

120cm 近地天体望远镜选址

姚进生¹ 吴月珍¹ 姚大志^{1,2} 赵海斌^{1,2}
王 闵¹ 钱铜铃³ 岑学奋³ 谭徽松^{2,3}

(1. 中国科学院紫金山天文台 南京 210008)

(2. 中国科学院国家天文台 北京 100012)

(3. 中国科学院云南天文台 昆明 650011)

摘 要

介绍紫金山天文台 120cm 近地天体望远镜选址情况, 给出了选址点的夜天光亮度和大气视宁度、风向、风速、温度、夜温差和相对湿度等气象要素的观测结果。结果表明: 盱眙跑马山的天气气候条件满足 120cm 近地天体望远镜的要求。

关键词 天文选址 — 天光亮度 — 视宁度 — 气象观测 — 近地天体望远镜

分类号 P111.3

1 引 言

120cm 近地天体望远镜对观测站址的基本要求是: (1) 夜天光 V 星等不大于 20mag, 可满足对近地天体 (NEO) 和对地球有潜在威胁小行星 (PHA) 搜索观测的需要; (2) 年平均天文可观测夜数在 180d 以上; (3) 在江苏省境内, 符合院省合作项目的要求, 在观测站可预期的生存期内无工业和灯光污染, 交通、通讯、生活等基础设施的建设费用可以承受; (4) 视宁度好于 1"; (5) 有发展余地。

1998 年 1 月~1998 年 12 月, 选址组对苏皖两省有可能作为候选站址的 20 多个地方进行了调查和踏勘。在普查的基础上根据以上的基本要求筛选出江苏省赣榆县吴山观测站、盱眙县铁山寺跑马山和安徽省明光市抹山作为候选站址。1999 年 1~4 月, 邀请台内外专家多人到现场进行考察, 对以上三地的基本条件进行了更加深入细致的调研和分析比较。吴山观测站是紫金山天文台太阳精细结构望远镜观测基地, 理应成为首选站址。但该站主观测方向灯光影响明显。太阳精细结构望远镜位于吴山脚下, 近地天体探测望远镜则应安放在山顶, 水、电、路等基础设施仍难解决。此外, 山南坡还在开山放炮, 能见度差, 难以满足光学观测的要求。明光抹山和盱眙铁山寺同具有夜天光较弱, 晴

夜数较多, 地方政府支持解决基础设施建设, 山顶平坦开阔等优点。但抹山受到城市灯光影响明显。铁山寺位于苏皖边界国家森林公园保护区内, 最近居民点乡政府所在地在 14km 以外。按长远规划, 将发展为旅游观光区, 不兴建工业设施。现在山脚下建有小型度假村, 地方政府已郑重承诺, 紫台在此选址建站拟将对现有灯光进行管制; 今后在兴建新的旅游设施时将征求紫台同意, 切实保证天文观测资源, 特别是良好的夜天光条件不受破坏。

选址组列出了地形地貌、气象、基础设施、周边环境、人文生活等 46 个选址条件, 用模糊数学多层次综合评判法对各候选点进行了综合评价, 于 1999 年 4 月选定盱眙县铁山寺跑马山作为主要选址点, 进行严格的光学选址观测。

2 选址点一般情况

2.1 地理位置

跑马山的地理位置为: 东经 $118^{\circ}27'.9$, 北纬 $32^{\circ}44'.2$, 海拔 180.9m。跑马山地处苏皖两省边界南端的低山丘陵区, 属大别山余脉, 江淮丘陵的一部分。南靠安徽来安, 西邻安徽明光, 东南方向距离南京 120km。跑马山位于铁山寺国家森林公园保护区内, 森林覆盖面积 21km^2 。山下有一个水面面积 9.5km^2 的天泉湖。周围邻近没有居民点和工业设施, 没有烟尘污染, 山清水秀、生态环境良好。

2.2 地质地貌

跑马山在地质构造上位于女山——古城断陷带内^[1]。渐渐发育成了顶平坡陡的低山丘陵与平缓宽阔的谷地交错的地貌。山顶有平地数百亩, 中心区域有草地 50 余亩, 可供建站使用。盱眙地震局提供的资料表明, 最近 350yr 来未发生过 4 级以上的地震。

3 夜天光亮度测量

夜天光观测使用云南天文台 35cm 三孔较差视宁度监视仪和 CCD 系统。采用 242×378 像元的 TC245 芯片, 二极管电致冷和外循环水冷却, 以减少噪声, 提高信噪比。用复合方式, 像元尺寸为 $17 \times 19.7\mu\text{m}$, 配合缩焦器, 每个像元对应的天空张角为 $2.6 \times 3.0''$ 。资料以 Fits 格式存贮, 配备装有 IRAF 软件的 P III 600 的计算机, 实时处理观测资料。

用光电测光法于 4 月 28 日至 5 月 31 日期间共得到 17 组资料, 表 1 列出了夜天光亮度的最大值、最小值和平均值。今年是太阳活动峰年, 对测量夜天光亮度不利。观测表明^[2~4], 太阳活动极大年的夜天光比极小年亮 0.2mag。由此期望, 在太阳活动峰年过后, 选址点的夜天光会比目前更暗。

	mag/(") ²		
	最大值	最小值	平均值
V 星等	21.12	20.40	20.78
B 星等	21.76	21.11	21.38

4 天文可观测夜数及其它气象观测结果

4.1 天文可观测夜数

云量观测从 1999 年 5 月 1 日开始, 起初每天的观测时刻为 0^h 、 2^h 、 5^h 、 8^h 、 11^h 、 14^h 、 18^h 、 20^h 、 22^h 。从 1999 年 10 月 1 日后改为每晚 18h 到第二天早晨 5h, 每小时记录一次, 白天 8h 和 14h 各记录一次。

根据南方观测基地选址工作的实践^[5], 天文可观测夜的定义为: 天文可观测夜: 连续 3h 云量 ≤ 3 ; 全晴夜: 连续 6h 云量 ≤ 3 ; 无云测光夜: 连续 6h 云量为 0。1999 年 8 月~2000 年 7 月一年实测资料的统计结果为: 天文可观测夜 194d, 天文全晴夜 169d, 天文测光夜 119d, 天文可用小时 1652h。

盱眙县气象局提供了 1985 年到 1999 年每天 2^h 、 8^h 、 14^h 、 20^h 的云量记录、月平均日照时数和月平均降水量。我们根据 20^h 和 2^h 的云量记录资料, 对此期间的天文可观测夜、全晴夜和测光夜进行了统计。由于缺少连续的云量资料, 不能采用上述南方基地选址的定义。改用以下类似定义: 天文可观测夜: 20^h 或 2^h 时云量 ≤ 3 ; 全晴夜: 20^h 与 2^h 时云量均 ≤ 3 ; 无云测光夜: 20^h 与 2^h 时云量 = 0。表 2 给出了以上参数最近 15、10 和 5yr 的年平均数, 从中可以看出变化趋势。表中天文全晴夜数和天文测光夜数略少于前述的选址点实测结果, 主要是定义不同所致。

表 2 天文可观测夜数数据

	天文可观测夜 /d	天文全晴夜 /d	天文测光夜 /d	日照时数 /h	降水量 /mm
1985 年~1999 年	198.6	118.3	97.1	1969.5	1040.8
1990 年~1999 年	207.5	125.6	103.2	1915.5	1046.6
1995 年~1999 年	215.4	132.4	107.2	1876.6	994.0

4.2 风向和风速

从 1999 年 9 月到 2000 年 8 月, 用 EL 型电接风向风速计对跑马山选址点的风向、风速进行了测量。风向用手记十六方位法记录, 时段为每日 0^h 、 8^h 、 14^h 和 20^h 。选址点区域性风向统计结果可见, 8 月到 3 月以东北风为主, 4 月到 7 月虽有较多的东南风和南风, 但东北东风仍占一定的比例, 这与当地的山势地形有关。观测期间的日平均风速、夜平均风速、夜瞬间极大风速分别为 3.2m/s、2.8m/s、16.5m/s (4 月)。夜瞬间风速大于 10m/s 次数最多的夜晚在 3 月和 4 月, 各为 3 次, 占当月记录次数的 10%。其次为 1 月、9 月和 10 月, 各为 2 次, 占当月记录次数的 6%~7%。全年共 14 次, 占总记录次数的 4%。

4.3 室内、外温度, 夜温差和相对湿度

1999 年 11 月到 1999 年 8 月 10 个月期间选址点的室内、外温度, 室内、外温差和相对湿度统计结果如表 3 所示。Walker 根据统计研究在 1986 年提出世界最佳台站气象参数指针的典型值范围为^[6]: 平均夜间温度变化 $\Delta T_n \leq 3^\circ\text{C}$, 夜瞬间风速 $V_n \geq 11\text{m/s}$ 的

表 3 室内、外温度, 夜温差和相对湿度统计结果

	室内温度 /($^{\circ}\text{C}$)	室外温度 ($^{\circ}\text{C}$)	室外夜温差 ($^{\circ}\text{C}$)	夜相对湿度 (%)
平均	17.0	14.9	2.5	69.9
最高(大)	34.5	37.4	10.7	96
最低(小)	-2.0	-8.5	0.2	32

频数百分比应在 5%~12% 范围内。跑马山选址点平均夜间温度变化 $\Delta T_n = 2.5^{\circ}\text{C}$, 夜间风速 $V_n \geq 10\text{m/s}$ 的最大频数为 10%, 全年频数为 4%, 均在 Walker 提出的标准范围之内。

5 视宁度观测

大气湍流、密度和温度变化使星光发生波前畸变, 造成焦面上星像密度、形状和位置的变化, 这些作用的综合结果就是视宁度。视宁度是影响星像质量的主要指针, 因而也是评价站址大气质量的主要指针。

我们于 1999 年 4 月至 12 月在跑马山选址点进行了视宁度观测。所用仪器为云南天文台制造的三孔较差视宁度监视仪 (Differential Image Motion Monitor, 简称为 DIMM)^[7~9]。望远镜口径为 35cm, 焦比 $f/15$, 组合焦距 525cm。

4 月至 6 月进行了仪器的安装调试, 6 月至 12 月进行了正式观测, 共取得了 1493 个视宁度值, 平均值为 $\theta = 0.81''$ 。视宁度在夜间的变化规律如图 1 所示, 大致对称于子夜。北京时间 22h~2h 之间, 湍流弱, 大气最稳定, 视宁度最好; 天黑后和天亮前的一段时间, 大气不稳定, 视宁度变差。

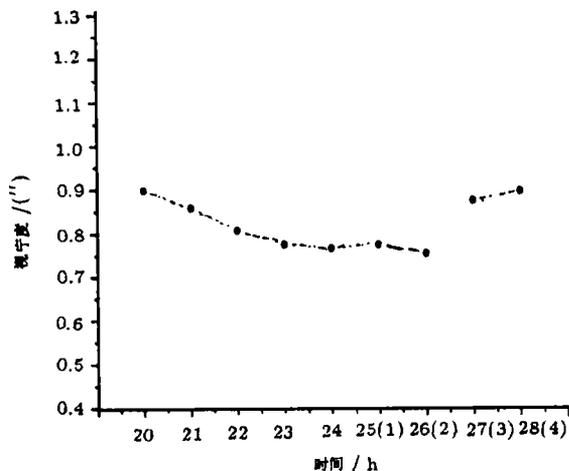


图 1 视宁度在夜间随时间的变化规律

6 结 论

(1) 用光电测光法测得的夜天光亮度 V 星等平均为 20.78mag, 如考虑太阳活动峰年的影响, 还会有 0.2~0.3mag 的改进。

(2) 1999 年 8 月~2000 年 7 月一年间实测得到天文可观测晴夜数为 194d, 按历史气象记录进行的统计, 还有近 20d 的增加。

(3) 视宁度为 0.81'', 夜间温度变化年平均为 2.5 $^{\circ}\text{C}$, 夜瞬间风速 $V_n > 10\text{m/s}$ 的频数百分比年平均为 4%, 均达到优良站址标准。

因此,在天文气象条件方面,跑马山满足近地天体望远镜选址科学目标的要求。

参 考 文 献

- 1 江仲熙等. 江苏省盱眙铁山寺自然保护区科学考察报告, 1997
- 2 陈培生等. 云南天文台台刊, 1996, 增刊: 103
- 3 Leinert C *et al.* *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 1995, 112: 99
- 4 Pilachowski C A *et al.* *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 1989, 101: 707
- 5 马开全等. 云南天文台台刊, 1996, 增刊: 42
- 6 Walker M F. In: Millis R L, Franz O G, Ables H D *et al.* eds. *Identification, Optimization, and Protection of Optical telescope sites, Proceedings of an International Conference Hold at Flagstaff Arizona, U. S. A., 1986, Flagstaff, USA, Lowell Observatory, 1987: 128*
- 7 岑学奋等. 云南天文台台刊, 1996(1): 58
- 8 许骏等. 云南天文台台刊, 1996(1): 47
- 9 钱铜铃等. 云南天文台台刊, 1996, 增刊: 57

Site Selection of 120cm Near-Earth Objects Telescope

Yao Jingsheng¹ Wu Yuezheng¹ Yao Dazhi^{1,2} Zhao Haibin^{1,2}
Wang Ming¹ Qian Tongling³ Ceng Xuefen³ Tan Huisong^{2,3}

(1. *Purple Mountain Observatory, Chinese Academy of Sciences, Nanjing, 210008*)

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

(3. *Yunnan Observatory, Chinese Academy of Sciences, Kunming, 650011*)

Abstract

The general situation of site selection for Near-Earth Objects Telescope of Purple Mountain Observatory is described. The observed results of the night sky brightness and seeing at the candidate site, the cloud cover, wind orientation and velocity, temperature and its variation in night, as well as relative humidity are given. It is shown that the astroclimatic conditions of Paoma Mountain in Xuyi County meet the requirements of 120cm Near- Earth Objects Telescope.

Key words Astronomical site selection—night sky brightness—seeing—meteorological observation—NEOT