚焦日照计大($130 \sim 300W \cdot m^{-2}$),感光时间延迟,使记录偏少0.2~0.3小时。这种偏少从表1进一步得到证实:8个月平均暗筒式比与聚焦日照计记录偏少0.4~0.5时,其中偏少的记录主要发生在日出后与日落前时段,约为0~0.3时。其他时段基本不差(见表2)。

此外,这两种仪器观测到的日照时数误差,还受仪器性能、操作方法、天气条件、日照纸与所用药品质量等因素影响,这些影响甚至超过阈值的差异。暗筒日照纸所用的药品柠檬酸铁氨与赤血盐质量好坏,以及涂药方法是否得当,是影响该仪器准确度的主要原因。

高纬度夏季日出很早、日落很晚。我国最北地区真太阳3时后就日出,21时前才日

落,日照时数长达18小时,暗筒式日照计由于安装固定,二个进光孔无法随太阳的方位转动,使得日出后、日落前一段时间太阳光射不进光孔。聚焦日照计(极地型)由于玻璃球可以转动,就避免了这种误差,因此40°N以北的台站,如果使用暗筒式日照计使得日照记录更加偏少。

综上所述,暗筒式日照计只要严格按“规范”操作,其资料的误差约为5%左右,合乎同类气象要素如总辐射的准确度要求,可以满足业务需求。但按WMO对日照任一小时内为0.1小时的要求,从表2看到:6、9、12三个月分别有38次(7.7%)、15次(3.6%)与31次(10.3%)大于0.1小时,达不到此要求。实际上WMO这种规定是不合理的,对于日照要素要求太高,按此标准,较好的日照仪器也难达到。

聚焦式日照计记录受日照纸好坏与天气条件影响甚大。有的日照纸在太阳或蔽或露的多云天气,使日照纸烧灼的焦痕往往比实际日照时数偏多。阴雨天日照纸受潮使焦痕显不出来造成记录偏少。表2显示:日出后的记录均比日落前偏少0.1~0.2小时,就是由于夜间或早晨雨、露、霜等使日照纸受潮造成的。由于种种原因也经常观测到,暗筒式日照计比聚焦式日照计记录偏多现象。

2.2 直射表测量日照的误差

WMO把太阳直射 $120\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 辐照度

定为日照阈值,因此用直射表做为日照检定仪器是准确的。如把它定为台站日照测量仪器,还决定于直射表自动跟踪太阳装置是否精确。实践证明:直射表成年累月在露天条件下转动,很难达到跟踪太阳完全精确这个要求。表1中用直射表观测日照时数,8个月平均相对误差大到-7.1%~-11.2%,甚至用美国较精确的NIP直射表观测的日照还不如暗筒式日照计准确(偏少0.1~0.2)。这表明直射表跟踪不准造成的误差,要比暗筒式日照计阈值不准造成的误差还来得大。这是表1直射表日照时数偏少的主要原因。我们还统计15个辐射1级站多年用直射表观测日照时数的资料,发现直射表均比暗筒式日照计偏少0.4小时(0.3~1.3小时)左右,进一步证实上述结论的正确。

3 结论

综上所述,影响日照时数准确度的因素是错综复杂的。从日照定义的阈值要求,直射表最准,聚焦式次之,暗筒式日照计较差。按实际观测的日照时数,聚焦式日照计较准,暗筒式次之,直射表较差。我国多数气象台站使用的暗筒式日照计,只要严格按“规范”操作,其资料的准确度基本满足要求。但聚焦式与暗筒式日照计均无法成为今后遥测仪器的日照传感器。如若直射表用做遥测日照计的传感器,必须提高跟踪太阳装置的精确度,否则,它观测的资料还不如暗筒式日照计准确。

Approach Error of Sunshine Recorder

Zhang Weimin Tan Yuexiang

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Abstract

By comparing the test between Campbell-Stokes, Jordan sunshine recorder and pyrhelimeter, the threshold value of Campbell-Stokes sunshine recorder is $120\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ or so. IRSR which is defined by WMO is right. The record of Jordan is 5% less than that of Campbell-Stokes and most of this error appear at sunrise or sunset. In the main, Jordan is suitable for routine observations. Pyrhelimeter can be used as standard of threshold value. If the deviation of tracking sun is overcome, it can be used as a sunshine sensor, or the accuracy is hard to meet the demands.

Key Words: sunshine Campbell-Stokes sunshine recorder Jordan sunshine recorder pyrhelimeter