

# 北京正负电子对撞机重大改造工程储存环 调试运行期间辐射剂量监测与分析\*

李铁辉<sup>1)</sup> 吴靖民 陈志兴 余杰

(中国科学院高能物理研究所 北京 100049)

**摘要** 介绍北京正负电子对撞机重大改造工程储存环加速器调试运行期间周围环境、工作区域各监测点的平均辐射剂量率水平. 给出了电子环调试、正电子环调试、正负电子双环对撞调试、同步辐射光用户实验及不同束流频率下的典型剂量率水平曲线图, 并提出了防护建议. 总体监测数据表明, 储存环调试运行期间, 主体屏蔽及局部防护措施满足了储存环加速器调试运行需要, 达到了设计指标.

**关键词** 北京正负电子对撞机 储存环调试 环境剂量 区域剂量 辐射剂量监测网

## 1 引言

北京正负电子对撞机重大改造工程(以下简称BEPC II)储存环加速器于2006年11月12日开始调试运行, 2007年8月3日储存环调试结束. 期间进行了电子储存环调试、正电子储存环调试、正负电子对撞调试及同步辐射光用户实验.

## 2 BEPC II 辐射剂量监测网

BEPC II 辐射剂量监测网是由45个区域监测和环境监测点组成. 每个监测点各有一台 $\gamma$ 和中子辐射剂量监测器. 图1为监测网平面示意图, 其中方块为环境监测点, 小圆点为工作场所监测点.

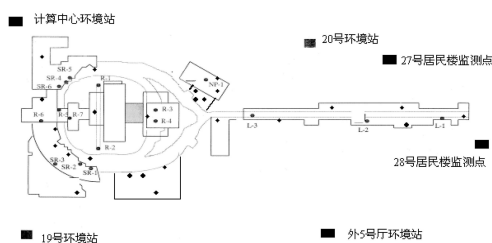


图1 BEPC II 辐射剂量监测网

## 3 监测数据处理与分析

BEPC II 辐射防护剂量设计值与管理目标值分别

为: 居民, 0.1 mSv/a, 0.1 mSv/a; 工作人员, 10 mSv/a, 5 mSv/a(2.5  $\mu$ Sv/h).

### 3.1 环境周围辐射剂量率水平

BEPC II 环境监测19号、20号、计算中心、外5号厅站及居民楼监测点27、28号楼楼顶辐射剂量监测数据示于表1.

北京市玉泉路地区环境陆地 $\gamma$ 剂量率平均水平为0.07—0.15 $\mu$ Sv/h, 中子剂量率平均水平为0.002—0.005 $\mu$ Sv/h, 总剂量率平均水平为0.072—0.155 $\mu$ Sv/h. 对比表1中的 $\gamma$ 剂量率、中子剂量率及总剂量率, 可以看出BEPC II 储存环加速器在调试运行期间没有对周围环境产生明显的辐射剂量贡献.

表1 环境周围各点平均剂量率 $\mu$ Sv/h

监测点	$\gamma$ 剂量率	中子剂量率	总剂量率
19号环境站	0.107	0.004	0.111
20号环境站	0.109	0.004	0.113
计算中心环境站	0.116	0.004	0.120
外5号厅环境站	0.107	0.003	0.110
27号居民楼顶	0.105	0.003	0.108
28号居民楼顶	0.107	0.004	0.111

### 3.2 工作区域辐射剂量率水平

直线加速器速调管长廊、储存环、谱仪实验厅、同步辐射厅、输运线电源厅、第二对撞实验厅、实验束厅及慢正电子厅等区域各监测点平均辐射剂量率水平分别示于表2. 数据统计时间从电子束首次进入储存环到储存环调试运行结束.

2008-01-07 收稿

\* 北京正负电子对撞机重大改造工程项目

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

表 2 工作场所各点平均剂量率  $\mu\text{Sv/h}$

监测点	$\gamma$ 剂量率	中子剂量率	总剂量率
直线长廊北端	0.149	0.038	0.187
正电子靶上方	0.201	0.031	0.232
直线控制室	0.149	0.005	0.154
直线长廊南端	0.187	0.033	0.220
环十字通道东	0.146	0.033	0.178
环十字通道西	0.086	0.008	0.094
谱仪实验厅东墙	0.244	0.521	0.765
谱仪实验厅西墙	0.080	0.162	0.243
同步光束线 1B1	0.191	0.060	0.251
同步光束线 1W1	0.110	0.720	0.830
同步光束线 3B1	0.447	0.506	0.953
同步光束线 4B9	0.117	0.092	0.209
同步光束线 4W1	0.076	0.262	0.338
同步光束线 4W2	0.136	0.335	0.472
11 号厅*隧道入口	0.169	0.475	0.644
第二对撞区东门	0.191	0.170	0.361
实验束厅控制室	0.112	0.003	0.115
慢正电子厅门厅	0.092	0.009	0.101

从表 2 可以看出, 各区域监测点辐射剂量水平均小于 BEPC II 工作人员管理目标值  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

### 4 不同模式下的辐射剂量水平

电子环调束、正电子环调束、正负电子对撞调试、同步辐射光用户实验及不同频率下辐射剂量率曲线示于图 2—6

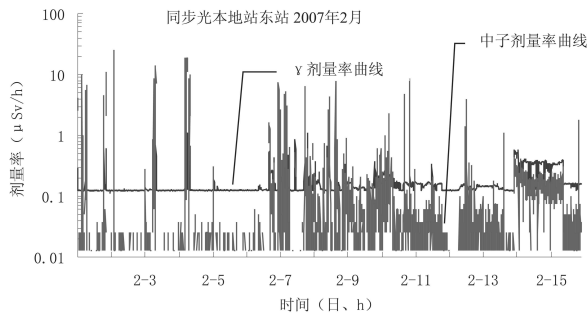


图 2 电子环调束运行剂量水平 2007.2.1-16

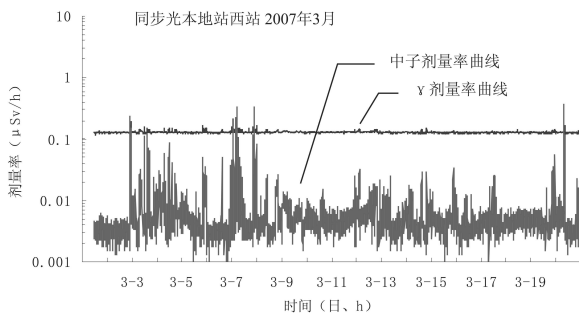


图 3 正电子环调束运行剂量水平 2007.3.1-20

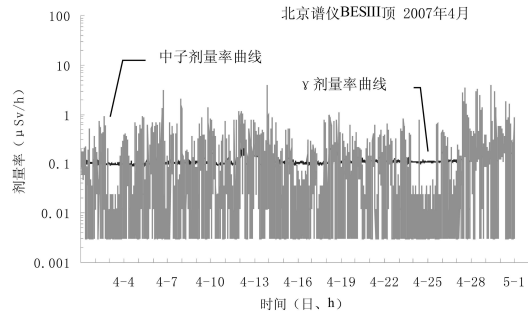


图 4 正负电子对撞调试运行剂量监测 2007.3-5

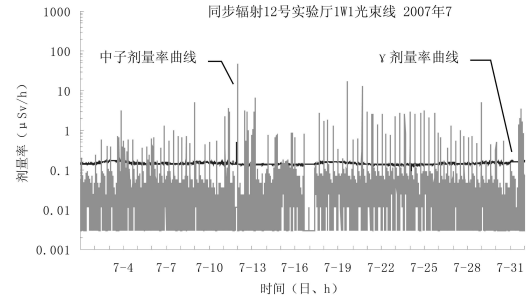


图 5 同步辐射光用户实验剂量监测 2007.7.1-31

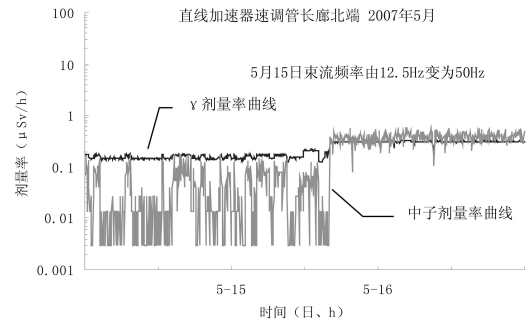


图 6 束流频率变化剂量监测 2007.5.14-16

### 5 结论

(1) BEPC II 辐射防护主体屏蔽及局部防护措施满足 BEPC II 储存环加速器调试运行需要, 达到了设计指标;

(2) BEPC II 储存环调试运行期间, 监督区各监测点的平均剂量率小于 BEPC II 辐射防护管理目标值  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ;

(3) BEPC II 周围 4 个环境监测站及 2 个居民楼楼顶监测点剂量率均在本底波动范围之内;

(4) 场所剂量率高的各监测点, 中子剂量率贡献是主要的. 说明高能加速器屏蔽体外中子剂量不能忽略, 应加强工作人员的中子个人剂量监测;

(5) 束流频率和工作场所的剂量率有很大关系. 频率越大, 辐射剂量率越大;

(6) 限制束流注入时间, 如束流注入完毕后, 将切割磁铁(TCB1)电流降为零, 以及直线加速器电子枪

触发与储存环加速器 kicker 联锁等措施, 都对降低加速器对外辐射起到了积极的重要作用;

(7) 局部防护措施, 如十字通道东西隧道门防护墙、谱仪大厅临时隧道、第二对撞区临时防护墙、第二对撞区隧道防护墙、同步辐射厅锯齿墙加厚改造、

储存环注入点上方防护加厚改造等, 对减少环境周围和工作区域的辐射剂量起到了重要作用;

(8) 为充分保障环境周围和工作区域的辐射剂量严格控制在 BEPC II 的设计与管理目标值以内, 应建立束流功率限制和束流损失限制联锁系统.

## Radiation Dose Monitoring and Analysis for the Construction of the Upgraded Beijing Electron-Positron Collider (BEPC II) During Its Storage Ring Operation \*

LI Tie-Hui<sup>1)</sup> WU Jing-Min CHEN Zhi-Xing YU Jie

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

**Abstract** In this paper, the average dose level is introduced in an environment and area when BEPC II is debugged. The typical dose graphs are offered when the electronic storage ring is debugged and works in the synchrotron radiation mode. At the same time, some suggestions about radiation protection are presented. All the data indicate that the main and local part shielding satisfy the need and attain the design target.

**Key words** BEPC II, debugging of storage ring, environment dose, area dose, radiation monitoring net

---

Received 7 January 2008

\* Supported by the Construction of the Upgraded Beijing Electron-Positron Collider

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