

文章编号 1004-924X(2009)09-2112-08

斩盘产生的中子脉冲特性

李新喜,王 燕,黄朝强,陈 波

(中国工程物理研究院 核物理与化学研究所,四川 绵阳 621900)

摘要:为更好地设计转盘式中子斩波器,建立了单斩盘和异向旋转双斩盘的结构模型。采用国际上常用的 Mestlas 模拟计算软件,分别对单斩盘和异向双斩盘产生的中子束流脉冲的形成特性进行了模拟计算,获得了相关物理参数对斩盘产生中子束流脉冲的影响曲线,讨论了单斩盘与双斩盘脉冲形成的束流特性的差别与优缺点。分别对单斩盘和异向旋转双斩盘模型产生的中子束流脉冲可能产生的误差进行了理论分析,讨论了各客观物理因素对误差的影响。结果表明,考虑实际应用条件,在特定物理参数下,异向旋转双斩盘的第二斩盘窗口宽度应在不超过 34 mm 的范围内综合选择。计算结果可用于中子斩波器的理论设计及其相关物理参数的选择。

关键词:中子斩盘;物理参数;Mestlas 软件;束流脉冲

中图分类号:TL817.9 **文献标识码:**A

Neutron pulse speciality produced by chop disk

LI Xin-xi, WANG Yan, HUANG Chao-qiang, CHEN Bo

(*Institute of Nuclear Physics and Chemistry, China Academy of Engineering Physics, Mianyang 621900, China*)

Abstract: In order to improve the neutron chopper design, the structural models of a single-chop-disk and an opposite rotate double-chop-disk were established. According to corresponding physical parameters, the neutron pulses formed by the single-chop-disk and the double-chop-disk were simulated by internationally popular Mestlas software respectively, and the influence curves of physical parameters on the pulses from the chop-chop-disks were obtained. Then, advantages and disadvantages of the neutron pulses generated by the single-chop-disk and the double disk were discussed. The discussion also referred to the influence of objective physical factors on the errors of neutron pulses generated by the single-chop-disk and the double-chop-disk. Considering the practical application, it suggests that the second cut width of the window in the double-chop-disk should be less than 34 mm in specific physical parameters. The results can provide the reference and theoretical support for optimizing design and manufacturing of choppers.

Key words: neutron chop disk; physical parameter; Mestlas code; neutron pulse

1 引言

在稳态反应堆上获取飞行时间方法所需的脉冲中子束流,通常采用斩波器(Chopper)将连续中子束切割为一系列宽度相等的中子脉冲束^[1]的方法。斩波器一般采用对中子不透明的中子吸收材料,并做成高速旋转的柱状体或圆盘,上面留有一条或多条可以让中子通过的狭缝,当狭缝转到中子束位置时便给出一个中子脉冲。常见的斩波器有转盘式、直缝 Fermi 转子式、曲缝 Fermi 转子式等。中子的飞行时间方法建立了波长-时间的空间体系,在中子无损伤探测技术中,发挥着其特有的作用^[2-8]。

中子散射已经被证明是用来研究材料微观、磁结构以及微观动力学性质的权威性手段,随着中子散射技术的蓬勃发展,飞行时间技术作为一种重要的方法也得到了越来越多的关注^[9-15]。相应的,对作为谱仪关键部件的中子斩波器的精度要求也越来越高。中子斩波器性能的优劣,与中子束流的初始束流特性好坏有很大的关系。初始脉冲的脉冲时间偏差、发散度、注量率等都直接影响着最终的束流特性。因此,中子斩波器初始脉冲产生的好坏,直接决定着中子斩波器的性能。目前多数飞行时间模式中子散射谱仪采用的是转盘式中子斩波器,不同的转盘式中子斩波器模型主要表现在斩盘数目、斩盘窗口、窗口大小、盘间距、转速等物理参数的不同。

Mcstas 软件是用来跟踪模拟粒子通过中子散射设备的模拟计算软件。该软件可以精确模拟中子散射谱仪部件相关参数对部件整体的影响,获得各参数对中子散射谱仪部件性能的影响曲线,从而实现对中子散射谱仪部件的优化设计。由于其具有与众不同的设计思想和特色,运用简洁的 META 语言和编译程序,建立了全局的绝对坐标系,模拟程序简单、方便、快捷,已成为国际上最引人注目的中子散射设备通用模拟软件之一^[16]。本文重点关注转盘式中子斩波器,采用 Mcstas 模拟计算程序^[17],结合实际应用对单盘以及双盘中子斩盘进行模拟计算和理论探讨,为中子斩波器的设计及选择提供理论参考。

2 单盘产生的脉冲性能

2.1 脉冲单斩盘的结构设计

对于转盘式中子斩波器,中子束流脉冲的产生是采用一个带有若干个窗口的中子斩盘。产生束流脉冲的中子斩盘结构示意图如图 1 所示。图中阴影部分为斩盘窗口, ω 为斩盘窗口边缘弧线长,斩盘半径为 R ,窗口高度为 h 。

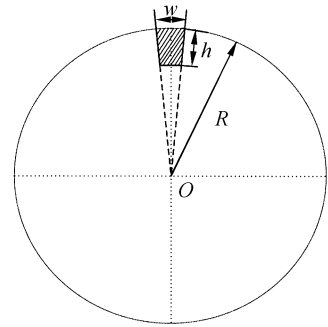


图 1 单斩盘结构示意图

Fig. 1 Sketch map of single-chop-disk frame

2.2 模拟计算结果

为节省计算时间和便于分析,采用只有单个斩窗的简单旋转盘作为计算模型。对于多斩窗的中子斩盘,相对的中子束流脉冲更多,但对于特定斩窗以及转速的情况下,产生的中子束流脉冲特性是一样的。斩盘的基本物理参数见表 1,计算考虑的是较为理想的电动马达,没有考虑斩盘转速偏差。

表 1 单斩盘计算输入参数

Tab. 1 Input parameters of single-chop-disk		
斩盘半径	斩盘窗口高	斩盘转速
R/mm	h/mm	$\omega/(\text{r}/\text{min})$
250	50	2 100

图 2(a)给出了中子脉冲注量率随斩盘窗口弧线长 ω 增大的函数关系曲线。模拟计算采用的抽样数为 1×10^8 ,从计算结果来看,中子脉冲注量率基本上与斩盘窗口弧线长 ω 成线性关系,随着斩盘窗口弧线长 ω 的增大而增大。这与斩窗设计的物理初衷是一致的,在入射中子束流强度一定的情况下,脉冲注量率基本上与中子束流

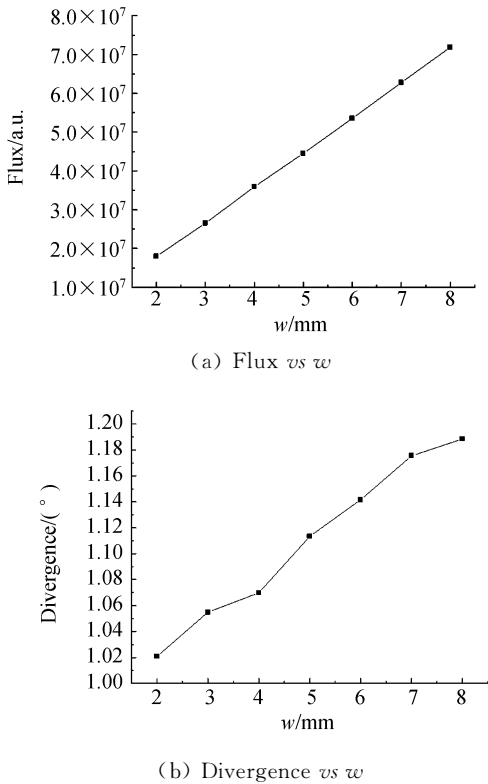


图 2 注量率与发散度随窗口对应弧长 w 的变化关系

Fig. 2 Flux and divergence as function of the length of window arc w

所通过的时间成正比。在转速一定的情况下,脉冲束流时间与斩盘窗口弧长 w 是成线性关系的。

图 2(b) 给出了中子脉冲发散度随斩盘窗口弧长 w 增大的函数关系曲线。为了便于观察,发散度采用了高斯拟合。从计算结果来看,斩盘产生的中子脉冲的束流发散度随着斩盘窗口弧长 w 增大而增大。曲线有一定的波动,这主要是由计算误差以及高斯拟合误差带来的。

3 异向旋转双斩盘

3.1 脉冲双斩盘的结构介绍

异向双盘中子脉冲产生的计算模型如图 3 所示。图中阴影部分为斩盘窗口,斩盘窗口间不存在位相差。为了便于描述,分别将前后的两个斩盘称作“1[#]”和“2[#]”斩盘。对任意一个中子斩盘来说,其基本结构与图 1 中的单脉冲产生盘完全类似。相对于单脉冲产生盘,双盘的结构相对来

说要复杂一些,可变量物理参数也多一些。图中 d 为双盘间距,双盘转动方向相反,转速分别用 $\pm\omega$ 来表示。

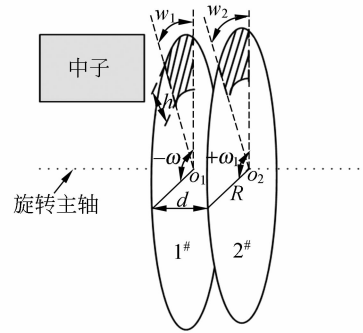


图 3 双斩盘结构示意图

Fig. 3 Sketch map of double-chop-disk frame

3.2 模拟计算结果

3.2.1 第二斩盘窗口 w_2 变化对脉冲注量的影响

计算模型的基本物理参数见表 2。图 4 给出了产生的中子脉冲注量率随第二斩盘窗口 w_2 变化的函数变化关系。由图可以看出,当 $w_2 \leq 34$ mm 时,模拟得到的中子脉冲强度随着第二斩盘窗口 w_2 的增大而增大;当 $w_2 > 34$ mm 时候,中子束流脉冲强度基本上没有变化,曲线微小的波动可能是计算误差造成的。

表 2 注量率计算的双斩盘模型输入参数

Tab. 2 Input parameters of double-chop-disk model for flux calculation

斩盘半径 R/mm	窗口高 h/mm	窗口弧长 w_1/mm	盘间距 d/mm	转速 $\omega/(\text{r}/\text{min})$	位相差 $\varphi/(\text{°})$
250	50	4	100	2 100	0

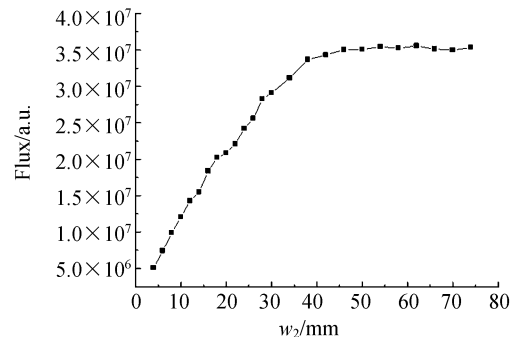


图 4 中子脉冲注量率随第二斩盘窗口 w_2 变化的函数关系

Fig. 4 Neutron pulse flux as function of the length of the second chop disk window arc w_2

3.2.2 双盘间距对脉冲注量的影响

图 5 给出的是第二斩盘窗口大小不同时脉冲中子注量率与双盘间距变化的函数关系,计算模型输入参数见表 3。由图可以明显的看出, $w_2 = 34 \text{ mm}$ 斩出的中子脉冲强度要比 $w_2 = 4 \text{ mm}$ 大得多。产生的脉冲注量率都随着双盘间距的增大而减小,并且在初始阶段,下降较快。

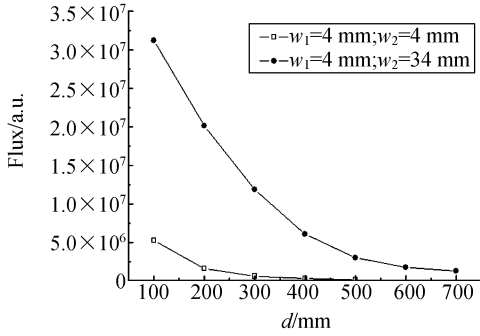


图 5 第二斩盘窗口大小不同时脉冲中子注量率与双盘间距变化的函数关系

Fig. 5 Neutron pulse flux as function of space between two chop disks for the second-chop-disk window with different arcs

图 6 给出的是第二斩盘窗口大小不同时脉冲中子束流发散度与双盘间距变化的函数关系曲线,计算模型输入参数见表 3。从模拟计算结果可以看出, $w_2 = 34 \text{ mm}$ 斩出的中子脉冲束流发散度要比 $w_2 = 4 \text{ mm}$ 大一些。两种模型下模拟计算得到的结果都表明,随着双盘间距的增大,中子脉冲束流的发散度都呈下降趋势。相对来说, $w_2 = 34 \text{ mm}$ 的计算模型下,中子脉冲束流发散度的下

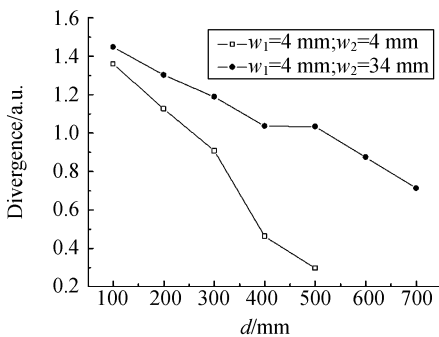


图 6 第二斩盘窗口大小不同时中子束流发散度与双盘间距变化的函数关系

Fig. 6 Neutron pulse divergence as function of space between two chop disks for the second window with different arcs

降趋势要缓和一些。为了更为直观地比较,中子脉冲束流发散都采用了高斯拟合。

表 3 双斩盘模型计算输入参数

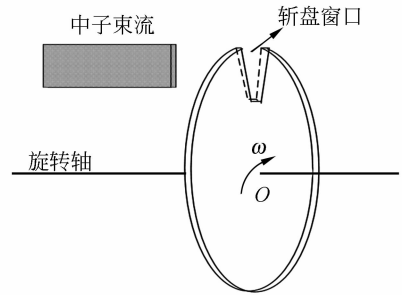
Tab. 3 Input parameters of double-chop-disk model

斩盘半径	窗口高	窗口弧线长	转速	位相差
R/mm	h/mm	w_1/mm	$\omega/(\text{r}/\text{min})$	$\varphi/^\circ$
250	50	4	2 100	0

4 可能的误差分析

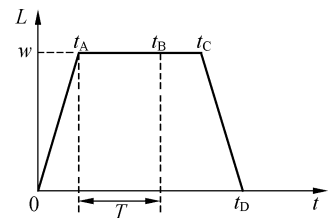
4.1 单斩盘产生的脉冲

针对中子单斩盘来说,产生的误差除与斩盘物理参数本身的一些误差有关外,入射中子束流截面与斩窗的尺寸之间的匹配也是产生脉冲误差的一个原因。图 7(a)给出了中子束流脉冲入射



(a) 单斩盘结构

(a) Single-chop-disk frame



(b) 斩波过程

(b) Chop processing

图 7 单斩盘结构和斩波过程

Fig. 7 Sketch map of single-chop-disk frame and chop process

到中子斩盘上的瞬间示意图。实际使用中,如果入射中子束流的宽度大于脉冲斩盘窗口的宽度,脉冲斩盘窗口在入射中子束流中停留的时间如图

7(b)所示。图中 t_A 段为斩盘脉冲窗口宽度在入射中子束流中逐渐达到最大宽度 ω 的过程, t_C-t_A 段为斩盘窗口整个处于入射中子束流中的时间, 周期 T 表示脉冲斩盘转动弧线长 ω 所需的时间, t_D-t_C 时间段为斩盘脉冲斩窗逐渐离开入射中子束流的时间。根据实验的需求, 一些脉冲斩盘的使用中采用了斩盘窗口宽度可调节的脉冲斩盘, 造成入射中子束流宽度与斩盘窗口弧线长 ω 宽度不一致, 从而产生时间差 t_{CB} , $t_{CB}=t_C-t_B$ 。

对于多数飞行时间模式中子散射谱仪, 斩波器的波长分辨可用下式来表示^[1]:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\Delta t}{t_{\text{TOF}}}, \quad (1)$$

式中, Δt 为斩波器脉冲时间, t_{TOF} 为中子飞到探测器的时间。

由于 t_{TOF} 通常都是固定不变的, 因此, 中子斩波器的波长分辨主要取决于斩波器的脉冲时间。脉冲时间的大小取决于斩盘窗口张角的大小、转盘速度等因素。考虑到单向转盘的脉冲时间 Δt 主要取决于下式:

$$\Delta t = \frac{\omega}{\omega \cdot r}, \quad (2)$$

表明误差的产生主要是由于理论上认为中子脉冲的起始时间是相同的, 实际上最开始的中子飞行时间与最后进入窗口的中子存在着 Δt 的时间偏差。

在时间-距离的一维坐标系内, 中子的运动可用下式描述^[18]:

$$t(z) = c\lambda z + t(0), \quad (3)$$

式中, $c = m_n/h = 2\,527.77 \mu\text{s}/\text{nm} \cdot \text{m}$ 。 z 是波长为 λ 的中子在 t 时刻的位置。

单斩盘脉冲窗口产生的误差主要是由于脉冲时间造成的。由图 7(b)可以看出, 0 时刻产生的脉冲中子束流与 t_D 时刻进入的中子束流在处理上认为是同时进入的。由式(3)可知, 由于起始时刻 $t(0)$ 的不同, 从而飞行时间的不同。对于波长为 λ_a 的中子, 在 0 时刻进入与 t_D 时刻进入, 显然到达探测器的时间是不同的, 在处理时, 判定中子

波长时, 是根据式(3)反演由飞行时间确定波长的过程, 因此, 造成了波长确定的误差。脉冲时间产生的误差可在斩波器以及前端入射中子束流设计上综合考虑, 尽可能地降低误差。由于入射中子束流的发散以及考虑到中子通量的问题, 时间差 t_{CB} 处理起来相对复杂些, 由于数值比较小, 通常情况下都是采用周期 T 作为斩窗在入射中子束流中的时间。

4.2 异向双斩盘产生的脉冲

图 8 给出的是异向旋转双中子斩盘在不同瞬间的示意图。图中 a-g 分别代表了中子斩盘处于不同时刻的瞬间, 从 a-g 是一个周期性循环过程。针对具有完全相同的脉冲中子斩盘, 在没有位相差的时候, 在 a-d 过程中, 中子能够从双盘窗口中飞行出来。e-f-g-a 过程中, 中子束流不能从斩盘中飞出。

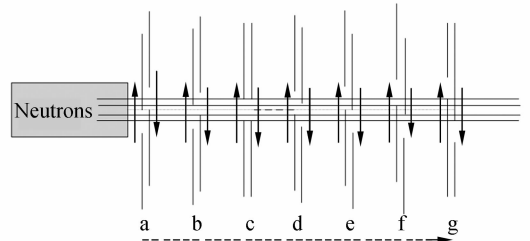


图 8 异向旋转双中子斩盘在不同瞬间的示意图

Fig. 8 Sketch map of opposite rotate double-chop-disk for different moments

假定对某一特定波长 λ_s 中子飞过双盘间距为 d 的时间为 t_s , 则:

$$t_s = c \cdot \lambda_s \cdot d. \quad (4)$$

在 t_s 时间内, 斩盘转过的弧长 x 可用下式表示:

$$x = \omega \cdot R \cdot t, \quad (5)$$

图 9 给出了不同波长的中子在 t_s 时间内第二斩盘转过的距离。由图可知, 在 d-g-a 过程中, 由于较大波长的中子飞行速度较慢, 在通过第一中子斩盘后到达第二斩盘时, 将碰到斩盘而被吸收或者散射, 是无法飞过第二斩盘的, 这对于中子脉冲的产生来说是一个通量损失。

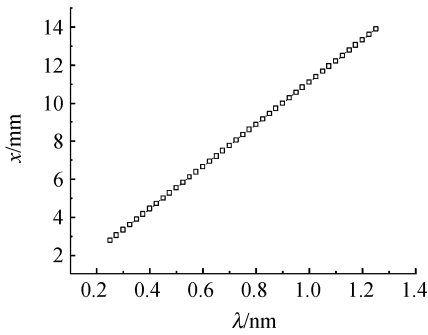


图9 不同波长的中子在 t_s 时间内第二斩盘转过的距离

Fig. 9 Rotational distance of different wavelength neutrons in t_s .

在上述过程中,对于同时刻进入的中子束流脉冲,部分长波长的中子被吸收,从而改变了原入射中子束流的波谱,相对的短波中子通量要大一些,强度也要高一些。对于双斩盘完全一致的脉冲斩盘,对于某一特定波长的中子,由于进入斩盘窗口时刻不同,所处位置不同,相应地决定着能否从双斩盘中飞出,从而误差的分析处理相对于单斩盘更为复杂。实际使用过程中,部分设计者为了提高中子通量,通常将第二斩盘的张角宽度设计的比前一斩盘张角大,而且设计多个斩盘窗口,从而提高中子通过率。

5 结果与讨论

中子脉冲束流的束流特性对利用飞行时间法作为研究手段的工作有很重要的现实意义。本文结合常用的单斩盘与双斩盘产生脉冲的机理,利用 Mcstas 程序软件针对不同物理参数的脉冲斩盘产生的中子脉冲相关束流特性进行了模拟计算,计算采用了动态模型下的模拟,同时针对两种设计模型下可能的误差进行了理论分析。

中子脉冲单斩盘的结构比较简单。由图 2 (a)和图 4 中的计算结果比较可以看出其相对于双斩盘来说,中子通量损失比较小,但所选用的脉冲谱为全波段,有效中子波段还需要在探测器前采用一定的技术设施来进行起始波长的确定。脉冲时间带来的波长误差由脉冲窗口的张角和转速

确定。

异向双斩盘产生的中子脉冲束流如图 4,计算结果说明,增大 ω_2 的宽度可以增大脉冲束流的强度,但也不是无限制地增大,当 ω_2 的宽度增大到一定程度时,脉冲束流强度就不再增大。由图 5 可以看出,为了尽可能地降低中子束流的损失,设计的中子脉冲斩盘,要尽可能地缩短双盘间的距离,但实际使用中,中子斩盘由中子吸收材料做成,为了保证没有到达斩盘窗口的中子尽可能地吸收掉或散射掉并具有足够的强度,中子斩盘通常是有一定的厚度的。此外,由于双盘间距不可能无限制地小,还有固定等一些其他机械方面的要求。图 6 给出了脉冲束流发散随双盘间距变化的模拟计算结果。结果表明,增大双盘间距可以减小束流发散,这给斩波器脉冲的设计带来了有利的一面,在较为精确的物理实验装置设计中,可以考虑变化间距,从而调节中子束流脉冲的束流发散。在实际应用中,由于脉冲产生装置位于整个中子散射设备的前端,在样品前还可以增添中子束流准直系统,因此双斩盘的设计更多考虑的是不过多地损失中子束流强度。在窗口张角相同的情况下,对单斩盘模型与双斩窗相同的斩盘模型进行比较,双斩盘由脉冲时间短对波长分辨影响也比较小。因此,综合上述几个方面,双斩盘物理参数的选择应主要考虑以下几点:(1) 根据机械设计的可能性,双盘间距尽可能地缩短;(2) 为提高脉冲中子束流强度, ω_2 应大于 ω_1 ;(3) 选择适当的斩盘转速。

理论分析及模拟计算结果可为飞行时间方法中子脉冲产生斩盘的优化设计、制造及进一步研究提供参考。

6 结论

本文根据飞行时间模式中子散射谱仪分辨设计越来越高的要求,针对飞行时间模式中子散射谱仪中的一个常用部件转盘式中子斩波器设计需求,采用单斩盘和异向旋转双斩盘模型对其斩波特性进行模拟计算。获得了单斩盘和异向旋转

双斩盘产生的中子束流脉冲强度和发散度随相关物理参数的函数变化关系。针对两种模型进行了误差分析探讨。结果表明:单斩盘设计结构简单,但脉冲误差和匹配误差在设计上不易消除。异向旋转双斩盘产生的中子束流脉在机械上更容易实

现输出束流特性调节,消除了匹配误差,脉冲误差小。采用异向旋转模型双盘设计时,第二斩盘窗口弧线长应在不超过 34 mm 范围内选择。异向旋转双盘可调性更好,可以满足分辨率较高的中子斩波器设计需求。

参考文献:

- [1] van WELL A A. Double-disk chopper for neutron time-of-flight experiments[J]. *Physica B*, 1992, 180-181:959-961.
- [2] MUTKA H. Focussing momochromator-fermi-chopper time-of-flight[J]. *Physica B*, 1992, 180-181:929-931.
- [3] KEARLEY G J. Time focussing with multi-slit disk choppers; a future spectrometer[J]. *Physica B*, 1992, 180-181:911-913.
- [4] STUNAUULT A, ANDERSEN K H, BLANC Y, *et al.*. Time-of-flight spectroscopy; energy calibration and consistency check[J]. *Physica B*, 1992, 180-181:926-928.
- [5] LECHNER R E. Optimization of the chopper system for the cold-neutron time-of-flight spectrometer NEAT at the HMI, Berlin[J]. *Physica B*, 1992, 180-181:973-977.
- [6] CLEMENS D, GROSS P, KELLER P, *et al.*. AMOR-the versatile reflectometer at SINQ[J]. *Physica B*, 2000, 276-278:140-141.
- [7] OTT F, MENELLE A. Refocus: A new concept for a very high flux neutron reflectometer[J]. *Nucl. Instrum. Methods A*, 2008, 586:23-30.
- [8] PENFOLD J. Instrumentation for neutron reflectivity[J]. *Physica B*, 1991, 173:1-10.
- [9] CLEMENS D. Conceptional design of a flexible neutron reflectometer at 'SINQ' [J]. *Physica B*, 1996, 221:507-513.
- [10] PLOMP J, de HAAN V O, DALGLIESH R M, *et al.*. Time-of-flight spin-echo small-angle neutron measurements[J]. *Physica B*, 2007, 397:76-78.
- [11] MENELLE A. Upgrade of the time-of-flight reflectometer at LLB[J]. *Physica B*, 2004, 350:767-769.
- [12] van WELL A A, FREDRIKZE H. On the resolution and intensity of a time-of-flight neutron reflectometer[J]. *Physica B*, 2005, 357:204-207.
- [13] WEBSTER J, HOLT S, DALGLIESH R. Inter the chemical interfaces reflectometer on target station2at ISIS [J]. *Physica B*, 2006, 386-386:1164-1166.
- [14] KAMPMANN R, SEILLER M H, KUDRYASHOV V, *et al.*. Horizontal ToF-neutron reflectometer REFSANS at FRM-II Munich/Germany: First tests and status[J]. *Physica B*, 2006, 386-386:1161-1163.
- [15] van de KRUIJS R W E, de BLOIS J. Fast Two-dimensional position-sensitive detection of neutrons in a time-of-flight reflectometer [J]. *Nucl. Instrum. Methods A*, 2002, 482:347-354.
- [16] 郭利平. 中国先进研究堆中子散射谱仪的模拟和优化研究[D]. 北京:中国原子能科学研究院, 2003:7-8.
GUO L P. *Simulation and optimization on neutron scattering instruments at China advanced research reactor* [D]. Beijing: China Institute of Atomic Energy, 2003:7-8. (in Chinese)
- [17] LEFMANN K, NIELSEN K. Mcstas, a general software package for neutron ray-tracing simulations[J]. *Neutron News*, 1999, 10(3):22-23.
- [18] 李新喜, 黄朝强, 王燕, 等. 双盘斩波器的设计与优化[J]. *核技术*, 2008, 31(5):392-395.
LI X X, HUANG CH Q, WANG Y, *et al.*. Design and optimization of a double-disk chopper[J]. *Nucl. tech.*, 2008, 31(5):392-395. (in Chinese)

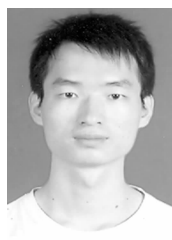
作者简介:



李新喜(1976—),男,河南兰考人,助理研究员,2000年于河南师范大学获学士学位,2003年于四川大学获硕士学位,现在中国工程物理研究院核物理与化学研究所工作,主要从事中子反射技术与应用的研究。E-mail: hklxx@sina.com



黄朝强(1981—),男,贵州德江人,助理研究员,2003年于四川大学获学士学位,2006年于中国工程物理研究院获硕士学位,现在中国工程物理研究院核物理与化学研究所工作,主要从事中子散射技术及应用的研究。E-mail: C. Q. Huang@163.com



王 燕(1983—),男,湖南张家界人,研究实习员,2006年于上海交通大学获学士学位,现在中国工程物理研究院核物理与化学研究所工作,主要从事中子反射技术及应用的研究。E-mail: wangyan3591@163.com



陈 波(1958—),男,四川成都人,博士后,研究员,博士生导师,1988年于成都科技大学获硕士学位,1998年于四川大学获博士学位,现在中国工程物理研究院核物理与化学研究所工作,主要从事中子散射技术及应用的研究。E-mail: chenbo_58@yahoo.com.cn

●下期预告

衍射光斑定位中的因素分析

郎治国,谭久彬

(哈尔滨工业大学 超精密光电仪器工程研究所,黑龙江 哈尔滨 150001)

为了提高相关函数拟合极值法在二维位相板衍射光斑亚像素定位中的计算效率,针对相关函数拟合极值法中的模板大小、拟合窗口大小及相关函数三种影响因素进行了详细分析。分析过程以仿真图像检验法为理论基础,即用数学仿真图像验证算法和程序的可靠性和精度。分析结果表明,三种影响因素均对计算效率产生较大影响,整像素搜索时模板和拟合窗口大小的选取对定位精度影响最大。同理,对二维位相板衍射光斑亚像素定位实验中的搜索模板和拟合窗口大小进行了优化设计:最佳模板大小为 $51\text{ pixel}\times 51\text{ pixel}$,拟合窗口的最佳大小为 $3\text{ pixel}\times 3\text{ pixel}$,与选用恰好包含整个衍射光斑时的模板($131\text{ pixel}\times 131\text{ pixel}$)相比较,整个定位过程的计算时间缩短了40%,在不损失定位精度的同时有效提高了计算效率。