

中国仪器仪表学会成立大会暨
全国仪器仪表科学技术交流会

论文选集

第一册

1979

中国仪器仪表学会 编辑
《仪器仪表学报》编辑委员会



~~70/15~~ TH2-5/11

中国仪器仪表学会成立大会暨
全国仪器仪表科学技术交流会

论 文 选 集

第 一 册

目 录

出版前言	(1)
大力发展仪器仪表事业，为实现四个现代化努力奋斗.....	汪德昭 (3)
我国近年来在光学技术方面的若干进展.....	王大珩 (7)
仪器仪表和系统.....	杨嘉墀 (20)
国外电子计算机技术发展近况.....	严筱钧 (25)
工业自动化仪表的现状和发展动向.....	吴庆炜 (48)
对我国工业自动化仪表发展的探讨.....	王良楣 (56)
仪器仪表与实验工程学.....	朱良漪 (62)

出 版 前 言

中国仪器仪表学会成立大会暨全国仪器仪表科学技术交流会，于一九七九年三月二十九日至四月五日在北京召开。这是建国以来我国仪器仪表科学技术界一次规模空前的盛会。在全党工作着重点转移到社会主义现代化建设上来第一年的春天，全国仪器仪表科学技术工作者的代表聚集一堂，检阅和交流近年来我国仪器仪表科技战线上所取得的丰硕成果，共议发展我国仪器仪表科学技术的方针大计，这对加快发展我国仪器仪表事业，实现四个现代化具有十分重要的意义。

这次会议进行了广泛的学术交流。会前收到有关仪器仪表科学技术专题报告和学术论文五百余篇，经评选审定一百四十八篇在会上作了宣读交流。这些报告和论文都结合生产和科研的实践，总结了仪器仪表科学技术近年来的许多新成果，其中有不少在学术上达到了较高水平，对生产和科研具有指导意义。为了汇总科技成果，扩大交流范围，进一步推进我国仪器仪表科技事业的发展，我们选择了五十余篇专题报告和学术论文，一部分刊于《仪器仪表学报》发表，另一部分汇编成这本论文选集出版。

论文选集共分两册：第一册刊载汪德昭、王大珩、杨嘉墀、王良楣、朱良漪、吴庆炜、严筱钧等七位同志在大会上的专题报告；第二册选编了仪器仪表各有关学科专业的学术论文三十余篇。编入论文集的报告和论文，付印前再次经过作者的修订。

由于我们水平有限，加之编辑时间仓促，这本选集无论在选材、审定、排印等各方面一定存在有缺点和错误的地方，敬希广大读者批评指正。最后，仅向积极支持论文选集出版的各位作者、审稿人、印刷单位和其他有关同志表示感谢。

《仪器仪表学报》编辑委员会

大力发展仪器仪表事业 为实现四个现代化努力奋斗

汪德昭*

党的十一届三中全会决定全党工作的着重点转移到社会主义现代化建设上来。实现四个现代化是全党、全军、全国各族人民的共同心愿。而科学技术现代化，又是实现四个现代化的关键。这是因为现代科学技术是强大的生产力，它对国民经济的发展产生愈来愈大的影响，没有科学技术的现代化，就没有国民经济的高速度发展。众所周知，现代化的仪器仪表，不仅是工农业生产和国防建设的重要技术装备，是科学实验的必要手段，而且也是科学技术现代化的重要标志。中国有句古话：“工欲善其事，必先利其器”。这句话用来说明仪器仪表在科学技术中的重要性是十分恰当的。这里，所谓“事”就是指近代科学技术，而“器”则是仪器仪表。正如方毅同志在全国科学大会的报告中所指出的：“拥有先进的科学实验手段，是科学技术现代化的一个重要标志。”因此，没有现代化的仪器仪表，要实现四个现代化是不可能的。

当代科学技术的发展日新月异，人类的科学探索活动，在微观方面已经深入到基本粒子的内部；在宏观方面，人类的视野已经扩展到百亿光年的宇宙空间。日益广泛深入的科学研究是建立在现代化技术手段上的。随着科研工作的进展，中国科学院吸取国外的好经验，正在积极建设与科研系统紧密配合的另一个系统，即技术系统。技术系统最重要的组成部份就是先进的科学实验设备。

国外许多现代化的实验室，仪器仪表都是很先进的。例如法国格勒诺布尔城的劳厄·郎之万研究所，不仅它的中子反应堆的中子通量是世界最高的，而且在准直器、单色器、探测器和各类中子谱仪等反应堆的外围设备，也在世界最先进的行列之中。他们已经对第一代中子谱仪进行了根本改造，现在第二代仪器采用了二维多探头系统，并且使用欧洲“卡马克”标准。这样，一次实验就可以收集到多种信息，经过计算机处理后就能得到比过去多得多的数据，从而起了“一机多能”的作用。在这个研究所，最近还建成了世界上独一无二的小角度中子散射仪，为中子在固体和生物等方面的应用又提供了一个先进的手段。在材料研究方面，扫描电子显微镜已经成为许多研究单位的通用仪器。目前，在研究工作中发挥更大作用的是高分辨率电子显微镜，扫描透射电子显微镜和高压电子显微镜。高分辨率电镜一般分辨率为三埃左右，可以直接观察到阴离子基团

* 汪德昭同志，中国仪器仪表学会理事长、中国科学院声学研究所所长。

(如氧八面体、四面体)所形成的晶面,或更确切地称之为晶面投影;还可以直接观察到由于组成、杂质、外界条件或外场作用下所引起的结构细微变化或局部缺陷的产生及其规律性。有的高分辨率扫描透射电镜带计算机,点分辨率为两埃,拍摄了彩色电影,可以观察原子的运动。在国外,科学实验手段的现代化,已经成为科研现代化的重要标志。

二次世界大战结束时,一些欧洲国家,比如法国、西德、比利时、荷兰等,它们的经济已经濒于崩溃的边缘。可是在战后二、三十年中,它们不仅很快医治了战争的创伤,而且经济得到了很快的恢复和发展,实现了现代化。其中科学技术的发展起了关键的作用。在发展科学技术中,这些国家都非常重视科研实验设备、仪器仪表的研制和生产。各个研究机构都配备有专职的技术负责人和强有力的技术系统来专门负责本单位的技术装备和服务工作,所需的仪器设备有的从国内和国际市场购买,买不到的本单位就负责研制,对一些发展特别快的仪器设备,大至计算机,小到复印机,则采取租借的办法。这样,不仅保证了设备齐,设备好,而且更新的速度也快,一般五年就更新一次。

回顾一下科学发展的历史,可以说任何一个时代科学的重大进展,往往总是与先进实验仪器的诞生相联系的。伽利略发明了望远镜,使天文学发生了革命性的变化,就是一个典型的例子。历史上许多诺贝尔奖金获得者,就是由于发明了重要的科学实验仪器,促使科学有了重大进展而得到奖励的。例如,一九二七年威尔逊发明了云雾室,使人们看到了粒子运动的轨迹,从而对物质结构的认识大大地前进了一步,因此获得了诺贝尔奖金;一九三七年劳伦斯发明了回旋加速器,不用很高的电压就把粒子加速到很高的能量,揭示了原子核的秘密,使核物理有了重大发展,也因此而获得诺贝尔奖金;革拉色获诺贝尔奖金因发明了气泡室,卡波尔获诺贝尔奖金因发明了全息照像,如此等等。历史的经验,国外的经验都充分证明,仪器仪表对发展科学技术,对加快现代化的进程都起着十分重要的作用。

新中国成立以来,我国仪器仪表工业从无到有、从小到大、不断发展,已经初步形成了一个门类比较齐全,具有一定生产和研制能力的新兴工业部门,技术水平也有了显著的提高,为国民经济各部门和科学研究提供了大批仪器仪表装备。今天,在我们仪器仪表战线,已经有了一支大约四十万职工、四万科技人员的队伍,有生产厂一千多家,研究单位五十多个,能够为两千立方米高炉和二百五十万吨炼油厂等一些较大型厂矿的生产提供基本成套的自动化仪器仪表装置,能够成套提供普通科学实验仪器,用以装备中型机械厂的计量室,农业四级科研网和大专院校的实验室等。在仪器仪表的科研方面,也取得了许多重要和优秀的成果。中国科学院一九七七年就有七十项水平较高的仪器和新技术成果,包括各种性能的激光器、光导纤维、各种计算机、离子探针、液晶显示器、声码器、管状钨酸锂单晶、光学器械、特殊玻璃等等,其中有不少成果是具有国际水平的。特别值得提到的是,去年年底我国第一台电子计算机控制的自动化测试系统——F·F·T(快速付里叶变换)实时信号分析系统的诞生,标志着我国仪器仪表开始走上数字化、自动化、多参数、多量程、多功能和快测速的道路,跨进了七十年代初期的国际水平。

但是，由于林彪、“四人帮”的干扰破坏，给仪器仪表工业带来了灾难，使我国仪器仪表和国际先进水平相比差距更拉大了。例如，就电子仪器来说，在精度方面，国外测量电压的误差为 10^{-8} ，我们只能达到 10^{-5} ，相距千倍；国外测量频率的误差为 10^{-13} ，我们是 10^{-11} ，也相差百倍。在平均故障间隔时间方面，国际水平为三千小时，最高可达一万二千小时，而我们平均为十六小时。在质量方面，总的来说我们产品质量还很差。在性能方面，国外是多参数、数字化、自动化、快测速，我们则还是单参数、手动、慢测速。显然，这种现状是远不能适应科学技术现代化的迫切要求。

我们中国人是有聪明才智的，在一些基础理论和工程技术领域里，我们的想法常常是很先进的，活跃在世界的前沿。历史上我们的祖辈曾发明过许多最先进的仪器仪表，如指南针、浑天仪、地动仪等，对科学技术的发展作出过伟大的贡献。当代，在科学技术和国民经济中占有重要地位的微处理机和袖珍电子计算机并不是外国人，而是在国外的中国人想出来的。可是，今天在我国内，由于缺少先进的仪器设备和实验手段，往往使我们许多很先进的科学技术设想和方案得不到很快的验证，影响了科学技术发展的速度。例如我们测量到的大量声纳信号，过去缺乏先进的分析仪器，处理非常缓慢和困难。最近利用了 $F \cdot F \cdot T$ 实时信号分析仪进行处理，立刻就得到了单频长脉冲工作方式优越性的结果，利用这一性能对声纳的改进很有好处。可以断言，只要我们把仪器仪表发展上去了，我国科学技术必将得到迅速的发展，将会加快实现四个现代化的进程。

为了尽快把仪器仪表事业发展上去，我认为一个十分重要的问题就是要加强对仪器仪表科研和生产的统一规划与管理。今天，我国仪器仪表的科研和生产，底子薄，基础差，却又分散在三十多个部门和各个地区。长期以来，由于缺乏统一规划和管理，有限的人力、物力和财力不能合理使用，造成了大量的重复与浪费，严重地影响了仪器仪表事业的发展速度。由于缺乏统一规划和管理，诸如通用仪器制造的问题，仪器研制协调分工的问题，大型仪器公用的问题，专用仪器维修的问题，仪器发明创造鼓励保护的问题，等等，都成为长期无法落实和不得解决的问题。就通用仪器而言，许多是国家大量急需，却又无法安排生产，而用大量的外汇进口。各种光谱仪的例子很能说明问题。从七一年到七五年间，我们花了一千六百多万美元进口了一千二百多台各种光谱仪，其中有许多是很普通的，我们国内完全有能力生产出来。某化学所七五年进口一台二百五十兆赫的核磁波谱仪，这是一台非常贵重而且很新的仪器。可是三年多来，这个仪器得不到合理使用，因为所里百分之九十的研究工作是在六十兆赫以内做的，可就是没有一台便利适用的六十兆赫核磁波谱仪。机械泵是一个很普通的东西，可是它却为发现X射线起过重要作用，今天也是许多实验装置（如真空系统）不可缺少的部件。就是这样一种简单的机械真空泵，由于在生产上缺乏统一规划和科学管理，许多厂把它视作“雕虫小技”不予重视，至今不能过关。至于重复浪费的例子更是不胜枚举。例如高压液相色谱分析仪，化学所、物化所、有机所、药物化学所等不少部门和单位都在搞，既没有集中力量，又没有搞分工协调，结果长期收效不大。缺乏统一规划和管理，在仪器的进口以及分配上都存在有盲目和混乱的现象，不该进口的进口了，进口的仪器又分配不到需要的部门和单位，如此等等，问题确实十分严重。

为此，我建议国家要尽快成立仪器仪表工业部，统一规划和管理全国仪器仪表工业，认真抓好材料、元件、器件、通用部件、通用仪器（不包括电子计算机）、电子仪器、成套的自动化仪器仪表装置等方面的科研与生产。最近我们在中越边境自卫反击战中取得了伟大的胜利。这个胜利的取得当然首先是因为党中央的正确决策和指挥，全体指战员的英勇战斗，全国各族人民的大力支持，但是，如果没有好的大炮、坦克和通讯设备等武器，胜利也是很难取得的。所以，我们搞武器的从第一机械工业部到第七机械工业部都是立了功的。我们对越南侵略者进行自卫反击，就是为了保卫向四个现代化的进军。今天，在科学技术的长征道路上我们有五路大军在向科学技术进军。这五路大军需要武器，仪器仪表就是重要的武器。我想，为五路大军搞武器，成立一个工业部来管，绝不算过分。

中华民族是具有悠久文化的伟大民族，我国古代的科学技术一直是走在世界的前列。意大利的文艺复兴，给欧州的科学文化带来了黎明，但是文艺复兴的诞生，则由中国的三大发明作了催生。马克思说：“火药、罗盘、印刷术——这是予兆资产阶级社会到来的三项伟大发明。火药把骑士阶层炸得粉碎，罗盘针打开了世界市场，并建立了殖民地，而印刷术却变成了新教的工具，并且一般地说，变成科学复兴的手段，变成创造精神发展的必要前提的最强大的推动力。”（《1861—1863年经济学手稿》）粉碎了“四人帮”，科学的春天已经来到，仪器仪表战线已经呈现一派欣欣向荣的景象。我们踢开了发展科学技术前进道路上的绊脚石，现在是我们伟大中华民族大显身手的时候了。让我们团结一致，在党中央的领导下，努力把仪器仪表事业尽快搞上去，为实现四个现代化而奋斗。

我国近年来在光学技术 方面的若干进展

王大珩*

在建国将近三十年的时候,回顾一下我国光学的科学技术如何从无到有地发展起来,中间又怎样受到林彪、“四人帮”的干扰破坏,总结经验,找出问题,为今后更好地适应四个现代化和赶超世界先进水平,应当是有益处的。

为了做好这样的总结,需要通过适当的形式,广泛征求意见。但是,有一点是肯定的,那就是正如其他科技战线一样,若不是受林彪、“四人帮”的干扰破坏,我国的光学科学技术定能发展得更好更快。今天我们在这里召开中国仪器仪表学会成立大会,大家关心的是我国仪器仪表科学技术的发展。就我们光学行业来讲,仅就一件事就值得我们深思。西德的蔡司光学厂,是一九四八年开始建立的,开始时靠的是战时由耶那蔡司老厂驱赶出来的一百多位专家,今天这个厂在西德光学工业中占有主导地位,是个万人企业。问题不在人的多少,但是现在这个厂能成系列的生产几乎属于光学工业需要生产的绝大部分的仪器装备,而且都是世界先进水平的。而我国的光学事业,建国初期就着手,比西德晚不过三、四年,但是现在,无论在系列上还是在水平上都有很大的差距。

就拿显微镜来说,这是我国建国后起步最早的一个光学产品,然而到现在我们作得怎样了呢?现在科研单位中,凡是有较高要求的显微镜还得仰仗于进口;甚至一般显微镜我们的产品有时在质量上也差到难以想象的程度。目前我国在仪器仪表的进口中,光学仪器仍然占很大比重,这是值得我们注意的一个问题。

尽管如此,我国的光学队伍并不小,科研和生产都有一定的基础,近些年来也取得了很好进展。只要迅速提高科学技术水平和管理水平,发挥潜力,就可以很快改变光学工业的面貌,以适应四个现代化发展的需要。为此,我要谈一些近年来我国在光学科学技术上的进展。连想到这些进展,大部分是在“四人帮”干扰破坏的情况下,在挣扎斗争中取得的;现在“四人帮”被粉碎了,党的工作重点已转移到社会主义现代化建设方面,我们更有信心以比过去快得多的步伐来发展我国的光学科学技术事业,为实现四个现代化做出应有的贡献。

* 王大珩同志,中国仪器仪表学会副理事长、中国科学院长春光学精密机械研究所所长。

(一) 激 光 技 术

众所周知，激光是六十年代发展极为迅速的新技术，我国起步也较早。在国际上出现第一台激光器后一年左右的光景，我国就研制出了国内第一台红宝石激光器，并且在设计上有独到之处。这些年来，我国激光技术的水平与国外先进水平相比，差距拉大了。尽管如此，就我国在光学技术进展来看，激光技术的发展，还是最为突出的。有些方面，虽然和国外相比仍有差距，但还是引起了国际上对我国激光技术发展的注意。

我首先谈一下大功率激光器和激光引致聚变反应的问题。从某种意义上来说，这个问题标志着一个国家激光的技术水平。从表面看，这是着眼于长远的能源问题，说穿了，其实是为了在实验室中进行核爆炸的模拟实验。我国与苏、美、法、日、意等国同于1973年用激光照射聚变物质，得出了中子。尽管过后证明这些结果并非核聚变所引起（国际上，真正打出聚变中子是在1974年），但是这样的工作却引起国际上的普遍注意。记得1974年我国激光考察团访美时，美国核聚变研究中心的劳兰斯—利符莫尔研究所首先问我们：“听说你们打出中子来了，是吗？”我们在加拿大国家研究委员会谈起我们已打出中子，并且说所用的铍玻璃和设计都是我国自己独立进行的。对方马上反应认为我们的激光技术和他们是在一个水平上。当时国际上正在以很大注意力集中于多路打靶（由核聚变物质做成的微型小球）实现向心集爆压缩并企图进一步得到激光输入及能量输出达到得失相当的地步。后者需要能量集中度达 10^{13} 到 10^{14} 瓦的数量级，物体密度压缩一千倍，温度达1亿度以上。美国在1974年初步得到压缩的结果，继之在20路照射的装置上使能量超出 10^{13} 瓦，作用时间为亚毫微秒级，下一步计划做到得失相当。我国此期间进行了6路打靶，瞬时功率提高到 2×10^{11} 瓦（作用时间2毫微秒），初步见到了靶丸压缩的结果。这与日本相比还略逊一筹，日本已明显地观察到1:200的压缩比。现在我国在这方面的技术水平，大概落后于美国四至五年；和日本相比，也约差二、三年光景。最近我国派激光考察团访日，日方对我们的工作还是很感兴趣的。

关于各种激光器的工作，在主要及常用的方面，国内都有进行。固体激光器有红宝石、YAG、铍玻璃等。激光器分别用于加工、测距及大功率激光器；气体激光器有He-Ne激光器、CO₂激光器、氩离子激光器、氮分子激光器等；半导体激光器有砷化镓激光器及双异质结激光器等。最近对于可调谐激光器如染料激光器已有一定进展（国外，现在利用倍频、参量放大、半导体等多种形式已使可调范围遍及几十微米的红外直至紫外波段）。国内对于常用器件的技术过关问题已开始解决。如He-Ne激光器的寿命问题，已找出主要原因是由于腔面封接剂选用不当，释放氢气所致，氮分子激光器及氩离子激光器已开始用于可调谐激光器的激励源，但对氩离子激光器的寿命问题尚待进一步解决。双异质结激光器的寿命已有显著改善，但距离国际上达到万小时以上的水平，还有距离。

新型激光器如氟氙、氧氮准分子激光器已有初步结果。其他激光器如TEA、纵向激励CO₂激光器及化学激光器都取得了一定的成绩。

激光技术的发展方面，我国在调Q技术上几乎是与国外同时进行的。其他如倍频、变频、锁模和超短脉冲等技术都有所实现并有所应用。

伴随着激光技术的发展也使我国在激光材料方面得到了适当的注意。其中固体工作物质有红宝石、YAG、钕玻璃，光电及倍频材料如KD*P，LiNbO₃、LiIO₃等等。不过其中YAG、钕玻璃等一般与国际水平都还有差距，以致影响激光器的效能和质量（例如作为较好的激光玻璃，国外已发展了含钕磷酸玻璃和含钕氢磷玻璃等，我们现在正在赶上去）。

关于激光的几个主要应用方面：

首先是激光测距。利用调Q的固体激光测距仪，精度一般为米的数量级，对漫射目标作用距离可达十几公里，已用于军事目的。

利用相同原理带有合作角反射器的激光跟踪系统已在测量隧道距离，测量测地卫星的精测距离方面具有初步结果。对于利用固体脉冲激光对月球（利用阿波罗计划放置在月球上的角反射器）进行测距也在计划实施之中。

利用He—Ne激光进行光调制，加上角反射器，研制成功了大地基线测量用激光测距仪，距离可达数十公里，测量精度可达1/100万，达到了国际先进水平。

用半导体发光管经高频调制，做成精密工程测距仪，距离数公里，精度达1—2厘米，已试制成功。但在仪器的稳定性及精度上比起国际先进水平还略有逊色。

利用激光多普勒测速（慢速）已有初步结果。为了利用激光进行宇宙速度的测量，已在利用CO₂激光进行多普勒差频实验。

关于激光应用于精密计量方面，首先是利用He—Ne激光作为长度基准问题。我国独立测定了利用兰姆凹陷稳频的6328Å°线和国际长度基准氦⁸基线波长的比值，得到国际上同等精度的结果。

用碘蒸汽饱和吸收作为稳频手段的氮氛激光谱线，稳定度达10⁻¹¹，预计再现度亦不小于10⁻¹⁰。用甲烷饱和吸收稳定He—Ne的3.39μ谱线也得到了相同的精度。我国对建立如此高稳定高精度的长度波长基准的工作已在不遗余力地进行中。

以He—Ne激光作为波长基准的线纹长度干涉比长仪（最大距离为1米），精度可达0.1μ，具有国际先进水平，以相同原理建立起来的X—Y座标量测仪也有近似精度，是值得称道的具有先进精度的计量装备。其他从水平上值得提到的还有精密丝杠激光干涉测量仪，激光双频测长仪，激光干涉测长仪等。此外，He—Ne激光干涉还用来控制印制集成电路的精密间距以及用于控制光栅刻划的精密间隔等。

利用环形激光原理研制激光陀螺的研究工作，已取得了初步的结果。

关于激光分离同位素的问题，国际上近年发现用CO₂激光照射SF₆出现多光子电离。这为利用此效应进行高效率同位素分离开辟了美好的前景。目前国际上已用此法有效地进行了S、B、Si等同位素的分离，正在寻找利用这一方法分离铀同位素的途径。我国重复国外实验已有初步结果。

关于激光全息术，国际上有关全息术的文献迄今已近五千篇。现在特别是全息干涉术，已进入工程应用阶段。例如，利用全息干涉进行轮胎缺陷的检测已成为例行的检测

工序。我国在这方面才取得试验性成果；全息干涉研究弹性振荡模式，国内有很多单位正在进行；利用全息干涉术是在高速风洞中研究尾流和涡流立体分布的有效方法，并在一定精度上可以进行这类试验的高速摄影，这类实验工作在国内已有初步结果。利用全息术进行光弹性模型的测量，可以研究应力的三维分布问题，国内已研制出成型仪器。顺便指出，应用全息术研究燃烧过程的动态分布，在国际上是一个引人注目的课题，我们也值得注意。

利用全息术制成的光谱仪器用的光栅（全息光栅）具有杂光少、刻线密、能自动平衡象差以及能做成大面积光栅等特点，如果掌握适当的技术还能获得走向闪耀。现在这种光栅在国际上已有商品。我国在这方面已有初步结果并已在光谱仪上试用。

利用全息技术做为光学信息存储的手段并使信息能按一定编码摘取的技术，国内已在做试验模型。

漫射全息干涉术是用来研究动态变形的一种有效手段，国内也有单位在进行研究。

关于激光应用于工程加工方面。激光准直器在国内应用已逐渐广泛，一方面为用于精密方向制成了相应的仪器，另一方面也为一般工程提供了相应的准直仪。

激光打孔已成为制造钟表及仪表宝石轴承的有效生产程序。

利用激光切割钢板，新近已在我国用于生产。这是用计算机进行程序控制的工件夹持及曲线行走的装备，它能有效地用于异型件的切割，具有边缘整齐、轮廓准确和效率高等优点。

激光在微电子工业上可用作划片和焊接手段。

激光应用于医疗技术，在这方面国内已具有较先进的水平。典型的并使用得很成功的有视网膜焊接，瞳孔肛膜切除以及激光治疗子宫颈糜等手术。激光手术刀的应用，正在试验中。利用激光照射治疗皮肤病，在某些情况下取得了良好效果，激光针灸也正在进行试验。

激光应用于农业也很有前途。利用激光照射种子使产生遗传变异，进而育出具有高产、早熟及抗害等良种，得出了可喜的结果。例如，某科研单位，用氩离子， CO_2 和氮分子激光对水稻进行诱发育种已进行第五代，选出几个分别具有早熟、矮杆，分蘖力强，抽穗整齐，粒型变长增大，米质优良等品种。

用钹玻璃激光照射蚕卵，取得了收蚕数提高31—39%，照射桑蚕增产蚕数增长16%等效果。

目前在利用激光改变作物育种，已形成一种群众运动，取得不少效果。这方面的理论研究需要跟上。

总结激光技术，近年来在我国确实有很大发展，但比起先进国家，差距尚未见有缩小趋势，当前存在的问题，大致有如下四个方面：

（1）理论跟不上。许多新型技术，都是跟在别人后面，模仿进行。基本上尚未走上能自己创造性发展的道路。

（2）许多器件处于实验室研制成果的阶段，对如何使这些常用激光器在生产工艺上过关，具有寿命长，稳定可靠等质量问题重视不够，影响着激光技术在不同科学技术

领域中广为推广使用。

(3) 对于一些重要领域，过去长期是空白，自从新近制订科学规划以后，开始引起重视。例如，激光光谱学是当代研究物质微观运动机理的最有生命力的手段。它对于新兴材料科学，能源科学，分子生物学等都会给予重要的启示而成为当前一门极重要的基础科学。激光光谱学对今后研究物质结构所起的作用，不仅可与X光在本世纪初以来在研究物质的微观构成的作用相比，而且将远远超过它。因此，从四个现代化着眼，特别是从科学技术现代化着眼，我们不能把激光的发展和应用只着眼于一般宏观的工程和科技方面，而必须十分注意它在微观动态物质研究方面所起的划时代的作用。

(4) 加强管理，组织起来。我国从事激光的科技工作者有一支相当可观的队伍，要做好规划，避免一轰而上和不必要的重复。要使理论研究、实验研究、试制发展、器件设计、工艺生产以及材料各方面都有按客观发展需要的比例的安排，避免脱节和重要环节的空白。组织好了，管理好了，我国激光技术定能以更快的步伐赶超世界先进水平，进入世界先进行列。

(二) 红 外 及 光 电 技 术

当代光学技术上的一个重要发展，就是光探测器件。正是由于这些器件的发展，才使光学的应用范围，不局限于可见光或眼睛可以直接看见的波段范围，而能使我们探测的波段范围一方面扩展到红外、远红外甚至于亚毫米波及微波，另一方面扩展到紫外、远紫外以至于X光波段。第二次世界大战后，由于国防上的需要（主要是跟踪制导技术）和半导体技术的发展，对红外探测器件的发展有十分突出的影响。现在在国防上常用的红外探测的类型基本上已经定型。例如，用于近红外的硅光电池，对炽热体敏感，灵敏波段达 2.7μ 的PbS器件，用于 5μ 附近的碲化铜器件，用于大气窗口 8.14μ 的锗掺汞及碲镉汞或碲锡铅器件，用于更远红外的锗掺铜，锗掺金器件等；此外还有热敏电阻和热释电器件等。为了提高探测器的探测度，驱除或降低背景噪音的影响相应地发展了为降低探测器温度的微型制冷设备。目前国内对这些探测器的技术已基本具备，在水平上和国际最高指标相比，还略有差距。另外，我国也正在向阵列器件、复合器件，CCD器件以及红外电视器件的方向发展。利用微波偏压以及外差接收以提高红外探测器的探测度，也有试验结果。

近些年来，国内在红外应用方面也开始注意到民用探测。已见之成效的有红外工业测温，森林防火探测，进行中列车车轴测温，高压电缆障碍检查以及热成象仪（用于医疗测温度分布和工业测温度分布）等方面。作为遥感技术，其中主要装备之一的多光谱扫描仪也已研制出来，并取得初步成效。

光电探测器的另一重要类型是光电成象器件。在这些器件中，除了占重要地位的电视摄象管而外，还有变象管，象增强管，低照度及高分辨电视摄象管，为高速摄影用的高速光阀成象管等。这些器件之所以被称为“管”，是因为它们都具有电真空器件的形式。半导体技术的发展，已创制出利用CCD原理的多元光电半导体器件，成为片状的全固体

的摄像器，体积比电真空型摄像管大为减小，用它代替电真空型电视摄像管的趋势会与日俱增。

现在用于广播彩色电视用的氧化铅靶面的光导摄像管在国际上几乎为荷兰飞利浦所独占。我国已研制出样品，但尚未完全过关。关于红外变象管，由于夜视战术上的需要，我国已有生产并以此为基本原件生产了适合于各兵种用的夜视仪。微光管一般由三级象增强管串联，在使用纤维面板工艺方面我国尚未完全过关。利用二次电子发射的电导摄像管（SEC）有试制样品并曾用于X光电视装置上作巡回医疗之用。硅靶面电视管及电子倍增硅靶（SEM）摄像管亦在研制中，有初步成像结果。用于高速摄影的成像光阀已有研制及试用成果，CCD成像器件已做出工作模型。

（三）遥 感 技 术

遥感技术是近年来发展很快的一种综合新技术，它利用人造卫星或飞机摄取地貌。在国防上用于战备及战术侦察，在国民经济发展上用于资源勘测，诸如地图的绘制，农林、水利、经济区域的普查，地质地貌的普查，农作物的长势及收成预报，地区污染，水情及森林火灾报警等方面。作为遥感的主要技术途径，除了利用可见光波段摄影外，当前用之有效的还有不同的红外波段，有时也使用微波遥感。从原理上说，除了利用目标的外形轮廓来鉴别目标外，更有效的是利用目标对不同波长的吸收、反射和辐射的光谱特性来作为识别目标的依据。因此在摄取目标时，要采用多波段的同时拍摄方法（多光谱摄影）。

我国对于遥感技术只是近两三年来才引起有关方面的注意和兴趣。目前在摄取目标方面，已初步研制出用于可见光及近红外波段的多光谱摄影机和用于红外（可兼及可见波段）的多光谱扫描成像仪。这些设备在遥感试飞（航空遥感）获得初步结果。在微波遥感方面也初步获得效果。为了进行遥感图片的鉴别观察，还试制了彩色合成仪。利用多光谱图片综合成假彩色以鉴别目标，为此对典型目标具有事先的光谱知识是很必要的。正在研制的地面光谱辐射计就是用来普查典型地貌和目标的光谱的。由于各部门所需要的勘测目的各有不同，但遥感资料必须统筹获得，因此必须建立遥感图象分析中心，设置现代化的图象分析设备（包括图象规整、图象分类和存档设备以及必要的电子计算机）。国际上这类设备能做到自动分成多种表现资源的图片。这样的业务正在筹备中。最近拟议引进一些现代化技术设备，以便把这项关系到资源勘察的现代化手段从速建立起来。

（四）图 象 信 息 处 理 技 术

这是当代应用光学发展中的一个重要新领域，内容涉及光学信息量的压缩和有效利用，图象信息特征的摘取和分类，图象清晰度的改进，背景的消除以及图象识别等问题。这一学科的出现，把光学工作者的任务从单纯提供图象扩展到对图象进行分析判

断。也就是说，把光学的任务从除了扩展人眼“看”的功能而外，更延伸到人眼和脑并用的境界。国内在这方面有不少单位有兴趣，进行了一些理论和实验工作，但目前还未脱离实验室的演示阶段。在方法上，侧重于以激光为光源的相干光方法，原理是富里叶变换或其他变换方式，选取各种滤波方案作为处理手段。已开展的工作有图象消模糊，图象相减，图象相关识别，侧视雷达数据的光学分析等方面。还研制了富氏变换镜头。在国际上光学图象处理技术用于军事目的，如侦察、目标识别等自然不在话下；民用方面用于改进电子显微镜的分辨本领、特征识别及分析宇宙探测传递到地面的图象等。

(五) 关于高速摄影

我国自行设计研制的35mm 间歇式高速摄影机，摄影速率可达240幅/秒。旋转棱镜补偿式摄影机利用35mm底片及电影摄影图幅（ $8 \times 23\text{mm}^2$ ）摄影频率达2000帧/秒，当图幅为 $4.5 \times 23\text{mm}^2$ 时，可达6000幅/秒。

在转镜式高速摄影机中，镜头所成的象通过转镜，在多镜头上扫描摄影，底片不动，每次可摄取近百张照片。摄影频率在很大程度上决定于转镜的速度。用空气涡轮驱动并使转镜在真空中旋转以减少阻力及空气冲击，摄影频率达480万幅/秒（国际水平约为500万幅/秒），画幅尺寸 $9 \times 9\text{mm}^2$ 。

另外，应该提到的还有利用电光效应的克尔盒高速摄影机，利用电真空原理的变象管光阀摄影机，高速摄影象增强管以及高速摄谱仪等。

我国自制的这些设备为核试验，等离子体研究以及快速现象的分析等方面起了作用。

(六) 飞行体（包括导弹及卫星）测轨及空间光学技术

我国已自力更生地发射了若干颗人造地球卫星，这是代表我国科学技术水平的一个重要标志，我国在光学方面，对此做出了一定的贡献。

首先是发射工具的轨道测量问题。除了利用雷达装置定位和测速外，我国还研制了数种精密跟踪光学经纬仪用以精密测量发射体是否按预定轨道运行。这是一种大型光学装备，须具有对目标进行自动的，或用人监视的随机跟踪的能力，须对目标按照统一的时间顺序拍摄电影（以备存案判读）并同时把所测经纬度用编码的方式实时自动读记下来。为了获得飞行体的空间坐标和时间的关系，一般要用两台经纬仪进行交会，算出数据。新的发展则是利用激光测距，使一台仪器既能得出目标的方向，又能测得距离，从而可以免去交会的麻烦。这类仪器，大的重达五吨以上，小的也超过一吨！这种仪器测角精度有的已做到 $5''$ 左右。

对于卫星的轨道测量，我国还研制了目视跟踪经纬仪。对于轨道的精密测量研制了精密照相经纬仪和斯密特照相望远镜。用这种装备能以恒星为背景来精密确定卫星的轨道。

此外，相应地研制了对上述照相资料的数字化判读和精密量测设备。

为了精测测地卫星（国际发射的）的精密轨道以测定地球重力场的分布，我国还研制了激光卫星测距仪，已得出初步结果。

我国还研制了卫星上使用的照相机和为控制卫星运行姿态用的红外地平仪。

为了保证卫星受太阳照射和自然辐射间的热平衡，使卫星温度保持在设计范围内正常运行，并为了研究太阳电池在太空状态下的工作效能，我国研制了在地面模拟太空环境的试验装备，其中包括太阳辐射的模拟。

（七）天 文 仪 器

一项具有国际水平的成果是利用新原理自行设计制造的等高仪。这是一种现代进行天文测时的仪器，其特点是把等高仪的棱镜反射系统放在具有水平入射窗口的真空室内，这样所测得的结果就自动消除了湍气差。

目前在天文仪器上所进行的一项较大的工程是自己制造主镜直径为2.16米的天文望远镜。本着自力更生的原则，为此制成用零膨胀玻璃成分（一种微晶玻璃）的主镜毛坯，这块毛坯正在热处理过程之中。制造大型天文望远镜，在我国是第一次。为此，首先设计制造了一台孔径为60厘米的中间产品，今后还要准备制造更大口径的望远镜。应该说，我们在这方面的技术还处于练兵阶段，国际上直径2.4米的望远镜已经快要上天了，而我们地面上用的望远镜远不如人家上天的大。我们现在制造的望远镜同世界上最大的天文望远镜在体积和规模上相比，就好象3000吨的船和四万吨船相比那样。

我国还自行设计制造了60公分的斯密脱照相望远镜；用自制的较大的光栅（ 120×100 ）装备了太阳光谱仪。

（八）光 谱 仪 器

比较现代化的光谱仪器，如原子吸收分光光度计和真空光量计的生产，在光学性能上都具有国际商品的水平。最近生产的激光拉曼光谱仪具有优越的性能，是值得称道的。关于红外分光光度计，早在文化大革命前就已安排生产，由于林彪、“四人帮”的干扰破坏，生产停了下来。现在国际上同类仪器有了新的进展。由于以前的技术没有跟上来，现在得从头设计试制，样品已经出来了。激光微区光谱仪器已研制成功投产。

关于开展激光光谱研究所急需的各波段的可调谐激光器，国外早有商品，我们还处在实验室的研究试验阶段，希望能早日成为仪器。

我对国内当前许多光谱仪器的发展现状还没有足够的了解，因而概述很不全面。然而，我想就现代光谱仪器的发展问题提几点看法。这些意见，对其他光学仪器，甚至也许对其他行当的仪器，可能有类似的情况。

（1）一些先进的现代化的光谱仪器（那些用量较大和型式较简易的除外），多用于现代化的生产技术或解决前沿的科学问题。随着生产技术的新发展和解决科学问题的

新途径的需要，以及新技术在这些仪器中被采用从而对仪器性能的提高，这类仪器随时都有更新设计的要求。往往一台仪器刚刚试制投产，而新的要求又来了，制造者自己也觉得某些新技术上的成就必需采纳进去。象这样的仪器需要量往往不是很大，而要求特别高，研制投产周期必须尽量缩短，否则生产出来的新仪器，本身就是落后的。这类仪器的生产经营必须长期保持一支有更新能力的设计力量。在制造上（特别是总装校正），试制与生产难以分家，如果试制成功了再转产，周期就会太长，就会始终落后于当时最先进的水平。这可说是这类仪器设计生产方式的一个特点。去年我访问日本时，向岛津仪器厂的有关总设计师谈起此事，据说，他们象这类具有先进性的仪器，更新设计不超过三年。顺便提一下，对于这类仪器的研制、设计、生产，技术人员和工人的人数相比，必然是相当高的，有时甚至高达 1 : 1。

（2）现代化的先进仪器装备，把仪器的功能不单纯看做是对物理或化学信息的摘取、传递、转换和显示，而必须把对信息的综合分析和作出使用上的决断等功能也包括在内。形象地说，就是仪器不单纯是人的感觉器官和神经传输系统的代替和扩展，而更要起到大脑的分析和决断的作用。因此，仪器的现代化和先进性的一个重要表征是和数字电子计算机联合使用，以达到高效操作和自动控制的目的。在计算机小型化已达到惊人程度的今天，微处理器（机）竟然成了仪器的一个附件或标准件。从这个角度来看，我们国产的“先进”仪器的水平比国外还是有着很大的差距。为了仪器的现代化，我们在这个方面必须急起直追全力以赴。

（3）现代化的仪器在技术上的综合性愈来愈强，因而仪器的水平标志着一个国家的科学技术水平。就拿光学仪器来说，我们常说现代光学仪器是光机电的综合体。而现在看起来，这种说法还很不够，需要说是光、机、电、算的综合。这就说明在专业化上要有很好的分工，必需有有效的协调组织与综合。仪器技术的现代化，也就必然带来仪器技术的社会化。要想为某类使用目的设厂而把技术门类搞得齐全，从经济和效率上说都是不现实的。因此，从发展现代化仪器工业出发，必须形成一个社会化的完整工业和科学技术体系，在材料、元件、物理及化学量测手段，信息的传输转换，显示，信息处理与电子计算机运算，执行控制等方面形成专业化科研和生产，同时又有专门服务于各种使用专业的仪器研制和生产厂家（例如，医疗仪器厂，物质分析仪器厂，化工仪表厂）。不消说，这些厂家在技术上应该是综合的。

（4）在人材培养上，也很难用简单的设立几种仪器制造专业所能概括。除了从专业服务的角度培养人材而外（例如，航空仪表，化工仪表），还必须重视各个方面的基础技术及有关科学理论方面的专业化培养。从长远看，为了能独立自主地创造新型仪器有这样的需要，就是为当前能充分消化引进的新技术也同样有这样的需要。

在另一方面，我们还要培养综合指挥的人材，就象乐队需要有好指挥一样。

（5）必须紧密和科学技术现代化使用者的需要结合起来。过去我们常谈，研制、生产和使用三结合，这已是老生常谈了。但今天仪器仪表技术还必须特别强调科学技术现代化和使用上的需要结合起来。“工欲善其事，必先利其器”有了先进现代化的仪器设备，才能从事某些现代化的科学研究和实现现代化的生产。另一方面，日新月异的科