

光学仪器及其应用

[英] D. F. 霍勒 著



科学技术文献出版社

内 容 简 介

本书共10章,内容包括英国光学工业的发展史、望远镜、显微镜、工业和商业用的摄影机、教学用的投影仪、大地测量和水平测量、工程测量、光谱化学分析、眼科和医疗仪器等。

本书的特点是:系统性,先进性,适应性,并对现代光学仪器领域中先进技术,如:纤维光学、高速摄影、彩色扫描仪等作了重点论述。内容丰富,专业范围广,适用于各工业部门。

可供光学、机械、化工、电子、医学、生物、石油、军事等部门的工程技术人员以及有关专业的中等专科学校、高等院校师生阅读。

Douglas F. Horne
Optical instruments and
their applications

光学仪器及其应用

余发棣 熊昭琪 余晓华 译
余发棣 校

科学技术文献出版社出版
北京京辉印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092毫米 16开本 12.5印张 315千字

1988年8月北京第一版第一次印刷

印数: 1—3200册

科技新书目: 173—100

ISBN 7-5023-0587-4/TH·2

定价: 3.30元

3.30

译者序

《光学仪器及其应用》一书，重点是对英国光学仪器工业作了系统的阐述，也联系到德国、美国及其它各国光学仪器工业的情况。从本书第一章“英国光学工业的发展史”中，使人们不仅了解了英国光学仪器的发展，从中也知道世界各国光学仪器的发展。

随着科学技术的发展，光学仪器应用十分广泛，在科学研究、生产、教学中都是不可缺少的，尤其是在精密机械制造工业中，没有光学仪器就无法判别和控制产品质量。

随着现代科学技术的发展，光学仪器也迈出原有的范畴。目前，光学仪器已和电子技术，特别是计算机技术密切结合，使光学仪器在设计、生产、应用方面大放异彩，有着更美好的前景。

本书有以下几个特点：

第一，系统性。本书系统地对各种光学仪器作了阐述，由低级阶段向高级阶段发展，在发展过程中，着重探索那些关键技术、解决那些技术难题，一浪一浪地前进；从古到今，从近代到现代，承前启后，继往开来，有本有源，有一条很清晰的发展道路。

第二，先进性。本书对现代“光学仪器”领域中一些先进技术作了重点论述，对目前科研、生产、教学有一定指导意义。例如，夜视望远镜、纤维光学、高速摄影、空中摄影、彩色扫描仪、彩色电视、天象仪、体视观察与体视绘图、激光技术的应用、光栅的应用、光谱化学分析等等。从中可以看出，先进的科学技术的发展和精密的光学仪器是不可分割的。

第三，适应性。本书由于内容丰富，包括专业范围很广，适应性很强，对许多工业部门都很适用。

但由于译者水平有限，难免有错误的地方，欢迎批评指正。

译者

作者序

三本光学书（光学制造工艺；分度、标尺、标记；透镜机械加工工艺）发表以后，我认为对于设计工程师或仪器制造者来说就没有合适的书值得阅读了，他们对设备制造（包括光学部件在内）很感兴趣。光学元件常常是控制机器、控制工业程序、飞机航行等系统的核心。

如果没有望远镜，怎能测量乡村、设计平面图、建造船舰呢？现在社会又怎能没有照相机、电影、电视放映机、书、地图、杂志插图呢？科学家、冶金学家、生物学家如果没有显微镜又怎能观察微小的物质呢？工业的进步总是以采用光学标尺、分划板、光栅的精密制造技术为基础的。在钢、非金属材料、化学、气体的生产中只有采用光谱化学分析方法才能控制质量。

我力图把不同型号的仪器分成独立章节，但是经纬仪却包括望远镜和读数显微镜。文件资料复印机、工程用投影仪、微缩阅读器、光电打字机、印刷报纸杂志书籍用的彩色扫描器都能把图象投射到光敏材料上，因此可以划分在摄影机一章中。

光学工业的重要意义常常在外表上表现并不明显。本书的主要目的是阐述典型的光学仪器及其应用，我怀着一种愿望，要使青年工程师在这种具有魅力的光学工业中找到自己合适的专业。为了提高生产经济效益，发挥工程设计师的创造天才是必要的。自从1950年以来，电子数字计算机已经帮助改善光学仪器的性能，也希望制造工程师们在生产中发挥创造精神。

光学设备的优良设计可以保证公司经理在市场竞争中的信誉，经理们常常热心地对大量买主进行预测。扩大生产规模和调整新的建筑物投资消耗定额，现代化工厂和机械制造的生产效率才能提高。满足了顾客的要求而得到的现金能更进一步扩大新的产品设计。

在80年代期间，由于微型电子工业的迅速发展，制造了许多精密的设备，这些设备在光学仪器制造中已经应用，实际上，电荷耦合装置（一种金属氧化半导体微型电路）已经用来作为固态彩色电视机高分辨率的成象仪器。这些技术的发展对摄影设备的设计有很大影响，而且在电影事业中用低成本的存储器代替银乳胶胶卷，这种存储器能用一种微型形式在磁带或随意存取的固态记忆装置中存储起来。

在20多年中，在集团性的光学仪器生产中，我已有制造许多光学仪器的经验，正如本书中所阐述的一样。遗憾的是，从一种以设计和制造多品种为基础的成组生产结构方式发展为个体的生产结构形式，由于缩小产品的生产范围在市场竞争中具有优越性，因此现在任何人要想在光学工业方面具有广博的知识是非常困难的。

自从I.牛顿先生（1643—1727年）时代到现在，英国光学工业已经发展250多年了。本书不可能对这一时期的光学工业的进步有过贡献的人都全面地进行阐述。但凡属和英国光学工业的历史有关的公司和个人，在本书第一章中都作了扼要的介绍，这些公司在光学设备的制造中享有盛名，这些名人在承担光学仪器的设计和制造中负有重要责任。公司的名称按字母排列，收集到1970年为止。20世纪期间发展起来的光学工业国家的读者对英国光学工业的发展史是会感兴趣的。

本书收集了 300 多张照片和 160 多张卡片和图片对光学仪器作了解说，这些仪器都是由英国及欧、美一些国家的公司制造的。没有这些公司的合作，本书的出版也是不可能的。

作者 D.F. 霍勒

目 录

1. 英国光学工业的发展史	1
1.1 巴尔和斯特劳德公司	1
1.2 钱斯和皮尔金顿公司	6
1.3 达尔麦耶尔公司	9
1.4 多兰德和阿尔及森公司	10
1.5 贝克公司	13
1.6 T·格鲁布和 W·帕尔森公司	14
1.7 精密工业和静电复制公司	15
1.8 联合王国的光学公司	23
1.9 维克尔仪器公司	25
1.10 维特森公司	27
2. 望远镜	28
2.1 导言	28
2.2 天文望远镜	34
2.3 夜视望远镜、象增强器、纤维光学	38
3. 显微镜	42
3.1 导言	42
3.2 显微镜的光路和照明装置	45
3.3 生物和金相显微镜	51
3.4 显微镜摄影	54
3.5 相衬反差与干涉显微镜	55
3.6 荧光显微镜	59
3.7 偏振显微镜	60
4. 工业和商业用的摄影机	62
4.1 导言	62
4.2 电影摄影机	64
4.3 录音摄影机	69
4.4 高速摄影机	71
4.5 专业用摄影机和空中摄影机	72
4.6 文献资料复制	72
4.7 活版印刷术和平板印刷术	77
4.8 照相排版	82
4.9 彩色扫描仪	91
4.10 激光照相凹版印刷术	99

4.11	图片自动传递和记录	100
4.12	彩色电视	103
5.	教学、游艺用投影仪	106
5.1	导言	106
5.2	电影放映机	110
5.3	印刷机记录器和胶卷滚筒观察器	113
5.4	天象仪	115
5.5	光源	117
6.	大地测量和水平测量	120
6.1	导言	120
6.2	钢带尺大地测量法和平面工作台设备	122
6.3	横向大地测量	124
6.4	视距测量法	131
7.	空中测量与摄影测量	136
7.1	导言	136
7.2	体视镜观察	138
7.3	地形测量和绘图	141
7.4	空中摄影	145
7.5	体视绘图仪	148
7.6	正交摄影绘图学	154
7.7	体视镜测量	155
8.	工程测量	157
8.1	导言	157
8.2	观察望远镜	157
8.3	测微准直望远镜	158
8.4	准直光管	164
8.5	自动准直	165
8.6	水准器和测角器	170
8.7	外形投影仪	172
8.8	干涉仪	175
9.	光谱化学分析	180
9.1	导言	180
9.2	光谱仪和单色光谱仪	183
9.3	吸收光谱仪	186
10.	眼科和医疗仪器	187
10.1	导言	187
10.2	眼科检查	188
10.3	镜片试验	189
10.4	医疗	190

1. 英国光学工业的发展史

1.1 巴尔和斯特劳德公司

测距仪

1888年5月25日,英国海军部在工程杂志上刊登一则新闻,征求对一种测距仪投标。这种测距仪可以由一个步兵战士操作,能对2500码(2100m)远距离的固定目标测距。

工程教授巴尔博士和物理教授斯特劳德博士,两个人当时都在约克希尔州(现在利兹大学)工作,在两个星期内设计了一种通用结构,提出了短程测距仪原理。1888年6月30日申请专利权,1889年6月29日批准。

这项专利所包括的发明有三个基本思想,这就是巴尔和斯特劳德测距仪区别于其它测距仪的关键所在。

(a) 重合法的建立 进入仪器左右端的光束所形成的两个象,完全被分离。一个象在分离线的上边,另一个象在分离线的下边。装在测距仪底座上的目标所对应的角促使两个象发生水平偏移,其偏移量和测距的范围成正比。1896年1月,机械工程学会举行的讲座期间,教授们对这种能达到高精度的技术作出了解释。这就是目前所用各种照相测距仪的原理。

(b) 反射棱镜转换法 利用小角度折射棱镜P使局部图象重合的方法,可用来测量局部图象的位移。把反射棱镜安放在会聚的光束中,棱镜可沿着光程作纵向移动。光棱镜从P点移到P'点,象的位置也从C点变到C'点,因而棱镜纵向运动是测量局部图象位移的一种方法(图1.1.1)。

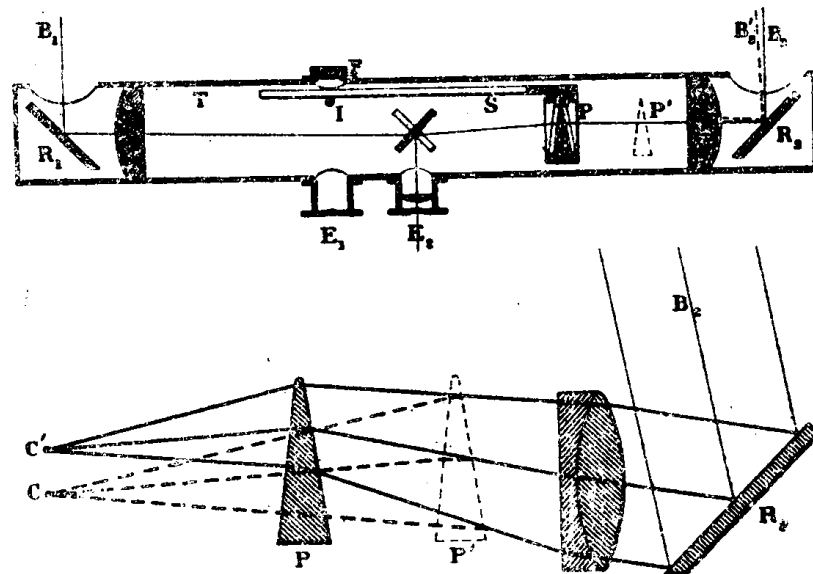


图 1.1.1 测距仪用的反射棱镜

后来设计的测距仪就用五边形棱镜代替反射镜 R_1 和 R_2 。

早期的测距仪,棱镜移动6in(英寸),可以测量无穷大和250码(210m)范围之间象

的位差。测量一个弧秒级角度的棱镜移动量为 $1/200\text{in}$ (英寸)。在视场内, 一弧秒角度两个象的分离度是 $1/8000$ 英寸, 因而通过棱镜的转换可以放大 40 倍。

(c) 转换棱镜和测距标尺相组合 把一根标尺的附件接到可移动棱镜上, 可减小因机构不完善而产生误差的可能性。这一特点也是巴尔和斯特劳德测距仪形成权威的一个理由。

巴尔和斯特劳德研制的第一台海军部用测距仪没有被验收。但在 1891 年, 英国海军部又要求他们设计一台海军用测距仪, 这台测距仪 1892 年在卡赛姆地方装到阿里约赛号军舰上。1893 年签订了五台测距仪合同, 其中包括棱镜在内的全部重要光学元件都由黑格尔公司承制。

1895 年, 许多国家 (除德国外) 都要求研制海军用测距仪, 于是设计和制造了火控仪器。1904 年, 英国恩尼斯兰、格拉斯哥的一家新工厂里又建立和发展了光学元件生产, 一直延续到 1912 年。经过 24 年合作生产之后, 巴尔和斯特劳德商号 (那时雇用 1000 人) 变成以巴尔为董事长的有限公司。1917 年, 法国人莫里逊和约翰·马尔顿被任命为巴尔和斯特劳德公司的副董事长。

在这段发展时期, 测距精度有了巨大改进。1888 年, 原来的仪器在 1000 码范围内有 4% (40 码) 的误差。1892 年, 海军测距仪已改进到 3000 码达到 3% 精度级, 这就是当时枪的有效射程的精度级。直到 1916 年, 大型海军枪炮射程为 25000 码, 测距仪的误差小于 250 码。

潜望测距仪

1916 年, 巴尔和斯特劳德公司签订了第一个六台潜望测距仪的合同。潜望镜的光学长度为 30ft (英尺), 带有基本长度为 3ft 的测距仪。那时, 主潜望镜管直径为 6 英寸 (150mm), 设计成单管式, 这种潜望镜可以对长期在水下进行观察作业的潜水人员进行眼睛训练。斯特劳德博士解决了潜望镜测距的技术难题。1917 年和英国海军部签订了 20 台完善的潜望镜 (其中包括测距仪) 合同。

在早期的巴尔和斯特劳德的潜望镜中包括以下几项革新建议。

(a) 内调焦 从前设计的潜望镜都有单独的调焦镜头 (在目镜的外部), 以便和观察者眼睛相适应。巴尔和斯特劳德安排了一块潜望镜的内透镜, 内透镜由一个万向接头移动, 可以进行连续调焦。

(b) 内彩色玻璃 为了代替在目镜上安装一个外伸杯形座, 就把彩色玻璃装进光学系统。

(c) 控制操作 为便于移动潜望镜方位角, 设计了一个可转动的手柄, 以便控制放大倍数和控制棱镜顶部的垂直运动。

(d) 距离计算器 这是一种装在潜望镜上的仪器, 这种仪器能够计算距离, 测出被测目标的倾角。根据目标高度测量对应的角度, 因而, 利用已知目标的高度, 很容易计算出距离。

双管潜望镜

1924 年, 英国海军部和巴尔、斯特劳德经过几个月讨论之后, 又要求研制一种 40ft 长、直径为 9.5in 的双管潜望镜, 包括透镜和棱镜。这种透镜和棱镜能使光束通过两个窗口下射

到主管，通过透镜把两束光合并。透镜1和2是楔形的（图1.1.2（a）），以便透镜把光束转换到共用的透镜3和4。设计底部透镜5，使光相交，到达右边目镜的光束从棱镜1的右边射入。按照这种方式，真实的立体图象可在观察者的面前出现，而不需要专门训练观察者的眼睛，就可以检查和鉴别远距离目标。双管潜望镜可用作“搜索”和“巡航”潜望镜（图1.1.2（b））。

随着巴尔和斯特劳德研制的单管和双管潜望镜的发展，允许潜望镜在更大的水下速度和深度下应用。随着“通气管柱”技术的发展，需要更好导航，保持观察方便，因此需要安装一种抗震的光学系统、人工水平仪、测距雷达、测量天体的六面棱镜，以便在大于10海里的潜水速度下能够满意地进行控制。

1950—1960年，核反应堆、化学方面、一般工程等许多方面需要用一种远距离观察光学系统，还要给英国下议院研制一种100ft长的特殊潜望镜，使控制操作工程师能看到有多少国会议员和特殊人物参加大会，根据观察情况，对通风系统进行调整，以保证一种很舒适的条件。

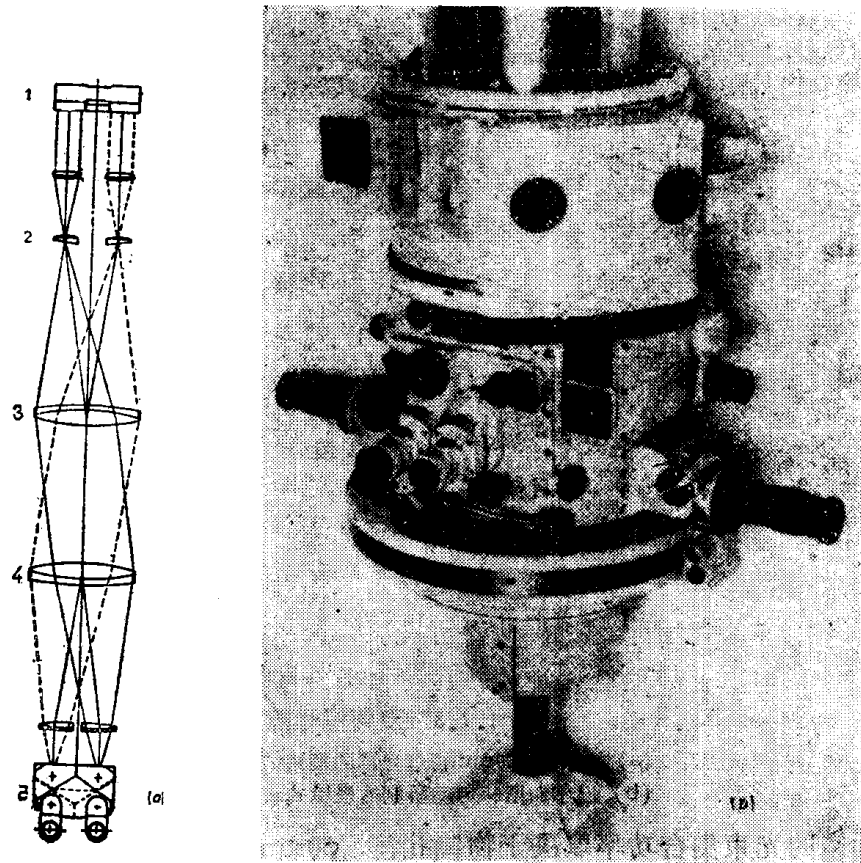


图 1.1.2 双管水下潜望镜

(a) 反面：CK1型水下双管潜望镜的光学分解图。
(b) 上面：双管水下潜望镜的末端。

双管望远镜

格里林双管望远镜，1919年被巴尔和斯特劳德研制成功。这种棱镜式双管望远镜，采用观剧的小望远镜形式，可用于造船和架桥工程。第一台夜间用双管望远镜曾参加竞赛性试验。10多年后，在1930年12月，该公司和英国海军部签订夜用棱镜式双管望远镜合同（图1.1.3）

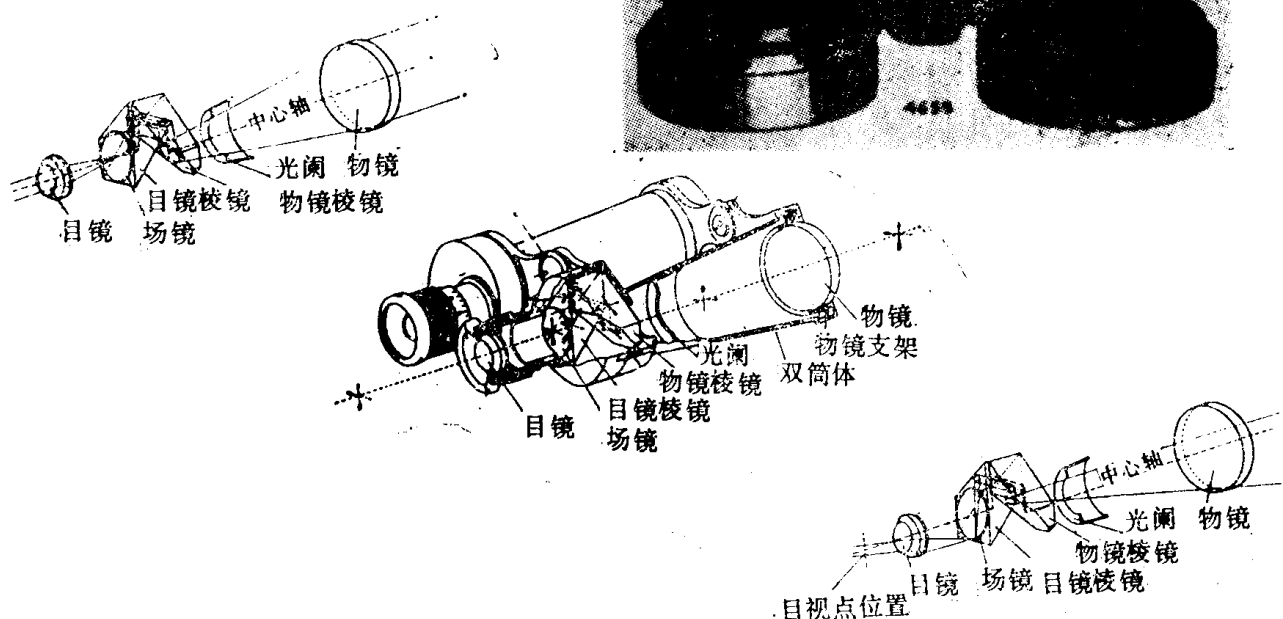
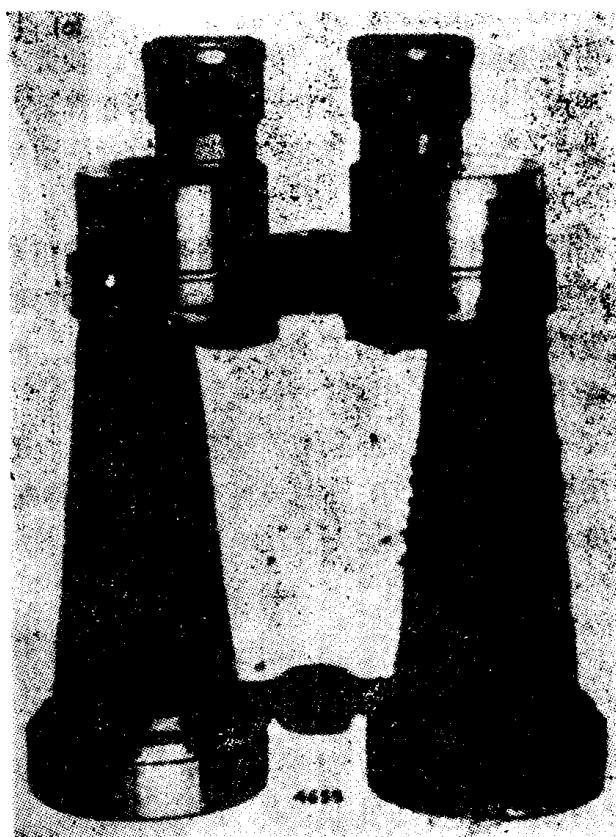


图 1.1.3 双管望远镜

- (a) 一种 $7\times 50\text{mm}$ 带遮光罩的棱镜式双管望远镜；
(b) 巴尔和斯特劳德研制的棱镜式夜用双管望远镜。

双管望远镜的光束集合功率取决于物镜孔径，50mm 直径用于夜间双管望远镜，效率已经足够。在夜里，7mm 直径相当于人眼瞳孔的最大尺寸。而观察者的眼睛是根据各种照明条件的光线而漫射的。目镜孔径任意增大不能使到达眼睛光的能量也增大，正如发射孔径不能大于人眼的瞳孔。

光学反射瞄准具

驾驶员的视线说明了一个设计问题，在应用中，驾驶员既要有足够的观察自由度，又不要损坏观察目标。这就要求在光学系统中有一个很大的孔径，这种光学系统才能把目标投射到视场中去。第一次成功设计的一种抛物面金属反射镜，型号为GD5，这种反射镜已列入1934

年的专利项目中，产量很大。

1937年，进一步改进了设计，又进行了大量生产，给反射镜换了一个透镜系统，带有 $f/0-68$ 数字孔径。在 1939~1945 年第二次世界大战以前和战争期间，产量非常大。GM2 型瞄准仪具有以下功能（图1.1.4）：

- (a) 把视线对准目标。
- (b) 对准目标，确定预计的距离。
- (c) 计算任意瞬间的目标距离。

剖面视图表示了 3.6in 孔径的目镜由四块透镜组成。被灯组照明的分划板通过物镜投射到荧光屏上，再反射到操作人员的眼睛上。由于反射镜是用清晰的玻璃制造的，通过反射镜可以观察到目标。分划板中心点(S) 和可调的水平测距棒的安装间隔(R) 提供了一种测距方法，使目标的尺寸为已知数。测距标尺刻有从 150~600 码的标志，表示测距棒之间的间隔的基准标尺刻有从 40~100ft (英尺) 的标志。

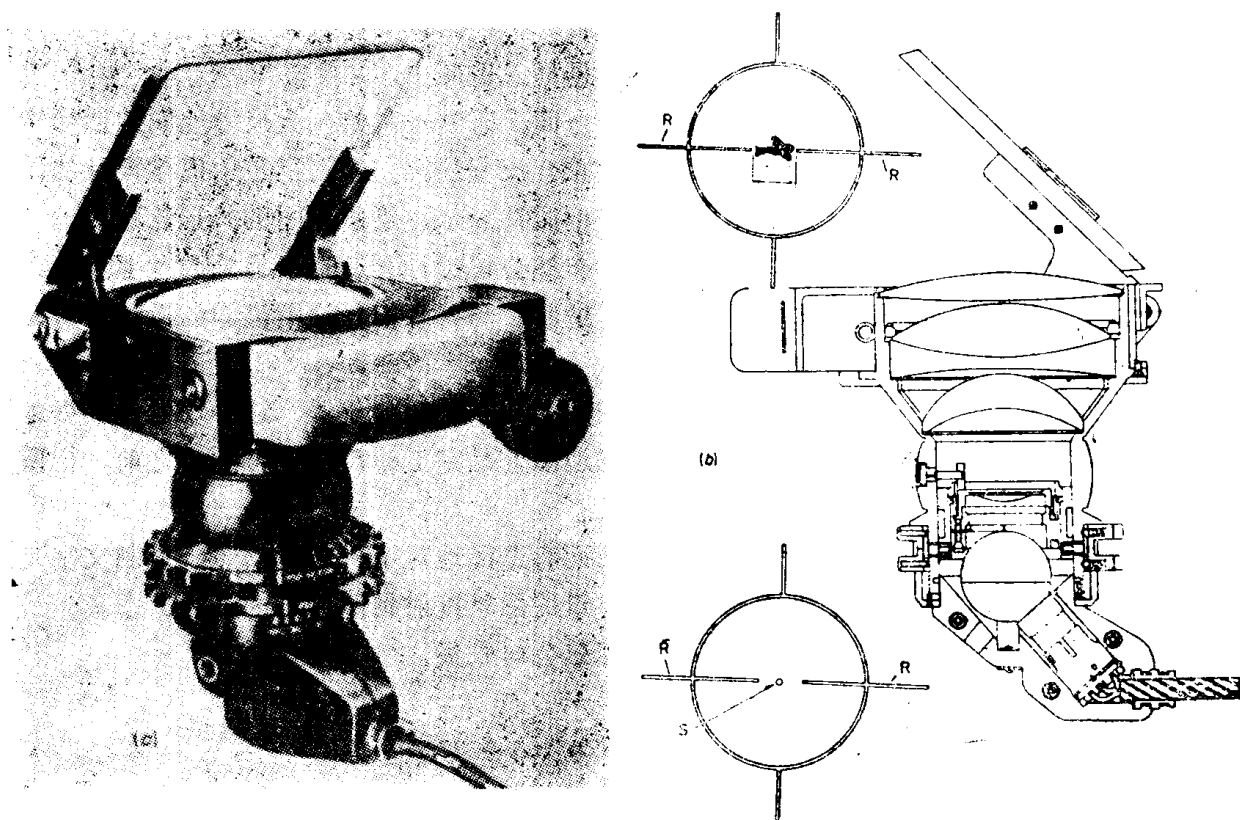


图 1.1.4 反射瞄准具

- (a) 巴尔和斯特劳德的GM2型光学反射瞄准具、飞机距离计算尺。
- (b) 示意图。

空中测量和空中摄影

1924年，英国陆军部空中测量委员会成员视察了巴尔和斯特劳德公司，了解该公司是否能设计和制造一种新的空中测量仪器。英国陆军部空中测量委员会是1920年建立的，目的是对陆军用的设备和方法进行开发性的研究。

第一台仪器是军事上用的地形摄影仪和立体摄影仪。这台仪器可以和空中摄影仪器配套，进行立体观察（图1.1.8），在网格平板下安放待观察的两个照相底板，当进行立体

观察时, 网格线具有一种网格现象, 一直延伸到地面。调整网格板, 则网格既可以相互靠近, 也可以相互分离。这种运动的效果, 可以升高或降低这种网格, 从而能根据任何所选定的目标特征重复地测量。任何高或低的地形特征都可以观察到。1927年交付的这种简单的仪器提供了一种快速绘制小尺寸地图的方法。

利用 ZD15 型精密立体摄影机可以得到良好的定向摄影。ZD15 型精密立体摄影机有玻璃网格, 上面蚀刻有对角线, 以代替地形立体网格。网格的基线都是相同的直线, 每台摄影机都安装在一个以基线为中心定位的转台上。

那时, 霍顿是一个经常访问格拉斯哥 (英, 地名) 的人, 是巴尔的朋友, 霍顿后来成为索约普顿的机炮测量总长。

一种快速、简便的修正方法, 能使旧地图通过插入新的测量具体数据而得到修正。先设计一台幻灯机, 这种幻灯机和讲座用的投影幻灯机相似。在复制面板上安放一块照相底板, 在荧光屏上安放一张从地图上复制的半透明印刷图板。沿着光轴调整两张图片, 复制图版给出一定倾斜度以便和当时空中摄影的感光时间一致。再根据试验和误差情况进行调整, 直到控制点的投影图象重合为止, 然后, 把详细的数据插入地图中。

1925年, 巴尔和斯特劳德公司又签订了一个合同, 研制一种绘制大尺寸地图的地形绘图机, 这种地形绘图机既可以立体摄影, 又可以按重合原理绘图。绘图机是由巴尔设计的, 以便在绘图板上绘制部分地形图, 地形图用两张空中照片表示, 绘制地图的外形轮廓线。

以南菲福尔卡德的专利为基础, 巴尔和斯特劳德公司设计和制造了另外两种照相绘图机: 福尔卡德立体摄影机、汤普森绘图机。里廷纳特、汤普森担任绘图机构的设计任务, 当时他们都是空中测量委员会的研究人员。

1928年, 英国陆军部要求设计一种能给地图进行文字拍照的仪器, 这种仪器是根据地理区域测量的专利为基础的。拍照的主要目的是把地图上已完工的尺寸进行缩小之前, 把所需的文字标注在地图上。

一个圆盘装载着标准字母, 通过圆盘的转动而有选择地对字母进行拍照。复制文字是由灯光照明, 利用放大倍数可变的光学系统, 把字母的图象投射到照相机的纸版上去。

1977年, 巴尔和斯特劳德公司被皮肯顿布劳兹公司收买。

1.2 钱斯和皮尔金顿公司

1957年, 黑林、兰开舍尔地区的皮尔金顿公司和斯麦斯威开、伯明翰地区的钱斯公司把光学仪器的生产业务卖给埃什甫、北威尔士地区的一家新厂。

一个更大的皮尔金顿公司1966年在爱什甫开业, 研究和制造光学系统, 这种光学系统在机械工业上现在还在应用。

皮尔金顿兄弟公司

1826年, 维廉、皮尔金顿和三家本地股东创办了黑林冕牌玻璃公司, 选用了砂子、苛性钠粉末、白云石、生石灰作玻璃材料。从附近煤砂中可以找到煤, 运河可以运输材料和煤。1849年, 当地的股东收回自己的资金, 该商号又改名为皮尔金顿兄弟公司。那时, 窗用玻璃产品几乎为冕牌玻璃公司所独占。

钱斯在 1888年所写的论文中认为: 在用空心铁棒把玻璃毛坯吹制成初始的玻璃平板之

后，圆盘可以进行旋压。他写道：

“一个工人……在脸上蒙上一个面罩，站在一团烈火之前，他很快地把废玻璃品投进火焰中，同时，旋转铁棒，由于热和离心力的组合作用，立即可以看出在空心铁棒的尖端发生膨胀，周围的物体不能阻挡这种膨胀的趋势……过一会，就可看到旋转出一块薄的半透明圆形玻璃平板，在玻璃坩埚中进行这项操作只需要几分钟。”

在1835—1845年期间，为窗门而制造的圆盘玻璃被平板玻璃所代替，这种平板玻璃由圆筒吹制而成。玻璃吹制成空心圆筒，然后沿纵向切开，再展平。

只要进行三项改革就有可能采用一种连续生产方法代替传统的坩埚炉法。1863年，西门研制出一种再生炉，在燃料方面更加经济。到1870年，彼维芝炉或冷却炉，可以把退火时间从8小时减少到30分钟。1873年，西门箱式炉代替传统的坩埚炉，这种炉可以把大量的玻璃原料加热到所需的熔点温度1550℃。

那时，还采用了一种制造平板玻璃的罐式炉。在黑林郊外黑尔地区有一家新建的工厂，就是为了制造这种平板玻璃而建立的。五年以后，即1878年，这家新兴厂制造的平板玻璃产量已达原来工厂的数值。原来的工厂在1773年是由英国浇铸玻璃公司建造的。直到1905年，即在皮尔金顿引进平板玻璃制造技术30年内，他们是英国唯一一家平板玻璃制造厂家，在生产过程中，技术上进行了大量的革新和改进。

早在1920年，皮尔金顿兄弟公司和美国福特电气公司，在平板玻璃的开发研究过程中，采用同样的熔炉，轧制了玻璃条带。

1923年，皮尔金顿引进了第一台连续研磨和精加工机床，这种机床可以把切好的平板玻璃输送到一系列的平台，又把玻璃板从磨床上送到抛光机上。1935年，又引用了双晶研磨机，这种研磨机能够研磨长300m的玻璃条带，当玻璃从退火炉两侧中流出来时，在平板玻璃切成板材之前进行研磨工序。这种技术在制造高质量的平板玻璃方面取得了巨大的成就，但有20%是废品，花费巨额资金和加工费用，需要改善生产过程。

1959年，公布了一项玻璃流动制造方法。玻璃条带连续地流出熔炉，沿一个封闭的熔槽的表面流动，在高温下控制气压，保证有充分时间来完成这种不规则的熔化过程，使得平板玻璃两个表面光滑而平行。

然后玻璃条带进行冷却，再向前移动，通过熔槽，直到玻璃条带表面变硬，以便将玻璃条带从熔槽中取出。不需要在玻璃条带底平面做标记。

玻璃流动制造方法有以下优点

- (a) 液体表面保持自然的光滑、平行；
- (b) 玻璃条带成形速度由炉子熔解能力决定；
- (c) 流动玻璃的成本只等于平板玻璃制造方法的一小部分；
- (d) 玻璃带的宽度和厚度可以根据流动槽子和冷却器的许用范围很容易改变。这样可以提高仓库的利用率，可以根据玻璃切割的等级配套存放；
- (e) 所制的玻璃表面光度质量高，表面损伤率比用表面精加工方法低得多；
- (f) 因为玻璃制造过程是水平的，所以退火就不成问题；
- (g) 在退火后，玻璃条带已经具有精致的表面，这样，对玻璃切割、存放等工作，可以实行仓库保管自动化；
- (h) 这种生产过程至少可以自由运行两年而不停止。

钱斯兄弟公司

光学玻璃不能局限于一种单一的结构，要根据不同的用途而有不同的折射率和色散率。1759年，约翰多兰为他自己的镀铬透镜而申请专利权，当时他只有两块自己用的双晶玻璃，即普通的冕牌玻璃和火石玻璃。

1798年，吉纳德经过几年的试验之后发现可以采用延长和连续搅拌的方法来均匀熔状玻璃的密度，这种搅拌方法可以排除生产过程中发生的气泡。1805年，吉纳德离开瑞士参加慕尼黑福明合富的一个宗教仪式（1787—1826），制造一些物镜用的玻璃圆盘，直径达到350mm。

亨利·吉纳德的小儿子在法国和乔治·波廷普、勒利包斯研究有关玻璃制造问题，1836年也制造了一块直径为350mm的火石玻璃，1843年这块玻璃和一块冕牌玻璃相配，勒利包斯用这种元件制成的目镜从1849年起所有权归巴黎观察站所有。1838年，钱斯取消吉纳德方法的英国专利权，付给亨利、吉纳德3000法郎，由于邦廷普参加结构设计也付给他相当数目的法郎。

1848年，邦廷普离开法国到英国和钱斯兄弟公司签订建立一个新厂的合同，制造望远镜上的硬质冕牌玻璃和火石玻璃，还制造了一块照相机用的软质冕牌和火石玻璃。这是伯明翰制造光学玻璃的起点。1849年初，英国伦敦的眼镜制造商就供应这种玻璃。1851年，又研制一种新的细密的火石玻璃。一块直径为740mm、重200lb（90kg）的物镜圆盘在展览会上展出，获得一枚理事会奖章。

再过30年，一套天文望远镜用的物镜圆镜片经过艰巨的努力终于制成。成功愈早收益愈大，失败次数愈多损失愈重。由于采用一种铸造和退火的缓慢生产过程，这种产品的制造周期要持续数月之久，如果第一次尝试不成功的话，还要延续几年。经过漫长的严峻考验，在最后几年，大型物镜终于被一种金属反射镜所代替，这种反射镜很容易制造。

为格林威治天文台研制的一对直径为710mm圆盘镜片，在1887年签订合同。在第一次尝试中就制造出火石玻璃圆盘镜片，但经过5年的时间才制造出冕牌玻璃圆镜片。

专用的物镜不生产了，但眼镜制造商却对小型铸造镜片感到满意，这是一种意外的成就。在德国耶拿玻璃研制工作开始以前，世界上仅有的光学玻璃制造商就是钱斯兄弟公司和巴黎的菲尔公司，两家公司有足够的生产任务维持两家商行营业繁荣。

在1862年，当邦廷普回到法国，光学玻璃部门保证对钱斯兄弟公司投资，他退休10年以后，由亨利·钱斯继承。到1895年由乔治·钱斯继承。这是初期的情况，通过10年的研制工作，在耶拿地区又开辟了一种优质光学玻璃的新领域，钱斯商行希望在伯明翰创办一家类似规模的商行，否则他们的商业就会失去市场。

耶拿大学天文台长爱贝教授认识到需要从普通的消色差透镜中消除二级光谱，而且在透镜器件的折射率和色散率之间要有很大的变化。1876年，他又在报纸上讨论了这些要求和满足这些要求的方法。

消色差透镜是由一种冕牌玻璃制成的正透镜元件组成，这种冕牌玻璃具有低色散率，并和一块低功率而高色散率的负透镜器件相接。这种镜片可以中和黄色和蓝色，绿色需要过校正，红色和紫色需要欠校正。

为了校正二级光谱，需要有一种冕牌玻璃，这种玻璃在蓝-紫色光谱区具有相当小的色散效应，还要有一种具有相反效应的火石玻璃。选择一种异常的玻璃，就需要进行复消色差

校正。

1880年，斯可特博士，他是威斯特福林玻璃工业学校的毕业生，他和爱贝一起研究用何种玻璃配料可以获得所需的玻璃的光学特性。在1884年，斯可特、爱贝、蔡斯在耶拿地方用自己的资金合资开办了一座玻璃工厂（其中蔡斯公司自从1846年起在耶拿制造显微镜），立刻得到普鲁士政府财政上的支持。1886年，列出的第一批玻璃产品就具有44种不同的成分，其中19种成分相当新颖。斯可特已经系统地列出各种可能的配料，进行上千次试验。

1888年，蔡斯死后，爱贝教授成为耶拿地方蔡斯工厂的董事长。

1897年，钱斯兄弟公司聘请莱姆为科学经理，由莱姆指导大规模试验工作，在以后三年中，对软质火石玻璃和硬质冕牌氧化钡玻璃特别注意。但他在困难面前失败了。1900年卢森汉担任该厂经理。卢森汉有一分科学试验实况记录，但他的研究工作成本太高，不能很好地解决问题，也失败了。1909年，S·纳姆布被任命为该厂经理，他使新型玻璃的研制工作有很大进展。

为了继续进行研究工作，设计了980mm气体燃烧炉，700mm直径的大型圆盘也恢复生产。1914年，熔状玻璃搅拌机在钱斯工厂投入生产使用。

在1915年和1916年中，军事上用的双管望远镜和照相机的大量需求刺激了设计更大的炉子。克服了有关新型钡玻璃制造上的困难，英国供应的氢氧化钾的研制工作（碳酸盐、硝酸盐、氧化钡从前都是从德国进口）也很快发展起来。

在讨论中，可以引用几段莱姆普洛1919年3月27日发表在《自然》杂志上的文章：“考虑了战后工业的形势，很明显，德国有着制造光学玻璃的丰富资源，德国眼镜商很需要这种光学玻璃。有关玻璃原料的区域人们不需要有任何顾虑，玻璃原料可以满足透镜设计者的需要。不会有任何明显的意外，钱斯兄弟公司利用他们从前的经验和试验室的研究工作就能生产玻璃，根据光学系数，1913年耶拿市所制的明细表中列出了全部玻璃系列。”

玻璃工业进一步发展，为实际的研究工作展现了更好的前景，这种研究工作是英国科学仪器研究协会所倡导的，最近该协会在英国光学仪器制造协会指导下才组成（1979年），这个协会命名为科学仪器研究协会（S.I.R.A.）联合公司和科学仪器制造协会（S.I.M.A.）。为了在国内保持玻璃制造方面的优越地位，无论如何，不仅需要提高原材料的质量，而且有必要增加制造资金，以便和外商进行竞争。玻璃制造商要用更多的时间专心致力于完成这项调查研究工作，要满意地达到这一点，技术上没有什么困难。

然而，要扩大出口的可能性和改善英国玻璃的质量，可以设想，未来的工业只有通过通过对普通光学玻璃进行优化设计、提高制造精度、降低造价才能维持国内外市场的优越地位。

.3 达尔麦耶尔公司

达尔麦耶尔公司在1860年由达尔麦耶尔（1830—1883年）建立。他出生在德国，1851年来英国成为一个英籍德国人。

1860年，他对自己最早发明的三层透镜申请专利，这种透镜是用三层透镜胶合而成。一块光阑正好占据负透镜的中心位置，这个位置对视场有明显影响。在1865年，他发明一种达尔麦耶尔·里开特林尔透镜，这种透镜由两层薄透镜胶合而成。那时，这是一种优良的多用途透镜，带有一个f/8光圈，这种手提式照相机业余摄影爱好者已经用了30年。1866年又采用了这种多用途透镜的专利。

过了几年,在他父亲去世之前,达尔麦耶尔(1859—1905年)担任了该公司的经理,设计了新的透镜。第一台望远镜透镜是由T·R·达尔麦耶尔在1891年设计的,接着,在1891年又设计了“Adon”望远镜透镜,这是一种很小的变焦距的望远镜物镜。第一版由T·R·达尔麦耶尔望远镜照相制版的书是由W·黑勒门在1899年出版的。

J·H·达尔麦耶尔私有公司在1892年建成。从1906年T·R·达尔麦耶尔死后,C·F·兰-达维斯继续进行复合单片望远镜的设计工作,直到他在1915年战争年代服兵役而死为止。

对透镜制造系列的设计和改善成为L·B·布斯的主要任务,他在1919年为达朗发明的复合单片望远镜透镜申请专利。这种透镜是用两对薄透镜胶合而成,这种胶合透镜采用一种由伯明翰钱斯兄弟研制的硬质钡冕牌玻璃。

1920年,大孔径、消象散的“Pentre”透镜申请专利,这种镜头由一对近似对称的透镜组成,在透镜的前面和后面带有一块单一的负透镜元件,这块负透镜位于可变光阑区。这种均质的镜头带有一种 $f/2.9$ 最大工作光阑,具有优良的清晰度和很好的光学校正特性。

为了采用这种镜头,进行有效的设计,研制了三种规格的达尔麦耶尔快速照相机,每一种照相机都带有一个焦点平面型光阑。这是早期设计的精密微型照相机,尺寸最小的一种,成像尺寸为 $4.5\text{cm} \times 6\text{cm}$ 。

具有 $f/3.5$ 和 $f/4.5$ 光圈早期的放大镜型号,1929年英国爱门纳开杂志上已有讨论,第一次专门设计了放大的镜头。

到1970年,在工业上、科学上、研究工作上应用了大约有1000种不同型号的达尔姆耶尔型镜头。(图1.3.1和图1.3.2)。



图 1.3.1 影片摄影机的超级镜头

电视摄像管和16mm影片摄影机的“Dallmeyer”超级镜头。 $f/0.98$ 光圈、 35° 视场、25mm焦距的镜头具有优良的光学参数。



图 1.3.2 影片摄影机的广角镜头

电视和16mm影片摄影机用的Dallmeyer广角镜头。 $f/1.3$ 光圈、 67° 视场、12mm焦距的镜头具有一种优良的调制转换功能特性。

1.4 多兰德和阿尔及森公司

多兰德和阿尔及森公司在1927年由多兰德公司和阿尔及森公司合并而成。

多兰德公司

约翰,是荷兰人J.的儿子,其父到英国避难,1685年其父担任了兰特杂志社的主编。又参加伦敦斯卑达尔菲尔德丝织品协会。约翰童年时代学习数学、光学、天文学,1750年由