

光学仪器构造 原理

П. А. 梅依斯聶尔 著



人民教育出版社

內容介紹

本書根据苏联1949年版譯出，全書共十三章，前九章着重基本原理，亦适时联系实际仪器。后四章着重說明炮兵光学仪器元件之性能及設計中应考虑的事項。書的編写屬教科書性質，但亦适合于有关技术人員参考之用。

又本書系由炮兵工作者所編写，故書中多引軍用光学仪器为例。

ОСНОВАНИЯ УСТРОЙСТВА АРТИЛЛЕРИЙСКИХ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

П. А. МЕЙСНЕР

本书根据苏联 1949 年版

*

光学仪器构造原理

汪晶子譯

卢寿枏、果玉忱校

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

国防工业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

*

850×1168 $1/32$ 印張 12 $15/16$ 331 千字

1959年1月第一版 1963年12月第三次印刷 印数：2,621—4,570册

統一書号：15034·393 定价：(11)2.40 元

目 录

光学仪器發展的历史阶段	7
第一章 几何光学的基本概念与定律	17
§ 1. 几何光学的基本定律	17
§ 2. 發光点和光綫	18
§ 3. 光的直綫傳播定律和光的独立傳播定律	19
§ 4. 光的反射定律。平面鏡	21
§ 5. 光的折射定律	25
§ 6. 全反射	26
§ 7. 色散	28
第二章 光組在旁軸区中的基本特性	32
§ 8. 球面为最簡單的光組及其焦距	32
§ 9. 阿貝折射面不变式与其实际应用	36
§ 10. 求以頂点距 s 和 s' 表示折射球面共軸光組的焦距	40
§ 11. 通过光組的光綫徑路之三角計算法	42
§ 12. 屈光力。屈光度	46
§ 13. 拉格朗日-亥姆霍茲方程式	47
§ 14. 薄球面透鏡	49
第三章 理想光組之光学	52
§ 15. 理想光組的基本情况及其实用意义	52
§ 16. 光組的基本参量	54
§ 17. 共軸理想光組的主焦点与主平面。焦距	55
§ 18. 光組成像的作圖法	58
§ 19. 求共軛点对光組主焦点和主点的位置。基本公式	60
§ 20. 光組的角放大率和軸向放大率及两者間的关系	64
§ 21. 在光組各特性面和特性点上的諸放大率	67
第四章 几个光組合成一个光組	72
§ 22. 复光組各基点（面）位置的确定，待合成的光組 主焦点之間的光間隔	72
§ 23. 确定复光組諸基点对于待合成的光組的主点之位置	78

§ 24. 复光組的屈光力	80
§ 25. 望远光組	82
§ 26. 厚透鏡	86
§ 27. 探照灯反射鏡	88
第五章 用光闌限制光束	91
§ 28. 光学仪器的光闌及其用途	91
§ 29. 求有效光闌的入射和出射光瞳	93
§ 30. 視場光闌及視場角的求法	97
§ 31. 漸暈	99
§ 32. 在主要类型的光組中光瞳及窗的位置	101
§ 33. 望远光組的焦距和实际无穷远的起点	103
第六章 像的照度及光能的損失	108
§ 34. 光流的概念和折射时光受反射的損失	108
§ 35. 光由于在玻璃中的吸收所遭受的損失	111
§ 36. 从光組中射出的光束面角發光度的表示式	113
§ 37. 炮兵光学仪器中光的損失	114
§ 38. 光的反射系数	116
§ 39. 光学零件的 [增加透光]	117
§ 40. 像的照度和阿貝正弦条件	126
§ 41. 照度由像中心到边缘的下降	128
§ 42. 摄影物鏡和望远光組的集光度	130
第七章 光組的單色像差	134
§ 43. 像差的一般概念和像差展成級数的一般形式	134
§ 44. 球面或孔徑像差及其修正	138
§ 45. 望远光組的球面像差	144
§ 46. 彗形像差及其与正弦条件的关系	146
§ 47. 像散	151
§ 48. 像場弯曲	155
§ 49. 像散及像場弯曲对成像清晰度的影响	158
§ 50. 畸变。无畸变	160
§ 51. 入射光瞳的像的球面像差	163
§ 52. 稜鏡及平面平行玻璃板的單色像差	164

第八章 色差	168
§ 53. 色差的分类	168
§ 54. 位置色差	169
§ 55. 放大率色差	171
§ 56. 由两个相接触的薄透鏡組成的光組之消色差	173
§ 57. 消色差目鏡	177
§ 58. 稜鏡的色差	178
§ 59. 軍用光学仪器像差的数值	180
§ 60. 分辨角与像質之实验确定法	183
第九章 眼睛和視力	187
§ 61. 眼睛的解剖学	187
§ 62. 視覺	189
§ 63. 調視和会聚	194
§ 64. 眼睛的分辨本領	196
§ 65. 眼睛的对視灵敏度	198
§ 66. 适应	201
§ 67. 光譜感受度	205
§ 68. 視覺的缺点	208
§ 69. 体視。空間深度的感觉	210
§ 70. 通过双眼仪器的体視	218
第十章 仪器的透鏡光学零件及部件	221
§ 71. 分类	221
§ 72. 透鏡的厚度	221
§ 73. 透鏡的曲率半徑	223
§ 74. 透鏡制造的公差	225
§ 75. 物鏡的类型	230
§ 76. 目鏡的类型	239
§ 77. 場鏡	252
§ 78. 單透鏡轉像光組	255
§ 79. 双透鏡轉像光組	257
§ 80. 放大率变换光組	259
§ 81. 移动轉像光組法	261
§ 82. 泛放大率光組	266

第十一章 平面平行玻璃板及稜鏡	271
§ 83. 平面平行玻璃板內的光綫徑路	271
§ 84. 平面鏡及鏡組	273
§ 85. 光綫在楔形（玻璃）板中的偏向	278
§ 86. 保护鏡	280
§ 87. 分划鏡	283
§ 88. 濾光鏡	289
§ 89. 消色差楔鏡	294
§ 90. 光綫在稜鏡中的反射	299
§ 91. 稜鏡的展开法	302
§ 92. 炮兵光学仪器中最常用的反射稜鏡	304
第十二章 攝影过程的原理	322
§ 93. 关于地面及空中攝影	322
§ 94. 攝影概要	324
§ 95. 感光学的一些基本知識	325
§ 96. 負片	336
§ 97. 正片	343
§ 98. 判讀概念	345
§ 99. 攝影物鏡的主要性能	346
§ 100. 明晰景深	350
§ 101. 攝影物鏡的类型	352
第十三章 光組設計的初步計算	367
§ 102. 对光学仪器的設計及制造所提出的战术技术要求	367
§ 103. 选择合理的光学性能。放大率	369
§ 104. 各光学性能的容許誤差	378
§ 105. 仪器的設計步驟	383
§ 106. 尺寸計算时光組外部諸元之間的关系	385
§ 107. 物鏡和目鏡組成的光組之計算	388
§ 108. 計算物鏡、目鏡和透鏡轉像光組組成的光組	393
§ 109. 稜鏡有效孔徑的求法	399
§ 110. 計算物鏡、目鏡和稜鏡轉像光組組成的光組	405
§ 111. 目鏡屈光度分划的計算法	410

79.84
547

光学仪器构造原理

П. А. 梅依斯聶尔 著

汪晶于 译

盧寿枏、果玉忱校

3425/4



1963.12.16 版社

內容介紹

本書根据苏联1949年版譯出，全書共十三章，前九章着重基本原理，亦适时联系实际仪器。后四章着重說明炮兵光学仪器元件之性能及設計中应考虑的事項。書的編写屬教科書性質，但亦适合于有关技术人員参考之用。

又本書系由炮兵工作者所編写，故書中多引軍用光学仪器为例。

ОСНОВАНИЯ УСТРОЙСТВА АРТИЛЛЕРИЙСКИХ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

П. А. МЕЙСНЕР

本书根据苏联 1949 年版

*

光学仪器构造原理

汪晶于譯

卢寿枏、果玉忱校

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

国防工业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

*

850×1168 $1/32$ 印張 12 $15/16$ 331 千字

1959年1月第一版 1963年12月第三次印刷 印数：2,621—4,570册

統一書号：15034·393 定价：(11)2.40 元

目 录

光学仪器發展的历史阶段	7
第一章 几何光学的基本概念与定律	17
§ 1. 几何光学的基本定律	17
§ 2. 發光点和光綫	18
§ 3. 光的直綫傳播定律和光的独立傳播定律	19
§ 4. 光的反射定律。平面鏡	21
§ 5. 光的折射定律	25
§ 6. 全反射	26
§ 7. 色散	28
第二章 光組在旁軸区中的基本特性	32
§ 8. 球面为最簡單的光組及其焦距	32
§ 9. 阿貝折射面不变式与其实际应用	36
§ 10. 求以頂点距 s 和 s' 表示折射球面共軸光組的焦距	40
§ 11. 通过光組的光綫徑路之三角計算法	42
§ 12. 屈光力。屈光度	46
§ 13. 拉格朗日-亥姆霍茲方程式	47
§ 14. 薄球面透鏡	49
第三章 理想光組之光学	52
§ 15. 理想光組的基本情况及其实用意义	52
§ 16. 光組的基本参量	54
§ 17. 共軸理想光組的主焦点与主平面。焦距	55
§ 18. 光組成像的作圖法	58
§ 19. 求共軛点对光組主焦点和主点的位置。基本公式	60
§ 20. 光組的角放大率和軸向放大率及两者間的关系	64
§ 21. 在光組各特性面和特性点上的諸放大率	67
第四章 几个光組合成一个光組	72
§ 22. 复光組各基点（面）位置的确定，待合成的光組 主焦点之間的光間隔	72
§ 23. 确定复光組諸基点对于待合成的光組的主点之位置	78

§ 24. 复光組的屈光力	80
§ 25. 望远光組	82
§ 26. 厚透鏡	86
§ 27. 探照灯反射鏡	88
第五章 用光闌限制光束	91
§ 28. 光学仪器的光闌及其用途	91
§ 29. 求有效光闌的入射和出射光瞳	93
§ 30. 視場光闌及視場角的求法	97
§ 31. 漸暈	99
§ 32. 在主要类型的光組中光瞳及窗的位置	101
§ 33. 望远光組的焦距和实际无穷远的起点	103
第六章 像的照度及光能的損失	108
§ 34. 光流的概念和折射时光受反射的損失	108
§ 35. 光由于在玻璃中的吸收所遭受的損失	111
§ 36. 从光組中射出的光束面角發光度的表示式	113
§ 37. 炮兵光学仪器中光的損失	114
§ 38. 光的反射系数	116
§ 39. 光学零件的 [增加透光]	117
§ 40. 像的照度和阿貝正弦条件	126
§ 41. 照度由像中心到边缘的下降	128
§ 42. 摄影物鏡和望远光組的集光度	130
第七章 光組的單色像差	134
§ 43. 像差的一般概念和像差展成級数的一般形式	134
§ 44. 球面或孔徑像差及其修正	138
§ 45. 望远光組的球面像差	144
§ 46. 彗形像差及其与正弦条件的关系	146
§ 47. 像散	151
§ 48. 像場弯曲	155
§ 49. 像散及像場弯曲对成像清晰度的影响	158
§ 50. 畸变。无畸变	160
§ 51. 入射光瞳的像的球面像差	163
§ 52. 稜鏡及平面平行玻璃板的單色像差	164

第八章 色差	168
§ 53. 色差的分类	168
§ 54. 位置色差	169
§ 55. 放大率色差	171
§ 56. 由两个相接触的薄透鏡組成的光組之消色差	173
§ 57. 消色差目鏡	177
§ 58. 稜鏡的色差	178
§ 59. 軍用光学仪器像差的数值	180
§ 60. 分辨角与像質之实验确定法	183
第九章 眼睛和視力	187
§ 61. 眼睛的解剖学	187
§ 62. 視覺	189
§ 63. 調視和会聚	194
§ 64. 眼睛的分辨本領	196
§ 65. 眼睛的对視灵敏度	198
§ 66. 适应	201
§ 67. 光譜感受度	205
§ 68. 視覺的缺点	208
§ 69. 体視。空間深度的感觉	210
§ 70. 通过双眼仪器的体視	218
第十章 仪器的透鏡光学零件及部件	221
§ 71. 分类	221
§ 72. 透鏡的厚度	221
§ 73. 透鏡的曲率半徑	223
§ 74. 透鏡制造的公差	225
§ 75. 物鏡的类型	230
§ 76. 目鏡的类型	239
§ 77. 場鏡	252
§ 78. 單透鏡轉像光組	255
§ 79. 双透鏡轉像光組	257
§ 80. 放大率变换光組	259
§ 81. 移动轉像光組法	261
§ 82. 泛放大率光組	266

第十一章 平面平行玻璃板及稜鏡	271
§ 83. 平面平行玻璃板內的光綫徑路	271
§ 84. 平面鏡及鏡組	273
§ 85. 光綫在楔形（玻璃）板中的偏向	278
§ 86. 保护鏡	280
§ 87. 分划鏡	283
§ 88. 濾光鏡	289
§ 89. 消色差楔鏡	294
§ 90. 光綫在稜鏡中的反射	299
§ 91. 稜鏡的展开法	302
§ 92. 炮兵光学仪器中最常用的反射稜鏡	304
第十二章 攝影过程的原理	322
§ 93. 关于地面及空中攝影	322
§ 94. 攝影概要	324
§ 95. 感光学的一些基本知識	325
§ 96. 負片	336
§ 97. 正片	343
§ 98. 判讀概念	345
§ 99. 攝影物鏡的主要性能	346
§ 100. 明晰景深	350
§ 101. 攝影物鏡的类型	352
第十三章 光組設計的初步計算	367
§ 102. 对光学仪器的設計及制造所提出的战术技术要求	367
§ 103. 选择合理的光学性能。放大率	369
§ 104. 各光学性能的容許誤差	378
§ 105. 仪器的設計步驟	383
§ 106. 尺寸計算时光組外部諸元之間的关系	385
§ 107. 物鏡和目鏡組成的光組之計算	388
§ 108. 計算物鏡、目鏡和透鏡轉像光組組成的光組	393
§ 109. 稜鏡有效孔徑的求法	399
§ 110. 計算物鏡、目鏡和稜鏡轉像光組組成的光組	405
§ 111. 目鏡屈光度分划的計算法	410

光学仪器发展的历史阶段

人类还在古时就从事了光学和玻璃熔制的研究，眼鏡的发明是在1285年。

眼鏡玻璃的磨制是从透明的綠寶石开始的，而14世纪初学会了制造眼鏡用的較透明的玻璃。

由于迫切的需要，发明了在所有军队中被广泛使用的望远鏡。实践愈来愈坚决地要求这样的仪器，于是各国的学者們为解决这一问题开始了工作。

伽俐略創造了60倍的望远鏡，这是一个巨大的貢獻。1610年他使用了自己有力的工具——天文望远鏡去探索高远的天空。与伽俐略同时，开普勒在1610年研究出他自己的用正透鏡的望远鏡的方案，并提出了調焦装置以調整清晰度。伽俐略望远鏡是所有近代天文望远仪器的始祖。伽俐略望远鏡与当时所有仪器一样，透鏡不是消色差的，而物像周圍帶有彩色的环。牛頓认为消色差透鏡是不可能的。1725年彼得一世所建立的彼得堡科学院院士著名学者欧勒在理論上說明了牛頓的这一錯誤。并在1747年他的【致公主函】中闡述了計算消色差透鏡的理論。

显微鏡的发明在科学上起了巨大的作用。

1681年荷兰人李文古克曾如此叙述他在胡椒液、水滴和自己的齿穴中发现了令人驚訝的微观世界的奇事。

【我非常驚訝地看到了在各个方面非常活跃地运动着的許多小动物，如同水中的梭魚一样，这些小动物中最小的比长成的虱子底眼睛要小到千分之一。

于是开辟了人类从前沒有发现的新的生物世界。

眼鏡、天体望远鏡和显微鏡的发明推动了玻璃熔制和研磨的发展。从十九世紀中叶起由于工业发展的巨大轉变，許多国家在

自己的軍隊装备中，采用了光学观测仪器和地形測量仪器，因此天文学、生物学、照相术以及軍事技术的发展也促使了光学生产的进步。

俄国第一批玻璃工厂是在十七世紀建立起来的。

1635年沙皇米哈依尔·費多罗維奇給火炮技师卡爱特建立一座玻璃工厂和产品免稅出售 15 年的特权。

彼得一世取消了玻璃稅，并建立了許多玻璃工厂，其中包括莫斯科沃罗別也夫山上的反射鏡玻璃工厂。在俄国女皇伊丽沙微塔的統治时期，已經有了六个玻璃工厂。在这同一时期罗蒙諾索夫建立了为制造他所发明的顏色玻璃和直到俄国当时还没有生产的有孔玻璃珠与玻璃球的玻璃工厂。

在俄国光学仪器的生产，是在彼得一世1726年所建立的彼得堡科学院的光学仪器工厂里开始的。

彼得一世曾派人搜集到若干当时最完美的显微鏡納入陈列館。他曾在 1698 年特意前往杰里福斯特訪問荷兰显微鏡专家李文古克，目的在于見識一下像李文古克的朋友历史家万龙所报导的显微鏡的「奇事」。彼得一世的最进步的一些战友对光学仪器都表示出有很大的兴趣。

1725年科学院由彼得陈列館获得了光学仪器后，对这些仪器作了进一步的改进。因此科学院光学工厂培养了許多在光学和仪器制造方面有天才的人們。

天才的俄罗斯学者罗蒙諾索夫在給舒瓦洛夫的信中着重指出玻璃（也就是說光学仪器）的重要性，并认为玻璃比宝石更加貴重。他曾写道：

「这种人对什物的看法是錯誤的，舒瓦洛夫，
他們以为玻璃要比那

光彩眩耀夺目的矿物賤，

然而，

玻璃的用处并不比它賤，玻璃的顏色也并不比它差，

.....
.....
我要在你面前狂热歌唱、贊揚

不是那貴重的宝石，也不是那黄金，而是那玻璃。】

1756年罗蒙諾索夫在院会上发表了他所发明的【聚光机】。罗蒙諾索夫称他的望远鏡为【夜眼】或【夜用望远鏡】，使其【供夜間区别悬崖和船只】之用。在會議的記錄中曾記載着：

【由許多實驗中証明：用此望远鏡区别暗室中的物体要比沒有它时較為清楚。】

由此可見，罗蒙諾索夫在发明供黄昏或有光照的夜間观测远物用的强光力望远鏡中是占优先地位的。

罗蒙諾索夫的功績在于他以实验的方法解决了为夜用望远鏡选择最适宜的特性問題。

将近有两世紀之久的这一发明是具有很大的意义的。

若干院士（爱匹魯斯、波波夫、格里曉夫）对罗蒙諾索夫的发明所表示的反对态度，是由于他們否认罗蒙諾索夫夜用望远鏡的原故。如今新式的在結構上形式上完善的罗蒙諾索夫夜用望远鏡在軍隊中正获得广泛的采用（例如，高射炮兵中的10倍的指揮鏡、夜用双眼望远鏡 7×50 和其他仪器）。

罗蒙諾索夫是創造强光力光学仪器領域中的开路先鋒，他的作用是偉大的。

罗蒙諾索夫和他的助手柯罗季欣、格里曉克、克留曉克、安格留曉克、伊格那特等一起发明、設計、創造和試驗了許多新的光学仪器。在給舒瓦洛夫的信中他曾写道：

【我正努力于制造一种新的光学仪器，用它观察河底和海底可以比平常看得更深。假如这个在人类生活中是有益的話，則任何人都很好考虑的。】

显然，仪器是由带有能往前移动很远的平面保护玻璃的望远鏡筒所組成。若将此鏡筒沉入水中可以免除水面上大小波浪的影

响。然而这只是苏联科学院院长瓦維洛夫所发表的一个設想，因为关于所談的仪器是沒有留下可靠的材料。

罗蒙諾索夫既从事于改进航海用的光学仪器，也从事于創造新的天文望远鏡。

1762年罗蒙諾索夫提出了与格雷果里——牛頓和卡塞格倫的天文望远鏡不同的反射望远鏡新图样。在罗蒙諾索夫鏡筒中的凹面鏡略对鏡筒軸偏斜。从【化学和光学札記】（罗蒙諾索夫在1762年~1763年的活动日記）的記錄中說明：罗蒙諾索夫不仅在于提出他的觀念，而且在自己的家中用自己的工具制造出新的反射望远鏡，就在1762年5月13日向院士們发表了自己的望远鏡。

經過27年以后，1789年盖尔歇里在他的望远鏡反射器中显然独立地實現了罗蒙諾索夫的觀念。历史的事实要求将这一光組叫做罗蒙諾索夫——盖尔歇里光組。

罗蒙諾索夫的水平仪可以在 360° 的範圍內观察所有的水平綫。这件仪器預示了100至150年以后的孟宪和【葛茲】与【蔡司】两厂的工作。罗蒙諾索夫的水平仪，是仪器在迴轉观察时带有固定目鏡的最早构造。近代的潜望鏡和周視鏡都是这位天才的思想的繼續发展。罗蒙諾索夫創造出10种以上新原理的光学仪器，但是可惜，無論是罗蒙諾索夫的一件仪器或是他的一張图案都沒有給我們留傳下来。在光学仪器制造方面，就活动範圍和創作力来讲，罗蒙諾索夫是当代天才光学家之一。

罗蒙諾索夫是俄国学者中头一个开始有系統地将显微鏡用在自己的研究中的，特别是用来观察化学过程。

古立宾在光学仪器生产的領域中开始活动是在1765年。那时他获得了外国制造的天文望远鏡，研究了它，測量了透鏡的焦距，并着手制造自己的天文望远鏡。在叶卡杰林娜二世提出了需本国生产天文望远鏡和显微鏡以后，歷經三年，古立宾促使俄国向独立光学生产的道路上迈进了第一步。

1769年古立宾由于他在光学生产领域中的成就，被委任为科学院的机械师和光学仪器制造所的〔总监〕。1775年古立宾为科学院制造出新的天文望远镜。但以后没有继承古立宾的人。

1779年在彼得堡创立了为制造出售眼镜、望远镜、放大镜和其他光学仪器的俄国第一个工业式的光学仪器制造厂。

必须指出，从前俄国玻璃生产和光学机械生产的落后，是由于外国的影响，不是俄国人没有这方面的知识，而是沙皇俄国统治集团的守旧心理和保守主义，以及厂主的重商思想。例如，俄国的七等文官拉夫施荐因在1764年发明了玻璃的硬化法。这种玻璃可以像金刚石一样经受研磨，但此发明在俄国并未获得实际应用。

等光程透镜的制造在1759年按欧勒的思想实际上得到了解决。但是科学院忽视了这点，并于1762年提出关于获得奖金的题目：〔用什么样的方法可以借助于若干玻璃的结合，以消除望远镜和显微镜由于不同的折射光线和玻璃的球面所发生的未完美处〕。可见若干年前已解决了的问题又来重新提出。十八世纪的后半期，在科学院中对创造消色差物镜的实验工作开始了。1784年院士爱匹鲁斯设计出消色差物镜的显微镜。前世纪的40年代和50年代中，在俄国也曾企图建立研磨光学玻璃和制造光学仪器的工厂，但这些事都存在不久，便无影无踪地消失了。沙皇俄国的统治集团不是发展本国生产，而是鼓励由德国和法国向俄国竭力输入光学仪器，因此严重地阻碍了本国生产的发展。

远在1637年潜望式的军用望远镜已经发明了，用它可以观察到位于城墙后或者障壁外的目标，而不被敌人发现。望远镜的潜望作用，是借助于光线从两个与望远镜的光轴成角 45° 的平面镜上两次反射的结果。

伽利略望远镜被双眼望远镜所代替，双眼望远镜最初是在十八世纪后半期提出的。上世纪的50年代法国光学工程师保罗提出了更便于军队使用的棱镜式双眼望远镜光组。十九世纪的后半