



科技考古和科学史

中国近代和现代 光学与光电子学 发展史

History of Modern Optics and
Optoelectronics Development in China

干福熹 等 著



上海科学技术出版社



科技考古和科学史

中国近代和现代 光学与光电子学发展史

History of Modern Optics and
Optoelectronics Development in China

干福熹 等著

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书是一本专著,汇集了从18世纪到20世纪中国近代和现代光学与光电子学发展过程的回忆性文章。有15位资深的科技工作者在此领域工作并亲自参加撰写而成,其中11位是中国科学院和中国工程院院士。本书特别从20世纪中国光学和光电子学发展的几个主要方面和作者的个人经历编写。各章节内容包括:西学东渐(中国现代光学的诞生);20世纪上半叶几位对发展中国光学科学和教学有贡献的前辈科学家(饶毓泰、严济慈、龚祖同、钱临照、周同庆、高兆兰、王大珩等);20世纪下半叶中国传统光学的发展、中国激光的诞生和早期发展;固体和半导体激光、激光和非线性光学材料、瞬态光学、红外光学、光通信和光存储技术、中国民用光学仪器和天文光学仪器的发展,以及光学和激光在现代科学和国防建设中的应用。

本书可供光学与光电子学学科领域工作的科研工作者和关心本学科发展的人士等阅读、参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国近代和现代光学与光电子学发展史 / 千福熹等
著. —上海:上海科学技术出版社,2014.10

(科技考古和科学史)

ISBN 978-7-5478-2176-0

I. ①中… II. ①千… III. ①光学—学科发展—概况
—中国—近现代 IV. ①O43—52
②O43—52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 053200 号

中国近代和现代光学与光电子学发展史

千福熹 等 著

本书出版由上海科技专著出版资金资助

上海世纪出版股份有限公司 出版
上海科学技术出版社
(上海钦州南路71号 邮政编码 200235)

上海世纪出版股份有限公司发行中心发行
200001 上海福建中路193号 www.ewen.co

上海中华商务联合印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张:14.25

字数:280千字

2014年10月第1版 2014年10月第1次印刷

ISBN 978-7-5478-2176-3/O·33

定价:260.00元

作者名单

- | | | |
|------------------------|---------|--|
| 第 1~5、7、10、
12~13 章 | 干福熹 | 中国科学院院士
中国科学院上海光学精密机械研究所,研究员
复旦大学,教授 |
| 第 6 章 | 林福成 | 中国科学院上海光学精密机械研究所,研究员 |
| 第 8 章 | 王启明 | 中国科学院院士
中国科学院半导体研究所,研究员 |
| | 黄永箴 | 中国科学院半导体研究所,研究员 |
| 第 9 章 | 范滇元 | 中国工程院院士
中国科学院上海光学精密机械研究所,研究员 |
| 第 11 章 | 陈创天 | 中国科学院院士
中国科学院理化技术研究所,研究员 |
| | 姚文娇 | 中国科学院大学,博士 |
| 第 14 章 | 方祖捷 | 中国科学院上海光学精密机械研究所,研究员 |
| 第 15 章 | 王育竹 | 中国科学院院士
中国科学院上海光学精密机械研究所,研究员 |
| 第 16 章 | 薛永祺、褚君浩 | 中国科学院院士
中国科学院上海技术物理研究所,研究员 |
| 第 17 章 | 匡定波 | 中国科学院院士
中国科学院上海技术物理研究所,研究员 |
| 第 18 章 | 侯 洵 | 中国科学院院士
中国科学院西安光学精密机械研究所,研究员 |
| 第 19 章 | 潘君骅 | 中国工程院院士
苏州大学,教授 |
| 第 20 章 | 庄松林 | 中国工程院院士
上海理工大学,教授 |

丛 书 序

中华民族 5 000 多年的灿烂文明曾创造并留存下来大量弥足珍贵的文化遗产。文物遗产特别是物质文化遗产是中华文明形成、发展与辉煌的历史见证,也是人类文明的瑰宝。根据第三次全国文物普查,中国已登记的不可移动文物达 76 万多处;在其中约 43 处世界遗产中包括文化遗产 30 处,自然遗产 13 处;近年来还有新的在不断增加。全国馆藏文物共计近 3 千万件(套),其中一级文物超过 6 万件;各考古研究机构收藏的文物标本累计达上千万件,随着考古发掘工作的不断发展,每年还陆续出土 1 万余件珍贵文物。

中国虽然是物质文化遗产大国,却并不是物质文化遗产研究的强国。现代意义上的文物考古和保护工作,在中国始于 20 世纪 20 年代,不仅起步较晚,而且相关从业人员对现代科学技术在该领域研究应用的重要性认识明显不足,整体的科学理念也较薄弱,对中国物质文化遗产的科学认知不足和在考古以及该领域科学保护的整体水平相对落后。这就亟待我们去积极弘扬和推动中国的科学技术考古。

中国的科学考古学始于 20 世纪初,从最初仅凭文献和文物的铭文记述的金石学,发展到主动去野外发掘文物,凭眼学观察和对文物的宏观物理性质测量,用层位学和类型学来识别文物的材质和工艺、年代和溯源。这在当时称为现代考古学,而今已成为传统的考古学。现在人们对文物的保护仅仅是物质属性的保护,即延长文物本身的寿命,然而对非物质属性的文物的价值进行保护也是十分必要的,挖掘和保护文物所拥有的历史、艺术和科学价值,以及经济、社会、文化的衍生价值,需要推动科技考古的发展。

20 世纪下半叶后,越来越多的近代科学技术方法开始被应用于文物的认知和考古,如通过 C^{14} 同位素、热释光等测年代;用分子生物学方法及色谱与质谱方法研究古代动植物和古代有机材料,如丝绸和纸张等;用 X 射线发光光谱、红外和拉曼光谱等分析文物材质;用同位素质谱和其他微量元素分析文物产地等。文物是不可再生的,无损分析法使得以科学的方法分析、鉴定完整的文物成为可能,并因此得到了很大的发展。近 10 年来原位无损分析方法的出现,使珍贵的或大型不可移动的文物有了被分析和检测的可能。

中国是历史悠久的文明古国,大量出土文物反映和记录了中国古人和现代人的科技

术活动,对了解科学技术的发展十分重要。至今已有数本有关中国科学技术史的巨著出版,当然包括李约瑟(J. Needham)教授编写的世界著名的《中国科学和文明》(*Science and Civilization in China*)系列丛书。这些著作大多数都涉及古代中国的科学和技术,而记录近代和现代的中国科学和技术发展过程的书就较少了,这是因为受到了社会发展环境的影响和局限,如现代科学技术与国防军工建设密切相关、受国家保密法则的限制等。但是从20世纪末开始,参与中国科学技术事业的老一辈科学家已相继离世,有可能形成一个空白。如要完成一部学科俱全、详尽的中国近代和现代的中国科学技术发展史是较困难的。

我从青年时代就开始关注中国的科技考古和科学史,但当时专注于现代科学和高端技术的研究,在科技考古和科学史方面仅是业余爱好者。年过七旬才下了决心,腾出一部分时间从事硅酸盐质文物的科学研究,并努力新建一些无损分析方法致力于研究,至今已研究了完整的古代出土文物,如玻璃器和玉器千余件。在这10年的研究工作中我体会到两点:第一,社会、人文科学要和自然科学技术交叉和融合才能发展,认知和保护国家珍贵文化遗产,要依靠科学和现代技术。人文科学和自然科学工作者要相互合作并肩工作,努力培养跨学科的研究人才。第二,在科技考古和科学史研究中要面向国际,不能因为是中国的文物就闭门研究,要取得国际话语权,所以书籍和文章应该有英文版,让世界了解中国。

当世界科学出版社(World Scientific Publishing)社长潘国驹先生约请组织出版英文版系列丛书时,我欣然同意,来组织出版有关科技考古和科学史方面的系列丛书。《科技考古和科学史》系列丛书第一部分以中国可移动文物的科技考古和发展史为主,包括瓷器、玻璃器、青铜器、铁器、玉器、丝绸,以及与中国古代农业和生计密切相关的动物、植物考古等;第二部分以不可移动文物的科学认知和科学保护为主,包括如敦煌壁画、秦兵马俑等;第三部分为近代和现代科学史,如光学和光电子学、现代科技考古学、凝聚态物理学、机械力学等。

本书的英文版由世界科学出版社与双世出版公司(World Century Publishing Corporation)联合出版,上海世纪出版集团科学技术出版社出版系列丛书的中文版。感谢世界科学出版社和上海科学技术出版社组稿编辑做出的不懈努力。

干福熹

前言

光阴似箭,日月如梭,转眼我已进入耄耋之年。1952年从浙江大学毕业进入中国科学院已60多年了。在历史的长河中,60年仅是一瞬间的时光,对我来讲是我一生的科研生涯。我见证了20世纪下半叶中国现代光学和光电子学的发展。和老一辈科学家一起工作,我聆听了有关20世纪上半叶光学研究和发展的一些信息,有些是值得我们回忆和深思的。现在老一辈的科学家都相继离开了我们,而我们有责任去整理和记载这些历史资料。目前我们健在的人,大多是从20世纪中叶以后参加进入光学和光电子学科学技术队伍的。从1960年世界上第一台激光器的诞生,极大地推动了光学和光电子学的发展,我们见证了20世纪下半叶的光辉历史进程。

2011年12月,由广西师范大学出版社出版了一本我编写的回忆录《科海拾贝——六十年科研生涯的点滴回顾》。在书中我讲述了一些有价值的重要的科学事件、值得纪念的科学家和我亲身参与过的科学活动。回忆录出版后有些出版社鼓励推动我再去编写一本近代和现代光学和光电子学发展历史的书。

中国古代光学,大部分属于古代人们对一些光学现象的记载和认识,已有不少研究著作。起始于17—18世纪(明、清代)的中国近代光学受西方知识影响很大,中国现代光学主要发展于20世纪。对上述一段时期中国近代和现代光学的进展情况在本书第1、2章作了简单和扼要的介绍。中国现代光学的快速发展起始于20世纪中叶,在中国光学和光电子学领域中,我们经历了这段时期。由于仅凭我个人的经历及接触范围毕竟有限,所以我邀请了我的同事和同行们回顾了他们自己在科研生涯中的活动经历,这样就扩大了这本书的视野,丰富了其内容。这就是本书第3章以后的主要内容。我们不能编写一本系统的和学科俱全的中国光学和光电子学发展史的书,只能记录一些历史片段,编辑成书,奉献给热爱中国光学和光电子学的朋友们,以飨读者。

在准备编写这本书的过程中,我得到了老同事和老朋友们热忱的帮助,是他们提供了不少珍贵史料和科技资料,并帮我拾起已逝岁月中的点滴细节,在此我表示衷心的感谢和致意。我还要感谢参加本书各章节写作的作者,是他们在百忙之中积极地参与和编写,丰富

了本书的内容并对出版做出了贡献。我要感谢我的夫人颜宝新女士,在我撰写本书的全过程中,是她为书的编排和修改做了一系列的文书工作。

本书作为《科技考古和科学史》丛书的第一册,由上海世纪出版集团科学技术出版社编辑出版,承蒙有关责任编辑的不懈努力,才使拙作能及早顺利地与读者见面,在此谨表敬意。

于福熹

2014年6月,上海

目 录

第 1 章 西学东渐 / 1

- 1.1 中国古代对光学现象的认识 / 1
- 1.2 欧洲近代光学的形成和发展 / 2
- 1.3 明清期间(16—17 世纪)西方光学知识的传入 / 3
- 1.4 苏州——中国近代光学技术之乡 / 4
- 1.5 18—19 世纪中国光学技术的发展和与西方的关系 / 6

第 2 章 20 世纪上半叶中国光学科学家 / 9

- 2.1 饶毓泰(1891—1968, 中央研究院院士, 中国科学院学部委员, 1955) / 9
- 2.2 严济慈(1901—1996, 中央研究院院士, 中国科学院学部委员, 1955) / 10
- 2.3 龚祖同(1904—1986, 中国科学院学部委员, 1980) / 12
- 2.4 钱临照(1906—1999, 中国科学院学部委员, 1955) / 13
- 2.5 周同庆(1907—1989, 中国科学院学部委员, 1955) / 14
- 2.6 高兆兰(女, 1914—1999) / 15
- 2.7 王大珩(1915—2011, 中国科学院学部委员, 1955) / 16

第 3 章 中国现代光学的开创 / 18

- 3.1 中国科学院仪器馆的诞生 / 18
- 3.2 中国科学院光学精密机械研究所的建立 / 19

第 4 章 中国光学玻璃研究和开发的历史 / 23

- 4.1 为中国制造光学玻璃的梦想而奋斗 / 23

- 4.2 建设中国光学玻璃研究和开发中心 / 24
- 4.3 第一坩光学玻璃的诞生和生产工艺的改进 / 25
- 4.4 在昆明筹建中国第一条光学玻璃生产线 / 27
- 4.5 《光学玻璃》专著的出版及其影响 / 28

第 5 章 中国激光技术的诞生和早期发展* / 33

- 5.1 国外激光科学和技术的诞生 / 34
- 5.2 20 世纪 60 年代初中国激光技术的诞生 / 34
- 5.3 中国政府对激光技术发展的推动 / 35
- 5.4 中国早期激光技术的发展 / 36
- 5.5 激光反导——早期的战略防御手段之一 / 38

第 6 章 中国科学院北京电子学研究所早期量子电子学研究 / 44

- 6.1 微波量子放大器(Maser)的研究进展 / 44
- 6.2 北京电子学研究所的早期固体激光器和气体激光器的研究工作 / 47

第 7 章 中国激光研究走向世界 / 50

- 7.1 中国“面向世界”的科学和技术政策 / 50
- 7.2 改革开放后激光科学对外交流的加强 / 51
- 7.3 中国向世界开放,一系列国际激光会议在中国召开 / 53

第 8 章 中国半导体激光器的历次突破与发展 / 56

- 8.1 中国第一代半导体激光器的诞生 / 56
- 8.2 半导体激光器的第一次飞跃——异质结的引入与应用 / 57
- 8.3 半导体激光器的第二次飞跃——量子阱能带工程的引入与应用 / 61
- 8.4 半导体激光器的第三次飞跃——宽带隙 GaN 基半导体激光器发展的新篇章 / 63
- 8.5 量子级联红外激光器及微腔激光器等新型半导体激光器 / 65
- 8.6 结束语 / 66

第 9 章 中国高功率激光及惯性约束聚变研究片段 / 68

- 9.1 发端 / 68
- 9.2 破冰之旅 / 69
- 9.3 “神光”——中国 ICF 发展史上的重要里程碑 / 72
- 9.4 持续发展,走向“点火” / 76

第 10 章 中国固体激光材料的发展 / 77

- 10.1 研究固体激光材料的国际环境 / 77
- 10.2 激光晶体 / 81
- 10.3 激光玻璃 / 84

第 11 章 硼酸盐非线性光学晶体的发展历程 / 88

- 11.1 非线性光学晶体的理论发展史 / 88
- 11.2 硼酸盐非线性光学晶体的发展历程 / 92

第 12 章 改革开放,科技体制革新,向高科技迈进 / 103

- 12.1 中国科技体制改革的创举——中国大恒集团公司的筹建 / 103
- 12.2 国家“863 计划”推动了中国光电子技术的发展 / 107

第 13 章 开拓中国光信息存储技术 / 112

- 13.1 磁盘还未做好,就要搞光盘 / 112
- 13.2 组织全国,联合攻关 / 112
- 13.3 中国光存储研究走向世界 / 114
- 13.4 后 DVD 时代的光盘产业竞争 / 115
- 13.5 壮志未酬,殷切期望 / 118

第 14 章 中国光通信发展历程见闻 / 120

- 14.1 激光——光通信的发祥点 / 120
- 14.2 光纤通信技术发展进程 / 122
- 14.3 中国光通信的发展 / 123
- 14.4 展望与启示 / 130

第 15 章 原子钟研究与激光冷却气体原子研究的回顾 / 133

- 15.1 光抽运铷原子钟研究的发展及其应用 / 133
- 15.2 踏上原子钟研究的新起点: 激光冷却气体原子研究 / 139
- 15.3 记忆中的国际学术活动片段 / 144
- 15.4 结束语 / 146

第 16 章 中国红外科学技术的早期发展* / 149

- 16.1 早期的红外技术探索 / 149
- 16.2 第一封信——建议发展红外技术 / 151
- 16.3 第二封信——研制红外雷达的起伏 / 152
- 16.4 第三封信——建立红外科学技术研究所 / 154
- 16.5 关于红外科学技术的军事应用 / 154

第 17 章 红外技术在中国气象卫星中的应用* / 157

- 17.1 早期气象卫星的辐射计发展 / 157
- 17.2 静止轨道气象卫星的辐射计研制 / 160
- 17.3 中国第二代气象卫星中多通道扫描辐射计的研制 / 163
- 17.4 结束语 / 165

第 18 章 我的科研经历与中国瞬态光学技术的发展 / 166

- 18.1 进入中国科学院西安原子能研究所 / 166
- 18.2 成立中国科学院西安光学精密机械研究所 / 168
- 18.3 西安光机所早期的研究工作 / 169
- 18.4 高速摄影大发展的时期 / 172
- 18.5 成组配套派出, 学习先进科技 / 177
- 18.6 1980 年后的研究成果 / 179
- 18.7 我在西安光机所当所长 / 183
- 18.8 承办第 18 届国际高速摄影与光子学大会 / 184
- 18.9 迈向更快更短 / 186
- 18.10 乘胜前进, 不断扩展 / 187
- 18.11 结束语 / 189

第 19 章 中国天文光学设备的发展* / 191

- 19.1 20 世纪上半叶的状况 / 191
- 19.2 20 世纪 50 年代初期的个人科技活动 / 191
- 19.3 20 世纪 50 年代天文仪器得到快速发展 / 192
- 19.4 南京天文仪器厂的工作成果 / 193
- 19.5 发展直径大于 1 m 以上的望远镜及微晶玻璃的研制 / 197
- 19.6 中国专业天文望远镜进出口概况及科普天文望远镜制造的兴起 / 200
- 19.7 南京天文光学技术研究所和 LAMOST 天体光谱望远镜 / 201

第 20 章 中国民用光学仪器发展概况 / 203

- 20.1 光学仪器行业发展历史 / 204
- 20.2 主要光学仪器发展应用和关键技术进展概况 / 205
- 20.3 光学仪器的标准化及质量监督 / 212

1.1

中国古代对光学现象的认识^[1]

中华民族是一个具有非凡创造力的民族,在几千年的历史中对自然界的现象有独特的观察力,在科学技术方面也有创新性的成就。这里要提到几位对光学有独自见解的中国古代人物。

春秋战国时代的墨子(前 490—前 405),一位手艺高超的匠师,也是一位中国古代科学家,对几何光学现象曾作了描述和实验。最著名的是他进行了小孔成像的实验,即物体通过小孔所形成的像是倒像,由于光是直线传播的,墨子还进一步探讨了成像的大小与物体的斜或正、光源的远近之间的关系,提出了初步的几何光学的概念。墨子还提出运动着的物体与运动着的影像的关系;指出不是影像在运动,而是运动着的物体不断地产生新的影像,而原有的影像不断消失的命题。所以,英国著名的科技史家李约瑟讲,墨子关于光学现象的描述比“我们所知道的希腊的为早”、“印度也不能比拟”。《墨经》是墨子和他的弟子写成的著作,全文不过 5 000 余字,分为 178 条,记述了他们对逻辑学和自然科学的认识;其中光学有 8 条,非常言简意深地讲述了几何光学成像和光源等。近代有名的中国光学家钱临照在 20 世纪上半叶注释了《墨经》光学部分内容,并称:“就体制而言,俨然是一部完整的几何光学;就内容而言,是不尚空论,而是老老实实的实验记录……就年代而言,比今日欧美学者所认为世界上最古的光学书籍,传说为欧几里得所写的光学一书还要早。”^[2]

在墨子以后的近千年中,由于战争纷乱,《墨经》失传,光学知识虽有了纵深发展,但并不快。到唐、宋年间,时局比较稳定,科学技术也有了长足发展。就光学的发展来说,这个时期取得了明显的成就。这时,

光学现象的观察较广,天文学上的大气光象、作为反光镜的铜镜制作发达,可控光源(灯具的设计)和冷光源(磷光)、皮影戏放映成像等研究深入,数学引入光学中,所谓“格术”也许是数学与光学的结合,则使光学研究更深入和理论化。

在这个时期出现了几位在光学研究上取得成就的科学家,沈括和赵友钦就是突出的代表人物。

沈括(1031—1095),浙江钱塘(今杭州)人。他博学多才,在自然科学和社会科学上皆有成就,特别在他晚年编撰的《梦溪笔谈》一书,记述了他一生的见闻,以及他对科学和艺术的见解^[3]。他首先提出了所谓“格术”,是一种数字物理方法、几何光学中的成像的最基本的物理规律,包括针孔、反射、折射成像。沈括还把针孔成像与凹面镜成像联系起来。

赵友钦(1230—1310),江西鄱阳人。南宋末年,隐居为道家。学问广博,著作甚多。在其天文学著作《革象新书》涉及光学和数学的第五卷《小罅光景》中,详细地讨论了针孔成像,以日、月为光源,叙述孔的大小对成像的影像;他还用人工可调的光源,研究光通量、发光面积及照度对成像的关系。赵友钦十分科学地研究了成像规律。

中国传统的透镜是水晶透镜,又称“珠”,古代人用它点火,以凸透镜为主。

汉代淮南王刘安(前 179—前 122),发明了平面镜组合的潜望镜。南唐谭峭(生活于 10 世纪),珍藏四种透镜:圭(平凸)、珠(双凸)、砥(平凹)和孟(凹凸)。宋代何远描述了复合透镜。

在此期间中国人还首先发明了一系列光学元件,如北宋刘跂发明了放大镜(凸透镜)。

盛唐(7 世纪)后到南宋(13 世纪),虽然中国与西方来往不断增多,但西方还处于中世纪黑暗时期(600—1492),自然科学的发展速度还较缓慢。所以,上述中国对自然现象的认识以及自然科学技术的发展是独自进行的。

1.2

欧洲近代光学的形成和发展^[4]

欧洲古代对光的本性的认识,包括直进、折射和反射,都出自希腊的哲学家,如恩培多克勒(Empedocles,前 490—前 430)。从 16 世纪末开始,光学从光的本性认识到光学应用(主要在天文学上)有了新的开端,这是近代光学的萌芽。这里特别要提到两位科学大师伽利略(Galileo Galilei,1564—1642)和牛顿(Isaac Newton,1642—1727)。伽利略不仅创造了以他姓名命名的伽利略天文望远镜,而且由于他对力学的发展而使光学奠定了稳固的基础。1666 年牛顿用三棱镜把白光分解成各种颜色,并用折射率来标记。这时,关于光的本性的学说,形成了以惠更斯(Chr. Huygens)为首的波动学说和牛顿为首的微粒学说。

18—19 世纪在光与物质相互作用的基础上,一系列光学现象如干涉、衍射、偏振、色散等被发现,一批著名的科学家用波动理论或粒子理论进行解释。到 19 世纪末,由于法拉第(Michael Faraday,1791—1869)在电磁学方面的研究以及赫兹(H. Hertz,1857—1894)在电

磁波方面的实验等,终于形成了麦克斯韦(J. C. Maxwell, 1831—1879)方程,奠定了光的电磁理论。这个过程可视为近代光学的形成和发展。

进入20世纪,由于对原子结构以及内部发生的事件用经典电动力学已经不适用了,进而用普朗克(Max Planck, 1858—1947)于1900年创立的量子理论来代替。1905年爱因斯坦(A. Einstein, 1879—1955)根据普朗克理论,即量子作为实在的光粒子而存在,这种光粒子叫做“光量子”或“光子”,从而使光学这门科学向光子学或量子光学发展。狄拉克(P. A. M. Dirac)用量子力学的方法研究场和物质相互作用,使场量子化。从而形成20世纪上半叶产生微波量子放大器和光量子放大器的基础。

欧洲近代的光学的应用起始于17世纪天文望远镜的制作,最早的望远镜为1609年伽利略制成的,物镜为会聚透镜而目镜为发散透镜,这是折射式望远镜。称伽利略天文望远镜。

半个世纪后的1668年,牛顿研成第一台反射式天文望远镜,它的主镜是一个凹面反射镜。以后18世纪卡塞格伦用两个反射镜,主镜为凹面镜,副镜为凸面镜,长焦距而结构紧凑。

19世纪初出现了照相机技术。自从1812年弯月形透镜也称“观景透镜”引入照相术后,形成消色差透镜,极大地提高了成像质量。1841年发现对称的透镜能自动消除畸变,故而作为优质照相机镜头系列设计的基础。

19世纪中光的干涉现象得到充分的研究,从双光束干涉到多光干涉,相应的干涉仪出现,从Michelson、Twyman-Green到Fabry-Perot干涉仪和Lumuer-Gehrecke干涉仪,对光学测量和计量学发展起了重要作用。

在欧洲的光学仪器发展中,光学材料是十分关键的,由于欧洲从古罗马时期开始已能生产玻璃,所以光学材料一开始以光学玻璃为主。从17世纪开始,透镜材料就用质量好的玻璃,当时只有两种:钠钙硅酸盐的冕牌玻璃和钾铅硅酸盐的火石玻璃。

最早有规模地生产光学玻璃始于18世纪初,参与者包括德国的弗朗和夫(J. V. Fraunhofer)和他的合作者瑞士人纪南(P. L. Guinand),主要的生产地在德国耶拿(Jena)附近。19世纪耶拿公司制造出全新的高折射和低色散的钡冕光学玻璃,并且德国人鲁道夫(P. Rudolph)创造了消像散透镜。耶拿组成了以生产光学镜头和仪器的蔡司(Zeiss)公司和出产光学玻璃的肖特(Schott)公司。19世纪末这两个公司的德国光学家阿贝(E. Abbe)和化学家肖特(O. Schott)合作发展了光学玻璃,扩大了光学常数范围。这极大地推动了20世纪欧洲光学事业。所以,德国耶拿是欧洲发展近代光学之乡。至今在耶拿还有纪念欧洲近代光学发展的博物馆。

1.3

明清期间(16—17世纪)西方光学知识的传入^[5]

16—17世纪是欧洲资本主义初期迅猛发展时期,科学水平已超越了仍在封建制度下缓

慢发展的中国。欧洲新兴的科学技术最早是通过传教士输入中国。自然科学进入中国是以天文学为重点,光学与此密切相关,可以说伽利略设计制造的天文望远镜是中国接受近代光学知识中最早的东西。耶稣教会中较早进入中国的以意大利人利玛窦(Matthieu Ricci, 1552—1610)最有名,影响也最大。1582年利玛窦来华,1596年进宫呈献的洋礼品中包括三棱镜,并用此表演光的色散。

在这一阶段传入光学知识,当以望远镜为主。1615年葡萄牙传教士阳玛诺(Emmanuel Diaz, 1574—1659)撰《天问略》,其中介绍了伽利略望远镜,虽然原书中未作注明。在传世的著作中,德国传教士汤若望(Johann Adam Schall von Bell, 1591—1666)撰写了《远镜说》,介绍了望远镜的制造和用法。该书从功效、原理、结构和使用等方面介绍了伽利略望远镜,并绘有光路图。

中国人当中应该提到徐光启(1562—1633),他在明万历三十二年(1604年)中进士,步入仕途时,皈依天主教,与利玛窦等传教士相处密切,学习和传播西方知识。利玛窦口述、徐光启笔录两人合作翻译了西方数学名著《几何原本》,其中不少有几何光学的实例。另一位比徐光启稍后也进入仕途而有志于学习明末清初时期西方科学知识的人士方以智(1611—1671),他于崇祯十三年(1640年)中进士,任翰林院检讨。方以智在明亡后易服为僧,以《易》学传世,又广泛与西方传教士为友,学习西学,著《物理小识》一书,其中介绍了不少光学知识,如小孔成像、色散现象以及大气光波动说等。

总之,从明中叶以来,传入西方光学方面的知识以实用为主,打开了国内知识分子闭关自守的状况,使国人更加意识到要西为中用、钻研实学。

1.4

苏州——中国近代光学技术之乡

中国的太湖流域,从良渚文化开始,一直是中国文明发达地区,丝绸、织造、玉器、雕刻等手工业在苏南和浙北地区十分发达。16—17世纪西方光学技术传入后,它也在这个地域较快地得到发展,形成光学工艺和光学仪器制造的萌芽。

从最简单的光学仪器——眼镜讲起。作近视和远视矫正用的眼镜都是单片,当时称为“单照”,有考证过的资料讲它起始于元朝,可能从海上丝绸之路和西北方面西域传来,自制眼镜的生产起始于苏州。建立于1964年的中国科学院上海光学精密机械研究所(简称中科院上海光机所)位于上海嘉定,在所内光学加工车间的不少老师傅来自上海吴良材眼镜公司,后来知道上海吴良材眼镜公司是从苏州扩建来的,建于19世纪末的吴良材老店位于苏州眼镜一条街。可见眼镜的生产在苏州颇有历史。

1979年为追溯中国眼镜的起源,我和同事黄振发等走访了苏州。苏州博物馆帮我们找到一本《吴县志》(民国版),其中记载了眼镜的生产地在吴县横塘乡的新谷村。我们来到横塘镜片厂,设有12个车间,每个车间都在生产大队中,共有1000多人。我们看到古