

# CSNS 实验数据处理软件的进展

田浩来

2012 年 8 月 16 日



中国科学院高能物理研究所  
*Institute of High Energy Physics*  
*Chinese Academy of Sciences*

第十六届核电子学与核探测技术学术年会报告  
四川 绵阳

# 内容

- 1 CSNS 原始数据格式
- 2 CSNS 归约软件
- 3 CSNS SANS 归约算法
- 4 CSNS SANS 算法实现

# CSNS介绍



- 广东东莞松山湖
- 束流功率：100 kW
- 脉冲频率：25 Hz
- 中子通量： $2 \times 10^7$
- 20条中子束道
  - 高通量粉末衍射仪
  - 小角散射仪
  - 多功能反射仪

- 1 CSNS 原始数据格式
- 2 CSNS 归约软件
- 3 CSNS SANS 归约算法
- 4 CSNS SANS 算法实现

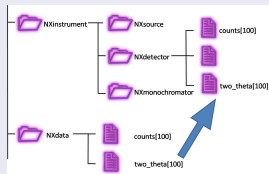
# NeXus介绍

## NeXus —— 中子、X射线和同步辐射实验的通用数据格式

- 目的：方便实验数据的交换以及分析方法的共享，促进数据处理分析软件协作开发。
- 组成：
  - 数据定义：规范了对数据的理解
  - 数据对象：基本数据类型和定义
  - 基础软件：提供了读写的接口

## 数据定义 —— 层次化的数据

- 数据组：类似于文件系统的目录
- 数据域：标量或者数组
- 数据属性：比如数据的单位等信息
- 链接：类似于文件系统的链接



# CSNS 原始数据格式

## CSNS 原始数据格式的内容

- 实验数据：包括探测器数据、监测器数据、中子击中事例数据等
- 实验参数：包括谱仪状态、束线设置和样品环境数据和其它数据
- 静态数据：括探测器描述、用户数据和样品数据等数据

## CSNS 原始数据格式的要求

- 自我描述性：可以描述整个实验流程，保存重要的实验数据
- 可交换性：数据处理分析与实验设备相互独立；
- 灵活性：提供给后端软件对数据进行刻度和矫正的能力

# 基于事例的原始数据格式

## 事例描述

Name	Type	Description
time_of_flight	NX_INT[j]	j个中子的击中时间
pixel_number	NX_INT[j]	j个中子击中的像素点
pluse_time	NX_INT[k]	k个脉冲的起始时间
events_per_pulse	NX_INT[k]	k个脉冲中的事例数

## 探测器描述

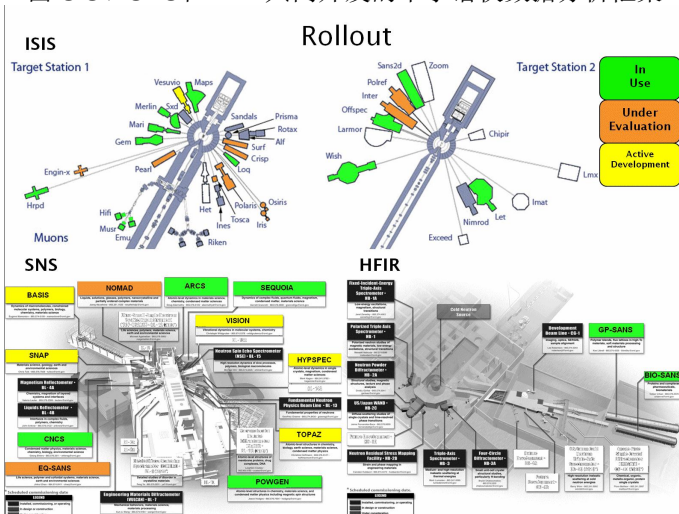
Name	Type	Description
layout	NX_CHAR	探测器排列
detectot_number	NX_INT[i,j]	像素点编号
efficiency	NXdata	探测效率(X,Y,I)
x_pixel_offset	NX_FLOAT[i]	像素点的X坐标
x_pixel_size	NX_FLOAT[i,j]	像素点的X方向大小
y_pixel_offset	NX_FLOAT[j]	像素点的Y坐标
y_pixel_size	NX_FLOAT[i,j]	像素点的Y方向大小
distance	NX_FLOAT	Z坐标

- 1 CSNS 原始数据格式
- 2 CSNS 归约软件
- 3 CSNS SANS 归约算法
- 4 CSNS SANS 算法实现



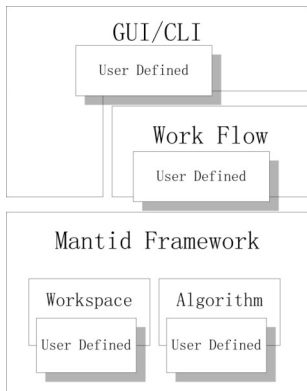
# Mantid数据处理框架

由ISIS、SNS和HIFR共同开发的中子谱仪数据分析框架



2012年3月 <http://download.mantidproject.org/videos/Rollout.png>

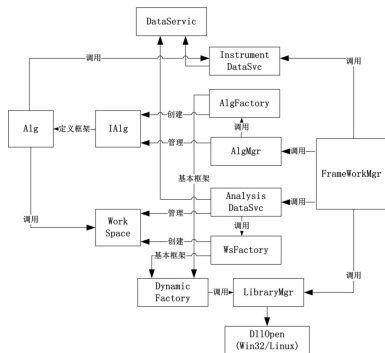
# 插件式的开发机制



## 重要插件

- 算法：进行数据处理的模块
- 工作区：算法输入输出的数据对象
- 工作流：算法调用序列
- 用户界面：CLI/GUI

# Mantid 框架架构



## 重要组件

- 框架管理器：外部调用的缺省视图
- 算法管理器：通过算法ID来管理算法
- 算法工厂：通过工厂模式来创建算法
- 算法：算法的实现独立于算法的调用
- 分析数据服务：按名字来管理工作区
- 工作区工厂：工厂模式
- 工作区：数据集

- 1 CSNS 原始数据格式
- 2 CSNS 归约软件
- 3 CSNS SANS 归约算法**
- 4 CSNS SANS 算法实现

# 归约算法

## 中子散射强度分布 $S(x, y, \lambda)$

$$S(x, y, \lambda) = \frac{I(x, y, \lambda)}{I_0(\lambda)} \frac{1}{\Delta \Omega(x, y) \eta(x, y, \lambda) t T(\lambda)}$$

- $I(x, y, \lambda)$ : 中子计数;
- $I_0(\lambda)$ : 入射中子强度;
- $\Delta \Omega(x, y)$ : 立体角元;
- $t$ : 样品厚度;
- $T(\lambda)$ : 透过率;
- $\eta(x, y, \lambda)$ : 探测器效率.

## Rebin: 转移动量分布 $S(Q)$

$$Q_{x,y,\lambda} = 4\pi \frac{\sin(\theta_{x,y}/2)}{\lambda}$$

# 波长刻度

入射中子强度:  $I_0(\lambda)$

$$I_0(\lambda) = M(\lambda)$$

- $M(\lambda)$ :监视器计数

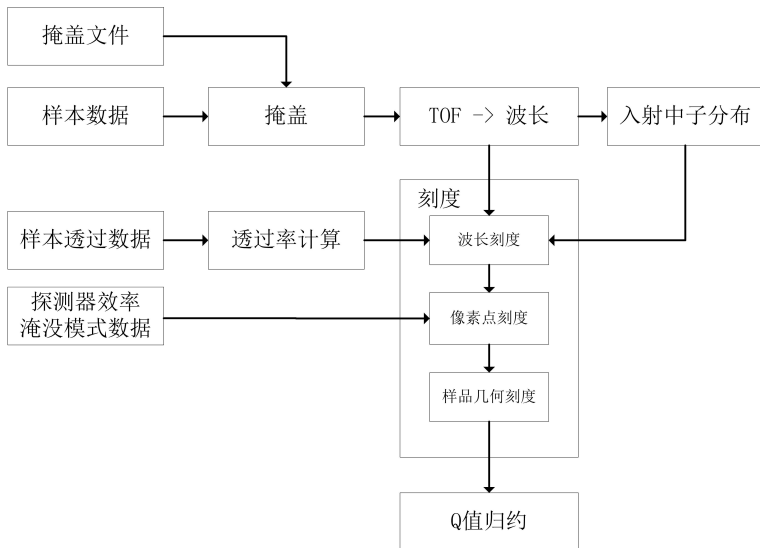
样本透过率:  $T(\lambda)$

$$T(\lambda) = \frac{S_t(\lambda)/S_i(\lambda)}{D_t(\lambda)/D_i(\lambda)}$$

- $S_t(\lambda)$ :有样本前置监视器;
- $S_i(\lambda)$ :有样本后置监视器;
- $D_t(\lambda)$ :无样本前置监视器;
- $D_i(\lambda)$ :无样本后置监视器.

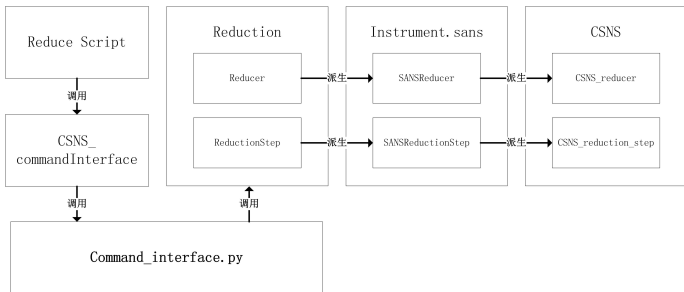
- 1 CSNS 原始数据格式
- 2 CSNS 归约软件
- 3 CSNS SANS 归约算法
- 4 CSNS SANS 算法实现**

# CSNS SANS 数据流





# 数据流实现



- Reduce\_example用户脚本配置了归约 workflow
- Command\_Interface为用户脚本提供了一个统一的调用界面
- Reduction是归约 workflow
- Instruments.sans是小角散射谱仪归约 workflow
- CSNS是CSNS SANS归约 workflow

# 用户脚本 —— 归约配置

```

3 DataPath("/home/m2d/workspace/mantid/Test/Data/SANS2D")
4 UserPath("/home/m2d/workspace/mantid/Test/Data/SANS2D")
5 SANS2D()
6 SetID()
7 Detector("rear-detector")
8
9 MaskFile('MASKSANS2D.091A')
10
11 Gravity(True)
12
13 TransFit('LOG',3.0,8.0)
14
15 AssignSample('992.raw')
16 TransmissionSample('988.raw', '987.raw')
17 AssignCan('993.raw')
18 TransmissionCan('989.raw', '987.raw')
19 wav1 = 2.0
20 wav2 = wav1 + 2.0
21 reduced = WavRangeReduction(wav1, wav2, DefaultTrans)

```

- Line 5. 设置谱仪
- Line 6. 归约为一维直方图
- Line 7. 后置探测器
- Line 9. 设置掩盖区域
- Line 15. 样品数据
- Line 16. 样品透射率数据
- Line 17. 样品皿数据
- Line 18. 样品皿透射率数据
- Line 21. 开始归约

## 输入文件

- 样品透射率(监视器)
- 容器透射率(监视器)
- 样品数据(探测器数据)
- 探测器效率校正文件
- 探测器淹没模式数据

# 总结

- 基于事例的NeXus原始数据格式定义
- CSNS 归约软件框架 Mantid 的介绍
- CSNS SANS 归约算法和实现

# 谢谢!