

激光分组成立大会

报告汇编

(内部资料)

国家科委光学及应用光学学科组

激光分组

情报分组激光小组

一九七九年八月

序 言

本文集是根据 1979 年 8 月 1—9 日在浙江省莫干山召开的“国家科委光学及应用光学学科组激光分组成立大会”上的论文报告汇编而成。其内容包括：（一）中国科学院严济慈副院长在大会闭幕式上的讲话摘录；（二）会议纪要；（三）四篇出国考察报告；（四）一篇国外激光应用发展的评述性文章；以及（五）九篇激光技术专题评论。

严副院长的讲话，对我国激光工作者近二十年的成绩作了评价，并鼓励激光科技人员要不断提高水平，提高工作效率，作出更大的贡献。他提出了我国激光科学技术的水平与国际水平的差距应如何估计的意见；指出了我国激光工作近期的任务，并对激光工作的方向作了科学性的、重要的预言。

会议纪要对加速我国激光技术的发展，提出了九条积极的建议。

四篇出国考察报告和一篇国外激光应用发展简况，把国际上近年来激光发展的概貌和动向，结合我国的实际，作了介绍和评述。九篇专题论文，基本上把激光领域的几项重大课题，根据作者们的长期实践，以及国内外的的发展概况和水平、今后发展的趋向，作了综合性的论述。我们认为，这些论文决不是单篇文章的简单组合，它们形成一个整体，涉及的围范几乎遍及整个激光领域。因此，把它们汇集刊出，可能对我国激光技术的规划和布局有所裨益。

邓锡铭 沃新能

一九七九年十月五日

国家科委光学和应用光学学科组

激光分组成员名单

组 长：邓锡铭 中国科学院上海光机所

副组长：刘虎生 五机部科学研究院

副组长：梅遂生 四机部1411所

成员：程树枫	中国科学院三局	顾之玉	中国科学院电子所
王之江	中国科学院上海光机所	匡一中	四川大学
张连华	四机部1411所	魏光辉	北京工业学院
张存浩	大连化物所	沈 柯	长春光机学院
徐亦庄	清华大学	赏宝珩	四机部1027所
惠哨岗	武汉邮电科学研究院	黄 潮	北京光电所
沈玉其	中国科学院安徽光机所	于荣金	吉林物理所
张万禄	五机部209所	程祖珍	新添光学所
缪家鼎	浙江大学	赵克功	中国计量科学院
刘树杞	成都电讯工程学院	龚知本	中国科学院安徽光机所
王乃弘	中国科学院长春光机所	杨国桢	中国科学院物理所
庄蔚华	中国科学院半导体所	夏宇兴	中国科学技术大学
吴鸿适	四机部1412所	聂宝成	上海激光所
张光寅	南开大学	秘书：黄镇江	中国科学院上海光机所
李小琼	中国科学院电子所	秘书：吕世良	五机部科学研究院
谢家琼	四机部19院	秘书：林光举	四机部1411所

中国科学院严济慈副院长在国家科委 光学及应用光学学科组激光分组 成立大会闭幕式上的讲话

(根据录音摘录, 未经本人审阅)

1979年8月9日

各位同志:

我有机会参加这一次会议, 承同志们从各方面对我的关心和照顾, 心里十分感动。我今天要讲的话很多, 但又没有功夫加以组织。我主要就参加几天会议所得到的感受说几句。

我参加这次会, 学到很多东西, 这和会开得好是分不开的。这是第一次的激光分组会议, 我参加学科组也好或学科分组也好, 这还是第一次。不过, 我曾参加过多次激光会议。去年参加了广州的激光会议。我还记得参加过两次激光学术交流会, 第一次是六三年七月在长春, 第二次是六四年十二月在上海锦江饭店开的, 这说明我是一个懂得激光重要意义的人。记得一九六三年, 长春光机所到北京汇报工作, 我对院部讲, 激光工作的前途和重要性, 怎么讲都不会过份的。

我们这次会很重要, 这是什么道理呢? 因为它是激光分组的会议。四个方面军的力量都参加了。作为科研的四个方面军, 一个是中科院, 一个是高等院校, 一个是各产业部门, 一个是各省市地方。我们这次会议, 不但激光方面的主要科研骨干差不多都到了, 而且我们的领导同志, 或是研究所的, 或是工厂的, 以至各个部里的有关局领导同志都来了。激光分组是国家体制的一个东西, 有它的任务, 也有它的权, 有它的责任。因为你们是国家的组织, 它不同于一个专门的学会, 而且难就难在它不完全是行政领导, 而要通过学术的做法来组织, 这个难。学科组的成员大都是科学家吧! 它的行政领导是通过和群众的智慧结合起来的, 不是摆出“官”的面孔, 不是摆出“官架子”来领导的。

我参加会不多, 感到这次会是非常好的一次会。我们这次会议开得好, 一方面是各方面来的同志努力, 一方面是准备得好。会议的内容这样的丰富, 有国内的调查报告, 也有到国外去的四个代表团访问之后的考察报告, 还有一篇对国外激光应用发展状况的文献调查报告, 再有十个专题报告, 可以说国内国外激光发展现状是掌握得比较好的。这个会开得好另一个表现是大家敞开地谈, 热烈地讨论。这在一、二年前是不可想象的, 这个风气要大大地发扬。各个部门之间, 大家一道聚会讨论商量, 这样才能协调。你们分组会一年开一次, 还要搞一个通讯和开各种各样的会, 这样很好。

大家在讨论时, 对我们激光工作的差距, 说法有不同, 一个讲估计偏高, 一个讲偏低, 但出发点是一样的, 目的都是为了把工作尽快地推向前进。我国激光方面的工作已近二十年了, 世界上也只不过二十年吧, 发展到现在是做了许多工作的。不管差距多大, 我自己感到, 在国内讲起来, 激光方面这个二十年, 虽然受到林彪、“四人帮”的破坏干扰, 到现在, 相对

地说发展是很大的，成绩也是很大的。我讲是相对的，就是说从物理方面来看，有哪一个方面比激光或同激光一样发展得那样快、有那样大的成绩呢？就从我们这个队伍来讲，调查报告上讲全国有一万人，其中有百分之三十是科技人员，这就是三千，数目很大，不知在物理学方面如何？或许无线电电子学队伍还要大些，其他很难同它来比较。在光学里面，激光也是一个突出的，听了我都非常的兴奋。为什么兴奋呢？我们从前在昆明的时候，搞过光学仪器的制造，做过大概五百架显微镜，若干架水平仪，不过我们做的都是光学方面的，当时也是全国的第一个厂。我们没有几个人，一共不过十来个人吧！现在，我们有这样一支激光队伍，而且这个队伍的骨干都是中青年的，这是我到莫干山之前不敢想象的。

还有，你们讲南京大学研究激光，缺少一个仪器，要利用上海光机所的示波器。这个例子就是讲研究单位的实验设备不够，但我劝光明日报记者宣传这件事。若两个单位共同做研究工作，那大体是个双方得利的事体。哪能每家仪器都齐备？我相信上海光机所是欢迎南京大学、北京大学去使用的，他自己的仪器有多少利用率？不会用十二个小时吧！我们在国外工作的时候，都希望你把仪器弄好，题目弄好，到他那个地方去，利用他的大设备去做。去年，我到法国，有一个研究所就是英、法、德三国合办的，去那里工作，先提一个计划，他安排你做二个月，三个月或半年的工作。我们国家的人力物力也要尽量地发挥它的作用。

会议上，大家计划在三年之内把常用激光器很正规地、更好地生产出来供给使用。但也有有的同志担心，怕造出来卖不出去，要求订合同。我想，三年之后，我们可以大大地出口。只要我们的激光仪器能够正规地生产，能够过硬，我想不愁在国际市场上别人不要。你看，比如小小的日本，各种各样的东西输到美国去，我们在第二、第三世界，甚至美国，还是应该会有市场的。所以我讲，大的外汇是在这个方面，我们召开国际学术会议，主要目的是学术交流嘛！不要在国际会议上考虑赚钱，你能赚几个钱？而且，只要外国朋友到中国来，即使是邀请来的，他也要至少化几百几千美金才走嘛！你们计划一九八一年要开国际性激光报告会，很好！去年广州会议时我就提了。我顺便汇报一点消息，美国的汤斯，是激光的老祖宗，这个人上月下旬来过中国，我和他们聊了聊，他们在北京到过电子所，不知看了什么东西，他印象很好，总之出乎他的想象之外的好。我告诉他上海有光机所，还请他将来更多地到中国来搞学术活动，他非常高兴。总之，在激光方面的国际会议，我们很有资格开。

另外，我想聊几句对于光学、对于激光的想法。光学这个东西是很老很老的一门科学，光学的发展恐怕比电学要早得多，从我们中国讲，我不懂古书，不是说墨子讲到许多光学问题吗？钱临照同志对这个问题很有研究。我知道，欧洲人讲眼镜是中国人首先戴的。在二十世纪，光学的贡献很大。如那个量子论是从哪里来的？是普朗克为了用理论来说明从实验得到的黑体辐射定律，才得到一个普朗克公式的。因为黑体辐射得到的实验结果，用老的理论说明不了，这样，普朗克才去创造了一个量子论，讲光的能量不是连续的。还有那个相对论，也是根据光学的实验来的，迈克尔孙-莫雷实验嘛！原子的结构、分子的结构都是根据光谱实验的结果来的，化学上的整个周期表，也不是门捷列夫算命卜卦得出来的，是根据原子结构排列出来的。不过到了三十年代，光学的发展也差不多了。到六十年代开头，激光的出现是光学的一个复兴。复兴的一个标志是它的前途，发展非常蓬勃，非常活跃，它在光学中占的份量、占的地位很可观，而且至今还是方兴未艾。不过，我想光学这个东西是重要，但总不过是光，它总不能成为一个动力，比如一个蒸汽机，一个电动机，它是原动力，是能源。光这个东西

多多少少不过是一个工具而已。光是重要的，它同我们的四肢五官一样，那一个重要呢？争不出来，也不必去争，到了缺啥的时候，如缺一个手，才感到手重要，耳朵聋了，耳朵重要。但也有一个总结性的经验，眼睛比耳朵更重要。耳朵不好，我可以看报。我们有句古话：“百闻不如一见”，这说明眼睛比耳朵重要。光总还不是一个动力，不是一个能源。不过激光是个什么意思呢？我们说放大镜放大多少倍，显微镜放大一千五百倍，放大这两个字同无线电中电流增强多少倍，强度增强多少倍有些不同，光学仪器不能把光增强多少倍。但到了激光，就是增强的意思了，它的重要意义就在这里。如光炮，使光能量很集中，变成一个“炮弹”，到那个时候，光的威力就大了。不知哪个人告诉我，彭桓武同志要用激光做加速器来加速电子，从理论上很讲得过去，到这种时候，光不是一个原动力的缺陷也就弥补了几分，而且这种情况可能会实现的。

我看到你们写的材料，讲激光要从爱因斯坦的辐射理论讲起，这对我有一定的启发。爱因斯坦的辐射理论是一九一七年吧！在激光器造成之前四十一年，为什么隔这样长的一个时间？爱因斯坦的辐射理论，把辐射分成两种，一种是自发辐射，另外一种是诱导的，被刺激的，结果把普朗克的黑体辐射公式很简单地导出来了。现在要问，为什么到四十一年后才有激光的发现，才有诱导辐射这个东西？这是很值得研究的事情。我想，第一台红宝石激光器好象是受到微波的影响，因为 Laser 这个名字是从 Maser 而来的，是从微波上首先做到同激光器类似的东西，既然从微波上做到了，人们认为也应从光波上做到，受到了这个启发才造出了激光器。我想再讲一讲差距问题，差距是一种形象化的讲法，比如，我们讲中国的科学或某一个学科离开国际上的水平差多少年数，有的人讲十五年到二十年，这个话也是有点意义的，但也很难用十五、二十来确切地衡量。有许多东西很难去量的，因为那个要量的东西，本身就没有十分好的标准。比如讲我的手有多厚？从那个地方量或者是10个毫米，这个地方量只有8个毫米，它自身的厚度就跟量的位置有关。因此，我们讲差距都是为了鼓劲的目的，有时估计差距大一点更有利于鼓劲，有时估得小一点，更有利于鼓励我们的勇气。比如讲，国际上六〇年做出红宝石激光器，我们长春光机所六一年做出激光器了，就讲只差一年，这话对不对呢？我讲也对！那么我们就讲激光的水平跟人家比就差一年？！也不一定对。我们中国这个科学技术基础薄弱，我们每个人应有决心去改变。

这次会议提出了纪要，提出了若干条重要建议，领导是应该好好采纳的，逐步地实现。特别讲到近二、三年中，八种常用激光器要规规矩矩、很过硬地生产出来，满足我国自己各方面的需要，这就是很大的一个成绩。我们激光分组每年开会，每年能抓一、二件事，在一、二年内实现，这也是了不得了。我倒不嫌我们研究所太多了，条件太差了，我们科学院八万人，人数不算多。有的所讲，人少掉三分之一，或许工作效率还会高些，成绩会大些，话也有道理，但总的讲搞科研的人总是少的，我们每个人的水平都在拼命地提高之中。不过工作是要组织得更好一些，更协调一些。现在正在贯彻八字方针，大家要好好地干，不要听到调整就不大欢迎，也是为了前进，为了更好地做出贡献来嘛。

谢谢大家，这几天的生活同大家在一起，我觉得年轻了很多。最后再讲一点，去年十月，我跟方副总理到西德、法国去，那里变化进步很大。我到巴黎是第四次去了，巴黎这个地方我都不认识了。但我接触到西德人、法国人，特别是老人，不满意他们的成绩。外国朋友说，他们眼睛里的东方，是看着中国，你们只要把中国过去的文化转为现在的科学技术，就能创造出新的有用的东西。现在他们的教育制度也在争论，听说六八年法国有一个很大的学潮，

讲要改革,是向我国红卫兵学的,法国过去的教育是挑选的、淘汰的、尖子的教育。但教育这个东西跟空气、阳光一样,每个人都要呼吸空气,接受阳光,但呼吸多少空气,要看每个人肺活量的大小,要根据接受教育的程度来择优,来淘汰,来选尖子。中国是选超才子。我讲这些话的意思是人家对我们寄托很大希望。我们现在有党的领导,全体人民都要求现代化,我们要增强信心,要更加努力,我们在座的都是年富力壮的人,责任是很大的。

(上接 36 页)

统而言,并没有很多惊人的东西。日本比我们先进的地方不在于激光技术本身,最主要的是电子计算机控制系统以及各种测试仪器。在这些方面确实比我们先进得多、齐全得多。

在国内,目前我们已经建成 10^{11}w 级的六路 Nd 玻璃激光装置。这种量级的激光装置尽管能够打出中子、观察初步压缩,也可以进行一些激光和物质相互作用的研究。但是由于功率水平不够高,物理实验的局限性很大。激光核聚变的研究现阶段最主要的工作是验证聚爆的理论模型,寻找高压压缩靶丸的合理设计问题。这些工作要求激光器的功率水平在 10^{12}w 以上。美国劳伦茨·里弗莫尔实验室 1977 年建成 10^{12}w 级的 Argus 装置,日本计划在 1980 年初建成类似的装置。据了解英、德、法甚至阿尔及利亚等国都有这方面的计划安排。我们认为,在我国也完全有必要,也有能力建造 10^{12}w 级的激光核聚变试验装置。如果下决心上马,大体用三年左右的时间,就能够建成这个具有先进水平的实验室。从激光技术本身来说, 10^{12}w 级激光器如果完成,它将为激光器的进一步发展铺平道路,建造更大型的装置原则上将只是工程问题。——这是第一点。

第二,为了发展我国激光核聚变的研究工作,不仅要建造具有一定功率水平的激光装置,而且必须同时发展有关的配套技术,如靶球的设计制造,核物理测量技术,超高速照相技术等等。为此必须要工业部门的支持。我们非常拥护方毅同志 1978 年 6 月份关于激光核聚变研究工作的批示:“由科学

院牵头,继续分工合作,大力抓下去,一定会有成果的”。这个批示对我们鼓舞很大。然而直至今日这个指示还没有得到落实。王大珩同志多次强调的“激光核聚变国家队”还没有形成。我们希望有关方面给予促进落实。

第三,激光核聚变的研究和中小型激光应用研究之间有矛盾的一面,也有相互促进的一面。如果安排得当,对整个激光技术的发展将能起到推动作用。我们国家从事激光核聚变研究以来十多年的历史,以及日本目前的状况都充分证明了,由于激光核聚变对激光器提出了非常高的要求,它的解决必然带动了一系列的激光单元技术和总体技术,推动了激光材料(如 Nd 玻璃,晶体)元件(如脉冲氙灯,镀膜)的发展,推动了高精密度的光学与机械加工工艺以及一系列的外围技术的发展,同时还推动了非线性光学、激光光谱学、极端过程物理学等基础研究工作。而所有这些单元技术的发展、提高,将为激光的其他应用提供技术上的保证。

第四,整个激光核聚变的研究迄今已有十五年的历史,尽管存在各种学术上的不同观点,但从整个发展过程来看,一直是处于“热门”的状态,进展也是很快的。其中一个重要的原因是军事上的考虑。激光核聚变除了有可能从解决能源的角度造福于人类之外还作为核武器研究的高效、价廉而不受国际条约限制的新途径而受到军事部门的重视。从我国国防现代化建设的需要来说,激光核聚变也是不容忽视的一个重要研究课题。

一九七九年九月

目 录

序 言

一、中国科学院严济慈副院长在国家科委光学及应用光学学科 组激光分组成立大会闭幕式上的讲话(摘录)····· (I)	
二、国家科委光学及应用光学学科组激光分组成立大会会议纪要·· 1	
三、出国考察报告	
英国和法国激光科学技术发展概况····· 3	
于福熹(中国科学院上海光机所)	
第七届CLEA会议与美国激光科学技术的概况····· 12	
王之江(中国科学院上海光机所)	
参加第四届国际激光光谱会议及赴西德考察记····· 20	
王兆永(复旦大学)	
日本用于激光核聚变的激光系统····· 30	
余文炎(中国科学院上海光机所)	
四、国外激光评述	
国外激光应用发展简况····· 37	
沃新能等(中国科学院上海光机所)	
五、激光技术专题评论	
近年来激光器的发展····· 55	
蔡英时(中国科学院上海光机所)	
激光分离同位素····· 67	
匡一中(四川大学)	
光纤通信····· 73	
刘树杞(成都电讯工程学院)	
激光核聚变研究····· 77	
徐至展(中国科学院上海光机所)	

(接封底)

(上接封二)

材料激光加工的发展动向 87

李再光等(华中工学院激光研究所)

非线性光学 96

刘颂豪等(中国科学院上海光机所)

激光在记录显示、存贮等方面的应用和若干激光器件、
元件技术的发展概况 106

聂宝成(上海市激光技术研究所)

激光应用于农业、医学和生物学上的某些情况 111

陈 兮(中国科学院上海光机所)

稳频激光与计量 114

郭有光(中国计量科学研究院 量子室)

激光分组成立大会报告汇编

编辑者: 国家科委光学及应用光学学科组

激 光 分 组

情报分组激光小组

印刷者: 上海市印刷三厂 工本费: 五元

国家科委光学及应用光学学科组

激光分组成立大会会议纪要

国家科委光学及应用光学学科组激光分组成立大会于一九七九年八月一日到八月九日在浙江省莫干山召开。到会的有国家科委、国防科委、教育部、一机部、三机部、四机部、五机部、邮电部、国家计量局、科学院及部分省市科委的领导干部和科学技术骨干；有国家科委光学及应用光学学科组激光分组成员；有分赴美国、西德、英法和日本参加国际会议进行考察的同志；有国内激光调查小组的同志；还有国外激光动态分析的同志。科学院严济慈副院长亲临大会，给大会很大的支持和鼓舞。光明日报和文汇报记者也出席了会议。参加这次会议共有十六个部门，五十三个单位，九十一位代表。

大会首先由国家科委光学及应用光学学科组常务付组长苏韦同志代表国家科委光学及应用光学学科组宣布激光分组成立，并宣读了成员名单。接着由国家科委、科学院和一、五机部有关局领导同志在会上作了重要讲话。会上分别作了国内激光调查报告，作了赴西德、英法、美国及日本参加国际会议和激光考察的四个报告，作了十个激光专题技术报告，还作了国外激光应用发展简况的报告。与会代表对上述报告，特别是对调查报告，进行了认真热烈的讨论，各抒己见，畅所欲言，充满团结、活泼的气氛。

然后，对激光学科规划以及激光分组今后二年的活动要点进行了认真的讨论，提出不少宝贵的意见和建议。激光学科规划建议再由各部门根据八字方针，进一步予以研究贯彻。

大家一致认为，我国激光事业发展较快，成绩显著，激光队伍已具有一定的技术基础

和理论水平，为今后的发展打下了有利基础。但由于林彪、四人帮的干扰破坏，又加上工作上的缺点，拉大了激光工作与国际水平的差距。必须看到，激光在国防、科研、国民经济等方面应用意义重大，影响深远，前途宽广，大家表示坚决贯彻中央八字方针，集中力量，统一规划，突破薄弱环节，团结起来，誓为赶超激光世界先进水平而努力。

会议还就国内激光调查报告所提国内普遍急需常用激光器的问题，开展了热烈的讨论。

目前，常用激光器有：氮氛、二氧化碳、氩离子、红宝石、钽玻璃、钇铝石榴石、可调谐染料和半导体等八种。大家一致认为，在这些常用器件的科研与生产中，坚持自力更生奋发图强的方针，已打下了一定基础，有一定水平，基本上已能应用。由于还缺乏深入的生产工艺研究和从研究到生产的中间试验环节，在寿命、性能、效率等方面距国际水平还有较大差距，还不能满足科研、国防、工业、医疗等方面的需要，已影响到科研的发展和在国民经济与国防建设中进一步的推广应用。

国家科委光学及应用光学学科组组织有关部门的十几位同志，用了几个月的时间，对我国从事激光工作的主要单位进行了调查研究，提出了调查报告(见附件)。大家认为调查报告反映了我国激光工作中存在的一些问题，提出了几项重要的建议。请国家予以重视。目前迫切需要加强领导及解决体制、政策方面的问题，按照科学发展的客观规律和经济规律办事，改革当前科研生产与供销之间互相割裂的管理体制，使科研成果尽快转

化为工业产品，同时要加强基础研究和工艺研究，力争在较短时间内使常用激光器的科研生产提高到一个新的水平。

整个会议中，与会代表结合国内外激光技术发展动向与我国当前存在的实际问题，提出了积极的建议。

1. 建议国家科委针对激光科研生产与试制中存在的问题加强领导，统筹规划，减少不必要的重复，加强技术协调等。具体组织形式可以考虑在国家科委设立激光办公室或者由科委一局设立专门机构承担此任务。

2. 充分重视基础研究

基础研究的薄弱，是我们与国外先进水平最大的差距，其结果造成缺乏独创的见解和新的物理思想，并导致十几年来没有我国独创的新型激光器。因此，必须保证基础理论研究的经费、人力、物力和实验设备。此外，应加强高校激光科研的条件。

3. 必须迅速更新实验设备和重视实验设备的配套。

目前，我国实验设备陈旧，测试手段十余年来没有更新，缺乏现代化的、自动化的、高精度的、高分辨率的、配有电子计算机系统的分析记录测试系统，关键性的仪器也很奇缺，有些实验设备不配套，无法开展高水平的工作，严重影响科研水平的提高。建议国家科委迅速组织国内有关单位，在自力更生的基础上，对科研必需的高级仪器设备进行研制和生产。同时安排适当进口部分关键部件设备或样品。只有两条腿走路，才能解决当前的急需和长远的问题。

4. 必须重视培养一支有水平的科研队伍。

我国激光科研工作独创性甚少，基本上仿效国外物理思想和技术途径，要改变这种状况，关键是必须迅速培养一批第一线学科带头人，而且还要培养有水平的科学管理人才。例如：迅速派一批第一线的学科带头人赴欧美先进国家工作一段时间等。

5. 加强国内外激光学术交流活动。重视情报工作

定期召开全国激光学术交流会和争取更多地参加国外学术活动。对常用激光器或中间产品进行展览与评比。要充分重视情报工作，迅速成立激光情报小组。

6. 加强常用激光器及有关元件材料光电器件的试验生产，注意发挥大厂的骨干作用和小厂的积极性，强调研究试制生产密切结合，建议国家科委用经济的办法择优支持一些科研生产有机联系的实体，同时建立和健全科研成果的鉴定、移交、商品生产和价格管理的规章制度，迅速解决常用激光器的可靠性寿命等技术问题，以保证全国广泛应用。

7. 对某些用量较少的高档激光器可在有条件的研究所、或工业部门建立中间试验工厂完成试制生产。同时，对现行研究所所属实验工厂的经济管理政策应予调整，以调动承担小批生产的积极性。

8. 建议有专门的器材公司来沟通供销渠道，以解决不配套、科研人员到处跑器材等束缚科研与生产发展的障碍。

9. 重视重大课题，凡属于激光的重大课题以及须要使用三项费用的项目，其开题、理论方案、技术途径，所需经费等都要请有关专家进行讨论与审定。

会议还讨论了激光分组今后两年的活动要点。大家一致建议，由即将成立的中国光学学会会同中国电子学会在适当时候举办国际激光学术会议。激光分组要积极开展边缘学科的交流活动；举办激光专题讨论会；协助国家科委做好同行评议的工作及开好一年一次的激光分组会。

国家科委光学及应用光学学科组激光分组成立会议

一九七九年八月九日

(注：国家科委光学及应用光学学科组领导同志对《会议纪要》作了一些修改)。

英国和法国激光科学技术发展概况

于福熹

(中国科学院上海光机所)

根据中国科学院与英国皇家学会商定的1978年学术交流协议,中国科学院应英国皇家学会邀请派出激光考察组于1979年2月13日至3月8日在英国进行了为期三周的参观考察。回国途经巴黎,通过法国科研中心的安排,参观了几个单位。考察组于3月19日抵北京。整个考察过程经历了35天。

一、一般情况

激光考察组由中国科学院上海光机所、大连化学物理所、物理所和院部三局的七位同志组成。考察目的是了解激光的基础研究情况。考察的主要内容是激光物理、激光化学及新型激光器。

在整个考察过程中,英、法方面对我们的接待是礼貌的、友好的,一些教授和科学工作者更是十分热情,愿意给我们多讲多看,赠送给我们研究报告,为我们查询仪器和样品规格。在剑桥大学我们作了“中国激光发展概况”的报告,在卢瑟福实验室和赫尔大学分别介绍了我国激光核聚变和新型激光器研究情况。报告和介绍引起英国科技界的兴趣,反应良好。

这次在英国,我们访问了九所大学,四个科研单位和三家工厂,共参观了五十多个与激光有关的研究室、组,接触到一百多位博士以上的学者。可以说,基本上看到了英国从事激光基础研究的主要单位,其中著名的有皇家研究院、帝国学院、卢瑟福实验室、剑桥大学和赫尔大学等,详见表1。

英国的激光研究发展较快,近十多年来,无论是科研队伍的规模、实验室装备优良的程度,还是科研工作的深度和广度都有很大的变化,他们在超短脉冲激光器和红外激光器的研究上有非常出色的成果,用激光来研究化学动力学和在化学研究上应用激光的工作都有较广泛的发展,而且已开始把激光应用到许多其它科学研究领域。

过去我们对法国的激光研究了解得很少。这次虽然只是在巴黎参观了五所大学和一个科研单位的激光研究工作(见表1),却给我们留下了深刻的印象。法国的基础研究力量雄厚,思路开阔,他们的调频激光、稳频激光、原子和分子光谱的工作在国际上有很好的声誉。

现将两国有关激光器及其物理问题、激光光谱学和非线性光学、激光化学、激光等离子体物理和激光核聚变等方面的情况简述于后。

二、激光器及其物理问题

就我们所参观访问的单位(英国13个单位,法国6个单位)的情况进行分析,可以看到,英、法两国开展激光器研究有其本身的特点,既不同于美、苏,又有别于日本。首先,他们不象美、苏那样对激光器全面地开展研究,而是有选择地进行工作。他们没有建立起较完整的激光工业体系,在激光研究和供应上较多仰赖于外国,因而激光的基础研究(如激光物理、激光化学)不可避免地

受国外激光器发展动向的影响。其次,英、法两国也不象日本那样崇尚实用,侧重技术,而是比较重视基础,还由于历史原因,他们无论在光学还是光谱研究上均有较坚实的基础和较深厚的根基。

在参观过程中我们看到许多为开展激光基础研究所需的激光器是从外国购买(主要购自美国光谱物理公司和相干辐射公司),特别是一些常用的而又在技术上要求较高的激光器如氙离子、石榴石激光器等,即使某些高功率激光器是自行设计、加工,但元件如钕玻璃、晶体等也是从国外买来的。近年来,他们已察觉到过分依赖国外可能出现的后果,因而打算开展某些常用激光器(如氙、氪离子激光器)的研究并加强原有新型激光器研究的力量。同时一些有条件的单位逐步建立规模较小的工厂生产若干简单的产品。特别在法国,实验室内自己研制激光装置较为活跃。他们这些做法理应引起我们的注意和重视。

在激光器研究方面,英、法两国着重于发现新的激光体系,开拓新波段(真空紫外和X射线激光),发展综合多个技术参量(短脉冲、窄谱宽、调频范围宽广、频率稳定和输出功率高等)的激光系统,研究各种激光物理参数的测试和实验方法。英国在超短脉冲激光研究上具有特色,无论在锁模机制、脉冲压缩、超短脉冲的测量、测量设备的标定以及超短脉冲激光的应用等方面都取得有意义的成果,在国际上处于先进行列甚至领先地位。在调频和稳频激光器研究方面,法国具有较高的水平,特别是调频激光系统给人以深刻的印象。在这方面英国也有相当的水平。今就英、法两国在超短脉冲激光器,调频与稳频激光器,大功率激光器和新型激光器的主要工作内容和水平简介如下:

1. 超短脉冲激光器

英国帝国学院布雷德利(D. J. Bradley)教授领导的布莱勒特(Blackett)实验室在超

短脉冲激光研究领域内在国际上是很负盛名的。该实验室最早开展超短脉冲激光研究,也是近年来最早获得亚微微秒脉冲激光的研究单位之一。他们从理论上研究了锁模和压缩脉冲的机制,提出被动锁模准连续近似激光器的理论模型和速率方程动力学。在理论和实验研究的基础上,利用主动锁模的氙离子激光器的同步泵浦被动锁模连续染料激光器获得了0.3微微秒的可调谐激光输出,从而可以实现在紫外波段超短脉冲的频率调谐;也可用锁模氪离子激光器泵浦染料激光器在近红外获得超短脉冲(如25微微秒)输出。为开展超短脉冲激光的研究,他们发展了微微秒脉冲的测量技术,将象转换管的条纹照相机改进成为时间分辨率少于1微微秒的测试设备,现已有产品出售。为标定条纹照相机,他们建立了不同脉宽输出的激光器并开展高次倍频的研究(为获得软X射线超短脉冲激光)。除上述系统外,英、法两国还开展脉冲锁模钕玻璃、石榴石和红宝石激光器的研究。以上超短脉冲激光器已用于激光聚变、化学反应动力学、光合作用和其它研究领域。可能由于超短脉冲激光器及其测试设备复杂而价昂,在科研工作中的应用仍不甚普遍。

2. 调频和稳频激光器

目前,激光器作为一种先进工具正广泛而深入地应用于各个学科领域,由于研究对象不同,对激光的要求也有所不同。但是具有普遍性的要求是可调频(许多应用的要求),稳频(特别在计量、通讯和激光光谱等方面的要求)和较高的功率输出,根据研究对象还可能要求短脉冲,窄谱宽和宽广的输出波长和调频范围。在法国多个参量结合在一起的激光系统水平较高,系统中的单元技术也做得比较好。法国南巴黎大学艾米科顿(Aime' Cotton)实验室建立了一台单模脉冲可调谐的紫外激光器,它是同时用连续和脉冲激光束泵浦染料激光器和放大器的。利

用这台激光系统可作为高分辨光谱来研究原子的里德堡态。又如法国帕拉梭(Palaisseau)多科性理工学院的量子光学实验室建立了一台红宝石泵浦多级染料放大的红外调频激光系统,输出功率400-1000兆瓦,线宽 0.07厘米^{-1} ,脉宽2.5毫微秒,调频范围 $0.72\text{--}1.09\text{微米}$ 。利用它与氢作用所得到的受激喇曼散射可实现从 $0.72\text{--}7.7\text{微米}$ 波段的连续调谐。在法国和英国,调频激光器的种类很多,有用各种激光器(如 $\text{Nd}^{3+}:\text{YAG}$ 、钕玻璃, $\text{Cr}^{3+}:\text{Al}_2\text{O}_3$, Kr^+ , Ar^+ , N_2 等)或闪光灯泵浦的染料调频激光器(连续或脉冲),还有参量振荡、放大,高次谐波,受激散射来实现调频的。值得提出的是半导体调频激光器,英国某些学者认为这是很有发展前途的器件。英国海里奥特-瓦特(Heriot-Watt)大学史密斯(S. D. Smith)教授是自旋反转喇曼激光器创始人之一。这类器件由于使用低温和强磁场而未能得到广泛应用。

稳频激光器多用于计量和激光光谱研究。英国国家物理实验室用碘稳频He-Ne激光器的 633毫微米 辐射波长作相对长度标准,重复性可达 3×10^{-11} 。也进行了甲烷吸收的He-Ne激光的 3.39微米 的稳频研究。同时已建立起光频标的稳频激光器系列(从远红外至可见光)和激光波长测定装置,精度达 10^{-8} 。英国剑桥大学卡文迪许(Cavendish)实验室利用 CO_2 吸收气体的荧光来实现 CO_2 激光器的稳频,重复性做到 $10^{-9}\text{--}10^{-11}$,法国北巴黎大学的 CO_2 稳频激光器其重复性可达 10^{-12} 。巴黎第六大学为开展分子光谱研究把稳频氙离子激光器的重复性提高到 10^{-14} ,在国际上水平是很高的。

3. 大功率激光器和新型激光器

用于激光聚变和激光与等离子体相互作用研究的大功率激光器主要有钕玻璃激光器, CO_2 激光器和电子束激励的气体激光器与新型激光器。

钕玻璃激光器在技术上比较成熟,在法

国已有工厂生产。但激光系统中的钕玻璃和晶体都是从国外买来的,器件的设计,排布和单元技术主要也是模仿美国的。英、法两国在我们曾参观的单位中以卢瑟福(Rutherford)实验室的钕玻璃激光系统最为突出。现有的三路激光系统是1977年末建成的,输出功率0.5兆瓦,脉宽100微微秒。他们准备把现有的硅酸盐玻璃,换上磷酸盐玻璃据估计输出功率可提高一倍。利用钕玻璃激光的二次谐波(0.53微米)来进行打靶实验,据说有较好的结果。他们对激光系统的调整,光束质量的监视等工作很重视。如在系统的中部装有监视预脉冲的装置,用二个硅光二极管检测并通过计算机在电视屏中显示出预脉冲的形状和幅度,同时能把曲线马上复制出来。今后对于钕玻璃系统一方面是提高单路器件的水平(如改用磷酸盐玻璃,改进激光器,特别是振荡器的设计和改进某些技术单元等),一方面是建立多路激光系统,如卢瑟福实验室正安装六路装置(输出功率3兆瓦)。

利用 CO_2 激光系统来进行与等离子相互作用的实验在英、法两国特别英国是比较普遍的,英国的卡勒姆(Culham)实验室建立一台输出1-2千焦耳,脉宽1-2微秒 CO_2 激光装置。他们对于 CO_2 和其它气体激光器的优越性是抓住不放的,为此,开展激光体系的基础研究,如脉冲横向激励系统获得极高功率的途径,电子束、紫外预电离技术用于高增益、大体积放大器以及锁模技术的研究等,还用计算机程序来研究激光器的重要特性。

电子束激励的新型激光器如准分子激光器,稀有气体激光器,硒激光器等都是既作为探索新的激光体系,同时又是作为激光聚变研究的候选者而进行研究的。

在研究激光与等离子体相互作用过程中,他们注意研究各种元素的X射线谱(如C、Al、Co、Ni、W等)目的是寻找实现X

射线相干辐射的技术途径。如赫尔(Hull)大学从亚毫微秒激光与固体打靶作用产生的等离子体中,研究在真空紫外和软X射线波段的粒子数反转和激光作用。

为托卡马克装置诊断等离子体(低等电子体密度 $\sim 10^{14}$ 厘米 $^{-3}$)发展了多种远红外激光器,如法国原子能中心核聚变部建立了HCN远红外激光(输出波长 337μ ,功率150毫瓦)利用这台激光器装成一个8通道的干涉仪来测量托卡马克装置产生的等离子体的电子密度,相应地建立了DCN气体放电远红外(波导)激光器,输出波长有: 189.95μ ; 190.01μ ; 194.70μ ; 194.76μ 连续输出功率可达250毫瓦,最高400毫瓦,此外还建立了CO₂泵浦的CH₃F(波长 394.2μ), D₂O(66μ , 114μ , 385μ)和HCCOH(428μ), CH₃OH(118.8μ)远红外激光器,其中某些激光器已有产品出售。

三、激光光谱学和非线性光学

激光光谱学和非线性光学的研究是激光领域里最重要的基础研究之一。它与原子物理、分子物理、等离子体物理、材料科学、化学等学科有着密切的联系;它的进展与突破直接影响着激光分离同位素、新型激光器的探索、材料研究、大气污染检测、激光聚变、精密计量等重要领域的进展和突破。在英法两国我们参观的单位中,绝大多数都开展了激光光谱学或非线性光学的研究工作,主要包括原子光谱、分子光谱、固体、液体、气体和等离子体的光散射、非线性光学,新型激光器的探索,计量和基本物理实验等方面的工作。

许多单位都开展了高分辨率原子光谱和高激发态原子光谱的研究,不少实验室建立了原子束装置。其中法国的赫芝光谱实验室工作比较出色,它们是世界上最早进行双光子光谱实验的单位之一,此类工作目前还在

进行。他们在里德伯(Rydberg)原子能级结构、塞曼效应和斯塔克效应的研究上也有较高水平。

激光用于高分辨率分子光谱研究。法国北巴黎大学的激光物理实验室,建立了线宽极窄的CO₂调频激光器,用来进行SF₆和OsO₄超高分辨率光谱研究,分辨率达到了几千赫。英国Heriot-Watt大学用CO₂激光器,得到了SF₆吸收截面与时间的依赖关系,这些都是比较好的工作。这些工作与激光分离同位素有着直接联系。

除激光光谱外,用大型光栅光谱仪和傅里叶变换光谱仪进行分辨率较高(10^{-2} 至 10^{-3} 厘米 $^{-1}$)的传统光谱研究尚在少数几个单位继续进行。例如法国Aime'Cotton实验室用傅里叶变换光谱仪得到了铀235和铀238的同位素光谱,分辨率约为 10^{-3} 厘米 $^{-1}$ 。

英、法两国利用激光在物质上的喇曼散射和布里渊散射进行了大量的研究工作。一种类型工作是利用气体的喇曼散射得到红外的调频光源,法国理工学院的量子光学实验室工作比较突出,他们利用染料调频激光在H₂和HF中的受激喇曼散射,得到了一种较强的脉冲红外调频光源。另一种类型的工作是利用激光散射进行固体、液体、等离子体性质的研究,这类工作极为普遍,到处可见,成套仪器设备可以在市场上买到。已成为研究物质性质的有力方法。

非线性光学方面,倍频和混频技术已经成熟,广泛地获得了应用。高次谐波的研究工作也在进行。值得注意的是,一种新的非线性现象——光学双稳态的研究工作在有些单位也已经开展。

激光物理的研究工作和新型激光器的探索密切相关。英国的赫尔大学和法国的理工学院都利用强激光产生的等离子体研究其X射线谱的分布,以及观察X射线通过等离子体获得增益的状况,这种基础研究对于探索X射线激光器无疑是必要的。从参观中可以

看到,原子、分子光谱和非线性光学某些研究成果,往往直接用于红外调频激光器、准分子激光器和超短脉冲激光器的发展。

此外,激光用于计量和基本物理实验方面,两国也做了一定的工作。例如:英国国家物理实验室的科研人员用高度稳定的 CO_2 激光器测定光速,精度达到 10^{-9} ;他们用调频激光器测定里德伯常数,精度达到 10^{-8} 。英国牛津大学的一个小组,用激光测量原子中弱相互作用(宇称不守恒)的贡献,以判断目前流行的温伯格-赛拉姆(Weinberg-Salam)理论是否正确。

我们感到英、法两国在激光物理研究的主要发展方面都达到了一般国际水平,但两国各有特点,并不求全。一般说来,英国的超短脉冲技术,红外激光器和激光化学研究水平较高。法国在原子光谱,分子光谱方面研究水平较高。

四、激光化学和激光在化学中的应用

在英国和法国,我们看到在化学的基础研究和应用性研究中,激光都日益成为广泛使用的有力工具。激光选择引发化学反应的工作正在深入,同时化学也为新型激光体系和发展作出贡献。考察证实:由于激光能够快速、准确、集中地提供反应能量以及能够对化学体系提供高分辨、超灵敏和超快速的信息,激光对整个化学进一步成为一门精密科学,应起不可缺少的作用。因此,在化学研究中广泛地使用激光已经成为一种极其明显的趋势,并应作为我们使化学工作赶超先进的一项重大措施。

首先,以调频激光使分子有选择地激发到特定的能级,跟踪由此产生的荧光,是一种极为重要的实验方法。这种方法,以 10^{-6} – 10^{-9} 秒的分辨率用于气相小分子,是微观反应动力学-选态动力学的主要实验手段,而以 10^{-9} – 10^{-13} 秒的分辨率用于液相大分子,则

有力地推动了光合作用等生化反应的研究。例如,英国皇家研究院乔治·波特爵士(Sir George Porter)最近进行了红藻吸收光子的机制。在 60~180 微微秒内依次有四种染料发生 530~685 毫微秒的荧光,能量依次转移到发射较小光量子的染料,最终达到叶绿素-A。他们研究的另一套锁模脉冲激光器,脉宽已达到 1.3 微微秒,准备开展电子能级间的转化,分子间振动弛豫和激子迁移等亚微微秒过程的研究,最终阐明光合作用的机制。谢菲尔德大学化学系德昂希尔(R. Devon Shire)则正以 6 微微秒的染料激光研究吡啶的荧光衰变。

气相小分子的振动一振动,振动一转动,乃至电子-振动传能过程的研究,关系到分子和化学激光的激射机制,多年来以激光感生荧光法数据最为准确。法国巴黎第六大学分子光谱研究室 Henry 和 Margottin-Maclow 等对多种二原子分子和三原子分子进行了长达十年的实验,讨论了分子间短程力和长程力的影响,含氢分子的转动对传能的贡献,近共振传能能量差额大时需要的高级微扰处理等问题,可惜尚未涉及高振动量子态的传能和弛豫。

剑桥和牛津化学系除分子间 V-V, E-V 传能研究外,还用激光闪光光解法研究自由基 $\text{F}^\cdot$, $\text{NO}^\cdot$, $\text{OH}^\cdot$ 等的反应动力学,化学激光新体系的研究仍在积极进行。大气化学是一个主要的研究目的。剑桥的 B.A 史鲁斯(Thrush)详细研究了导致大气中臭氧减少的若干自由基 NO_2 , CF_2 , Cl_2 , CFCl_3 等的生成和消灭反应,测量了辐射寿命,猝灭机理,各能级衰变,反应速率常数等。结论是氟利昂的氧化分解的产物在大气中极为有害,而 NO_2 基则无妨。

交插分子束与激光荧光结合研究选态动力学的工作在英法正在兴起。在曼彻斯特的 Grice 博士,牛津的 B.J. Howard 博士以及南巴黎大学碰撞研究室等都有这种装置。巴

黎六大赠送的论文有详细图片和资料。赛萨克斯(Sussex)大学麦卡凡瑞(A.J. McCaffery)用圆偏振激光研究分子-原子碰撞,观察荧光的偏振,取得了有关分子间势能取向的一层信息以及传能过程中磁量子数变化的新选择定则。

在新型激光体系方法,帝国学院霍特欣森(M.H.R. Hutchinson)根据激发态 Xe^* 和碱金属Cs的相似性,设计和实验了用 $\text{Xe}^* + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{XeOH}^* + \text{H}$ 的反应产生 XeOH^* 新准分子体系,已得到234毫微米的发射带。剑桥B.A. Thrush一般讨论了稀有气体卤化物和氧化物体系。牛津和鲁瑟福研究室共同发展着长寿命的Se-489毫微米可见激光体系,激发态 Se^* 来自 ArF^* 激光对氧硒化碳(COSe)的光解。据称用于激光核聚变有重大优点。牛津大学Webb用 ArF 激光光解 NaBr 蒸汽,得到589毫微米的Na激光。激发此类原子共振线,可制成许多高亮度的原子灯。

高灵敏度和分辨率的激光光谱在化学上得到了广泛的应用。南安普敦大学和剑桥大学把激光磁共振用于自由基的转动和振动光谱,取得了高分辨和灵敏度(10^8 – 10^{10} 分子/ cm^3)的谱线数据。南安普敦大学A. Carrington调节离子束发散度,取得 H_2 , O_2 , CH_4 等许多离子的多普勒调频激光光谱,方法颇为巧妙。目前又将此装置改装为离子荧光光谱仪。剑桥大学等处已装备了美国Laser Analytics公司的红外调频三极管激光光谱仪,分辨率达 10^{-4}cm^{-1} 量级,不但可用于结构分析,而且已用于动力学研究。南安普敦大学Beattie用相干反斯托克斯喇曼散射(CARS)判断多种无机晶体的结构,取得一些结果。

爱丁堡(Heriot-Watt)大学用吸收光谱、荧光光谱和光声光谱同时研究 I_2 , 称为“三重光谱”。对有用的预解离现象的分子体系可避免许多疑难,得到肯定的结论。

用激光进行大气污染遥测在国防和民用

上都是必不可少的先进手段,我们在赫尔大学和南普敦大学看到这方面的工作。赫尔用两台选线、单模、稳频 CO_2 激光器,使返回的散射信号和本机振荡信号进行外差检测,数字化后以小型计算机处理。可检测臭氧、乙稀、氯乙稀等分子,预计作用距离8公里,装置正在调整中。

多光子解离过程在英国都有研究。我们侧面了解到分离铀同位素的工作在英法两国原子能机构(Harwell和Saclay)都在紧张的进行。在Heriot-Watt大学,我们看到了理论模型计算,他们测量了 SF_6 吸收截面随时间的变化,并积极准备以短脉冲的选线对 SF_6 和 OsO_4 等进行新的实验。发展了光泵的 12.7μ 氦激光器,都开展四波混频产生 16μ 激光的工作。赫尔大学比较了 2.7μ , 3.8μ 和 10.6μ 光子对一些简单分子的多光子效应,法国赫兹光谱研究室莱赫曼(J.C. Lehmann)准备研究一些包括小非谐性弱键的范德华分子(如 I_2 -Ar),可使大量能量集中在一个模式或一个键上,而不会很快驰豫。北巴黎大学希赫曼(Schermann)设计并实验了利用 SF_6 振动激发态与里得堡态的Ar作用,形成 SF_6^- 负离子。这种离子不同于 SF_6 分子,只需极少数光子,乃至单光子即可解离。预计,只用1瓦的连续 CO_2 激光即可分离 SF_6 同位素,是这一种崭新的概念。

HF/DF及卤化氢化学激光的小型器件,在Hull大学水平最高,光束质量极接近衍射极限,光亮度达到 8×10^{12} 瓦/厘米²,球面度,并进行了大气击穿和多光子解离过程。在剑桥,爱赛克斯和巴黎六大分子光谱研究室都有小型科研用卤化氢器件。我们听到在Rells Royce公司有激光研究工作,在法国马赛某研究室有超音速连续波HF激光装置。

总的说来,英法对激光用于化学的研究工作,已具有较广泛的规模,并正处于急速发展的阶段。某些新概念和新实验方法可以