

治疗癌症用的轻离子加速器

孙韵敏

(中国科学院近代物理研究所 兰州 730000)

摘要 本文介绍了 GSI 的 D. Böhne 博士等人综述的国际上治疗癌病患者所使用的轻离子加速器的运行状况,及其正在研究的医用同步加速器的方案设计概况.

关键词 癌症, 轻离子, 加速器, 同步加速器.

最近, GSI 的 D. Böhne、陈务忠和 M. Müller 综合研究了当今国际上有关治疗癌症用的加速器运行状况,并在 GSI 设计了一台用于治疗癌症的轻离子同步加速器.

目前国际上,已有六台原为核物理实验而建造的回旋加速器,现都在为治疗癌症而运行,这些器只能产生能量约为 100MeV 的质子束;还有三台同步加速器,也由原是核物理实验的专用设备,改成了治疗癌症用的束流装置,它们具有能量可变性,因此,比回旋加速器优越.美国 Loma Linda 医疗中心,已把一台能量为 250MeV 的同步加速器用于治疗.直到 1991 年的中期,国际上已有 9850 位病人接受了各种各样的质子加速器的治疗.

现在,只有美国 Berkeley 的 BEVALAC 加速器所产生的轻离子束,除供核物理实验外,还部份供医疗使用,约有 435 位病人经受治疗.在 Berkeley,曾有一台较老的同步回旋加速器产生氦束治疗了 2050 位病人,但在 1987 年关闭了.因此,用轻离子束做治疗的临床经验还不足.但是, Berkeley 和 Darmstadt 的两个研究所在近 15 年中,进行了一些生物物理学领域的实验,有力地证明了在这些领域,使用轻离子束流比使用质子束流更有优越性.现在,日本 Chiba 的 NIRS 正在建造一套设备十分齐全的轻离子加速器,作为治疗设施.

在欧洲,曾提出过要把一种轻离子加速器建造到医院中的方案,称为 EULIMA (欧洲轻

离子医用加速器),它由欧洲社会医疗和卫生研究计划组织提供财政资助.该研究项目,是基于法国、比利时、英国、德国、意大利和瑞士的一些辐射研究中心和加速器实验室研究项目的基础上的.这种装置的特点是:对于加速器和束流传输系统有一种强聚焦措施,并且实现了一种综合性的 SOZIO—经济研究.这种研究证明:只有在使用这种治疗后才可以拯救许多病人,否则这些患者是不可治愈的;同时还论证了用轻离子束来做治疗,比用常规治疗所用的设备,在成本费用方面更为合算.

1991 年, EULIMA 计划停止执行,因欧洲没有一个政府愿为该计划和与其相配套的一些装置而另外支付一笔经费.为此,有些研究单位有选择的在某些有一定装备的医院中实施其“研究和发展计划”.

除 BEVALAC 外,只有 Darmstadt 的 SIS 装置能提供做治疗用的具有合适能量的轻离子束. GSI 曾打算要把这种用于核物理的装置,也用在对病人的治疗上;但是基础物理实验,已超额地预定了在 SIS 上的运行时间;此外,为改善束流控制和成形,即位置灵敏计数器、光栅扫描系统和 PET 技术等研究,也占用了部分束流时间.所以,这个装置每年仅能为少数几个病人供束治疗.

现将 GSI D. Böhne 等人的研究方案,简要介绍如下:

EULIMA 的研究工作,是着眼于研究超导

扇形磁铁的回旋加速器, 鉴于 GSI 的技术力量; 显然是要研究选择出另一种同步加速器的方案. 因为治疗肿瘤用的束流, 只需要用低强度的、能量随机可变的配合束流的传输系统, 因此就不需要用回旋加速器那种典型的高强度的束流, 也不需用等时性回旋加速器那种固定的能量特性. 由于作为治疗时的束流强度低到 10^4 pps, 故他们把为核物理实验用的同步加速器的设计约束条件大大放宽. 所采用的计算机程序中, 能量的改变是由脉冲至脉冲的特性, 使他们可以按照自己的要求设计一台同步加速器. 理论上曾对后者作过论证, 而且在 SIS 运行后, 实践中也得到了证实.

他们设计的医用同步加速器, 选用的极大能量值为 480MeV/u , 对于氦束, 在薄纸中的穿透深度为 23cm , 每分钟传递的标准化极大剂量为 5Gy , 即每秒钟有 10^8 氦离子到达靶子上. 为了简化安全方面的装备, 经过再三考虑, 把安全因子降低 10 倍. 对于束流强度, 认为在源和靶子之间的几个位置上, 有一定少量的束流损失是正常的. 对于慢引出情况, 像由光栅扫描设计者们所建议的那样, 在 400ms 的平顶时间, 选择的重复率为 1Hz .

D. Böhne 等人遵循国际上多年来的观点, 即不可用高强度束流的治疗装置, 由此出发来研究、决定装置的结构参数; 关于剥离注入或剥离引出的设计, 最后则另行方案.

他们的医用同步加速器不像 SIS 那样, 而是单圈注入, 磁铁缝隙小, 真空系统设备齐全, 真空度可达到 10^{-9}mba , 有一个像 UNILAC 的高电荷态注入器那样的短 Linac 注入器. 此外, 仍打算做些简化和额外的设计.

关于束流的传输, D. Böhne 等人设计了以一束水平的及二束倾斜的方式, 将束流传输到治疗室中, 同时还设计了一种精巧的起重架. 为此, 一定要把此装置的建造, 选置在一个特殊的场所; 现决定选择在海德堡大学的辐射治疗医院(见图 1).

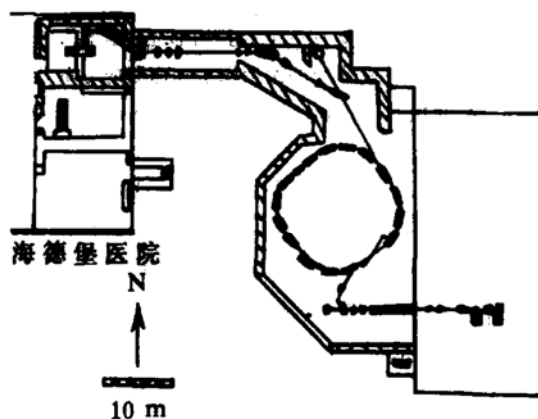


图 1

目前, 该设计项目需要继续完善的工作是: (1) 考虑到此装置可以把束流强度提高 10 倍, 则需要考虑制定一个多圈注入的方案; (2) 研究最后一段束流传输的光学系统、质量分离器的特性、垂直束流的选择和与超导磁铁有关的起重架的可行性; (3) 轻离子范围的 EZR 源的研究; (4) 在 SIS 上的慢引出及溢出控制测量的研究; (5) 论证当由脉冲到脉冲的过程中, 能量有 3% 的增量梯度, 且在靶子上束流斑点的位置可以保持在 $\pm 0.5\text{mm}$ 以内.

参 考 文 献

1 D. Böhne, et al. Nachrichten, GSI, 1991, 12

Light Ion Accelerator for Cancer Therapy

Sum Yunmin

(Institute of Modern Physics, Academia Sinica, Lanzhou 730000)

Abstract The light ion accelerator used worldwide for cancer therapy, which was researched gen-

erally at GSI by Dr. D. Böhne et al. and a medical synchrotron designed by them for that kind of usage are introduced in this paper.

Key Words cancer, accelerator, light ion, synchrotron.

甘肃省核学会举行一九九二年学术年会

甘肃省核学会 1992 年学术年会 9 月 2 日至 5 日,在天水市核工业部地质学校举行.来自全省厂、矿、企事业单位、高校、科研和应用部门近 40 位代表出席了会议.

提交本届年会的论文 22 篇,收入论文集的 16 篇,大会交流 16 篇.

五〇四厂的“世界核电概况和我国核电发展前景”、兰州大学洪忠梯的“加速器在治疗癌症中的应用”、近代物理所王铁山的“国内外关于核电池研究概况”和王志光的“核微孔滤膜及其应用”等综述性文章,对核科学部分不同领域的现状作了广泛介绍.兰大现物系曾保生对“EMC 效应——原子核的新效应”进行了介绍,并提出了自己的见解.

五〇四厂于绍良的“铀浓缩厂辐射防护标准的研究”、省放射卫生监督监测所杨子文的“酒泉地区空气和环境水中氚(HTO)及其所致剂量”和高平印的“甘肃省不同类型窑洞中²²²Rn 浓度”、近物所宋文杰的“兰州重离子研究装置(HIRFL)周围环境放射性监测”和四〇四厂高鑫苓的“核燃料后处理厂超剂量受照人员 30 年健康评价”等文章,从不同方面报告了对大型厂矿、大型装置—辐射防护、环境保护和人员健康等方面的研究监测结果;同时也表明,省核学会的科技工作者,对安全工作相当重视.

有关核工业技术研究方面的文章,有四〇四厂谢庄应的“动力堆堆后铀浓缩涉及的若干技术问题”、兰大现物系赵爱

民的“离子交换法从碳酸盐溶液中提取微量铀的研究”和五〇四厂的“测定氯化铀铀—铝盐—盐酸体系中微量铀的研究”等,对核工业中一些重要技术问题进行了比较深入的研究,有些提出了解决办法,收到满意结果.

涉及核技术在国民经济中应用的文章最多,内容广泛,工、农、医等各方面都有.如近物所曾文炳的“氚示踪动力学方法对沙坡头地区生态系统植物水平衡研究”、陈晓曦的“掺加铁的钛酸铝陶瓷粉体的研究”、尹仲礼的“PIXE 分析沙棘中的微量元素”、牛芳的“放射性免疫药物研制——²¹²Bi 标记的单克隆抗体”、周知明的“天水辐照交联电线电缆生产线的建造”和兰州兽医研究所徐春河的利用同位素示踪法分析 XX 病毒等.这些论文报告,受到代表们的欢迎.

代表们对铁道部天水电缆厂辐照车间进行了实地考察,赞扬近物所把核技术应用于工业生产迈出了一大步.

马受武理事长代表学会,对 1990 年第一届学术年会以来的工作和本届年会进行了总结.马理事长在总结中强调指出,学会内部各成员单位之间、以及与其他省市的兄弟学会之间,今后要进一步加强交流与合作,要为甘肃核科学的发展和核技术应用作出更大贡献.

(中科院近物所 宋文杰供稿)