

LHAASO 对 AGN 探测的预测

赵熠

合作者：袁强 毕效军 祝凤荣 贾焕玉

2016-8

内 容

- 一、 AGN 简介
- 二、 LHAASO 简介
- 三、 LHAASO 探测 AGN 预研
- 四、 总结与讨论

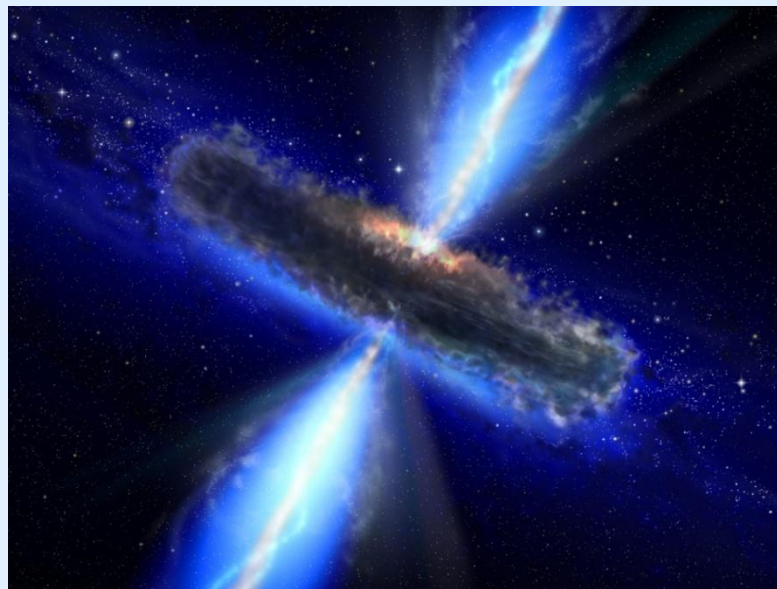
一、AGN (Active Galactic Nuclei)

1、简介。

宇宙天体中约2%的星系有剧烈活动，主要物理特征呈快速、明显的变化，我们称其为活动星系。

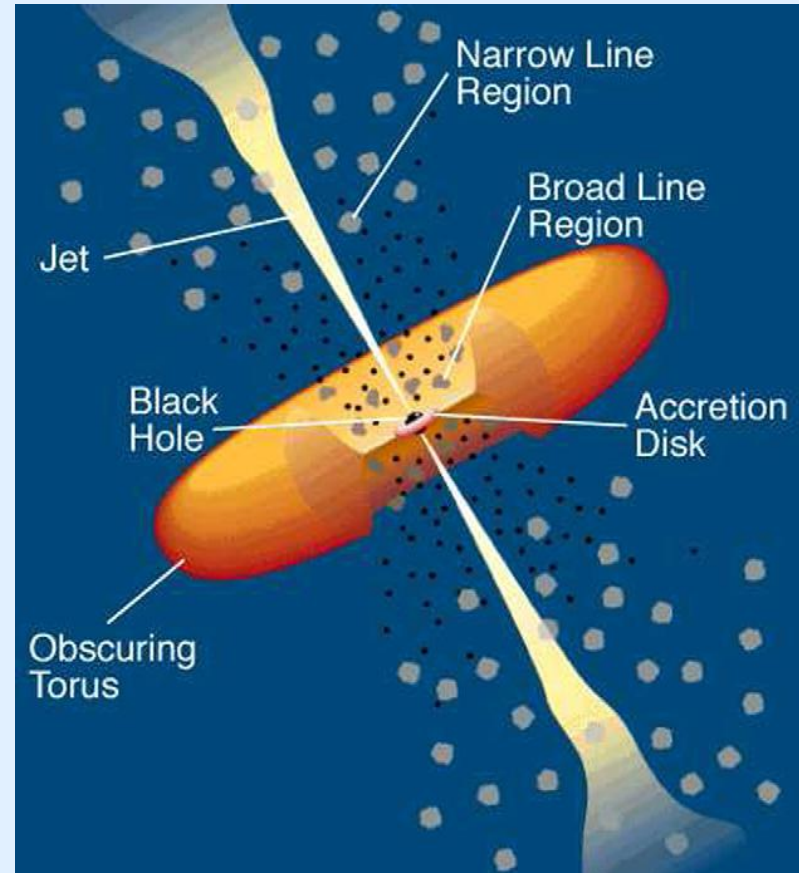
活动星系主要特征：星系核的剧烈活动与爆发，小范围高能量，活动期间发出的能量比银河系整个生存期间施放的总能量还要高。

观测到的河外高能伽马源主要是AGN。



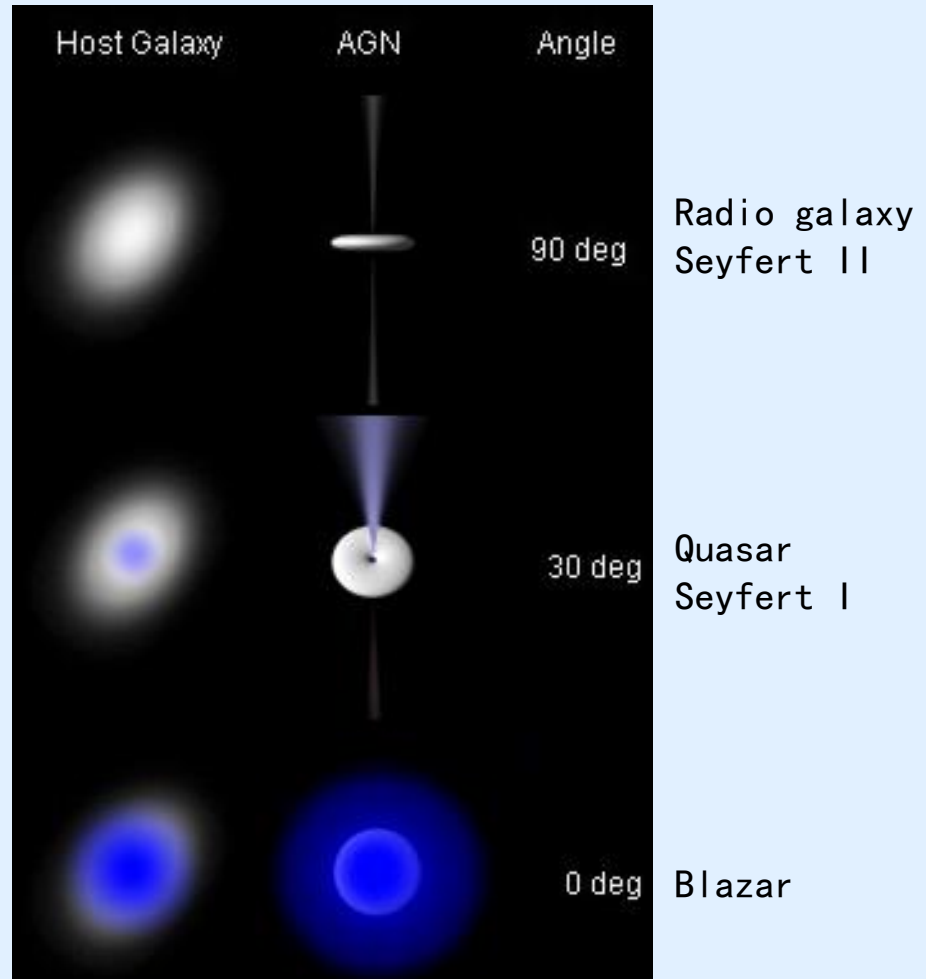
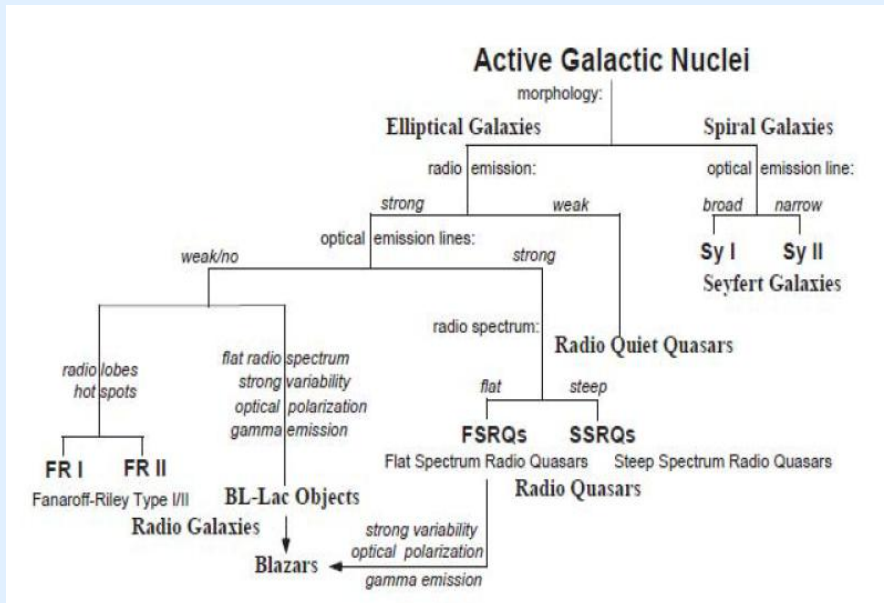
2、结构模型。

- 中心黑洞
 $10^5 \sim 10^9 M_{\odot}$
- 吸积盘
 $10 \sim 1000 R_s$ 、发出X射线、
紫外、光学等波段的辐射
- 喷流
 $0.1 \sim 10^6 pc$ 、强同步加速辐射、
频谱覆盖所有波段
- 宽线区
电子密度 $10^9 \sim 10^{10} cm^{-3}$ 、
分布在黑洞附近 $0.1 \sim 1 pc$ 的范围
- 窄线区
电子密度 $\leq 10^5 cm^{-3}$ 、
分布达几个 pc
- 尘埃环
内半径 $1 pc$ 、外半径 $50 \sim 100 pc$ 、
发出红外到毫米波辐射



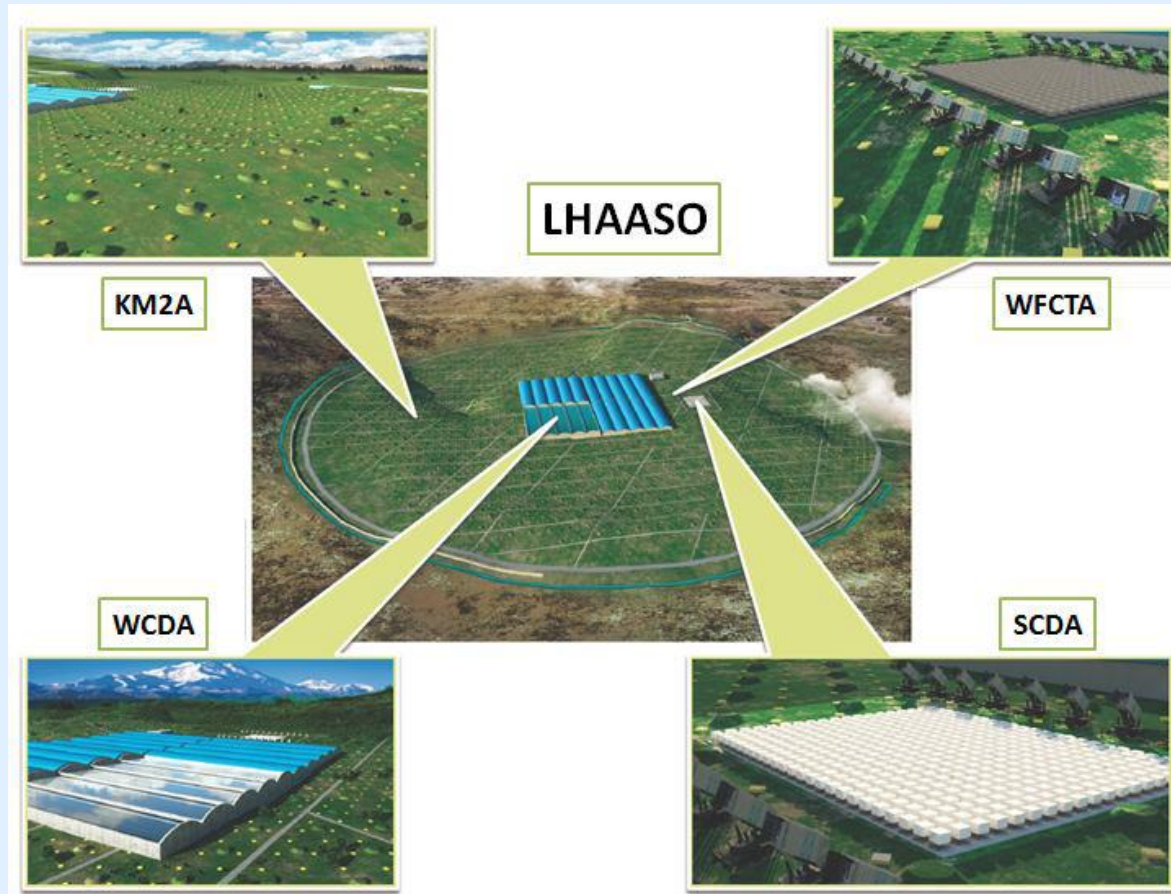
3、A G N 研究的困难性及分类。

- 非热辐射、成分无法靠光学光谱确定。
- 能量的产生机制不是很明朗。
- 短时间内强烈的可变性。
- 喷流的各向异性。



二、LHAASO

1、LHAASO 简介。



2、LHAASO 物理目标。

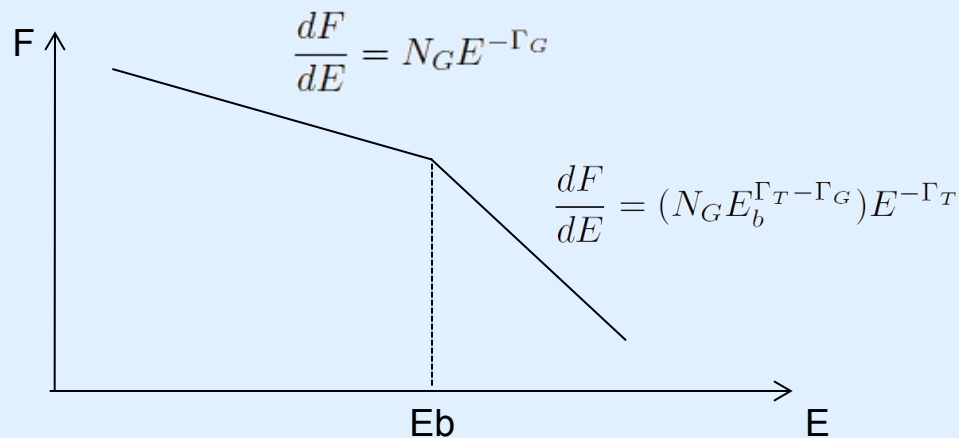
- 借助对 γ 源宽范围能谱的精确测量来发现宇宙线源；
- 寻找新的 γ 射线源；
- 对宇宙线膝区能谱的精确测量；
- 对宇宙线各向异性的测量；
- 探索银河系内暗物质团状结构；
- 开展气象、空间、生物等交叉学科的研究；
-

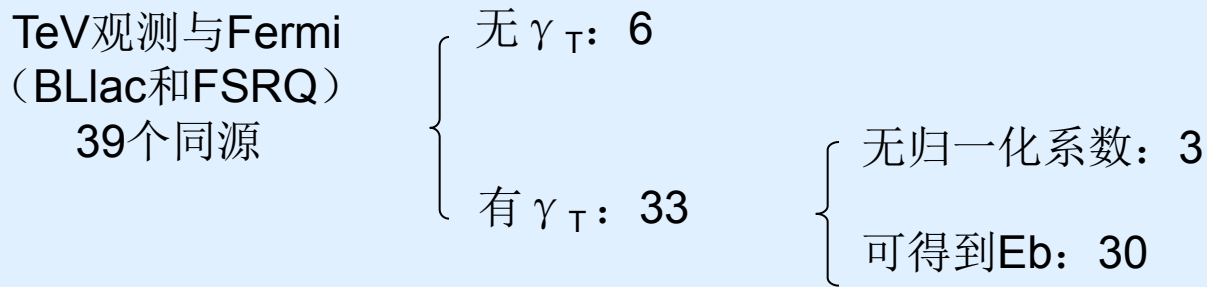
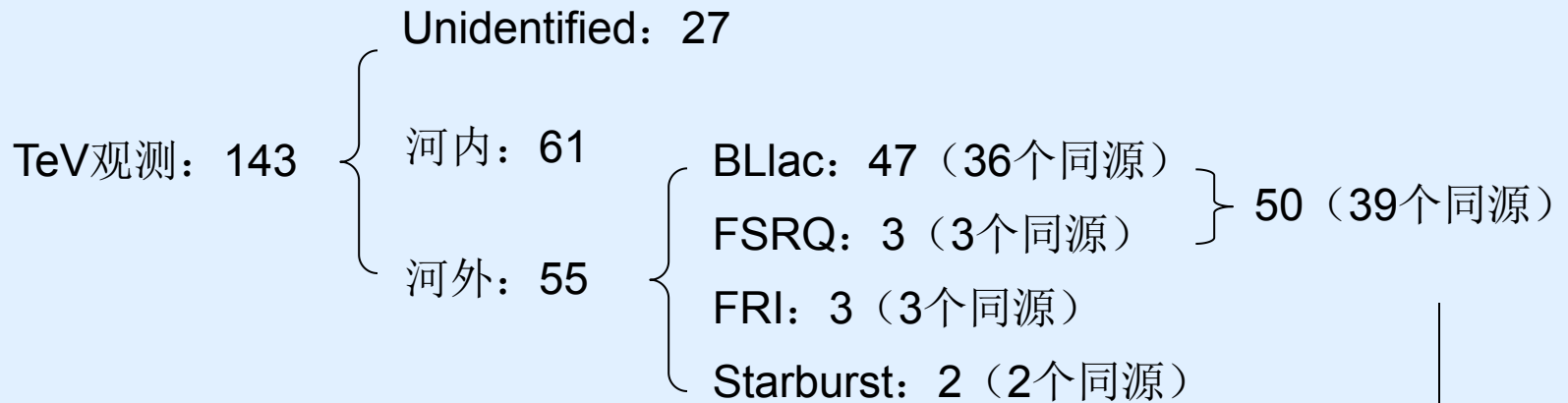
三、LHAASO 探测 AGN 预研

将Fermi观测到的AGN延伸至TeV能段。

方法一：

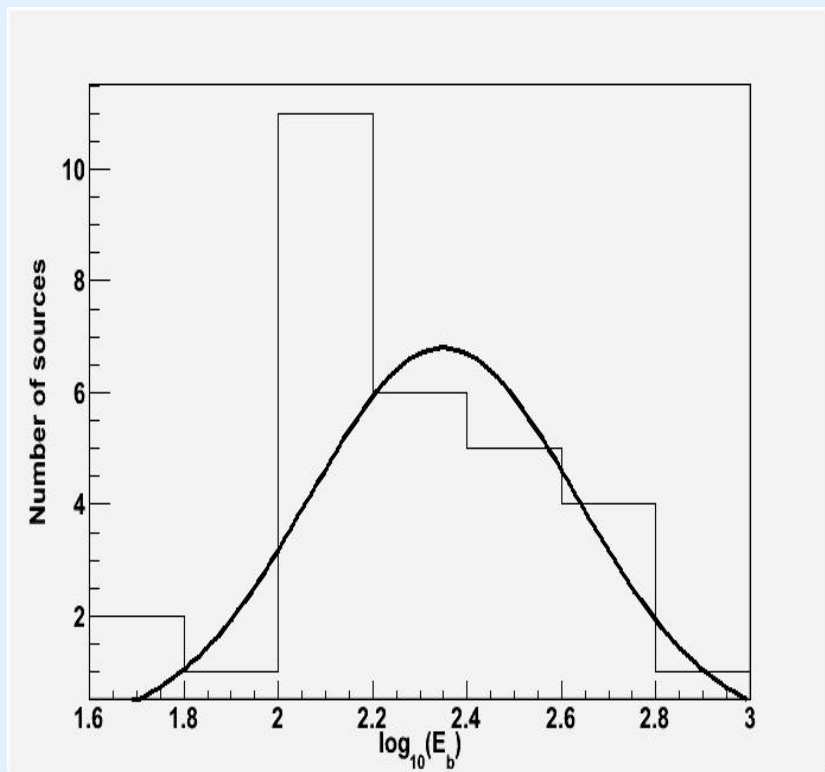
找出TeVCat和2LAC同源的能谱在GeV能段和TeV能段的交点能量 E_b 。用抽样的方法得到AGN中其余 γ 源（主要是BL Lacertae object）的 E_b 和TeV能谱指数 γ_T ，从而将能谱从GeV能段延伸至TeV能段。



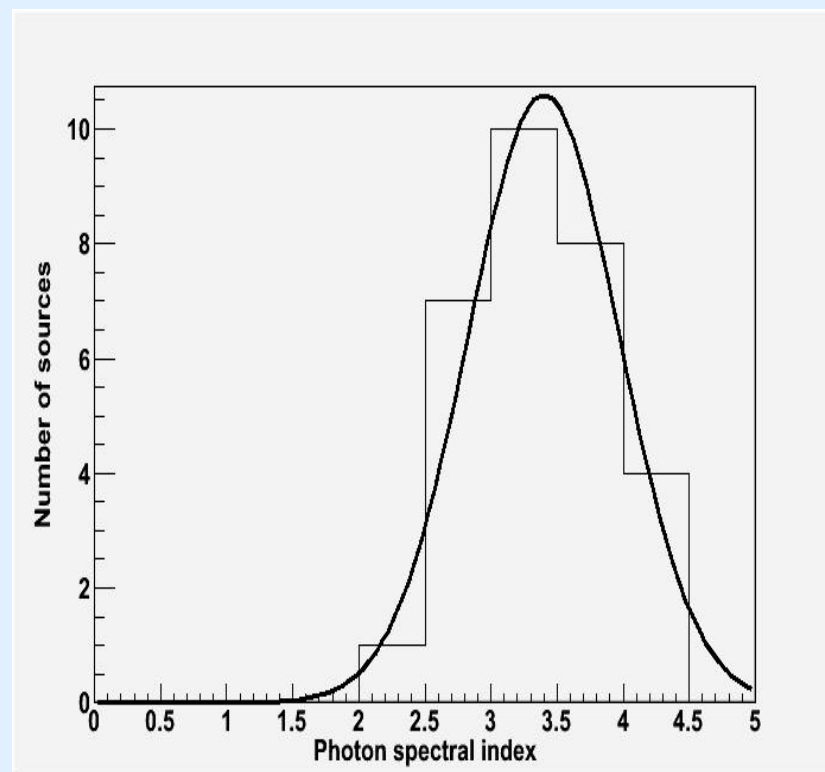


(微分能谱: $dF/dE=N \cdot E^{-\gamma}$, N为归一化系数)

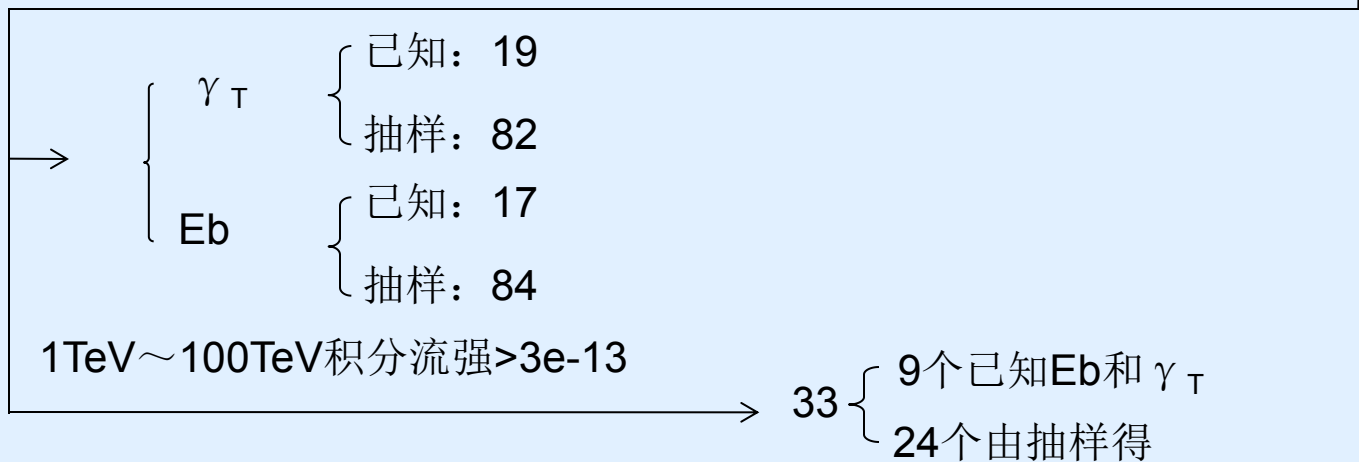
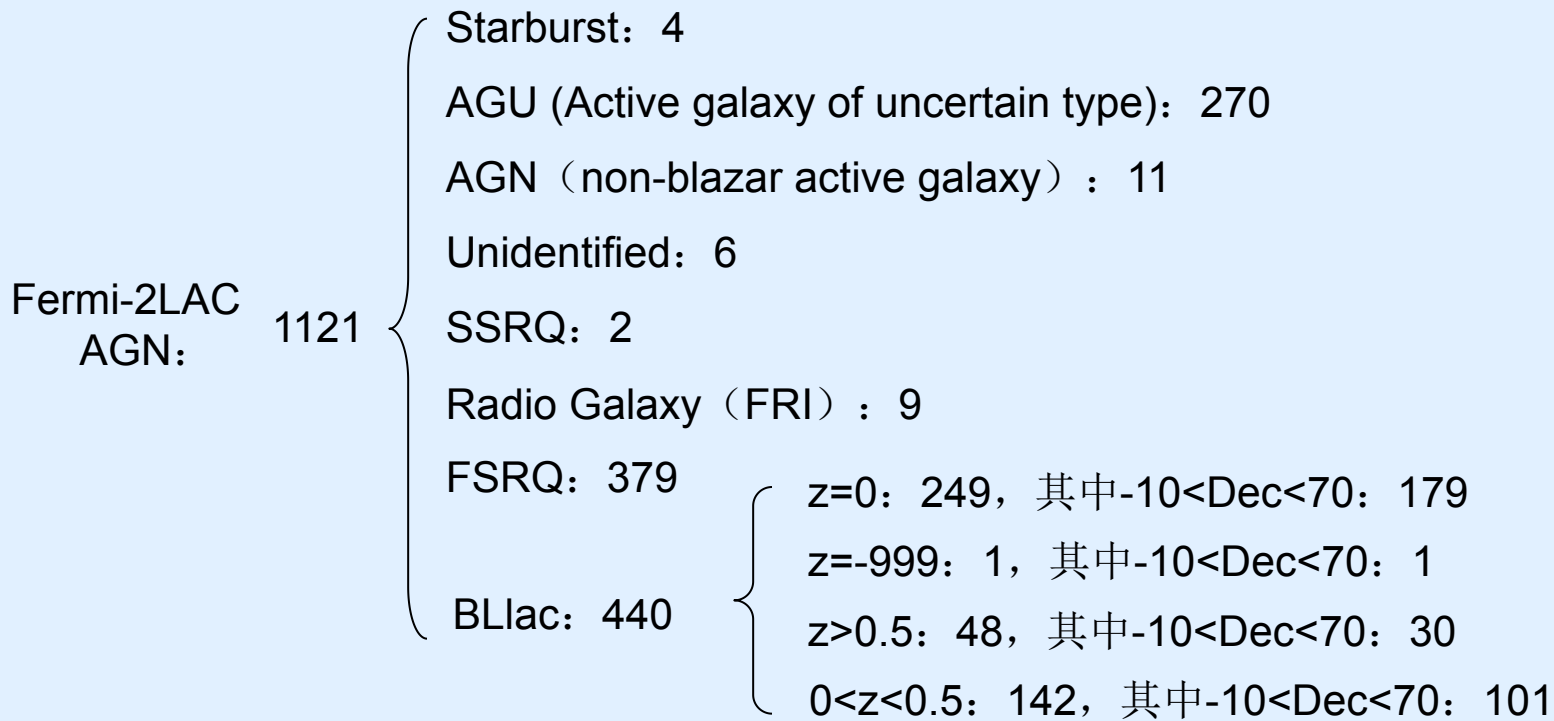
同源的Eb和TeV能谱指数分布：



30个源的Eb分布



30个源的 γ_T 分布



Fermi-2LAC中的
440个BLlac

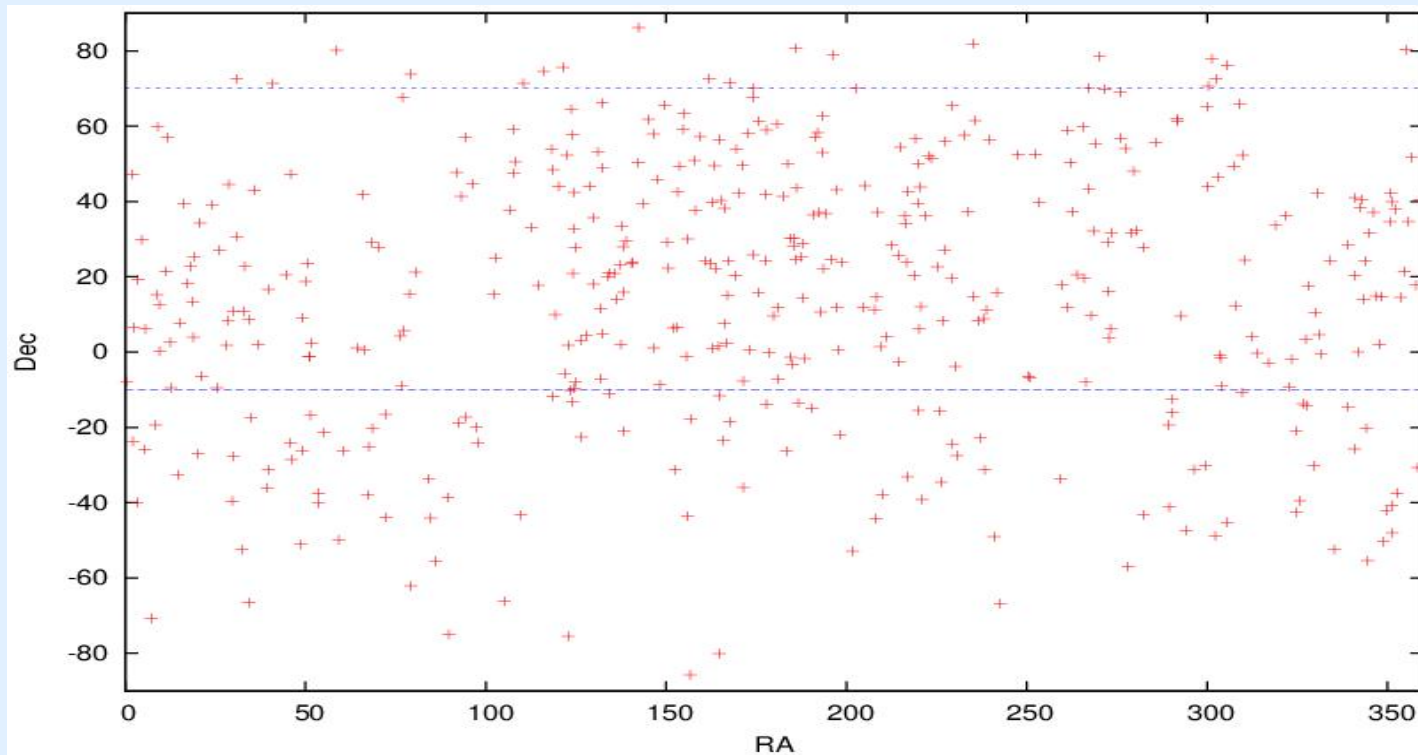
视场外: 129

$-10 < \text{Dec} < 70$: 311

$z=0$: 179

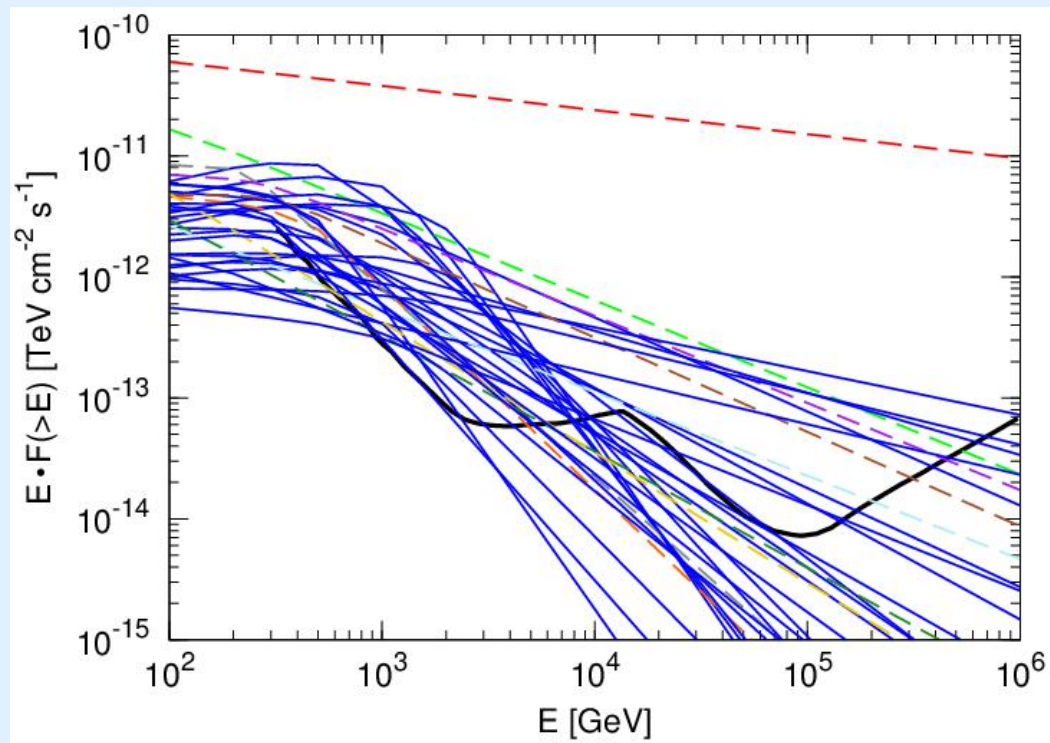
$z=-999$: 1

$z > 0$: 131



440个BLlac的位置分布, 约有70%分布在 $-10 < \text{Dec} < 70$ 范围内

方法一结果：



9个非抽样的源：

红：Mkn 421；绿：Mkn 501；紫：1ES 1959+650；

橙：W Comae；褐：1ES 2344+514；灰：H 1426+428；

天蓝：1H 0658+595；深绿：1ES 1215+303；深黄：PG 1218+304

黑：LHAASO灵敏度

蓝：抽样源

33个源（9个非抽样、24个抽样）

方法二：

用EBL吸收模型将2LAC中的BL lac和FSRQ能谱延伸至TeV能段。

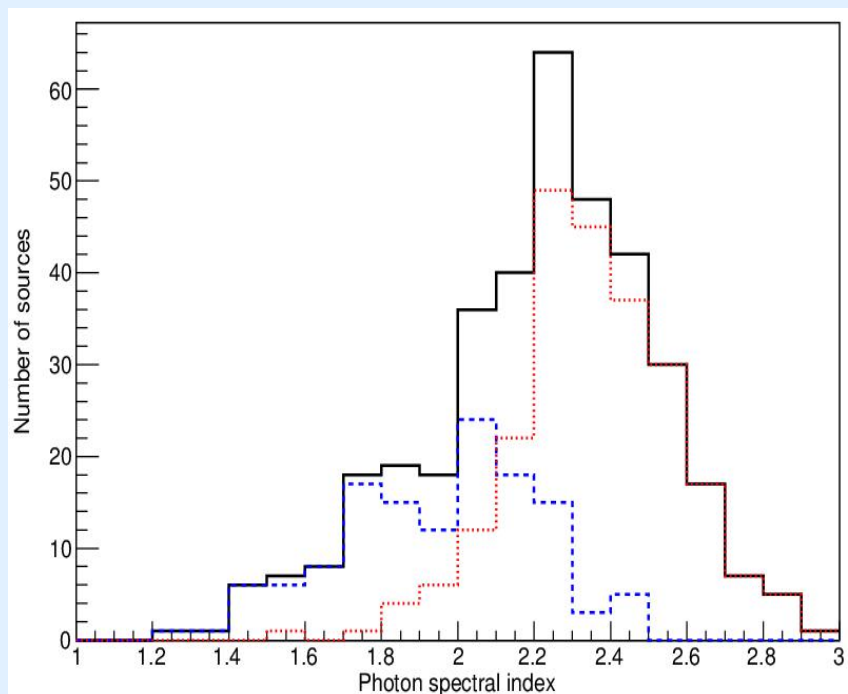
$$F_{obs} = e^{-\tau} F_{int}$$

其中： $\tau(E, z) = \int dl \int d \cos \theta \frac{1 - \cos \theta}{2} \int d\epsilon n(\epsilon, z) \sigma(E, \epsilon, \cos \theta)$

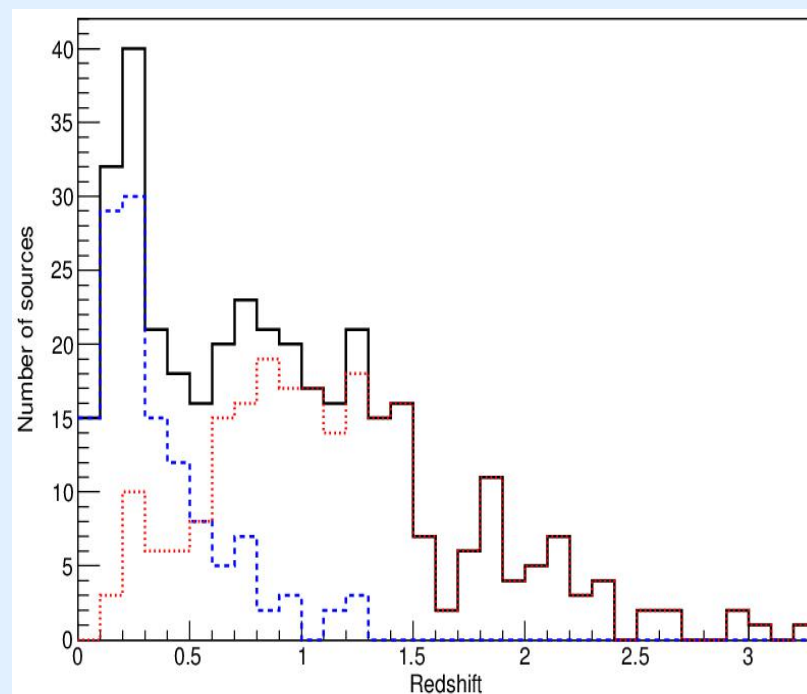
$$dl = c dt = \frac{c}{H_0} \frac{dz}{(1+z) \sqrt{0.28(1+z)^3 + 0.72}}$$

视场内且红移 $z > 0$ 的源有368个（BLlac：131个；FSRQ：237个）

368个源的Fermi能谱指数分布和红移分布（蓝色：BLlac，红色：FSRQ）：

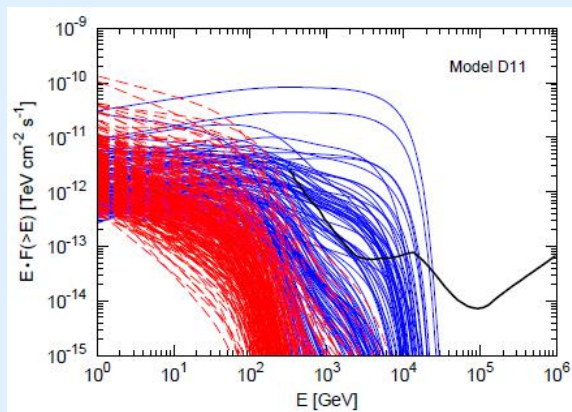


能谱指数分布

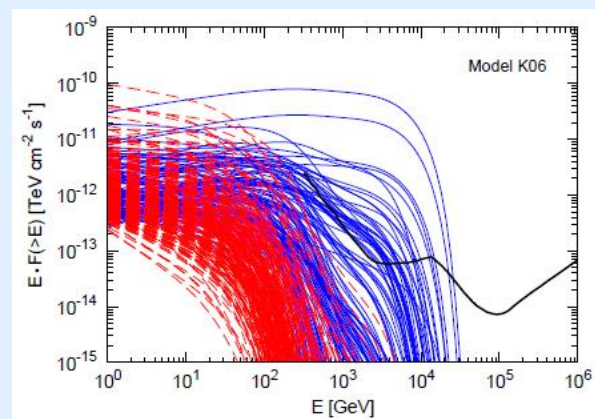


红移分布

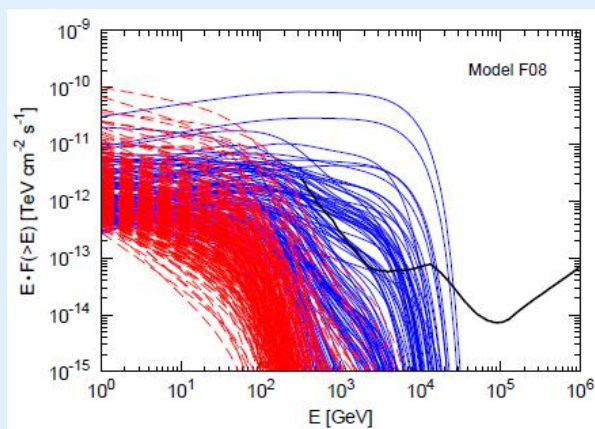
方法二结果（五个EBL模型：D11, K06, F08, F10, G12）：



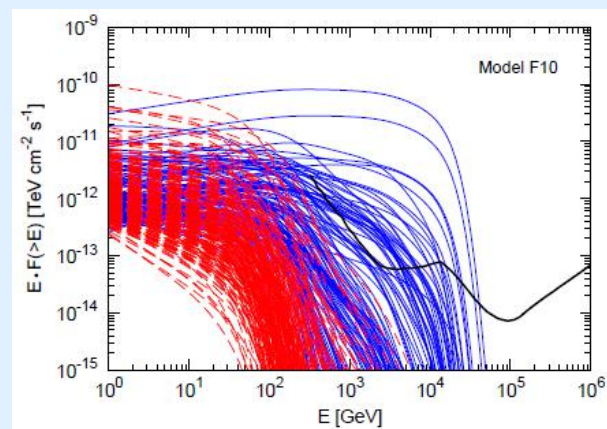
D11 38个源



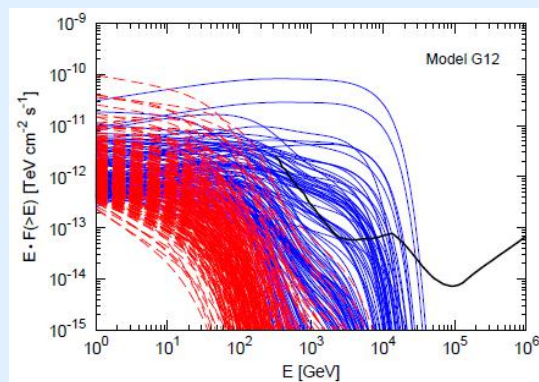
K06 33个源



F08 39个源



F10 34个源



G12 40个源

Table 1. Number of BL Lacs for 1 year and 4 year observation.

EBL model	No. for 1 yr survey (LHAASO)	No. for 4 yr survey (LHAASO)
K06	33	38
F08	39	44
F10	34	43
D11	38	44
G12	40	44

2FGL: 1873

3FGL: 3034

2LAC: 1121

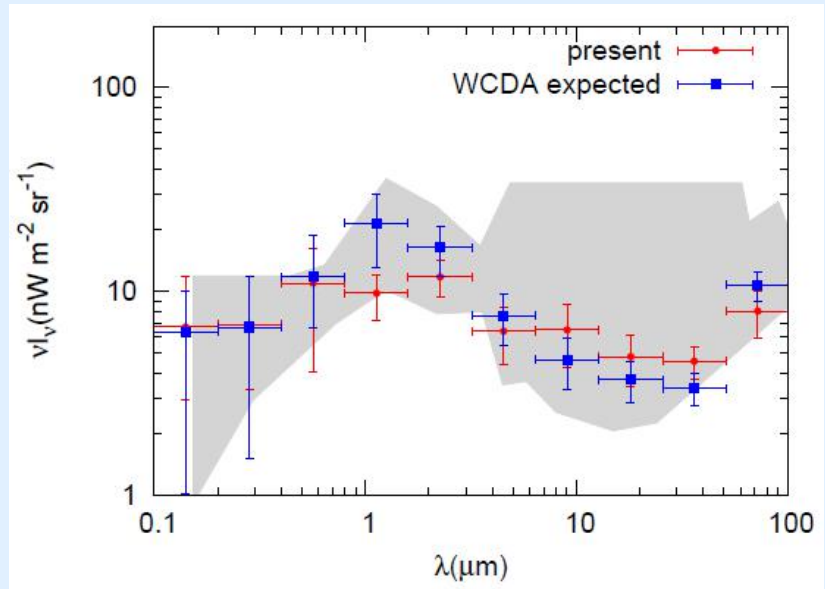
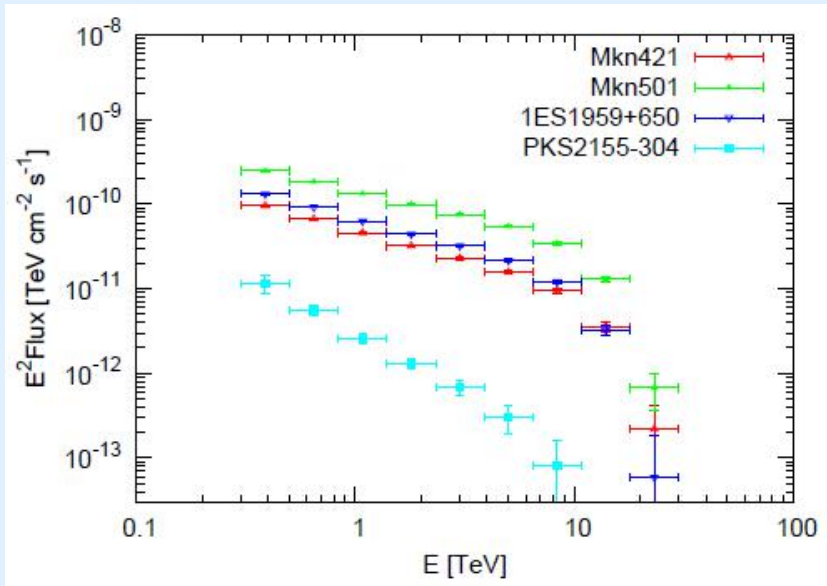
3LAC: 1773

Compare 2LAC and 3LAC
(1 yr survey)

2LAC, $-10 < \text{Dec} < 70$, $z > 0$: 131 BL Lacs { D11: 38
G12:40

3LAC, $-10 < \text{Dec} < 70$, $z > 0$: 227 BL Lacs { D11: 45
G12:47

Spectrum and constraints on the EBL intensities



Simulated energy spectra of 4 AGNs by LHAASO-WCDA.

Comparison of the constraints on the EBL intensities by fitting the energy spectra from the present measurements and the WCDA simulated ones. The shade is the range between upper and lower limit from experimental measurements.

四、总结与讨论

总结：

- 在视场内、红移 $z>0$ 的BLlac中，约30~40多个在LHAASO灵敏度内，视场内另外一半多无红移记录的BLlac未考虑。
- 视场内红移 $z>0$ 的（约300个in 2LAG）FSRQ均不在LHAASO灵敏度内。
- 未确定类型的AGN未考虑在内。
- 若简单的按比例预计无红移记录的BLLac和未确定类型的AGN，总的可探测源大约可达到100个。

讨论：

- 对于方法一，GeV能段是长时间平均的观测结果，而TeV辐射多是某次耀发的结果，并且GeV和TeV一般不是同时观测。
- 对于方法二，我们根据GeV的结果直接外推得到的是长期平均的流强，耀发现象没有考虑，这可能导致可探测性低估，但经过以流强放大十倍持续一周的情况预测，不会有明显的低估；另一方面，这种外推忽略了可能存在内禀的转折现象，这又会导致高估可探测性。

谢谢！