

6 MV 串列静电加速器进展

赖伟全 斯厚智 朱锦华 李民熙

(中国科学院上海原子核研究所 上海 201800)

摘要 本文简要报导上海原子核所建立 6MV 串列加速器实验室的进展情况. 该加速器在 1992 年下半年初步调试完成, 随后正式投入运行. 在加速器质谱计(AMS)管道上完成了 ^{14}C 和 ^{10}Be 质谱测定, 并于 1993 年上半年通过了鉴定.

关键词 串列加速器, 加速器质谱计.

1 引言

6MV 串列加速器是上海原子核所自行设计和研制的我国第一台大型串列静电加速器. 该加速器研制工作是中科院“七五”重大工程项目, 但曾在一段时期内被列为缓建项目, 1986 年才初步具有安装加速器的土建条件, 1989 年才开始加速器的调试工作. 在调试过程中, 本所研制的输电梯和高气压真空波纹管先后发生故障, 但经过努力, 终于在 1992 年下半年将该台串列加速器投入运行, 并以较快的速度完成了串列加速器质谱计的试验工作和应用研究.

2 调试工作概况

2.1 输电梯改进

加速器第一次升电压至 5MV 左右时, 输电梯突然断裂, 在高电压梯度下, 尼龙绝缘子体击穿的主要原因是含水量太大. 为此, 对新加工的尼龙子除作硅油热处理外^[1], 还在它的表面涂环氧树脂防潮, 每个尼龙子二轴销孔之间的总电阻提高至 $10^{14}\Omega$ 以上, 放电电压大于 220kV^[1] (在 16 个大气压的 N_2 和 CO_2 混合气体中). 同时, 考虑到尼龙子的伸长效应, 适当缩小了输电梯两金属圆柱之间的距离, 以达到过压保护作用. 新输电梯在多年运转中无任何击穿痕迹. 该输电梯输电系统具有三种断梯继电保护: (1) 下转轴处的“触须”保护; (2) 两上转轴倾斜时的机械动作经光电

转换控制驱动马达; (3) 该机械动作同时经过绝缘绳索传输到地电位来控制驱动马达. 另外, 采用“电阻”复激^[2], 可使输电电流几乎增加了两倍.

2.2 空载高压试验

改进输电系统后, 在 1989 年底进行了加速器空载高压试验, 并把加速器空载电压第一次升到 6.6MV (利用分压电阻测量). 图 1 给出了加速器头部电压与气压的关系. 经高

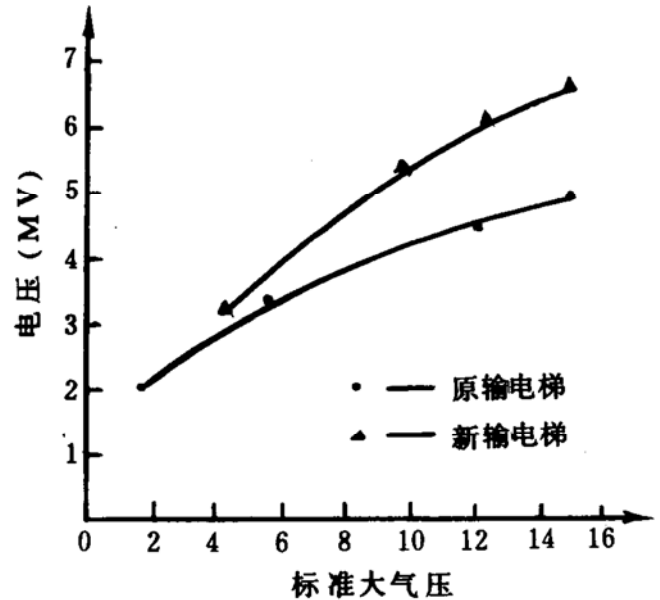


图 1 加速器头部电压和气压的关系

压试验发现高压电极和其邻近等压环均有打火痕迹, 新装输电梯轴销和驱动马达齿输带磨出了不少粉末 (以后的运行中大为减少).

头部光导部件损坏较严重,但玻璃釉高压电阻分压装置无任何损坏.

2.3 加速管、真空和电子剥离器

1990年初安装加速管.高低能段加速管分别由24段陶瓷钛电极焊接的加速管工艺段组成.加速管本身有自己的分压电阻串,只在每一个支柱死段处和分压柱连接板相连.加速管静态真空可达 $1.33 \times 10^{-5} \sim 1.67 \times 10^{-6}$ Pa.电子剥离采用气体剥离器,小高压钢筒中 N_2 气通过蓝宝石微调阀进入剥离管道.在剥离管道两侧由两个钛球泵抽气(头部共安装了八个钛球泵作备用).另外,剥离器中央还装有一台离子泵,其电离电流信号经光导传到主控室以监测真空和气量大小.1990年底进行了第一次引束试验,在 1.06×10^6 Pa下,高压为4MV时,顺利地第一次引出 $1.25 \mu A$ 的未经分析的质子束.

2.4 高压真空波纹管修改、加速管重装

1991年初当钢筒气压提高到 1.54×10^6 Pa时,高压头部的真空连接波纹管突然破裂,强大的气流通过加速管冲向主泵“爆破窗”,溢入大气中.加速管内电极被冲落,管内被污染.重新设计制造高压波纹管,拆下加速管清洁处理,再组装.

2.5 带加速管空载高压锻炼

加速管重新安装后,对加速管作进一步高压锻炼.升压至4MV以上时,分压电流增加过快.经多次运行试验发现:随着高压增加,高低能段的分压电流也相应增加,高压约为4.5MV时,高低能段分压电流开始产生差异,此时可监测到 γ 射线剂量增强,管内真空变坏,约经过几秒钟以后,分压电流增值可达几十微安.最后加速器在高低能段分压电流有明显差异的情况下稳定于较低的高压(约4MV),此后 γ 射线剂量和真空恢复正常.但是,加速器经过一年多的4~4.5MV下运行之后,这一现象已“自动”消失,加速器高压升至5.6MV时也未发生这种现象.上述现象很可能是因该加速管内曾受的污染未全部清洗

除尽所致.

2.6 串列加速器质谱计相关工作

(1)研制多靶位溅射负离子源.该负离子源具有产额高(^{12}C $350 \mu A$, $^9Be^{16}O^-$ $10 \mu A$, $^{27}Al^-$ $5 \mu A$)、发射度小、电离效率高、记忆效应弱等优点^[3].(2)调正注入器光路.取消原 30° 偏转注入磁铁,采用三光栏系统限制注入束的发射度,与头部剥离器接收度相匹配.(3)改进高能束流传输线,增加E×B部件和 10° 静电能量分析器,重新设计加工 90° 分析磁铁真空合,其输出侧为一喇叭形真空室,安装有监测非主束粒子监测装置.(4)改进加速器稳压系统. ^{14}C 和 ^{10}Be 等主束流非常微弱,无法采用缝隙-电晕法稳压.但把分析磁铁分析的 ^{13}C 和 9Be 等非主束流在缝隙仪上取得误差讯号来实现稳压,是可行的. ^{13}C 束等也仅 $10^{-10} \sim 10^{-11} \mu A$,因此要求稳压系统能在极其微弱的输入讯号下工作,并在非常窄的稳定范围内投入负反馈的作用.经过仔细改进的稳压装置能满足这些要求,并取得良好效果.

3 加速器的运行

自1992年下半年以来,已在该加速器上加速了H、Be、C、N、O、Al、Cl等多种离子,最近,加速器已升压至5.6MV.开展了古文物年代测定、海洋地质研究、生物医学研究以及核物理研究等多项科研工作.近两年来的运行证明,自行研制的如多靶位强流溅射负离子源、输电梯、加速管、真空系统等关键部件的性能是稳定可靠的.该串列加速器将为本所的应用核物理研究的发展,打下良好基础.

参 考 文 献

- 1 Lai Weiquan, et al. N. I. M. 1988, A268 : 400
- 2 Deng Yusheng, et al. N. I. M. 1993, A328 : 101
- 3 Si Houzhi, et al. N. I. M. 1993, A328 : 307

响溅射原子角分布的重要因素. 另外, 这方面研究还说明, 对角分布和择优溅射的研究是重要的, 这不仅能丰富非线性溅射的研究内容, 从而还可能发现新现象. 例如, 择优溅射涉及两类以上原子系统时, 适当选取两种组份原子质量与入射集团中原子质量的比例, 可能会发现同一系统中线性和非线性碰撞共存或相互干扰现象等.

参 考 文 献

- 1 Andersen H H, et al. J. Appl. Phys., 1974, 45 : 953
- 2 Takagi T, et al. Thin Solid Films, 1979, 63 : 319
- 3 Haberland H, et al. J. Vac. Sci. Tech., 1992, A10 : 3266
- 4 Th. Lill, et al. Z. Phys., 1993, B91 : 267
- 5 Shapiro M H, et al. Nucl. Instr. Meth., 1991, B62 : 35
- 6 王震遐. 物理学报, 1994, 43 : 161

Brief Summary for Investigations of Cluster Impact Surface

Wang Zhenxia

(Shanghai Institute of Nuclear Research, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800)

Abstract A brief summary for the developments of cluster impact surface including sputtering, surface topography and the influence of topographical feature on the sputtering process, is presented.

Key Words cluster sputtering, surface topography, impact deposition.

(上接 38 页)

Progress of 6 MV Tandem Accelerator Project

Lai Weiquan Si Houzhi Zhu Jinhua Li Minxi

(Shanghai Institute of Nuclear Research, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800)

Abstract Progress and the present status of the 6 MV tandem accelerator at SINR are described. The machine has been in operation since 1992 for experimental nuclear physics and applied nuclear physics studies. In particular, an AMS has been set up for ^{14}C , ^{10}Be and ^{26}Al analysis of super high sensitivities.

Key Words tandem accelerator, AMS.