

遥远的太空给 人们无尽的遐想





信阳师范学院

Xinyang Normal University

第二节 恒星和星系

一、研究方法

二、恒星的一般特征

三、恒星的分类---恒星的多样性

四、恒星的演化

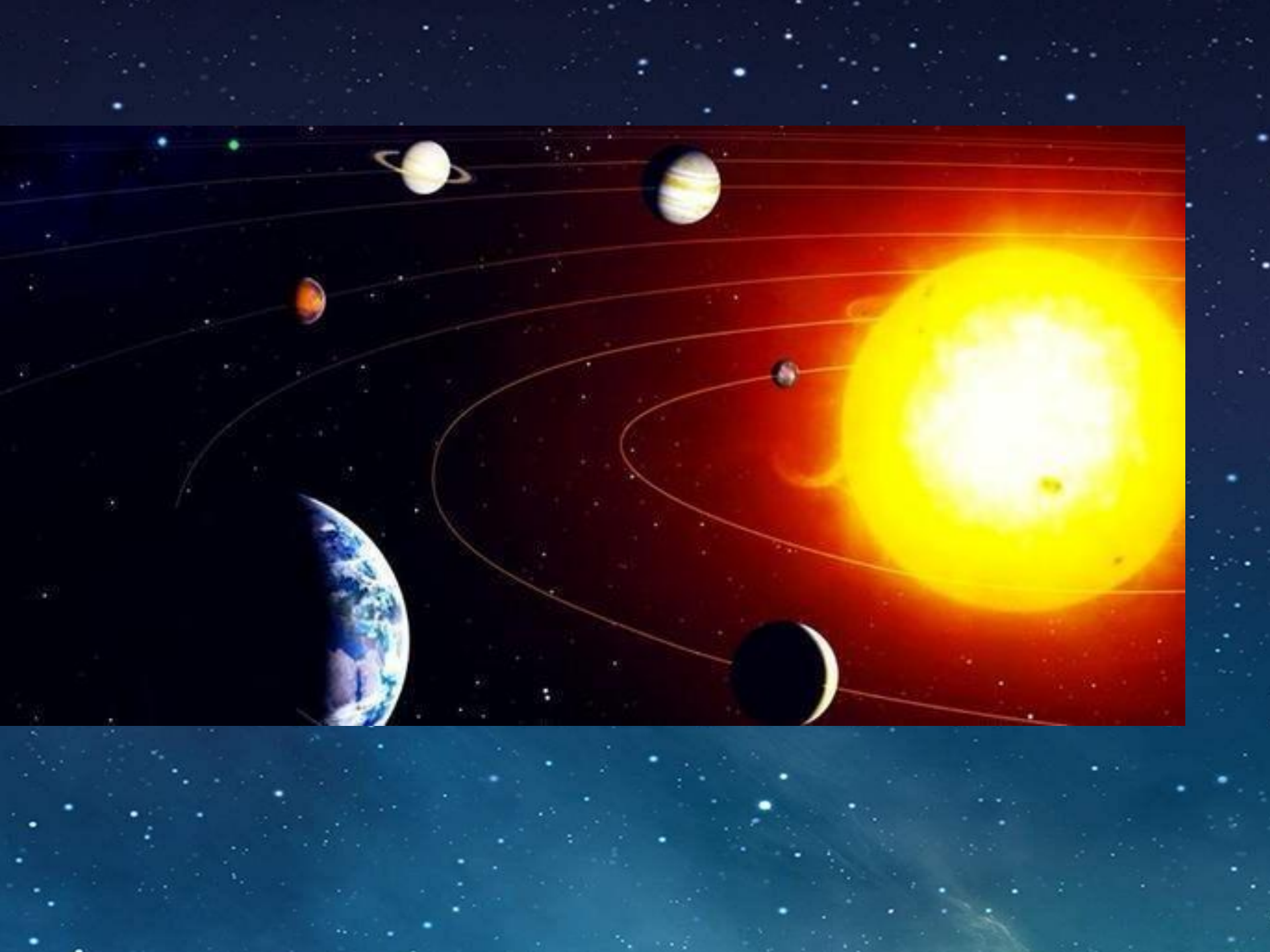
五、星系（一）银河系 （二）河外星系

六、宇宙

打开天窗 放眼宇宙







Milky Way Galaxy

Kepler Search Space

← 3,000 light years →

Sagittarius Arm

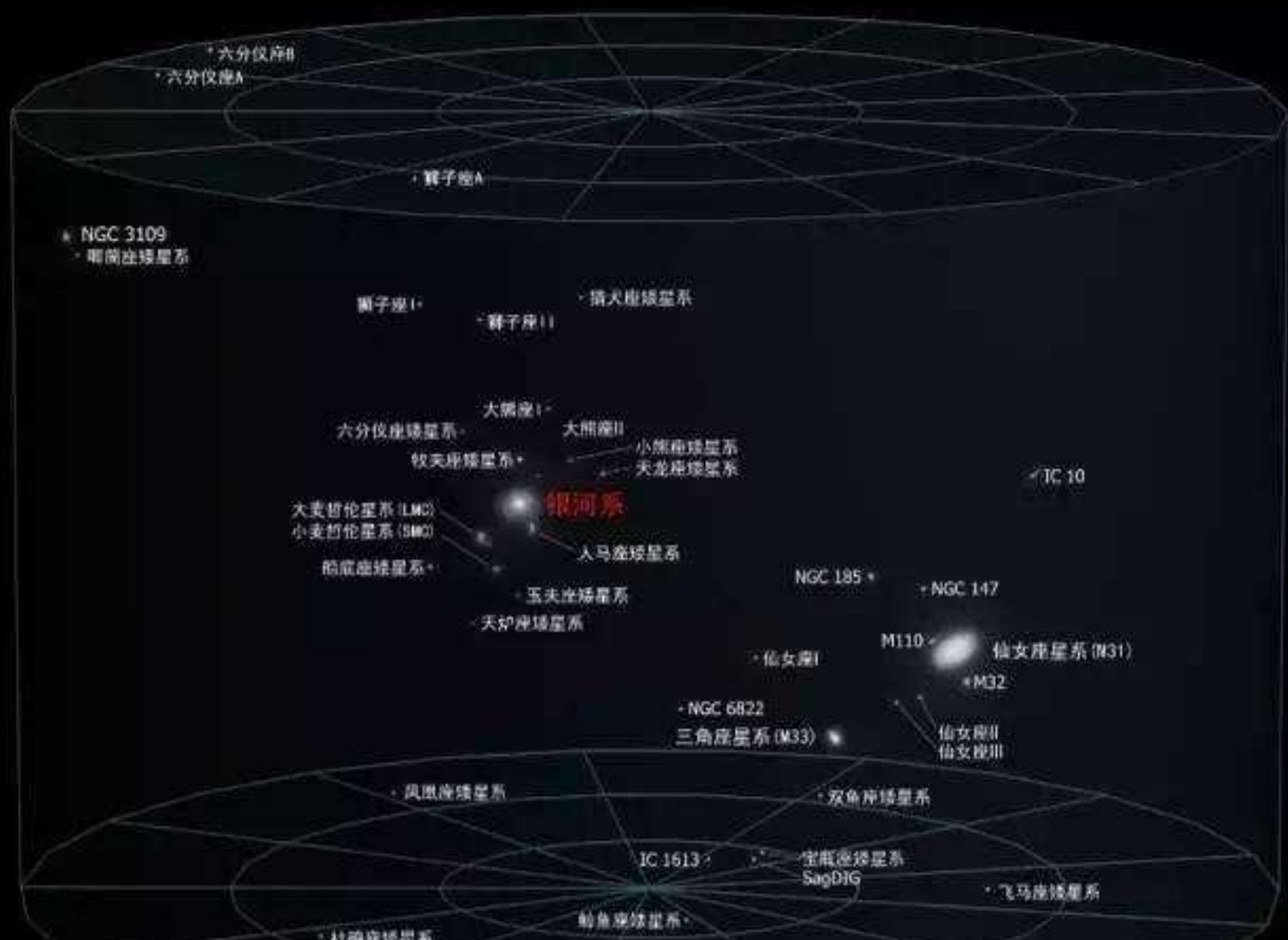
Sun

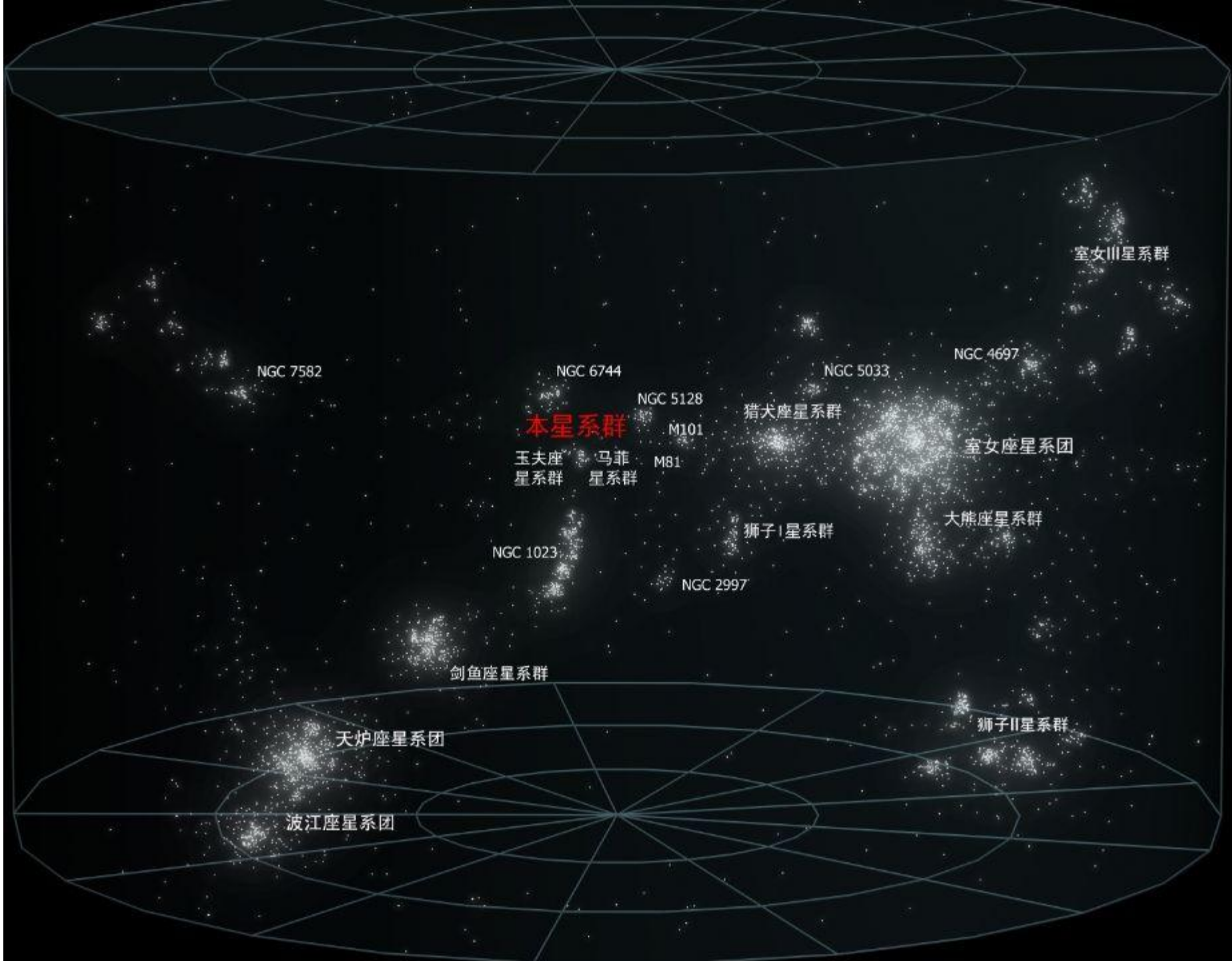
Orion Spur

Perseus Arm



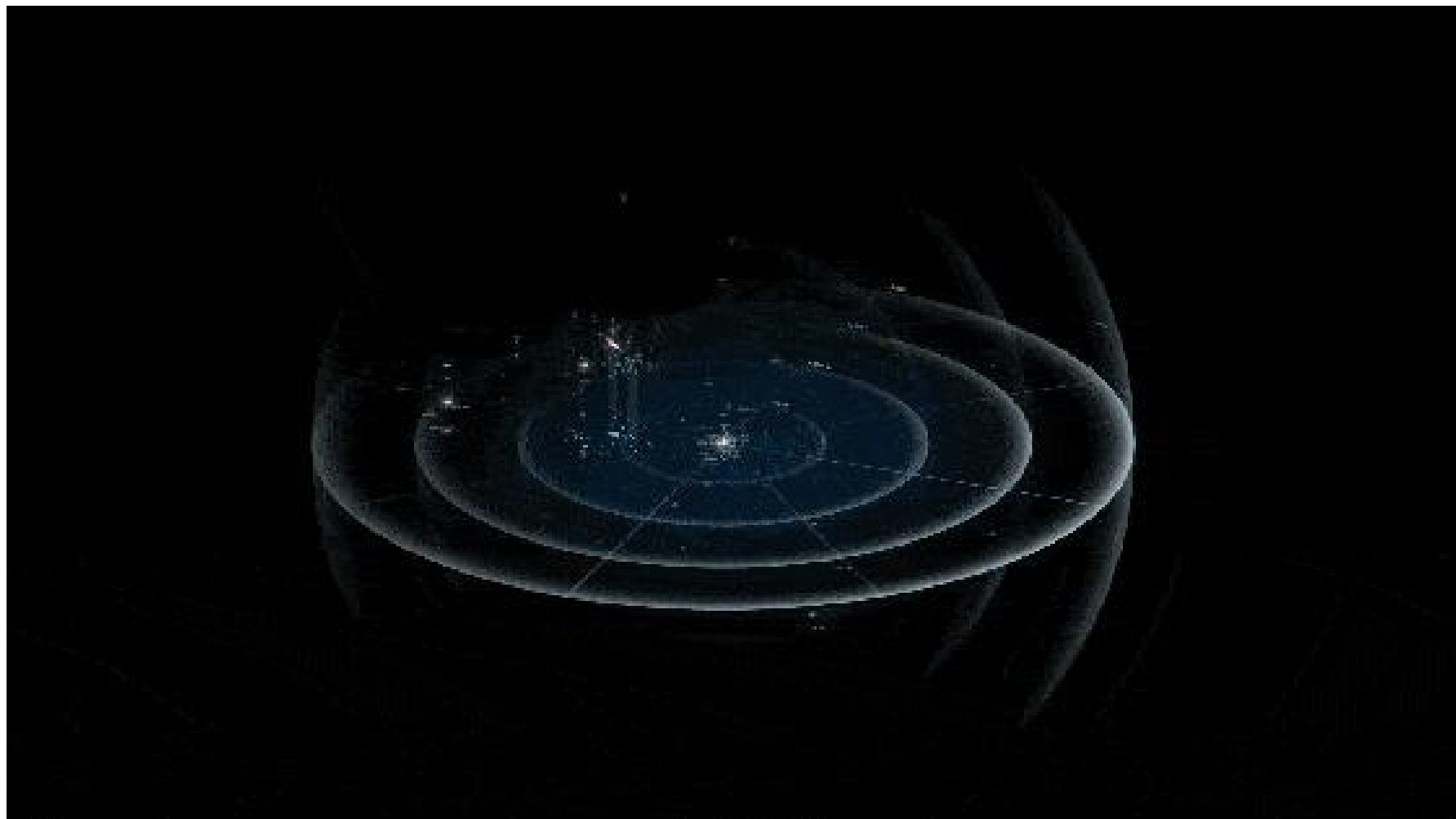
本星系群



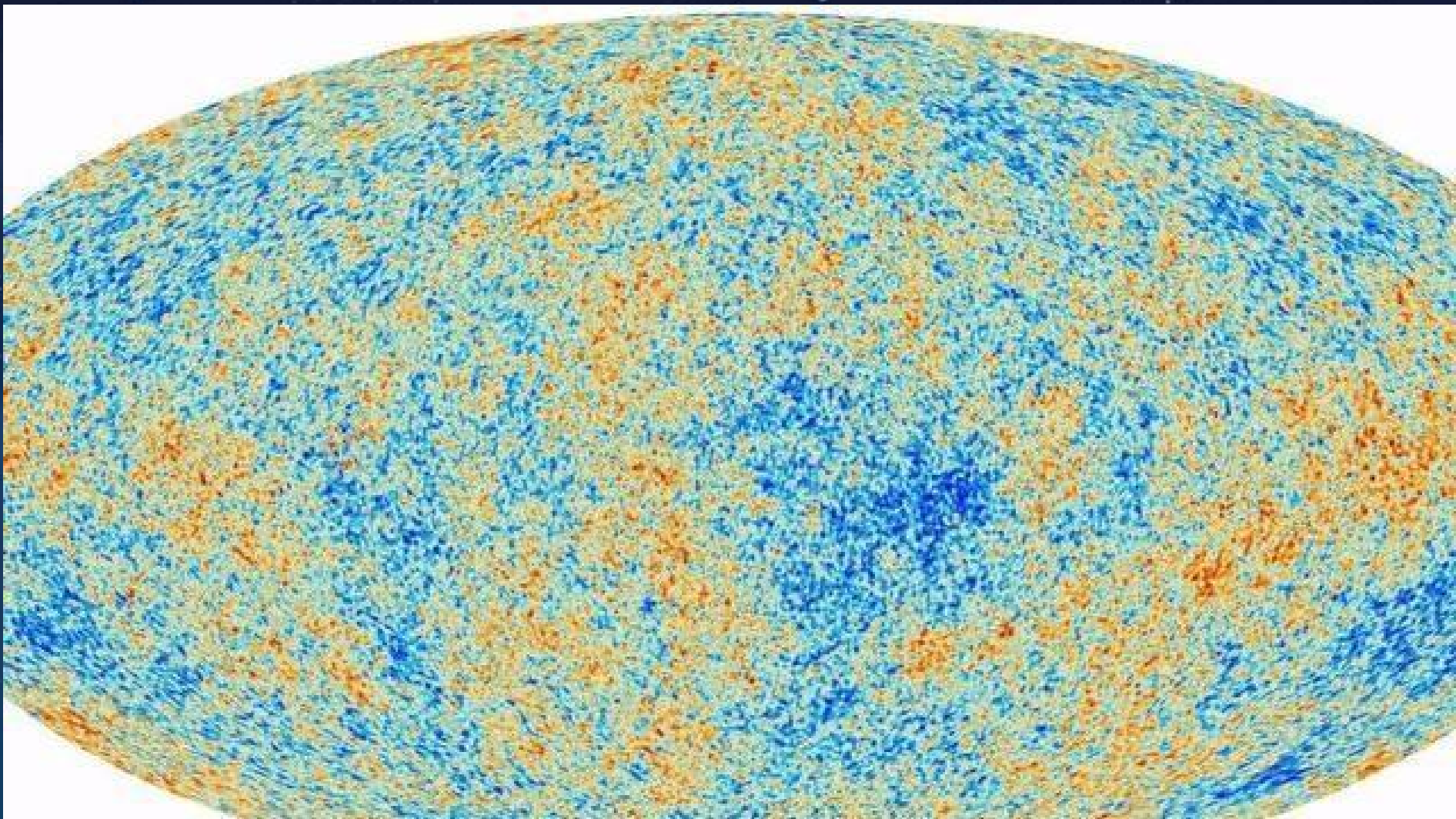


邻近的超星系团以及空洞



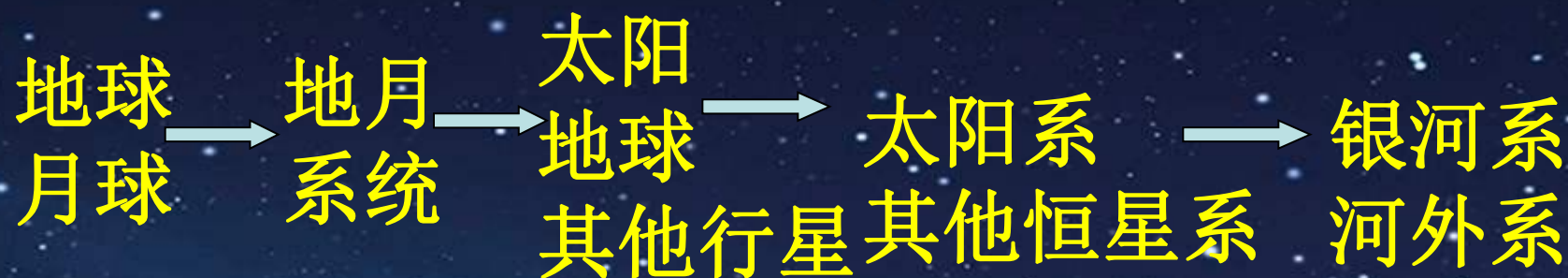








Credit: Cosmus group



六、宇宙

(一) 宇宙的构成

(二) 宇宙的起源



宇宙由什么构成？

不知道

恒星由什么构成？

如何确定遥远恒星的化学成分？

光和物质

每一种元素都会在不同的
频率上吸收和发射光子

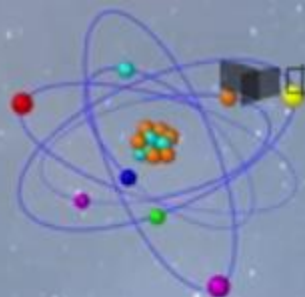
测量吸收和发射的谱线，
可知遥远天体的化学组成

氢的谱线



400 nm 450 nm 500 nm 550 nm 600 nm 650 nm 700 nm

注



中国大学MOOC

意

“化学组成”

默认：物质由“化学元素”组成

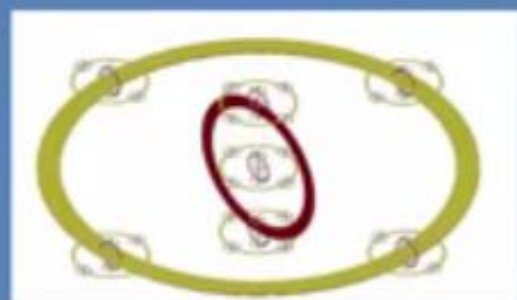
Periodic Table of the Elements

Legend:

- hydrogen
- alkali metals
- alkali earth metals
- transition metals
- poor metals
- metalloids
- noble gases
- rare earth metals

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Uuq	Uuq	Uuq	Uuq	Uuq	Uuq	Uuq	Uuq	Uuq						
		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

重子（物理学名词）



重子7氦核的静态结构图

重子（Baryon）是一个现代粒子物理学名词，在标准模型理论中，“重子”这一是指由三个夸克（或者三个反夸克组成的“反重子”）组成的复合粒子。值得注意的是为重子属于复合粒子，所以“不是”基本粒子。最常见的重子有组成日常物质原子核的质子和中子，合称为核子。其它重子中，有比这两种粒子更重的粒子，所谓的超子。重子这称呼是指其质量相对重于轻子和介于两者之间的介子起的。



宇宙
没有理由
仅由原子构成！



宇宙组成

**“暗物质”和“暗能量”
仅是“代号”**



宇宙中“不可见”的作用



**实测
有无法识别的东西在那里！**

暗物质存在的证据：

中国大学MOOC

星系中的暗物质：

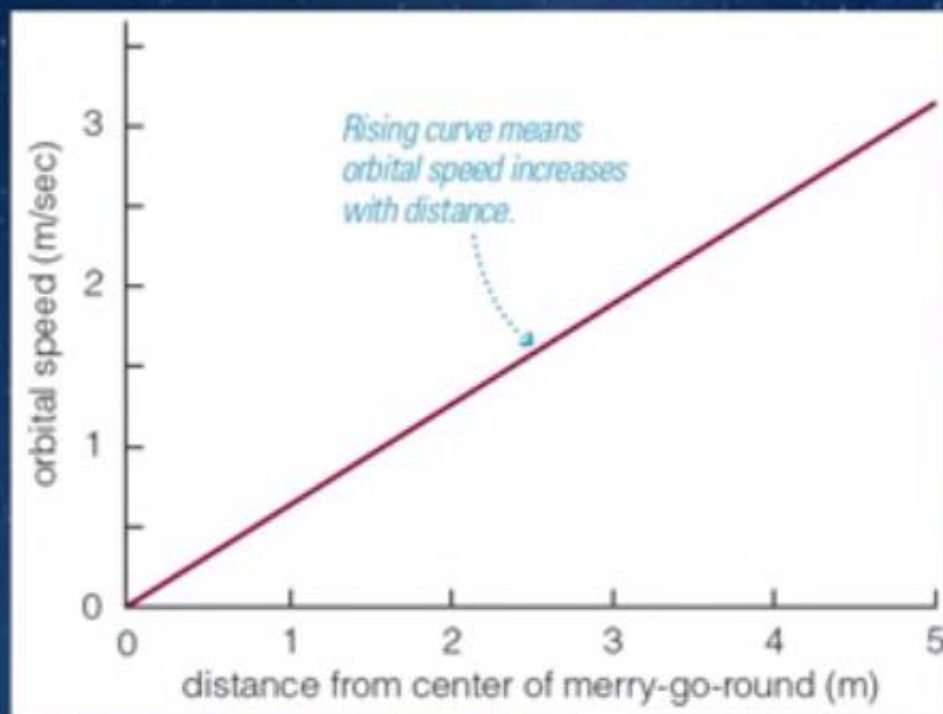
银河系

旋转曲线



刚性旋转

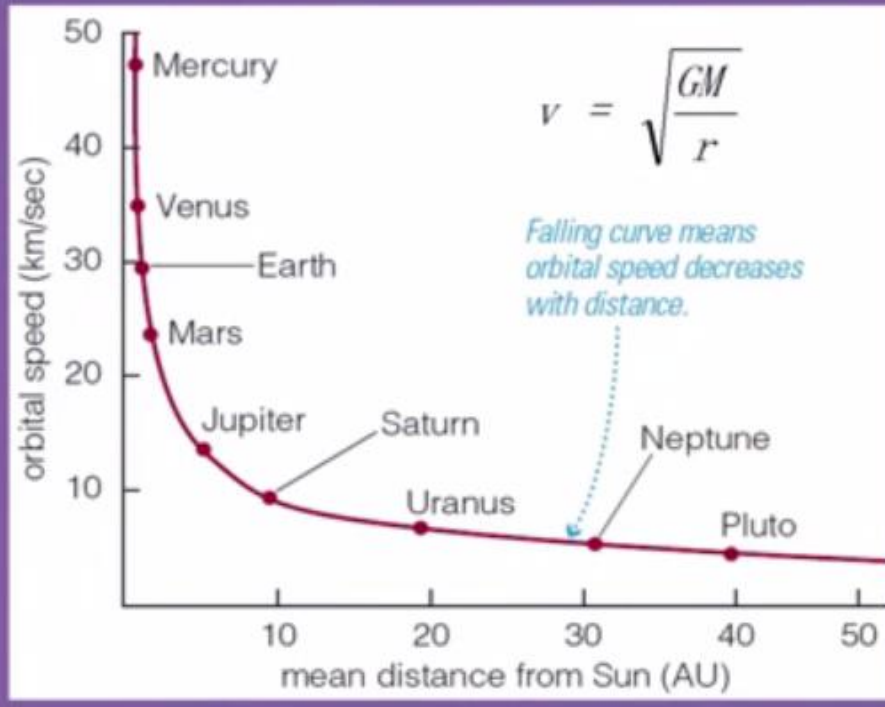
旋转曲线



太阳系



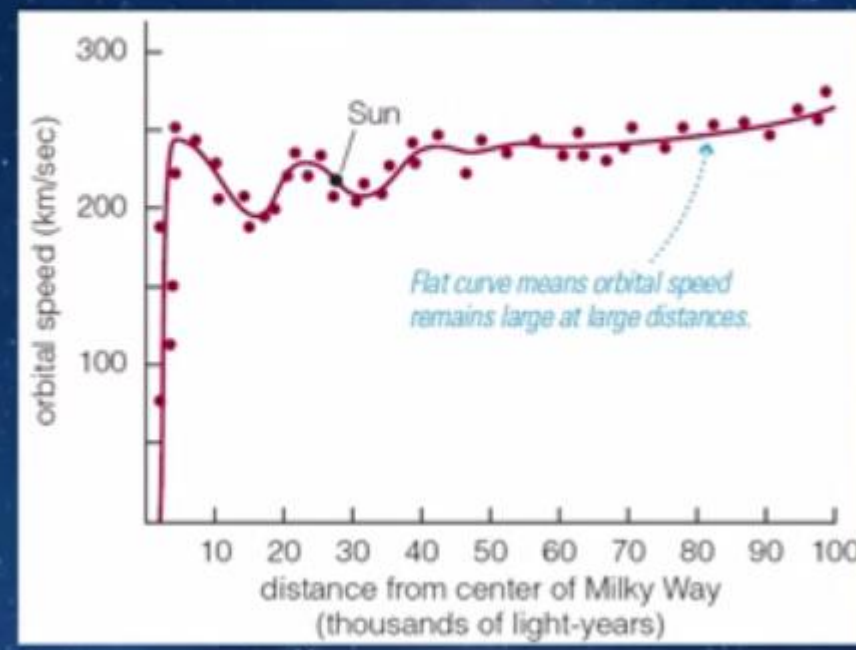
太阳系旋转曲线



银河系



银河系旋转曲线



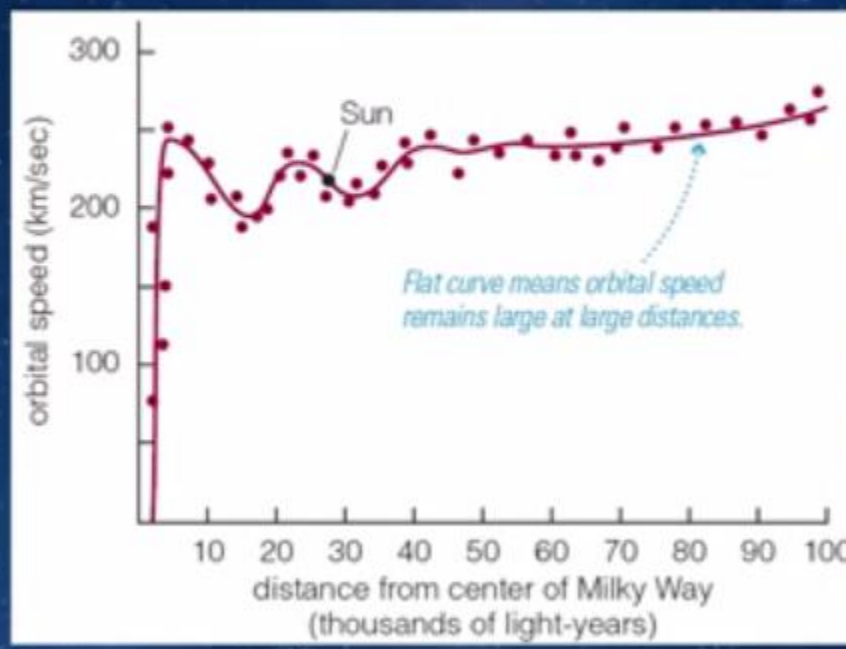
银河系结构示意图



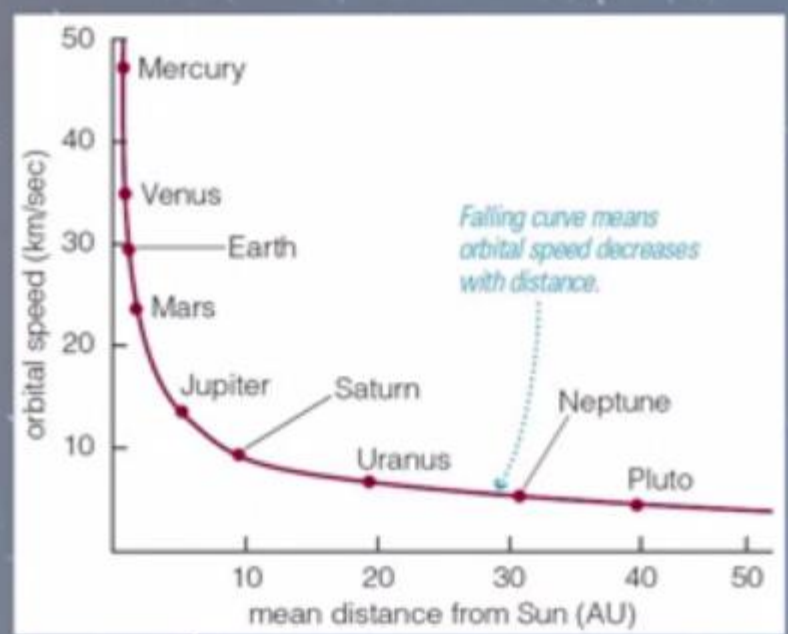
银河系



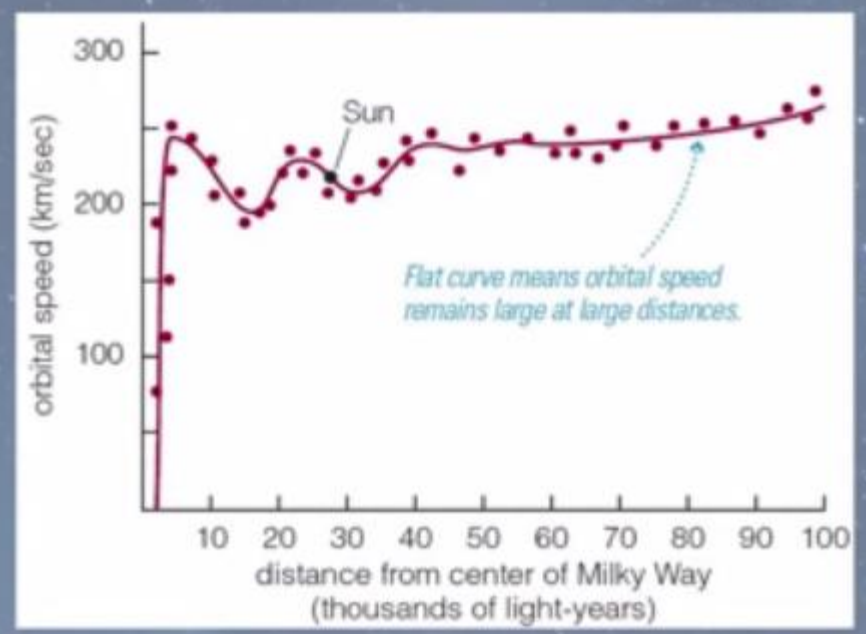
银河系旋转曲线



哪儿出了问题？



太阳系



银河系

牛顿引力错了？

VS

物质没有集中在银河系的中心？

牛顿引力错了？

太离经叛道啦

我们认为：

物质没有集中在银河系的中心？

物质没有集中在银河系中心

太阳轨道以内，集聚了1000亿个
太阳质量物质

2倍太阳轨道，集聚了2000亿
太阳质量物质

.....

物质没有集中在银河系中心

银河系中的绝大部分物质位于太阳轨道之外

他们分布在包围银盘的晕中

几乎是不发光--不发出辐射的
暗物质

银河系侧视示意图

更多的不发光的物质构成 晕



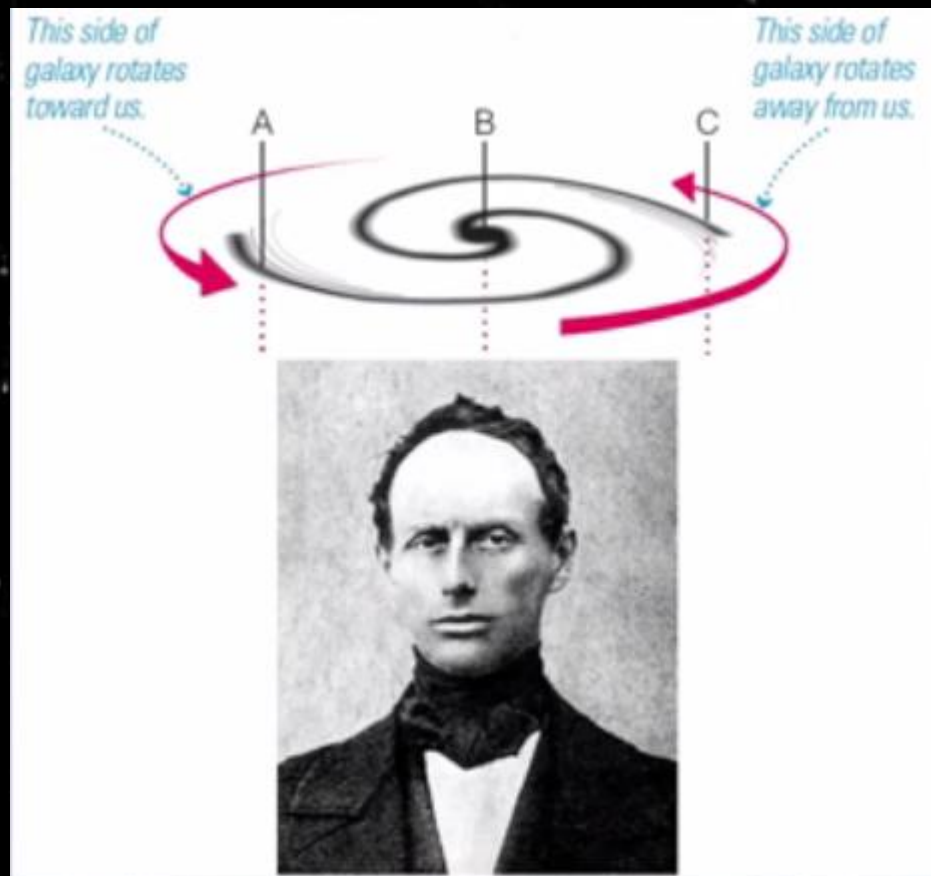
其他星系有没有暗物质呢？

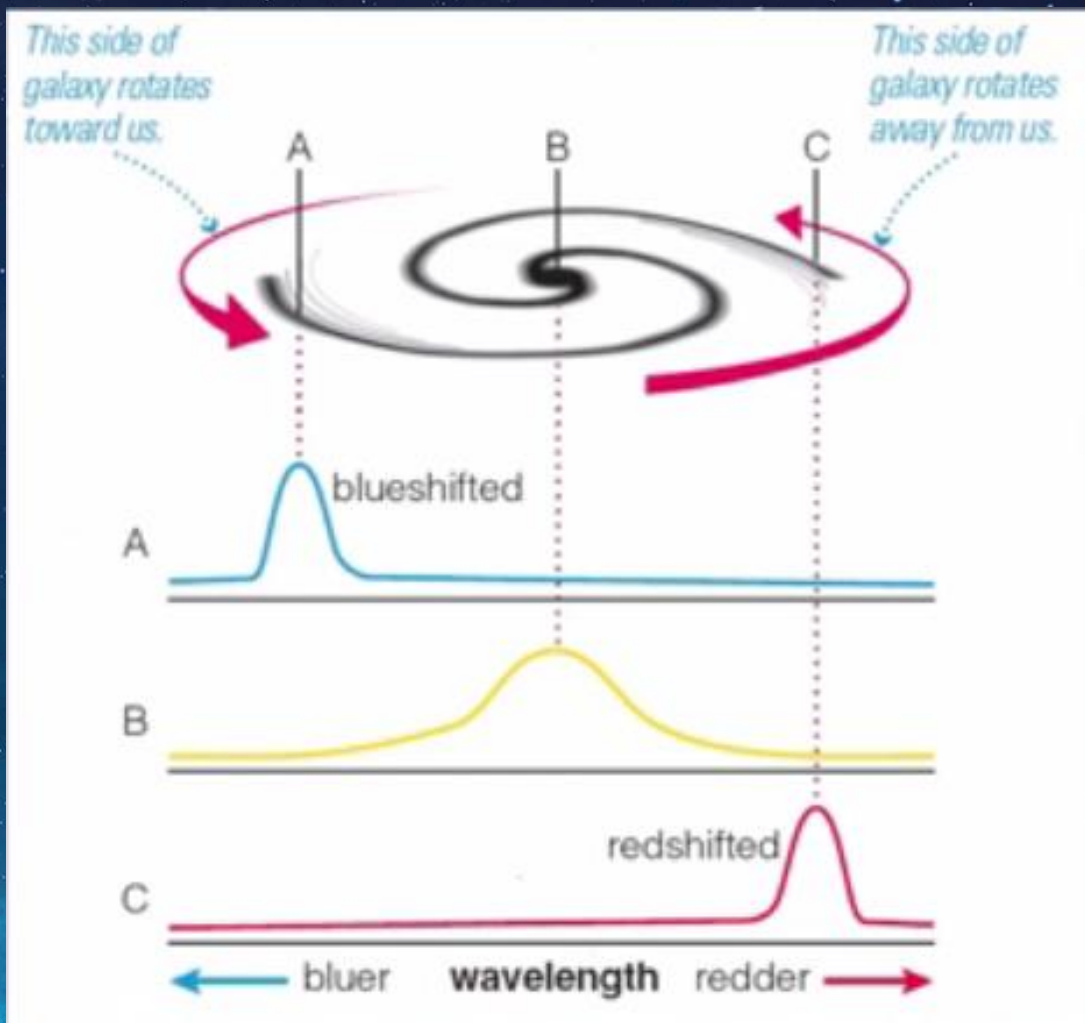
先测定：

星系的运动速度

如何测定？

星系的运动速度如何测定

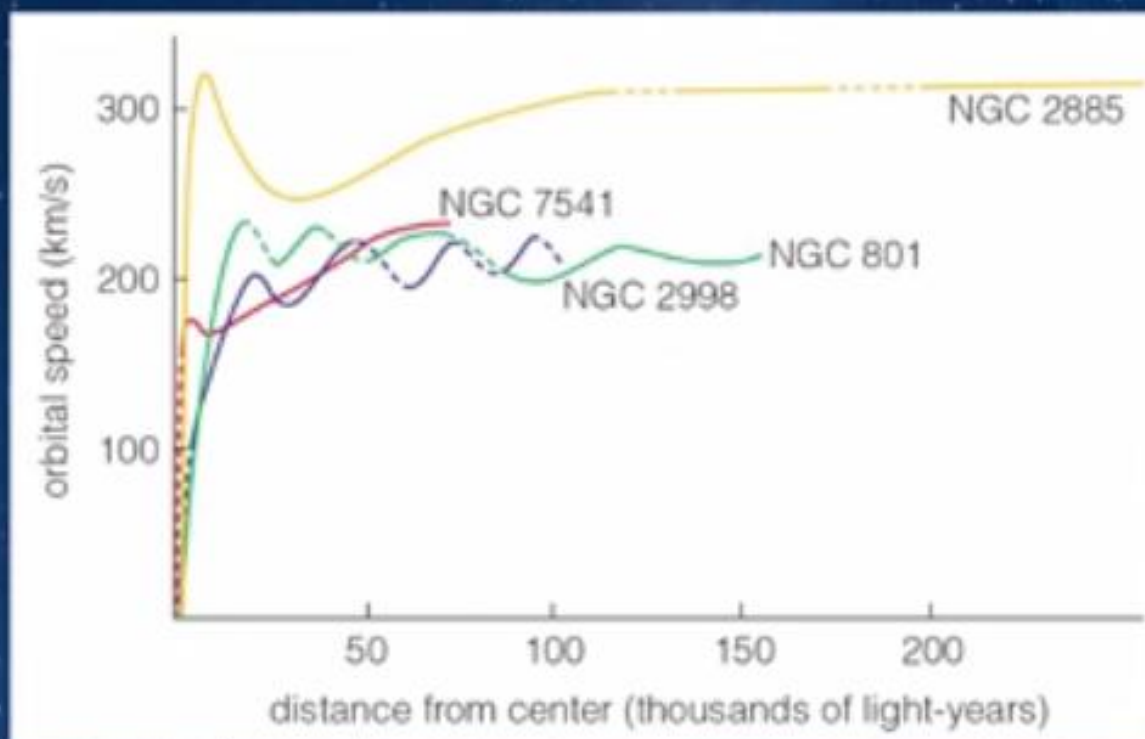




测定结果：先上涨刚性、振动、拉平

中国大学MOOC

其他星系的旋转曲线



在更大尺度上：星系群、星系团

失控的星系



Fritz Zwicky
(1898-1974)

第一个
暗物质证据
(1933)

后发星系团
hold不住星系

暗物质是什么？

暗物质是

重子物质？

MACHO

太暗，无法看见

候选体

中子星
白矮星
褐矮星

利用引力 透镜测量

暗物质是重子物质？

不够！

暗物质是不是一种特殊
粒子

暗物质和
温度无关

热

早期宇宙，
运动速度接近光速

冷

早期宇宙，
速度要小得多

暗物质是不是一种特殊 粒 子

首先要知道暗物质的冷与热

目前已知：暗物质 冷

暗物质宇宙早起的速度一定比较低

先成团---纤维结构—构成宇宙骨架

重子物质---沿着架构流动聚集—

形成星系 宇宙之网

没有暗物质
就没有你和我！

重子大循环

自大爆炸
就开始

- 下落、喷出

流动的
结构

- 半数至少经了1次
- 有的则多次

小结：宇宙

宇宙构成：

重子物质：4%

暗物质：23%

暗能量：73%

六、宇宙

(一) 宇宙的构成

(二) 宇宙的起源

我居然错了...

看！宇宙是膨胀的吧！

↑
胡克望远镜

↑
爱因斯坦

↑
哈勃

瓦尔特·亚当斯
(台长)

六、宇宙

(一) 宇宙的构成

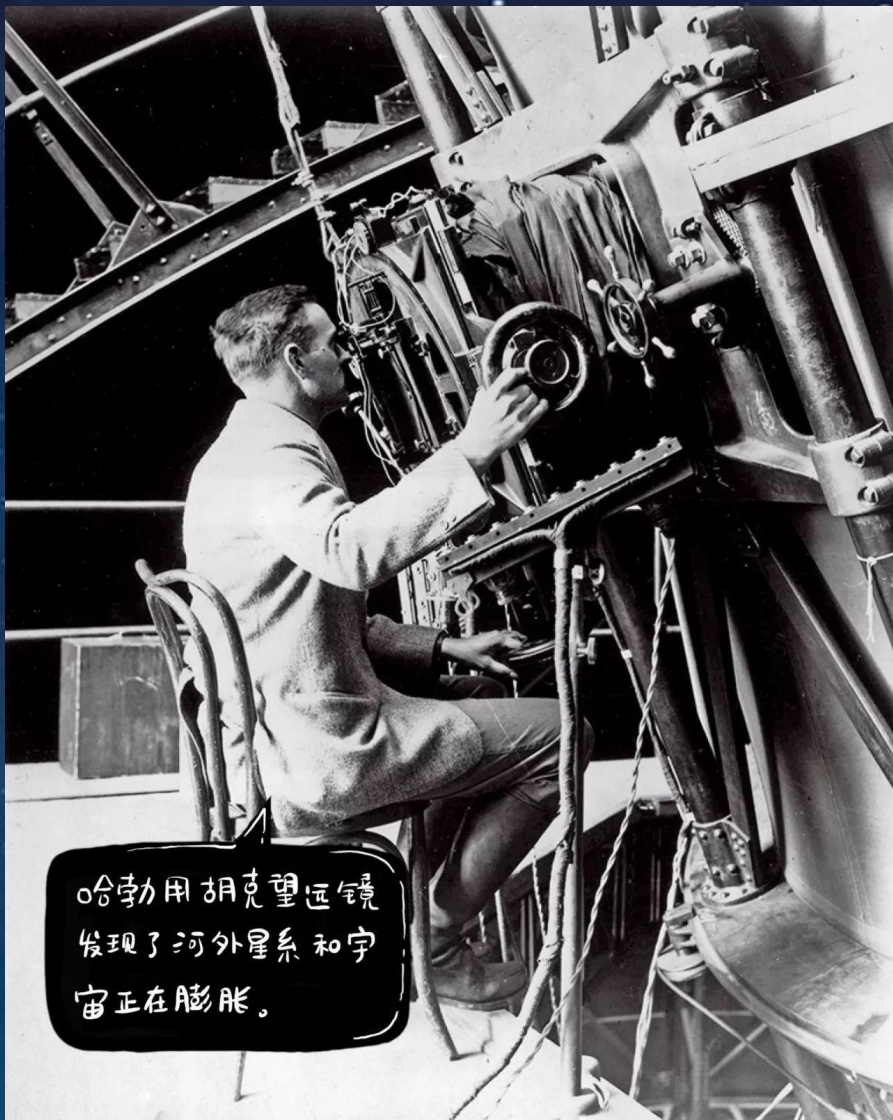
(二) 宇宙的起源

牛顿：无限均匀静态的宇宙模型

爱因斯坦：有限无边静态的宇宙模型（1917）

膨胀宇宙模型

基于观测结果的宇宙科学



哈勃用胡克望远镜
发现了河外星系和宇
宙正在膨胀。



六、宇宙

(一) 宇宙的构成

(二) 宇宙的起源

牛顿：无限均匀静态的宇宙模型

爱因斯坦：有限无边静态的宇宙模型（1917年）

膨胀宇宙模型 大爆炸理论

- 1946年：科学家们才确信，宇宙是由大约150亿年前发生的一次大爆炸形成的。

- “大爆炸理论” 是伽莫夫提出的。



宇宙的诞生——宇宙大爆炸理论

大约在150亿年前，整个宇宙是在一次威力无比的剧烈爆炸中诞生的。

证据何在？学术观点？

□ 大爆炸宇宙学（1929年）

（Big-bang cosmology）：在宇宙膨胀理论的基础上发展起来。

❖ **主要观点：宇宙有一段由热到冷的演化史。在这个时期里，宇宙体系并不是静止的。而是在不断地膨胀，使物质密度从密到稀地演化。这一从热到冷，从密到稀的过程如同一次规模巨大的爆发。**

The background of the entire image is a dark, star-filled space. A large, bright, multi-colored explosion (yellow, orange, red, and blue) is centered in the lower half, with rays of light extending outwards. The text is overlaid on the upper right portion of this scene.

宇宙大爆炸

宇宙大爆炸

宇宙大爆炸

❖ 大爆炸的整个过程：

- 在宇宙的早期，温度极高，在 100 亿度以上。物质密度也相当大，整个宇宙体系达到平衡。宇宙间只有中子、质子、电子、光子和中微子等一些基本粒子形态的物质。在爆炸发生之前，宇宙内的所存物质和能量都聚集到了一起，并浓缩成很小的体积，温度极高，密度极大，之后发生了大爆炸。

大爆炸使物质四散出击，宇宙空间不断膨胀，温度也相应下降，后来相继出现在宇宙中的所有星系、恒星、行星乃至生命，都是在这种不断膨胀冷却的过程中逐渐形成的。

- 但因为整个体系在不断膨胀，结果温度在不断下降。当温度降到10亿度左右时，中子开始失去自由存在的条件，它要么发生衰变，要么与质子结合成重氢、氦等元素。
- 化学元素就是从这一时期开始形成的。温度进一步下降到 100 万度后，早期形成化学元素的过程结束。

- 这时，宇宙间的主要物质是质子、电子、光子和一些比较轻的原子核。
- 当温度下降到几千度时，辐射减退，宇宙间主要是气态物质，气体逐渐凝聚成气云，再进一步形成各种各样的恒星体系，成为我们今天看到的宇宙。

“大爆炸理论”提出的依据

——哈勃的发现

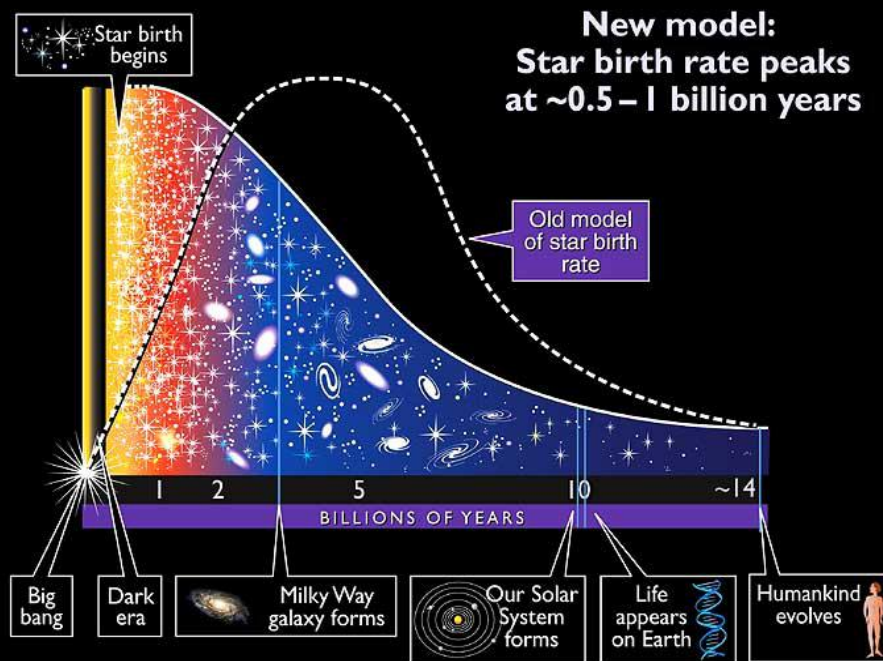
所有的星系都在**远离**我们而去；

星系离我们越远，运动的速度越**快**；

星系间的距离在不断地**扩大**

建立一个：宇宙演化的时间尺度

- 宇宙的形成大约在150亿年前；
- 银河系形成大约在130亿年前；
- 太阳系形成在50亿年前；
- 地球的生命大约是46亿年。



“大爆炸理论”认为：宇宙起源于一次大爆炸

大约150亿年前，我们所在的宇宙全部以粒子的形式、极**高**的温度、极**大**的密度，被挤压在一个“原始火球”中。宇宙就是在这个火球的大爆炸中诞生的。大爆炸使物质四散出击，宇宙空间不断**膨胀**，温度也相应**下降**，后来相继出现在宇宙中的所有星系、恒星、行星乃至生命，都是在这种不断**膨胀冷却**的过程中逐渐形成的。

(3) 宇宙的未来：

万有引力作用下宇宙膨胀减慢、停止，
然后收缩。

膨胀太快，星系间距离迅速增大，
引力不再起主要作用，宇宙将永远膨胀
下去。

(3) 宇宙的未来

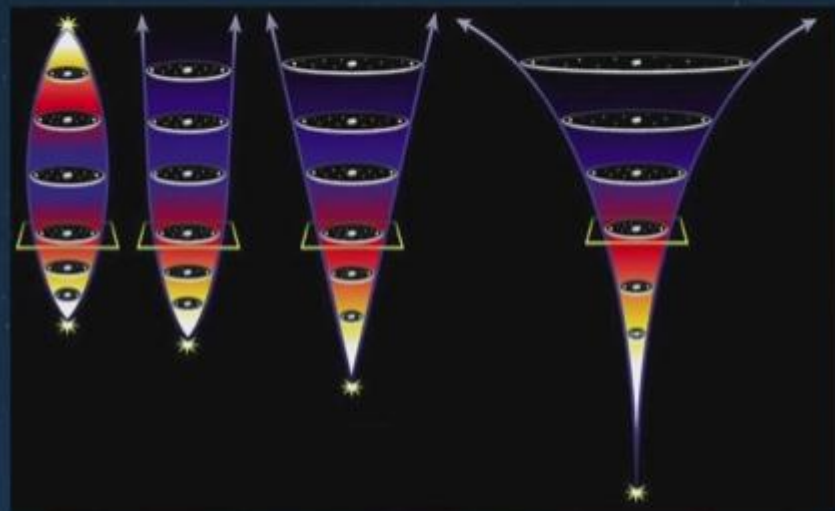
永远**膨胀**下去

或者会**塌缩**而在大挤压处**终结**



如果假设宇宙是均匀和各向同性的（即宇宙学原理），可以得到方程的解：

取决于物质/能量的多少，宇宙要么膨胀、要么收缩。



- 路曼曼其修远兮，
- 吾将上下而求索。

• 宇宙年历 重要事记（150亿年=地球1年）

1月1日凌晨		
0: 00	宇宙大爆炸	
$6.7 \times 10^{-11}S$	原子核形成	
$1.2 \times 10^{-8}S$	雏形初具	
1min	物质主控宇宙	
10.5min	光子成了寡人	
2月1日	星系初入江湖	