

# CTF 磁压缩器的误差研究\*

朱雄伟<sup>1)</sup>

(中国科学院高能物理研究所 北京 100049)

**摘要** 磁压缩器广泛应用在自由电子激光装置中. 电子束团的归一化发射度增长由二极磁铁的高阶分量误差及准直误差引起. 本文描述了CTF (CXFEL Test Facility) 的第一个磁压缩器的误差研究.

**关键词** X射线自由电子激光 磁压缩 误差

## 1 引言

在SASE-FEL<sup>[1, 2]</sup>与直线对撞机中, 需要低发射度、高峰值电流的高品质束流从而达到FEL的饱和与对撞机的高亮度的对撞束, 这通常是由压缩器来完成的. 在压缩器中, CSR是发射度增长的主要原因, 但磁铁的高阶分量与位置、倾角的误差也是发射度增长的原因. CTF (China XFEL Test Facility) 加速器需要严格控制束流发射度, ELEGANT模拟包含CSR效应. 本文用ELEGANT<sup>[3]</sup>模拟研究了CTF第一个磁压缩器的误差效应.

## 2 高阶场分量与准直误差

在水平面内偏转的二极铁的垂直分量为

$$B_y(x, 0) = \sum_{n=0}^{\infty} B_n \frac{x^n}{n!} = B_0 \rho \sum_{n=0}^{\infty} K_n \frac{x^n}{n!} = \sum_{n=0}^{\infty} b_n \frac{x^n}{a^n},$$

其中  $B_0 \rho$  是磁刚度,  $a$  为参考展开半径, ELEGANT 采用  $K_n$  定义

$$K_n = \frac{B_n}{B_0 \rho} = \frac{1}{B_0 \rho} \frac{n!}{a^n} b_n,$$

在点  $(a, 0)$  处场展开为

$$B_y(a, 0) = b_0 + b_1 + b_2 + b_3 + \dots,$$

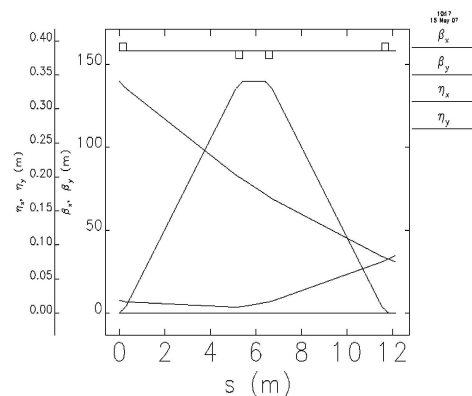
在模拟中, 扫描  $K_n$  从而计算相应的  $\frac{b_n}{b_0}$ , 计算中包含CSR效应.

## 3 磁压缩器参数

CTF 是一台软 X 射线级联 HGHG 自由电子激光, 在其驱动加速器中有二级磁压缩器, 分析第一个磁压缩器 (BC1) 的误差, BC1 的主要参数如表 1.

表 1 磁压缩器参数表

参数	单位	值
能量	MeV	225
能散	%	1.04
初始水平发射度	mm·mrad	1.22
初始垂直发射度	mm·mrad	1.22
出口水平发射度	mm·mrad	1.25
出口垂直发射度	mm·mrad	1.22
电量	nC	1
初始束团长度	mm	0.83
出口束团长度	mm	0.37
动量压缩因子	mm	-44
偏转角	(°)	3.8
最大水平色散函数	m	0.35
半宽极间距	mm	12.5



Twiss parameters for comp1

图 1 BC1 TWISS 参数图

2008 - 01 - 07 收稿

\* 国家自然科学基金(10575114)资助

1) E-mail: zhuxw@mail.ihep.ac.cn

BC1由4块二极铁组成C型的磁压缩器,其构成一个消色散系统,在中间2块二极铁处色散函数最大,约为0.35m,  $\beta$ 函数呈聚焦状态,在出口处达到最小,这样由CSR引起的发射度增长小. BC1的lattice参数图(见图1)

## 4 模拟结果

研究了多级场分量误差以及二极铁位置与倾角的误差,计算中每一项误差引起的发射度增长约为2%,见表2.

## 参考文献(References)

- 1 Conceptual Design Report of CTF, 2006 (in Chinese)  
(中国X射线自由电子激光试验装置(CTF)概念设计, 2006)
- 2 Linac Coherent Light Source (LCLS) Design Report, SLAC-R-593, 2002
- 3 Borland M. Advanced Photon Source LS-287, 2000

表 2

误差项	单位	B1	B2	B3	B4
$\Delta z$	cm	4	1.5	1.5	40
$\Delta\phi$	(°)	0.3	0.4	0.3	0.1
$b1/b0$	%	2.3	0.1	0.14	22.6
$b2/b0$	%	53	1.8	1.8	> 100
$b3/b0$	%	> 100	50	50	> 100

## 5 讨论

由于在第二、第三块磁铁处色散函数最大,因此B2, B3的误差范围紧,而B1, B4的误差较松. 但对于倾角误差, B4最紧.

# Tolerance Study for CTF Bunch Compressor<sup>\*</sup>

ZHU Xiong-Wei<sup>1)</sup>

(Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract** Bunch compressor is widely used in free electron laser facility. The normalized emittance dilution comes from the high order magnet components and the misalignment of dipole. This paper describes the tolerance study for the CTF first bunch compressor.

**Key words** XFEL, bunch compressor, tolerance

Received 7 January 2008

\* Supported by NSFC (10575114)

1) E-mail: zhuxw@mail.ihep.ac.cn