

GECAM在轨触发定位软件

2020-11-1

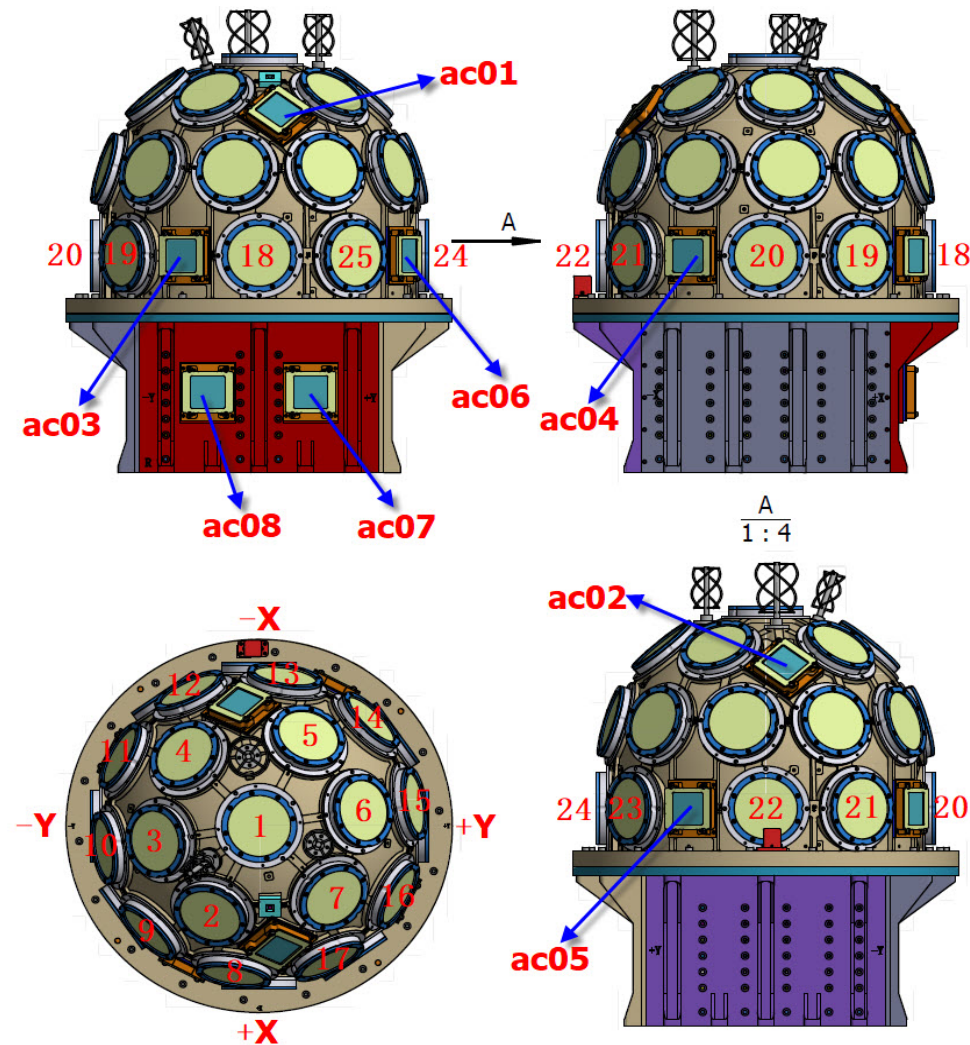
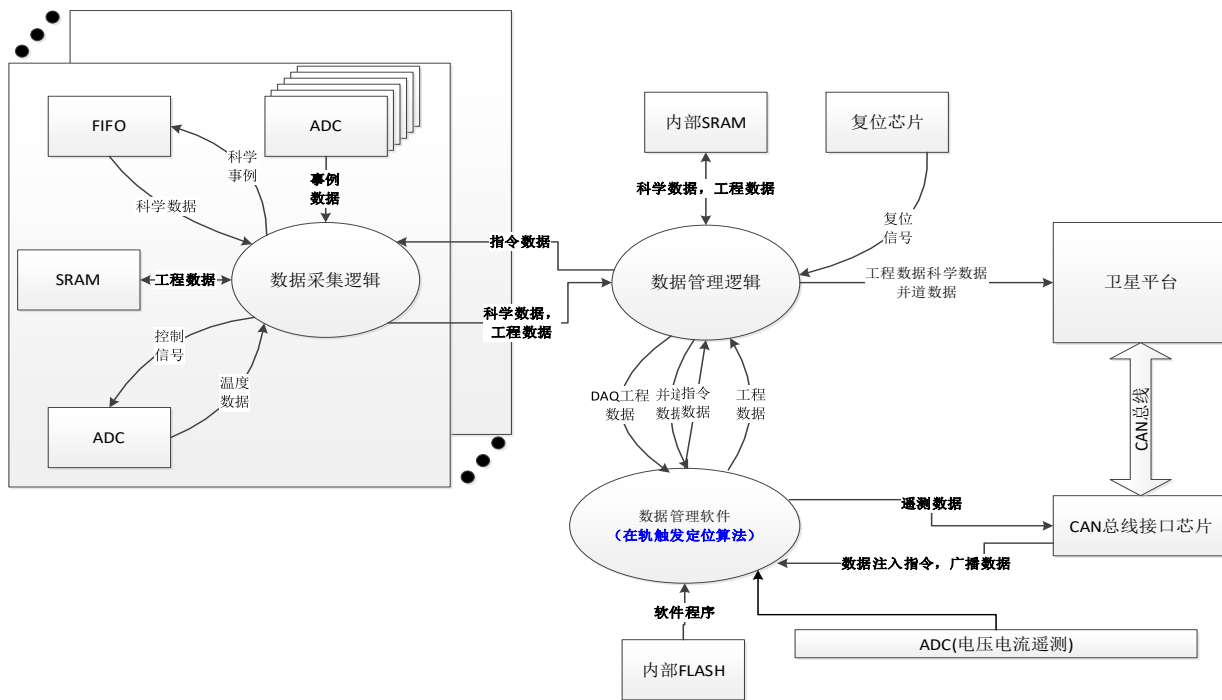
GECAM项目

中科院高能所

科学需求

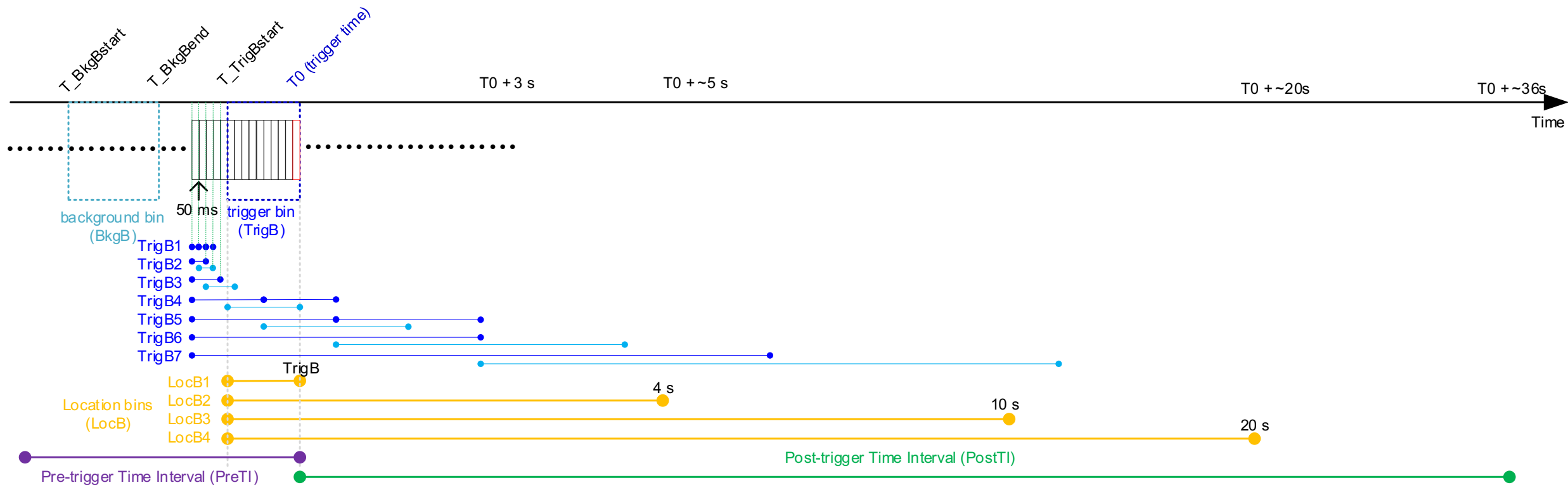
- 触发和定位计算
- 触发判别功能
- 可判断触发持续时间
- 一类短报文或二类工程数据
- 重要参数可调节和软件可更新

在轨触发定位软件与系统关系

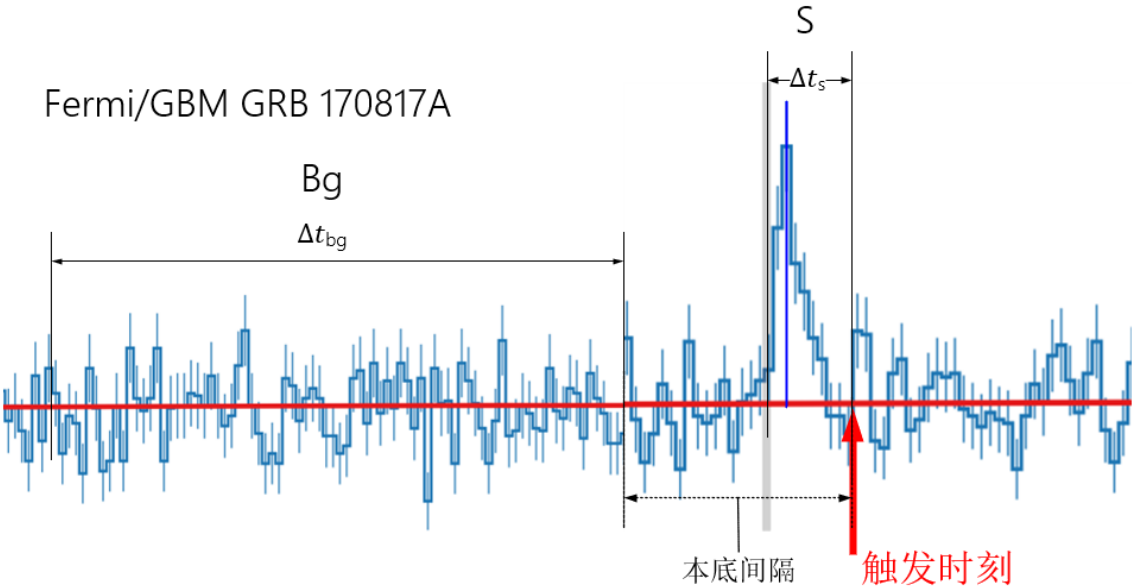


运行于电子学舱内的单片机中
单片机型号: SAMV71Q21RT-DHB-SV

本底估计、触发和定位计算



触发判断



$$\frac{S}{N} = \frac{N_{net}}{\sigma_{N_{net}}} = \frac{N_{tot} - \frac{N_{bkg}}{t_{bkg}} * t_{tot}}{\sqrt{(\sqrt{N_{tot}})^2 + \left(\frac{\sqrt{N_{bkg}}}{t_{bkg}} * t_{tot}\right)^2}}$$

触发后进行相邻判断及触发区域判选(设为开时)

功能：根据触发参数表及算法公式计算显著性，进行触发判断；

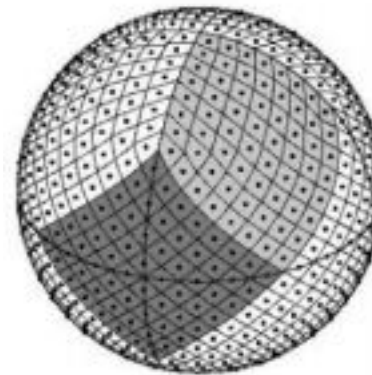
可调参数：

1. 超过显著性阈值的探测个数：4；
2. 触发参数表（能区、显著性阈值、开关）；
3. 25个GRD探测器的触发计算的开关标记可调。

触发时标 ^o	起始能道 ^o	结束能道 ^o	能区(keV) ^o
50 ms ^o	1 ^o	5 ^o	8-250 ^o
	3 ^o	5 ^o	25-250 ^o
	1 ^o	2 ^o	8-25 ^o
	0 ^o	1 ^o	4-15 ^o
其他时标 ^o 100 ms, 200 ms, 500 ms, 1 s, 2 s, 4 s ^o	1 ₁	5 ₁	8-250 ₁
	3 ₁	5 ₁	25-250 ₁
	2 ₁	4 ₁	15-100 ₁
	1 ₁	2 ₁	8-25 ₁
	0 ₁	1 ₁	4-15 ₁

触发参数表时标及能区（v2并道映射表）

定位计算

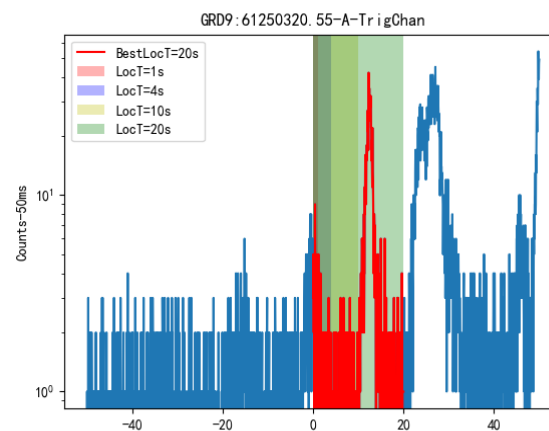


- 将某一定位时标下，每个方向的模板计数归一到实测的M个GRD探测器的净源计数 ($f_{i, \text{实测}}$, $i=0,1,2,\dots,M-1$) 的均值，归一因子 $F_i = \overline{\text{实测}} / \overline{\text{模板}}$ ，其中， $\overline{\text{模板}}$ 是某种入射方向、某种谱形M个探测器的算术平均， $\overline{\text{实测}}$ 是实测的M个GRD探测器净源计数的算术平均值。
- 则卡方计算公式为：

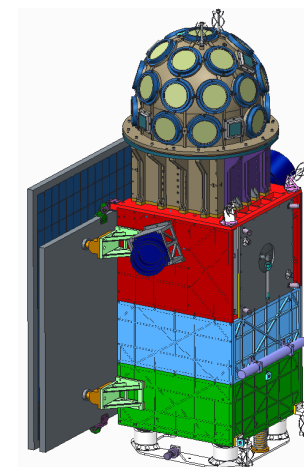
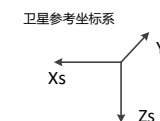
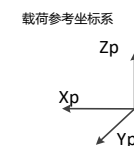
$$\chi^2 = \sum_{i=0}^{M-1} \frac{(f_{i, \text{实测}} - f_{i, \text{模板}} \times F_i)^2}{\sigma_i^2}$$

- 定位时标共有四种：触发时标, 4 s, 10 s, 20 s;
 - 信噪比最好为最佳定位时标
- 坐标转换
 - 姿态四元数时刻：~最佳定位时标中间时刻
- J2000系定位结果用于触发分类中

将入射方向划分成若干个等立体角单元（星上定位采用healpix划分方案），根据预设的伽马暴能谱形状，模拟伽马暴由这些方向入射在各个GRD探测器上的计数

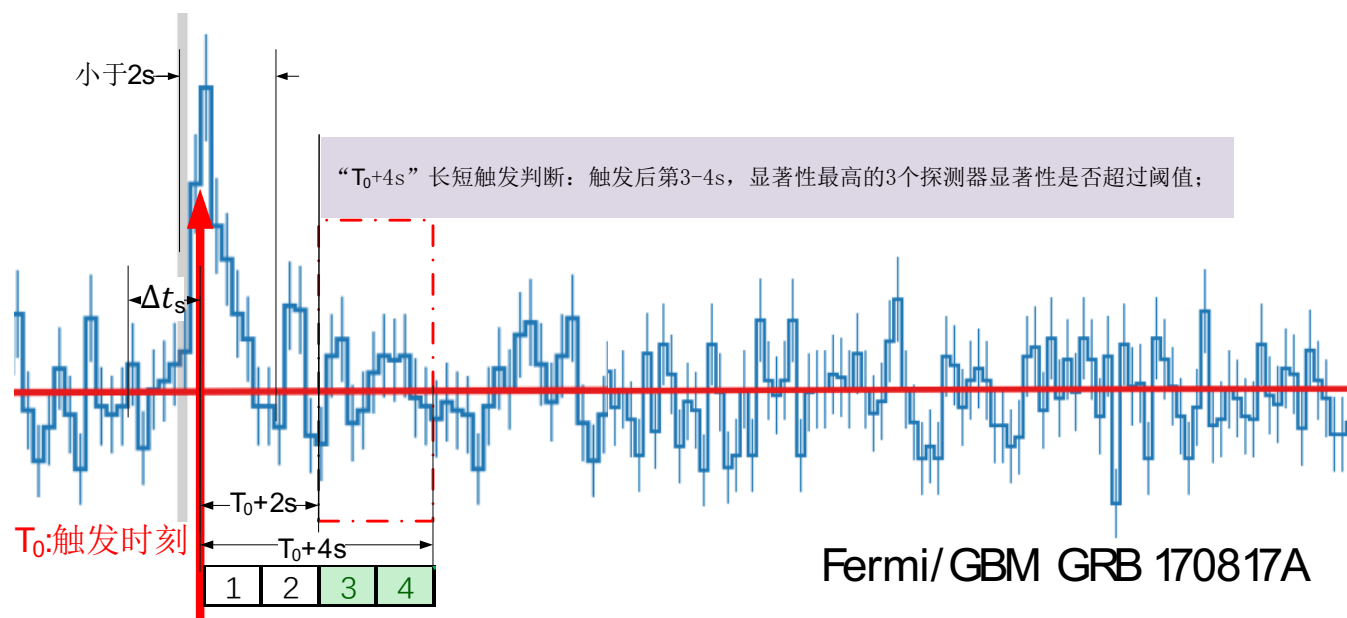


2020-10-16 正样双星联合X光管模拟伽马暴
触发定位测-short_2832/long_2832次触发的最佳定位时标



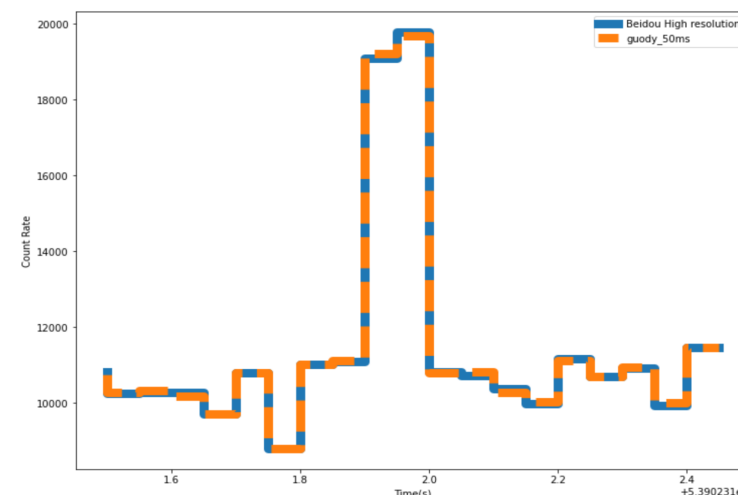
- ✓ 定位模板：3*3072*26*2字节可更新；
- ✓ 定位时标可调；
- ✓ 定位算法能道范围可调；
- ✓ 25个GRD探测器的定位计算的开关标记可调；

“ T_0+4s ” 长短触发判断



功能: 触发且过2秒之后, 根据触发算法计算显著性最高的3个探测器在第3-4 s之间的显著性, 如果3个探测器的显著性全都不超过阈值 (可调参数, 初值: 3倍显著性) 或 “强制发送短触发短报文开”, 则判断为短触发, 否则判断为长触发。

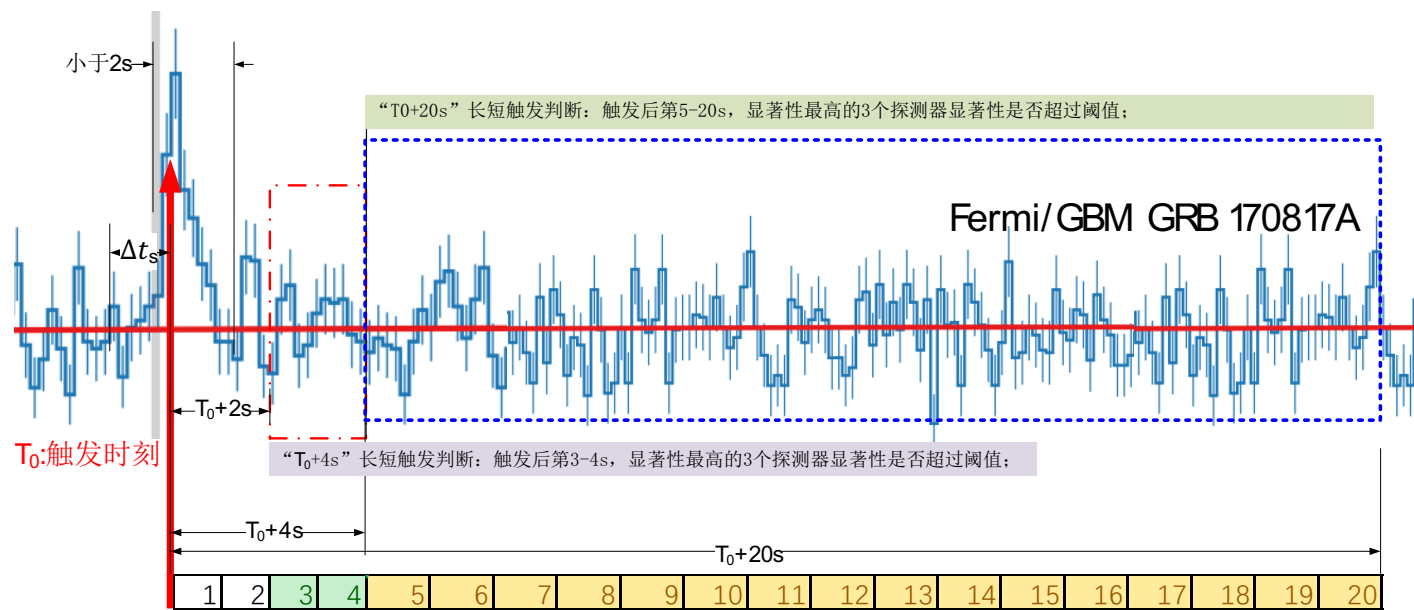
对于一类短触发, 需从数管FPGA获取感兴趣时间范围内的高精度光变数据, 根据压缩方案处理后组织为短报文, 发送给卫星平台。



2020-09-15 正样X光管模拟伽马暴触发测试 short_3048次触发的高精度光变曲线

- ✓ 短触发显著性阈值可调;
- ✓ 高精度光变的时间范围可调;
- ✓ 高精度光变峰值前半部分时间长度可调;
- ✓ 高精度光变的时间bin宽度可调;
- ✓ 压缩算法方案可调整
- ✓ 压缩算法随机采样率可调

“ T_0+20s ” 长短触发判断



✓ 短触发显著性阈值可调;

触发且过4秒之后，根据触发算法计算显著性最高的3个探测器在第5-20 s之间的显著性，及强制长短触发短报文发送开关标记和“ T_0+4s ”分类结果，给出“ T_0+20s ”的长短触发判断结果

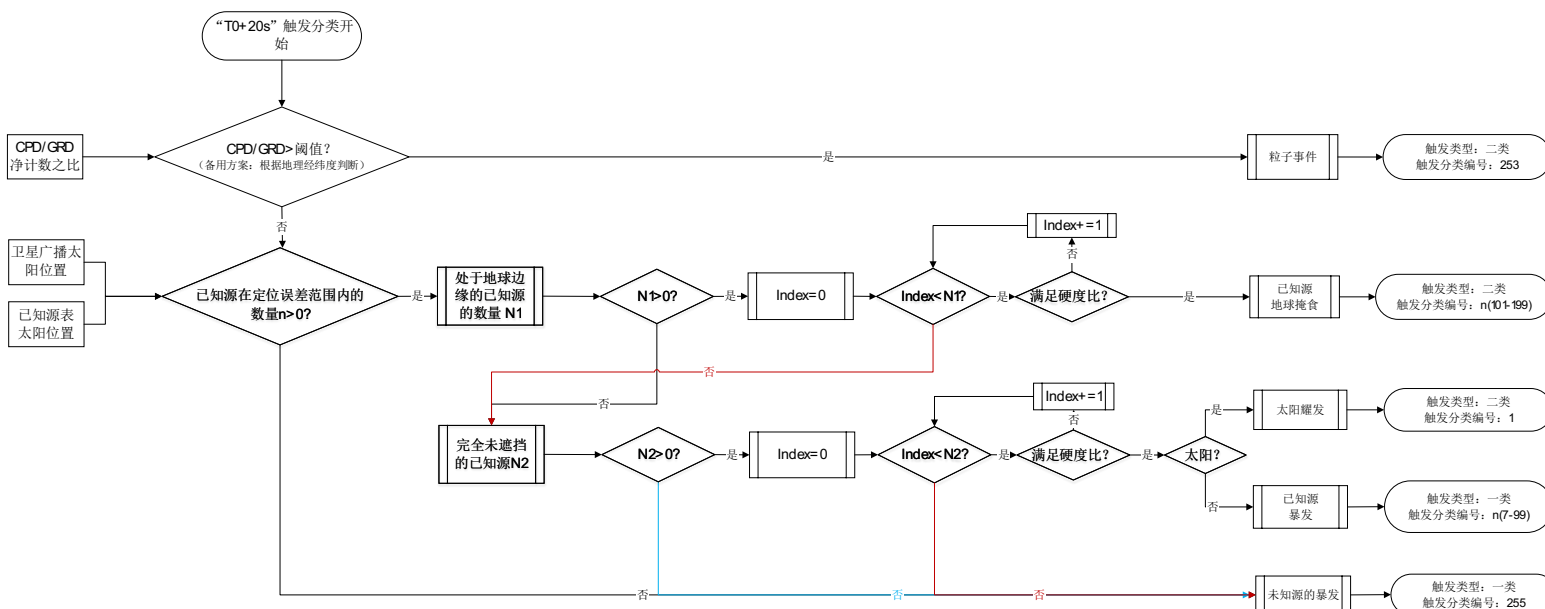
1. 如果“ T_0+4s ”判断为短触发，“ T_0+20s ”判断为短触发，则结束本次触发;
2. 如果“ T_0+4s ”判断为短触发，“ T_0+20s ”判断为长触发，则进入“ T_0+20s ”触发分类流程。

“T0+20s” 触发分类

触发源的分类及编号

序号	触发源的分类	编号	触发类别开关标记 (二类0x0A /一类0x5A)
0	已知天体源的暴发	7~99	初值: 0x5A/一类, 在轨可调
1	未知天体源暴发 (GRB、磁星暴发、重要天体源暴发)	255	初值: 0x5A/一类, 在轨可调
2	粒子事件	253	初值: 0x0A/二类, 在轨可调
3	已知天体源的地球掩食	101~199	初值: 0x0A/二类, 在轨可调
4	太阳耀斑	1~5	初值: 0x0A/二类, 在轨可调

- ✓ 4s时间范围的CPD/GRD计数之比的阈值可调
- ✓ 20s时间范围的CPD/GRD计数之比的阈值可调
- ✓ 8个CPD的计数率之比选用标记（8bit）可调
- ✓ 已知源数据表（是否开关）可调
- ✓ 硬度比计算的能道范围可调
- ✓ 掩食边界角度下限（初始值112°）可调
- ✓ 掩食边界角度上限（初始值115°）可调
- ✓ 最佳定位时标内硬度比上下阈值可调
- ✓ 定位范围（初始值：0.5倍定位误差）可调
- ✓ 触发分类类别可调

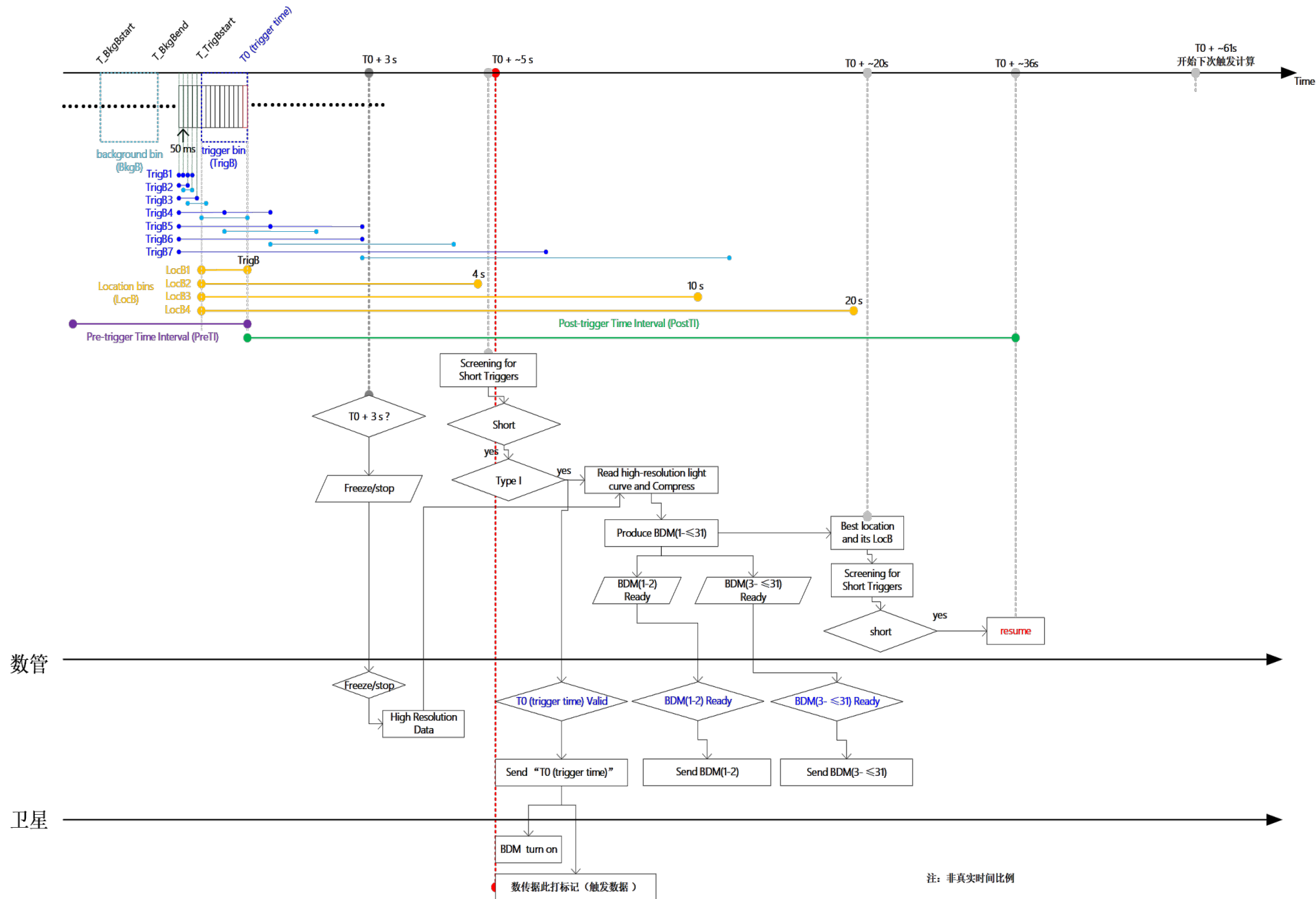


触发分类中的GRD能区选择

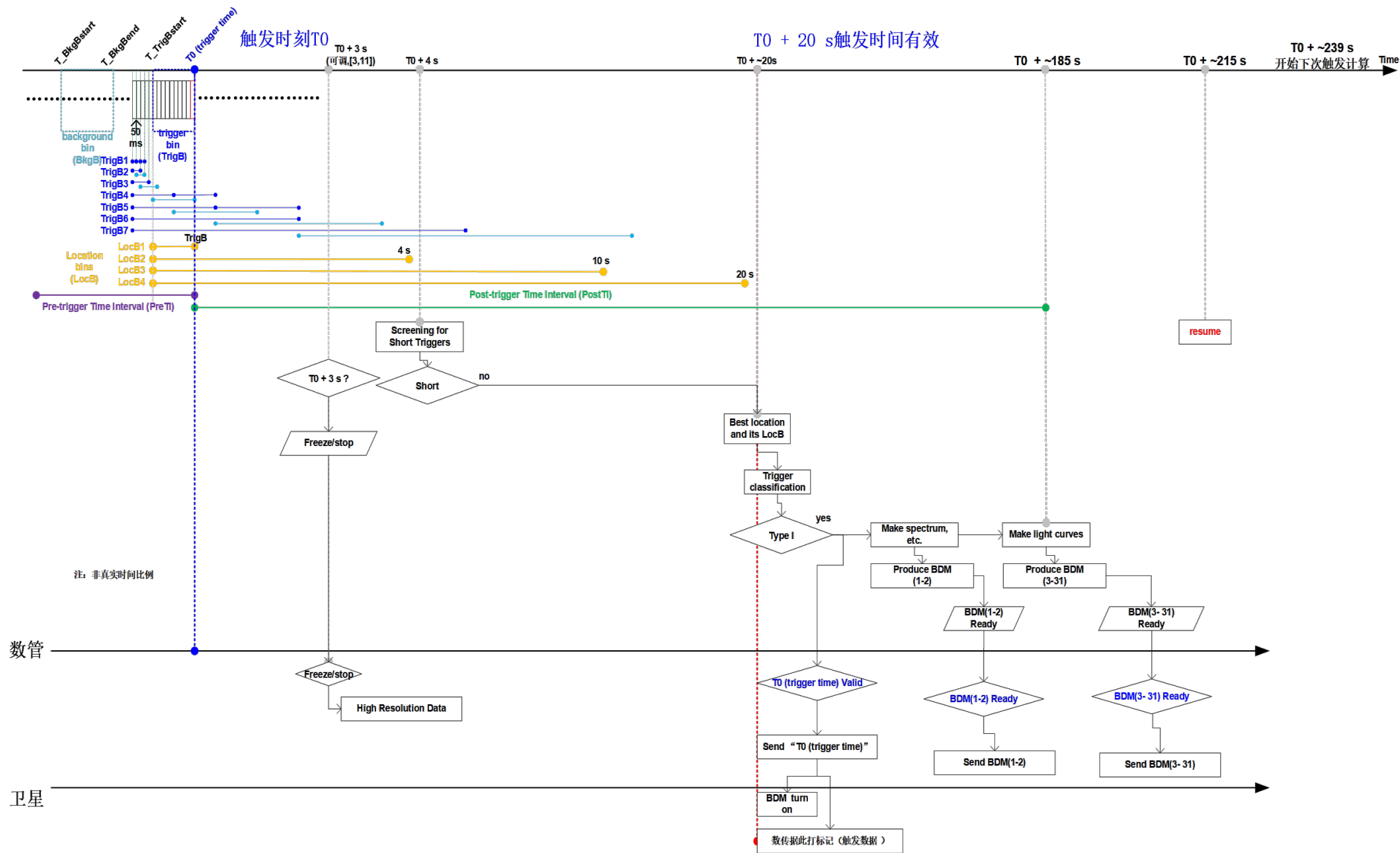
道数	能量范围 (keV)	CPD/GRD计数之比GRD能区	GRD硬度比能区
0	4-8	√	-
1	8-15	√	L
2	15-25	√	L
3	25-50	√	H
4	50-100	√	H
5	100-250	√	H
6	250-800	√	-
7	800-2000	√	-

“T0+20s” 触发分类流程

短触发短报文处理流程

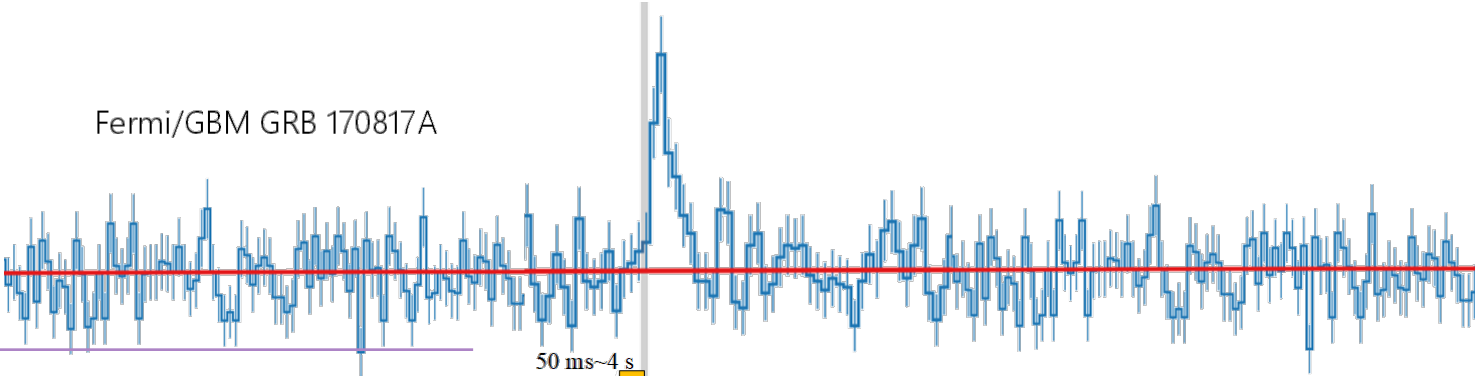


长触发短报文处理流程



短报文

Fermi/GBM GRB 170817A



序号	长短触发类别	短报文编号	格式编码(十进制)	主要信息
1	长触发(L)	1	1	触发信息、定位信息(最佳定位时标)、触发分类、显著性最高的3个GRD的能谱(最佳定位时标)
2	长触发(L)	2	1	触发信息、定位信息(最佳定位时标)、触发分类、显著性最高的3个GRD的能谱(最佳定位时标)
3	长触发(L)	3	2	显著性最高的3个GRD的光变
4	长触发(L)	4	3	显著性最低的3个GRD的光变
5	长触发(L)	5	4	N个CPD可调能区的光变之和
6	长触发(L)	6~30	5	25个GRD的光变
7	长触发(L)	31	0	姿态数据
8	短触发(S)	1	1	触发信息、定位信息(短触发最佳定位时标)、触发分类、显著性最高的3个GRD的能谱(短触发最佳定位时标)
9	短触发(S)	2	1	触发信息、定位信息(短触发最佳定位时标)、触发分类、显著性最高的3个GRD的能谱(短触发最佳定位时标)
10	短触发(S)	3~4	6	压缩算法方案、压缩前后数据长度、高精度光变的起始时间、短报文条数及高精度光变数据
11	短触发(S)	5~小于等于31	7	高精度光变数据

