

兴隆观测基地夜天光数据统计与分析 (2021—2024)

毛益明^{1,2}, 吴 宏², 葛 亮^{1,2,3}, 田健峰², 陈勋浩², 王 瑞²

(1. 西藏大学 理学院, 拉萨 850000; 2. 中国科学院 国家天文台 光学天文重点实验室, 北京 100101; 3. 北京师范大学 天文与天体物理前沿科学研究所, 北京 100875)

摘要: 通过对兴隆观测基地的 SQM 数据进行统计和分析, 给出了近年来的天顶处夜天光状况, 并分别以年度数据分析、季度数据分析和无月夜数据分析的方法给出了 2021—2024 年度兴隆观测基地的夜天光具体状况。分析结果显示, 在所有月面照明度小于 20% 的无月夜, 天顶处午夜 0 时夜天光亮度的中值和最佳天光亮度的中值分别为 $21.32 \text{ mag}\cdot(\text")^{-2}$ 和 $21.47 \text{ mag}\cdot(\text")^{-2}$ 。这表明兴隆观测基地的无月夜天顶处夜天光亮度依然能够达到良好的水平, 兴隆观测基地依然维持着良好的光学观测能力。

关键词: 夜天光测量; 光污染; 兴隆观测基地

中图分类号: P113 文献标识码: A

1 引言

日益增长的人造光污染成为影响天文观测的重要因素^[1]。作为目前东亚最大的天文观测基地, 兴隆观测基地承担了国内和国际上的大量观测任务。重要的天文科学观测设施, 如 LAMOST^[2]、2.16 m 望远镜^[3]等仍然在兴隆观测基地进行观测工作。然而, 由于兴隆观测基地距离北京、天津和唐山等大型城市较近, 再加上兴隆县本地的城市发展, 近年来的夜天光状况有所变化^[4]。早些年间, 已有研究人员对兴隆观测基地夜天光情况进行了系统的测量^[5, 6]; 近些年, 对兴隆观测基地夜天光的数据统计较少, 一些工作对兴隆观测基地的光学观测能力有所低估。例如杨晨等人^[7]在其文章的“表 2”中指出, 兴隆观测基地的无月夜夜天光亮度已经亮于 $21 \text{ mag}\cdot(\text")^{-2}$, 但是没有引用任何相关文章或给出数据来源。因此, 我们需要对兴隆观测基地近年来的夜天光数据进行统计整理, 用数据说话, 对兴隆观测基地的光学观测能力进行评估。

收稿日期: 2024-11-01; 修回日期: 2024-12-14

资助项目: 中国科学院战略性先导科技专项 (XDB0550000, XDB0550100, XDB0550102); 国家重点研发计划 (2023YFA1609700); 国家自然科学基金 (11903054)

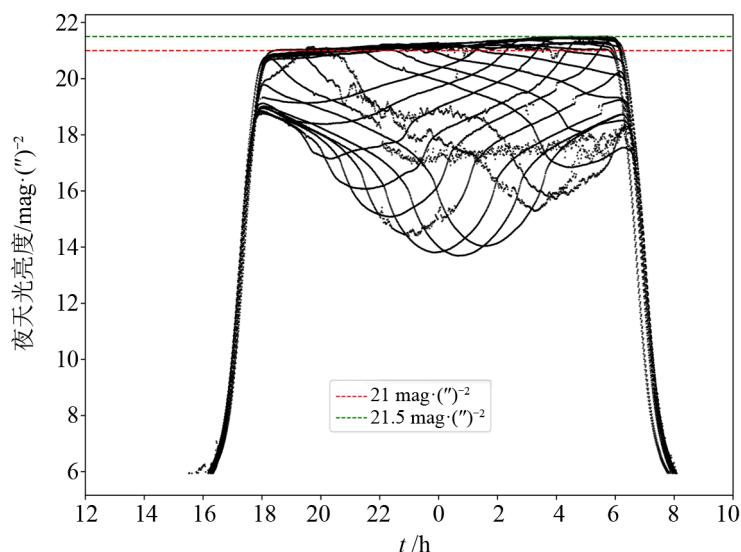
通讯作者: 吴宏, hwu@bao.ac.cn; 葛亮, geliang@bao.ac.cn

利用兴隆观测基地内的夜天光测量仪器 (sky quality meter, SQM)^①的观测数据, 本文统计并给出兴隆观测基地的天顶夜天光亮度情况, 并与过去的数据进行对比, 旨在展现兴隆观测基地的真实夜天光状况及可能的变化。本文中使用的 SQM 型号为 SQM-LE, 配备了防水外罩, 安装在兴隆观测基地的测辅观测楼顶。需要指出, SQM 设备在长时间工作中如果不进行定期清洁, 会导致测量结果偏暗, 因此我们会对 SQM 感光窗口进行定期清洁, 以保证设备工作状态正常。

2 数据分析

为了统计兴隆观测基地近年来的夜天光情况, 我们对 SQM 的数据进行了整理和分析。由于 SQM 仪器能够持续监测天顶的夜天光背景亮度, 故本文中, 所有 SQM 数据均是天顶夜天光亮度。这里需要指出, 本文涉及的天光背景仅是天顶附近的天光背景, 后续数据分析结果也仅适用于天顶附近。随着高度角的下降, 天光背景显然会逐渐升高。

由于夜天光背景亮度会显著地随月相发生变化, 故本文对每个月的数据进行了独立的统计。图 1 是 2021 年 12 月的夜天光背景亮度变化图, 包含了 23 d 有效观测数据, 该图可清晰直观地反映兴隆观测基地的夜天光状况。



注: 共 23 d。红线和绿线分别对应亮度为 $21 \text{ mag} \cdot (\text{"})^{-2}$ 和 $21.5 \text{ mag} \cdot (\text{"})^{-2}$ 。

图 1 2021 年 12 月兴隆观测基地的天顶夜天光亮度数据

对于最好的无月测光夜, 天顶夜天光亮度整体暗于 $21 \text{ mag} \cdot (\text{"})^{-2}$, 且由于周边城市的人类活动, 后半夜的夜天光亮度显然暗于前半夜。为了更加清晰地展现兴隆观测基地的夜天

^①<http://unihedron.com/projects/darksky/>

光情况, 我们对 SQM 数据进行了更加细致的分析, 包括年度、季度和无月夜的数据分析。首先, 我们对 2021 年 3 月至 2024 年 7 月兴隆观测基地所有 SQM 记录的夜天光数据进行了统计。SQM 在该时间段内总共工作了 898 d, 其中所有 2.16 m 望远镜有正式观测数据的夜晚对应的 SQM 夜天光数据有 535 d。通过与兴隆观测基地 2.16 m 望远镜的观测夜进行交叉, 保证了所测量夜天光与实际观测状况一致, 排除了无法观测的天气, 并保留了一些可能受到影响的数据, 以期客观地展现兴隆观测基地实测夜天光状况。表 1 展示了 SQM 数据的整体统计情况。后续的数据分析均采用交叉后的 535 d 数据。

表 1 SQM 数据统计情况

| 时间段 | SQM 总记录天数 /d | 与 2.16 m 望远镜交叉后天数 /d | 百分比 /% |
|--------|--------------|----------------------|--------|
| 所有年 | 898 | 535 | 59.6 |
| 2021 年 | 188 | 108 | 57.4 |
| 2022 年 | 316 | 185 | 58.5 |
| 2023 年 | 212 | 128 | 60.4 |
| 2024 年 | 182 | 114 | 62.6 |

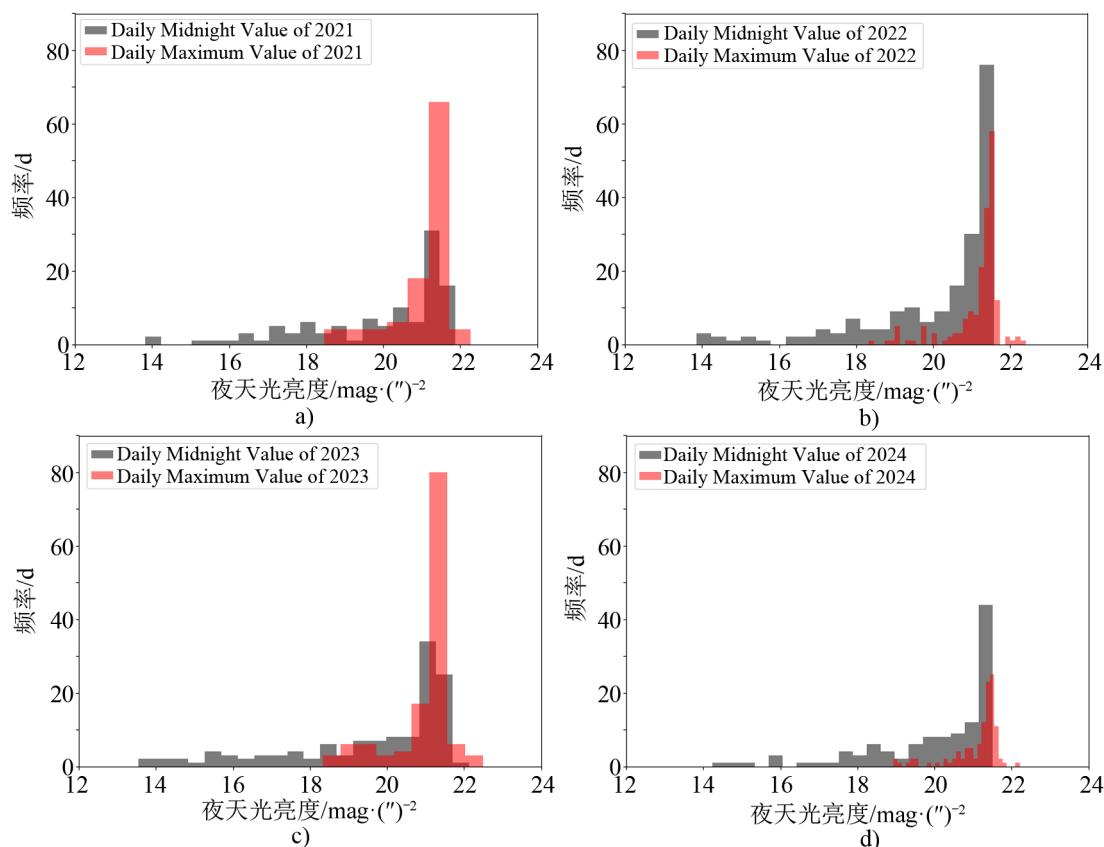
2.1 年度数据分析

我们分析了兴隆观测基地 2021 年 3 月—2024 年 7 月期间, 与 2.16 m 望远镜的观测夜交叉后的夜天光数据, 共 535 d。在年度数据分析和后续的分析中, 均使用每天午夜 0 点和每天最佳的天顶夜天光数据作为当天的两个数据参考点, 并进行统计分析。

图 2 中包含了 4 张子图, 分别展示了 2021—2024 年度兴隆观测基地天顶夜天光亮度的分布情况。可以看到, 在 2021—2024 年内, 每日午夜零点的夜天光亮度主要分布在 $19 \sim 22 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 之间, 而每日最佳夜天光亮度则分布得更加集中, 主要分布在 $21 \sim 22 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 之间。此外, 还对每日最佳夜天光亮度出现的时间进行了统计, 结果呈现在图 3 中。

理论上, 考虑月相影响, 每日最佳夜天光数据应当均匀地分布在前后半夜中, 而从图 3 中能够明显发现: 对于 2021—2024 年的所有每日最佳数据, 其大部分都分布在午夜 0 点后到日出前的区间内。这与兴隆观测基地周边城市内的人类活动紧密相关, 在凌晨时分人类活动最少, 人造光污染影响通常达到最低。该结论也符合之前在兴隆观测基地进行的夜天光测量工作^[8]。考虑到人类活动对夜天光亮度的影响, 我们再一次统计了疫情时期(2021 年 4 月—2022 年 4 月)和后疫情时期(2023 年 4 月—2024 年 4 月)的数据。按照同样的方法, 将每日午夜 0 点和最佳值结果暗于 $21 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 的数据进行了整理, 结果呈现在表 2 中。

从表 2 中能够发现: 疫情时期, 每日 0 时夜天光暗于 $21 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 的观测夜占所有观测夜总数的 46.8%, 同时每日最佳夜天光暗于 $21 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 的观测夜占到了所有观测夜总数的 74.1%; 疫情过后, 这两个数值分别为 47.7% 和 75.8%, 没有发生显著的变化。结合上述两点可以发现, 人类的灯光使用活动对兴隆观测基地的夜天光亮度影响较为显著, 但这些灯光活动在短时间(1 夜)和长时间(几年)上都相对稳定。这意味着, 在统计的时间区间内, 周边人造光对兴隆观测基地夜天光的影响没有进一步扩大。文中统计了 2021—2024 年度的



注：灰色代表每日 0 点对应的夜天光亮度，红色代表每日最佳的夜天光亮度。

图 2 2021—2024 年兴隆观测基地的天顶夜天光亮度数据分布直方图

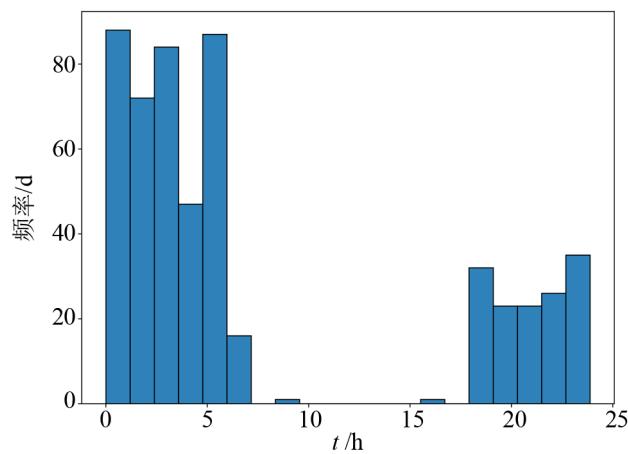


图 3 2021—2024 年兴隆观测基地每日夜天光亮度最佳值的时间分布

表 2 疫情时期和后疫情时期兴隆观测基地夜天光数据对比

| 时间段 | 总记录 天数 (D_N)/d | 0时夜天光 $>21 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 总数 (D_0) /d | 每日最佳值 $>21 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 总数 (D_M) /d | 0时 占总天数比 $\left(\frac{D_0}{D_N}\right) / (\%)$ | 最佳值 占总天数比 $\left(\frac{D_M}{D_N}\right) / (\%)$ |
|-------|--------------------------|---|---|--|---|
| 疫情时期 | 158 | 74 | 117 | 46.8 | 74.1 |
| 后疫情时期 | 128 | 61 | 97 | 47.7 | 75.8 |

所有 2.16 m 望远镜有正式观测数据的夜晚对应的 SQM 夜天光数据, 在不考虑月相的情况下, 所有观测夜午夜 0 时夜天光亮度的中位数为 $20.88 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$, 所有观测夜最佳夜天光亮度的中位数为 $21.36 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 。

表 3 给出了兴隆观测基地近年来的夜天光状况对比。Liu 等人^[5]对北天极区域进行了长达 6 a 的观测, 通过月光改正和流量定标得到了夜天光数据; Zhang 等人^[6]使用清华大学-国家天文台 80 cm 望远镜进行实测, 通过流量定标方法得到了夜天光亮度数据; Yao 等人^[8]使用 SQM 数据对兴隆观测基地的无月夜夜天光进行了统计和计算, 通过拟合的方法得到了天顶的夜天光亮度。可以发现, 兴隆观测基地夜天光亮度依然维持良好, 这得益于现有的暗夜保护措施和生态文明建设等工作, 维护了兴隆观测基地的夜天光状况, 使兴隆观测基地仍有能力为光学天文观测服务。

表 3 兴隆观测基地不同时间段夜天光亮度对比

| 时间段 | 天顶夜天光亮度 $/ \text{mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ | 无月夜天顶 夜天光亮度 $/ \text{mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ | 参考文章 |
|-------------|---|--|------|
| 1995—2001 年 | $21.2 \sim 21.0$ | — | [5] |
| 2007—2014 年 | 21.1 | — | [6] |
| 2010—2012 年 | — | 21.4 | [8] |
| 2021—2024 年 | 20.88 | 21.32 | 本文 |

2.2 季度数据分析

对于兴隆观测基地而言, 主要的观测季集中在每年 10 月至次年 6 月。本节将对不同时间段兴隆观测基地的夜天光亮度情况进行分析, 重点关注观测季的夜天光亮度情况。我们按照 1—3 月、4—6 月、7—9 月和 10—12 月将每年的数据分成四部分, 并采用与之前相同的方法进行分析, 将不同年度的相同时间段进行合并统计, 得到了表 4。

从表 4 中的数据可以看出, 对于兴隆观测基地的观测季(每年 10 月至次年 6 月)而言, 能够在午夜 0 时达到 $21 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 以上的夜晚大约占所有可观测夜的 45%, 而当天最大值能够达到 $21 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 以上的夜晚大约占所有可观测夜的 75%。此外, 在每年 10 月至 12 月的区间内, 当天最大值能够达到 $21 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 以上的夜晚则更多, 说明在这个时间段内夜天光背景更低。由于每年 7 月至 9 月的雨季观测样本数量有限, 且有效数据多集中于无月晴夜, 导致此期间的统计结果代表性不足、准确性较低。因此, 本文未对该时段的各类占比进

表 4 不同时间段兴隆观测基地夜天光数据对比

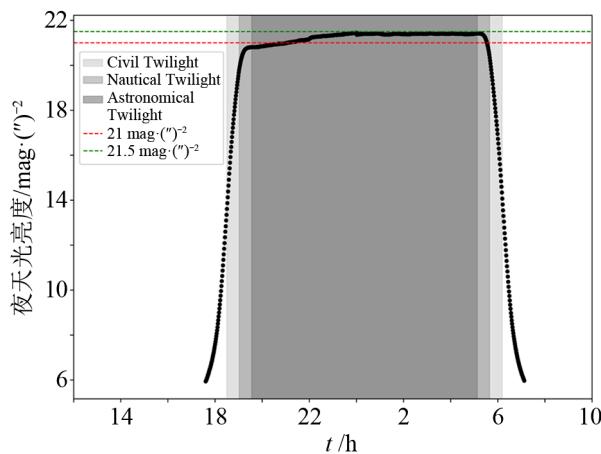
| 时间段 | 总记录 天数 (D_N)/d | 0时夜天光 >21 mag·('') ⁻² 总数 (D_0) /d | 每日最佳值 >21 mag·('') ⁻² 总数 (D_M) /d | 0时 占总天数比 $\left(\frac{D_0}{D_N}\right) /(\%)$ | 最佳值 占总天数比 $\left(\frac{D_M}{D_N}\right) /(\%)$ |
|-------------------|--------------------------|--|--|---|--|
| 2021 年 1—3 月 | 15 | 6 | 11 | 40.0% | 73.3% |
| 2021 年 4—6 月 | 53 | 30 | 42 | 56.6% | 79.2% |
| 2021 年 10—12 月 | 36 | 11 | 26 | 30.6% | 72.2% |
| 2022 年 1—3 月 | 63 | 31 | 46 | 49.2% | 73.0% |
| 2022 年 4—6 月 | 44 | 25 | 32 | 56.8% | 72.7% |
| 2022 年 10—12 月 | 52 | 27 | 43 | 51.9% | 82.7% |
| 2023 年 1—3 月 | 66 | 21 | 45 | 31.8% | 68.2% |
| 2023 年 4—6 月 | 28 | 16 | 21 | 57.1% | 75.0% |
| 2023 年 10—12 月 | 33 | 9 | 25 | 27.2% | 75.8% |
| 2024 年 1—3 月 | 66 | 35 | 50 | 53.0% | 75.8% |
| 2024 年 4—6 月 | 43 | 13 | 28 | 30.2% | 65.1% |
| 1—3 月总计 | 210 | 93 | 152 | 44.3% | 72.4% |
| 4—6 月总计 | 168 | 84 | 123 | 50.0% | 73.2% |
| 10—12 月总计 | 121 | 47 | 94 | 38.8% | 77.7% |

行专门统计。这一数据特征与 2.1 节中关于疫情前后整体数据情况的结论相符。综合来看，在所有执行了正式观测的夜晚中，约 75% 的夜晚最佳夜天光亮度可达到 $21 \text{ mag} \cdot ('')^{-2}$ 。这一数据有力地证明，兴隆观测基地依然保持着良好的天文观测条件。

2.3 无月夜数据

对于实际观测而言，无月夜的夜天光数据最为关键。因此，我们将对无月夜的夜天光数据进行详细分析。我们从 2021—2024 年的所有包含测光数据的日期中进行筛选，挑选出所有月面照明小于 20% 的日期，作为无月夜的数据。首先，在图 4 中我们给出典型无月夜的夜天光数据。在图中标注了民用晨昏、航海晨昏和天文晨昏时段，可以发现，虽然在天文昏影结束后的约 2 h 内，夜天光并未达到最佳，但随着入夜时间变长，人类活动减少，兴隆

观测基地的夜天光逐渐稳定并达到较为理想的值。图中展现的观测数据对应日期为2022年3月3日, 在天文晨昏内的最理想观测时间段, 夜天光的中值为 $21.38 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 。表5展示了对无月夜数据的统计情况, 并同样通过对所有数据中, 午夜0时夜天光和每日最佳夜天光暗于 $21 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 出现的次数来展现兴隆观测基地的夜天光状况。



注: 图中的数据记录自2022年3月3日。民用晨昏、航海晨昏和天文晨昏分别用由浅到深的三种灰度表示。

图4 兴隆观测基地的一个无月晴夜夜天光状况

表5 2021—2024年度兴隆观测基地无月夜夜天光数据对比

| 时间段 | 总记录 | 0时夜天光 | 每日最佳值 | 0时 | 最佳值 |
|------------|-----------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | 天数 | $>21 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ | $>21 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ | 占总天数比 $(\frac{D_0}{D_N})/(%)$ | 占总天数比 $(\frac{D_M}{D_N})/(%)$ |
| | $(D_N)/d$ | 总数 $(D_0)/d$ | 总数 $(D_M)/d$ | | |
| 2021—2024年 | 150 | 129 | 144 | 86.0 | 96.0 |
| 2021年 | 24 | 21 | 23 | 87.5 | 95.8 |
| 2022年 | 60 | 53 | 57 | 88.3 | 95.0 |
| 2023年 | 30 | 22 | 29 | 73.3 | 96.7 |
| 2024年 | 36 | 33 | 35 | 91.7 | 97.2 |

需要指出的是, 不同年份的无月夜数据差异较大并非由筛选方法所致, 产生这种情况的主要原因可能有: (1)在不同的年份下, 不同数量的无月夜因天气原因无法观测; (2)SQM在长期运行中稳定性不足, 在某些无月夜并没有观测; (3)记录时间跨度为2021年3月—2024年7月, 2021年和2024年的数据存在记录不全的情况。虽然每年无月夜的数量存在较大差异, 但并不会影响无月夜夜天光数据统计和分析结论。

对于无月夜, 可以发现午夜0时达到 $21 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 以上的夜晚大约占所有可观测夜的86%, 而当天最大值能够达到 $21 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 以上的夜晚大约占所有可观测夜的96%。综上所述, 数据分析表明, 在兴隆观测基地, 绝大多数无月夜条件下的夜天光亮度均可达到 $21 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 的国际标准暗夜水平。

我们对上述数据进行了进一步计算，最终得到了表 6 中的数据。可以发现，对于兴隆观测基地近年来的无月夜观测数据，午夜 0 时夜天光的中值和每日最佳值的中值都保持稳定。同时，我们在图 5 中给出了无月夜夜天光最佳值随时间的分布直方图，可以发现，对于无月夜，几乎所有最佳值都出现在午夜 0 时以后的时间区间内。这说明对于兴隆观测基地，无月夜午夜 0 时后，夜天光几乎能够全部达到 $21 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 以上，其中位数为 $21.32 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ ，并且最佳值能够达到约 $21.5 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 。

表 6 兴隆观测基地无月夜数据统计表

| 时间段 | 0 时夜天光 中值 / $\text{mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ | 每日最佳夜天光 中值 / $\text{mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ |
|-------------|---|--|
| 2021—2024 年 | 21.32 | 21.47 |
| 2021 年 | 21.34 | 21.48 |
| 2022 年 | 21.32 | 21.48 |
| 2023 年 | 21.25 | 21.36 |
| 2024 年 | 21.34 | 21.49 |

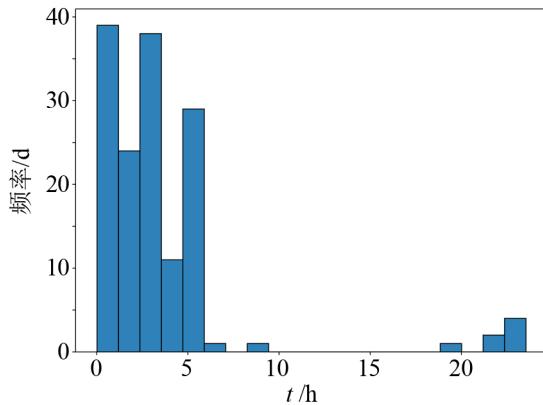


图 5 2021—2024 年兴隆观测基地无月夜夜天光最佳值的时间分布

在之前的数据分析方法中，文章采用了“每晚 0 时”和“每晚最佳夜天光数据”作为采样点。该采样方法虽然能反映夜天光数据的真实情况，但存在数据维度单一，难以反映数据完整性的问题。因此，我们还对天文晨昏内天光背景随时间的变化进行了统计，结果以统计直方图和分布图呈现（见图 6）。

可以发现，在无月夜的天文昏影区间内，兴隆观测基地的夜天光亮度的峰值分布在 $21 \sim 21.5 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 内；随着入夜时间深入，后半夜的夜天光明显改善，相比刚入夜暗 $0.5 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 左右。在所有经过统计的无月夜天文晨昏内，兴隆观测基地夜天光的中值为 $21.27 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 。

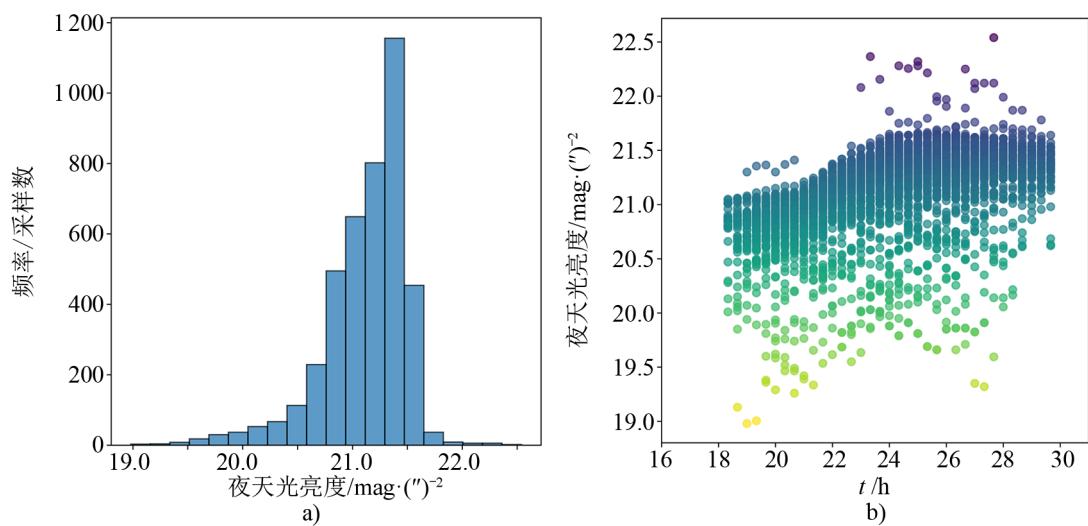


图 6 2021—2024 年兴隆观测基地的天文昏影时段内无月夜夜天光统计直方图和分布图

3 讨论与总结

本文结果表明, 兴隆观测基地在无月晴夜条件下的夜天光亮度仍维持在优良水平, 并未恶化至严重影响光学观测的程度。本研究系统整理的数据与结论, 可作为评估与利用该基地夜间观测条件的关键参考依据。同时, 本文也针对一些工作, 例如杨晨等人^[7]指出, 兴隆观测基地的无月夜夜天光亮度亮于 $21 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 的结论进行讨论与澄清; 此外, 鉴于兴隆观测基地近十年来在正式夜天光统计数据的缺乏, 其夜天光条件可能遭到了普遍的低估与误解。鉴于此, 对兴隆基地夜天光亮度的真实水平进行客观呈现与说明, 便成为本文的主要目标。

需要注意的是, 本文中所讨论的夜天光亮度是通过 SQM 对天顶进行观测而得到的天顶夜天光亮度, 因此这可能与通过正式的观测设备实测和定标得到的结果有一定的差异。SQM 在使用前需要进行准确的定标, 才能保证观测数据的准确性。为了测量 SQM 设备测量和定标的准确度, 我们将 SQM 同轴安装在一台望远镜上, 进行同步观测, 并将望远镜实际观测的数据进行流量定标, 获得实测的夜天光数据。我们绘制了这两种方法得到数据的残差分布情况, 得到了图 7。

从图 7 可以发现, SQM 在实际测量时存在 $0.1 \sim 0.2 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ 的误差。在冷湖^[9]、德令哈^[10]等西部台址中, 对夜天光的测量也使用 SQM 进行, 因此会导致一定的误差。

通过对兴隆观测基地 SQM 仪器测量到的天顶夜天光数据进行筛选, 然后进行年度、季度和无月夜夜天光观测数据的分析, 最终得出了以下结论:

(1) 从 2021—2024 年整体观测数据上看, 兴隆观测基地的所有观测夜午夜 0 时夜天光亮度的中值为 $20.88 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$, 所有观测夜夜天光亮度最佳值的中值为 $21.36 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$, 且最佳夜天光值大多来自午夜 0 时之后的观测时间。从疫情前后的数据可知, 没有发现明显

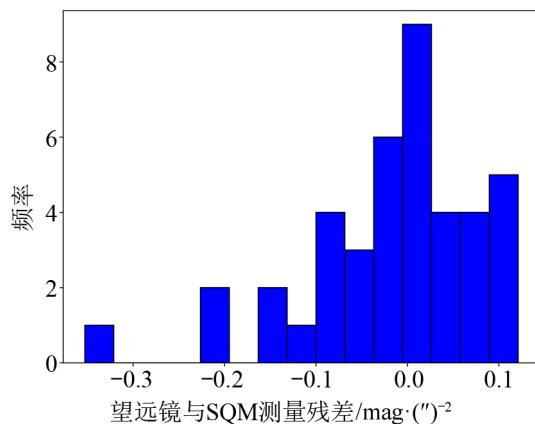


图7 实际观测数据与 SQM 夜光计残差的统计分布图

的夜天光变化。

(2) 从季度分析结果可知,雨季观测样本较少且有效观测大多集中在无月夜期间,统计结果有较大误差;对于每年10月至次年6月的观测季,约44%的观测日期其午夜0时夜天光亮度值能暗于 $21\text{ mag}\cdot(\text")^{-2}$,约75%的观测日期其最佳夜天光亮度值能暗于 $21\text{ mag}\cdot(\text")^{-2}$ 。其中,10—12月观测季,78%的观测天数其最佳夜天光亮度值暗于 $21\text{ mag}\cdot(\text")^{-2}$,说明兴隆观测基地在冬季的观测季中有更好的夜天光表现。

(3) 从所有无月夜的分析结果可知,大多数无月夜午夜0时后的夜天光亮度都能够达到 $21\text{ mag}\cdot(\text")^{-2}$,且几乎所有无月夜的最佳值都达到了 $21\text{ mag}\cdot(\text")^{-2}$ 。无月夜午夜0时夜天光数据中值和无月夜最佳夜天光数据中值分别为 $21.32\text{ mag}\cdot(\text")^{-2}$ 和 $21.47\text{ mag}\cdot(\text")^{-2}$,且这个数值在不同年度的无月夜中没有发生明显的变化。此外,对整个天文晨昏内的观测情况进行统计发现,无月夜后半夜的夜天光较前半夜有明显改善,且夜天光亮度中值为 $21.27\text{ mag}\cdot(\text")^{-2}$,依然维持在很好的水平。

(4) 与往年兴隆观测基地的数据进行对比,可以发现天光背景亮度逐渐趋于稳定。对于绝大多数无月夜,兴隆观测基地的夜天光背景中值仍能稳定维持在 $21\text{ mag}\cdot(\text")^{-2}$ 以上。

这里需要指出,本文涉及的天光背景仅是天顶附近的天光背景,因此以上数据分析结果仅适用于天顶附近。

可见,对于观测条件适宜的无月夜,兴隆观测基地夜天光亮度中值能够达到 $21.3\text{ mag}\cdot(\text")^{-2}$ 左右;对于全年的所有观测夜,在不考虑月相的情况下,天顶夜天光亮度的中值能够达到 $20.8\text{ mag}\cdot(\text")^{-2}$ 左右。这表明兴隆观测基地仍具备为国内光学天文观测提供支持的能力。

致谢

感谢中国科学院国家天文台兴隆观测基地各位老师和同学对本工作的支持。本工作得到中国科学院战略性先导科技专项(XDB0550000, XDB0550100, XDB0550102)、国家重点研发计划(2023YFA1609700)与国家自然科学基金(11903054)的资助。

参考文献:

- [1] Green R F, Luginbuhl C B, Wainscoat R J, et al. The Astronomy and Astrophysics Review, 2022, 30: 1
- [2] Liu L Y, Yao Y Q, Wang Y P, et al. Research in Astronomy and Astrophysics, 2010, 10(10): 1061
- [3] Fan Z, Wang H J, Jiang X J, et al. PASP, 2016, 128: 115005
- [4] Huang F, Li J Z, Wang X F, et al. Research in Astronomy and Astrophysics, 2012, 12(11): 1585
- [5] Liu Y, Zhou X, Sun W H, et al. PASP, 2003, 115: 495
- [6] Zhang J C, Ge L, Lu X M, et al. PASP, 2015, 127: 1292
- [7] 杨晨, 邓李才, 杨帆, 等. 天文学进展, 2024, 42(2): 257
- [8] Yao S, Zhang H T, Yuan H L, et al. Research in Astronomy and Astrophysics, 2013, 13(10): 1255
- [9] Deng L C, Yang F, Chen X D, et al. Nature, 2021, 596: 353
- [10] Tian J F, Deng L C, Zhang X B, et al. PASP, 2016, 128: 105003

Statistical Analysis of Night Sky Brightness Data at Xinglong Observatory (2021—2024)

MAO Yiming^{1,2}, WU Hong², GE Liang^{1,2,3}, TIAN Jianfeng²,
CHEN Xunhao², WANG Rui²

(1. College of Science, Tibet University, Lhasa, 850000, China; 2. CAS Key Laboratory of Optical Astronomy, National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 3. Institute for Frontiers in Astronomy and Astrophysics, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: This study organized and analyzed SQM data from the Xinglong Observatory, providing an overview of the zenith night sky brightness conditions. The specific status of the zenith night sky brightness at Xinglong Observatory from 2021 to 2024 was analyzed using annual data analysis, quarterly data analysis, and moonless night data analysis. We found that among all recorded moonless nights, with lunar illumination less than 20%, the median zenith night sky brightness at midnight was $21.32 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$ and the best zenith night sky brightness was $21.47 \text{ mag}\cdot(\text{")}^{-2}$, respectively. This indicates that Xinglong Observatory continues to maintain good optical observation capabilities.

Key words: sky brightness measurement; light pollution; Xinglong Observatory