

# 北京质子直线加速器 及其应用研究装置建成

王书鸿

北京质子直线加速器及其应用研究装置,包括35兆电子伏质子直线加速器、快中子治癌研究装置、医用短寿命同位素制备装置和正电子断层照像(PET)试验装置。这些装置的建成,是在中央的关怀下,在国家计委、国家科委和中国科学院的领导下,由全国上百个厂家、研究所大力协作、奋战攻关的结果。

北京质子直线加速器,是我国自行设计和建造的第一台质子直线加速器,也是我国目前最高能量的质子加速器。这台大型科研装置,综合了许多门类的尖端技术,如超高频无线电、高电压、高真空、精密机械、高精度的光测和电磁测量、计算机自动控制技术等,因而设计和制造的难度很大,至今只有少数发达国家才拥有这类加速器。1989年5月15日,这台机器通过了中国科学院的技术鉴定。鉴定委员会认为,这台加速器已全面达到设计指标,即能量35.5兆电子伏、脉冲流强60毫安、束流脉宽100微秒、最大重复频率12.5赫兹、束流动量散度小于 $\pm 0.3\%$ 、归一化发射度小于 $4\pi$ ·毫米·毫弧度,其中动量散度和发射度成倍地优于设计指标,设备运行稳定可靠,证明这台加速器的设计、建造、安装和调试都是正确和成功的;达到了同类装置的国际先进水平;为我国加速器技术及其应用事业的发展,作出了重要的贡献。据不完全统计,在建造这台加速器的过程中,通过攻关而涌现出来的新技术、新工艺、新材料等就有50多项,共发表论文50余篇,其中在国外学术刊物上发表的有6篇,在国际会议上宣读的有3篇。

医用短寿命同位素制备装置,是用北京质子直线加速器提供的质子束轰击各种靶,产生和制备我国急需而目前主要靠进口的缺中子放射性药物。这套我国目前最完备的、利用加速器提供的束流制备放射性药物的装置,包括靶站和靶子的自动装卸传输系统、接靶热室、工作箱系统、控制系统和质量检测系统。它能制备近30种放射性药物,包括正电子断层照像技术所必须的正电子核素。1987年5月,这套装置首次制备核素 $^{201}\text{Tl}$ 成功,经质量鉴定表明,其性能指标全面达到美国药典标准。近来,又多次成功制备了超短寿命核素 $^{11}\text{C}$ ,用于正电子照像装置的试验研究,并取得

了较好的显像效果。

快中子治癌研究装置,是用北京质子直线加速器提供的质子束轰击铍靶,产生快中子,用于治癌研究的装置,也是我国第一台用快中子束进行治癌研究的装置。这套装置包括中子束产生系统、中子治疗定位系统、中子剂量监测系统、自控系统和辐射防护监测系统。1989年6月26日,利用这套装置首次产生快中子束成功,测得中子束的平均能量为20兆电子伏,每微安的质子束可在治疗位置上产生的中子吸收剂量为1拉德/分钟,完全满足中子治癌的要求。

正电子断层试验装置,是利用北京质子直线加速器产生的正电子核素作为显像剂,通过对正电子湮没产生的一对方向相反的伽马光子的符合测量,进行断层扫描显像的装置,是完全依靠自己的力量,自力更生、艰苦奋斗创建的我国第一台PET装置。这种装置在国际上被称为当前核医学中的最高显像技术,在核医学史上奠定了一个划时代的新里程碑。它不仅能够提供人体脏器的内部结构,更重要的是能显示组织脏器的功能,反映体内生理及生化变化,并进行动态摄像。高能所研制成的这台试验装置,由单环、64个BGO探头组成,其空间分辨率达6毫米,时间分辨率达3毫微秒,能量分辨率为20%。经1986年中国科学院技术鉴定,认为其性能指标达到八十年代初的国际水平。我国核医学家已利用这台装置,成功地进行了兔、狗、猴等动物的脏器显像试验,取得了较好的显像效果。

为了更有效地发挥北京质子直线加速器及其应用研究装置在科学研究和经济建设中的效益,1989年10月,在高能物理所召开了应用研讨会,出席会议的有国家计委、国家科委、卫生部、国家医药总局和中国科学院的领导同志,以及来自美国、香港和国内有关科研、医学界的专家、教授等共120人。与会代表以极大的兴趣参观了这些大型研究装置,一致认为这些装置的建成,对中国核医学和放射医学的研究和发展,具有重要的意义,表示要利用这些装置开展基础和应用研究,并建议尽快成立核医学研究中心或开放实验室,为推进中国核医学的发展,为造福人民作出更大的贡献。