

# 南极老人星的位置

刘牛

2018 年 8 月 21 日

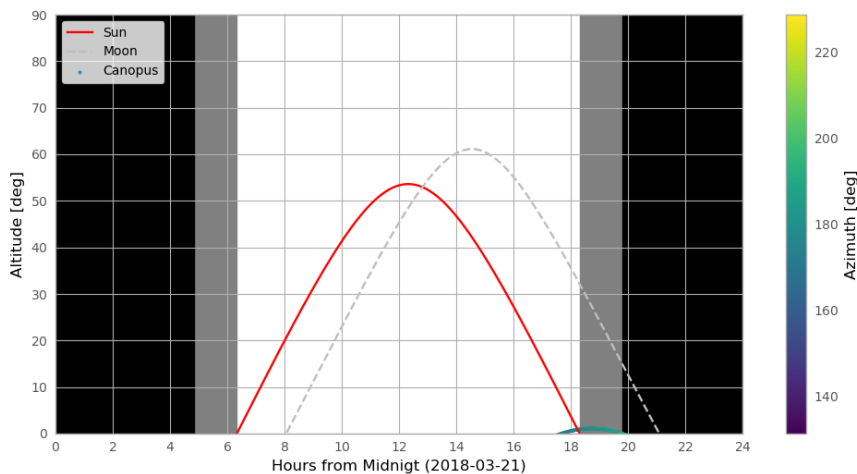
在春/秋分日时，太阳可以近似地认为是在赤道上的春分点处，赤经为零。而老人星赤经约为 96 度。两者相差 90 多度。当太阳在东方升起（秋分日）或者在西方落下（春分日）时，老人星都在天空中的正南方向附近。两者角距非常大，因此在考虑老人星的可见问题里面，老人星与太阳的角距不予考虑。又因为老人星非常亮，我忽略月亮位置对老人星是否可见的影响。

## 模型简化

- (1) 观测者在泰山，地理位置为东经 117.1 度，北纬 36.2 度，海拔高度 1500 米；
- (2) 老人星的可观测条件：老人星的地平高度角大于 0，且太阳日心的高度角要小于 0（可近似认为此时太阳有一半升上可地平线）。由此计算得到老人星在某一日的观测总时长。我进一步假设只有当总时长大于 10 分钟时，老人星才可能被古人观测到；
- (3) 考虑老人星的运动（即自行），其位置和自行资料来自于伊巴谷星表<sup>1</sup>；
- (4) 考虑地球的岁差-章动现象。

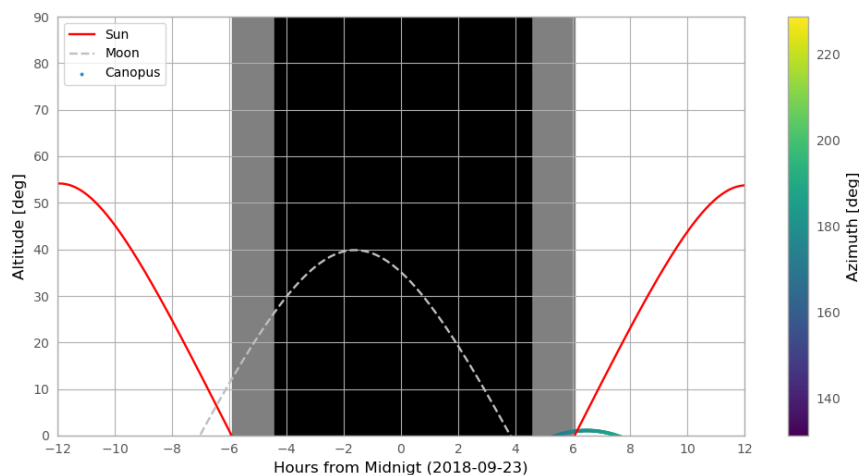
为了初步了解老人星在春分日和秋分日的可见情况，以今年（2018 年）为例，我计算了春分日和秋分日老人星的地平高度角，分别如图1和图2所示。我发现：在春分日，老人星的可观测时间约为北京时间下午 6 点钟至 8 点钟；而在秋分日，老人星的可观测时间约为北京时间上午 5 点钟至 6 点钟。这些与下面的描述“在中原地区，每当春分黄昏或秋分拂晓时可以看到老人星从正南方的南极点露出来。”是相符的。

Figure 1: 老人星、太阳和月亮的地平高度角在 2018 年 3 月 21 日随时间的变化。横轴表示一天内的时间，纵轴表示地平高度角。灰色区间是晨昏交界的时刻，黑色区间是黑夜，而白色区间是白天。图中我们可以看出，老人星的可观测时间约为北京时间下午 6 点钟至 8 点钟。



<sup>1</sup><http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR?-source=I/311>

Figure 2: 老人星、太阳和月亮的地平高度角在 2018 年 9 月 23 日随时间的变化。横轴表示一天内的时刻，纵轴表示地平高度角。灰色区间是晨昏交界的时候，黑色区间是黑夜，而白色区间是白天。图中我们可以看出，老人星的可观测时间约为北京时间上午 5 点钟至 6 点钟。



接着我计算了 2018 年全年内每一天老人星的可观测时间，如图3所示。从图3可以看出，在 2018 年内，老人星在春季的可观测日期为 2 月 16 日至 4 月 5 日，每天下午北京时间六点钟左右；老人星在秋季的可观测日期为 9 月 18 日至 11 月 13 日，每天上午的六点钟左右。这两段日期分别在春分日和秋分日附近。每日最长的可观测时间约为 2 小时，但对应的日期并非春分日或者秋分日。

经过上述的计算，我们对老人星在一年内的可观测时间有了初步的印象。接下来我计算公元前 2000 年至公元元年的 2000 年里，每年春分日（3 月 21 日）和秋分日（9 月 23 日）老人星的最大地平高度角，结果绘制于图4。地平高度角大于 0 的情况最早出现于公元前 1400 年左右。春分日和秋分日老人星的最大地平高度角几乎一致，这是很显然的，因为地球岁差的影响在半年的时间内是很小的。

考虑到太阳位置对老人星是否可见的影响，我计算公元前 2000 年至公元元年的 2000 年里，每年春分日（3 月 21 日）和秋分日（9 月 23 日）老人星的可观测总时长，见图5。可以看出：时间越往前推移，老人星在春分日和秋分日的可观测时长是在逐渐缩短的。秋分日最早可在约公元前 1400 年左右观测到老人星，春分日为公元前 1000 年左右。

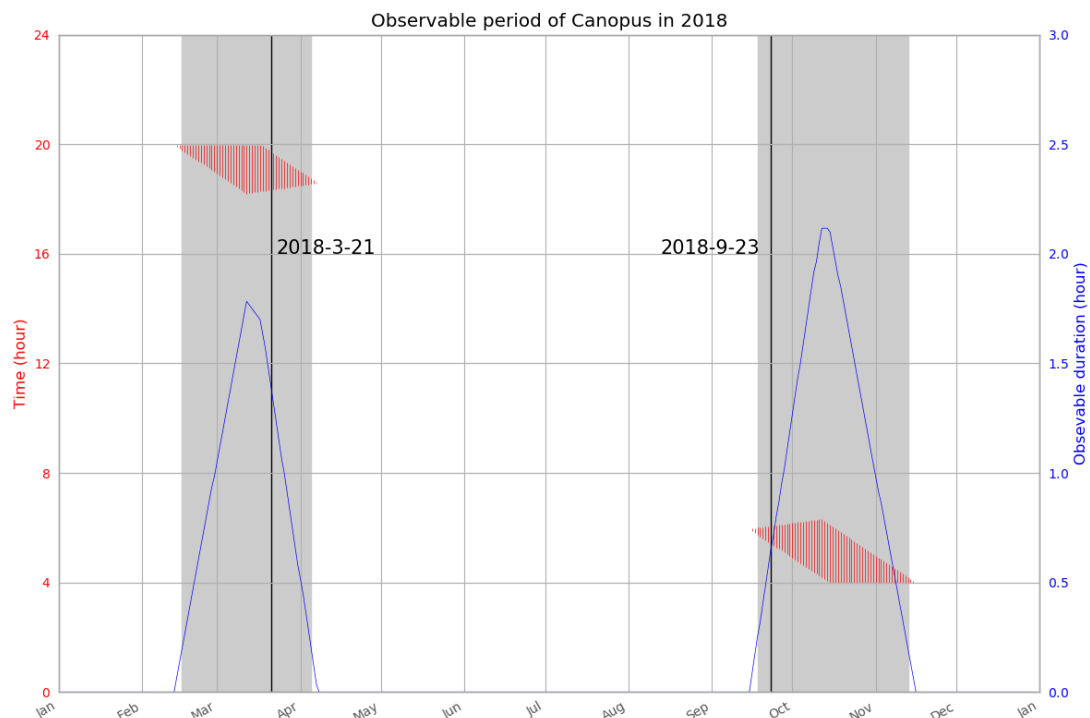
考虑古时的春秋分日可能与 3 月 21 日、9 月 23 日不完全一致，我又计算了每年春秋分日前后 5 天里每天老人星的可观测时长，取其最大值，结果见图6。秋分日老人星的可观测时间最早仍为公元前 1400 年，春分日的则提前为公元前 1300 年左右。

考虑到一个天文现象从被观测到掌握其规律需要时间的积累，因此实际上依老人星的位置来定春秋分日的时间应该至少比公元前 1400 年稍晚几十年。

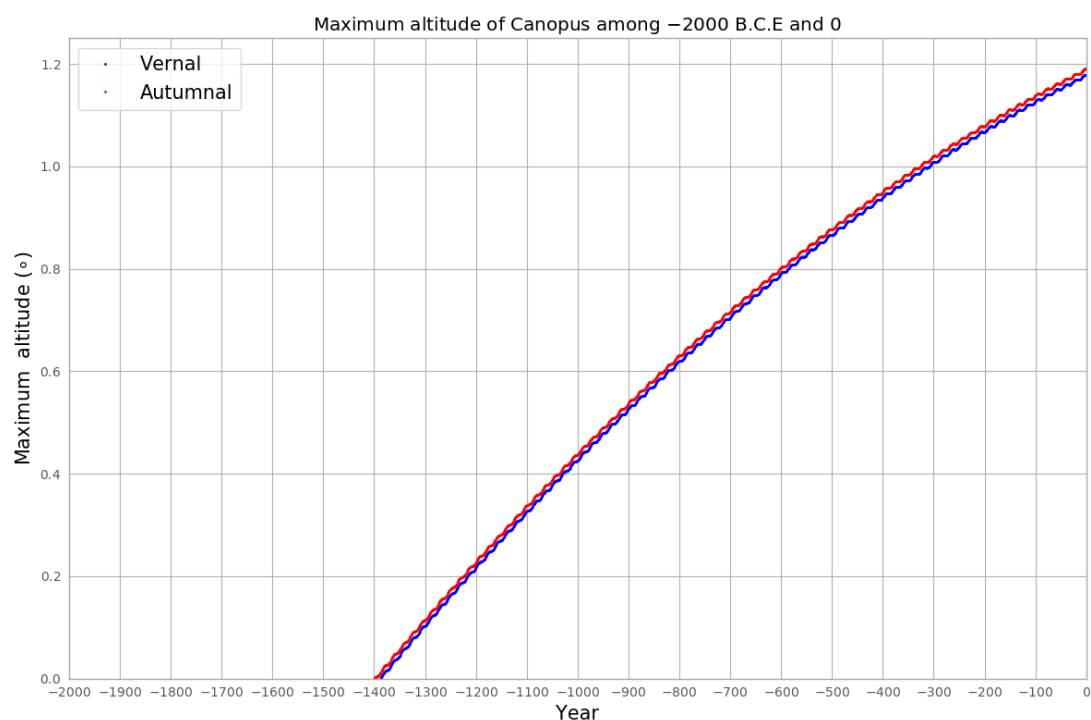
上述计算过程都是通过 Python 的开源模块 astropy 来实现。计算用的源代码已上传至 Github 上<sup>2</sup>。

<sup>2</sup>链接为<https://github.com/Niu-LIU/Canopus>

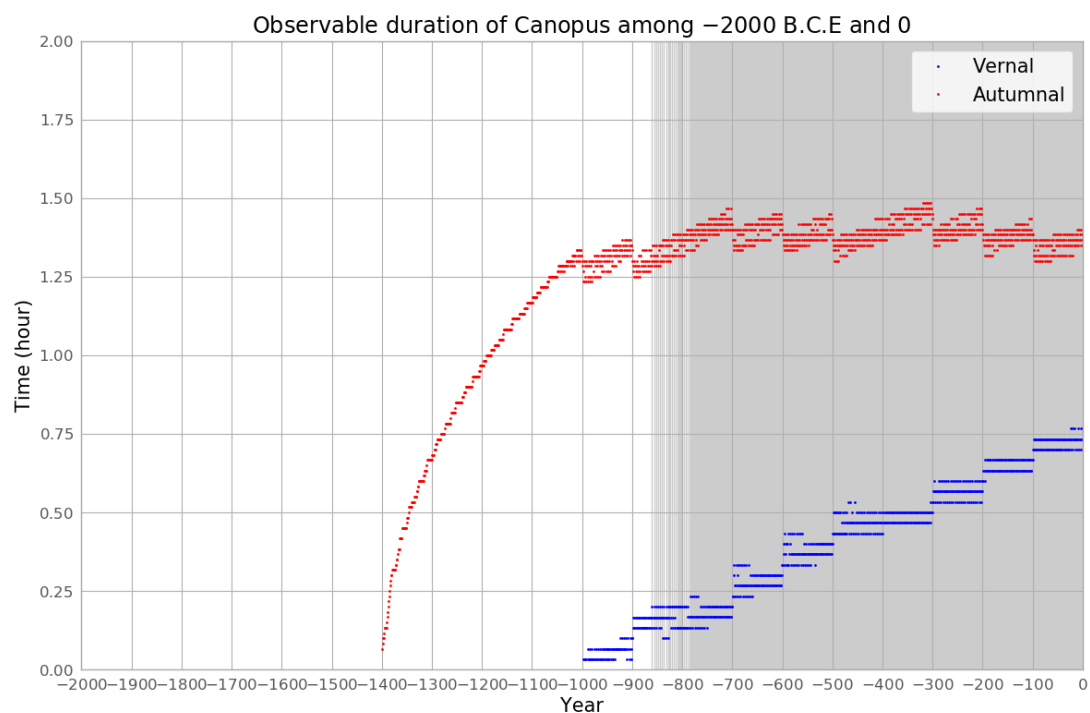
**Figure 3:** 老人星在 2018 年每一天内的可观测时间。横轴表示日期。红色的竖直线段表示一天内的起始和终止时刻，对应的是左边的纵轴。蓝色的曲线表示每天的可观测时长，对应的是右边的纵轴。灰色区间是每天的可观测总时长长于十分钟的日期。两条竖直黑线分别表示的是春分日和秋分日。



**Figure 4:** 老人星在从公元前 2000 年到公元元年春分日（3 月 21 日，蓝色曲线）和秋分日（9 月 23 日，红色曲线）内的最大地平高度角（假设观测者位于泰山）。横轴表示年份。



**Figure 5:** 老人星在从公元前 2000 年到公元元年春分日（3 月 21 日，蓝色曲线）和秋分日（9 月 23 日，红色曲线）内的可观测时长（假设观测者位于泰山）。横轴表示年份。灰色区间是春分日和秋分日的可观测总时长均长于十分钟的年份。



**Figure 6:** 老人星在从公元前 2000 年到公元元年春分日（3 月 21 日，蓝色曲线）和秋分日（9 月 23 日，红色曲线）前后 5 天内的最大可观测时长（假设观测者位于泰山）。横轴表示年份。灰色区间是春分日和秋分日的可观测总时长均长于十分钟的年份。

