

文章编号: 1000-6931(2001)04-0316-04

HF 13 串列加速器框架式电阻 分压系统的改造

张桂莲, 秦久昌, 侯德义, 杨丙凡, 隗永学, 张秋红,
张灿哲, 王立永, 孟波, 胡跃明

(中国原子能科学研究院 核物理研究所, 北京 102413)

摘要:在 HF 13 串列加速器上的电阻分压系统中, 以玻璃釉膜电阻替代原合成膜电阻, 电阻阻值稳定, 耐高压性能良好, 提高了 HF 13 串列加速器的高压性能和运行效率。

关键词:串列加速器; 分压电阻; 框架式电阻

中图分类号: TL503.2 **文献标识码:** A

HF 13 串列加速器从美国高压工程公司(HVEC)引进, 于 1987 年 8 月正式投入运行。该加速器端电压为 13 MV, 高压电极两侧各有四段加速管和相应的四段绝缘支柱。每段加速管和相应的绝缘支柱各有 72 个加速间隙, 其间隙上跨接电阻分压器。加速管与绝缘支柱采用独立分压, 两个分压电阻链共有 1 152 个电阻分压器。

HF 13 串列加速器原采用美国 HVEC 兰电阻分压。兰电阻的阻值不稳定, 体积大, 价格昂贵, 整体屏蔽效果差, 在加速器高压打火时易损坏, 严重影响了加速器的高压性能和运行安全。因此, 1989 年底开始进行国产电阻分压系统的研制工作^[1], 所设计的电阻分压器, 采用 RHY-35 型合成膜电阻和框架式屏蔽, 两个独立的分压电阻链由 2 304 个电阻组成。从 1992 年至 1997 年, 分批在加速器上安装了 RHY-35 型框架式电阻分压器, 逐步替代了美国 HVEC 的兰电阻。

加速器采用全套国产电阻分压器运行后, 屏蔽效果好, 改善了加速器的高压性能, 提高了加速器的束流稳定性和运行效率, 节省了大量外汇。但 RHY-35 型高压电阻为合成膜电阻, 在国外大型串列加速器上已被淘汰。RHY-35 型电阻阻值不稳定, 在加速器上运行几十小时后, 阻值普遍下降 10%~15%, 造成加速器充电系统负荷增大。为保证加速器安全稳定运行, 加速器头部高压被限制在 11.5 MV 以下。另外, 电阻易老化和吸潮, 存放一段时间后阻值下降。由于上述情况, 研究试制 RI₈₀-10 型高压玻璃釉膜电阻。

收稿日期: 2000-01-31; 修回日期: 2000-08-10

作者简介: 张桂莲(1942—), 女, 陕西澄城人, 高级实验师, 加速器专业

1 RI₈₀-10 型电阻分压器研制

由于制造工艺的原因,高压玻璃釉膜电阻只能做成平板型,这种形状的电阻因无法进行保护,耐压性能不好,不适合加速器使用。为此,经过技术改造,反复实验、摸索工艺,研制出 RI₈₀-10 型玻璃釉膜电阻。该电阻以金属氧化钨为主,按比例掺加玻璃釉粉,经丝网印刷在高铝瓷基体上,经高温烧结而成。其优点是温度系数小,阻值稳定,耐高压,耐潮湿,耐高温,承受短期过载能力强。

2 RI₈₀-10 型框架式电阻分压器在 HF13 串联加速器上的试验

为了在严酷的条件下考验 RI₈₀-10 型高压电阻的性能,电阻分压器被安装在靠近高压电极的第五号加速管上(图 1)。该区域的静电储能高,易发生高压击穿,电阻易被损坏。经数千小时的运行考验,电阻阻值稳定,耐高压性能良好,无一损坏。因而,从 1997 年 11 月起,将 RI₈₀-10 型电阻分压器分三批安装在串联加速器上,至此,HF13 串联加速器电阻分压系统全部使用上了 RI₈₀-10 型电阻分压器。安装在加速器上的 RI₈₀-10 型框架式电阻分压器状况列于表 1。一年的使用结果表明:RI₈₀-10 型电阻分压器性能优良。



图 1 部分电阻分压系统安装图

Fig. 1 Frame type resistor divider system on the machine

表 1 安装在加速器上的 RI₈₀-10 型框架式电阻分压器状况

Table 1 Statistical data of the RI₈₀-10 frame type resistor installed on the machine

安装时间	安装位置	运行时间/h (到 1999 年 12 月底)	运行情况
1997 年 11 月	5#管	9 800	实验阶段
1998 年 3 月	3#、6#管,2#柱	8 200	投入正式运行
1998 年 12 月	1#、2#、4#、7#、8#管, 1#、3#、4#、5#、6#、7#、8#柱	5 132	投入正式运行

3 RI₈₀-10 型框架式电阻分压系统的性能

RI₈₀-10 型框架式电阻分压系统在 1998 年底建成以后,在 HF-13 串联加速器上首次进行高压锻炼时,仅用 16 h,加速器头部高压顺利锻炼到 13.08 MV,首次达到 HF-13 串联加速器头部电压额定值 13 MV。到 1999 年 12 月底,首批安装的 RI₈₀-10 型框架式电阻分压器在 HF-13 串联加速器靠近高压电极的 5[#] 加速管上经受了近万小时的运行考验,电阻无一损坏。最后安装的电阻器也已运行了 5 132 h。图 2 示出了串联加速器历年开机、供束时间统计。从中可看出,1999 年开机、供束时间是历年来最多的一年。1999 年,HF-13 串联加速器最高供束电压为 12.23 MV,全年大部分时间加速器运行在 10~11.7 MV,加速器高压稳定,高压击穿次数明显减小,运行情况良好。在 1999 年底串联加速器大修期间,对电阻分压系统进行了全面检测,在全系统的 1 152 个分压电阻中,阻值变化小于 3% 的电阻占总数的 99.74%,仅有 3 个电阻阻值变化在 5%~6% 之间。在全年 4 次开钢筒检修期间,没有更换一个 RI₈₀-10 型电阻,是建器以来从没有过的。RI₈₀-10 型框架式电阻分压系统的建成,大大提高了 HF-13 串联加速器的高压性能和运行效率。

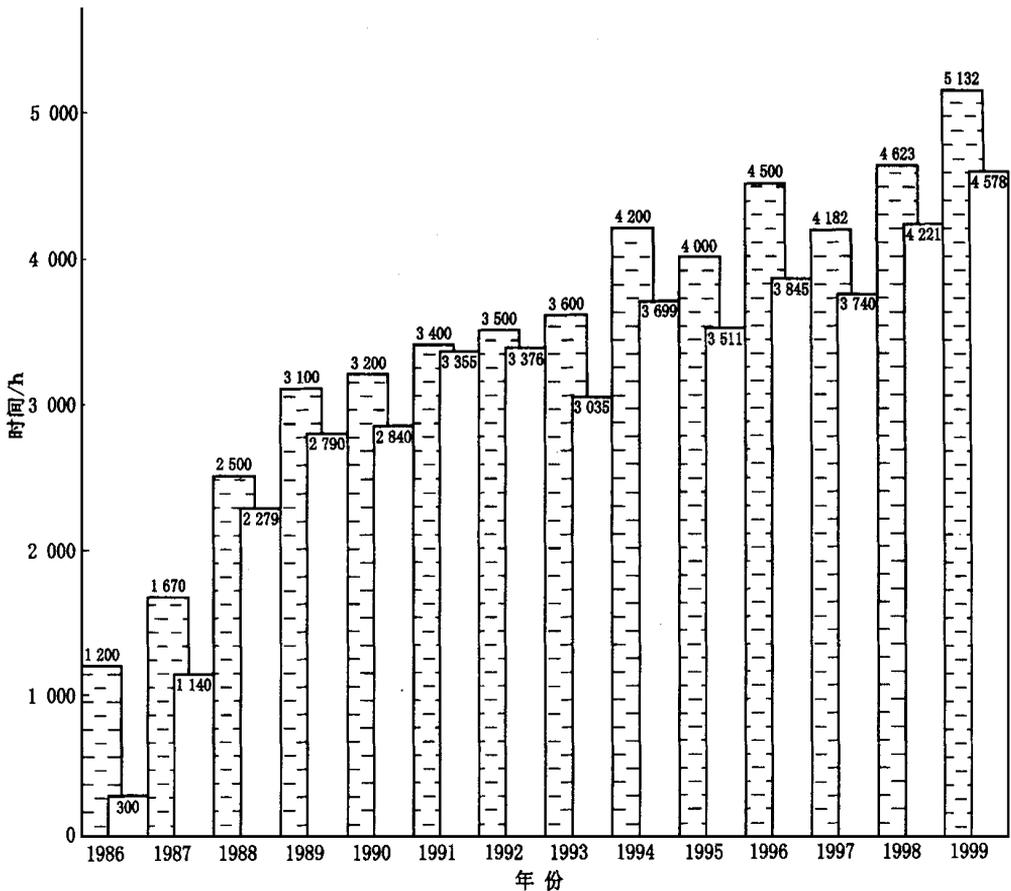


图 2 HF-13 串联加速器开机和供束时间统计

Fig. 2 The statistical data of HF-13 tandem accelerator operation time and beam time

▨ —— 开机时间; ——— 供束时间

参考文献:

- [1] 张桂莲,秦久昌,侯德义,等. HF-13 串列加速器电阻分压系统的研制[J]. 原子能科学技术,1996,30(3): 207~212.

Improvement of the Frame Type Resistor Divider System for the HF-13 Tandem Accelerator

ZHANG Gui-lian, QIN Jiur-chang, HOU De-yi, YANG Bing-fan, WEI Yong-xue,
ZHANG Qiu-hong, ZHANG Can-zhe, WANG Li-yong, MENG Bo, HU Yue-ming

(China Institute of Atomic Energy, P. O. Box 275-62, Beijing 102413, China)

Abstract: The synthetic film resistors are replaced by the glass-glazed resistors on the resistor divider system of the HF-13 tandem accelerator. Resistance value of the glass-glazed resistor is stable and its high voltage performance is satisfactory. Therefore, the new resistor divider system has enhanced high voltage performance and operation efficiency of the HF-13 tandem accelerator.

Key words: tandem accelerator; divider resistor; frame type resistor

核能:希望还是灾难?

Nuclear Energy: Promise or Peril?

编者: B. C. C. Vander Zwaan. 1999年科学出版社出版。

能源是人类的基本需求之一。尽管核能因污染环境和产生可制造核武器的钚而引起争议,但它毕竟是一种现实的选择。因为全球对化石燃料的需求量估计会持续增加,而化石燃料则是环境污染的主要根源,其危害并不单是产生“温室”气体。

本书分3部分讨论了能源、保健及武器扩散的问题,并力求以客观的态度对这些问题进行评论。

具体内容如下:核电、气候变化的预防、21世纪的世界能源与气候、能源效率、印度的核电前景、发展中国家与欠发达国家的能源、核电安全、核废物管理、核废物贮存、乏燃料管理、核燃料循环、后处理、分离钚的处置、钚处置、快堆、加速器驱动堆的前景、扩散风险。

摘自中国原子能科学研究院《科技信息》