

# 中国的光学近况\*

王大珩

(中国光学学会理事长)

沃新能

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

## 提 要

本文综述了中国光学及应用光学(包括激光、红外及光电技术、光学计量、高速摄影、全息照相术及光学信息处理、非线性光学、光纤通信以及光学技术等领域)的发展近况。对于进一步发展中国光学及应用光学,提出应注意的若干问题。

中国的光学事业,主要是在建国后发展起来的。建国初期,成立了研究机构,致力于有关光学技术基础和材料、元件的研究。剖析若干当时的典型光学仪器进行试制。在自力更生和国外的援助下,初步建成了我国的光学工业体系。六十年代后,在研究方面开始向现代光学领域迈进;在激光、光电与红外技术、高速摄影等方面有较快的发展;光学信息处理、纤维光学等也逐步开展起来,其中一些主要进展(至1979年),见“中国光学科学技术的若干进展”一文<sup>[1]</sup>。至今,除上述各领域继续发展外,对于基础性和理论性工作,已以较多的注意,在光学信息理论,激光物理与激光光谱学、非线性光学方面有所开展,对光纤通讯的工作也开始注意起来。

中国科学院在长春、西安、上海、成都、安徽等地有主要从事光学工程、激光、红外物理与技术、高速摄影等方面工作的研究所;另有一些部分从事基础光学及现代光学方面工作的研究所;不少主要高等院校设有专门从事光学仪器、光学技术、基础光学的系或教研室、组,开展教学、科研和发展工作(如浙大、北工、清华、北大、复旦、南开、天津大学、中山大学、长春光机学院、华中工学院、中国科大等等)。有关产业部门也设立了相应的研究所、光学工厂,主要归属机械、电子、兵器等工业部。另外还有不少属于其它部门和地方的中小型专业工厂。总的说来,我国光学的科研、教育、生产和管理已具有一定规模和能力,但与国际先进水平相比,还有很大差距。为了适应中国现代建设的需要,还要做出很大努力。

1979年末,成立了中国光学学会,为便于开展学术活动,下设:基础光学、工程光学、激光、光电与红外技术、光学材料、高速摄影与光子学、膜层光学、光谱学(着重应用光谱)、颜色光学、科技情报等专业委员会。学会办有《光学学报》、《中国激光》、《红外研究》、《光学工程》、《光谱及光谱分析》等刊物,另外办有科普刊物《光的世界》。

下面就近年来有关光学科学技术的发展作一概述。

收稿日期:1984年7月21日;收到修改稿日期:1984年10月30日

\* 本文为1984年8月27日在日本筑波城召开的ICO-XIII大会后会议上的特邀报告

## 一、激 光

制成我国第一台红宝石激光器, 只比国外晚一年稍多<sup>[2]</sup>。1964年就成立了专门从事激光的研究所。强激光研究和新型激光器的发展, 一直在激光研究中占有重要地位。激光器的研制和激光应用, 也在全国许多机构发展起来。

**1. 强激光** 我国1977年开始建立了 $1 \times 10^{11}$  W, 0.1 ns, 六路钽玻璃系统, 用以研究激光等离子体。之后对该系统不断进行改进, 并建立了靶室及激光等离子体诊断设备; 改善了靶面激光的集中度及各路打靶的同步性<sup>[3]</sup>, 靶面功率密度达 $10^{14}$  W/cm<sup>2</sup>; 进行了打靶试验<sup>[4]</sup>, 取得了较好的结果。例如看到了多路激光对空心玻璃壳微球靶的压缩; 在平面铝靶实验中观察到 $2\omega$ 光谱的时间与空间结构特性; 观察到 $Mg^{+10}$ 离子的 $n=3, n=4$ 能级间粒子数反转现象(跃迁波长 $154.8 \text{ \AA}$ )<sup>[5]</sup>[不仅存在于离靶面较远的反转区, 而且还发现接近靶面具有更高电子密度的新反转区]。

在这期间, 对钽玻璃大功率激光器的各种单元技术都加深了研究, 例如: 脉冲输出稳定性的提高, 激光脉冲前置噪声的抑制, 利用空间滤波器改进激光的波前平滑性, 钽玻璃成分的选择及光学性能的提高, 系统的优化设计等。

**2. 大功率CO<sub>2</sub>激光器及热加工** 发展了1000 W及5000 W级的横流闭循环CO<sub>2</sub>激光器<sup>[6]</sup>。正在配备必要的加工工具以进行各种热加工的用途。激光切割已用于生产。已进行了钢铁件经激光表面热处理提高表面硬度及耐磨性的多种示范性的试验和实际应用。

**3. 激光测距** 举例: 用NdYAG倍频激光的卫星测距仪, 观察LAGEOS卫星的运行轨道, 距离6000~7000 km, 精度20~30 cm (仪器望远镜口径625 mm, 激光脉冲宽度45 ns, 输出能量300 mJ, 重复率0.5 Hz)<sup>[7]</sup>。

小型化的激光测距仪, 用NdP<sub>5</sub>O<sub>14</sub>工作物质、激光器重23 gm(用氙灯泵浦、染料调Q, 脉宽小于10 ns, 峰值功率MW级), 测距范围60~3000 m, 精度2.5 m<sup>[8]</sup>。

**4. 激光陀螺** 我国研制的四频差动环形激光陀螺<sup>[9]</sup>, 在谐振腔内放入法拉弟磁室及石英偏振差积片, 得零漂移值 $0.07 \sim 0.11^\circ/\text{hr}$ , 积分测角密度在 $360^\circ$ 范围内, 重复性优于 $0.3^{1/100}$ 。

### 5. 各种激光器

**准分子激光器** 已有用放电泵浦的或电子束激励泵浦的XeF、XeCl、XeBr、KrF、KrCl、ArF、Xe<sub>2</sub><sup>\*</sup>等激光器(中心辐射波长分别在3511、3080、2820、2485、2230、1930、1730 Å), 还研究了三原子准分子激光器<sup>[11]</sup>。

**环形染料激光器**<sup>[12]</sup> 单模连续波可调谐环形染料激光器, 线宽<50 MHz, 功率>400 mW; 微微秒环形染料激光器, 被动锁模脉宽<0.5 ps, 主动锁模脉宽10 ps, 平均功率大于50 mW。

**固体激光工作物质** 除原有的硅酸盐钽玻璃外, 增加了磷酸盐钽玻璃<sup>[13]</sup>; 各种激光晶体及倍频晶体, 在工艺及成品率上都有所提高<sup>[14, 15]</sup>。研制了多种稀土掺杂氧化物和氟化物晶体以及高浓度激活晶体<sup>[16, 17]</sup>。色心晶体的制备在进行中<sup>[18, 19]</sup>。

**气体激光器** 新进行的有高输出功率的铜蒸气激光器<sup>[20]</sup>以及金蒸气激光器等。

6. 1983年9月在我国广州召开了'83国际激光会议 我国科技工作者在会上宣读和张贴的论文共155篇,其中中外合作的37篇,港澳学者来稿3篇<sup>[211]</sup>。

## 二、红外及光电技术

1. 红外探测器件 早期研究的器件有真空温差热电偶,半导体热敏电阻,以及PbS、PbSe、InSb、Ge:Hg等光电型探测器,有的已制成阵列使用。新近致力于HgCdTe的研究,它能在1~30 $\mu\text{m}$ 范围内制备成特定响应波长的探测器。PbTe/PbSnTe异质结探测器单元 $D_{\lambda}^*$ 达 $2.91 \times 10^{10} \text{ cmHz}^{1/2} \text{ W}^{-1}$ ,十元线列 $D_{10\mu\text{m}}^*$ 为 $1.94 \times 10^{10} \text{ cmHz}^{1/2} \text{ W}^{-1}$ <sup>[221]</sup>。热释电器件有TGS、LiTaO<sub>3</sub>、PZT、PVF<sub>2</sub>等锁定极化的LATGS探测器 $D^*$ 达 $1 \sim 2 \times 10^9 \text{ cmHz}^{1/2} \text{ W}^{-1}$ 。用TGS晶体制成热释电摄像管,温差0.5°C时,空间分辨率为220TVL/Raster<sup>[23]</sup>。上述各种探测器有的做成阵列使用。相应地发展了微型制冷技术,新的发展有供航天使用的辐射致冷技术。

2. 红外技术的应用 在遥感、医用热成像、跟踪制导、卫星姿态控制、工业测温、测湿等方面,红外技术得到了多方面的应用。例如遥感用的多光谱扫描相机,火车轴温检测,热成像医学诊断和工业探伤,森林火灾监测等。

3. 光电真空器件 早期研制红外变像管及像增强管,目前仍在作发展改进的工作。新的努力,在于采用纤维光学面板以及微通道板籍以研制新一代弱光增强成像器件。

关于电视摄像管,曾致力于氧化铅摄像管的研究,达到可用于工业彩色电视的水平。特殊摄像管有:红外敏感的氧化铅-硫化铅光导管;二次电导摄像管;硅靶摄像管;硅靶存储管等。此外,CCD固体摄像器件亦在研制中,其中有1024元的试用品。100×108、120×150、200×300、256×320、320×512元面阵器件也已研制出来<sup>[24]</sup>。

## 三、光学计量

### 1. 光功当量 $K_m$ 与新光强单位的复现<sup>[25]</sup>

(1) 在1979年新的光强单位坎德拉颁布以前,我国利用绝对辐射计及我国已建立起来的铂凝点光强基准作 $K_m$ 测量,得 $K_m=684 \text{ lm/W}$ ,不确定度为 $\pm 0.3\%$ 。

(2) 在实现新的光强定义中,利用电校辐射计复现的2856K新光强单位,不确定度为0.4%。与英国NPL及西德PTB比对,我国的比国际平均值约小0.2~0.3%,与自己的旧基准相比,差0.1%。

(3)  $V(x)$ 视见函数,是实用光度计量上常被使用的数据,但近年来对短波端的数据与新的实验有出入。尤其是这个函数的数据不包含亚洲人的数据。我国近来用异色匹配法测得了几十个观测者的平均数据。与国际新的结果相比,基本相符。说明中国人的视见特性与其他民族无显著区别。

### 2. 关于用稳频激光实现米的新定义<sup>[26~28]</sup>

(1) 我国自行研制的甲烷饱和吸收稳频He-Ne激光( $\lambda=3.39 \mu\text{m}$ )和碘稳频的He-Ne激光( $\lambda=633 \text{ nm}$ )<sup>[29]</sup>,经与国际权度局(BIPM)的相应的激光器进行比对,前者频差为

$2 \times 10^{-11}$ , 后者为  $3 \times 10^{-11}$ 。自身标准偏差约为  $1 \times 10^{-11}$ 。合乎国际复现要求。

(2) 在实现米定义所推荐的各种稳频激光波长中, 有关  $\lambda=612 \text{ nm}$  He-Ne 碘稳定波长, 有我国计量院人员做出的贡献。

(3) 新近又发展了可作为稳频标准的  $640 \text{ nm}$  He-Ne 碘稳定波长。

### 3. 绝对重力加速度测量<sup>[30]</sup>

我国自行研制的自由落体绝对重力仪, 用激光干涉法测量落体加速度, 经在巴黎国际计量局重力原点测量与该局专家佐久间先生的结果相比, 我国数据为  $g=980925914 \pm 15 \mu\text{g}$ , 后者数值为  $g=980925908 \pm 8 \mu\text{g}$ 。说明在误差范围内吻合。

## 四、高速摄影<sup>[31]</sup>

我国高速摄影技术的发展标志如下:

1. 35 mm 间歇式高速相机 摄影频率可达  $240 \sim 300 \text{ f/sec}$ 。
2. 旋转棱镜补偿式相机 用 35 mm 片达  $2000 \text{ f/sec}$ , 用 16 mm 片达  $8000 \sim 10,000 \text{ f/sec}$ 。
3. 转镜式高速摄影机 转镜转速可接近  $5 \times 10^5 \text{ rpm}$ , 分幅摄影时, 摄影频率达  $2 \times 10^7 \text{ f/sec}$ ; 扫描摄影时, 采用铍合金转镜, 扫描速度达  $27 \text{ mm}/\mu\text{s}$ 。
4. 狭缝式高速相机 使用 70 mm 胶片, 动态鉴别率  $> 28 \text{ line-pairs/mm}$ , 片速  $0.6 \sim 75 \text{ m/sec}$  可调。
5. 变像管相机 已研制出等待型分幅变像管相机, 每幅最短曝光时间  $20 \text{ ns}$ 。变像管扫描相机的时间分辨率从实验估算达  $3 \text{ ps}$ 。
6. 高速 X-射线相机 时间分辨率达  $\text{ns}$  量级。
7. 网格式高速摄影相机 已经制出节距  $0.3 \text{ mm}$ ,  $9 \times 10^4$  像素的柱面正交有机玻璃网格板, 与扫描变像管结合, 预期时间分辨率可达  $\text{ps}$  量级。
8. 激光全息高速摄影 采用红宝石激光器, 可进行双曝光全息摄影, 从而得到快速动态的干涉图像, 光脉冲半宽度  $< 50 \text{ ns}$ , 时间间隔可达  $4 \times 10^4 \text{ f/sec}$ 。

## 五、全息照相术, 光学信息处理

全息照相术在我国已广泛应用和发展, 如全息光弹性技术, 全息无损探伤, 全息高速摄影, 风洞流场和激光波面检测以及全息干涉计量术等。自制全息光栅已用于一些光谱仪器中。用计算全息方法已成功地用于非球面检验和形成全息光学元件。全息透镜阵列已用于多重匹配滤波的多信道并行处理中。全息图像再现的技术也得到了许多发展。全息存储和全息图的复制已可实际用作文献存储和复制<sup>[32]</sup>。

为抑制全息术中的相干噪声, 可采用适当的扩展光源和光路布置, 用这种方式改善了全息显微成像的像质和彩虹全息像质<sup>[33~35]</sup>。

在光学信息处理方面, 无论在相干光、多色光和白光处理方面都有不少单位进行工作, 前者如提出用计算全息图实现一般么正变换, 从而可以用光学方法实现各种线性变换。再

如图像相减, 汉字识别, 多普勒雷达信号处理, 大运动模糊像处理, 用全息滤波器改善像质编码孔成像, 假彩色编码, 侧视雷达信号光学处理, 光谱图中背景噪声的消除及消卷积运算等。多数属对已有技术的补充或发展, 处于实验室原理验证阶段, 但也有一些已有较好应用。

白光处理由于其有利于抑制相干光噪声, 便于作彩色信息处理, 并且在设备上不需要激光器和减震台, 在我国受到多方面的重视。在这方面进行过不少类似于相干光领域的工作。现在已经清楚地看到, 在相干光情况下的大多数运算, 都能用白光处理来实现, 其中将物体进行编码, 除改进一般的光栅编码外, 发展了几种散斑编码方法, 有较好的效果。利用白光在彩色方面的优势而作的假彩色密度编码和频谱编码, 做了不少工作, 其中有一些工作已在应用中显示出独到的良好效果。利用白光处理的编码和解码实现了用银盐黑白胶片拍摄彩色景物和用白光处理器再现彩色图像的全光学色的彩色摄影。此外, 为提高白光处理系统的光源的利用率或者增强系统的信噪比, 还作了光源的编码等工作。

对于信息处理中的某些基本问题, 如图像的自由度, 信息量和位相复原方法, 做出了一些有意义的结果<sup>[36~47]</sup>。

## 六、非线性光学

倍频和参量振荡已有效地用于激光器件以扩展波段。采用高压氢的受激喇曼散射也在一些实验室得到了较好扩展波段的结果<sup>[48~53]</sup>。

对长光纤中的受激喇曼散射及其强度分布的规律做了一些研究, 可得到十级受激散射<sup>[54~57]</sup>, 可望用作宽带激光源。用喇曼散射方法对晶体的结构和振动模也进行了一些研究。

对于四波混频的机理和应用都做了一些研究, 通过延迟测定了某些染料和液晶的非线性折射率的弛豫过程和机理。对于用四波混频实现上转换, 用四波混频校正波面误差研究液晶的相变以及染料分子的各向异性, 都曾提出过一些方案<sup>[58~63]</sup>。对瞬态四波混频理论也作了系统的研究<sup>[64, 65]</sup>。在表面非线性光学的研究方面我国刚刚开始, 但红外表面二次谐波产生的工作已取得结果<sup>[66]</sup>。

我国目前主要采用混合装置进行光学双稳态的研究, 首先在液晶中观察到光学双稳现象<sup>[67]</sup>。在几种干涉仪中, 对双稳态、多稳态和稳定性做了一些工作<sup>[68~73]</sup>。建立了混合光学双稳系统的理论<sup>[74]</sup>, 研究了双反馈引起的自脉冲<sup>[75]</sup>。还对光学双稳态的周期振荡、分岔和混沌进行了实验验证<sup>[76~78]</sup>。

对于超短脉冲形成的光频 Kerr 效应, 半导体光整流, 也做了一些光开关的工作。

## 七、光纤通信<sup>[79, 80]</sup>

我国已研制成损耗接近理论极限的 0.5 db/km 的石英光纤。已生产损耗低于 3 db/km 的光纤, 带宽一般为 200~800 MHz/km, 成品率 > 80%。目前我国已在北京、上海、武汉、桂林等地建成十多路电话局间的线路。总长约为 100 km。第一条波长为 1.3  $\mu\text{m}$ 、34 Mbit/sec 的光纤通讯系统, 全长 13.3 km 已敷设运转。作为光纤通讯的重要组成部分, 半导体激光器

光源,寿命达  $10^4$  hr 以上。已能提供  $1.3\sim 1.5\mu\text{m}$  的半导体激光器和  $1.0\sim 1.6\mu\text{m}$  的 PIN 探测器。

## 八、光学技术

### 1. 光学设计<sup>[81]</sup> 一些主要进展是:

- (1) 利用电子计算机进行光学系统的优化设计已较普遍地被采用。
- (2) 在目视系统中将人眼做为光学系统的组成部分,对像差校正做综合考虑。
- (3) 研究了利用普通玻璃(非特殊色散玻璃),减少透射系统、二级光谱色差的可能性;并做出了实际可用的典型设计( $f/7$ , 视场角  $18^\circ$ , 二级光谱  $=0$ , F 色球差  $0.13\%$   $f$ , 像散  $0.1\%$   $f$ )。

#### (4) 设计并制出下列典型物镜:

- 1)  $NA=0.65$  平像场复消色差显微物镜;
- 2) 大视场高分辨率精缩物镜(有效成像范围  $\phi 8$ ,  $f/1.4$ ,  $0.1\times$ , 谱线  $e$ , 共轭距  $315\text{ mm}$ , 分辨率  $\sim 500$  line-pairs/mm。
- 3) 照相制版物镜系列(焦距  $180\sim 1200\text{ mm}$ ,  $f/9$ , 最大焦距时为  $f/11$ ,  $-1\times$  幅面,相应地  $300\sim 1800\text{ mm}$ )。

4) 变焦距物镜系列,用于彩色电视摄影,  $35\text{ mm}$  及  $16\text{ mm}$  电影摄影。例如:用于  $35\text{ mm}$  电影摄影,  $20\times$ , 焦距  $25\sim 500\text{ mm}$ ,  $f/4$ 。

5) 广角航摄物镜,例如:  $f/4$ , 视场角  $122^\circ$ 。

### 2. 薄膜光学<sup>[82]</sup> 下述是一些近况:

- (1) 发展了用电子计算机进行膜系优化设计的方法;
- (2) 在蒸涂技术中采用电子枪或  $\text{CO}_2$  激光熔融蒸发物质,蒸涂多层硬质膜;
- (3) 提高膜层厚度的控制精度,开展任意膜层厚度的控制工作;
- (4) 用渐变折射率膜层形成宽带增透膜;
- (5) 用充氧蒸涂控制膜层氧化程度;
- (6) 建立了  $3\text{ m}$  直径大型真空镀膜设备;
- (7) 发展了化学滴定离心涂膜法,使能用于较大直径的光学元件;
- (8) 发展了效率高的三防涂层,以及利用离子交换方法改善光学表面的三防性能;
- (9) 各种特殊膜层示例:激光技术用高透射,高反射及耐强辐射膜;带通膜系如彩色电视分色用滤光片,窄带滤光片,软 X 射线滤光片,红外滤光膜系,偏振膜系,函数膜系如渐变光密度盘,波长渐变滤光片等。

### 3. 光学材料<sup>[83]</sup>

- (1) 一般光学玻璃,国内能基本自给;
- (2) 用连续熔炼法熔制光学玻璃,在外来技术的支持下,已用于生产;
- (3) 自制掺钕硅酸盐及磷酸盐玻璃用于大功率激光器;
- (4) 能熔制具有光学均匀性的氟化磷玻璃,这种玻璃可以有效地用于复消色差光学系统;

(5) 红外透射材料有: 红外透射玻璃, 包括红外截止滤光片玻璃, 锗酸盐玻璃; 热压红外多晶材料如  $MgF_2$ ,  $ZnS$ ,  $ZnSe$ ,  $CaF_2$ ; 人工晶体如  $NaCl$ ,  $CaF_2$ ,  $KBr$ ,  $BaF_2$ ,  $KRS_5$  等;

(6) 激光工作物质晶体有: 红宝石,  $Nd:YAG$ ,  $Nd:YLF$ , 以及其它掺稀土晶体(主要是钕), 以及高浓度自激活晶体;

(7) 激光倍频晶体及非线性光学材料有:  $KDP$ ,  $KD^*P$ ,  $LiNbO_3$ ,  $BaNbO_3$ ,  $LiIO_3$  等, 以及用于信息处理的电光、声光、磁光材料等;

(8) 用于光通信的变折射率光学纤维已有试制生产; 多模光纤已用于光纤通信试验。此外, 还有用于成像传输的成像光纤束, 光纤面板, 微通道板也在研制中;

(9) 研制了零膨胀玻璃, 用作天文望远镜主镜镜坯。

#### 4. 光学工艺<sup>[84]</sup> 以下是一些技术水平的标志:

(1) 设计并建立了精密光学传递函数测试装置, 最大误差  $<5\%$ ;

(2) 2.16 m 天文望远镜主镜面已磨制完成;

(3) 用 Moire 条纹干涉原理控制的光谱光栅刻划机, 1200 lines/mm 及 600 lines/mm,  $150 \times 120 \text{ mm}^2$ , 所刻光栅及其复制光栅用于国产的光谱仪器并用于天文台的太阳光谱仪;

(4) 轴角编码器精度达  $1''$ , 圆盘刻划精度  $\leq \pm 0.1''$  (直径全中误差);

(5) 用于干涉法测量精密刻尺精度  $0.05 \mu\text{m}$ ;

(6)  $\phi 200 \text{ mm}$  平面, 不平度  $<1/20$  干涉条纹。

5. 光学仪器 我国对一般光学仪器如显微镜, 测量仪器, 精密计量仪器, 照相机, 电影摄影机及电影放映机, 航摄仪器, 光谱仪器等以及军用光学仪器都有生产, 但有的品种不全, 有的不成系列, 一般缺高档产品, 特别是与电子技术及微处理机结合的产品。下述一些典型仪器, 仅可做为目前水平的标志, 因为只是个别产品, 或尚待投入批量生产;

(1) 遥感技术装备<sup>[85]</sup> 有多光谱相机, 多光谱扫描仪, 解释遥感图片用假彩色合成仪及图像密度分割仪; 此外还有为研究目标特性用的地物光谱辐射计;

(2) 天文仪器<sup>[86]</sup> 主镜直径 1.5 m 的赤道仪进入调装阶段, 2.16 m 天文望远镜主要光机组件已基本具备, 包括主镜的磨制。发展了能自动补偿蒙气差的等高仪。研制了为观测人造卫星径迹的施密特(Schmidt)相机。

(3) 光学跟踪测量设备<sup>[87]</sup> 发展了几种型式。主望远镜口径自  $\phi 100 \text{ mm}$  至  $\phi 500 \text{ mm}$ , 高性能的跟踪电影经纬仪, 带有红外自动跟踪, 电视跟踪及激光测距, 并能实时进行脱靶量的测量。角精度一般为  $\pm 12''$  或更高。还有弹道相机, 激光人造卫星测距仪。

(4) 光谱仪器 较高水平的有原子吸收分光光度计, 真空紫外光量计, 激光喇曼光谱仪, 光栅双单色仪, 可调谐环形激光器等。

(5) 大规模集成电路工艺用光学装备 在研制发展中。

## 九、结 论

总观上述, 我们认为须要在今后发展中注意以下问题。

(1) 关于发展光学科学技术本身以及它与其它现代科学技术的关系, 我国近年来虽然

对基础研究和理论方面作了一些工作,但对于这些方面所取得的实际效果,尚需进一步注意和加强。

(2) 对于光学装备的发展,需更多注意光、机、电、算各科的综合利用,以提高适应现代科学技术的要求,要注意仪器使用的可靠性和从仪器结构上更好地满足使用者不断提出的新的要求,要根据现代科学发展的动向,发展新的光学原理和装备。

(3) 须要从组织体系上,密切科研、生产与应用间的相互关照与结合,改进管理效率,健全分工合作体系,提高科研与生产质量,提高作业效率。

(4) 为了适应现代科学技术的需要,必须提高全行业的智识和科技水平。

邓锡铭、母国光、陈星旦、张洪钧、余文炎、陈英礼、王佳基、陈良一、俞福堂等教授、副教授、讲师们的修改补充意见,作者对此致谢。

### 参 考 文 献

- [1] 王大珩;《光学学报》,1981,1, No. 1 (Jan), 1.
- [2] 王之江等;《自然科学年鉴》,1979,1-29.
- [3] 邓锡铭等;《自然科学年鉴》,1982,1-76.
- [4] 邓锡铭等;《光学学报》,1981,1, No. 4 (Jul), 289.
- [5] 《科学通报》(数、理、化专辑),1980,(Nov),155;  
余文炎等;《中国科学》,1982(A),No. 11 (Nov),1047;  
卢仁祥等;《中国科学》,1984(A),No. 6 (Jun),573;  
谭维翰等;《中国科学》,待发表。
- [6] 王哲恩等;《'83 ICL Digest》,(Ed. by Editorial Board of AOS 1983),216;  
李再光等; *ibid*, 220.
- [7] 陈庆浩等;《中国激光》,1983,10, No. 6 (Jun), 382.
- [8] 《激光》,1982,9, No. 10 (Oct), 684.
- [9] 徐毅等;《计量学报》,1981,2, No. 3 (May), 163.  
《激光》,1981,8, No. 7 (Jul), 3;  
朱勤;《中国激光》,1983,10, No. 3 (Mar), 175.
- [11] 《第六届全国激光学术报告会》,(中国,安徽),1982,34;  
郭振华等;《中国激光》,1983,10, No. 10 (Oct), 685.
- [12] 私人通信。
- [13] 祁长鸿等;《激光》,1982,9, No. 11 (Nov), 691;  
郑玉霞等;《中国激光》,1983,10, No. 2 (Feb), 74.
- [14] 陈创天等;《'83 ICL Digest》,(Ed. by Editorial Board of AOS, 1983),359.
- [15] 谭忠恪等; *ibid*, 361.
- [16] 白云起等;《激光》,1982,9, No. 6 (Jun), 409.
- [17] 王庆元等;《中国激光》,1983,10, No. 10 (Oct), 730.
- [18] 孙荣傅等;《中国激光》,1983,10, No. 11 (Nov), 773.
- [19] 张贵芬;《激光》,1982,9, No. 5 (May), 332.
- [20] 梁宝根等;《激光》,1981,8, No. 1 (Jan), 18.
- [21] 乙民;《光学学报》,1983,3, No. 9 (Dec), 827.
- [22] 张素英等;《红外研究》,1984,3, No. 3 (Sep), 180.
- [23] 何叔帽;《红外研究》,待发表。
- [24]~[25] 私人通信。
- [26] 沈乃激等;《计量学报》,1981,2, No. 2 (Mar), 140.
- [27] *Comité Consultatif pour la Définition du Mètre, 7e Session (3~4, Juni 1982); Com. Int. Poids Mes., CCDM 7e Session, 1982. Recom. M1 and M2.*
- [28] 赵克功等;《光学学报》,1983,3, No. 8 (Nov), 673.
- [29] 李复等;《中国激光》,1983,10, No. 2 (Feb), 85.
- [30] 沃新能;《自然科学年鉴》,1981,2-140.



- [31]~[32] 私人通信。
- [33] 羊国光等;《光学学报》, 1984, **4**, No. 5 (May), 419.
- [34] S. L. Zhuang; 《Coherence requirement, transfer function and noise performance of partially coherent processing system》, (Ph. D. Thesis, Penn. State University, 1983, Univer. Microfilm, Ann. Arbor, Mich.)
- [35] 羊国光等;《光学学报》, 1984, **4**, No. 12 (Dec), 1115.  
羊国光等;《光学学报》, 1985, **5**, No. 1 (Jan), 38.
- [36] F. T. S. Yu, 庄松林等;《光学学报》, 1981, **1**, No. 1 (Jan), 13.
- [37] F. T. S. Yu, 母国光等;《物理学报》, 1981, **30**, No. 6 (Jun), 841.
- [38] 母国光等;《光学学报》, 1981, **1**, No. 6 (Nov), 493;  
母国光等;《物理学报》, 1982, **31**, No. 11 (Nov), 1547.
- [39] 黄德根等;《光学学报》, 1984, **4**, No. 2 (Feb), 139.
- [40] 母国光等;《光学学报》, 1984, **4**, No. 8 (Aug), 687.
- [41] 母国光等;《仪器仪表学报》, 1983, **4**, No. 2 (May), 124.
- [42] 母国光等;《中国激光》, 1983, **10**, No. 8~9 (Sep), 647.
- [43] 陈炳培等;《光学学报》, 1982, **2**, No. 2 (Mar), 134.
- [44] 贺明霞等;《光学学报》, 1983, **3**, No. 4 (Jul), 303.
- [45] 康辉等;《光学学报》, 1983, **3**, No. 4 (Jul), 298.
- [46] 郭恩睿等;《光学学报》, 1984, **4**, No. 2 (Feb), 145.
- [47] 杨振寰等;《光学学报》, 1985, **5**, No. 2 (Feb), 107.
- [48] 刘思敏等;《物理学报》, 1983, **32**, No. 5 (May), 657.
- [49] 杨天龙;《光学学报》, 1983, **3**, No. 8 (Nov), 702.
- [50] 刘思敏等;《物理学报》, 1983, **32**, No. 1 (Jan), 103.
- [51] 刘思敏等; *ibid.*, 1984, **33**, No. 1 (Jan), 105.
- [52] 梁培辉等;《光学学报》, 1983, **3**, No. 4 (Jul), 289.
- [53] 刘颂豪等;《物理学报》, 1982, **31**, No. 3 (Mar), 328.
- [54] 高佩娟等;《激光》, 1980, **7**, No. 4 (Apr), 11.
- [55] 杨天龙等;《中国科学》, 1984 (A), No. 3 (Mar), 281
- [56] 杨天龙等;《物理学报》, 1981, **30**, No. 2 (Feb), 199.
- [57] 杨天龙等;《光学学报》, 1983, **3**, No. 9 (Dec), 850.
- [58] 初桂荫等;《物理学报》, 1979, **28**, No. 6 (Nov), 887.
- [59] 吴存恺等;《物理学报》, 1981, **30**, No. 2 (Feb), 189.
- [60] 吴存恺等;《光学学报》, 1984, **4**, No. 2 (Feb), 112.
- [61] 叶佩弦等;《中国科学》, 1981 (A), No. 2 (Feb), 179.
- [62] 朱化南等;《物理学报》, 1984, **33**, No. 4 (Apr), 564; 568.
- [63] 初桂荫等;《物理学报》, 1985, 待发表(本文已在 13 届国际量子电子学会议上宣读)。
- [64] 叶佩弦等; *Phys. Rev.*, 1982, **A25**, No. 4 (Apr), 2183.
- [65] 叶佩弦等;《物理学报》, 1985, 待发表。
- [66] 陈正豪等; *Opt. Lett.*, 1983, **8**, No. 11 (Nov), 563.
- [67] 张洪钧等;《物理学报》, 1981, **30**, No. 6 (Jun), 810; *Opt. Commun.*, 1981, **38**, No. 1 (Jan), 21.
- [68] 李淳飞等;《哈尔滨工业大学学报》, 1982, No. 1, 1.
- [69] 李玉善等;《光学学报》, 1983, **3**, No. 8 (Nov), 685.
- [70] 李淳飞等;《哈尔滨工业大学学报》, 1982, No. 1, 9.
- [71] 戴建华等;《光学学报》, 1983, **3**, No. 1 (Jan), 46.
- [72] 李永贵等;《物理学报》, 1982, **31**, No. 4 (Apr), 446.
- [73] 李淳飞等;《光学学报》, 1983, **3**, No. 9 (Dec), 811.
- [74] 李永贵等;《物理学报》, 1983, **32**, No. 3 (Mar), 301.
- [75] 李永贵等;《物理学报》, 1983, **32**, No. 3 (Mar), 309.
- [76] 张洪钧等; *Laser Spectroscopy VII, Springer Ser., Opt. Sci.*, 1984, **40**, 322.
- [77] 张洪钧等;《物理学报》, 1984, **33**, No. 7 (Jul), 1024.
- [78] 李淳飞等;《光学学报》, 1984, **4**, No. 10 (Oct), 907.
- [79] 私人通信。
- [80] 乙良;《光学学报》, 1981, **1**, No. 4 (Jul), 322.
- [81]~[87] 私人通信。

## Present state of optics in China\*

WANG DAHENG

(Director, Optics Society of China)

WO XINNENG

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

(Received 21 July 1984; revised 30 October 1984)

### Abstract

In this paper, the status of the art of optics and applied optics in China are reviewed including lasers, infrared and opto-electronical techniques, optical metrology, high-speed photography, holography and information processing, nonlinear optics, optical fibre communication and optical techniques. The issues for further development of optics and applied optics in China are proposed.

---

\* This invited paper was presented at ICO-XIII Post Congress Meeting, at Tsubuka, Japan, on 27 August 1984.