



赏“星”悦目——追寻伽利略

戴 闻

(中国科学院理化技术研究所 北京 100080)

下面是赵本山的小品“卖拐”续集的一个场景：

赵：请听题！到澳大利亚旅游，最不能错过的节目是什么？

被测试者：看悉尼大歌剧院。

赵：错！正确答案是——南天观星，特别是看南十字星座。

读者或许不能心悦诚服地接受赵本山的答案，但他毕竟有几分道理。对于悉尼大歌剧院和2000年奥运场馆，我们可以从电视中获得90%的身临其境的感受。对于南天星空，即便是科教片中专门拍摄的现场，给人的印象也只能是不过如此。在澳大利亚、新西兰、巴布亚新几内亚和萨摩亚的国旗上都绘有南十字星座，可见大洋洲的人民对其独特的星空多么自豪。

我本人打算在将来闲下来的时候，到南半球作一次旅游。为了到时候能够更准确地把握住观星时机，了解北天星空的运行规律是必要的准备。比起“让我们荡起双桨”的年代，如今要想了解科学知识，那是方便多了。宇宙大爆炸、人类基因组、玻色-爱因斯坦凝聚，各种科普资料铺天盖地。然而，我却仍对伽利略情有独钟。这不仅是因为伽利略是现代科学的开拓者，而且跟随伽利略我们便能以一种与大自然互动的方式获得关于天体运行的种种基本知识，并由此产生成就感。具体说，我们可以模仿伽利略，连续7天用望远镜观察木星的4颗卫星的运动，从而“亲自发现”：第1天，2颗在左、2颗在右；第2天，4颗都在左……。我们还可以亲眼目睹令托勒密终身困惑但被哥白尼解开谜团的行星逆行现象。此外，我们也可以自找乐趣，在黄道十二宫的天幕上寻找金星。

如果您是一位退休职工或是一名中学生，我诚恳地向您建议：在晴朗的夜晚，带上望远镜走到户外，跟随伽利略巡望星空。您定会越发地感受到宇

宙的博大和深邃，您将忘却生活中所碰到的那些琐屑的烦恼，从而将自身融入自然，获得长久的身心健康。

天空中最亮的天体依次是：太阳、月亮、金星、木星、天狼星、老人星（南天船底星座）、南门二（南天半人马星座）等。大多数中国人熟悉月球的运行规律。每月初一或初二傍晚，弯弯的新月就已经在西天边上了，随后很快便落入到地平线以下。十五的满月则是在夜幕降临时从东方升起，然后整夜穿越长空。初七或初八黄昏时分，半个月亮（上弦月）位于中天。此时太阳、地球和月亮的相互关系是：日-月连线恰好与地-月连线垂直。公元前3世纪，生活在埃及的希腊天文学家阿里斯塔克（Aristarchus），正是在上弦月时，测量了地-月和地-日连线的夹角（ α ），估算出了地-月距离与地-日距离之比。现在知道，角 α 的精确值是 $89^\circ 51'$ ， $R_{\text{地-月}}/R_{\text{地-日}} = \cos 89.855^\circ = 0.002532$ 。这就是说，如果 $R_{\text{地-日}} = 1.5 \times 10^8 \text{ km}$ ，则 $R_{\text{地-月}} = 380000 \text{ km}$ 。由于地球绕太阳的轨道和月球绕地球的轨道都是椭圆，以上的估算仅指平均值。

在一本天文学的科普书中，我看到了日心学说第一人阿里斯塔克估算日-地-月距离的故事。我感到，2300年前古希腊人能够做到的，我们也应该能够做到。于是，我从观星开始，走上了自我标榜的“发现之路”。

中国人以干支60年为一个轮回，据说与木星和土星的运行周期有关。木星绕太阳一周需11.86年，土星则需29.46年。这两个周期整数近似值的最小公倍数恰好是60。众所周知，1994年7月苏梅克-列维9号彗星撞击木星的预报人包括卡罗琳·苏梅克和戴维·列维两位天文爱好者。预报是在撞击之前1年作出的，那时木星正运行在黄道十二宫的天秤座。木星的运行周期约为12年，因此每年自西向东位移一个黄道星座。2001年与1993年相差

现代物理知识

8年,因此在2001年11月中下旬,在我们欣赏狮子座流星雨时,木星正处于双子座,见图1,图中的长方框标记双子座的轮廓。从天秤座出发,经天蝎、人马、摩羯、宝瓶、双鱼、白羊、金牛座,就到了双子座,耗时8年,木星总共穿越了8个十二宫间隔。

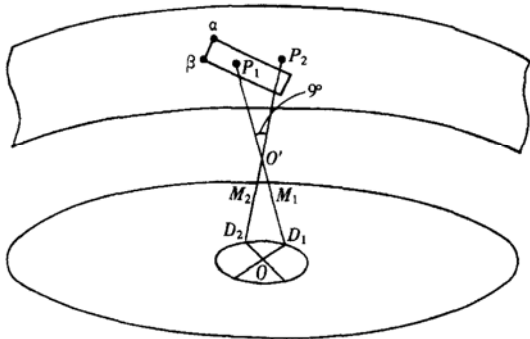


图 1

去年冬日的星空着实迷人,又赶上少雪,几乎80%的夜晚人们都能面对灿烂群星一饱眼福。在狮子座流星雨过后,我每天都要看星星。正当我为算出8年来木星的经历而洋洋自得时,我却发现木星反其道而行。它不是朝着巨蟹座前进,而是往金牛座方向后退。真是气死人了,难道以前的概念是错误的?几天之后我才意识到,这正是所谓“行星逆行”。作为一名科普工作者,尽管我早就了解行星逆行的原理,但亲眼目睹它,这却是第一次。

站在太阳的立场上,木星总是沿着轨道自西向东前进。但地球比木星跑得快,如果人们以无穷远的星空作为参照系,站在地球的立场上便会产生木星后退的假象。到2002年的12月人们肯定会在前方的巨蟹座找到木星。但在2001年12月到2002年3月期间,我们看到的是逆行的木星。

逆行的角度简直大得令人难以置信。在3个月期间竟然西移了 9° ,见图1:从 P_1 点移到了 P_2 点。作出 9° 的估计,并不是因为我拥有什么先进的仪器,这仅仅是凭着肉眼。我们知道,北斗星座中,指向北极星的两颗星的角距离是 5.3° ,双子座 α 和 β 两星间的角距离是 4.7° ,由此我们便得到了木星西移 9° 的估计。

在2002年1月27日(蛇年腊月十五)我根据天文台的预报,看到了罕见的“月掩木”天象。此时,太阳-地球-月亮-木星几乎处于同一条直线。太阳-地球-月亮三者粗略共线的情况每月发生一次(在阴历十五),这时候月亮也会遮挡住某颗星星,不过

人们难以觉察。由于木星特别亮,“月掩木”天象会以一个清晰的过程展现在我们面前。

图1正是在以上资料的基础上绘制成的,其中双椭圆的中心 O 是太阳, D_1 和 D_2 代表2001年12月1日和2002年3月1日地球的位置, M_1 和 M_2 代表相应时刻木星的位置, P_1 和 P_2 代表站在地球上观看时木星在黄道带天幕上的视位置。

在图1中,以上所列出的各点都在同一平面上。于是我便有了一个新想法:仿照阿利斯塔克,利用平面三角,计算太阳到木星的距离 $R_{日-木}$ 。需知,在天文学中,周期和角度好测,而测量距离往往是困难的。为了完成计算,事先需作些近似。这其中最重要的是:认定 $\angle P_1 O' P_2 = 9^\circ$ 。如前所述,我们所观察到的是 $\angle P_1 D_2 P_2 = 9^\circ$ (注:这里应添加辅助线 $P_1 D_2$,不过,为清楚起见,所有为解题而添加的辅助线均未表现在图1中),为要认定 $\angle P_1 O' P_2 = \angle P_1 D_2 P_2$,其必要条件是 $D_2 O' \ll O' P_2$ 。显然,这一条件是必然满足的,因为双子座距我们有35-100光年远,而光走过 $D_2 O'$ 只需1个多小时。

接下来的任务是解等腰梯形 $D_1 D_2 M_2 M_1$ 。尽管计算过程并不比一道高中三角题复杂,我们仍不打算列出全部细节。这里只给出一些中间结果,供读者在自己计算时参考。 $\angle D_1 O D_2 = 90^\circ$,它是地球在3个月期间绕太阳轨道运行走过的角度。 $M_1 M_2 = 2\pi R_{日-木} \times (3/142)$,木星绕太阳一周需142个月, $M_1 M_2$ 是3个月走过的距离。梯形的高,即平行线 $M_1 M_2$ 与 $D_1 D_2$ 之间的距离是 $R_{日-木} - (\sqrt{2}/2) R_{地-日}$ 。 $\text{tg}4.5^\circ = [(\sqrt{2}/2) R_{地-日} - M_1 M_2/2] / [R_{日-木} - (\sqrt{2}/2) R_{地-日}]$ 。最后,我们得到, $R_{日-木} = 5.26 \times R_{地-日}$ 。这是一个相当理想的结果,因为 $R_{日-木}$ 的精确值是 $5.2 \times R_{地-日}$ 。

地球的自转使得任何其他天体的视轨道都绕着地轴画圆,每天东升西落。地球绕太阳的公转使得每天所见到的恒星图案发生季节性的变化。例如,某天午夜我们看到双子座位于中天,3个月以后的午夜双子座将落至西边的地平线。在本文发表时,或许我们已经看不到双子座了,当然也看不到与双子座相伴的木星了。在木星即将离去之际,让我们向它道一声再见。半年之后我们将在巨蟹座与木星再次相会。