

红外太阳塔抚仙湖老鹰地选址

楼 柯 刘 忠 张瑞龙 卢汝为 吴铭蟾

(中国科学院云南天文台 昆明 650011)

(中国科学院国家天文台 北京 100012)

摘 要

介绍红外太阳塔抚仙湖老鹰地选址点的初步观测结果以及白日视宁度监测仪——“太阳差分像运动监测仪和闪烁仪的原理结构及用这两套仪器在抚仙湖老鹰地红外太阳塔选址点进行的对比观测实验。

关键词 天文选址 — 视宁度 — 水汽 — 闪烁

分类号 P111.41

1 引 言

1999 年 9 月, 红外太阳塔选址开始正式在抚仙湖老鹰地地址点观测。该址点配备了一台我组研制的太阳差分像运动视宁度监测仪 (Solar Differential Image Motion Monitor, 简称 SDIMM)^[1,2] 以及水汽测量仪、风速风向自动记录仪、湿度自动记录仪和温度自动记录仪等设备。同年 11 月美国国立太阳天文台 J.Beckers 教授携带太阳闪烁仪 (SCINTILLOMETER)^[4] 到老鹰地进行了为期两周的对比观测和后续研究, 中美双方对白日视宁度测量的原理、湖泊和山地白日视宁度的异同以及抚仙湖东北岸的视宁度状况等进行的联合研究, 取得了一些初步研究结果。

2 抚仙湖老鹰地选址初步结果简述

2.1 老鹰地地址点及抚仙湖基本情况

红外太阳塔抚仙湖老鹰地地址点在昆明市东南约 60km 的抚仙湖东北岸, 呈半岛状, 位于东经 $102^{\circ}57'11''$; 北纬 $24^{\circ}34'47''$ 。抚仙湖在东经 $102^{\circ}49' \sim 102^{\circ}57'26''$ 、北纬 $24^{\circ}21'28'' \sim 24^{\circ}38'$ 之间, 为我国第二深水湖。湖面海拔 1712m, 面积 211km^2 , 容积 189 亿 m^3 , 平均

水深 89.6m，最大水深 155m，最大湖宽 11.5km，最大湖长 31.5km，年日照时 > 2200h，常年约有 68% 的风从湖面吹来并掠过址点，平均风速 < 6m/s，湖面年均积分水汽 11mm。

2.2 年平均视宁度参数 r_0 和水汽

对 1999 年 9 月 1 日至 2000 年 9 月 20 日一年余的 SDIMM 观测资进行初步分析，结果如图 1、图 2、图 3、图 4 所示。图 1 为 r_0 年分布图，上部曲线为已归算至天顶的 r_0 值，下方的曲线是未归算至天顶的值，可以看出一年之中，一月中旬 r_0 值较低，而七月初 r_0 值最好。图 2 为年平均 r_0 的周日变化示意图，可见在老鹰地址点整个可观测时段内 r_0 值较均衡，下午 r_0 值略好于上午而正午时分 r_0 值却稍低(上部曲线为已归算至天顶的年平均 r_0 值，下方曲线未归算至天顶)。图 3 为各个量级 r_0 出现频率的统计(均已归算至天顶)，不难看出在老鹰地址点 r_0 值约为 10cm 者出现频率最高，其次分别约为 9cm、11cm、12cm……， r_0 超过 12.5cm 至约 16cm 的出现频率也较高。图 4 为各月 r_0 均值和当月观测次数(%) 的比较直方图。

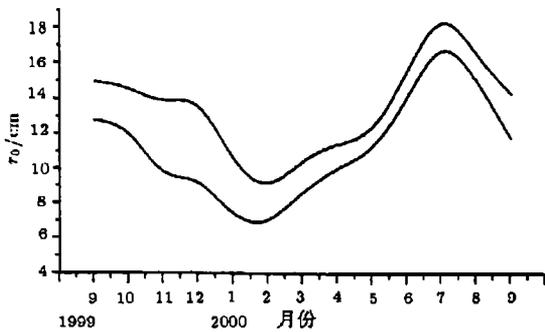


图 1 r_0 在一年中的分布图

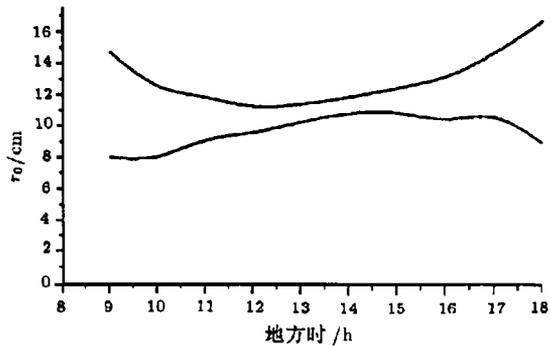


图 2 r_0 周日变化图 (年均)

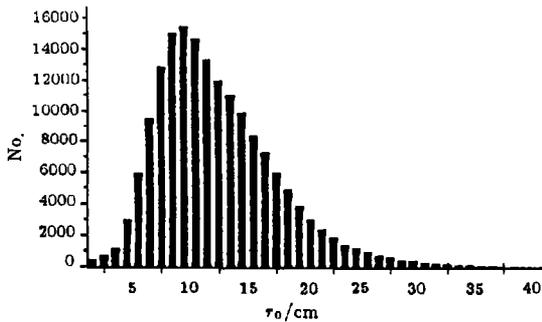


图 3 r_0 数值出现频率统计图

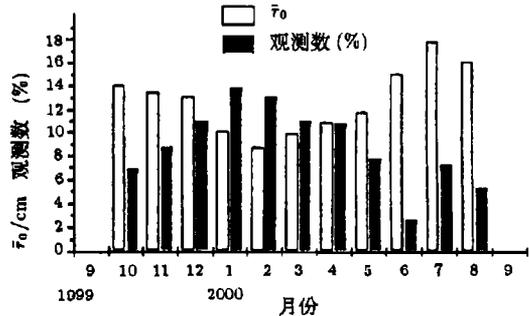


图 4 r_0 月均值与观测次数比较图

图 5 是老鹰地址点的年平均水汽曲线，每年的 11 月至第二年的 4 月大气水汽平均低于 1.0cm，最干燥的时段在 1 月和 3 月，仅有 0.5cm；水汽的最大峰值约出现在 7 月中旬约为 2.5cm。该址点属中亚热带高原季风型气候，每年各半年干季和湿季是水汽年分布的主要影响因素。该址点的年积分水汽平均为 11mm。

根据以上观测结果可以确定抚仙湖老鹰地是个白日视宁度较好且水汽不太高的红外太阳塔候选址点。对于大气积分水汽随干季和湿季的波动这一特点，可在不同的季节安

排不同的观测研究内容。例如，在 10 月至 4 月水汽较小的干燥时段宜作红外波段的观测；而在 r_0 较好同时水汽较大的季节宜作可见光波段的观测。

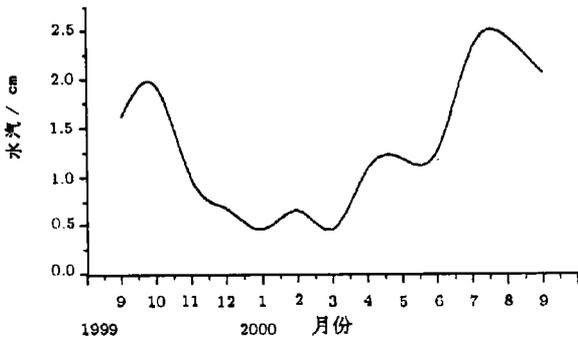


图 5 积分水汽年分布图

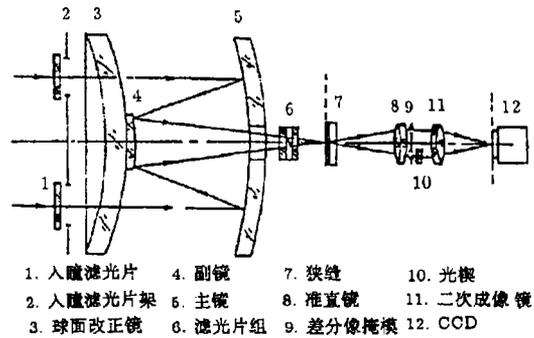


图 6 SDIMM 示意图

3 SDIMM 和 SCINTILLOMETER 原理及仪器简介

3.1 SDIMM

SDIMM 是一个波前分割系统 (图 6)，从一次像面上的沿东西方向分布的狭缝取下太阳的边缘像运动信息，由于形成两个二次狭缝像的波前经过了不同的大气光程，太阳边缘像运动就会有所不同。SDIMM 测量的是双像的相对运动，视宁度越好则双像运动的统计相关性越强，故它能准确灵敏地反映白日视宁度的状况，由风及其它原因造成的像运动被彻底排除。其敞开的工作方式有效地克服圆顶视宁度—DOME SEEING 的影响。 r_0 计算公式如下：

$$\sigma_i^2 = 2\lambda^2 r_0^{-\frac{5}{3}} \left[0.179D^{-\frac{1}{3}} - 0.0968d^{-\frac{1}{3}} \right] \tag{1}$$

其中 D 为子瞳口径， d 为子瞳分离量， σ^2 为双像的相对运动方差 [3]。

3.2 闪烁仪 (SCINTILLOMETER)

一般认为太阳的闪烁效应由于平滑而不易测量；美国国立太阳天文台的 Beckers 教授及其同事用一个简单的闪烁仪装置实现了太阳闪烁的测量，他们发现太阳的闪烁和视宁度有很好的相关关系 [4]，用闪烁仪可对近地面视宁度进行有效的估计。

$$\sigma_i^2 r_0^{\frac{5}{3}} \cos^{-\frac{1}{3}} \zeta = 1.65 \times 10^{-8} (h^{-\frac{1}{3}}) m^{\frac{5}{3}} \tag{2}$$

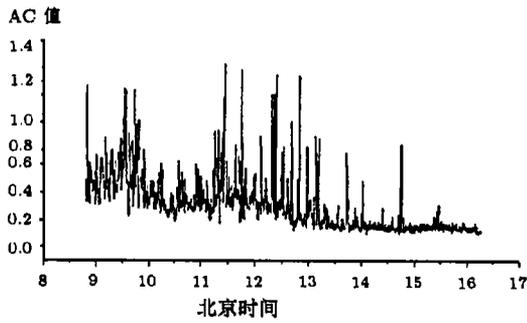


图 7 2000 年 5 月 14 日闪烁仪交流值

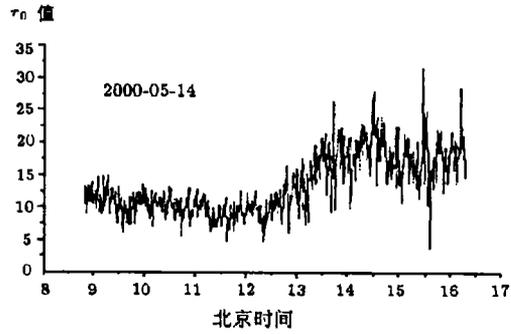


图 8 2000 年 5 月 14 日 SDIMM 视宁度值

4 结 束 语

通过一年余对抚仙湖老鹰地红外太阳塔址点的综合观测和用 SDIMM 与闪烁仪进行对比实测, 我们已取得了一批初步研究结果, 证实抚仙湖东北岸老鹰地址点具有非常好的近地面视宁度和较低的水汽值, 是一个优良的太阳观测址点。中美双方对有关白日视宁度的测量原理、湖泊和山地白日视宁度的异同以及抚仙湖东北岸的视宁度状况等问题也得到了一系列初步的研究结果, 这些研究结果正在整理发表中。

参 考 文 献

- 1 刘忠, 楼柯等. 云南天文台台刊, 2000, 4: 95
- 2 刘忠, 邱耀辉. 云南天文台台刊, 1997, 3: 75
- 3 Roddier F. In: Wolf E ed. Progress in Optics, Vol.XIX,1981:283
- 4 Beckers J M, Leon E, Mason J et al. Solar Physics, 1997, 176: 23

The Site Testing Data of DayTime Seeing and Vapor from Fuxian Lake

Lou Ke Liu Zhong Zhang Ruilong Lu Ruwei Wu Mingchan

(Yunnan Observatory, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650011)

(National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100012)

Abstract

The results of daytime site testing at Fuxian lake are reported. The structures of Solar Differential Image Motion Monitor and the Solar Scintillometer used at Fuxian Lake are described. Finally, the comparative results obtained from the above two instruments are also discussed in this paper.

Key words Site Testing—Seeing—Vapor—Scintillation