

## 我与低能粒子加速器

陈佳洱

(北京大学 北京 100871)



我于 1958 年开始从事加速器的研究及教学工作,30 多年来和同事们一起研究过多种类型的低能加速器,包括:

一、等时性回旋加速器中央区的物理研究。1964 年在英国访问期间,针对回旋加速器中束流在中央区大幅度衰减的现象进行了深入研究。我利用微分探针逐一确定各种离子成分的轨道并将实验诊断与理论分析及计算机模拟相结合,逐圈分析各轨道的动力学特性,终于弄清了头几圈中束流衰减的机制,并通过逐圈控制离子的高频相位与轨道中心,将束流的传输效率提高了三倍以上。在实验中我还证实了在具有三个扇形磁极的回旋加速器中存在着越隙共振。

二、4.5MV(兆伏)静电加速器的设计、建造和  $2 \times 6$  MV 串列静电加速器的改建及应用。(1)我作为 4.5MV 静电加速器项目负责人,组织研制人员首次摆脱以往的仿制模式,走自己的路。我们从优化物理参数入手,系统地优化了高压电极形状、高压柱结构以及各项设备的光学参量等。经优化的结构,机械性能稳定,电场分布均匀。运行时高压柱端部的最大振幅小于 0.08mm,最高空载电压可达 6.2MV,还具有束流脉冲化的性能。这台加速器的建成填补了我国单色中子在 5-7MeV 能区的空白。(2) $2 \times 6$  MV 串列静电加速器是由英国牛津大学的加速器改建而成的国内高校中最大的一台加速器。1985 年我和牛津大学签定了转让协议,并主持了重装、改造及部分设备国产化的工程。改建后的加速器不仅运行稳定,它的合轴精度、真空性能和束流强度等都高于原有设备的水平。利用这台设备,我们承担了国家自然科学基金重大项目,成功地建成了北京大学加速器质谱计,首次实现  $^{14}\text{C}$  的超灵敏检测,碳样的测量能力达到每天十余个,性能指标赶上国际先进水平,它的建造和完成为我国  $^{14}\text{C}$  加速器质谱年代学研究做出了贡献。

三、束流脉冲化技术的研究。直流束的脉冲化技术在利用飞行时间法的物理研究中有着重要的应用,也是提高直线和回旋加速器的俘获效率和束流品质的一项关键技术。但这方面的理论并不完善。1973—1984 年间,我将束流光学的理论和方法拓展到束流的群聚、切割和输运过程,取得若干重要成果,包括用二维相空间的理论和方法研究束流的群聚和切割过程,补充了过去传统理论的不足,有效地预言了脉冲化束的波形、束流利用效率以及束流品质与束流初始能散及初始发射度的关系,这些都为实验所证实。我还与所指导的硕士生联合提出了新颖的双谐波切割器原理,试验证明其效率比常规正弦波切割器高约 47%。我将这些成果用于实际,如为北京师范大学低能核物理所研制的一套高效聚束装置,能以不到 10 瓦的功率将 350KeV 连续氘束压缩到 1 纳秒;我在美国石溪大学的超导直线加速器的脉冲化系统中,成功地将 64MeV 的硫离子压缩到 100 皮秒,束流的总效率高达 60% 以上。我还将研究成果制成

软件,由计算机直接控制加速器各有关设备,运行起来既精确又方便,得到石溪的同行们的高度赞赏,一直沿用至今。

四、直线加速器前沿技术研究。RFQ(射频四极透镜)是近年来强流离子加速器发展的前沿之一,在离子注入、爆炸物检测和核废料处理等方面都有重要应用。1984 年我与方家驯同志联合提出并发展了一种由分离环共振线激发的新结构,它具有尺寸小、电稳定性好、工作频率低、调频范围宽、适宜于加速重离子等优点。1992 年试验成功离子注入用的结构样机,主要性能指标达到国际同类结构的先进水平。另一项是 1.5GHz 射频超导铌加速腔的实验研究。低温射频超导加速腔对于发展高平均功率的自由电子激光器和下一代超高能加速器都有重要意义,国际加速器界对此极为重视。1987 年以来,我领导的课题小组从无到有地建成了具有较高水平的射频超导实验室,还发展了一套有特色的表面处理工艺,使铌腔的加速梯度稳定地提高到 12.6MV/m( $Q\sim 10^9$ ),达到了国际先进水平。

## 我在动物生理生态学领域的工作

孙儒泳

(北京师范大学 北京 100875)



我长期从事动物生态学的研究和教学工作。50 年代中后期在苏联以 8 季 $\times$ 2 种鼠 $\times$ 2 地点的大量观测,发现栖息在相距仅百余公里的南北两地种群间存在着统计学上显著的生理生态特征的地理变异,为兽类地理物种形成微小阶段提供了生理学的依据,同时提出地理变异季节相的新概念;60 年代初,研究大家鼠属能量代谢和水代谢,阐明与栖息地相适应的种间差异,并引入协方差分析。70 年代以后,根据国际生态学发展趋势,由描述鼠类生理生态的种间、种内变异研究,转向生理生态特征变异的机理和能量收支的研究工作:(1)在每日平均代谢率与静止代谢率关系研究中,提出 Weiner 以平均每日代谢率估计 DER 的模型应予修正;(2)发现鼠类体温调节能力

胎后发育分三期,呈“S”型曲线,并将发育过程数学模型化,据此能预测其胎后变化;提出了恒温能力指数,明显优于 Ricklef 指数;(3)在行为生态研究中,对布氏田鼠婚配制度和繁殖行为,由直接观察深入到实验研究;而对高原鼠兔的繁殖季节性研究追溯到神经内分泌机制;(4)与有关教师合作,从亚细胞水平用生化测定方法,研究鼠类在低温驯化中肝脏和棕色脂肪的线粒体蛋白含量及其呼吸功能的变化、细胞色素碳氧化酶和琥珀酸氧化酶活性的变化;(5)在国内首先应用同位素标记测定田鼠水代谢;(6)将生理生态研究由鼠类扩展到鱼类的研究。30 余年来,我出版了《动物生态学原理》、《种群科学管理与数学模型》和《普通生态学》(合著)等著作,并且用中、英文发表学术论文约 60 篇。