

难忘赵忠尧老师对我的谆谆教诲

——纪念赵忠尧先生诞辰120周年

郑志鹏

(中国科学院高能物理研究所 100049)

在赵忠尧先生诞辰120周年之际,特撰文纪念我的老师赵忠尧。首先简单介绍一下他的生平和成就。

一、生平简介

赵忠尧1902年6月27日出生在浙江诸暨一个中医世家。1920年进入南京高等师范学校(1921年改称东南大学)学习。1925年经叶企孙先生推荐,到清华大学任助教。1927年赴美留学,进入加州理工学院,师从诺贝尔物理学奖获得者R. A. 密立根教授攻读博士学位。1929~1930他做博士学位论文过程中,在用硬 γ 射线对物质吸收系数进行测量时发现了由于正电子产生过程引起的“反常吸收”现象。



图1 赵忠尧先生(1902~1998)

接着又发现了正负电子湮灭产生的“附加辐射”现象,并正确测量到每一个辐射的能量相当于一个电子的质量。这是世界上首次发现了正电子湮灭现象,成为正电子发现的前导,为正电子——第一个反物质粒子的发现做出了重要贡献。这一成果在物理界具有里程碑的意义。由于同时进行的另外两个实验结果的不正确,导致了对赵忠尧重要发现的严重干扰,使得他遗憾地与诺贝尔物理学奖擦肩而过。

赵忠尧先生是中国原子核物理的奠基人和开拓者。早在二十世纪三四十年代,在极其困难的条件下他在国内率先开展了许多基础性的原子核物理、中子物理、宇宙线等领域的研究,并取得一系列开创性成果。1931年,赵忠尧学成回国后到清华大学担任物理系教授,开设了我国首个核物理课程,主持建立了中国第一个核物理实验室。1946~1950年赴美筹建加速器、探测器、云室、电子学等设备,学习、掌握了相关技术,为回国后在国内建设核物理实验基地创造了条件。1950年他克服重重阻力,毅然回到祖国,为中国核科学的发展贡献力量。在20世纪50年代领导建造了我国第一台、第二台加速器——质子静电加速器,并开启了国内进行核反应研究之先河。在静电加速器上取得许多成果,包括于20世纪60年代测量的轻核的核反应数据等对我国氢弹设计提供了重要参数。

在20世纪80年代他积极推进我国高能物理实验基地建设,为北京正负电子对撞机建造成功做出贡献。

他是杰出的科学家,同时也是著名的教育家,他

先后在清华大学、云南大学、西南联合大学、中央大学、中国科学技术大学等校任教,为我国培养了一大批人才。这些人中有诺贝尔物理学奖获得者李政道、杨振宁和“两弹一星”功勋奖章获得者(八位)、国家最高科技奖获得者(四位)以及多位两院院士。

我有幸成为他的学生,又在他的指导下工作三十余年。

二、在中国科学技术大学近代物理系

1958年我考上刚成立的中国科学技术大学,赵忠尧先生是我所在的原子核物理和工程系(后称为近代物理系)的系主任。开学的第一节课,是由他给全系同学介绍本系培养的宗旨是什么?概括说就是打好坚实的基础,掌握原子核物理的专业知识。接着他讲述了原子核物理是研究什么的,有什么应用,与我们系所设专业有怎样的联系。六十多年过去了,赵先生给我们上第一堂课的情景还历历在目,那带有诸暨口音的话语,和蔼可亲的面容还时时浮现在眼前。

赵忠尧主任安排了张文裕、关肇直、梅镇岳、朱洪元、彭桓武、李整武、彭士禄等著名科学家在系里任教,并且在我们大学三年级时亲自给我们讲授原子核反应的专业课。他备课认真,讲课内容丰富。他查阅大量资料,结合他的科研成果,把国际发展最前沿的知识传授给我们。

他和副主任梅镇岳先生在短时间内筹建了设备齐全的实验室,拥有各种自己研制的新型核探测器,气泡室和先进的核电子学装置。他鼓励我们三年级后就到实验室,学习各种核技术知识,锻炼动手能力。四年级后做毕业论文或在系里的实验室或到中国科学院原子能所利用那里先进的实验设备做实验。

赵老师很关心同学们的学习和生活,经常到教室、实验室和宿舍去看望我们,问我们学习、生活上有没有困难。他像慈父般亲切。

在大学四年级,我们开始做毕业论文。我的论文题目是原子核的 γ 射线的共振吸收实验。我的导

师是汤拒非老师。一天,正当我在汤老师指导下在实验室调试仪器时,赵忠尧主任来到实验室巡视,关切地询问每一个实验的进展情况。当问到我们时,我汇报了我们实验的题目和实验方法。他说你们的实验精度要求很高,如何做到?我认真作了回答,汤老师又作了补充。他听后勉励我要认真做好论文,抓住这一个难得的训练机会。他又说:从事实验的人一定要勤动手,要理论联系实际,做到手脑并用。他的这些话深深地印在我的脑海里,使我一生受用。我按照赵老师的要求,在汤老师的指导下努力工作,克服了许多技术困难,终于顺利地完成了论文,经过论文答辩后被评为优秀毕业论文。

毕业前夕,赵忠尧主任和我们毕业班开了一次座谈会。他先听取了几位同学代表的发言,谈他们在科大学学习时的收获和体会后,赵老师发表了一个语重心长的讲话。他说同学们在五年的时间内学到许多知识,但只是打下一个基础,为你们今后的工作做好准备。到了工作岗位后还要继续学习。他以他的经历说明科学不断发展,知识不断更新,人就要不断学习的道理。他还说人的智力各有不同,但在努力程度上区别很大。他以自己为例说明勤奋的重要性,说明成功离不开勤奋、努力的道理。他的讲话深深地印在我脑海中,使我以后一刻也不敢懈怠。

赵老师自1958年至1978年一直担任近代物理系主任达20年,为这个系的建设和发展做出了巨大贡献。他用他的教育理念培养了一大批既有远大抱负又脚踏实地、既有坚实的理论基础又善于实践的学生。这些学生毕业后,不论在哪里,在什么岗位都体现了勤奋、踏实的作风和热爱科学、实事求是、讲究实效的精神。

自1958年至“文化大革命”前,近代物理系培养了800名毕业生。这些毕业生后来成为中国原子核物理和高能物理等研究领域的核心力量。即使从事非科学研究的同学,也都以这种科学精神为指引,脚踏实地,在本职岗位上做出了成绩。这些毕业生中产生了四位两院院士。



图2 中国科学技术大学近代物理系58级1班毕业照
(前排左8赵忠尧主任,左9梅镇岳副主任。第3排左4为笔者)

三、在中国科学院原子能研究所

1963年,我大学毕业后有幸分到中国科学院原子能研究所中关村分部一室一组工作。一室主任是赵忠尧先生(同时担任原子能所副所长)。一组组长是叶铭汉,曾给我们讲授静电加速器专业课。工作之初,叶铭汉给我们新来的几位同事讲组里的任务是利用一台能量为2.5 MeV(称为V2)的静电加速器从事原子核反应研究,并讲了近期组里的研究内容和每一位新来人员的分工。这台加速器,是在赵忠尧指导下,由叶铭汉等人在1958年建造成功的,是中国自己研制的第一台能量超过百万电子伏的加速器。1963年以后的很长一段时间都运行良好,并取得一些研究成果。

我除了参加实验值班任务外,还有一项任务是研制一台测磁仪,用来精确测量加速器的静电分析器的偏转磁场强度。当时测量磁场最精密的方法是核磁共振法。我经过一个月的调研后,将确定的方案向全组作汇报。叶铭汉主持会议,赵忠尧先生也参加了,他还在会上问了我几个问题,我都一一回答。经过充分讨论后,我提出的方案通过了,于

是我就开始实验的准备工作。

我主要参考一篇俄文文献提供的电子学线路制作仪器。文献上使用的电子管都是苏联制造的,当时若我也采用该种型号的电子管,从订购到拿到手里至少需要一年多时间。为了节约时间,我决定用国产电子管代替。但电子管参数不尽相同,因而需要对电子学线路做相应的调整。线路主要包括振荡器和放大器两部分。我用了三个月的时间制作完毕。在制作过程请教过有经验的同事,得到他们的指点。

一天见到赵老师,他关心地问我实验的进展情况,我说正在调试中,已看到核磁共振信号,但不稳定。他说他正好有空,能否一起到实验室看看。于是我们就来到实验室,开启了我刚制备好的线路。他颇有兴趣地让我显示出核磁共振信号。当我加上磁场,看到信号时,他问:怎么证明这微弱信号是核磁共振信号而不是噪音。我关掉磁场,信号立即消失,打开磁场,信号又有了。他让我改变磁场强度,信号就消失,当我调到相应振荡频率时,信号又出现了。赵老师还让我改变实验样品,又重复多次后,他很高兴地说,“看来这是真的核磁共振信号了。但你还需在线路稳定性上进行改进。”经历这

次与赵先生共同调试仪器过程,我学习到了他严谨的科学作风和如何判断事件真伪的方法和措施。后来按照他的建议,我自制的测磁仪在灵敏度、稳定性方面都大大提高,圆满完成了我的研制任务。

此事过后不久的一天,室秘书通知我说赵老师有事找我。我立即赶往他的办公室。赵老师见到我,打开一个精装盒子,拿出两个手表大小的东西说这是前不久访问丹麦玻尔研究所时玻尔赠送的两个金硅面垒型半导体探测器,是国际上刚出现的具有优良性能的新型粒子探测器。他让我制作出相应配套的电子学系统,测量出这种探测器的本征性能。电子学测试系统很快就做好了,赵老师兴致勃勃地拿出两个半导体探测器给我测试。我小心翼翼地将探测器放在测试台上,用赵老师建议的阿尔法放射源测量探测器的能量分辨率。

刚开始测量时,数据不理想,粒子能量分辨率比探测器给出的指标要差很多。赵老师建议我采用更好性能的前置放大器,增加准直器等措施。后按此两项改进,果然达到了探测器标注的性能指标。赵老师再次到实验室,看到半导体探测器如此优良的指标很高兴,并说中国也要有这么好的探测器。

1969年“文化大革命”期间,科研基本停顿,我和组内的几位同事尝试着制备锂漂移金硅面垒型半导体探测器。赵老师知道后也来参加,帮我们查阅资料和文献,和我们一起讨论问题。经过无数次失败后,我们终于制造出国内第一块金硅面垒型探



图3 赵忠尧先生与笔者讨论问题(摄于20世纪80年代初)

测器。这时赵老师脸上露出久违的笑容。

四、在高等物理研究所

为了建造中国自己的高能加速器,赵老师在1965年中国退出苏联杜布纳联合核子研究所不久,就写信给聂荣臻副总理,建议将过去每年上交给联合核子研究所的会员费(约一千二百万美元)积攒下来在国内建造加速器。在1972年他又和张文裕、朱光亚等18人写信给周恩来总理,提出尽快在国内开展高能物理研究,建造高能加速器的建议。写信不久就得到周总理的回复,并做出“这件事不能再延迟了。科学院必须把基础科学和理论研究抓起来,同时又要将理论与科学实验结合起来。高能物理研究和高能加速器的预制研究,应该成为科学院要抓的主要项目之一。”的批示。在周总理的直接关怀下,于1973年成立中国科学院高能物理所,赵老师任副所长,主要负责实验物理部,领导开展探测器的研制工作。

1978年1月,我有幸作为第一批赴德国电子同步加速器中心(DESY)丁肇中实验室学习和工作的十人之一。在丁先生的严格指导下,我们学习到许多高能实验物理前沿知识。几个月后的一天,丁先生找我,对我说:“赵忠尧先生即将作为贵宾,应邀出席DESY的加速器落成庆典大会。他已76岁高龄,访问期间需要有人陪同。听说你是他的学生,又和他熟悉,就把这个任务交给你了”。我欣然接受这个任务。赵老师来后第一件事就是撰写他在庆典会上的发言稿。他事先已拟好一个英文稿,我看后觉得很好,但他感到不满意,让我补充一些DESY的背景材料,于是我就照办了。

庆典会当天会议很隆重,各国著名的物理学家悉数出席。但像赵先生这样元老级的知名物理学家还是少有的。他发言从容、简练,发言后热烈的掌声可见他所受欢迎的程度。

庆典会后,丁先生邀请他到实验室访问。丁先生向组内同事介绍赵先生说:我们很荣幸见到这位正电子湮灭现象的发现者,没有他的发现就没有我

们现在研究的正负电子对撞物理。接着丁先生陪同他参观了实验室。参观时赵先生对在一旁的我赞叹说:真是国际一流水平的实验设备和技术。接着他勉励我:好好在这里学,学好本领回国建设中国自己的高能探测器。

1984年,在邓小平的支持和关怀下,北京正负电子对撞机工程开始建设。已是八十多岁高龄的赵老师热情地关心、参与工程建设,参加各种活动,积极建言献策。他十分关心对撞机工程进展,经常到工程现场巡视。那时我负责北京谱仪飞行时间计数器制造工作,他常到我的实验室来,了解我们工作进展。当看到我们实验室先进的设备时他非常高兴,并对我说,这是你们建造中国高能探测器的好机遇,勉励我要抓紧时机,努力工作。在对撞机工程建设期间,他经常到工地参观,了解加速器、谱仪的进展情况。记得一次我们正在北京谱仪大厅工作,看见赵老师来了,我们立即迎了上去。他说他想下到大厅去看看谱仪的各个探测器。我们将他扶了下来,绕过电缆,带他先后看了主漂移室、飞行时间计数器、簇射计数器等。他兴致极高,询问每个探测器的指标。从对话中可以看出他对探测器的了解是很深刻的,感到他对新东西感兴趣,思维敏捷,活跃程度不减当年。临走时他问我们谱仪什么时候总装?还嘱咐我们,这些大件(指探测器)都很脆弱,总装时要格外小心。我们望着赵老师的背影,被老一辈物理学家对谱仪建设的关切深深感动。我们只有努力工作,建造好一台品质优良的北京谱仪才不辜负他的期望。

1985年,诺贝尔物理学奖评审委员会前主席埃克斯彭教授访问高能物理所和中国高等科技中心,并作了几场报告,讲述了正电子产生和湮灭现象发现的那段历史,指出赵忠尧在其中所做突出贡献,为以后正电子发现起了关键作用。可以说赵忠尧几乎发现了正电子,他的工作比获诺贝尔奖的安德森的工作早了两年。我参加了报告会,看到赵忠尧先生坐在前排。报告结束后报告人走下台来与他握手,这时全场响起了热烈的掌声。掌声表达了对

赵老师在半个世纪前取得的杰出成就的钦佩之情,同时为诺奖评委会在半个世纪后还赵老师一个公道的兴奋之情。

1988年10月,北京正负电子对撞机、北京谱仪建造成功。邓小平等国家领导人前来视察,接见了张文裕、赵忠尧等老一辈科学家以及对撞机的建设者们。在这一刻,赵老师内心有多么高兴。他建造了中国第一台加速器——静电加速器,今天中国又建成了高能加速器,他多年的梦想实现了!他引以为自豪的是:对撞机建设者中有许多都是他的学生,如叶铭汉、郑志鹏、李金、朱永生、李卫国、漆纳丁、吴坚武和盛华义等。

1992年,高能物理学会为祝贺赵老师九十寿辰在高能所报告厅举办了一个隆重的大会。参加大会的有他的朋友、同事和学生二百余人,大家欢聚一堂祝贺这位德高望重的寿星。严济慈、王淦昌、杨振宁、李政道、周光召、朱光亚、汪德昭、余瑞璜等相继发言,回忆过去那些难忘的岁月,高度评价赵老师为国家科学、教育发展的贡献。李政道在发言后赠送给赵老师的是一幅 τ 轻子质量精确测量实验结果的拟合图。他解释说:“这是在北京谱仪上刚完成的一项重要实验,回答了轻子普适性是否成立的重大问题,是高能物理界近年来最重要的实验成果。这说明中国年轻一代的物理学家在成长,赵老师后继有人。”



图4 李政道向赵忠尧先生赠送一幅 τ 轻子质量测量实验的两维拟合图

赵老师愉快地接受了这个礼物。他为北京谱仪的第一个成果而高兴。以后当他知道他的学生在该实验中起了关键作用时,倍感欣慰。

1998年5月的一天,当我听到赵老师去世的消息时,心情十分悲恸。虽然他享有96岁高寿,但我心里仍是非常难过,多么希望他能活过百岁。他的逝世是中国核物理、高能物理界的巨大损失。他的追悼会很隆重,他的朋友、同事、学生二百多人都来参加。到会的很多是物理界的知名人士。中科院的领导也来参加。我作为时任高能所所长代表高能所致悼词,全面总结赵忠尧先生杰出的一生,给予了高度的评价。

赵先生曾在他的自传说过:“在文化大革命隔离审查期间,我对自己走过的道路重新进行了回顾和思考。我想,一个人能做出多少事情,很大程度上是时代决定的。由于我才能微薄,加上条件的限

制,工作没有做出多少成绩。唯一可以自慰的是,六十多年来,我一直在为祖国兢兢业业地工作,说老实话,做老实事,没有谋取私利,没有虚度光阴。”这话讲得谦虚、朴实,是赵老师一生的真实写照。

赵忠尧先生去世至今已有24年,但他对我的教导我将永远牢记于心。除了他教给我的知识以外,他的高尚品质、对科学执着的精神永远鼓舞着我。我一生为有这样的导师而自豪。

北京正负电子对撞机和北京谱仪三十多年来在大家共同努力下,如今已成为国际八大高能实验室之一,在国际 τ -粲物理领域占有一席之地,取得了一批国际一流水平的成果。我们深知没有赵老师等老一辈物理学家的努力奋斗就不会有今天的成就,此时此刻我们更加怀念赵老师等前辈,并决心沿着他们的足迹把祖国的科学事业建设得更加兴旺发达!

封底说明

银河系中心黑洞的首张照片

封底展示的是2022年5月12日事件视界望远镜(EHT: Event Horizon Telescope)合作组织向全球发布的银河系中心超大质量黑洞人马座A*的首张照片。

自从银河系中心射电源人马座A*于1974年被首次探测到,在过去的近半个世纪里,揭开这一距离我们最近的超大质量黑洞候选者的真面目便成为全球天文学家一大追求。通过精准测量围绕银河系中心绕转的众多恒星的轨道运动已间接地指向人马座A*是个超大质量黑洞,而这张人们期待已久的人马座A*照片则提供了这个黑洞真实存在的最为直接的视觉证据。

黑洞自身不发光无法被我们看见,但其周围绕转气体发出来的光(这里是射电辐射)可以被我们观测到。根据爱因斯坦100多年前提出的广义相对论,极其靠近黑洞的辐射会受到中央黑洞强引力作用发生显著弯曲,使得在我们拍摄到的照片中心呈现为一个

相对于周围亮环状辐射而言的阴影区域,而该区域的直径仅取决于黑洞的质量。

对于距离约27000光年的银河系中心400万倍太阳质量的人马座A*,阴影直径约为52微角秒,这与照片所展现的(图上蓝色圆环所示)出奇一致。相比于2019年4月10日发布的人类首张黑洞照片“主角”——位于室女座星系团的巨椭圆星系M87中心,两者来自不同类型的星系,质量相差了1600多倍,但黑洞边缘的环状阴影结构却惊人地相似,与广义相对论的预言完全一致。

拍摄该照片的利器是一个由分布在地球上的8个亚毫米波望远镜组成的干涉阵列望远镜(即,事件视界望远镜EHT),其空间分辨本领达到20微角秒(图上白色圆圈所示)。

(本文由上海天文台沈志强研究员供稿)