

# 1987 年以来云南天文台夜天亮度的变化

姚保安<sup>1</sup> 张春生<sup>2</sup> 胡毅<sup>3</sup> 毛亚庆<sup>1</sup> 林清<sup>1</sup>

(1. 中国科学院上海天文台, 上海 200030; 2. 中国科学院紫金山天文台, 南京 210008  
(3. 中国科学院云南天文台, 昆明 650011))

## 提 要

使用云南天文台 1m 望远镜自 1987 至 2009 年所拍摄的 CCD 资料, 测定了 22 年来该台站夜天亮度的变化。结果表明, 在此期间由于昆明市的快速发展, V 波段的夜天亮度从约  $21\text{mag}/(")^2$  变到亮于  $17.6\text{mag}/(")^2$ , 变亮超过 30 倍。

主题词: 夜天亮度 — CCD — 天文观测

分类号: P112, X82

## 1 引 言

云南天文台 1m Zeiss 反射望远镜于 1979 年安装在昆明凤凰山上。当年昆明市区灯火并不辉煌, 位于郊区的凤凰山更是灯光稀少。由于凤凰山的海拔高度为 2000m, 晴夜的大气透明度好, 天光亮度很低。1986 年 1m 镜安装了我国第一架天文观测用的 CCD 照相机。从 1987 年起我们正式申请使用该镜的 CCD 直接成像观测。在分配给我们的观测夜中, 凡是遇到晴夜, 并且拍摄的资料可以定量测定夜天光亮度时, 我们都做了测定。1987 年夜天亮度在 V 波段约为  $21\text{mag}/(")^2$ 。虽然不能算是世界上夜天光最暗的天文台, 对于口径 1m 的望远镜已经很好了。按经验估计, 在只能使用照相底片的 1979 - 1985 年, 当时的夜天亮度更低, 因为那时的灯光(例如位于天文台南面的火车站)更少。随着城市的发展, 昆明市区的灯火(包括火车站)也逐年辉煌起来。这对于夜间天文光学观测而言当然是灾难。现在凤凰山的夜天亮度, 比 1987 年至少增亮超过  $3.5\text{mag}$ (变亮超过 30 倍)。

图 1 和图 2 分别列出了球状星团 M4 同一小区的两幅 CCD 图像。前者摄于 1986 年 5 月 11 日, 为老式的 RCACCD 所摄, 露光 300s; 后者为新式的 TekCCD 所摄, 露光 240s。二者极限星等的显著差别, 虽然不完全归因于夜天的变亮, 但是可以给出半定量的直观感觉。

所用的方法和结果在第二节叙述。在第三节进行了简短的讨论。

## 2 方法和结果

与 2007 年发表的“上海天文台佘山工作站夜天亮度的变化”类似<sup>[1]</sup>, 本文只是探讨了云

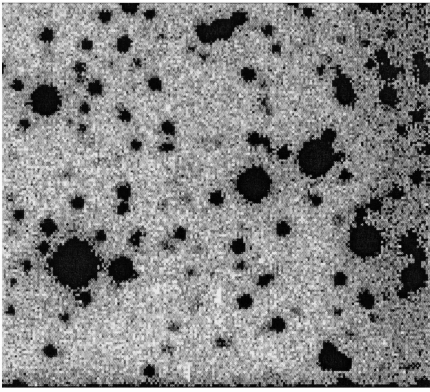


图 1 球状星团 M4, 1986 年 5 月 11 日拍摄

V 波段, 露光 300s, MZ = 1.64

Fig. 1 Globular cluster M4, Observed on 1986 May 11

V filter, exposure 300s, MZ = 1.64

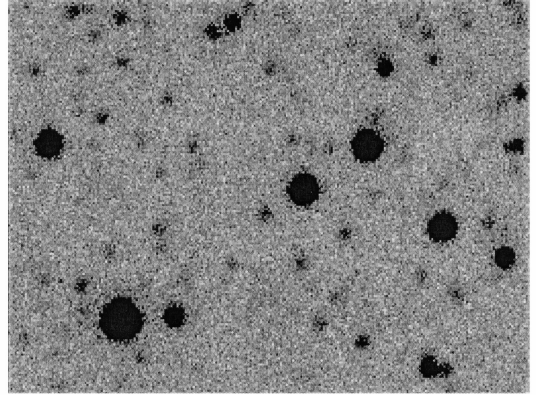


图 2 球状星团 M4, 2005 年 5 月 11 日拍摄

V 波段, 露光 240s, MZ = 1.62

Fig. 2 Globular cluster M4, Observed on 2005 May 11

V filter, exposure 240s, MZ = 1.62

南省首府昆明市的快速发展引起的夜天光剧增, 给夜间天文光学观测带来的严重困难, 所用方法相同, 有些类似叙述只简略提及, 感兴趣的读者可参阅文献[1]。

## 2.1 方法

(1) 我们每年分配到有限夜晚使用这架 1m 镜进行观测, 主要是观测球状星团 M3, M4 和 M15 中的变星(极少数夜晚也观测了疏散星团 M67), 对疑似变星与比较星做较差测光。当比较星与待测星的颜色相近时, 由于 CCD 视场很小, 并不需要改正较差大气影响, 非测光夜也可进行高精度的测光。但为了测定夜天光亮度, 就需要该观测夜有几个小时的稳定天气, 利用比较星的观测做“星等 - 大气质量”曲线, 定出大气消光系数, 从而定出夜天亮度。可惜在分配到的有限夜晚里, 这样的机会并不多。

(2) 测量的是距星团中心一定距离的外围“无星”区。未改正看不见的背景暗星的影响。因为每年都是观测这几个星团的相对固定的区域, 它们的亮度变化就反映了城市灯光的影响。在历年的观测中, 2000 年以前所观测的 M3 外围小区, 与以后的中心距稍有不同, 我们估计亮度差别  $< 0.05 \text{ mag}$ 。对 M67 是测量它的“dipper asterism”小区。

(3) 在 IRAF 中使用 Stetson 的 DAOPHOT 做孔径测光<sup>[2]</sup>。所用比较星的星等, 分别取自文献[3](M3), [4](M4), [5](M15), 和[6](M67)。

(4) 因为夜天光的色指数  $B - V$  约为  $0.9 \sim 1.0$ , 我们选用色指数与之相近的比较星, 这样测定的夜天亮度, 实际上就在 Johnson 标准 V 系统。为避免红星的可能小幅光变, 取了 3 ~ 4 颗比较星的平均值。当各星的测量结果高度一致时, 表 1 中的有关数据给到小数点后 2 位, 否则只给到小数点后 1 位。

(5) 忽略太阳 11 年周期的影响。类似文献[1]中的叙述, 不受城市灯光污染的夜天亮度平均约为  $21.5 \text{ mag}/(")^2$ , 亮度为  $21.5 \text{ mag}$  的自然夜天光, 即使变亮了 1 倍, 对于变亮到了  $17.5 \text{ mag}/(")^2$  的夜天, 不过相当于增大了  $0.03 \text{ mag}$ 。对于本文所讨论的主题, 即便变化  $0.1 \text{ mag}$  也没有关系。

## 2.2 结果

所测结果列于表1。

表1 云南天文台1m镜V波段夜天亮度

Table 1 Night sky brightness at the 1m reflector of Yunnan Observatory

观测日期	未改消光的亮度 mag/(") <sup>2</sup>	大气质量	V波段 消光系数	改消光后 的真亮度 mag/(") <sup>2</sup>	Note
1987.5.24	20.5	1.01	0.24	20.8	M3;距中心10';无月
1987.5.25	20.45	1.02	0.45	20.91	M3;距中心10',无月
1987.5.25	19.14	1.92	0.45	20.00	M4;距中心9',无月
1989.4.3	19.7	1.03	0.19	19.9	M67;无月
1989.4.4	20.1	1.03	0.26	20.4	M3;距中心10',无月
1992.12.16	18.6	1.46	0.29	19.1	M15;距中心6'.5,无月
1992.12.16	18.99	1.04	0.29	19.30	M67;月龄24
2000.3.31	18.8	1.09			M3;距中心6'.5,无月
2000.4.1	18.5	1.01			M3;距中心6'.5,无月
2002.4.5	18.9	1.03	0.39	19.3	M3;距中心6'.5,无月
2002.4.6	19.0	1.01	0.29	19.3	M3;距中心6'.5,无月
2003.4.7	17.9	1.07	0.52	18.5	M3;距中心6'.5,无月
2003.4.8	17.8	1.05	0.49	18.3	M3;距中心6'.5,无月,有高云
2004.5.26	17.3	1.61	0.48	18.1	M4;距中心9'.5,无月
2004.5.27	16.9	1.61	0.27	17.3	M4;距中心9'.5,月龄9,月近地平
2004.5.28	17.06	1.65			M4;距中心9'.5,月龄10,月近地平
2005.5.11	17.4	1.02	0.18	17.6	M3;距中心8',无月
2005.5.11	16.6	1.61	0.18	16.9	M4;距中心约5',无月
2007.5.7	17.45	1.02	0.20	17.65	M3;距中心8',无月
2009.4.29	15.0	1.78	0.65	16.2	M4,距中心约5',无月
2009.5.5	15.35	1.74	0.38	16.0	M4,距中心约5',月龄11,月末落

## 3 简短的讨论

(1) 表1中没有列出消光系数的,并非该夜天不好,而是观测时段不够长,无法测定消光系数,因此仅列出未改消光的亮度。

(2) M3的赤纬约为+28°.5,中天时几乎过昆明的天顶。表1中所列对于M3所测定的数据,实际上就是天顶的夜天亮度。由表可知与1987年相比,2005年的天顶夜天亮度已增加了约3.3mag。2006年分配到的夜晚天气不适宜观测,2005到2007年的夜天亮度似乎稳定。2008年分配到的夜晚天气也不适宜观测,2009年分配到的夜晚上半夜有月,无法用M3测定夜天亮度。因此我们的天顶夜天亮度测定只到2007年为止。

(3) 直觉上感觉,2007年后夜天亮度还在增加。这可从对M4的测量得到旁证。1979年

1m镜刚安装时的观测者都会记得当年在1m镜位置能看到的深黑夜空。在M4(其赤纬为 $-26^{\circ}.5$ )附近的银河,暗星清晰可见。即使在1987年的5月25日,在M4方向的夜天亮度仅为20.0mag,而当时的大气质量为1.92(天顶距 $58^{\circ}.6$ 处)。该夜的天顶夜天亮度为20.9mag,相差0.9mag。2005年5月11日在天顶距 $51^{\circ}.6$ (大气质量1.61)处的夜天亮度为16.9mag, M4附近的银河暗星已经几乎淹没在亮天光背景中了。该夜M3处的夜天光亮度为17.6mag,相差0.7mag。2007年5月7日下半夜有月,无法用M4测天光亮度。到了2009年4月29日,下半夜M4方向的天光亮度为16.2mag(天顶距 $51^{\circ}.6$ ),虽然上半夜的月亮妨碍用M3测定天顶夜天亮度,如果按2005年5月11日的测量判断,天顶距 $51^{\circ}.6$ 处的天光与天顶处的相差0.7mag,把相差的0.7mag加上,估计2009年4月29日天顶的夜天亮度已达16.9mag。比1987年的5月25日增亮了4mag(变亮40倍)(在已达17mag的夜天背景上,球状星团M4方向的天光测量,取自距星团中心5'或9'已不重要,这里测量到的主要是散射的城市灯光)。

(4) 云南台已把光学观测重点移到了高美古,云南本台的成员观测暗星时,许多人已主要使用I波段。但是昆明1m镜处的夜天亮度还是比佘山1.56m处的暗很多。例如,用1.56m观测M4,对 $V=13.5$  mag的RR Lyrae型变星,信噪比已经非常低;而在1m镜,即使在相同天顶距上,同一颗星的信噪比就高得多。1m镜仍然可做许多有意义的工作。

### 参 考 文 献

- [1] 姚保安, 毛亚庆. 中国科学院上海天文台年刊, 2007, 28:17
- [2] Stetson P B. PASP, 1987, 99: 191
- [3] Johnson H L, Sandage A R. ApJ, 1956, 124: 379
- [4] Lee S W. A&AS, 1977, 27: 367
- [5] Sandage A R. ApJ, 1970, 162: 841
- [6] Chevalier C, Ilovaisky S A. A&AS, 1991, 90: 225

## VARIATION OF THE NIGHT SKY BRIGHTNESS AT YUNNAN OBSERVATORY SINCE 1987

YAO Bao-an<sup>1</sup> ZHANG Chun-sheng<sup>2</sup> HU Yi<sup>3</sup> MAO Ya-qing<sup>1</sup> LIN Qing<sup>1</sup>

(1. Shanghai Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200030;

2. Purple Mountain Observatory, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008,

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

### Abstract

Using the CCD data obtained at the 1-m reflector of Yunnan Observatory from 1987 till 2009, the variation of the night sky brightness has been measured. Due to the development of the Kunming city, the night sky brightness in V has increased from about  $21 \text{ mag}/(")^2$  to brighter than  $17.6 \text{ mag}/(")^2$ , i. e. the night sky has brightened up for more than 30 times since 1987.

**Key words** night sky brightness — CCD — astronomical observation