

# 极亮X射线源的 星族合成研究

汇报人：物试72 宋昊天

指导老师：左兆宇

日期：2021年6月





---

# 目录

## content

---

---

## 一、背景介绍

---

---

## 二、中子星ULX

---

---

## 三、环形星系ULX

---

---

## 四、总结与展望

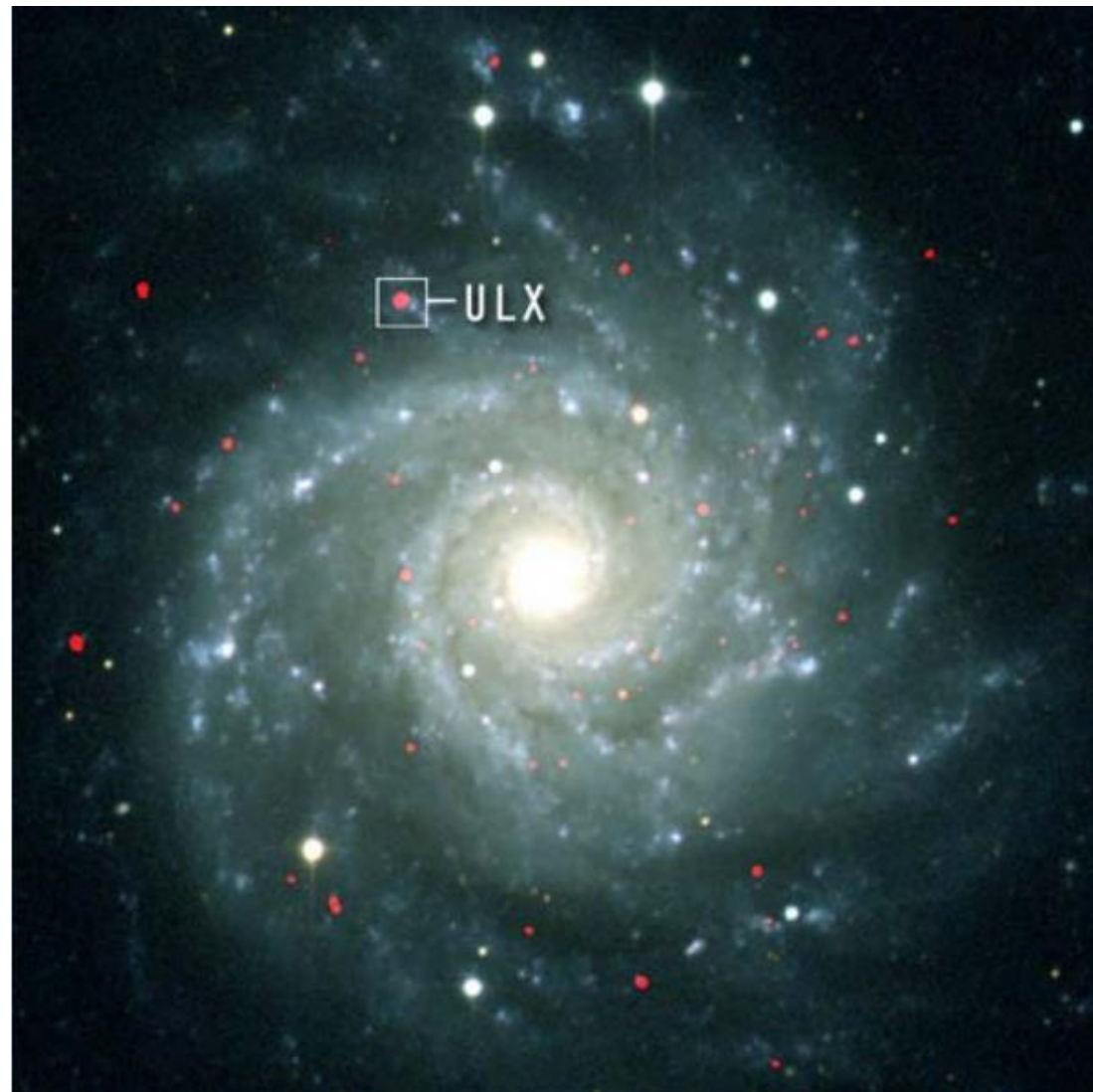
---

## 国内外研究现状

Ultra-luminous X-ray sources (ULXs)是指光度超过 $10^{39} \text{ erg/s}$ 的X射线点源

因为其超过了Eddington 亮度所以受到广泛关注

现阶段主流认为ULXs的产生机理为洛希瓣吸积(RLOF)



Chandra X-ray Observatory ACIS Image

## 项目目的

- 中子星ULX的风吸积能否实现?
- 风吸积ULX依赖于哪些参量?
- 极亮X射线源星族构成是哪些?

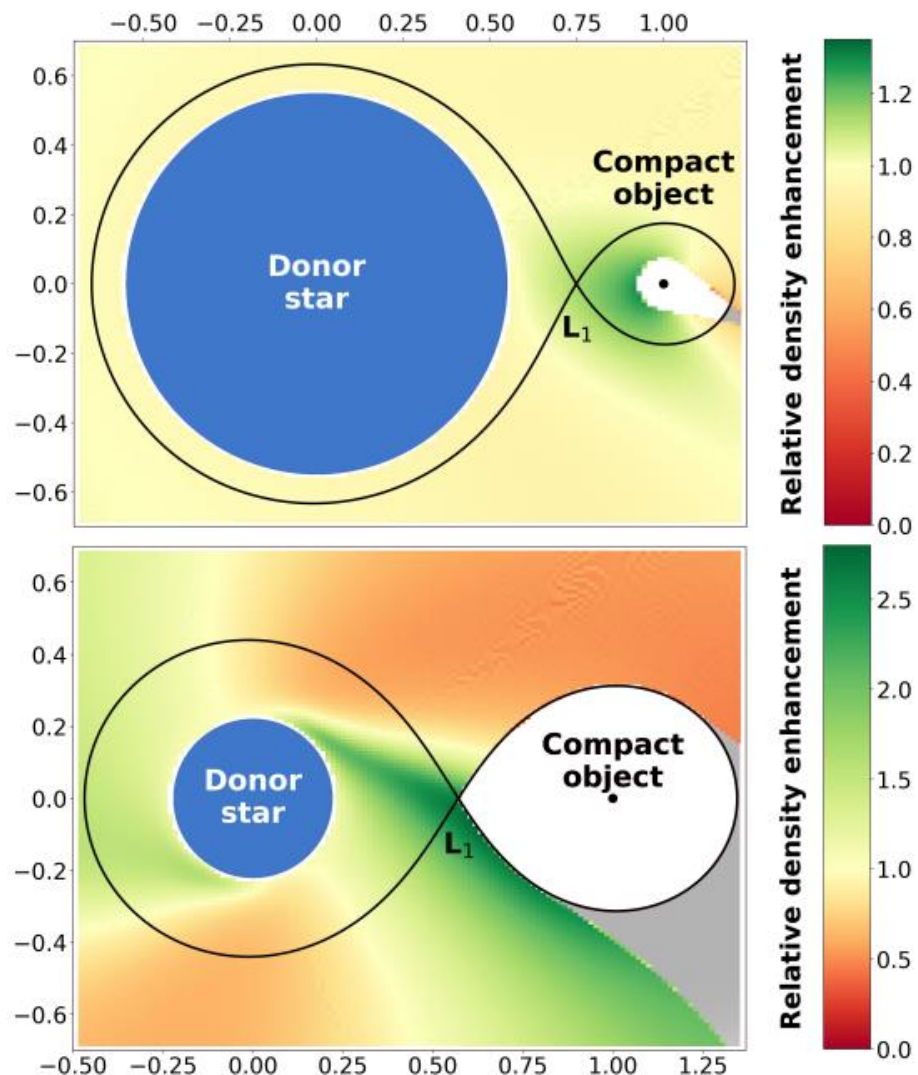
首次采用洛希瓣式风吸积模型解决上述问题



中子星ULX轨道参量预测



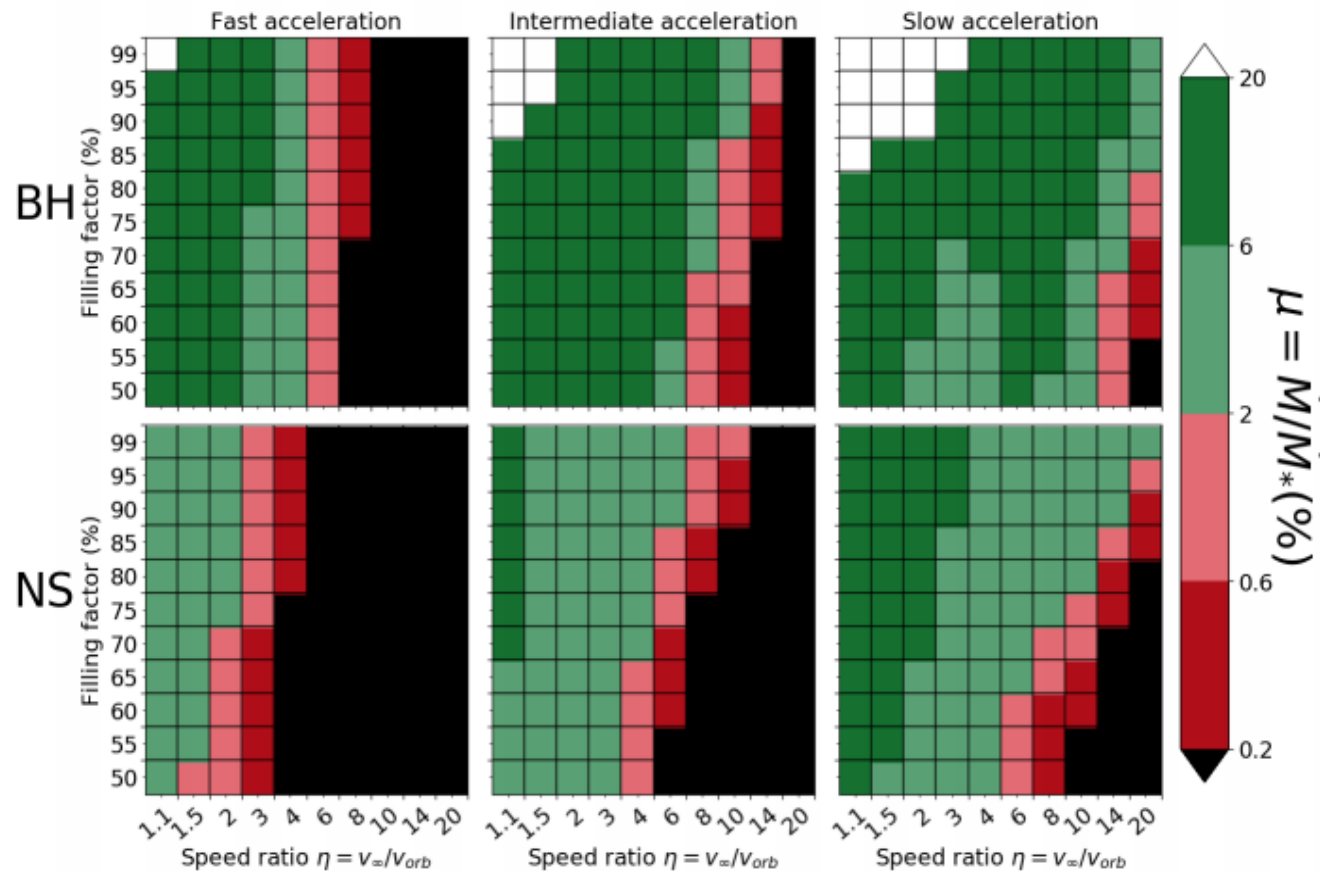
环形星系ULX星族构成



## 模型设置

- 1, 针对充满洛希瓣的风吸积, 我们采用数值模拟的结果计算吸积效率。
- 2, 针对洛希瓣吸积, 采用beaming模型 (各向异性X射线辐射) 来进行光度计算

$$L_{app} = L_x/b$$



## 二、中子星ULX



### 中子星ULX

- 采用BSE生成中子星双星系统初始参量，并用MESA程序进行细致的恒星演化。
- 分别设置不同金属丰度，风吸积效率Beta等进行恒星演化，并给出下表中的预测数目
- 相关工作已经发表在 [Astronomy & Astrophysics](#) (IF: 5.636, SCI一区)

Z	B1	B2	B3
$Z_{\odot}$	$3.1 \times 10^{-1}$	$3.7 \times 10^{-1}$	$6.8 \times 10^{-1}$
$0.2Z_{\odot}$	$3.2 \times 10^{-1}$	$6.7 \times 10^{-1}$	1.5
$0.02Z_{\odot}$	1.1	2.9	6.3

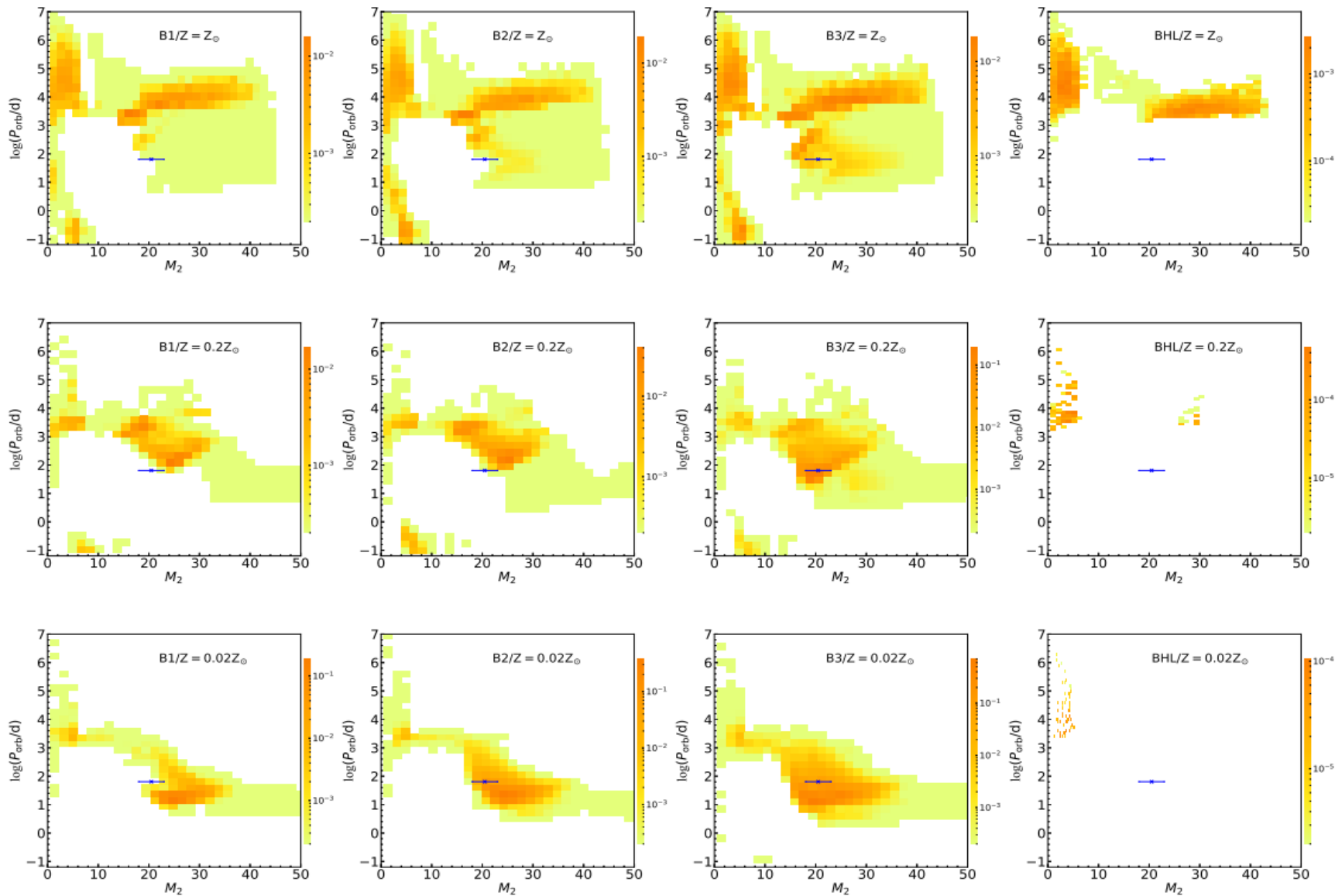
## 二、中子星ULX



### 轨道周期-伴星质量分布图

列：模型B1，B2，B3和BHL  
风吸积模型  
行：初始金属丰度为1倍，0.2倍，0.02倍太阳金属丰度的演化模型。

蓝色误差棒：P13的相关轨道参量





## 二、中子星ULX

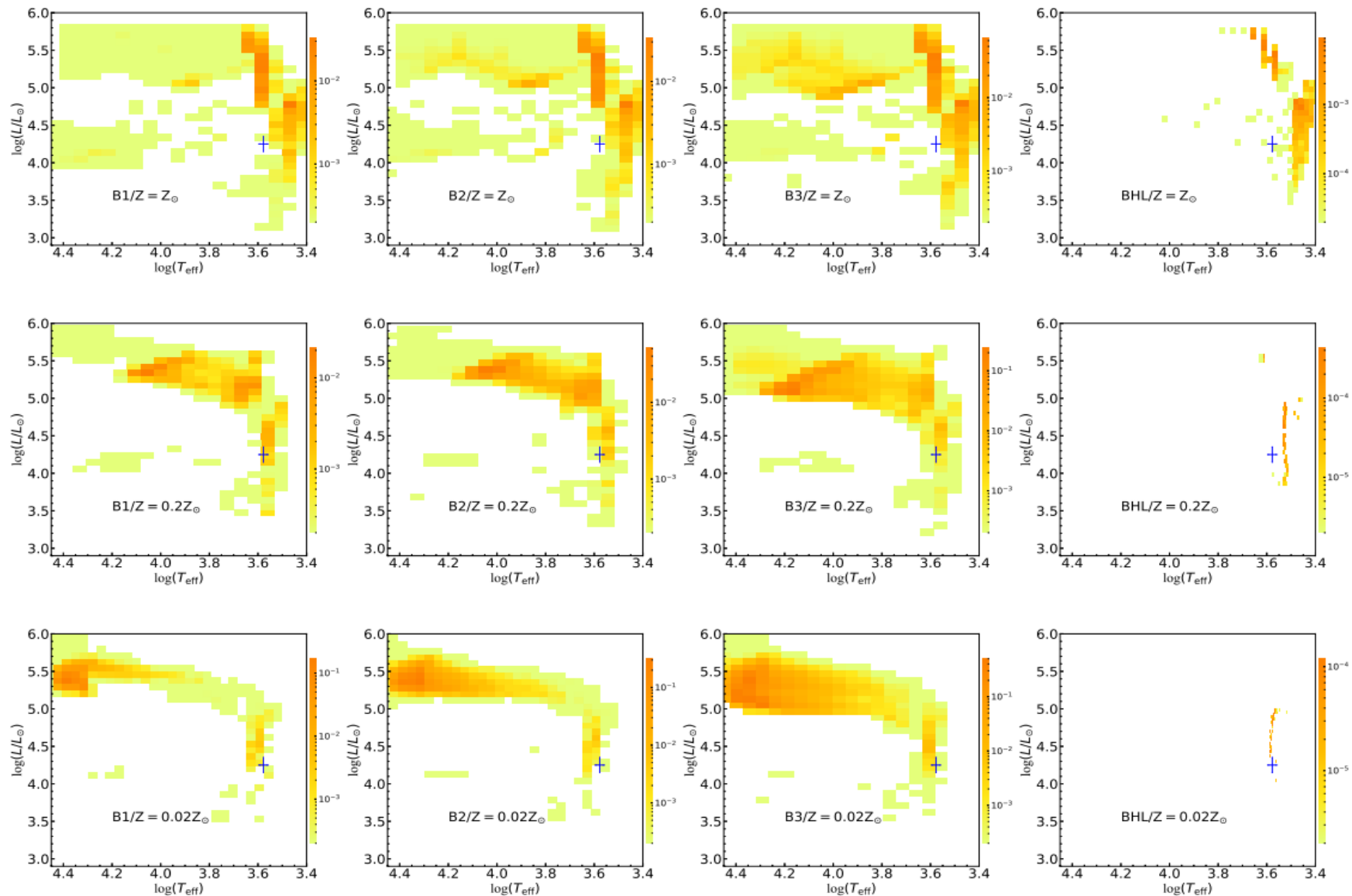


### 伴星光度-有效温度分布图

列：模型B1， B2， B3和BHL  
风吸积模型

行：初始金属丰度为1倍， 0.2倍， 0.02倍太阳金属丰度的演化模型。

蓝色误差棒：PULX NGC 300  
ULX-1的相关轨道参量





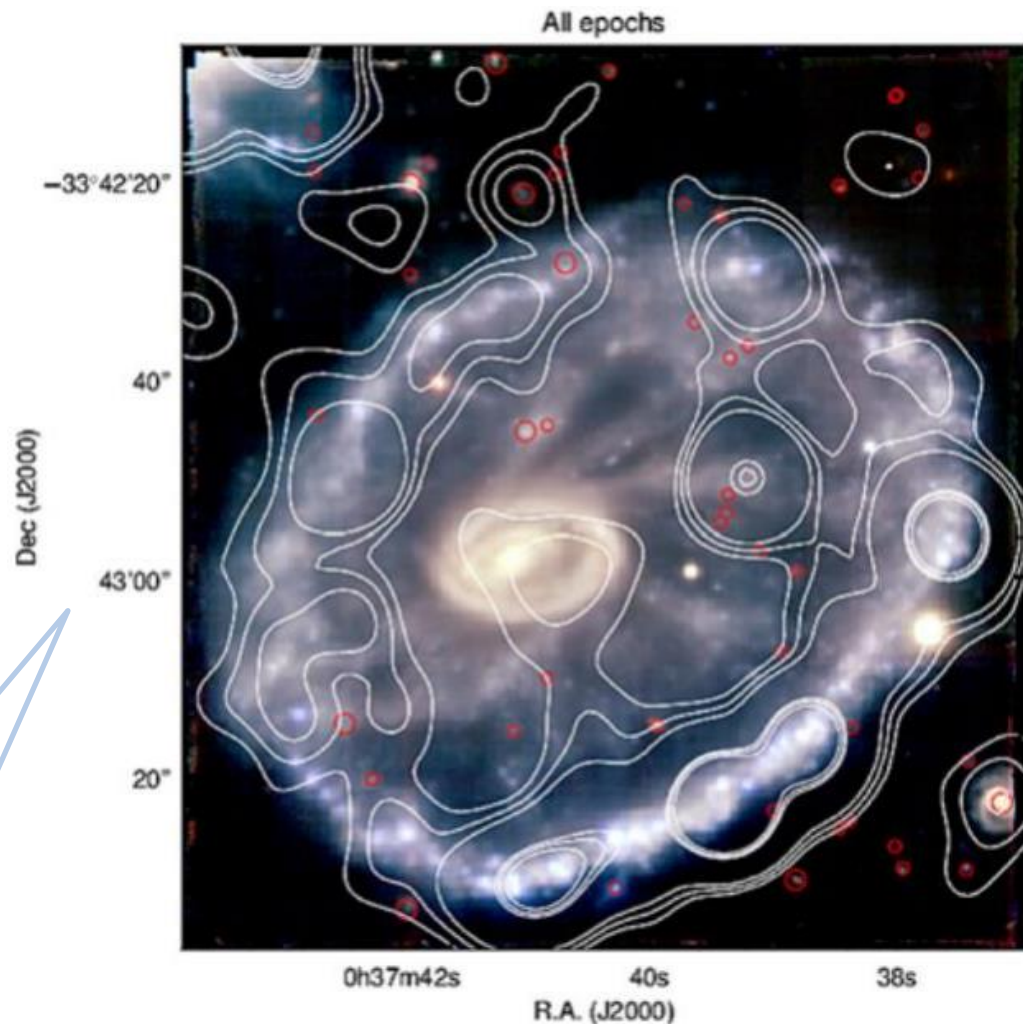
## 三、环星系ULX



### 环星系ULX

针对于极亮X射线源分布较为集中的星暴星系。选取了七个环星系，针对其X射线光度函数给出了理论预测。

- 环星系恒星诞生环境纯净
- 恒星生成率高
- 演化时间较短 (200Myr)
- ULX在环星系中观测样本多

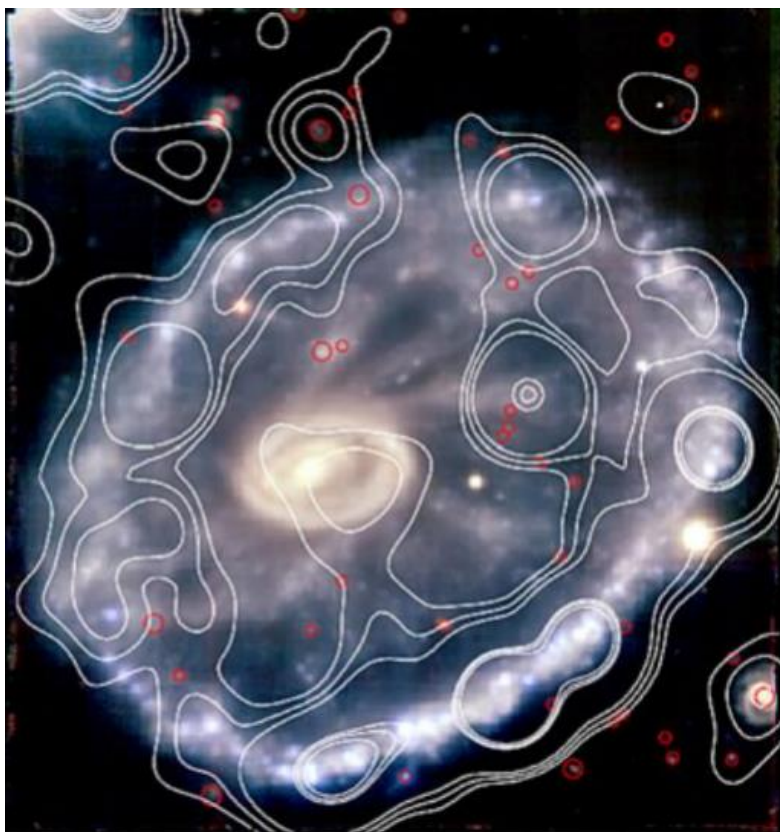


Carthweel Galaxy Wolter et al 2018

## 三、环星系ULX



### 环星系ULX



Name	Distance (Mpc)	SFR ( $M_{\odot}/\text{yr}$ )	$Z(Z_{\odot})$
Cartwheel	122	20	0.14
NGC 922	48	8.0	0.5-1.
Arp 147	133	4.1	0.19-0.40
AM 0644-741	91.6	2.6	0.45
Arp 143	57.1	2.3	0.44-0.71
Arp 148	145.2	2.5	
Arp 284	37	4.0	0.19-0.38

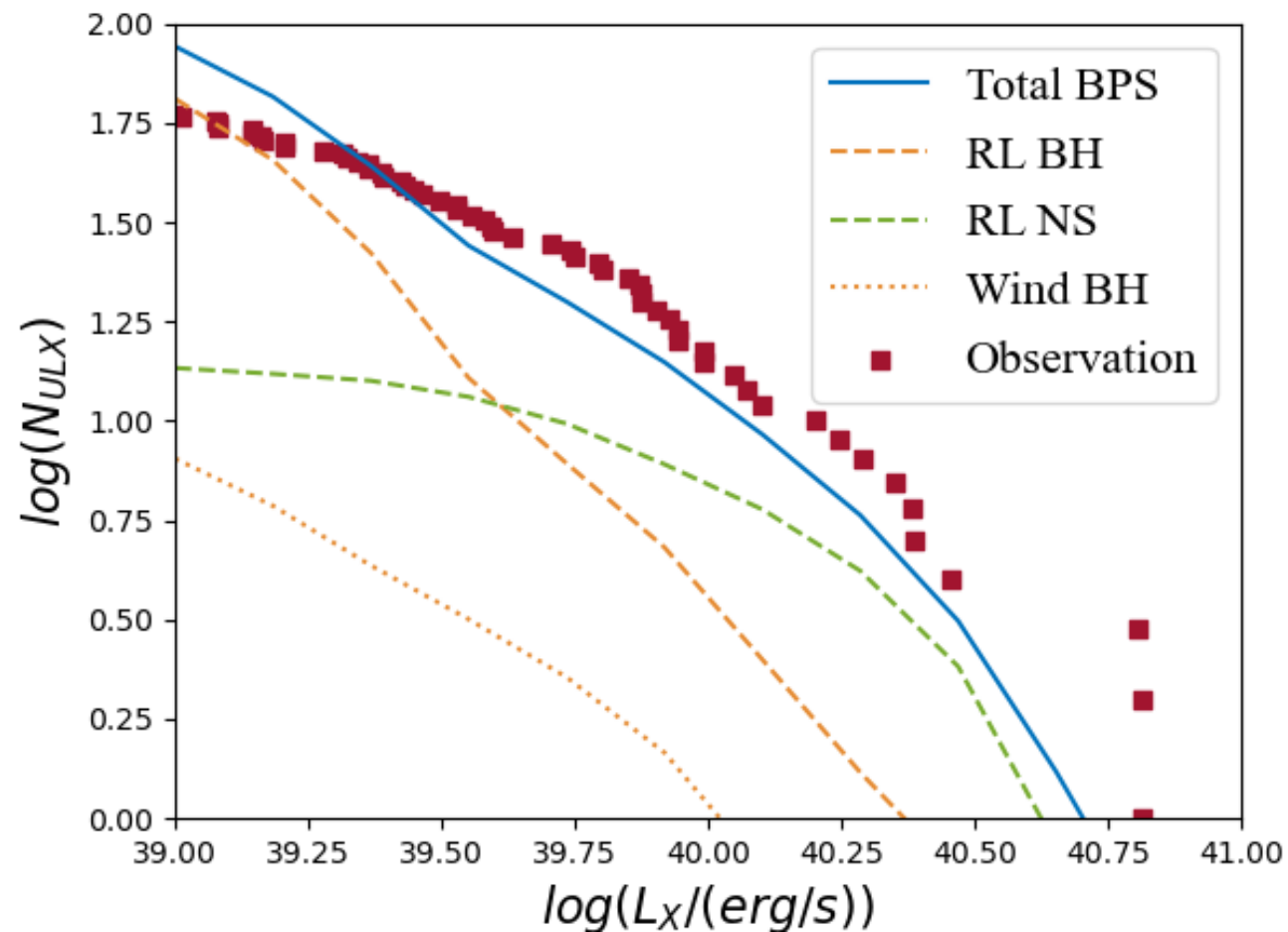
## 三、环星系ULX



### 计算结果

我们把光度函数 (XLF) 与观测结果 (图中红点) 进行比较

- 星族成分基本上是黑洞在低光度时占主导
- 中子星在高光度时占主导



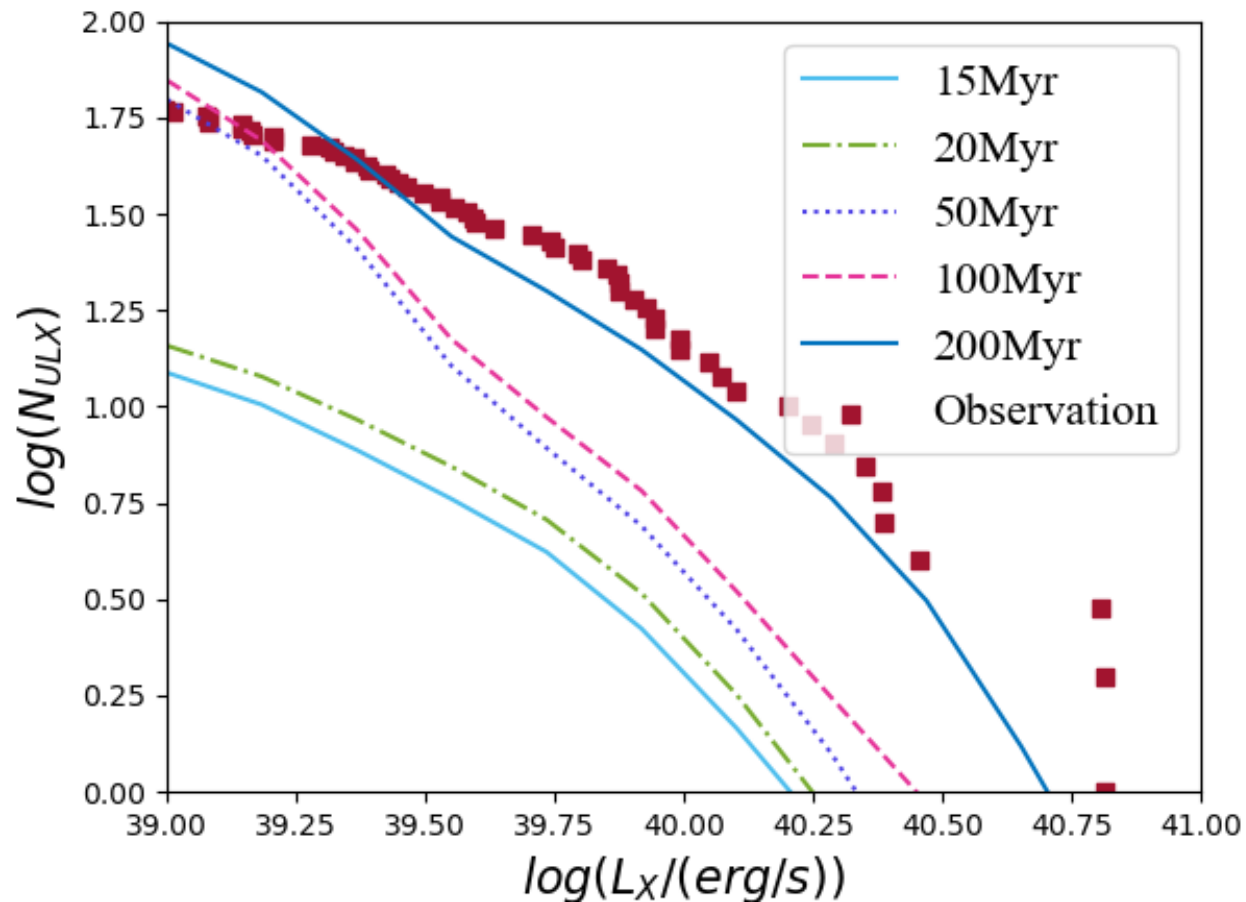
## 三、环星系ULX



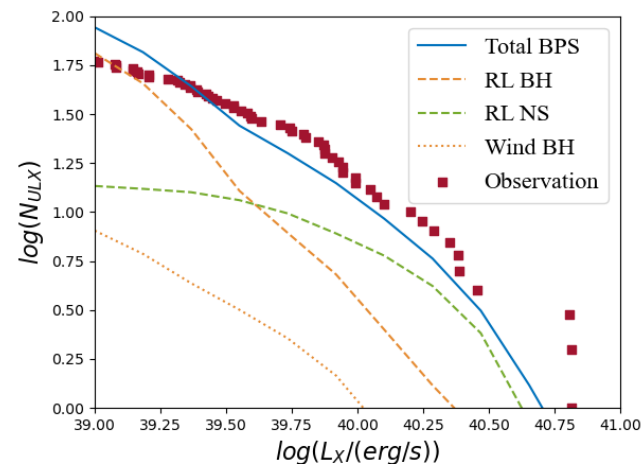
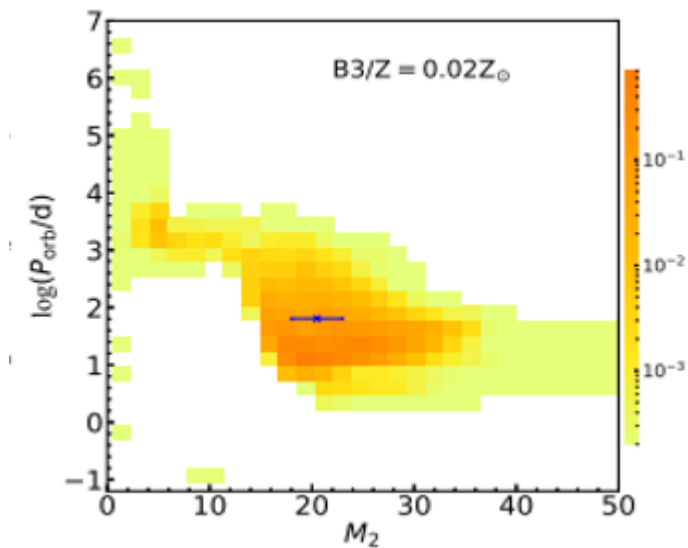
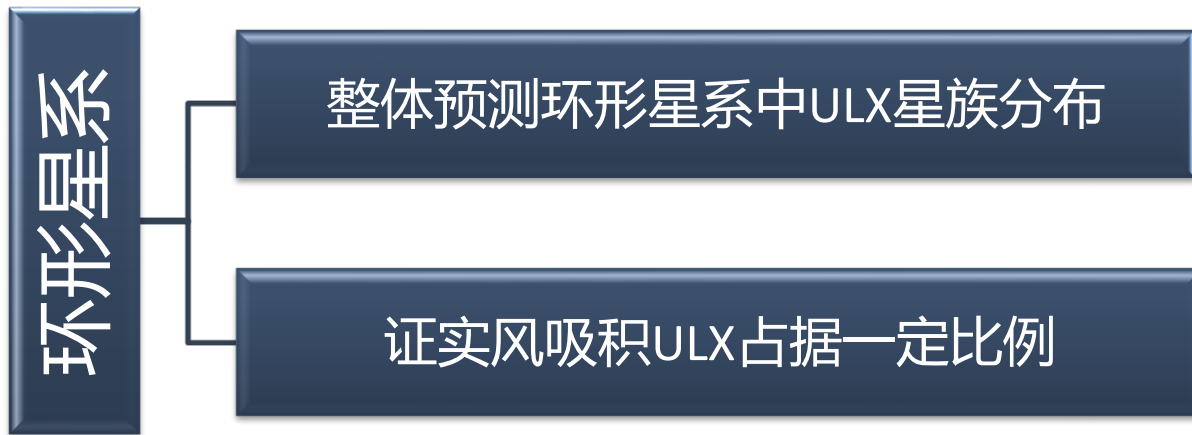
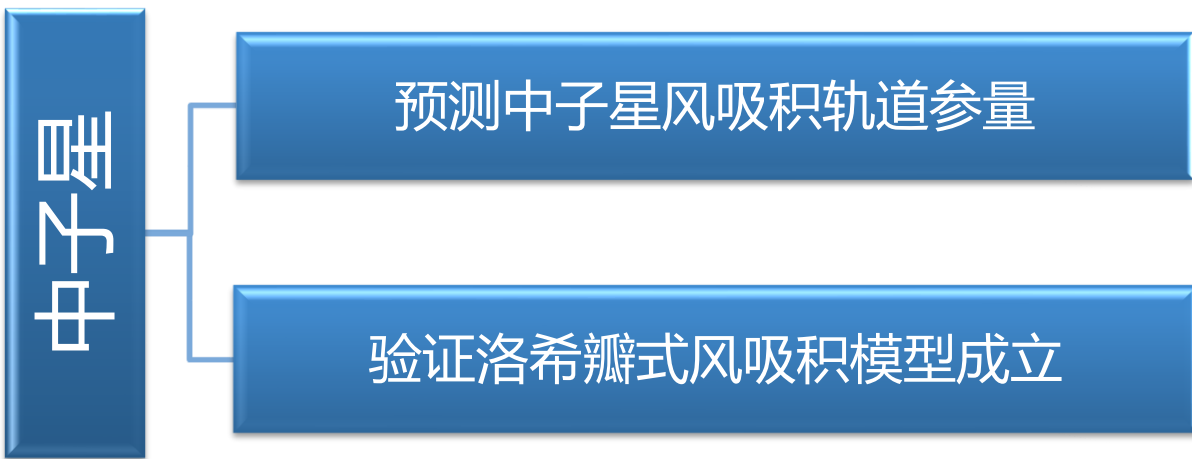
### 计算结果

不同演化时间的分析

- 非常年轻的星占比较少，也很难达到高光度的情况
- 高质量比的双星系统也可成为ULX



# 四、总结与展望





- Wolter A, Fruscione A, Mapelli M. The X-Ray Luminosity Function of Ultraluminous X-Ray Sources in Collisional Ring Galaxies[J]. *The Astrophysical Journal*, 2018, 863(1).
- El Mellah I, Sundqvist J O, Keppens R. Wind Roche lobe overflow in high-mass X-ray binaries[J]. *Astronomy & Astrophysics*, 2019, 622: L3.
- Hurley J R, Pols O R, Tout C A. Comprehensive analytic formulae for stellar evolution as a function of mass and metallicity[J]. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2000, 315(3): 543-569.
- Hurley J R, Tout C A, Pols O R. Evolution of binary stars and the effect of tides on binary populations[J]. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2002, 329(4): 897-928. Shao Y., Li X. D., 2015, *Astrophysical Journal*, 802
- Shao Y, Li X-D. A Population of Ultraluminous X-ray Sources with An Accreting Neutron Star[J]. *The Astrophysical Journal*, 2015, 802(2): 131.
- Wiktorowicz G, Lasota J-P, Middleton M, et al. The Observed versus Total Population of ULXs[J]. *The Astrophysical Journal*, 2019, 875(1): 53.
- Wiktorowicz G, Sobolewska M, Lasota J-P, et al. The Origin of the Ultraluminous X-Ray Sources[J]. *The Astrophysical Journal*, 2017, 846(1): 17.
- King A. Accretion rates and beaming in ultraluminous X-ray sources[J]. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters*, 2008, 385(1): L113-L115.
- Zuo Z Y, Song H T, Xue H C. Population synthesis on ultra-luminous X-ray sources with an accreting neutron star: Wind Roche-lobe overflow cases[J]. *Astronomy & Astrophysics*, 2021, 649: L2.

**谢谢大家!**

