

由一个量子光学实验室的成功发展引发的思考——关于基础研究资助政策的讨论

On Policies of Subsidization of Basic Research

王玉堂 秦玉文 张家顺 沈林福

(国家自然科学基金委员会 北京 100083)

马够华

(山西大学科研处 太原 030006)

我们在基金项目管理过程中,注意到山西大学光电研究所的成功发展,在跟踪调查中,引发了我们对如何明确目标集中力量、赶超与创新、科技竞争要素、国际合作与交流、基础研究的基地建设等诸多与资助政策相关的重要问题的思考。这里将对上述问题的看法整理出来,与读者共同探讨。

一个崭露头角的量子光学实验室

山西大学光电所量子光学实验室,原本是一个并不太知名的实验室,近年来却引起国内外不少同行的关注,来访者越来越多;提出开展合作研究的单位越来越多;对实验室的研究与管理大加赞赏的人越来越多,且不只一次听到参观者这样赞扬:“真想不到,山西太原还有一个这么好的实验室”!该实验室虽然编制仅16人,建设面积才1000平方米,但是,他们以其突出的工作成绩赢得了世界量子光学同行的认可,其知名度越来越高。

据记录,目前已有117名外国知名学者参观过山西大学量子光学实验,并给予高度评价。如诺贝尔奖获得者、中科院外籍院士、美国纽约州立大学杨振宁教授1992年6月11日参观实验室后赞扬“光电所的实验条件和研究工作无疑是世界一流的。”

美国总统科学顾问、美国科学院院士J. Hall教授,1997年6月参观实验室后,在留言中写道“我很高兴参观你们的实验室,你们所进行的工作给了我深刻印象。”

众所周知,量子光学是近30年来蓬勃发展起来的前沿学科,预计在量子通信、量子计算机等未来的信息科学中起着重要作用,山西大学光电所量子光学实验室在光场压缩态(Squeezed state of light)产生和应用的理论与实验研究,以及泵浦源

研制等方面完成了一系列出色工作。

1992年,量子光学实验室主任彭堃教授采用KTP晶体反向串接,消除光束离散效应,以YAG激光为泵浦源获得30%的双模正交压缩真空态。1997年11月5日,又获得了压缩度58%的双模正交压缩真空态光场,其压缩度达世界同类压缩最高指标。该结果发表在Appl. phys. B, 98CW—opo专刊上,审稿者对该工作的评价是“……这代表了一个高质量的实验工作,值得发表”。对文章的技术内容和重要性及新颖性均评为最优档次,使不少外国学者羡慕不已。美国实验物理学家J. Hall感慨地说:“你们设计了很好的激光器和参量振荡腔,难怪能得到那样好的压缩光”。美国加州理工学院J. Kimble教授对这一结果的评价是:“你们完成了这样好的工作真令人吃惊!”他作出这样的评价是因为目前,国际上仅有美国加州理工学院J. Kimble教授自己领导的实验室及贝尔实验室等少数实验室开展过双模正交压缩的成功实验探索。

利用上述相同的系统,通过阈值以上参量下转换,产生偏振非简并、频率近简并的量子相关孪生光束,其强度差噪声压缩度高于80%,并且系统能在维持压缩度基本不变的锁定状态下连续运转半小时以上,这一成果的取得为压缩光在量子通讯中的应用展示了美好的前景。

在上述工作的基础上,该实验室采用KTP/YAP系统,又首次实现了非调制样品的亚散粒噪声极限微弱吸收测量,信噪比较孪生光束的标准量子极限提高2.5dB,该成果的代表人应邀于1996年9月在日本东京召开的第三届量子通信及量子测量会议上作大会特邀报告,引起强烈反响。此后,又用 α -切割KTP晶体,获得强度差压缩度高达9.2dB(即接近88%压缩度)的孪生光束,并用以进行亚散粒噪声极限的微弱信号检测,信噪比较总光强的标

准量子极限(SQL)提高 7dB,较信号光自身的 SQL 提高 4dB,这是目前世界上获得的最高强度差压缩度,是第一个用孪生光束实现信噪比突破信号光自身标准量子极限的实验。该成果论文将发表于“Optics Letters”。审稿人认为:“这是我目前所知的世界记录。”

为了获得好的压缩结果,量子光学实验室投入相当大的力量对泵浦源开展了深入研究。作为基础研究的中间成果,单频 YAG 激光器、LD 泵浦单频全固化 YAG 激光器已形成产品,后者已有系列化多规格的商品提供给兄弟单位使用。

几年来量子光学实验室已在国际上重要学术刊物上(如 Phy. Rew. Lett, J. opt. Soc, Am, Appl. Phys. B, Appl. opt 等)发表论文 39 篇,在国际会议上宣读论文 32 篇。其中本学科重要国际会议大会邀请报告 6 次;国内重要刊物 43 篇;会议上宣谈论文 29 篇、其它 45 篇,总共被 SCI 收入 32 篇、EI 收入 61 篇。据不完全统计,被引用超过 100 次,其中重要文章达 40 次。

由于知名度的提高,至今已有法国、日本、美国、巴西、澳大利亚的有关实验室或学校提出与其开展交流、合作或联合培养研究生。

几点思考

在我们调查山西大学光电所的成功发展经验时,有很多政策性很强的问题引起我们长久的思考。我们认为其中有不少经验值得总结、借鉴和推广。

1. 明确目标集中力量才能有所为

当年光电所提出气体激光、光纤传感、量子光学等多个发展方向,由于人力、物力不足等多方面原因,发展受到制约。1989 年 6 月彭堃和谢常德教授从美国回来工作时,国际上“压缩光场”的研究正处于突破前期,因有重要的发展前途,有的科学家称它为第三代光子源。第一代是指混沌态光源,也就是一般光源,它的噪声是无规状态;第二代是相干态光源,此类光源具有较好的相干性,如激光;第三代就是压缩态光源,它的某一分量噪声可以低于散粒噪声基准,用于光学测量与通信可以突破标准量子极限,具有十分诱人的前景。压缩态实验研究发展初期,在国外工作的中国学者包括彭堃教授、中科院物理所吴令安博士及肖敏教授等人都在该领域的研究中作出了重要贡献。在压缩光场产生所用泵浦源的研究中,我国有雄厚基础,可以作出有自己特色的工作。当时的判断是如果组织得好,可以发挥我们的优势,占领该领域前沿阵地。因此,他们及时作出了以量子光学中压缩光场的产生技术及相关器件与应用研究为该室发展方向的决策,调

整了研究方向。这一决策成为该实验室后来取得成功的关键一步。这说明集中力量选择好目标、发挥自己的优势是取得成功的重要经验。这就是有所为有所不为。

2. 赶超与创新

基础研究没有国界,凡是从事基础研究的人,都应该在世界范围内与同行进行竞争去“摘取皇冠”,跟在别人后面是没有出路的。这一点,山西大学光电所脚踏实地一步一个脚印地赶上并超过他人的作法,给我们以启迪。

在将研究方向集中到开展量子光学研究以后,量子光学实验室的领导班子又作出了分 3 步走的赶超规划:第一步,完成实验室基本建设和队伍建设;第二步是集中力量跟踪世界前沿课题,提高自己的水平;第三是加强国际学术交流与合作,在跟踪别人的基础上要有自己的创新。回忆量子光学实验室的发展历程,这三个阶段可以这样划分:1985~1988 年基本上完成了第一步的任务。从建立机械车间、招收研究生开始,经过 4 年的努力,建设了量子光学实验室的基本条件,并对研究人员进行了较严格的全面基础训练。提出的明确口号是“以项目带动实验室的发展”。这一时期完成了国家自然科学基金项目“高功率连续稳频环形 YAG 激光器”。鉴定的结论是重要指标达到了世界先进水平。第二阶段是 1988~1992 年。此时期完成的“正交位相压缩态”实验表明,已具有进入世界前沿课题研究水平。此时在已形成的 15 人的研究队伍中,有 3 名正教授、3 名副教授,一批年青人也取得学位,初步形成年龄结构合理,有一定理论和实验训练的队伍。第三阶段是从 1992 年开始,这时,实验室的研究工作得到了同行的肯定。他们采用独特的创造性方法,获得了“双模正交相位、强度差和半导体强度噪声压缩”,取得了在对等的位置上与国外同行对话的地位。在掌握以上技术后,又运用我国特有的 YAP 激光器达到双模正交压缩度的世界最高水平,被同行公认为“创新性工作。”

3. 竞争“三要素”

对一个实验室来讲,在激烈的竞争中决定其成败的因素是多方面的,但是起主要作用的有 3 个方面:科技队伍、资金投入和科学管理。

山西大学量子光学实验室一开始就把培养人才与建设实验室紧密结合起来作为实验室发展的重要内容来抓。在建室初期,他们在山西省政府和省教育厅的支持下,获得了在省内优先挑选毕业生的“特权”,然后将这些毕业生作为在职硕士生分批送去培养。为了避免近亲繁殖,尽量选择到山西省外去读大学的学生。另一项措施是邀请国内知名学者如中国科大郭光灿教授、中科院物理所留美的吴令安博士等来室任教,大大提高了培养人才的速度

与质量。为使一批素质好的年青人尽快成才,在实验工作中除了严格要求之外,还敢于压担子,在承担任务中磨练年青人,使他们很快成为一支有一定理论水平和实验技能的青年梯队,包括两名 35 岁以下的教授。张天才当年仅为 30 岁,是山西省最年轻的教授。副教授 4 名,其中 3 名具有在国外工作 1 年的经历。随着对外交流的扩大,有多个国家与之联合培养学生,每年有更多的人才被送出去或请进来。更值得一提的是,在我国各高校人才外流严重的情况下,光电所的年轻人能坚持岗位努力奋斗,送出去深造的多名学生能按时返回。问到这一点,彭教授不无自豪地说:“可能是光电所具有某种吸引力吧!”

谈到科技队伍,其中最重要的一点是学术带头人。作为学术带头人的彭堉教授,具有较高的学术造诣,熟知本学科领域的发展动向,能指导实验室高瞻远瞩,作出正确的宏观决策,克服各种困难,取得一个又一个创新性成果。

关于经费问题,应该说建所之初就得到山西省政府及各省级科研管理部门的大力支持,建所初期批准 20 万美元,购买仪器设备,同时下拨 50 万人民币作为启动经费,到 1997 年已累计投资 580 万元之多,省科委项目经费 200 多万元。在实验室建成后先后获得国家自然科学基金 12 项,其中一项为“八五”计划期间的重点项目,累计经费 120 万元。从 1985~1997 年间已累计投入 924.97 万元,为量子光学实验室的发展提供了重要的基础。

光电所的管理称得上井井有条,紧张而有序。这跟他们所建立的规章制度有着直接关系。全所实行上班签到制、科学仪器设备分工负责制、实验工作记录制、学术资料及技术档案制、举行学术会议制等等。并且在完善和落实各种制度的前提下,引进奖惩的竞争机制,对工作出色的人员在晋级、出国培训等多方面实行倾斜。对于规章制度,要求所里的负责人到一般工作人员均要严格遵守,一视同仁,无一例外。实践证明,高水平的人才和足够的经费投入固然重要,但缺乏科学管理就未必能取胜;而在人才、经费稍处劣势之时,严谨的科学管理却大大增加了取胜的可能。因此,科学管理是竞争胜败的决定性因素。山西大学光电所的发展过程有力地说明了这一点。

4. 国际合作与交流

竞争与合作二者似乎是矛盾的和不相容的。然而事实告诉我们,随着国际科技竞争的加剧,各国之间的合作似乎也在加强。这一问题的实质是当代科学技术本身决定的。随着人类物质文明建设的进步,国际社会对科学技术研究与开发的投入极大地提高了,科学技术的研究达到了空前的水平,而且诸多的发展热点是多个学科相互交叉而形成的。因

此,学术交流与国际间开展合作在当今社会已经成为推动科学技术发展的不可缺少的有力手段,对于新兴学科尤其显得更为重要。

光电所成立之初,国际交流与合作就被列到重要日程上。除彭堉、谢常德曾在欧洲和美国工作外,他们设法扩大了对外合作和交流的渠道。其中以对法合作最为成功,有不少重要的经验可以总结。

众所周知,作为一个新建实验室,在实力和知名度不高的情况下,要与强于自己的单位开展对等合作是相当困难的,为了打开局面,山西大学于 1992 年联合北京大学、中科院物理所、中国科技大学、中科院上海光机所多个实力较强的量子光学研究单位一致对外,借法国国家科学研究中心所属实验室的 Ducoly、Giacobint、Fabre 3 位教授到中国参加国际学术会议的机会,达成协议,开展合作。此项合作当年即列入国家基金委员会国际合作项目,规定每年双方互派 3 人到对方实验室工作,其中 1994 年接待法方学者 Fabre 教授,1995 年接待法方学者 P. Grangier 教授。他们在光场压缩态和 QND 测量方面造诣很高,在近 1 个月的时间里作了很多工作,对实验室帮助很大。我方年青教授张天才、郇江瑞等在法工作中,抓紧时间努力工作,研制成功的新系统受到法方高度赞扬,成为对外展示的成果。由于此次合作课题对口、任务明确,收到了很好的效果。其中最重要的一个方面是扩大了中方的影响,以至后来法方多次接收我留学人员并派人员到山大光电所工作,双方合作关系延续至今。

5. “基地”建设问题

基础研究成就的最高荣誉是获得诺贝尔奖。由于其获得者大多以科学家个人的身份活跃在国际舞台上,因此常常误认为基础研究的成果都是个人的劳动成果。这种看法有些过于夸大个人的作用。在科技高度发达的现代,优秀的创新成果虽然离不开个人的创造性,同时也离不开“基地”的作用。而且这个作用对于某些技术较强的研究工作来说是十分重要的。正如有人所比喻的,一个煤球要发热发光就必须在煤炉中燃烧,离开这个环境条件,恐怕只能是黑色的煤球。

基础研究的基地必须具备以下条件:首先是一支高水平的、合理的科研人员梯队,其中必须有一个出色的学术带头人;二是要有较充足的经费,且科研急用经费不需过多审批即可使用;三是具有世界水平的先进设备,特别是自己研制的特有设备和具有当代最先进的测试手段;四是实验室应有一套行之有效的科学管理办法。联系到目前世界上商界极力推崇的“名牌战略”及商家的“强强合并”的作法,在科技界也应重点扶持和创建一批知名度很高的研究基地,“基金委”除了资助项目外也应用一定比例的费用投向国内基础好的基地。

(责任编辑 刘先曙)