

# 高端阅读指导委员会

(系各省级教研员)

刘 华 (吉林)

张伟忠 (山东)

王来平 (陕西)

何立新 (四川)

冯善亮 (广东)

杨 桦 (安徽)

朱茫茫 (江苏)

蒋红森 (湖北)

申雪燕 (河南)

蒋玉萍 (广西)

易海华 (湖南)

刘宇新 (北京)

李祖贵 (湖北)

王佑军 (湖北)

王中亚 (湖北)

梅 晴 (湖北)

## 导读 知识筑成了通向遥远距离的阶梯

——读《星星离我们多远》\*

刘金沂

光速每秒为 30 万公里，连《西游记》中的孙大圣也望尘莫及！然而星星之间的距离就是光子也要叫远不迭。使用光在一年内所走的路程——光年为尺子来测量星星间的距离，我们现在所知道的最遥远的星系离我们达一百多亿光年！许多人会问，这么遥远的距离是怎样测量出来的，天文学家到底有什么神通能测出这样远的距离？他们的科学根据何在？这些问题并非三言两语可以讲清的。1980 年底，科学普及出版社出版了《星星离我们多远》一书，系统全面地解答了这些问题。该书语言生动、深入浅出，条理清晰、趣味盎然，是近年来天文科普作品中的佳作。

---

\* 原载《天文爱好者》1983 年第 1 期。刘金沂，男，1942 年生，1964 年毕业于南京大学天文学系。在中国科学院自然科学史研究所工作多年，是一位有影响的天文史家，也是一位充满激情的科普作家。1987 年春节期间，刘金沂因肝癌久治无效逝世，年仅 45 岁。虽然 30 多年来本书已多次修订，书名也从《星星离我们多远》改成了《星星离我们有多远》（详见本书“后记”），但刘金沂先生此文依然不失为一篇中肯的导读。



天文学是一门奥妙无穷，令人神往的学科。它的研究目标绝大部分是遥远的天体，它们看得见，摸不着，有的甚至只能通过巨型望远镜，用照相方法经过很长的曝光时间才能在底片上留下点点影像。天文学家面对着这些对象，要测量它们的距离非得有特殊的手段和方法不可，这正是天文科学的特点之一。本书首先抓住了天文学的这一特点把读者引到了宇宙深处。

接着，作者以洒练的笔墨叙述了测量天体距离的各种方法。这是一张时间的进程表，也是一张知识积累的进程表。从人们在地面上经常做的开始：要测量烟囱的高度，测量河流的宽度，无需爬高，无需渡河，只要在两个不同地点观测，通过适当计算就能求得。这就是利用视差的原理测距离。最初测量天体距离的方法就是三角视差法。天文学家用三角视差法测得了第一批天体的距离，它们都不超过 300 光年远，再远就无能为力了。于是，“接力棒”传给了分光视差法利用恒星的光谱差别求距离，使测距达到 30 万光年左右。又因为远星太暗无法得到光谱，分光法失去威力。造父变星的周光关系接替了分光视差法，可以求得远达 1500 万光年之遙的星系距离。对于更遥远的星系，因找不到造父变星又使测距处于困境。此时新星和超新星以其突发的巨大光度给天文学家送来了佳音，测量距离的尺子又向宇宙深处延伸了，利用超新星使可测距离达到 50 亿光年左右。然而超新星的光度还是“敌”不过距离的增大，对那些深空中的星系已无法辨认其个别恒星，连超新星也不可单独分离出来，而且不是所有的星系都能在短时期内找到超新星。这时只有靠星系的视大小和累积星等来判知距离了。后来，正当天文学家面对无涯的宇宙束手无策的时候，柳暗花明，星系的普遍红

移又送来了一把巨尺，测距范围扩展到100亿光年的地方。

作者从丰富的资料中恰当裁剪，使全书贯穿着这一主线，由浅入深，由近及远，层层推开。不时伴有天文学家的趣闻轶事，发明史话，关键处常有构思巧妙的插图阐明文意，把读者带进了天文学家探索宇宙空间的艰巨行程之中，困难时为之焦虑，胜利时为之欢乐，有时又不禁为科学家的巧妙方法叫绝。读完这本书，会使你感到，天文学家凭着不懈的努力，借助天体送来的微弱光芒，征服了百亿光年的巨大空间，真是比一根头发丝上雕刻出雄壮场面的画卷有过之而无不及。然而他们毕竟胜利了，这是人类无穷智慧的象征。

这既是一本向你介绍知识的书，也是一本启迪思维的书。作者在叙述每种测距方法的时候，既不是平铺直叙，也不是只讲结果，而是伴之以发展过程，显示出天文学家解决问题时的思路，这种“与其告诉结果，不如告诉方法”的手法会使读者受益更多。最后作者还将类星体的距离之谜展现在读者面前，这是一个尚未解决的问题，给读者留下了思考的余地。

星星的距离极其遥远，人们探索天体距离的努力连续几千年，要在一本小书里描写这一切是不容易的事。作者用通俗流畅的语言，浅显易懂的比喻讲清了许多常人没有接触过的概念，还用两段间奏巧妙地将不连续的片段衔接起来，使全书浑为一体。书末，作者稍稍离开主题，以宇宙航行和希求跟“宇宙人”建立联系的努力丰富了读者的想象力，把人们带到了拜访牛郎、问候织女、归来仍年青的奇妙境界。

读完全书，掩卷回味，古往今来人们仰望天空，繁星点点、耿耿天河，天阶夜色、秋夕迷人，多少人为之陶醉，对少人赋诗抒怀。



《星星离我们多远》一书却为我们展示了天文学家如何兢兢业业，利用各种巧妙方法测量天体距离的历程。我国著名天文学家、紫金山天文台台长张钰哲先生说，这是近年来写得很好的一本书。



教育部新编语文教材指定阅读书系  
JIAOYUBU XINBIAN YUWEN JIAOCAI ZHIDING YUEDU SHUXI

星星离我们有多远

## 目录

### 序曲 / 1

“天上的市街” / 1

星座与亮星 / 2

### 大地的尺寸 / 7

首次估计地球的大小 / 7

第一次丈量子午线 / 9

三角网和大地的模样 / 11

### 明月何处有 / 15

第一个地外目标——月亮 / 15

从街灯到天灯 / 18

雷达测月和激光测月 / 21

### 太阳离我们多远 / 24

转向了太阳 / 24

开普勒和他的三定律 / 26

卡西尼测定火星视差 / 30

金星凌日 / 34

地球的小弟弟——小行星 / 36

小行星的功绩 / 39

太阳究竟有多远 / 41

### 间奏：关于两大宇宙体系 / 43

### 测定近星距离的艰难历程 / 51

恒星不再是“固定的” / 51

泛舟泰晤士河的收获 / 54

恒星终于被征服了 / 57

三角视差的限度 / 64

### 通向遥远恒星的第一级阶梯 / 68

星星的亮度 / 68

恒星光谱分类 / 71

有趣的赫罗图 / 74

分光法的妙用 / 76

### 再来一段插曲：银河系和岛宇宙 / 79

从德谟克利特到康德 / 79

银河系的真正发现 / 82

宇宙中的“岛屿” / 86

### 通向遥远恒星的第二级阶梯 / 91

聋哑少年和造父变星 / 91

一根新的测量标杆 / 96

球状星团和银河系的大小 / 99

巡天遥测十亿岛 / 103

### 欲穷亿年目 更上几层楼 / 109

接力棒传给了新星和超新星 / 109

亮星也来出一把力 / 111

由大小知距离 / 112

集体的贡献：累积星等 / 114

耐人寻味的红移 / 117

膨胀的宇宙 / 122

### 尾声 / 127

类星体之谜 / 127

飞出太阳系 / 131

结束语 / 137

### 后记 / 140

引读 评《星星离我们多远》\* / 王绶琯 146

## 序曲

### “天上的市街”

朋友，您吟诵过这样一首诗吗——

远远的街灯明了，  
好像是闪着无数的明星。  
天上的明星现了，  
好像是点着无数的街灯。

我想那缥缈的空中，  
定然有美丽的街市。  
街市上陈列的一些物品，  
定然是世上没有的珍奇。

你看那浅浅的天河，  
定然是不甚宽广。





我想那隔河的牛女，  
定能够骑着牛儿来往。

我想他们此刻，  
定然在天街闲游。  
不信，请看那朵流星，  
是他们提着灯笼在走。

这首白话诗，作于1921年。其高远的意境，丰富的想象，纯朴的言语，浪漫的比拟，冲破了日益衰颓的旧文化的桎梏，体现出一代新风。它的题目，叫做《天上的市街》。

这首白话诗的作者，当时还是一位不满30岁的青年。他才气横溢，风华正茂。不多年间，他的名字便传遍了海北天南。他，就叫郭沫若。

古往今来，夜空清澈，群星争辉。多少人因之浮想联翩，多少人为之向往入迷啊！我们要谈的，正是这天上的星星；要谈的，是它们离人间有多远。或许，可以这样说吧：我们将要告诉读者，郭老诗中的“天上的市街”究竟远在何方呢？

诗中写到了天河，写到了牛郎织女，我们就从这谈起吧。

## 星座与亮星

千百年来，牛郎织女的故事一直脍炙人口。初秋晴夜，银河高悬，斜贯长空。银河，有许多别名。在西方，它叫做“乳汁之路”（The Milky Way）；在我国古代，它又叫银汉、高寒、星河、明河、天河……天河两岸，很容易找到“牛郎”和“织女”，它们是两颗很亮的星。牛郎在河东，

又名“河鼓二”。它的两旁，各有一颗稍暗的星。三星相连，形如扁担。牛郎居中，两端宛如一副箩筐，所以它们又合称为“扁担星”。据说，每年农历七月初七，牛郎就将他的两个娃娃放在箩筐里，挑起扁担，去与织女“鹊桥相会”啦！织女在河西，与牛郎以及自己的孩子遥遥相望。她的近旁有四颗星构成了一个平行四边形，宛如织布用的梭子一般，它正是织女的劳动工具。另外还有一种传说：就在牛郎星附近有着五颗小星，中国古称“匏瓜五星”的，其中一、二、三、四这四颗星连贯起来组成一个菱形，很像一个织布的梭子。它是织女为了表达自己的情思而抛给牛郎的，因此民间便称它为“梭子星”了。天河之中，牛郎织女之间，有六颗亮星组成一个巨大的“十”字。请看图1，如果我们将它想象为神话中的“鹊桥”，那岂不是既很自然又很有趣吗？

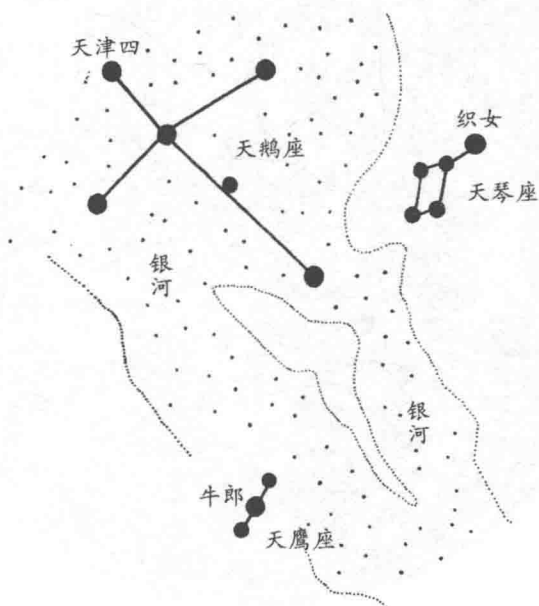


图1 牛郎星、织女星和有关星座



世界上各个古老的民族,都以其长着翅膀的丰富想象力,驰骋在天上人间。他们对同样的星空孕育和产生了大不相同、却又同样妙趣横生的神话传说。上面提到的那个大“十”字,古代欧洲人将它想象成一只展翅翱翔的天鹅。因此,它所在的那个星座就被叫做“天鹅座”。这个大“十”字,因为出现在北半天空上,西方人又将它称为“北天十字架”,简称“北十字”。

什么是星座呢?简而言之,古人为了更好地辨认星空,就用种种想象中虚拟的线条,将天上较亮的那些星星分群分组地联结起来,这些星群便称为“星座”。人们又以更加丰富的想象力,让一群群星与许多神奇的故事挂上钩。因此,诸星座最古老的名称通常都溯源于古老的神话与传说(图2)。



图2 在充满神话形象的星图上,北半球的天空仿佛成了一个巨大的动物园

世界上最早划分星群的，也许是苏美尔人。他们生活在美索不达米亚平原两河流域的下游，如今属于伊拉克的地方。大概在公元前 4000 年，他们便在辨认星空时将群星“分而治之”了。他们在公元前 3000 年左右已经创建了一套书写系统，用文字记下自己的历史。那时，他们也开始系统地注意行星的运动。倘若将苏美尔人的观测当作人类系统观测天象的开端，那么这种世代相传的天文观测绵延至今便已有 6000 年之久。

在这漫长的岁月中，星座的概念有了极大的发展。演变到公元 2 世纪，经过古希腊天文学家的详细描述，北天 40 个星座的雏形便大体确定下来。至于南天的 48 个星座，那是 17 世纪后通过航海家和天文学家们的系统观察才逐渐定型的。由于近代科学的启蒙与发展，南天星座中便夹杂着用科学仪器命名的名称，例如显微镜座、六分仪座、罗盘座、望远镜座等；而北天星座的名称则依然充满着古老神话的色彩：仙女座、仙后座、武仙座、飞马座、天鹅座……

现代对星座的划分，建立在更精确的基础上。国际上统一地将整个天空划分成大小不等的 88 个区域，每个区域便是一个星座，它们犹如地球上大大小小的许多国家。每个星座中都有许多星星，恰似一个国家中有许多城市和村镇一般。牛郎星是“天鹰座”中最亮的星星，按国际统一称呼，它就叫“天鹰 $\alpha$ ”。 $\alpha$ （阿尔法）乃是希腊文中的第一个字母。织女星是“天琴座”中最亮的星，所以称为“天琴 $\alpha$ ”。同

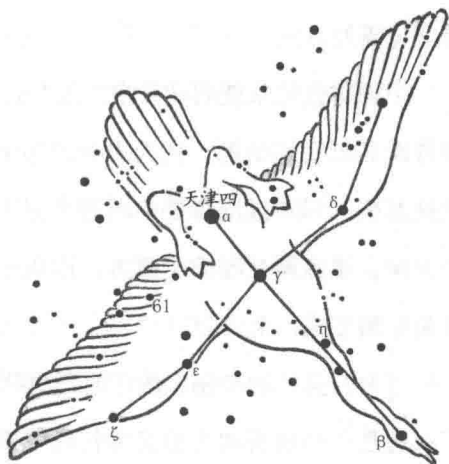


图 3 天鹅座，天津四和天鹅 61 星



样，天鹅座中最亮的星就叫“天鹅 $\alpha$ ”，它就在那只大天鹅的尾巴上，所以阿拉伯人又叫它“戴耐布”（Deneb），意为“天鹅之尾”。我国人民自古以来一直叫它“天津四”。图3中还标出另一些星星的名字：天鹅座中的 $\beta$ （贝塔）、 $\gamma$ （伽马）、 $\delta$ （德尔塔）、 $\epsilon$ （艾普西隆）、 $\zeta$ （泽塔）和 $\eta$ （伊塔）等，它们分别用希腊文中的第二至第七个字母表示。

一个星座中的星星是很多的，而希腊字母只有24个，每颗星用掉一个字母，用完了又怎么办呢？不要紧，用完了可以接着用拉丁字母；拉丁字母用完后，还可以干脆给星星编上号，例如图3中的天鹅61星便是这样。或者，还可以给星星专门列出一份“花名册”，它们称为“星表”。在星表中给每一颗星指定一个号码，这也就是它的名字了，比如天鹅61。实际上，天鹅61是一个双星系统，由两颗互相绕转的恒星组成；这两颗星中的每一颗，都称为该双星系统中的一颗“子星”，它们的名字分别叫天鹅61A和天鹅61B。同时，这两颗星在“HD星表”中的编号分别为201091和201092，故又称HD201091和HD201092。这里，HD乃是美国天文学家亨利·德雷珀（Henry Draper, 1837 ~ 1882年）姓名的首字母缩写。

中国古代经常使用“星宿”这个名称。“二十八宿”更是古典小说中常常跃然纸上的话题。从天文学的角度来看，星宿与星座却没有实质性差别，只不过前者是中国古代习用的术语，代表中国人划分星群的方法。星座则是起源于西方，而现在已为全世界广泛采用的另一种划分星空的方式。

可是，美妙的星座，灿烂的群星啊，你们究竟离我们有多远呢？

这是一个曲折动人而又绵长的故事。亲爱的读者，下面让我们来看看古人是怎样想的吧。

## 大地的尺寸

### 首次估计地球的大小

在很久很久以前，人们无疑发现“天”是很远的。因为，无论你站在地上，爬到树上，还是攀至山巅，天穹总是显得那么高，日月星辰始终是那么远。有什么办法知道星星的距离呢？

那时，人们以为地球就是宇宙的中心，以为太阳、月亮、行星和恒星都绕着地球转。人们以为所有的恒星都镶嵌在一个透明的球（也许是个硕大无朋的水晶球）上，这个球就叫做“恒星天球”，或者叫做“恒星天”。对恒星天的距离有过种种猜测，就像对“月亮天”、“太阳天”、“水星天”……的距离有过种种猜测一样。

古希腊有一位聪明的哲学家和数学家，名叫毕达哥拉斯（Pythagoras，约公元前 580 ~ 约前 500 年）。他发现在直角三角形中，两直角边的平方之和恰好就等于斜边的平方。学过初等几何的人都知道，这正是“勾股定理”，西方人称之为“毕达哥拉斯定理”。他和他的弟子们自成学派，崇尚唯美主义。他们认为宇宙是极端美妙和谐的，这种和谐美的表现之一便是八重天的高度恰好与八度音的音高成正比。这种想法在今天看来



显得有些可笑，但对 2000 多年前的古人来说，却是对“星星离我们有多远”的一种猜测，尽管它不免染上了一些神秘色彩。

我国古籍《列子·汤问》篇中有一个著名的故事，叫做“两小儿辩日”。其中一个小孩说早晨的太阳离我们更近些，因为它看起来较大；另一小孩则说中午的太阳离大地更近，因为它比早晨的太阳热得多。他俩当然不知道太阳究竟有多远，可是“太阳的远近”这个问题却提出来了。

测量地球这个天体本身的大小，则是估算天体绝对尺度的第一级入门之阶。那已经是 2200 多年前的事情了。公元前 240 年前后，当时世界上

最先进的科学机构——埃及的亚历山大城图书馆，有一位名叫埃拉托塞尼（Eratosthenes，约公元前 276 ~ 约前 194 年）的馆长。他思索着这样一个事实：6 月 21 日这天正午，太阳在塞恩城（现代埃及的阿斯旺）正当头顶，但在塞恩城北面 5 000 希腊里（1 希腊里=158.5 米）的亚历山大城，这时的太阳却不在头顶（图 4）。在那儿，阳光

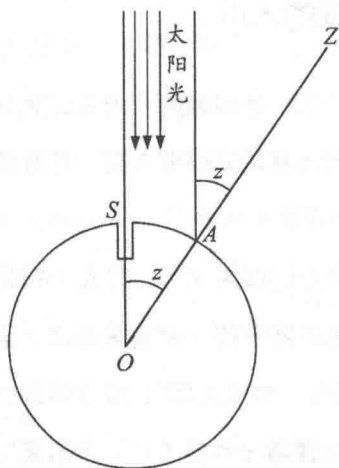


图 4 埃拉托塞尼测量地球周长的方法  
图中 S 代表塞恩城，A 代表亚历山大城

对铅垂线倾斜了一个小小的角度  $z$ ，这个角度正好等于一个圆周的  $1/50$ （ $7^\circ$ 多一些）。埃拉托塞尼认识到，造成这种差异的原因必定是由于地面的弯曲。既然经过从塞恩城到亚历山大城的这 5 000 希腊里（约 792 千米），地球表面弯曲了一个圆周的  $1/50$ ，那么整个地球的周长应该是多少希腊里、或者多少千米呢？

当然，这里有一个前提，那就是古希腊人接受大地呈球形这一观念。从唯美的信念出发，球形也是所有形体中最匀称最完美的构形。

对埃拉托塞尼来说，这样的数学问题真是太简单了。今天一位聪明的小学生就能算出它的答案，结果是：地球的周长为  $792 \times 50 = 39\,600$ （千米），地球的直径则为 12 700 千米。它与今天用现代技术测量的结果接近得真是令人吃惊。如今，人们知道地球的直径是 12 742 千米，周长则约为 40 000 千米。

可惜，古希腊人并未普遍接受埃拉托塞尼关于地球大小的这个准确数值。大约在公元前 100 年，另一位古希腊天文学家波西冬尼斯（Posidonius，约公元前 135 ~ 约前 50 年）用同样的方法重复了埃拉托塞尼的工作。他在测量中利用的不是太阳，而是老人星（船底 $\alpha$ ）。他不如埃拉托塞尼测得那么准确，得到的地球周长仅为 18 万希腊里，即 28 800 千米。

结果，从古希腊最后一位杰出的天文学家托勒玫（Claudius Ptolemaeus，约公元 90 ~ 约 168 年）直到发现新大陆的哥伦布（Christopher Columbus，约 1451 ~ 1506 年），都采用了波西冬尼斯这一过于小的数字。只是到了麦哲伦（Ferdinand Magellan，约 1480 ~ 1521 年）船队的幸存者们历尽艰难险阻，终于在 1522 年环绕地球一周回到欧洲后，才纠正了这一错误。

不过，在麦哲伦之前 800 年，在欧亚大陆的另一端，就进行了世界上第一次大规模的子午线实地测量。

## 第一次丈量子午线

子午线，就是地球上通过南北两极的大圆，也叫“经度圈”。从地球的赤道算起，沿着子午线向南北各走  $90^\circ$ ，就到了南北极。从南极到北极





的半个大圆是  $180^\circ$ ，因此只要测出每一度的长短为多少千米，那么乘上 360 之后，就得到整个地球的周长了。

世界上第一次子午线实测工作，是在我国唐朝时进行的。唐代有不少学识渊博的高僧。他们之中不仅有西天取经的玄奘，有东渡日本的鉴真，还有著名的天文学家一行（683 ~ 727 年）。一行原名张遂，是河南南乐县人。他的曾祖父原是唐太宗李世民的功臣，但在武则天执政时代，张氏家族因政治原因而衰落了。张遂从小刻苦自学，青年时代已成为长安城中

的知名学者。他为了躲避武三思的拉拢而剃发，出家于嵩山寺，法名一行。

僧一行翻译过佛经多种，后来成为佛教中的一派——密宗的一位领袖，即世称的密宗五祖之一。日本有几座著名古庙，至今还收藏唐人李真绘的一行像摹本多种。1973 年，中国出土文物展览代表团赴日，带回它们的照片。李真的原作现由日本京都府教王护国寺珍藏，被日本政府定为“国宝”（图 5）。



图 5 一行像（日本兵库净土寺藏唐人李真画摹本）

公元 717 年，一行 35 岁时，唐玄宗派专人去接他回到长安。一行的一生，对天文学作出了许多重要贡献。他的成就遍及历法、天文仪器、大地测量等许多方面。其中，我们最感兴趣的是：

从公元 724 年起，一行发起并领导全国性的天文大地测量。唐代政府当时执掌天文的职官称为太史丞，在河南进行的那组最重要的观测就