

CCTV 人文科学丛书

天文中的科学

CCTV《走近科学》编辑部 编

- 宇宙的中心 ■ 地球的诞生 ■ 哈勃往事
- 宇宙传奇 ■ 中国探月 ■ 太空之吻 ■ 解密日全食
- 航天员 ■ 神州载人飞船 ■ 中国航天传奇
- 无尽的宇宙 ■ 寻找行星



人文科学丛书

CCTV RENWEN KEXUE CONGSHU



天文中的科学

CCTV《走进科学》编辑部 编

长江出版社

图书在版编目(CIP)数据

天文中的科学 / CCTV《走近科学》编. —武汉:长江出版社, 2014.4

(CCTV 人文科学丛书)

ISBN 978-7-5492-2547-7

I. ①天… II. ①C… III. ①天文学—普及读物
IV. ①P1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 062652 号

TIANWEN ZHONG DE KEXUE

天文中的科学

CCTV《走近科学》编辑部 编

责任编辑: 高伟

装帧设计: 泽雨

封面设计: 张亮

出版发行: 长江出版社

地 址: 武汉市解放大道 1863 号

邮 编: 430010

E-mail: cjpub@vip.sina.com

电 话: (027)82927763(总编室) (027)82926806(市场营销部)

经 销: 各地新华书店

印 刷: 四川省南方印务有限公司

规 格: 700mm × 1000mm 1/16

版 次: 2014 年 5 月第 1 版

印 次: 2014 年 5 月第 1 次印刷

印 张: 10

字 数: 200千字

书 号: ISBN 978-7-5492-2547-7

定 价: 26.00 元

(版权所有 翻版必究 印装有误 负责调换)

目录



宇宙的中心 / 1



地球的诞生 / 13



哈勃往事 / 33



宇宙传奇 / 45



中国探月 / 57



太空之吻 / 75



解密日全食 / 93



航天员 / 101



神舟载人飞船 / 113



目录



中国航天传奇 / 125



说不尽的宇宙 / 139



寻找行星 / 147



[宇宙的中心]



对宇宙起源的认识

现代宇宙学“大爆炸”的理论认为：约在 140 亿年前，宇宙从极端高温高密的一个点起源。随着体积的膨胀和温度的下降，以质子、中子等基本粒子形态存在的物质，首先结合形成氘、氦、锂等较轻的元素，随后进一步冷却，形成恒星。在恒星内部合成碳、氧、硅、铁等更重的元素，再抛射到周围形成行星，最后在如地球这样条件适合的行星上演化出生命，成为目前的宇宙。



▶ 获得 2006 年度诺贝尔物理奖的美国科学家约翰·马瑟（右）和乔治·斯穆特（左）

宇宙有一个开端的想法并不新鲜。《圣经》中就描绘了上帝用 7 天创造世界的故事。中国三国时徐整所著的《三五历记》，记录了盘古开天辟地的神话：天地之初就像一个鸡蛋那样混沌不分，盘古在里面孕育着。经过 1.8 万

质子：构成原子核的一个部分，原子核由带 1 个单位正电的质子和不带电的中子构成。质子属于重子类，原子核中质子数目决定其化学性质和它属于何种化学元素。一般认为，质是一种稳定的、不衰变的粒子。英国物理学家欧内斯特·卢瑟福被公认为质子的发现人。

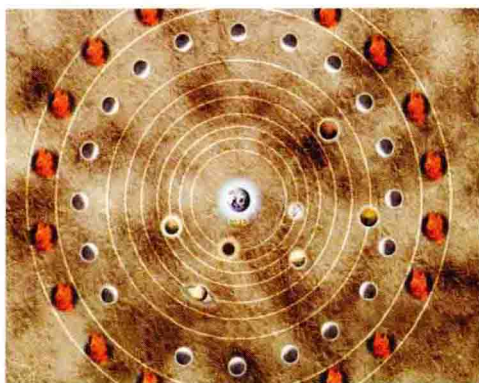




年，天和地一下子分开了，轻的东西上升为天，重的东西下沉为地。天，每日升高一丈，地，每日下沉一丈，盘古在中间每日长高一丈。这样过了1.8万年，天变得非常高，地变得非常深，天地之间相隔九万里。

徐整的宇宙观是中国古代浑天说的发展，早在东汉，张衡在“浑天仪注”中就曾经把天地比拟为一个鸡蛋，天像蛋壳，地像蛋黄独居其中。徐整的创新在于提出天地经历着膨胀运动。“天日高一丈，地日厚一丈”，表示膨胀的速度，“一万八千岁”和“九万里”则表示着宇宙的年龄和大小。这些具体数字虽然没有观测依据，但至少与当时已知的历史和地理知识并不冲突，其基本思想与今日大爆炸宇宙模型更是有异曲同工之妙。

公元前5世纪，爱琴海的萨摩斯岛上，发明了几何学中“勾股定理”的数学天才毕达哥拉斯，从球形是最完美几何体的观点出发，认为大地是球形的，而且所有天体都是球形的，它们的运动是匀速圆周运动。地球处于宇宙的中心，周围是空气和云，往外是太阳、



▶ 毕达哥拉斯的“地球中心论”图示

浑天说：浑天说认为全天恒星都布于一个“天球”上，而日月五星则附着在“天球”上运行，这与现代天文学的天球概念十分接近。浑天说的代表作是《张衡浑仪注》，其理论依据来自于浑天仪和浑象，前者能够精确地观测天象，后者可以形象地演示天体的运行。





月亮、行星做匀速圆周运动的地方，再外是恒星所在之处，最外面是永不熄灭的天火。

毕达哥拉斯的宇宙模型并没有说明地球有多大，日、月、星辰离地球有多远。最早根据实测数据算出地球大小的人，是公元前3世纪的希腊天文学家埃拉托西尼。埃拉托西尼生活的地方，是埃及的亚历山大港。

埃拉托西尼听说埃及塞恩（今阿斯旺）有一口深井，每逢夏至日的正午，阳光可以直射井底，这意味着太阳处于天顶。于是他在亚历山大城选择了一个方尖碑，测量了夏至日那天碑的影长，用数学方法算出直立的碑和太阳光线之间的夹角相当于圆周角（360度）的 $1/50$ 。这就意味着地球周长是这一角度对应的弧长，即从塞恩到亚历山大的距离（5000希腊里）的50倍，约合39600公里，恰巧与现代测量值十分接近。

月球离地球有多远呢？当时希腊人已经猜测到，月食是因为地球走到太阳与月球之间而引起的。出生于萨莫斯岛的阿里斯塔克提出，测量月食时掠过月面的地影与月球的相对大小，利用几何学方法，可以算出以地球直径为单位的地球至月球的距离。

公元前150年，古希腊一位叫依巴谷的天文学家，重复了这项工作，得出地球到月球距离是地球直径的30倍。根据埃拉托西尼求得的地球直径39690公里计算，月球到地球的距离就是38万公里，他还同时得出了地球与太阳的距离。

公元140年，埃及的亚历山大城里，出了一位希腊裔的天文学家，他的名字叫托勒密，他提出了一个完整的地心体系。托勒密体系能在一定程度上解释和预测行星相对于恒星背景时而向东、时而向西的复杂运动。

然而到16世纪的时候，有一个人站出来表达了相反的观点。他认为，是地球绕太阳，而不是太阳绕地球旋转。这个勇敢的人，就是波兰天文学家尼古拉·哥白尼。哥白尼假设，宇宙是以太阳为中心，其他天体都是围





绕太阳旋转。

诚如后人所说，哥白尼的日心体系，改写了托勒密延续千年的宇宙模型，开启了宇宙学革命性的一刻。然而哥白尼仍然沿袭了托勒密体系中，行星以匀速做圆周运动的思想。



➤ 提出“日心体系”的伟大科学家哥白尼

哥白尼死后 66 年，德国天文学家开普勒，为太阳中心说找到了新的证据。1609 年，开普勒在《新天文学》一书中宣布，他用丹麦天文学家第谷留下的精密观测资料，发现行星是沿着椭圆轨道围绕太阳运动。开普勒的发现，打破了天体必须做匀速圆周运动的传统观点，并彻底消除了哥白尼体系中的本轮和均轮。几乎与此同时，另一位科学家的发现，宣告了“地心说”的终结。

1609 年底的一天，意大利物理学家伽利略听说市场上在出售一件有趣的东西，一根镶有玻璃片的管子。这件被当成玩具出售的东西，出自荷兰。伽利略把这件玩具改装成一架口径 4.4 厘米，长 1.2 米，放大率 32 倍的望远镜。他开始用望远镜来观察天体。

伽利略通过望远镜观察发现，关于宇宙是由完美的圆形和球形组成的看法，是值得怀疑的。因为他在比较近的，可以观察到的天体上都看到存在某种缺陷。比如太阳有“黑子”，月亮也不像大家以为



➤ 伽利略发明了望远镜观测宇宙



▶ “万有引力”的发现者牛顿

的那么亮、那么圆，而是有陡峭的环形山。

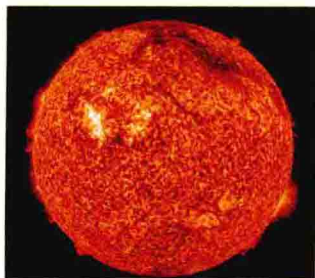
伽利略接着开始观察水星与火星，最终，他被木星吸引住了。从1610年1月起，伽利略连续观察木星，他有了一个惊人的发现。伽利略

看到，在木星周围有4个暗弱的星体在围绕着它运转。这4颗卫星后来被称为“伽利略卫星”，它们的发现，宣告了托勒密地心宇宙体系的终结。因为，人类第一次发现了有天体围绕着不是地球的行星在运行。地球是宇宙中心的说法，再也说不通了。

自伽利略发明望远镜后，对宇宙的观测便日新月异。望远镜能够发展到今天的水平，还得感谢英国伟大的科学家牛顿对它的改进。

牛顿对伽利略的望远镜进行了改良，他在里面加了一片平面的反光镜，这使得镜筒变短，并观察到更清晰的图像。后来巨型的望远镜，就是在此基础上发展起来的。已经得享大名的牛顿，开始思考运动定律以及物体如何移动的问题。

太阳黑子：一般认为，太阳黑子是太阳表面一种炽热气体的巨大漩涡，温度大约为3000~4500K [K为开氏温度，摄氏温度(℃)=开氏温度-273.15]。因为比太阳光球层表面温度低，所以看上去像一些深暗色的斑点。黑子的活动周期为11.2年，活跃时会对地球的磁场产生影响，主要表现为气候转冷，干扰各类电子产品和电器。





开普勒的发现和伽利略的观测结果，都导致了支持哥白尼日心说的直接证据。但有一个问题尚未找到答案，这个问题就是，究竟是什么力量在维系行星的运行？开普勒曾经设想是磁力。而牛顿认为最有可能是重力，一种将物体拉向地球的牵引力。

这个重力就是“万有引力”。由于“万有引力”，一个大质量的物体才可以把一个较小的物体吸引到自身上来，所以，苹果才会从树上落下来。

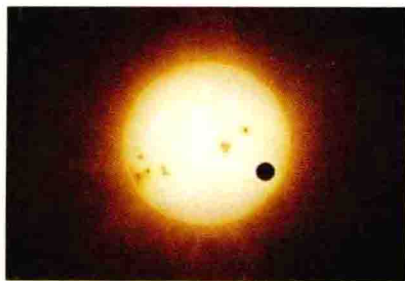
牛顿把他的理论用于天体，发现月亮和所有行星的轨道都可以通过严格的数学推导得出。牛顿终于发现，是“万有引力”维系着月亮围绕地球、行星围绕太阳运行。这一辉煌成就于 1687 年刊布在他的巨著《自然哲学的数学原理》中。哥白尼的日心体系从此有了坚实的理论基础。

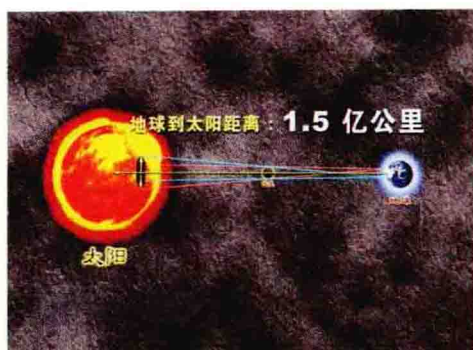
托勒密的宇宙模型被牛顿彻底抹去了。牛顿认为，是“万有引力”支配着宇宙，也是“万有引力”使得人能够站在旋转的地球上。“万有引力”让宇宙中所有的行星保持运动，宇宙也因此而永恒不变。

对宇宙的探索

17 世纪到 18 世纪，望远镜性能有了长足的进步，天体方位的测量精度提高了几十倍。1716 年，英国天文学家哈雷提出，利用金星凌日的机会来测量太阳和地球的距离。方法是：当金星走到太阳与地球之间时，从地

金星凌日：金星运行到太阳和地球之间，三者恰好在一条直线上时，从地球上可以看到金星就像一个小黑点一样在太阳表面缓慢移动，这种天象叫做金星凌日。土星、天王星及海王星也有金星凌日现象，基本形成原理也相同。





▶ 利用金星凌日测算出太阳与地球的距离

球上不同的两个地方，同时观测金星投射到太阳圆面两点的轨迹，由此即可推算出太阳与地球的距离。可惜金星凌日十分罕见。直到 1772 年，法国天文学家潘格雷，他在分析了 1769 年金星凌日时各国天文学家的全部观测资料后，得出太阳与地球的

距离为 1.5 亿公里，才实现了这一设想。

像希望得知太阳和地球的距离一样，测算恒星距离的想法，也早已产生。用什么样的方法，才能测出遥远恒星的距离呢？最早尝试的一个人，是伽利略。

日地距离是一把量天尺。以这把尺子为单位，行星的距离是从哥白尼时代就已经知道的。但恒星究竟有多远呢？伽利略在 1632 年发表的《关于两个世界体系的对话》中提出了一个巧妙的方法。他建议相隔半年测量一颗恒星相对于较远恒星背景方位的变化，叫作“周年视差”，就可以用数学算出那颗恒星的距离。

这个方法原理虽然简单，但由于恒星距离太远，实测非常困难。许多天文学家多次努力都未获成功。直到 1836 年以后，3 位不同国籍的天文学家才根据伽利略的方法，成功地对恒星距离进行了测算。然而一开始，他们遇到的难题和前人一样，那就是，天上的恒星很多，应该选择哪颗恒星才更方便测算呢？

这 3 位天文学家当中，有一个俄国人，名叫斯特鲁维。斯特鲁维用一台德国光学家夫朗和费制作的高品质望远镜对星空进行观测。他发现，哪颗恒星移动的位置最大，就表明它离我们最近，光度也越亮，观测的精度



也最高。斯特鲁维将望远镜对准了织女星和邻近一颗暗星的相对位置，他测出，织女星的周年视差为 0.125 角秒。1 角秒视差对应的距离，是太阳到地球距离的 20 万倍，这称为 1 秒差距。离我们最近的恒星视差为 0.76 角秒，距离地球大约 4.3 光年，恒星的距离，就这样算出来了。

3 位天文学家中一位定居英国的德国人威廉·赫歇耳，他提出了估计恒星距离的另一种方法。威廉·赫歇耳认为，假如所有恒星的真正亮度与太阳相同，那么看上去亮度越暗的，距离就应该越远。威廉·赫歇耳用这种方法，估计银河系的尺度至少为 2600 光年，从此，人类的视野从太阳系扩展到了更为广阔的宇宙空间。

探寻宇宙的奥秘

望远镜在宇宙探索中取得的成就，促使人们不断提高它的性能。1845 年，第三代罗斯伯爵威廉·帕森斯，在爱尔兰中部的比尔城堡，建造了一架口径 1.8 米、重达 10 吨的望远镜。牛顿的时代，望远镜的镜片很小，只能看到月亮、太阳和一些行星。而罗斯伯爵的这架望远镜，镜片的直径足有 1.8288 米，它是当时世界上最大和倍率最高的望远镜。使用这架望远镜，罗斯伯爵看到了一个呈旋涡状的美丽星云。

英国皇家天文学会极为重视罗斯伯爵的发现，在这个学会 1850 年的记录里，我们看到了这个旋涡星系的素描画。这是有史以来，人类首次观测到旋涡星系。天文学家们后来了解到，这个旋涡星系与地球的距离为 2100 万光年，远远超出了银河系 10 万光年的范围。

无论在托勒密还是哥白尼的体



▶ 旋涡星系素描画



发明了利用光谱测量和观察星体运动方向的科学家多普勒

系中，恒星都是固定在天球上不动的。但是，天文学家发现，事实并非如此。1718年，哈雷把他测定的大角星和天狼星的方位与1500年前托勒密的观测结果比较，发现这两颗星有了明显位移。这是怎么回事呢？

实际上每颗恒星都会在万有引力作用下运动。这种运动可以分解为视线方向和垂直视线方向两个成分。哈雷所测的是后者，称为自行；盘古开天地故事中所说的“天日高一丈”是前者，称为视向速度，测量它需要一种全新的方法。

1842年，在维也纳，一个名叫多普勒的奥地利物理学家发表了一篇讨论双星颜色的论文。他认为，如果有两颗恒星在万有引力作用下围绕同一轨道运行，其中一颗朝向我们运动，而另一颗则远离我们运动。若让来自这两颗星的光通过三棱镜，仔细观察它们的光谱，就会发现它们的光的波长和光的颜色在发生完全相反的变化。宇宙的秘密，就隐藏在这光线里。

最初发现这一奥秘的人，是德国光学家约瑟夫·冯·夫朗和费。夫朗和费是德国的玻璃透镜制造家，1816年的一天，他在测试用来制造透镜的光学玻璃的时候发现，在使用人造光源时会有一些不寻常的现象出现。于是他想看一看，若是以太阳光作光源，在太阳光被折射的多色光谱中，会不会有相同的现象发生。

在一个隔绝了光线的房间里，阳光穿过窗帘的一角，投射在三棱镜上。夫朗和费看到，在光谱中存在着许许多多清晰的线。其中有明显的暗线，还有一些不太清楚的，比较淡的线。夫朗和费发现，这些光谱中所产生的线，与人造光源下的谱线分布完全相符。他意识到，在这些被折射的



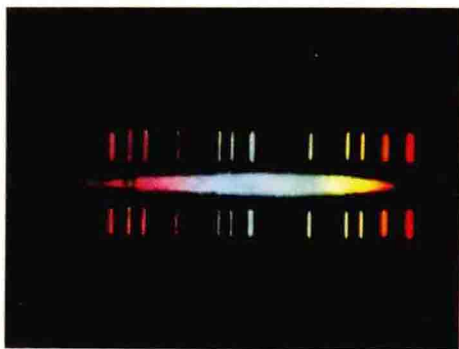
光谱中，隐藏着发出这些谱线的化学元素的“指纹”，只要对这些“指纹”加以考察，就能鉴别出这些谱线是由什么元素构成的。一种寻找宇宙秘密的奇方妙法，就这样被找到了。

然而真正使这些谱线的意义得到阐发的人，还是克里斯蒂安·多普勒。

用宇宙中星球所发光的谱线，来测量和观察星体的不同运动方向，是多普勒运用夫朗和费线的一个创造。如果光源在向我们接近，夫朗和费线就会向光谱的蓝端移动，这叫“蓝位移”。如果光源在后退，这些谱线会向光谱的红端移动，这叫“红位移”。78年以后，美国天文学家哈勃运用光谱位移的原理，在宇宙观察上作出了重大发现。

星体位移，光线也会随之不同的现象，在我们的日常生活中，因为光的运动速度太快，以现有的技术，无法测量和观察。但是在声音上，可以体验到相同的结果。当一列火车向我们驶来的时候，汽笛声渐大，音调也逐渐高亢；而当火车离开时，汽笛声也随之变小，音调降低。这是因为声音在远离时被拉长的缘故，因而离我们越远，声音也越小。这就是“多普勒效应”，或称“多普勒位移”。

1859年，英国天文学家威廉·哈金斯用一台装有高色散分光仪的20厘米望远镜，开始观测一些亮星的光谱，并在其中找出了钠、钙、镁等化学元素的谱线。1868年，他利用多普勒效应，首次从谱线的微小位移，测出了天狼星的视向速度。1880年前后，哈金斯对太阳光谱中构成谱线的化学元素进行分析，以了解太阳和恒星都是由何种成分构成的。哈金斯发现，太阳和恒星的光谱线中，都有着清晰的氢和氦的特征



随光源而移动的光谱



线。于是他得出结论：太阳和恒星主要是由氢和氦构成的。这一发现等于宣告，太阳和一颗恒星没有什么差别。人类也因此彻底了解到，地球不是宇宙的中心，太阳也同样不是宇宙的中心。

人们的视野已超越银河系，进入了一个前所未有的广阔宇宙。

