

论水平和实验能力。在他的指导下,一大批优秀的科学家脱颖而出,其中有许多已经成为中国科学院和中国工程院院士,使我国科技事业的发展后继有人。

王老始终把国家和人民的利益放在首位,时刻把个人理想与祖国命运紧密联系在一起。他深知发展核工业,事关国家安全和民族命运,具有十分重要的战略意义,一切应以祖国利益为重。1934年,已在德国取得博士学位的王淦昌决定返回祖国。他说:“我首先是中国人。我的祖国正遭受苦难,我要回到祖国为她服务。”他无私奉献,将个人利益置之度外,以苦为乐,以苦为荣。抗战爆发时,他挨家挨户宣传抗日,并毫不犹豫地捐献出自己家里的积蓄和首饰。上个世纪60年代初,国家面临经济困难,他又将自己在前苏联工作期间省吃俭用积存下来的卢布全部捐给国家。1961年,王老已经是蜚声中外的著名核物理学家,但在党和国家的需要面前,他毅然表示愿“以身许国”,献身我国核武器研制事业,并为此隐姓埋名,默默奋斗了16年。1982年他将获得的国家自然科学一等奖的奖金,全部捐赠给原子能研究所职工子弟中学作为奖学金。1996年4月,他又捐资在原子能院设立基础教育奖励基金。王老为人谦逊质朴,一直保持严谨的科学作风,求真务实,思想

活跃,不断开拓创新。他的一生,是为我国科学事业献身的一生,是热爱祖国、热爱人民的一生。1979年,72岁的王老终于实现多年的夙愿,光荣地加入了中国共产党。

在我国核工业发展的光辉历程中,产生了许许多多像王老这样杰出的核科技工作者,他们用自己的一生换来我国核工业前进道路上的一个又一个伟大成就,突出体现了“事业高于一切,责任重于一切,严细融入一切,进取成就一切”的核工业精神,为我们留下了一份宝贵的精神财富,他们的光辉业绩和崇高风范将永远载入核工业儿女为国奉献的光辉史册。

今天,党中央对发展我国核事业做出了新的战略部署,提出了新的要求。核工业进入了一个加快发展的新时期。中国核工业集团公司肩负着国家战略核威慑力量建设、确保国家安全的神圣使命,承担着加快发展核能,打造民族核电品牌,不断提高核科技创新能力的重要职责。我们新一代核工业人一定要以王老为榜样,继承和发扬老一辈核工业人的优良传统,不断前进,开拓创新,为实现我国核工业又好又快又安全发展做出新的贡献。

王淦昌老师——我国惯性约束聚变研究的开创者与奠基人

——纪念王淦昌老师诞辰100周年

胡仁宇

(中国工程物理研究院 绵阳 621900)

王淦昌老师是一位杰出的核物理学家。他自幼热爱科学,在近70年的科学研究生涯中,贡献是多方面的。他探索未知世界的基础研究领域有:40年代初,在国际上第一个提出《关于探测中微子的建议》;50年代在国内首创并奠定我国宇宙线研究的基础,领导建立了云南落雪山宇宙线实验站,利用多极云雾室研究粒子及其相互作用,获得一大批奇异粒子事例,使我国的宇宙线研究进入当时国际先进行列;50年代末,在前苏联杜布纳联合核子研究所工作时,领导一个小组发现了世界上第一个荷电负超子——反西格玛负超子等等;60年代初,他参加了我国突破两弹的重大任务,为此立下了不可磨灭的功勋,并开创了我国核武器物理实验研究的新领域,为后来的持续发展创造了条件;80年代中,根据

当时国际形势与发展趋儿他与王大珩、杨嘉墀、陈芳允一起向中央提出发展高技术的建议,很快被采纳并形成了国家高技术研究发展计划,一直沿续到今天,对我国高技术的发展起了重大作用。

这里我着重回顾一下他在我国惯性约束聚变研究领域的贡献。王老师是我国这领域研究的创始者和奠基人。晚年,他对这个领域的研究倾注了大部分精力,可以说是“情有独钟”。1992年5月,在一次会议上,当李政道问到他自己一生所从事的科研工作中,哪项最为满意时,他的回答有些让人意外,他没有提反西格玛负超子的发现,也没有提关于探测中微子的建议,而是认为对1964年提出的激光引发氘核出中子的想法比较满意。原因是,他认为这在当时是一个全新的概念,而且这种想法引出后来成为

惯性约束聚变的重要研究领域,第一次有可能在地球的实验室里创造出类似星球内部的高温高压条件,开辟一个崭新的研究领域,有可能使人类实现热核聚变的和平利用。

1964年,诺贝尔物理学奖授予三位对发现激光作出贡献的科学家。当时王老师正在从事原子弹的研制。他注意到激光强度大、方向性强这些特点,心想如果把激光和核物理两者结合起来,应该发生新的有趣的现象。经过深入思考,他撰写了《利用大能量大功率光激光器产生中子的建议》。这年年底,王老师刚好遇到中国科学院上海光机所从事高功率激光研究的邓锡铭同志,就把自己的设想告诉邓,邓非常高兴,认为“这是实现激光应用的一条重要路子”。王老师指出的研究方向,给上海光机所从事高功率激光器研制的科技人员很大的鼓舞,并很快得到中国科学院副院长、党组书记张劲夫的赞成和支持。这样,在王老师的倡导下,我国激光约束聚变领域的初期预研工作就起步了。当时由于保密原因,我们并不知道外国科学家在这领域做了些什么工作。若干年后,我们才知道,美国和苏联的科学家也在这段时间里提出类似的设想,应该说,王淦昌老师是独立于美苏科学家提出用激光打靶实现核聚变的科学设想并亲自在我国组织力量开展这领域研究的。他是世界激光惯性约束聚变研究的奠基人之一。

遗憾的是“文化大革命”延缓了我国惯性约束聚变研究工作的进度。直到1973年上海光机所才利用 10^{10} W的单路钽玻璃激光照射氘冰靶产生了中子。70年代末,上海光机所建成了六路钽玻璃激光系统。

另一方面,1972年,美国科学家 Nuckolls 第一次公开发表惯性约束内爆的论文。70年代中期,九院科技人员在王淦昌老师和于敏的推动下,开始组织科研人员从理论和实验两方面,探索利用激光惯性约束聚变产生高温高压条件开展极端条件下物理过程研究的可行性。经过一段时间的探索,王老师一方面更清楚地认识到这领域研究的重要性,同时又对国内的现状感到不满意。主要是从事高功率激光研究的上海光机所的科研人员和从事等离子物理理论研究和诊断、实验工作的九院科技人员之间,过去几乎没有联系,对彼此的工作互相不了解,如长此以往,这一领域的研究将遭受重大损失。

1977年12月,王淦昌老师以九院副院长的身份,带领九院从事高能量密度物理研究的一、二、九所的科研人员到中科院上海光机所学习,并商谈两

个单位合作开展激光惯性约束聚变研究的有关事宜。通过这次交流,九院的科技人员参观了上海光机所的高功率激光实验室,氙灯制备,钽玻璃熔炼加工车间,并听取了有关高功率激光器的学术报告;于敏同志做了有关惯性约束聚变的学术报告。经过学习和讨论,大家认识到激光惯性约束聚变是一项复杂、庞大,要求精密,投资高的大科学工程,它包括驱动器(激光器系统)研制、理论研究、物理实验、诊断技术和靶的制备等多方面工作,需要理论、实验、技术、工程的共同支持。而上海光机所与九院两个单位在这项研究中正好是各有所长,优势互补的。在这次讨论过程中,王老师一再强调两个单位合作的重要性,提出“合则成,分则败”。在近一个月的时间里,科技人员对今后如何开展我国激光惯性约束聚变工作进行了广泛而热烈的讨论。初步拟定在嘉定共同投资建设一台 10^{12} W(2×800 J)的激光器(即后来称为神光I号的激光器),利用这台激光器,双方共同开展激光与等离子相互作用的研究。通过这次交流,上海光机所正式启动 10^{12} 瓦高功率激光器的物理设计,而九院也开始全面部署理论、诊断技术、制靶等各方面工作。

为了使这领域的工作能得到长期稳定的经费支持,还要得到有关上级机关的批准。为此,1978年夏天,王淦昌老师推动科学院学部在友谊宾馆科学会堂组织有关科学家(包括严济慈、钱三强、彭桓武、王大珩等老一辈著名科学家)召开有关惯性约束聚变的学术讨论会,会上请于敏同志作专题报告。通过讨论,大家一致认为“惯性约束聚变”这个领域研究的意义重大,还有广阔的应用前景。我国当时也已有相当基础,国际上起步时间也不长,我们与当时的国际水平相差不远。应该抓住时机,加强领导,整合各方资源,规划好各方面的工作,很有可能较快地赶上世界先进水平。通过这次会议,这个领域的研究工作很快得到有关上级的批准,并在行动中开始组织实施。

此后,在激光器设计方案的讨论和评审过程中,王淦昌老师和王大珩先生一起,每次都亲自到会组织讨论和指导工作。王老师对九院的有关计划的制订和实施也都亲自过问。为了从组织上加强两单位的合作,1986年中国科学院与中国工程物理研究院共同组建了“高功率激光物理联合实验室”,依托在上海光机所,由邓锡铭同志任主任,王世绩同志任副主任,于敏同志任学术委员会主任。上面还成立了管委会,由双方行政领导及机关工作人员组成,张宏同

志(时任中国科学院新技术局局长)任主任。王淦昌、王大珩两位担任联合实验室的科学技术指导。

神光 I 号激光器于 1987 年建成验收,投入正式运行。与此同时,九院也筹建了物理实验、诊断技术和靶的制备研究室,建成了相应配套的诊断设备(包括可见光、X 射线的强度和能谱、中子等),制备出各种当时的实验用靶。神光 I 号从开始运行到 1994 年退役,先后开展了九轮物理实验,从测量入射和出射的能量平衡实验开始,进行了大量激光与等离子体相互作用的研究和内爆出中子实验。而且就利用这台规模不大的激光器,运用独创的方法开展了 X 射线激光的研究,获得了类氦锆软 X 射线(23.2nm-23.6nm)激光的饱和输出,达到了当时该领域的世界先进水平。通过这阶段的工作,我国惯性约束聚变领域的各个方面已全面启动,直接参加的研究队伍已达数百人。

1988 年,王老师参加了在意大利召开的战争与和平国际会议。在这次会议上,美国宣布了该领域进展的最新情况。他们在 Nova 激光器上开展了大量实验,同时利用地下核试验做内爆充气靶丸的实验结果,已经推断出利用 1MJ 的激光能量有可能达到“得失相当”。根据这个推断,美国已开始对建立“点火装置”进行论证。回国以后,王老师即与王大珩、于敏商量,联合向中央写报告,请求国家增加对惯性约束聚变研究的投入,以加快研究进度,争取在世界上占有一席之地。1989 年初,李鹏总理亲自听取了汇报,李总理十分关心惯性约束聚变的前途,提出许多问题,王老师等一一作了回答。1992 年“惯性约束聚变”作为一个独立主题列入国家高技术研究发展计划。由陶祖聪为首席专家,贺贤土为秘书长。主题专家组成立后,一直在两位王老的关心和指导下工作。从这时候开始,我国惯性约束聚变研究获得了国家长期稳定的支持,制定了比较长远的规划。在规划中,首先是对神光 I 号进行升级改造(即神光 II 号),使基频输出能量从原来的 1.6kJ 增加了 4 倍,同时具有三倍频输出的能力。其次,对驱动器所必需的元器件和单元技术(如钨玻璃、氙灯、倍频晶体和镀膜技术等)也制定了逐步提高并发展的计划。除此而外,理论研究、诊断技术和制靶能力的建设都制定了各自发展的阶段目标和工作计划。惯性约束聚变主题研究经过十多年来的努力,各个子领域的工作都取得明显的进展,为日后大规模高速度的发展打下了良好的基础。

1996 年,由于我们还缺乏这类复杂、精密的大

型科学工程的建设经验,在技术和工程方面遇到一些困难,一时神光 II 的调试工作进展不顺利。为了推动工作的开展,王老师以九十高龄亲自到上海、四川等地检查工作。他一方面对一线工作的科技人员的工作热情和干劲给予充分肯定,鼓励大家要坚定信心、团结一致,以科学态度对待每一项具体工作,同时,对每件工作提出明确具体的指导和严格的要求。但对这项涉及范围很广的工程的组织领导工作并不满意,焦虑之情溢于言表。

对于激光聚变研究的长远目标——热核能的和平利用来说,钨玻璃激光器并不适用。必须寻求能量转换效率高,并能在一定重复频率下长期稳定运行的驱动器。为了尽早开展这方面的探索,70 年代末,王老师在原子能研究所领导建造了强流脉冲电子加速器,并开展了强流电子束和物质相互作用的物理研究工作。根据实验得到的数据,结合国外这方面的研究进展,王老师认为,电子束驱动器热核聚变的技术途径的前景并不乐观。他及时改变技术途径,提出将电子加速器改造成氟化氙激光器的抽运源,利用短波长的氟化氙激光作为热核聚变研究的驱动源。

1990 年底,原子能研究院建成了百焦耳级的氟化氙激光器,经过十多年的努力,激光器稳定运行,光束质量有很大提高,配备了完整的诊断测量仪器设备,并利用它开展了精密物理实验,使这个实验室成为我国氟化氙准分子激光技术及氟化氙激光惯性约束聚变研究的一个重要基地。

从 1964 年王老师第一次提出《利用大能量大功率激光产生中子的建议》直到他去世的三十多年间,王老师在为我国开展这个领域的研究呕心沥血,殚精竭虑,多方奔走,做了大量的宣传组织工作。当这项工作全面启动以后,他已是耄耋之年,仍不辞辛劳,每次重要的技术讨论会都会亲自参加,还经常往返于上海、北京、四川等地,到有关实验室检查并指导工作。他在各种场合做了不少讲话,归纳起来;主要有以下几个方面:

(1) 这项研究工作作非常重要,意义重大。从科学上讲,高能量激光与核物理两个领域相结合,一定会出现很多前所未知而非常有趣的现象,能够推动科学的发展。它所产生的高温高压条件,近期可用来开展对高能量密度物理的研究,远期还有可能用于聚变能源,解决人类长远的能源问题。

(2) 这项研究规模很大,牵涉的学科领域也很广。驱动器、理论研究、物理实验、诊断技术、靶的制备五大方面缺一不可。而且今后随着研究工作的广

泛和深入地开展,所需设备越来越庞大、复杂,要求也更精密,有些性能要求将接近科学和技术的极限。为了更好更快地获得研究成果,这五个方面的工作还必须同步协调地向前发展。这么庞大的系统工程决不是某一个单位可以包办得了的。应该充分发挥社会主义制度的优越性,大力协同,扬长避短,才能取得成功。他曾一再告诫九院和上海光机所的科技人员,这项工作“合则成,分则败”。

(3)他在不同场合反复教导科研人员必须严肃认真做好自己份内的每一件具体工作,哪怕表面上看是很细小、无关重要的事情。因为这项庞大的科学系统工程能不能取得预期的效果,取决于各方面的工作是否都能达到预定的性能要求。如果在某个环节上出现差错,就很可能导致全局失误。每个年轻的科技人员应该清醒地认识到,应该用科学的态度认真对待每一项具体工作,真正做到“精益求精”,这也是每个人在科学事业上能取得成功的首要条件。

(4)他在不同场合一再提到,中国还比较穷,不能和“大国”比阔气,不能完全按别人的办法办,要千方百计地提高效费比,走出有中国人自己特色的路子来。他十分赞赏那些有自主创新所获得的科研成果,他对邓锡铭同志为了获得大焦斑均匀照明而创造的“蝇眼透镜法”,以及王世绩等同志为了实现X射线激光饱和增益而想出的“双靶对接法”都给予很高的评价。

(5)他看到这项研究的未知因素很多,没有解决的科学、技术、工程问题也不少,不是在短时期内就可以得到显著效果的。也许要经历好几代人的艰苦努力才能获得预期的成效。因此他要求从事这项研究的科研人员热爱科学、淡泊名利,锲而不舍,孜孜以求,要树立坚定的信心,只要坚持努力,中国人做的不会比外国人差,我们一定会使这项研究获得成功。他强调要培养年轻一代的科技人员,不但要教会他们专业知识和技能,也要教会他们怎样从事科学研究,更要教会他们怎样团结周围同志,共同开展研究工作。因为我们所从事的是一项集体性很强、技术难度又很高的科学系统工程,仅仅依靠个人的聪明才智是无法完成的。

1996年在上海检查工作时,联合实验室邓锡铭主任向他汇报了科技队伍的现状,并介绍了4位年轻人(其中包括朱健强、钱列加等),认为这几位年轻的科技工作者在他们所学的专业范围内已经掌握了相当好的基础知识,也具有一定的实践经验,已初

步具备接班的能力。王老师听后十分高兴,带头鼓掌,一时会场的气氛十分热烈,大家都为我国惯性约束聚变研究的事业后继有人而感到高兴。

(6)这领域的研究工作,从表面上看,驱动器的建设难度最大,投资也多,要求精度又高,很多方面已接近科学技术极限。但从全局看,最终的目的是取得物理研究的成果,探明科学规律,并达到“点火”的目的。为达到这个目的,应抓紧对物理问题的探索,加强理论与实验的结合,自主创新,巧妙地提出实验方案,准确地提出对驱动器、实验用靶的要求,应该说,构思好的物理思想,是牵引各项工作的“纲”,探明科学规律,使我们的认识能从“必然王国”逐步走进“自由王国”,最终使过程能按我们设计的预定方向发展,最终达到“点火”,这才是这领域研究的“果”。

在工作进展得不很顺利的1996—1997年间,惯性约束聚变主题专家组首席专家陶祖聪、联合实验室主任邓锡铭先后去世,给研究工作带来巨大的损失。大家都希望能经常更多地得到王老师的指导和鼓励,指点我们继续前进的方向。但是“天有不测风云”,1997年8月的一天,王老师刚走出家门外出散步时,被路过自行车撞倒,导致股骨骨折;从此行动不便,再也不能亲自到现场指导工作了。但他仍始终关心这项研究工作的进展情况。每当同志们去探望他时,总要问起这项工作的进展情况和所遇到的问题和困难,他一再叮嘱去探望的同志:“要搞好团结,一定要把神光II号做好。”不断给大家鼓气:“要树立信心,相信我们能依靠自己的力量把这项工作做好。”

王老师离开我们已将近十年。这十年当中,随着我国经济的飞速发展,我国惯性约束聚变研究工作也发展得很快。2001年,神光II号建成验收并投入运行,各项性能也在不断提高,2005年又增添了第九路,使物理实验增加了新的有力工具。到今天为止,已在神光II号上开展了多轮实验,并获得了相当精密的结果。

当然,要真正实现“聚变点火”的目标还会有很多困难,包括科学技术方面、组织管理方面和队伍状态方面的,真可谓是“任重道远”。从事惯性约束聚变研究的科技工程人员和组织管理人员都已下定决心,迎接面临的巨大的挑战,团结协作,勤奋工作,在这项集体性极强的科研工作中,充分发挥各自的聪明才智。我们坚信,王淦昌老师当年的设想一定能实现。