

学称一代宗 德为百年师 ——纪念王淦昌老师

丁 大 钊

(中国原子能科学研究院 北京 102413)

去年十二月十日晚,王淦昌教授在宁谧的氛围中告别了他九十一年的人生历程,安祥地离开了他挚爱的科学世界,带着他对人类掌握核聚变能、在实验室内创造“人工小太阳”的科学追求。

他留给了我们作为一代宗师的巨大的精神财富和有待继续开拓的科学领域。

王老师为发展我国的核科学技术和培养核科技人才作出了极大的贡献,并丰富了人类共同的知识宝库。他六十多年科学研究的业绩已有许多专文和书籍作了介绍^[1]。从科学思想的创新、促进科学发展的横断面上来研究他的贡献,也许把它们分作两类是合适的。一类是用创造性的思维与实践证实当时理论上已被预言其存在或解决已为国外科技界证明存在而被严格保密的科学技术问题;另一类则是探索未知,开创新的科学领域,从而把人类的科学活动和认识提到一个新高度。

王老师在50年代末从事粒子物理研究,发现反西格马负超子($\bar{\Sigma}^-$)。六、七十年代从事国防科研,在核武器研制中的贡献当属第一类。

在1955年发现反质子及随后发现反中子后,发现反超子是粒子物理学界期待于那一代高能加速器上将作出的物理成果中的首选,王老师是在那时赴前苏联联合原子核研究所负责筹备开展10GeV质子同步稳相加速器上首批实验研究的。从中我们可以学习到他的创造性思维体现在正确衡量主、客观条件,选定正确的研究路线以期更快达到预定目标。在科学发现的“竞赛”中,时间是最重要的,否则难争第一!技术基础和现实可能则是客观存在的边界条件。按当时他认定的方案及路线,用一年多的时间建立了一台24升丙烷气泡室及从加速器

中引出高能 π^- 介子束线装置,正好在1958年秋赶上该加速器可以稳定供束。再化一年多时间积累实验资料,边分析、边研究,终于1959年底成功地发现了 $\bar{\Sigma}^-$ 。这是该所这台加速器上唯一具有国际影响的成果^{A)}。设想一下,如果那时在技术路线上追求“先进”与“热门”,选用大型氢气泡室及纯净反质子束,则必将是一场耗资、耗时的长期“奋斗”。在与美国、西欧的实验室相比处于技术上不利的条件下,而能取得领先的成果,关键在于王老师独特的科学构想^{B)}。我亲历了他从1957年春开始选题、构思实验方案、确定技术路线及开展实验、进行分析的全过程,对此是深有体会的。

王老师在40年代初,提出用测量轻原子核俘获正电子时的单能反冲核以验证“中微子假设”的精妙构思是第二类贡献的事例之一。在1941年他写的《探测中微子的建议》论文中^[2],第一句话即开宗明义地指出:“众所周知,中微子存在与否不能用其自身电离效应来探测。看来只有测量放射性元素的反冲能量或动量是获得其存在证据的唯一希望”。他创造性地提出利用K电子俘获测量核反冲的方法,使问题大大地简化,如论文中所述:“反冲核能量与动量只依赖于所发射的中微子”,“测量反冲核的能量与动量,就可极容易地求出所发射出的中微子的质量与能量。而且所有反冲核的能量是单一的。”^{C)}

他还提出了具体的实验方案:在 ${}^7\text{Be} + e_K \rightarrow {}^7\text{Li} + \nu$ 反应中,假定中微子质量如泡利所设想的为零, ${}^7\text{Be}$ 与 ${}^7\text{Li}$ 质量差为1MeV,则推算出反冲 ${}^7\text{Li}$ 核能量约为77eV。1942年,美国科学家阿伦即按此方案测到反冲 ${}^7\text{Li}$ ^[3],后经四个实验组不断地改进、努力,终于1952年测到了单能

反冲⁷Li^[4]，从而验证了王老师的思想，并证明十年前他所作的定量估算已达到相当的精度。

中微子是轻子族中非常独特的粒子，迄今仍有许多未解之“谜”，涉及粒子物理的基本规律及宇宙的演化与终极，是当今粒子物理学中一个重要研究领域——轻子物理中“常青”的研究对象。30年代初，中微子是作为一种“假设”粒子提出来的，验证其存在与否是那时核物理研究的重要而艰难的课题。如果用现在粒子物理中的术语来表达，他的建议应是实验轻子物理的奠基性工作。50年代中，韦斯可夫在其《理论核物理》这一经典性专著中论述 β 衰变理论时，引述王老师的建议：为中微子存在提供了证据^[5]。

韦·莱恩斯在1956年用大型探测装置测量由反应堆出射的反中微子的中子反 β 衰变过程，验证中微子的存在。因此获得1995年的诺贝尔物理奖，被评价为“对轻子物理有开创性贡献”。但王老师的贡献在科学史上是不会被湮没的。正如杨振宁教授在80年代后期著文评价^[6]：“十分可惜，阿伦的实验因为当时条件不够，没能测到单能反冲，没有能够完全实现王先生的建议。……假如单能反冲在1942年观测到，一定会在物理学界中产生很大的冲击。”十分有意思的是在90年代初，台湾科学家张仲云教授拟开展中微子振荡研究时，得知他十分敬慕的中微子研究先驱与开创者K. C. Wang即是大陆Wang Ganchang时，十分兴奋并专程来京请教及讨论。50多年前王老师的创新学术思想影响之深远，且为国人所珍爱，由此足见。

属于这一类贡献的另一个杰出的例证是，王老师在1964年提出的强激光引发轻核聚变反应的科学思想。他在那年写了一篇作为内部资料的建议，标题为《利用大能量大功率的光激光器产生中子的建议》^[7]。文章指出：“我们认为若能使这种光激光器与原子核物理结合起来，发展前途必相当大，其中比较简单易行的就是使光激光射与含氘的物质发生作用，使之产生中子”^[8]。文中还定量估算了激光能量、功率与中子产额的关系

系及设想实验安排。还提出：“倘若中子探测器一时不容易得到，可以先试探有否X光或波长很短的紫外光发出。此时靶的材料，当然不必是含氘物质了。”并指出发射的光谱应在紫外线至长波X射线之间。他在这篇文章中提出了惯性约束核聚变学科的原始思想，是国际上最早提出这一思想的论文之一，只是由于是内部报告，未被国际科学界及时了解^[9]。

自他提出建议后，在有关研究院、所的科技工作者的协同努力下，不断提高激光器的性能与输出功率及改进探测技术，在60年代后期与70年代初分别测到了X射线与中子，证实了这一科学思想。

从王老师提出激光引发核聚变的科学思想，到现在惯性约束核聚变学科在国际上广泛开展，且成为有可能在磁约束核聚变之前实现点火的一种技术途径已有30多年了。我国能以较少的经费投入，取得处于国际前列的地位，是与他不断创新的科学思想指导密不可分的。他抓住驱动器、提高光束功率和改善光束品质、靶场的探测技术三个主要环节，不断提出新的思路与要求。1978年，他回到原子能院主持开拓惯性约束核聚变研究的一个新分枝。在我与他接触中，体会到他的不断求新而又务实的探索历程。在驱动器方面他先提出了试探强流脉冲电子束；一度也思考过强流轻粒子束的技术途径，但在衡量我们的实际可能性与轻粒子束在物理和技术上必然会有障碍后，就很快地否定了这一想法。在郑重思考后，提出强流电子束泵浦KrF准分子激光作为驱动器的新技术路线，并于1984年亲自带了几位年轻同志进行试验，输出光能量从6焦耳提高到12焦耳^[10]。试验田的成功使我院惯性约束核聚变的研究走上了以KrF准分子激光为驱动器的轨道。

他十分注重有关惯性约束核聚变的基本物理问题的研究。并一直告诫我们：在建成一个装置后，一定要紧跟研究有意义的物理问题。在我院刚开始强流脉冲电子束装置建设时，他对日本科学家山中千代卫发现的“电子能量反常吸收”的现象非常关注，因为这是电子束驱动

是否有前途的关键。1978年底,我有机会赴日本参加会议,并将顺访与山中的实验室同处一地的大阪大学核物理研究中心,他命我一定要去山中实验室了解有关情况。尽管我缺乏有关的科学知识,很多细节都不太明白,但从感觉上还是看出山中的实验从装置到测量都比较粗糙。我们的工作,如果按王老师设想的路线进行,在装置水平上一定比他们的高。我向他汇报了这一体会。他在督促电子束装置建设的同时,仔细地安排了多种束——靶相互作用的物理实验。最终以令人信服的结果证误了山中的结论,同步取得了与美、法有关实验相似的结果^[8]。使我院这一实验室的研究水平从一开始就处于国际前列,受到国际同行的重视。

我国惯性约束核聚变学科的研究因王老师于1964年提出思想而肇始,经30年发展,走出了我国具有特色的路子而处于国际前列。在我国核科学发展史上,由我国科学家的创新思想开辟的前沿学科,也许仅此一例。他本人对这一交汇激光学科与核物理学科的创新思想是十分重视的。30多年来,一直在组织、推动有关的研究并提出新的思路,促进研究工作的不断扩展与深入。1992年夏,在一次华人物理学家聚会上,李政道教授曾提问:“王老师,您一生做了很多工作,您最满意的是哪一项?”,王老师答以:“我对1964年提出的强激光引发氘核聚变出中子的想法比较满意。”

我在敬仰王老师的科学业绩的同时,时时在研究与学习他的治学风范。

学术上的创新成果源自于丰富、活跃的前沿思想。凡是与他有过学术交流的人,无不为他不断求新的创新欲望与活跃的学术思想所感染。

对于我国高能物理的发展,他曾做过规划与设想。现在我们都知北京正负电子对撞机(BEPC)是我国高能物理的基地。由于某些宣传的缘故,以至会有人只知道是某些外籍科学家推动了这项建设。从我国高能物理发展史来追索,创议在我国建设高能电子加速器的是王淦昌。1956年,由他参与制订的《十二年科学

发展规划》中提出建设一台1.5—2GeV的高能电子加速器。他还在1956年底组织了一个专业配套的青年科技工作者小组,赴苏联学习并进行初步设计,这个小组中的一些人成为BEPC建设的学术带头人。在几经反复,我国高能物理发展路线不明时,于60年代初,他仍提出在少花钱的前提下,应争取建设一台1GeV的电子加速器,为我国高能物理发展起步^[9]。到他的晚年,总以未能实现这一设想为憾事。在59至60年间,正是国际上开展“From MASER to LASER”非常热烈,激光即将问世之时,他曾就电子加速器除作为高能物理的研究工具外的其他科学可能性对我讲过:“也许在电子加速器上能进一步做出X'SER或 γ 'SER!”科学的设想与现实的成果会有差异,有时还会有相当的不同。但在未知领域中探索,铺就一条道路,则会产生许多可能性。就高能物理的研究工具而言,本来就有电子加速器与质子加速器两条技术路线,历史也证明均是成功的选择。今天,我们反过来看,在那时稍属“冷门”的电子加速器的路子开出了发现c夸克和b夸克之花;同步辐射已从高能电子加速器的“有害”副产品而成为强有力的科研工具;自由电子激光则是一种还在发展中的新型辐射。

团结协作是王老师在科研实践中一贯实行的准则。我从来没有感到他有“某项目是我提出的,某项目是我首创的”,从而自然地应以他为主的想法。团结协作、共同开发,合作研究以取得成果对他而言是最自然不过的了。在联合所工作期间,他组织、创建了一个研究组,从一个六人小组发展到近二十人,包括各国科学工作者的“联合组”,树立了团结、平等、协作的良好作风。他把部分实验资料提供给其他研究组而不要求署本组人员的名字。他的博大胸怀赢得了各国科学工作者的尊敬,直到几十年后仍被他们称道,奉为师范。在组织、推动我国激光核聚变研究时,他风趣地以“瞎子背瘸子”比喻不同专业、不同单位工作人员团结协作、不分主次、互帮互学、共同进步的必要性。

我深切地体会到王老师在研究工作上,要

求学生们做到勤、实、新。凡是跟他工作过的学生都共同感到他的“急性子”。他布置的工作或学习内容如果在两、三天后,当他问“怎么样了”而无法回答,还真不好过关。不仅在我年轻跟他一起工作时是如此,在他重返原子能院后,对于他要我学习或了解的一些问题也总不敢懈怠,力求快点作出回音。他在检查工作时,常问的一句话是:“靠得住,靠不住?”在讨论细节时,也会指出某处:“我看靠不住。”在发现 δ^- 的工作中,关于事件属偶然符合的几率分析,就是在要“靠得住”的指导思想下做的。他还经常考查我们:“有什么想法?”当我们提出一些问题时,不论是直接与正做的工作有关的,或是从文献中看到的某些学术上的新进展或动态,他都会很有兴趣地和我们讨论,他有什么想法也随时讲给我们听。在这种平等与融洽的讨论中,任何不成熟的、粗糙的、甚至错误的想法都可以提出来,我们毫不感到约束。我在探讨气泡室的成泡机制时,从提出 δ 电子加热中心这一不成熟的想,整理成有一定根据的看法,对气泡室发明者D·格雷泽电离中心理论的批评,把气泡密度分析用到鉴别粒子,1963年他要求我翻译关于 δ 电子局域加热的系统理论文章的全过程,深切地体会到这种教学相长的学术研究的作风和他对青年人成长的关爱。他注重发挥与他一起工作者的长处,以协调整体研究工作的进展。在联合所创建我们这个研究组的过程中,以六名研究人员、三名技术员的人力,在不到两年时间内完成巨大的工作量,全面地做好了与加速器调整出束同步地开展实验的准备工作,就是他识人、用人与学术组织的艺术的体现。

王老师是一位正直、善良与热心助人的长者,待人处世一片赤诚。他处事的出发点是实事求是,对国家科学发展有利和有利于团结同行。当我们在工作中遇到重大困难时,他都出面支持推进工作。原子能院串列加速器核物理实验室建设过程中,几个困难“关口”的解决均与他的大力支持分不开。1980年在国民经济调整时,该项建设有可能在起步阶段就被搁浅,

使已订货(或已到货)的一些机件躺在库房中尘封起来。他联合院外的核物理学家一方面向领导部门呼吁,一方面推动组织学术会议为该实验室定位,使领导及同行认同建设这个实验室的“价值”与必要性,终于使建设工作渡过了1980—1981年的难关。在1985年该实验室将建成,他了解到将遇到实验室建成后运行费无着落的困难时,他要我们写出实事求是的报告,据此请有关领导人来院参观,与其他几位老先生一起向国家领导部门提出建议,最终使这个实验室与科学院的几个实验室一起得到了专项运行费拨款。在90年代中,当他了解到我们这个实验室的升级、发展计划遇到重大障碍时,尽管他年事已高,仍亲自约请计委的领导同志商谈此事,向负责科技工作的国家领导人反映意见,使这一计划列入“九五”重大科学工程审议项目之中,争取到使领导机关及国内同行了解的机会,为我们进一步工作打下了基础。

我最后一次见到王老师是在他辞世前的三周。当我们握着他那比两周前更加羸瘦的手时,他用微弱的声音讲“我不行了!”尽管这是早已心知肚明的事,但骤然听他自己讲出来,心中的酸楚是无法言表的。43年来谆谆教诲,指导提携的师恩一一显现脑际。更想到从1985年我罹肾功能衰竭症,长年靠血透及作两次肾移植手术治疗的十多年中,他一直在帮助与关心我。他曾找过我的主治医生请求他们精心治疗;他曾几次找有关单位,要求协助找到最合适的移植肾源;他对对肾衰疾病不了解到能了解若干关键点,从而关心我的治疗。这些一直令我深为感动,并成为我十余年来坚持工作的鞭策之一。

当我们从病房告别时,他讲:“好好工作,多做贡献”。这是他对我们这些后辈的要求,也是他一生对自己的要求。

哲人已逝,师范永存。王老师永远是我们学习的楷模。

文献与注释

[1] 李瑞芝、孙晓光、常甲辰:核物理学家王淦昌,原子能出

王淦昌先生和生物学

唐孝威

(中科院高能物理研究所 北京 100039)

王淦昌先生是核物理学家,他的学术思想非常活跃,他对科学研究前沿和新发现极为重视.例如,他对生物学也是很关心的.

80年代中起,我在物理学和生物学及医学的交叉研究方面作一些尝试,得到了王老的鼓励.我常到他家去看望他,每次他总要问起我在做哪些生物学及医学方面的工作.他曾风趣地把DNA当成一个英文字来读,(发音如“特那”),孝问我“特那”究竟是什么.他说,“特那”非常重要.

90年代初,中国科学院基础局组织攀登计划B项目,提出要研究核医学和放射医学的基础问题,得到了王老的支持.当时这个项目的建议书就是由王淦昌先生和王世真先生署名建议的.经过各方面专家多次论证和评审后,国家科委在1994年批准把“核医学和放射治疗中先进技术的基础研究”项目列入国家攀登计划.

王老和生物学是有缘的.他的子女中有两个女儿是学生物学的,一位在南京师范大学生物系工作,一位在中科院动物研究所工作.经王老的介绍,我曾经向她们请教过生物学方面

的问题.

早在50年前,王老在1945年发表的一篇文章中,就曾考虑过生物学方面的问题.那篇文章的题目是“对宇宙线粒子的一个新的实验方法的建议”.文章发表在*Science Record* 1 (1945)387,是用英文写的.那篇文章主要是讨论探测宇宙线粒子的课题,但也讨论到细胞和细胞核.王老在文章的最后一段中说:

“某些活组织可能也可以用作合适的射线显示器.因为已经知道,蛋白质、酶和染色体都会受到 α 粒子和X射线的影响.有兴趣注意到,某些组织的细胞核的横截面积(大约是 10^{-9} cm^2)近似地和核乳胶中的溴化银(AgBr)颗粒差不多大,而且在组织中相邻的细胞中的细胞核之间的距离,也和核乳胶中相邻的溴化银颗粒的间距差不多大.所以如果粒子对细胞的电离效应和对溴化银颗粒的电离效应是一样大的,就有理由预期,在经过适当的处理以后,生物物质可以用作这些粒子的可视化的显示器.”(注:以上是根据英文原文译出的).

在90年代初,有一次我到王老家去看望他

版社,1996年.

[2] Kan Chang Wang: *Phys. Rev.*, **61**(1942)97.

[3] J. S. Allen: *Phys. Rev.*, **61**(1942)692.

[4] R. Davis Jr.: *Phys. Rev.*, **86**(1952)976.

[5] J. M. Blatt and V. F. Weisskopf: *Theoretical Nuclear Physics*, p.687(1952)

[6] 李炳安、杨振宁:王淦昌和他的科学贡献, p.12. 胡济民等主编,科学出版社.

[7] 王淦昌:原子能科学技术, **22**第1期(1988)7.

[8] Wang Naiyang *et al.*: Proc. Topic Meeting on Particle Beam Fusion and Its Related Problem, Nagoya, Japan, Vol. II, p.253(1986).

A) 从1998年联合原子核研究所出版的《联合原子核研究所信息及人名手册》中所列,该所拥有的37项前苏联政府记录的“发现”中,在10GeV同步稳相加速器上完成的有三项,其中 $\bar{\Sigma}^-$ 的发现于粒子物理研究中具有“路

标”性的价值.

B) 1960年美国在Bevatron上发现 $\bar{\Lambda}^0$,1963年CERN在PS上发现 $\bar{\Sigma}^-$ 均是用大型氢气泡室及纯净反质子束进行实验.王老师在1957年春曾研究过在10GeV加速器上用反质子束进行实验的可能性,但考虑到在联合所难以实现而放弃.

C) 引文中下划线为笔者所注.

D) 80年代末以前,国际上一直只知前苏联的N.巴索夫在60年代中提出激光核聚变的思想,及美国利弗莫尔实验室最早开展有关实验.

E) 1982年,王老师在关注电子束泵浦准分子激光问题,并于1984年著文详细讨论了有关激励机制,光脉冲时间压缩等问题.见《核科学与工程》第四卷第四期(1984)p.289.

F) 日本东京大学核研究所在50年代中期开始建造的1GeV电子加速器经不断改进,至今仍在发挥作用.