

经全国中小学教材审定  
委员会 2005 年初审通过

普通高中课程标准实验教科书·地理·选修

# 宇宙与地球

YUZHOU YU DIQIU

南京师范大学地理教材研究发展中心  
山东省教学研究室 编著

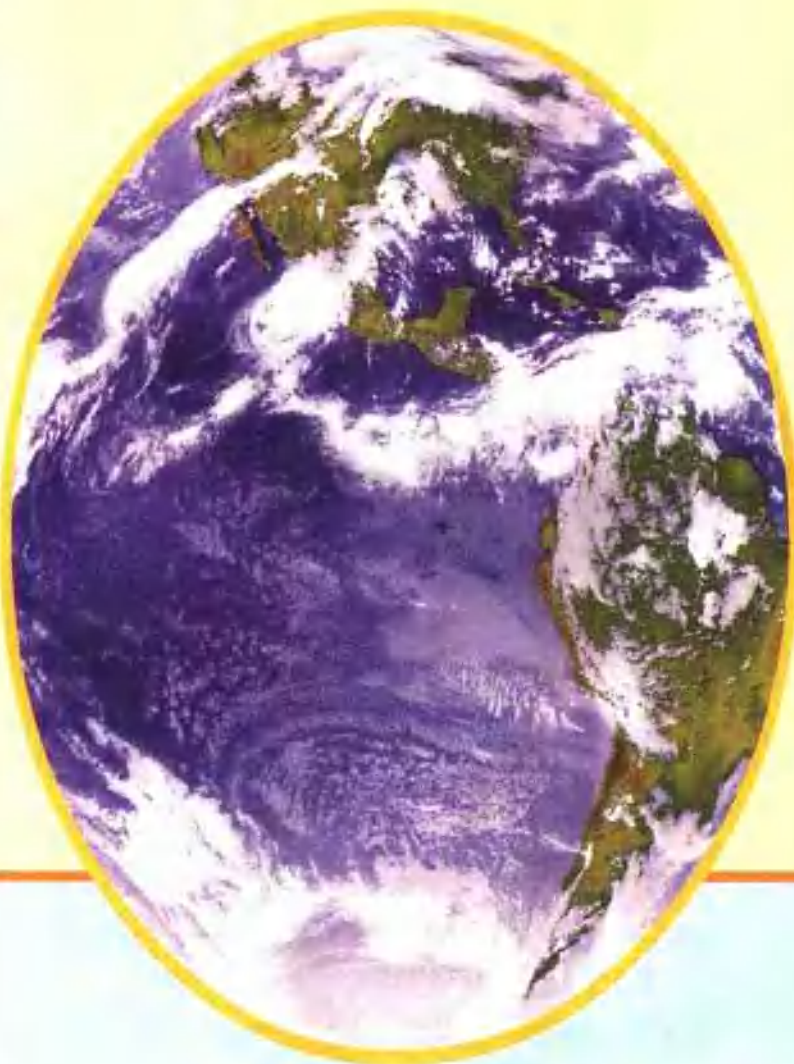


山东教育出版社

普通高中课程标准实验教科书·地理

# 宇宙与地球

选修



山东教育出版社

主 编：王 建 邹 健

本册主编：刘泽纯

副 主 编：陈 晔 周洪楠

编写人员（按姓氏笔画排序）：

孙宁生 刘泽纯 陈 晔 周洪楠 徐 伟 徐 敏

责任编辑：胥 亮 于增强

普通高中课程标准实验教科书·地理·选修

**宇宙与地球**

山东教育出版社出版

淄博金升印刷有限公司印刷

山东省新华书店发行

787×1092 16开 6.5印张 98千字

2005年8月第1版 2007年7月第4次印刷

ISBN 978-7-5328-4806-5

定价：6.33元

本书上中国国界线系按照中国地图出版社1989年出版的1:400万《中华人民共和国地形图》绘制

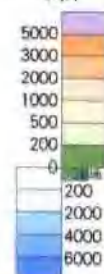
批准文号：鲁价格发〔2006〕130号 举报电话：12358

**版权所有 侵权必究**

## 统一图例

|                                                                                     |               |                                                                                     |         |                                                                                      |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   | 中国首都          |   | 一般公路    |   | 等高线   |
|  | 外国首都、首府       |  | 输油管道    |  | 雪被    |
|  | 中国省级行政中心      |  | 输气管道    |  | 长城    |
|  | 中国地级市、自治州行政中心 |  | 航海线     |  | 沙漠    |
|  | 其他居民点         |  | 航空线     |  | 珊瑚礁   |
|  | 专题地图居民点       |  | 国际航空港   |  | 山峰、火山 |
|  | 洲界            |  | 一般航空港   |                                                                                      |       |
|  | 国界            |  | 港口      |                                                                                      |       |
|  | 未定国界          |  | 常年河     |                                                                                      |       |
|  | 地区界           |  | 时令河     |                                                                                      |       |
|  | 军事分界线、停火线     |  | 运河      |                                                                                      |       |
|  | 中国省、自治区、直辖市界  |  | 水库、大坝   |                                                                                      |       |
|  | (专题图)         |  | 淡水湖、咸水湖 |                                                                                      |       |
|  | 中国香港特别行政区界    |  | 时令湖     |                                                                                      |       |
|  | 铁路            |                                                                                     |         |                                                                                      |       |
|  | (建设中)         |                                                                                     |         |                                                                                      |       |
|  | 高速公路          |                                                                                     |         |                                                                                      |       |

陆高海深  
(米)



## 第一单元 浩瀚的宇宙 1



|                     |    |
|---------------------|----|
| 第一节 宇宙概观 .....      | 2  |
| 第二节 宇宙起源和恒星演化 ..... | 9  |
| 第三节 探索宇宙 .....      | 16 |
| 单元活动 学会使用星图 .....   | 24 |

## 第二单元 神奇的太阳系 27



|                      |    |
|----------------------|----|
| 第一节 太阳及太阳系 .....     | 28 |
| 第二节 地球的卫星——月球 .....  | 37 |
| 单元活动 学用小型天文望远镜 ..... | 45 |

## 第三单元 永不停息的地壳运动 49



|                     |    |
|---------------------|----|
| 第一节 地球的演化 .....     | 50 |
| 第二节 地质构造 .....      | 59 |
| 第三节 全球构造理论 .....    | 64 |
| 单元活动 学用简单的地质图 ..... | 70 |

## 第四单元 多姿多彩的地表形态 75



|                     |    |
|---------------------|----|
| 第一节 主要地貌类型 .....    | 76 |
| 第二节 外力作用 .....      | 83 |
| 第三节 地表形态的演化 .....   | 89 |
| 单元活动 学习进行野外考察 ..... | 94 |

## 附录一 中英文地理词汇对照表 98

## 附录二 活动星图 99

## 第一单元

# 浩瀚的宇宙

从盘古开天辟地的传说到宇宙大爆炸理论，从嫦娥奔月的神话故事到人类登上月球、进军火星，在探索宇宙奥秘的进程中，充满了艰难险阻，但人类孜孜不倦，百折不挠，不断前进，不断突破。可以预言，随着现代科技的不断发展，人类对宇宙的认识也必将不断深化。让我们跨越历史的长河，漫游广阔的宇宙，领略宇宙的无穷魅力。



## 第一节 宇宙概观



图 1-1-1 浩瀚的宇宙空间示意

“天阶夜色凉如水，卧看牵牛织女星”，是唐代大诗人杜牧脍炙人口的诗句。晴夜仰望，但见天穹深邃，繁星闪烁，银河高悬，流星飞逝。茫茫宇宙赋予人们无穷的美感，引发人们无限的遐想。

### 问题

宇宙由什么组成？对于不停运动着的天体，怎样确定它们的方位，观测并记录它们的变化规律？

### 一、宇宙和天体

我国汉代的高诱在《淮南子·原道训》注中指出：“四方上下曰宇，古往今来曰宙，以喻天地。”这为宇宙（universe）下了一个颇为确切的定义。四方上下指的是空间，古往今来指的是时间。这表明宇宙在空间上包罗万象，在时间上永无止境。宇宙是物质世界，它处于不断的运动和发展中。

天文学上的宇宙，通常是指用现有天文观测手段所观测到的整个时空范围，即“观测宇宙”，简称宇宙。20世纪以来，特别是60年代大型天文望远镜的使用和空间探测技术的发展，使人

类天文观测的范围大大扩展,目前已达到150亿~200亿光年\*的时空区域。当然,这只是无穷无尽的物质宇宙的一部分。

宇宙中的各种实体,通称为天体(celestial body)。在广袤的宇宙中存在着各种不同的天体。恒星、星云、行星、卫星、彗星和存在于星际空间的气体和尘埃——星际物质,以及近年来利用新的观测方法发现的红外源、射电源、X射线源、 $\gamma$ 射线源等都属于自然天体。此外,在太空中运行的人造卫星、宇宙飞船、航天飞机和空间实验室等属于人造天体。

恒星(star)和星云(nebula)是宇宙中最基本的天体。夜空闪烁的点点繁星,差不多都是恒星。人们用肉眼可以看到的恒星,全天就有6 000多颗。借助天文望远镜,可以看到几十万乃至几百万颗以上的恒星。



图 1-1-2 繁星密布的银河



图 1-1-3 猎户座马头星系

● 恒星是由炽热气体组成、能自己发出光热的球状天体。恒星表面温度高达2 600~40 000K\*\*,中心温度可高达数百万K至数亿K。恒星通过内部激烈的热核反应,源源不断地向外释放能量。

\*光年,计算天体距离的一种单位。光年就是光在真空中一年所走过的距离,即1光年= $9.46 \times 10^{12}$ 千米。

\*\*热力学温度单位开尔文的国际符号,摄氏0度相当于273K。

● 恒星质量巨大。恒星质量大体介于 $0.01 \sim 200$  太阳质量之间，其中大多数恒星的质量在 $0.1 \sim 10$  太阳质量之间。在宇宙中，太阳只是一颗质量中等的恒星。

● 除太阳外，恒星距离地球十分遥远。人们用肉眼觉察不到恒星之间相对位置的变化，便误认为它们恒定不动，因此古人称其为“恒星”。

星云由气体和尘埃物质组成，外表呈云雾状，与恒星相比，具有质量和体积大、密度小、温度低的特点。

### 知识窗

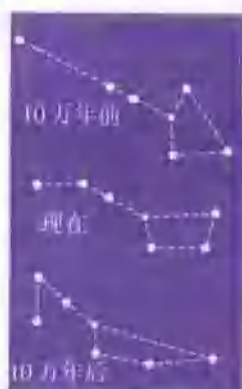


图 1-1-4 北斗七星图形的变化

### 恒星真的不动吗

恒星绝非恒定不动。实际上，所有恒星都处在不停的运动和变化中。由于恒星距离我们极其遥远，必须经过极长的时间，或进行精确观测才能发现它们在运动。例如，我们熟悉的北斗七星，现在看起来排列得像勺子的形状，但是，在10万年以前和10万年以后，北斗七星的形状都跟现在不一样，这是由于北斗七星各成员以不同的方向、速度在运动。

## 二、天体系统

在宇宙中，天体处在永不停息的运动之中，形成具有一定层次、结构和关系的天体系统（celestial body system）。

● 地月系（earth-moon system）是由地球及其天然卫星——月球组成的天体系统。与月球相比，地球的质量大得多，地球成为地月系的中心天体。地球与月球相互吸引，使月球在自转的同时不停地围绕地球公转。

● 太阳系（solar system）是以太阳为中心天体，地月系、其他行星及其卫星、小行星、彗星、流星体和行星际物质围绕太阳

公转所构成的天体系统。它是比地月系更高一级的天体系统。

● 银河系 (Milky Way galaxy) 是比太阳系更高一级的天体系统。银河系中, 恒星总数达 2 000 亿颗以上, 而太阳只是其中极普通的一颗恒星。太阳系距银河系中心大约 2.8 万光年。太阳带着太阳系的其他天体, 以 250 千米/秒的速度绕银河系中心转动, 绕行一周需 2.5 亿年。

银河系这个巨大的天体系统, 也只是已知宇宙的一部分。在银河系之外, 已观测到数十亿个像银河系规模的天体系统——河外星系, 简称星系 (galaxy)。例如, 离银河系较近的仙女座星系, 距离银河系约 220 万光年。

### 知识窗

#### 银河系

夏夜仰望天空, 可以看到横贯天空的银河 (the Milky Way)。从天文望远镜中观看, 银河实际上是由千千万万颗恒星组成的。在银河系里, 大多数恒星集中在一个扁球状的银盘内, 侧面看去像一只铁饼。银盘的直径约 8 万光年, 中心厚度约 1.2 万光年。银盘外面还有一部分恒星, 稀疏地分布在一个近似于圆球的空间范围内, 形成银晕。

银河系的总质量约相当于 1 400 亿个太阳的质量, 其中恒星的质量约占银河系总质量的 90%, 星际物质约占 10%。各类天体都绕着银河系核心 (银核) 旋转, 天体离银核的距离不同, 其绕转速度也不同。



图 1-1-5 银河系侧视示意

● 星系团 (cluster of galaxies) 是由几十个至上万个星系组成的天体系统。若干个星系团可构成更大的天体系统——超星系团 (supercluster)。

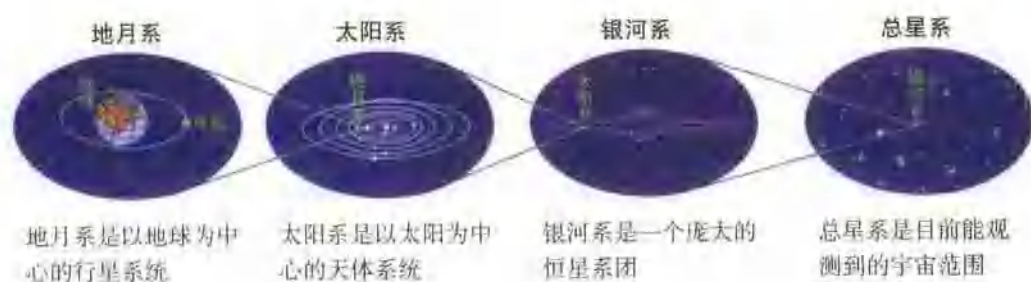


图 1-1-6 天体系统

## 活动

读图 1-1-6，设计一张简表，表示宇宙中天体系统的层次。

### 三、天球和天球坐标系

抬头凝视天空，苍茫天穹就像一个硕大无比的半球，日月星辰都镶嵌在球面上。人们不管走到哪里，都会感到自己始终置身于半球的中心。如果把天穹与观测者地平圈以下的半球合起来，整个天空就好像一个完整的球。天球 (celestial sphere) 是人们为了研究天体在天空中的位置和运动而假想的一个圆球。天球的球心是观测者或地心，它的半径是无穷大。

借用建立地理坐标的方法，在天球上选择一些假想的点和大圆，作为基本点和基本圈，则天球上任意天体的位置就可以用该天体距离基本点和基本圈的大圆弧 (或大圆弧所对应的圆心角) 来度量。根据天球上的基本点和基本圈建立起来的坐标系叫做“天球坐标系” (celestial coordinate system)。

将地球自转轴无限延长，同天球球面相交于两点，叫做天极。天极分为南天极和北天极。地球赤道平面无限扩大，同天球相割而成的大圆，叫做天赤道。将地球绕太阳公转轨道平面无限扩大，同天球相割而成的天球大圈称为黄道。黄道与天赤道相交于春分点和秋分点。

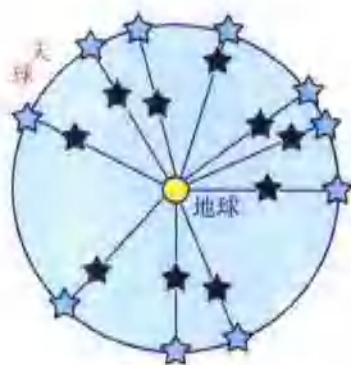


图 1-1-7 天体在天球上的投影

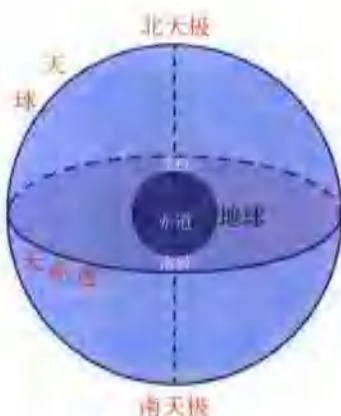


图 1-1-8 天赤道、天极示意

以天赤道为基本圈,天体相对于天赤道所张的圆心角就是赤纬。赤纬以角度单位表示,从 $0^{\circ} \sim \pm 90^{\circ}$ 。其中,在天赤道以北记作“+”,在天赤道以南记作“-”。赤经则以通过春分点的经线作为起始圈,沿天赤道向东度量,并以时角单位表示(从 $0^h \sim 24^h$ ,相当于从 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ )。

有了天球坐标系,天体的位置就可以用赤经和赤纬来确定。例如,小熊座中心位置约为赤经 $15^h30^m$ ,赤纬 $+75^{\circ}$ ,该星座中的北极星(polestar)是离北天极最近的一颗亮星,在北半球任何地方都可用北极星来判别方向,而且它的地平高度大致等于观测点的地理纬度。

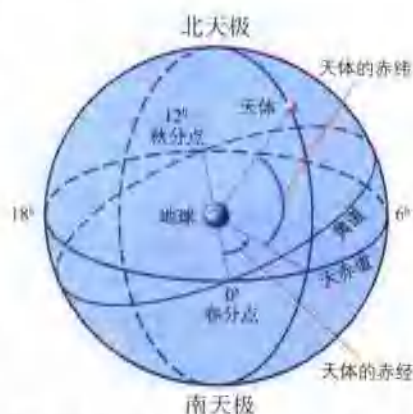


图 1-1-9 天体在天球坐标系中的位置

#### 四、星座和星图

为了便于认识恒星,人们将天球划分成若干区域,这些区域称为星座。国际天文学联合会将全天分成 88 个星座,并规定了各个星座在天球坐标系的赤经和赤纬范围。

各个星座中的恒星,被联结成各种不同的图形。根据这些图形,我们就能辨认不同的星座以及星座中的恒星。星座的名称大多以神话人物、动物或器具来命名。例如,大熊座、小熊座、仙后座、天鹰座、天琴座、猎户座等,都是很有名的星座。



图 1-1-10 狮子座示意

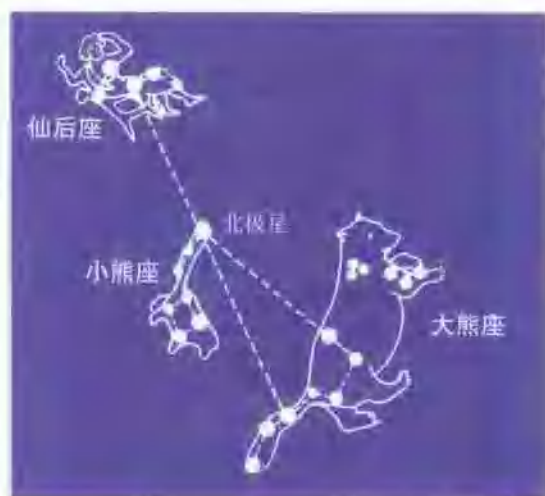


图 1-1-11 几个著名的星座示意

每一颗恒星都从属于一定的星座。例如，织女星属于天琴座，北极星属于小熊座，“北斗七星”属于大熊座。

人们通过长期观测，将星空中的天体投影绘制成平面图，称为“星图”，用来表示恒星的位置、亮度和形态。星图是天文观测的基本工具。

## 活动

用一只乒乓球表示“天球”。在“天球”上标出天赤道、黄道、北天极、南天极和春分点，并将下列亮星的大致位置标注在“天球”上。

| 星 名 | 赤 经                                       | 赤 纬                  |
|-----|-------------------------------------------|----------------------|
| 天狼星 | $06^{\text{h}}45^{\text{m}}09^{\text{s}}$ | $-16^{\circ}42'46''$ |
| 大角星 | $14^{\text{h}}15^{\text{m}}39^{\text{s}}$ | $+19^{\circ}11'13''$ |
| 织女星 | $18^{\text{h}}36^{\text{m}}56^{\text{s}}$ | $+38^{\circ}46'59''$ |
| 牛郎星 | $19^{\text{h}}50^{\text{m}}47^{\text{s}}$ | $+08^{\circ}52'02''$ |

## 第二节 宇宙起源和恒星演化

20世纪20年代美国天文学家哈勃经过大量实际观测发现, 遥远的星系正在“逃离”我们而去, 而且星系离我们越远, 离去的速度也就越快。这表明宇宙在不断膨胀, 星系在相互远离。

### 问题

科学家是怎样推断宇宙的诞生和演化的? 你能说说宇宙是从何而来, 其过去如何, 将来又会怎样吗?

### 一、宇宙大爆炸说

在有关宇宙起源的众多学说中, 美国天文学家伽莫夫等人在20世纪40年代创立的宇宙大爆炸说, 是最有影响的一种学说。该学说认为, 宇宙曾经有过一段从小到大、从热到冷的过程。在这个过程中, 宇宙体系在不断膨胀, 物质密度从密到稀演化, 犹如一次规模巨大的爆炸。简言之, 宇宙起源于一次大爆炸。

宇宙大爆炸说把宇宙演化过程分为三个阶段。

#### ● 宇宙创生阶段

宇宙的早期, 温度极高, 物质密度极大, 极不稳定。一次剧烈的爆炸后, 宇宙迅速膨胀, 温度和密度迅速下降。随着宇宙的持续膨胀, 温度和密度继续下降, 但温度仍高达100亿摄氏度以上, 在极高温、高密度状态下, 宇宙间只有中子、质子、电子、光子等一些基本粒子。宇宙处在此阶段的时间, 短到以秒来计。



图1-2-1 宇宙大爆炸模型示意(从下向上所示按时间尺度经历的三个演化阶段)

### ● 化学元素形成阶段

随着整个宇宙体系不断膨胀，温度很快下降。当温度降到10亿摄氏度左右时，化学元素开始形成，标志着宇宙进入了第二阶段。当温度下降到100万摄氏度以后，原子核就开始形成，光辐射很强，依然没有星体存在。宇宙在此阶段经历的时间大约为数千年。

### ● 宇宙主体阶段

当温度降到几千摄氏度时，宇宙进入了第三阶段。在进一步降温和膨胀过程中，宇宙间主要是气态物质，气体逐渐凝聚成星云，逐步演化成恒星和行星，并形成各种各样的恒星系统，成为我们今天看到的宇宙。个别天体上出现了生命现象，人类在地球上诞生。在宇宙演化史中，以此阶段经历的时间最为漫长，至今我们仍处在这个阶段。



图 1-2-2 宇宙的创生和演化示意

宇宙大爆炸说较好地解释了天文观测中的一些现象。

● 宇宙的年龄 宇宙大爆炸说根据宇宙膨胀的状况推算，大爆炸发生在150亿~200亿年前，并认为宇宙中一切天体都是在大爆炸后产生的。而至今人们观测到的结果表明，最古老的天体年龄都没有超过150亿~200亿年。

● **宇宙元素的丰度** 宇宙大爆炸说预言，在宇宙物质总质量中氦和氢应分别占25%和75%，这与天文测量结果接近。宇宙大爆炸说还提出，轻元素氦和氢的同位素氘可能是在大爆炸头几分钟内合成的，而不是在恒星内部热核反应过程中形成的。目前的观测结果证实，宇宙中氦和氘的含量，确实远远超过了恒星内部热核反应中氦和氘的生成率。

● **星系的谱线红移** 现代天文观测表明，星系光谱的谱线有红移现象。红移（red shift）是宇宙膨胀的反映，它证实了星系正在远离我们而去。

## 知识窗

### 多普勒效应和哈勃定律

● **多普勒效应** 当一列火车迎面驶来，鸣放汽笛的声调由低变高，疾驶而去时，声调则由高变低。为什么会发生这种现象呢？奥地利物理学家克里斯蒂安·多普勒1842年首先发现了这种效应。原来当火车驶近我们时，波源不断接近我们。汽笛发出的声波在传播时，波长变短，频率增高，因而声调变高。火车驶离我们时，正好相反。光具有波动性，因而也会产生多普勒效应。1848年法国物理学家斐索通过对恒星波长偏离的观测，发现了这一规律。光波与声波的不同之处在于，人们可以通过光波颜色的变化，感觉到光波频率的变化。在不同颜色的可见光中，红光波长最长，紫光波长最短。当恒星越来越远离我们时，其光谱线的频率降低，波长变长，其光谱线向红光方向移动，称为红移。当恒星朝向我们运动时，光谱线就向紫光方向移动，称为蓝移。

● **哈勃定律** 美国天文学家哈勃1929年提出，星系远离地球的速度与距地球的距离成正比。根据哈勃定律和天体红移的测定，人们相信宇宙在长时间内一直在膨胀，物质密度一直在减小。

● **微波背景辐射** 根据伽莫夫等人估计，大爆炸后宇宙在膨胀过程中辐射温度不断降低，到目前阶段，辐射温度将降至5K左右。20世纪60年代，美国科学家观测发现了3K宇宙微波背景辐射，与伽莫夫等人理论预言的辐射温度非常接近，成为大爆炸理论极有说服力的观测证据。

### 宇宙微波背景辐射的发现

1964年,美国贝尔电话公司工程师彭齐亚斯和威尔逊在调试巨大的喇叭形天线时,意外地接收到一种无线电干扰噪声。这种干扰噪声在天空中的任何方向都能接收到,各个方向上信号的强度都一样,而且历时数月没有变化。显然,这种信号不可能来自任何一个天体。经过测量和计算后发现,这是在微波波段上探测到的具有热辐射谱的微波背景辐射,得出辐射温度是2.7K。1965年他们正式发表论文公布了这一发现,并修正为3K宇宙微波背景辐射。由于在观测宇宙学上的巨大贡献,这两位工程师1978年荣获了诺贝尔物理学奖。

宇宙大爆炸说现已得到大量天文观测事实的支持。然而,该学说还存在一些未解决的难题。例如,大爆炸起因、宇宙是永远膨胀下去还是后期转化为收缩等问题上还没有公认的结论,有待于深入研究和取得更多观测、实验支持。这就需要通过不懈努力,不断地完善和发展对宇宙的认识。

## 二、恒星演化

宇宙中一切事物都有产生、发展和消亡的过程,恒星也不例外。首先揭示“恒星演化之谜”的是丹麦天文学家赫茨普龙和美国天文学家H.N.罗素。早在20世纪初,他们根据恒星先谱型\*和光度\*\*之间的关系,创制了坐标图,反映恒星演化规律。后来,这类图也因这两位天文学家而得名,简称为赫罗图(HR diagram)。

赫罗图上,大部分恒星分布在一条狭长带内,温度由高到低,光度由大到小,形成一个明显的序列,天文学上称为主星序。

---

\* 恒星的光谱与它的表面温度有直接关系,随着温度下降,恒星的光谱依次分为O、B、A、F、G、K、M七大类型。

\*\* 光度指每秒钟恒星表面辐射的总能量,为恒星的真实亮度,常用绝对星等来度量。