

自然丛书·天文



星星离我们多远

科学普及出版社

自然丛书·天文

星星离我们多远

卞毓麟 编著

科学普及出版社

《自然丛书·天文》编辑委员会

名誉主编	张钰哲	李珩		
主 编	王绶琯			
副主编	陈晓中	叶淑华		
编 委	马星垣	卞德培	卞毓麟	刘学富
	全和钧	沈凯先	李 杭	李 挺
	李启斌	吴铭蟾	陈载章	郑文光
	杨 建	翁士达	钱景奎	薄树人

(编委按姓氏笔划为序)

封面设计：冯丽莎

插 图：梁午东 松美珍

出版说明

《自然丛书》是按中国科协与国家出版局联合制定的《一九七八——一九八五年全国重点科普图书出版规划》而组织编写的一套科普读物。本丛书包括数学、物理、化学、天文、地学和生物六大基础学科，由科学普及出版社、山东科技出版社和吉林人民出版社联合编辑出版。科学普及出版社负责编辑出版天文和物理部分，山东科技出版社负责编辑出版数学和地学部分，吉林人民出版社负责编辑出版化学和生物部分。

本丛书比较系统地介绍六大基础学科的基础知识、基本理论、一般应用技术及现代新发展，并适当介绍一些有关的边缘学科的知识。在表现形式上，力求深入浅出，通俗易懂，生动活泼，图文并茂。

本丛书供中等文化程度的广大读者阅读，旨在帮助他们丰富知识，开阔眼界，提高科学文化水平，增长社会主义建设才干，更好地为社会主义现代化建设服务。

目 录

一、序曲	1
“天上的市街”	1
星座与亮星	3
二、大地的尺寸	8
首次估计地球的大小	8
第一次丈量子午线	10
三角网和大地的模样	12
三、明月何处有	17
第一个地外目标——月亮	17
从街灯到天灯	20
雷达测月和激光测月	23
四、太阳离我们多远	26
转向了太阳	26
开普勒和他的三定律	28
卡西尼测定火星视差	32
金星凌日	36
地球的小弟弟——小行星	38
小行星的功绩	41
太阳究竟有多远	44
五、间奏：关于两大宇宙体系	46
六、测定近星距离的艰难历程	53
恒星不再是“固定的”	53
泛舟泰晤士河的收获	56
恒星终于被征服了	60

三角视差的限度	69
七、通向遥远恒星的第一级阶梯	73
恒星的亮度	73
恒星光谱分类	76
有趣的赫罗图	79
分光法的妙用	81
八、再来一段插曲：银河系和“岛宇宙”	85
从德谟克利特到赖特和康德	85
银河系的真正发现	88
宇宙中的“岛屿”	92
九、通向遥远恒星的第二级阶梯	98
聋哑少年和造父变星	98
一根新的测量标杆	103
球状星团和银河系的大小	106
巡天遥测十亿岛	111
十、欲穷亿年目 更上几层楼	119
接力棒传给了新星和超新星	119
亮星也来出一把力	122
由大小知距离	123
集体的贡献：累积星等	125
耐人寻味的红移	128
十一、尾声	137
类星体距离之谜	137
飞出太阳系	140
结束语	146

一、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，
好象是闪着无数的明星。
天上的明星现了，
好象是点着无数的街灯。

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，当时还是一位不满三十岁的青年。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。



图 1 天上的市街

往古来今，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，我们就从这儿谈起吧。

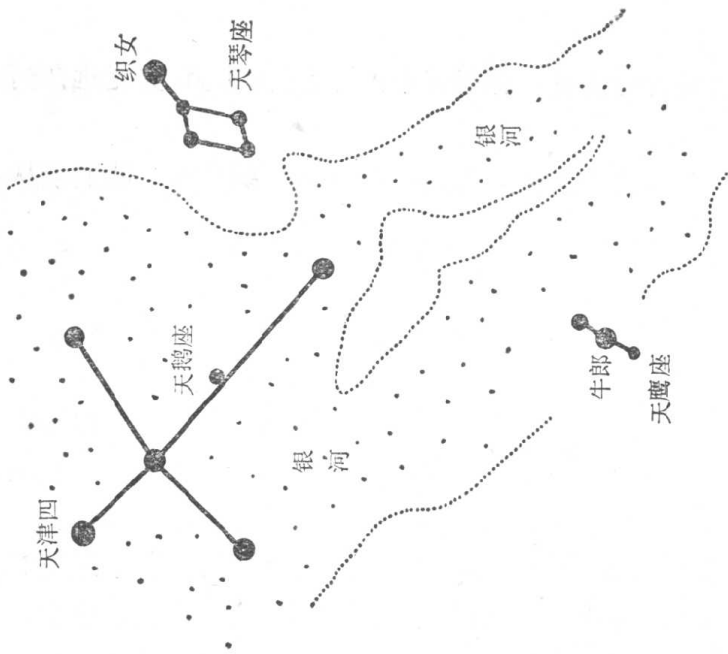
星 座 与 亮 星

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“牛奶路”(Milk 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，又名牵牛星，也叫“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，恰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(páo)瓜五星”的，其中一、二、三、四这四颗星连贯起来组成一个菱形，很象一个织布的梭子。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 2，如果我们将它想象为神话中的“鹊桥”，那岂不是很自然又很有趣的吗？

不过，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



(甲)牛郎、织女、天河



(乙)牛郎星、织女星和有关星座

图 2

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”。

什么是星座呢？简而言之，古人为了更方便地辨认星空，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，这些星群便称之为星座。人们又以更加丰富的想象力让每一群星都与某个神奇的故事挂上钩。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；或者直接根据它们的形态，人们配以相应的名字。

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。大概在公元前四千年，他们便在辨认星空时将群星“分而治之”了。他们在公元前三千年左右已经发展起一套书写系统，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达到了六千年之久。

在这漫长的岁月中，星座的概念有了极大的发展；演变到公元二世纪，经过古希腊天文学家的详细描述，北天40个星座的雏型便大体确定下来。至于南天的48个星座，那是十七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……

现代对星座的划分是建立在更精确的基础上的。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，它就叫天鹰座 α 。 α (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，所以称为天琴座 α 。同样，天鹅座中最亮的星就叫天鹅座 α ，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 β (贝塔)、 γ (伽马)、 δ (德耳塔)、 ϵ (伊普西隆)、 ζ (截塔) 和 η (艾塔) 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，

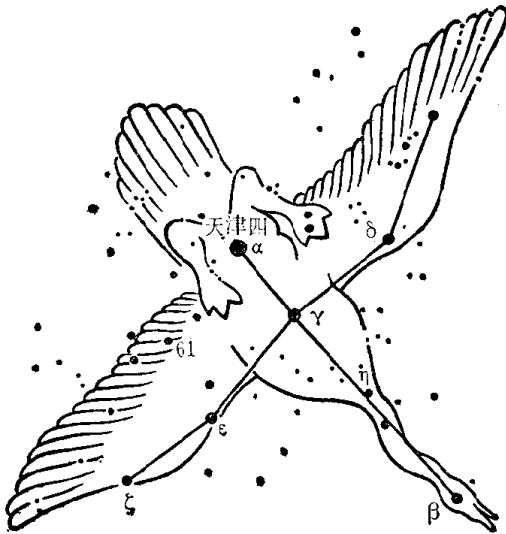


图 3 天鹅座，天津四和天鹅座 61 星

每颗星用掉一个字母，用完又怎么办呢？不要紧，用完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 中的天鹅座 61 星便是这样；或者，给星星专门列出一份份“花名册”——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 星，它实际上是一个双星系统——由两颗互相绕转的恒星组成，这两颗星中的每一颗都称做该双星系统中的一颗“子星”，它们分别叫天鹅座 61 A 和天鹅座 61 B；同时，它们在 HD（Henry Draper——亨利·德雷珀的缩写）星表中的编号分别为 201091 和 201092，故又称 HD 201091 和 HD 201092。

中国古代经常使用“星宿”这个名称。“二十八宿”更是古典小说中时时跃然纸上的话题。从天文学的角度来看，星宿与星座却没有什么实质性差别，只不过前者是中国古代习用的术语，代表中国古代划分星群的方法；星座则代表起源于欧洲、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，美妙的星座啊，灿烂的群星，你们究竟离我们多远呢？

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。

二、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旋转。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，就象对“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—前 500 年)，他发现三角形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，这种和谐美的一个表现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滑稽可笑，但对两千多年前的人来说，却是对“星星离我们多远”的一种猜测（当然，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。那已经是两千二百多年前的事情了。公元前 240 年前后，当时世界上最先进的科学机构亚历山得里亚图书馆的馆长埃拉托塞尼 (Eratosthenes, 公元前 276 年—前 194 年) 思索这样一个事实：6 月 21 日这天正午，太阳在塞恩城 (现在的埃及阿斯旺) 正当头顶，但在塞恩城北面 5,000 希腊里 (1 希腊里 = 158.5 米) 的亚历山得里亚，这时的太阳却在不在头顶，在那儿阳光对铅垂线倾斜了一个小角度 z ，这个角度正好等于一个圆周的五十分之一 (7° 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。既然从塞恩到亚历山得里亚这 5,000 希腊里 (约 792 公里) 之内地球表面弯曲了一个圆周的五十分之一，那么地球的周长应该是多少公里呢？(当然，古希腊人很容易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

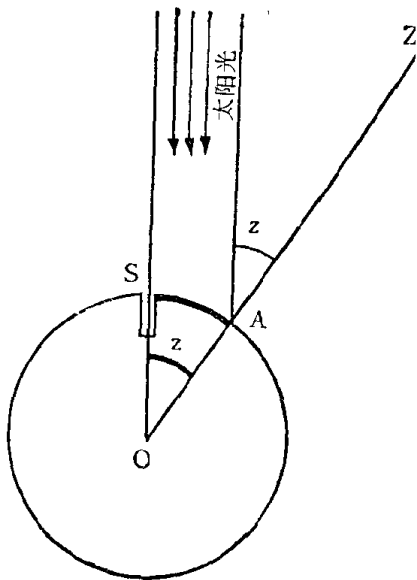


图 4 埃拉托塞尼测量地球周长的方法
图中 S 代表塞恩城，A 代表亚历山得里亚

结构。)

这样的数学问题对埃拉托塞尼来说是太简单了。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 $792 \text{ 公里} \times 50 = 39,600 \text{ 公里}$ ，地球的直径则为 $12,700 \text{ 公里}$ 。它与今天用现代技术测量的结果相近似得真是令人吃惊。如今，人们知道地球的直径是 $12,742 \text{ 公里}$ ，周长则是 $40,000 \text{ 公里}$ 。

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，另一位希腊天文学家波西多纽斯(Posidonius, 约公元前 133—前 49 年)用同样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(船底座 α)，但他不如埃拉托塞尼测得那么准确。他得到的地球周长仅为 18 万希腊里，即 $28,800 \text{ 公里}$ 。从古希腊最后一位杰出的天文学家托勒玫(Glaudius Ptolemaeus, 公元二世纪)直到发现新大陆的哥伦布(Christopher Columbus, 约 1451—1506)都采用波西多纽斯这一过于小了的数字，只是到了麦哲伦(Ferdinand Magellan, 约 1480—1521)船队的幸存者历尽艰难险阻终于在 1522 年环绕地球一周回到欧洲后，才纠正这一错误。

不过，在麦哲伦之前八百年，在世界的另一端——我国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，沿着子午线向南向北各走 90° 就到了南北极。因此，从南极到北极的半个大圆是 180° ，只要

测出每一度的长短为多少公里，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，是在我国唐朝时候进行的。唐代有不少学识渊博的佛教徒。这些高僧之中不仅有西天取经的玄奘，有东渡日本的鉴真，而且还有著名的天文学家一行（683—727 年）。他原名张遂，是河南南乐县人。



图 5 一行像（日本兵庫净土寺藏唐人李真画摹本）

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。他翻译过佛经多种，后来成为佛教中的一派——密宗的一位领袖，即所谓的密宗五祖之一。日本有几座著名古庙至今还收藏唐人李真绘的一行