



北京正负电子对撞机国家实验室

HANDBOOK OF BEIJING SYNCHROTRON RADIATION  
FACILITY

# 北京同步辐射装置 操作手册

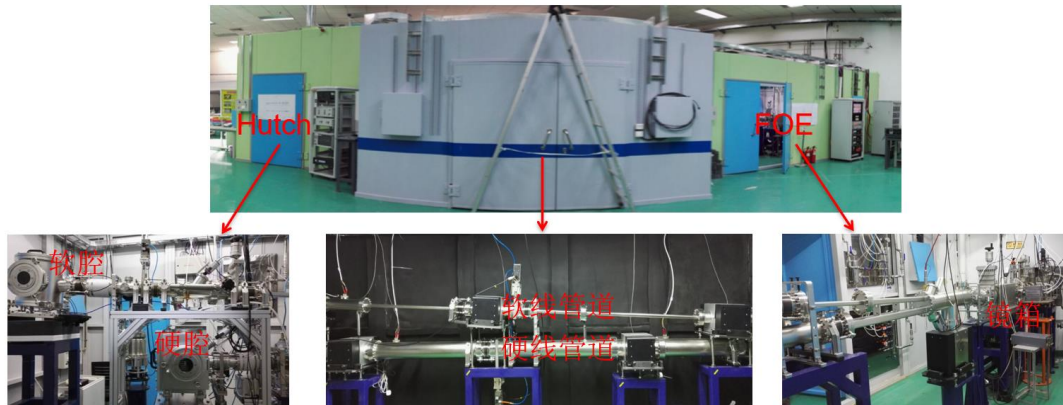
## 1B3A X 射线光刻站

北京正负电子对撞机国家实验室办公室编印

2023 年 6 月

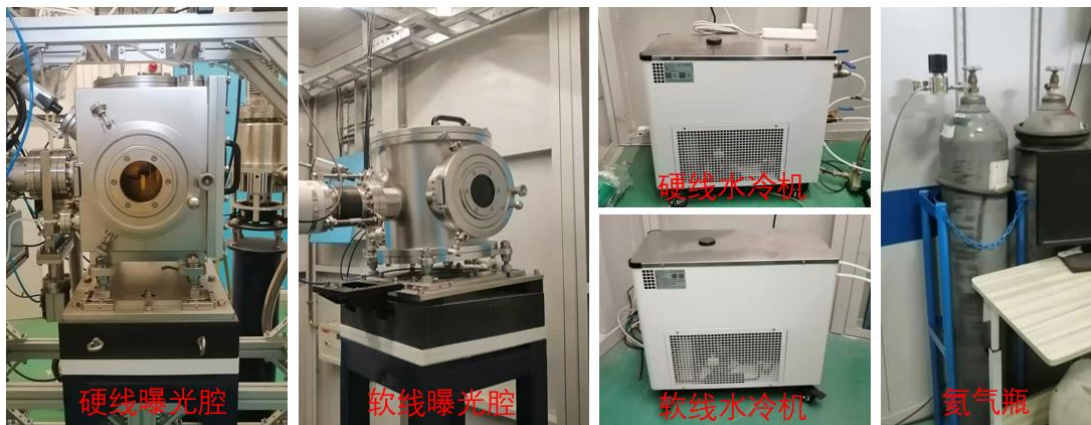
# 1.X 射线光刻站简介

X 射线光刻站通过一反射镜调节光路，可分别实现硬线曝光（约 4.3keV）和软线曝光（约 1.6keV）。硬线曝光是同步辐射白光经过厚度约 250um 的铍窗到达样品，可以实现厚度超过 1.5mm 的 PMMA 的曝光，主要应用于大高宽比的微结构的研制。软线曝光是白光经过一铬反射镜反射，再通过一厚度约 0.5um 的氮化硅窗到达样品，可实现约百纳米宽度线条的光刻，主要应用于亚微米微细结构的研制及硬线曝光的掩模制备。



## 2. X 射线曝光操作设备

### 2.1 曝光腔、水冷机、气瓶



硬线曝光腔：用于硬线样品的放置及扫描。

软线曝光腔：用于软线样品的放置及扫描。

硬线水冷机：用于硬线曝光时样品的冷却。

软线水冷机：用于软线曝光时样品的冷却。

氦气瓶：为硬线曝光腔充氦气。

## 2.2 安全联锁控制



Hutch 门内控制箱：用于 Hutch 门的安全联锁控制。

Hutch 门内控制箱：用于 Hutch 门的安全联锁控制及通风照明开关。

安全联锁控制系统：用于曝光时光的开关控制。

## 2.3 曝光量控制



曝光量控制屏幕：主要用于曝光量控制软件的操作，同时用于线站设备的监控等。

曝光量控制软件：用于曝光量的设定、更改、采集等。

## 2.4 真空控制操作柜



触摸屏：用于硬/软线的样品扫描控制软件操作。

硬线扫描控制软件：用于硬线样品的扫描控制。

软线扫描控制软件：用于软线样品的扫描控制。

硬线真空控制：控制抽真空、充氦气、放气等，并监控真空及充氦。

软线真空控制：用于抽真空、开关阀门、放气等。

软线真空计：用于软线真空监测。

电源区：整个真空控制柜的总电源及各部分独立电源。

## 3. 曝光操作步骤

### 3.1 硬线曝光操作步骤

(1) 开冷却水。打开硬线水冷机上的插排按钮，让外置循环泵启动。

开水冷机面板上的“POWER”，约一分钟后按“COOL”按钮。

(2) 放置样品。将样品固定在样品架内，将样品架插入硬线曝光腔内的扫描架上，拧紧螺丝固定。关好曝光腔门。

(3) 开扫描。在触摸屏硬线曝光控制系统上，根据自己的实验需要设置“速度设定”和“摆幅设定”，（注意“中心高度”后的参数不能改动）设置完毕，点击“扫描启动”。

(4) Hutch 门联锁。按 Hutch 门内方形的绿色“搜索”按钮，门内警灯闪烁并伴有蜂鸣声。按 Hutch 门外“关门”按钮，门会自动关闭，门关好后点击门外方形的绿色“搜索”按钮，蜂鸣声结束后，安全联锁控制系统面板上的安全关闸下的圆形绿色灯（Enable）会亮。

(5) 抽真空。在硬线控制电源箱上，按机械泵的“开”按钮，机械泵会启动，然后按前级阀的“开”按钮，可以听到很大的抽气声，声音



会逐渐变小。抽真空到约 8Pa，按前级阀的“开”按钮关闭前级阀，然后按机械泵的“关”按钮。

(6) 充氦气。按充氦阀的“开”按钮，逆时针旋转氦气瓶上的流量控制阀，对曝光腔充氦气。压力值到约 50KPa，并且压差值小于 1KPa，充氦阀会自动关闭。顺时针旋转氦气瓶上的流量控制阀，将其关闭。

(7) 开闸板阀。按闸板阀的“开”按钮，打开闸板阀。

(8) 设置曝光量。LIGA 光强采集软件界面上，在“目标电流值 mA”下面的框内输入曝光量，然后点击左上角一个向右的空心箭头，点击后变为实心箭头。

(9) 开始曝光。点击 LIGA 光强采集界面上的“开始”按钮，然后点击 BSRF 安全联锁控制系统上安全关闸下的方形“open/打开”按钮，能听到阀门启动的声音，FOE 和 Hutch 上的警灯亮起，此时开始曝光。

(10) 曝光结束。LIGA 光强采集界面右下角的“电流和 mA”下的数值大于等于设定的曝光量时，曝光会自动停止。BSRF 安全联锁控制系统上安全关闸下的方形“open/打开”按钮灯自动熄灭，下面红色的方形“close/关闭”按钮自动亮起。FOE 和 Hutch 上的警灯自动熄灭。

(11) 关闸板阀。按闸板阀的“开”按钮，关闭闸板阀。

(12) 停止扫描。接触摸屏上的“停止按钮”，停止扫描，然后按“回原点”按钮，扫描装置会自动回原点。到达原点后，“回原点”按钮会变绿色，显示“到原点”。

(13) 开 Hutch 门。按门外控制箱的“开门”按钮，打开 Hutch 门。

(14) 放气。先将曝光腔门的固定螺丝拧送并将固定门栓打开。关闭闸板阀后约半分钟，按放气阀的“开”按钮，给曝光腔放气。放气过程中能听到放气的声音。

(15) 取样品。放气结束，打开硬线曝光腔的门，将样品架抽出，然后关上曝光腔的门。将样品从样品架上取下。

(16) 如更换样品继续曝光，从步骤(2)开始循环。如不再继续曝光，按水冷机的“POWER”按钮，关闭水冷机，按水冷机上的插排按钮，关闭外置循环泵。按机械泵的“开”按钮，然后按前级阀的“开”按钮，对曝光腔抽真空。约2分钟后，按前级阀的“开”按钮，再按机械泵的“关”按钮，关闭机械泵。

### 3.2 软线曝光操作步骤

(1) 开冷却水。开水冷机面板上的“POWER”，约一分钟后按“COOL”按钮，然后按“PUMP”。

(2) 放置样品。样品固定在样品架内，将样品架插入软线曝光腔内的扫描架上，拧紧螺丝固定。关好曝光腔门。

(3) 开扫描。在触摸屏软线曝光控制系统上，根据自己的实验需要设置“速度设定”和“摆幅设定”，(注意“中心高度”后的参数不能改动)设置完毕，点击“扫描启动”，确保扫描正常启动再进行下一步。

(4) Hutch 门联锁。按 Hutch 门内方形的绿色“搜索”按钮，门内警灯闪烁并伴有蜂鸣声。按 Hutch 门外“关门”按钮，门会自动关闭，

门关好后点击门外方形的绿色“搜索”按钮，蜂鸣声结束后，安全联锁控制系统面板上的安全关闸下的圆形绿色灯（Enable）会亮。

（5）开机械泵。在软线控制电源箱上，按机械泵的“开”按钮，机械泵会启动，然后按前级阀的“开”按钮，可以听到很大的抽气声，声音会逐渐变小。

（6）开分子泵。抽真空到 14Pa，按分子泵的“开”按钮，启动分子泵，按电离开关的“开”按钮。

（7）开气动阀。抽真空到优于  $1.0 \times 10^{-2}$  Pa 时，按气动阀 1 的“开”按钮，然后按气动阀 2 的“开”按钮，依次打开两个气动阀。

（8）设置曝光量。LIGA 光强采集软件界面上，在“目标电流值 mA”下面的框内输入曝光量，然后点击左上角一个向右的空心箭头，点击后变为实心箭头。

（9）开始曝光。点击 LIGA 光强采集界面上的“开始”按钮，然后点击 BSRF 安全联锁控制系统上安全关闸下的方形“open/打开”按钮，能听到阀门启动的声音，FOE 和 Hutch 上的警灯亮起，此时开始曝光。

（10）曝光结束。LIGA 光强采集界面右下角的“电流和 mA”下的数值大于等于设定的曝光量时，曝光会自动停止。BSRF 安全联锁控制系统上安全关闸下的方形“open/打开”按钮灯自动熄灭，下面红色的方形“close/关闭”按钮自动亮起。FOE 和 Hutch 上的警灯自动熄灭。

（11）关气动阀。按气动阀 2 的“开”按钮，然后按气动阀 1 的“开”按钮，依次关闭两个气动阀。



(12) 停止扫描。接触摸屏上的“停止按钮”，停止扫描，然后按“回原点”按钮，扫描装置会自动回原点。到达原点后，“回原点”按钮会变绿色，显示“到原点”。

(13) 停分子泵和机械泵。按电离开关的“开”按钮。按分子泵的“开”按钮，分子泵转速开始降低，等分子泵转速降到 0，按前级阀的“开”按钮，关闭前级阀，然后按机械泵的“关”按钮，关闭机械泵。

(14) 开 Hutch 门。按门外控制箱的“开门”按钮，打开 Hutch 门。

(15) 放气。先将曝光腔门的固定螺丝拧送并将固定门栓打开。按放气阀的“开”按钮，给曝光腔放气。放气过程中能听到放气的声音。

(16) 取样品。放气结束，打开软线曝光腔的门，将样品架抽出，然后关上曝光腔的门。将样品从样品架上取下。

(17) 如更换样品继续曝光，从步骤(2)开始循环。如不再继续曝光，按水冷机的“POWER”按钮，关闭水冷机。按机械泵的“开”按钮，然后按前级阀的“开”按钮，对曝光腔抽真空。约 3 分钟后，按前级阀的“开”按钮，再按机械泵的“关”按钮，关闭机械泵。