White Rabbit applications at CSNS

Experimental Control system

李嘉杰
jiajie.li@ihep.ac.cn

CSNS CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

2018.6.29

China Spallation Neutron Source

中国散裂中子源（CSNS）是我国“十一五”国家重大科技基础设施，是我国首台、世界第四台脉冲散裂中子源，填补了国内脉冲中子应用领域的空白，为我国材料科学技术、生命科学、资源环境、新能源等方面的基础研究和高新技术开发提供强有力的研究手段，对满足国家重大战略需求、解决前沿科学问题具有重要意义。

散裂中子源就像“超级显微镜”，是研究物质微观结构的理想探针，帮人类揭开微观世界的神秘面纱。可燃冰、磁性材料的研究，化学反应催化剂的原位研究等等都必须使用散裂中子源。

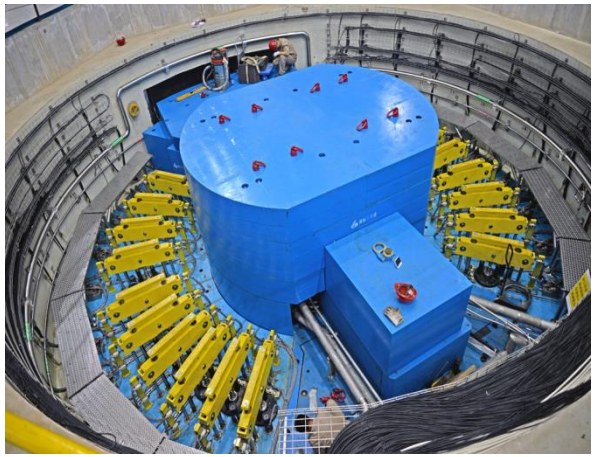
详细介绍可进入
http://csns.ihep.cas.cn

CSNS位于广东省东莞市，首期工程包括一台直线加速器、一台快循环质子同步加速器、一个靶站、三台中子散射谱仪以及相关配套设施，

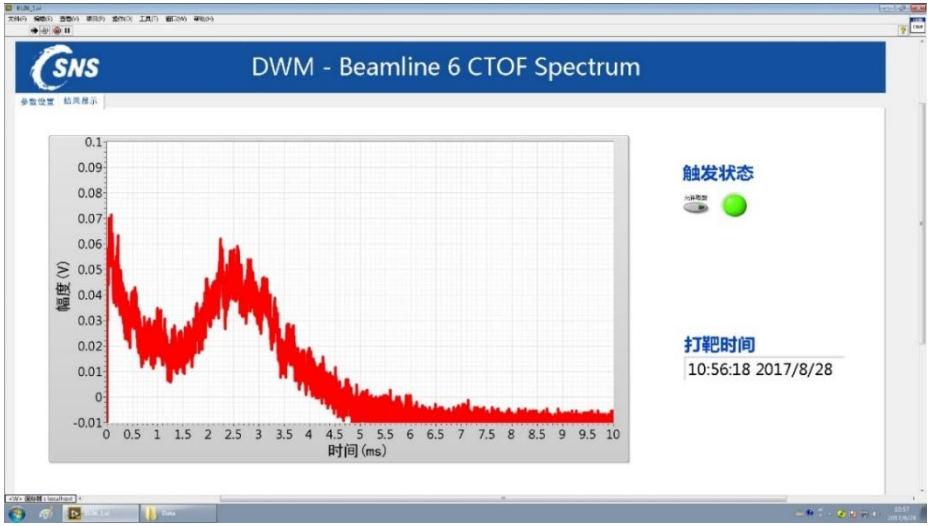
- 2011年9月5日正式开工
- 2017年8月，中国散裂中子源首次打靶成功并获得中子束流
- 2017年11月达到打靶束流功率的验收指标
- 2018年3月25日，中国散裂中子源通过工艺鉴定和工艺验收
- 2018年4月17日，中国散裂中子源第一篇用户实验科学成果文章在Nano Energy发表
- ……

谱仪大厅1

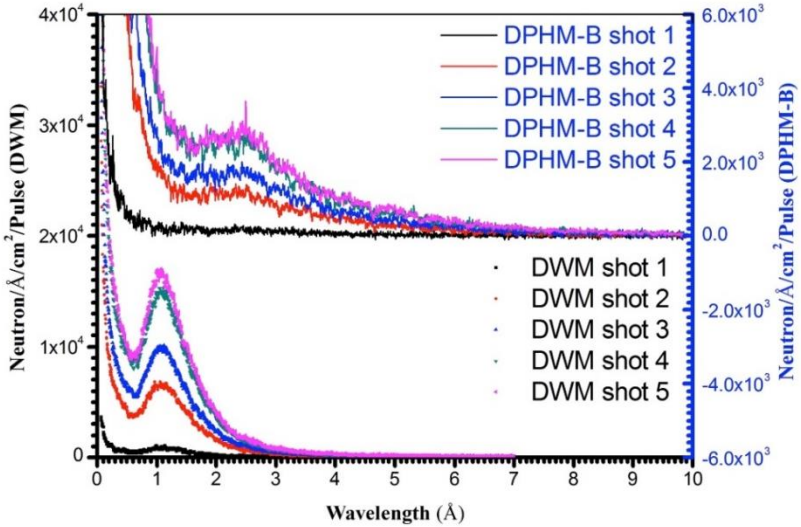
谱仪大厅2



靶站



首次打靶 引出中子束



GPPD

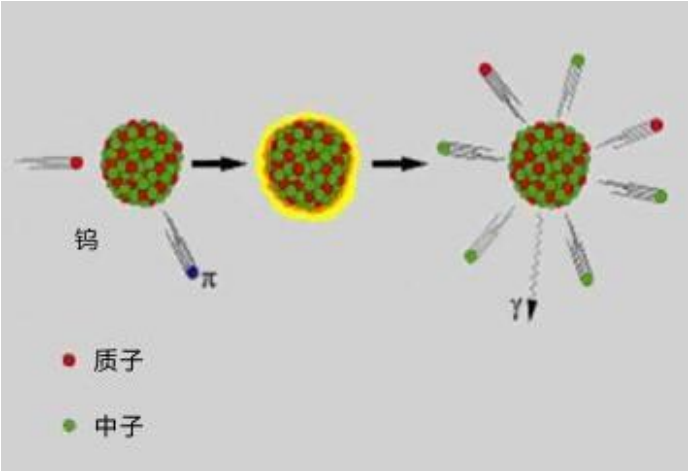
RM

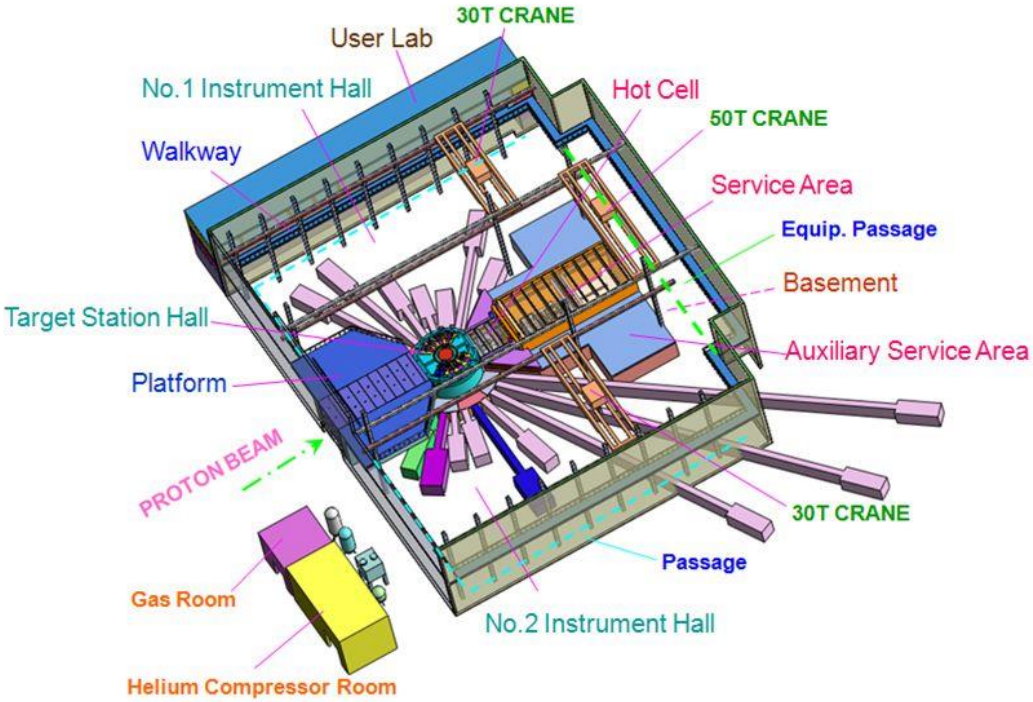
SANS

WR技术应用背景

谱仪实验：用高能强流质子加速器产生能量1GeV以上的质子束，以25Hz的频率撞击金属钨靶，在靶中发生散裂反应，产生大量的中子。中子谱仪利用散裂反应产生的这些中子与样品作用，并利用中子探测器对作用以后的中子进行探测，从而进行中子实验。

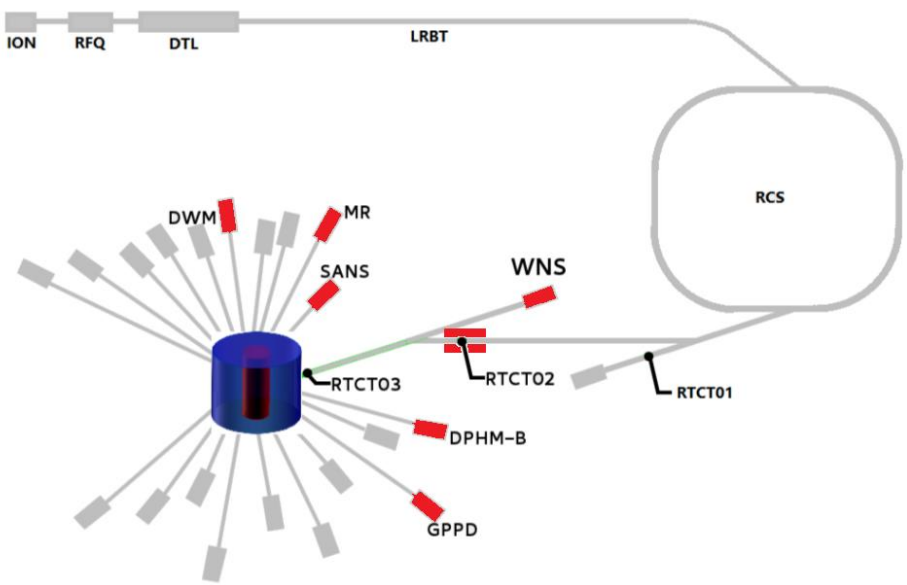
需求：谱仪实验数据分析，需要每个中子束团所对应的质子束团信息，包括质子个数和引出的时间值

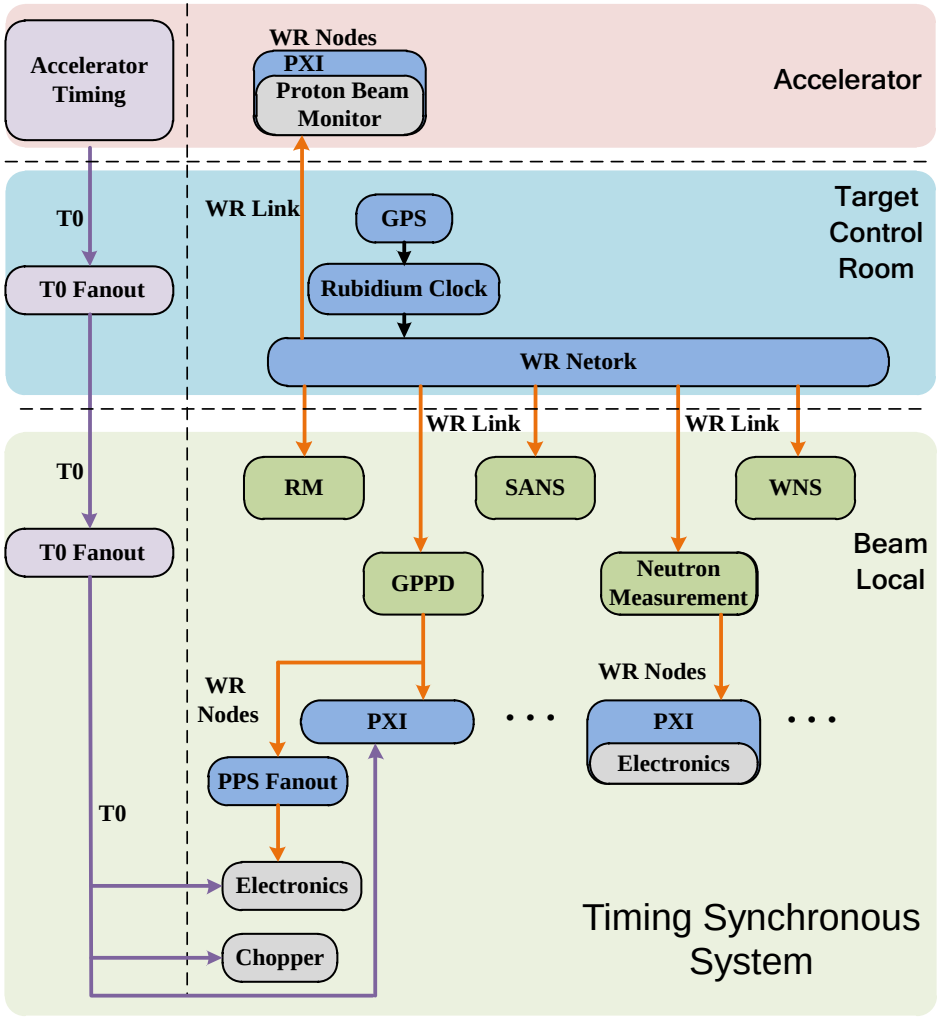




时间同步和实时测量系统

- 该系统分为高精度时间同步网络、质子脉冲打靶时刻（T0）扇出、实时测量系统
  - WR Network （WRS）
  - T0 Fanout
  - PXI （TDC）





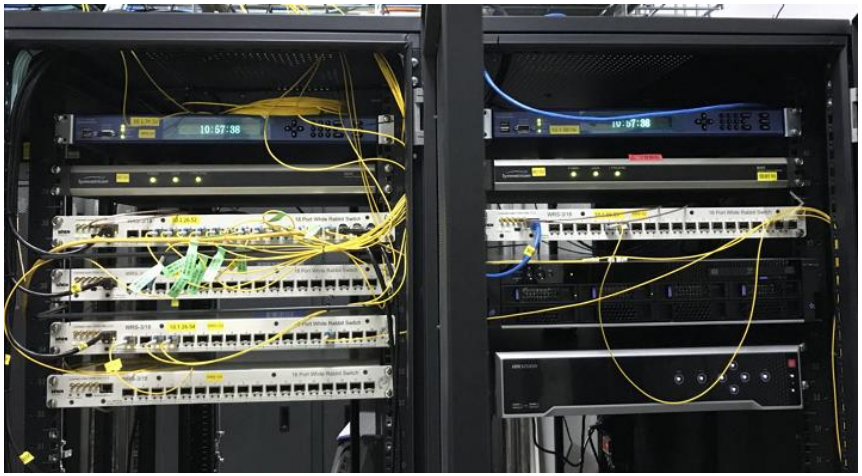
- 设备部署

PXI：

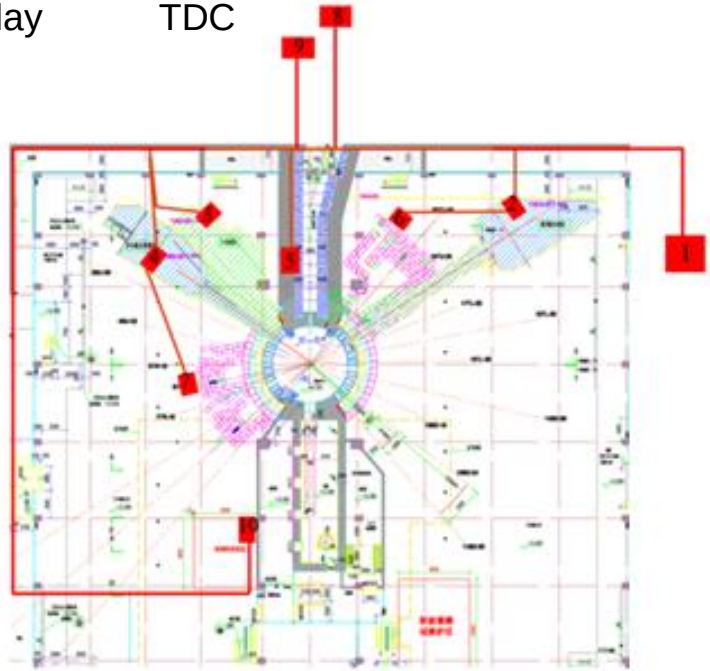
Delay TDC

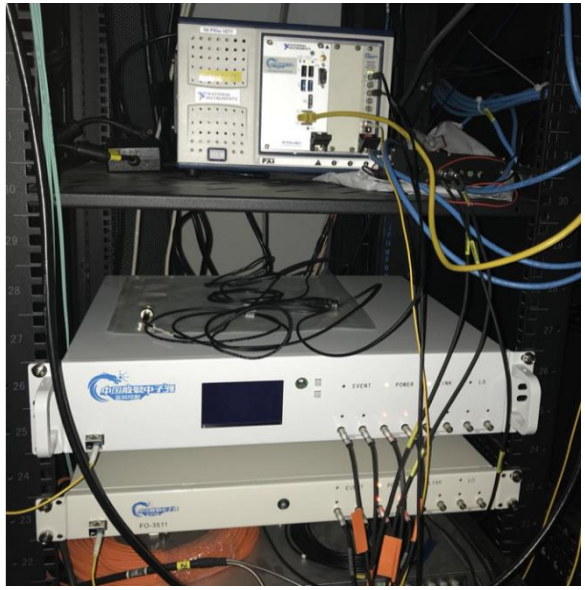
GPS
Rubidium Clock

WR Switch



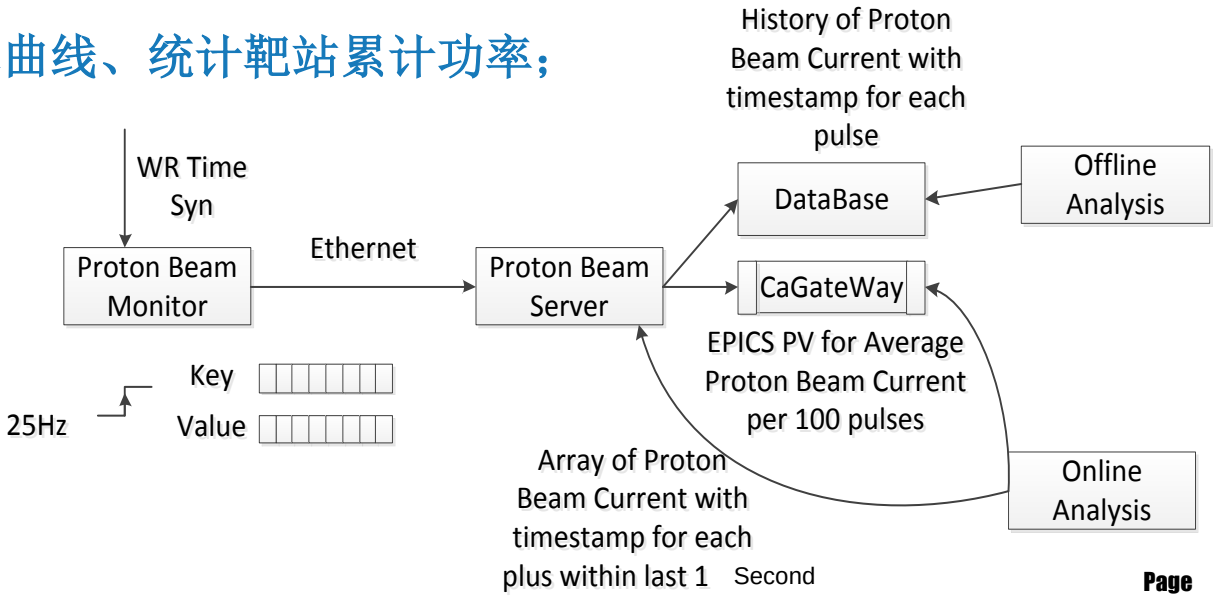
编号	地点
1	靶站机房
2	粉末谱仪
3	小角谱仪
4	反射谱仪
5	顶部大厅
6	20#实验束
7	6#9#实验束
8	束测本地站
9	白光本地站
10	探测器维护间





实时测量系统：质子流强信息采集

- 束流监测器节点通过时间同步网保持绝对时间同步，对25Hz的质子束流强度信息进行采集，并对每发束流进行编号
- 把能量值和时间值共同打包成一个数据，通过网络上传到服务器
- 服务器对数据进行存储、分析，计算1秒的平均值，以EPICS的PV量形式发送到EPICS网络当中；
- 数据分析需求：统计每个实验RUN的质子数
- 靶站需求：功率曲线、统计靶站累计功率；



质子流强信息采集节点

节点由一台NI的PXI机箱构成

机箱：PXIe-1062

CPU：PXIe-8135

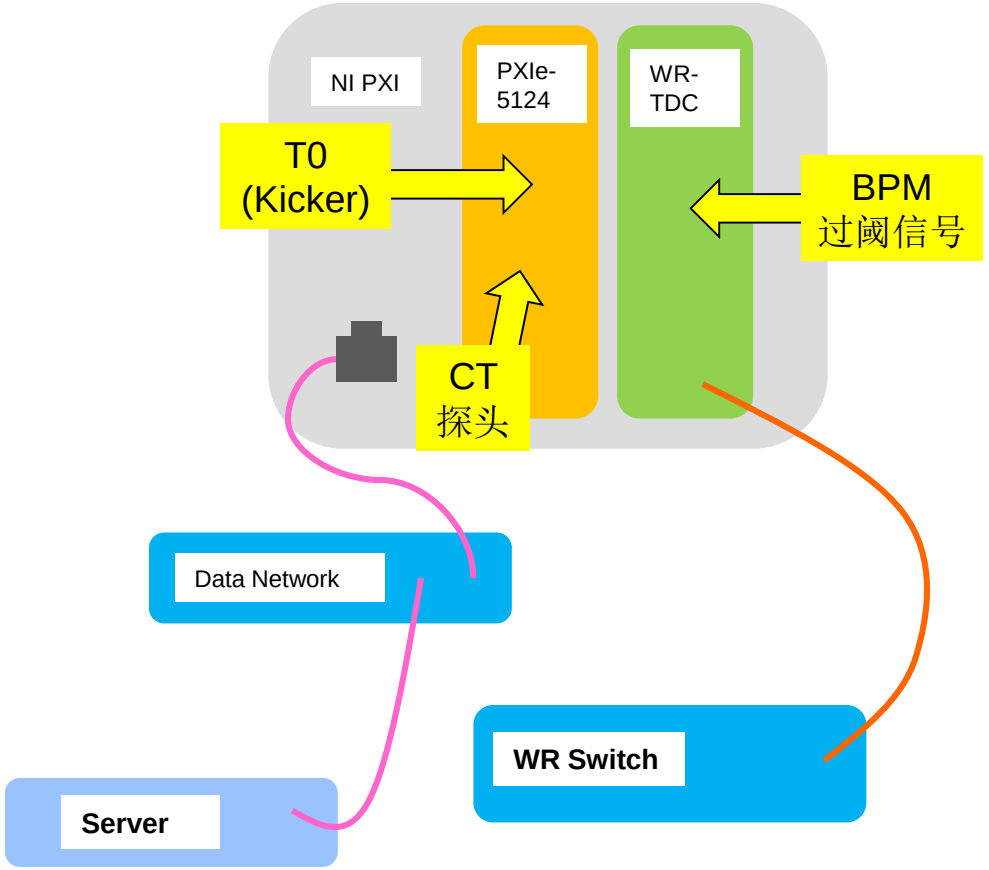
采集卡：PXIe-5124

TDC卡：WR

数据包内容包含：

束团编号、束团流强值、T0编号、

T0时间值、设备编号



数据检查

- 定期检查质子信息数据库，判断读取程序和入库程序的正常运行

秒下　序列号

秒上　质子电荷数

1509836403	782028168	143918	1.48483
1509836404	782028192	143919	1.49160
1509836405	782028214	143920	1.48601
1509836406	782028237	143921	1.51652
1509836407	782028260	143922	1.42877
1509836408	782028283	143923	1.45174
1509836409	782028306	143924	1.47185
1509836410	782028329	143925	1.44557
1509836411	782028353	143926	1.45267
1509836412	782028376	143927	1.47187
1509836413	782028391	143928	1.46758
1509836414	782028415	143929	1.45629
1509836415	782028437	143930	1.47797
1509836416	782028461	143931	1.46299
1509836417	782028484	143932	1.46138
1509836418	782028506	143933	1.49253

质子流强Q

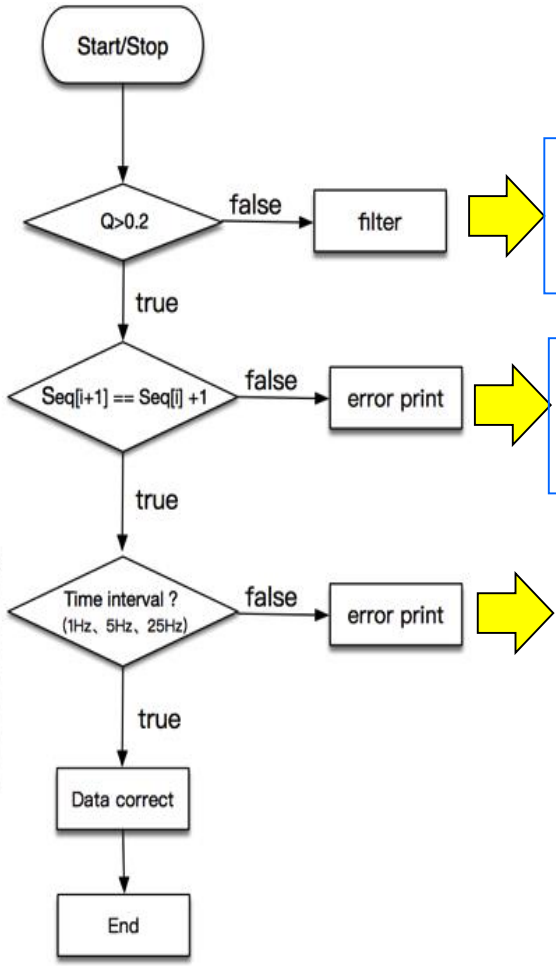
1.48322
1.48665
1.487
1.48878
1.54013
1.50834
1.49785
1.53321
1.53009
1.50168
1.48516

质子序列号Seq

26981
26982
26983
26984
26985
26986
26987
26988
26989
26990

质子脉冲时间time

second	nanosecond
1509713381	779317846
1509713382	779317864
1509713383	779317891
1509713384	779317908
1509713385	779317934
1509713386	779317959
1509713387	779317977
1509713388	779318002
1509713389	779318020
1509713390	779318037



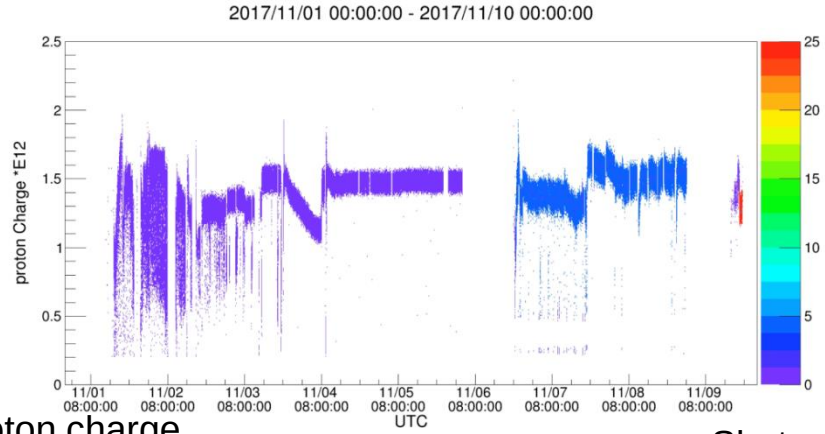
质子数小于$0.2*10^{12}$则认为是噪声数据，判断有无束流

判断序列号是否连续，如不连续则与主探测器进行比对

判断束流频率，分析每发时间偏差

运行情况

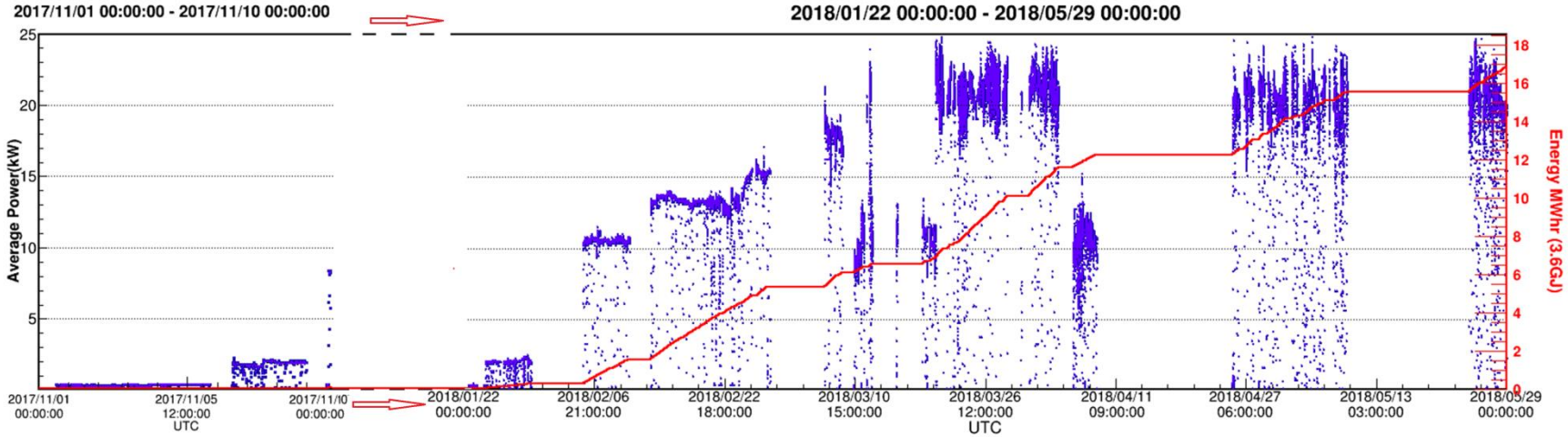
- **Proton beam （11.1-11.9）**
  - 1319085 shots
  - Total proton charge 1.85777e+18
  - 1Hz 96 hour
  - 5Hz 49 hour
  - 25Hz 1 hour
  - Database: 1926472 rows (436MB)

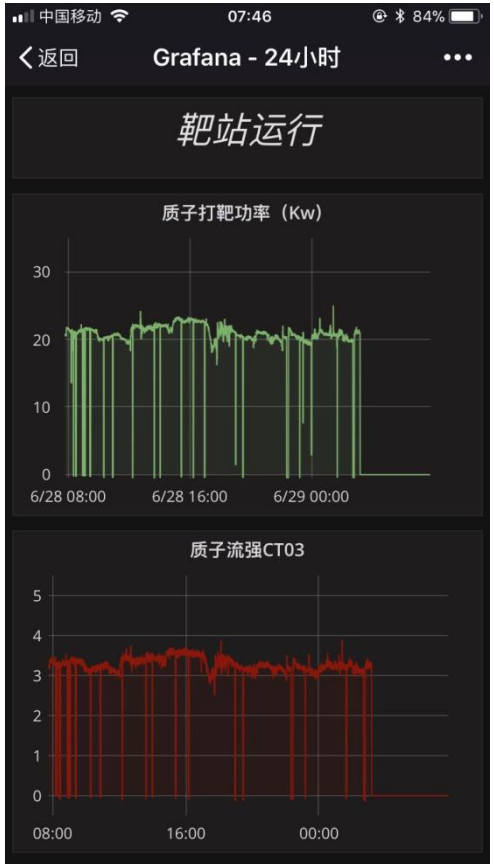


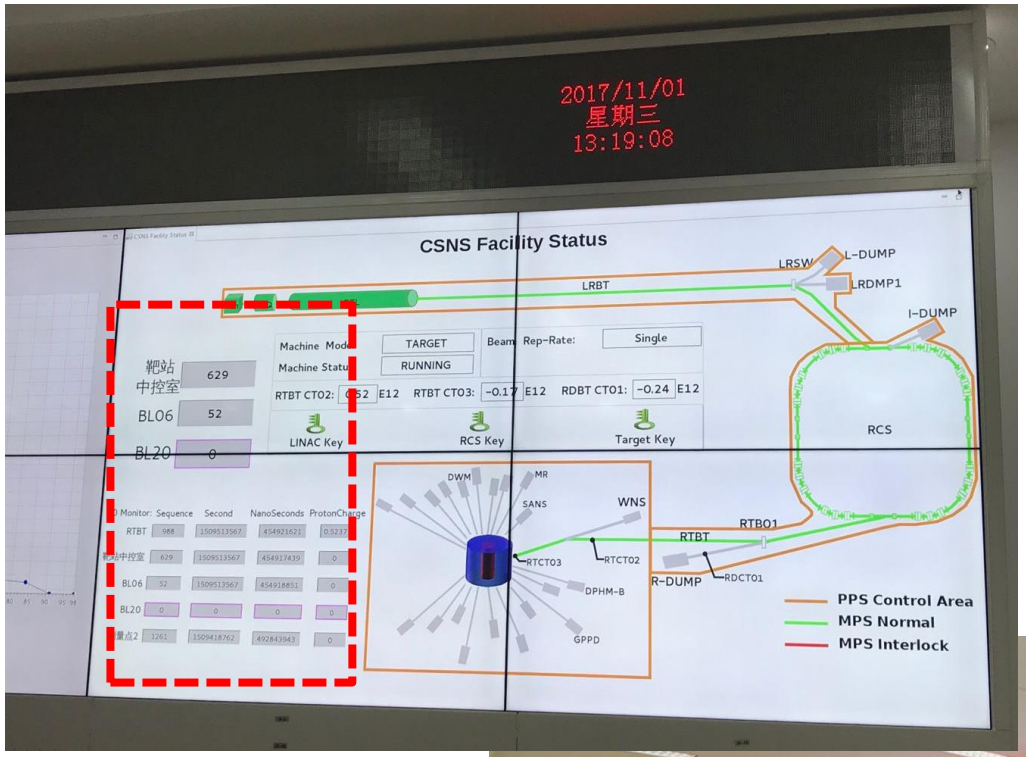
Proton charge per shot

Shot per second

- **Proton beam （2017.11-2018.5）**




中国移动
07:46
84%
返回
Grafana - 24小时
靶站运行
质子打靶功率（Kw）
30
20
10
0
6/28 08:00
6/28 16:00
6/29 00:00
质子流强CT03
5
4
3
2
1
0
08:00
16:00
00:00


2017/11/01
星期三
13:19:08
CSNS Facility Status
LRSW
L-DUMP
LRDMP1
LRBT
I-DUMP
靶站
中控室
629
BL06
52
BL20
0
Machine Mode
TARGET
Machine Status
RUNNING
Beam Rep-Rate:
Single
RTBT CT02:
E12
RTBT CT03:
-0.17
E12
RDBT CT01:
-0.24
E12
LINAC Key
RCS Key
Target Key
RCS
DWM
MR
SANS
WNS
RTCT03
RTCT02
DPHM-B
GPPD
RTBT
RTBO1
R-DUMP
RDCT01
PPS Control Area
MPS Normal
MPS Interlock

实验控制组祝贺中国散裂中子源首次打靶成功！

Thanks !