



总顾问 费孝通 总主编 季羨林 副总主编 柳斌
中华万有文库



中小學生天文知識

太阳的兄弟们

—恒星

ZHONG-XIAO XUE SHENG TIAN WEN ZHI SHI



北京科学技术出版社
中国社会科学出版社

中华万有文库

总 顾 问 费孝通
总 主 编 季羨林
副总主编 柳 斌

科普卷·中小学生天文知识

太阳的兄弟们

——恒星

《中小学生天文知识》编委会

主 编	王波波	曹振国			
副主编	魏富忠	胡向阳	向 英		
编 委	王波波	曹振国	魏富忠	胡向阳	
	赵文博	谭业武	齐小平	齐旭强	
	岑 锋	张 敏	葛智刚	项 华	
	王辅忠	吴先映	向 英		

北京科学技术出版社
中 国 社 会 出 版 社

中 华 万 有 文 库

图书在版编目 (CIP) 数据

中小學生天文知識/季羨林總主編.-北京:北京科學技術出版社,1997.10(中華萬有文庫·科普卷)

ISBN 7-5304-1873-4

I. 中… II. 季… III. 天文学-基本知识-
青少年读物 IV. P1-49

中國版本圖書館 CIP 數據核字(97)第 23749 號

科普卷·中小學生天文知識

太陽的兄弟們

主編 王波波 曹振國

北京科學技術出版社 出版
中國社會出版社

北京牛山世興印刷廠印刷 新華書店經銷

787×1092 1/32 5.5 印張 102 千字
1998 年 9 月第 1 版 1998 年 9 月第 1 次印刷
印數: 1—10000 冊

ISBN 7-5304-1873-4/Z·922

定價: 120.00 元(全套 20 冊)單冊定價: 6.00 元

中华万有文库

总 顾 问 费孝通

总 主 编 季羨林

副总主编 柳 斌

《中华万有文库》编辑委员会

主 任： 刘国林

秘书长： 魏庆余 和 龚

委 员： （按姓氏笔画为序）

王 斌	王寿彭	王晓东	白建新
任德山	刘国林	刘福源	刘振华
杨学军	李桂福	吴修书	宋士忠
张 丽	张进发	张其友	张荣华
张彦民	张晓秦	张敬德	罗林平
封兆才	和 龚	金瑞英	郑春江
单 瑛	侯 玲	胡建华	袁 钟
贾 斌	章宏伟	常汝吉	彭松建
韩永言	葛 君	鞠建泰	魏庆余

《中华万有文库》

总序言

本世纪初叶，商务印书馆王云五先生得到胡适之、蔡元培、吴稚晖、杨杏佛、张菊生等 30 余位知名学者、社会贤达鼎力相助，编纂出版了《万有文库》丛书。是书行世，对于开拓知识视野，营造读书风气，影响甚巨，声名斐然，遗响至今不绝。

1 千多年以前，南朝学者钟嵘在《诗品》中以“照烛三才，晖丽万有”来指说天地人间的广博万物。今天，我们全国各地的数十家出版发行单位与数千名作者以高度的历史责任感，联袂推出《中华万有文库》，并向社会各界读者，特别是青少年读者做出承诺：传播万物百科知识，营造益智成功文库。

我们之所以沿用《万有文库》旧名，并非意图掠美。首先，表明一个信念：承继中国出版界重视文化积累、造福社会、传播知识的优秀传统，为前贤旧事翻演新曲，把旧时代里已经非常出色的事情在新时代里再做出个锦上添花。其次，表明我们这套丛书体系与内容的鲜明特点。经过反复论证，我们决定针对中小学生在提倡素质教育的需要和农村、厂矿、部队基层青年在提高基本技能的同时还要提高文化与科学修养的广泛需要，以当代社会科学和自然科学的基础知识为基本立足点，编纂一套相当于基层小型图书馆应该具备的图书品种数量与知识含量的百科知识丛书。万有的本意是万物，百科知识是人类从自然界万物与社会万象之中得到的最重要的收获，而为表示新旧区别，丛书之名冠以中华。这就是我们这套丛书的缘

起与名称的由来。

《中华万有文库》基本按照学科划分卷次，各卷之下按照内容分为若干辑，每一辑大体相当于学科的2级分支，各卷辑次不等；各辑子目以类相从，每辑10至100种不等，每种约10数万字，全书总计300余辑3000余种。《中华万有文库》不仅有传统学科的基本知识，而且注意吸收与介绍相关交叉学科、新兴学科知识；不仅强调学科知识的基础性与系统性，而且注重针对读者的年龄特点、知识结构与阅读兴趣而保持通俗性和趣味性；不仅着眼于帮助读者提高文化素质与科学修养，而且还注重帮助读者提高劳动技能和社会生存能力。

每个时代中的最大图书读者群是10至20岁左右的青少年。每个时代深远影响的图书，是那些满足社会需要，具有时代特点，在最大读者群中启蒙混沌、传播知识、陶冶情操、树立信念的优秀图书。我们相信，只要我们扎扎实实地做下去，经过几个以至更多的暑寒更迭，将会有数以百万计的青少年读者通过《中华万有文库》获取知识，开阔眼界，《中华万有文库》将在他们成长的道路上留下明显的痕迹，伴随他们一同走向未来，抵达成功的彼岸。

海阔凭鱼跃，天空任鸟飞，凭借知识力量，竞取成功，争得自由。在现代社会中，没有人拒绝为获取知识而读书，这是《中华万有文库》编纂者送给每位读者的忠告。追求完美固然是我们的愿望，但世间只有相对完善，《中华万有文库》卷帙庞大，子目繁多，难免萧兰并擷，珉玉杂陈。这些不如人意之处，尚盼大家幸以教之。我们虚心以待。是为序。

《中华万有文库》编委会

目 录

恒星的观测	(1)
天上有多少个太阳	(1)
望远镜的使用	(2)
照相术的使用	(3)
望远镜的分辨率	(4)
看不见的“光”	(7)
射电望远镜的使用	(7)
多普勒效应	(9)
光谱与恒星的运行速度	(11)
摄谱仪的使用	(11)
恒星的光谱	(12)
恒星的光谱与温度	(13)
恒星的光谱与物质成分	(13)
恒星的光谱与物质环境	(13)
恒星的光谱与磁场	(15)
恒星的光谱与运动速度	(15)
恒星的一般性质	(17)
恒星不恒	(17)
恒星的质量	(19)
恒星的温度	(20)

恒星的大小	(20)
恒星的光谱类型	(21)
恒星的肖像	(23)
恒星世界里的芸芸众生	(27)
稀奇古怪的恒星名字	(27)
最亮的恒星	(29)
最大与最小的恒星	(33)
最热的恒星	(37)
运动最快的恒星	(40)
成双成对的伴侣	(44)
成群结队的聚星	(49)
变化多端的变星	(50)
恒星生平——从诞生到死亡	(55)
不解之谜	(55)
赫罗图	(58)
恒星演化的条件和依据	(61)
恒星能量的来源	(63)
恒星的演化阶段	(65)
太阳的演化——恒星演化的一个例子	(66)
康德星云假说	(66)
太阳形成假说的争论	(71)
太阳系的年龄——假说的检验之一	(76)
地球的年龄——假说的检验之二	(82)
太阳的诞生	(85)

恒星的早期	(89)
恒星的中期	(91)
恒星的归宿	(96)
恒星演化简图	(101)
晚期的恒星形态之一	
——红色的巨星心宿二	(105)
晚期的恒星形态之二	
——白矮星	(110)
晚期的恒星形态之三	
——类星体	(119)
晚期的恒星形态之四	
——脉冲星与中子星	(130)
关于恒星晚期演化的预言	(130)
“小绿人”的故事	(132)
蟹状星云脉冲星	(138)
脉冲星的辐射	(143)
中子星的构造	(146)
晚期的恒星形态之五	
——超新星	(149)
晚期的恒星形态之六	
——黑洞	(156)
何为黑洞	(159)
黑洞的探测	(161)
黑洞与白洞	(167)

恒星的观测

天上有多少个太阳

如果把视界扩大到太阳系以外，我们仅用肉眼就能看到一个广阔的恒星世界。在晴朗无月的夜晚，满天星斗。这众多的星星明暗程度和颜色都各不相同。它们究竟有多少？离我们有多远？是静止的还是运动着的？是不是杂乱无章，像一盘散砂？

我们用肉眼在夜空中所看到的星星，大致可分成三类：一类是太阳系的行星；一类是拖着一条尾巴的彗星，彗星实际上也是绕着太阳转的行星；再一类就是恒星了。行星和彗星的数量很少，所以我们看到的绝大部分星星都是恒星。

恒星是和太阳一样的天体，它们在不断地燃烧，发出热、光和其他各种射线，所以，每个恒星都是一个太阳。那么，天上究竟有多少个太阳，也就是宇宙里究竟有多少个恒星呢？

由于种种原因，我们用肉眼所能看到的恒星，只是恒星世界里很小很小的一部分，可以说，人的眼睛的能力是

很有限的。这就使我们对许多星星视而不见，所以如果仅凭肉眼来判断有多少颗恒星，一定会产生非常大的误差。

望远镜的使用

望远镜使我们能看到的星星增加了许多，而且每制造出一种性能更好的望远镜，就使我们又看到一批过去未看到过的星星。

例如，曾经有一位天文学家用肉眼数过天上的星星，总共只有 6000 颗左右。但是，如果用 1 台口径为 15 厘米的望远镜，能看到的星星就增加到 600 万颗，即增大了 1000 倍。口径增大到 2 米，能看到的星星就增加到 3.7 亿颗。口径增大到 5 米，就能看到 21 亿颗星。

为什么望远镜能看到更多的星星呢？

首先，我们来看看望远镜的原理和构造。用一个比较长的圆筒在它的一端装上一个透镜，对准要看的星；这透镜叫做物端透镜，简称物镜。在另一端装上一组小透镜，叫做目镜。我们在目镜后面就可以看到要看的星。也可以在目镜的后面装上照相机，星星的像就被记录在底片上了。这种望远镜是利用光线经过透镜时发生折射然后成像的原理做成的，所以叫折射式望远镜；也可以利用光的反射原理做成望远镜，叫做反射式望远镜。

望远镜物镜的直径叫做望远镜的口径。口径越大，望远镜能看到的星就越多。为什么呢？因为我们的眼睛之所

以能看到物体，就是由于物体有光线射进我们的眼睛。眼睛接收的光线多，便觉得那个物体亮。眼睛从各个物体接收光线的多少不相同，便觉得它们有的很亮，有的较暗。有的物体虽然也有光线射进我们的眼睛，但由于光线太少，眼睛感觉不到，于是就看不见它。由于这个原因，有许多星便成了我们看不见的星。

望远镜可以接收更多的光线，并把它们折射后全部送到我们的眼睛里，所以用望远镜就能看到许多原来眼睛看不见的星，而且望远镜的口径越大，能接收的光线就越多，能看到的星也就越多。

有了望远镜，许多原来肉眼看不到的星都可以看到了。如前面所说，一台口径为 5 米的望远镜，能看到的星有 21 亿颗，是肉眼看到的星的 35 万倍，所以为了能看到更多的星，人们就尽量把望远镜的口径做得大些。但是，由于技术上的种种原因，望远镜的口径越大，做起来就越难，所以增大口径不是没有止境的。

照相术的使用

有的星星虽然也很大很亮，但离我们太远，它们射到地球上来的光就十分微弱，使得我们用望远镜也还是看不见它们。这时，如果在望远镜上装上一部照相机，在底片上就可以得到这些星星的像，于是我们从底片上就可以看到更多的星星。为什么会这样呢？

原来，照相底片和人的眼睛不同。光线照到底片上，就会在底片上引起化学反应，这种化学反应是可以不断累加的。就是说，只要光不断地照在底片上，这种化学反应就不断地进行着，所以如果1秒钟照不出来，可以照上两秒钟。如果两秒钟还照不出来，就可以照上几秒、10几秒，甚至照上10几小时、几十小时。照相机的镜头上有着各种长短不同的曝光时间，就是这个道理。至于人的眼睛，就没有这个本领，第一秒钟里看不见的东西，再连续看上几个小时，也是白费劲，反而会弄得两眼酸胀。

由于照相技术的帮助，使人类能看到的星星的数目，比原来的又增加许多倍。

望远镜的分辨率

为了弄清楚什么叫分辨本领，你可以自己来做一个实验。拿一张白纸，在它上面画上两个相隔很近的黑色的圆点，然后将它贴在一个较大房间的墙上。在离它很近的地方，你可以毫不费力地看清这两个彼此明显分开的点。现在你开始朝后退，同时继续看着这两个点，你会感到这两个点在逐渐地靠拢。你离它们越远，它们就靠得越拢。当你退到某个距离时，你会感到它们竟靠得如此之拢，以致无法再分清它们是两个点，它们合成一个点了。如果你把另一个视力和你相同的人叫来（别让他知道纸上是两个点），让他站在这个距离上，他会毫不犹豫地断定纸上只有

一个点。

做这个实验的过程中，在你的一只眼睛和那两个点之间可以连成两条直线（如图 1 所示）。

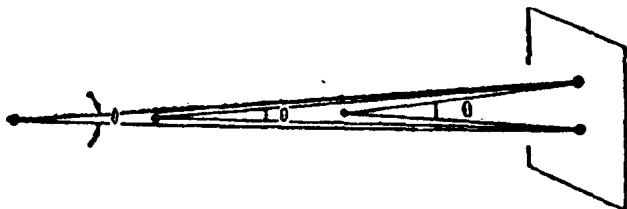


图 1

这两条直线之间形成一个夹角 θ ，我们把它叫做角距。由图可见，随着你和两个点的距离越来越大，角距 θ 便越来越小。当你无法分辨出它们是两个点时，这角距的数值 α ，按天文学的术语，便是你的眼睛的分辨本领。医生测定人的视力的方法，用的也是这一个道理，所以你的视力也就是你的分辨本领。

在天文学里，分辨本领用希腊字母 α 表示，用角秒做单位（1 度等于 60 角分，1 角分等于 60 角秒）。人眼的分辨本领是很差的，大约是 60 角秒，也就是 1 角分。

现在，你就可以知道，用眼睛来看星星，肯定会造成很大误差。当我们用肉眼直接看天空的某处时，看到的是一颗星。但是，如果用望远镜来看，可能它并不是一颗，而是两颗，甚至更多颗，原因就是望远镜的分辨本领比人眼

高得多。

望远镜的分辨本领是由哪些因素决定的呢？一个因素是望远镜的口径 d ，另一个因素是光的波长 λ 。当 d 和 λ 都以厘米为单位时，望远镜的分辨本领 α 就以下的公式来计算：

$$\alpha = 2.1 \times 10^5 \frac{\lambda}{d}$$

可见光的有效波长为 5×10^{-5} 厘米，那么，1 台口径为 10 厘米的望远镜的分辨本领便是：

$$\alpha = 2.1 \times 10^5 \times \frac{5 \times 10^{-5}}{10} \doteq 1.0 \text{ 角秒}$$

这台望远镜的分辨本领比人眼高 60 倍，它当然能比人眼看到更多的星星。

望远镜的口径越大，分辨本领就越高，能看到的星就越多，所以人们就不断地建造口径越来越大的望远镜。但是，由于技术上的困难，折射式望远镜的口径一般难以超过 100 厘米。照此计算，其分辨本领就难以超过 0.1 角秒。

反射式望远镜的口径可以造大好几倍。例如：前苏联和美国的两台反射式望远镜，口径分别是 590 厘米和 500 厘米，它们的分辨本领就分别可以达到 0.017 角秒和 0.02 角秒，是人眼分辨本领的 3000 倍以上！

显然，如果人类以后继续不断地建造口径越来越大的望远镜，我们能看到的星星也就会继续不断地增多。但是，望远镜的口径越大，建造时在技术上遇到的困难也越大。

看不见的“光”

自然界里存在着各种波长的电磁波，它们具有不同的特性。这些特性之一，就是有些电磁波我们的肉眼能够接受并产生视觉，另外的电磁波则不能。人就是靠这种“可见的”电磁波才能看到东西，这部分电磁波因而就叫做可见光。很大部分的电磁波肉眼是看不见的。例如：电视台、广播电台所用的电磁波，医院里用来透视人体的X光，物体向外辐射的红外线、紫外线、 γ 射线等，肉眼都无法看见。

电磁波有着各种不同的波长。按照波长的不同，我们把电磁波分别叫做 γ 射线、X射线、紫外线、可见光、红外线、微波、射电波。

可见光仅仅是电磁波谱中的很小一部分。如果所有的恒星发出的都是可见光，那么，借助光学望远镜我们便可用肉眼全部看得见它们（假定望远镜的口径不受限制）。然而，宇宙里的天体并非如此。有许多天体并不发射可见光，而是发射别的电磁波。对于这样的天体，用口径再大的光学望远镜也无法看到。

射电望远镜的使用

显然，人类完全可以利用无线电技术来解决天文学里的这个问题。在发现无线电波后几年，就有人设想探测来

自太阳的无线电辐射，但是没有获得成功，于是这种努力渐渐停止了。后来，由于一次完全偶然的机，这个问题取得了突破。说来有趣，取得这一突破的，不是天文学家，而是一位无线电工程师，美国贝尔电话实验室的雇员，名叫詹斯基，而且詹斯基又是为了与天文学丝毫无关的目的而获得这一成功的。1931年，詹斯基正在研究无线电通讯中天电（自然界中产生的电磁波）干扰的问题（在雷电交加的时候收听广播或收看电视，会明显地察觉到这种天电干扰）。他发现了一个天电干扰源。起初，他弄不清这个干扰源在什么地方，后来终于确定，它是在外层空间发射出波长非常短的无线电波。他在1932年和1933年发表了这一发现，可惜他的文章在天文学界没有引起太大的注意。

1937年，美国的另一位无线电工程师雷伯在自己的后花园里建造了一台接收宇宙射电波的较好的装置。这实际上就成了人类拥有的第一台“射电（无线电）望远镜”，并且由此而诞生了一门崭新的学科——射电天文学。同时，雷伯成了第一位（并且在相当长时间里仅有他这一位）射电天文学家。在几年当中，雷伯小心地确定出天空中各个射电源的位置。1940年，雷伯发表了他这方面的第一篇文章。

这些射电流的波长非常短，比通常用于通讯的无线电波波长还要短得多。同时，这些射电波的强度十分微弱。这些原因使得当时的无线电技术还很难掌握它。

由于第二次世界大战，雷伯的工作中断下来。但是，在战争期间，无线电技术迅速发展，特别是由于战争的需要，