

CSST 曝光时间计算器

张鑫

国家天文台

2021.5.29 重庆

- 概览
- 原理功能介绍
- 功能展示
- 一些应用

Imaging Expoture Time Calculator

Submit Simulation Reset All Parameters

1. Instrument parameter:

Select one Filter: CSST i

Gain: 1 e-/ADU

2. Calculation Mode

- Exposure time (total time) needed to obtain a S/N ratio of 10.0
 - S/N ratio reached in an exposure time (one time) of 150 sec
 - Limit magnitude with time (one time) 150 sec with S/N ratio 5
- With 1 times exposure

3. Telescope Configure

Pixel Size: 0.074 arcsec

System Efficiency: 80 %

Readout Noise 5 e-

Dark current 0.002 e-/s

Telescope Aperture: 2.0 m

upload user-defined throughput curve file: Choose File No file chosen

4. Source

Choose Source Type:

- Point source with fwhm 0.1969 arcsec
- Use a circular region containing 0.8 percent of total source light.
- Use a Circular region for getting the maximum Photometric SNR
- Use a square region of size: 5X5

Extended Source

Type:

- Sersic profile with sersic index(shape parameter) n = 1.5 with Radius including 80% energy a = 0.4 arcsec
- Gaussian profile with full width half maximum of 1.0 arcsec
- Uniform diameter is 8 arcsec

Photometric range:

- Use a square extraction region of size (pixels): 1X1
- Use a circular region of diameter (arcsec): 0.4

Instrument parameter:

Instrument psf fwhm is 0.1969 arcsec

Normalize the target's flux:

Johnson/V = 21 ABmag

5. Choose Source Spectrum Distribution

- Non-Stellar Object: elliptical galaxy
- Castelli and Kurucz Models: A0I
- Black body with temperature 10000 K
- a Power-law: $F\lambda = \lambda^{-2}$
- Upload Spectrum File: Choose File No file chosen

6. Background Parameter

a. Standard zodiacal light normalizations: Average

b. Standard earth shine light normalizations: Average

7. Extinction Parameter

Extinction Type:

- Extinction Map With Rv = 3.1 Using Galactic System RA(l) = 0 degree and DEC(b) = 0 degree
- Specify the extinction E(B-V) Milky Way CCM(Rv=2.1) = 0

Extinction applied before normalization.

Specify the redshift z = 0

Submit Simulation Reset All Parameters

曝光时间计算器开发环境

- 客户端

HTML + JSP

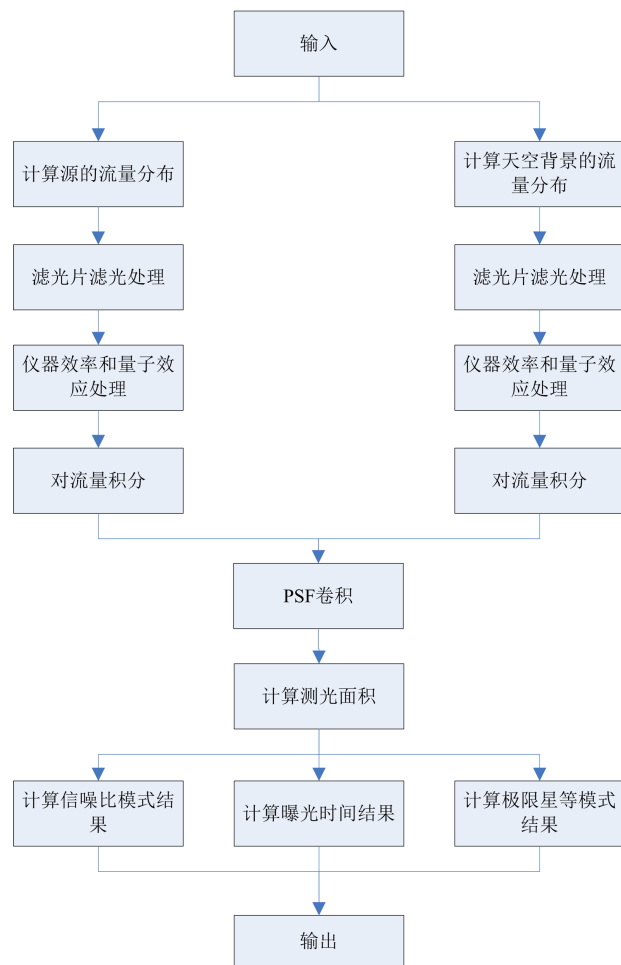
- 服务器

JAVA

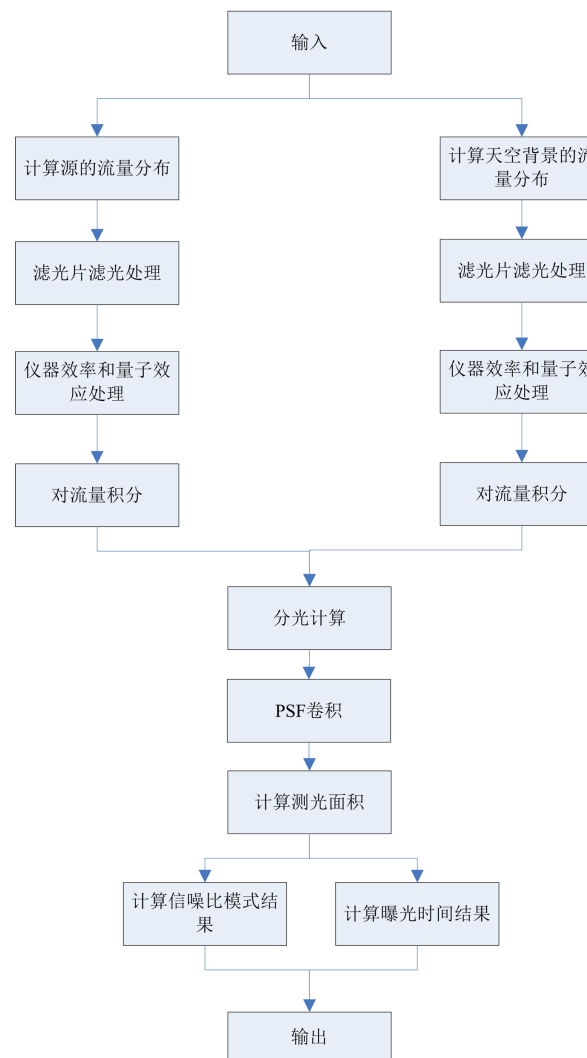
Tomcat 开启html服务

曝光时间计算器流程图

成像



光谱



工作模式

- 计算信噪比模式，在该模式下已知曝光时间和信号强度，对观测到的信号的信噪比进行估计。
- 计算曝光时间模式，在该模式下已知信号强度和信噪比，对需要的曝光时间进行计算。
- 计算极限星等模式，在该模式下已知曝光时间和信噪比，对观测到的天体的亮度进行估计。

计算原理

- 信噪比计算
 - 孔径测光信噪比

$$SNR_{phot} = \frac{\sqrt{n_{exp}} \cdot C_{source} \cdot t}{\sqrt{C_{source} \cdot t + C_{sky} \cdot t \cdot n_{pix} + N_{dark} \cdot t \cdot n_{pix} + N_{read} \cdot N_{read} * n_{pix}}}$$

- 最优信噪比

$$SNR_{opt} = \sqrt{\sum_{n=1}^{n_{pix}} SNR_n^2}$$

计算原理

- 流量计算
 - 点源

$$C = A \cdot \varepsilon \cdot \int \frac{F(\lambda)}{hc/\lambda} \cdot Q(\lambda) \cdot T_{sys}(\lambda) \cdot T_{fil}(\lambda) \cdot d\lambda$$

- 面源

$$C = A \cdot \int_S \int_{\lambda} \frac{I(\lambda)}{hc/\lambda} \cdot Q(\lambda) \cdot T_{sys}(\lambda) \cdot T_{fil}(\lambda) \cdot d\lambda dS$$

计算原理

- 噪声
 - 信号光子噪声、天光背景噪声

$$\sigma_{phot}^2 = F_{phot} \frac{e^{\frac{E}{kT}}}{e^{\frac{E}{kT}} - 1} \Rightarrow \sigma_{phot} = \sqrt{F_{phot}}$$

- 仪器噪声
 - ✓ 暗电流
 - ✓ 读出噪声
 - ✓ 热噪声
 - ✓

计算中的方法与模型

- PSF与星系形态模型

- PSF

$$PSF(r) = k \cdot e^{-\frac{r^2}{2 \cdot \sigma^2}}$$

- 星系形态

- Sersic

$$I_{ser}(r) = I_e e^{-b_n \left[\left(\frac{r}{r_e} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right]}$$

- 均匀盘状

- Gaussian

计算中的方法与模型

- 目标天体光谱模型

- 黑体光谱

$$I(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}$$

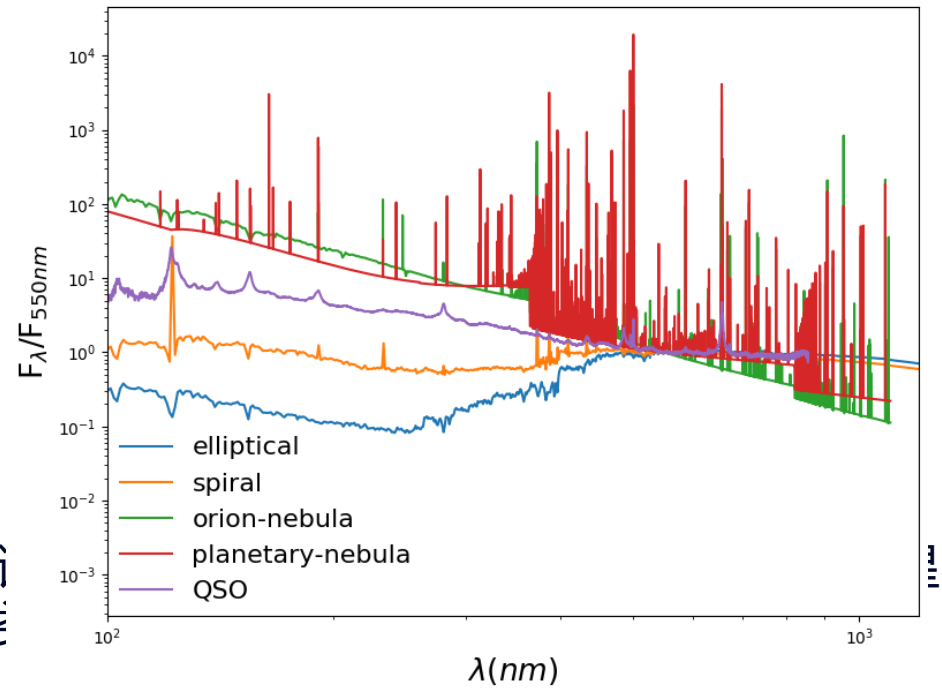
- 指数函数光谱

$$I(\lambda) = n \cdot \lambda^m$$

- 恒星光谱-ATLAS9 模型

- 典型的非恒星特征天体的光谱
云光谱、行星状星云光谱和

- 用户自定义光谱类型



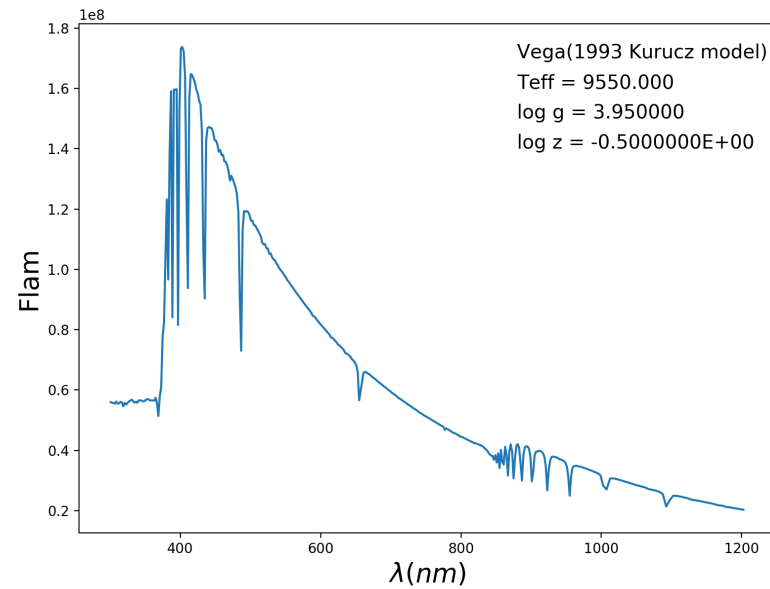
计算中的方法与模型

- 星等系统
 - Vega星等

- AB星等

$F (m_{AB}=0) = 3631 \text{ Jansky}$

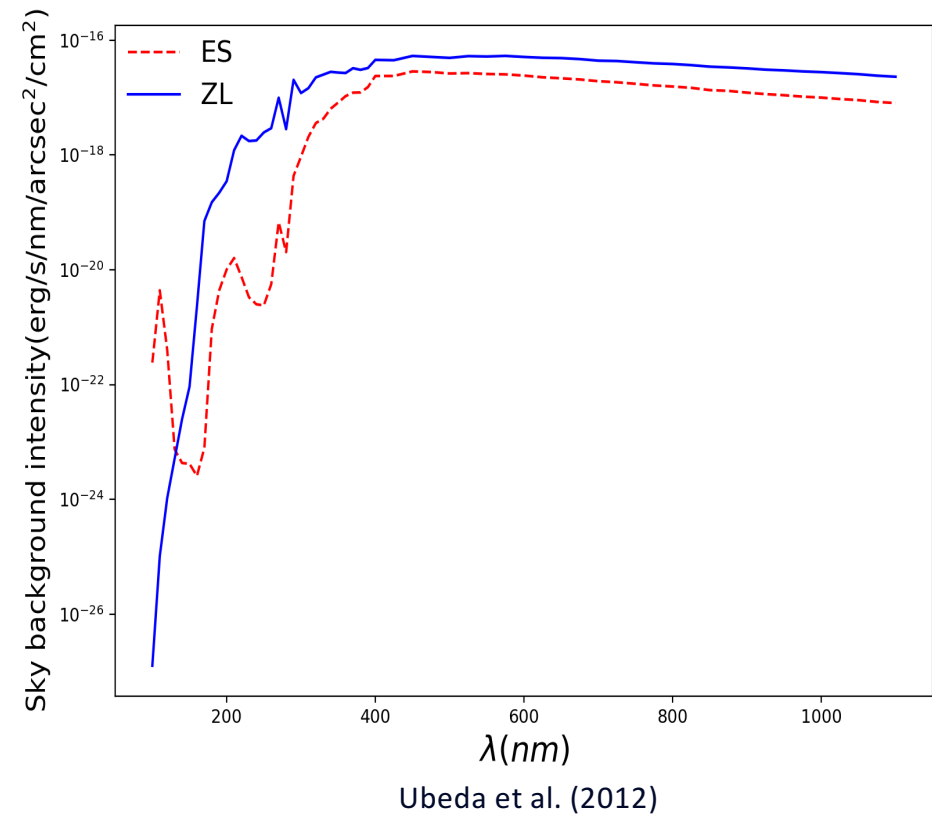
$$m_{AB} = -2.5 \log_{10} \left(\frac{f\nu}{3631 \text{ Jy}} \right)$$



Castelli et al. (1994) Kurucz 模型

计算中的方法与模型

- 天光背景
 - 黄道光
(Zodiacal light)
 - 地气光
(Earth shine)
 - 地球辉光
(Geocorona)
发射线 1216Å Ly- α 、
1304Å OI 线、
1356Å OI 和 2471Å OI



计算中的方法与模型

- 消光
 - E(B-V)
 - Dust map (Schlegel et al. (1998)) -获取相应位置的E(B-V)
 - 自定义
 - CCM法则计算不同波长的消光比例

$$\left\langle \frac{A(\lambda)}{A(V)} \right\rangle = a(x) + b(x)/R(V)$$

曝光时间计算器功能介绍

<http://etc.csst-sc.cn/ETC-nao/etc.jsp>

曝光时间计算器的应用-计算极限星等

- 点源探测深度-条件

	NUV	u	g	r	i	z	Y
多色成像观测							
曝光次数 /累计曝光 (s)	4/600	2/300	2/300	2/300	2/300	2/300	4/600
极深度多色成像观测							
曝光次数 /累计曝光 (s)	16/4000	8/2000	8/2000	8/2000	8/2000	8/2000	16/4000
无缝光谱							
	GU		GV		GI		
曝光次数 /累计曝光 (s)	4/600		4/600		4/600		

曝光时间计算器的应用-计算极限星等

- 点源探测深度-结果

	NUV	u	g	r	i	z	Y
多色成像观测							
80% 孔径测光信噪比 (AB Mag)	25.76	25.75	26.51	26.22	26.05	25.54	24.87
最优信噪比 (AB Mag)	25.83	25.82	26.61	26.32	26.15	25.63	24.96
极深度多色成像观测							
80% 孔径测光信噪比 (AB Mag)	27.06	27.03	27.70	27.39	27.22	26.75	26.12
最优信噪比 (AB Mag)	27.13	27.12	27.81	27.50	27.33	26.84	26.22
无缝光谱							
	GU		GV		GI		
测光位置 (nm)	275	362	475	625	755	870	960
最优信噪比 (AB Mag)	20.84	20.85	21.51	21.59	21.49	21.28	20.40

曝光时间计算器的应用-计算极限星等

- 星系探测深度

条件

	NUV	u	g	r	i	z	Y
曝光次数/累计曝光 (s)	4/600	2/300	2/300	2/300	2/300	2/300	4/600

表面亮度-均匀盘状直径0.45 "

	NUV	u	g	r	i	z	Y
极限星等 (AB Mag/□")	23.44	23.45	24.23	23.95	23.78	23.26	22.58

积分亮度-Sérsic 函数 $Re=0.1$ "

	NUV	u	g	r	i	z	Y
极限星等 (AB Mag)	25.29	25.30	26.08	25.79	25.62	25.10	24.42

曝光时间计算器的应用-其它

- 对特定的观测源曝光时间的估计
- 对于一定观测条件下信噪比的估计
- 估算仪器的零点星等
-

谢谢