

动感观星——火星 2003 年极亮

戴 闻

(中国科学院理化技术研究所 北京 100080)

2003 年是“火星年”，火星与地球之间的距离将达到 57000 年以来的极小。美国、俄罗斯和欧盟相继发射火星探测航天器，以便使用最小的推力成本实现人类弄懂“火星兄弟”的夙愿。

按照天文台预告，8 月 27 日 18 时火星距地球最近，8 月 29 日 2 时火星冲日，火星的亮度将达到 -2.9 等。我们知道，星等越低，看上去越亮：1 等星的亮度是 2 等星的 2.51 倍，是 3 等星的 2.51² 倍，……是 6 等星（肉眼刚刚可以看到的星）的 2.51⁵ (= 100) 倍。比 1 等星更亮的星其星等可以是负数，例如，太阳是 -26.7 等，满月时的月亮是 -12.7 等，金星最亮时是 -4.5 等，2001 年木星冲日时是 -2.7 等。通常说，天空中最亮的天体依次是太阳、月亮、

金星、木星、天狼星（-1.44 等）……。这意味着，平时不起眼的火星在 2003 年 8~9 月间的亮度将超过所有的恒星。

今年，我是在 8 月 10 日才邂逅火星的。那晚 9:00，我突然看到了悬挂在东南方向低空的一颗“新星”。它非常像一盏黄色的纳光灯，以至于我在 1 小时后看到了它徐徐升起，才确认这是一颗星。“这一定是一颗行星”，我想。因为印象中，夏季在前半夜向南天看去，总感觉是黑蒙蒙的一片，用肉眼几乎看不到什么亮星。它不会是金星，因为金星应该出现在黎明的东方或者是黄昏的西方。它也不可能是木星或土星，因为它们正分别运行在狮子座和双子座，而这颗“新星”是出现在宝瓶座。

纪末，中国的万户让人把自己绑在椅子上，双手各持大风筝，并在座椅背后安装 47 支当时最大的火箭。他试图借助火箭的推力和风筝的升力使自己上天。他那天真而勇敢的尝试理所当然地失败了。人们为了纪念他，便将月球上的一座环形山命名为“万户”。长征二号火箭成功地将神舟五号和杨利伟送上太空，既是对历史的回应，更是新时代的胜利。

人们为“飞天”付出了用辛勤劳动创造的巨额财富，但是“买”来了无价之宝——知识。在任何领域内获得的真正的知识，在其他领域内都会十分有用，关键则在于如何聪明而理智地使用它。

出生在波兰、后移居英国的科学家和作家布洛诺夫斯基，因在书籍和电视节目中向外行人阐述科学知识而名闻遐迩。他曾说过：“我们生活在一个科学昌明的世界中，这就意味着知识和知识的完整性在这个世界中起着决定作用。科学在拉丁语中就是知识的意思……知识就是我们的命运。”

为了人类文明的持续发展，我们必须更好地掌握自己的命运！

作者简介

卞毓麟，1943 年生，1965 年南京大学天文系毕业，在中国科学院北京天文台从事科研 30 余年，

1998 年春加盟上海科技教育出版社，任编审、版权部主任至今。现任中国天文学会理事、天文学名词审定委员会主任，上海天文学会副理事长，中国科普作家协会理事、翻译工作委员会副主任。已发表学术论文 60 余篇，科普作品 400 余篇，著译图书 20 余部，参编图书百余种，作品屡屡获奖并入选中学语文课本。先后被中国科普作协表彰为“建国以来，特别是科普作协成立以来成绩突出的科普作家”、中国天文学会表彰为“优秀天文普及工作者”、国家科委和中国科协表彰为“全国先进科普工作者”，2001 年获第四届“上海市大众科学奖”。



第2天,我查了天文历,才知道那是火星。但仍
有疑问:火星本应是一颗暗淡的星呀!记得2002年
4月上旬,当我观察五大行星会聚时,看到的是木
星—土星—金星自上而下在西天等距地排成一
条直线,而火星则“羞涩地”闪烁在土星和金星之
间。带着这一问题,在随后的日子里,我十分关注
媒体的报道。后来,终于弄明白了:地球和金星
绕太阳运行的轨道非常接近圆形,巨行星木星
和土星其轨道的椭圆偏心率也很小,但火星和
水星轨道的偏心率则较大。太阳位于火星椭圆
轨道的焦点,火星与太阳之间的关系有显著的
近日点和远日点之分。当火星运行到近日点,
同时又赶上火星冲日(即地球恰好位于太阳与
火星之间),地球与火星之间的距离将成为极小
(注:地球每年7月4日运行至自身轨道的远日
点)。此时,在地球看来,火星将特别明亮。天文
资料告诉我们:木星对我们的视张角可在30~50
角秒的范围内变化;土星的视张角是15~20角
秒;然而,火星的张角变化异常地大——小至3.5
角秒,大至25.1角秒,二者之比高达7倍。难怪,
在五大行星会聚时“表现低调”的火星,2003
年一跃成为众目所归的“新星”。

历史上,火星视张角超过25角秒的年份有1924
年,1845年,1766年等等,但均未达到今年的25.11
角秒的程度,据计算机回溯计算,公元前5553年,
火星对地球的视张角是25.14角秒。所谓“57000
年难得一见”,正在于此。地球绕太阳一周是365
天,而火星是687天。于是,下一次火星冲日只能
发生在地球运行2圈并且火星运行一圈之后。具
体说,是780个地球日之后,那将是2005年10月
18日。不过,此间火星并不在近日点附近,它的
亮度肯定赶不上今年。为了求得下一次火星“冲
日与近日”同时发生(即火星大冲)的日期,需求
365天和687天的最小公倍数。 $365 \times 17 \approx 687 \times 9$,由此可知,大约每17年我们有机会看到一次特别亮的火星。从这个意义上讲,“57000年一遇的奇观”在提法上有些夸张。毕竟,只有使用精密的天文仪器,才能分辨出0.1角秒的张角变化。

接下来的日子,越来越多的火星信息见诸于媒
体。天文馆和古观象台为游人开放火星专场,许
多天文学家也参加到普及火星知识的行列。遗憾
的是,有关报道,大部分是介绍如何用望远镜观
察火星表面的形貌,只有小部分讲述了与火星轨
道有关的知识。尽管观察火星表面只需10cm口
径的普及型

天文望远镜,但对于广大上班族和青少年来说,
要想有此机会并不容易。为了把握住这次主动接
受科普再教育的好机会,我选择了“研究”火星
轨道的“课题”:观察恒星、火星和月亮之间的
动态关系,用已知的轨道参数解释所观察到的
现象。

由于地球围绕太阳作轨道运行,在不同的月份
我们所见到的黄道星座是不同的:6、7、8、9、10
月的午夜,依次占据南天的星座是人马座、摩
羯座、宝瓶座、双鱼座和白羊座。又由于地球自
转,每天我们都将看到这些星座东升西落。如果
考虑一个特定的星座,我们可以看到,它一天比一
天升起得早。这是因为,地球的轨道运动和自转
都是自西向东的。8—9月份,火星位于水瓶
座,比较8月10日晚9:00和9月10日晚9:00
火星的位置,显然有,后者比前者偏西、偏高。

为了寻找讨论问题的伙伴,我不断向周围的同
事、朋友和亲属发出“邀请”,请他们共赏火星
奇观。然而,人们的反应大都平淡,因为南天实
在没有什么明亮的恒星能够对2003年的“明星”
起烘托作用。期盼的日子终于来了,那便是火星
合月。按照天文预报,9月9日(农历八月十三)
21时火星合月——火星位于月球南约 1° 。月球
对我们的视张角大约是 $30'$, 1° 相当于两个月
亮盘子的角距离。可是,当我和同事叶教授于
20:15观看时,却找不到火星。突然,视力比我
好的叶教授喊道:“看到了,看到了,像一颗珍
珠镶嵌在月亮盘子的边上”。我不相信,心想:
天文预报的误差怎么可能这么大,明明预报的
是火星距月亮 1° ,怎么会成了月掩火星呢?

我继续盯着月亮看,持续10分钟,终于辨清
了贴在月亮近旁的火星。这不是因为我的眼神
变好了,而是火星此时离开了月亮。叶教授一
向推崇“太极”和“阴阳”,他想起了电影《宇
宙与人》中二位僧人的对话:“天上的云在飞,
是云动还是风动?”“既不是云动,也不是风
动,是你的心在动。”于是,叶教授借题发挥,
问我:“火星和月亮分开了,是火星动了,还
是月亮动了?”对此,我不敢随便猜测,只好说:
“那得算一算”。

《宇宙与人》的撰稿人,将上述僧人的对话
说成是“似乎包含有相对论的宇宙观”。对于
这种类比,我一向不以为然。孔、孟、老、庄
确为国学之精粹,值得研究,值得借鉴。我们
褒扬民族的自信力,但这不等于对孔孟之道可
以随意拔高或简单效法。郝柏林院士在最近
发表的一篇文章中曾指出:孔孟学说基

本上是统治者处理相互关系和如何对付人民的准则,即现在所谓“人际关系”。他们(特别是他们的追随鼓吹者)从来不研究大自然以及人同自然的关系;老子曾为统治者出主意:“使民无知无为”,真个狠毒;庄子虽更富哲学韵味,但科学性更少。郝院士感慨道:“多少代优秀的知识分子把毕生的精力消耗在遣词造句的文字游戏中,使我们这个民族浪费了多少大脑资源(见《物理》2003年8期)。纯思辨的言辞对普通百姓很有吸引力,但如果思辨脱离科学所提供的新资料,不用实验来证明对与错,它将是:“糊里又糊涂”“谁也说不清楚”,到头来将是空谈多于实干的裹足不前,并且最终导致观念陈腐和创造力枯竭。爱因斯坦曾说:“要走向理论的建立,不存在什么逻辑的道路”。

为了振兴中华,为了富国强兵,我们提倡“学习西方国家的先进技术和先进管理”。作为补充,我们是否可以加上一条:“学一点2000多年前地中海沿岸学者的科学思维方式”?我曾经想,最好能在中小学教材中多加入一些关于天体运行的内容。星空人人可见,不需要很多的硬件投入,便可加强学生的空间概念和动态联想力,进而有助于他们将现象转化为理论模型。我有时试着设计一些习题,并争取发表出来,以便与广大科普工作者共勉。现在,问题又来了:火星与月亮为什么会分开呢?

以恒星为参照系,月亮公转 360° 需27.32天。如果以满月的相继出现为周期,农历1个月平均是29.5天。这是因为,在1个月期间地球绕太阳转过了 30° ,月球为了再一次与日一地共线,需再多转约 30° 。由于月亮的轨道运动也是自西向东,每当夜幕降临,它在天空中出现的位置,一天比一天要向东移动一个角度($\sim 13^\circ$)。因此,农历初一傍晚我们看到,新月悬挂在西空;而在农历十五,天刚黑时我们看到,满月出现在东方。很容易算出,每小时月亮东移(或者叫顺行)的角度,这大约是 $33'$,与月亮盘面的视角相当。

火星绕太阳公转一周的周期 $T_{\text{火}}=687$ 天,根据开普勒第三定律可以求得火星与太阳的平均距离 $R_{\text{火}-\text{日}}$, $(R_{\text{火}-\text{日}}/R_{\text{地}-\text{日}})^3=(T_{\text{火}}/T_{\text{地}})^2$, $R_{\text{火}-\text{日}}=1.52R_{\text{地}-\text{日}}$ 。在2003年8—9月份,太阳—地球—火星近似排成直线。在此期间,尽管火星照常绕太阳自西向东公转,可由于它的角速度小于地球公转的角速度,结果从地球上看来,火星在恒星背景上表现为向西移动(或者叫逆行)。鉴于火星轨道的椭圆偏心

率较大,为了计算火星逆行每天转过的角度,仅仅使用 $R_{\text{火}-\text{日}}=1.52R_{\text{地}-\text{日}}$ 就不够了,需知,在火星近日点,火星与太阳间的距离仅为 $1.37R_{\text{地}-\text{日}}$ 。

开普勒第二定律告诉我们,在相等的时间间隔内,椭圆轨道的矢径扫过的面积是相等的。由此,可以算出在近日点附近火星轨道运动每天所通过的路程 $\Delta M_{\text{火}}$,

$$(1/2)\Delta M_{\text{火}} \times 1.37R_{\text{地}-\text{日}} = \pi(1.52R_{\text{地}-\text{日}})^2/687,$$

$$\Delta M_{\text{火}} = 2.455 \times 10^{-3}(2\pi R_{\text{地}-\text{日}}),$$

而对于地球,与 $\Delta M_{\text{火}}$ 相对应的路程 $\Delta M_{\text{地}}$ 很容易求得,

$$\Delta M_{\text{地}} = 2.740 \times 10^{-3}(2\pi R_{\text{地}-\text{日}})。$$

求解以 $\Delta M_{\text{火}}$ 和 $\Delta M_{\text{地}}$ 构成的梯形,可得出火星在一天之内逆行的角距离 $\Delta\alpha$,

$$\Delta\alpha = 0.277^\circ = 16.6',$$

或者说,火星每小时逆行的角度是 $0.69'$ 。

综上所述,我们的计算结果表明,在1小时期间,以背景恒星为参照系(注意,背景恒星凭肉眼几乎不可见,正因为此,才有了难以分清是火星动还是月亮动的问题),火星西移约 $0.69'$,而月亮东移约 $33'$ 。因此,取一级近似,我们说:是月亮离火星而去。现在,回到9月9日晚8:25的场景。我盯住月亮和火星,直到9:25。我发现,火星与月亮边缘的距离恰好等于月盘的直径。这就是说,计算结果与观察相符,它有资格成为普及天文知识的一道习题。

后来,我又查阅了天文历,得知:从地球上看来,2003年7月31日到9月29日期间,火星是逆行的,逆行通过的角距离约为 14° 。在7月31日6时(火星留)之前和9月29日22时(火星留)之后火星都是顺行的。为了计算2个月的逆行期间火星在背景天幕上转过的角度,应采用平均速率(而不是前面求得的最大速率—— $0.277^\circ/\text{天}$)乘以60天。按照实际 14° 的角位移,反推得到的平均速率是 $0.233^\circ/\text{天}$ 。

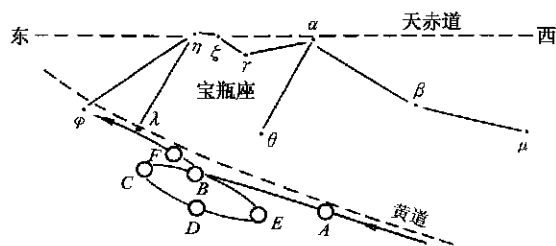


图1 火星在恒星背景(宝瓶座)上的视位置: A(6月1日), B(7月1日), C(7月31日), D(9月1日), E(9月29日), F(11月1日)。

8月29日火星大冲时的座标为赤经22时 $37'$, 赤纬 $-15^\circ 50'$ 。

浅谈里德伯常数

朱利军

(苏州大学物理系 江苏 215006)

1. 里德伯常数的由来

用光谱仪分析氢放电管和某些星体的光谱,即可获得 H 原子光谱。瑞士科学家巴末尔长期研究原子光谱线。1884 年 6 月 25 日在巴塞尔自然科学协会的演讲中,他公布了一个关于氢光谱波长规律的经验公式。同年又发表在当地的一个刊物上,1885 年又刊载在《物理杂志》上,他根据实验结果得出在可见光区的氢光谱分布规律的经验公式:

$$\lambda = B \frac{n^2}{n^2 - 2^2},$$

式中 B 是一常数,等于 3645.6 纳米; n 为大于 2 的正整数,当 $n = 3, 4, 5, 6, \dots$ 时,上式即给出氢光谱中可见光部分的四条谱线的波长,分别称为 $H_\alpha, H_\beta, H_\gamma, H_\delta$ 谱线,上式给出的一组谱线称为巴末尔线系。

瑞典物理学家里德伯在对许多元素光谱的研究中整理了大量的光谱数据,里德伯发现,如改用单位长度内的波长数,即波数 $\nu, \nu = 1/\lambda$ 来表示光谱,各谱线的波数可以用两个光谱项 $T(n)$ 的差值来表示即 $T(n) = R/n^2, \nu = T(n_1) - T(n_2)$, 式中 $R = 4/B, n_2$ 为大于 n_1 的整数。

当 $n_1 = 1$ 时,赖曼线系为 $\nu = \frac{1}{\lambda} = R \left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right], n \geq 2$

当 $n_1 = 2$ 时,巴末尔线系为

$$\nu = \frac{1}{\lambda} = R \left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right], n \geq 3$$

当 $n_1 = 3, 4, 5$ 时,分别为帕邢系、布喇开系、普丰特系,式中 R 为里德伯常数。

1913 年 2 月,玻尔得知氢原子光谱线的经验表达式(巴末尔公式)后,在 3~11 月间连续发表了四篇关于氢原子理论的文章。根据玻尔的氢原子理论,里德伯常数不再是一个经验常数,而可以由基本物理常数精确地计算得 $R = 2\pi^2 e^4 m_e / ch^3$, 式中 m_e, e 分别是电子的质量和电荷, c, h 分别是真空中的光速和普朗克常数。

玻尔在 1914 年讨论了氢核(质子)的质量不是无穷大时的情况,当电子绕核运动时,核不是固定不动的,而是绕核与电子的质心运动。设核的质量为 m ,则上式中的质量 m_e 要用折合质量 $\mu (= m_e m / (m_e + m))$ 来代替。因此氢原子的里德伯常数为

$$R_H = \frac{2\pi^2 e^4 \mu}{ch^3},$$

相应于原子核质量 $m \rightarrow \infty$ 时的常数为

$$R_\infty = \frac{2\pi^2 e^4}{ch^3},$$

$$R_H = R_\infty \frac{1}{1 + \frac{m_e}{m_H}},$$

它比最高速率小 16%。这是可以理解的:8 月上旬和 9 月下旬,火星视运动处于“留”的附近,尽管此间火星仍是逆行,但逆行速率要比 $0.277^\circ/\text{天}$ 小得多,如图 1 所示。

在我们观看火星极亮的期间,瑞士国际管理开发研究院发表了 2003 年度《洛桑报告》。这份在国际上颇具影响的报告认为:中国的科技投入已基本上与经济发展水平相适应,科技投入已不再是制约科技竞争力的瓶颈。现在的问题是:如何充分地利用有限的科技资源,实现科技产出的最大化。我国的科学论文数量增长很快,但在世界范围内的影响

力仍非常有限(平均单篇引用率世界排名第 66 位)。更值得关注的是:“学校科学教育状况”和“青年对科技的兴趣”两项指标的排名,我国在 2003 年度均有下降。

动感观星,有进有退,不足为怪。同样,我国的科技竞争力,名次有升有降,也是很自然的,毕竟人家也在进步。有关专家认为,为保证我国科技竞争力的持续发展,必须进行科学精神的重建:尊重历史,相信实验,崇尚理性,脚踏实地,持之以恒,厚积薄发,让促进科技的环境建设永远对准先进文化的发展方向。