

资料

# 21世纪的光学与光学工程



长春光学精密机械与物理研究所  
教育与信息中心译

1999.9

资料

# **HARNESSING LIGHT**

**Optical Science  
and  
Engineering  
for the  
21st Century**

**NATIONAL RESEARCH COUNCIL**

## 调研报告选题背景

报告的选题计划是经国家研究理事会管理处批准的。理事会的成员分别从国家科学院、国家工程院和医药协会的理事会推选出来。负责本报告选题的委员会成员则根据其特有的能力和专长而挑选，同时也考虑到适当的平衡。

国家科学院是一个私立的、非赢利性的和自负盈亏的机构，其中的科学家们都从事科学与工程研究，献身于科技发展，以科技服务于公众。按照 1863 年国会授予的特许权，科学院接受联邦政府在科学技术事务上负责咨询的委托。现任的国家科学院院长是 B. 阿尔伯茨 (Bruce Alberts) 博士。

国家工程院建立于 1964 年，它是在国家科学院委托下，作为一个平行的杰出工程师的组织而创立的。它在行政上和选择其成员上有自主权，并且与国家科学院分担对联邦政府的咨询任务。国家工程院也对工程计划提供咨询，目的是使其符合国家的需要，促进教育和研究以及确认工程学中的重大进展。W. A. 沃尔夫 (William A. Wulf) 博士是国家工程院院长。

医药协会是国家科学院于 1970 年创建的，目的是在公众卫生政策事务中，为协会成员提供服务保障。协会作为联邦政府的顾问，向国会委托的国家科学院负责。K. I. 夏恩 (Kenneth I. Shine) 博士担任医药协会的主席。

国家研究理事会则是 1961 年由国家科学院建立的，是为了联系科学技术的广大学术界，实现科学院增进知识和为政府提供咨询的任务。在实现科学院制订的总政策中，研究理事会已成为科学院和工程院为政府、公众和科技工程界服务的重要工作机构。理事会由科学院工程院和医药协会联合管理。理事会的正副主席分别为 B. 阿尔伯茨 (Bruce Alberts) 博士和 W. A. 沃尔夫 (William A. Wulf) 博士。

本调研计划得到国防远景研究规划局按第 MDA972-94-1-0015 合同的资助，也得到国家科学基金会合同 ECS-9414956 以及国家标准与技术协会合同 50-SBNB-4-C-8197 的资助。计划里面的观点、发现、结论或建议，都只代表资料汇编单位，而不代表赞助单位观点。



# 参与此调研报告工作的各学会、机构及成员名单

## 光科学与工程委员会成员

Charles V. Shank	Lawrence Berkeley National Laboratory, 主席
Aram Mooradian	Winchester, Massachusetta, 副主席
David Attwood	Lawrence Berkeley National Laboratory
Gary Bjorklund	Optical Networks, Inc.
Robert Byer	Stanford University
Michael Campbell	Lawrence Livermore National Laboratory
Steven Chu	Stanford University
Thomas Deutsch	Massachusetts General Hospital
Elsa Garmire	Dartmouth college
Alastair glass	Lucent Technologies
John Greivenkamp	University of Arizona
Arthur Guenther	Sandia National Laboratories
Thomas S. Hartwick	TRW
Robin Hochstrasser	University of Pennsylvania
Erich Ippen	Massachusetts Institute of Technology
Kristina Johnson	University of Colorado at Boulder
Dennis Killinger	University of South Florida
Herwig Kogelnik	Lucent Technologies
Robert Shannon	University of Arizona
Glenn T. Sincerbox	University of Rochester
Eliyablonovitch	University of California, Los angeles
Thomas Baer	Biometric Imaging Systems, Special Consultant
Donald Shaper	Board on Physics and Astronomy
Robert Schafrik	National Materials Advisory Board
Sandra Hyland	National Materials Advisory Board
Daniel Morgan	Board on Physics and Astronomy

## 物理与天文学委员会成员

Robert C. Dyne	University of California, San Diego, 主席
Robert C. Richardson	Cornell University, 副主席
Ira Bernstein	Yale University
Steven Chu	Stanford University
Val Fitch	Princeton University

Ivar Glaever	Rensselaer Polytechnic Institute
John Huchra	Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics
Anthony C. S. Readhead	California Institute of Technology
R. G. Hamish Robertson	University of Washington
Kathleen C. Taylor	General Motors Corporation
J. Anthony Tyson	Lucent Technologies
George Whitesides	Harvard University
David Wilkinson	Princeton University
Donald C. Shapero	办公室主任
Robert L. Riemer	主任助理
Daniel F. Morgan	计划办公室成员
Natasha Casey	计划副研究员
Grace Wang	规划助理

### 国家材料顾问委员会成员

Robert A. Laudise	Lucent Technologies, 主席
James C. Williams	GE Aircraft Engines, 前主席
Reza Abbaschian	University of Florida
Michael I. Baskes	Sandia National Laboratories
Jesse (JACK) Beauchamp	California Institute of Technology
Francis Disalvo	Cornell University
Earl Dowell	Duke University
Edward C. Dowling	Cleveland Cliffs, Inc.
Thomas Eagar	Massachusetts Institute of Technology
Anthony G. Evans	Harvard University
John A. S. Green	The Aluminum Association, Inc.
Siegfried S. Hecker	Los Alamos National Laboratory
John H. Hopps, JR	Morehouse College
Siegfried S. Hecker	Los Alamos National Laboratory
John H. Hopps, JR	Morehouse college
Michael Jaffe	Hoechst Celanese Corporation
Sylvia M. Johnson	SRI International
Lisa Klein	Rutgers University
Harry Lipsitt	Wright State University
Alan G. Miller	Boeing Commercial Airplane Group
Richard S. Muller	University of California, Berkeley
Robert C. Pfahl, JR	Motorola

Elsa Reichmanis  
Kenneth L. Reifsnider  
James Wagner  
Bill G. W. Yee

Lucent Technologies  
Virginia Polytechnic Institute and State University  
Case Western Reserve University  
Pratt & Whitney

Richard Chait, Director  
Robert Schafrik  
Robert M. Ehrenreich  
Sandra Hyland  
Thomas E. Munns  
Charles Hach  
Bonnie Scarborough  
Lois Lobo  
Marlene Crowell  
Aida Neel  
Janice Prisco  
Pat Williams

办公室主任  
前主任  
有高级职称的计划办公室成员  
有高级职称的计划办公室成员  
有高级职称的计划办公室成员  
计划办公室成员  
计划办公室成员  
计划办公室成员  
副研究员  
财政分析员  
高级计划助理  
高级计划助理

## 物理科学、数学和应用委员会成员

Robert J. Hermann  
W. Carl Lineberger  
Peter M. Banks  
William Browder  
Lawrence D. Brown  
Ronald G. Douglas  
John E. Estes  
Martha P. Haynes  
L. Louis Hegedus  
John E. Hopcroft  
Carol M. Jantzen  
Paul G. Kaminski  
Kenneth H. Keller  
Kenneth I. Kellermann  
Margaret G. Kivelson  
Daniel Kleppner  
John Kreick, Sanders  
Marsha I. Lester  
Nicholas P. Samios

United Technologies Corporation, 主席  
University of Colorado, 主席  
Environmental Research Institute of Michigan  
Princeton University  
University of Pennsylvania  
Texas A & M University  
University of California, Santa Barbara  
Cornell University  
Elf Atochem North America, Inc.  
Cornell University  
Westinghouse Savannah River Company  
Technovation, Inc.  
University of Minnesota  
National Radio Astronomy Observatory  
University of California, Los Angeles  
Massachusetts Institute of Technology  
Lockheed Martin Company  
University of Pennsylvania  
Brookhaven National Laboratory

Chang-Lin Tien  
Norman Metzger

University California, Berkeley  
执行主任

## 工程和技术系统委员会

W. Dale Compton	Purdue Univeisty, 主席
Eleanor Baum	The Cooper Union for the Advancement of Science and Art,
Ruth M. Davis	Pymatuning Group—Inc.
Henry J. Hatch	Fluor Daniel Hanford, Inc.
Stuart L. Knoop	Oudens and Knoop, Architects, PC
Nancy G. Leveson	University of Washington
Robert M. Nerem	Georgia Institue of Technology
Lawrence T. Papay	Bechtel Technology and Consulting
Bradford W. Parkinson	Stanford University
Jerry Schubel	New England Aquarium
Barry M. Trost	Stanford University
James C. Williams	Ge Aircraft Engines
Ronald W. Yates	U. S. Air Force Consultant
Doouglas C. Bauer	执行主任

# 前 言

1994年7月，美国国家研究理事会发表了一份题为《原子、分子、光科学：在未来的投资》的报告（国家科学院出版社，华盛顿特区）。报告发现，光科学已经成为一门涉及面广的独立的学科，它在许多应用领域里在经济上起到了非常重要的作用，并作出了关键的贡献。然而，该报告对光科学的某些方面，特别是对整个光学工程没有涉及。因此，提出了对光学科技与工程进行更详细评估的问题。

物理与天文学委员会与国家材料顾问委员会，组织了一次纲要起草与规划会议。这一努力终于在1995年初促成了光科学与工程委员会的创立。该委员会由前两个委员会赞助，资金则由三个机构联合提供，它们是国防远景研究规划局、国家科学基金委员会和国家标准与技术协会。

光科学与工程委员会的职责如下：

- 对光科学与工程(OS&E)领域的状况进行调研。划分OS&E学术界的技术范围和协会结构。
- 考察最近10年的光科学和工程的进展，规划未来OS&E对社会需求的短期(3年~5年)和长期(5年~20年)作用。关注前沿，预测将来的发展，关注前沿领域发展方向，并集中精力迎接有利于社会的“重大挑战”。
- 认定技术机遇，把它们置于国家需要的首位。
- 探讨普通制度上和教育上创新的途径，这些创新是协调地发展和组织这个研究领域所必需的，也是为满足国家迫切需要而充分发挥OS&E的作用所必需的。
- 确定OS&E的活动准则，必须有利于国家需要。
- 研究个人自选的和官方的研究活动的发展趋势，并将它们与其他国家的研究活动进行比较。

光科学与工程委员会于1995年3月举行了第一次会议。在以后的一年左右期间，委员会召开了六次学术研讨会，以便把从光科学与工程学术界得到的技术信息加以汇总。在几个专业学会的会议上，还有一些报告和讲座涉及各自的研究状况，要求追加内容，并为促进研究进程建立一个学术界的赞助基金。以这些研讨为基础，加上委员会成员的附加调研和委员会内部的详细讨论与辩论，这一份包含着研究发现、结论和建议的报告才得以完成。

委员会感谢OS&E学术界的许多成员，他们通过参加研讨会和其他途径对这项调研提供帮助。要是没有如此广泛领域的科学家投入和参与，任何单个的研究组织都无望完成这样一次非常广泛和分散领域的调研。还要感谢劳伦斯·伯克利国立实验室的Droug Vaughan，他为这份报告写了概述。

最后需要说明的是，在描述此研究领域及其相关交叉分支时，有许多名词可以被使用。本报告常常简化地使用“光学”一词，用它最广义的含意来概括这一领域的各个层次。用它来泛指所有的分支，从基础研究一直到工程学。



## 向评审人致谢

这份报告经过专家们的审定，他们来自不同领域和具有不同的技术专长，并且是按照国家研究理事会（NRC）报告审定委员会所规定的程序进行挑选聘任的。独立审定的目的在于它能提供坦率而带有批评性的意见，以协助作者和NRC尽可能完美地完成这份报告，以确保调研报告主题突出、具有充分科学依据以及科学敏锐预测，符合此次调研所要求的学术标准。审定意见及其稿件内容是保密的，以保护编写过程的周密和公正。我们要感谢下列人员参与本报告的审定：

A. Ashkin	AT&T 贝尔实验室
D. H. Auston	莱斯大学
A. N. Chester	休斯研究所
A. J. DeMaria	德玛利亚电光系统公司
P. A. Fleury	新墨西哥大学
J. L. Hall	科罗拉多大学
W. T. Hill	马里兰大学
W. Howard	司各茨代尔，亚利桑那州
D. Kleppener	麻省理工学院
P. W. Kruse	红外决策公司
R. Laudise	朗讯技术公司
J. I. Pankove	科罗拉多大学鲍尔德分校
D. W. Shaw	德克萨斯仪器公司
W. W. Webb	康奈尔大学

另外，尚有一位不愿披露姓名的人士。

尽管上列人士提供了许多建设性的意见和建议，本报告的内容仍由光科学与工程委员会和国家研究理事会负责。

# 目 录

调研报告概要—光学领域及其问题 .....	(1)
评述 .....	(4)
1 光学：能够促进其它领域发展的“助推器” .....	(4)
2 趋势与发展 .....	(7)
2.1 信息技术及远距离通信 .....	(7)
2.2 保健、医疗与生命科学 .....	(8)
2.3 光学传感、照明和能源 .....	(9)
2.4 光学在加工制造业中的应用 .....	(10)
2.5 国防 .....	(11)
2.6 光学元件和系统的加工制造 .....	(12)
2.7 研究和教育 .....	(13)
3 重要的结论和建议 .....	(13)
3.1 信息技术与远距离通信 .....	(14)
3.2 保健、医疗与生命科学 .....	(15)
3.3 光学传感、照明与能源 .....	(16)
3.4 国防 .....	(17)
3.5 加工制造业中的光学技术 .....	(17)
3.6 光学元件和系统的加工制造 .....	(18)
3.7 研究和教育 .....	(18)
4 未来展望 .....	(19)
第一章 信息技术和远距离通信中的光学 .....	(21)
1 信息传输 .....	(23)
1.1 远距离传输 .....	(24)
1.1.1 海底传输系统 .....	(25)
1.1.2 陆地传输系统 .....	(27)
1.2 光纤连接到家 .....	(28)
1.3 模拟信号光波传输 .....	(30)
1.3.1 有线电视 .....	(30)
1.3.2 遥感天线 .....	(30)
1.4 空间光通信 .....	(31)
2 信息处理 .....	(33)
2.1 光学数字线路 .....	(33)
2.2 光学网络和转换 .....	(35)
2.2.1 转换 .....	(36)
2.2.2 WDM 网络 .....	(37)
2.2.3 高密度光开关 .....	(38)

2.2.4 全光开关·····	(39)
2.3 光学图像处理和光计算·····	(40)
2.4 综合问题·····	(41)
<b>3 光存储</b> ·····	<b>(33)</b>
3.1 市场规模和目前趋势·····	(42)
3.1.1 存储技术的发展趋势·····	(43)
3.2 教育问题·····	(45)
3.3 国际竞争·····	(45)
3.4 没有解决的关键问题·····	(45)
3.5 机遇、挑战和障碍·····	(45)
<b>4 显示器</b> ·····	<b>(48)</b>
4.1 中等尺寸的显示器·····	(49)
4.2 小型显示器·····	(50)
4.3 投影显示器·····	(51)
4.4 超大型显示器·····	(51)
4.5 军用和航空电子系统用显示器·····	(51)
4.6 教育和研究开发问题·····	(52)
<b>5 总结和建议</b> ·····	<b>(52)</b>
5.1 信息传输·····	(52)
5.2 处理·····	(53)
5.2.1 数据线路·····	(53)
5.2.2 光学网络和开关·····	(53)
5.2.3 光学图像处理和光计算·····	(54)
5.2.4 概述·····	(54)
5.3 光存储·····	(54)
5.4 显示器·····	(56)
<b>第二章 保健、医疗与生命科学中的光学</b> ·····	<b>(57)</b>
<b>1. 外科手术与医疗</b> ·····	<b>(57)</b>
1.1 激光的引入·····	(58)
1.2 理解光与组织的相互作用·····	(59)
1.3 最小损伤治疗 (MIT)·····	(61)
1.4 先进激光治疗应用·····	(62)
1.4.1 激光屈光外科·····	(62)
1.4.2 心血管应用·····	(63)
1.4.3 光动力疗法·····	(64)
1.5 光诊断技术·····	(65)
1.5.1 血液监测·····	(65)
1.5.2 探测肿瘤的光学方法·····	(66)
1.5.3 散射介质中的成像及光谱·····	(67)

1.5.4	光学相干层析术	(68)
1.5.5	磁共振成像用的激光超偏振气体	(69)
1.5.6	治疗用激光器的反馈控制	(69)
1.6	非技术考虑	(69)
<b>2</b>	<b>生物研究工具</b>	<b>(70)</b>
2.1	可视化技术	(70)
2.1.1	共焦扫描激光显微术	(70)
2.1.2	双光子显微术	(71)
2.1.3	非成像表面显微术	(72)
2.1.4	分子探针的进展	(72)
2.2	测量与分析技术	(73)
2.2.1	流通式血细胞计数器	(73)
2.2.2	生物工程荧光指示剂	(75)
2.3	微操纵技术	(75)
<b>3</b>	<b>生物技术</b>	<b>(76)</b>
3.1	DNA 分析	(76)
3.2	制药筛选	(77)
<b>4</b>	<b>总结和建议</b>	<b>(78)</b>
4.1	外科和医疗	(78)
4.2	生物学工具	(78)
4.3	生物技术	(79)

### 第三章 光学传感、照明和能源 (80)

<b>1</b>	<b>光学传感器和成像系统</b>	<b>(81)</b>
1.1	环境和大气监测	(81)
1.1.1	开路气体监测	(81)
1.1.2	激光雷达遥感	(82)
1.1.3	光学环境生物传感器	(84)
1.2	地球与全球表面监测	(84)
1.2.1	大气与全球气候变化	(84)
1.2.2	地球资源与气象	(85)
1.3	天文与行星探测器	(86)
1.3.1	新型天文望远镜	(86)
1.3.2	行星和太阳探测	(88)
1.4	工业用化学传感器	(88)
1.5	数字视频与热成像摄像机	(89)
1.6	执法检查和安全保密	(90)
1.6.1	监视侦察	(90)
1.6.2	毒品和爆炸物检测	(91)
1.6.3	法医与证据调查	(91)

1.7 日常用光学传感器	(92)
<b>2 照明</b>	(93)
2.1 照明历史、将来的方向和标准	(93)
2.2 新光源和发送系统	(94)
2.2.1 常规照明(白炽、荧光和高强度放电及公共设施)	(94)
2.2.2 硫二聚物(微波放电)灯	(95)
2.2.3 光缆和空心管导光	(95)
2.2.4 控制光反射窗户	(95)
2.2.5 LED照明	(95)
2.2.6 生活娱乐中的激光与照明	(96)
<b>3 运输中的光学传感和照明</b>	(97)
3.1 在飞机上的应用	(97)
3.2 在汽车方面的应用	(97)
<b>4 能源</b>	(99)
4.1 激光受控核聚变	(99)
4.2 用于原子能的铀同位素激光分离	(100)
4.3 空间太阳能电池	(100)
4.4 地面太阳能电池	(101)
4.5 太阳热能	(102)
<b>5 总结与建议</b>	(102)
5.1 光学传感器和成像系统	(102)
5.2 照明	(103)
5.3 光学传感器及交通照明	(104)
5.4 能源	(104)
<b>第四章 国防中的光学</b>	(105)
<b>1 侦察系统</b>	(107)
<b>2 夜视</b>	(109)
<b>3 在大气和空间使用的激光系统</b>	(111)
3.1 激光测距仪、指示器、干扰发射和通信设备	(112)
3.2 激光武器	(113)
<b>4 光纤光学系统</b>	(114)
<b>5 显示器</b>	(116)
<b>6 特殊技术</b>	(117)
6.1 生化种类探测	(117)
6.2 激光陀螺导航	(118)
6.3 光信号处理	(118)
<b>7 总结与建议</b>	(118)
<b>第五章 工业制造中的光学应用</b>	(121)



<b>1 利用光进行加工制造</b> .....	(122)
1.1 光刻术 .....	(122)
1.1.1 曝光设备 .....	(123)
1.1.2 光掩模 .....	(123)
1.1.3 光刻胶材料 .....	(124)
1.1.4 光刻技术的未来 .....	(124)
1.2 激光材料加工 .....	(125)
1.2.1 焊接应用 .....	(125)
1.2.2 切割和打孔应用 .....	(126)
1.2.3 表面淬火应用 .....	(127)
1.2.4 工业激光市场展望 .....	(127)
1.2.5 精密激光加工协会 .....	(128)
1.3 利用光学技术进行快速模型研究和制造 .....	(129)
1.4 使用光学系统控制制造过程 .....	(130)
1.4.1 计量学 .....	(130)
1.4.2 机器视觉 .....	(131)
<b>2 特殊工业中的应用</b> .....	(133)
2.1 汽车制造 .....	(133)
2.2 半导体集成电路工业 .....	(135)
2.3 显示器加工业 .....	(136)
2.4 化工业 .....	(137)
2.5 飞机制造业 .....	(138)
2.6 建筑业 .....	(139)
2.7 印刷业 .....	(140)
<b>3 工业制造中不断增加光学元件的应用</b> .....	(141)
<b>4 总结和建议</b> .....	(142)
<b>第六章 光学元件和系统的加工制造</b> .....	(144)
<b>1 引言</b> .....	(144)
1.1 简史 .....	(144)
1.2 当今光学工业的概述 .....	(145)
<b>2 特殊光学元件的小批量加工</b> .....	(146)
2.1 球面透镜 .....	(147)
2.2 非球面 .....	(148)
2.3 计算机控制精磨和抛光 .....	(149)
2.4 衍射元件 .....	(149)
2.5 光学薄膜 .....	(150)
2.6 光学玻璃、聚合物和特殊材料 .....	(151)
2.7 专题分析：光刻设备 .....	(152)
2.7.1 镜头材料问题 .....	(152)

2.7.2	下一代光刻设备中的挑战 .....	(152)
2.8	专题研究:用于国家点火装置(NIF)的光学元件 .....	(153)
2.9	关键技术的挑战 .....	(154)
<b>3</b>	<b>光学元件的大批量加工 .....</b>	<b>(154)</b>
3.1	光纤、光纤器件和光波导 .....	(155)
3.1.1	二氧化硅光纤 .....	(155)
3.1.2	非二氧化硅光纤 .....	(155)
3.1.3	光纤器件 .....	(156)
3.1.4	平面波导器件 .....	(156)
3.2	半导体光电子元件 .....	(156)
3.2.1	远距离传输系统元件 .....	(157)
3.2.2	数据通信线路 .....	(157)
3.2.3	通过空气介质的红外线路连结器件 .....	(157)
3.2.4	半导体激光器 .....	(158)
3.2.5	可见光发光二极管 .....	(158)
3.2.6	成像阵列 .....	(158)
3.3	激光器和波导集成组装 .....	(158)
3.4	关键的挑战技术 .....	(159)
<b>4</b>	<b>交叉技术问题 .....</b>	<b>(159)</b>
4.1	光学设计和增加计算机运算能力对其影响 .....	(160)
4.2	测量技术的作用 .....	(161)
4.3	标准 .....	(162)
4.4	光学工业的规模和组成 .....	(163)
<b>5</b>	<b>总结和建议 .....</b>	<b>(166)</b>
<b>第七章</b>	<b>光学研究与教育 .....</b>	<b>(168)</b>
<b>1</b>	<b>引言 .....</b>	<b>(168)</b>
<b>2</b>	<b>研究机遇 .....</b>	<b>(170)</b>
2.1	量子、原子、生物光学 .....	(170)
2.1.1	光对原子的控制 .....	(170)
2.1.2	测量的固有量子极限 .....	(171)
2.1.3	生物光学 .....	(172)
2.2	飞秒光学 .....	(174)
2.2.1	高强度激光与物质的相互作用 .....	(174)
2.2.2	激光在化学中的应用 .....	(175)
2.2.3	飞秒激光技术 .....	(175)
2.2.4	技术应用 .....	(176)
2.3	半导体和先进的固体激光器 .....	(177)
2.3.1	激光光源 .....	(177)
2.4	先进的发光和光控制材料 .....	(182)

2.4.1	非线性频率变换材料 .....	(182)
2.4.2	半导体量子阱材料 .....	(183)
2.4.3	光子带隙材料 .....	(184)
2.4.4	光束成形和聚焦用的材料 .....	(184)
2.4.5	研究和开发材料的机遇 .....	(184)
2.5	极紫外和 X 射线光学 .....	(186)
2.5.1	X 射线显微术 .....	(186)
2.5.2	EUV 和 X 射线 .....	(186)
2.5.3	X 射线光学和光源 .....	(187)
<b>3</b>	<b>光学教育</b> .....	(188)
3.1	美国的光学教育计划 .....	(188)
3.2	光学学术计划的实现方法 .....	(189)
3.3	继续教育 .....	(190)
<b>4</b>	<b>结语和建议</b> .....	(190)
4.1	主要问题 .....	(190)
4.2	研究机遇 .....	(191)
4.2.1	量子、原子和生物光学 .....	(191)
4.2.2	飞秒光学 .....	(191)
4.2.3	半导体和先进的固体激光器 .....	(192)
4.2.4	发光和控制光的先进材料 .....	(192)
4.2.5	极紫外和 X 射线 .....	(193)
4.3	光学教育 .....	(193)
<b>附录 A</b>	<b>建议汇编</b> .....	(194)
A1:	按章排列次序的主要建议 .....	(194)
A2:	按部门分类的主要建议 .....	(196)
<b>附录 B</b>	<b>研讨会参加者</b> .....	(199)
<b>附录 C</b>	<b>参考文献</b> .....	(208)
<b>附录 D</b>	<b>总审校、译、校者及编辑者名单</b> .....	(213)

# 调研报告概要—光学领域及其问题

## 光学领域

我们沐浴在光的世界里，人们用光去观察万物，而植物则需从光中摄取能量，从计算机科学到外科手术，光已成为其中的核心技术。本报告的主题是光学领域，主要描述了光在各个领域中的应用。

今天，光以其新的方式影响着我们的生活，这在几十年前是根本无法想象的。当我们进入下一个世纪时，光将发挥其更大的作用。它不仅能够推动世界光纤通信技术的革命和药物的新物理疗法，而且能更有效地应用于国防建设和探索诸多新的科学前沿领域。

我们现在已开始目睹由近三四十年科学发现所带来的巨大成果。如60年代研制成功的激光器，它所产生的具有相干特性的光是在这个地球上前所未见的。相干光以新的方式定向、聚焦和传播，是非相干光所无法实现的。激光所具备的特点使其在光纤通信、高密度光盘和激光手术等诸多领域的应用得以实现。总之，激光器具有几万亿美元的潜在国际市场。然而，非相干光也同样有着广阔的应用领域，如加工计算机芯片用的光刻系统、高分辨率显微镜、地基天文研究用的自适应光学系统、遥控和夜视仪器用的红外传感器，以及新型高效光源等。

尽管光学渗透于我们的现代生活，但其作用仍是一种促进其它领域发展的技术手段，实质上，它在一个较大的系统中起支撑作用。这一领域涉及的焦点问题如下：

- 如何支持和加强其价值主要是对其它领域的发展起促进作用的，像光学这样的领域。
- 如何确保不能确切归类的学科和边缘学科领域的未来发展活力。

## 报 告

本报告紧密围绕国家需要，将光学领域的各个方面组织成一个评估性报告，这是一项空前努力的结果。本报告主要描述了光学领域的现状，展望了未来，并探讨了应该做些什么方能确保该领域在未来的发展活力。

## 光学与国家需要

尽管光学的应用非常之广泛，但本报告仅是有选择地对一些领域进行了讨论，并非泛泛而谈。特别强调了那些不断有所创新突破，近期有希望迅速发展和国家给予特别关注的一些领域。这种领域在很大程度上受其所能实现的可能性的限制，因此应用领域决定其研究结构的调整。本报告根据国家需要由以下七个方面组成：1. 信息技术与远距离通信；2. 保健、医疗与生命科学；3. 光学传感、照明与能源；4. 国防；5. 光学在加工制造业中的应用；6. 光学元件与系统的加工制造；7. 光学研究与教育。本报告还描述了与上述领域相关的一些问题，并在概述中进行了专门的介绍，而每一领域的详情则分别在其相关的章节中给予详尽地描述。