

银河系考古现场—— 探究疏散星团物理性质的新方法

李璐

导师：邵正义、陈力

Outline

- **Introduction**
- **Method**
- **Result**
- **Discussion**

Why open clusters?

分子云团中诞生恒星 → 银河系中演化、运动与瓦解 → 场星+现存的团

- 保留了团形成时的许多重要信息：年龄、运动、金属丰度
- 准确的整体运动和平均物理特征，星团独有的**年龄、距离**测量
- 宽的年龄谱(My~Gy)：盘结构和恒星形成历史在演化各阶段的特征



问题：场星污染！

Why still a problem?

- **巡天时代（多色测光、自行、光谱与视向速度）**：观测深度不平衡、采样不均匀，**如何有效融合数据**
- **大天区覆盖**：**如何充分利用星团周围天区的信息**

研究现状：

大部分团的参数估计缺乏统一算法和误差估计

Our new method

通常做法：

成员 \rightarrow 团参数：简单的统计 + 数据应用不充分
适用于少数团

混合模型：

直接拟合团参数：严格的统计框架 + 充分利用所有数据
适用于所有星团

新的方法 + 更多更新的数据

构建有严格统计意义的星团物理参数样本

Bayes theorem

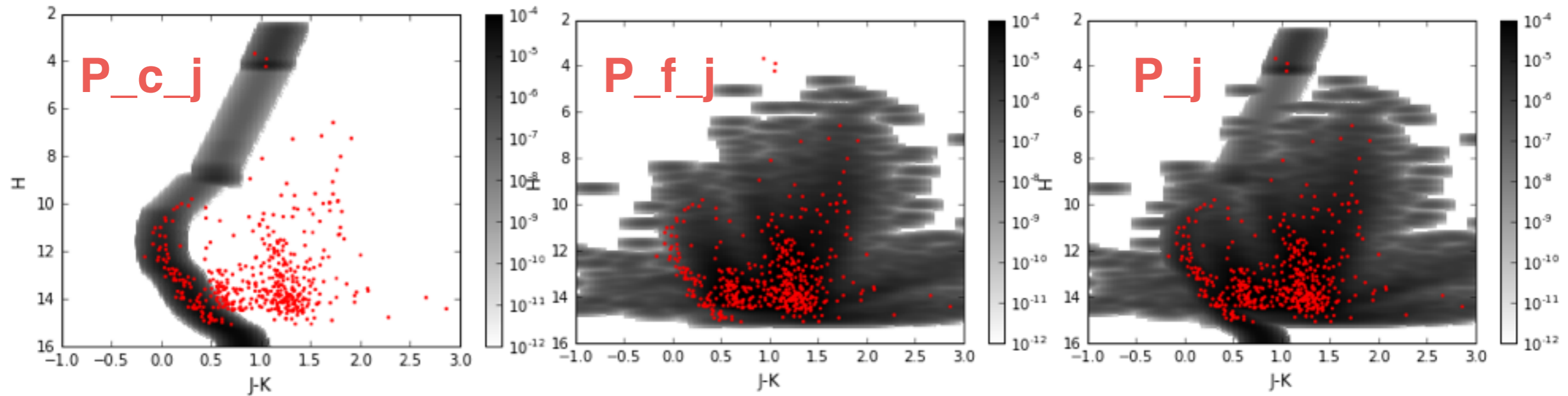
$$\text{Posterior } P(\Theta_i | \text{Data}) = \frac{\text{likelihood } P(\text{Data} | \Theta_i) \text{ prior } P(\Theta_i)}{\text{evidence } P(\text{Data})}$$

Φ_i 表示给定MF的SSP模型参数,
有Age, [Fe/H], Distance, A_v , N_f

不同的MF模型有不同的Bayes evidence

$$P(\text{data}) = \int P(\text{Data} | \Theta) P(\Theta) d\Theta$$

Mixture model - CMD fitting



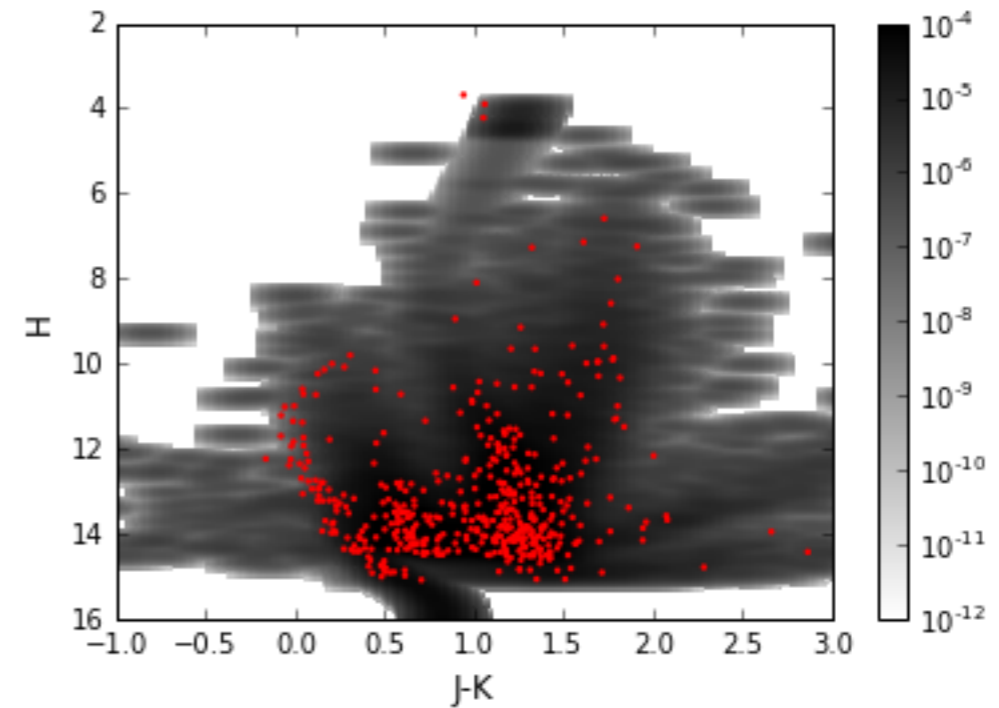
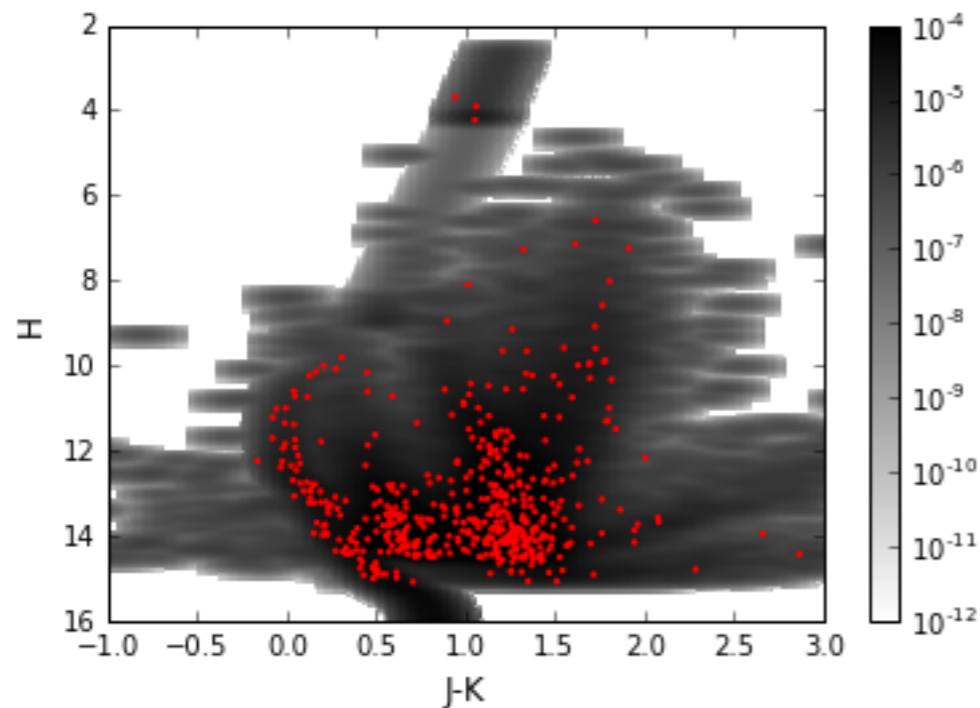
P_{c_j} 、 P_{f_j} 均为在观测窗口归一后的密度，正比于观测点所在格子的概率密度。

观测到的星属于这个混合模型的概率是

$$P_j = P_{c_j} \times N_c + P_{f_j} \times N_f$$

$$N_c = N_{total} - N_f$$

Likelihood

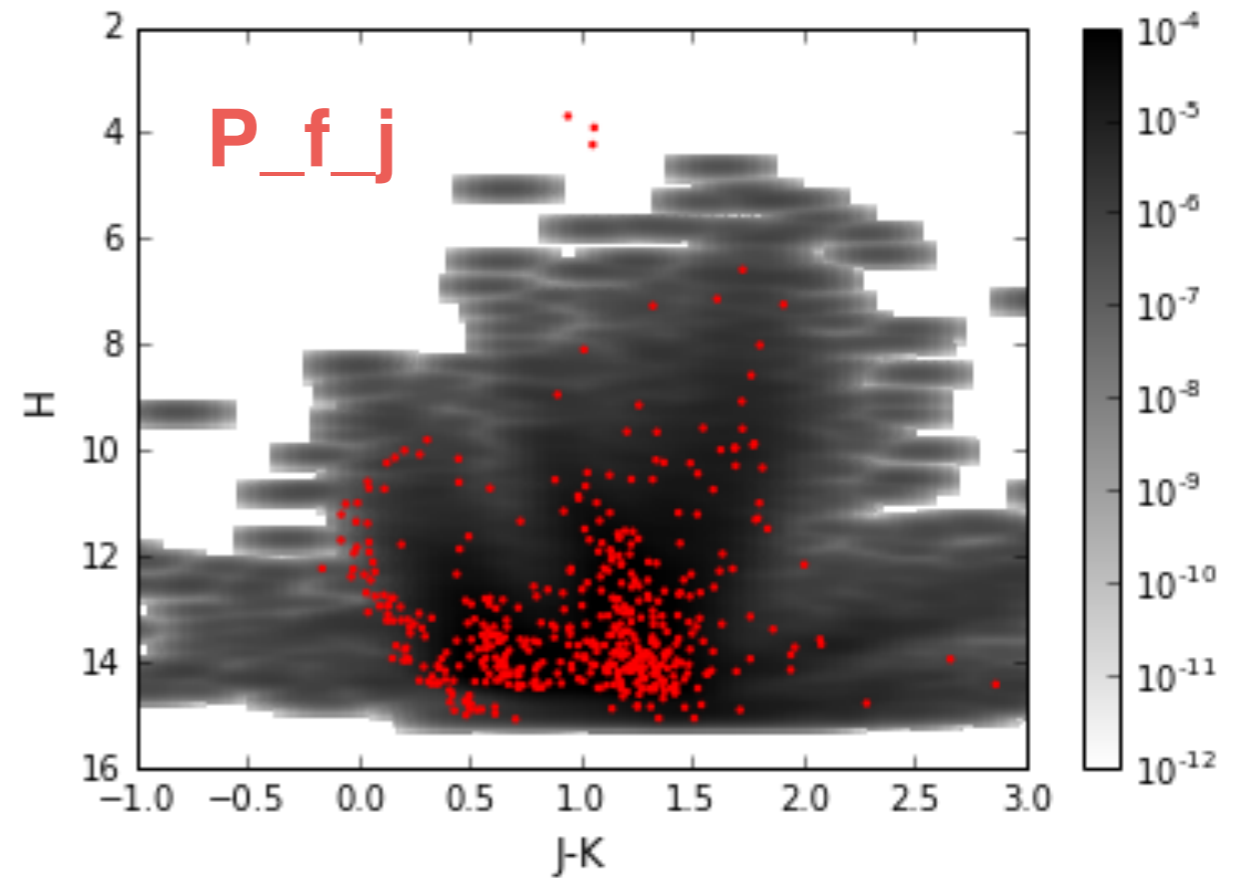
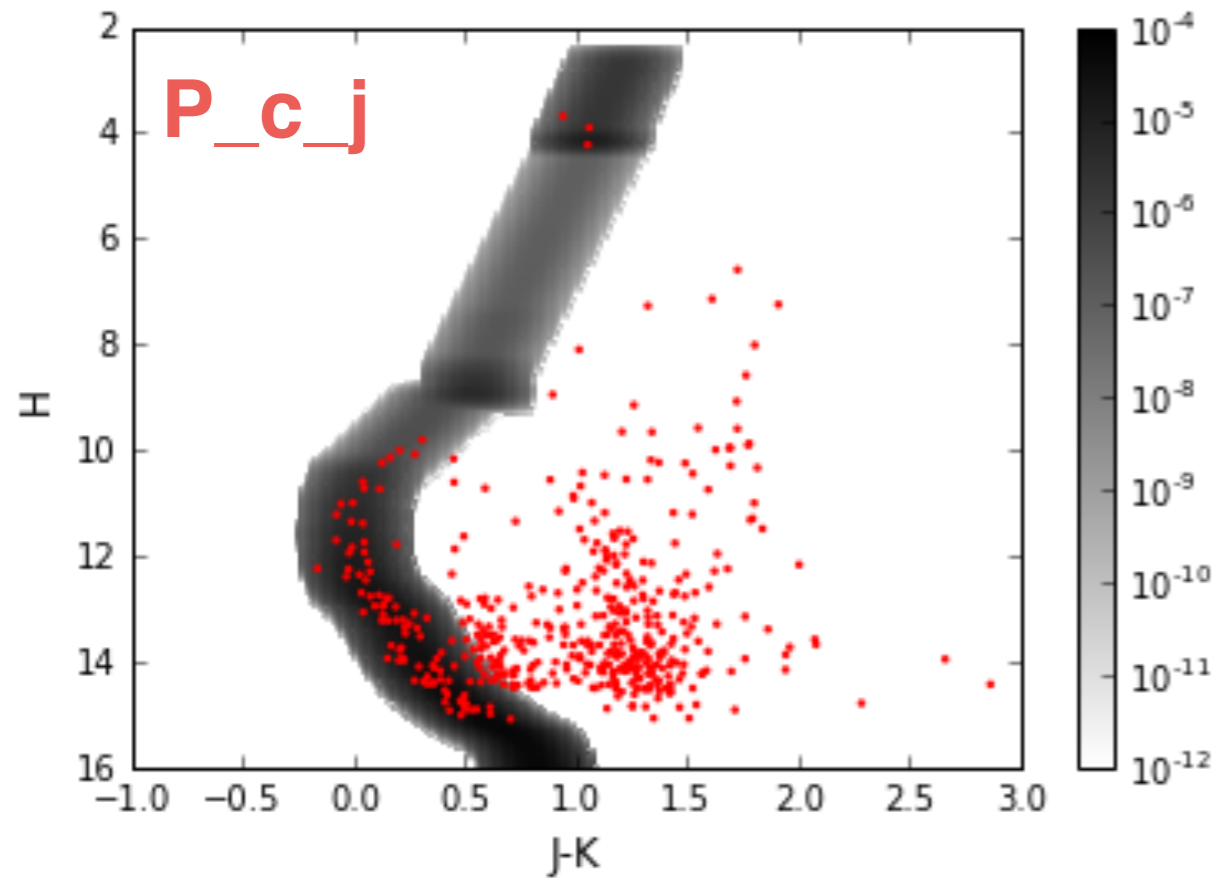


对于每一组参数 Φ_i , 都有: $LH(\Phi_i) = \prod_j P_j$

这样就能得到Likelihood的一个分布, 由最可几的地方得出最佳拟合参数及其误差

$$Bayes\ evidence = \sum_i LH(\Phi_i)$$

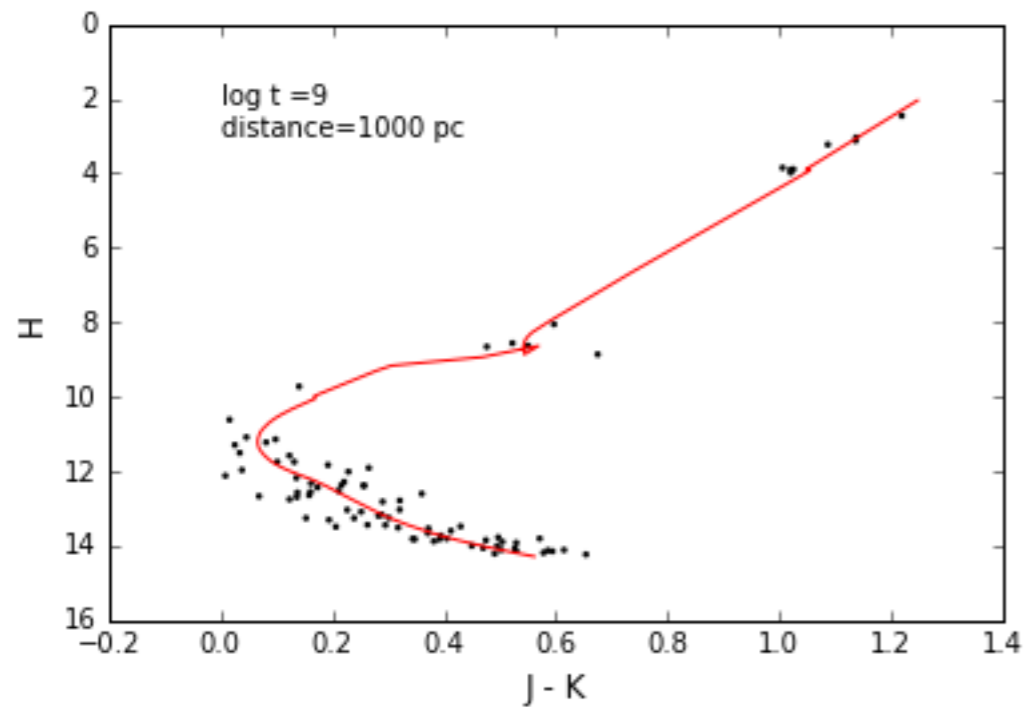
Membership



观测星的成员星概率是

$$Pm_j = \frac{Pc_j \times N_c}{Pc_j \times N_c + Pf_j \times N_f}$$

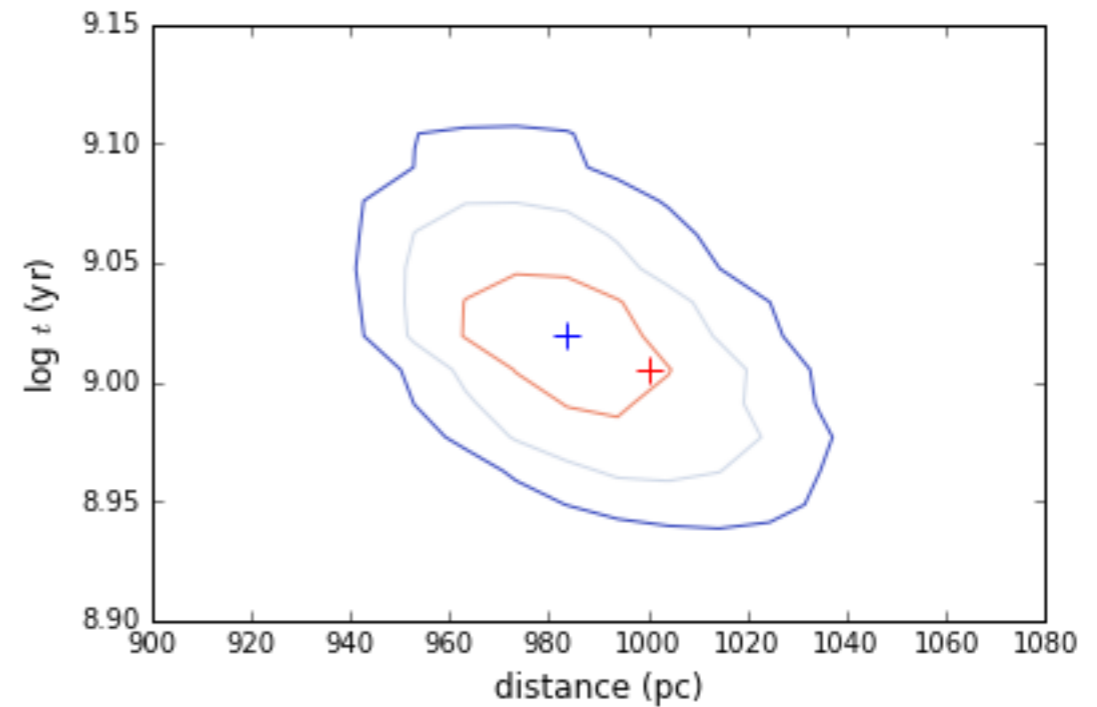
Result



Mock data

星数 = 100

scatter=0.05



countour

Result

假设模型形式为： $L \propto M^{-\alpha}$

alpha	1.5	2.0	2.35	2.7	3.5
最佳拟合值的log-likelihood	-304.058	-303.105	-303.056	-303.486	-305.945
Bayes evidence	135.48	1276.44	1440.81	538.79	1.49

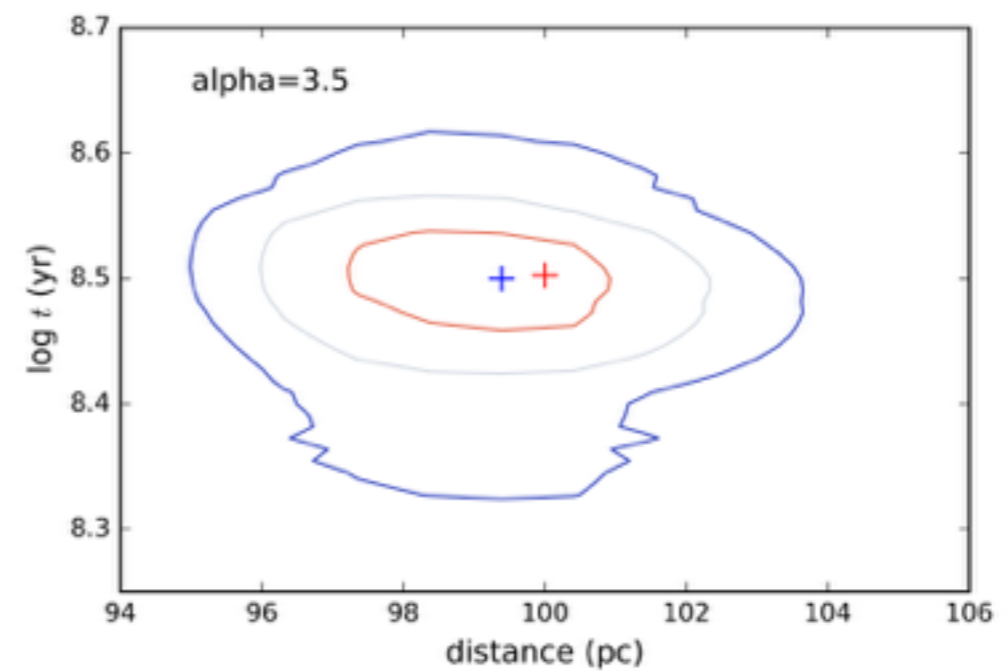
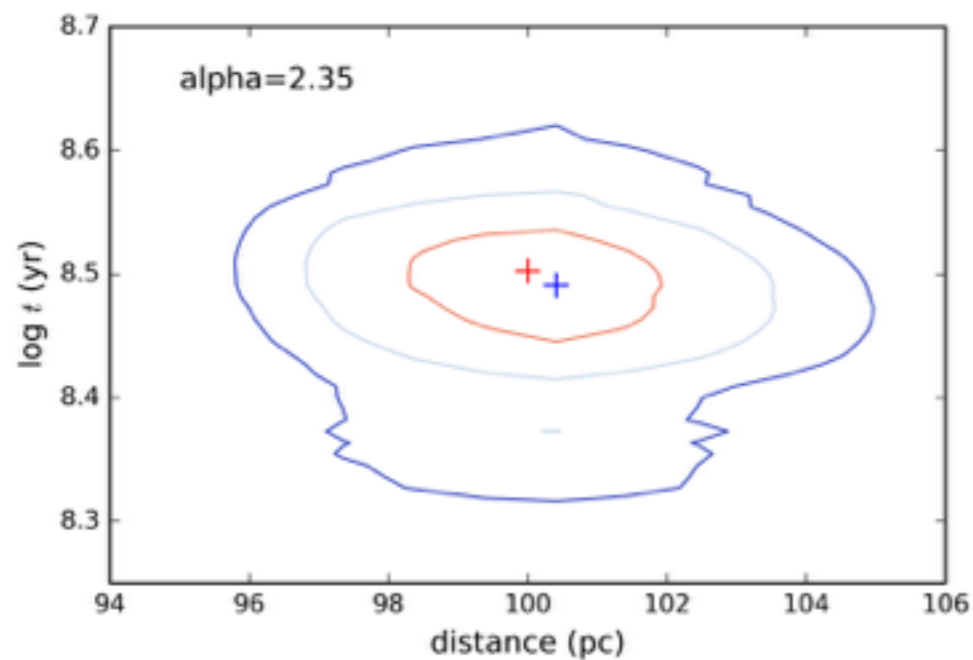
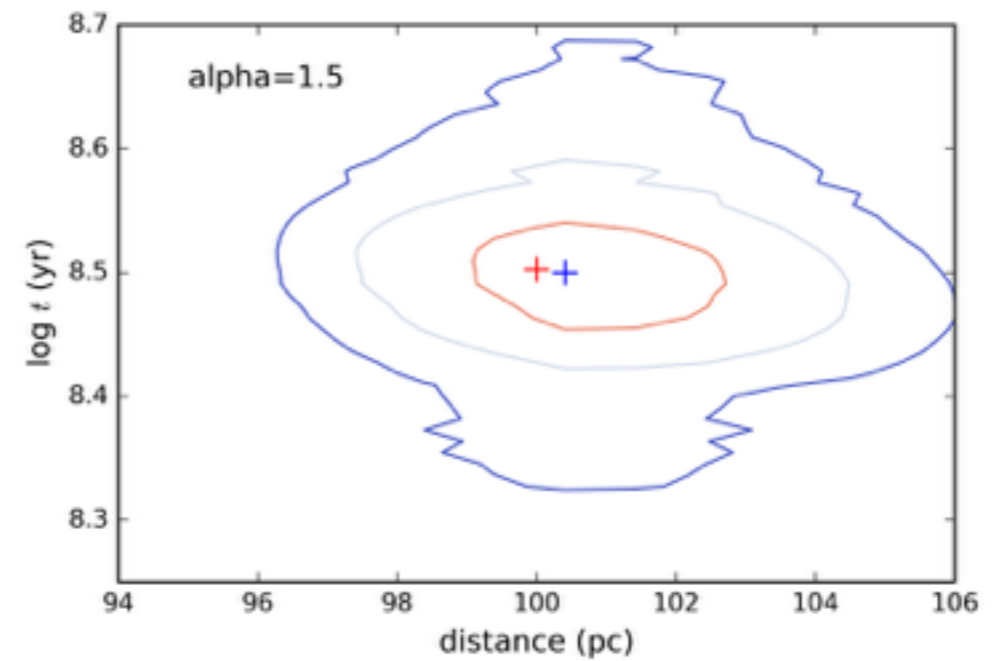
To be continued

- Debug;
- 可以将每一个观测点在参数空间内展开，这样不会损失观测误差的信息；
- 可以将多波段的测光信息同时考虑进来。

Thank you!

Result

不同alpha的contour



Result - M67

