

天文学:



The Universe, Yours to Discover!



薛永泉

中国科学技术大学
物理学院天文学系

2024.09.11



主要内容

- 什么是天文？
- 天文有没有用？
- 怎么做天文？
- 做天文有没有前途？
- 天文有哪些重大前沿？
- 科大天文怎么样？

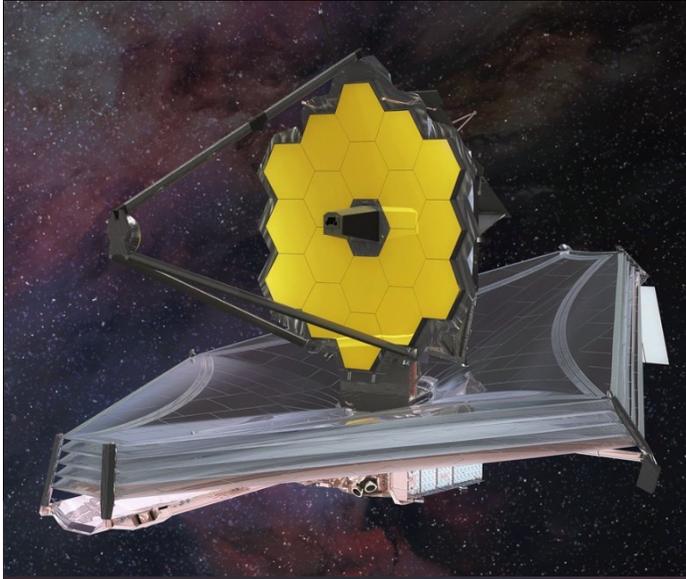


主要内容

- 什么是天文？
- 天文有没有用？
- 怎么做天文？
- 做天文有没有前途？
- 天文有哪些重大前沿？
- 科大天文怎么样？

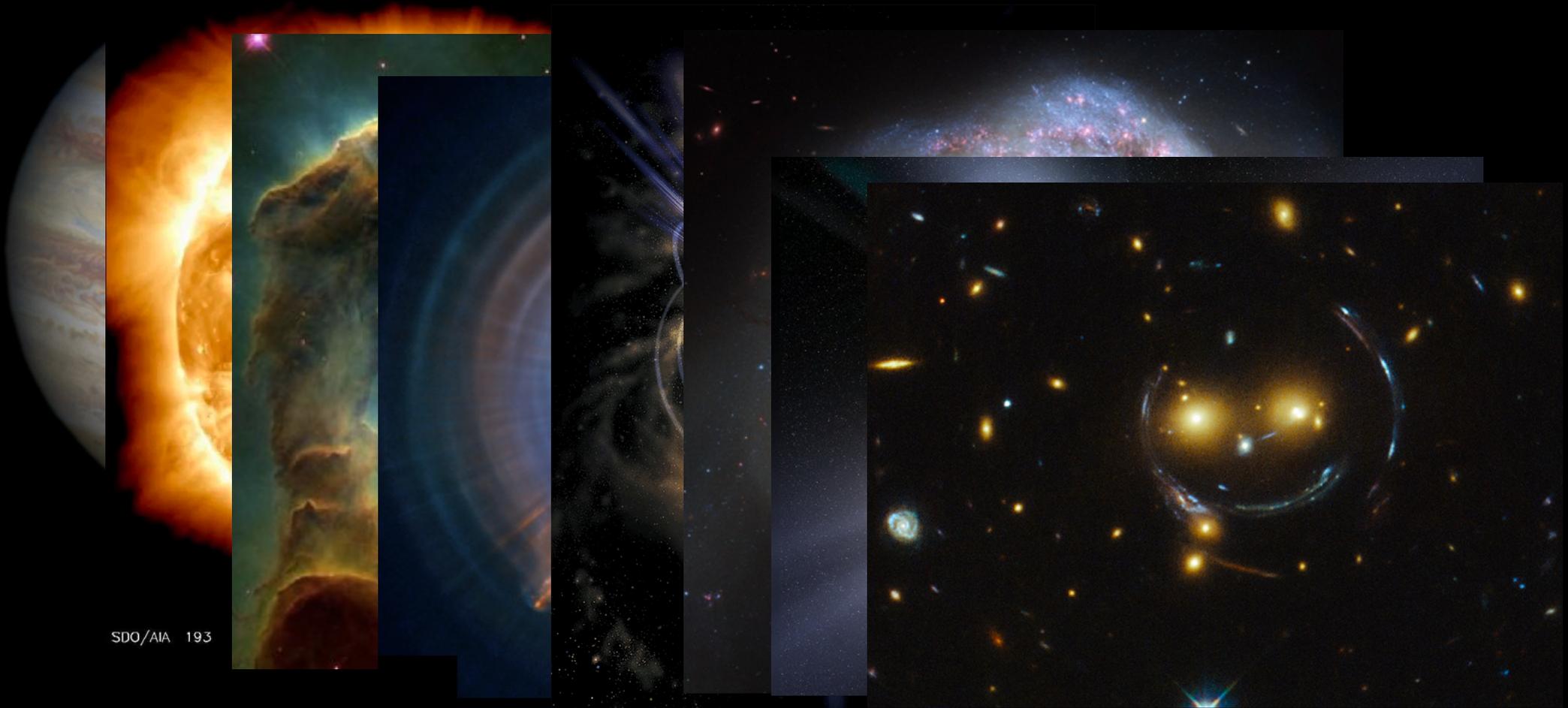


天文学：“凝望”的科学



(NASA, ESO, ESA, Internet)

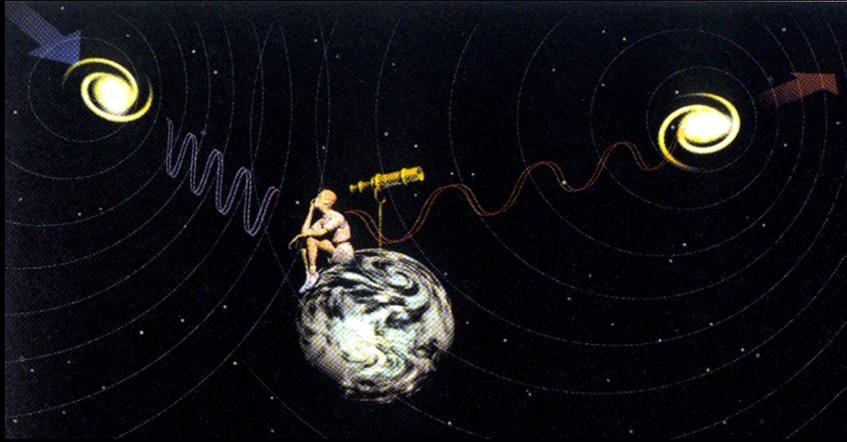
天文学：“凝望”的科学



SDO/AIA 193

(NASA, ESO, G.Y. Wang & C. He & Y. Q. Xue, Internet)

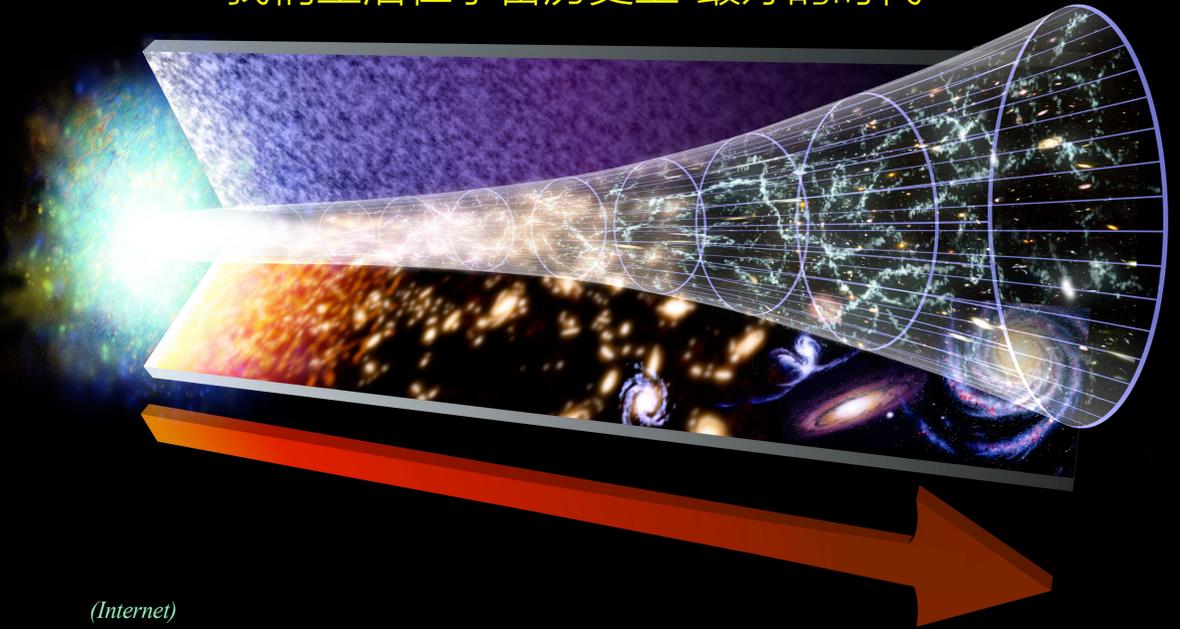
天文学：宇宙的“考古学”与“刑侦学”



电磁信号+
非电磁信号
=多信使信号 →



假设物理规律的普适性
我们生活在宇宙历史上“最好的时代”



(Internet)

天文学：一分钟讲述“我们的故事”

Our Story in One Minute

Video Credit & Copyright: [MelodySheep](#), [Symphony of Science](#), John Boswell; Music Credit: [Our Story](#)

天文学：一分钟讲述“我们的故事”

Our Story in One Minute

Video Credit & Copyright: [MelodySheep](#), [Symphony of Science](#), John Boswell; Music Credit: [Our Story](#)

- 天文学是一门古老而又年轻的学科
- 天文学是以科学的方式观测和研究宇宙中各个层次的结构形成与演化、乃至整个宇宙的起源与演化的学科（假设物理规律普适性）

天文学（一级学科）：

天体物理(070401)
天体测量与天体力学(070402)
天文技术与方法(070420)

- **天体物理学与物理学紧密关联：**
 - 理论物理 → 引力波、宇宙学、黑洞、中子星等
 - 凝聚态物理 → 超高压、超强磁场、超导天体物理、致密天体等
 - 粒子与原子核物理 → 核天体物理、粒子宇宙学、致密天体等
 - 原子分子物理 → 天体光谱学等
 - 光学与光学工程 → 天体光谱学、天文仪器等
 - 等离子体物理 → 太阳物理、高能天体物理等
 - 生物物理 → 天体生物学等
 - 物理电子学 → 天文仪器等
 - 物理化学 → 天体化学等
 - 微电子与固体电子学 → 天文仪器等

.....

行

PC

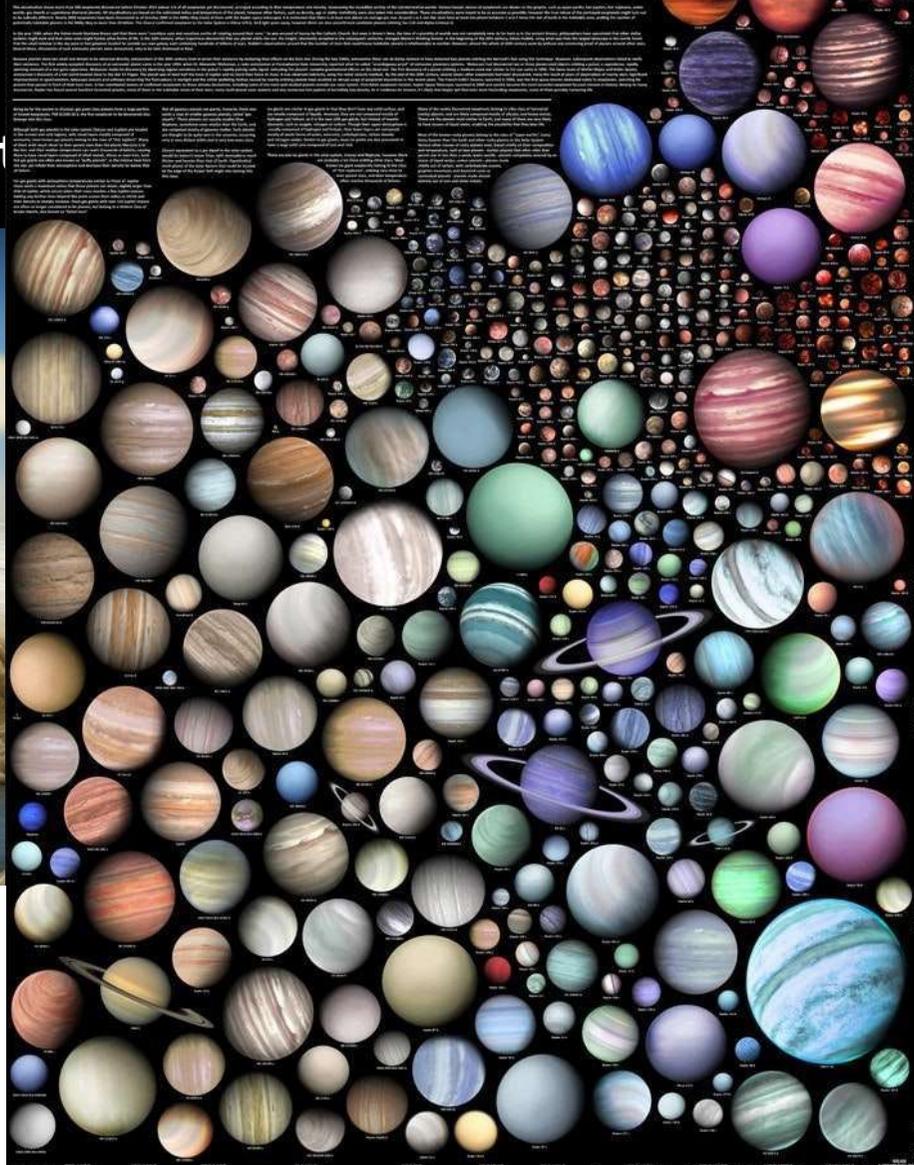


辛苦啦，来，干了这碗星球！

CHINESE NATIONAL ASTRONOMY 中国国家天文

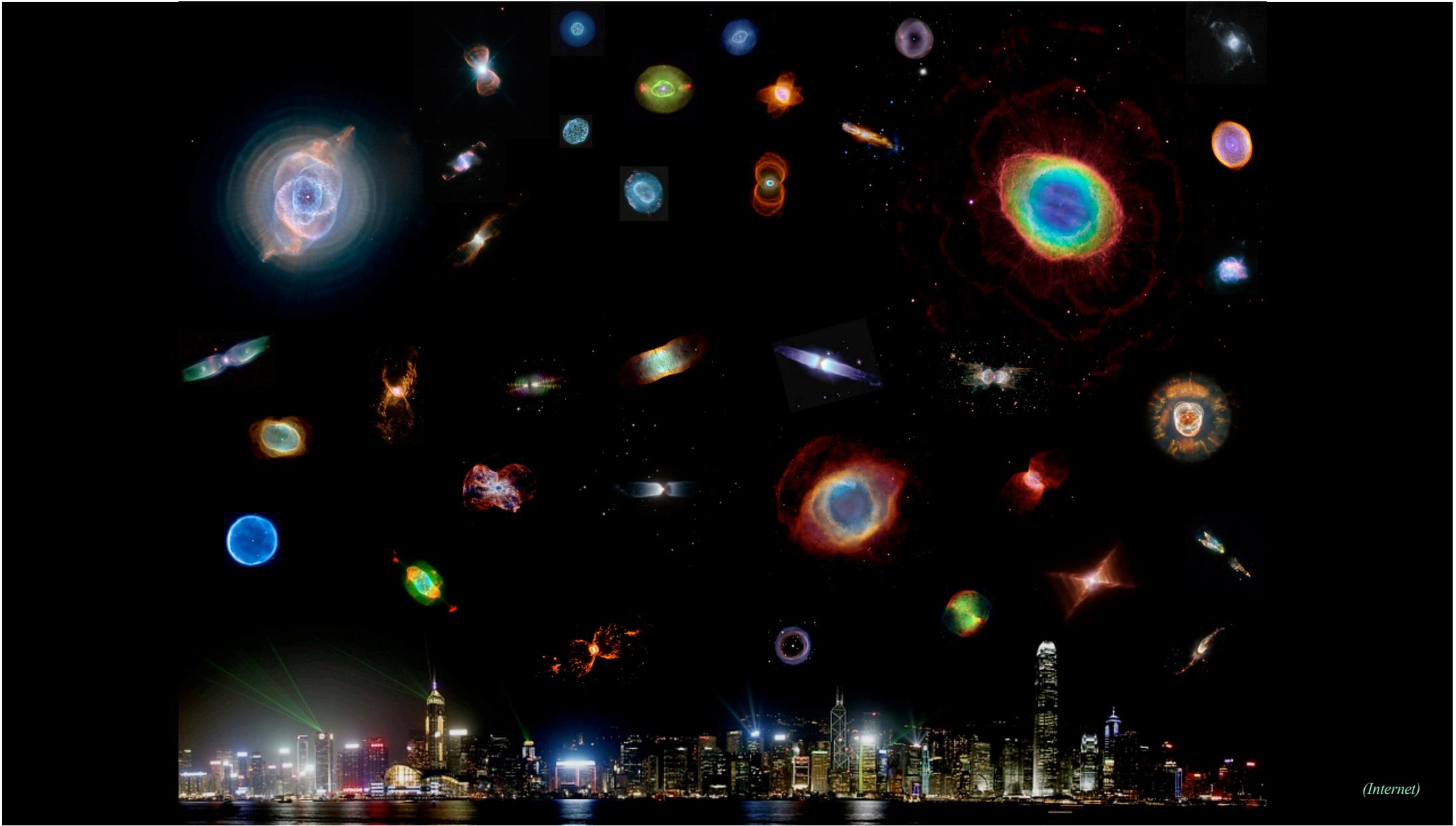
序号	行星名称	距离 (光年)	公转周期 (天)	质量 (木星)	主星 (太阳)	轨道 (AU)
1	GJ 849c	30	1924	0.77	0.49	2.39
2	Beta Umi b	131	522	6.1	1.4	1.4
3	Kepler 39b	3560	21.1	20	1.29	0.155
4	Kepler 167b	1115	4.4	0.012	0.8	0.048
5	水星	—	88.0	0.00017	1	0.39

EXOPLANETS

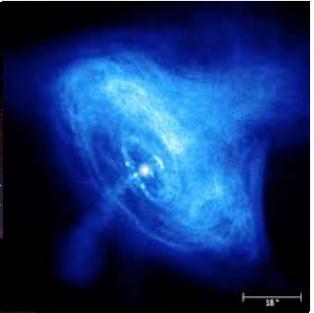
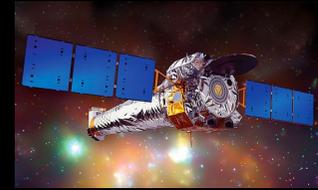


115

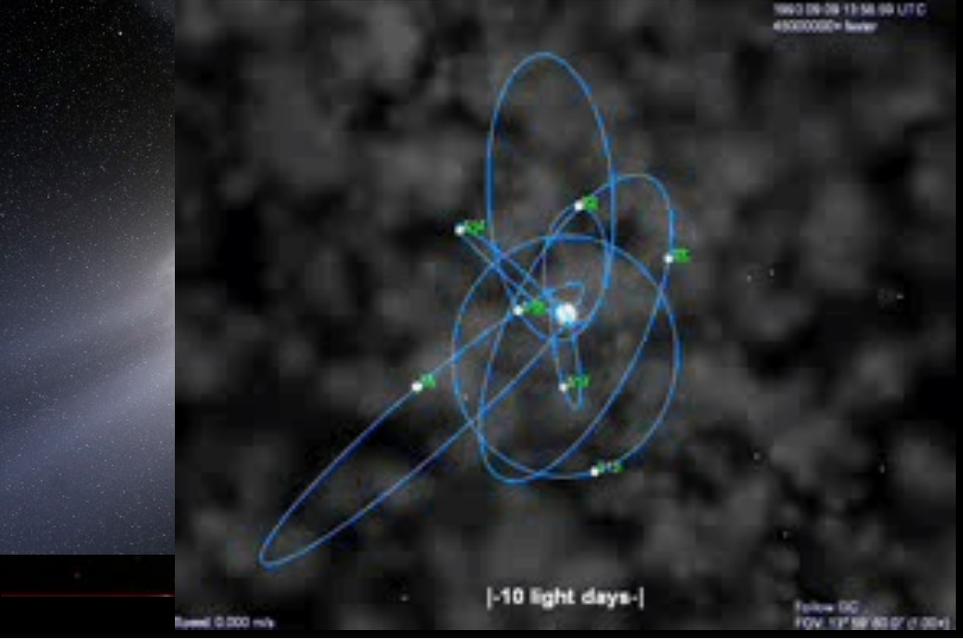
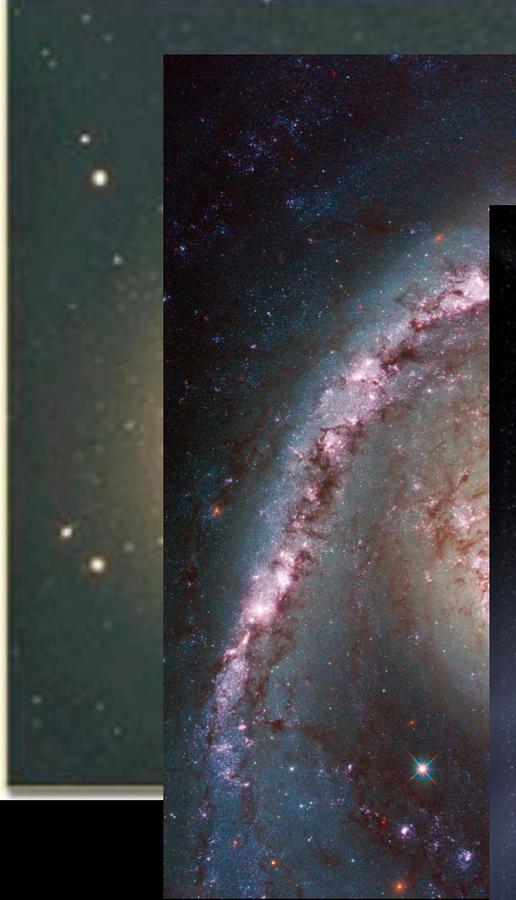
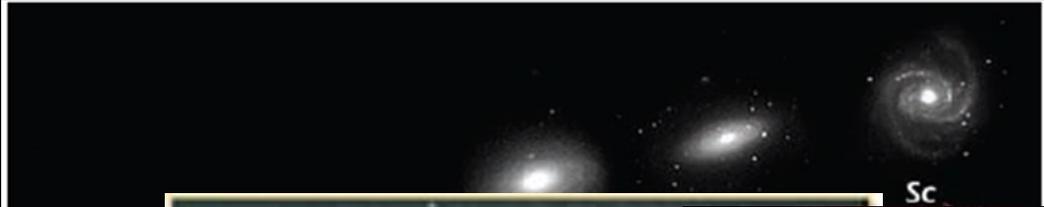
(Internet)



(Internet)

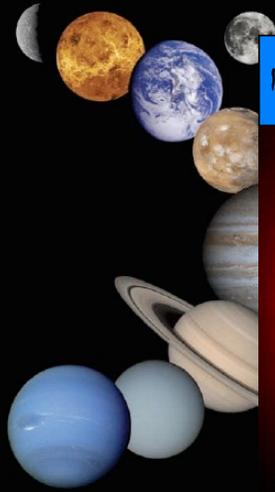


© 2017 Detlef Hartmann

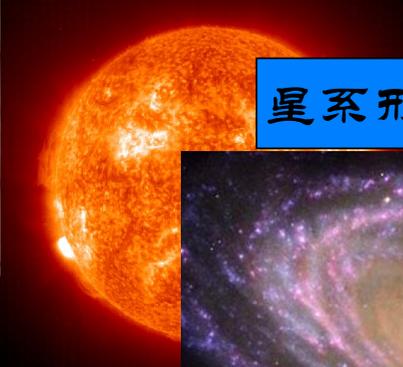


(Internet)

行星形成和演化



恒星形成和演化

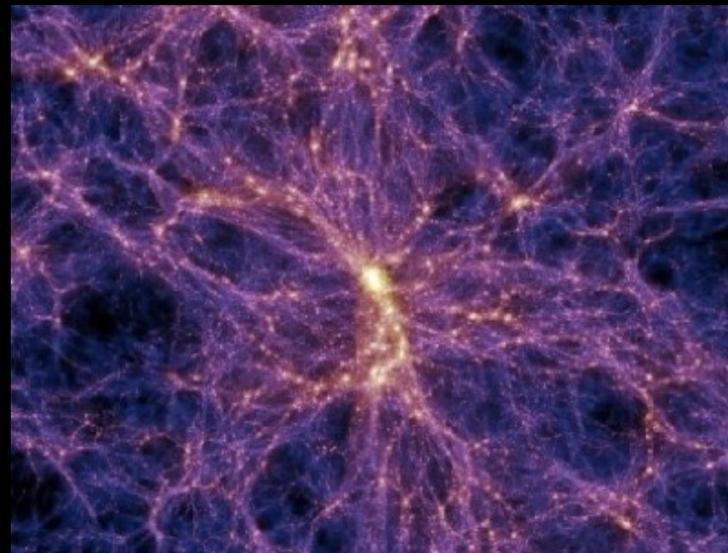
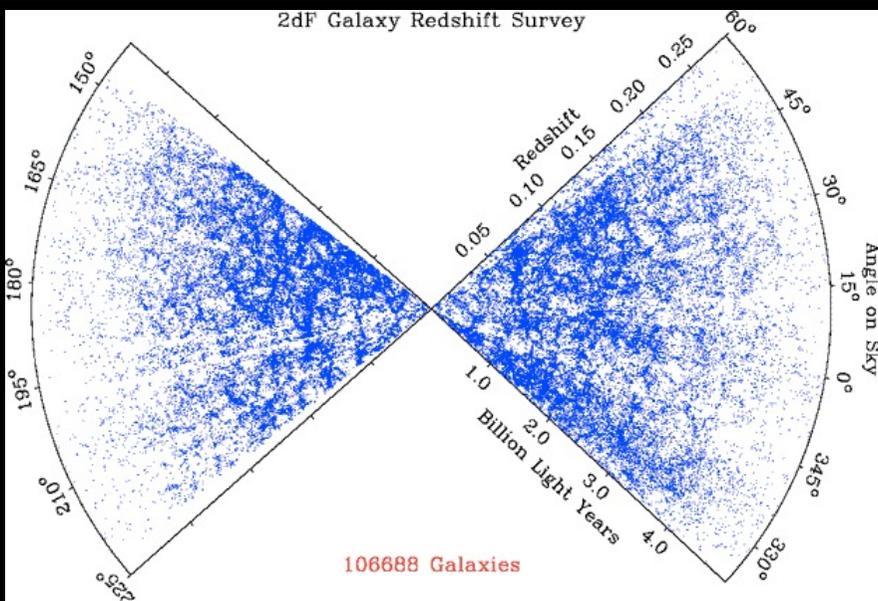


星系形成和演化



大尺度结构形成和演化



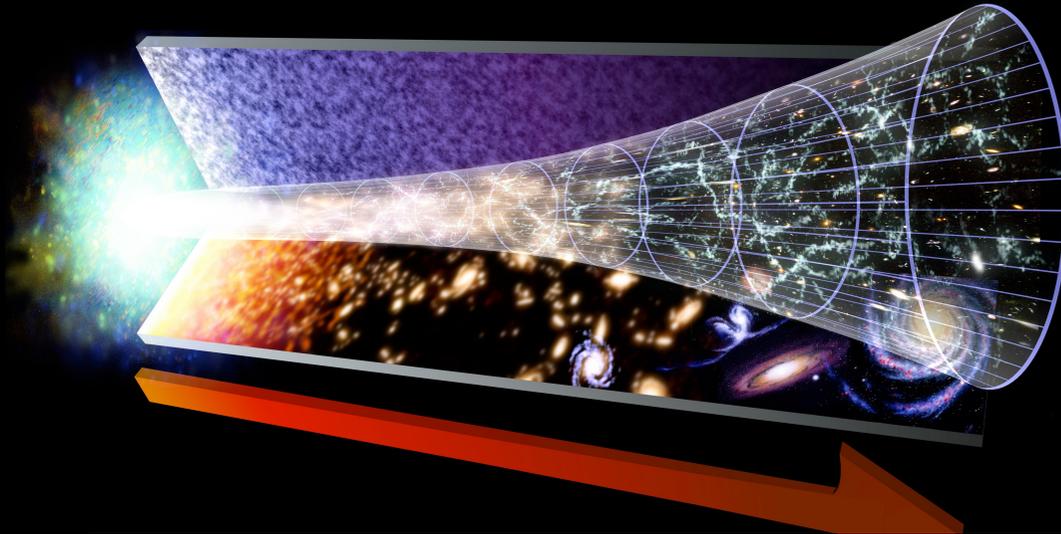


重子物质

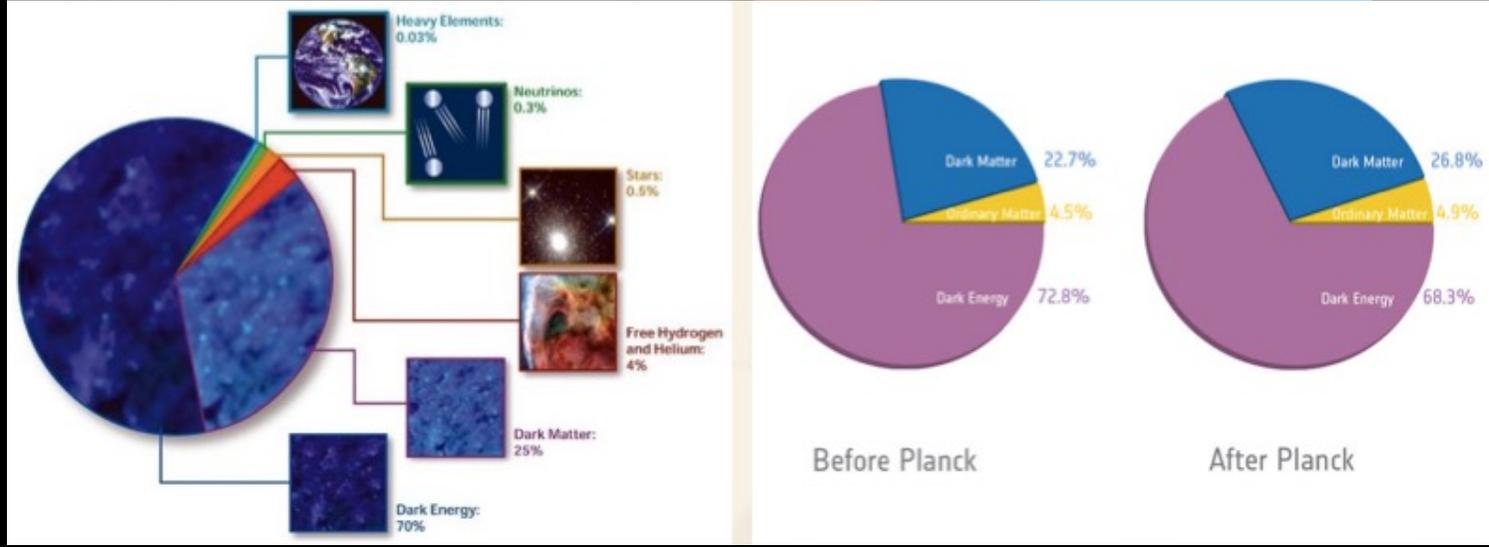


重子物质+暗物质

(Internet)

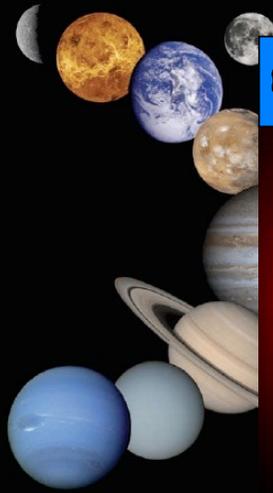


成和演化

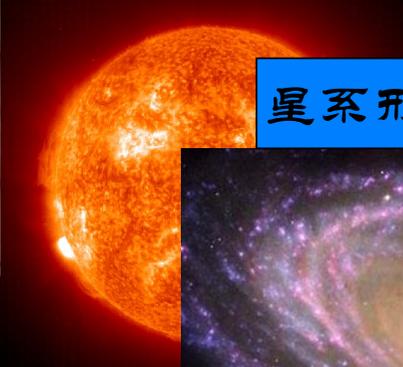


(Internet)

行星形成和演化



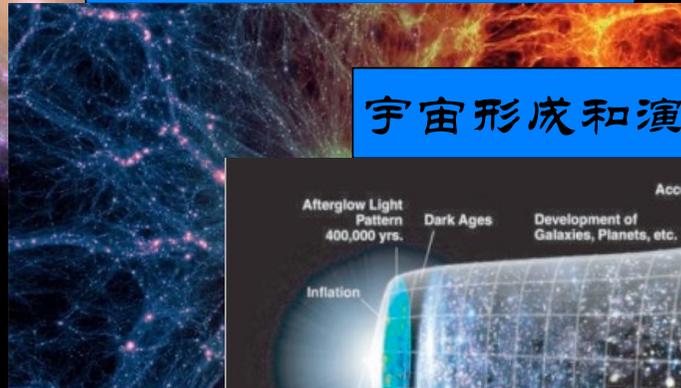
恒星形成和演化



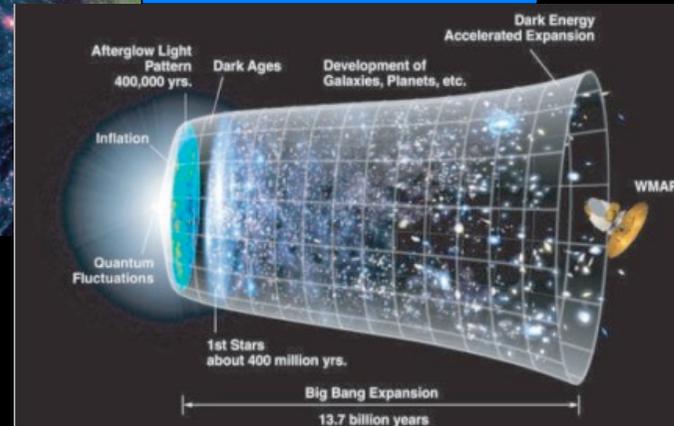
星系形成和演化



大尺度结构形成和演化



宇宙形成和演化



我们了解了很多东西，但不是全部！

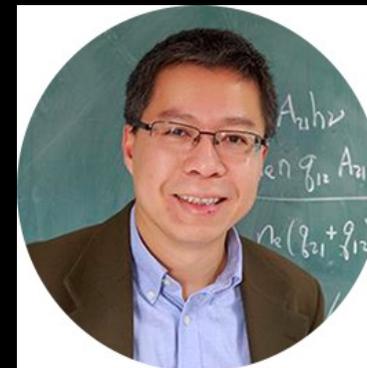
(Internet)

主要内容

- 什么是天文？
- **天文有没有用？**
- 怎么做天文？
- 做天文有没有前途？
- 天文有哪些重大前沿？
- 科大天文怎么样？



- 著名天体物理学家Luis Ho：天文学研究没有任何实用价值，也没有任何商业价值。**(真的吗?)**



- 其实，天文学研究也是蛮有用的**(无用+有用)**

—满足人类好奇心（你的天文梦想**天文素养**）

—极端条件：检验物理规律普适性

—与物理学、工程技术互相推动、促进
(GPS、internet、WIFI等)

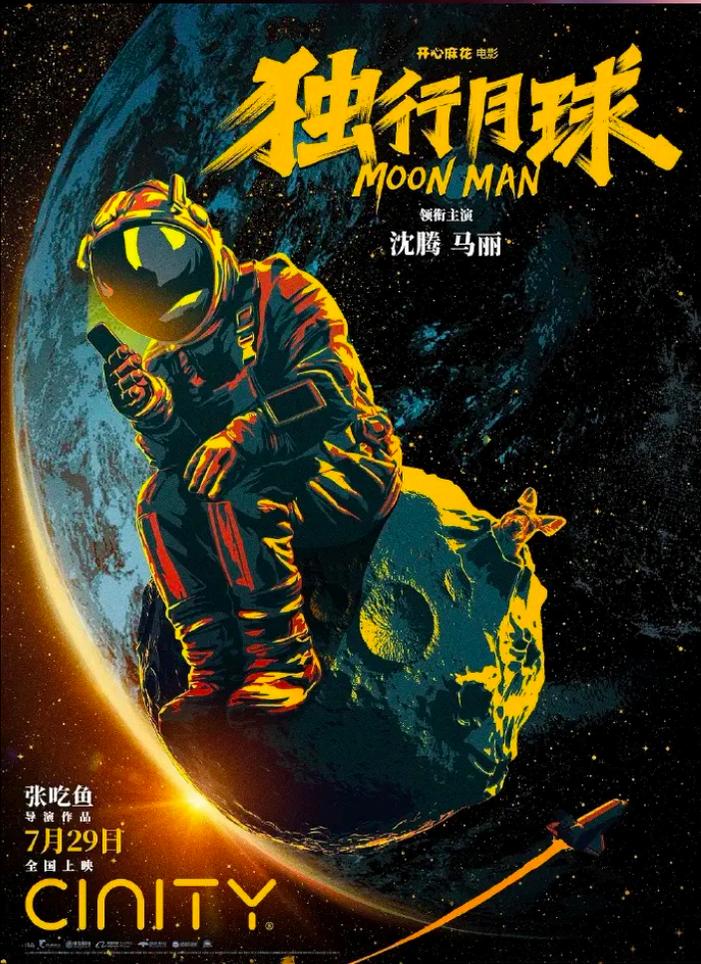
—时间、日历

—人类生死存亡、人类未来

—星际旅行、科幻主题。。。



(Internet)



主要内容

- 什么是天文？
- 天文有没有用？
- **怎么做天文？**
- 做天文有没有前途？
- 天文有哪些重大前沿？
- 科大天文怎么样？



- 天文学以观测为基础→观测天文学
 - 地面实验室很难模拟
 - 被动观测、接收信号
 - 多信使天文观测时代
 - 数据处理、基本物理学分析
- 理论天文学
 - 发展可以描述天文现象的理论模型
 - 观测数据→假设→模型→新数据
 - 修改模型→更多数据。。。
 - 解释→预言天文现象与过程
- 数值模拟
- 天文仪器制作
- 天文台选址
- 实验室天体物理



"Inner Peace"

• 不同观测手段：多信使

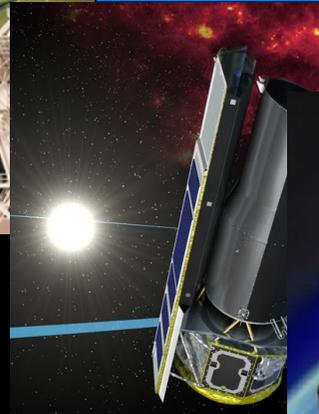
光学天文学



射电天文学



红外天文学

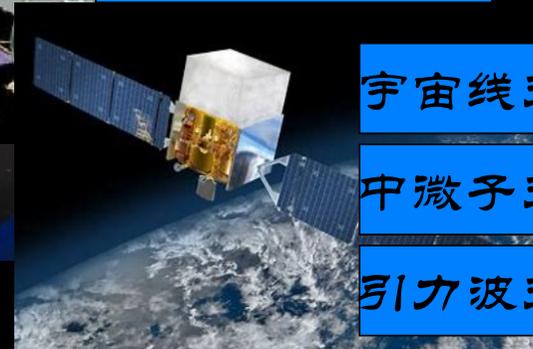


紫外天文学

X射线天文学



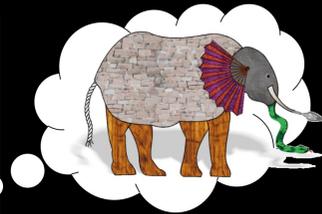
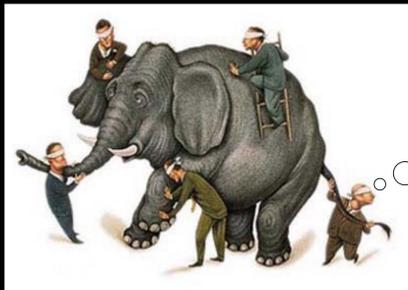
伽玛射线天文学



宇宙线天文学

中微子天文学

引力波天文学



- 不同研究手段
 - 观测、数据处理
 - **理论模型**
 - **数值模拟**
 - 天文仪器、天文实验室

理论 (theory) , 数值模拟 (simulation)

“Theory is when you know everything but nothing works.
Simulation is when everything works but no one knows why.
In our group, theory and simulation are combined:
nothing works and no one knows why.”

- 不同研究对象
 - 行星、卫星
 - 太阳、恒星
 - 银河系、星系
 - 大尺度结构
 - 宇宙学
 - 致密天体
 - 高能天体物理
 - 相对论天体物理
 - . . .



主要内容

- 什么是天文？
- 天文有没有用？
- 怎么做天文？
- **做天文有没有前途？**
- 天文有哪些重大前沿？
- 科大天文怎么样？



- “钱”途？
 - 谨慎乐观态度
 - 制作好的天文仪器
 - 小行星命名
 - 殖民外星球、星际开矿
 - 。。。？
- 前途！
 - 乐观态度
 - 国内天文单位少，发展快，逐步壮大中
 - 中国天文大科学工程时期



**both economically
and scientifically!**

(照片摄于厦大芙蓉隧道)

中国国家天文

CHINESE NATIONAL ASTRONOMY

中国优秀科普期刊

2021年·第15卷·第6期·总第167期

2021年

天文
学院派

等待仰望星空的你

超越星链卫星：
再续卫星传奇

麦哲伦巨人
遥远星系中的恒星形成区

ISSN 1673-6672



Sky & Telescope 杂志中国独家版权合作



国内统一刊号: CN11-5468/P
邮局订阅代号: 80-602

国际标准刊号: ISSN 1673-6672
零售价: 人民币20元

专题

P14 天文学院派·等待仰望星空的你 文/陈鹏飞

如果你对星空感兴趣，天文学可以极大开阔你的视域。如果你关心人类发展及未来，想要推动文明进程，天文学是必修课。来吧，后浪们，走进属于你们的宇宙象牙塔，在星辰大海里畅游。

P18 南京大学天文与空间科学学院：天文学界的“黄埔军校”

P24 北京师范大学天文系：观天习文 践行初心

P28 北京大学天文系：一湖一塔一苍穹

P32 中国科技大学天文学科：凝望历史的天空

P34 山东大学空间科学与物理学院：齐鲁“星”未了

P36 厦门大学天文系：揭开尘封的宇宙之梦

P38 云南大学天文系：彩云之南追星人

P40 西华师范大学天文系：西部星梦圆南充

P42 中国科学院大学天文与空间科学学院：占据半壁江山

P46 黔南民族师范学院物理与天文系：和“天眼”一同仰望

P47 上海交通大学天文系：饮水思源 不忘初“星”

P48 中山大学物理与天文学院：斗转星移已百年

P50 贵州师范大学天文系：追随南仁东的足迹

P51 河北师范大学空间科学与天文系：归来仍是少年时

P52 清华大学天文系：君子夜观天行健

P54 广州大学天文系：四海之内有星辰

P56 华中科技大学天文学系：中部地区首个天文系

P57 上海师范大学天文学科：在海边，聆听宇宙的声音

P58 天津师范大学天体物理中心：扬帆银河天地间

P59 武汉大学天体物理中心：对话时空的涟漪

P60 浙江大学联合天文研究中心：杭帮天文新生代

P61 安徽大学天体物理研究中心：星辰大海的新征途

P24



P40



P56



P50



大面积多目标半经半徑望远镜

spaced 爱太空

咱上面有人了



2021年6月17日，
神舟十二号飞船成功发射，
中国空间站迎来首批航天员。



跨越时空的同一天

1964年10月16日

人民日报 号外

加强国防建设的重大成就，对保世界和平的重大贡献
我国第一颗原子弹爆炸成功

我国政府发表声明，郑重声明召开世界各国首脑会议，
讨论全面禁止和彻底销毁核武器问题。

新华社北京十六日电 我国第一颗原子弹，于一九六四年十月十六日，在我国西部地区成功地进行了第一次试验。这颗原子弹，是在我国自行设计、自行研制的。它的成功，是我国在核武器研制方面取得的一个重大成就，对保世界和平的重大贡献。我国政府发表声明，郑重声明召开世界各国首脑会议，讨论全面禁止和彻底销毁核武器问题。

2003年10月16日

人民日报 号外

航天员杨利伟安全着陆
我国首次载人航天飞行圆满成功
中国成为第三个有能力将航天员送上太空的国家



热烈祝贺中国首次载人航天飞行圆满成功

新华社北京十六日电 我国首次载人航天飞行，于一九六四年十月十六日，在我国西部地区成功地进行了第一次试验。这颗原子弹，是在我国自行设计、自行研制的。它的成功，是我国在核武器研制方面取得的一个重大成就，对保世界和平的重大贡献。我国政府发表声明，郑重声明召开世界各国首脑会议，讨论全面禁止和彻底销毁核武器问题。

2021年10月16日

人民日报 新媒体号外

神舟十三号发射圆满成功



北京时间2021年10月16日07时23分，搭载神舟十三号载人飞船的长征二号F遥十三运载火箭，在酒泉卫星发射中心准时点火发射，约582秒后，神舟十三号载人飞船与火箭成功分离，进入预定轨道，顺利将翟志刚、王亚平、叶光富3名航天员送入太空，飞行乘组状态良好，发射取得圆满成功。

致敬每一代人的拼搏



(Internet)



中国载人航天工程办公室
CMS CHINA MANNED SPACE AGENCY



中科院提出2016至2030年中国空间科学发展路线图

记者17日获悉，由中科院国家空间科学中心牵头的中国空间科学中长期发展规划研究团队完成了《2016-2030空间科学规划研究报告》，提出了至2030年我国空间科学发展战略目标及路线图。

报告提出，至2030年，中国空间科学要在宇宙的形成和演化、系外行星和地外生命的探索、太阳系的形成和演化、超越现有基本物理理论的新物理规律、空间环境下的物质运动规律和生命活动规律等热点科学领域，通过系列科学卫星计划与任务以及“载人航天工程”相关科学计划，取得重大科学发展与创新突破，推动航天和相关高技术的跨越式发展。

为了实现这一战略目标，报告提出了2020年、2025年、2030年的分阶段目标，并提出了一系列空间科学计划。如黑洞探针计划，目标是研究宇宙天体的高能过程和黑洞物理；天体号脉计划，旨在理解各种天体的内部结构和剧烈活动过程，主要项目包括中国引力波计划等；系外行星探测计划，拟探索太阳系外类地行星等，初步回答“宇宙中是否存在另一个地球”这一基本问题；火星探测计划，拟以全球遥感、区域巡视和取样返回等方式探测火星；“腾云”计划，研究空间特殊环境下的生命活动规律等；“桃源”计划，旨在探索地外生命和智慧生命，研究普适的生命起源、演化与基本规律等。

• 只要足够努力，前途是光明的！

(Internet)

主要内容

- 什么是天文？
- 天文有没有用？
- 怎么做天文？
- 做天文有没有前途？
- **天文有哪些重大前沿？**
- 科大天文怎么样？



• 天文学充满挑战和机遇：一黑二暗三起源

— 黑洞

— 暗物质、暗能量

— 宇宙起源

— 天体起源

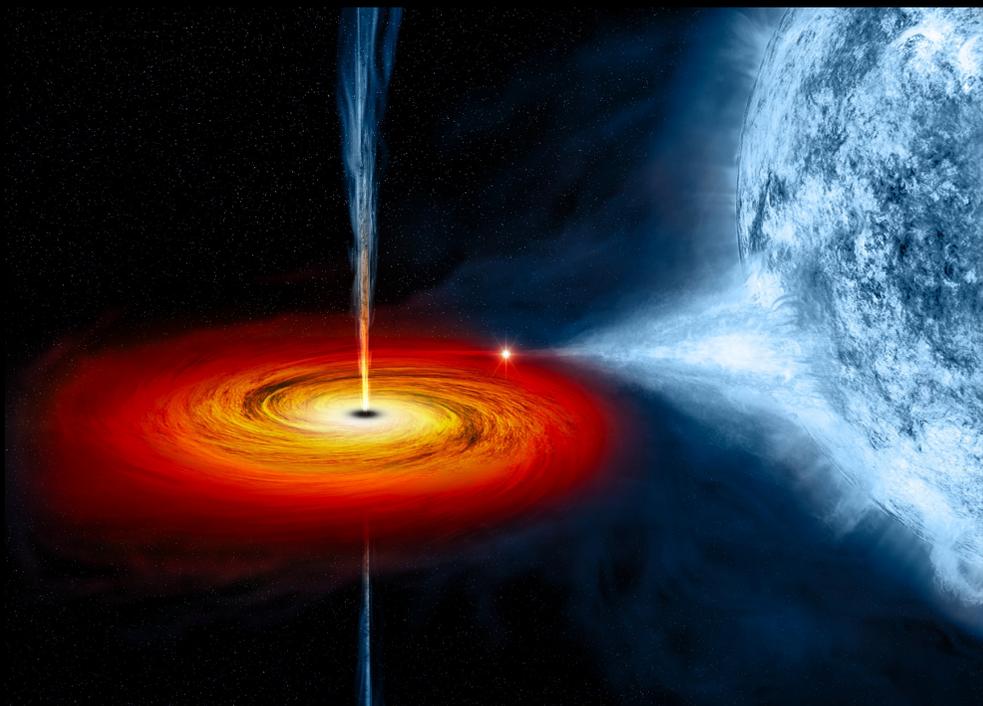
— 宇宙生命起源



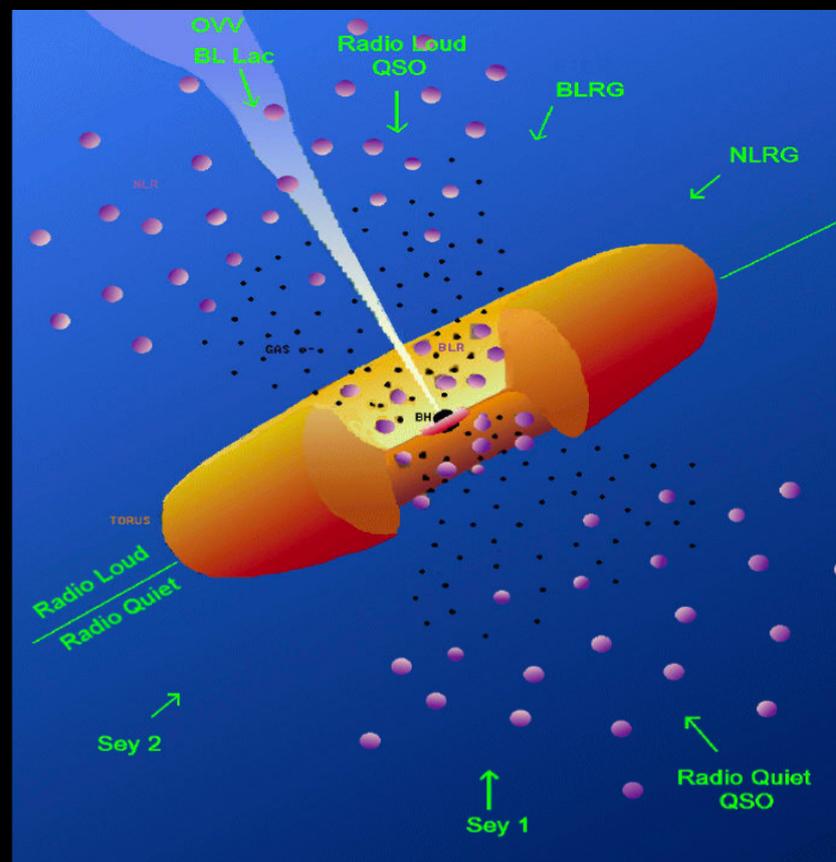
我们都是好奇宝宝，想知道万事万物源于何方，又将终于何处。



一黑二暗三起源

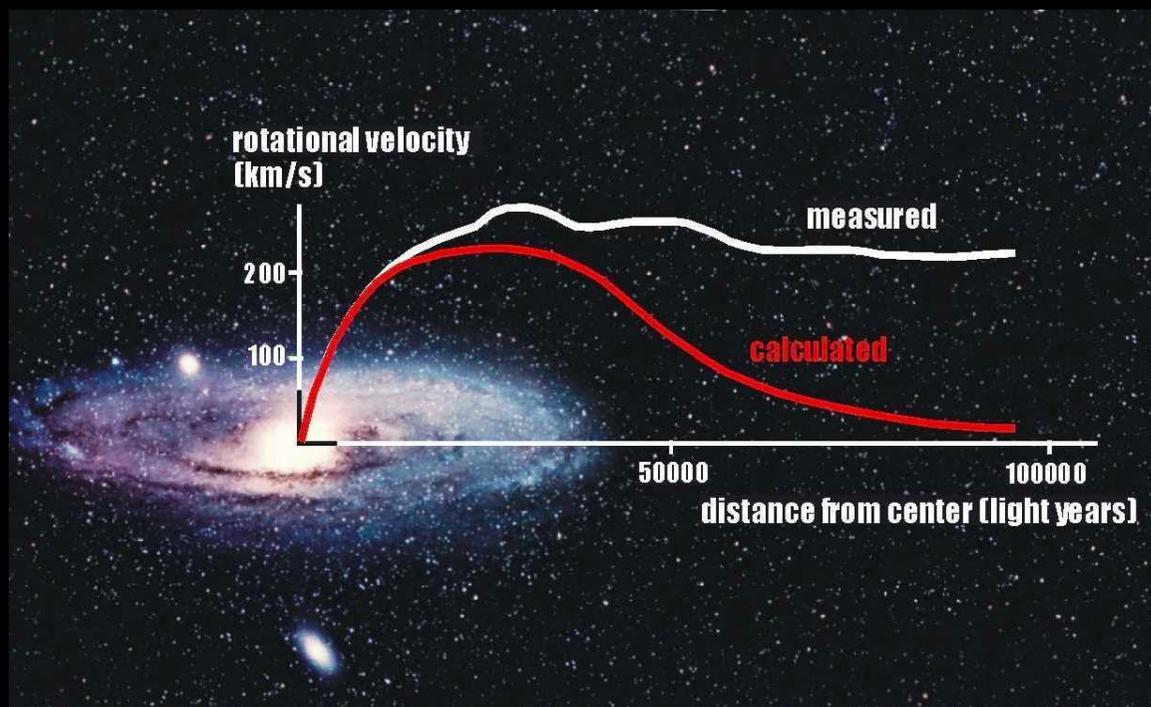


黑洞

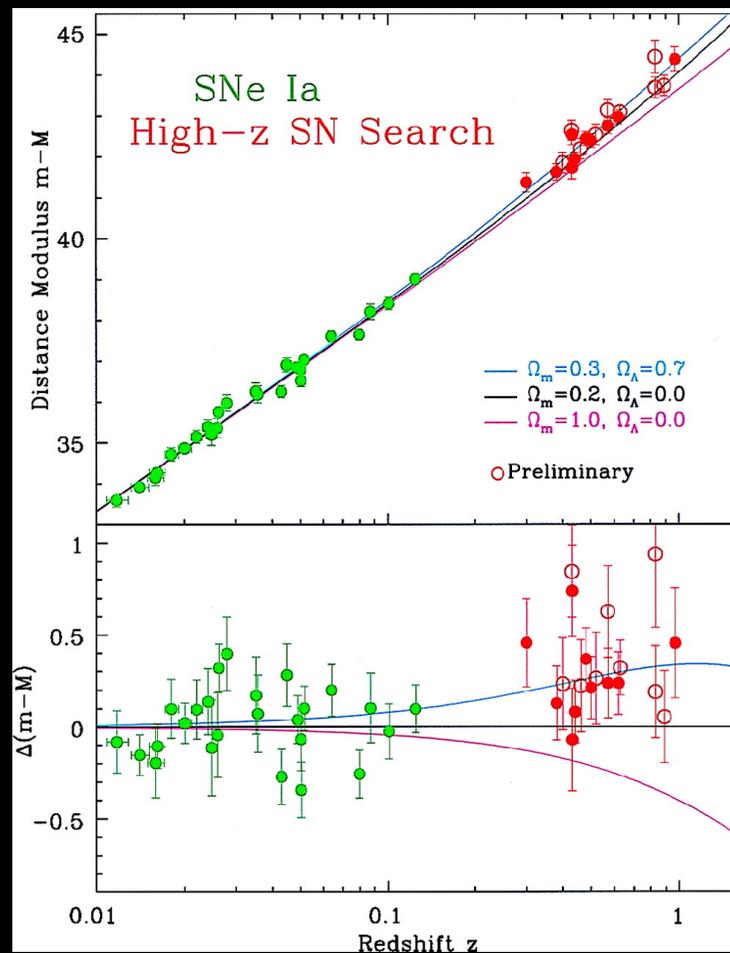


一黑二暗三起源

暗物质



暗能量



(NASA, ESA, phys.org, WIKI, Internet)

一黑二暗三起源

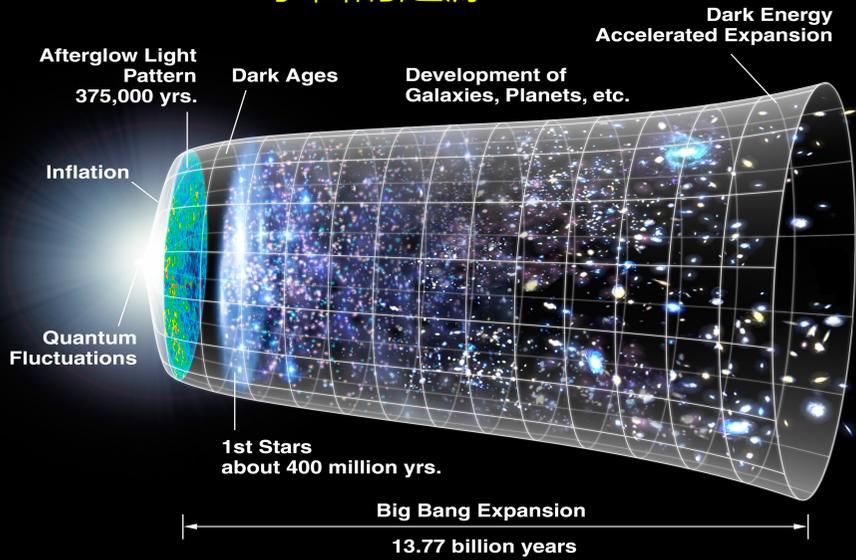
Dark Matter & Energy

The biggest mystery of
the Universe.

(Internet)

一黑二暗三起源

宇宙的起源



天体的起源



宇宙生命的起源



(NASA, ESA, phys.org, WIKI, Internet)

历届诺贝尔物理学奖颁发给天体物理领域一览

从1936年以来天体物理领域 14次19项30人获诺贝尔物理学奖

发现宇宙线
V. F. Hess



1936

恒星能源
H. Bethe



1967

磁流体力学
H. Alfven



1970

综合孔径技术
M. Ryle



1974

发现脉冲星
A. Hewish

发现宇宙微波背景辐射
A. Penzias, R. Wilson



1978

白矮星质量上限
S. Chandrasekhar



1983

宇宙化学元素起源
W. Fowler

发现双中子星系统
R. Hulse, J. Taylor



1993

修改自
戴子高教授
报告PPT

发现宇宙中微子
R. Davis, M. Koshiba



2002

发现X射线源
R. Giacconi

发现宇宙微波背景
黑体谱和各向异性



2006

发现宇宙加速膨胀
S. Perlmutter



2011

B. Schmidt, A. Riess

发现中微子振荡



2015

发现引力波和双黑洞并合
R. Weiss



2017

B. Barish, K. Thorne

理论发现物理宇宙
J. Peebles



2019

发现类日恒星系统中的
系外行星
M. Mayor, D. Queloz

黑洞的理论和观测研究
R. Genzel



2020

R. Penrose

A. Ghez



2021年（从原子
到行星尺度的复
杂系统研究）
也算吧？！

很长一段时期内仍将充满重大发现的机遇：我们的征途是星辰大海

主要内容

- 什么是天文？
- 天文有没有用？
- 怎么做天文？
- 做天文有没有前途？
- 天文有哪些重大前沿？
- **科大天文怎么样？**

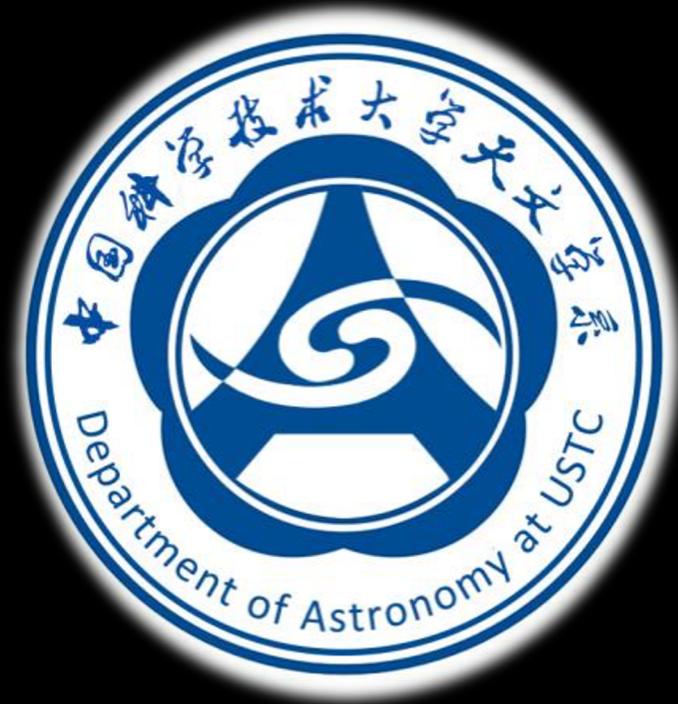


- 一句话：很不错，但是国内天文学科之间竞争压力很大
@ <https://astro.ustc.edu.cn>

- 具体情况：

- 1972年天体物理中心
- 1978年科学院设立系级研究单位
- 最早开展天体物理前沿研究的单位之一
- 我国第一批博士点和博士后流动站
- 1999年天体物理成为国家重点学科
- 2008年教育部天文学理科人才培养基地
- 2008年中科院星系宇宙学重点实验室
- 2014年国家理科天文人才培养基地
- 2014年国家自然科学基金委创新群体

.....



第四次全国高校学科评估结果（2017年）

一级学科代码及名称：0704 天文学

本一级学科中，全国具有“博士授权”的高校共 7 所，本次参评 6 所；部分具有“硕士授权”的高校也参加了评估；参评高校共计 8 所（注：评估结果相同的高校排序不分先后，按学校代码排列）。

评估结果	学校代码及名称
A+	10284 南京大学
	10358 中国科学技术大学
B-	10001 北京大学
C+	10248 上海交通大学
C-	10027 北京师范大学

“A+的小船说翻就翻！”
逆水行舟，不进则退！

2018双一流大学学科名单公布【教育部最终137所】

世界一流大学和一流学科建设，简称“双一流”

中国科学技术大学：

数学、物理学、化学、天文学、地球物理学、生物学、科学技术史、材料科学与工程、计算机科学与技术、核科学与技术、安全科学与工程

第五次全国高校学科评估：科大天文学科继续保持A+！

- 师资力量：
 - 教授/研究员24名、副教授/副研究员11名
 - 2人获国家名师
 - 2人获安徽省名师
 - 7人获国家杰出青年科学基金
 - 5人获国家自然科学基金委员会优秀青年基金
 - 13人入选国家创新人才计划青年项目/海外优青
 - 9人入选中科院BR计划
 - 4人入选教育部跨世纪、新世纪人才计划
 - 星系、活动星系、宇宙学研究力量最为集中的国内单位之一，具有广泛国际合作

- 研究方向：
 - 宇宙学
 - 宇宙大尺度结构
 - 星系物理
 - 超大质量黑洞和活动星系核
 - 星系和中心黑洞的共同演化
 - 恒星物理
 - 系外行星
 - 致密星、相对论天体物理
 - 高能天体物理
 - 宇宙线
 - 引力波
 - 河外暂现源
 - 天文仪器

详情请访问
中科大天文学系主页：
<https://astro.ustc.edu.cn/>

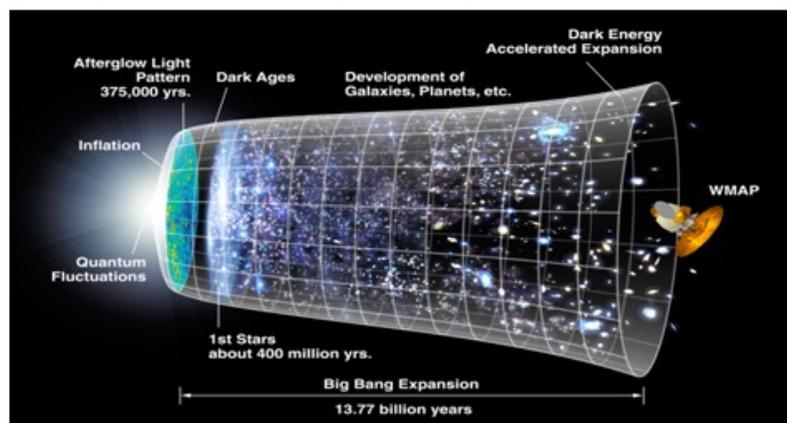
欢迎大家来我们系里逛逛、
和老师与同学们聊一聊
@理化大楼18楼
@物质楼C栋10楼！



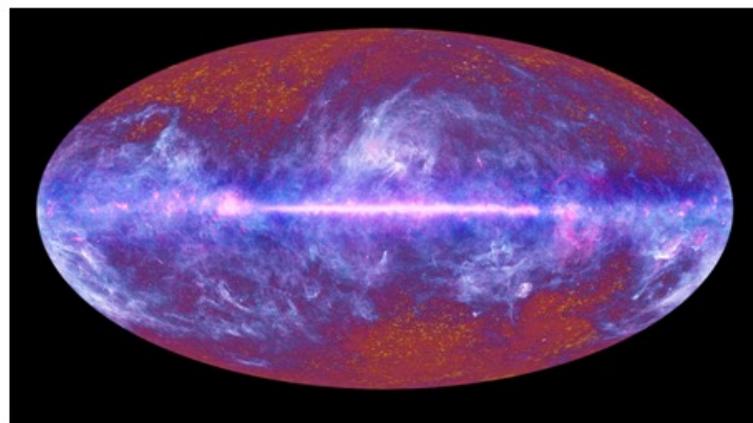
宇宙学与引力波理论研究

Studies on Cosmology and Gravitational-wave Theories

宇宙的演化及其物质构成等历来是人们最关心的终极问题之一。近年来，随着以宇宙微波背景辐射，Ia型超新星，重子声波振荡，弱引力透镜等为代表的各种宇宙学观测都取得了重要进展，使得宇宙学的研究进入了一个黄金时期。特别是宇宙暗能量的发现，暴涨模型的证实，冷暗物质模型的确认，对宇宙学参数的限制等使我们进入了精确宇宙学时代，进而建立起了“标准”宇宙学模型：暴涨+暗能量+冷暗物质（inflation+ Λ CDM）模型。我们的研究主要集中在三个方面：其一是基于宇宙微波背景辐射的早期宇宙学研究；其二是引力波，特别是原初引力波研究；其三是宇宙晚期的加速膨胀机制与暗能量研究。



宇宙演化简史

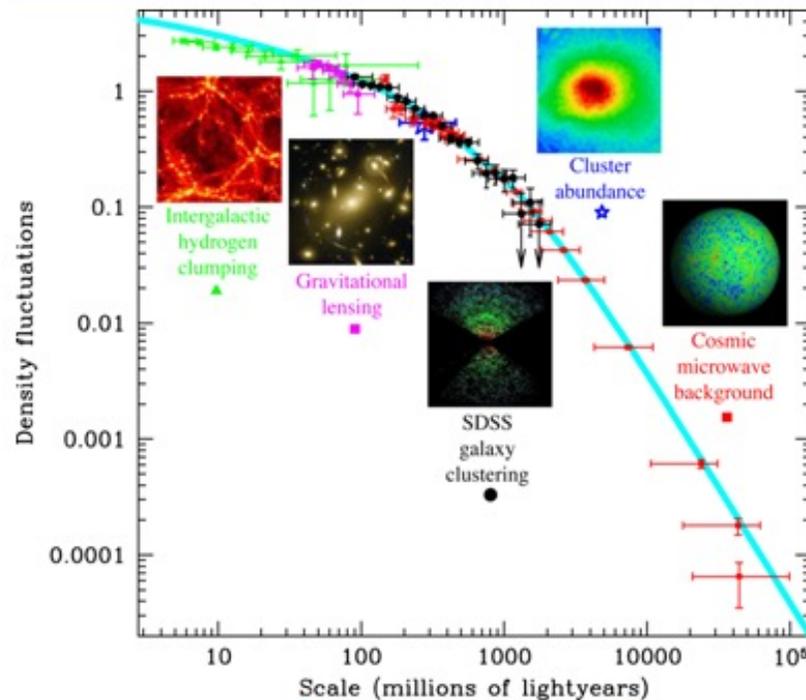


宇宙微波背景辐射温度各向异性天图

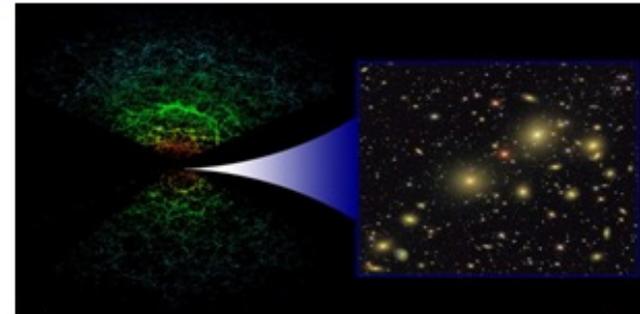
宇宙大尺度结构

Large Scale Structure

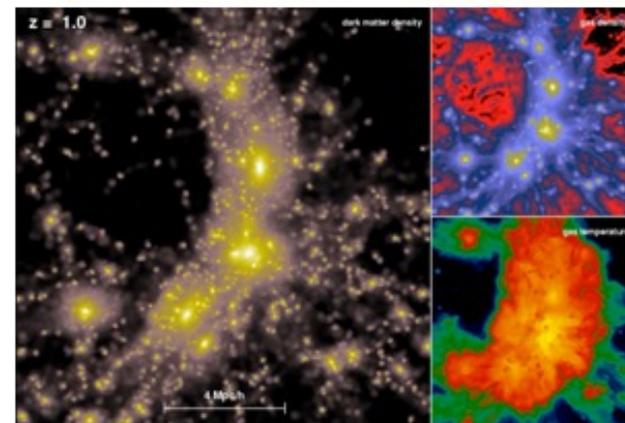
宇宙中的物质和光在约数亿光年尺度上呈现出明显的结构特性。这些形似网状的大尺度结构是宇宙早期的微小涨落在引力作用下聚合而成。大尺度结构的形成和演化与宇宙的基本属性、物质属性以及引力属性密切相关；同时大尺度结构是星系形成演化和各种重子物理过程的重要载体。通过海量观测数据的分析、解析理论研究和大规模计算机数值模拟，天文学家们利用大尺度结构把宇宙学和星系形成理论结合起来，并相互印证。大尺度结构研究已经成为连接宇宙学和星系形成理论，进而揭示宇宙结构形成的重要节点。



宇宙密度扰动的功率谱



Sloan数字巡天揭示出一个丰富多彩的宇宙



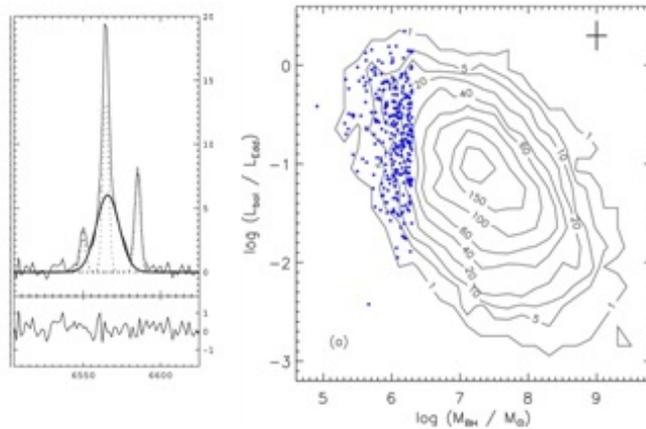
暗物质和气体数值模拟

类星体和活动星系核

Quasars and Active Galactic Nuclei

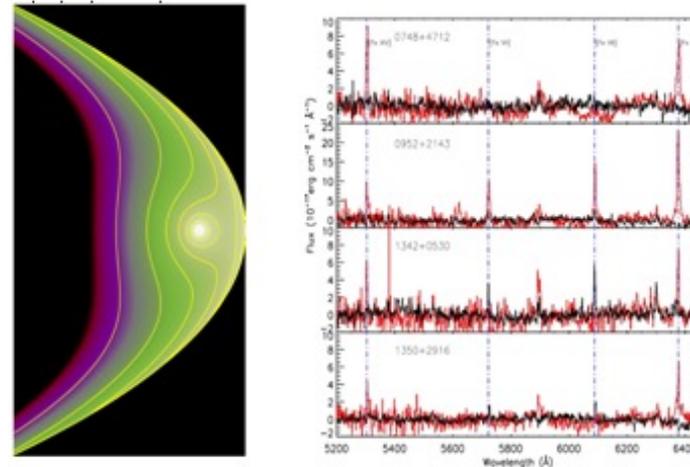
在星系的一个演化阶段，核心的超大质量黑洞吸积周围气体，产生巨大的宽波段的电磁辐射，这些辐射甚至远超过整个星系光度。作为宇宙中稳定高光度天体，类星体和活动星系核是宇宙早期结构的重要探针；黑洞附近丰富的物理过程使得它们检验强引力场物理和研究高能天体物理过程的重要对象；作为大质量黑洞增长阶段，它们是理解超大质量黑洞宇宙学演化的关键；同时黑洞吸积产能的高效使得它们成为宇宙中重要的能源，在星系形成演化过程中扮演重要角色。其中基本参数的测量、黑洞周围的物理过程、核活动触发和反馈、宇宙探针是研究热点。

1) 中等质量黑洞可能是早期种子黑洞的遗迹和



SDSS光谱样本中活动中等质量黑洞光谱和样本分布 (Dong et al. 2007, 2012)

4、黑洞潮汐撕裂恒星事件为星系中心超大质量黑洞提供短暂充足燃料，引起强烈的紫外和x射线辐射，为研究强引力场的相对论效应、宁静黑洞的探测以及核环境探



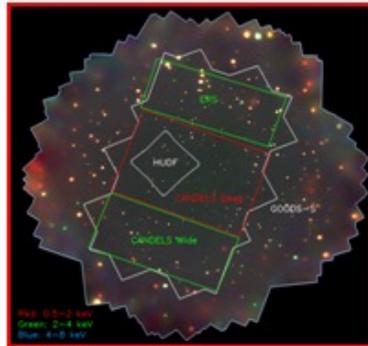
黑洞潮汐事件的响应映射效应提供独特的研究宁静大质量黑洞周围环境和光谱性质的机会 (Wang et al 2011, 2012, Yang et al 2013)

钱德拉南天深场：活动星系核的统计、物理与反馈

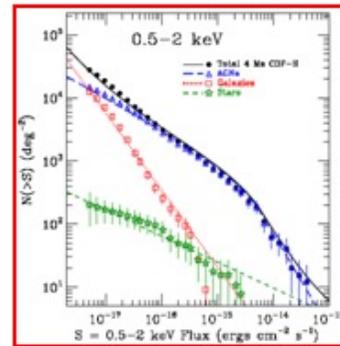
Chandra Deep Field-South: Active Galactic Nuclei Demography, Physics, and Feedback

研究方向简介

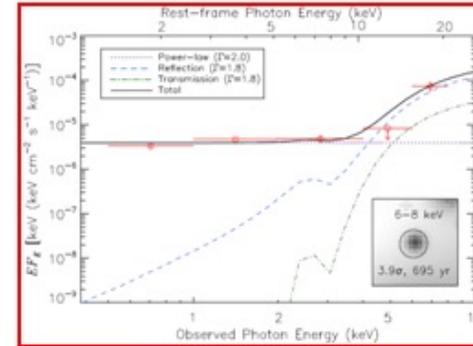
钱德拉南天深场 (CDF-S) 是一个从X射线、紫外、光学、红外、亚毫米到射电波段被观测得最多的天区；其中的X射线数据则是人类迄今获得的最深X射线图像。以X射线数据领衔的CDF-S以及别的众多巡天 (例如CDF-N与COSMOS) 多波段数据的获得，使得人们认识到宇宙X射线背景辐射 (CXRB) 主要源于不同红移处活动星系核 (AGN) 在吸积过程中释放辐射的集体贡献，同时也使得人们得以有效开展对这些形形色色的AGN的详细研究。当前，X射线巡天的主要研究热点为AGN的统计 (种群分布及演化)、物理 (相关物理过程及机制) 与反馈 (AGN与其宿主星系的相互作用及共同演化)。随着更深、更高质量多波段数据的进一步获得，人们对于AGN的统计、物理与反馈的研究将更为深入地展开。



三个能段合成的4Ms CDF-S假颜色图
(Xue, Luo, Brandt et al. 2011, ApJS)



4Ms CDF-S的AGN与普通星系的计数统计
(Lehmer, Xue, Brandt et al. 2012, ApJ)

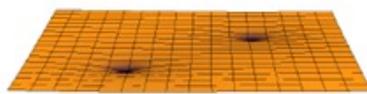


贡献6-8keV未解析CXRB的潜在AGN群体的叠加信号
(Xue, Wang, Brandt et al. 2012, ApJ)

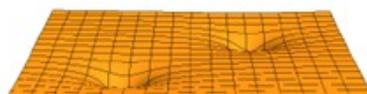
黑洞视界附近的动力学和辐射

Dynamics & Emission Near the Horizon of Black Holes

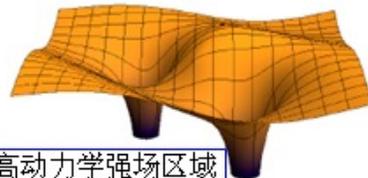
经典力学是建立在牛顿的绝对时空观的基础之上的。在牛顿力学中，惯性系具有优越的地位。在狭义相对论中，时间与空间统一为时空连续体，但是惯性系仍然具有特殊的优越地位。在爱因斯坦的广义相对论中，绝对空间是不存在的，所有的坐标系都是平等的，惯性系不再保留优越的地位。黑洞是广义相对论--关于时空和引力的理论的伟大预言，如何搜寻黑洞是当今天文学与物理学研究中的重大基本问题。黑洞的发现不仅可以检验广义相对论在强场下的正确性，而且可以研究黑洞视界附近强引力场奇妙的物理过程和物理现象。黑洞视界附近强引力场的探针主要包括黑洞视界附近气体或恒星（特别是脉冲星）的多波段辐射。



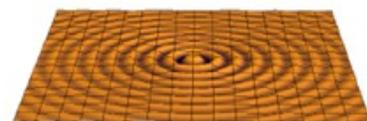
准静态弱场区域



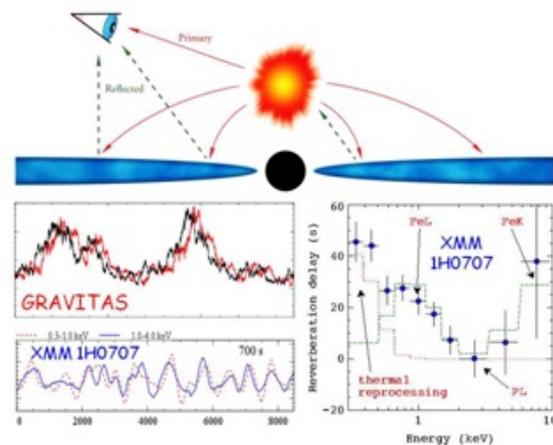
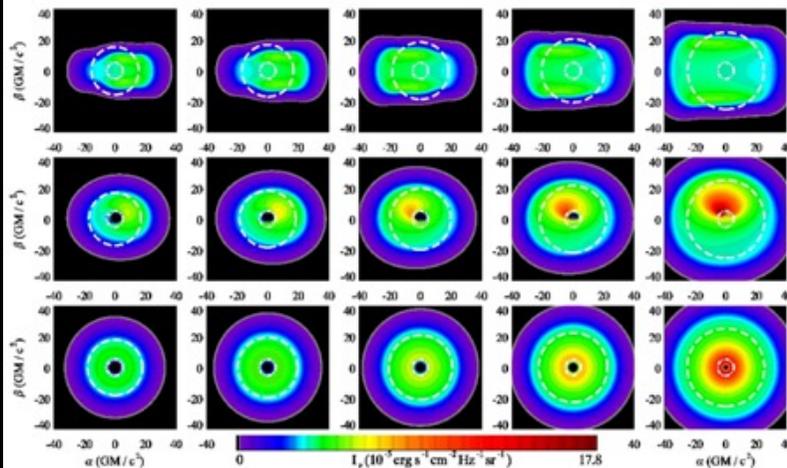
准静态强场区域



高动力学强场区域



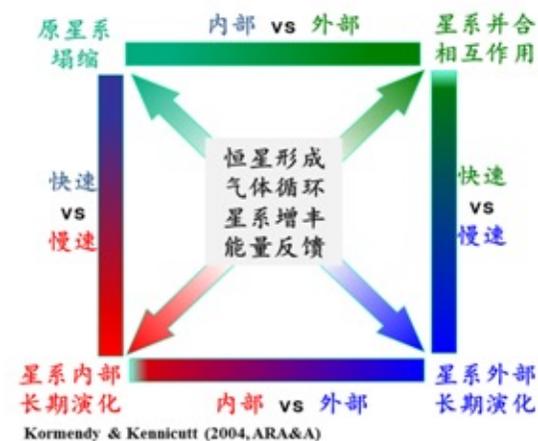
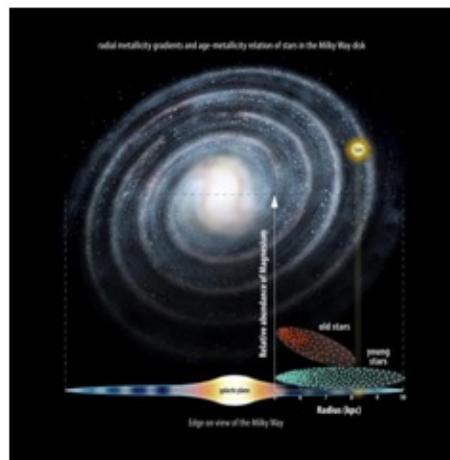
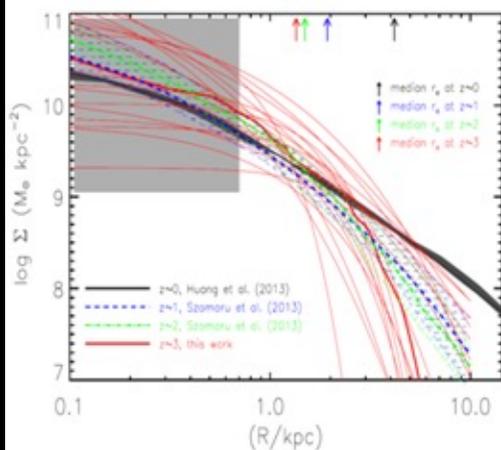
引力辐射区域



基于海量数据的星系形成演化研究

Galaxy Formation and Evolution with Large Galaxy Surveys

研究现状: 近年来, 斯隆数字巡天和空间深场巡天积累了海量的光谱和图像数据, 星系形成和演化取得了很大的进展。研究发现, 绝大多数星系可分为两大类(双模分布): 处于蓝云(blue cloud)中的恒星形成星系和处于红序列(red sequence)中的年老星系, 少数星系存在与红序列和蓝云之间的过渡星系, 称为绿谷星系(green valley)。利用不同红移发射线星系样本研究发现, 发射线星系的恒星形成率和星系中恒星质量之间存在明显的相关性, 即发射线星系的主序关系。高红移星系的研究发现不同红移星系的尺寸存在明显的随红移演化, 且早型星系和晚型星系尺寸随红移的演化关系存在明显的差异。

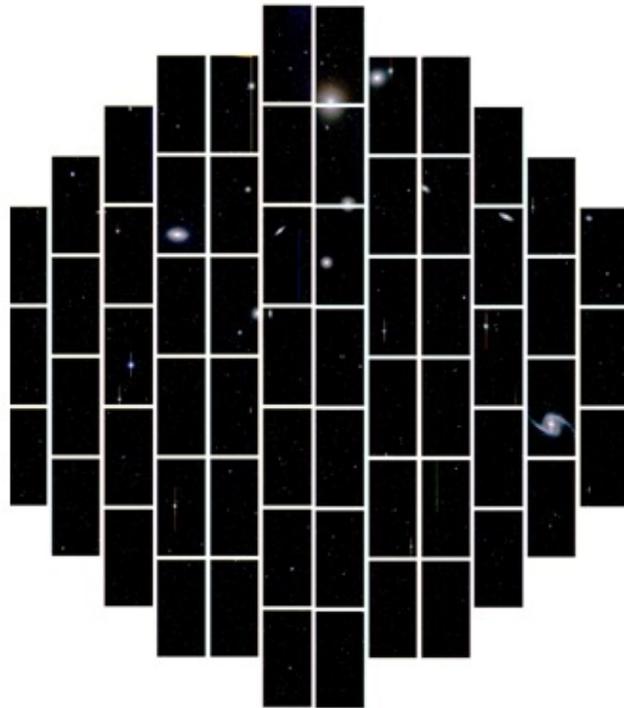


Morphological box of processes of galactic evolution, from [Kormendy & Kennicutt \(2004\)](#).

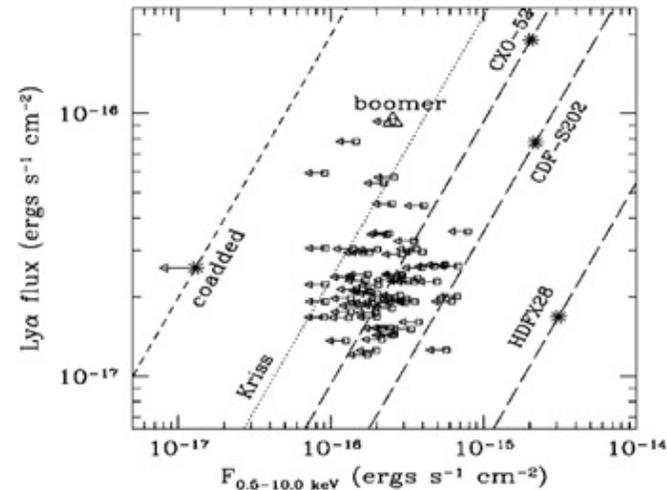
高红移Ly α 发射线星系

High Redshift Ly α emitting galaxies (LAEs)

二十世纪末以来，天文学家对宇宙早期遥远的高红移星系探测取得了飞速进展。探测星系的Lyman截断(LBG星系)和Ly α 发射线(LAE星系)成为光学近红外波段探测极高红移星系的两个主要手段。因可以有效避开高天光背景波段，窄带测光寻找高红移LAE星系独具优势。国际范围内，对高红移LAE星系的搜寻在红移2~7的范围内都获得了成功，更高红移~8-9的搜寻也正在开展，但还未获得有效探测。这个领域的研究一方面可以直接帮助我们认识宇宙早期的星系形成与演化，另一方面，宇宙早期星系际介质中的中性氢对Ly α 光子的散射使得LAE星系成为研究宇宙再电离过程的重要和有效探针。



红端灵敏，2.2度超大视场，使得暗能量相机(DECAM)成为搜寻高红移LAE星系的极佳选择。

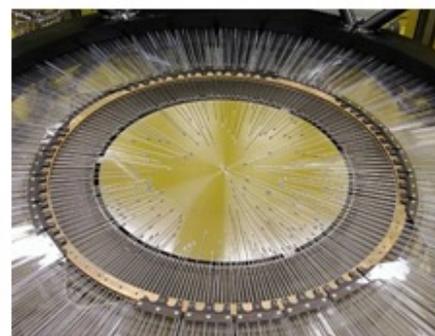
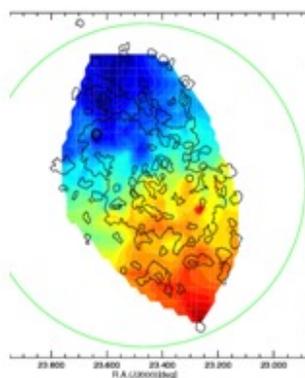
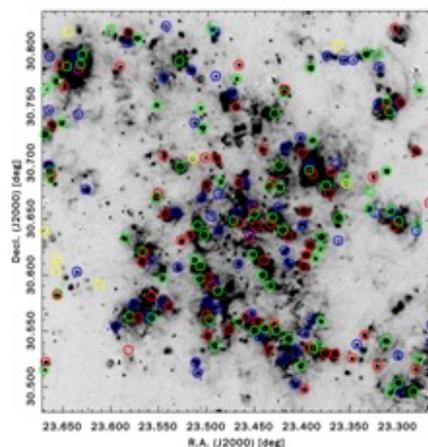


LAE星系通常有大的Ly α 发射线等值宽度，通过x射线图像叠加技术，我们可以给出LAE星系中活动星系核成份的上限(Wang et al. 2004, Zheng et al. 2010, 2012, ApJ)

近邻星系恒星形成区光谱观测研究

Spectroscopic Observations of the Star Formation Regions in Nearby Galaxies

研究现状：近年来，斯隆数字巡天等大样本光谱巡天和空间、地面大口径望远镜的多波段、深场图像巡天观测取得了快速进展，而对星系进行“有空间分辨”的光谱观测，即通过对星系不同区域进行光谱观测，研究星系的形成和演化方面进展相对比较缓慢。“有空间分辨”的光谱数据对于了解星系的内部组成和运动学特性，进而对于了解星系的形成、组装和演化重要。积分视场光谱仪（IFU，如SAURON、CALIFA）和捆绑光纤束（如MaNGA）是实现这方面观测最重要的工具，但是受限于它们的视场较小，观测对象主要是一些尺寸较小的星系。



MMT/Hectospec 焦面：视场直径~1度，有300根光纤，可同时观测300个恒星形成区的光谱（波长3650Å–9000Å）。



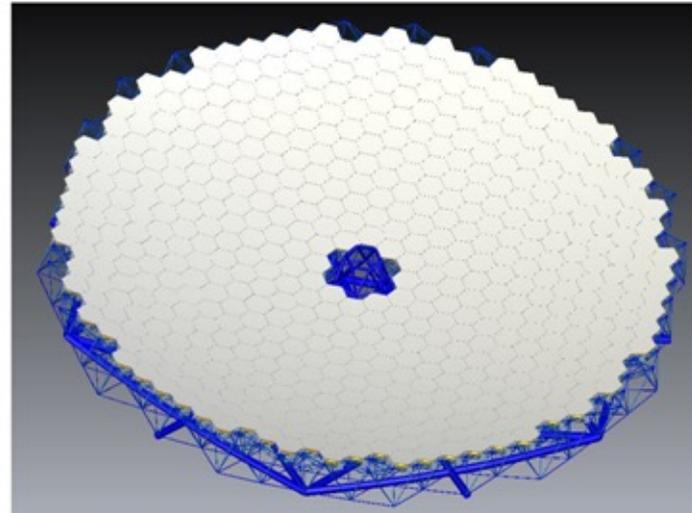
20个近邻星系样本之一：星系M33的紫外彩色图像，星系大小约为71角分 x 42角分。

下一代天文观测设施

Next Generation Observational Facility for Astronomy

天体种类各式各样，电磁辐射能力各不相同，时空分布范围由近到远，天文学家对观测能力的要求越来越高。以光学波段为例，望远镜的口径越来越大，以获得单位时间内更强的聚光能力。从20世纪初的1米级望远镜，到20世纪60年代开始发展的3米级望远镜，到上世纪末本世纪初开始建设的8-10米级望远镜。每一轮新望远镜的建设都将人类观测暗弱目标的能力提高了10倍左右。如今，天文学家和工程师们正在研究设计30米级的望远镜，以期在本世纪20年代实现另一次10倍聚光能力的提升。为了使大尺寸望远镜达到其理论观测性能，各类新技术也在不断被应用到望远镜及天文观测设备的设计中。

三十米望远镜(TMT)艺术效果图 (Todd Mason & Matthew Mew), 由美国加州理工学院, 加州大学系统, 中国国家天文台, 日本国家自然科学研究所, 以及加拿大, 印度等多方参加的TMT国际天文台于2014年10月初在夏威夷正式奠基开始建设。



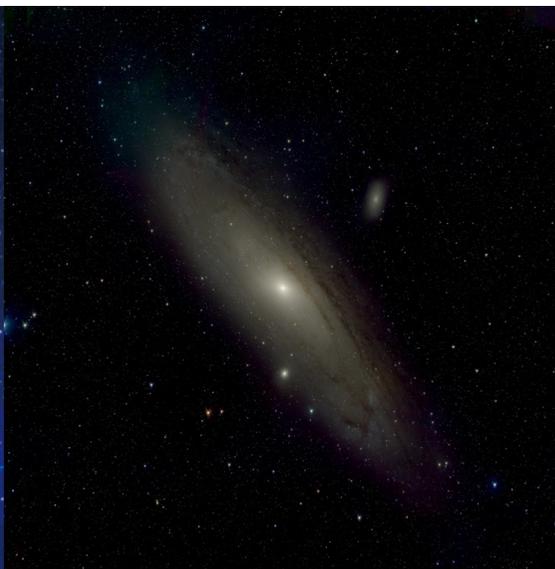
TMT主镜由492块直径为1.44米的六角形非球面子镜拼接而成。每块子镜的位置和面型由12个传感器来感应，通过子镜支撑机构和触动器来实现每个子镜6个自由度的位移矫正以保持望远镜在不同俯仰角情况下主镜的面型。包括南京天光所在在内的国内外多家单位承担了子镜单元的研制任务。



中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

墨子巡天望远镜 发布首光照片

@2023/09/17上午



(图片与视频来源：中科大、薛永泉等)



仙女座星系是距离银河系最近和最大的旋涡星系，它的结构特点和金属丰度与银河系相近，是探索银河系及同类星系形成与演化的理想研究对象。由于仙女座星系在天空中跨度大，已有的天文望远镜观测仙女座星系费时费力，难以同时拍摄它的精准全貌及周围环境。墨子巡天望远镜兼具大视场和高分辨成像能力，首光获取了仙女座星系和其外围区域多色图像，揭示了仙女座星系及其周围天体的明亮至暗弱星光分布特征，可以用于细致刻画星系内部及星系间相互作用的动力学过程。首光图像利用了不同夜晚观测的约50副图像叠加而成，可以测定仙女座星系和其周围环境中的天体的亮度变化，开展时域天文学研究。此外，结合FAST射电观测等数据，首光科学图像数据能够进一步揭示星系中恒星形成和气体之间的演化。

Many exciting and important discoveries (co-)led by USTC DoA have emerged ...

nature

Explore content ▾ Journal information ▾ Publish with us ▾

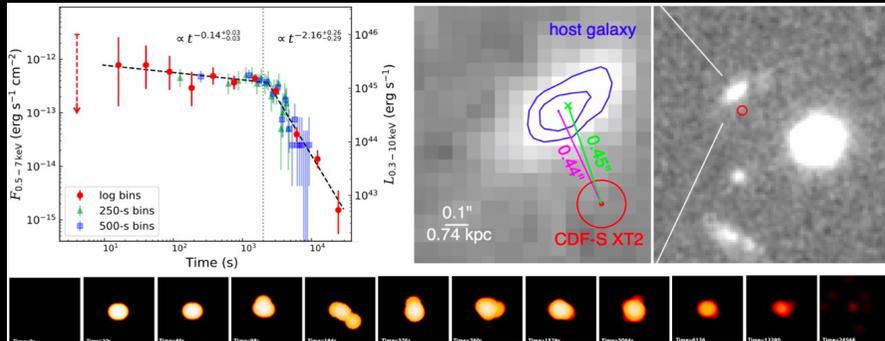
nature > letters > article

Letter | Published: 10 April 2019

A magnetar-powered X-ray transient as the aftermath of a binary neutron-star merger

Y. Q. Xue , X. C. Zheng , Y. Li, W. N. Brandt, B. Zhang , B. Luo, B.-B. Zhang, F. E. Bauer, H. Sun, B. D. Lehmer, X.-F. Wu, G. Yang, X. Kong, J. Y. Li, M. Y. Sun, J.-X. Wang & F. Vito

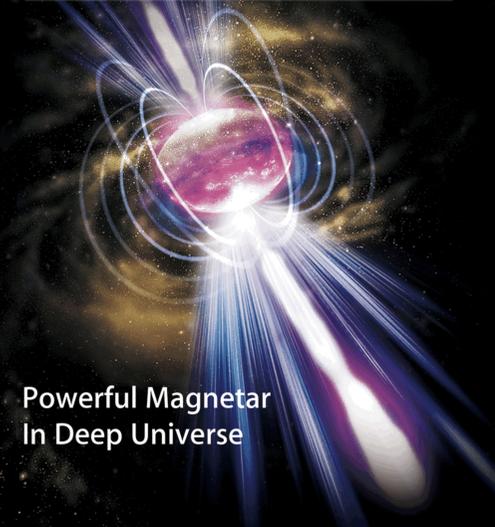
Nature 568, 198–201 (2019) | Cite this article



Mergers of neutron stars are known to be associated with short γ -ray bursts^{1–4}. If the neutron-star equation of state is sufficiently stiff (that is, the pressure increases sharply as the density increases), at least some such mergers will leave behind a supramassive or even a stable neutron star that spins rapidly with a strong magnetic field^{5–8} (that is, a magnetar). Such a magnetar signature may have been observed in the form of the X-ray plateau that follows up to half of observed short γ -ray bursts^{9,10}. However, it has been expected that some X-ray transients powered by binary neutron-star mergers may not be associated with a short γ -ray burst^{11,12}. A fast X-ray transient (CDF-S XT1) was recently found to be associated with a faint host galaxy, the redshift of which is unknown¹³. Its X-ray and host-galaxy properties allow several possible explanations including a short γ -ray burst seen off-axis, a low-luminosity γ -ray burst at high redshift, or a tidal disruption event involving an intermediate-mass black hole and a white dwarf¹³. Here we report a second X-ray transient, CDF-S XT2, that is associated with a galaxy at redshift $z = 0.738$ (ref. ¹⁴). The measured light curve is fully consistent with the X-ray transient being powered by a millisecond magnetar. More intriguingly, CDF-S XT2 lies in the outskirts of its star-forming host galaxy with a moderate offset from the galaxy centre, as short γ -ray bursts often do^{15,16}. The estimated event-rate density of similar X-ray transients, when corrected to the local value, is consistent with the event-rate density of binary neutron-star mergers that is robustly inferred from the detection of the gravitational-wave event GW170817.

nature

THE INTERNATIONAL WEEKLY JOURNAL OF SCIENCE



Powerful Magnetar
In Deep Universe

Many exciting and important discoveries (co-)led by USTC DoA have emerged ...

nature

Explore content ▾ Journal information ▾ Publish with us ▾

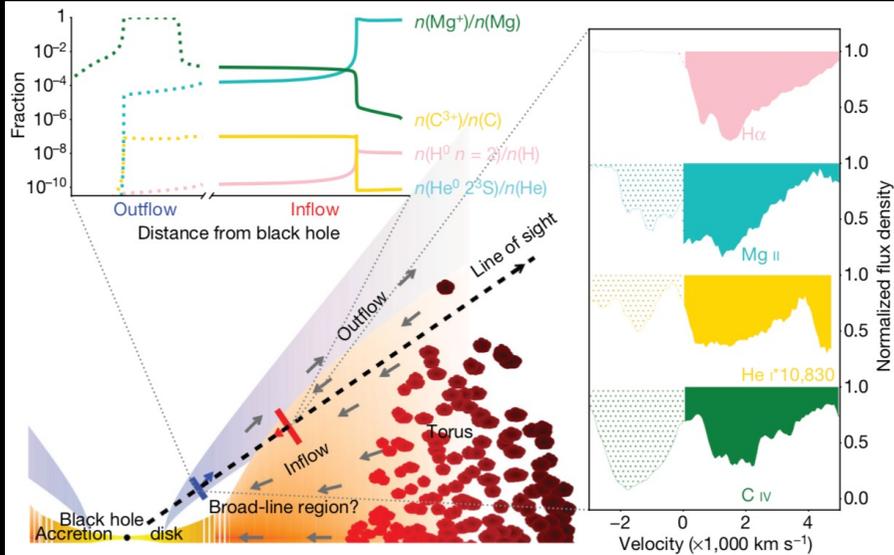
nature > letters > article

Letter | Published: 04 September 2019

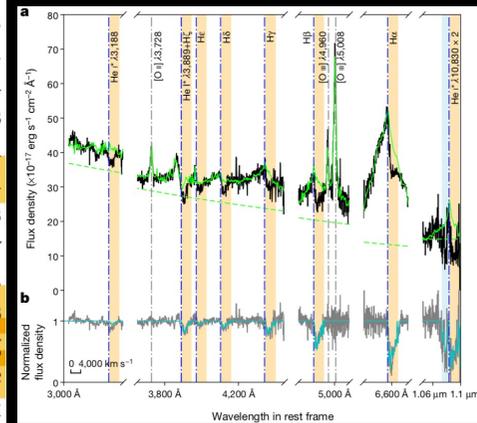
Fast inflows as the adjacent fuel of supermassive black hole accretion disks in quasars

Hongyan Zhou , Xiheng Shi, Weimin Yuan, Lei Hao, Xiangjun Chen, Jian Ge, Tuo Ji, Peng Jiang, Ge Li, Bifang Liu, Guilin Liu, Wenjuan Liu, Honglin Lu, Xiang Pan, Juntai Shen, Xinwen Shu, Luming Sun, Qiguo Tian, Huiyuan Wang, Tinggui Wang, Shengmiao Wu, Chenwei Yang, Shaohua Zhang & Zhihao Zhong

Nature 573, 83–86 (2019) | [Cite this article](#)



Quasars, which are exceptionally bright objects at the centres (or nuclei) of galaxies, are thought to be produced through the accretion of gas into disks surrounding supermassive black holes^{1–3}. There is observational evidence at galactic and circumnuclear scales⁴ that gas flows inwards towards accretion disks around black holes, and such an inflow has been measured at the scale of the dusty torus that surrounds the central accretion disk⁵. At even smaller scales, inflows close to an accretion disk have been suggested to explain the results of recent modelling of the response of gaseous broad emission lines to continuum variations^{6,7}. However, unambiguous observations of inflows that actually reach accretion disks have been elusive. Here we report the detection of redshifted broad absorption lines of hydrogen and helium atoms in a sample of quasars. The lines show broad ranges of Doppler velocities that extend continuously from zero to redshifts as high as about 5,000 kilometres per second. We interpret this as the inward motion of gases at velocities comparable to freefall speeds close to the black hole, constraining the fastest infalling gas to within 10,000 gravitational radii of the black hole (the gravitational radius being the gravitational constant multiplied by the object mass, divided by the speed of light squared). Extensive photoionization modelling yields a characteristic radial distance of the inflow of approximately 1,000 gravitational radii, possibly overlapping with the outer accretion disk.



Many exciting and important discoveries (co-)led by USTC DoA have emerged ...

nature

Explore content ▾ Journal information ▾ Publish with us ▾

nature > articles > article

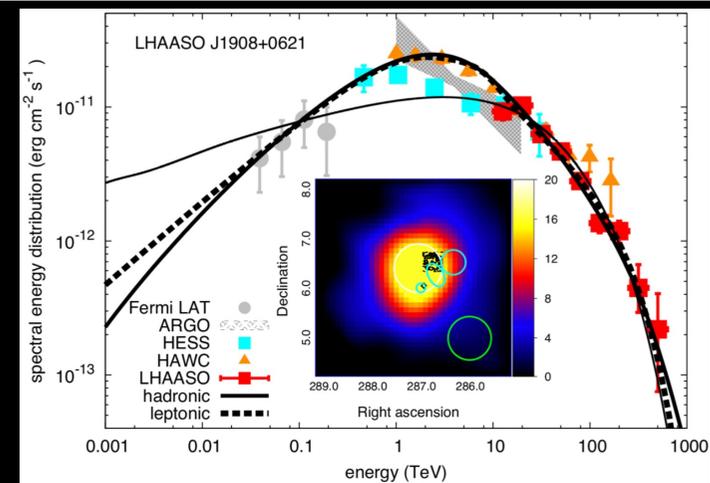
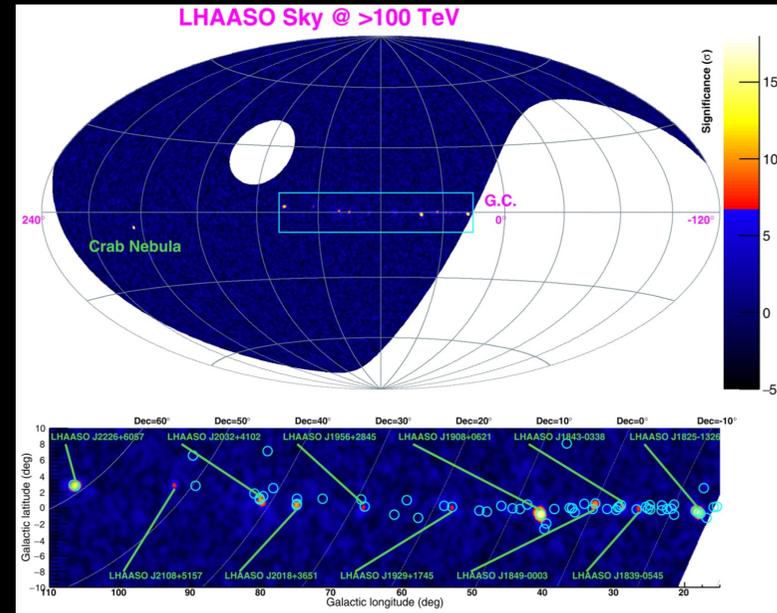
Article | Published: 17 May 2021

Ultra-high-energy photons up to 1.4 petaelectronvolts from 12 γ -ray Galactic sources

Zhen Cao , F. A. Aharonian , [...]X. Zuo

Nature 594, 33–36 (2021) | Cite this article

The extension of the cosmic-ray spectrum beyond 1 petaelectronvolt (PeV; 10^{15} electronvolts) indicates the existence of the so-called PeVatrons—cosmic-ray factories that accelerate particles to PeV energies. We need to locate and identify such objects to find the origin of Galactic cosmic rays¹. The principal signature of both electron and proton PeVatrons is ultra-high-energy (exceeding 100 TeV) γ radiation. Evidence of the presence of a proton PeVatron has been found in the Galactic Centre, according to the detection of a hard-spectrum radiation extending to 0.04 PeV (ref. ²). Although γ -rays with energies slightly higher than 0.1 PeV have been reported from a few objects in the Galactic plane^{3–6}, unbiased identification and in-depth exploration of PeVatrons requires detection of γ -rays with energies well above 0.1 PeV. Here we report the detection of more than 530 photons at energies above 100 teraelectronvolts and up to 1.4 PeV from 12 ultra-high-energy γ -ray sources with a statistical significance greater than seven standard deviations. Despite having several potential counterparts in their proximity, including pulsar wind nebulae, supernova remnants and star-forming regions, the PeVatrons responsible for the ultra-high-energy γ -rays have not yet been firmly localized and identified (except for the Crab Nebula), leaving open the origin of these extreme accelerators.



Many exciting and important discoveries (co-)led by USTC DoA have emerged ...

nature astronomy

Explore content ▾ Journal information ▾ Publish with us ▾

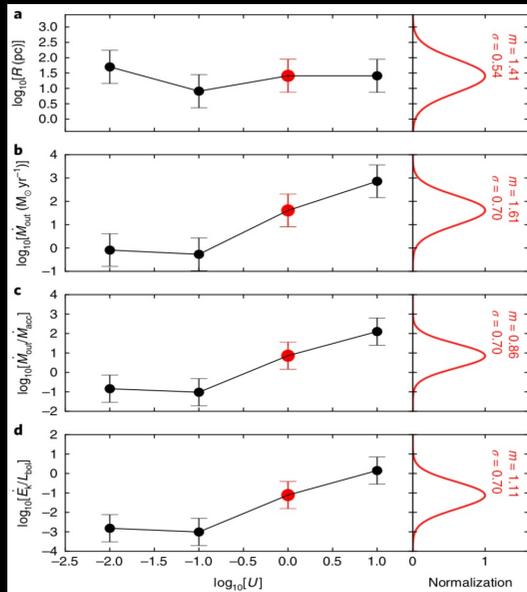
nature > nature astronomy > letters > article

Letter | Published: 28 January 2019

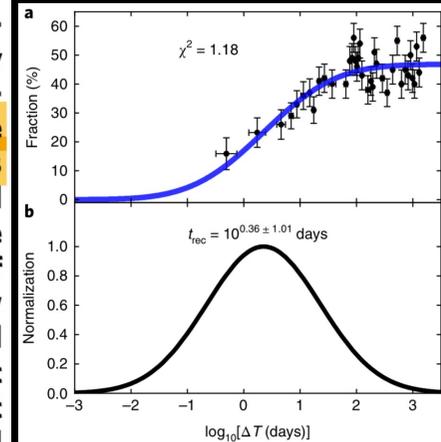
The properties of broad absorption line outflows based on a large sample of quasars

Zhicheng He , Tinggui Wang , Guilin Liu , Huiyuan Wang, Weihao Bian, Kirill Tchernyshyov, Guobin Mou, Youhua Xu, Hongyan Zhou, Richard Green & Jun Xu

Nature Astronomy 3, 265–271 (2019) | [Cite this article](#)



Quasar outflows carry mass, momentum and energy into the surrounding environment, and have long been considered a potential key factor in regulating the growth of supermassive black holes and the evolution of their host galaxies^{1–4}. A crucial parameter for understanding the origin of these outflows and measuring their influence on their host galaxies is the distance R between the outflow gas and the galaxy centre^{5,6}. Although R has been measured in a number of individual galaxies^{7–15}, its distribution remains unknown. Here we report the distributions of R and the kinetic luminosities of quasar outflows, using the statistical properties of broad absorption line variability in a sample of 915 quasars from the Sloan Digital Sky Survey. The mean and standard deviation of the distribution of R are $10^{1.4 \pm 0.5}$ parsecs. The typical outflow distance in this sample is tens of parsecs, which is beyond the theoretically predicted location (0.01 to 0.1 parsecs) at which the accretion disk line-driven wind is launched^{16,17}, but is smaller than the scales of most outflows that are derived using the excited-state absorption lines^{7–14}. The typical value of the mass flow rate is tens to a hundred solar masses per year, or several times the accretion rate. The typical kinetic-to-bolometric luminosity ratio is a few per cent, indicating that outflows are energetic enough to influence the evolution of their host galaxies.



Many exciting and important discoveries (co-)led by USTC DoA have emerged ...

nature astronomy

Explore content ▾ Journal information ▾ Publish with us ▾

nature > nature astronomy > letters > article

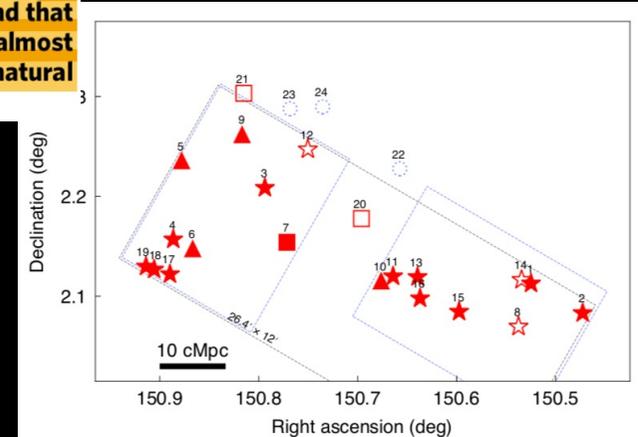
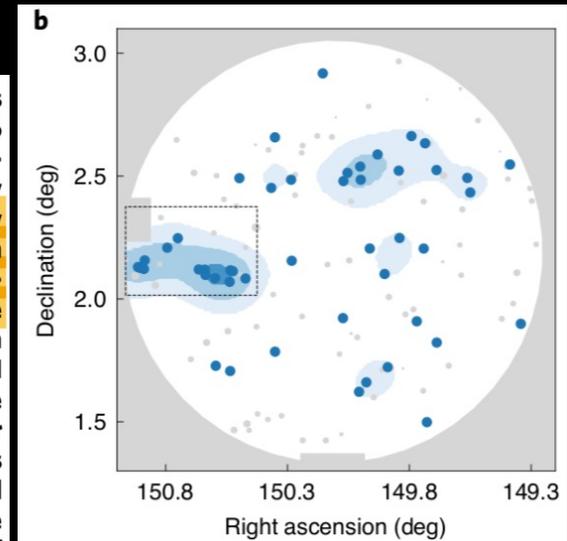
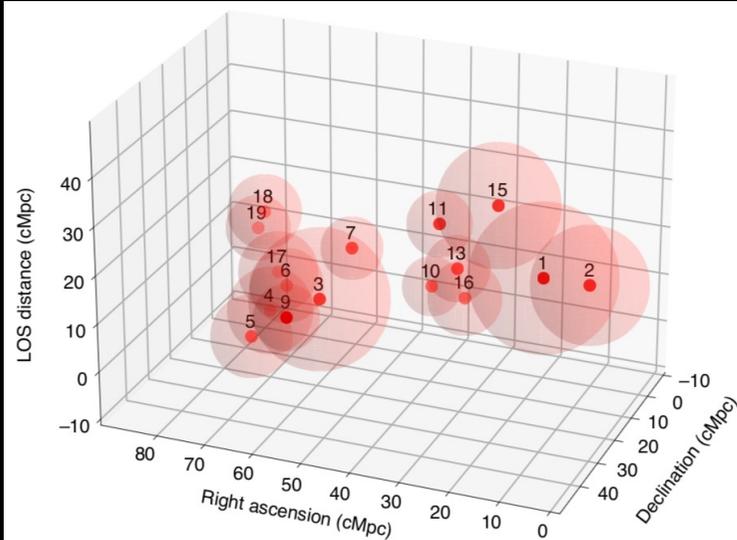
Letter | Published: 25 January 2021

A Lyman- α protocluster at redshift 6.9

Weida Hu , Junxian Wang , Leopoldo Infante, James E. Rhoads, Zhen-Ya Zheng, Huan Yang, Sangeeta Malhotra, L. Felipe Barrientos, Chunyan Jiang, Jorge González-López, Gonzalo Prieto, Lucia A. Perez, Pascale Hibon, Gaspar Galaz, Alicia Coughlin, Santosh Harish, Xu Kong, Wenyong Kang, Ali Ahmad Khostovan, John Pharo, Francisco Valdes, Isak Wold, Alistair R. Walker & XianZhong Zheng

Nature Astronomy 5, 485–490 (2021) | [Cite this article](#)

Protoclusters, the progenitors of the most massive structures in the Universe, have been identified at redshifts of up to 6.6 (refs. 1–6). Besides exploring early structure formation, searching for protoclusters at even higher redshifts is particularly useful to probe the reionization. Here we report the discovery of the protocluster LAGER-z7OD1 at a redshift of 6.93, when the Universe was only 770 million years old and could be experiencing rapid evolution of the neutral hydrogen fraction in the intergalactic medium^{7,8}. The protocluster is identified by an overdensity of 6 times the average galaxy density, and with 21 narrowband selected Lyman- α galaxies, among which 16 have been spectroscopically confirmed. At redshifts similar to or above this record, smaller protogroups with fewer members have been reported^{9,10}. LAGER-z7OD1 shows an elongated shape and consists of two subprotoclusters, which would have merged into one massive cluster with a present-day mass of 3.7×10^{15} solar masses. The total volume of the ionized bubbles generated by its member galaxies is found to be comparable to the volume of the protocluster itself, indicating that we are witnessing the merging of the individual bubbles and that the intergalactic medium within the protocluster is almost fully ionized. LAGER-z7OD1 thus provides a unique natural laboratory to investigate the reionization process.



王绶琯天文英才班

- 科大与国台、紫台、上海台联合创办
 - 所系结合、资源整合
 - @ <https://astro.ustc.edu.cn/14983/list.htm>
- 学习方式：
 - 天文基础课
 - 前沿讲座、系列专题讲座
 - 野外观测
 - 天文台访问交流
 - 大研计划、科研课题

天文学导论
天文观测实践
时间与空间
天体物理前沿系列讲座
实测天体物理
天体物理概论
恒星物理基础
天文学实验
天体力学与天体测量
广义相对论
星系天文学
宇宙学
天体物理中的统计方法
普通天文学
太阳物理
天文学史
文献阅读
。 。 。
(可选研究生课)

- 提供条件：
 - 报销图书、文具费
 - 多种奖学金
 - 使用天文系公用服务器
 - 预约天文系天文台观测

天文台



- 提供条件：
 - 报销图书、文具费
 - 多种奖学金
 - 使用天文系公用服务器
 - 预约天文系天文台观测

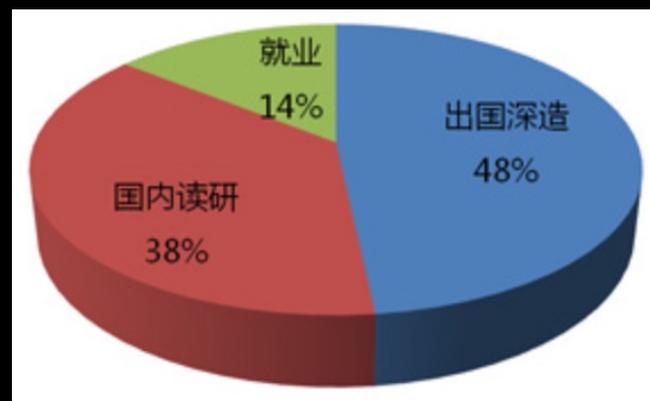


- 天文英才班咨询及预备班报名方式：
 - 把学号、姓名、学院、年级这些信息发给陆山老师（理化大楼18006；lushan@ustc.edu.cn）



- 毕业去向：
 - 约一半出国深造
 - 约三成多国内读研
 - 约一成多就业

- 欢迎加入：
 - 喜欢天文
 - 物理基础
 - 喜欢挑战
 - 具有个性
 - 勤奋踏实



充满科学机遇

师资优良

国际合作广泛

就业前景好

国家急需天文人才

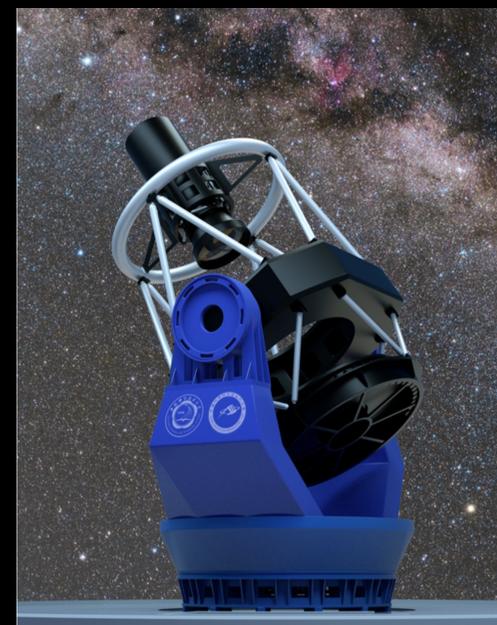
你的天文梦想

The Universe, yours to discover!

宇宙那么大，我想去看看！



还等啥？
加入天文英才班吧
😊😊😊



探索宇宙：致敬哈勃太空望远镜三十年发现之旅 (1990-2020)

追逐梦想

The Hubble Space Telescope

Three Decades of Discovery

探索宇宙

哈勃空间望远镜
——三十年发现之旅

(视频
制作：
渊默)

The Universe, Yours to Discover!

爱因斯坦：宇宙最不可理解的是它是可以理解的。



追逐梦想



探索宇宙

Albert Einstein: The most incomprehensible thing about the world is that it is comprehensible.
Yongquan Xue: The most incomprehensible thing to me is that I can go with you side by side. :)

The Universe, yours to discover!
宇宙那么大，我想去看看！

(统一再次致谢本报告中所有来自互联网的材料！)