



陈佳洱,中国科学院院士,第三世界科学院院士。北京大学物理学院技术物理系教授,曾任北京大学校长、国家自然科学基金委员会主任。研究方向为粒子加速器等。

# 坚守家国情怀,勇攀核物理的高峰

陈佳洱

## 1 缘结核物理

我最开始在大连大学工学院读书,1952年院系调整,从大连大学转到了东北人民大学(现吉林大学)物理系。给我上原子物理课的老师,是著名科学家、“两弹元勋”朱光亚先生。朱光亚先生是西南联大的学生,曾在美国密歇根大学留学,中华人民共和国成立后,他毅然回国。朱光亚先生讲课讲得非常好,他对上课非常用心,讲一节课,备课可能要备一周。他不是简单地讲一下原理,而是详细介绍原理背后的故事,比如黑体辐射,为什么当时的理论跟实验事实不符?当时有几种假设?物理大师最后是怎么解决的?他像讲故事那样讲给我们听,所以我们都非常喜欢听他的课。加上他在朝鲜战场上立过功、得过军功章,在我们眼里他是英雄。

后来写毕业论文时,我就选了朱光亚先生做导师。他给我出了一个题目:探测 $\beta$ 射线的核子计数

管。他对我要求非常严格,我每周都要把阅读文献的笔记交给他来批阅。理解得不深或错误的地方,他都要画出来,帮我纠正。在他的教导下,我成功做出了我们国家第一个测量 $\beta$ 射线的核子计数管。

1955年1月15日,毛泽东主席主持召开中共中央书记处扩大会议,讨论决定在我国建立并发展原子能工业。发展原子能事业需要人才,所以周总理专门批示教育部在北京大学建立原子能人才培养基地。为此,教育部让北京大学依托中国科学院近代物理研究所建立了一个物理研究室,并从各地抽调一批著名核物理学家来参与筹建工作,其中就有朱光亚先生。朱先生到了物理研究室以后,第一个想到的就是我,他指导过我的毕业论文,知道我很努力,所以就也将我调到物理研究室工作。

1955年5月底,我来到了物理研究室当助教。那时候,我得知要来北京大学,非常高兴,因为我一直对北京大学很向往,但是这个物理研究室虽然行

收稿日期:2021-04-15;修回日期:2021-05-27

引用格式:陈佳洱. 坚守家国情怀,勇攀核物理的高峰[J]. 科技导报, 2021, 39(12): 14-18; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2021.12.001

政上属于北京大学,办公地址却在中国科学院近代物理研究所内。那时候研究室刚刚创建,就在近代物理研究所所长钱三强先生的办公室306房间办公,在研究所内的代号是物理六组。

## 2 从零起步,培养人才

物理研究室最开始只有6个人,我是其中最年轻、资历最浅的,我去报到的时候只有21岁。我入职后第一项任务是招生。培养优秀人才,首先当然要招好学生。1955年夏,我奔赴各地招生,去了武汉大学、复旦大学等学校。到了有关学校,我直接拿出周总理给教育部的批示给他们看。那时全国一盘棋,他们也十分重视,把最好的学生推荐给我。我又专门找他们的团总支书记把关,看这些同学是不是思想品质、学习成绩都是最好的。我们预计的目标是招100名学生,结果最后只招收了99名。

有了学生,还缺上课、做实验的场所。当时钱三强先生是中国科学院的副院长,他就把中国科学院化学研究所的二层整层调整出来给我们做教室和实验室,一切就绪后,就开始上课了。胡济民先生讲核理论,虞福春先生讲原子核实验方法,卢鹤绂先生讲加速器和反应堆,朱光亚先生讲核能谱。几位教授负责讲课,我则负责带刚毕业的几位助教把核物理实验排出来。可是这些实验我也没做过,不知道该怎么排。后来虞福春先生找来一本英文的《实验原子核物理》,我就参考这本书选了8个实验,跟朱老师商量,确定下来后开始排实验。

排实验的过程中,我与同事们发现,几乎每个实验都需要计数管。为此我专门成立了一个计数管车间,研制 $\alpha$ 计数管、 $\beta$ 计数管和 $\gamma$ 计数管。 $\gamma$ 计数管最好做,带有薄膜的 $\beta$ 计数管是我做的毕业论文,也没有问题。最难的就是 $\alpha$ 计数管,因为 $\alpha$ 射线射程很短,要非常薄的薄膜才能穿透。可是这样薄的膜一抽真空,就被大气压压碎了。我好不容易想了个办法,就是在 $\beta$ 计数管的薄膜上,开一个小洞,把更薄的云母膜粘在上面,让 $\alpha$ 射线通过小洞进去,这样总算把国内第一个 $\alpha$ 计数管做出来了。

每天我要管计数管车间,又要排实验,工作量

很大。为此,我把一张床搬到实验室,每天工作到半夜3~4点钟,实在困了,就到床上眯一会,醒了起来接着工作。做实验中,朱光亚先生对我的指导最多。记得有一次我设计了一个电路用以检测我做的计数管的“死时间”特性,用示波器把这个时间显示出来。我正在观看示波器上的波形时,忽然听到后面有人讲:“这个波形很漂亮嘛!”回头一看是朱老师站在我身后。他的一句夸赞让我备受鼓舞,感觉浑身所有的疲劳都化解了。我花了10个月的时间把8个实验排了出来。虞福春、朱光亚等先生看了以后觉得很满意,认为符合教学大纲要求。

培养核物理人才这件事需要保密,因为我们的信箱是546信箱,所以我们对外都讲我们是在546信箱工作。我的家里也一样,他们都不知道我在做什么,以为我每天可以欣赏北京大学的湖光塔影。其实我工作非常忙,都在中国科学院化学研究所的楼里,根本没有时间到北大校园里看看。

当时学校对我们的工作非常重视,时任校党委书记江隆基专门来看望我们。他对我们说,人类对原子能的发现,在某种意义上讲,比发现火还重要。原子能的应用是划时代的伟大成就,他鼓励我们一定要把核物理和核科学的教学、研究搞好。大家听了非常受鼓舞。

国家对我们也特别支持,除了教育部,国务院三办即后来的二机部,也对我们予以大力支持,所以我们不缺经费。只要有需要的设备,我们就去采购,北京市能够采购就在北京市采购,不能采购就到教育部请他们订货。后来,教育部在化学所旁边把技术物理楼建起来了,我们也有了自已的大楼。

尽管是从零做起,但是应该说我们的工作取得了不少成效,招来的第一批99个学生里,后来出了6位院士。北京大学物理研究室为国家培养了一大批核科学人才。

## 3 筚路蓝缕,钻研加速器

原子能事业的发展离不开反应堆、加速器等重大设施,要开展教学和研究,也离不开加速器。为此,胡济民先生带队到莫斯科去考察加速器。苏联

教育部建议我们引进比较便宜的电子感应加速器,于是我们就从苏联引进了 25 MeV(兆电子伏)电子感应加速器。设备运到北京后,组织上调我去当加速器教研室的主任,让我负责安装、调试这台电子感应加速器。后来清华大学也进口了一台,我们比清华早 2 个月调试出来。但是当我们真的用它来做实验研究时,才发现这台加速器原来不是用来做核反应研究的,而是做探伤用的。它的能量达不到光核反应巨共振的峰值,不能满足我们研究的要求。于是,我和一些年轻的老师、学生一起钻研,对照这个加速器,照猫画虎地自主研制出一台能量达到 30 MeV 的电子感应加速器,以满足我们科研的要求。

我们做出来以后,学校非常重视。我们的工作成了高校力争上游、追赶前沿的重要成果。1958 年 11 月,团中央召开了全国第二次青年建设社会主义积极分子大会,来自全国各个战线的 5000 名青年代表出席这次大会,北京大学大概有 4~5 个人参加,我也被选为积极分子参加了大会,并获得了奖章。

同时,教育部在当时的北京钢铁学院,专门找了几个房间把当时最前沿的一些科技成果包括我们的电子感应加速器进行展示,请领导来参观。那天正好我值班,刘少奇和王光美同志来参观了。王光美同志是学物理的,对物理装置比较感兴趣,她就问我这台加速器的原理是什么、怎么运作。我讲述以后,她再转述、解释给刘少奇同志听,刘少奇也听得津津有味。

电子感应加速器可以满足一定需求,但是一些更重要的反应,这个加速器做不了。我们觉得中国已经进入原子能时代了,也要紧跟国际最前沿,我就提出要做更先进的等时性回旋加速器。它的最高能量理论上可以比当时的加速器高 100 倍。怀揣着这个梦想,我开始了新的征程。

#### 4 留学英国,为中国争光

20 世纪 60 年代初,中国科学院的党组书记张劲夫同志跟英国皇家学会协商,决定互派访问学

者。中国科学院派 2 名学者,高校派 2 名学者,北京大学推荐了我。作为中华人民共和国成立以来第一批公派前往资本主义国家留学的学者,我既想虚心求教,认真学习发达国家的先进科技,又觉得我作为国家自己培养的年轻科学家,要做出一番成绩,为中国争一口气。

经过一段时间的筹备,1963 年年末,我们 4 人坐火车穿越广袤的西伯利亚到达莫斯科,再从莫斯科坐飞机到伦敦。飞机到了英国,因为雷雨无法降落伦敦,降落到了曼彻斯特,航空公司再用长途汽车把大家送到伦敦。我们 4 个人因为没有外汇,不敢吃饭,也没法打电话。直到次日凌晨 1 点,驻英代办处才把我们找到。

当时的驻英代办是熊向晖,我们 4 人在驻英代办处休息了 2 天,然后我被送到牛津大学做访问学者。学校里指导我的是著名的物理学家德尼斯·威尔金森(Denys Wilkinson),他让我参加当时牛津大学的串列静电加速器安装调试工作。这是一台用 250 万美元从美国买来的设备,但是这台加速器出来的束,经过分析器以后,衰减了很多,他们一直找不出原因。我白天跟他们一起工作,晚上自己进行数据和理论分析,经过推演,我发现谱仪里边装的挡板位置不对,所以接收度受到影响(图 1)。但是我也不敢告诉他们,怕人家说你刚来就指手画脚。这时,刚好威尔金森找我谈话,问我对这个情况怎么看,我就坦白地告诉他我认为这里有问题。他听了之后很高兴,让我写份报告。这是我到英国写的第一份报告。

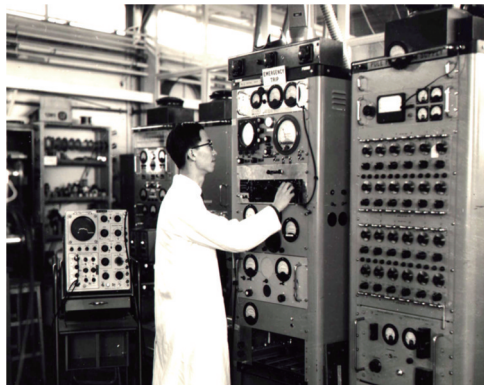


图 1 陈佳洱在英国操作加速器

有趣的是,现在北京大学加速器楼大厅中的那台串列加速器,正是我在牛津调试的那台。1985年,我再去牛津访问时,见到了曾一起工作的海德教授。他指着当年我参与调试的加速器问我:“你不想将这台加速器拿回中国去呀?如果你愿意,牛津可以将这台加速器送给北大,但是北大必须保证这台加速器能够继续运行。”我马上通过使馆请示学校,学校表示愿意接受。于是我代表北京大学与牛津大学签了一个协议,将这台加速器运回国内。回国后,经过我们的调试,这台加速器运行得比在牛津时还要好。我们在它的基础上建立了国内第一台面向用户的超高灵敏度加速器质谱计,为后来的“夏商周断代工程”作出了重要贡献。20世纪80年代末,牛津大学专门派人来考察,对这台加速器的运行情况表示很满意。

我写了到英国的第一份报告以后,系里来信说,之前我曾提出做我们自己的等时性回旋加速器,因此希望我能够在英国学习等时性回旋加速器相关原理。我和威尔金森教授谈了系里的想法,得到了他的大力支持。为此他与英国正在主持建造等时性回旋加速器的著名物理学家劳逊(Lawson J. D.)联系,让他把我从牛津大学接到了英国哈威尔原子能中心旁边的卢瑟福高能实验室做访问研究。当时他们做等时性回旋加速器遇到一个困难,离子束从离子源出来以后90%都没了,劳逊先生要我研究清楚这些丢失的离子究竟去了哪里了。

这个题目很难。但是,我觉得这实际上是对我们年轻科学家的一个考验,我觉得我一定要给中国人争气,把这个任务完成好。为此我设计了一个微分探针装置,探测微观空间里离子的运动规律。经过了将近1年的研究,我最后确定,造成损失的最主要的机制是2个:一个是离子源的发散度与加速器中心区的接受度不匹配,引起束流损失;另一个是这种扇形加速器存在一种“越隙共振”,导致离子轨道中心连续滑移而造成束流损失。所以我就“以毒攻毒”,沿着它滑的方向放置一次谐波,让它往另外一个方向滑,把它抵消了,结果在中心区的束流强度比原来的要高3~5倍。

当时约翰·库普兰是加速器磁体组的组长。他

对研制工作的要求非常严格,不管是谁,工作中有任何一点纰漏,都会受到他的严厉批评。那天正好他来了解我的工作进展情况。我向他介绍了我的发现和取得的成果后,他非常高兴并伸出大拇指对我说:“You are the king of harmonic acceleration(你是谐波加速之王!)”那一刻我觉得,只要我们中国人不怕苦、不怕难,励志攻坚就一定做出非凡的成绩。

尽管因为我研究做出了成绩,英国人对我很友好,但是我始终觉得他们往往是带着一种同情弱者的心态来对待我。直到一件事的发生,改变了这种情况。1964年10月16日,英国电视幕上打出两行字:“中国今天成功爆炸了原子弹。”当时,我连夜搭乘火车从牛津赶往伦敦,到驻英大使馆求证。当使馆党委书记告诉我中国真的成功爆炸了原子弹,我高兴得跳了起来!第二天我回到实验室的时候,正好是午饭时间,我一进入饭厅,立即变成餐厅中的明星人物,所有的同事都向我围拢过来打听中国为什么能这么快造出原子弹。开始,英国同事以为我们是用苏联援助的“一堆、一器”上生产出来的钷做的原子弹。后来,哈威尔原子能中心对从大气层漂浮过来的核爆炸尘埃进行分析,发现我们爆炸的是铀弹,这使他们大吃一惊!因为这表明中国已自力更生地建立起自己的核工业体系。

我感到从此以后英国同事对我更加尊重了。我走在路上,腰板更挺了,也第一次切身感受到,只有国家实力增强,才能使中国人得到国际友人发自内心的尊重!

## 5 十年饮冰,难凉热血

在英国2年多的访学中,我逐渐学习掌握了等时性回旋加速器基本规律。1966年2月,我回到了祖国,将在英国学习的情况向国家科委基础局赵局长进行了汇报。他听了很高兴,马上给我拨款500万元,让我在中国制造当时最先进的等时性回旋加速器。

“文化大革命”开始后,我被送到陕西汉中,在秦岭脚下的山沟里进行劳动。尽管如此,一段时间

之后,我又默默继续对加速器进行了探索。当时,上海原子核物理所想做新加速器,派了4个人来汉中,让我给他们讲等时性加速器是怎么回事。我大概讲了4天多,他们觉得收获很大,向汉中分校的领导表达了对我的感谢,为此我得到了军管干部的表扬。

那时清华大学也想做新的加速器,就请北京大学领导把我从汉中叫回北京,跟清华几位老师一起讨论新的加速器研制方案。可惜虽然新方案中加速器的性能相当先进,但规模不小,不适宜在汉中研制。为此我要求学校让我在北京多待几天,借机做些调查。那时候,北京化工学院有一个存放科学技术文献材料的资料室,我就到那里去查阅文献。结果,我看到法兰克福大学有科学家提出了一种新的加速器结构的概念,叫螺旋波导加速器。这个加速器尺寸很小、结构简单,我觉得可以在汉中试试研制。

回到汉中后,我找了几个志同道合的同事一起做研究。在秦岭的山里,我们几个人排除万难,花了1年的时间,把螺旋波导加速器做了出来。当时我还提出了束流脉冲化的二维理论。在加速器做好后,我利用北京师范大学的高压倍加器引出的束流,进行螺旋波导加速器的载束实验。当螺旋波导加速器运行在聚束器状态下,在不同的功率时得到的束流脉冲波形与我提出的二维理论完全一致,证明了这台加速器的功能和我的二维理论都是成功的。后来,这项成果获得北京市科技成果二等奖。

## 6 喜迎科学的春天

1977年,中央决定筹备召开全国科学大会,并决定会后制定全国的科学规划。中央让钱三强先生负责核科学技术方面的规划,钱先生把我从秦岭调回北京,参与制定原子核科学技术的规划。

1978年3月,盛况空前的全国科学大会在北京隆重召开。这次大会是我国科学史上空前的盛会,标志着“科学的春天”到来。我有幸参加了这次盛会(图2)。开幕式上,邓小平同志做了重要讲话,他重申了科学技术是生产力,还指出知识分子是脑

力劳动者,也是劳动人民的一部分。我听了以后非常激动,忍不住流下热泪。我觉得我的政治生命恢复了,科学生涯又重启了!我切身感受到科学的春天带来的温暖。小平同志还强调:必须打破常规去发现、选拔和培养杰出的人才,把尽快培养出一批具有世界第一流水平的科学技术专家,作为我们科学、教育战线的重要任务。



图2 出席全国科学大会的知识分子满怀喜悦地热烈讨论,右一为陈佳洱

开会期间进行分组讨论,我被分在北京大学和北医那个组,组里还有周培源、张龙翔、侯仁之等著名学者。我记得我发言说,由于“文化大革命”,我错过了最好的科学创造的年华,现在已经44岁了,年纪大了,不可能再有大的作为了。周培源先生指着我说:“你看他还说自己老了,那我们该怎么办?”周老的话激发了我进一步拼搏的决心!当时,大家都憋着一股劲,要打一场翻身仗,把失去的几年补回来,科学研究的热情像火山一样爆发出来,我们的核科学更是突飞猛进。

我从1955年来到北京大学,始终跋涉在核物理的山路上,攀登加速器研究的高峰,北大的精神和气质流淌在我的血液里。我感觉到,北京大学作为五四运动的策源地,最宝贵的光荣革命传统就是“爱国、进步、民主、科学”。在新时代,我们要继续发扬北京大学优良、光荣的传统和“勤奋、严谨、求实、创新”的优良学风,以世界一流大学为目标,大踏步前进!

注:本文首发于北京大学新闻网,获授权转载并稍做修改。原文标题为“我和我的祖国/陈佳洱:勇攀核物理的高峰”,摘自《我和我的祖国:北大老同志庆祝新中国成立70周年会议文集》。

(责任编辑 徐丽娇)