

FAST 数字终端和科学数据说明文档

一、FAST 简介

FAST 的全称是“500 米口径球面射电望远镜”，口径是 500 米。实际观测的时候，变形为抛物面的区域的口径是 300 米，也就是说 FAST 的有效口径是 300 米。计算灵敏度的时候需要用有效口径。FAST 观测的天顶角最大不超过 40 度，部分观测模式不能超过 30 度，超过范围总控会报规划错误。

1.1 频段和接收机

FAST 目前使用的是 19 波束接收机，频率范围 1.05 GHz-1.45 GHz。

1.2 观测模式

目前已有的观测模式如下（括号中是观测模式的英文名称）：

- 漂移扫描 (Drift)
- 带角度漂移 (DriftWithAngle)
- 跟踪 (Tracking)
- 带角度跟踪 (TrackingWithAngle)
- 编织式扫描 (BasketWeaving)
- 运动中扫描 (OnTheFlyMapping)
- 多波束运动中扫描 (MultiBeamOTF)
- 源上-源外 (OnOff)
- 快照 (SnapShot)
- 多波束校准 (MultiBeamCalibration)
- 带角度保位漂移扫描 (DecDriftWithAngle)
- 快速校准 (SwiftCalibration)
- 太阳系跟踪 (SolarSysTracking)
- 太阳系漂移扫描 (SolarSysDrift)
- 沿赤纬快照 (SnapShotDec)
- 相位参考 (PhaseReferencing)

二、终端数据类型说明

FAST 目前使用的终端数据类型有：脉冲星 (psrfits)、谱线 (sdfits)、SETI (sdfits) 三种终端三类数据类型。谱线终端数据根据选用数据记录方式分为两种，spec(F)—全带宽全分辨率，spec(W+N)—全带宽低分辨率+可选窄带中心频率的高分辨率（根据观测需要可

自行设置窄带中心频率，默认为 1420.0MHz)。三种数据终端可以选择记录全部 19 波束的数据，也可以只记录中心波束 M01 的数据，由于 SETI 和 SPEC 使用的是相同计算资源，不能同时支持 SETI 和 SPEC 进行数据记录。

终端名称	参数说明	备注
psr	数据采样时间 49.152 us、98.304us 196.608us，默认为 4k 采样通道数	1k、2k、8k 采样通道数可选
spec(F)	500MHz，1024k 采样通道数，其 频率分辨率：476.837158203125Hz	500MHz 全带宽数据记录，以 F 标识的 FITS 文件
spec(W+N)	W:全 500M 带宽 N:31.25MHz 窄带带宽 64k 采样通道数 宽带频率分辨率： 7.62939453125kHz 窄带频率分辨率： 476.837158203125Hz	宽带和窄带同时记录，窄带默认中心频率为 1420.0MHz，也可自行设置。会记录下以 W 和 N 标识的两种 FITS 文件
SETI	采样时间 10s，65536k 采样通道数， 频率分辨率 7.450580596923828Hz	10s 精确时间为 10.200547328s 以 F 标识的 FITS 文件

三、数据记录终端参数设置说明

在上面已经介绍了目前支持使用的数字终端，在实际观测过程中，根据观测可选择一种数字终端，也可以选择多个数字终端组合的方式进行记录。

数字终端的参数说明如下：

- a. 数字终端选项：psr / spec/SETI;
- b. 脉冲星终端选项：1k/2k/4k/8k;
- c. 谱线终端选项：spec(F)/spec(W+N);
- d. 采样时间（sampling time）选项：
psr(1k): 49.152us、98.304us、196.608us;
psr(2k): 49.152us、98.304us、196.608us;
psr(4k): 49.152us、98.304us、196.608us;
psr(8k): 98.304us、196.608us;
spec: 0.1s/ 0.5s/ 1s,
注：0.1s, 0.5s, 1s 精确时间分别为 0.100663296s, 0.50331648s, 1.00663296s。
- e. rfgain: 数模转换的射频信号参数，范围：-11.5dB~+20dB，+代表放大，-代表衰减。该参数设置参考如下，L 波段流量小于 1Jy,脉冲星观测、谱线观测、漂移巡天 rfgain=15dB; 在 1Jy ~10Jy,rfgain=9dB;在 11Jy ~15Jy,rfgain=8dB;在 16Jy~30Jy 一般用 rfgain=4 dB。
- f. dgain : 脉冲星终端 8bit 数据信号调整参数，仅调整脉冲星数据信号。

脉冲星 1k 终端: 3C 源 49.152us 采样时间一般选 dgain=200; 98.304us 采样时间一般选 dgain=180; 196.608us 采样时间一般选 dgain=150。脉冲星观测，巡天观测，49.152us 采样时间，如果噪声管强度为 high，选 dgain=200; 强度为 low，选 dgain=230; 无噪声管，选 dgain=250。98.304us 采样时间，如果噪声管强度为 high，选 dgain=150; 噪声强度为 low，选 dgain=160; 无噪声管，选 dgain=180。196.608us 采样时间，如果噪声管强度为 high，选 dgain=100; 强度为 low，选 dgain=110; 无噪声管，选 dgain=120。

脉冲星 2k 终端: 3C 源 49.152us 采样时间一般选 dgain=200; 98.304us 采样时间一般选 dgain=190; 196.608us 采样时间一般选 dgain=180。脉冲星观测、巡天观测，49.152us 采样时间，如果噪声管强度为 high，选 dgain=350; 强度为 low，选 dgain=360; 无噪声管，dgain=380。98.304us 采样时间，如果噪声管强度为 high，选 dgain=230; 强度为 low，选 dgain=250; 无噪声管，选 dgain=280。196.608us 采样时间，如果噪声管强度为 high，选 dgain=170; 强度为 low，选 dgain=190; 无噪声管，dgain=200。

脉冲星 4k 终端: 3C 源 49.152us 采样时间一般选 dgain=300; 98.304us 采样时间一般选 dgain=250; 196.608us 采样时间一般选 dgain=200。脉冲星观测、巡天观测，49.152us 采样时间，如果噪声管强度为 high，选 dgain=400; 强度为 low，选 dgain=500; 无噪声管 dgain=600。98.304us 采样时间，如果噪声管强度为 high，选 dgain=350; 强度为 low，选 dgain=400; 无噪声管，选 dgain=450。196.608us 采样时间，如果噪声管强度为 high，选 dgain=300; 强度为 low，选 dgain=320; 无噪声管 dgain=350。

脉冲星 8k 终端: 3C 源 98.304us 采样时间一般选 dgain=400; 196.608us 采样时间一般选 dgain=300。脉冲星观测，巡天观测，98.304us 采样时间，如果噪声管

强度为 high，选 dgain=750；强度为 low，选 dgain=780；无噪声管 dgain=800。
196.608us 采样时间，如果噪声管强度为 high，选 dgain=600；强度为 low，
dgain=650；无噪声管 dgain=700。

g. 偏振选项：脉冲星终端，默认为 2 路偏振,可选 4 路；谱线终端，默认为 4 路，不
可选 SETI 默认为 4 路，不可选。

四、噪声管参数说明

噪声管模式：

- ON：一直打开噪声管
- OFF：关闭噪声管
- MODULATE：噪声管按照周期自动开关

噪声管强度：

- high:10k
- low:1k

周期设置参数：

- delay：噪声管初始相位数值
- ON：噪声管开的数值
- OFF：噪声管关的数值

观测计划上 *delay, ON, OFF* 为无量纲的数，这三个参数对应的数值乘以 *4ns* ,方可得到噪声
管的 *delay, ON, OFF* 的时间，噪声管注入的时间序列：

$delay \rightarrow ON \rightarrow OFF \rightarrow ON \rightarrow OFF$ 。

计算方法：

$$\begin{cases} T_{delay} = delay \times 4ns \\ T_{ON} = ON \times 4ns \\ T_{OFF} = OFF \times 4ns \end{cases}$$

$$Noise_{period} = T_{ON} + T_{OFF}$$

常选用噪声管周期参数值如下：

噪声周期(s)	delay 值	On 值	Off 值
0.1	0	12582912	12582912
0.2	0	25165824	25165824
1	0	125829120	125829120
2	0	251658240	251658240

注：0.1s, 0.2s, 1s, 2s 精确时间分别为 0.100663296s, 0.201326592s, 1.00663296s, 2.01326592s。